Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized

世界銀行ナレッジノートシリーズ

「日本における統合都市洪水リスク管理」

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

UFCOP

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

©2020 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank

1818 H Street NW，Washington，DC 20433 USA

本報告書は，世界銀行のスタッフと外部の専門家の制作による。本書の中の調査結果，解説，結論は，必ずしも世界銀行，世界銀行理事会あるいは彼らが代表する国の見解を反映するものではない。

また，世界銀行は，本書中にあるデータの正確性を保証しない。地図にある境界線，色，名称，その他の情報は，いかなる領土の法的立場，あるいはそのような境界線の容認に関する世界銀行の判断を意味するものではない。

本書には2019年6月30日までに入手可能であった情報が反映されている。

権利と許可

本報告書は，著作権の対象である。世界銀行は知識の普及を奨励しているため，本書の帰属・参照の記載が示されている場合に限り，本書の全体または一部を非営利目的で複製することを許可する。

表示―本書を参照する際は以下のように表示するようお願いする。
和文報告書：世界銀行. 2020.「世界銀行ナレッジノートシリーズ：日本における統合都市洪水リスク管理」世界銀行. ワシントン D.C.

英文報告書：World Bank. 2019. “Learning from Japan’s Experience in Integrated Urban Flood Risk Management: A Series of Knowledge Notes.” World Bank, Washington, D.C.

第三者のコンテンツ－世界銀行は，必ずしも本報告書に含まれるコンテンツの各要素をすべて所有していないため世界銀行は，本書の内容が使用された場合，第三者の著作権が侵害されていないという保証は一切行わないものとする。かかる侵害に対して申立てが起きた場合，使用者のみに帰属するものとする。本報告書の一部の使用を希望する場合，再利用の許可が必要になるかの判断と，著作権者からの許可の取得は利用者の責任となる。要素の例としては図表や画像が挙げられるが，これに限定されるものではない。

権利およびライセンスに関する問い合わせ先：World Bank Publications, The World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; E メール pubrights@worldbank.org

謝辞

（敬称略）

本報告書「世界銀行ナレッジノートシリーズ：日本における統合都市洪水リスク管理」は，英文報告書“Learning from Japan’s Experience in Integrated Urban Flood Risk Management: A Series of Knowledge Notes”作成にあたり収集された日本語の情報を編集し取りまとめたものである。日本ー世界銀行防災共同プログラムの支援を受け，世界銀行の都市洪水コミュニティーオブ・プラクティス（UFCOP）および東京防災（DRM）ハブの活動の一環として作成された。

4 部のナレッジノートと事例集からなる英文報告書「Learning from Japan’s Experience in Integrated Urban Flood Risk Management: A Series of Knowledge Notes」は Jolanta Kryspin-Watson が率いる世界銀行のチームによって作成された。メンバーは竹本祥子， Zuzana Stanton-Geddes， 遠藤賢也， および高松正嗣を含む。情報収集やヒアリング調査は Washington CORE と(株)八千代エンジニヤリングによって行われた。

本和文報告書「世界銀行ナレッジノートシリーズ：日本における統合都市洪水リスク管理」は，世界銀行竹本祥子， 高松正嗣， 遠藤賢也，砂川良太，および (株)八千代エンジニヤリング豊田高士，梅木知裕によって作成された。また，東京大学・(独)国際協力機構　石渡幹夫，および環境システム計測制御学会名誉会員・元東京都下水道局　中里卓治にご助言いただいた。 世界銀行の山上千波， 宇田川玲子， 依田さやか，中松晴子，岩崎弥佳からの協力に感謝する。和文報告書の編集は，(株)日本水道新聞社　村仲英俊，辻原祥子が行った。

英文・日和文報告書は，日本の統合的な治水管理の専門家の皆様の貴重なご助言とご指導のもと作成された。ワーキンググループメンバーとして，また情報提供者として多大なるご支援いただいた次の方々に感謝の意を表す:東京大学 古米弘明教授; 東京都環境科学研究所 市橋新;（特非）雨水市民の会　笹川みちる;（公財）リバーフロント研究所 土屋信行; (独)UR都市機構 西村 慎司・武田啓司; (独)国際協力機構 石渡幹夫・稲岡美紀;国土交通省 松村知樹・木下覚人;東京都 奥田千郎; 東京農業大学 福岡孝則教授; (株)日本政策投資銀行北栄階一; 横浜市石井智博・都市整備局 みなとみらい２１推進課;神戸市竹本昌司。

世界銀行の都市洪水コミュニティーオブ・プラクティス（UFCOP）および東京防災（DRM）ハブは，ナレッジノートに反映されている通り，日本の知見と教訓を途上国の開発支援での活用のための後押しを行い，さらには知見の共有と発信を通じて，都市の洪水強靱性対策を設計・実施する実務担当者の支援を目指している。

目次

ナレッジノート１：

都市洪水リスクアセスメント及びリスクコミュニケーション

1　概要 1

2　都市洪水リスクの種類 4

2.1　都市洪水の種類 4

2.2　日本における都市洪水リスク 5

2.3　リスクアセスメント及びリスクコミュニケーション 7

3　都市洪水リスクアセスメント及びリスクコミュニケーションにおける日本の経験 9

3.1　都市洪水リスクアセスメントにおける日本の経験 9

3.1.1　手法 9

3.1.2　洪水対策の計画や設計のためのリスクアセスメント 13

3.1.3　事前準備や避難のためのリスクアセスメント 17

3.1.4　洪水のモデル化と気候変動を考慮したリスクアセスメント 22

3.2　都市洪水リスクコミュニケーションにおける日本の経験 31

3.2.1　事前準備のためのリスクコミュニケーション 31

3.2.2　避難のためのリスクコミュニケーション 37

4　教訓と主な課題 40

5　文献目録 41

ナレッジノート 2：

都市洪水リスク管理における投資計画作成及び優先順位付け

1 概要 48

2 日本の総合治水の歴史 50

2.1 日本における総合治水の概念の導入と本稿における統合都市洪水リスク管理の定義 50

2.1.1 総合治水対策の導入 50

2.1.2 本ナレッジノートにおける統合都市洪水リスク管理の定義 52

2.2 都市レベルでの洪水リスク管理計画 55

2.2.1 統合豪雨対策計画を有する日本の都市 55

2.2.2 統合豪雨対策計画の必要性 55

2.2.3 都市で対応する洪水の種類 58

2.3 都市レベルでの洪水リスク管理計画づくり及び優先順位付け 59

2.3.1 目標設定 59

2.3.2 統合計画及び優先順位付け 61

2.3.3 合意形成及び役割分担 65

3 統合都市洪水リスク管理計画作成及び優先順位付け 68

3.1 東京都の事例 68

3.1.1 紹介 68

3.1.2 歴史と背景 69

3.1.3 目標設定 72

3.1.4 統合計画作成及び優先順位付け 74

3.1.5 合意形成及び役割分担 82

3.1.6 今後の課題 83

3.2 滋賀県の事例 84

3.2.1 導入 84

3.2.2 背景 84

3.2.3 目標設定 85

3.2.4 統合計画づくり及び優先順位付け 86
3.2.5 合意形成及び役割分担 91
3.2.6 今後の課題 93
3.3 世田谷区の事例 93
3.3.1 紹介 93
3.3.2 背景 94
3.3.3 目標設定 95
3.3.4 統合計画作成及び優先順位付け 96
3.3.5 合意形成及び役割分担 100
3.3.6 今後の課題 100
4 教訓と主な課題 101
4.1 目標設定 101
4.2 統合計画及び優先順位付け 102
4.3 合意形成及び役割分担 103
5 文献目録 104

ナレッジノート 3：

都市洪水リスク低減策の実施

1 概要 108
1.1 統合都市洪水リスク管理における被害低減策の実施 108
1.2 日本の事例研究の手法 109
2 都市洪水リスク低減及び管理対策への投資実施：日本の経験 112
2.1 それぞれの都市統合洪水リスク管理の投資事例の特徴（長所，短所含め）は何か？事業への 投資を可能にした必要条件・環境は何か？ 112
2.2 都市統合洪水リスク管理の投資設計と実施を強化，実践するための障壁や打開策は何か？ ... 124
2.3 統合都市洪水リスク管理の投資を設計し実施する上での，“都市，国の政府，民間及び市民の間で共有されているが差異のある責任”とは何か？ 126

2.4 ステークホルダー間の調整，合意形成，費用便益分析など，目標達成のための様々な投資オプションの計画と優先順位付けのためのツールとアプローチは何か？ 128

3 まとめと提言 135

3.1 まとめ 135

3.2 提言 136

4 付属資料 140

5 文献目録 189

ナレッジノート 4：

持続的な運用／維持管理確保

1 概要と目的 199

1.1 統合都市洪水リスク管理における持続的な運用／維持管理確保の位置づけ 199

1.2 日本の事例研究の手法 200

2 統合都市洪水リスク管理投資の持続的な運用／維持管理確保における日本の経験 201

2.1 日本の統合都市洪水リスク管理投資と運用／維持管理の関連性，重要性 201

2.2 運用／維持管理の効率化，効果検証 203

2.3 統合都市洪水リスク管理の運用／維持管理の設計と実施を強化するための障壁やアイデア ... 208

2.3.1 コスト縮減，財源確保 208

2.3.2 ガバナンスと関係機関の連携・役割分担 215

2.3.3 先進的技術 218

2.3.4 さまざまなステークホルダーによる参加型 219

3 まとめと提言 230

4 付属資料 232

5 文献目録 273

図目次

ナレッジノート１：

都市洪水リスクアセスメント及びリスクコミュニケーション

図 1　日本の都市と河川，氾濫域の関係 6
図 2　日本の海岸における高潮等のリスク 7
図 3　洪水／高潮リスクの評価手順 12
図 4　高松港海岸の整備前後の状況 16
図 5　大洲市洪水・浸水避難地図（洪水ハザードマップ） 17
図 6　1995 年の肱川流域大洪水時の様子 18
図 7　職員による防水パネル設置訓練の様子 18
図 8　三条市逃げ時マップ 20
図 9　滋賀県の降雨量別浸水深マップ（10 年，100 年，200 年確率降雨） 22
図 10　水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方 24
図 11　想定最大規模降雨に関する地域区分の洪水リスクアセスメント 26
図 12　降雨波形の引き伸ばし方法 26
図 13　大規模水害ハザードマップ（荒川と江戸川が同時に氾濫する場合） 30
図 14　東京メトロの海抜表示板 35
図 15　安全ポケットガイド 35
図 16　三条市における災害時要援護者支援と個人情報の取り扱い 37
図 17　三条市の災害情報伝達体制 （2004 年の災害を受けて情報伝達体制，手段を改善） 39
図 18　2011 災害時の避難情報取得状況 39

ナレッジノート 2：

都市洪水リスク管理における投資計画作成及び優先順位付け

図 1　日本における統合都市洪水管理のイメージ 49
図 2　2018 年 7 月豪雨被害の概要 56
図 3　過去 10 年の全国の浸水被害棟数 57
図 4　内水と外水の被害額の割合(1993 年から 2002 年にかけての 10 年間の合計) 57
図 5　洪水被害の増加に係る気候変動と都市化の負の相乗効果 58
図 6　気候変動シナリオ(RCP8.5, RCP2.6)に基づく降雨量，流量，洪水発生確率の予測結果 58

図 7　東京都における豪雨対策関連計画策定の流れ 70
図 8　下水道雨水計画における降雨強度の分布 73
図 9　６１答申における目標値の設定とセクター分担 76
図 10　基本方針（改定）における各対策の役割分担のイメージ図 77
図 11　豪雨対策メニュー 78
図 12　下水道から河川への放流量規制の例 79
図 13　優先順位選定の流れと意思決定基準のイメージ 81
図 14　基本方針（改定）における対策強化流域(河川)と対策強化地区(下水道)の重ね合わせ 81
図 15　滋賀県の流域治水政策 87
図 16　土地利用・建築規制の対象となるリスクの範囲 89
図 17　滋賀県における河川整備計画をとりまとめる圏域と整備優先順位（河川ランク）の設定 91
図 18　世田谷区豪雨対策基本方針の考え方 95
図 19　グリーンインフラについての考え方 97
図 20　世田谷区における豪雨対策メニュー 98
図 21　世田谷区におけるモデル地区 99

ナレッジノート 3：

都市洪水リスク低減策の実施

図 1　都市における総合的な治水対策 109
図 2　統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン： 要素とデザインプロセス 110
図 3　複数の流域で起きる洪水に対して 1 つの施設で適応する事例 125
図 4　ニュータウン造成に伴い洪水対策（調節池）を行い， 治水上の安全性と住みやすい住空間を創出した事例 125
図 5　ステークホルダー間の連携で費用負担を工夫した事例 125
図 6　多機能・多目的（治水機能と 都市の利水機能）を有する調節池の事例 128
図 7　地方公共団体が，雨水貯留浸透施設の設置工事の推進計画や助成を行う事例 128
図 8　小松川高規格堤防の全景 140
図 9　荒川第一調節池の全景 144
図 10　1999 年 8 月の洪水調節状況 144
図 11　神田川・環状七号線地下調節池 147
図 12　環状七号線地下広域調節池の概要 147
図 13　神田川における過去 20 年間の時間最大雨量と浸水棟数 150
図 14　時間 75mm 降雨対策強化地区(目黒区上目黒) 150
図 15　東京都南砂雨水調整池 153

図 16　日比谷交差点雨水調整池 153
図 17　芝浦水再生センター 156
図 18　芝浦水再生センター 156
図 19　全国，政令指定都市等及び東京都区部の合流式下水道の面積割合 156
図 20　越谷レイクタウン 159
図 21　越谷レイクタウンの洪水対策 159
図 22　越谷レイクタウン開発費用負担のメカニズム 161
図 23　1991 年の浸水実績図 163
図 24　2015 年の浸水実績図 163
図 25　八王子みなみ野シティ開発前の様子 164
図 26　八王子みなみ野シティ開発後の様子 164
図 27　水循環システム概念図 165
図 28　水循環システム断面図 165
図 29　二子玉川ライズ・二子玉川公園全体範囲 168
図 30　二子玉川ライズ・ショッピングセンター全景 168
図 31　二子玉川公園エリア全景 168
図 32　二子玉川ライズエリアのグリーンインフラ 168
図 33　外水氾濫堤防 168
図 34　地下の 雨水貯留槽 168
図 35　埼玉県内の調整池等の位置図 179
図 36　JR 横浜タワー 174
図 37　エキサイトよこはま 22 検討エリア 174
図 38　両国国技館 176
図 39　路地尊 176
図 40　みず循環回廊のイメージ図 180
図 41　横浜市グランモール公園断面模式図 180
図 42　グランモール公園 182
図 43　整備後の環境調査 182
図 44　みなとみらい地区 184
図 45　高潮・津波対策 184
図 46　江東区の土地利用 187

ナレッジノート 4：

持続的な運用／維持管理確保

図 1　統合都市洪水リスク管理施策の要素，設計プロセス，運用／維持管理関連性 199
図 2　年間水収支の比較 206
図 3　昭島つつじが丘ハイツにおける雨水浸透システムの効果 207
図 4　東京都の河川・港湾の予算配分（H28 年度） 208
図 5　下水道管のアセットマネジメント 212
図 6　設備のアセットマネジメント 212
図 7　芝浦水再生センター 213
図 8　芝浦水再生センターにおける普通借地権の設定 213
図 9　妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ 215
図 10　妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ平面図 215
図 11　JR 横浜タワー 217
図 12　特定地域都市浸水被害対策事業制度 217
図 13　更生工法による下水道管の再構築 217
図 14　更生工法によるコスト縮減効果 218
図 15　東京スカイツリータウンにおける環境配慮の取組み 220
図 16　二子玉川ライズダウンマネージメント活動の推進体制 221
図 17　二子玉川ライズのイベントスペース 221
図 18　兵衛川流域図 235
図 19　調整池と兵衛川の関係 235
図 20　年間水収支の比較 237
図 21　雨水浸透システムのイメージ 238
図 22　年間雨量を 100 とした場合の水収支の比較 238
図 23　昭島つつじが丘ハイツにおける雨水浸透システムの効果 240
図 24　下水道管のアセットマネジメントの イメージ 241
図 25　設備のアセットマネジメントのイメージ 241
図 26　芝浦水再生センター 245
図 27　芝浦水再生センターにおける普通借地権の設定 245
図 28　妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ 247
図 29　妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ平面図 247
図 30　JR 横浜タワー 250
図 31　特定地域都市浸水被害対策事業制度 259
図 32　更生工法による下水道管の再構築 252

図 33　更生工法によるコスト縮減効果 253
図 34　水面制御装置によるごみの除去 253
図 35　東京スカイツリータウンにおける環境配慮の取組み 255
図 36　二子玉川ライズダウンマネージメント活動の推進体制 258
図 37　二子玉川ライズのイベントスペース 258
図 38　路地尊 260
図 39　東京都民設公園のイメージ 263
図 40　東京都初の民設公園，“萩山　四季の森公園” 263

表目次

ナレッジノート 1：

都市洪水リスクアセスメント及びリスクコミュニケーション

表 1　都市洪水リスクと影響を与える要素の関係 5
表 2　リスクアセスメントとリスクコミュニケーションの目的 8
表 3　都市洪水リスクの種類と責任者，評価手法，目的 9
表 4　河川の重要度と計画の規模 14
表 5　水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方 24
表 6　2 つの洪水による被害状況とアンケート調査の結果一例 39

ナレッジノート 2：

都市洪水リスク管理における投資計画作成及び優先順位付け

表 1　日本の統合都市洪水管理にかかる主なステークホルダーと主な役割 53
表 2　計画レベルでの統合と事業レベルでの統合 54
表 3　主要な統合都市洪水リスク管理施策と主なステークホルダーと役割分担 67
表 4　貯留機能や地下浸透機能の強化に関する役割分担 87
表 5　世田谷区豪雨対策における各施策の実施主体 101

ナレッジノート 3：

都市洪水リスク低減策の実施

表 1 統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン・クライテリアと投資実施の関連性，重要性 111
表 2 各投資（施策／施設）の特徴（強み・弱み）と事例リスト 114
表 3 日本における都市統合洪水リスク管理の主な対策と対策を行う主要機関 127
表 4 各事例における都市の特徴及び課題とグッドデザインの要素 130
表 5 1993 年台風 11 号と 2004 年台風 22 号の比較 150
表 6 直接施行制度の枠組み 162
表 7 各都市の指標別評価 188
表 8 評価レンジ 189

ナレッジノート 4：

持続的な運用／維持管理確保

表 1 統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン基準と運用／維持管理の関連性，重要性 202
表 2 各セクターの運用／維持管理に係る主なマニュアル，ガイドライン例 204
表 3 財政収支計画（東京都区部下水道事業） 208
表 4 各事例における都市の課題と運用／維持管理にかかるグッドデザインの要素 224
表 5 用地費負担，土地利用及び所有権割合 247
表 6 運用／維持管理が実施された各投資（施策／施設）の特徴と事例リスト 265

ナレッジノートシリーズ：
日本における統合都市洪水リスク管理
ナレッジノート１：
都市洪水リスクアセスメント及びリスクコミュニケーション

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

UFCOP
Urban Floods Community of Practice

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

1 概要

統合都市洪水リスク管理（IUFRM: Integrated Urban Flood Risk Management ）は，都市洪水リスクを特定・評価し，そのリスクを住民に周知・伝達するプロセスで進むが，まずは都市洪水リスクを理解することから始まる。「人命を守り，水害による財産被害を軽減すること」を目標とする日本の洪水リスク低減・管理の取組みにおいて，リスクアセスメントは必要不可欠な要素である。このナレッジノートでは，日本における都市洪水リスクアセスメントの事例を紹介し考察する。

都市洪水リスク評価のツールには，過去の洪水履歴調査や洪水痕跡調査，洪水被害調査，ハザード分析や土地利用調査，構造物や施設の脆弱性評価，治水経済調査，被害想定などがある。本ナレッジノートでは，都市洪水リスクとその分析の概要，各ステークホルダーの役割分担等について整理する。

また近年は日本においても計画や施設の能力の想定を上回るような自然災害が発生し，避難などのソフト対策や災害時コミュニケーションが重視されている。そこでリスクコミュニケーションにおける施策の有効性を分析し，リスクコミュニケーションの方法や技術，そして都市洪水リスクの被害軽減・リスク回避のための事前準備や避難行動に関する意思決定ツールについても，日本の優れた事例を検討する。

「都市洪水リスクとは何か」や「各都市が抱える都市洪水リスクに対して，どのようなリスクアセスメントやリスクコミュニケーションができるか」ということを理解するために想定される主な疑問点は下記の通りである。

- 都市に影響を及ぼす洪水リスクには，どのような種類があるか？
- 都市はどのようにリスク情報を分析すれば，主要なステークホルダーに有用な情報を伝えることができるのか？
- 都市は潜在的な気候変動のリスクをどのように扱うべきなのか？不確実性とどのように向き合うのか？
- コミュニケーションの内容，手段，手順は，市民（特に社会的弱者）や民間セクターの事前準備と対応能力にどのような影響を与えるか？

また，上記の疑問点に対して，日本のこれまでの取組み事例から得られる教訓や知見としては，下記のようなものが挙げられる。

- 都市洪水のリスクと影響は，複雑で多種多様である。都市洪水の発生要因は外水氾濫，内水氾濫，高潮等に分けられるが，都市の地理特性や地域特性，人口・資産，雨水排水設備の整備状況といった都市特性によってもリスクは変化する。都市によっては土砂災害や鉄砲水などの被害を受ける場合もある。これらの特性は，都市のリスクや脆弱性に影響を与える。

- 都市の抱える洪水リスクは，その原因や影響を受けうるステークホルダーが多様であるため，目的・対象ごとに都市洪水リスクを評価し，伝達するための様々なアプローチが存在する。また都市の強靭性を高めるための投資やリスクを軽減・回避するための事前準備及び避難行動に関する対策を推進するため，行政機関は適切なリスクアセスメントとコミュニケーションの手法をそれが必要となる理由，使用形態，使用者の目的に基づいて慎重に選択する必要がある。
- 都市洪水リスクアセスメントの目的は，洪水対策インフラ（雨水排除及び河川管理など）の検討・デザイン，土地利用計画や基準の設定・見直し，避難の手法・計画づくり，災害保険やファイナンス手法の検討・デザイン，また気候変動適応策の検討・計画づくりなど，幅広い。このため目的別・ステークホルダー別に各々の取組みを明確に把握しておく必要がある。
- 気候変動に伴い，日本の都市は今後もさらに極端で予測不能な災害リスクに直面する。したがって，洪水リスク管理への関心は高まっており，より高いレベルで対策を計画・統合するための取組みがなされている。より大規模で不確実な災害リスクに対処するため，都市は 1）統合的対策（ハード対策及およびソフト対策の組み合わせ），2）人命最優先，3）目的に対して適合性のある都市洪水管理計画について議論し，策定している。
- 日本は国（国土交通省）が主導して法令やガイドラインを策定し，大きな災害を受けるたびに随時改定している。地方公共団体は国が定めた法令やガイドラインに則り，ハザードマップ作成や防災計画の策定等のリスクアセスメントに関する施策を行っており，リスクコミュニケーションついてはタイムラインや地下街等に係る避難確保・浸水防止計画を策定している。また内閣府は避難情報や勧告など，前年に発生した災害時における対応のレビューを毎年行い，その後の計画や施策等に反映している。
- 都市洪水リスク管理に関連する施策や計画に対し，産学官が一体となり気候変動等を含めた最新の洪水リスク等に係る知見の集約や議論，その他リスクアセスメントやコミュニケーションに係る技術開発，大学との連携，ソーシャルメディアの活用などが行われている。
- 日本は試行錯誤を繰り返し，さまざまなステークホルダーがタイムリーで効果的な行動を取ることを可能にするような都市洪水リスクアセスメントとコミュニケーションの経験とノウハウを蓄積してきた。また，関係機関間の協働体制の構築も図られ，災害を受けるたびに改善されている。しかし，想定を超える自然現象によって引き起こされた洪水被害の経験から，近年は「命を守る」ことを強化するリスクアセスメントやコミュニケーションの方法が重要視され，これらの改善のための教訓やノウハウを開発し，試行している。また，施設の能力を大幅に上回る外力に対して，命を守り壊

滅的被害を回避するべく，ソフト対策に重点をおいたリスクコミュニケーションへの転換が図られている。

2 都市洪水リスクの種類

2.1 都市洪水の種類

都市洪水のリスクと影響は，複雑で多種多様である。**都市洪水の発生要因は外水氾濫，内水氾濫，高潮等に分けられるが，都市の地理特性や地域特性，人口・資産，雨水排水設備の整備状況といった都市特性によってもリスクは変化する。**都市によっては土砂災害や鉄砲水などの被害を受ける場合もある。**これらの特性は，都市のリスクや脆弱性に影響を与える。**

都市特性の例としては，人口や資産の密度，インフラの老朽化・整備状況，下水道などの雨水排水システムの能力・整備状況，河川の整備状況などの要素がある。地理的特性／自然条件としては，河川や海岸との位置関係・距離，河川水位及び海水面との比高，土地利用などの要素があり，これら全てが都市洪水リスクに影響を与える。

一方で気象によって引き起こされる外水氾濫，内水氾濫，高潮などは，発生メカニズムがそれぞれ異なるため一概に論じることはできない。例えば外水氾濫とは，台風や豪雨等で流域から集まった雨水により河川が増水し，その水が堤防を乗り越えたり，堤防に大きな水圧がかかって堤防が決壊したりすることで，河川から水が溢れる氾濫である。そのため，外水氾濫の場合は，都市内もしくは都市の近傍に氾濫する恐れがある河川があるかどうか，河川と都市との位置関係や距離，河川と都市の比高，河川の流下能力（整備状況）などが，都市洪水リスクに影響を与える要素となる。

内水氾濫とは，市街地等に豪雨が降った際に，その土地の雨水の排水が追い付かなくなり，土地や道路，建物が水に浸かってしまう水害である。特に都市部では，地表面がコンクリートやアスファルトで覆われているため，雨水の地面への浸透能力が低く，降った雨がそのまま下水道や河川に流入することが多い。しかし，短時間に大量の雨が降ることによって，この排水能力を超える水が流入した場合には，水が溢れて水害が発生する。河川の水位が高く，雨水を排水できない場合もある。このような内水氾濫は都市特有の水害で，河川の破堤や溢水による浸水（外水氾濫）よりも発生頻度が高く（ナレッジノート 2 で詳述），市民生活にも密接な関わりを持っており，社会経済的な観点からも対策の重要性が高まっている。そのため内水氾濫の場合は，都市の雨水排水網の整備状況や処理能力，土地利用状況（浸透能力等を含む），雨水排水先の整備状況，窪地等の地形状況，都市河川や小水路の流下能力などが，都市洪水リスクに影響を与える要素となる。

もちろん都市の状況によっては，上述の外水氾濫が支配的な地域や内水氾濫が支配的な地域，もしくは外水・内水氾濫の被災形態の差異が小さい地域もあり，降雨の発生状況によっては外水氾濫と内水氾濫が複合的に発生する場合もある。

高潮は気圧低下による海水面の吸い上げ効果や風による吹き寄せ効果により発生する災害で，上の二つの氾濫とは異なり，都市が海に面しているか（都市と海の位置関係，距離），海水面と都市の比高，都市の地形勾配，防潮堤等の整備状況などが，都市洪水リスクに影響を与える要素となる。

以上のように，都市特性や地理特性／自然条件とそれぞれの災害の発生メカニズムは複雑に絡み合い，都市が危険に曝されるレベルや脆弱性，洪水リスクに包括的に影響を与えている。都市の地域特性や地理特性／自然条件と，都市洪水リスクに影響を与える要素を下表に簡単に整理する。

表 1 は都市洪水リスクと各要素の影響度を概念的に示したものだが，必ずしも全ての洪水リスクと都市との関係が日本のあらゆる都市に当てはまるわけではない（例えば，人口密度の高い都市ではあるが河川が近くに無い，もしくは河川が都市より低い位置を流れている場合，人口密度は都市洪水リスクに影響を与えるわけではない等）。

表 1 都市洪水リスクと影響を与える要素の関係

		外水氾濫	内水氾濫	高潮
都市特性				
人口密度 (高密度)		+	+	+
都市の歴史 (老朽化)		+	+	+
下水道の集水方法／容量			-	
小川，運河			-	
都市河川		-	-	
大，中規模河川		-		
堤防				-
地理特性				
河川	河川からの距離	+		
	海抜	-		
海岸	海岸からの距離			+
	海抜			-
地形	低平地	+	+	+
	勾配	-	-	-
	窪地	+	+	+
土壌や植生条件，土地利用		-	-	-

洪水の種類と都市特性・地理特性の関係 (+) 直接関係; (-) 逆関係

2.2 日本における都市洪水リスク

日本は地形や気候，過去から現在に至るまでの都市開発の状況などによって，高い都市洪水リスクに晒されている。世界の中でも多雨地帯であるモンスーンアジアの東端に位置する日本は，年平均

1,718mm（東京 1,466mm）の降水量があり，これは世界平均（880mm）の約 2 倍に相当する。さらに日本の降水量は季節ごとの変動が激しく，梅雨期と台風期に集中している。例えば東京の月別平均降水量は最も多い 9 月で 208.5mm，最も少ない 2 月で 39.6mm と，その差は 5 倍に達する（国土交通省, N.d.）。

狭小な日本の国土条件では，利便性の観点や土地利用上の制約から，河川沿いを含む氾濫域，特に洪水時の河川水位よりも低い沖積平野に都市が形成されて発達し，結果として人口，資産，家屋が集中する高度集積地域に都市河川が貫流する状況となっている（図 1 参照）（国土交通省 河川局, 2007a; 国土交通省 河川局，2007b）。日本は世界的に見ても特に高度に密集し，都市化した都市（東京，横浜，大阪，名古屋等）を有している。都市圏の定義は様々であるが，人口を見てみると東京都市圏が（横浜を含む）3,900 万人，大阪が 1,700 万人，名古屋が 1,000 万人となっている（City Population，2018）。これら東京，大阪，名古屋を含む多くの都市は，低地の脆弱な沖積平野に位置している。洪水氾濫域（洪水時の川の水面よりも低い土地のこと）の面積は日本の国土の 10%を占めているが，ここに日本の全人口の約 50%，資産の 75%が集中している（一般財団法人国土技術研究センター, 2015）。

このような条件下にある東京都東部や名古屋，滋賀県，大阪等では，中小河川や大河川が都市部を貫流し，かつ河床が洪水氾濫域よりも高く位置する「天井川」が多数存在しており，外水氾濫のリスクが高い。

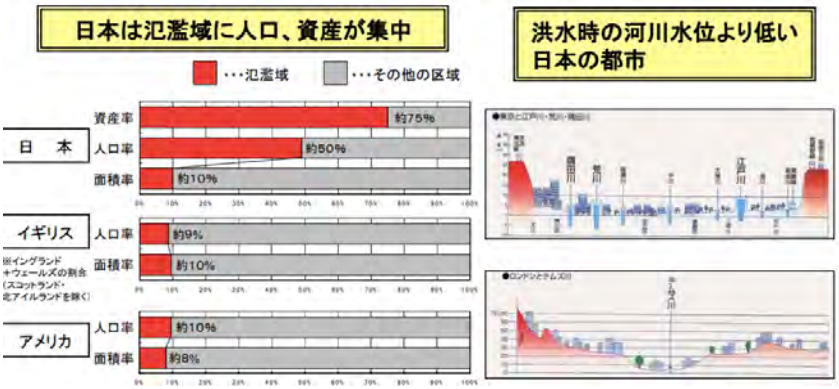


図 1　日本の都市と河川，氾濫域の関係
（出典）（国土交通省 河川局, 2007a）

また大都市には局地的な豪雨に対する脆弱性が内在しており，アスファルト舗装の道路や密集したコンクリート構造物は，地中への雨水の浸透力を低下させ，局地的な豪雨があると雨水が一気に下水道（東京 23 区の約 80%が合流式下水道で整備[1]）や中小河川へ流れ込んでしまう。特に洪水時は河川水位が高く，都市部に降った雨水を河川に排水できないため，内水氾濫のリスクが高くなる。

[1] 合流式下水道の現状と課題について, 東京都下水道局, https://www.gesui.metro.tokyo.jp/about/pdf/currentproblem.pdf

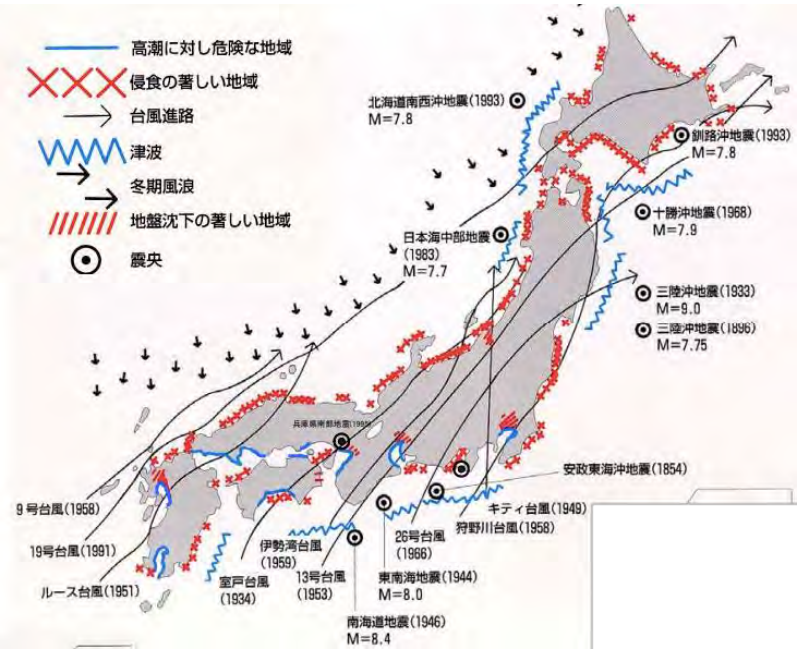


図 2　日本の海岸における高潮等のリスク（出典）（国土交通省 水管理・国土保全局, 2006）

さらに高潮については，**図 2** の通り，兵庫や四国などの沿岸部の都市や，元々の低地から地盤沈下によってさらに地盤高が低くなった東京都東部や名古屋，大阪等は，湾岸部に位置するため高潮による洪水のリスクも高い。

加えて，上記の東京都（東京湾），名古屋（伊勢湾），大阪（大阪湾）の三大湾の沿岸部は，海抜 0m 地帯と呼ばれる低平地であるため，高潮により海水が都市部へ流れ込む危険性が高い。また，大雨時には低平地に溜まった雨水を河川等へ排水しなければならないなど，内水氾濫のリスクも高い。このように，日本の都市は様々な洪水形態に対して脆弱な状態となっている。

また，近年の大雨や短時間豪雨の発生頻度の増加など，気候変動の影響と思われる自然災害の激甚化，想定を超えるリスクの増大を背景に，今後は計画を上回るようなリスクや不確実性に対するリスクについても対応していく必要がある。すなわち日本の都市が抱える洪水のリスクは外水氾濫，内水氾濫，高潮の 3 種類全てであると同時に，特に気候変動に起因すると考えられる局地的な大雨の発生頻度が増加傾向にあるため，都市型洪水のリスクがますます高まっている（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015）。

2.3 リスクアセスメント及びリスクコミュニケーション

リスクアセスメントとコミュニケーションの目的は，表 2 に示す通り様々である。都市洪水におけるリスクアセスメントの目的は，ハード対策の検討や施設計画に用いる場合と，土地利用や避難計画等のソフト対策に用いる場合に概ね分類される。リスクアセスメントは基本的に，災害及び対象

となる施設や計画，施策を所管する組織・機関や学識関係者等によって実施され，必要となる組織・機関（公も含む）に結果が公表される。

表 2 リスクアセスメントとリスクコミュニケーションの目的

リスクアセスメントとコミュニケーションの目的	開発者	使用者／受領者
洪水対策の計画と設計	国，学識者，地方公共団体	国，学識者，地方公共団体
土地利用計画，ゾーニング，建築基準の見直しや調整	国，学識者，地方公共団体	国，学識者，地方公共団体
誰が，いつ，どこに，何の手段で避難すべきかを理解するため	国，学識者，市民団体	地方公共団体の市民

なお本稿では，ナレッジノート 2 において土地利用計画，ゾーニング，建築基準の見直しや調整について，事例を示しながら紹介する。事前の財源確保に関しては，本稿では取り上げない。

表 3 は，災害種ごとのリスクアセスメントの責任者，主要なリスク評価手法，目的を簡単に整理したものである。前述した通り，災害種によって発生メカニズムが異なるため，リスクアセスメントは災害種ごとに実施されるのが基本である。複合シナリオを考慮する場合には，いくつかの災害が同時発生したものとして分析を行う。後述する想定最大規模の高潮のリスクアセスメントは，高潮と外水氾濫の同時発生を考慮した分析である。

表 3 都市洪水リスクの種類と責任者，評価手法，目的

日本における都市洪水リスクの種類		洪水管理対策の管理者	リスクアセスメント		リスクコミュニケーション
			責任省庁	手法	目標
外水氾濫，国土交通省管轄下の河川の氾濫	一級河川[2]	国土交通大臣，都道府県知事	河川管理者（国土交通大臣）	水文学的解析，流出解析と予測，その他	インフラの開発と設計 都市計画と宅地開発計画 避難警告（地方公共団体や地域住民へのリードタイム短縮）
	二級河川	都道府県知事	都道府県知事又は政令指定都市の長		
内水氾濫（大雨／下水道の溢水による浸水）		市区町村，都道府県	市区町村，都道府県	内水氾濫解析，予測等	インフラ整備開発と計画，避難勧告（地方公共団体や地域住民へのリードタイム短縮）
高潮		都道府県	都道府県	高潮のシミュレーション／予測	インフラ整備開発と計画，避難勧告（地方公共団体や地域住民へのリードタイム短縮）

3 都市洪水リスクアセスメント及びリスクコミュニケーションにおける日本の経験

3.1 都市洪水リスクアセスメントにおける日本の経験

3.1.1 手法

リスクアセスメントの使用目的は**表 2** に示したものが主であり，基本的に災害種ごとに必要となる水文気象データや海象データ，地形情報等を用い，科学的根拠に基づいて分析が実施される。日本においても世界においても，上記の使用目的に準じた洪水リスクアセスメントはシミュレーションによって評価され（Jha et al, 2012; Rudari, 2017），HEC-RAS や MIKE11 等の解析モデルを用いて計算される。次項で災害種ごとのリスク評価の手法を説明するが，どの災害種のリスク評価においても，リスクは災害外力と被害対象及びその脆弱性によって評価される，という基本的な考え方は共通している。解析モデルでは

表 1 に挙げた都市特性が被害対象（人口，資産，社会インフラ）として表現され，地理特性や土地利用は地域の地理・地形条件として表現される。

[2] 国土保全上または国民経済上特に重要な水系に係る河川で，国土交通大臣が指定したもの。流域面積が概ね 1,000km^2 以上の水系，用水・電力供給の確保上重要な水系等が指定される。

日本では以下に説明するように，洪水対策インフラの検討・デザイン，避難，土地利用計画を目的としたリスクアセスメントは，河川管理者，下水道管理者及び浸水が想定される区域の市町村長が法令に従って実施する。

日本における洪水対策インフラの検討・デザインに関するアセスメントは河川法に従い，河川管理者が河川整備基本方針と河川整備計画を策定する。河川管理者はシミュレーションによるリスクアセスメントを通し，河川砂防技術基準[3]等の国が定めるガイドラインに則って，目標に適合した洪水対策インフラを検討する。

避難に関するリスクアセスメントについては，水防法に従い浸水の想定される区域の市町村長が洪水ハザードマップ等を作成し，住民に配布しなければならないとされている（2015 年改正の水防法[4]）。国土交通省は各自治体がハザードマップを提供できるよう，学識者などを含めた検討会を重ねてガイドライン／マニュアル【洪水ハザードマップ作成の手引き（2005），水害ハザードマップ作成の手引き（2016）】を策定して公表したため，各自治体／都市はそのガイドラインに従ってハザードマップを作成している。内水ハザードマップは，ハード対策実施における時間と財政的制約のために作成されるようになったが（国土交通省都市・地域整備局下水道部, 2009），2015 年の水防法改正前までは，法的拘束力による作成義務が特になかったため，洪水ハザードマップと比べて整備率が低い。ガイドライン／マニュアルでは，対象とする洪水規模（災害外力）は計画洪水や既往最大の洪水等から選ぶことを基本としている。また，想定される浸水区域図の作成手法としては，データ整備状況等からシミュレーションが可能な場合にはシミュレーションが推奨されるが，困難な場合等は浸水実績や地形情報を活用した浸水想定[5]に代えることができる（国土交通省都市・地域整備局下水道部, 2009）。ハザードマップ作成に際し，国は各自治体／都市に対して，国が管轄する河川の氾濫情報を提供し，また補助金の支給等の支援を行っている。

なお，河川法や水防法を含む法令や，技術基準やガイドライン／マニュアル等は，各災害の教訓を経て必要に応じて国が検討委員会を開き，随時改正／改定している（水防法は 1949 年に制定後，2015 年までに 19 回改正，河川法は 1964 年に制定後，2017 年までに 37 回改正）。

土地利用計画に関するリスクアセスメントは，避難に用いるハザードマップと同様に，想定される浸水深に基づいて，各自治体が建築物の新築・改築等に際して浸水対策の実施を義務付けたり（滋賀県草津市），雨水流出抑制施設の設置を義務付けたり（埼玉県，ナレッジノート 3 にて紹介）している。

リスクアセスメントの結果を土地利用規制へ活用した事例として，ナレッジノート 2 にてより詳しく紹介するが，滋賀県の例が特徴的である。これまで滋賀県の都市計画・土地利用計画は，リスク

[3] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/chousa/を参照。
[4] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/suibou/suibouhou.html を参照。
[5] 内水ハザードマップ作成の手引き（案）, 2009, 国土交通省

アセスメントに関する情報活用が十分ではなかったことなどから，当該地域の水害リスクが明示的に考慮されていなかった。そこで滋賀県は全国に先駆けて，大河川の氾濫のみならず中小河川や内水氾濫も考慮した水害リスク評価を実施し，現在は「地先の安全度（後述）」に関する情報を活用して水害リスクを考慮した土地利用を進めている。滋賀県は，床上浸水の頻発が想定される箇所については，新たに市街化区域へ編入することを原則禁止とし，家屋流失や水没が想定される箇所については，建築基準法第 39 条に基づく災害危険区域を活用した建築規制を行っている。具体的には，人的被害を回避するため，住居の用に供する建築物及び公的施設（病院，学校，官公庁等）の建築を原則禁止し，人的被害を回避するために必要な対策が講じられたと認められる場合に建築を許可することとしている（小野田, 2012）。
以下に災害種ごとのリスクアセスメント手法の概要を整理する。

3.1.1.1 外水氾濫リスクアセスメント手法

洪水リスクは一般に，外水（河川）氾濫や内水氾濫等による洪水の「発生確率」とその「被害規模」の組合せによって表現される。「被害規模」は災害外力（ハザード）と人口・資産・社会経済活動といった被害対象（エクスポージャ）及び被害対象のハザードに対する脆弱性によって決定される。洪水リスク評価は，河川整備計画等の策定や治水事業の事業評価，施設の維持管理や運用，避難誘導や避難計画等の検討に活用するために，大小さまざまな規模や特性を有する洪水ハザードについて実施される（国土交通省 水管理・国土保全局, 2014）。

リスクの評価手順を図 3 に示す。はじめに降雨データの収集・整理を行い，併せて流域，河川，氾濫域に関するデータの収集・整理を行う。この結果を基に，降雨等の外力，評価対象年次，治水施設の整備状況等の条件を設定し，続けて水文解析，河川における洪水流の水理解析，浸水解析等を行い，その結果を用いて河川の流量，水位，氾濫域内の浸水範囲，浸水深の時間的変化や浸水継続時間等のハザードの規模と発生確率を分析する。次に評価対象年次に合わせた社会経済条件を設定し，氾濫域における人口，資産，重要施設等を把握する。これらの結果を踏まえ，「治水経済調査マニュアル（案）[6]」や「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）[7]」に基づき，対象とする洪水の発生可能性と，氾濫ブロックごとの一般資産被害額，人的被害（想定死者数等），経済被害，重要施設被害等の影響について把握し，評価を行う（国土交通省 水管理・国土保全局, 2014）。

地域・流域で起こり得る洪水リスクを理解することによって，効率的な事業の実施が可能となるのに加え，リスクに応じた危機管理対策（警戒避難体制の整備，水害発生時の応急対策活動計画の策定，住民の避難誘導，防災教育・防災訓練等）の検討を行うことが可能となる。また流域リスク情報を公開することで，自助・共助の意識の向上や自主的な洪水対策の促進が期待される。なお水害

[6] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf を参照。
[7] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf を参照。

リスク評価は，今後の研究や水害実態の蓄積等を通じて充実を図っていくものである（国土交通省水管理・国土保全局, 2014）。

河川における洪水流の水理解析，浸水解析について，日本においては 1 次元，準 2 次元，2 次元等の水理モデルを用いて計算されることが標準的である。2 次元モデルは，不等流あるいは不定流により流れを計算する。広大な氾濫原，扇状地，河口等の複雑な地形が計算対象となる場合には二次元モデルが有効であるが，高精度のデータや長い計算時間を要する（Jha et al, 2012）。

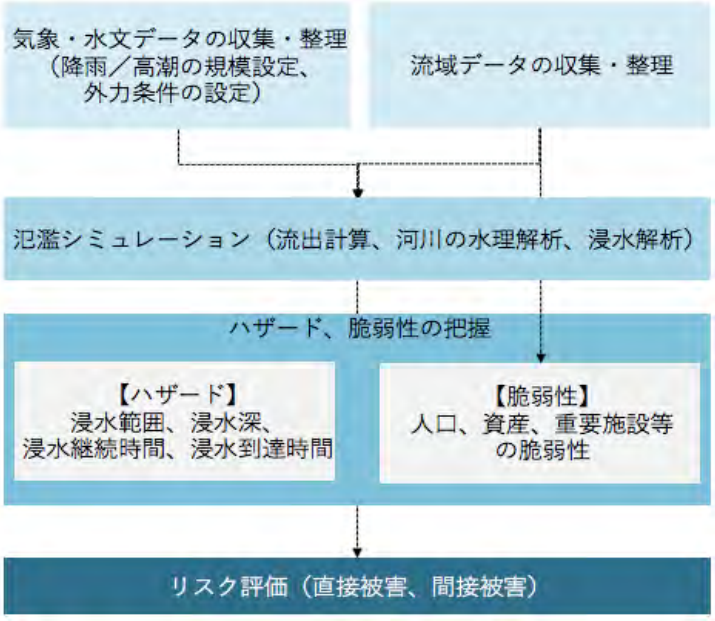


図 3　洪水／高潮リスクの評価手順
（国土交通省 水管理・国土保全局，2014）をもとに筆者作成

3.1.1.2 内水氾濫リスクアセスメント手法

内水氾濫における浸水が発生する際の気象条件，降雨開始から浸水発生までの時間，浸水の頻度等は外水氾濫とは異なるため，外水氾濫と内水氾濫では浸水区域などが大きく異なることがある。そのため外水氾濫のみのリスクアセスメントでは不十分であり，内水氾濫のリスクアセスメントも必要とされる。ただし，その作成手法は上述した外水氾濫のリスクアセスメントと同様の流れである。内水の集水域に関するデータの収集・整理に始まり，降雨等の外力，評価対象年次，雨水排水網等の排水施設の整備状況等の条件を設定し，水文解析，内水氾濫解析等を行い，そして集水域内の浸水範囲，浸水深の時間変化や浸水継続時間等のハザードの規模と発生確率を分析する。次に評価対象年次に合わせた社会経済条件を設定し，集水域における人口，資産，重要施設等を把握し，対象とする内水氾濫の発生可能性と経済被害等の影響について把握し，評価を行うこととなる。

リスクアセスメントのフローの中で外水氾濫と異なるのは，内水の浸水想定を行う場合において，原則，浸水シミュレーションを活用して作成するべきであるが，都市や地域の状況によっては，市

域全域で浸水シミュレーションを実施する必要がない場合や下水道施設の十分な記録が揃っていない場合，自治体等において十分な費用がない場合など，検討の基礎となるデータの準備等，検討に長い時間を要し，内水ハザードマップを早急に作成することが困難となる場合，浸水実績や地形情報等を活用した内水浸水想定区域の作成も可とされている。これは，浸水による内水浸水想定区域の作成を早期に実現できない場合などにおいても，住民等に対して，まずは内水による浸水に対するリスクを明示し，リスクコミュニケーションに努めることを重視しているためである。これらの内容は「内水ハザードマップ作成の手引き（案）平成 21 年 3 月　国土交通省」に記載され，浸水実績を活用した内水浸水想定区域の設定要領や地形情報を活用した内水浸水想定などについても触れられている（国土交通省都市・地域整備局下水道部, 2009）。

3.1.1.3 高潮リスクアセスメント手法

高潮のリスクアセスメントも外水氾濫や内水氾濫と同様で，災害外力と対象地域の状況（被害対象，脆弱性）をシミュレーションモデルに設定して評価する。具体的には暴風や高波といった臨海部特有の事象の影響（災害外力）や堤外地に物流機能の多くが集中する我が国の地理的・経済的・社会的特性（対象地域の状況）を考慮し，解析を行う。リスクアセスメントのフローについては洪水リスクの評価手順と同様であり，図 3 に示す通りである。

解析結果は，施設の計画・設計（防潮堤，地盤嵩上げ等）や高潮ハザードマップ（市町村によって作成）に活用される。リスクを明らかにすることにより，国，港湾管理者・海岸管理者，市町村等の防災部局，港湾で活動する企業等（港湾物流企業，港湾立地企業等）が連携して高潮対策を推進し，港湾利用者・来訪者等の安全を確保する（国土交通省 港湾局, 2018）。高潮ハザードマップは 2013 年時点で対象 639 市町村のうちの 18%で作成，公表が済んでおり（内閣府, 2014），外水氾濫，内水氾濫等と比較して，リスクアセスメントは進んでいない。

3.2.1 洪水対策の計画や設計のためのリスクアセスメント

3.2.1.1 外水氾濫対策の計画規模の設定

河川法に従い各河川管理者が策定する河川整備計画や治水事業などの検討に当たっては，計画の対象とする（災害の）規模を設定する必要がある。この計画規模（design scale）の設定は，河川の重要度から設定される。河川の重要度とは，洪水防御計画の目的に応じて流域の大きさ，対象となる地域の社会的・経済的重要性，想定される被害の量と質，過去の災害の履歴などの要素を考慮して（国土交通省 水管理・国土保全局, 2018b），各河川管理者が A～E の 5 つのクラス（Grade）に分類するものである。それに応じて河川管理者は，過去の水文データを用いて統計解析を行って計画規模を設定し，河川整備計画を策定する（国土交通省 水管理・国土保全局, 2018b ）。例えば，洪水による甚大な社会的・経済的インパクトが想定される利根川，淀川，木曽川の下流等は A 級に位置付けられている。A 級に位置付けられる河川の河川整備計画上の計画規模は，1/200 以上

に設定されることが多く，B 級の河川は 1/100～1/200 程度とされる。一般に河川の重要度は一級河川（表 3 でいう Class A，Class B 級）の主要区間においては A 級～B 級，その他の区間は C 級以下が採用されている例が多い（国土交通省 水管理・国土保全局, 2018b）。

表 4 河川の重要度と計画の規模

河川の重要度	計画の規模 （計画降雨の生起確率）
A 級	>200
B 級	100 – 200
C 級	50 – 100
D 級	10 – 50
E 級	<10

（出典）（国土交通省河川局, 2005）

上記の基準をもとに各河川管理者は，浸水の危険性のある地域を特定するため洪水解析を行う。また洪水解析では，洪水流量，浸水深等が計算される。解析モデルは通常，氾濫原を格子メッシュで表現し，盛土構造物や排水施設等をモデル化する。解析は浸水範囲や浸水深を再現，もしくは予測するために行うほか，氾濫水や雨水の流向・流速等も計算される。

3.2.1.2 内水氾濫対策計画規模の設定

これまでの洪水対策は，その目標を都市計画中央審議会の答申等を参考として，概ね 5 年に 1 回の大雨（対象降雨）に対する安全度を確保すべく，その降雨に対して浸水させないように施設の整備が進められてきた。対象降雨とは下水道総合浸水対策計画を策定する上で，公助・自助によるハード対策及びソフト対策の検討を行う場合に対象とする降雨であり，災害の再発防止の観点から重点対策地区を含む排水区で起きた既往最大降雨を基本としている（国土交通省 都市・地域整備局下水道部, 2006）。

人と資産が高度に集積した東京都などでは現在，長期見通し（概ね 30 年後）として，⑴時間 60mm 降雨までは浸水被害を防止し，⑵年超過確率 1/20 規模の降雨（区部：時間 75mm，多摩部：時間 65mm）までは床上浸水等を防止すること，などを目標として設定している（東京都都市整備局, 2014）。多数の文化財が市内に存在し人口や資産も成熟した（人口は 2005 年をピークに緩やかに減少（京都市統計ポータル, 2009））京都市では，常襲的な浸水被害を早期に解消し，下水道区域全域において 10 年に一度の降雨（62mm/hr）に対する安全度を確保することを目標として，将来的には必要に応じてより高い安全度を確保することを目指している（京都市上下水道局,2000）。また，北日本に位置し，2000 年に人口が 100 万人を超えてなお微増（2018 年時点）し，成熟した都市へと推移している仙台市では，「仙台市公共下水道基本計画（1994 年度）」の

中で雨水排水施設の整備水準を 10 年確率降雨（52mm/hr）と位置付けている。しかし 2014 年度末時点で整備率（計画の整備面積に対して，10 年確率降雨に対応する雨水排水施設整備が完了した面積の割合）は 33.5%に留まっている（仙台市, 2015）。

当該地区において計画策定に用いる適切な降雨データがない場合は，甚大な災害の未然防止の観点から他地域の大規模降雨とすることもできる。しかしながら，近年，集中豪雨が増加傾向にあり，目標として定められた降雨が想定された頻度を上回って発生している。また，地形や土地利用形態の違いによって被害状況が異なるにもかかわらず，整備水準等の目標設定が画一的である場合も多い（国土交通省 都市・地域整備局下水道部, 2006）。

3.2.1.3 高潮対策計画規模の設定

高潮対策のハード対策としては，これまで主に既往最大の高潮を設計外力とする海岸保全施設の整備を行ってきた。具体的には，防潮堤などの海岸保全施設の施設規模は，設計外力として設計高潮位を考慮する。設計高潮位の設定に現在広く採用されている方法としては，既往設計高潮位を用いる場合や，朔望平均満潮位に既往の潮位偏差の最大値または推算した潮位偏差の最大値を加えたものを用いる場合が多い（沿岸技術研究センター, 2018）。これらは地域における過去の観測データより設定される。

地方の中核市[8]における高潮対策のリスクアセスメント手法：眺望（景観）と高潮防護機能を両立させた海岸整備[9]

リスクアセスメントの目的	高潮浸水リスク管理インフラの見直しのためのリスクアセスメント
洪水の種類	高潮
都市特性	法定人口が 20 万人を超える地方の中核市
実施者	国土交通省，香川県
キーポイント	設計高潮位の見直しにより護岸の嵩上げが必要となり，眺望や住民の利用に支障が出る恐れがあったが，施設形状の工夫とリスクアセスメント（波浪推算）を最新の計算モデルを導入して高精度のシミュレーションを行うことで必要な嵩上げ高を低く抑えることができ，眺望と高潮防護機能を両立させた。

香川県は，2004 年の台風 16 号により，県庁所在地である高松市の港等を中心に未曾有の高潮災害を受けた。その際の最高潮位は，それまでの既往最高潮位を大幅に上回るものであり，それを受けて香川県は，波浪・高潮対策施設の設計高潮位の見直しを行った。

設計高潮位の見直しにより約 70cm の護岸（波返し工：wave breaker）嵩上げが必要となったが，背後地盤との高低差が約 100cm になり，住民による水辺空間の利用に悪影響があることから，波返し形状の工夫や最新の波浪推算手法の導入により，背後地盤との高低差を 50cm に抑えた。

このように，洪水対策の目標値を高く定める必要が出てきた場合でも，過去（既存）の対応策を踏襲するのではなく，様々なマネジメント方法での対応を検討することが重要である。この事例は，リスクアセスメント（高精度の波浪推算シミュレーション）と洪水対策のイノベーション（施設構造の工夫）の両輪で考える必要性を示すものである。

高松港海岸（サンポート工区）整備前

高松港海岸（サンポート工区）整備後

図 4 高松港海岸の整備前後の状況（出典）（壹反田, 2004）

[8] 地方公共団体の内，地方自治法第 252 条に定める政令による指定を受けた市で，指定要件は法定人口が 20 万人以上となっている。詳しくは https://www.soumu.go.jp/cyukaku/を参照。

[9] 詳しくは (壹反田, 2004)を参照。

3.2.2 事前準備や避難のためのリスクアセスメント

リスクアセスメント結果は，上述したように，施設整備の計画，設計に活用されるだけでなく，避難に資する施策（ハザードマップ，図上訓練，防災訓練，災害対応計画等におけるシナリオ想定）に活用される。特にリスクアセスメント結果及び過去の被災経験から今後起こり得るリスクを想定し，事前準備や避難に活用した特徴的な事例として，以下のような取組みが挙げられる。

①高齢化の進む地方都市における，過去の水害被災からの教訓やハザードマップを基に，今後起こり得るリスクを想定して災害時の事業継続を目指した病院の事前準備（大洲記念病院）

リスクアセスメントの目的	事業継続計画を改善するためのリスクアセスメント
洪水の種類	外水氾濫
都市特性	城を中心にした歴史のある旧城下町を有し，1955 年から人口が減り続けて高齢化も進んでいる（2015 年の大洲市の高齢化率【65 歳以上人口】は 33.8%で，全国平均 26.6%より高い（大洲市, 2020）（日本医師会, 2018））地方都市
実施者	介護老人保健施設を併設する大洲記念病院
キーポイント	過去の水害被災実績からの教訓とリスクアセスメント（ハザードマップ）から得た数値的情報から，医療機関として地域住民の人命を守るために災害時の事業継続を図る対策を実施した。

愛媛県大洲市にある介護老人保健施設を併設する大洲記念病院は，1995 年の発達した梅雨前線による肱川流域大洪水の影響により，院内への浸水で断水や停電，医療機器の破損などの被害を受けた。また 2004 年の台風 16 号では，床上浸水の被害を受けた（中国新聞, 2016）。

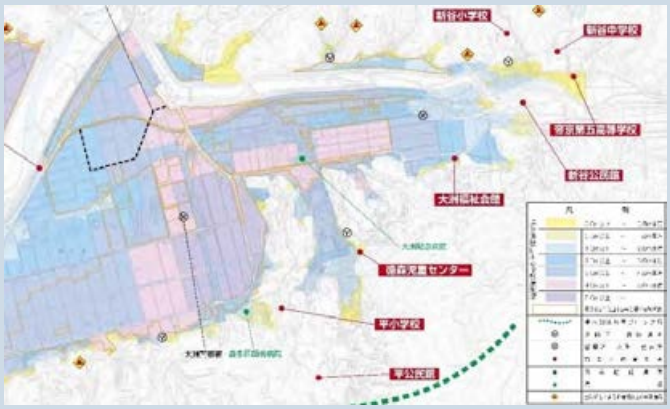


図 5 大洲市洪水・浸水避難地図（洪水ハザードマップ）（出典）（大洲市, 2013）

大洲記念病院は大洲市洪水・浸水避難地図（洪水ハザードマップ，2013 年公表）上で，肱川の堤防が決壊した際に 3m 以上浸水する区域に位置している（2003 年公表の“肱川浸水想定区域図”上では，2～5m 未満の浸水が想定されていた）（国土交通省 四国地方整備局 大洲河川国道事務所, 2003）。

1 度目の水害を受けて病院は，自家発電機や送水ポンプを 2 階に設置する等の対策を講じた。そのため 2004 年の台風 16 号では，施設 1 階が床上浸水したものの，断水や停電は発生せず，また入所者の居室は浸水しない 3 階以上のため，職員は事前に移動可能な医療機器のみを 2 階へ移動させた（国土交通省, 2013）。一方で 2004 年の 1 階部の床上浸水を教訓に，移動できないレントゲン等の医療機器の洪水対策として，2006 年に防水対策概要を作成するとともに外部の防水パネル，浄化槽からの逆流に対する逆支弁の設置，レントゲン，CT・MRI 室への防水ドアの設置を行った。また 2009 年に建設された高齢者向け賃貸住宅（介護施設併設）では通路，玄関に手動で上がる防水壁を設置している。2013 年には詳細な水害対策計画の策定を行い，さらに 2016 年にオープンした大洲記念病院新々館では，外来部門を 2 階にして 1 階を駐車場とする等，地域医療を継続するにあたり水害影響を最小限にとどめる設計を行っている（中国新聞, 2016）。

図 6 1995 年の肱川流域大洪水時の様子
（出典）（医療法人 恕風会 大洲記念病院 提供）

図 7 職員による防水パネル設置訓練の様子
（出典）（医療法人 恕風会 大洲記念病院 提供）

このように事前準備をしていた大洲記念病院は，2018 年 7 月豪雨により 7 月 7 日に肱川が氾濫し，再度浸水被害に見舞われた。この豪雨により肱川の水位観測地点では 1963 年以降の最高水位を記録し，近年の浸水被害を上回る被害を肱川流域にもたらした（国土交通省 水管理・国土保全局, 2018a）。大洲記念病院はこの水害で床上浸水を被ったが，平常時から水害に備えていたため，3 日後の 7 月 10 日に平常の診察業務を再開することができた（医療法人 恕風会 大洲記念病院, 2018）。

新潟県三条市は 2004 年の洪水被害を受け，被害軽減のソフト対策として“豪雨災害対応ガイドブック”を作成した。これは垂直避難等を取り入れた新たな視点によるハザードマップであり，浸水の危険性やとるべき行動を市民自らが判断できるように作成し，自助を促すために 2011 年に市内全戸に配布された（三条市, 2011）。

②成熟した地方都市における，洪水ハザードマップを補完する洪水リスク情報を表す地図の活用
【豪雨災害対応ガイドブック／気づきマップ（Flood Risk Awareness Map）・逃げどきマップ（Flood Risk Evacuation Map）】

リスクアセスメントの目的	浸水域だけでなく避難するタイミングや避難方法を表示するためのリスクアセスメント
洪水の種類	外水氾濫
都市特性	日本海側に位置する政令指定都市[10]の新潟市（人口 80 万人）に隣接し，1985 年から人口が漸減している成熟した地方の都市
実施者	新潟県三条市
キーポイント	2004 年の洪水被害時に，市職員を含め地域住民，企業，関係組織の人々がどのように行動し，行動にどう優先順位をつけるのか等が不明確だったという反省があり，それを踏まえて三条市がトップダウン（行政主導）により，地域住民向けに行動指南型のハザードマップを作成した。

豪雨災害対応ガイドブックは，気づきマップ，逃げどきマップという特徴的な 2 種類のハザードマップを含む 4 つのハザードマップから構成されている。気づきマップは住民に地域の浸水特性への理解を促し，居住場所により信濃川，五十嵐川，刈谷田川が決壊した場合にどのような浸水が生じ得るのかをひとつの地図で示した概略表記型洪水ハザードマップである（三条市, 2019a）。逃げどきマップは，住民が洪水発生前後でどのような避難行動をとれば良いかを指南するハザードマップであり，三条市が従来の洪水ハザードマップを基に独自に作成したものである。そして自宅の場所や構造により，どのような備えや行動をとるべきかを信濃川，五十嵐川，刈谷田川ごとに地図で示したものである。このようなマップは，札幌市（北海道），岡崎市（愛知県）でも作成されている。両方のマップ共に，リスクアセスメント手法自体は通常のハザードマップと同様であるが，解析アウトプット（浸水深，浸水時間等）を活用し，住民がどのような浸水が起こり得るかを理解できるよう概略表記した点（気づきマップ），適切な避難行動に移せるような行動指南型に整理した点（逃げどきマップ）が特徴的である。

[10] 政令で指定する人口 50 万以上の市。2020 年時点で 20 市が存在する。詳しくは，http://www.siteitosi.jp/about/about.html を参照。

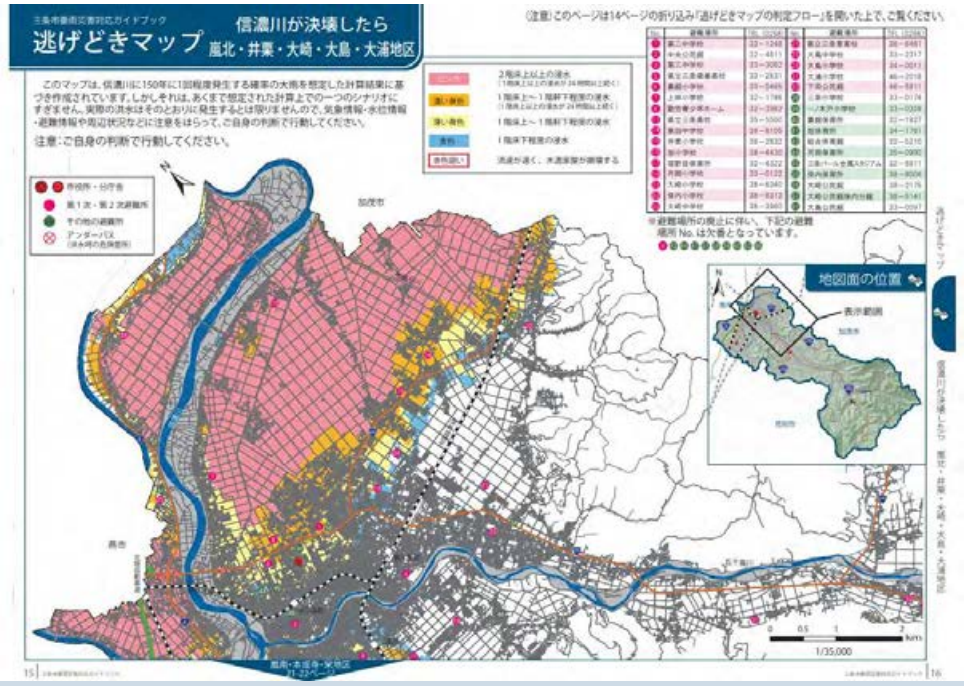


図 8 三条市逃げ時マップ
（出典）（三条市, 2019a）

このマップは，2009 年に西日本で起きた他地域の洪水被害（浸水発生後に自宅から避難所へ避難する際，用水路に転落して流され 5 名が死亡した）を教訓としている。三条市は浸水が始まる前の自宅外避難が望ましいとしているが，浸水後に避難しなければならない場合は，必ずしも避難途中にリスクのある自宅外避難を推奨するのではなく，状況によっては垂直避難（上層階への避難）が望ましいとしている。そのため安全確保行動を市民自らが判断できるよう，居住場所，建物構造及び想定される洪水リスクから，どのような行動をとるべきかが判断できる逃げどきマップを作成した。

マップには自宅の建物の構造と何階建てかにより，また自宅のある場所の逃げどきマップの色分けにより，とるべき避難行動のフローが示されている。例えば，木造 2 階建て住宅の場合，赤色囲い及びピンクの地域に家のある住民は自分の家は危険なため，すぐに安全な場所に避難することを意味し，薄い黄色や青色の地域に家のある住民は浸水後の自宅外避難行動が危険なため，自宅に止まるべき等の行動指針を示している（三条市, 2011）。

地先の安全度とは，リスクアセスメントとして浸水シミュレーション結果を図示したもので，浸水想定区域図，浸水深などが示されたものである。以下に概要を示す。

③大都市圏に近接する都市における，洪水ハザードマップを補完する洪水リスク情報を表す地図の活用【地先の安全度マップ】

リスクアセスメントの目的	住民が中小河川等からの氾濫・浸水の可能性を理解し，命を守る避難行動を促すため
洪水の種類	外水氾濫，内水氾濫
都市特性	西日本の京都市や大阪市を中心とした大都市圏（1,700 万人）に近接する都市
実施者	滋賀県
キーポイント	滋賀県は，県内に多数の“天井川”（河床が周囲の土地より高い川）があり[11]，洪水被害のリスクが高いという背景を持つ。近年，近隣の府県で集中豪雨による水害が頻発するようになり（滋賀県は 2000～2009 年の 10 年間の水害被害額が全国で一番少ない（滋賀県, 2011）），且つ滋賀県が計画した河川整備を完了するまでには，県の予算規模に左右され，相当な期間が必要となることから（滋賀県, 2015a），人命を最優先に守る対策を強化している。そのため，県の主導により，「滋賀県流域治水基本方針 -水害から命を守る総合的な治水を目指して-」を 2012 年に策定し，これに基づき人命を守ることを最優先に考えて，様々な降雨により想定される河川の氾濫や浸水の可能性を住民にわかりやすく提示することとした。従来の洪水ハザードマップは対象の大河川からの外水氾濫を表すものであったが，滋賀県が作成した「地先の安全度マップ」は，中小河川等からの氾濫や内水氾濫も表現し，家の周りの水害リスクを住民が理解できる形となっている。

少なくとも日本全国に 240 本存在するという天井川のうち約 1/3 に当たる 81 本の天井川を抱えて洪水被害のリスクの高い滋賀県は，古くから霞堤[12]（Open levee）や越流堤（Overflow levee）等の氾濫流を氾濫原内にとどめて減災を図る形式の治水施設が県内の河川に多くある。加えて霞堤を含め，水害に関する先人たちの知恵を復活，活用して，災害文化を継承することで地域防災力を高めようという取組みが滋賀県の主導により実施され（滋賀県, N.d.b），県の治水に対する意識が高い。

滋賀県は様々な降雨により想定される河川の氾濫や浸水の可能性を住民にわかりやすく提示するため，2012 年から県内の各市町に地先の安全度マップ（浸水深図，流体力図，被害発生確率図）を公表している（滋賀県, 2020）。地先の安全度マップは滋賀県が様々な洪水対策を検討する基礎情報であり，地先における河川等の氾濫や浸水の可能性を示し，地域住民と情報共有するとともに，命を守るための避難行動や住まい方につなげてもらうためのもので

[11] 詳しくは（滋賀県, N.d.a）https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/13924.pdf を参照。

[12] 霞堤は 500～600 年前に導入された伝統的な治水対策で，堤防のある区間に開口部を設けて上流側の堤防と下流側の堤防が，二重になるようにした不連続な堤防のこと。 詳しくは http://www.thr.mlit.go.jp/yamagata/river/enc/words/02ka/ka-001.html を参照。

ある。公表している「地先の安全度マップ」は，大河川だけでなく中小河川，主な水路（幹線農業用水路，雨水排水路等）があふれた場合（内水氾濫）の浸水状況についても表現していることから，市町においては「浸水想定区域図」を補完する情報として活用される。なおその場合「浸水想定区域図」との計算条件の整合の観点から，100 年確率の最大浸水深図が参考にされる。このほか，地先の安全度マップには 10 年に一度の大雨（頻度の高い洪水，時間 50mm 程度）や 100 年に一度の大雨（時間 109mm 程度），200 年に一度の大雨（頻度は低いが規模の大きい洪水，時間 131mm 程度）による浸水深図も作成している。地先の安全度マップは，河川整備の進捗や土地利用の変化等を踏まえて，概ね 5 年ごとに更新する予定となっている （滋賀県, 2020）。

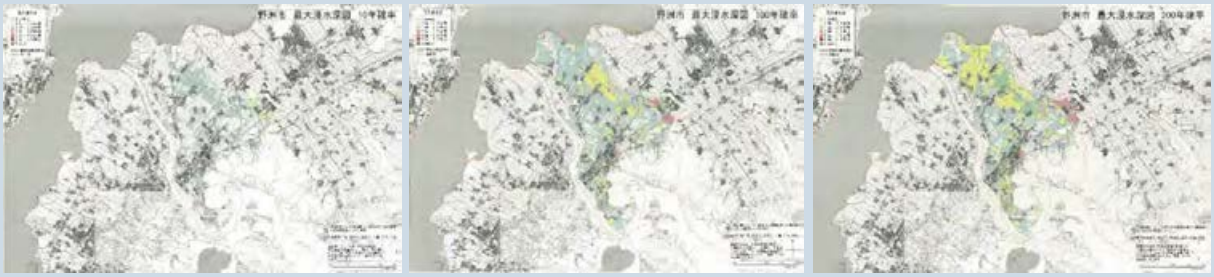


図 9 滋賀県の降雨量別浸水深マップ（10 年，100 年，200 年確率降雨）
（出典）（滋賀県，2017）

3.2.3 洪水のモデル化と気候変動を考慮したリスクアセスメント

日本における気候変動の影響として，全国の一級水系においては，現在気候と比べ将来気候（21 世紀末）において年最大流域平均雨量が約 1.1～1.3 倍に，基本高水を超える洪水の発生頻度が約 1.8～4.4 倍になることが予測されており，今後水害が頻発するとともに，激甚化することが想定される。また，低平地やゼロメートル地帯では，市街化の進展により流出量が増加している上に自然排水が困難であることから，洪水・内水・高潮による浸水が長時間に及ぶことが想定される。特に三大湾のゼロメートル地帯においては，海面水位が 80cm 上昇すると仮定した場合，海面水位以下となる割合が面積で約 6 割，人口で約 4 割増加するなど，水害のリスクが増大する（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015）。

3.2.3.1 都市洪水リスクアセスメントにおいて気象変動リスクをどう考慮するか？

2015 年に全国で発生した洪水被害[13]を契機として，水災害分野における気候変動適応策のあり方について，一連の委員会，検討会で議論されている。その中で，気候変動に適応した治水対策検討小

[13] 2015 年 9 月の関東・東北豪雨災害では，多くの地点で 24 時間雨量が観測史上最多を記録し，24 時間雨量が 551mm を観測する地点もあった。鬼怒川において堤防が決壊し，氾濫流による家屋の倒壊・流失や広範囲かつ長期間の浸水が発生した。また，これらに避難の

委員会（国土交通省）による中間とりまとめが 2015 年に公表され，「水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方」や水害に対する適応策等が示されている（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会; 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015）。また，国土交通省は，EU 諸国やアメリカ合衆国等の他国において，気候変動に伴う外力の増大を政策や事業に反映した事例調査を実施し，検討を行っている（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会; 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015）。その中間とりまとめでは，常に施設の能力を上回る外力が発生する危険性があることを強く認識し対処していくことが重要であること，また激化する水災害に対処するため，施設では守りきれない事態を想定し，社会全体が想定し得る最大規模の外力までの様々な外力についての災害リスク情報を共有し，施策を総動員して減災対策に取り組むこと等が重要と結論付けている。

気候変動適応策の具体内容は引き続き議論されている一方，日本では「施設の能力には限界があり，施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へと意識を変革し，社会全体で洪水に備える必要があるとし（国土交通省水管理・国土保全局, N.d.），想定最大規模の降雨で起こり得る浸水想定区域を公表することとした（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）。これは，2015 年に一部改正された水防法に準じた対応である（Umeda, 2015）。これらの変更・改善は，従来の施設の能力を上回る近年の洪水に対応した取組みである（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）[14]。

日本の水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方は図 10 に示す通りであり，また具体的な内容を要約すると下記の通りとなる。なお，想定し得る最大規模の外力（想定最大外力）については，地球温暖化に伴う気候変動により懸念される外力の増大を見込んだ（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会; 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015） ものであり，将来変わりゆく気候変動に応じて，かつ気候変動予測技術に関する研究の進捗等を踏まえて，その設定手法は定期的に点検・見直しされる（ 国土交通省 水管理・国土保全局, 2017） ものである。

遅れも加わり，近年の水害では類を見ないほどの多数の孤立者が発生した。詳しくは（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015） を参照。

[14] 詳しくは（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）

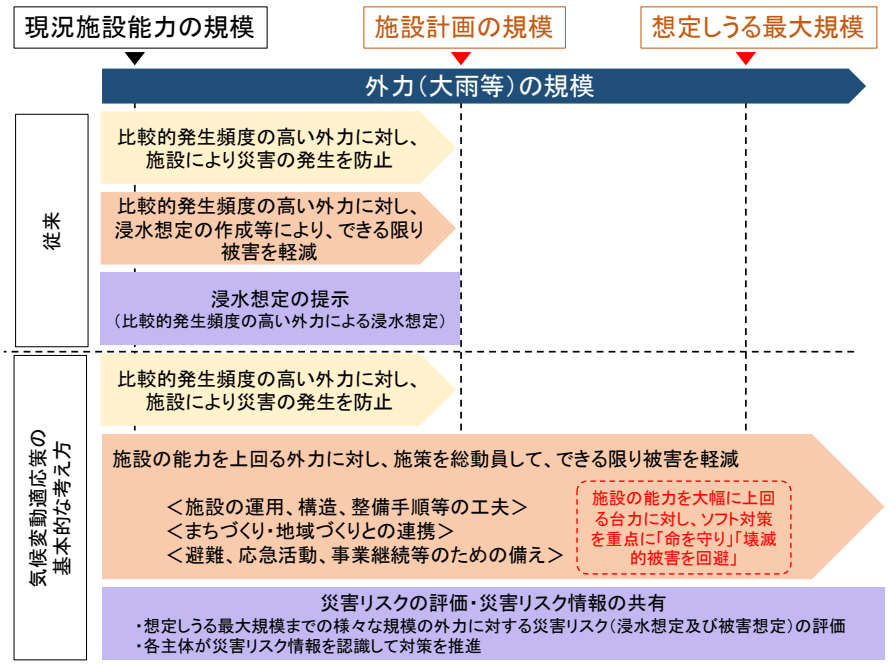


図 10 水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方

（出典）（国土交通省 社会資本整備審議会河川分科会気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015）

表 5 水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方

項目	従来	水災害分野における気候変動適応策の考え方
施設整備	・施設計画／河川整備計画の規模までの整備を目指す	・引き続き，当初の施設計画／河川整備計画の規模までの整備を進める
施設能力を上回る外力への対応	・施設計画／河川整備計画の規模までの浸水想定区域図等を作成し，被害を軽減	・施設能力を大幅に上回る外力に対しては，ソフト対策を重点に，「命を守り」，「壊滅的被害を回避する」
災害リスクの評価【特に浸水想定区域図】	・施設計画／河川整備計画の規模（数10年～数100年に一度の大雨）の外力 ・外水，内水等の災害種ごとの公表	・想定しうる最大規模（概ね1,000年に1度の大雨）までの様々な規模の外力 ・外水，内水，高潮等の水害を併せて表示

（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会; 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015）を元に作成

なお気候変動の影響は，都市部や山間部など地域毎に固有な形で現れることが予想されている。現在の気候変動予測の空間解像度は，地域規模の検討に使用するには粗い等の課題が指摘されており，気候変動予測の時間的，空間的な分解能を向上させることや，予測に含まれる不確実性の低減を図ることが求められている。そのため日本では，文部科学省が 2010 年に“気候変動適応研究推進プログラム”を立ち上げ，首都圏の 5 河川を対象とした「気候変動に適応する河川・水資源地域管理システムの開発」を含め，気候変動適応に関する 12 の研究が実施された。研究には，全球規模の気候変動予測成果を地域規模の気候変動予測や影響評価の検討等に活用するためのダウンスケーリングや地域規模で行われる気候変動影響評価・適応策立案を可能とする気候変動適応シミュレーション技術の研究開発等が含まれる（文部科学省 気候変動適応研究推進プログラム事務局, 2010）。

3.2.3.2 都市洪水リスクアセスメントにおいて激甚水害リスクを考慮する手法

上述の通り，日本では国土交通省が中心となって，各種委員会を通じて最新の科学技術を活用し，また学識との連携を図り，水災害分野における気候変動適応策が検討されている（国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会; 気候変動に適応した治水対策検討小委員会, 2015） 。これまで国土交通省は気候変動適応策として，特に施設能力を上回る外力に対してできる限り被害を軽減するためのソフト対策を充実させてきた。しかしハード対策とソフト対策は一体的に取り組むべきものであり，ハード対策を含めた気候変動適応策の検討が進められる環境を整える必要があり，国土交通省が 2018 年に「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を設置し（国土交通省 水管理・国土保全局河川計画課, 2018），引き続き気候変動を踏まえて治水計画を見直す手法が検討されている。

気候変動の影響のリスク評価は基本的に前述した手法と同様で，シミュレーションによって評価する。すなわち，災害外力として気候変動の影響等の低頻度または極端な事象を考慮した外力を与えることで，気候変動の影響を洪水モデルや洪水予測に反映させる。上述の通り日本では，“気候変動の影響等の低頻度または極端な事象を考慮した災害外力＝想定最大規模の降雨”として取り扱うことを基本とし（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015），その外力の設定方法は国（国土交通省）が，外水氾濫，内水氾濫，高潮それぞれ以下の通り規定している。なお 2015 年時点では，想定大規模の降雨は概ね，年超過確率 1/1,000 程度以上の降雨量が基本となっている （国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）。

A)　浸水想定（洪水，内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法

「想定最大外力（洪水，内水）」は，現状の科学的な知見や研究成果を踏まえ，利用可能な水理・水文観測，気象観測等の結果を用い，現時点においてある程度の蓋然性をもって想定し得る最大規模のものとして設定する。利用可能な水理・水文観測等の結果としては，降雨，流量，河川や下水道施設（以下「河川等」という。）の水位，氾濫等の痕跡水位などのデータが挙げられるが，全国

統一的な手法として設定する必要があることから，データの質や量を勘案し，降雨データを用いることとし，「想定最大外力（洪水，内水）」を「想定最大規模降雨」として設定することを基本とする。なお降雨には，降雨量と降雨波形（降雨量の時間分布及び空間分布）の要素がある。

想定最大規模降雨の降雨量については，それを設定する河川等における降雨だけでなく近隣の河川等における降雨が当該河川等でも同じように発生すると考え，日本を降雨の特性や地形条件，河川形成等の諸条件が似ている 15 の地域に分け，それぞれの地域において観測された最大の降雨量（以下「地域ごとの最大降雨量」という。）により設定することを基本とする（国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室, 2016; 国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）。

図 11 想定最大規模降雨に関する地域区分の洪水リスクアセスメント
（出典）（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）

降雨波形については最悪の事態を想定するため，河川整備基本方針の基本高水を検討する際に用いた複数の降雨波形や最近の主要な洪水の降雨波形等を使用する。そしてその降雨量を，先に説明した“地域ごとの最大降雨量”に等しくなるよう引き伸ばしたもののうち，氾濫した際の被害が最大になると考えられるものから選定することを基本とする。

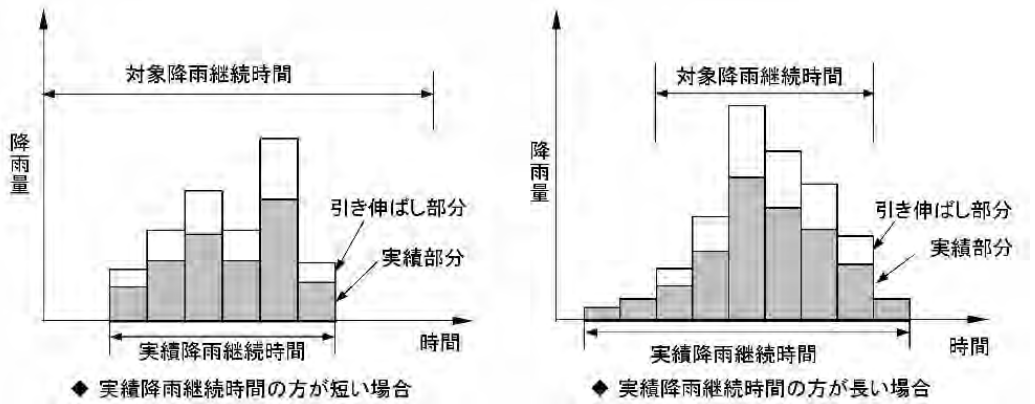


図 12 降雨波形の引き伸ばし方法（出典）（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）

具体的な規模としては 2018 年 5 月 11 日に開催された「第二回気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」において，諸外国の気候変動を踏まえた水害リスク評価手法を比較検討するなどして[15]，「水害リスク評価の手引き（試行版）」が作成された[16]。この手引では「気候変動を踏まえた治水計画の前提となる外力の設定手法」として，整備計画の目標流量規模～想定最大規模までの様々な規模の降雨量を想定し，複数の降雨量を設定することが提案されている[17]。そしてリスク評価を実施する際の降雨量設定の例として，1）河川整備計画の目標流量規模，2）基本方針規模，3）降雨量の年超過確率 1/200（年）程度，1/500（年）程度，そして 4）想定最大規模（又は降雨量の年超過確率）1/1,000（年）が挙げられている（国土交通省 水管理・国土保全局，国土技術政策総合研究所, 2018）。なお，引き伸ばし後の短時間の降雨量が著しく大きくなることについては，引き伸ばし後の降雨波形のいずれの時間においても，水収支の観点から豪雨の極値として見積もられている 1 時間降雨量 220mm，または 10 分降雨量 60mm を目安とし，それを上回っていないことにより確認することとされている。

B)　浸水想定（高潮）の作成等のための想定最大外力の設定手法

高潮の浸水想定については最悪の事態を想定して，我が国既往最大規模の台風とし潮位偏差が最大となるよう複数の経路を決定し，実施することを基本としている。

具体的には既往データの外挿により，1,000 年に 1 度の規模であると推測される室戸台風の中心気圧を基本とし，既往実績に応じ対象とする海岸における緯度を考慮して台風の中心気圧を増減させるなどして設定する。暴風域半径と移動速度は伊勢湾台風のほうが大きいため，想定する台風の半径，移動速度については伊勢湾台風を基本とし設定する。また河川流量や潮位，堤防の決壊等の諸条件についても最悪の事態を想定するとしており，いわゆる複合シナリオを想定するものとしている（農林水産省・国土交通省, 2015）。

3.2.3.2 極端な事象の発現リスクを考慮したリスクアセスメントの避難への活用事例

日本でのハード対策は，引き続き元の施設計画／河川計画をベースに進め，気候変動の影響等の低頻度または極端な事象によるリスクの増大分はソフト対策（＝想定最大規模のハザードマップをベースとして）で対応することを基本とするため，想定最大外力のハザードマップ作成が気候変動適応策の 1 つとして位置付けられる。

---

[15] オランダ，ドイツ，イギリスの気候変動による将来の外力の増加量予測手法を参照した。詳しくは https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai02kai/dai02kai_siryou2.pdf を参照。

[16] 詳しくは（国土交通省 水管理・国土保全局，国土技術政策総合研究所, 2018）を参照。

[17] 想定最大規模降雨の設定手法については，「浸水想定（洪水，内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法（平成 27 年 7 月，国土交通省 水管理・国土保全局）」の「3.1.1）降雨量について」による。（国土交通省 水管理・国土保全局，国土技術政策総合研究所, 2018）

想定最大規模のリスクアセスメントの事例としては，海抜 0m 地帯に位置する江東 5 区において実施され，ハザードマップ等に反映されているものがある。また，2014 年に改定された東京都豪雨対策基本方針（詳しくはナレッジノート 2 で紹介）では，1/1,000 確率規模相当の想定最大規模の降雨を用いたハザードマップを都内の区市が作成，公表している（東京都建設局, 2019）。東京都へのヒアリングによると，使用したシミュレーションモデルには下水道ネットワークと中小河川がモデル化されている。このモデルでは想定最大規模の高潮リスクではないものの，国（国土交通省）管理河川において洪水リスクアセスメントを行う場合と同様の方法論により，高潮リスクを見込んでいる。

日本は各災害から教訓を得て，より避難に資する洪水ハザードマップとなるよう改善を繰り返している。2015 年に関東・東北地方で発生した大規模な洪水により，既存のハザードマップには建物の流失・倒壊の危険性や長期間にわたる浸水の危険性等が示されておらず，住民の避難にうまく活用されていないことが確認された。各種の委員会，検討会を経て，住民目線にたった水害ハザードマップのあり方が 2015 年から検討され，洪水，内水，高潮・津波の各ハザードマップを統合・改訂する“水害ハザードマップ作成の手引き”が国土交通省より 2016 年に公表された（日本水工設計, 2018）。

住民目線にたった水害ハザードマップの主な特徴としては，以下の 3 つがある。

1. 想定し得る最大規模の洪水，内水，高潮・津波を対象とする。
2. 水害リスクを住民目線で把握するため，地域特性や地域コミュニティの状況を含め総合的に水害特性を分析する。
3. “いつ，どこで，誰が”の観点から作成する。「災害発生前にしっかり勉強する場面」と「災害時に緊急的に確認する場面」を想定して作成する。

下記の事例は，住民目線や想定最大規模の大水害が発生した場合を考慮したハザードマップの事例である。

気候変動の影響等の低頻度または極端な事象を考慮した想定最大規模の水害を対象としたハザードマップ（水害ハザードマップ（江東 5 区）／大規模水害広域避難計画）	
リスクアセスメントの目的	大規模な水害が発生する場合に，区内の広範囲で長期間浸水することを住民が理解し，水害が発生する前の早期段階からの自主避難を促すため
洪水の種類	外水氾濫，内水氾濫，高潮
都市特性	海抜 0m 地帯を区内の広範囲に抱える東京東部の人口・資産が集積した都市
実施者	東京都の特別区
キーポイント	海抜 0m 地帯を区内の広範囲に抱え，高い水害（外水氾濫，内水氾濫，高潮）リスクを共通して持つ近隣自治体 5 区が連携することで，気候変動の影響を考慮した想定最大規模の水害のリスクアセスメントを実施できた。

江東 5 区大規模水害ハザードマップは，想定最大規模の水害を考慮した広域のハザードマップである。区内に海抜 0m 地帯が広範囲にある墨田区，江東区，足立区，葛飾区，江戸川区が連携して作成した。この地域には，荒川，隅田川，江戸川という主要河川のほか，多数の中小河川が流れている。また，この地域は都心に位置し，高度に人口，資産が集積している一方，海抜 0m 地帯であるため洪水（高潮を含む）に対する脆弱性が極めて高い。歴史的に見ても繰り返し洪水被害に見舞われており，1947 年のカスリーン台風や 1949 年のキティ台風でも大きな被害を受けた。これらの被害による教訓から，広域の水害ハザードマップや広域避難計画の策定が求められていた。

荒川・江戸川の堤防が決壊するなど大規模水害の発生に伴い，場所によっては 2 週間以上にわたり浸水が継続する地区もある。この大規模水害により浸水する可能性がある江東 5 区の対象人口は，高潮と洪水を合わせると約 250 万人になると想定される。このように，同じような浸水の危険性を抱える近隣の 5 区が連携し，江東 5 区広域避難推進協議会を 2016 年に設置した。協議会には，学識者をアドバイザーに，国土交通省や東京都，公共・私営交通関連会社をオブザーバーとして招き，広域避難の具体化に向けた課題検討を関係機関と連携して実施している。協議会は 2018 年に“江東 5 区大規模水害広域避難計画”及び“江東 5 区大規模水害ハザードマップ”を作成した。これは，現段階で江東 5 区が取り得る対策をまとめたものであるが，250 万人もの避難を実現するには，周辺自治体との連携・調整や自主的広域避難の啓発等，多数の取り組むべき課題が残されている（江東 5 区広域避難推進協議会，2018）。なお同江東 5 区においては，高潮の想定最大規模を想定したハザードマップも公表されている。同ハザードマップでは近年の豪雨傾向や災害の激甚化，想定を上回る規模の災害の発生等も考慮し，高潮と洪水の同時発生（複合災害）を考慮しており，先進的な事例となっている。

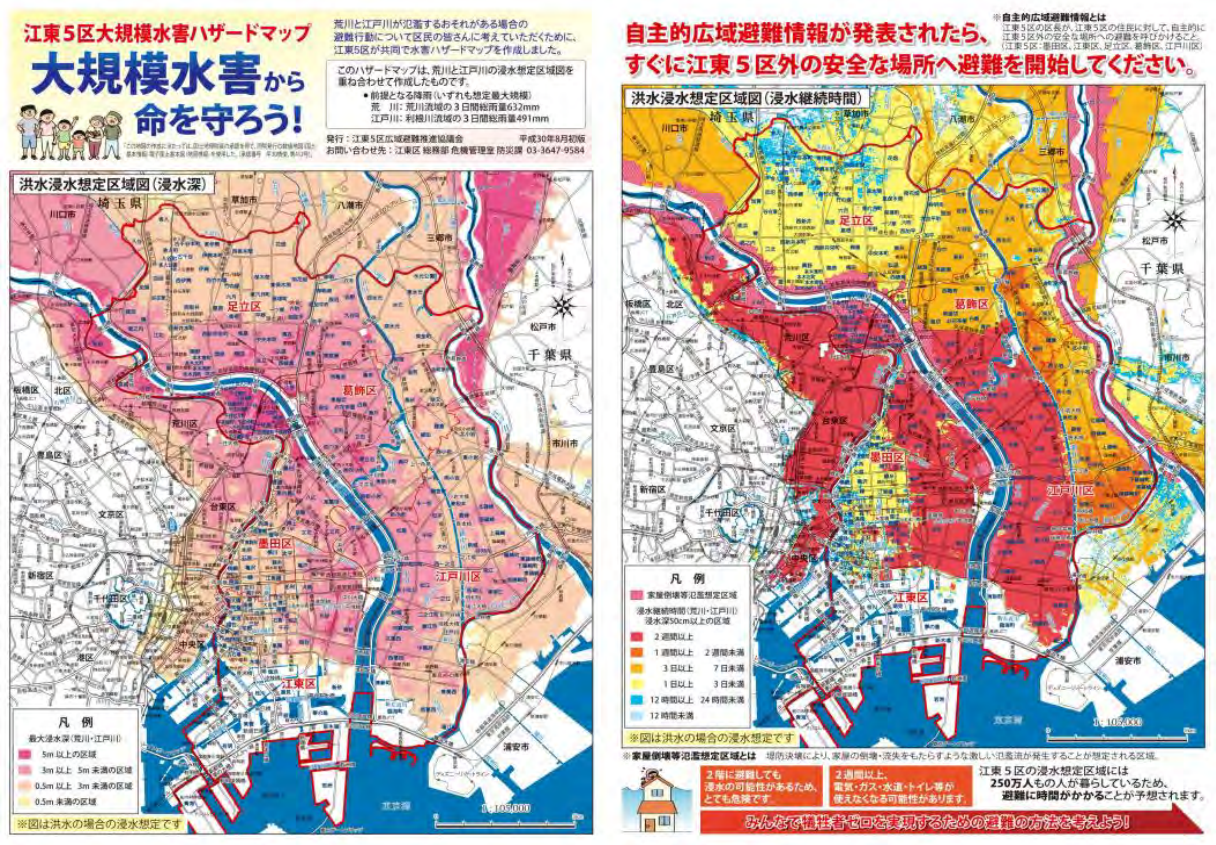


図 13 大規模水害ハザードマップ（荒川と江戸川が同時に氾濫する場合）
資料提供：江東 5 区広域避難推進協議会（出典）（江東 5 区広域避難推進協議会, 2018）

上図は想定される浸水エリアを示しており，左図は浸水深を右図は浸水継続時間を表している。この図は荒川と江戸川が氾濫する場合を想定し，3 日間総雨量が想定最大規模である 1/1,000 確率（荒川で 632mm，江戸川で 491mm）となる降雨を対象としている。
気候変動によるこの地域の被害想定についても議論されており，国土交通省の水管理・国土保全局によると，荒川で想定最大の大雨が発生して堤防が決壊した場合，最大で 2,500 億ドルの経済被害（14 か月間の累積被害額），3,600 億ドルの資産被害があると試算されている。（土木学会 平成 29 年度会長特別委員会 レジリエンス確保に関する技術検討委員会, 2018）。

3.3 都市洪水リスクコミュニケーションにおける日本の経験

都市洪水リスクコミュニケーションとは，洪水リスクに関する正確な情報を，タイムリーに，的確な手法で，必要な人に届けることを通じて，洪水被害を軽減・回避するアクションにつなげることである。洪水の発災前，発災時，発災後（復旧・復興時）といった様々な災害リスク管理のフェーズや果たすべき目的によって，その手法は異なる。

ここでは被害が発生する前の事前準備段階のリスクコミュニケーションと災害発生時の避難に関するリスクコミュニケーションについて紹介する。なおこれらの事例のほかインターネットの活用（川の防災情報[18]，ハザードマップポータルサイト[19]）や SNS の利用，スマートフォンを使った情報提供[20]などもある。

3.3.1 事前準備のためのリスクコミュニケーション

リスクアセスメント結果を基にハード対策を進めていく上では，予算・時間・場所等の制約があり，計画通りに進捗しない場合もある。また整備期間が長いため，ハード対策の整備が完了する前に，災害が起こることもある。そのため，計画されたハード対策で対応できない洪水については，前述のリスクアセスメント結果を活用してリスクコミュニケーションに繋げ，平常時からの事前準備やスムーズな避難を促進することが，人命被害を最小限にとどめる上で重要である。

また，スムーズな避難を促す事前段階として，降雨状況を把握することも求められる。そのためリアルタイムでの情報発信を強化することや，モバイル端末を使った情報発信によって多くの人に正確な情報を発信することが重要であり，自治体も積極的に発信をする活動をしている。例えば，東京都下水道局は，早期（1988 年）から降雨情報システム「東京アメッシュ」を導入した。国土交通省でも日本全国を対象に高分解能（最小観測面積 250m 四方），高精度，高いリアルタイム性（配信周期 1 分）を持つ MP（Multi Parameter）レーダーを導入している（国土交通省, N.d.（a））が，東京都も 2016 年から最新式の MP レーダーを導入したことにより，1mm/h 以下の弱い雨を観測できるようになる等，精度の高いリアルタイム降雨情報をパソコンだけではなくスマートフォンにも配信し，住民による浸水への備えのために活用している（東京都下水道局, 2017）。

[18] 詳しくは https://www.river.go.jp/kawabou/ipTopGaikyo.do?init=init&gamenId=01-0101&fldCtlParty=no を参照。

[19] 詳しくは https://disaportal.gsi.go.jp/を参照。

[20] 詳しくは https://www.river.go.jp/s/xmn0105010/を参照。

日本における事前準備や避難のためのリスクコミュニケーションの特徴的な事例として，以下のような取組みが挙げられる。

①都市圏の鉄道事業者による“時系列の防災行動計画（タイムライン）”の導入：住民へのアンケート調査により，リスクコミュニケーションの課題を探り改善した成熟した地方都市における取組み

リスクコミュニケーションの目的	主要交通機関が早い段階で運休予告，計画運休することで，鉄道利用者の被災や鉄道運休による混乱を軽減する
洪水の種類	外水氾濫，内水氾濫，高潮
都市特性	西日本の京都市や大阪市を中心とした大都市圏（1,700 万人）に近接する都市
実施者	国土交通省，JR 西日本を含む民間鉄道事業者
キーポイント	国土交通省が 2014 年からワーキンググループを設置したり，2016 年からタイムライン策定・活用指針を出したりする等，国が主導してタイムラインの導入を促した。国は民間鉄道会社を含む交通サービスや，市町村，住民（マイ・タイムライン出前講座）に指導を実施している。また鉄道各社がタイムラインの計画に従って行動することで鉄道利用者の一次災害（災害による直接的な被害），二次災害（直接的被害に連鎖して起こる災害）の拡大を防いだ。

タイムラインとは，2012 年 10 月に発生した大型ハリケーン「サンディ」が米国ニュージャージー州を襲った際，事前に作成していた「タイムライン」に沿って行われた迅速な防災行動が注目されたもの。ハリケーンの上陸予想時刻を 0 時間とし，そこからさかのぼって 36 時間前に州知事が避難勧告を発表し，12 時間前には逃げ遅れた人に緊急の避難を呼びかけるというように，「いつ」，「誰が」，「何を」するかを予め決めておくものである（国土交通省 近畿地方整備局, 2015）。

2013 年に国土交通省は米国での現地調査等を踏まえて，米国での教訓等を活用しつつ，日本の実情にあったタイムラインの策定・活用を進め，大規模水災害が発生することを前提とした防災・減災対策を進めることを提言した。2014 年から防災行動計画ワーキンググループを設置してタイムラインの考え方を活かした行動計画を検討し，“タイムライン（防災行動計画）策定・活用指針（初版）”[21]を 2016 年にとりまとめた。そして 2017 年には国管理河川の沿川市町村（対象：730 市町村）で，避難勧告等の発令に着目したタイムラインの策定が完了した。タイムライン導入による効果として，“防災関係機関の責任の明確化”，防災行動の抜け，漏れ，落ちの防止”，“災害対応の検証，改善を容易に行える”等が挙げられる。特に 2015 年の豪雨災害時は，氾濫危険情報が発表された市町村のうちタイムラインを策定した市町村における避難勧告または避難指示を発令した市町村の割合は 72%，未策定市町村は 33%

[21] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/bousai/timeline/pdf/timeline_shishin.pdf を参照。タイムライン（防災行動計画）策定・活用指針（初版）, 国土交通省, 2016

となり，タイムライン策定済みの自治体の方が発令率が高い傾向となったことが確認されている（国土交通省, N.d.（b））。
行政によるタイムラインの導入以外にも，鉄道各社で導入，運用されつつあり，JR 西日本等は 2014 年の台風 19 号の際にタイムラインに則って鉄道の予告運休を行い，2018 年の台風時も予告運休を実施した。具体的には，2014 年の台風時に JR 西日本は，①強風段階の対処として，台風が上陸する 2 日程前から交通サービス運行停止予告（運行停止の可能性を早めに周知）を車内放送・駅電光掲示板及びホームページ等で徹底的に周知した。②大雨が降り出した段階の対処として，運行停止手順の確認及び行動（事前の協定に基づき，間引き運転，運行停止等で対処）を行うとともに，各路線の終電時刻を利用者にホームページ等で公表した。③暴風域突入時の対処として，運行停止・施設の保全及び待避（浸水しても早期復旧・再開が可能なようにする）を実施し，運行停止後，列車は全て大規模な駅にて留置か，車庫へと回送した。④台風通過後の対応として，運行状況，再開の見通しの公表を行った（Yahoo Japan, 2014）。

なお，2018 年 9 月に発生した猛烈な（最大風速 55m/s）台風 24 号の際も鉄道各社が計画運休を実施し，この時の計画運休については，国土交通省が鉄道各社を集めて検証会議を行い，中間とりまとめを公表している。その中では，“運休開始時期の前広な（早く広く）公表，多言語での情報提供，地方公共団体等の関係機関への情報提供，運転再開にあたっての安全確認（他事業者と十分な連携）”等の事項について確認されている（国土交通省 鉄道局, 2018）。

東京メトロは，都心を中心に 9 路線，営業キロ 195.1km，全駅数 179 駅で 1 日約 724 万人の利用者がある。このうち地下区間 168.6km（総延長に占める割合は 86.4%），地下駅数 158 駅（全駅に占める割合は 88.2%）を保有しており全体を占める約 9 割が地下にあたる（2018 年時点）。

東京メトロの前身である営団地下鉄の時代から災害に強い鉄道を目指して整備を行ってきた。水害対策においては，小規模河川の氾濫に伴う浸水対策を講じてきたが，近年の気候変動によるゲリラ豪雨や首都圏に大規模な被害が想定される荒川の大規模氾濫に対する検討も進めている（経済調査会, 2018）。

特に東京メトロによる水害対策として，下記のような取組みが実施されている。

②首都東京で地下鉄を運行する会社（東京メトロ）の水害対策（タイムリーな災害情報伝達）

リスクコミュニケーションの目的	改札口ディスプレイ等を活用したタイムリーな情報伝達により鉄道利用者の安全確保を図る
洪水の種類	外水氾濫，内水氾濫，高潮
都市特性	人口・資産が集積した首都
実施者	東京地下鉄株式会社
キーポイント	東京メトロは，リスクアセスメントにより地下鉄構内への様々な浸水対策を実施している。さらに，鉄道利用者とのリスクコミュニケーションとしては，国内外の利用者を考慮した Handy Safety Guide[22]の配布や改札口ディスプレイを活用した災害情報伝達を行い，一方で社員間のリスクコミュニケーションとしては，独自の気象情報オンラインシステムを導入し，精度の高い気象情報を短時間で入手，伝達できる体制を構築し，タイムリーな鉄道運行判断（運転規制等）を可能としている。

東京メトロは従来から，国や各市町村が作成，公表した水害ハザードマップの浸水情報を基に（国土交通省が作成した一級河川の浸水想定区域図と東京都が作成した中小河川の浸水想定区域図のうち，より浸水深が深い（リスクが高い）方を使用），台風や大雨による浸水に備えて，浸水の恐れのある駅の出入口を歩道より高い位置に設置したり，止水板や出入口全体を閉鎖することができる防水扉を設置したりすることで浸水の防止を図っている。加えて，路上にある換気口には感知器を備えた浸水防止機を整備している。また従来の対策に加え，想定する浸水深に応じて一部の箇所では水深 6m の水圧に対応できる浸水防止機（従来は 2m 対応）へ更新・設置を進めているほか，駅出入口では既存構造を利用して止水板の嵩上げや完全防水化を図っている。なお，既存構造で水圧に耐えられない場合は，建替えを行う等の対策を実施している。さらに，トンネル内への大量浸水に備えて，要所に防水ゲートを設置しており，トンネルの断面を閉鎖することが可能で，万が一浸水した場合でも，ポンプでトンネル外に排水できるようになっている（東京地下鉄株式会社, N.d.）。
また，水防法に基づき，駅の利用者の洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保及び洪水時の浸水の防止を図ることを目的として「駅における洪水時の避難確保・浸水防止計画」が全 40 の駅で策定されている。計画の中では，洪水の危機が認められた際に，駅に自衛水防隊を編成するとしており，地下鉄利用者の避難誘導等の任務を定めている。避難誘導経路や止水版等による止水処置箇所も計画の中で図示されている（東京地下鉄株式会社, 2015）。さらに自治体の防災訓練への参加や地域住民，消防署，警察署，他交通機関等のステークホルダーと連携した訓練を行っているほか，対策本部の設置・運営，鉄道利用者の避難誘導，応急救護等の訓練を自社で実施している（東京地下鉄株式会社, 2016）。

[22] 東京メトロウェブサイト（詳しくは https://www.tokyometro.jp/lang_en/corporate/safety/safety_pocketguide/index.html を参照。）

特に社員間のリスクコミュニケーションに係る取組みとして，東京メトロの総合指令所では，気象庁が発令する警報等を受信し全職場へその情報を伝達している。このほか近年の都市部に頻発する大雨に対応するため，より精度の高い情報を短時間で入手する（東京地下鉄株式会社, 2016）東京メトロ・オンライン気象システム（気象情報会社から送られてくる風・雨・雪等の見通し予測を社員用 PC 端末で確認できる）を導入しており，状況により本社からも気象情報会社等へ直接問い合わせて情報収集を行っている。また，鉄道利用者へのリスクコミュニケーションとしては，2012 年から安全ポケットガイドを作成（2014 年から英語等多言語化）して全駅の改札口で配布し，災害発生時の対応を紹介している（経済調査会, 2018）。さらに，東京メトロが管理する全駅に設置した改札口ディスプレイを活用し，大規模災害発生時の災害情報伝達を 2013 年から開始した。これは，大規模災害が発生した際に，改札口ディスプレイに日本放送協会（NHK）が放映する非常災害時緊急放送を表示する（東京地下鉄株式会社, 2013[23]）もので，加えて鉄道利用者の日頃からの防災意識を高め，水害時の避難行動について考えるきっかけとなるよう，駅の出入口に海抜の表示を行っている（経済調査会, 2018）。

図 14 東京メトロの海抜表示板（出典）（経済調査会, 2018）

図 15 安全ポケットガイド（出典）（東京地下鉄株式会社, 2018）

後述する通り，下記で紹介する三条市は，2004 年の外水氾濫で 9 名（うち 7 名が高齢者）の死者が出て，共助を主体とした災害時要援護者対策が必要だという教訓を得た。そのため災害時要援護者名簿を 2005 年から作成し，半年ごとに市が中心となり，自治会長や民生委員が確認を行って更新している（蝶名林, 2014）。下記では，災害時要援護者名簿の作成上の課題とその改善の取組みを紹介する。

[23] https://www.tokyometro.jp/news/2013/pdf/metroNews20130129_saigaidisplay.pdf

③避難行動要支援者（災害時に自ら避難することが困難な者）の効果的な避難を可能にするための取り組み

リスクコミュニケーションの目的	災害時に自ら避難することが困難な者の効果的な避難を可能にするためのリスクコミュニケーション
洪水の種類	外水氾濫，内水氾濫
都市特性	日本海側に位置する政令指定都市[24]の新潟市（人口 80 万人）に隣接し，1985 年から人口が漸減している成熟した地方の都市
実施者	新潟県三条市
キーポイント	三条市は，①災害時に支援が必要な要配慮者（避難行動要支援者）が多数登録されている一方で，自治会や民生委員等により共助するマンパワーに限界があること，②個人情報保護の観点から本来支援が必要な人が登録を拒むこと，などが課題となっていた。そのため三条市は，避難行動要支援者の登録基準を見直して登録人数を絞り込む（より支援が必要な人を優先させる）とともに，災害時は個人情報保護より災害時要援護者対策が優先されるとして，逆手上げ方式を採用。トップダウンにより本当に支援が必要な住民を支援し，効果的な避難を可能とした。

災害時に特段の配慮を必要とする高齢者，障害者，乳幼児等を「要配慮者」といい，そのうち災害が発生し，または災害が発生する恐れがある場合に自ら避難することが困難な者で，その円滑且つ迅速な避難の確保を図るため特に支援を要する者を「避難行動要支援者」という（堺市, 2014）。

“人命を第一に守る”という観点からは，避難行動要支援者を支援するためのリスクコミュニケーション（支援が必要な者の名簿を作り，関係者で共有する等）が必要である。これに関して地方都市の新潟県三条市では，対策を実践する上でいくつかの課題があったが，後述する豪雨災害の経験を踏まえて改善を図った事例である。

三条市は 2007 年当時の基準で，避難する際に地域等の助けが必要な“避難行動要支援者（要介護認定 3 以上等の基準により選定）”と，避難情報を伝えれば本人・家族とともに避難できる“情報伝達要支援者（介護認定を受けている者，知的障害者等の基準により選定）”を設定していた。しかし，当時の基準で災害時に支援が必要な者は 4,842 人に及び，自治会や民生委員等により共助するには人数が多いことが課題であった。加えて個人情報保護の観点から，要援護者名簿に情報を登録する場合は対象者に同意確認を取る必要があったが，“支援が必要であることを知られたくない”等の理由により本来支援が必要な者が名簿に記載されない（同意確認できない）課題があった。

この課題及び 2004 年の豪雨災害の死者に高齢者が占める割合が高かったことを受け，三条市は，避難行動要支援者の選定基準を“高齢者や障害者のみで構成される世帯”等に絞り込み，本当に支援が必要な住民を優先的に支援することとした。この結果，2014 年時点で災害時に支

[24] 政令で指定する人口 50 万以上の市。2020 年時点で 20 市が存在する。詳しくは，http://www.siteitosi.jp/about/about.html を参照。

援が必要な者は 4,842 人から 2,126 人に絞り込まれ，共助が可能な人数となった。さらに名簿登録上の課題に対しては，“災害発生時においては，個人の生命を守るために個人情報保護よりも要支援者対策が優先される”という観点から，名簿掲載に不同意の住民にのみ申し出てもらう“逆手上げ方式（反対の場合に申告する形式）”を採用した。これにより，2007 年時点で 18%の要支援者が不同意であったものが，2014 年までに 5%程に低減した（三条市, 2011）。

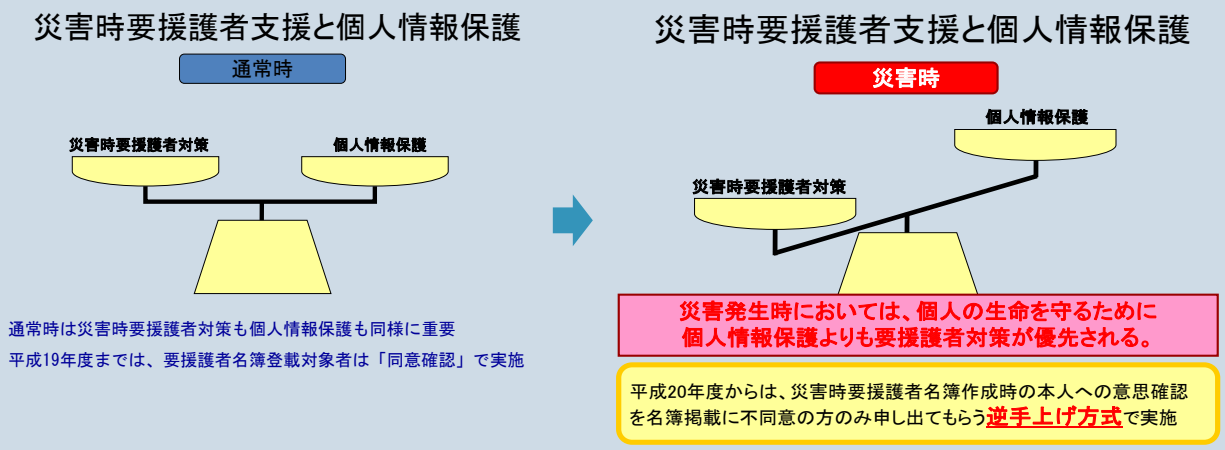


図 16 三条市における災害時要援護者支援と個人情報の取り扱い
（出典）（三条市, 2011）

3.3.2 避難のためのリスクコミュニケーション

これまで紹介してきたように，日本では，過去の災害の一つ一つから教訓を得て，試行錯誤を重ねてより被害軽減を図れるハード・ソフト対策を検討し，実施してきている。試行錯誤によりリスクコミュニケーション手法の改善（防災無線・屋外スピーカー，コミュニティ FM ラジオ，インターネット，豪雨災害対応ガイドブック等の整備）を進めた事例として，地方都市である新潟県三条市の事例がある。

住民へのアンケート調査によりリスクコミュニケーションの課題を探り，改善した成熟した地方都市における取組み

リスクコミュニケーションの目的	住民の自主的且つ適切な避難を促すリスクコミュニケーション
洪水の種類	外水氾濫
都市特性	日本海側に位置する政令指定都市[25]の新潟市（人口 80 万人）に隣接し，1985 年から人口が漸減している成熟した地方の都市
実施者	新潟県三条市

[25] 政令で指定する人口 50 万以上の市。2020 年時点で 20 市が存在する。詳しくは，http://www.siteitosi.jp/about/about.html を参照。

キーポイント	大規模水害（大雨）時にリスクコミュニケーション上の問題があったことを三条市が認識，反省し，大学と連携して住民アンケート調査（発災時のリスクコミュニケーションの実態）を行い，実態を把握した。三条市はその調査結果を基に，リスクコミュニケーション手法を充実させた。その後，別の大雨時に再度同様の調査を行い，行政が行った対策が効果的だったかどうかを検証した。行政が自ら実施した対策の効果を評価，検証しより良い対策を検討することへフィードバックしている。

新潟県三条市では，2004 年に停滞した梅雨前線の影響で当時，観測史上最大の降雨量（総降雨量 491mm）を観測し，市内中心部を流れる五十嵐川の堤防が決壊して甚大な被害が発生した。その災害での課題・教訓として，主に「経験したことのない大災害による対策本部の混乱，避難勧告発令のタイミングに苦慮，情報伝達体制の不備，死者 9 名のうち 7 名が高齢者」が挙げられ，災害時のリスクコミュニケーションに多くの課題が見受けられた。そこで三条市は，大学を通じて地域住民に豪雨災害のアンケート調査を行い，住民の対応行動の実態やリスクコミュニケーション対策の実態について把握した。アンケート調査により明らかになった災害時のリスクコミュニケーションの実態と併せて，先に挙げられた課題・教訓を踏まえ，三条市はハード・ソフト両面の対策を進めた。

観測史上最大の降雨量を記録した 2004 年の豪雨災害からわずか 7 年後の 2011 年に，降雨量が前回の約 2 倍（総降雨量 959mm）となる豪雨が発生し，五十嵐川上流部での堤防決壊や山間地の土砂崩れ等によって広範囲にわたる被害が発生した。しかし前回を超える降雨量にも関わらず，2004 年の水害から教訓を得て対応策を検討し，7 年間の間に実施した各種取組みが功を奏して，最小限の被害に抑えることができた。2004 年の災害の教訓を受けて実施されたリスクコミュニケーション改善の取組みとしては，“多様な情報伝達体制・手段の構築・改善，水害対応マニュアルの作成，逃げどきマップを含む豪雨災害対応ガイドブック（先述），災害時要援護者対策の強化（先述）”等がある（三条市, 2011）。

この 2011 年の災害の後，再度同様の住民アンケート調査を実施した結果，大半の住民（アンケート調査を実施した 93.3%の住民）が避難情報を取得できたと答えており，2004 年に確認された“避難情報が取得できなかった”というリスクコミュニケーションの課題が解決したことが確認された（表 6 参照）。2011 年の災害を受けた後の三条市の防災対策としては，“避難所の見直し，内水対策の強化，防災教育の推進，防災教育施設の整備，タイムライン策定”等が挙げられている。

表 6 2つの洪水による被害状況とアンケート調査の結果一例
（出典）（三条市・群馬大学広域首都圏防災研究センター災害社会工学研究室, 2012）

	総降雨量	死者	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	避難情報の取得状況（情報取得できた割合）	サンプル数
2004 年 7.29 水害	491mm	9	1	5,281	515	1,649	21.9%	6,401
2011 年 7.13 水害	959mm	1	10	400	13	1,518	93.3%	6,384

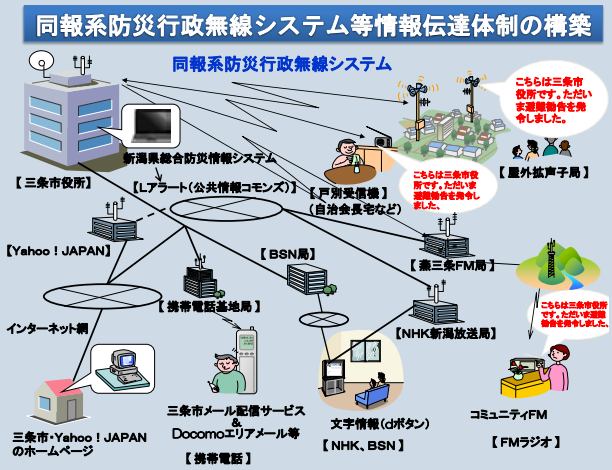


図 17 三条市の災害情報伝達体制
（2004 年の災害を受けて情報伝達体制,
手段を改善）（出典）（三条市，2011）

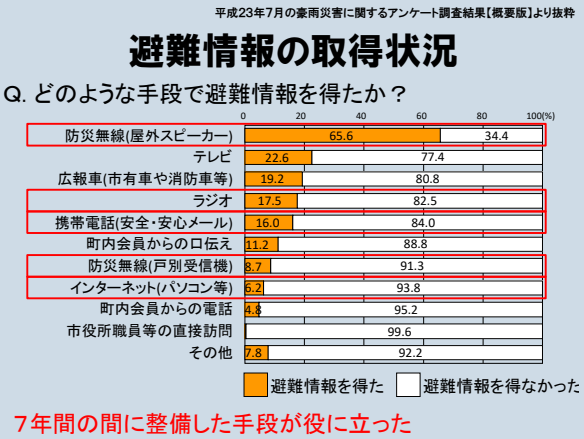


図 18 2011 災害時の避難情報取得状況
（2004 年には利用されなかった
多様な手段により避難情報を取得）
（出典）（三条市，2011）

4 教訓と主な課題

以上のような日本の取組み，事例から得られる教訓や知見は下記の通りである。

1. 都市洪水リスクの種類

都市洪水のリスクと影響は複雑で多種多様である。都市洪水はその発生要因から外水氾濫，内水氾濫，高潮等に分けられるが，都市の地理特性や地域特性，人口・資産，雨水排水設備の整備状況などの都市特性によってもリスクが異なる。これらの特性は都市の洪水リスクだけでなく，脆弱性にも影響を与える。

2. 都市洪水リスクアセスメント，リスクコミュニケーション

- 都市の抱える洪水リスクは，その原因や影響を受け得るステークホルダーが多種多様であるため目的・用途ごとに都市洪水リスクを評価し，伝達するための様々なアプローチが存在する。また適切なリスクアセスメントやリスクコミュニケーションの方法は，都市洪水リスクに対する都市の強靭性を高めるための対策の立案や実施また事前準備や避難行動を改善するために，使用者の手段や目的に基づいて慎重に検討し，選択する必要がある。
- 都市洪水リスクアセスメントの目的は，洪水対策インフラ（雨水排除及び河川管理など）の検討・設計，土地利用計画や基準の設定・見直し，避難の手法・計画づくり，災害保険やファイナンス手法の検討・デザイン，また気候変動適応策の検討，計画づくりなど，多種多様である。このため目的別，ステークホルダー別に各々の取組みを明確化する必要がある。
- 気候変動に伴い，日本の都市は今後もさらに極端で予測困難な災害リスクに直面すると予想されている。したがって関心は高く，都市洪水のリスクをより高いレベルで計画，統合するための取組みがなされている。より大規模で不確定な災害リスクを管理するために，都市は，1）多様性（ハード対策とソフト対策の組み合わせ）2）人命最優先，3）目的適合性のある都市洪水管理計画について議論し，策定している。
- 日本は，国（国土交通省）が主導して法令やガイドラインを策定し，策定した法令，ガイドラインも大きな災害を受けるたびに随時改定している。また地方公共団体は，国が定めた法令，ガイドラインに則り，ハザードマップ作成や防災計画等の計画策定等のリスクアセスメントに関する施策を，リスクコミュニケーションついてはタイムラインや地下街等の避難や安全の確保・浸水防止計画を作成している。
- 日本は試行錯誤を繰り返し，多様なステークホルダーが都市洪水リスクの軽減と管理のために，タイムリーで効果的な行動を取ることを可能にする様々な都市洪水リスクアセスメントやリスクコミュニケーションのアプローチや手法に関する経験とノウハウを蓄積してきた。近年の極端で想定を超える自然現象によって引き起こされる洪水被害の経験から，同様の洪水ある

いは想定を超える極端な自然現象によって引き起こされる洪水が起こり得ることを理解し，近年は「命を守る」ことを強化するリスクアセスメントやコミュニケーションの方法が重要視され，これらの改善のための教訓やノウハウを開発し，試行している。また施設の能力を大幅に上回る外力に対し，ソフト対策を重点に「命を守り」「壊滅被害を回避」すべく，事前準備，リスクコミュニケーションの改善が図られている。

- 日本は，大きな被害が発生した洪水の被災経験から，同様の洪水あるいは近年の極端で想定を超える自然現象によって引き起こされる洪水が起こり得ることを理解し，少なくとも同様の洪水が起きた際に同じような被害を受けないよう，リスクアセスメントの改善やリスクアセスメントを通じた事前準備，リスクコミュニケーションの改善を図っている。
- 近年の水害の教訓として，従来のハザードマップが，住民が内容を理解して避難活動に活用できるような形ではないことが判明した。それを受けて国土交通省及び各自治体は，住民の目線に立ち，住民が水害発生時に早期段階あるいは浸水が始まった場合にどのような避難行動をとるべきかを自主判断できるようなハザードマップに改良している。

5 文献目録

City Population. "MAJOR AGGLOMERATIONS OF THE WORLD." 2018. Web. 2018 <https://www.citypopulation.de/en/world/agglomerations/>.

Jha, Abhas K., Robin Bloch, Jessica Lamond. Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century. The World Bank, 2012. Print.

Rudari, Roberto. *Flood Hazard and Risk Assessment.* United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2017. Print.

Umeda, Sayuri. "Global Legal Monitor." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.loc.gov/law/foreign-news/article/japan-flood-prevention-and-sewerage-service-acts-amended/>.

Yahoo Japan. "JR West: Early Suspension of Train Operation: Timeline Disaster Prevention." Yahoo! ブログ. 2014. Web. 2019-1-26 <https://blogs.yahoo.co.jp/haruki1127sport/12108123.html>.

一般財団法人国土技術研究センター. "国土を知る / 意外と知らない日本の国土." JICE HP. 2015. Web. 2020-03-18 <http://www.jice.or.jp/knowledge/japan/commentary08>.

三条市. " 気づきマップ " 三条市豪雨災害対応ガイドブック. 2019a. Web. 2020-03-18 <https://www.city.sanjo.niigata.jp/section/gyosei/heavyrainfall_hazard_guidbook/html5.html#page=9>.

---. "「災害に強いまちづくりを目指して」三条市の防災・減災対策." 2011. Web. 2020-03-18 <https://www.pwri.go.jp/jpn/results/tec-info/siryou/2011/pdf/showcase_niigata_2011/haihu.pdf>.

---. "三条市地域防災計画・三条市国民保護計画." 三条市 HP. 2019b. Web. 2020-03-18 <https://www.city.sanjo.niigata.jp/bosai_bohan/bosai/gyoseinotorikumi/5105.html>.

三条市, 群馬大学広域首都圏防災研究センター 災害社会工学研究室. " 平成 23 年 7 月新潟･福島豪雨災害（7 29. 水害）検証." 2012. Web. 2020-03-18 <https://www.city.sanjo.niigata.jp/material/files/group/4/000065152.pdf>.

中国新聞. "水防取組企業事例." 防災セミナーin 広島. 2016. Web. 2020-03-18 <http://www.unei-jimukyoku.jp/bousai/case.html>.

京都市上水道局. "京都市下水道マスタープラン." 2000. Web. 2020-03-18 <https://www.city.kyoto.lg.jp/suido/page/0000157709.html>.

京都市統計ポータル. "京都市における将来推計人口 －「日本の市区町村別将来推計人口」から－." 2009. Web. 2020-03-18 <https://www2.city.kyoto.lg.jp/sogo/toukei/Publish/Analysis/Topics/200901-02.pdf>.

仙台市. "下水道マスタープラン策定にあたり考慮すべき事項." 仙台市下水道マスタープラン. 2015. Web. 2020-03-18 <http://www.city.sendai.jp/gesuido-kekaku/kurashi/machi/lifeline/gesuido/gesuido/gaiyo/documents/mp-2.pdf>.

内閣府. "附属資料 36　ハザードマップの整備状況." 平成 26 年版 防災白書. 2014. Web. 2020-03-18 <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/3b_6s_36_00.html>.

医療法人 恕風会 大洲記念病院. "診療業務［再開］のお知らせ." 医療法人 恕風会 大洲記念病院 HP. 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.ozu-johukai.jp/info/2018/07/post-59.html>.

国土交通省 四国地方整備局 大洲河川国道事務所. "肱川水系肱川　浸水想定区域図.（総括版）" 国土交通省 四国地方整備局 大洲河川国道事務所 HP. 2003. Web. 2020-03-18 <http://www.skr.mlit.go.jp/oozu/kawa/sinsui/kuiki.pdf>.

国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部, 防災行動計画 ワーキング・グループ. "タイムライン（防災行動計画）策定・活用指針(初版)." 2016. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/bousai/timeline/pdf/timeline_shishin.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室. "中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第 2 版）." 2016. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/shinsuisoutei/pdf/chusho_kasen_sinsou_kuiki_tebiki2.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局. "平成 30 年 7 月豪雨について." 2018a. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/r-jigyouhyouka/dai11kai/pdf/5-1.shiryou.pdf>.

---. "水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）." 2013. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf>.

---. "水害対策を考える." 国土交通省 HP. N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/kiroku/suigai/suigai_3-1-1.html>.

---. "水災害分野における気候変動適応策の進捗状況 整理表." 2017. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/bunkakai/dai54kai/ref6.pdf>.

---. "河川法第 4 条第 1 項の一級河川の指定について." 2012. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/bunkakai/dai49kai/dai49kai_siryou1-2.pdf>.

---. "河川砂防技術基準 計画編." 2018b. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/keikaku/pdf/keikaku_honbun_kaitei_h3003.pdf >.

国土交通省 水管理・国土保全局河川計画課. " 水災害分野において，ハード対策を含めた気候変動適応策の検討を開始します ～「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を開催." 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai01kai/dai01kai_kaisai.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局，国土技術政策総合研究所. "水害リスク評価の手引き （試行版）." 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai02kai/dai02kai_siryou4-2.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局. "海岸の現状と課題." 2006. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kaigan_hozen/01/pdf/s02-2.pdf>.

---. "浸水想定(洪水，内水)の作成等のための 想定最大外力の設定手法." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/shinsuisoutei_honnbun_1507.pdf>.

---. "第 9 章 水害リスク評価." 河川砂防技術基準　調査編. 2014. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/chousa/pdf/09.pdf>.

---. "諸外国における気候変動による将来の外力の増加量の考慮の仕方." 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai02kai/dai02kai_siryou2.pdf>.

国土交通省 河川局. "治水経済調査マニュアル（案）." 2005. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf>.

国土交通省 河川局. "河川分科会配付資料 治水事業等の現状と課題." 2007a. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001024564.pdf>.

---. "治水，利水の必要性とダム事業の役割，効果 説明フロー." 2007b. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/dam/main/shinngikai/kondankai/dam/pdf2/siryo01.pdf>.

国土交通省 港湾局. "港湾の堤外地等における高潮リスク 低減方策ガイドライン." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/common/001228806.pdf>.

国土交通省 近畿地方整備局. " 全国初のタイムライン連携協定締結！ ～平成 27 年 2 月 21 日締結式～." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www-1.kkr.mlit.go.jp/scripts/cms/kinan/infoset1/data/pdf/info_1/20150224_01.pdf>.

国土交通省 都市・地域整備局下水道部. "下水道総合浸水対策計画策定マニュアル （案）." 2006. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/crd/sewerage/shingikai-iinkai/shinsui/shinsui/01-0.pdf>.

国土交通省. "～ 洪水時の避難確保をご検討される要配慮者利用施設関係者の皆様へ ～ 要配慮者利用施設の自衛水防に役立つ情報提供のご紹介." 国土交通省四国地方整備局 HP. 2013. Web. 2020-03-18 <http://www.skr.mlit.go.jp/kochi/realtime/spread/self-defense_hairyo.pdf>.

---. "XRAIN の特徴." N.d.(a) Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001010011.pdf>.

---."タイムライン." 国土交通省 HP. N.d.(b) Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/bousai/timeline/index.html>.

国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会; 気候変動に適応した治水対策検討小委員会. "水災害分野における気候変動適応策のあり方について 中間とりまとめ ～災害リスク情報と危機感を共有し，減災に取り組む社会へ～" 2015. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/kikouhendou/interim/pdf/s2.pdf>.

国土交通省水管理・国土保全局. "水防災意識社会再構築ビジョン." 国土交通省 HP. N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/index.html>.

国土交通省河川局, ed. 国土交通省 河川砂防技術基準 同解説. 山海堂, 2005. Print.

国土交通省都市・地域整備局下水道部. "内水ハザードマップ作成の手引き（案)." 2009. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/common/000037234.pdf>.

堺市. "Q6 要配慮者，避難行動要支援者とは？." 堺市 HP. 2014. Web. 2020-03-18 <http://www.city.sakai.lg.jp/kurashi/bosai/kyojo/bousaiq_a/q6_a6.html>.

壹反田, 正好. "瀬戸内海の眺望と高潮・高波防護機能を両立させた海岸整備." 2008. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h20giken/program/kadai/pdf/ippan/ippan4-10.pdf>.

大洲市. "大洲市主要データ." 大洲市 HP. 2020. Web. 2020-03-18 <https://www.city.ozu.ehime.jp/soshiki/kikakujoho/1150.html>.

---. "大洲市洪水・浸水避難地図（洪水ハザードマップ）." 大洲市 HP. 2013. Web. 2020-03-18 <https://www.city.ozu.ehime.jp/uploaded/attachment/10217.pdf>. （2005 年版）

小野田, 恵一. "流域一体となった浸水被害軽減策の実践例に関する調査: 浸水被害軽減のための土地利用規制の制度化の実践例." 2012. Web. 2020-03-18 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0665pdf/ks066507.pdf>.

文部科学省 気候変動適応研究推進プログラム事務局. "気候変動適応研究推進プログラム." 文部科学省 HP. 2010. Web. 2020-03-18 <https://www.restec.or.jp/recca/staticpages/index/about.html>.

日本医師会. "愛媛県 大洲市." JMAP 地域医療情報システム. 2018. Web. 2020-03-18 <http://jmap.jp/cities/detail/city/38207>.

日本水工設計. ". 水害ハザードマップの作成 〜住民目線の新たなハザードマップ（被害の最小化に向けて）〜." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.n-suiko.co.jp/pdf/services/river/302050_flood_hazardmap.pdf>.

東京地下鉄株式会社. "風水害対策." 東京メトロ HP. N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.tokyometro.jp/safety/prevention/wind_flood/index.html>.

東京地下鉄株式会社. "〜お客様の安全・安心を確保します〜大規模災害発生時に改札口ディスプレイを用いて 災害に関する情報をお伝えいたします — 平成 25 年 2 月 8 日より運用開始 — " 2013. Web. 2020-03-18 <https://www.tokyometro.jp/news/2013/pdf/metroNews20130129_saigaidisplay.pdf>.

---. "Handy Safety Guide." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.tokyometro.jp/ebook/safety_pocketguide/en/index.html>.

---. "安全報告書." 2016. Web. 2020-03-18 <https://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety_report/pdf/2016/anzen_6.pdf>.

---. "日比谷線・東西線茅場町駅における洪水時の避難確保・浸水防止計画." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.tokyometro.jp/station/toppdf/kayabacho.pdf>.

東京都下水道局. " 東京アメッシュ." 2017. Web. 2020-03-18 <http://tokyo-ame.jwa.or.jp/index.html>.

---. "合流式下水道の現状と課題について." N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/currentproblem.pdf>.

東京都建設局. "洪水ハザードマップ." 東京都建設局 HP. 2019. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai02kai/dai02kai_siryou4-2.pdf>.

東京都都市整備局. "東京都豪雨対策基本方針（改定）." 2014. Web. 2020-03-18 <https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gouu_houshin/index.html>.

土木学会 平成 29 年度会長特別委員会 レジリエンス確保に関する技術検討委員会. "「国難」をもたらす巨大災害対策についての 技術検討報告書." 2018. Web. 2020-03-18 <http://committees.jsce.or.jp/chair/node/21>.

江東 5 区広域避難推進協議会. "江東 5 区大規模水害ハザードマップ." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.city.koto.lg.jp/057101/bosai/bosai-top/topics/documents/haza-do.pdf>.

沿岸技術研究センター. 海岸保全施設の技術上の基準・同解説 平成 30 年改定版. 日本港湾協会, 2018. Print.

滋賀県. " 滋賀県流域治水条例のポイント." 2015a. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020353.pdf>.

---. "地先の安全度マップの更新について." 滋賀県 HP. 2020. Web. 2020-06-08 <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kendoseibi/kasenkoan/19581.html>.

---. "流域治水政策の効果的な推進について." 滋賀県 HP. N.d.a. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/13924.pdf>.

---. "水害情報発信　－水害の記録と記憶－." 滋賀県 HP. N.d.b. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/suigaijyouhou/index.html>.

---. "滋賀県の“まちづくり”治水." 2011. Web. 2020-03-18 <http://www.nhri.jp/mizubousai_rink/2010mizubousai/2010_4th/2010_4th_03taki.pdf>.

---. "滋賀県流域治水基本方針 - 水害から命を守る総合的な治水を目指して -." 滋賀県 HP. 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kendoseibi/kasenkoan/19534.html>.

経済調査会."東京メトロの大規模浸水対策." けんせつ Plaza. 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.kensetsu-plaza.com/kiji/post/22019>.

蝶名林, 正身. " 新潟県三条市における災害時要援護者支援の取り組み." 月刊「ノーマライゼーション　障害者の福祉」 34.392 （2014）: Web. 2020-03-18. <https://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/prdl/jsrd/norma/n392/n392016.html>.

農林水産省, 国土交通省. "高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.1.00." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/saidai_takashio/pdf/takashio_tebiki_151102.pdf>.

国土交通省 鉄道局. "「鉄道の計画運休に関する検討会議」での中間取りまとめ." 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001257591.pdf>.

ナレッジノートシリーズ：
日本における統合都市洪水リスク管理

ナレッジノート 2：
都市洪水リスク管理における投資計画作成及び優先順位付け

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

UFCOP
Urban Floods Community of Practice

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

1 概要

洪水リスク管理を目的とするハード対策及びソフト対策への投資は，洪水が起きる確率及び被害程度，対策の規模，実効性，また人や資産への被害推定などを評価基準とする都市洪水リスク評価に基づいて，計画・検討・優先順位付けを経て実施される。**本ナレッジノートは，国内の様々な洪水対策に関する計画プロセスや意思決定を分析することにより，リスク評価の結果が交通や下水道等のインフラ計画や意思決定の尺度になるプロセスを示す。**ここでいう意思決定プロセスとは，目標設定， 計画作成，優先順位付け，協力メカニズム，合意形成，役割分担等を含むものとする。

都市における効果的な洪水リスク管理のためには，リスク管理を基にした構想や方針を備えた統合的アプローチが必要である。また実務者は地域や都市の特性を踏まえ，様々な洪水リスクを扱う多様な手法を組み合わせることで，洪水のリスク管理を行うことを理解する必要がある。

日本の地方公共団体レベルでの洪水リスクの計画作成と優先順位付けは，一般に次の 3 つのプロセスに従い実施される。

ステップ 1：目標設定

目標設定では洪水リスクアセスメント結果を踏まえ，地域特性と洪水特性，これまでに実施してきた治水政策との整合・効率性，河川，下水道，流域などの各セクターの機能と効果，目標や達成基準の明確化と細分化，フェージング（段階計画），地域社会へのインパクト，経済性等を加味した上で総合的に判断し，都市洪水リスク管理のための都市の統一構想／方針／目標を決定する。

ステップ 2：統合的な計画作り及び優先順位付け

統合都市洪水計画の策定は，都市の統一された目標を達成すべく統合的な計画として，洪水管理の各セクターの洪水リスク管理目標の割り当てや施策の基本的枠組み，各セクターにおける優先施策の検討等を行う。

ステップ 3：協力メカニズム，合意形成及び役割分担

統合都市洪水リスク管理の策定及び推進のためには，各事例でも確認された通り，各ステークホルダーが統合都市洪水リスク管理のプロセスで関与し，コンセンサスを構築しながら，それぞれの目標・責任・役割等について合意形成を図っていくことが重要である。そのためのツール，アプローチとして，合同協議会，統合型シミュレーションモデルの開発と運用，学識者の参画，パブリックコメントの募集，民間セクターとのコンサルテーション，インセンティブシステム，法制度の構築，人材交流（行政内）などがある。

つまり，**日本の都市洪水管理の手法は都市における洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，国の法令や指針，ガイドラインに従い，特定された洪水リスクに対する河川，下水道，流域**

（都市計画／開発を含む）などの各セクターが連携や協働・調整・役割分担を行い，また産官学民の各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことにより，統合的なアプローチが行われている。図 1 の概念図に示す通り，統合はさまざまなレベルで実施され，計画レベルで実施される場合もあれば事業レベルで実施される場合もある。

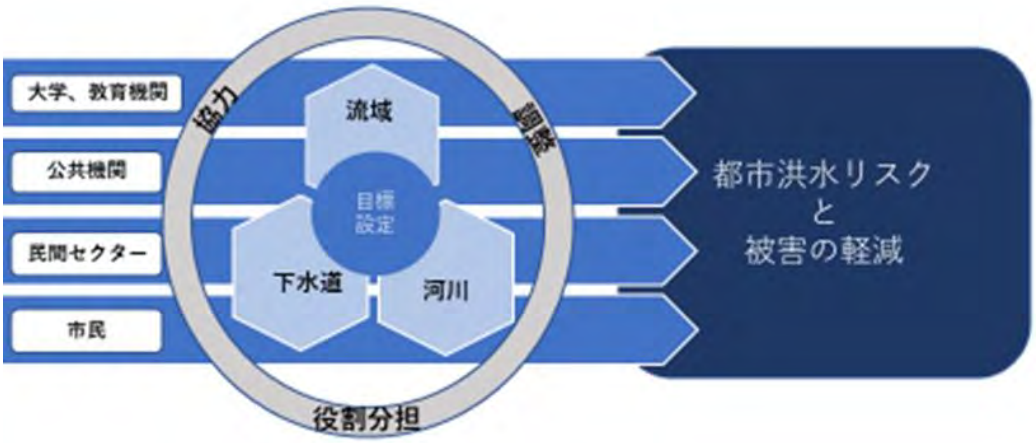


図 1 日本における統合都市洪水管理のイメージ

以下は，統合都市洪水リスクの管理計画を作成するにあたり全体的なまたはセクター別の，目標設定，統合計画づくり及び優先順位付けについて，具体的にどのように考え実施してきたかを明確にするための主な疑問点を示したものである。

<u>主な疑問点</u>

1. 目標設定
   - 都市の洪水リスク管理目標はどう設定するか？またどのような意思決定ツールを利用するのか？
   - リスクの不確実性をどう取り扱うのか？対策投資ではカバーできない残存リスク，多重対策，ソフト（非構造物）対策，その他。

2. 統合計画作成及び優先順位付け
   - 都市はどうやって様々な洪水リスクへの対応を統合的に計画し管理するのか？
   - 地方公共団体はどのように洪水リスク対策を計画し優先順位付けるのか？計画を実現するのに必要な要因は何か？（地権や土地の利用可否／財源／技術／海抜，その他）
     計画づくりと優先順位付けのためのツールやアプローチ，またステークホルダーとの協議，合意形成，費用便益分析は？ 計画と優先順位付けの過程で，ハード対策，ソフト対策の特徴を見極めどうバランスをとるのか？

- 計画と優先順位付けのプロセスにおける関係機関同士の協力メカニズム，合意形成及び役割分担，統合都市洪水リスク管理の投資計画づくりと優先順位付けにおいて，国・地方公共団体，民間セクター及び市民のそれぞれの役割とは？また国及び地方公共団体が，どうやって様々なステークホルダーと協力し合うのか？
- 統合都市洪水リスク管理の 計画と優先順位選定のプロセスにおける民間セクターの関わり方は？また民間セクターを巻き込んだ時の公共機関との協働や役割分担のあり方は？
- 市民やコミュニティとの合意形成や参加型計画づくりにおける課題とは？

2 日本の総合治水の歴史

2.1 日本における総合治水の概念の導入と本ナレッジノートにおける統合都市洪水リスク管理の定義

2.1.1 総合治水対策の導入

日本においては，1960 年代から 1970 年代にかけて急激な都市化が進み，都市型水害が頻発するようになった。これに対し日本では，**河川，下水道，流域対策，被害軽減対策等を統合的に実施する概念が生まれ，各種取組みが実施されてきた。**1979 年度に始まった「総合治水対策」は，都市化が急激に進んでいる河川において，河川整備と併せて流域からの流出量を抑制する流域対策が急務であるとの認識から，流域内の地方公共団体の任意の合意に基づく流出抑制対策を洪水氾濫対策に位置付け，河川からの氾濫防止を目的として 17 河川において実施してきたものである。

なお本ナレッジノートでいう流域対策とは，総合的な治水対策の一環として流域内に降った雨水を貯留したり浸透させたりして，河川や下水道への流出を抑制する対策のことと定義する[26]。流域対策として設置する施設には，防災調整池や貯留槽などの貯留施設と浸透ます，浸透トレンチ，透水性舗装等の浸透施設がある。なお，河川への流出を抑制するという観点でいえば下水道も流域対策の一つに分類されるが，ここでは下水道施設は単独のセクターとして取り扱う。

しかしながら，「総合治水対策」の効果は発揮したものの，流域対策は確保容量の 50%程度の進捗にとどまり，河川整備についても都市化の進展や予算上の制約等により事業費ベースで 70%の進捗にとどまるなど，所期の目標に達していなかった。さらに「総合治水対策」は，内水被害の解消を対策の目的としておらず，河川整備と下水道整備が一体となって内水被害解消という共通の目的を達成するための事業を実施したわけではなかったことから，内水被害に対して効果的な整備が行われていないという問題も生じていた（特定都市河川浸水被害対策法研究会, 2004）。そこで都市部

[26] （東京都総合治水対策協議会, N.d.）を参考にした。

の河川流域における新たなスキームとして「特定都市河川浸水被害対策法」が 2003 年に制定され，河川区域以外の流域内でも河川事業者が治水対策を行うこと，民間事業者についても一定の責任を明確にして雨水貯留浸透施設の設置の義務付けを行うこと，河川行政と下水道行政などの関係機関が一体となった計画を作成することなどが措置され，8 河川において総合的な対策を推進することとされた。

鶴見川流域は，これら取組みの先進的な事例で 1981 年には流域整備計画を策定し，治水整備の早急な進捗とともに流域での保水・遊水機能の維持・増大に向けた取組みである総合治水対策を全国で初めて実施した。また特定都市河川及び特定都市河川流域の指定を 2005 年に全国で初めて受け，流域での連携をさらに強化し，効率的な浸水被害対策を実施してきた。鶴見川流域は，１章，２章で前述した通り，水系全体の共通目標の下に各セクター・ステークホルダーが，それぞれの組織の役割と責任に基づき，マルチセクトラル且つ統合的な取組みを実施している。目標は過去の洪水データや降雨情報等からシミュレーション等を用いて科学的根拠に基づいて設定され，不確実性への対応を含めてセクターごとに強み・弱みを活かした施策が検討されている。また合意形成のためのツール開発とアプローチが行われている。

これらの「総合治水対策」と「特定都市河川浸水被害対策法」の２つのスキームによる取組みは，各々，通達や法に基づき指定された河川（流域）において実施されてきたものであるが，これらに該当しない河川（流域）であっても総合治水の基本概念に基づき，流域単位で統合的なアプローチにより対策が推進されているものもある。

一方で，**下水道施設を所管する地方公共団体においては，近年の豪雨や浸水被害の頻発，地域社会のニーズ等の背景を受け，行政単位（行政独自）で豪雨対策計画や洪水対策計画等を策定している事例もある。**本ナレッジノートで紹介する，東京都豪雨対策基本方針や滋賀県流域治水基本方針，世田谷区[27]豪雨対策基本方針（東京都）などもこの事例であり，河川整備と下水道整備，そして流域対策を含んだ方針や計画となっている。これらの方針や計画が策定された経緯は都市によりさまざまであるが，過去に甚大な内水氾濫被害が発生した都市，地理的条件／歴史的経緯として水害に対する意識が高い都市，外水氾濫と内水氾濫の起因となるハザードに差異が少ない地域[28]，人口や資産が集中した大都市，行政担当者の強力な主導があった都市などにおいて策定されている[29]。本ナレッジノートで紹介する東京都，滋賀県，世田谷区以外にも，大阪市，横浜市，京都市，福岡市，札幌市などの日本の主要な都市ではこれらの計画や取組みを有している。ただし，こうした統

[27] 世田谷区は東京都の特別区の一つ。区とは，行政区画の一つで，地方自治法下では，都（理論上は東京都に限らない）の区である特別区と，政令指定都市に置かれる区とがある。

[28] 中小河川などの外水氾濫対策において計画の対象となる降雨規模と，下水道を主体とした内水氾濫対策の計画の対象となる降雨規模の差異が大きい場合は災害の起因や洪水特性が異なるため，処理量の分担などの定量的な統合は困難である。一方で，東京都の中小河川などのように両者の計画の対象となる降雨規模が時間降雨であるなど，その差異が小さい場合は共通の目標設定や処理量の分担がしやすく，計画論として定量的な統合もしやすい。

[29] なお，地方公共団体において河川整備と下水道整備を一体とした方針，計画を策定する法的責務はないため，任意の計画となっており，策定数などは不明である。

合的な計画が地方公共団体にない場合でも，上述したような流域単位の総合治水の概念に基づいた河川の整備計画や，下水道などのセクター別の計画はあり，各々連携や協働・調整・役割分担を実施することにより統合的なアプローチが行われている。

また近年のスキームとしては，従来の計画降雨を超えるいわゆる「ゲリラ豪雨」に対し，住民が安心して暮らせるように関係分野の行政機関が役割分担をして，住民（団体）や民間企業等の参画のもと，住宅地や市街地の浸水被害の軽減を図るための取組みを支援する国の事業として**「100mm/h 安心プラン」（2013 年度創設）**がある。この事業では，策定主体を市町村および河川管理者，下水道管理者等とし，国土交通省水管理・国土保全局長において登録を行い，登録した地域において流域貯留浸透事業の交付要件を緩和することにより，計画的な流域治水対策の推進を図るとされている。また，交付金による財政支援もある。このように，国は全国に跨る政策目標（総合治水や 100mm/h 安心プランなど）を設定し，各地方公共団体／各都市に対して技術的支援や財政的支援を行うことにより，統合都市洪水リスク管理にかかる各種取組みを推進している。

2.1.2 本ナレッジノートにおける統合都市洪水リスク管理の定義

上述の通り日本においては，さまざまなスキームにより都市洪水管理にかかる統合的アプローチが行われているが，日本の統合都市洪水リスク管理における基本的な手法は，都市における洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，国の法令や指針，ガイドラインに従い，特定された洪水リスクに対する河川，下水道，流域（都市計画／開発を含む）などの各セクターと産官学民の各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことを（図 1・表 1 参照）統合的なアプローチとしている。

表 1 日本の統合都市洪水管理にかかる主なステークホルダーと主な役割

主なステークホルダー		主な役割と責任
行政	国	• 法制度、事業制度や方針、目標、技術的な基準づくりなどの国レベルでの基本的な枠組み、事業主体に対する指導・監督 • 河川管理者（一級河川）として、河川整備基本方針、河川整備計画等の策定、効果的・効率的整備の実施 • 所管する災害のリスクアセスメント、リスク情報の通知および周知、公表 • 災害に関する警報、情報等の収集及び伝達 • 迅速な災害復旧の実施 • 市町・指定地方公共機関の防災活動の援助調整 • 水防体制と組織の確立強化、水防に関する市町への助言指導 • 災害リスク軽減、河川整備等に関する普及・啓発
	都道府県	• 都道府県レベルでの条例、制度や方針、目標などの都道府県レベルでの基本的な枠組み、事業主体に対する指導・監督 • 河川管理者（二級河川）として、河川整備基本方針、河川整備計画等の策定、効果的・効率的整備の実施 • 国の河川整備計画策定過程への参加 • 都市計画、土地利用計画の策定・運用（市街化区域、建築規制等） • 管理施設での貯留施設や浸透施設の設置・維持管理 • 市区町村に対する雨水排水処理の指導 • 所管する災害のリスクアセスメント、リスク情報の通知および周知、公表 • 災害に関する警報、情報等の収集及び伝達 • 迅速な災害復旧の実施 • 市町・指定地方公共機関の防災活動の援助調整 • 水防体制と組織の確立強化、水防に関する市町への助言指導 • 災害リスク軽減、河川整備等に関する普及・啓発
	市区町村	• 市区町村レベルでの条例、制度や方針、目標などの基本的な枠組み、また事業主体に対する指導・監督 • 河川管理者（準用河川）として、各種計画等の策定、効果的・効率的整備の実施 • 国・県の河川整備計画策定過程への参加 • 下水道管理者としての雨水排水計画等の策定、効果的・効率的整備の実施 • 管理施設での貯留施設や浸透施設の設置・維持管理 • 都市計画、土地利用計画との整合 • 市マスタープランの策定・運用 • 開発地における雨水排水処理の指導 • 流域対策の推進、住民等による流域対策の普及支援 • 住民との連絡調整 • 災害に関する警報、情報等の収集及び伝達 • 避難の指示及び勧告、避難者の誘導並びに日案所の開設 • 水防組織の整備、資機材等の備蓄 • 各種ハザードマップの作成配布 • 災害リスク軽減、河川整備等に関する普及・啓発
学　識		• 学術的見解、知見、学識のインプット • 委員会等における議論の主導
民　間		• 河川整備、流域対策等に対する理解と協力 • 管理施設での貯留施設や浸透施設の設置・維持管理 • 防災、災害関連企業による災害リスク軽減等にかかる技術開発、研究 • 開発に伴なう雨水貯留・浸透施設等の設置、グリーンインフラ等の推進
住　民		• 河川整備計画策定過程への参加 • 河川整備、流域対策等に対する理解と協力 • 各戸での貯留施設や浸透施設の設置・維持管理 • 地域への防災活動への参加

また，統合はさまざまなレベルで実施され，表 2 に示す通り，計画レベルで実施される場合もあれば，事業レベルで実施される場合もある。

計画レベルでの統合が行われる場合，日本の都市の大半において特定される洪水リスクは外水氾濫と内水氾濫（複合型を含む）が主で，外水氾濫と内水氾濫を対象として統合されるケースが多い。代表的な取組みとしては，1979 年度に始まった「総合治水対策（対象 17 河川）」や都市部の河川流域における新たなスキームとして，河川区域以外の流域内でも河川事業者が治水対策を行うことなどが措置された 2003 年の「特定都市河川浸水被害対策法（対象 8 河川）」などがある。またこれらに該当しない河川（流域）であっても総合治水の基本概念に基づき，流域単位で任意の統合的なアプローチによる対策が推進されている。

一方で**下水道施設を所管する地方公共団体においては，近年の豪雨や浸水被害の頻発，地域社会のニーズ等の背景を受け，行政単位（行政独自）で豪雨対策計画，洪水対策計画等を策定している事**

例もある。本ナレッジノートで紹介する東京都豪雨対策基本方針や滋賀県流域治水基本方針，世田谷区豪雨対策基本方針（東京都）などもこの事例であり，河川整備と下水道整備，そして流域対策を含んだ方針や計画となっている。また近年は，住宅地や市街地の浸水被害の軽減を図るために関係する行政機関や住民（団体），民間企業が協働して実施する取組みを支援する「100mm/h 安心プラン」（2013 年度創設）などの国の事業もある。

事業ベースでの統合的なアプローチとしては，下水道セクターと河川セクターにおける放流協議や内外水氾濫一体型の水理解析の実施，ポンプ場の運転ルールの調整等があり，各々，連携や協働・調整等が行われている。

表 2 計画レベルでの統合と事業レベルでの統合

統合のレベル		統合のあり方、内容
計画レベル	流域単位でのアプローチ	• 総合治水対策（17河川） • 特定都市河川浸水被害対策法（8河川） • 総合治水の基本概念に基づく流域単位での任意の取組み など
	行政単位でのアプローチ	• 都道府県、市区町村など、行政単位でとりまとめられる豪雨対策基本方針、計画、流域治水対策 • 100mm/h安心プラン（登録制度） など
事業レベル		• 下水道セクターと河川セクターにおける放流協議、内外水氾濫一体型の水理解析の実施、ポンプ場の運転ルールの調整など • その他、事業実施及び工事実施等における各種、連携や協働・調整 など

民間部門は，各地方公共団体／都市における開発指導要綱や行政指導等を踏まえ，都市開発や宅地開発において雨水貯留浸透施設の設置等を行い，都市洪水リスク軽減の一端を担っている。同時に各地方公共団体／都市は，雨水貯留施設設置への補助金制度や税制優遇，容積率緩和などの施策を施し雨水貯留浸透施設の設置を行う民間企業の負担を軽減している。

学識者は気候変動等を含めた最新の洪水リスク等にかかる最新の科学技術の知見の集約や議論，委員会の主導のほか，各地域における都市洪水リスク管理に関連する施策や計画に対する知見や学識，学術的見解などのインプット，シミュレーション技術や施策の研究開発等を行い，統合都市洪水リスク管理に関わる専門知識，研究成果等を社会に還元し，また科学工学知識を政策決定や意思決定に活かすことにより，都市洪水リスク軽減に貢献している。

以上より**日本の統合都市洪水リスク管理は，都市における洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，国の法令や指針・ガイドラインに従い，特定された洪水リスクに対する河川，下水道，流域（都市計画／開発を含む）などの各セクターが連携や協働・調整・役割分担を行い，また，産官学民の各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことと定義される。**

なお上述のように，さまざまなレベル，アプローチにより統合的取組みが実施されているが，本ナレッジノートにおいては統合的アプローチの中でも，特に行政単位で豪雨対策計画，洪水対策計画等を策定している事例について紹介するものとし，従来から実施されている流域単位でのアプローチによる手法（総合治水対策や特定都市河川浸水被害対策法に基づく取組み）の紹介は別の機会に譲るものとする。

2.2 都市レベルでの洪水リスク管理計画

2.2.1 統合豪雨対策計画を有する日本の都市

地方公共団体において下水道計画を有する市町村数は約 1400（全市町村数の約 80%）あり，そのうち約 900 は雨水計画を有している[30]。本ナレッジノートで紹介する東京都，滋賀県，世田谷区以外にも大阪市，横浜市，京都市，福岡市，札幌市などの全国の主要な都市でこれらの計画や取組みが行われている[31]。

こうした方針や計画が策定されている理由は，都市によってさまざまであるが，近年の豪雨の激甚化等を背景に過去に甚大な内水氾濫被害が発生した都市や，地理的・歴史的経緯から水害に対する意識が高い都市，人口や資産が集中した主要都市，外水氾濫と内水氾濫の起因となる降雨に差異が少ない地域（都市）[32]，行政担当者の強力な主導があった都市，などにおいて策定されている。

2.2.2 統合豪雨対策計画の必要性

都市洪水リスクとしては大きく，河川からの洪水による外水氾濫，市街地等に豪雨が降った雨水の排水処理能力不足等により発生する内水氾濫，気圧低下による海水面の吸い上げ等により発生する高潮がある。特に近年の日本の都市においては，地面への雨水の浸透能力や保水・遊水機能の低下，短時間での豪雨の発生，排水処理能力の不足等による都市型水害が頻発している。直近の 2018 年の豪雨（図 2 参照）などにおいては，内水氾濫による浸水被害が西日本を中心に 19 都道府県 88 市町村で発生し，浸水戸数は全国で約 2.9 万戸そのうち内水被害が約 1.9 万戸にのぼった（国土交通省, 2018）。全国約 1600 地点のアメダス降水量情報によると，6 月 28 日 0 時～7 月 8 日 24 時までの間 50mm を超える 1 時間最大雨量は 102 地点，300ｍｍを超える 48 時間最大雨量は 189 地点で計測された（国土交通省, 2018）。同豪雨は，内水氾濫対策としての下水道が対象とする 1 時間降雨と河川水位が上昇する長期降雨が複合的に発生し被害に繋がったといえる（国土交通省, 2018）。

---

[30] 下水道統計 2015 年度版のデータを集計。

[31] 地方公共団体において河川整備と下水道整備を一体とした方針，計画を策定する法的責務はないため，任意の計画となっており，策定数などは不明である。

[32] 中小河川などの外水氾濫対策において計画の対象となる降雨規模と，下水道を主体とした内水氾濫対策の計画の対象となる降雨規模の差異が大きい場合は災害の起因や洪水特性が異なるため，処理量の分担などの定量的な統合は困難である。一方で，東京都の中小河川などのように両者の計画の対象となる降雨規模が時間降雨であるなど，その差異が小さい場合は共通の目標設定や処理量の分担がしやすく，計画論として定量的な統合もしやすい。

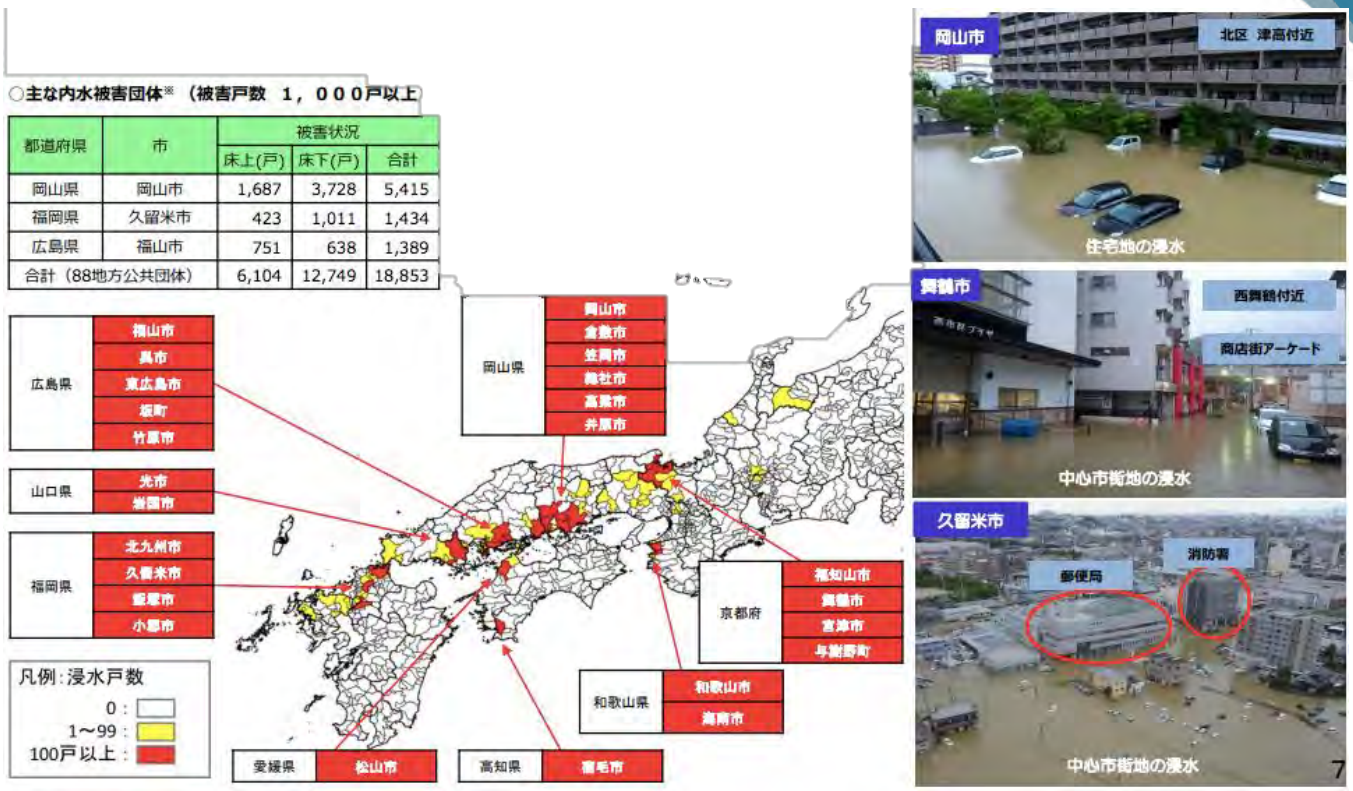


図 2 2018 年 7 月豪雨被害の概要（出典）（国土交通省, 2018）

一般に，外水氾濫が一旦発生する（しばしば低頻度であるが）と災害規模が比較的大きいためにその被害額も甚大なものとなるが，過去 10 年の全国の浸水被害棟数の合計は約 31 万棟でそのうち約 7 割が内水によるものとなっている（図 3 参照）（二川, 2007）。この理由としては，内水氾濫の発生が高頻度であることと，人口や資産が集中した都市部で発生し被害が大きくなっていることが考えられる。また，外水氾濫対策の堤防の整備が進んだ地域での内水氾濫が新たな課題となっている地域もみられる。なお図 4 は外水と内水の被害額の割合を比較したものであるが，内水氾濫は全国では約半分の被害額に対し東京都の被害額をみると，約 80%が内水氾濫によるものとなっている。

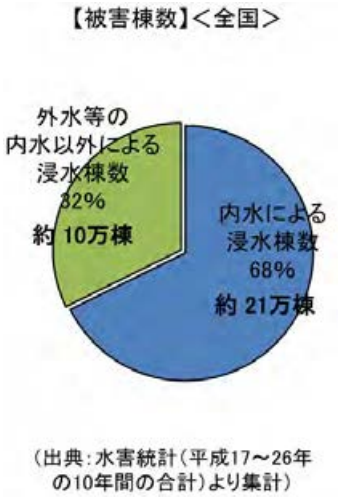


図 3 過去 10 年の全国の浸水被害棟数（出典）（二川, 2017）

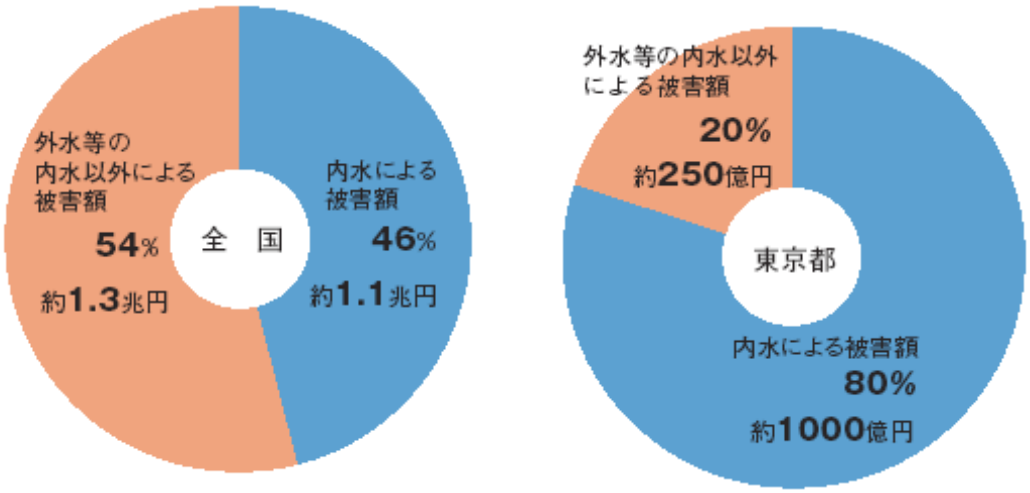


図 4 内水と外水の被害額の割合，1993 年から 2002 年に亘る 10 年間の合計

（出典）（国土交通省水管理・国土保全局, 2007）

このように**都市部においては豪雨による内水氾濫被害も甚大なものとなっており，都市部における豪雨対策計画を策定する際には内水対策計画も重要なものとなっている。**

さらに都市化と気候変動は図 5 に示す通り，都市化による表面流出増加と降雨量増加による負の相乗効果もあるといわれる。気候が変動し降雨量が増えて洪水量が多くなる。海面が上昇すると，洪水被害にさらされる低平地，危険地域が広がる。都市化が進むと悪影響を及ぼし合い，洪水被害がどんどん増えていってしまう（石渡, 2016）。

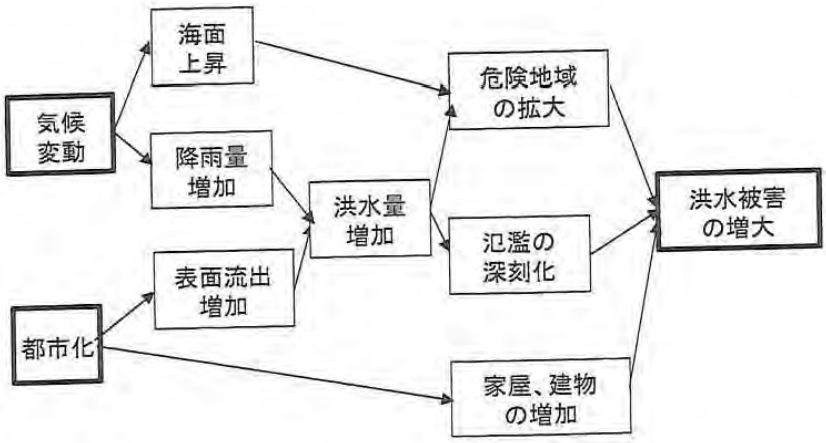


図 5 洪水被害の増加に係る気候変動と都市化の負の相乗効果（出典）（石渡, 2016）

なお気候変動シナリオに基づく日本の将来の降雨量，洪水流量，洪水発生確率の変化倍率の予測結果は国土交通省により分析されており，RCP8.5 シナリオでは 21 世紀末の各種変化倍率として，降雨量約 1.3 倍，流量約 1.4 倍，洪水発生確率約 4 倍になるとされている（図 6 参照）。

前提となる気候シナリオ	降雨量変化倍率（全国一級水系の平均値）	流量変化倍率（全国一級水系の平均値）	洪水発生確率の変化倍率（全国一級水系の平均値）
RCP8.5（4℃上昇に相当）	約1．3倍	約1．4倍	約4倍
RCP2.6（2℃上昇に相当）	約1．1倍	約1．2倍	約2倍

図 6 気候変動シナリオ（RCP8.5, RCP2.6）[33]に基づく降雨量，流量，洪水発生確率の予測結果（出典）（国土交通省 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会, 2019）

2.2.3 都市で対応する洪水の種類

都市におけるハザード，洪水リスクとしては，河川から水が溢れる外水氾濫，市街地等に豪雨が降った時に排水されずに浸水する内水氾濫，気圧低下による海水面の吸い上げ効果等により発生する高潮，地域によっては土砂災害などがあるが，日本の都市の大半において発生する洪水リスクは，外水氾濫と内水氾濫（複合型を含む）である。一方で高潮は沿岸に位置する都市に限定され，土砂災害は山間部近郊に位置する都市に限定される。また津波や台風は対象とするハザードの起因（地震，気象）が内外水氾濫とは異なる。

[33] RCP（Representative Concentration Pathways）は，将来の温室効果ガス安定化レベルとそこに至るまでの経路のうち代表的なシナリオで，IPCC はこの RCP シナリオに基づいて気候の予測や影響評価等を行っている。RCP8.5 は，シナリオ相互の放射強制力が明確に離れていることなどを考慮して，2100 年以降も放射強制力の上昇が続く「高位参照シナリオ」で，RCP2.6 は，2100 年までにピークを迎えその後減少する「低位安定化シナリオ」である。

そのため**統合的アプローチとしては，対象とするハザードの起因や現象が近い外水氾濫と内水氾濫（複合型を含む）が対象となることが多く，高潮や土砂災害，津波，台風等への対策についてはセクター別の計画に委ねられている。**

なお災害発生前後の対応や避難計画等を定める防災計画においては，各種災害が対象となっており，統合的な計画としてとりまめられている。

以上より本ナレッジノートにおいては，都市において懸念される洪水リスクのうち，河川から水が溢れる外水氾濫，市街地等に豪雨が降った時に排水されずに浸水する内水氾濫を対象とした統合計画を対象に分析整理し，紹介を行うものとする。

2.3 都市レベルでの洪水リスク管理計画づくり及び優先順位付け

2.3.1 目標設定

都市はどのように全体的な都市洪水リスク管理の目標を決定するのか。どのような意思決定ツールがあるのか。

日本においては，国民の生命，身体及び財産を災害から保護し，もって社会の秩序の維持と公共の福祉の確保に資することを目的とした災害対策基本法があり，**国，都道府県，市町村，指定公共機関等の防災に関する責務が明確化され，これらのセクターはそれぞれ防災に関する計画を作成し，それを実施するとともに相互に協力する等の責務があり，住民等についても自発的な防災活動参加等の責務が規定されている。**例えば，都道府県は当該都道府県の地域並びに当該都道府県の住民の生命，身体及び財産を災害（豪雨，洪水，高潮を含む）から保護するため，関係機関及び他の地方公共団体の協力を得て当該都道府県の地域に係る防災に関する計画を作成し，法令に基づいてこれを実施するとともに，その区域内の市町村及び指定地方公共機関が処理する防災に関する事務又は業務の実施を助け，且つ，その総合調整を行う責務を有するとされている。また市町村は基礎的な地方公共団体として，当該市町村の地域並びに当該市町村の住民の生命，身体及び財産を災害から保護するため，関係機関及び他の地方公共団体の協力を得て，当該市町村の地域に係る防災に関する計画を作成し法令に基づいてこれを実施する責務を有するとされ，さらに地方公共団体の住民に対しては，自ら災害に備えるための手段を講ずるとともに，自発的に防災活動に参加する等，防災に寄与するように努めなければならない，とされている。

これらは，都市に限らず，当該都道府県もしくは当該市町村の地域において，住民の生命，身体及び財産を保護し，社会の秩序の維持と公共の福祉の確保に資することを目的としており，都市における洪水リスク及び被害軽減を図ることを内含している。そのため，都市における洪水リスク及び被害軽減を図ることは，都市に係わるすべてのステークホルダーの共通の目的となっており，それがまず統合都市洪水管理の第一義の目的として設定される。

この第一義の目的を念頭に，都市における洪水リスク及び被害軽減のための具体的目標が設定される。洪水対策の目標設定は対象降雨等の外力条件を設定し，科学的根拠に基づくシミュレーションを用いたリスクアセスメント結果（ナレッジノート 1 参照）や過去の既往最大となる被害実績等を踏まえ，国の法令，指針，基準，目標，都道府県／市町村の方針・目標，委員会等を通じたインプット等の整合を図りながら，洪水発生後の洪水リスク及び被害の軽減を図っていくこと，もしくは災害発生時においてある一定の基準等（浸水被害防止，床上浸水等防止，生命安全）を満足することを念頭に，実現性，効率性，効果，インパクト，経済性等を踏まえて総合的に評価を行い，都市の統一目標が設定される。

例えば，東京都においては以下が目標として設定されている。

(1) 時間 60mm 降雨までは浸水被害を防止
(2) 年超過確率 1/20 規模の降雨（区部：時間 75mm 降雨，多摩部：時間 65mm 降雨）までは床上浸水等を防止
(3) 目標を超える降雨に対しても生命の安全を確保

滋賀県においてはどのような洪水にあっても，1) 人命が失われることを避け（最優先），2) 生活再建が困難となる被害を避けることを目標として以下が掲げられている。

- 比較的大規模な河川（流域面積 50km^2 以上）：戦後最大洪水規模相当
- 比較的小規模な河川（流域面積 50km^2 未満）：10 年確率降水（時間 50mm 降雨相当）
- 下水道（雨水，市町村）5～10 年確率降水（時間 50mm 降雨相当）

これらの目標は，関係機関等による会議，委員会等を通じて決定される。東京都では，東京都豪雨対策基本方針（改定）（平成２６年６月）を改定する中で，学識，都市開発と流域対策を所管する都市整備局，河川を所管する建設局河川部，下水道を所管する下水道局等から構成される豪雨対策検討委員会を通じて，さらに都民からの意見も踏まえ決定された。滋賀県においても同様に流域治水基本方針を策定していく中での関係機関等による会議を通じて決定されている。

どのようにして不確実性を取り扱うのか。

近年の気候変動に関する国際的な議論や，想定を上回るような豪雨災害の発生を背景に，常に計画や想定を上回るような外力が発生する危険性があることを強く認識し対処していくことが重要である。また激化する水災害に対処するため，**計画や想定を上回る事態を想定し，社会全体が想定外の規模，すなわち気候変動の影響を考慮した災害外力（＝日本では“想定し得る最大規模の外力”と呼んでいる）までの様々な外力についての災害リスク情報を共有し，施策を総動員して減災対策に取り組む**こと等が重要である。こうした考えに基づき，国土交通省では「施設の能力には限界があり，施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へと意識を変革し，社会全体で洪水に備え

る必要があるとし（国土交通省 水管理・国土保全局, N.d.），気候変動の影響を考慮した災害外力（＝想定最大規模の降雨）で起こり得る浸水想定区域を公表することとしている（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）。これは 2015 年に一部改正された水防法に準じた対応であり（Umeda, 2015），これらの変更・改善は，従来のハード対策の計画の規模を上回る近年の洪水に対応した取組みで（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015），都市における統合洪水リスク管理においても同様の対応が必要である。(気候変動の影響を考慮した災害外力（＝想定最大規模の外力）の考え方についてはナレッジノート 1 も参照）。

2.3.2 統合計画及び優先順位付け

都市はどのようにして様々なリスクを総合的に管理し，計画することができるのか。（セクター別措置，市町村境界，ガバナンス水準，洪水リスクの種類など）

設定された目標に従い，都市は所管する区域内（都道府県境界内，市町村境界内など）において，都市の開発政策，戦略とビジョン，各セクターのビジョン，予算，技術的実現可能性（土地利用可能性），委員会等からのインプットを踏まえ，各々，河川整備と下水道整備，流域対策等の各セクターにて負担する分担量や優先順位などが計画される。

都市が対象とする洪水リスクは，都市の特性，自然条件や地形条件，洪水特性等により特定され，河川が都道府県を跨ぐ場合などは，流域単位をベースとした河川流域の総合的な計画に基づき管理区間の外水氾濫リスクが対象となる。豪雨による内水氾濫リスクは，都市が所管する区域内において下水道整備や流域対策によるものとして分担量等が設定される。各セクターはこの分担量や優先順位に基づき，セクター毎の整備方針，整備計画，事業計画等を策定する。

具体的には，治水効果，経済性，実現性，効果の早期発現性等に基づいて，各セクターの流量分担や対象降雨規模等の共通目標を設定し，その分担量に基づき，各セクターは施策を推進する。この時，各セクター間において，例えば，流末の河川の整備規模に合わせて下水道施設の規模を制限するなど，共通目標を達成する上での施策の連携や調整，トレードオフ，各セクターの分担量の検討などは行うが，責任・負担上のトレードオフや優先順位付けは行わない。東京都の事例では効率性，実効性，経済性等の観点でセクター間の比較検討を行い，セクター分担量を決定している。また，目標設定と同時に目標を達成する基準を三段階に設け，強化地域とそれ以外の地域における達成基準に差を設けるなどして対策の選択と集中を図っている。

地方公共団体は洪水リスクに取り組むためのアプローチと対策をどのように計画し，優先順位付けするのか。 有効/制限要因（土地所有・利用可能性，財源，技術，標高など）は何か。

セクター分担や優先順位は，都市の特性，自然地形条件，河川特性，洪水特性などの洪水リスクを特定する基本的条件のほか，河川及び下水道の整備状況，土地利用可能性，経済性，財源等のさまざまな要因により設定される。

例えば，東京都では，市街化が急速に進んでいる東側の区部と農地や森林が比較的多く残る西側の多摩部に大きく分けられ，さらに東側区部の江東 5 区などはいわゆるゼロメートル地帯で地下水位も高くポンプ排水が必須であり，豪雨対策としてもポンプ整備（下水道施設）が重要である。土地制約等により，ポンプ場の整備が不可能な場合は雨水貯留池等が選択される。一方で，区部であっても西部には標高が高い地域が広がっており，時間 75mm 降雨以上の豪雨は都内の中小河川流域でも頻発している。こうした地域では利用できる土地の制約等から河道の拡幅ができず，少ない土地を高度利用した調節池や地下調節池の整備が進められている。下水道（雨水）も大深度における幹線整備（雨水排水機能の増強）が主体となっている。地域的には浸水被害や降雨特性などを踏まえ，甚大な浸水被害が発生している地域について，対策強化流域・対策強化地区として優先順位付けが設定されている。流域対策はこれらを補完するものとして時間 10mm 降雨の対応が割り当てられ，公共施設や民間施設への貯留浸透施設の設置や緑地の保全などが推進されている。

計画と優先順位付けのためのツールやアプローチ，ステークホルダーとの協議や合意形成， 費用便益分析とは何か。

計画と優先順位付けのためのツールとしては，ナレッジノート 1 で述べたリスクアセスメントや計画レベルでの費用便益分析がある。例えば，東京都では，セクター分担などの基本的枠組みを策定する際に，従来の治水対策（河道の拡幅及び下水道管渠の拡張）の流れに沿って対策する場合と，水を貯留する調節池等の流出抑制施設により対策する場合，流域において雨水を貯留・浸透させ洪水を軽減させる雨水流出抑制施設によって対策する場合などを想定し，経済性，土地利用可能性，実効性，整備水準等を含めて比較検討を行い，各セクターの分担量を決定している。

計画と優先順位付けのアプローチとしては，統合計画としてステークホルダーや地域との合意形成を図ることが重要であることから，合意形成が重要なアプローチとなる。日本ではこうしたプロセスにおいて，各流域委員会に類する委員会が設立され，ステークホルダー間や地域において合意形成が行われる。同委員会のメンバーは，河川管理者や下水道管理者，都市計画，住宅，土地，農業，道路など関係のある行政組織の部局のほか，学識関係者や必要に応じて NPO，市民等が加わる。例えば，東京都豪雨対策基本方針は「豪雨対策検討委員会」からの提言を踏まえて改定されており，同検討委員会は，学識者，東京都の都市整備部局，河川部局，下水道部局のメンバーで構成されている。住民に対しては素案の公表と意見の募集を行い，それらの意見を反映している。滋賀県においても同様で，協議会などステークホルダーとのコンセンサスを構築するプロセスを経て計画が策定されている。

都市は，計画や優先順位付けの過程で，さまざまなハード対策およびソフト対策の長所と短所をどのように理解しバランスをとっているのか。

都市における洪水被害及びリスク軽減という共通目標の下，セクターやステークホルダーごとに施策の優先順位等が事業計画レベルで策定される。施策の優先順位や段階整備，事業計画は，リスクアセスメントや被害想定をベースに費用便益分析が行われ，効率性，実現性，早期効果発現，各施策の強み・弱み，各施策の連携と補完，社会環境へのインパクト等のさまざまな要素を総合的に考慮し決定される。

各施策には特徴（長所と短所）がある。施策をハード対策とソフト対策に大別した場合，ハード対策はその施設が対象とする洪水リスクに対し非常に大きな効果を発揮するが，その整備に膨大なコストと期間を必要とする（行政主導のトップダウン・アプローチ）。一方でハザードマップ作成や避難訓練などのソフト対策は，ハード対策に比較し大きなコストと期間を必要とせず，人命損失を減らすことができ，ハード対策が整備されるまでの間洪水被害及びリスク軽減のための補完的機能を有する。またハード対策の整備中及び整備後において，想定外の災害等が発生した場合にもプラスに働く。しかしながら，ソフト対策は物的被害を軽減できない，習慣化・定着化しないと効果を発揮しないなどの短所も併せ持つ。

気候変動などの不確実性や想定外の災害に備えるためには，水と土地を賢くマネジメントすることが重要である。第一段階として，街や道路，発電所などの重要地域や施設は堤防で守る。第二段階として，構造物で守られないところが出てくるので，そうした危険地域には住まないもしくは洪水になっても困らないような施設に利用する，という考え方になる。スポーツ施設や公園，駐車場などであれば，大雨で使えなくてもそれほど困らないだろう。第三段階として，溢れてしまう洪水には避難体制を整えるなどコミュニティや社会の持つ防災力で対応する，ということになる（石渡，2016）。

具体的には都市計画や都市開発において洪水リスクが考慮されることが重要であり，ゾーニングや建築規制による洪水被害やリスクの軽減などが考えられる。洪水と土地利用のマネジメントの手法については，後述する滋賀県の計画（3.2 参照）の土地利用規制・耐水建築の義務付けで具体的な事例を示すが，日本の都市においては，大きく分けて都市計画等における制度的誘導や規制（都市計画区域の区分，立地適正化計画による区域の区分，建築基準法による規制や住まい方の工夫，開発規制など）による方法，心理的誘導（リスク情報の周知による移転や対策の促進，洪水警戒態勢の充実など）などがある。

都市計画法[34]は，都市の健全な発展と秩序ある整備を図るため広域的見地から定められる国土全体あるいは地方全体の開発計画や利用計画等の上位計画に沿った当該都市の「土地利用」，「都市施

[34] 詳しくは都市計画法を参照。

設」，「市街地開発事業」に関する計画を総合的かつ一体的に定めることによって，国土の均衡ある発展と公共の福祉の増進に寄与することを目的としており，都市計画区域内の土地利用の中で無秩序な市街化を防止し計画的な市街化を図るため，既に市街地を形成している区域（既成市街地）と概ね 10 年以内に優先的かつ計画的に市街化を図るべき区域を「市街化区域」，市街化を抑制すべき区域を「市街化調整区域」と区分している。洪水リスクに関しては，都市計画法施行令第八条二[35]の中で概ね 10 年以内に優先的かつ計画的に市街化を図るべき区域として原則，溢（いつ）水，湛（たん）水，津波，高潮等による災害の発生のおそれのある土地の区域を含まないものとすることが定められている。

また 2014 年 8 月に制度化された「立地適正化計画」は，都市計画法を中心とした従来の土地利用の計画に加え，居住機能や都市機構の誘導によりコンパクトシティ形成に向けた取組みを推進しようとしているもので，その中では居住等を誘導すべき区域等においては災害リスクの高い地域は除外するものとされ，当該区域においては河川や下水道等の整備や雨水貯留施設，浸透施設等の重点整備を推進する，住まい方の工夫を行う，当該区域の災害リスクを提示するとともに警戒避難体制の整備等の防災対策を検討することが考えられる。

建築基準法[36]では，地方公共団体は条例の中で，津波，高潮，出水等による危険の著しい区域を災害危険区域として指定することができるとし，災害危険区域内における住居の用に供する建築物の建築の禁止その他建築物の建築に関する制限で災害防止上必要なものは，前項の条例で定めるとされている 。これにより，地方公共団体は災害危険区域の居住用の建築物について，建築の禁止やその他建築物の建築に関する制限（住まい方の工夫）を，条例等を通じて指定することができる。建築基準法の災害危険区域の指定は，前述の都市計画法における災害リスクの高い地域などとして準用され，都市計画法，条例と一体となって運用されている。なお，前述した滋賀県の土地利用規制・耐水建築に関する事例は，これらの概念を具体化した先進事例といえる。

これらの制度は，既成市街地での適用は困難であるが，今後居住機能や都市機構の誘導によりコンパクトシティの形成を図る「立地適正化計画」の中では適用しうるものである。そのほか洪水リスクと土地利用のマネジメントに関連する事項としては，地方公共団体の条例による開発規制（開発に伴なう雨水流出抑制）（ナレッジノート 3 事例「事例 10　【流域対策】埼玉県の雨水流出抑制施設」参照）や高規格堤防によるまちづくりと一体となった堤整備（ナレッジノート 3 事例「事例 1　河川からの洪水リスクの軽減と都市開発の両立を可能とする河川整備【高規格堤防整備】小松

[35] 詳しくは都市計画法　施行令第八条二を参照。
[36] 詳しくは建築基準法　施行令第三十九条, 第四十条を参照。

川高規格堤防」参照）などがある。また地方公共団体の土地利用政策の中で，道路事業と連携した二線堤[37]の整備や市町村と連携した土地利用一体型水防事業[38]などの事例もある。

心理的誘導によるものは特定の法制度や施策等を指し示すものではないが，洪水リスク情報の周知により住民理解を促進し，住民自らが洪水リスク情報を元に自主的な住まい方の工夫（建物の耐水化対策等）を行うことを促進したり，不動産取引等における重要事項説明の項目として洪水リスク情報の開示の義務化（滋賀県（3.2 参照）は努力義務化），宅地建物取引業者による洪水リスク情報の把握の義務化（京都府は条例化）を図る取組みである。

このように強靭なハード対策とソフト対策の強化による各施策の強みと弱みの補完や洪水と土地利用のマネジメントにより，想定外の洪水被害及びリスクを緩和できる可能性がある。ハード対策が進んでも想定災害に備えるにはソフト対策が重要であり，ソフト対策への取組みも拡大していかなければならない。ハード対策によりある一定の規模の外力は防ぐことはできるが，それを超える洪水が起きれば完全に守ることはできない。

ハード対策とソフト対策のバランスや補完については，2011 年に発生した東日本大震災においても同様の教訓が得られている。東日本大震災では防災技術に限界があることが明らかになり，堤防があっても大きな被害が発生した。300km にわたり堤防が建設されていたが，高さは 10～15m 程度であった。津波は最大 16.7m に達し，多くの箇所で堤防の上を津波が乗り越え堤防の約 190km が倒壊した。壊れながらも津波のエネルギーを削ぎ避難のための貴重な時間を稼いだものの，構造物を過信する恐ろしさが明らかになった。堤防があるからと油断してしまったケースもあったとされている。その後の復興は，ソフト対策とハード対策を併せて対策が進められている。東北地方で都市を堤防で守ろうとすれば，15~20m の高さの堤防を作らなければならない。10 階建てのビルぐらいの高さになり，経済的にも環境・社会的にもとても受け入れられない。東日本大震災からの復興では，このようなメガダイク（大堤防）を作る案は早々に却下された。いろいろと議論を呼んでいる堤防建設だが，同じ規模の津波が来れば再び被災することになる。危ないところには住まない，高台に家を移転する，避難所や避難計画を作る，といったソフト対策も加えて津波被害を前提としたまちづくり，復興が進められている（石渡, 2016）。

2.3.4 合意形成及び役割分担

計画と優先順位付けプロセスにおける様々なステークホルダー間の合意形成と責任分担。地方公共団体は，このプロセスにおいて様々なステークホルダーをどのように調整し，関与させるのか。

[37] 本堤背後の堤内地に築造される堤防のこと。万一，本堤が破堤した場合に，洪水氾濫の拡大を防ぎ被害を最小限にとどめる役割を果たす。詳しくは http://www.thr.mlit.go.jp/yamagata/river/enc/words/05na/na-003.html を参照。

[38] 土地利用一体型水防災事業は，洪水被害がたびたび生じているにもかかわらず，早期の治水対策が困難である地域において，早期の安全度の向上を図るため，土地利用状況等を考慮し，一層効率的・効果的な家屋浸水対策を行うもので，山間部や地方都市等において，輪中堤，宅地嵩上げ，小堤，浸水防止施設，貯留施設の整備等がなされる。

統合都市洪水リスク管理のような各セクター・ステークホルダーを跨ぐ，分野横断的・統合的アプローチを推進していくためには合意形成が必須であり，そのメカニズムとして流域委員会（River Basin Committee）等が挙げられ，都市，河川，下水などのセクター間，また異なる地方公共団体間，地方公共団体内の各部局間での調整や合意形成が図られている（Ishiwatari, 2016）。

地方公共団体内での連携や合意形成のためには東京都の事例として，河川と下水道セクターによるリスクアセスメントや計画策定のための合同会議，河川と下水道の一体型シミュレーションの開発と運用，定期的な人事交流などが挙げられる。

統合都市洪水リスク管理の投資計画と優先順位付けのために，都市，民間部門，市民の間で共有されてはいるが，差異のある責任とは何か。計画と優先順位付けプロセスを通じて民間セクターが関与できる方法は何か？ 統合都市洪水リスク管理実施中の公的部門と民間部門の関与と役割分担にどのように影響が及ぶのか。

日本では政府，特に国土交通省では，洪水リスク管理投資の計画及び優先順位付けの過程で地方公共団体を支援するという重要な役割を果たしている。国土交通省にはこれらの施策を実施するために必要な高度な技術と財源がある一方で，地方公共団体の中にはそれらの十分な資源がないところも存在することを認識しているからである。さらに，各都市の状況は固有のものであるが，都市特性，地理・地域特性及び関連する洪水リスクの特性に基づいて地域間で共有できるさまざまなアプローチがある。そのため政府は，都市洪水リスク管理の課題を解決する統合的アプローチの一貫性と有効性を確保するために重要な役割を果たしており，都市洪水リスク管理投資計画を策定する際に地方公共団体が必要とする条例を作成するための法律やガイドラインを整備している。また国土交通省は，各地域の都市洪水リスク管理協働体制を構築し合意形成を図るプロセスにおいて，現地の河川事務所が合同委員会の事務局や座長を務めたり，都市洪水リスク軽減計画案の原案を作成したり，各地方公共団体／都市に対し助言を行うなど，重要な役割を果たしている。

計画と優先順位付けの過程で調整された結果，関与することになるステークホルダーのタイプは，洪水リスク管理アプローチと調査された投資措置によって異なる。また，都市洪水のリスクが増大し，多様化していることを考えると，公共部門（国・地方公共団体）だけでは都市洪水のリスクを完全に管理・軽減することはできない。したがって都市は，洪水リスクの軽減と管理に向けた統合的な協働への関与を議論するために，企画や優先順位付けの過程で積極的に民間部門や地域社会の様々なステークホルダーと関わっている。各地方公共団体／都市はその地域における開発指導要綱などにより，都市開発を行う民間企業や UR 都市機構[39]などの公的機関に対し，雨水貯留浸透施設

[39] UR 都市機構（独立行政法人都市再生機構）は，大都市や地域社会の中心となる都市における市街地の整備改善や賃貸住宅の供給支援や管理を主な目的とした独立行政法人（公的機関）である。詳しくは https://www.ur-net.go.jp/aboutus/index.html を参照。
本文中では独立行政法人都市再生機構について，その前進である機関名も含めて UR 都市機構と表記する。前進である機関名とは，日本住宅公団（1955 年・昭和 30 年発足），宅地開発公団（1975 年・昭和 50 年発足），住宅・都市整備公団（1981 年・昭和 56 年発

の設置などの行政指導を行い，都市洪水リスクの軽減を図っている。同時に各地方公共団体／都市は，雨水貯留施設設置への補助金制度や税制優遇，容積率緩和などの施策を施し，雨水貯留浸透施設の設置を行う民間企業や公的機関への負担を軽減している。表 3 に災害種毎の主な施策メニューと，各ステークホルダーの役割分担を整理する。日本はこの責任・役割分担に応じての施策が実施され，統合されている。

表 3 主要な統合都市洪水リスク管理施策と主なステークホルダーと役割分担

	対策	投資計画と優先順位付けに関わる主なステークホルダー
外水氾濫	河川改良 (堤防など)	国土交通省 (基準作り，資金提供); 地方公共団体(資金調達，計画)
	調整池／公園	地方公共団体 (合意形成，資金提供，計画); 民間企業(資金調達，設計)
内水氾濫	下水道改良	国土交通省 (資金提供，基準作り), 地方公共団体(合意形成, 資金調達，計画)
	地下貯水槽	国土交通省 (基準作り); 地方公共団体 (基準の適用，啓蒙); 公立学校 (実施場所); 民間企業 (基準の適用, 資金調達 / 官民連携)
	雨水利用	地方公共団体 (基準の適用　啓蒙), 民間企業 (基準の適用, 資金調達/ 官民連携); 地域社会(合意形成, 資金調達，実施)
	保水池	国土交通省 (基準作り); 地方公共団体 (基準の適用); 民間企業 (基準の適用, 資金調達 / 官民連携)
	グリーンインフラ	国土交通省 (基準作り); 地方公共団体 (基準の適用，啓蒙); 地域社会 (合意形成 と実施); 民間企業 (対話と実施)
高潮	防波堤など	国土交通省 (資金提供と基準作り); 民間企業 (基準の適用, 資金調達 / 官民連携)
複合洪水	早期警報及び避難	国土交通省 (基準作り); 地域社会(合意形成; 啓蒙; 実施)
	土地利用，ゾーニング，建築基準	国土交通省（基準作り） 地域社会（合意形成と実施） 民間企業（対話と実施）

市民や脆弱なコミュニティの参加計画や合意形成の課題と機会は何か。

足），都市基盤整備公団（1999 年・平成 11 年発足）及び，この都市基盤整備公団と統合し独立行政法人都市再生機構を組織した，地域振興整備公団（1974 年・昭和 49 年発足）を示す。詳しくは https://www.ur-net.go.jp/aboutus/history.html を参照。

統合都市洪水リスク管理の施策の推進に際しては，地方公共団体の部局間（セクター間を含む）の連携のほか官と民の連携もみられる。例えば，雨水貯留浸透施設の設置など流域対策は都市において広域的，面的に実施する必要があるが，地方公共団体のみで対策を実施していくことは財源などの面から困難である。そのため地方公共団体は行政指導と補助金の支給を行うことで，民間の資金・協力による雨水貯留浸透施設の整備促進を図っている。各戸における雨水浸透桝や雨水貯留タンクの設置など，住民に対する行政指導と補助金の支給もある。このように行政だけでなく，民間や住民も一体となって都市の洪水被害及びリスク軽減目標の達成を図っている。

このような雨水貯留タンクの設置など，流域対策などにみられる地区レベルやコミュニティレベルでの住民と一体となった取組みは，住民参加型のボトムアップ・アプローチとして合意形成と同時に，意識の醸成や啓発にも繋がる。ハード対策等にみられる行政主導のトップダウン・アプローチだけでなく，流域対策を推進していくためにはこのようなボトムアップ・アプローチも効果的である。

3 統合都市洪水リスク管理計画作成及び優先順位付け

統合都市洪水リスク管理計画の事例としては，日本及び世界においても類を見ず内外水氾濫の洪水リスクが高く，世界的にも人口・資産が高度に集中した大都市において土地利用等の制約がある中，高度化された効率的・効果的な洪水対策が実施されている東京都，日本の地方中核都市を有し，人口・資産が日本の中程度で，比較的土地利用等に余裕があり土地利用や建築規制を含めた先駆的な洪水対策を実施している滋賀県，市町村レベルの基礎自治体で商業地域や閑静な住宅街・自然・農地を適度に有し，住民や地域を巻込んだボトムアップ・アプローチによる流域対策の取組みが盛んな世田谷区の **3 事例について，その統合都市洪水リスク管理計画 について分析と紹介を行う。**

3.1 東京都の事例

3.1.1 紹介

東京などの大都市圏が大規模水害に襲われた場合，社会経済の中枢機能の集積地が水没して甚大な被害が発生するとともに，その被害が全国さらには世界にまで波及し未曽有の被害が発生するおそれがある（国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部, 2017）政治，行政，経済の中心組織が集中している。大規模水害発生時には，帰宅難民，長期の停電・断水・ガス供給の停止，通信機能の麻痺，長期にわたる電力不足や計画停電の発生，水・食料・燃料の不足，国際社会や市場への影響，物流機能の支障など，被害は挙げきれず日本全体が大混乱に陥る。インフラ復興まで時間がかかると，経済的なダメージも計り知れず，東京湾での大規模な高潮などによる資産被害と経済被害を合計すると 100 兆円，荒川の大規模洪水などでは 60 兆円を超えると想定されている（土木学会

平成 29 年度会長特別委員会 レジリエンス確保に関する技術検討委員会, 2018）。そのため，日本の首都東京における豪雨対策は日本にとっても世界にとっても非常に重要なものとなっている。

また東京は豪雨対策だけでなく，都市基盤や生活・文化，環境などの各分野で先駆的な取組みを実施し，内水対策である下水道施設などで培ってきた技術についても下水道管の老朽化に対して道路を掘ることなく下水を流しながら下水道管の再構築ができる更生工法（ナレッジノート 4 参照）などが欧米諸国を中心に広く展開されるなど，東京都は洪水対策を実施する上で様々な課題を乗り越えるべく，計画論や新たな技術や手法を生み出し世界に誇れる都市排水システムを築いている。また東京都の機関ではないものの，雨水貯留浸透技術協会[40]にはアジアモンスーン地域等からの雨水貯留浸透技術や雨水活用技術に関する問い合わせや引き合いも多い。東京都を事例とし，こうした知見やノウハウを同様の課題を抱える国や地域の発展に寄与させることは有意義であると考えられる。

以上を念頭に本ケーススタディは，人口・資産等が高度に集積した大都市（首都）における統合都市洪水リスク管理の代表事例として紹介する。東京都における治水対策は，都市開発や日本の経済成長に伴って発展してきている。河川，下水道などのセクターによる役割・責任分担から，気候変動等の不確実性への対応まで，都市洪水リスク管理の統合的な計画策定までの一連の経緯や考え方が明確である。

特に，本ケーススタディは以下の点で特徴的である。

1) 洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，河川，下水道，流域（都市計画・開発を含む）などの各セクターが連携や協働・調整・役割分担を行い，また産官学民の各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことにより，統合的な計画が策定されていること

2) 統合的な計画策定のツールの一つとして，河川と下水道の一体型シミュレーションの開発と運用が行われ，リスクアセスメントや優先地域の設定，計画策定や調整等に関連して合同会議等が頻繁に行われていること

3) これらの合意形成，意思決定を成すためのさまざまなツール・アプローチ（費用便益分析，合同会議，一体型シミュレーションの運用，学識の参加，都民からのパブリックコメント，さまざまなインセンティブシステム，制度整備，人材交流等）が確認されること

3.1.2 歴史と背景

3.1.2.1 背景

東京都は市街化が急速に進んでいる東側の区部，農地や森林が比較的多く残る西側の多摩部に大きく分けられる。現在，東京都内の市街化は，区部において 90%前後，多摩地域において 30%～80%を示し，農地や森林が失われる形で急速に進んできた。その結果，区部に降った雨は地中に浸

[40] 詳しくは https://arsit.or.jp/profile を参照。

透せず，河川・下水道へ一気に集まる状況にあり，浸水被害が頻発している。東京都においては近年，時間 50mm 降雨を超える豪雨が増加しており，この増加傾向は地球温暖化やヒートアイランド現象などの影響も考えられることから今後とも継続するおそれがある。

時間 50mm 降雨を超える豪雨が発生する地域は一部地域に偏在し，区部西部付近や多摩西部に集中する。特に強い雨である時間 75mm 降雨以上の豪雨は，都内の中小河川流域でも頻発している。昭和 60 年代に入ると中小河川や下水道による時間 50mm の降雨に対応する施設の整備が進み，浸水被害は大きく減少したため浸水被害 1 万棟を超えるような水害は近年発生していないが，数年に 1 回程度は浸水棟数が 6,000 棟を超えるような浸水が起きている。

2005 年 9 月の豪雨では区部西部を中心に時間 100mm 降雨を超える集中豪雨となり，神田川や石神井川など 8 河川で溢水し，都内の浸水被害が 5,827 棟に及び大きな被害となった。また 2008 年 8 月には，町田市を中心に約 300 棟，2010 年 7 月には板橋区や北区を中心に約 800 棟が浸水被害を受け，2013 年 7 月には世田谷区や目黒区を中心に約 500 棟が浸水する等これまでの計画降雨（時間 50mm 降雨）を超える豪雨により依然として浸水被害が発生している。

3.1.2.2 治水計画の歴史

図 7 に治水計画の策定の経緯と各種計画の概要を示す。

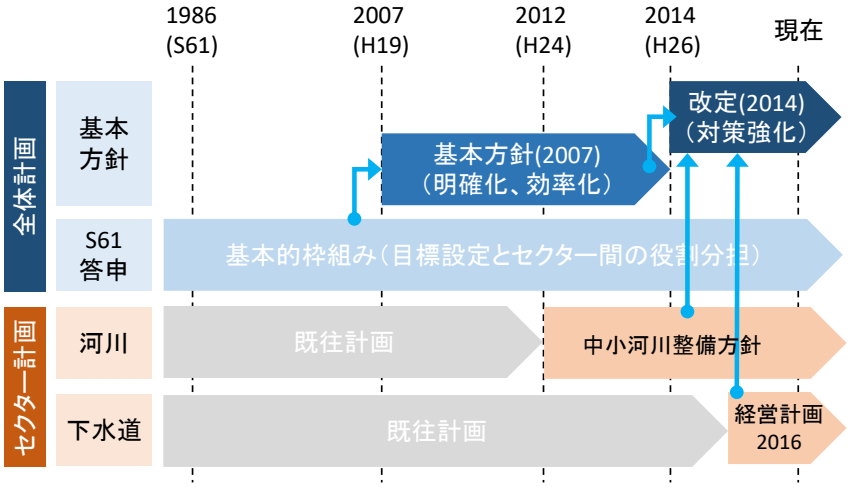


図 7 東京都における豪雨対策関連計画策定の流れ[41]

① 61 答申（1986 年）

東京都においては，上述した都市化に伴う浸水被害の頻発と国が掲げた総合治水対策事業の流れを背景に 1983 年より検討を開始し，前述した通り 1986 年（昭和 61 年）7 月には「61 答申」をとり

[41] 東京都ヒアリング結果を元に整理。

まとめている。この答申では東京都が進めるべき治水対策として，目標の設定とセクター間の役割分担が行われ，都の治水対策の基本的な枠組みが策定された。

61 答申では，目標値の設定のほか河川整備や下水道整備に加え，流域対策を実施していくこととし，目標とする整備段階として，暫定計画，既定計画，長期計画，基本計画の 4 つの水準が示された。河川整備及び下水道整備は時間 50mm 降雨を分担し流域対策については，一定の治水効果を期待するには長期を要するため，将来的な目標治水水準である「基本計画」の中で流域平均 10mm 程度を分担するとされた。

② 東京都豪雨対策基本方針（2007 年）

ついで 2007 年 8 月には 61 答申の考え方及び目標治水水準を基本としつつ，整備状況の進捗等を踏まえ（用地取得等の困難さや各種調整作業に時間を要し当初計画の通りには整備が進まないため），治水対策の明確化と効率化，促進に向けた豪雨対策の役割と長期見通しの再設定が行われ“東京都豪雨対策基本方針”が策定された。基本方針では 10 年後の目標と長期見通し（概ね 30 年後）を見据え，対策促進エリアが具体化され治水対策の進め方が明確にされた。

③ 中小河川における都の整備方針（2012 年）

2012 年 11 月には 2008 年の豪雨災害等を受け，学識者等から成る検討委員会がとりまとめた「東京都内の中小河川における今後の整備のあり方について」の提言を受け，東京都が「中小河川における都の整備方針」を策定した。検討委員会からは，地域の降雨特性を踏まえた対応と目指すべき目標整備水準の引き上げに対する提言がなされ，それを受けて東京都は，実績降雨による検証とともに中小河川における整備方針を設定した。

④ 経営計画 2013, 2016（東京都下水道事業）

東京都における下水道の整備は，1995 年度末に区部[42]では 100%普及概成［全体人口 900 万人（2013 年度末）（東京都下水道局, 2014）］に至り，多摩地域の普及率も現在 99%［全体人口 416 万人（2013 年度末）］に達し，下水道管の総延長は約 1 万 6 千 km にまで及び，水再生センターは 20 カ所，ポンプ所は 86 カ所を数える（経営計画 2016 とりまとめ時点）。一方で近年の社会状況等の変化に伴って，下水道には新たな課題の解決が求められている。急速に進行する下水道施設の老朽化に対応すべくアセットマネジメントなどの新しいオペレーション・メンテナンスの手法の開発や，近年頻発する局地的な集中豪雨などに対応した幹線整備など，短時間に処理能力を向上させる手法の開発等に取り組む必要がある。こうしたことから，下水道施設の再構築や浸水対策，その他下水道施設を課題解決のために必要な施設の整備を確実に進めるとともに，維持管理の充実

[42] 東京都区部（とうきょうとくぶ）は，東京都の 23 の特別区から構成される地域。区部をひとつの地方公共団体と見なせば日本最大の都市で，世界では第 24 位。都区部を中心とした東京大都市圏は 3700 万人以上を有する世界最大の都市圏である。多摩地域は，東京都のうち，区部（旧東京市）と島嶼部（伊豆諸島・小笠原諸島）を除いた市町村部を指し，東京都民の約三分の一がこの地域に居住している。

に努めるべく，2013 年度から 2015 年度までの 3 年間の方針をとりまとめた「経営計画 2013」を策定し，直近では 2016 年度から 2020 年度までの 5 年間の指針として「経営計画 2016」を策定している。

⑤ 東京都豪雨対策基本方針改定（2014.6）

“東京都豪雨対策基本方針（改定）（2014 年 6 月）”は以上の流れを受け，2007 年に策定した基本方針からレビューを行い，豪雨へのより一層の対策強化を図るものとして以下 4 点について改定された。特にこれまでの目標水準は特定の地域（大手町）の降雨データに基づき都内一律にされていたが，「八王子市」の降雨データが蓄積されたことから，区部と多摩地域に分けて設定し地域特性や降雨特性を考慮した目標降雨が設定されたこと，優先地域についてより具体的な評価や強化が策定されたこと，などが挙げられる。

なお改訂版の基本方針は，学識，都市開発と流域対策を所管する東京都都市整備局，河川を所管する建設局河川部，下水道を所管する下水道局等から構成される豪雨対策検討委員会が主体となり，都民からパブリックコメントを募る形で改定が行われた。

1. マイクロクライメイトや地理条件によって異なる地域別の降雨特性を考慮して目標降雨を設定
2. 河川・下水道の整備において，浸水被害や降雨特性などを踏まえ甚大な浸水被害が発生している地域について，優先的に強化していく区域として「対策強化流域」・「対策強化地区」を設定
3. 大規模地下街の浸水対策計画の充実など，減災対策の強化
4. 豪雨対策を確実に達成できるよう，長期見通し（概ね30年後）をイメージした上で，現在から10年後（2024年）までの取組みの設定

3.1.3 目標設定

基本方針（改定）（平成 26 年 6 月）における目的と目標

東京都における豪雨対策は，上述のプラニングの歴史から分かるように大体 10 年～20 年に一回見直されている。現時点における豪雨対策は，概ね 30 年後の姿を見通し「水害から都民の生命を守る」，「出水時も必要不可欠な都市機能を確保する」，「水害による財産被害を軽減する」 という３点を目的とし，目的を達成するための基準として「一定降雨までは浸水させない」対策に加え，「局地的な集中豪雨時の浸水被害を最小化する」 対策の強化が必要と考え，「〔基準１〕浸水被害防止」「〔基準２〕床上浸水等防止」「〔基準３〕 生命安全」 という基準を設定して， それぞれの基準に対して目標を設定し， 豪雨対策を推進している。豪雨対策の目標とする降雨は，降雨に対する安全度を区部・多摩地域一律とし，年超過確率 1/20 規模の降雨に設定し，以下の通りとしている。

(1) 時間 60mm 降雨までは浸水被害を防止
(2) 年超過確率 1/20 規模の降雨（区部：時間 75mm 降雨，多摩地域：時間 65mm 降雨）までは床上浸水等を防止
(3) 目標を超える降雨に対しても生命の安全を確保

また豪雨対策を実施する上では，治水機能のほか「効率性」と「実現性」を確保し，「目的と直結した分かりやすい目標を設定」するとともに，「公・民の役割分担を明確化」し豪雨対策を実施していくこととしている。

日本の都市における内水氾濫対策目標

日本における内水氾濫対策（下水道）の対象降雨規模

日本における内水氾濫対策（下水道雨水計画）における降雨強度を概観すると，下図に示す通り概ね時間 50mm 降雨前後に集中する。降雨強度が大きい都市は，沖縄，高知，長崎，三重などの豪雨地域で，東京都，横浜市，名古屋市，大阪市，神戸市，福岡市などの全国の主要都市も，それぞれ東京都（区部）：時間 75mm 降雨（強化対策地域），横浜市：時間 74mm 降雨，名古屋市：時間 60mm 降雨，大阪市：時間 60mm 降雨，福岡市：時間 79.5mm 降雨など，比較的大きめの値が採用されている。

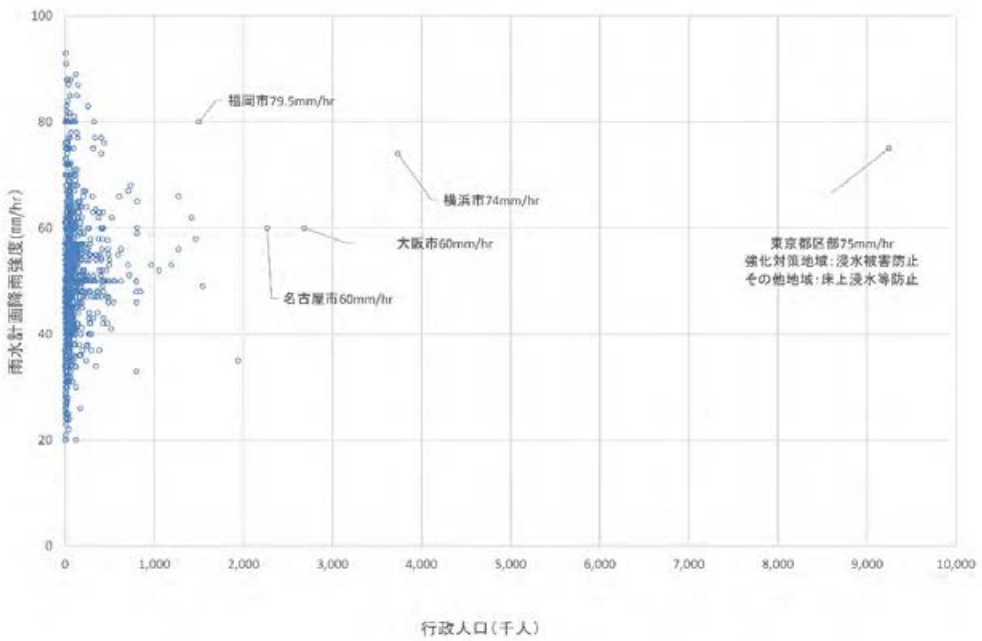


図 8 下水道雨水計画における降雨強度の分布[43]

[43] 「2015 年度版 下水道統計 公益社団法人 日本下水道協会」のデータを一部更新して作成。

3.1.4 統合計画作成及び優先順位付け

3.1.4.1 計画づくり

東京都における統合都市洪水計画管理のプロセスは，本ナレッジノートの冒頭に示した。

ステップ 1：目標設定

都全体としての目標達成に向けた，セクターごとの目標・ゴールの設定

ステップ 2：統合計画作成及び優先順位付け

セクターごとに目標達成のためのオプションの検討・選択

ステップ 3：セクター別の計画作成と優先順位付け

プロジェクトごとの目標・オプションの検討・選択

というプロセスに沿って策定されている。

ステップ 1 としては東京都における治水対策の目標，セクター分担などの基本的枠組みとして，昭和 61 年 7 月の「61 答申」の際に策定された。「61 答申」では，計画レベルでの経済分析により治水施設整備の主要な柱，基本計画が策定された。なお既定計画（河川整備・下水道整備）は河川整備，下水道整備のいずれも時間 50mm 降雨を目標としているが，そもそも河川と下水道では機能が異なるため，両セクター間における分担量のトレードオフや責任の分担等は無い。

ステップ 2 としては「61 答申」の基本計画に基づき最新の基本方針（改定）として，概ね 30 年後の中間目標として河川整備（流下施設）・下水道整備にて時間 50mm 降雨，河川整備（貯留施設）・下水道整備および家づくり・まちづくり対策で時間 15mm 降雨（多摩地域は時間 5mm 降雨），流域対策で時間 10mm 降雨を分担し，各セクターにおけるメニューが位置付けられている。また，各セクターにおいて優先順位付けが行われ過去の浸水被害状況，降雨状況（豪雨の発生頻度），流域特性（人口，資産額などの被害ポテンシャル），対策状況などを評価し，対策強化流域・強化地区が選定されている。なお統合的な計画策定のツールの一つとして，河川と下水道の一体型シミュレーションの開発と運用が行われている。

ステップ 3 としては各プロジェクトや事業ごとの目標・オプションの検討・選択を行うもので，事業ベースでの費用便益分析や対策の比較検討などがある。

これらのプロセスにおいては，合意形成，意思決定を成すためのさまざまなツール・アプローチ（費用便益分析，合同会議，一体型シミュレーションの運用，学識の参加，都民からのパブリックコメント，さまざまなインセンティブシステム，制度整備，人材交流等）が用いられている。

以下に，ステップ 1 とステップ 2 をより具体的に整理する。

ステップ 1 としては東京都における治水対策の目標，セクター分担などの基本的枠組が，昭和 61 年 7 月の「61 答申」の際に策定された。「61 答申」では，河川の河道拡幅方式及び下水道の管きょ拡張方式を中心とした従来の治水対策については，経済性等から既定計画のレベルである時間 50mm 降雨対応にとどめ，それを上回るレベルについては貯留施設や流域対策により対応していくことが治水施設整備の主要な柱，基本計画として位置付けられた。

基本計画では将来備えることが望ましい規模として，数百年に 1 回発生する降雨に対処できる治水水準として時間 100mm 降雨対応にすることとされ，時間 50mm 降雨を河川及び下水道整備，時間 40mm 降雨を地下河川，調節池及び下水道施設等の貯留施設，時間 10mm 降雨を流域対策にて対応するものとした。各分担量は，効率性・実効性・経済性等の観点から比較検討が行われ，最適解として設定された。 また基本計画を将来計画とし，長期計画が位置付けられ，このようなフェージング（段階計画）は東京都の統合都市洪水リスク管理の計画の一つの特徴である。

具体的には，基本計画策定時に河川及び下水道整備に関して，従来からの東京都の中小河川及び下水道の整備は既定計画として，ともに 3 年に 1 回程度発生する降雨を計画規模として河川は河道拡幅方式，下水道は管きょの拡幅やバイパス管設置などの管きょ増強方式によって，かなりの用地取得及び護岸・管きょ等の整備が行われ，対象事業を都市計画決定して進めている状況にある。時間 50mm 降雨の治水対策としては，他の方式によるよりも現行方式で既定計画を完了させるほうが経済的・効率的であると判断され，河川及び下水道整備にて時間 50mm 降雨に対応することが基本計画における治水施設整備の主要な柱の一つとして位置付けられた。次に，基本計画として，将来備えることが望ましい数百年に 1 回発生する降雨に対して対処するものとして，河道拡幅による場合，洪水流出抑制施設（洪水調節池）による場合，雨水流出抑制施設（流域対策）による場合の比較検討が行われた。その結果，雨水流出抑制施設（流域対策）が最も安価となったことから，流域においてできるだけ雨水流出抑制施設によって雨水流出を抑制する必要性が確認され，同時に公共施設用地等の制約から時間 10mm 降雨が流域対策の分担量として設定された。基本計画では，時間 100mm 降雨を目標としていたことから，前述した既定計画（河川整備・下水道整備）により時間 50mm 降雨，流域対策による時間 10mm 降雨が分担され，残りの時間 40mm 降雨は洪水流出抑制施設（洪水調節池）にて対応することが基本的枠組みとして設定された（図 9 参照）。なお，既定計画（河川整備・下水道整備）は河川整備，下水道整備のいずれも時間 50mm 降雨を目標としているが，事業ベースでの放流調整などの連携や調整などはあるものの，両セクター間における分担量のトレードオフや責任の分担等は無い。これは，そもそも河川と下水道では，河川は水を安全に海に流す機能を有し，下水道は河川などの流末まで安全に水（雨水）を流す機能を有し，各々機能が異なり代替できないためである。そのため，都市洪水リスク及び被害軽減という共通目標の下，河川，下水等の各セクターが時間 50mm 降雨対応を目標として施設整備を行うものである。

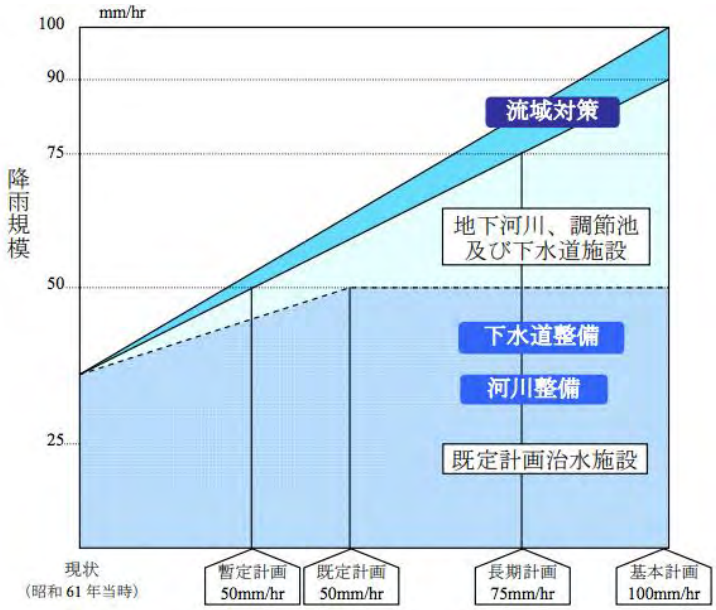


図 9 61 答申における目標値の設定とセクター分担（出典）（東京都都市整備局, 2014）

ステップ 2 としては，「61 答申」の基本的考えに基づき，概ね 30 年後の中間目標として河川整備（流下施設）・下水道整備にて時間 50mm 降雨，河川整備（貯留施設）・下水道整備及び家づくり・まちづくり対策で時間 15mm 降雨（多摩部は時間 5mm 降雨），流域対策で時間 10mm 降雨を分担し，

- 時間 60mm 降雨までは浸水被害を防止
- 年超過確率 1/20 規模の降雨（区部：時間 75mm 降雨，多摩地域：時間 65mm 降雨）に対し床上浸水等を防止
- 目標を超える降雨に対しても生命安全を確保

するものとし，最新の基本方針（改定）として策定された（図 10 参照）。都市洪水被害及びリスク軽減という共通目標の下，各セクターの取組みはセクターごとの目標値と役割・責任分担及び各セクターが有する投資資源（技術，人員，財源）に基づいて推進されている。共通目標を達成するため，また各セクターでは機能が異なるため，セクター同士での優先順位付けやトレードオフ等の調整はなく各セクターの取組みは適宜，推進されている。なお各セクター内のオプション・施策は図 11 に示す。

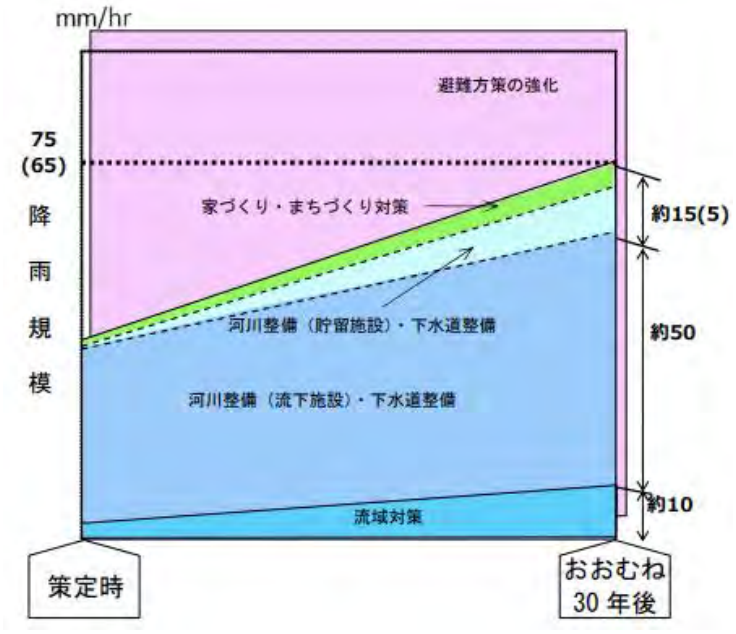


図 10 基本方針（改定）における各対策の役割分担のイメージ図
（出典）（東京都都市整備局, 2014）

3.1.4.2 都市洪水対策

基本方針（改定）における豪雨対策のメニューを図 11 に示す。流域対策（雨水流出抑制），河川整備・下水道整備，家づくり・まちづくり対策，避難方策の 4 つに区分され，個別メニューが体系付けられている。また，個別メニューにはハード対策とソフト対策が含まれている。

これらのメニューは，前述した図 10 の各対策の役割分担に対応しており，図 10 でいう「流域対策」は，図 11 の「公共施設への貯留浸透施設設置」，「民間施設への貯留施設設置」，「緑地の保全」が該当し，以降，各々「河川整備（流下施設）・下水道整備」は「流下施設の整備」が該当し，河川整備（貯留施設）・下水道整備」は「貯留施設の整備」が該当し，「家づくり・まちづくり対策」は「情報周知（浸水危険度・対応策）」，「地下空間への浸透対策」，「高床建築の推進」が該当し，「避難方策」は「情報周知（降雨・水位等）」，「避難体制強化」が該当する。これらの各セクターにおける取組みは，都市洪水被害及びリスク軽減という共通目標の下，各セクターの目標値と役割・責任分担及び各セクターが有する投資資源（技術・人員・財源）に基づき，費用便益分析等を通じて決定され実施されている。

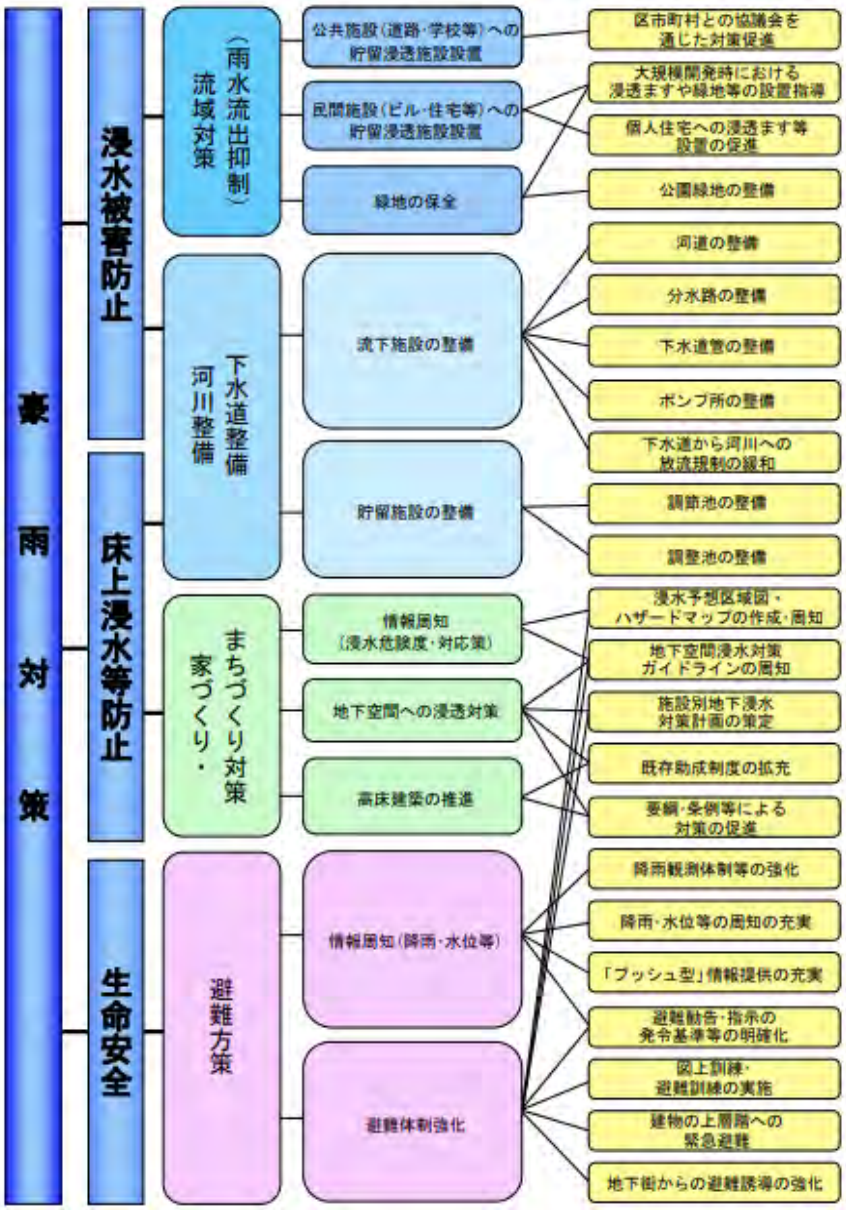


図 11 豪雨対策メニュー

（出典）（東京都都市整備局, 2014）

河川整備は所定の目標を達成するため河川の流下施設（河道等）に加え，貯留施設（調節池）を活用した対策が行われている。貯留施設（調節池）としては，神田川・環状七号線地下調節池と白子川地下調節池の連結による広域調節池の整備などがある。これらの整備により，時間 100mm 降雨の局地的かつ短時間の集中豪雨にも効果を発揮するとされている。下水道整備は，流域内に降った雨水を排水する流下施設（下水道管）や貯留施設（調整池）などの整備を行っていくもので，新た

な幹線整備，ポンプ所などの基幹施設の重点整備が行われている。さらに地下街などにおける対応として，地下街への雨水の侵入を防止する貯留施設の整備や下水道管の増強，東京アメッシュや幹線水位情報の提供などリスクコミュニケーションの充実が図られている。なお下水道で集められた雨水のほとんどは下水管を通って河川へ放流されているが，下水道と排水先の河川の整備規模や整備状況が異なる場合は河川・下水道担当部局による協議会等が開催され，図 12 に示すような河川への放流制限や段階的補強が検討される。ただし，基本的には河川セクターが負うべき分担量を下水道セクターが負うことはない。

図 12 下水道から河川への放流量規制の例（出典）（東京都下水道局, 2016）

流域対策は，河川や下水道への雨水の流出を抑制するものとして，公共施設において貯留浸透施設の設置をより一層推進するとともに，民間施設における貯留浸透施設の設置を促進するための対策が行われている。公共施設では，道路や学校，公園，庁舎などの都管理施設において，貯留槽などの貯留施設や浸透桝，透水性舗装などの浸透施設の設置が行われている。大規模民間施設に対しては，開発面積当たりの対策指導量の引上げや対象となる開発，建築面積の引下げの検討，建築・開発行為などにおいては，区市町村の要綱や条例等を通じ，雨水流出抑制施設の設置の指導等を実施している。小規模開発や既存施設に対しては，個人住宅への浸透ますの設置などについて助成・補助を行うとともに，要綱や条例等などにより雨水流出抑制施設の設置を義務化する方策を検討している。また森林や公園，農地などの緑地の貯留・浸透機能を保全することによる雨水流出抑制効果を流域対策として定量的に評価している。

家づくり・まちづくり対策においては，都民の「自助」による対策が促進されるよう積極的な情報提供や，各種対策の義務化の検討や助成制度の拡充が図られるよう「自助」を促す仕組みづくりを行っている。具体的取組みとしては，ハザードマップ等による浸水危険度に関する情報の事前周知をはじめ，高床建築や止水板の設置方法やその必要高，水のうによる簡易水防工法の例など，家づ

くり・まちづくり対策について必要な情報提供，推進を行っている。大規模地下街・地下鉄等については，関連する民間の管理者と行政が連携し，地下街・地下鉄・隣接ビル等の管理者間の連携強化など，地下空間における浸水対策の更なる充実を促進している。また，国際都市として，避難誘導の多言語化を促進している。

避難方策は，河川や下水道の能力を超えて水があふれ出しても生命の安全が確保されるよう，必要となる情報の提供や避難体制をより一層充実させるものとして，情報提供の充実，地域としての防災力向上等を行っている。

3.1.4.3 優先順位付け

(1)　計画レベル

前述したように基本計画にて策定されたセクター間の分担量については，河川，下水道などのセクター同士の機能が異なることから，セクター同士での優先順位付けやトレードオフ等の調整はなく，洪水被害及びリスク軽減という共通目標の下，各セクターの取組みは各セクターの目標値と役割・責任分担及び各セクターが有する投資資源（技術・人員・財源）に基づいて適宜，推進される。

(2)　セクターレベル

豪雨対策の優先順位付けは各セクター内で行われ，河川・下水道セクターにおいて浸水被害や降雨特性などを踏まえ，甚大な浸水被害が発生している地域について，対策強化流域・対策強化地区として選定されている。選定された優先地域は豪雨対策を強化する流域・地区として，区部・多摩地域ともに達成目標を「3.1.3 目標設定」で示した「〔基準 2〕床上浸水等防止」から「〔基準 1〕浸水被害防止」にレベルアップして豪雨対策の強化を図るものとされている。このような目標の明確化・細分化は，東京都の統合都市洪水リスク管理計画の一つの大きな特徴でもある。またこのように豪雨対策の投資の選択と集中を行うことにより，全体として効率的・効果的な投資が可能となっている。

優先地域の選定は，図 13 に示す通り，まずは災害外力の大きさや過去の浸水被害状況を評価し，流域の人口や資産の状況（被害ポテンシャル）や河川・下水道の整備状況，効果，地域社会へのインパクト等を評価し，総合的に判断して選定されている。

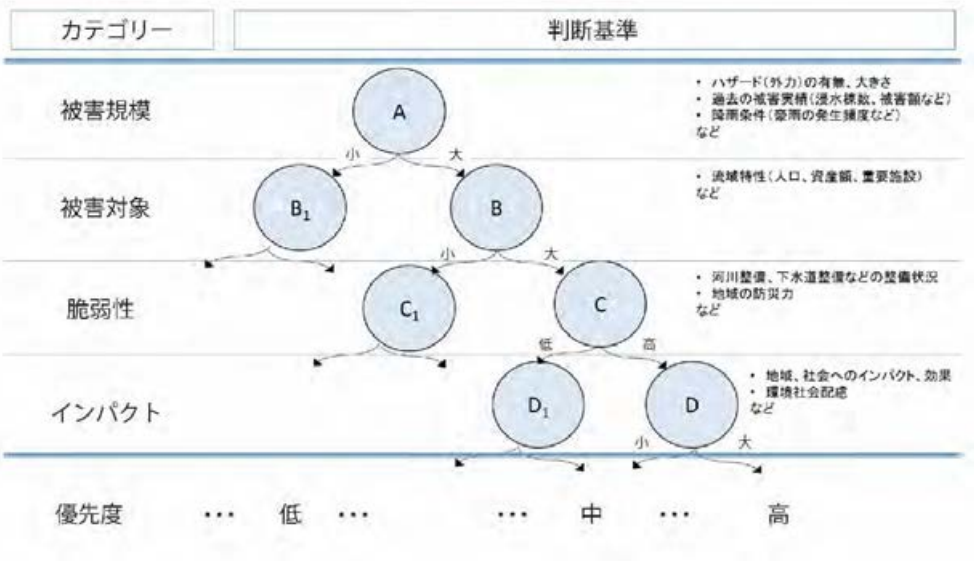


図 13 優先順位選定の流れと意思決定基準のイメージ[44]

ここで，河川セクターにおける対策強化流域の選定地域と，下水道セクターにおける対策強化地区を重ね合わせた図を図 14 に示す。東京都においては中小河川からの外水氾濫と，豪雨による内水氾濫が発生するメカニズムはともに短時間降雨を起因としていることから，概ね同じような地域が優先地域として選定されている。これらの地域は，過去に時間 50mm 降雨以上の雨が頻発した地域に集中している。

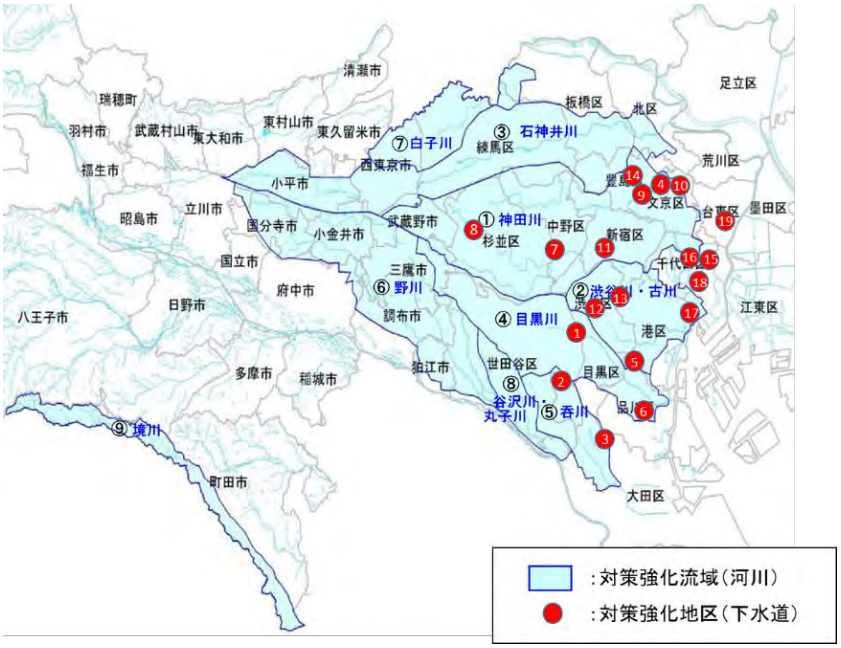


図 14 基本方針（改定）における対策強化流域（河川）と対策強化地区（下水道）の重ね合わせ[45]

---

[44]（東京都都市整備局, 2014）を元に筆者が作成。

[45]（東京都都市整備局, 2014）を元に筆者が作成。

なお東京都では，内外水一体型のシミュレーションを用いてリスクアセスメントや被害想定が行われており，上述の優先地域の選定も同シミュレーション結果と費用便益分析結果等を踏まえ行われている。また，河川の対策強化流域と下水道の対策強地区についても合同会議を通じで整合が図られている[46]。このように，東京都においては河川，下水道とセクターは異なるものの，シミュレーションを同一のものとしたり，優先地域の整合を図ったりするなど密な連携を行うことにより統合的なアプローチを行い，効率的・効果的に共通目標（都市洪水リスク及び被害軽減）を達成するものとしている。

3.1.5 合意形成及び役割分担

東京都は，統合都市洪水リスク管理の計画に関連し，3.1.3 にて前述した共通目標やセクター間の分担や基本方針（改定）（平成 26 年 6 月）を改訂する中で中心的な役割を担い，学識，都市開発と流域対策を所管する東京都都市整備局，河川を所管する建設局河川部，下水道を所管する下水道局等から構成される豪雨対策検討委員会での議論を通じて，セクター間，ステークホルダーとの間にコンセンサスを構築し，合意形成を図っている。また，東京都は「公」として，最も本的な対策である河川・下水道施設の整備を推進し，共助や自助が促進される仕組みを構築するための要綱や条例の制定，助成及び補助の実施，技術基準等の策定，適切な情報提供を行っている。

この合意形成，合意形成のためのアプローチ，メカニズムとしては大きく三つあり，河川と下水道の一体型シミュレーションの開発と運用，河川と下水道セクターによるリスクアセスメントや計画策定のための合同会議，行政機関内における定期的な人事交流が挙げられる。河川と下水道セクター間の計画での連携は，2005 年に杉並区・中野区を中心とした時間 100mm 降雨を超える豪雨等を踏まえ合同会議や統合計画の策定，内外水一体型のシミュレーションモデルの開発と運用が実施されている。定期的な人事交流は，河川と下水道セクターに限らず組織内全体において実施されているものであるが，職員及び技術者の能力の向上と相互理解に寄与しセクター間連携の一助となっている。

民間セクターは統合都市洪水リスク管理の計画に関連し，大規模開発時における民間施設への貯留浸透施設設置の計画や，専門分野における豪雨対策軽減のための各種技術開発等を行うことにより貢献している。このための合意形成，合意形成のためのアプローチ，メカニズムとしてはさまざまなインセンティブシステム，制度整備などが挙げられる。これらについてはナレッジノート 3 で紹介する。

住民は統合都市洪水リスク管理の計画に関連し，基本方針に対しパブリックコメントを出す形で参画し，まず自らの住む地域の治水水準向上のため共助として，そして住民の責務として，水害を直接受けない高台の住民を含め，浸透ますの設置などの流域対策に取り組み，さらに消防団活動など

[46] 東京都ヒアリング結果

の地域における浸水被害の拡大防止に取り組むものとしている。自助としては，自らの生命財産を守るため浸水危険度が高いエリアにおいて，建築時に高床建築とすることや地下浸水対策を実施する，また自らの生命を守るため豪雨等の情報を適時把握し適切に避難するものとしている。このための合意形成，合意形成のためのアプローチやメカニズムとしては，パブリックコメント，さまざまなインセンティブシステム，制度整備などが挙げられる。

3.1.6 今後の課題

今後の課題として基本方針（改定）（平成 26 年 6 月）の中では，流域別豪雨対策計画の改定及び策定，豪雨対策の推進体制の強化，都民への広報・周知の徹底，継続的なモニタリングの実施，最新の技術の反映と開発などが挙げられている。

特に統合都市洪水リスク管理の目標達成に向けたスピードとコスト効率を上げるためには，また財源や人材等の資源に制約がある中，統合都市洪水リスク管理の各施策の持続的なモニタリングや運用・維持管理を可能とするためには，行政だけでなく民間や都民の協働が必要不可欠である。そのためには，都民への広報・周知の徹底，継続的なモニタリングの実施，最新の技術の反映が重要である。

3.2 滋賀県の事例

3.2.1 導入

本ケーススタディは，地方中核都市における都市統合洪水リスク管理の取組みとして紹介する。治水対策は地域特性や都市特性に応じて設定され，リスクの高いエリアでの土地利用規制や耐水建築の義務付けなど特徴的な施策も計画に含まれている。

特に，本ケーススタディは以下の点で特徴的である。

(1) 洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，「ながす（河道内で水を安全に流下させる対策）」，「ためる（流域貯留対策）」，「とどめる（氾濫原減災対策）」，「そなえる（地域防災力向上対策）」など，河川，下水道，流域（都市計画／開発を含む）などの各セクターが連携や協働・調整・役割分担を行い，また産官学民の各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことにより，統合的な計画が策定されていること

(2) 統合的な計画策定のツールの一つとして，地先の安全度マップ（科学的根拠に基づくリスクアセスメント）の開発と運用が実施されていること，また地先の安全度マップに対応した水害リスクによる土地利用や建築規制（耐水建築）の義務付けが行われていること，リスクアセスメントや優先地域の設定・計画策定や調整等に関連して合同会議等が頻繁に行われていること

(3) 統合都市洪水リスク管理の取組みを促進するため「滋賀県流域治水の推進に関する条例」として条例化され，法的根拠が付与されていることや流域管理を司る組織（流域治水政策室）が設立されたこと

3.2.2 背景

滋賀県の中央部には日本最大の淡水湖である琵琶湖が位置し，琵琶湖に流れ込む河川は一級河川だけでも 120 近く存在する。また，それぞれの河川はさらに小さな支流を持っており，滋賀県全体を川や水路が網の目のように覆っている。琵琶湖を中心にして平地が広がり，その外側を分水嶺が取り囲む同心円状の構造をしている地形特性から，大半の河川が 50km 未満と短く急峻であり洪水が起こりやすく渇水被害に見舞われやすいといった特徴がある。さらにこれらの地形特性と水源山地の地質条件が相まって，土砂流出が起こりやすく天井川が多く形成されている。近年は全国的に水害が頻発しており，この 10 年間でも滋賀県の周辺では深刻な被害が発生している。気候変動等による外力の増大（降雨特性の変化）やライフスタイルの変化なども要因となり，水害による被害構造も変化してきている。このように潜在的な水害の危険性が高まりつつあるにもかかわらず，地域社会における治水や水害への社会的関心は次第に低くなり，特に急速に都市化が進んだ地域においては，水害の潜在的な危険性は必ずしも強く意識されてこなかった。

こうした中，滋賀県では行政対応としてさまざまな取組みを行ってきたが，河川行政等の問題点として，河川や水路等の整備目標や進捗には限界があること，貯留機能のある森林や水田で適正な維持管理が行われていない箇所が増加していることなどが指摘された。またまちづくり行政等の問題点として，開発に伴う霞堤機能の損失，水害リスクの高い地域での無防備な開発が，危機管理行政の問題点として，住民のライフスタイルの変化や社会的ニーズの多様化等による行政負担の増大などが指摘された。

以上を背景に，滋賀県においては流域治水の概念をどのような洪水にあっても，①人命が失われることを避け（最優先），②生活再建が困難となる被害を避けることを目的として，自助・共助・公助が一体となって川の中の対策に加えて川の外の対策を総合的に進めていく治水として捉え，「川の中の対策」に関する諸計画に基づき着実に実施すべき治水施設の整備に関する事項に加えて，「川の外の対策」として実施すべき事項について基本的方向を示すものとして，滋賀県流域治水基本方針（2012.3）（滋賀県, 2012） がとりまとめられた。同方針は前述したように，「ながす（河道内で水を安全に流下させる対策）」，「ためる（流域貯留対策）」，「とどめる（氾濫原減災対策）」，「そなえる（地域防災力向上対策）」対策が位置付けられ，河川，下水道，流域（都市計画・開発を含む）などの各セクターが連携や協働・調整・役割分担を行い，また各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行い実施していくという点で統合的な計画となっている。

計画の特徴としては，流域治水政策を検討する基礎情報として「地先の安全度評価」の活用，リスクの高い箇所での土地利用規制・耐水建築の義務付け，滋賀県流域治水の推進に関する条例の制定などがある。

3.2.3 目標設定

流域治水基本方針の目標としては，どのような洪水にあっても(1)人命が失われることを避け（最優先），(2)生活再建が困難となる被害を避ける，ことが目標とされている。

ここで，「(1)人命が失われること」とは，「氾濫による家屋流失や 200 年確率降雨による 3m 以上の浸水（家屋水没）が発生すること」，「(2)生活再建が困難となる被害」は，「10 年確率降雨による床上浸水が発生すること」と定義されそれらを避けるものとされている[47]。

この目標を達成するための具体的な数値目標として，河川整備目標（滋賀県, 2008）としては，

- 比較的大規模な河川（流域面積 50km^2 以上）：第 2 次世界大戦後最大洪水規模相当
- 比較的小規模な河川（流域面積 50km^2 未満）：10 年確率降水（時間 50mm 降雨相当）

下水道整備目標としては，

[47] 滋賀県ヒアリング結果

- 下水道（雨水，市町村）5～10 年確率降水（時間 50mm 降雨相当）

と設定されている。なお，流域対策としては，具体的目標値は設定されていない。

3.2.4 統合計画づくり及び優先順位付け

3.2.4.1 計画と対策

滋賀県における流域治水対策のメニューは，従来の「ながす（河道内で水を安全に流下させる対策）」だけではなく，「ためる（流域貯留対策）」，「とどめる（氾濫原減災対策）」，「そなえる（地域防災能力向上対策）」により構成されている。具体的には以下及び図 15 に示す通りで，前述した二つの共通目標の下，河川，下水道，流域対策の各セクターにおける取組みが位置付けられている。

ながす（河道内で水を安全に流下させる対策） 水をできるだけ川の外へ溢れさせないよう河川や水路等を整備する対策をいう。河道内に整備される洪水調節施設（ダムなど）も含む。

ためる（流域貯留対策） 調整池，グラウンド，森林土壌，水田，ため池での雨水貯留など，河川や水路等への急激な雨水流出を抑制する対策をいう。

とどめる（氾濫原減災対策） 輪中堤，二線堤，霞堤，水害防備林，土地利用規制，建築物の耐水化など，河川や水路等の整備水準を超える洪水により氾濫が生じた場合にも，まちづくりの中で被害を最小限に抑える対策をいう。

そなえる（地域防災力向上対策） 防災訓練や防災情報の発信など，避難行動や水防活動など即時的判断を伴う災害対応をより強化する対策をいう。

図 15　滋賀県の流域治水政策（出典）（滋賀県, 2014）

また各施策を進めていく中での役割分担も明確に記載されている。例えば，ためる（流域貯留対策）対策においては，県，市町，住民，企業等の各ステークホルダーに役割分担が明記され，住民には家庭での貯留施設や地下浸透施設の設置・維持管理が，企業等に対しては管理施設での貯留施設や地下浸透施設の設置・維持管理が割り当てられている。（表 4 参照）

表 4 貯留機能や地下浸透機能の強化に関する役割分担

県	主体	○管理施設での貯蓄施設や地下浸透施設の設置・維持管理 ○一級河川流域での開発地における雨水排水処理の指導
市町	主体	○管理施設での貯蓄施設や地下浸透施設の設置・維持管理 ○普通河川流域等での開発地における雨水排水処理の指導
	支援	○家庭における対策の普及支援
住民	主体	○家庭での貯留施設や地下浸透施設の設置・維持管理
企業等	主体	○管理施設での貯留施設や地下浸透施設の設置・維持管理

このように滋賀県における流域治水政策においても都市洪水管理の手法は，都市における洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，河川，下水道，流域などの各セクターが連携や協働・

調整・役割分担を行い，また，産官民等の各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことにより，統合的なアプローチが実施されている。

なお前述したように，滋賀県の流域治水政策の特徴としては，流域治水政策を検討する基礎情報として「地先の安全度評価」の活用，リスクの高い箇所での土地利用規制・耐水建築の義務付けが挙げられる。以下にその概要を示す。

① 流域治水政策を検討する基礎情報 －「地先の安全度」

「川の中の対策」に加えて「川の外の対策」を並行して進め，自助・共助・公助が一体となってハードやソフトなどあらゆる手段を総合的に実施する流域治水を進めるためには，行政機関も含め流域に暮らすさまざまな人びとが，流域全体が抱える水害リスクを共通の認識とすることが必要不可欠である。そのため滋賀県では，これらの共有を図り着実に流域治水を推進するため，個々の治水施設の安全度ではなく，人びとの暮らしの舞台である流域内の各地点の安全度（以下「地先の安全度」という。）を調査し，基礎情報として活用している。地先の安全度は，河川だけでなく身近な水路の氾濫なども想定した，人びとの暮らしの舞台である流域内の各地点の安全度と定義されている。地先の安全度は，前述した想定最大規模（1/1000）と同等の被害レベルのリスクを氾濫シミュレーションにより求め最大浸水深が明示され，Web 上でも公開されている。（ナレッジノート 1 参照）

② リスクの高い箇所での土地利用規制・耐水建築の義務付け

これまで滋賀県における都市計画・土地利用計画等においては，科学的根拠に基づく水害リスクの定量的評価等が十分に行われず，当該地域の水害リスク情報が明確に示されていなかった。しかしながら，今後は前述した通り氾濫原減災対策として，水害リスクを考慮した土地利用や建築規制等が求められており，滋賀県においても科学的根拠（氾濫シミュレーション等）に基づいた水害リスク情報の確認が行われ，リスク地域における土地利用規制や耐水建築の義務付けが実施されつつある。

例えば，滋賀県では，床上浸水の頻発が想定される箇所については，新たに市街化区域へ編入することを原則禁止することとし，家屋流失や水没が想定される箇所については，建築基準法第 39 条に基づく災害危険区域を活用した建築規制を行っている。また，人的被害を回避するため住居の用に供する建築物および公的施設（病院，学校，官公庁等）の建築を原則禁止し，人的被害を回避するために必要な対策が講じられたと認められる場合に建築を許可することとしている。

土地利用・建築規制の対象となるリスクの範囲の具体を図 16 に示す。領域 A は床上浸水が頻繁に発生する恐れのある区域で，「生活再建が困難となる深刻な資産被害を回避するために市街化を抑制する区域」である。床上を超える浸水が度重なると，深刻な資産被害となり生活再建が困難にな

る。滋賀県では，少なくとも 10 年確率降雨（時間 50mm 相当）により想定される洪水に対応できるように河川，下水道等の整備を進めることとしている。領域 B は人的被害を回避するために建築規制を行う区域である。住民の生命・健康の保護は行政の最優先課題の一つであり，水害による人命被害の防止策は県内全域で確保されるべきもので，淀川本川の計画規模である 200 年確率の外力を基準として，人命に直結する家屋流失・水没が想定される箇所を「人的被害を回避するために建築規制を行う区域」としている。なお人的被害に直結する家屋流失・水没を回避するため，「避難可能な床面が予想浸水面以上となる構造」あるいは「予想流体力で流失しない強固な構造」を建築許可条件などとしている（雨水貯留浸透技術協会編, 2018）。

以上のように，本取組みによってリスク領域が明確になり，土地利用及び建築規制の対応が明確にされている。前述したように，本取組みは洪水と土地利用，建築規制を上手くマネジメントした事例といえる。ハード対策のみでは限界があり，洪水と土地利用のマネジメントなどのソフト対策で補完することにより，想定外の洪水被害及びリスクが発生した場合でも被害を軽減することが可能となっている。

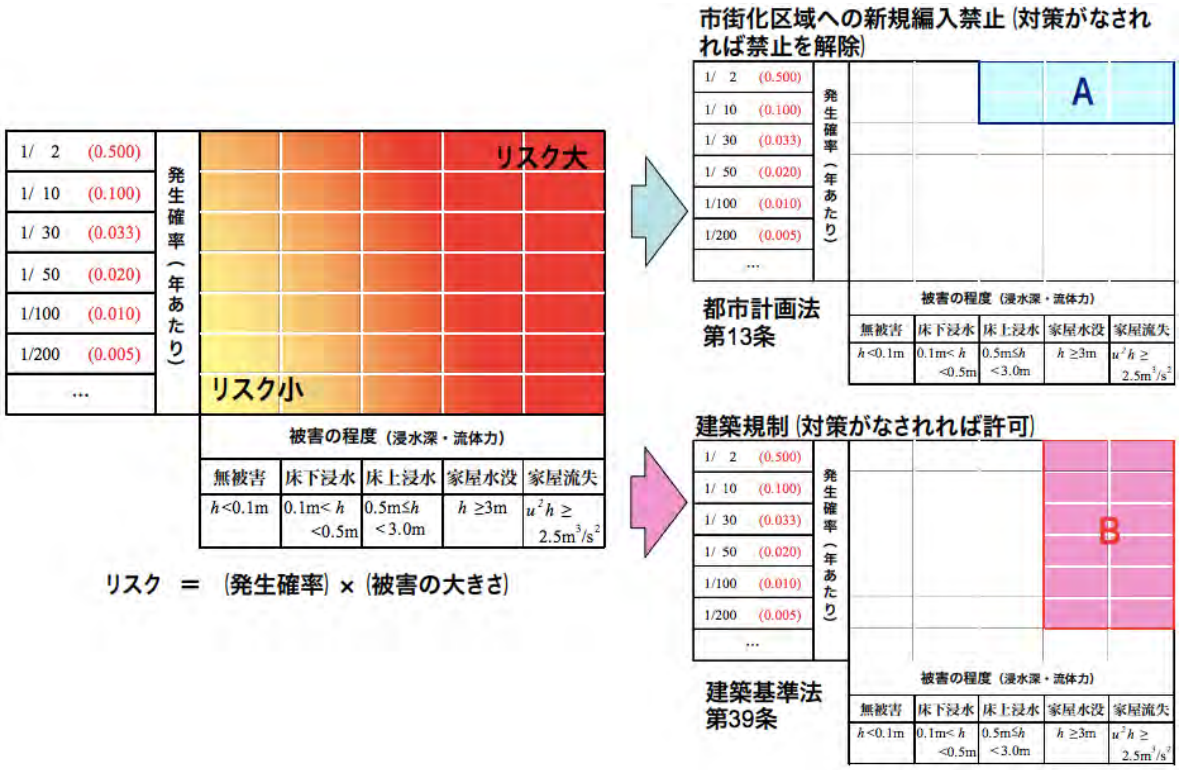


図 16　土地利用・建築規制の対象となるリスクの範囲（出典）（滋賀県, 2011）

3.2.4.2 優先順位付け

滋賀県の流域治水対策における優先順位付けは河川整備や下水道（雨水）整備等のセクター間では行われておらず，セクター内の特に河川整備において実施されている。河川や水路等の整備に際し

ては，実施主体が異なるものの水系一貫の観点から上下流や同種同規模の河川・水路等との整備のバランスを図りつつ，一部の地域での整備が著しく遅れることのないよう，各実施主体（国・滋賀県・市町）が連携しながら整備を進めることを基本に，客観的な指標を用いて事業着手河川の優先度を決定し，県が管理する 506 河川を緊急に整備が必要な順に A～D の 4 つのランクに分け，85 河川を緊急的に整備が必要な A ランク河川，次に整備実施が必要な 42 河川を B ランク河川として選定している。図 17 に位置図を示す。A ランク河川は県内全域に広がっているような状況である。

なお優先順位設定（A ランク選定）のためのクライテリアとしては，治水に関する指標として，危険度（被害の大きさ，河川形態（流域面積，天井川・築堤・掘込み形状等）），緊急性（被害実績，地域の危機意識），人命への影響（人命にかかる被害の大きさ），生活への影響（生活再建に影響する被害の大きさ）など，効率性に関する指標として，事業の効率性（効果の大きさ，他事業との連携），地域性（地域振興への効果）などがあり，事業実施の段階での評価として地域の要望や協力などを考慮している。

図 17　滋賀県における河川整備計画をとりまとめる圏域と整備優先順位（河川ランク）の設定
（出典）（滋賀県, N.d.）

3.2.3 合意形成及び役割分担

滋賀県は統合都市洪水リスク管理の計画に関連し，前述した共通目標やセクター間の分担や「流域治水基本方針」を策定する中で中心的な役割を担い，学識，関係部局，住民から構成される流域治水検討委員会（学識者部会，行政部会，住民会議）での議論を通じて，セクター間，ステークホルダーとの間にコンセンサスを構築し，合意形成を図っている。また滋賀県は「公」として，最も基本的な対策である河川・下水道施設の整備を推進し，共助や自助か促進される仕組みを構築するための要綱や条例の制定，助成及び補助の実施，技術基準等の策定，適切な情報提供を行っている。

この合意形成，合意形成のためのアプローチ，メカニズムとしては，先に述べた三つの流域治水検討委員会の役割が大きかった。特に県民意見を広く反映するため，県民が主体となって議論を行う場として設立した流域治水検討委員会（住民会議）では，委員を一般公募によって選出した。県内各地からさまざまな年代の 10 名が集まり，学識経験者をアドバイザーとして構成された。同住民会議は流域治水の必要性・意義の理解に始まり，地域防災力の現状把握と課題抽出，対策の立案が行われ，最終的に「滋賀県民宣言」として「流域治水基本方針」に対する住民からの提言が行われた。同住民会議は，住民の合意形成を図るとともに住民の役割と責任を明確にすることにも寄与した。

事業者は，統合都市洪水リスク管理の計画に関連し，大規模開発時における民間施設への貯留浸透施設設置の計画や方針の理解・協力という形でコンセンサスを得ている。そのためのアプローチ，メカニズムとしては，インセンティブシステム，支援制度整備などが挙げられる。

住民は先に述べた流域治水検討委員会（住民会議）で，「流域治水基本方針」の策定プロセスに参画し，合意形成が図られている。その他，支援制度整備などが，合意形成のためのアプローチ，メカニズムとなっている。

また，「流域治水基本方針」のコンセンサスの構築，そして流域治水の取組みを推進するためのアプローチ，メカニズムとして，滋賀県では，流域治水基本方針を条例として制定し，法的根拠を付与している。これにより，関係者の責任と役割分担が明確にされている。本条例の目的は，大きく 2 点あり，1 点目に，流域治水に関する基本理念を定め，県，県民および事業者の責務を明らかにするとともに，県が行う施策の基本となる事項等を定めることにより，流域治水を総合的に推進することとしており， 流域治水の基本理念，県，県民および事業者の責務，想定浸水深の設定等，具体的な施策の事項が定められている。2 点目には，これらの施策によって，浸水被害から県民の生命，身体および財産を保護し，将来にわたって安心して暮らせる安全な地域の実現に資することとしている。

さらにガバナンスの強化として，流域管理を司る組織（流域治水政策室）の設立を行っている。滋賀県に限らず，日本においては各組織の責務と所掌が法体系により明確にされており，各セクターの管理者がその権限を超えて対策を行うことはできない。従来の治水は，河川管理が中心で河川管理者が計画洪水を河道内で処理すればよかったが，近年は都市化等を背景に流域まで拡げた対策が必要となっている。一方で河川管理者や下水道管理者は，自らの所掌を超え流域対策や計画を超える規模の対応をするには限界が生じていた。そのため滋賀県においては，河川管理者や下水道管理者とは別に流域管理の視点の組織が必要と考え，流域管理を司る流域治水政策室（滋賀県流域政策局）を独自に設け，河川管理者や下水道管理者とは別に流域対策を実施・促進している。これにより流域対策の促進とともに，各セクターの連携や協働等の促進が期待されている。

3.2.5 今後の課題

滋賀県は，「地先の安全度（定量的評価によるリスクアセスメント）」を活用して，地域や住民等との合意形成を図りながら「流域治水基本方針」の取組みを進める一方で，同方針の中の主要施策であるリスクの高い箇所での土地利用規制・耐水建築の義務付けについては，特に，前述した領域A（200 年確率降雨で 3m以上浸水する恐れのある区域）における災害危険区域の指定が課題となっている。洪水に係る災害危険区域は，水害実績により指定されている事例は日本全国各地にあるが，予見した水害リスクによる指定は日本で初めての取組みでもある。

災害危険区域の指定により家屋の建て替え時等において耐水建築の義務付けが発生するため，その指定は対象となる地域との合意形成が必要になる。現在，領域 A として家屋があるか開発の見込みがある地区は滋賀県内に約 50 地区あり，指定ができているのは 2 地区のみである（滋賀県，2014）。そのため，滋賀県における統合都市洪水リスク管理の取組みの促進のための課題の一つとして，災害危険区域の指定と地域との合意形成が挙げられる。

また滋賀県は天井川が多く，天井川から破堤した際の「流体力」についても懸念されている。「流域治水基本方針」においては，家屋水没が想定される区域だけではなく家屋流失が想定される区域すなわち「流体力」が一定以上の区域についても災害危険区域制度を活用した建築制限を行うこと，としていたが，現在のところ流体力が建築物に与える作用などについて科学的知見が十分ではないことから，条例においては浸水警戒区域の指定基準とはせず，参考資料として活用できるよう地先の安全度マップの一つとして「流体力図」を公表するにとどめている。今後，必要な科学的知見が得られた段階で，改めて浸水警戒区域の指定基準とするかどうかや，安全な住まい方の誘導に向けた支援策などについて検討するとされており（滋賀県，2014），流体力評価にかかる技術開発・研究も一つの課題となっている。

3.3 世田谷区の事例

3.3.1 紹介

世田谷区は日本の行政区画の中で最小単位となる東京都の基礎自治体（市区町村）の一つであるが，近年，浸水被害が多く発生したこともあり地方公共団体が主体となり住民や地域も巻込んだ，いわゆるボトムアップ・アプローチによる流域対策の取組みが顕著な地域である。世田谷区では，「みんなでつくろう世田谷ダム」というキャッチフレーズで，流域対策について区民へ啓発活動を行っている。“世田谷ダム”とは世田谷区の世帯数が 467,272 世帯（平成 28 年 6 月 1 日現在）あり，仮に全ての世帯で 300 リットルの雨水タンクを設置したとすれば，区内全域で約 14 万㎥（＝14 万トン）の水を貯めることができ，国内にある小規模のダムに匹敵する大きさであることから

名づけられたものである。また，グリーンインフラに関わる取組みが顕著に実施されている。本ケーススタディでは，これらの取組みについて紹介する。

なお，世田谷区におけるグリーンインフラとは，「みどりやみずなどの自然（グリーン）の持つさまざまな機能を積極的かつ有効に活用することで，雨水の貯留・浸透，流出抑制，水質浄化，利活用，地下水涵養を行う都市基盤（インフラ）や考え方」と定義されている（世田谷区,2018b）。

特に，本ケーススタディは以下の点で特徴的である。

(1) 洪水リスク及び被害軽減を図るという共通目標の下，大規模水害・内水氾濫を防ぐ「河川・下水道整備」の推進，雨水の流出を抑える「流域対策」の強化，浸水被害を軽減する「家づくり・まちづくり対策」の促進，区民の生命身体を守る「避難方策」の強化などについて各セクターが連携や協働・調整・役割分担を行い，各ステークホルダーが連携や協働・調整・役割分担を行うことによる統合的な計画が策定されていること

(2) 統合的な計画のツールの一つとして，新たな視点である「グリーンインフラの促進」が追加されていること。これは流域対策を強化するため，また世田谷区の環境計画である「みどりの基本計画[48]」との連携を図ることで豊かな住環境の創出に寄与するため，緑地等の保全及び設置促進を図るものである。

3.3.2 背景

世田谷区は，東京都の区部（23 区）の南西部，武蔵野台地の南側に位置し，都心に近い環境にも関わらず豊かな自然に恵まれているが，近年は宅地開発や農地の宅地化などにより都市化が顕著になり，保水・貯留・浸透域も減少し，気候変動等の影響による集中豪雨によって河川が溢水し，甚大な浸水被害が発生するようになってきている。2005 年 9 月には，東京 23 区西部を中心とした 1 時間当たりの雨量が時間 100mm を超えるゲリラ豪雨が発生し，世田谷区においても河川や下水道から水があふれ出し，床上浸水 221 棟，床下浸水 245 棟の被害が発生した。2013 年には区内で断続的に時間 60mm を超える降雨があり，床上・床下浸水が多く発生している。

こうした中，世田谷区では局所的な集中豪雨から区民の生命と財産を守り，「水害に強い安全・安心のまち世田谷」を目指して，2009 年度に「世田谷区豪雨対策基本方針（2016 年改訂）」，「世田谷区豪雨対策行動計画」を策定し，その後，「世田谷区豪雨対策行動計画（後期）」（2018 年度－2021 年度）を策定し，新たな行動計画に取り組んでいる。これらの基本方針・行動計画は前述した東京都豪雨対策基本方針と整合を図ったものとなっている。

世田谷区の基本方針・行動計画の中で特徴的なのは，「雨と向き合うまちづくり」，「雨水をたくわえるまちづくり」，「雨水を活かすまちづくり」という 3 つの基本的な視点を掲げ，4 つの柱と

[48] 詳しくは（世田谷区, 2018a）を参照。

して「河川・下水道整備」の推進，「流域対策」の強化，「家づくり・まちづくり対策」の促進，「避難方策」の強化が掲げられ，特に流域対策について具体的に位置付けられている点である。

流域対策については具体的に目標値が設定され，2021 年度までに 51 万 5 千 m^3（時間 5.4mm 降雨相当（期間目標，長期目標は時間 10mm 降雨）を目指すとされている。また行動計画における新たな視点として，グリーンインフラの持つ貯留・浸透・流出抑制機能に着目し，「グリーンインフラの促進」を追加している。さらに，緑地等の保全及び設置促進を目的とした世田谷区みどりの基本計画，世田谷区農地保全方針との連携を図ることで，雨水の貯留・浸透・遊水機能の確保を推進するだけでなく，豊かな住環境の創出に寄与することを目指している。

3.3.3 目標設定

世田谷区豪雨対策基本方針は雨と向き合うまちづくり，雨水をたくわえるまちづくり，雨水を活かすまちづくりの３つ基本的視点に基づき，大規模水害・内水氾濫を防ぐ「河川・下水道整備」の推進，雨水の流出を抑える「流域対策」の強化，浸水被害を軽減する「家づくり・まちづくり対策」の促進，区民の生命身体を守る「避難方策」の強化などの統合的なアプローチにより，都市洪水リスク及び被害軽減という共通目標を達成するものとしている。

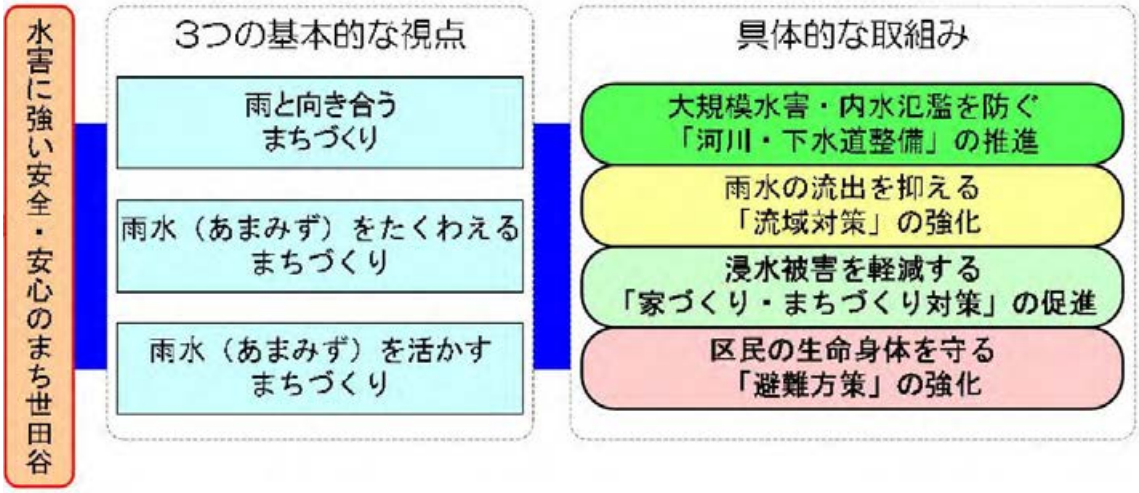


図 18　世田谷区豪雨対策基本方針の考え方（出典）（世田谷区, 2016）

具体的な数値目標としては，10 年後の目標として概ね時間 55mm 降雨までは床上浸水や地下浸水被害を可能な限り防止することを目指し，既往最大降雨などが発生した場合でも，生命の安全を確保することを目指している。30 年後の目標としては，概ね時間 60mm 降雨までは浸水被害を防止し，区部では概ね時間 75mm 降雨，多摩部では概ね時間 65mm 降雨までは床上浸水や地下浸水被害を可能な限り防止することを目指し，目標を超える降雨に対しても，生命の安全を確保することを目指している。セクター分担は東京都豪雨対策基本方針を踏まえ次の通り設定されている。

（河川整備における目標）

流下施設（河道等）や貯留施設（調節池）の整備により，流域対策を含め区部では時間 75mm 降雨，多摩地域では時間 65mm 降雨に対し河川からの溢水を防止し，東京都と連携・調整を図りながら整備を推進する。

（下水道整備における目標）

流下施設（管きょ）や貯留施設（雨水調整池）など時間 50mm 降雨に対応する下水道施設の整備により，流域対策を含めて時間 60mm 降雨に対し浸水被害を防止することを目標に，東京都と連携・調整を図りながら整備を推進する。

（流域対策の目標）

10 年後の目標として，世田谷区内全域において時間 5mm 降雨相当（世田谷区全域で約 48 万㎥）の流出抑制を実現する。30 年後の目標として，世田谷区内全域において時間 10mm 降雨相当（世田谷区全域で約 96 万㎥）の流出抑制を実現する。

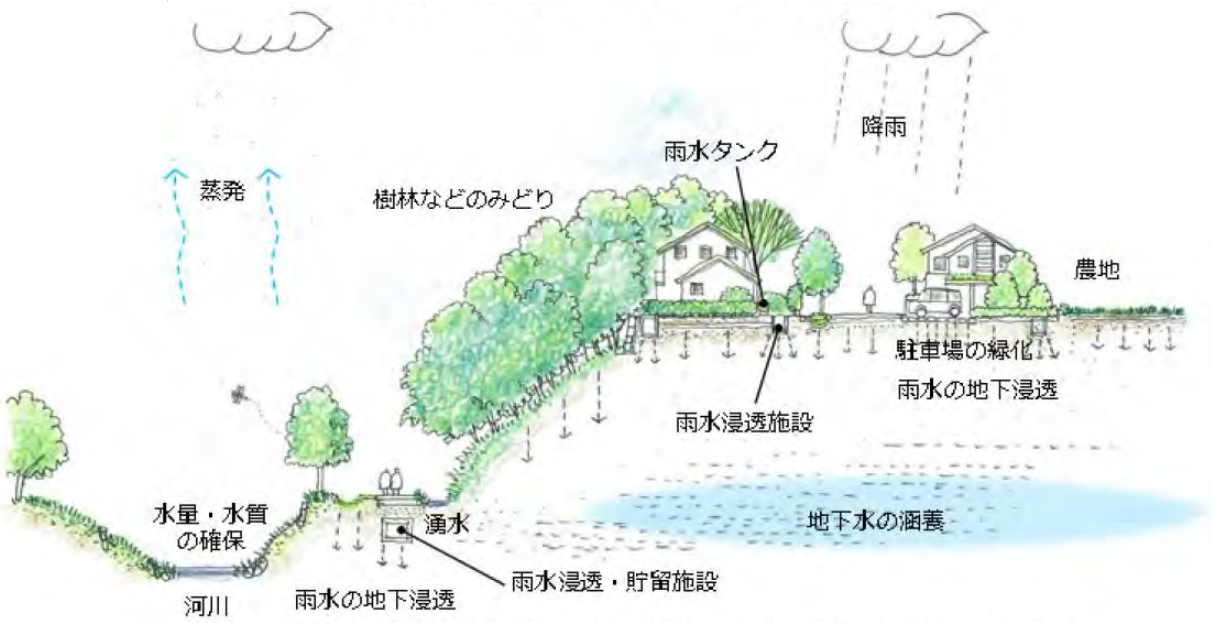
3.3.4 統合計画作成及び優先順位付け

3.3.4.1 計画作成

世田谷区の統合都市洪水リスク管理の具体的な計画は，行動計画[49]にとりまとめられている。前述したように計画の内容は，大規模水害・内水氾濫を防ぐ「河川・下水道整備」の推進，雨水の流出を抑える「流域対策」の強化，浸水被害を軽減する「家づくり・まちづくり対策」の促進，区民の生命身体を守る「避難方策」の強化が柱となっているが，「河川・下水道整備」の推進は東京都の役割であり，世田谷区は「流域対策」，「家づくり・まちづくり対策」，「避難方策」を主に担う。

世田谷区の計画の中で特徴的なのは，グリーンインフラの持つ貯留・浸透・流出抑制機能に着目し，「グリーンインフラの促進」が流域対策の新たな視点として追加されていることで，これは流域対策を強化するため，また世田谷区の環境計画である「みどりの基本計画[50]」との連携を図ることで豊かな住環境の創出に寄与するため，緑地等の保全及び設置促進を図るとされている。図 19 に世田谷区におけるグリーンインフラについての考え方を示す。

[49] 詳しくは（世田谷区, 2018b）を参照。
[50] 詳しくは（世田谷区, 2018a）を参照。



グリーンインフラによる水循環のイメージ（出典：世田谷区みどりの基本計画）

図 19　グリーンインフラについての考え方（出典）（世田谷区, 2018b）

流域対策を含めた統合都市洪水リスク管理の具体的なメニューは図 20 に示される通りで，流域対策及び家づくり・まちづくり対策に共通する視点として，グリーンインフラの促進が位置付けられている。

グリーンインフラの直接的なメニューとしては「緑地等の保全と設置促進」で，公共・民間を問わず，緑地等の保全及び設置の推進・促進を目指し，

① 流域対策におけるグリーンインフラの考え方を幅広く区民へ周知する
② 公共・民間施設の新設や改修時等において，グリーンインフラの考え方を取り入れ，緑地等の保全及び設置や雨水貯留浸透施設の設置を促進する
③ みどりの関連部署と連携を図り，緑地等の保全及び設置を促進する

ことを，主な取組み内容としている。具体の行動としては，以下が挙げられている。

- 流域対策におけるグリーンインフラの考え方についてパンフレット等で周知・ＰＲする。
- 公園の改修・拡張に際し，みどりの関連部署との連携を図ることで，公園及び周辺道路が一体となるグリーンインフラの整備を進め，区民への見える化を図り周知する。
- 公園の新設や改築時において，緑地等の保全及び設置を推進する。
- 区が施工する道路新設工事，道路改良工事及び道路維持工事にあわせ，グリーンストリート（歩車道からの雨水排水を植栽帯で浸透する施設）などの設置を推進する。
- 区管理施設及び国，東京都の管理施設の新設や改築時において，緑地等の保全及び設置を推進する。

- 公共施設及び民間施設においては，雨庭，雨水プランター，レインガーデン等の設置を推進する。
- 小規模民間施設や既存住宅においては，雨樋から植栽へ浸透・貯留させる雨庭の創出などの推進を図る。
- 緑地等の貯留浸透能力の定量化を検討する。
- 設置されたグリーンインフラについて，点検・清掃等の適切な維持管理を実施する。
- 民間施設の新築や改築時において，緑地等の保全及び設置についてパンフレット等で周知・ＰＲする。

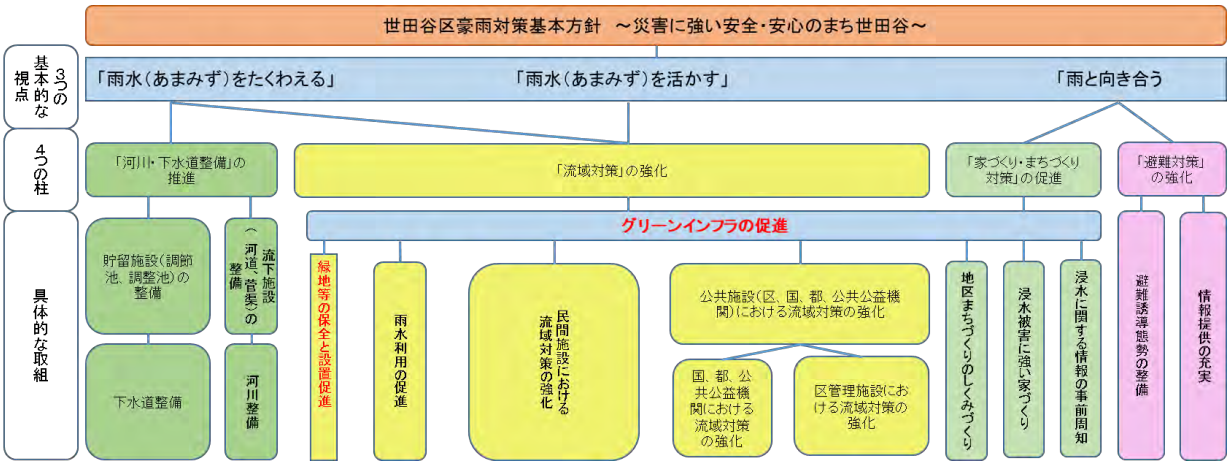


図 20　世田谷区における豪雨対策メニュー（出典）（世田谷区, 2018b）を元に一部加筆

3.3.4.2 優先順位付け

世田谷区では 1975 年度より，公共施設だけでなく区民や事業者の協力のもと，流域対策として雨水貯留浸透施設の設置に取り組み，2015 年 3 月末現在約 31 万㎥の雨水貯留浸透施設が設置されている。しかしながら，現状のペースで設置を続けた場合，10 年後，30 年後の目標が達成できない試算となっている。そのため，区民や事業者の協力のもと，これまで以上に雨水貯留浸透施設の設置を強化する必要がある。

以上のことから，世田谷区では，まず公共施設（世田谷区，国，東京都及び公共公益機関）において雨水貯留浸透施設の設置をより一層推進するものとし，それとともに，民間施設における雨水貯留浸透施設の設置を促進するための対策を強化し，世田谷区全域において，10 年後に時間 5mm 相当の流域抑制の実現を，30 年後には時間 10mm に相当する程度（世田谷区全域で約 96 万㎥）の流出抑制の実現を目指している。

これに加えて世田谷区では，豪雨対策効果の早期発現を目指し，近年において浸水被害が多い地区や流域，対策の効果が期待できる地区などをモデル地区として選定し，優先的に流域対策，家づく

り・まちづくり対策等の強化を図るものとしている。優先地区の選定クライテリアは次の通りである。

- 近年において浸水被害が多い地区
- 雨水貯留浸透施設の設置効果が期待できる地区
- 公共施設が集積している地区
- 地区街づくり計画・地区計画等の目標や方針で雨水貯留浸透施設の設置が位置づけられている，あるいは位置づけを検討中等で，流域対策の促進が図られる地区など

選定された優先地区は図 21 の通りで，以下の取組みを強化するとされている。

（流域対策の強化）

- 教育施設，公園，道路における対策基準の引上げ
- 国や東京都が管理する教育施設や公園等に対して雨水貯留浸透施設の設置を要請
- 地区内の敷地所有者や管理者に対して雨水貯留浸透施設の設置を要請

（家づくり・まちづくり対策及び避難方策の強化）

- 地下，半地下等に対する止水板や排水ポンプの設置を促進
- 豪雨時における情報提供や避難方法等の周知

図 21　世田谷区におけるモデル地区（出典）（世田谷区, 2018b）

3.3.5 合意形成及び役割分担

世田谷区の豪雨対策は区の役割だけでなく，区民一人ひとりの自助に加え町内，NPO 団体，事業関係者等が協働する共助による推進が重要であるとされ，世田谷区の庁内の関係各課，東京都，町会，自治会，NPO 団体及び業者等との協力を図って豪雨対策を推進していくとしている。そのための合意形成，合意形成のためのアプローチ，メカニズムとしては，世田谷区による町会，自治会，事業者等への協力要請，住民への指導と助言・啓発，地区計画や地区街づくり計画における流域対策や家づくり・まちづくり対策等の反映などがある。

世田谷区の豪雨対策の推進に当たっては，国，東京都との連携・調整等も必要である。そのための合意形成，合意形成のためのアプローチ，メカニズムとしては，東京都の雨水管きょの整備等に合わせた区内道路や住宅における雨水貯留浸透施設の設置促進（のための連携協議），東京都豪雨対策基本方針（改定時など）への世田谷区豪雨対策基本方針の内容の反映，国・東京都との役割分担の明確化などがある。

3.3.6 今後の課題

前述したように世田谷区豪雨対策の実現に向け，より一層流域対策の取組みの推進が必要である。またこれらの取組みは，表 5 に示される通り，区，区民，事業者，国，東京都等それぞれが実施主体となる計画であり，それぞれの実施主体が連携・調整・協力し，各ステークホルダーの役割に応じた責任を果たしながら連携し，協力することが重要である。そのためには進捗管理が重要であり，計画策定後も，計画に従って施策が確実に遂行されているかをチェックし，適宜見直していくことが重要である。

そのため世田谷区は，PDCA サイクルに基づいて取組みの進捗管理を行い，統合都市洪水リスク管理の目標達成に向けたスピードを上げるものとしている。具体的には計画策定後においても，豪雨対策の推進に関する会議を開催し，施策の進捗状況を報告するとともに，施策を進めていく上での課題や，モデル地区（優先地区）を事例と した効率的・効果的な豪雨対策の推進方法等について整理・検討を行い，また会議で抽出した課題や効率的・効果的な豪雨対策の推進方法等を，計画の見直し時に反映すること等により，さらなる施策の推進を図るとしている。

表 5 世田谷区豪雨対策における各施策の実施主体（出典）（世田谷区, 2018b）

豪雨対策の取組についての4つの方針	具体的な取組	施策の内容	実施主体					
			区	国	東京都	公共公益機関	区民	事業者
「河川、下水道整備」の推進	河川の整備	野川・谷沢川流域における河川整備	△		○			
	下水道の整備	合流式下水道区域の下水道整備	△		○			
		分流式下水道区域（雨水）の下水道整備	△		○			
「流域対策」の強化	区管理施設	教育施設（小学校・中学校）における流域対策の強化	○					
		公園・広場等における流域対策の強化	○					
		事業所、住宅等における流域対策の強化	○					
		道路における流域対策の強化	○					
	国、都、公共公益機関の管理施設	国、都の管理施設・管理道路における流域対策の強化	△	○	○			
		公共公益機関の管理施設における流域対策の強化	△			○		
	民間施設	大規模民間施設における流域対策の強化	△				○	○
		小規模民間施設における流域対策の強化	△				○	○
		私道における流域対策の強化	△				○	○
		既存住宅における流域対策の強化	△				○	
	雨水利用の促進	雨水利用施設の設置促進	△	△	△	△	○	○
		雨水タンクの設置促進	△	△	△	△	○	○
	グリーンインフラの促進		○	○	○	○	○	○
「家づくり・まちづくり対策」の促進	浸水に関する情報の事前周知の推進		○	△	△			
	浸水被害に強い家づくりの促進		△				○	○
	地区まちづくりのしくみづくりの促進		△				○	○
「避難方策」の強化	情報提供の充実		○					
	避難誘導態勢の整備・強化		○				○	○

※ ○：主体
△：連携協力

4 教訓と主な課題

4.1 目標設定

目標設定では，**洪水リスクアセスメント結果を踏まえ，地域特性と洪水特性，これまでに実施してきた治水政策との整合・効率性，河川，下水道，流域などの各セクターの機能と効果，目標や達成基準の明確化と細分化，フェージング（段階計画），地域社会へのインパクト，経済性等を加味した上で総合的に判断し，都市洪水リスク管理のための都市の統一構想／方針／目標を決定する。**

統合都市洪水リスク管理の目標は，河川，下水道，流域などの各セクターが共有し，それぞれの施設整備や施策の実施において常に参照されるものである。目標設定は，対象地域における降雨等の外力条件を踏まえた科学的根拠に基づくシミュレーションによるスクアセスメント結果（ナレッジノート 1 参照）や既往最大となる被害の実績等を踏まえて設定される。また法令や国が制定する指針，基準，目標，都道府県／市町村の方針・目標等との整合が図られる。これらは本ナレッジノー

トで紹介した東京都による東京都豪雨対策基本方針における目標値の設定とセクター分担や，滋賀県における流域治水対策にその例を見ることができる。

また，洪水発生後の洪水リスク及び被害の軽減を図ること，もしくは災害発生時において，ある一定の基準等（浸水被害防止，床上浸水等防止，生命安全）を満足することを念頭に，実現性，効率性，対策のインパクト，経済性等を踏まえた総合的な評価によって都市としての統一的な政策・整備目標が設定される。これらの過程では関係機関や学識経験者によって構成される委員会等による協議が意思決定において重要となる。

気候変動等による不確実性や目標を上回るような想定外のリスクの考慮については，常に施設の能力を上回る外力が発生する危険性があることを強く認識し対処していくことが重要である。また近年激化する水災害に対応するため，施設だけでは守りきれない事態を想定し，社会全体が想定し得る最大規模の外力までの様々な外力による災害リスク情報を共有し，施策を総動員して減災対策に取り組むこと等が重要である。そのため日本では，「施設の能力には限界があり，施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へと国民の意識を変革し社会全体で洪水に備える必要があるとし，想定最大規模の降雨で起こり得る浸水想定区域を公表する方針となっている。これは，日本では 2015 年に一部改正された水防法に準じた対応であるが，都市における統合洪水リスク管理においても同様の対応が必要である。

4.2 統合計画及び優先順位付け

統合都市洪水リスク管理計画の策定は，**都市の統一された目標を達成すべく，統合的な計画として，各セクターの洪水リスク管理目標の割り当てや施策の基本的枠組み，各セクターにおける優先施策の検討等を行う。**

統合都市洪水リスク管理計画の策定は，各地域等で設定された統合都市洪水リスク管理の目標に従って行われる。対象となる区域内（都道府県境界内，市町村境界内など）における都市の開発政策，戦略とビジョン，洪水リスクに応じた各セクター（河川，下水道など）の分担，目標設定レベルでのセクター別の管理目標の割り当て／予算配分／技術的・社会的実現可能性分析等のインプット，委員会等を通じた学識からの助言を踏まえ，セクター間調整等を通じながら，計画策定及び管理目標の割り当てと優先施策の順位付け等が行われる。

具体的には，治水効果，経済性，実現性，効果の早期発現性等に基づいて，各セクターの河川における流量分担を設定し，その分担量に基づき，各セクターが施策を推進する。この時，各セクター間において，例えば，流末の河川の整備規模に合わせて下水道施設の規模を制限する（下流の整備が進捗していなければ多くの流量を放流しない）など，共通目標を達成する上での施策の連携や調

整は存在する。一方，セクター間において責任・負担上のトレードオフや優先順位付けは存在しない。

次に決められた分担量に対し，都市の特性，自然地形条件，河川特性，洪水特性などの洪水リスクを特定する基本的条件のほか，河川及び下水道の整備状況，土地利用可能性，経済性，財源等のさまざまな要因を踏まえ，各種施策が検討される。施策にはハード対策及びソフト対策など，さまざまな長所と短所がある。施策はリスクアセスメントや被害想定をベースに費用便益分析が行われ，効率性，実現性，早期効果発現，各施策の強み・弱み，各施策の連携と補完，社会環境へのインパクト等のさまざまな要素を総合的に考慮し決定される。施策をハード対策とソフト対策に大別した場合，ハード対策はその施設が対象とする洪水リスクに対し非常に大きな効果を発揮するが，その整備に膨大なコストと期間を必要とする。一方でハザードマップ作成や避難訓練などのソフト対策は，ハード対策に比較し大きなコストと期間を必要とせず，すぐに着手でき，ハード対策が整備されるまでの間，洪水被害及びリスク軽減のための補完的機能を有する。また，ハード対策の整備中及び整備後において，想定外の災害等が発生した場合にもプラスに働く。

気候変動などの不確実性や想定外の災害に備えるためには，水と土地を賢くマネジメントすることが重要である。都市計画や都市開発において洪水リスクが考慮されることが重要であり，ゾーニングや建築規制による洪水被害及びリスク軽減なども考えらえる。強靭なハード対策とソフト対策の強化によって，また，各施策の強みと弱みを補完しあうことにより，想定外の洪水被害及びリスクを緩和できる可能性がある。同時にハード対策が進んでも想定災害に備えるにはソフト対策が重要であり，ソフト対策への取組みも拡大していかなければならない。

計画と優先順位付けのためのツールとしては，ナレッジノート 1 で述べたリスクアセスメントや計画レベルでの費用便益分析などがある。計画と優先順位付けのアプローチとしては，統合計画としてステークホルダーや地域との合意形成を図ることが重要であることから，合意形成が重要なアプローチとなる。日本ではこうしたプロセスにおいては，各流域委員会に類する委員会が設立されステークホルダー間や地域において合意形成が行われている。同委員会のメンバーは，河川管理者や下水道管理者のほか，都市計画，住宅，土地，農業，道路等，関係のある行政組織の部局，学識関係者や，必要に応じて NPO，市民等が加わる。

4.3 合意形成及び役割分担

統合都市洪水リスク管理の策定及び推進のためには，各事例でも確認された通り各ステークホルダーが統合都市洪水リスク管理のプロセスで関与しコンセンサスを構築しながら，それぞれの目標・責任・役割等について合意形成を図っていくことが重要である。そのためのツール・アプローチとしては，合同協議会，合同メカニズムの開発と運用，学識者の参画，パブリックコメントの募集，

民間セクターとのコンサルテーション，インセンティブシステム，法制度の構築，人材交流（行政内）などがある。

統合都市洪水リスク管理は，河川，下水道，流域などの各セクターと，学識，行政，民間，住民等の各ステークホルダーにより策定され実施される統合的なアプローチで，その実施と推進に当たっては，関係者によるコンセンサスの構築と合意形成が非常に重要である。そのためには，ツール・アプローチをさまざまに駆使し，合意形成を図っていく必要がある。

ツール・アプローチの具体としては，各事例においてみられた学識者，行政内関係部局，住民等からなる合同協議会の開催や，東京都の河川局と下水道局にみられた内外水一体型のリスクアセスメント（氾濫シミュレーション）の開発と運用，パブリックコメントの募集，民間セクターとのコンサルテーションを通じた理解促進や啓発，補助金などのインセンティブシステム・法制度の構築，行政機関内における定期人事異動などによる人材交流（行政内）などがある。

5 文献目録

Ishiwatari, Mikio. "What are Crucial Issues in Promoting an Integrated Approach for Flood Risk Management in Urban Areas? "Japan Social Innovation Journal 6.1 (2016): 15-26. Web. 2020-03-18 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsij/6/1/6_15/_pdf/-char/en>

Umeda, Sayuri. "Global Legal Monitor." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.loc.gov/law/foreign-news/article/japan-flood-prevention-and-sewerage-service-acts-amended/>.

世田谷区. "世田谷区豪雨対策行動計画." 2018b. Web. 2020-03-18 <https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/kurashi/005/003/007/d00137458_d/fil/137458-1.pdf>.

---. "緑の基本計画　概要版. " 2018a. Web. 2020-03-18 <https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/010/002/001/d00017133_d/fil/4.pdf>.

---. "「世田谷区豪雨対策基本方針」～水害に強い安全・安心のまち世田谷～. " 2016. Web. 2020-03-18<https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/kurashi/005/003/007/d00027833_d/fil/27833_11.pdf>.

国土交通省 東北地方整備局 山形河川国道事務所. 最上川電子大事典. "二線堤." 国土交通省 東北地方整備局 山形河川国道事務所 HP. N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.thr.mlit.go.jp/yamagata/river/enc/words/05na/na-003.html>.

国土交通省 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会. "気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言【概要】. " 2019. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/pdf/01_gaiyou.pdf>.

国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部. "第 2 章　過去の大規模災害が社会経済に与えた影響." 2017. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/bousai/shinsuihigai/pdf/171225_jirei_2_lo.pdf>.

国土交通省. "平成３０年７月豪雨をふまえた都市浸水対策について." 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001256154.pdf>.

国土交通省水管理・国土保全局. "水防災意識社会再構築ビジョン." *国土交通省 HP*. N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/index.html>.

---. "都市部で顕在化する「内水氾濫」." 2007. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/kiroku/suigai/suigai_3-3-2.html>.

---. "浸水想定（洪水，内水）の作成等のための 想定最大外力の設定手法." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/shinsuisoutei_honnbun_1507.pdf>.

土木学会 平成 29 年度会長特別委員会 レジリエンス確保に関する技術検討委員会."「国難」をもたらす 巨大災害対策についての技術検討報告書." 2018. Web. 2020-03-18 <http://committees.jsce.or.jp/chair/system/files/本編_「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書_6.pdf>.

屋井裕幸. "日本における豪雨対策のこれまでとこれから （特集 グリーン・インフラを活用した豪雨対策の潮流）." 日本緑化工学会誌 40.3 (2015): 486-8. Web. 2020-03-18 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsrt/40/3/40_486/_pdf/-char/ja>.

東京都下水道局. "数字でみる東京の下水道." *東京都の下水道 2014.* 2014. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/kanko/kankou/2014tokyo/05/>.

東京都下水道局. 第二部　主要施策の展開 "経営計画 2016." 2016. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/02kubu_2016.pdf>.

東京都総合治水対策協議会. "総合的な治水対策とは." *東京都総合治水対策協議会* HP. N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index04.html>.

東京都都市整備局. "東京都豪雨対策基本方針（改定）." 2014. Web. 2020-03-18 <https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/gouu_houshin/index.html>.

滋賀県. "滋賀県の河川整備方針." 2010. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1016445.pdf>.

---. "滋賀県流域治水基本方針 — 水害から命を守る総合的な治水を目指して—." 2012. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020542.pdf>.

---. "滋賀県流域治水基本方針（案）." 2011. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020546.pdf>

---. "（参考資料）圏域図." N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1016101.pdf>

二川卓矢. "下水道による浸水対策の取り組みについて." 2017. Web. 2020-03-18 <http://zenken.com/kaiinn_sait/kousyuukai/H29/642/642_futakawa.pdf>.

特定都市河川浸水被害対策法研究会. *特定都市河川浸水被害対策法の解説.* 大成出版社, 2004. Print.

石渡, 幹夫. *日本の防災，世界の災害: 日本の経験と知恵を世界の防災に生かす*. 鹿島出版会, 2016. Print.

雨水貯留浸透技術協会編. *水循環 貯留と浸透* 109 (2018): 23. Print

"都市計画法." 電子政府の総合窓口 e-Gov. 2020. Web. 2020-06-29 <https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=343AC0000000100>.

"建築基準法." 電子政府の総合窓口 e-Gov. 2020. Web. 2020-06-29 <https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=325AC0000000201>.

ナレッジノートシリーズ：
日本における統合都市洪水リスク管理

ナレッジノート 3：
都市洪水リスク低減策の実施

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

UFCOP
Urban Floods Community of Practice

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

1 概要

1.1 統合都市洪水リスク管理における被害低減策の実施

ナレッジノート 3 では，統合都市洪水リスク管理の実施として各災害種において実施された施策と，それら施策の社会実装，実施の際に工夫されたアプローチや成功要因・メカニズム等について，日本における具体的事例を調査分析した。これら施策は，ナレッジノート 1 で紹介したようなリスクアセスメントに基づき計画や優先順位が設定され（ナレッジノート 2 で記載），その計画，優先順位に従って実施されるものである。

統合都市洪水リスク管理の実施における投資について，都市における洪水リスク及び被害軽減という分野横断型の共通目標の下，都市洪水の各種原因となるハザードとリスク（外水氾濫，内水氾濫，内外水の複合氾濫，高潮）のほか，都市の自然条件・地形条件，経済性，社会環境へのインパクト，地域社会のニーズ等に応じて，ハード対策・ソフト対策を含め，各組織の責任と役割に基づいて様々な投資が実施される。

外水氾濫と内水氾濫における主な洪水リスク管理対策の体系を図 1 に示す。ただし，これらの体系図は，分類の仕方により様々な体系図がある。同図は，ハード対策とソフト対策を軸として，ハード対策については主に治水対策と流域対策[51]に分けて整理したものである。治水対策は対象とする河川に対して実施されるもので，いわゆる外水氾濫対策である。下水道整備は排水先の河川への負担を減らすという観点からは治水対策（外水氾濫対策）の一要素とも言えるが，流域に降った豪雨を直接処理するため，その点では内水氾濫対策でもあり，流域対策でもある。

[51] 日本において，流域対策とは降った雨が一気に河川や下水道へ流れ出さないようにするために雨水を一時的に貯める施設や地下に浸透させる施設を設置することなどを言う。詳しくは http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index04.html を参照。

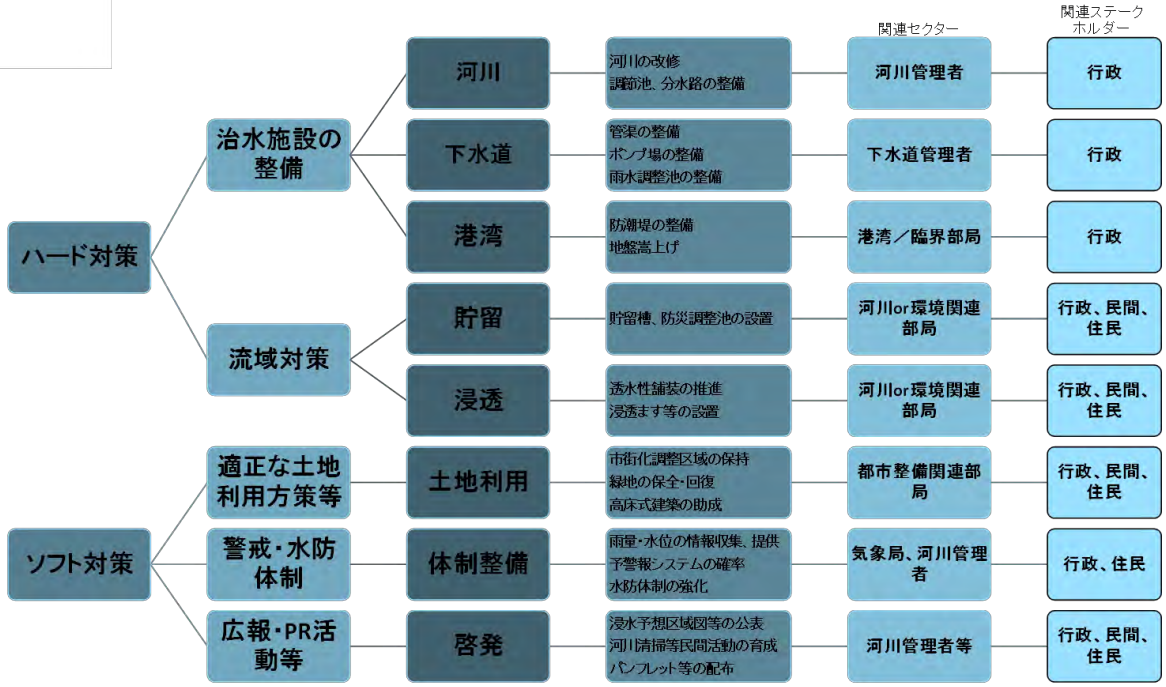


図 1 都市における総合的な治水対策
(出典)（東京都総合治水対策協議会, N.d.）をもとに世界銀行が独自に作成

1.2 日本の事例研究の手法

ナレッジノート 3 では上図に示されたような対策のほか，高潮対策を含め，日本における統合都市洪水リスク管理における事例の背景と課題，強みと弱み，対策への投資を実現させた工夫・アプローチ，成功要因とメカニズム，投資効果や今後の課題などについて分析を行った。また，都市統合洪水リスク管理における「グッドデザイン（Well-designed development of Risk Reduction Management, 以下 Good Design）」のための主要素を分析した。ナレッジノート 3 で取り上げる具体的事例は，様々な施策の中から，統合都市洪水リスク管理への投資（ナレッジノート 3）における「グッドデザイン」を有する事例である。

統合都市洪水リスク管理への投資における“Good Design”とは何か？

本ナレッジノートでは，日本における統合都市洪水リスク管理の「グッドデザイン Good Design」となる事例は，「目的適合性（fit-for-purpose）と複合的な利益（multi-benefit）」**を兼ね備えた事例**と捉えられる（図 2 参照）。

減災対策の目的は，施設の能力を上回る外力により氾濫等が発生しても人命，資産，社会経済の被害をできる限り軽減することである（国土交通省 水管理・国土保全局, 2015）。

都市は，各々その都市特性や自然・地形条件，洪水リスクとハザード，ステークホルダー，財政，気候変動等を含む不確実性等の課題を抱え，その状況をもとに最適解となりうる統合都市洪水リスク管理の手段を選択する（目的適合性（fit-for-purpose））。その際，各セクターやステークホルダーは，都市における洪水リスク及び被害軽減という共通目標の達成に通じる施策をベースに，都市開発や良好な空間整備，環境，経済性，持続性，環境適応，住民参加，地域活性化など，治水以外の様々な機能・効果や付加価値を与えること（マルチ・ベネフィット（multi-benefit））により，各ステークホルダーに対するインセンティブ創出や理解の醸成を図り，最適策として合意形成を図っていく。最終的に選定・実施された施策は，この「目的適合性（fit-for-purpose）と複合的な利益（multi-benefit）」を有した事例と考えられ，その二つの要素が統合都市洪水リスク管理の「グッドデザイン」の主要素であると考えられる。複合的な利益があることは，投資案件としての全体的な価値も向上させると同時に，持続的な投資にも繋がっている。

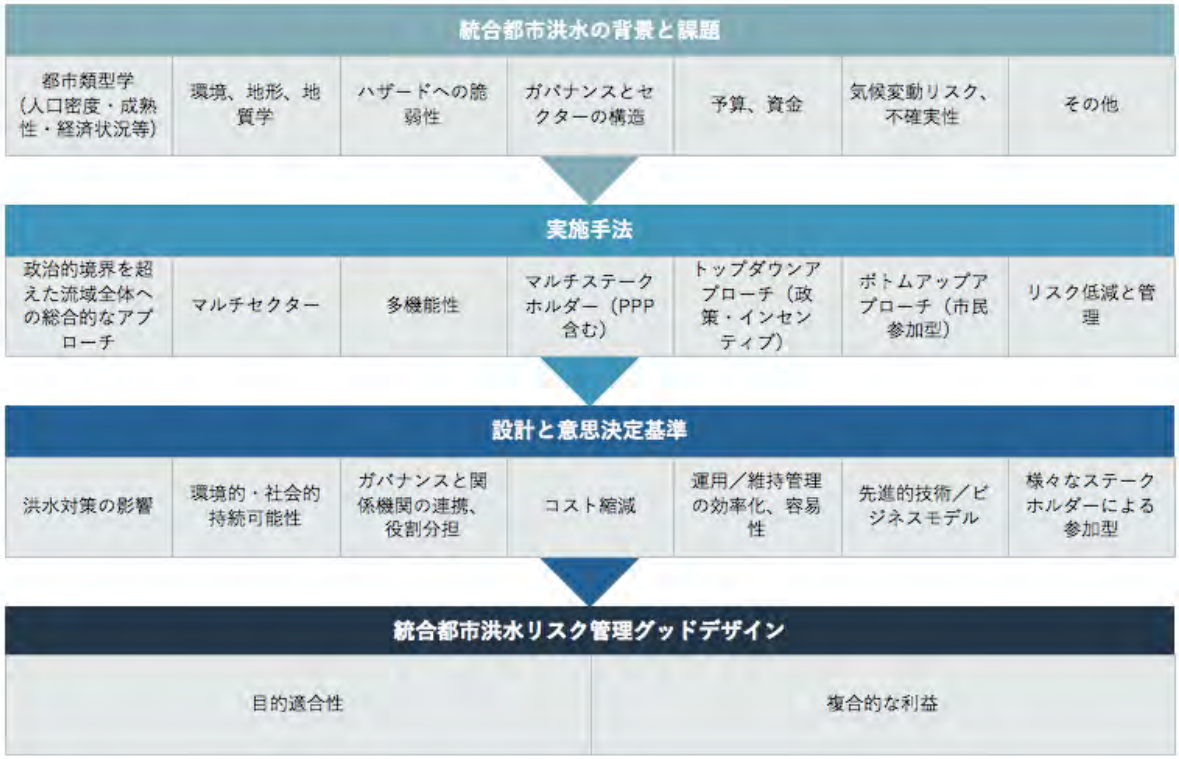


図 2 統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン： 要素とデザインプロセス

各対策がグッドデザイン，すなわち「目的適合性（fit-for-purpose）と複合的な利益（multi-benefit）」を獲得する／有する条件・環境として，コスト分担・コスト削減（費用効率），先進技術・システムの活用，施設機能の持続性確保，制度遵守や規制緩和による民間企業や住民の参加促進，ステークホルダー間の連携や合意形成等の要素がある。本ナレッジノートで紹介する日本の事例研究は，これらの点を工夫することで，各事業が目的適合性（fit-for-purpose）や複合的な利益（multi-benefit）を備えられるよう条件・環境を整え，統合都市洪水リスク管理の事業への投資を可能としている。具体的な日本の事例は，2 章及び付属資料で紹介する。

表 1 統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン・クライテリアと投資実施の関連性，重要性

洪水リスク低減策の効果	洪水リスクとなる要因（河川の水，雨水等）を管理・制御し，洪水リスクを低減させる効果が高い施設／設備ほど，投資による利益をより得られる。
環境や社会への配慮	環境，経済，社会等の観点において持続性のある取組みは長期にわたって洪水リスク管理の機能を発揮するため，投資効果が高いと言える。
行政の役割及びセクター間の連携	制度活用（法的拘束力）や規制緩和，行政の助成等により民間企業や住民の参加を促進する。また，行政主導により施設整備・利活用の委員会，検討会を開催することで河川，下水道等のセクター間調整のほか，都市計画，環境等のセクターを超えた連携と統合を進め，施設／設備の複合的な利益を検討する。これらの方法により各ステークホルダーの負担を分担，軽減することで，効率的・効果的な投資を実現させる。
費用対効果（ライフサイクルコスト	財源の確保／費用分担，コスト縮減の工夫は**統合都市洪水リスク管理**の投資の実現に影響を与える。
運用及び維持管理	施設整備の効率性，容易性，適応性等の要素である。1 つの施設／設備が複数の災害種や異なる地域で起こる災害に適応可能とすることで，コスト縮減や都市の限られた用地での施設整備が図られ，効果的な投資に繋がる。
先進的な技術やビジネスモデル	先進的な技術やシステム，ビジネスモデルは，投資効果の向上（より効果的・効率的な施設整備）や投資案件としての価値の向上が見込まれ，グッドデザインの一要素と言える。
民間連携や住民参加	官民パートナーシップ等の民間との連携や住民の参加型による都市洪水リスク管理は，運用／維持管理の効率性を高めると共に投資の効率性を高め，コスト縮減（負担の分担）等にも繋がる。

2 都市洪水リスク低減及び管理対策への投資実施：日本の経験

以下は，投資を検討する場合に想定される，“事業への投資を可能にした条件とは何か？”や“事業を実施する上での問題（障壁）とその打開策は何か？”等の主な疑問点と，それらの疑問に対して日本のこれまでの取組み事例から得られる教訓や知見を，事例を示しながら紹介したものである。

2.1 それぞれの都市統合洪水リスク管理の投資事例の特徴（長所，短所含め）は何か？事業への投資を可能にした必要条件・環境は何か？

各統合都市洪水リスク管理投資（施策／施設）オプションは各々強み・弱みを有する。**各投資（施策／施設）の強み・弱みとしては，大別すると，対象とするハザードや氾濫特性のほか，洪水リスク軽減効果の大小，事業コストの大小，事業期間の長短，事業用地の大小等がある。**

大河川・大都市における高規格堤防整備や下水道幹線整備，沿岸部の防潮堤や臨海部の地盤嵩上げ等のハード対策は，都市における洪水リスク軽減効果は大きいものの，膨大なコストと整備期間を必要とするものや，遊水地整備など広大な用地を必要とするものもある。河川整備の一つである高規格堤防整備などは市街地再開発事業などと合わせて実施され，治水対策と都市開発の両立も図られ効果的であるが，膨大な事業コストと期間を必要とする。河川の遊水地や洪水調節池等は広大な用地を必要とし，地域社会へ与える影響も大きいことから，多機能・多目的化等により事業全体として投資効果・便益の向上や地域との合意形成を必要とする。例えば，東京に隣接し人口や資産が集積する埼玉県で実施された河川洪水を抑制するための貯水施設である彩湖の事例では，利水機能やレクリエーション機能を持たせることにより全体としての投資効果を高めている。下水道整備としては下水道の幹線整備や雨水調整地の整備などがあるが，雨水調整地などにおいては上部を公園や公共施設などに活用し，高度利用を図っている。

自然地の保全や各戸における雨水貯留浸透施設の設置，民間開発における雨水貯留浸透施設の設置等のように，大規模なインフラ整備と比較して貯留・浸透可能な容量及び洪水リスク軽減効果はあまり大きくはないものの，比較的短期間で整備可能な対策もある。また，民間開発に伴って整備される場合は，民間資金により整備されるため行政への負担は小さくなる。民間の投資を促進するため，様々な制度や規制緩和が活用されている。住民参加型のボトムアップ・アプローチによる取組みは墨田区等においてみられ，住民と地域が主体となり，区との協働によって雨水貯留タンクの設置等を行っているもので，住民の協力や理解が得られれば，比較的

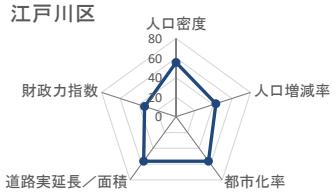
普及しやすい。このように，条例による洪水リスク軽減対策の義務化や助成金，補助金制度の設定，活用により，これらの対策を推進している自治体もある。

さらに，**複数の災害や課題に効果を発揮する対策（ヒートアイランドと内水氾濫軽減を対象とするグリーンインフラ[52]等）の活用も重要である。**ヒートアイランド対策やグリーンインフラは，直接，洪水被害及びリスク軽減に効果を与えるものではないが，自然地保全や農地保全，水環境や地下水涵養の改善などの取組みは，自然環境や社会環境を改善することによって水循環の改善や洪水被害及びリスク軽減に繋がっている。これらは良好な空間整備や環境保全に強みを有しており，都市における洪水リスク被害軽減とともに都市空間整備や都市再開発を可能にしている。

日本において，上記のような外水氾濫や内水氾濫，高潮のリスク軽減事業への投資を可能にした条件・環境は，図 2 及び表 1 に示した通りである。今回取り上げた日本の事例研究においては，「グッドデザイン」の主要素である「目的適合性（fit-for-purpose）と複合的な利益（multi-benefit）」を満たすものとして，コスト分担・コスト削減（費用効率），先進技術・システムの活用，施設機能の持続性確保，制度遵守や規制緩和による民間企業や住民の参加促進，ステークホルダー間の連携や合意形成等における工夫が，投資を可能とした重要な要因，成功メカニズムだったと判断された。このような工夫が見られた事例をナレッジノート 3 では取り上げており，各施策（事例）の強み・弱みをその特徴と，施策／施設が実施／立地される都市の特性とともに表 2 に示す。

[52] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_mn_000034.html を参照。

表 2 各投資（施策／施設）の特徴（強み・弱み）と事例リスト

セクター及び施策/施設			施策/施設の特徴，長所／短所	適用事例	
				施策/施設	施策/施設
外水氾濫	河川整備	堤防整備	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 高規格堤防，河川堤防，など **特徴** ・ 大河川，中小河川などの川の水を安全に流すための対策 ・ 川の水を安全に流す対策としては，河道拡幅や堤防整備などがあるが，後述の事例で紹介する高規格堤防は超過洪水にも耐えられる強靭な堤防整備の代表例で都市再開発等と一体となった整備が可能であり，治水面，都市開発の両面で大きな効果をもたらす。 ・ 一方で，高規格堤防整備には膨大な事業コストと事業期間を要し，用地や合意形成等を必要とする。 **適用条件，必要条件** 大河川に隣接した都市で，整備のための用地，財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 1** 河川からの洪水リスクの軽減と都市開発の両立を可能とする河川整備（高規格堤防整備） **具体事例** 荒川，江戸川，多摩川，淀川，大和川の 5 水系 5 河川におけるゼロメートル地帯等の約 120km の各地区	**立地・都市**：江戸川区 ・ 人口集中(人口密度)：高 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：高 ・ 社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：低 江戸川区 

遊水地，調節池

日本で実施されている施策・施設のタイプ

・ 河川に隣接する調節池・遊水池，など

特徴

・ 大河川，中小河川などの川の水を安全に貯める対策

・ 川の水を貯める対策としては，川に隣接した低地で洪水を流入させ湛水させる遊水地や，土地を掘り下げて湛水させる調節池がある。いずれも広大な土地（用地）を必要とするため，既存の土地利用や利水，環境，レクリエーション，公園利用など，治水面以外の機能を持たせ，多機能・多目的に整備される事例が多い。

・ 遊水地，調節池整備には広大な土地（用地），膨大な事業コストと事業期間，地域との合意形成等を必要とする。

適用条件，必要条件

大河川に隣接した低地を含む都市で，整備のための用地，財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設

事例 2

多機能・多目的な遊水地・調節池整備により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策

具体事例

荒川第一調節池(国)，渡良瀬遊水地(国)，刈谷田川遊水地(県)，妙正寺川第一調節池(都)，など

立地・都市：荒川第一調節池　（埼玉県戸田市）

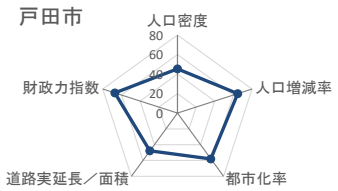
・ 人口集中(人口密度)：中

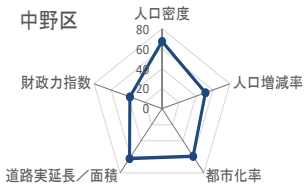
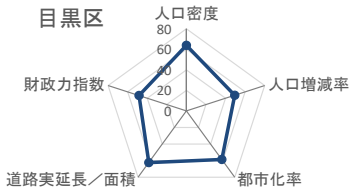
・ 成熟度(人口増減)：高

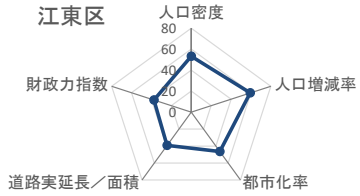
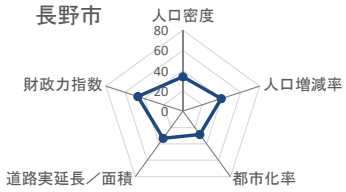
・ 土地利用(都市化率)：中

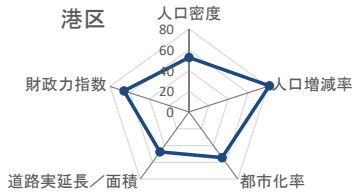
・ 社会基盤(道路延長)：中

・ 財政力指数： 高

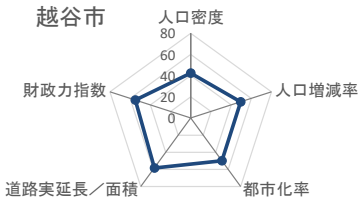
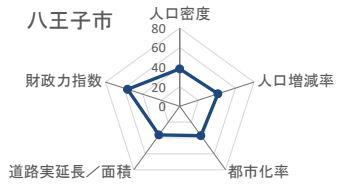


内水氾濫	河川	地下調節池	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 河川・道路の地下に併設する調節池，など **特徴** ・ 大河川，中小河川などの川の水を安全に貯める対策 ・ 東京都や横浜市などの大都市において，地上での土地利用に制約があり，止むを得ず，地下に貯留を行い，河川からの洪水リスクの軽減を図る対策 ・ 膨大な事業コストと事業期間，維持管理コスト等を必要とする。 **適用条件，必要条件** 大河川，中小河川などに隣接する大都市で地上での土地利用に制約があり，地下貯留とせざるを得ず，財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 3** 制約された大都市等において地下貯留により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策 **具体事例** 環状七号線地下広域調節池（神田川）， 目黒川地下調節池（目黒川）， 恩廻公園調節池（鶴見川）， 今井川地下調節池（今井川），など	**立地・都市**：中野区 ・ 人口集中(人口密度)：高 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：高 ・ 社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：低 
		管きょ	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・雨水の貯水機能をもつ下水道管，など **特徴** ・ 都市に降った雨を安全に排除する対策 ・ 雨水は基本的に下水道管により流末の河川や処理場に放流される。その排除能力，処理能力を高めるために下水道管の新規整備，幹線整備，増強等を行う対策 ・ 膨大な事業コストと事業期間，維持管理コスト等を必要とする。 **適用条件，必要条件** ・ 市街化が進んだ都市など，宅地や道路に降った雨水を早急に排除する必要があり，施設整備のための財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 4** 下水道管の増強等により雨水を安全に排除する対策 **具体事例** 75mm/hr 市街地対策（東京都）， 大阪市，神戸市，横浜市，福岡市，広島市，仙台市など	**立地・都市**：目黒区 ・ 人口集中(人口密度)：高 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：高 ・ 社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：中 

内水氾濫	下水道	雨水調整池	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 道路の下にある雨水の貯水機能をもつ下水道管，公園や学校，市役所など公的施設の地下・屋上などにある貯留施設，など **特徴** ・ 都市に降った雨を安全に貯留する対策 ・ 雨水調整池は，放流先の下流の河川や水路の流下能力に見合うよう雨水の一部を一時貯留（ピークカット）し，流出量を抑制する施設（対策）で，雨水調整池の上部を公園やグランド，公共施設等などに高度利用することにより，浸水リスクの軽減と，都市開発（地域開発）の両立を図ることが可能となる。 ・ 適地の確保や維持管理等が実施，運用に向けての課題となる。 **適用条件，必要条件** ・ 低地，窪地などの地形条件，放流先の制約等により，雨水を貯留する方が効率的であり，施設整備のための財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 5** 下水道施設（雨水調整池）の高度利用による雨水排除と地域開発の両立を図る対策 **具体事例** 東京都南砂雨水調整池（上部を公共施設・住宅等に利用）， 日比谷交差点下雨水調整池（上部を道路に利用，他工事との連携）， 藤沢市宮ノ下雨水調整池（公園地下貯留）， 長野市雨水調整池(学校グランド貯留，地下貯留等), 福岡市山王１号雨水調整池（公園，野球場貯留）など，全国各地においてみられる	**立地・都市：**江東区 ・ 人口集中(人口密度)：中 ・ 成熟度(人口増減)：高 ・ 土地利用(都市化率)：中 ・ 社会基盤**(道路延長)**：中 ・ 財政力指数：低  **立地・都市**：長野市 ・ 人口集中(人口密度)：低 ・ 成熟度(人口増減)：低 ・ 土地利用(都市化率)：低 ・ 社会基盤**(道路延長)**：低 ・ 財政力指数：中 

内水氾濫	下水道	合流式下水道 改善対策	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 下水処理施設，など **特徴** ・ 合流式下水道の改善対策（環境） ・ 合流式下水道の改善（環境）は，雨天時に合流式下水道から放流される汚濁負荷量の削減を図るもので，事例で抽出した芝浦水再生センターは同改善対策の実施に伴い，下水道インフラの更新とともに大規模な雨天時貯留池を設け，雨水排除の改善を図ったものである。浸水対策を直接の目的とはしていないが，都市浸水対策に間接的に寄与する施策/施設である。 **適用条件，必要条件** ・ 合流式下水道の改善対策を実施する際，大規模な雨天時貯留池を新たに設置できるなど，都市浸水対策に間接的に寄与でき，且つ財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 6** 都市の洪水リスクの軽減を直接の目的とはしていないが，間接的に効果のある施策／対策 **具体事例** 芝浦水再生センター	**立地・都市：港区** ・ 人口集中(人口密度)：中 ・ 成熟度(人口増減)：高 ・ 土地利用(都市化率)：高 ・ 社会基盤**(道路延長)**：中 ・ 財政力指数：高  	

＜本ナレッジノートで例示する流域対策の分類＞河川や下水道への雨水の流出を抑制する流域対策としては，調節池や貯留浸透施設の設置，緑地等の保全による保水機能の維持などが挙げられる。調節池や貯留浸透施設は，住宅や商業施設，工業団地など開発行為に伴い，雨水，排水を貯留・浸透させるために設けられ，①大規模なまちづくり・都市開発／再開発と一体となって実施された施策/施設，②公共施設や民間施設の整備に伴って実施された施策/施設，③住民の洪水対策の必要性の認識から，ボトムアップに実施された施策/施設がある。

内水氾濫	雨水流出抑制	大規模なまちづくり・都市開発／再開発と一体となった施策/施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 民間の大規模住宅・商業施設・ビル等にある地下・屋上・公園貯留施設，など **特徴** ・ 河川や下水道への雨水の流出を抑制する流域対策の一つとして調整池による貯留があり，まちづくりと一体となって整備された事例がみられる。 ・ 越谷レイクタウンはその最たる事例で，コンパクトシティとして，まちづくり・地域開発と治水安全度の向上を実現している。また，一部，地区外の湛水量を負担しており，地区外の治水にも寄与している。 ・ 用地確保，費用，ステークホルダー及び地域との合意形成等が課題となる。 **適用条件，必要条件** 浸水リスクが高い低地などにおいて，コンパクトなまちづくりや宅地開発を行う必要があり，且つ，整備のための財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 7** コンパクトなまちづくり・地域開発と雨水流出抑制の両立 **具体事例** 越谷レイクタウン（開発に伴う流出抑制と治水対策）， みそのウイングシティ：さいたま市（開発に伴う流出抑制と治水対策），など	**立地・都市**：越谷市 ・ 人口集中(人口密度)：低 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：中 ・ 社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：高 
内水氾濫	雨水流出抑制	大規模なまちづくり・都市開発／再開発と一体となった施策/施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 民間の大規模住宅・商業施設・ビル等にある地下・屋上・公園貯留施設，など **特徴** ・ 郊外における大規模な都市開発において雨水浸透を行うことにより雨水流出を抑制すると同時に水循環システムを導入し，河川の平常時流量を増加させる ・ 雨水浸透量等の定量的評価，また，雨水浸透施設の運用維持管理，地域との合意形成等が課題となる。 **適用条件，必要条件** 郊外で大規模にニュータウン開発と雨水流出抑制対策を実施する地区等において適用される施策／施設	**事例 8** 郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の実施 **具体事例** 八王子みなみ野シティ，など	**立地・都市**：八王子市 ・ 人口集中(人口密度)：低 ・ 成熟度(人口増減)：低 ・ 土地利用(都市化率)：低 ・ 社会基盤(道路延長)：低 ・ 財政力指数：高 

日本で実施されている施策・施設のタイプ

- 民間の大規模住宅・商業施設・ビル等にある屋上・公園貯留施設，雨水利活用システム，など

特徴

- 民間主導による市街地再開発に伴う雨水流出抑制とグリーンインフラの整備（二子玉川ライズ地区）
- 公園整備における雨水貯留施設の設置（二子玉川公園地区）
- 民間の投資意欲，モチベーション等を活用した整備，地権者との合意形成，持続的な運用／維持管理の実施等が課題となる。

適用条件，必要条件

- 再開発が望まれる都市において民間主導により市街地再開発と雨水流出抑制対策を実施する地区等において適用される施策／施設（二子玉川ライズ地区）
- 公園整備と雨水流出抑制対策を実施する地区等において適用される施策／施設（二子玉川公園地区）

事例 9

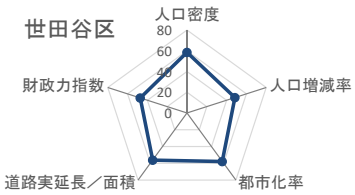
民間による市街地再開発において雨水流出抑制を図る対策

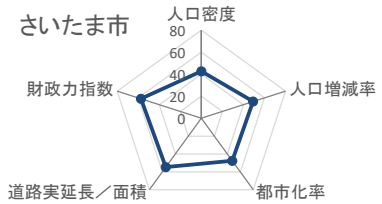
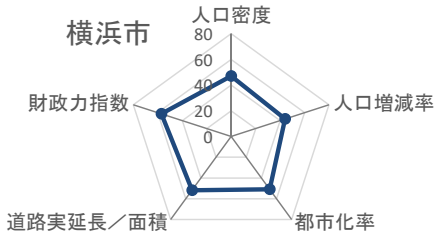
具体事例

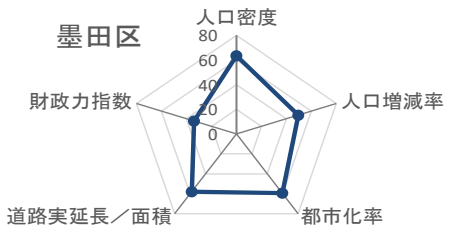
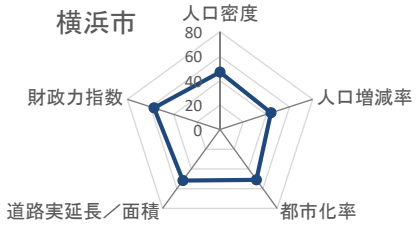
二子玉川ライズ・二子玉川公園，など

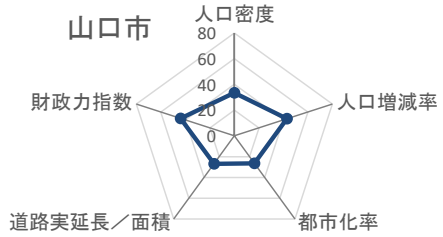
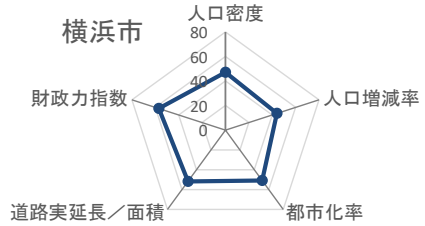
立地・都市：世田谷区

- 人口集中(人口密度)：高
- 成熟度(人口増減)：中
- 土地利用(都市化率)：高
- 社会基盤(道路延長)：高
- 財政力指数：中



外水氾濫	雨水流出抑制	公共施設や民間施設の整備に伴って実施された施策/施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 公共施設や民間施設にある屋上・公園貯留施設，雨水利活用システム，浸透素材を使った駐車場，歩道，など **特徴** ・ 公共施設や民間施設の整備に伴い雨水貯留浸透施設を整備する ・ 面的に複数，広域的に雨水貯留浸透を図ることによりある程度の効果を得ることが可能 ・ 複数，広域的に整備する必要があるため，事業コスト，事業期間，財源をある程度必要とする。 ・ 民間や住民への補助・助成等も課題となる。 **適用条件，必要条件** 大都市の外縁都市などにおいて，都市開発／空間整備に際し，雨水貯留浸透が必要となる地区等において適用される施策／施設。地上に建造する場合は整備用地も必要とする。	**事例 10** 公共施設や民間施設の整備に伴い雨水貯留・浸透を図る対策 **具体事例** 埼玉県， 日本全国の各地の都市	**立地・都市：**さいたま市 ・ 人口集中(人口密度)：低 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：中 ・ 社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：高 
			特徴 ・ 民間施設の整備に伴う雨水貯留・浸透施設の整備に対する支援策（浸水被害対策区域制度）の適用事例 ・ 浸水被害対策区域に指定されることにより，民間に対しては雨水貯留浸透施設の設置義務が発生するが，民間事業者への費用の補助，維持管理の行政への移管（協定締結後）が可能となる。 ・ 浸水被害対策区域の設定範囲等が課題 **適用条件，必要条件** 都市の中心市街地で浸水リスクが高く，雨水貯留・浸透施設の整備が強く望まれる地区等において適用される施策／施設。	**事例 11** 民間の雨水貯留施設への支援策（浸水被害対策区域制度） **具体事例** JR 横浜タワー	**立地・都市：**横浜市 ・ 人口集中(人口密度)：中 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：中 ・ 社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：高 

外水氾濫	雨水流出抑制	住民の洪水対策の必要性の認識から，ボトムアップに実施された施策/施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** ・ 自宅用雨水貯留タンクや浸透桝 **特徴** ・ 各戸，個人，地域等の参加型の取組みにより，雨水流出抑制を図る ・ 雨水貯留タンクや浸透桝の設置など。 ・ 個人や民間等に対する助成・補助，指導等が課題となる。 **適用条件，必要条件** ・ 各戸，個人，地域等の参加型の取組みにより，雨水流出抑制を図る場合において適用される施策／施設	**事例 12** 住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透対策の実施 **具体事例** 墨田区，世田谷区，福岡市（樋井川流域），滋賀県民宣言（地域・住民が一体となった流域治水の取組み） など	**立地・都市：**墨田区 ・ 人口集中(人口密度)：高 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：高社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：低 
		緑地の保全，その他	**特徴** ・ 緑地の保全，緑化等による保水機能の維持・向上，ヒートアイランド対策等による水循環機能の改善と豪雨の緩和，都市洪水リスク及び被害軽減への間接的寄与。 ・ 直接的に都市洪水リスク及び被害軽減を図る施策／施策ではないが間接的に寄与する。 **適用条件，必要条件** 緑地の保全，緑化，ヒートアイランド対策，各種グリーンインフラ等，都市洪水リスク及び被害軽減に間接的に寄与する場合に適用される施策／施設	**事例 13** 緑地保全や公園整備，ヒートアイランド対策，各種グリーンインフラ等による都市洪水リスク及び被害軽減への間接的寄与 **具体事例** 横浜市グランモール公園，首都高速道路大橋ジャンクション屋上の目黒天空庭園，など	**立地・都市：**横浜市 ・ 人口集中(人口密度)：中 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：中社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：高 

高潮	高潮対策	防潮堤防	**特徴** ・ 防潮堤防を設置し高潮被害を防ぐ。 ・ 海岸線に沿った連続的整備が必要となる。都市空間整備・計画，ランドスケープとの整合，事業コスト，事業期間等が課題となる。 **適用条件，必要条件** ・ 沿岸都市で高潮リスクが高い地域において適用される施策／施設	**事例** 防潮堤防整備による高潮対策 **具体事例** 山口市他，名古屋市，神戸市，静岡県，大阪府，など，沿岸に位置するさまざまな都市	**立地・都市：山口市** ・ 人口集中(人口密度)：低 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：低社会基盤(道路延長)：低 ・ 財政力指数：中 
		地盤嵩上げ	**特徴** ・ 地盤嵩上げにより高潮被害を防ぐ。 ・ 高潮対策として地盤嵩上げを行った場合の事例で，都市空間整備・計画，ランドスケープとの整合，地域ニーズ等から地盤嵩上げが選定。 ・ 嵩上げのための事業コスト，事業期間等が課題となる **適用条件，必要条件** ・ 沿岸都市で高潮リスクが高い地域におい適用される施策／施設	**事例 14** 地盤嵩上げによる高潮対策 **具体事例** みなとみらい 21 地区	**立地・都市：**横浜市 ・ 人口集中(人口密度)：中 ・ 成熟度(人口増減)：中 ・ 土地利用(都市化率)：中社会基盤(道路延長)：高 ・ 財政力指数：高 

2.2 都市統合洪水リスク管理の投資設計と実施を強化，実践するための障壁や打開策は何か？

各投資（施策／施設）において検討が必要な条件・要素あるいは障壁としては，施設／設備が洪水リスク及び被害の軽減効果を発揮すること，コスト縮減を図る工夫を検討せずに従来型の施策（conventional approach）を実施する場合の莫大な事業費，長期に及ぶ事業／工事期間を含めた施設／設備機能が発揮されるまでの間に起こり得る災害リスク，市街地開発事業と洪水リスク低減事業の間でトレードオフ関係にある用地の利活用等のほか，ステークホルダー間の調整と連携等があり，各対策・投資事例の置かれた状況により異なる。

表 4 には，各対策・投資事例における障壁とそれを打開した要因・成功メカニズムを示す。**成功メカニズムは，「グッドデザイン」の主要素である「目的適合性（fit-for-purpose）と複合的な利益（multi-benefit）」を満たすために必要な取組みや工夫である。**今回取り上げた事例研究の各対策（各投資事例）においては，1 つの施設／設備を複数の災害種や異なる地域で起こる災害に適応可能とすることで，コスト縮減や都市の限られた用地での施設整備を図った効果的な投資（図 3 参照），制度遵守や規制緩和による民間企業や住民の参加促進，ステークホルダー間の連携や合意形成における工夫（図 5 参照）等が打開策となっている。

また，先進性などの観点として，前述したヒートアイランド対策やグリーンインフラなどの取組みは，洪水リスク及び被害の軽減効果はそれほど大きくはないが，**良好な都市空間・環境の保全・創出を図り，人口減少や過疎化や退縮など，成熟した地域や都市における社会問題解決のための糸口となりうるものでもあり，都市開発・整備・再生の視点から多面的で効果的な取組みとして期待される。**二子玉川ライズ及び二子玉川公園などの官・民による都市再開発や越谷レイクタウンにおける治水機能を兼ね備えたコンパクトシティの創造（図 4 参照）などは，都市洪水リスク及び被害の軽減と同時に緑に溢れた良好な空間，住みやすい（livable）空間を創出している。これらの取組みは，インフラの老朽化や人口減少，空き家の増加等による都市の退縮等，都市が抱える諸問題を解決する糸口としても期待される。このように，都市統合洪水リスク管理における各種の施策は，治水対策の範疇に留まるのではなく，さまざまな機能，ベネフィットを視野に実施されており，途上国の都市が将来直面する課題への解決策として参考となる知見である。

こうした事例は，付属資料に示す事例「事例 3：制約された大都市等において地下貯留により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策【神田川・環状七号線地下調節池／環状七号線地下広

域調節池】」や「事例 7：大規模なまちづくり・地域開発と雨水流出抑制の両立【越谷レイクタウン／大相模調節池】」にて代表される。以下にその概要を示す（詳細は付属資料参照）。

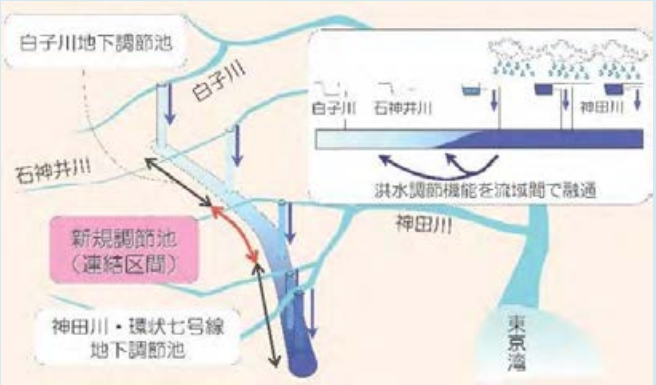


図 3 複数の流域で起きる洪水に対して 1 つの施設で適応する事例
（出典）（東京都建設局，2016）

図 4 ニュータウン造成に伴い洪水対策（調節池）を行い，
治水上の安全性と住みやすい住空間を創出した事例（出典）（吉村，2016)を元に作成

		一般的なルール	越谷レイクタウンのルール
開発による流出増量分	A	開発者	開発者
地区内湛水量	B		国 / 地方自治体
地区外湛水量	C		
開発者負担		A＋B / A＋B	A＋B / 2A+2B+C
河川管理者負担		-	A+B+C / 2A+2B+C
考え方の根拠		＊開発は流出量を増加させ、貯水量を減少させる	＊河川管理者は（A｜B｜C）に対し、開発者は（A｜B）に対し責任をもつ

図 5 ステークホルダー間の連携で費用負担を工夫した事例（出典）（吉村，2016）を元に作成

2.3 統合都市洪水管理の投資を設計し実施する上での，“都市，国の政府，民間及び市民の間で共有されているが差異のある責任”とは何か？

国，地方公共団体，民間，住民，学識者等のステークホルダーは，各々の業務分掌や立場等に応じて，都市洪水リスク及び被害の軽減という共通目標を達成するための責任や役割がある。

例えば，国は統合都市洪水リスク管理を促進するための法整備をはじめ，事業制度や技術基準，各種ガイドライン整備等の基本的な制度的・技術的枠組みづくりを行う。管轄する一級河川においては，河川管理者として自ら統合都市洪水対策を実施する。また，一級河川における外水氾濫等のリスクアセスメントを行う。さらに，地方公共団体への金銭的・技術的補助・助成を行う。地方公共団体は，都市行政の主体者及び下水道管理者，河川管理者として，先に説明した流域対策を含めた統合都市洪水対策の方針及び計画を策定し，対策に投資する。また，内水氾濫や外水氾濫によるリスクアセスメントとハザードマップの作成，民間や住民が行う対策等に対する助成（東京の八王子市や墨田区等の事例に見られるように，主に雨水貯留浸透施設の設置工事に対する助成）等を行う。

民間は，都市計画法等の国の法制度や開発する地域・自治体の条例（埼玉県雨水流出抑制施設の設置等に関する条例等）に応じて，自社の投資判断に基づくビル開発，都市整備，空間整備に付随した流域対策（雨水貯留浸透施設，グリーンインフラ）等の実施や，業種に基づき統合都市洪水リスク管理にかかる技術開発を行う。住民は，自治体の条例や計画（八王子市雨水貯留浸透推進計画等）に応じた指導（administrative advice）に基づく流域対策の実施（図 6 参照）や清掃等の施設設備の維持管理作業，地域活動への参加，ハザードマップなどによる洪水リスクの理解と自主避難／自己防衛の役割・責任を負う。

学識者は，統合都市洪水リスク管理に関わる専門知識，研究成果等を社会に還元し，科学・工学知識を政策決定や意思決定に活かすことに役割・責任がある。そのため，各種学会や行政が主催する防災，都市計画等の方針・計画・ガイドライン策定等に係る委員会，検討会等への参加，地域における合意形成（事例 2：多機能・多目的な遊水地・調節池整備により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策【荒川第一調節池】に見られるような調整池等の施設／設備の利用計画の検討会）等の場で助言等を行う。

表 3 は統合都市洪水リスク管理における主要なメニューとステークホルダーの役割を整理したものである。政策決定に活かす事例としては，中央防災会議の各種専門調査会[53]や国土審議会[54]の河川部会などがある。

表 3 日本における都市統合洪水リスク管理の主な対策と対策を行う主要機関

	対策	対策を行う主要機関と主な役割
外水氾濫	河川改良工事（堤防等）	国土交通省（補助金，法令や基準整備） 地方公共団体（資金調達，計画）
	調節池／公園など	地方公共団体（合意形成，資金調達，計画） 民間企業（設計，建設）
内水氾濫	下水道の改良工事	国土交通省（補助金や法令や基準整備） 地方公共団体（合意形成，　資金調達，計画）
	地下貯留	国土交通省（法令や基準整備） 地方公共団体（基準作成，啓発） 学校（実施協力） 民間企業（設計，建設，官民連携）
	雨水利用	地方公共団体（基準作成，啓発） 民間企業（設計，建設，官民連携） 地域コミュニティ（合意形成，資金調達，実施）
	保水池	国土交通省（法令や基準整備） 地方公共団体（基準作成，啓発） 民間企業（設計，建設，民間連携）
	グリーンインフラ	国土交通省（法令や基準整備） 地方公共団体（啓発） 地域コミュニティ（合意形成実施） 民間企業（対話と実施）
高潮	防波堤	国土交通省（補助金，法令や基準整備） 民間企業（建設，官民連携）
複合	早期警報及び避難	国土交通省（法令や基準整備） 地域社会（合意形成，啓発，実施）

（出典）（国土交通省, N.d.）最上川電子大事典[55]をもとに 作成。

[53] 詳しくは http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/index.html を参照。
[54] 詳しくは https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s101_kokudo01.html を参照。
[55] "河川管理者." 最上川電子大事典. N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.thr.mlit.go.jp/yamagata/river/enc/words/02ka/ka-006.html>を参照。

なお，統合都市洪水リスク管理の促進に際しては，これらのステークホルダーが役割と責任を果たす上で必要となる政策的，技術的，財政的リソースが確保できるよう，必要な法制度やガイドライン，技術的な人的資源を整備することも考えなければならない。

上記のような事例は，付属資料に示す事例「事例 2：多機能・多目的な遊水地・調節池整備により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策【荒川第一調節池】」や「事例 8：郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の実施【八王子みなみ野シティ】」にて代表される。以下にその概要を示す（詳細は付属資料参照）。

図 6 多機能・多目的（治水機能と都市の利水機能）を有する調節池の事例（出典）（国土交通省 関東地方整備局, 2018）

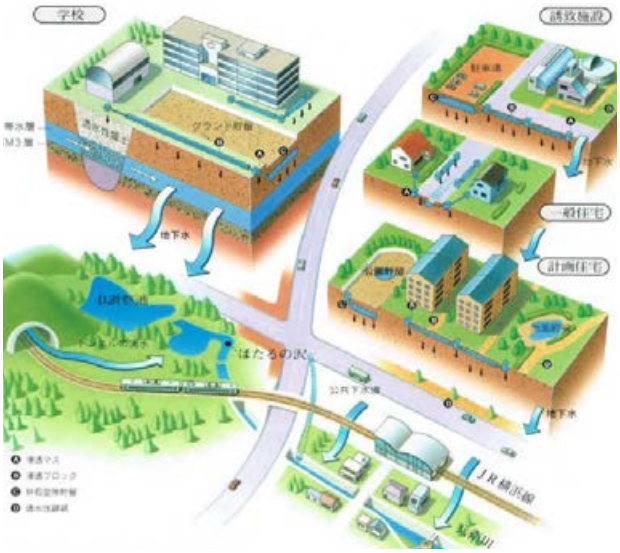


図 7 地方公共団体が，雨水貯留浸透施設の設置工事の推進計画や助成を行う事例（出典）（UR 都市機構,2008）

2.4 ステークホルダー間の調整，合意形成，費用便益分析など，目標達成のための様々な投資オプションの計画と優先順位付けのためのツールとアプローチは何か？

セクター別の統合都市洪水リスク管理における優先順位付けのためのツールとしては，科学的根拠に基づくリスクアセスメントと対策の効果検討，同検討結果に基づく費用便益分析などを実施の上，社会環境へのインパクト，早期効果発現，持続性等を踏まえ，総合的に判断を行う。その際，必要に応じ，セクター間の調整・連携会議の実施，流域委員会等の立ち上げによる議論，方針や計画策定，地域も含めた合意形成の醸成等を行う。これらの関係機関の協働体制構築のためのガバナンスも重要である。

統合都市洪水リスク管理はステークホルダーも多く複雑であり，また地域社会へのインパクトも大きく，単なる関係機関の調整を超えた概念が必要である。政策レビュー[56]によれば，日本においても，関係機関の協働や連携の不足等により流域対策などが進んでいない状況も見受けられている。また，図 2 に示した統合都市洪水リスク管理の「グッドデザイン」を達成するためには，施策の内容や要素のほか，そのアプローチも重要である。大規模な治水対策など膨大な費用と期間を必要とする施策などは，国や地方公共団体の主導（トップダウン・アプローチ）がなければ成し得ず，一方で，各戸や地域における雨水貯留・浸透施設の設置等は住民や地域の参加（ボトムアップ・アプローチ）が重要である。**これらの統合的アプローチは，都市化の進展や新たな社会問題の露見，社会ニーズやステークホルダーの複雑化等から，より効率的・効果的で多機能であることや，高便益・高付加価値が求められ，河川，下水道，流域対策，被害軽減対策などが連携した，より高度で包括的なマルチセクター・アプローチが必要となっている。**また，実施する対応策（施設／設備）は，対応策の実施・完成を終着点とせず，各々の責任・役割分担に応じて対応策の機能，効果を持続的に確保する必要があるため，費用対効果（ライフサイクルコスト）の観点も重要である。投資した対策の運用／維持管理については，ナレッジノート 4 で詳述する。

さらに，**どこまでのリスクに対して施設等で防御し，どこからのリスクをソフト対策等で軽減を図るのかも必要となってくる。**計画規模を上回る豪雨の発生や想定外の事象に対しても備えが必要であり，ハード対策の整備が進んでも想定外の災害に備えるためには，ソフト対策やリスクマネジメントの概念が重要であり，それらの取組みも拡大していかなければならない。

このように，都市洪水の種類や都市が抱える課題に合わせて，マルチセクター，ステークホルダー，目的，トップダウン，ボトムアップ等のアプローチから最適なものを選択し，ナレッジノート 1 で評価し，ナレッジノート 2 で目標設定した施設／設備規模に対して，洪水リスク管理の影響，費用対効果（（ライフサイクルコスト）等のデザイン及び意思決定基準を基に，統合都市洪水リスク管理の対策をデザインすることが重要である。また，多様なセクターやステークホルダー等を駆使して，洪水対策だけでない効果・目標達成を得ることができるようにデザインすることが複合的な利益を生む対策であり，これらの要素が日本の事例から見られる統合都市洪水対策の成功要因と言える。なお，具体的な日本の事例は付属資料にて詳述するが，ナレッジノート 3 で取り上げる具体事例，氾濫の特性や都市の抱える課題，そしてその課題に対応するための各事例のアプローチやグッドデザインを整理したものを表 4 に示す。

---

[56] 国土交通省. “流域と一体となった総合治水対策 －都市型豪雨等への対応－（評価書の要旨）” . N.d. 2020-03-18. <https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/seisaku/pdf/h15chisui_01.pdf>を参照。

表 4 各事例における都市の特徴及び課題とグッドデザインの要素

適用事例 [ナレッジノート３で取り上げる具体事例]	主に対応した氾濫リスク，氾濫特性						課題（制約条件）に応じた各具体事例のグッドデザイン
	近接河川からの氾濫【外水】	頻発化する局地的大雨【内水】	水はけの悪い低地【内外水／高潮】	莫大なコスト	限られた用地	その他の課題／直接的な治水以外の課題	
事例 1：河川からの洪水リスクの軽減と都市開発の両立を可能とする河川整備【高規格堤防整備】	✔		✔	✔		✔ 避難場所確保	多機能化，ステークホルダー連携 • コスト分担のため，マルチステークホルダー（治水事業，まちづくり事業）による事業実施とまちづくりサイドへのインセンティブの付与 費用削減 • 事業実施前後で用地の所有者を変更せず（用地買収を原則行わず）に用地費のコスト縮減 多機能化 • 他の災害にも対応する多機能化（水害の避難場所としての高台創出，地震に対しても安全な設計）
事例 2：多機能・多目的な遊水地・調節池整備により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策【荒川第一調節池】	✔					✔ 都市への利水	多機能化，ステークホルダー間の合意形成 • 大容量の調節地を治水及び都市圏への飲料用水（利水機能）の確保に活用 費用削減 • 調整池掘削残土の河川堤防への活用によるコスト縮減
事例 3：制約された大都市等において地	✔	✔		✔	✔	✔	リスク低減，投資効果の発現 • 早期に事業効果を発揮させるための段階整備

下貯留による治水安全度の向上を図る対策【環状七号線地下広域調節池】						長期間の工事	流域アプローチ，多機能化，費用対効果 • 5 つの河川の洪水調節機能の融通（数河川流域を跨いでいる）により局所豪雨等の不確実性にも対応可能 • 複数の河川の治水対策を 1 つの施設で行うことで用地取得，コスト面の課題を集約し，コスト縮減
事例 4：下水道管の増強等により雨水を安全に排除する対策【時間 75mm 降雨対策強化地区】		✔				✔ 長期間の工事	リスク低減，リスク管理／ 効果発現 • 先行的に整備した施設を暫定的に稼働させ，早期に施設効果発現
事例 5：下水道施設（雨水調整池）の高度利用による雨水排除と地域開発の両立を図る対策【南砂調整池，日比谷交差点下調整池】		✔	✔		✔	✔ 他事業との連携	多機能化，ステークホルダー連携 • ステークホルダー連携（東京都の部局間連携，国土交通省と東京都の連携）による施設の多機能化
事例 6：都市の洪水リスクの軽減を直接の目的とはしていないが，間接的に効果のある施策／対策【芝浦水再生センター】						✔ 下水の水質，都心の空間利用	ガバナンス，調整メカニズムの効果 • 現行法制度を活用した都心における施設整備 多機能化，ステークホルダー連携 • PPP による施設の多機能化と費用負担軽減

事例 7：コンパクトなまちづくり・地域開発と雨水流出抑制の両立【越谷レイクタウン】	✔	✔		✔			多機能化，ステークホルダー連携 • 付加価値化のための治水と環境を絡めた魅力的な住環境の創出 費用対効果 • 地方公共団体の人的・財政的負担軽減を実現させるための制度活用 住民参加 • 地域住民を巻き込んだ施設の運用・維持管理
事例 8：郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の実施【八王子みなみ野シティ】		✔				✔ 水環境保全	マルチステークホルダー，環境と社会への配慮 • ステークホルダー連携による最適な施設の検討 行政主導 • 行政主導による施設の持続的運用
事例 9：民間による市街地再開発において雨水流出抑制を図る対策【二子玉川ライズ・二子玉川公園】	✔	✔					マルチステークホルダー，多機能，住民参加 • 既往制度を活用し，治水機能を備えた市街地開発

事例 10：公共施設や民間施設の整備に伴い雨水貯留浸透を図る対策【埼玉県の雨水流出抑制】		✔		✔	✔		トップダウン • 制度の改定と条例化により，都市化に伴う洪水リスク増加の原因者（開発者）へのコスト負担
事例 11：民間の雨水貯留施設への支援策（浸水被害対策区域制度）【JR 横浜タワー】		✔					政策によるインセンティブ，資金調達，マルチステークホルダー，官民パートナーシップ • 既往制度と条例，官民連携を活用した治水機能を備えた市街地開発
事例 12：住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透対策の実施【墨田区における流域対策の実施】		✔	✔				ボトムアップ，市民ステークホルダーの連携，合意形成，地権 • 地域住民（区職員，市民の会，NPO 法人）との協働による雨水貯留と雨水利活用の促進
事例 13：緑地の保全や公園整備，ヒートアイランド対策，各種グリーンインフラ等による都市洪水リスク及び被害軽減への間接的寄与【横浜		✔				✔ ヒートアイランド等	環境や社会への配慮，多機能化，ステークホルダー連携，新しい技術やビジネスモデルの適用 • 治水効果を含めた水循環による公園（憩い・賑わい空間）整備

市グランモール公園】							
事例 14：地盤嵩上げによる高潮対策【みなとみらい 21 地区】			✔			✔ 地震，液状化等他災害の危険性	行政主導，マルチセクター，多機能 各種災害に対応し，周辺地区のサポートが可能となる防災機能強化を推進した街づくり

3 まとめと提言

3.1 まとめ

上記で示した統合都市洪水リスク管理への投資の実現に関する日本のこれまでの取組み事例から得られる教訓や知見（付属資料参照）としては，下記のようなものが挙げられる。

- 日本では，国（国土交通省），地方公共団体，民間事業者，住民，学識者等の都市における各ステークホルダーは，皆，「都市洪水リスク及び被害の低減」という目標を共有する。そして，各々の役割分担や立場等に応じて，目標達成するための責任や役割がある。
- 統合都市洪水リスク管理投資（施策／施設）のオプションには，対象とするハザードや氾濫特性に応じた施設の適用条件・必要条件のほか，洪水リスク軽減効果の大小等の強み・弱み（特徴）がある。そのため，対策の特徴と都市の抱える課題（条件）を適切に理解し，投資すべき統合都市洪水リスク管理の対策を選択する必要がある。
- 都市洪水の種類や都市が抱える課題に合わせて，マルチセクター，多機能やトップダウン，ボトムアップ等のアプローチから最適なものを選択し，目標とする施設／設備規模に対して，洪水リスク管理の影響，費用対効果（ライフサイクルコスト）等のデザインと意思決定基準を基に，統合都市洪水リスク管理の対策をデザインする。
- 洪水対策だけでない効果・目標達成を得ることができるよう，多様なセクターやステークホルダー等を包含し，通常の対策よりも高い付加価値がついた対策，良好な水辺環境や景観，住環境の創造など，複合的な利益対策をデザインする。
- 上記の 2 つを実現するための工夫が日本の事例から見られ，これらの工夫は，統合都市洪水対策への投資を実現するための成功要因となる。

上記の知見を包括すると，統合都市洪水リスク管理の投資に関する結論として下記のようなことが言える。

- 都市全体の洪水リスク及び洪水被害を減らし，都市のレジリエンスを高めていくため，災害種に応じて，各々のステークホルダーはさまざまな制約条件及びオプションの中から，効率的・効果的な対応策を選択し実施する。

3.2 提言

日本における都市統合洪水リスク管理は，行政機関，民間，学識者，地域コミュニティ，住民など，統合都市洪水リスク管理におけるさまざまなセクター，ステークホルダーが連携・調整し，また，さまざまなアプローチやメカニズムを駆使し，防災，予防投資として，共通目標である都市洪水リスク及び被害の軽減を達成するものとして実施されてきた。

一方で，途上国では，少ない予算を，毎日の生活に欠かせない水道，学校や病院，道路などの基礎インフラの整備に対して使わねばならず，国際機関等による防災への援助も十分ではなく，組織や体制，人材，技術も不足し，僅かな洪水規模であっても大きな災害になっているのが現状である。災害には格差があるとも言われ，途上国では災害により多くの人々が命を失い，特に貧困層は貧困と災害の負のスパイラルに陥り，立ち上がることができない。

都市特性や都市構造の観点から洪水リスクをみると，都市の発展や経済成長が進むほど被害ポテンシャルが大きくなるのは，先進国であっても途上国であっても共通である。そのため，洪水リスク及び被害軽減を図るためには，社会的背景などを理解することも重要である。また，都市を一つの社会と捉えれば，成熟社会（都市）と成長社会（都市）では求められる仕組みが異なる。日本のように成熟した社会（都市）の場合は，一定の整備が済み，財政等が厳しくなる中，無駄な投資を減らし，全体として効率的・効果的な治水インフラ等の整備や維持管理，更新が求められる。一方で，途上国やかつての日本が経験した成長社会においては，経済が右肩上がりで成長し，災害が頻発するため，防災施設を迅速に整備することが求められる。

さらに気候変動による災害の頻発や激甚化等が懸念される中，日本においては，これまでの降雨パターンなども変わってきており，治水計画の見直しに迫られている。そのため，より長期的視野に立って治水計画の策定や整備を行わなければならない。また，気候変動と都市化は負の相乗効果の関係にもあるとも言われ，都市の成長が進む途上国では気候変動と都市化の両面に対応しなければならない。気候変動よりも都市化による影響のほうが大きいとも言われ，ある程度の都市が成長・成熟し，且つ水害の歴史を受けてビルド・バック・ベター（より良い復興）を実施してきた日本に比べて，途上国による統合都市洪水リスク管理は，より難しい状況にあると推察される。
（以上，（石渡, 2016）を参考に記載）

このような背景を踏まえ，統合都市洪水リスク管理の施策（施設）の投資において特に重要と考えられる 3 点について，以下に提言する。

① 目標は共有されるが，差異のある役割・責任の下，各セクターによる対策が実施される必要がある

都市の持続的な発展と都市における公共の利益を実現する上で，都市洪水リスク及び被害の軽減を図ることは，行政機関，民間，地域コミュニティ，住民等の都市のステークホルダー並びに河川や下水道の関係機関，都市計画の関係機関等，様々なセクターにおいても共通の目標と考えられる。災害による被害額は先進国が多いが，被害額は小さくても途上国の経済に深刻な打撃を与える。また，被災後の復旧，復興には莫大な時間とコストを要するため，元の都市機能を回復し，そこから都市の発展を立ち上げることができない。そのため，日本の事例から得られる知見のように，都市の全ステークホルダー及び全セクターが「都市における洪水リスク及び被害の軽減」という共通目標を設定の上，関係者がその共通目標を理解し，各ステークホルダーの役割・責任の下，できるところから実施していくことが肝要である。これは，防災の主流化とも共通する概念とも言える。ただし，先述の通り，都市の抱える課題は都市に応じて異なるため，都市洪水リスク管理を実施するセクター及びその施策は，途上国の社会経済状況や都市化の状況等に応じて適切に選択される必要がある。

例えば，災害による死者数を二桁減らした国が世界には二つあり，それは日本とバングラディシュであるが，この二つの国がとった災害対策は極めて対照的で，日本は集中的に予算を投資しハード対策を中心にして人命や資産を守り（付属資料の事例 2 の荒川の事例や事例 11 及び事例 14 の横浜市の事例），バングラディシュは地域社会（コミュニティ）の力で警戒，警報，避難などのソフト対策によって死者数を減らした。これは，堤防等のハード対策など割ける予算が限られる中で，お金をかけずに被害を減らすには合理的，効果的な対策である。
（以上，（石渡, 2016）を参考に記載）

この考え方は，統合都市洪水リスク管理においても適用し得ると考えられる。途上国において，都市における長大な堤防整備や河道整備，下水道等の雨水排水網の整備が技術面や予算面等の要因で困難な場合，例えば，自然地の保全による雨水流出抑制や民間開発を活用した雨水貯留浸透施設の設置等の流域対策の方が，投資の効率や実現性が高い場合がある。これは途上国だけではなく日本の都市においても同様で，例えばナレッジノート 2 で例示した東京都世田谷区では，「世田谷ダム」というキャッチフレーズを用いて流域対策を推進している。世田谷区の全 467,272 の世帯（2016 年現在）で，仮に全世帯が 300 リットルの雨水タンクを設置したとすれば，区内全域で約 14 万 m^3 の水を貯めることができ，日本国内にある小規模のダムに匹敵する大きさであるということが謳われている。他にも，付属資料の事例 12　東京都墨田区の事例で雨水タンクの導入が進んでいる。これは，お金をかけずに被害を減らす合理的，効果的な対策であり，途上国においても参考にできる知見である。

一方で，多機能やマルチステークホルダーにより対策に付加価値を与え，複合的な利益（multi-benefit）を獲得させることで，日本のように集中的に予算を投資し，ハード対策を実施することが

可能となる。都市機能や資産が集積した都市では，非構造物対策による洪水リスク管理で人命を守ることはできても，都市のレジリエンスを高めるような根本的な課題解決には繋がらない。そのため，ナレッジノート 2 で紹介したように，優先的に守るべき地域を設定し，そこで集中的なハード対策による都市洪水リスク管理を行う等の投資も必要である。特に日本では，複合的な利益（複数流域の洪水対策を 1 つの施設で対応する等）を獲得して投資を成功させた事例として，付属資料の事例 3 及び事例 5 に見られる東京都の下水道整備がある。また，優先地域を設定して集中的なハード対策を行った事例として，同じく事例 4 の東京都による下水道施設増強対策（時間 75mm 降雨対策強化地区）がある。

以上の通り，途上国においては，「都市における洪水リスク及び被害の軽減」という共通目標を共有の上，関係者がその共通目標を理解し，各ステークホルダーの役割・責任の下，技術面や予算面，持続性，早期効果発現，経済性等を加味し，総合的評価を行い，できるところから施策（施設）を実施していく，ということが有益であろう。

② 日本の統合都市洪水リスク管理の投資の事例に見られる“グッドデザイン”は，目的適合性とマルチベネフィットを有するものであり，これを確保するための様々なツールとアプローチ，工夫が必要である

図 2 や表 3，表 4 に示した通り，さらにはナレッジノート 1，ナレッジノート 2 で説明した通り，日本には東京都や横浜市のように高度に成長した都市，成熟して今では人口が漸減している地方都市（ナレッジノート 1 で紹介した三条市等）や高い人口減少と高齢化率が見られる地方都市（ナレッジノート 1 で紹介した大洲市等）など，様々な都市がある。都市には，例えば事例 13 の，古来より丘陵部と臨海部に挟まれた狭い平地を臨海部の埋め立てによって拡大してきた歴史のある横浜市に見られるように，緑地が少なくヒートアイランドが問題となっていたり，事例 12 の東京都墨田区のように元々地盤が低地で水はけが悪いという課題を抱えていたりと，多様な課題がある。さらに，各都市が抱える都市の課題のほかに，洪水の氾濫形態も地域によって異なる（ナレッジノート 1 及びナレッジノート 2 で紹介した滋賀県には，河床が周囲の土地より高い天井川が多くある等）。そのため日本では，各都市の氾濫特性や課題・条件を理解し，それに応じて最適と判断されるアプローチや工夫を駆使し，都市洪水リスク管理の投資を実施してきた。上述の通り，このような日本の成功事例は，統合都市洪水リスク管理の“グッドデザイン”，すなわち「目的適合性（fit-for-purpose）と複合的な利益（multi-benefit）」を有する事例と考えられ，これらの事例から得られる知見（投資を実現させる上でのアプローチや工夫）は，途上国においても参考となり，条件によっては適用可能となる知見であろう。

前述の通り，大規模な治水対策など膨大な費用や時間，用地等を必要とする施策は，国や地方公共団体の主導によるトップダウン・アプローチが必要であり，各戸や地域における雨水貯留・浸透施設の設置などは住民や地域の参加（ボトムアップ・アプローチ）がなければ成し得ない。また，河

川，下水道等のセクター間調整のほか，都市計画，環境等のセクターを超えた様々な連携と統合が必要である。特に，付属資料の事例 1 高規格堤防や事例 9 東京都の二子玉川地区の都市開発の事例が，日本で成功した事例である。

途上国では，膨大なコストと期間をかけた治水インフラの整備等は困難であるが，民間デベロッパーによる都市開発などにおいて，雨水貯留浸透施設の設置だけでなく，土地空間の高度利用や立体的利用，グリーンインフラ整備，民間の財源を活用した対策の推進等の工夫を行うことにより適用の可能性がある。例えば日本では，先述した事例 13 の横浜市の公園の事例に見られるように，ヒートアイランド対策と雨水貯留を組み合わせたグリーンインフラ整備や，事例 6 の東京都や事例 10 の埼玉県のように PPP や条例を活用して民間の財源を利用したアプローチにより対策の実施促進を図った事例があり，これらの知見が途上国における効率的且つ実現的な統合都市洪水リスク管理を検討する上で有益となろう。

③ **最適な統合都市洪水リスク管理への投資を考える上で，都市は，投資する対策が洪水の軽減効果だけでなく，都市・地域社会への波及効果も考慮する必要がある**

統合都市洪水リスク管理の投資を考える上で，前述したヒートアイランド対策やグリーンインフラなどの取組みは，洪水リスク及び被害の軽減効果としては，堤防整備や下水道整備等と比較して大きくないが，良好な都市空間・環境の保全・創出を図り，人口減少や過疎化等，成熟した地域や都市における社会問題解決のための糸口となり得るものでもある。そのため，都市開発・整備・再生の視点から多面的で波及的な取組みとして期待される。治水機能を兼ね備えたコンパクトシティや都市空間の創造などは，都市洪水リスク及び被害の軽減と同時に緑に溢れた良好な空間，住みやすい住空間を創出する。こうしたベネフィットは住宅セクターや民間の防災投資への呼び水にもなる。例えば，付属資料の事例 7 埼玉県越谷市の事例，事例 8 八王子市の事例でこのアプローチを実施し，成功した。

これらの取組みは，途上国の都市が将来的に直面するインフラの老朽化や人口減少，空き家の増加等による都市の退縮等の課題を解決する糸口にもなり得る。このように，都市統合洪水リスク管理における各種施策は，治水対策の範疇に留まるのではなく，様々な機能，ベネフィットを視野に入れて実施されており，途上国の都市が将来直面する課題への解決策として大いに参考となる知見である。

4 付属資料

統合都市洪水リスク管理における投資の実例を，各施策の特徴，背景・課題，実施における成功要因・メカニズム，今後の課題に分けて整理する。なお，各ケースの事業費は 2017 年の年平均換算レート（1USD=117 円）にてドル換算している[57]。

事例 1　河川からの洪水リスクの軽減と都市開発の両立を可能とする河川整備
【高規格堤防整備，小松川高規格堤防】（国土交通省 荒川下流河川事務所, 2014）

位置		東京都江戸川区小松川地先　荒川右岸2.25km～4.63km
計画諸元	延長	約2,380m
	幅	約80m～約150m
	面積	約15.6ha

図 8 小松川高規格堤防の全景
（出典）（国土交通省 荒川下流河川事務所, 2014）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	人口/資産が高密度に集中し，成熟し，市街化が進んだ都市。河川整備のための用地取得には困難が予想されるが，社会基盤や経済・財政は比較的健全な都市。	
実施主体	河川管理者（国）	
工事期間	（第 1 期地区）1990～2002	
事業費	488 億円（建設費，H23 評価時点）（国土交通省 関東地方整備局, 2011）	
洪水対策	主目的	荒川における外水氾濫対策（超過洪水対策・計画規模は 1/200 だが，現在の安全の水準は概ね 1/30～1/40 程度）（国土交通省 関東地方整備局，2016b）
	効果	強靭な堤防整備により外水氾濫リスクを軽減し治水安全度・防災機能の向上を図るとともに，再開発・地域開発を行うことにより地域活性化をもたらした。

[57] 為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

治水機能以外の機能（国土交通省　関東地方整備局 2016a）	都市づくり／地域ニーズ	市街地再開発，住宅建設，良好な空間整備（千本桜整備），学校建設など
	防災機能（地震時等）	避難場所機能
計画・実施におけるアプローチ	行政主導によるトップダウン マルチステークホルダー連携	

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

近接する河川からの氾濫（外水氾濫）

各種の中枢機関が集中した東京，大阪等の大都市地域における大河川の堤防が超過洪水により破堤した場合，当該地域に壊滅的な被害が発生し，ひいては日本全体の社会経済活動等に致命的な影響を与えることが懸念される。これらの地域においては，破堤に伴う壊滅的な被害の発生を防ぐことがより重要である(会計検査院, 2012)。高規格堤防は，これを受けて国土交通省が 1987 年より「超過洪水対策及びその推進方策はいかにあるべきか」について検討し，提示された方策である。

水はけの悪い低地（内外水氾濫／高潮）

人口・資産等が高密度に集積する首都圏及び近畿圏の中でも特に超過洪水等によって甚大な人的被害が発生する可能性の高いゼロメートル地帯等については，全域にわたって水没するリスクがあることや，避難者の数が多い一方で避難場所や災害時の様々な活動の拠点となる高台が少ないこと等から，ハザードマップ整備等のソフト対策だけで被害を防止するには限界がある。

〇避難場所の確保（直接的な治水以外の課題）

このような地域では，人命を守ることを最優先に，ソフト対策を実施する上で不可欠なハード対策として，河川管理者と沿川地方公共団体等の共同による高規格堤防など避難場所となる施設の着実な整備が必要である (国土交通省 高規格堤防の効率的な整備に関する検討会, 2017)。

高規格堤防は，一部区間だけが完成している場合や基本的な断面形状が完成していない場合でも，堤防の安全性が格段に向上するとともに，周辺住民等の避難場所として機能し，良好な住環境が提供されるなど多面的な効果を発揮するとされている (国土交通省 水管理・国土保全局治水課, 2017)。

江東デルタ地帯の低地に位置する小松川地区は，想定最大規模の高潮・洪水被害においても浸水しない高さまで盛土されており，江戸川区の避難地域に指定されている。

〇莫大なコスト

高規格堤防は通常堤防よりも格段に広い幅を持つ構造であり，通常堤防と同様に堤防以外の目的に利用することがないものとして築造することは，多数の移転者が発生し，また，多大な用地補償費を要することになる（会計検査院, 2012)。そのため，地盤改良のあり方や住民移転の手法等，整備費用の縮減のための方策が検討されている[58]。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

河川管理者である国及び当該地区が位置する地方公共団体（江戸川区）の主導により，低地で住宅，商工業が混在密集した防災上危険な地区の治水と都市開発（市街地再開発，住宅建設等）の一体整備（高規格堤防）を 1990 年から開始した。

実施における成功要因・メカニズム：

〇多機能化とステークホルダー連携によるコスト分担

整備工事や補償は国と市街地開発を実施する施行者（民間事業者）で負担するため，堤防盛土工事と一体整備とすることにより都の区画整理事業の負担軽減を図った。一方で，地元の窓口である江戸川区は，主体的に住民説明等を行うことにより地域での合意形成，理解促進を図った。

〇用地買収を原則行わず，用地費のコスト縮減

高規格堤防は，莫大なコストに対してコスト縮減を行うため，多大な用地補償費を発生させないよう“事業実施前後で用地の所有者に変更は無く，用地買収を原則行わない（施設整備後に当該土地上に住民が戻ることが可能であり用地買収が不要）”手法を用いている。堤防裏法面の敷地を有効活用して地権者の公共減歩（土地区画整理事業において，公共用地のため施行地区内の土地所有者等から少しずつ土地を無償提供してもらう）の実質的緩和を図った。また，建物の解体・仮移転・再建築費用の一部補償や一時的に移転する家屋所有者への税制特例措置を実施した。

〇洪水以外の災害にも対応する多機能化（水害の避難場所としての高台創出，地震に対しても安全な設計）

高規格堤防整備事業は 1987 年に創設され（国土交通省 水管理・国土保全局治水課, 2011），都市圏の 1 級河川等で国の主導により整備が進められている。構造は，超過洪水に対しても破堤しないよう，堤内地側の堤防の勾配を 3%以内（強靭性のある構造）としており，このため，堤防上を宅地

[58] 詳しくは(国土交通省 水管理・国土保全局治水課, 2011)

等として利用可能であるとともに，地震に対しても安全な設計となっている（会計検査院, 2012）。

特に小松川高規格堤防が整備された当該地域は海抜 0m 地帯に位置するため，高潮対策としての機能を備えるとともに，高台が少ない地域での避難場所の創出や強靭性・耐震性のある構造から，地域の防災機能の向上（国土交通省 高規格堤防の効率的な整備に関する検討会, 2017）に繋がっている。さらに，リバーフロントにおける市街地開発であるため，賑わい・眺望等良好な住空間の創出（国土交通省 高規格堤防の効率的な整備に関する検討会, 2017）にもなっている。

今後の課題：

2017 年時点の高規格堤防の整備状況は，整備区間の約 120km に対して約 14km（約 12%）が整備済みとなっている（国土交通省 高規格堤防の効率的な整備に関する検討会, 2017）。これまでに事業化した地区数の 6 割近くは公共施設との共同事業であり，市街地開発事業や住宅建設との共同を大きく上回っている。このことは，行政に比べ民間との事業調整に時間がかかることを表している（井山, 2011）。また，これまでの施策実施の経験から，高規格堤防の実施上いくつかの課題が挙げられ，「高規格堤防の効率的な整備に関する検討会」にて次のように提示されている。

1. 共同事業の対象者を把握する段階での課題	高規格堤防の事業内容やメリット等について地方公共団体や民間事業者等に十分に理解されておらず，共同事業の対象となりうる者の把握が適切になされていない。
2. 共同事業として実施していくための準備段階での課題	共同事業者が負担するコスト（用地取得後の固定資産税，河川管理者による工事期間中の借入金の利子等）に対して，現状ではそれを上回るメリットを享受できる仕組みが確立されておらず，共同事業の準備が効率的に行われていない場合がある。また，共同事業者との円滑な調整を進めていくにあたっては，人材やノウハウの面からの課題や，住民の家屋移転に伴う負担（仮移転と本移転の 2 度の移転），事業化するまでに時間を要することなど工期やコストに関する課題がある。
3. 共同事業として事業着手してからの課題	河川管理者と共同事業者による施工の流れの改善や，堤防から離れた箇所での開発事業での手戻り防止など，工期短縮・コスト縮減を実現するために工夫を行うことが必要である。

（出典）（国土交通省 高規格堤防の効率的な整備に関する検討会, 2017） をもとに記載

事例 2　多機能・多目的な遊水地・調節池整備により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策【荒川第一調節池】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	埼玉県内の河川の排水先（下流）は東京都内の河川で，高度集積地区（東京）に隣接する郊外の中核都市。埼玉の都市自体も人口・資産が高度に集積している。	
実施主体	彩湖（荒川第一調節池），河川管理者（国）	
工事期間	1970～2003（河川改修を含む），彩湖（貯水池）：1980～1996	
事業費	1,418 億円，1,212 百万米ドル（建設費＋維持管理費，H21 評価時点）(国土交通省関東地方整備局, 2010)	
洪水対策	主目的	● 洪水調節:調節容量 3,900 万 m^3 により，荒川の洪水調節を行い荒川下流域の水害の軽減を図る ● 利水補給：有効貯水量 1,060 万 m^3 の貯水池及び下水処理水を高度処理する浄化施設
	効果	広大な川幅を有する荒川中流部に位置し，荒川の洪水調節や利水補給といった効果を発揮
治水機能以外の機能（国土交通省 関東地方整備局, 2016a）	利水補給	有効貯水量 1,060 万 m^3 の貯水池及び下水処理水を高度処理する浄化施設を利用した，東京と埼玉の水道用水（最大 302,400m^3 / 日）
	レクリエーション	散策・休憩・花見や陸上スポーツを目的
計画・実施におけるアプローチ	行政主導によるトップダウン・アプローチ ステークホルダー連携	

図 9　荒川第一調節池の全景
（出典）（国土交通省 関東地方整備局, 2018）

図 10　1999 年 8 月の洪水調節状況
（出典）（国土交通省 関東地方整備局, 2018)

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

近接する河川からの氾濫（外水氾濫）

荒川の流域は埼玉県と東京都に跨り，流域内人口は約 970 万人である。武蔵水路経由で利根川上流ダム群から流入する水も含めると，荒川の水利用人口は流域外を含め約 1500 万人と大規模で，治水上も利水上も重要な河川である。その改修は，江戸時代初期の付替工事（利根川の東遷，荒川の西遷）と明治から昭和初期の荒川放水路の建設という 2 つの大きな付替事業に始まり，今日の形がほぼ作られた。荒川第一調節池は，1947 年のカスリーン台風で発生した計画高水流量を上回る大洪水等を教訓に，その後も急速な都市化が進展する荒川流域において被害が激増したことなどから，社会的な重要度を鑑み，1973 年に計画高水流量の変更等の改定が行われ，これに基づいて着手することが決定された（古市, 2018）。

〇利水の確保（直接的な治水以外の課題）

一方で，東京都や埼玉県では，1955 年代後半からの高度経済成長期に，大量の地下水くみ上げによる地下水位低下や地盤沈下が顕在化し，大きな社会問題となっていた。そのため，地下水から河川水への水源転換が図られるとともに，首都圏における水源確保が問題となっていた（国土交通省水管理・国土保全局, N.d.）。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

こうした状況を背景に荒川第一調節池を国土交通省が整備することとなり，建設は 1974 年に開始された。1980 年度には荒川調節池総合開発事業として，都市用水の供給目的も含められた。1997 年に荒川貯水池（彩湖）が完成，第一調節池全体としては 2004 年に完成した（古市, 2018）

実施における成功要因・メカニズム（グッドデザインの特徴）：

〇Multi-purpose（利水機能・レクリエーション機能の付加）

3,900 万 m^3 の貯水量を誇る彩湖を含む荒川第一調節池は，国の主導により建設した埼玉県内の調節池である。彩湖は，荒川の洪水調節機能のほか，首都圏が度々水不足に悩まされるため（松本, 2014; Nikkei Style, 2016），東京都と埼玉県の水道用水供給としての利水機能，調節池内に公園や運動施設等のレクリエーション機能を持たせた多目的施設であり，レクリエーション施設等は所在する各自治体（さいたま市，戸田市[59]，和光市[60]）が維持管理を行っている。

〇調整池利用計画におけるステークホルダー連携

[59] 詳しくは http://www.city.toda.saitama.jp/soshiki/213/siteikanrihyoukahyou.html を参照。
[60] 詳しくは http://www.city.wako.lg.jp/home/toshikiban/toshikeikaku/masterplan.html を参照。

また，調節池の利用計画は，学識経験者及び地元県・市からなる委員会により検討が行われ，全体を 3 つのゾーン（自然保全ゾーン，親水ゾーン，野外活動ゾーン）に分けて整備や保全が行われている。加えて，国の特別天然記念物であり，調節池内にある「田島ヶ原サクラソウ自生地」の保全も図られ，河川空間を有効利用し，かつ生態系にも配慮した都会のオアシスが創出された。

〇調整池掘削残土の河川堤防への活用によるコスト縮減

さらに，荒川の河川改修事業と利水を目的とした彩湖（荒川調節池総合開発事業）を共同実施することにより，彩湖の掘削土約 766 万 m^3 を築堤土として使用したため，河川改修事業で仮に購入土を用いて工事実施する場合に比べて，約 240 億円のコスト縮減を図ることができた（全日本建設技術協会, 2003）。

施設の効果：

荒川第一調節池は，「ダム等の管理に係るフォローアップ制度（平成 14 年 7 月）」に基づき，5 年おきにフォローアップ定期報告書が作成されている[61]。報告書の中では，“洪水調節，利水，堆砂，水質，生物，水源地域動態”等がモニタリング，調査されている。洪水調節機能については，1999 年 8 月洪水では，上流のダム群及び荒川第一調節池での洪水調節効果により，荒川下流部で一番低い京成押上線橋梁地点で水位を 39cm 下げたと想定され，上流での洪水調節がなかったと仮定すると，水位は桁下まであと 7cm に迫ったと考えられている（国土交通省 関東地方整備局 荒川上流河川事務所, 2005）。

利水機能については，至近 5 年間（2016 年時点）で調節池から延べ 195 日間，約 4,050 万 m^3 の補給及び浄化施設から延べ 72 日間，約 1,400 万 m^3 の振替補給を行い，利水機能を発揮している。

[61] 詳しくは（国土交通省 関東地方整備局, 2016）および国土交通省 関東地方整備局　"荒川調節池総合開発施設 定期報告書" 2012. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000059167.pdf> を参照。

事例 3　制約された大都市等において地下貯留により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策【神田川・環状七号線地下調節池／環状七号線地下広域調節池】

施策，施設の特性（（一社）東京建設業協会, 2016; 東京都, 2017; 中野区, 2019）		
立地・都市特性	東京都区部の人口，資産が集中した高度集積地域	
実施主体	東京都建設局河川部	
工事期間	【神田川・環状七号線地下調節池】第一期：1988 年工事着手～1998 年完成，第二期　1995 年工事着手～2007（善福寺川）／2008（妙正寺川）完成 【環状七号線地下広域調節池】2016 年着手～2025 年予定	
事業費	約 1,030 億円，880 百万 US ドル[62]（全体事業費【第 1 期及び第 2 期】）(国土交通省 関東地方整備局, N.d.)	
洪水対策	主目的	神田川・環状七号線地下広域調節池：環七通り地下約 40m に整備された延長約 4.5km，内径 12.5m，最大貯留量約 54 万 m^3 の地下トンネル構造の貯留施設 環状七号線地下広域調節池：神田川及び石神井川において時間 75mm 降雨に対処するため，神田川・環状七号線地下調節池と白子川地下調節池を結んだ総延長 13.1km，143 万 m^3 の洪水を貯留する施設
	効果	供用開始から効果を発揮し，下流域の浸水被害を軽減している。 （神田川・環状七号線地下調節池：時間 50mm 対応，環状七号線地下広域調節池：時間 75mm 対応）
治水機能以外の機能	－	
計画・実施におけるアプローチ	洪水調節機能を流域間（複数の河川）で融通することにより，想定最大（時間 100mm）の局地的集中豪雨に対しても高い効果を発揮する。 施設の早期効果発現を図るため，事業を分割して実施した。 各河川でそれぞれ河川整備することと比較して，コスト縮減が図られる。	

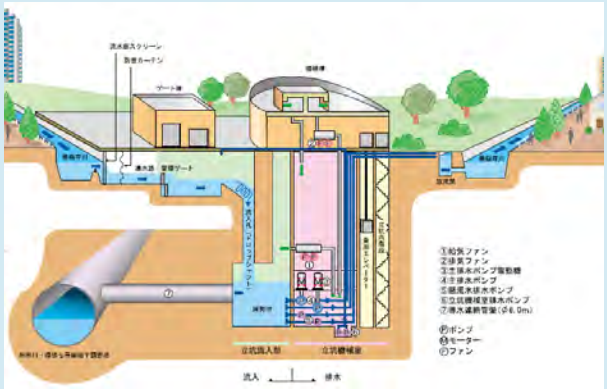


図 11　神田川・環状七号線地下調節池（**出典**）（**東京都建設局**，2016b ）

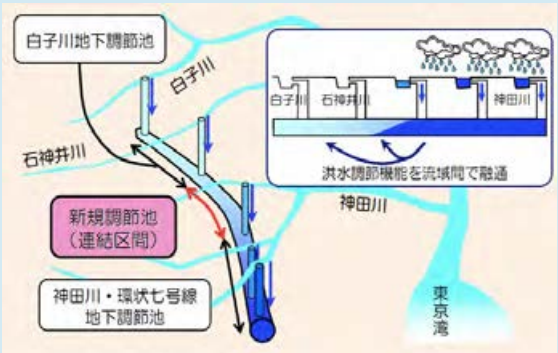


図 12　環状七号線地下広域調節池の概要（**出典**）（**東京都建設局**，2016a）

[62] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

近接する河川からの氾濫（外水氾濫）

1955 年頃からの高度経済成長期以降，都市化が急速に進んだ東京都区部（Special wards of Tokyo）の西部地域も大きな浸水被害を受けるようになった。東京都建設局河川部は，死者 203 人，浸水家屋 46 万棟に及ぶ戦後最大の水害となった 1958 年 9 月の狩野川台風を，中小河川整備に本格的に取り組むことになった契機として挙げている。その災害を受けて，1960 年代後半から 1 時間雨量 50mm 対応の河川改修を開始し，護岸の 50mm 対応整備率は 2015 年度末までで 66%となった（東京建設業協会, 2016）。

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

また，近年，降雨状況が変化しており，時間 50mm を超える雷雨性降雨や局地的な短時間大雨が増加傾向にある。1978～2007 年までの 30 年間の短時間降水量を東京都心とその周辺地域とで比較した結果，都心の降水量は周辺地域よりも 30％以上多いことが認められた。さらに，東京都や区市町村が設置している 117 箇所の雨量データから都内の時間 50mm を超える降雨分布を調べたところ，区部北西部において特に局地的な大雨が多発していることが確認されている（横山, 2016）。

〇用地の制限，莫大なコスト，長期間の工事

東京都建設局河川部では，東京都の中小河川について，河道拡幅及び河床掘削で河川断面を大きくすることを時間 50mm 降雨対応整備の基本としている。このような改修は，新たな周辺用地の取得（それに伴う莫大な用地取得費）を必要とする。しかし，下流から上流へ護岸改修を進めるにあたり，途中で用地を確保できなかったり地下鉄など公共インフラが存在したりと，用地取得が河道整備のネックになる場合があった。その打開策として，ネックとなっている部分の上流で，溢れ出る雨水を一時的に貯留する調節池や，ネック部分の流量を軽減する分水路の建設が進めれられることとなった（東京建設業協会, 2016）。ただし，このような調節池は，施設の規模が大きく全体の完成には相当の時間を必要とする（東京都建設局, 2016b）。工事着手から全施設を完成させるまでに長期間を要する工事の場合，工事期間中の洪水リスク・被害が想定され，それが対策実施上の課題の 1 つであった。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

東京都建設局河川部は，水害が多発した神田川中流域の水害に対する安全度を早期に向上させるため，環状七号線の道路下に延長 4.5km，内径 12.5ｍのトンネルを建設し，神田川，善福寺川及び妙正寺川の水を約 54 万 m^3 貯留する施設を建設した。神田川・環状七号線地下調節池の第一期工事は 1988 年～1998 年，第二期工事は 1995 年～2008 年となっている。

実施における成功要因・メカニズム：

〇複数の河川の治水対策を 1 つの施設で行うこと（施設機能の融通）で用地取得とコスト面の課題を集約してコスト縮減

神田川・環状七号線地下調節池は，神田川，善福寺川，妙正寺川の 3 河川から溢れ出そうな雨水を取り込み，各河川下流の氾濫を防ぐ施設である。また，環状七号線地下広域調節池は，既に完成している神田川・環状七号線地下調節池と現在工事中の白子川地下調節池を繋いだ総延長 13.1km, 143 万 m^3 の調節池である。この施設により，増加傾向にある局地的な大雨に対して，最終的に 1 つの調節池で複数の流域間・河川間の洪水調節が可能となるだけでなく，時間 75mm 対応の計画を上回る時間 100mm の大雨に対しても効果があるという柔軟性が特徴の 1 つと言える。

用地やコスト面では，主に都道という公有地の地下を通すため用地取得という費用負担が少ないのも特徴である（東京建設業協会, 2016）。さらに，複数の河川の治水対策を 1 つの施設で融通させることで，それぞれの河川で単独に河道拡幅等の河川整備を行わずに済むため，用地取得やコスト面の課題を集約でき，コスト縮減が見込まれる。

〇フェージングにより洪水リスク管理効果を早期発現

工事着手から全施設を完成させるまでに長期間を要する工事の場合，期間に対しては，早期に事業効果を発揮させるため，第一期，第二期に事業を分割して整備した（東京都建設局, 2016b）。第一期事業では，約 24 万 m^3 の洪水を貯留する“延長 2.0km のトンネル”と神田川から洪水を流入させるための“取水施設”を建設した。1988 年から工事に着手し，1997 年から供用を開始した。第二期事業では，第一期トンネルと接続する貯留量約 30 万 m^3，“延長 2.5km のトンネル”と善福寺川及び妙正寺川から洪水を流入させるための取水施設等を建設した。1995 年から工事に着手し，2005 年に善福寺川からの取水（供用）を，2007 年に妙正寺川からの取水を開始した。

施設の効果：

神田川・環状七号線地下調節池は，上述の通り，1997 年 4 月から第一期事業箇所，2005 年 9 月からは第二期事業箇所の供用を開始した。施設は第一期供用開始以降から効果を発揮し，2016 年 2 月末までに 38 回の調整池への流入があり，下流域の浸水被害軽減に貢献している。特に，2004 年 10 月の台風 22 号の際には，神田川中流域に多大な浸水被害をもたらした 1993 年の台風 11 号時とほぼ同じ規模の降雨があったが，護岸整備と環状七号線地下調節池の洪水貯留効果により，浸水被害は激減した（東京都建設局, 2016b）。さらに，現在工事中の環状七号線地下広域調節池は，13km の地下トンネルにより神田川，善福寺川，妙正寺川，石神井川，白子川の 5 河川をつなぎ，限られた地域に集中的に雨をもたらす局地的集中豪雨に対しても，調節池機能の流域間相互融通による高い河川氾濫防止効果が期待されている（東京建設業協会, 2016）。

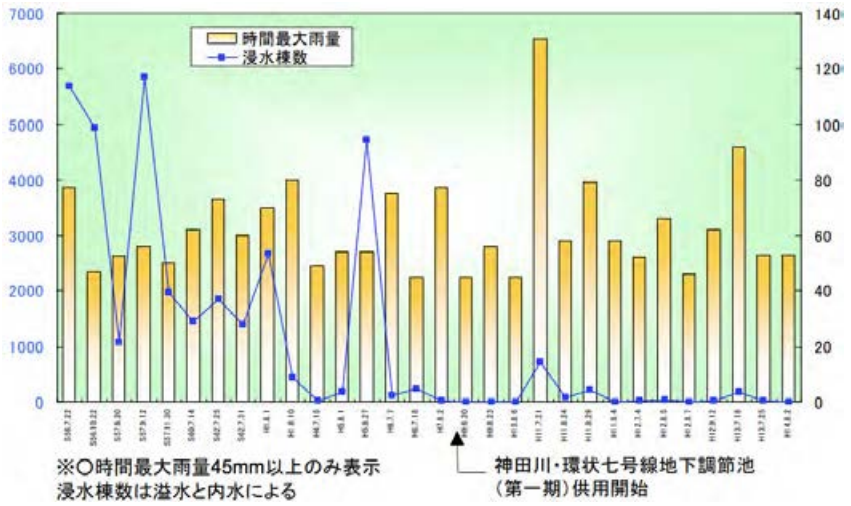


図 13 神田川における過去 20 年間の時間最大雨量と浸水棟数
（出典） (国土交通省 関東地方整備局, N.d.）

表 5 1993 年台風 11 号と 2004 年台風 22 号の比較　(出典)（東京都建設局, 2016b）

	台風 11 号 1998 年 8 月 27 日	台風 22 号 2004 年 10 月 9 日
総雨量 （時間雨量）	288mm （47mm）	284 ミリ （57 ミリ）
浸水面積	85ha	4ha
浸水家屋（床上床下）	3,117 戸	46 戸

事例 4　下水道管の増強等により雨水を安全に排除する対策
【時間 75mm 降雨対策強化地区】

図 14 時間 75mm 降雨対策強化地区（目黒区上目黒）
（出典）（東京下水道局, 2018）

	施策，施設の特性	
立地・都市特性	目黒区上目黒－世田谷区弦巻地区：目黒区上目黒は鉄道の主要駅や駅前の商業地が広がり，利便性が良く，区役所も位置する首都における主要なエリア。東京都では過去に甚大な浸水被害が発生するなど大規模な浸水の可能性があるエリアを時間 75mm 降雨対策強化地区として選定している。	
実施主体	国，東京都	
工事期間	N/A（特定の事業に関する事例ではないため）	
事業費	N/A（特定の事業に関する事例ではないため）	
洪水対策	主目的	内水氾濫対策（豪雨・浸水対策） 下水道施設の増設による対象降雨への対応，内水被害軽減（時間 75mm 降雨対応）
	効果	当該地区の内水氾濫を軽減（時間 75mm に対し浸水被害防止）
治水機能以外の機能	特になし	
計画・実施におけるアプローチ	行政主導・暫定施設の河道による効果の早期発現	

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

東京都区部全域においては時間 50mm 降雨に対応することを基本とするが，甚大な浸水被害が発生している地域などにおいては，下水道施設の整備水準を向上し，最大で時間 75mm の降雨に対し浸水被害を防止することを東京都豪雨対策基本方針として策定した。

〇長期間の工事

東京は，地下鉄路線等の多数の地下構造物が入り組んだ複雑な地下構造となっており，巨大な下水道管を新規で建設する場合，地下深くに築造する必要があり，このような大規模工事は全て完成するまでに 10 年～20 年程度かかる場合があるという工事の長期化が課題であった。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

東京都下水道局は，2013 年に発生した豪雨で 30 棟以上の床上浸水が発生した 4 地域を時間 75mm 対策地区として設定し，新たな下水道施設を増設する。世田谷区弦巻地区の工事は 2017 年より着手された。

実施における成功要因・メカニズム：

〇暫定施設の稼働により洪水リスク管理効果を早期発現

周辺への影響を最小限に抑えながら市街地で工事を行う工夫として，道路等を通行止めにせず，地下埋設物をよけて工事ができるシールド工法を用いた。また，立坑用地には公園等を活用し，さらに騒音，振動，粉塵等の対策も行われ周辺への影響を最小限にし，工事が実施された。また，工事の長期化に対しては，早期に効果を発現させるため，先行的に整備した施設を暫定的に稼働させる等の工夫を行っている（東京都下水道局, 2018）。

事例 5　下水道施設（雨水調整池）の高度利用による雨水排除と地域開発の両立を図る対策【南砂雨水調整池，日比谷交差点雨水調整池】

施策，施設の特性		
立地・都市特性		南砂雨水調整池：海抜 0m 地帯といわれる江東区砂町地区で東京都の下町の住宅地が拡がるエリア 日比谷交差点雨水調整池：東京都心の日比谷公園と皇居のお濠にはさまれた日比谷交差点エリア
実施主体		東京都，国（道路管理者）
工事期間		南砂雨水調整池：2006 年供用開始 日比谷交差点雨水調整池：2005 年～2007 年頃
事業費		南砂雨水調整池：約 100 億円，85 百万米ドル[63]（建設事業費）（東京都下水道局, 2009）， 日比谷交差点雨水調整池：N/A
洪水対策	主目的	南砂雨水調整池：江東区砂町地区など約 500 ヘクタールにも及ぶ地域に降る雨水を貯留し，浸水被害の軽減を図る 日比谷交差点雨水調整池：道路冠水等の周辺の浸水被害軽減とヒートアイランド対策（道路管理者）
	効果	当該地区及びその下流域の内水氾濫（浸水深，冠水時間）を軽減 南砂雨水調整池：貯留池容量 25,000m³，施設形状・長さ 62m×幅 46m×深さ 9m 日比谷交差点雨水調整池：貯留量・約 2100m³，施設形状・幅 9.9m×長さ 47.7m×高さ 6.8m
治水機能以外の機能		南砂雨水調整池：上部空間の有効利用，浸水を防ぐだけではなく，池上部に高層住宅などの公共施設を設定，環境に配慮し，施設の屋上の緑化など。 日比谷交差点雨水調整池：雨水を貯留し，ヒートアイランド現象対策の散水供給源として利用
計画・実施におけるアプローチ		マルチステークホルダー（連携・調整），費用分担

[63] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

図 15 東京都南砂雨水調整池（出典）
（国土交通省 下水道政策研究委員会, 2006）

図 16 日比谷交差点雨水調整池
（出典）（鎌田, 2006）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局所的大雨（内水氾濫）及び水はけの悪い低地（内外水氾濫）

南砂雨水調整池は，海抜 0m 地帯と呼ばれる江東区砂町地区に位置し，大雨に対する浸水被害対策が求められていた。

日比谷交差点雨水調整池は，地形的に道路上に降った雨が交差点付近に集まり易い状況に加え，周辺の下水のほかに，お濠からの排水，番町方面からの雨水が流入していることから，既設管きょの流下能力が不足しており，過去に道路冠水等の浸水被害が多発しており，特に 2003 年 10 月，2004 年の台風 22 号や 23 号の大雨の際は，道路冠水による交通の障害が発生したことから，早急な対応が求められていた。

○用地の制限

南砂雨水調整池の当該地では住宅地等が拡がることから，下水道施設の整備に伴い上部空間などの有効活用が求められていた。

○他事業との連携（直接的な治水以外の課題）

一方で，日比谷交差点雨水調整池の当該地は，国土交通省（道路管理者）により，日比谷共同溝築造工事と路面散水施設の整備が計画・実施されていた （鎌田, 2006）。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

南砂雨水調整池は，地域に降る雨水を貯留して浸水被害の軽減を図るため（東京都下水道局, N.d.(a)），東京都下水道局が建設した貯留池容量 25,000m^3，池の大きさが奥行 62m×幅 46m×深さ 9m の施設であり，2006 年より供用が開始された（東京都下水道局, 2009）。日比谷交差点雨水調整池は，多発する道路冠水等の浸水被害を解消するために国土交通省と東京都下水道局の連携により築造された，貯留量約 2100m^3，施設形状が幅 9.9m×長さ 47.7m×高さ 6.8m の施設である（下水道新技術推進機構, 2008）。

実施における成功要因・メカニズム：

〇ステークホルダー連携による施設の多機能化

東京都の下水道施設の上部については，すでに 57 カ所・約 78ha （東京都下水道局,2016) を公園や運動場をはじめ，業務・商業ビルとの合築などに活用し，限られた都市空間において土地を有効活用するとともに，多目的・多機能な価値を創出している。南砂雨水調整池では東京都の他部局との連携により，上部を「こども家庭支援センター」「高層住宅」「駐輪場」などの公共施設として有効活用することにより，地域の活性化につながる施設としたほか，環境に配慮し，施設の屋上が緑化された（水道産業新聞, 2006）。

日比谷交差点雨水調整池は，国土交通省と東京都が連携し，国土交通省が施工している日比谷共同溝工事の路下作業ヤードを活用して工事を行った。短期間で狭小なエリアでの築造工事となったため，ローラースライド工法を採用した。併せて，ヒートアイランド現象対策の一環として路面散水施設の整備を国土交通省から受託した。連携事業として行うことにより，単独での事業実施に比べ，大幅なコスト縮減，工事期間の短縮，効果の早期発現等のメリットがあった。国道において雨水調整池が道路占用する事例は初めてのケースである（鎌田, 2006）。

施設の効果：

南砂雨水調整池は約 500ha にも及ぶ地域に降る雨水を貯留する。（東京都下水道局, N.d.(a)）。日比谷交差点雨水調整池の浸水軽減効果としては，道路冠水が発生した 2003 年 10 月 13 日の実績降雨（時間 57.5mm）において，浸水深 50cm，道路冠水時間 50 分だったものが，雨水調整池を設置することにより浸水深約 30cm，道路冠水時間 20 分程度に軽減されるとの結果が出ている（鎌田, 2006）。

事例 6　都市の洪水リスクの軽減を直接の目的とはしていないが，間接的に効果のある施策／対策【芝浦水再生センター】（東京都下水道局,N.d.（c））

施策，施設の特性		
立地・都市特性	品川駅から徒歩 10 分圏内という利便性の高いエリアに位置する東京都下水道局「芝浦水再生センター」は，千代田・中央・港区など都心の下水処理を担ってきたが，施設の老朽化が進み，段階的な更新が求められていた。一方，センターが位置する港区港南地区は，羽田空港の国際化やリニア中央新幹線の発着駅計画が見込まれる都心の一等地となるエリアである。	
実施主体	国，東京都下水道局，NTT 都市開発株式会社，大成建設株式会社，ヒューリック株式会社，東京都市開発株式会社	
工事期間	上部利用事業：2012～2015（大成建設株式会社, 2012）	
事業費（橋本, 2015）	133 億円，114 百万米ドル（工事費，雨天時貯留池【東京都負担】） 78 億円，67 百万米ドル（工事費，人工地盤と公園整備【東京都負担】） 848 億円，725 百万米ドル（定期借地権設定権対価【民間事業者】）	
洪水対策	主目的	合流式下水道の改善対策 下水道インフラの更新と，合流式下水道改善対策としての雨天時貯留池を整備
	効果	雨天時の下水放流水の水質改善と併せて，雨水貯留により間接的に内水氾濫が軽減される（地下に最大 76,000m^3 の未処理雨水や下水を貯められる雨天時貯留池）
治水機能以外の機能	都市づくり／地域ニーズ	環境モデル都市形成（公園整備，オフィスビル）
	環境等	ヒートアイランド対策（風の道，都心においてクールスポットを創出）
計画・実施におけるアプローチ		環境モデル都市形成と併せた雨水貯留 官民連携のスキーム，PPP

図 17 芝浦水再生センター（出典）（東京都下水道局, N.d.(b)）

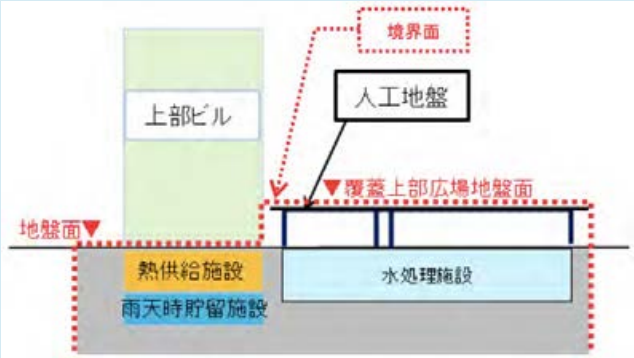


図 18 芝浦水再生センター（出典）（河西・若林, 2018）

背景・課題：

〇下水道放流水の水質（直接的な治水以外の課題）

合流式下水道は，道路の幅員が狭く埋設物が輻輳し，汚水と雨水の 2 本の管渠を布設することが困難な地区などに採用されている。また，先行的に整備を進めてきた大都市（政令指定都市など）では，その割合の多少はあるものの合流式下水道を採用しており，東京都区部では，衛生環境の改善と雨水排除の両方を早急に進める必要があったため，82%の面積の地区が合流式下水道で整備されている。

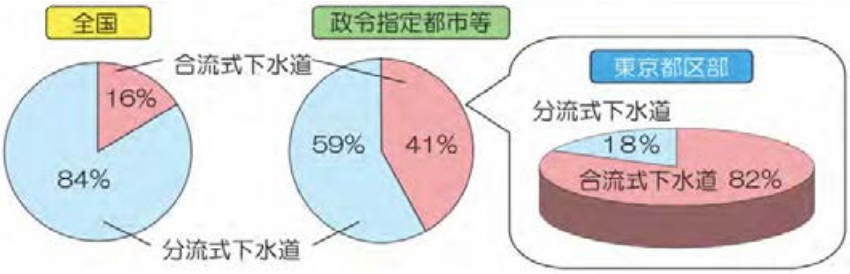


図 19 全国，政令指定都市等及び東京都区部の合流式下水道の面積割合（出典）（東京都下水道局，N.d.(b)）

合流式下水道では，大雨が降ると河川や海に汚水混じりの雨水が流れ出ることがあり，雨天時の水質悪化の要因の一つになっている。そこで，雨天時に合流式下水道から河川や海などに放流される

汚濁負荷量を削減するため，降雨初期の特に汚れた下水を貯留する施設の整備が進められている。東京都下水道局が管理する「芝浦水再生センター」はその最たる例である。

〇都心空間の有効利用（直接的な治水以外の課題）

同再生センターは，千代田区・中央区・港区など都心の下水処理を担ってきたが，1931 年から稼働してきた施設は老朽化が進み，段階的に更新を進める必要があった。一方，敷地が位置する港区港南地区は，羽田空港の国際化の進展やリニア中央新幹線の発着駅計画が見込まれているほか（橋本, 2015），2007 年に策定された「品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン」で同地区は，環境モデル都市形成の中核的な役割を担う拠点である優先整備地区に指定されていた。そのため，都心に残された貴重な空間として，この地区の高度利用が求められた（**河西・若林**, 2018）。こうした背景を受けて，約 20ha の面積を有する同再生センターの下水処理施設の一部更新に合わせて，地下に最大 76,000m^3 の未処理雨水や下水を貯められる雨天時貯留池を整備するとともに，その上部空間を一体的に開発し，地上に高さ 150m 程のオフィスビルと公園が整備された（橋本, 2015）。

また，日本では都市計画法上，道路や河川，公園，上下水道等の“都市施設（と呼ばれる）”の区域では，その整備事業の妨げになるような構造物の建築は厳しく制限されている。そのため，下水道施設が整備された当該地域においても構造物の建築には制限があり，都心に残る空間の高度利用（河西・若林, 2018）や周辺地域の内水被害軽減（東京都下水道局, 2018）等を実現させる上での課題となっていた。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

東京都下水道局は，1931 年に稼働した芝浦水再生センターの老朽化による施設の更新に合わせて，雨天時放流水質の改善を目的とした施設の新設工事を行った。

実施における成功要因・メカニズム：

〇現行法制度を活用した都心における施設整備

“都市施設整備を妨げないための建築制限がある区域における開発”という課題を解決するため，同事業で実施された優れたアプローチは，法制度を上手く利用した点である。当該施設は，都市計画法の中の“立体都市計画制度”を日本で初めて下水道施設に適用した（駅のロータリー部などで適用された例はあった）（河西・若林, 2018）。同制度は，都市施設を整備する区域を立体的に定めることができるもので，（人工地盤等を活用して）地下の空間のみを都市施設とし，地上部は都市施設に縛られない利用を可能とした。立体都市計画制度が適用されるには，適正で合理的な土地利用であると都市計画審議会で認められなければならない。今回は下水道施設の更新に加え，近隣地域からの公園整備の要望，そして品川駅周辺の大規模開発に合わせた整備の必要性などから同制度の

適用が認められたものである。また，芝浦水再生センターにはもともと“雨天時貯留池”は設置されておらず，今回の施設更新に合わせて新設された。雨天時貯留池は，貯留雨水を活用した下水放流水汚濁負荷量の削減を目的とした施設ではあるが，貯留によって雨水の流出が抑制されるため，間接的に内水氾濫対策に繋がっている。都心において，このような施設の設置スペースを確保することは非常に難しいため，地下空間と下水道施設を活用すること，免震装置や高強度コンクリートを導入して貯留池の耐震壁の量を減らすことで貯留池容量を確保することで（橋本, 2015）その課題を解決した。

〇PPP による施設の多機能化と費用負担軽減

当該事業は，行政と民間企業が PPP により連携し，東京都が位置付けた“環境モデル都市形成”の推進と費用負担軽減を実現したものである（国土交通省, 2016）。東京都は，事業コンペで選んだ民間企業と連携し，下水道施設の再構築と上部の開発を一体的に進めた。また，管理者となる東京都は，ビルの設計・施工時に，下水道施設としての機能性や維持管理等を満足する設計となるよう民間企業と協議（貯留池の構造形式や臭気対策，環境アセスメントへの対応等）を実施した（田淵, 2011）。費用負担について，東京都は雨天時貯留池新設費用や人工地盤，公園整備に係る費用を負担し，ビル地上部の建設費（民間公園整備を含む）は全額を民間企業が負担している。加えて東京都は，民間企業への定期借地権設定権の対価について，一部を等価交換により東京都がビルの床を区分所有する形をとり，残りは借地料として年割りで支払うことで（橋本, 2015），民間企業の費用負担軽減を図った。さらに，これにより民間企業から得られる地代及び東京都が所有する上部ビルの一部に対する賃貸借料は，下水道料金の値上げの抑制や下水道施設の修繕費に活用している。

なお，維持管理については，ビル及び民間公園エリア（公園は，民間管理エリアと東京都管理エリアに分かれる）を民間企業が，貯留池や下水道施設，民間公園エリア以外の公園エリアを東京都が負担している（橋本, 2015）。

このように法制度や PPP を活用することにより，下水道管理者である東京都は資金面でのメリットが得られ，また，立体都市計画制度の活用や構造上の工夫により合築されたビルの地下に大容量の雨天時貯留池を設置することが可能となった。

施設の洪水対策効果：

当該施設は，合流式下水道の改善対策（雨水貯留による下水放流水汚濁負荷量削減）を目的とした施設であるが，最大 76,000m^3 の大容量の雨天時貯留池を設置しており，間接的に周辺の浸水被害軽減に寄与している（河西・若林, 2018）。

事例 7　大規模なまちづくり・地域開発と雨水流出抑制の両立【越谷レイクタウン／大相模調節池】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	東京郊外（都心から約 22km）の住宅地として市街化が進み，且つ近傍河川の流域で度重なる洪水被害が発生する地域における洪水被害軽減と市街地を同時に整備する大規模な（225.6ha）ニュータウン造成。	
実施主体	UR 都市機構[64]，埼玉県（調節池は埼玉県から権限を代行し，UR が事業主体，導水路は埼玉県が事業主体），計画人口：22,400 人	
工事期間	1999～2014	
事業費	約 440 億円，514.8 百万米ドル[65]【調節池本体（約 347 億円），導水路（約 93 億円）（金子, 2015）】	
洪水対策	主目的	中川・綾瀬川流域の洪水被害軽減 大規模開発に伴う雨水流出抑制
	効果	2015 年の台風 18 号による浸水被害が発生した際，調節池の上流域と比べて下流域の被害が少なく，また越谷レイクタウンでは被害がなかったことなどから，効果があったと判断される（越谷市, 2019）
治水機能以外の機能	水辺空間の整備による魅力ある住環境の創出	
計画・実施におけるアプローチ	マルチステークホルダー（役割移譲），費用分担	

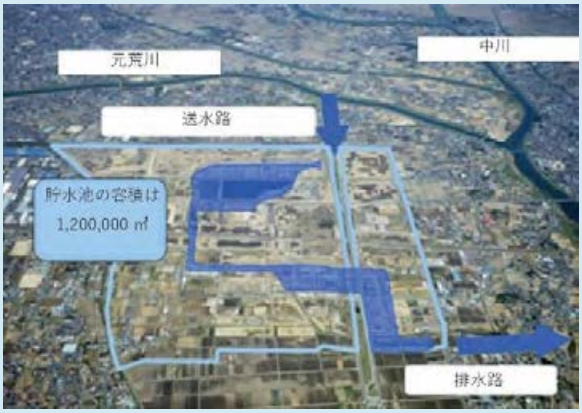


図 20　越谷レイクタウン（出典）（吉村, 2016）を元に作成

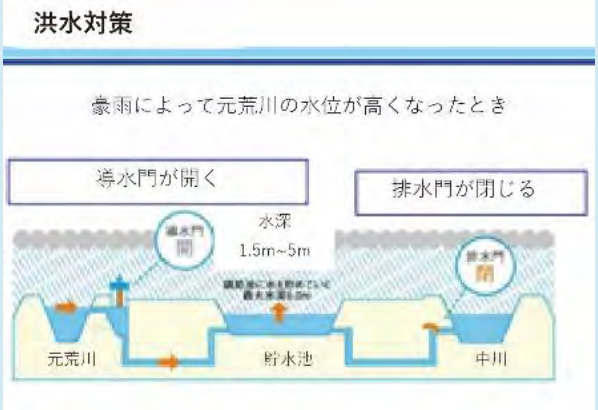


図 21　越谷レイクタウンの洪水対策（出典）（吉村, 2016）を元に作成

[64] UR 都市機構（独立行政法人都市再生機構）は，大都市や地域社会の中心となる都市における市街地の整備改善や賃貸住宅の供給支援や管理を主な目的とした独立行政法人（公的機関）である。詳しくは https://www.ur-net.go.jp/aboutus/index.html を参照。

[65] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

近接する河川からの氾濫（外水氾濫），頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

越谷レイクタウンが位置する地域は，中川，綾瀬川の流域にあり，これまで度々（1991，1993，1996 年等）洪水被害に見舞われていた。東京郊外の住宅地として地域の市街化が進む中，洪水被害の軽減を図ることのできる調節池の必要性が高まっていた（斎藤, 2009）。

〇コスト負担

このような背景から，越谷レイクタウンは市街地整備と併せて調整池を整備するコンパクトなニュータウン事業となり，事業の実現化に向けては，1) 調整池用地の確保（費用負担），2) 調整池整備費用の負担，3) 水辺の管理・利用に係る課題等が挙げられ （UR 都市機構, 2018），河川管理者を含む行政機関との連携が不可欠であった。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

UR 都市機構は，ニュータウン造成と併せて頻発する洪水被害の軽減を図り魅力的な住環境を創出するため，当該施設の工事を 1999 年から 2014 年にかけて実施した。洪水被害の軽減方策を検討する際には，国土交通省及び埼玉県と協議を実施した。

実施における成功要因・メカニズム：

〇付加価値化のための治水と環境を絡めた魅力的な住環境の創出

市街地等の開発行為においては，本来，雨水流出の開発増量分と地区内湛水容量の阻害分を原因者（開発者）が負担する。しかし越谷レイクタウンでは，開発者が通常は考慮しない開発地区外の湛水量について，行政側から“新市街地内に調整池（大相模調整池）を設けることで負担したい”という要望があったため，国（国土交通省）と埼玉県の河川管理者が共同で負担する方式が採用された。結果として，開発者である UR 都市機構が調整池整備の負担額の 44%を，国と県の河川管理者がそれぞれ 28%ずつ負担することとなった （UR 都市機構, 2018）。

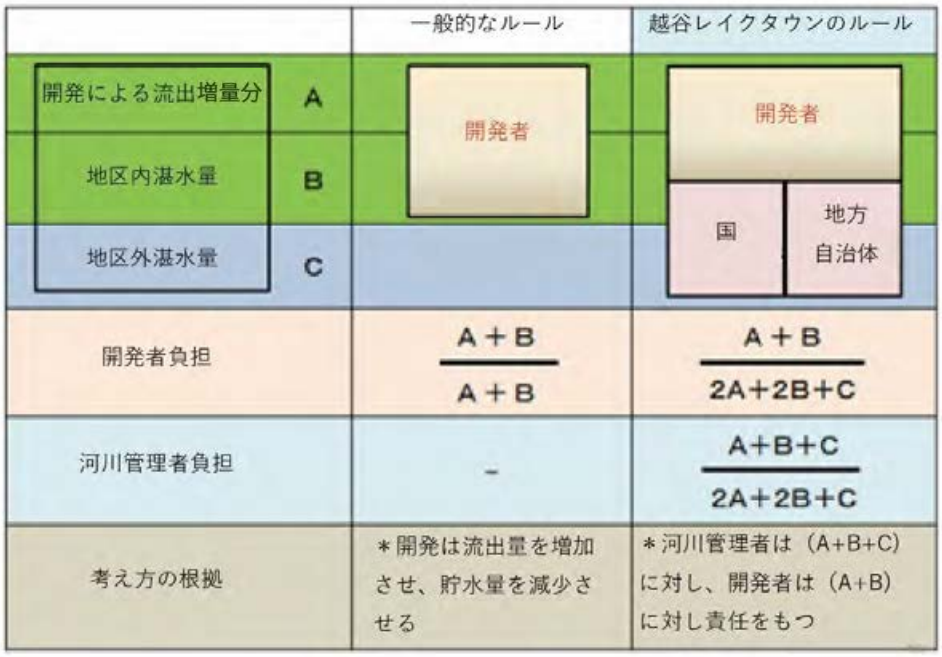


図 22 越谷レイクタウン開発費用負担のメカニズム （吉村, 2016）を元に作成

また，調整池用地の確保（費用負担）については，国及び県の河川管理者が用地費の 28%ずつを負担する一方，開発者は，調整池整備が市街地整備事業と併せた整備であることから公共減歩（土地区画整理事業において，公共用地のため，施行地区内の土地所有者等から少しずつ土地を無償提供してもらう）が活用できた。

UR 都市機構としては，調整池整備により地域の治水に対する安全性が向上するほか，水辺空間の整備による魅力ある住環境の創出・提供に繋がり，整備のインセンティブとなった。

〇地方公共団体の人的・財政的負担軽減を実現させるための制度活用

なお，市街地の整備改善等を行う面的整備事業に伴って関連公共施設（道路，公園，下水道，河川）の整備が必要となる場合，面整備に併せた短期間での大規模な整備の必要が生じるため，限られた公共団体の人的・財政的な負担が一時的且つ集中的に発生する場合がある。しかし，このような一時的な公共事業の増加による地方公共団体の職員の一時的増員や集中的な財源確保等の機動的な対応は困難である場合が多い。そのような短期集中的に生じる公共団体の人的・財政的負担を緩和する方策として“直接施行制度”（UR 都市機構が面整備の事業主体となる場合に関連公共施設の整備を行うことができる制度）があり（都市再生機構 業務第三部，2007），大相模調節池は，この直接施行制度を活用して河川管理者である埼玉県から施行同意を得て，UR 都市機構が特定公共施設として整備したものである。

表 6 直接施行制度の枠組み（出典)（都市再生機構 業務第三部, 2007）

直接施行制度が活用可能な UR 都市機構が行う面整備	直接施行制度が活用可能な関連公共施設
(1) 既成市街地における建築物の敷地の整備（概ね 0.1ha 以上）	(1) 道路法の道路（都道府県道，市町村道）
(2) 市街地再開発事業（概ね 0.1ha 以上）	(2) 都市公園法の都市公園（公園，緑地）
(3) 防災街区整備事業（概ね 0.1ha 以上）	(3) 下水道法の公共下水道，都市下水路
(4) 土地区画整理事業（概ね 0.5ha 以上）	(4) 河川法の一級河川（都道府県管理），二級河川，準用河川
(5) 宅地の造成（概ね 50ha 以上）	
(6) 都心共同住宅供給事業（100 戸以上）	
(7) 被災市街地復興事業（100 戸以上）	

〇地域住民を巻き込んだ施設の運用・維持管理

調整池施設の管理や調整池整備により創出された水辺空間の管理・利用については，調整池敷地全体を越谷市による包括占用として施設別に管理を分担し，平常時の水辺利用は市観光協会が市から委託を受けて運営管理を行っている。水辺空間の活用について UR 都市機構が事務局となって，水辺の維持管理や調整池の利活用等の促進を目的とした地域住民，市民団体からなる委員会を主体的に発足し，地域住民，市民団体を巻き込んだ取組みを行っていた。しかし，事業完了とともに UR 都市機構が当該取組みを継続できないことから，越谷市に移管し，越谷市が市観光協会に運営管理を委託したという経緯になっている（斎藤, 2009）。その後，“越谷レイクタウンふるさとプロジェクト”が 2007 年に発足し（後の 2014 年に，NPO 法人越谷ふるさとプロジェクトとして設立），商業事業者や周辺自治会，各種住民団体が協働して各種レクリエーション活動や清掃，防災等に関するイベントを実施しており，市民組織による活発な自主活動が展開されている（UR 都市機構, 2018; 斎藤, 2009）。

以上のように，治水と市街地開発を組み合わせた事業に官民が連携して参加することで，住民を含めた全てのステークホルダーが，治水上の安全度が向上した水辺環境と共生する良質な魅力ある居住環境を享受し，官・民間・住民がウィンウィンとなる事業となった。

施設の効果：

2015 年の台風 18 号による浸水被害が発生した際，調節池の上流域と比べて下流域の被害が少なく，また越谷レイクタウンでは被害なかったことなどから，効果があったと判断される（参照）（越谷市, 2019）。

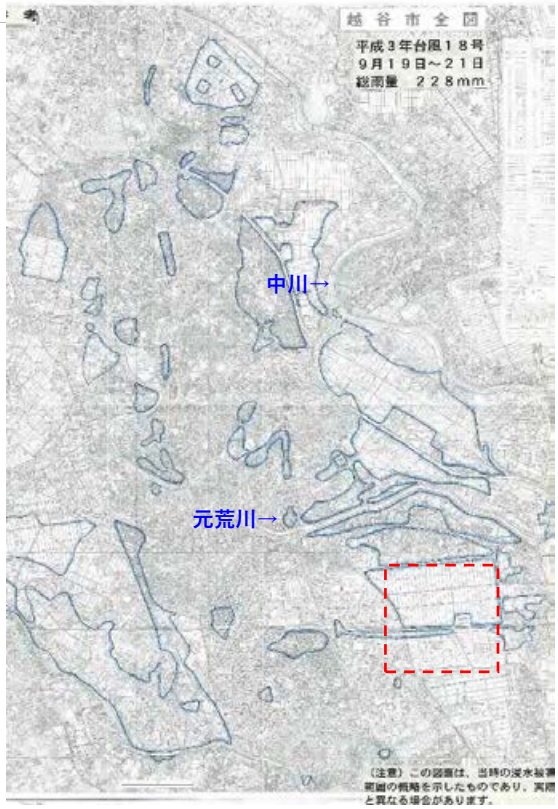


図 23 1991 年の浸水実績図

（出典）（越谷市, 2019）

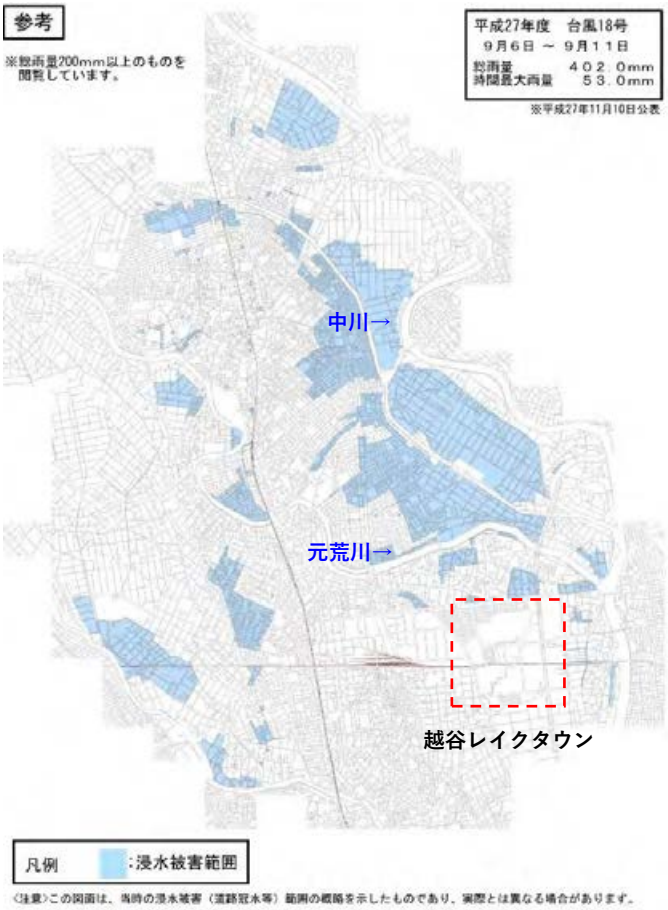


図 24 2015 年の浸水実績図

（出典）（越谷市, 2019）

事例 8　郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の実施【八王子みなみ野シティ】（UR 都市, 2008; 鈴木, 2014）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	山林原野が多くを占め小規模な集落（400 戸）が散在する丘陵における大規模な（394.3ha）ニュータウン造成。	
実施主体	UR 都市機構，八王子市，東京都，計画人口：28,000 人	
工事期間	1986～1997（まちびらき）	
事業費	約 2,560 億円，2,188 百万米ドル[66]（八王子都市計画事業・南八王子土地区画整理事業の事業費）（UR 都市機構, 2008）	
洪水対策	主目的	大規模開発に伴う雨水流出抑制
	効果	雨水浸透貯留施設により内水被害を軽減し，近隣の河川への流出増を低減（流出先の河川流量が設計時の計画最大流量（計画降雨 1/3 確率時 = 60m³/s，1/70 確率時 = 85m³/s）を超えていないという観点より評価，1996 年～2013 年の観測期間中 （鈴木, 2014）
治水機能以外の機能	水環境の保全（水循環再生システムの導入）による魅力ある住環境の創出	
計画・実施におけるアプローチ **運営・維持管理おけるアプローチ**	マルチステークホルダー，合意形成，住民参加，長期間のモニタリングと効果検証	

図 25 八王子みなみ野シティ開発前の様子
（出典）（UR 都市機構, 2008）

図 26 八王子みなみ野シティ開発後の様子
（出典）（UR 都市機構, 2008）

[66] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

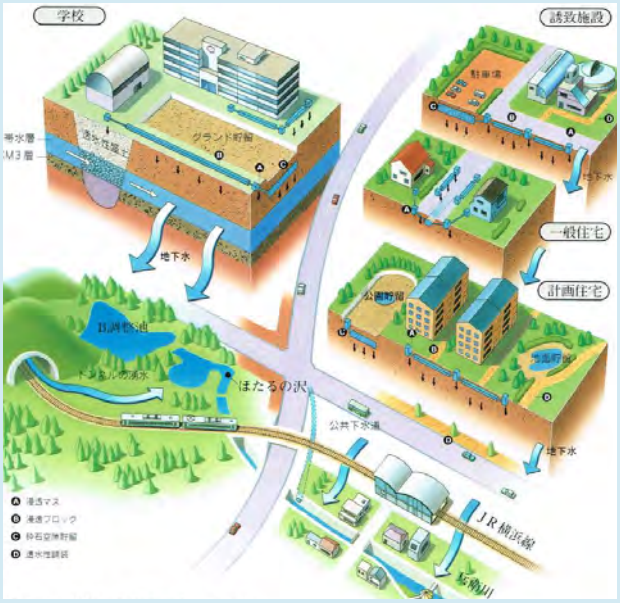


図 27 水循環システム概念図（出典）
（UR 都市機構, 2008）

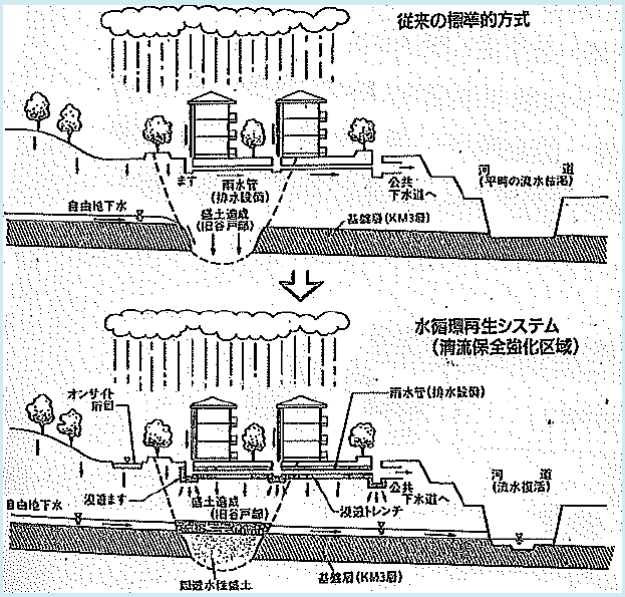


図 28 水循環システム断面図 (出典）
（雨水貯留浸透技術協会, 1998）

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

東京都八王子みなみ野シティは，自然豊かな丘陵部におけるニュータウン造成事業（土地区画整理事業）であり，造成前は山林原野が多くを占め小規模な集落（400 戸）が散在するあまり市街化が進んでいない地域（394.3ha）であった。近傍の国道から地区内に入る道路も乗用車がすれ違うのも難しい狭い道路で，鉄道等の公共交通機関もなかった。こうした中，1955 年以降の首都圏への人口集中に伴い，八王子市においても急激な人口増加がみられ，市街地の拡大やスプロール化が急速に進んだ。

市街化が進んでいなかった地域において，早急に基盤整備を行い，計画的に市街地を形成することが強く望まれていた。こうした背景を受け，八王子市は UR に対し開発に必要な調査を要請し，1980 年に UR が開発整備基本構想を市に提示し，1985 年に南八王子市土地区画整理事業が都市計画決定された （UR 都市機構, 2008）。

〇水環境保全（直接的な治水以外の課題）

当該地域の開発においては，大規模開発が緑環境，生物環境のみならず，流末河川である兵衛川流域の水環境に大きく影響を与える懸念から，学識経験者をはじめ，建設省（当時），東京都，八王子市の都市及び河川行政の関係者，地域住民等からなる委員会を設置し検討が重ねられた（鈴木, 2014）。兵衛川流域の水環境への影響としては，大規模造成による雨水流出抑制のほか，地下水脈

の分断やアスファルト舗装による雨水の地下浸透の大幅な減少，近隣河川への雨水流入集中に起因する水害，水質悪化，平常時の河川流量の減少等が考えられ，これらが計画立案の際の懸念事項であった。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

UR 都市機構は，開発前の水環境を保全することを目的とした「水循環再生システム」を取り入れた （UR 都市機構, 2008）ニュータウン造成を 1986 年～1997 年にかけて実施した。水循環再生システムの検討の際には，学識者や国土交通省，東京都を含む地方公共団体等と協議を実施した。

実施における成功要因・メカニズム：

〇ステークホルダー連携による最適な施設の検討

開発者である UR 都市機構は，学識者を委員長とし，建設省（国土交通省），東京都，地元市等の都市及び河川行政の関係者から構成される「八王子 NT 水循環保全システム委員会」を設置し，水環境保全に係る懸念事項の対応を協議した。委員会での検討結果をもとに「水循環再生システム」の導入を決め，調整池等による流出抑制，雨水浸透貯留施設による地下水涵養，基盤層と透水層の復元による低水保全を体系的に実施した （鈴木, 2014）。

これにより，開発地区全体に体系的な水循環再生システムを導入し，水環境の保全による魅力ある住環境の創出（開発者，住民の win-win）に繋がった。

〇行政主導による施設の持続的運用

導入したシステムの効果を持続させるためには，将来にわたり適切に施設の維持管理を実施することが必要である。また，今後建設される建物にも雨水浸透施設が導入される必要があり，地域全体での各開発事業者による継続的な取組みが望まれた（UR 都市機構, 2008）。これを受けて八王子市では，雨水浸透施設設置補助事業（工事費の 9/10 を市が負担[67]）等の個人住宅への助成制度により浸透施設の導入を促進するとともに，2015 年には八王子市雨水貯留浸透推進計画を策定した[68]。このような行政主導による取組みの継続，促進も実施における成功要因の一つと考えられる。

施設の効果：

この事例は，上述のような行政主導による継続的な取組みだけではなく，1996～2013 年の 17 年間にわたる雨量，流量のモニタリングを通じて，導入した水循環再生システムの効果が検証された点が特徴的である。検証された項目として，低水効果（基底流量の維持，低水・渇水流量の維持），

[67] 詳しくは （八王子市, 2019）を参照。
[68] 詳しくは （八王子市, 2015）を参照。

高水効果（流出率の変動，流出率，最大流量），年間水収支等がある（鈴木, 2014）。検証の結果，低水の維持と高水及び最大流量の抑制効果が確認され，導入された水循環再生システムが機能し，治水効果のほかに水環境の保全にも寄与していると判断されている。（ナレッジノート 4 参照）

事例 9　民間による市街地再開発において雨水流出抑制を図る対策
【二子玉川ライズ・二子玉川公園】（二子玉川ライズ, N.d.）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	東京都世田谷区に位置する二子玉川駅西側は大手デパートの進出等により商業地として発展し，ファッション性の高い街として多くの人気を集める一方で，駅東側は商店街の衰退により街の活気が失われつつあった。また，道路幅員や歩車分離が十分でなく，木造建築物の老朽化に伴う防災上の問題や駅前広場の未整備などの問題を抱えていた。こうした中，早急に都市基盤の整備が必要と考える流れが生まれ，1982 年に東地区の地元有志が「再開発を考える会」を発足し，これを契機に東地区の再開発の機運が一気に高まった。当該エリアは多摩川の左岸に位置し，多摩川が氾濫した場合の浸水想定エリアに含まれている。	
実施主体	国，世田谷区及び東京都，再開発組合，地権者，民間事業者	
工事期間	2007～2015（東京都都市整備局, 2015）	
事業費	約 1,024 億円，875 百万米ドル（二子玉川東地区第一種市街地再開発事業（第 1 期）の総事業費）（東京都都市整備局, 2015）	
洪水対策	主目的	流域対策及び外水氾濫対策 雨水貯留施設設置，グリーンインフラ，高規格堤防（二子玉川公園エリア）
	効果	（二子玉川ライズ）雨水流出抑制 （二子玉川公園）雨水流出抑制，外水氾濫対策
治水機能以外の機能	都市づくり／地域ニーズ	・都市開発，地域開発：自然との調和をテーマとした都市空間整備，地域活性化，賑わい創出，コンパクトなウォーカブルシティを実現，二子玉川ライズエリアと二子玉川公園エリアが一体となって，世界初の「LEED ND（まちづくり部門）」ゴールド認証取得
	環境等	・グリーンビルディング，グリーンインフラによる自然再生，生物多様性の確保，ヒートアイランド抑制
	防災機能向上	・免震構造，非常用発電（二子玉川ライズエリア），マンホー

	ルトイレ，防災倉庫，かまどベンチ等の設置（二子玉川公園エリア）） ・二子玉川ライズエリア：民間主導
計画・実施におけるアプローチ	・二子玉川公園エリア：高規格堤防整備として行政主導のトップダウンアプローチと市民参加型の運用・維持管理などのボトムアップ・アプローチ

図 29 二子玉川ライズ・二子玉川公園全体範囲（出典）（二子玉川, N.d.）

図 30 二子玉川ライズ・ショッピングセンター全景（出典）（二子玉川, N.d.）

図 31 二子玉川公園エリア全景（出典）（二子玉川, N.d.）

図 32 二子玉川ライズエリアのグリーンインフラ（出典）（二子玉川, N.d.）

図 33 外水氾濫堤防（出典）（豊田高士氏提供）

図 34 地下の雨水貯留槽（出典）（世田谷区 提供）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

近接する河川からの氾濫（外水氾濫），頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

二子玉川駅周辺は，東京の西の玄関口として交通機能が集中する地区であり，多摩川や国分寺崖線などの豊かな自然環境にも恵まれている。しかし，都市基盤が脆弱なため交通渋滞や歩行者の安全性の面で問題となっているほか，駅前に老朽化した家屋が集積し，防災上の課題も抱えている（東京都都市整備局, 2015）。2007 年の台風 9 号では，多摩川による氾濫の危険が予測されたことから世田谷区が 740 世帯，1,490 名に避難勧告を発令した。消防や河川管理者らが土のうを積み上げて溢水を防いだが，これが無ければ区道まで浸水していたとされた。こうした経験から，地球温暖化に伴う集中豪雨の増加や台風の大型化の影響が懸念されていた（国土交通省関東地方整備局　京浜河川事務所, N.d.）。このため，本事業では都市基盤の整備と併せて駅周辺の商業や事業活動の活性化を図るとともに，大規模未利用地を活用して土地の合理的な高度利用と都市機能の更新を行い，豊かな自然環境と調和した安全で快適な，居住機能を含む複合市街地の創出を図った（東京都都市整備局, 2015）。

二子玉川ライズエリアは，民間の再開発会社が主体となって実施した複合型の市街地再開発事業により整備された。同エリアは「水と緑と光」をテーマに自然と調和した街づくりを行うことをコンセプトとし，商業施設，オフィスビル，ホテル，居住用ビルなどが整備された。同エリアの建物やインフラは環境への配慮のため，屋上緑化や太陽光発電パネルの設置，地中熱の利用，リサイクル材の有効活用などが行われている。メインビルディングには雨水貯留施設が設置され，グリーンインフラとしてビオトープや芝生等が多く設置されている。当該エリアは，市街地再開発と流域における豪雨・浸水被害軽減対策の両立において，いかに民間（再開発事業者）の投資を取り込むか，また，再開発事業者の負担軽減（規制，資金）を図るか，その他，関係者間における合意形成，供用後の持続的な運用／維持管理などが課題となっていた。

また，二子玉川公園エリアは，多摩川の外水氾濫対策である高規格堤防（国交省が整備）と一体となって整備されたもので，公園の地下には雨水貯留浸透施設が設置されている。二子玉川公園は世田谷区によって整備され，住宅地に位置することから，地域住民との合意形成，住民参加等が課題となっていた。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

当該施設は，地元有志及び地権者により 2005 年に設立された「二子玉川東地区市街地再開発組合（東京急行電鉄も組合員である）」が，都市基盤の整備と併せて駅周辺の商業及び事業活動の活性化を図るために，2007 年から 2015 年にかけて施工したものである（東急不動産, 2008）。また，二子玉川地区の高規格堤防は，2007 年に国土交通省が事業に着手した（会計検査院, 2012）。

実施における成功要因・メカニズム：

〇既往制度を活用し，治水機能を備えた市街地開発

当該事業の実施においては，民間事業者が広場，街区等の公共空間を整備することにより容積率，高さ制限の緩和を受けている。また，民間による市街地再開発事業制度の活用による（国や地方公共団体からの）交付金，融資制度，税優遇などの資金面のメリットも受けている。

二子玉川ライズエリアは，民間の再開発組合が主体となって実施した複合型の市街地再開発事業であり，元々，再開発会社の構成員である民間事業者（東京急行電鉄）が沿線開発，魅力創出の観点から重要視しており，投資意欲の高いエリアであった。その投資意欲と行政側の市街地再開発の目的が合致し，且つ重要なステークホルダーである地権者を含めた関係者との合意形成や調整を長年にわたり実施してきた（約 200 名の地権者は，再開発組合へ参加し，権利変換（土地の提供）を行った）ことにより事業完了に至った。それに合わせ，雨水貯留施設の整備，都市空間の魅力創出や自然との調和を目的とした各種グリーンインフラの整備等を行ったものである。2013 年に開園した二子玉川公園では地下に貯留槽や浸透桝を埋設し，3,800m^3 の雨水を貯留・浸透できるようにした。また周辺道路にも透水性舗装を施し，その地下には雨水を貯留できる貯留槽を設けている（日刊工業新聞, 2017）。また，二子玉川公園エリアと併せて“LEED ND（まちづくり部門）”のゴールド認証[69]を世界で初めて取得し，魅力ある空間整備を行うとともに，東京都のまちづくり団体の登録制度[70]などを活用したイベントを頻繁に開催するなど，魅力ある空間・投資先として，民間事業者による積極的な運用／維持管理が行われている。

事例 10　公共施設や民間施設の整備に伴い雨水貯留浸透を図る対策
【埼玉県の雨水流出抑制】（彩の川研究会, 2014）

	施策，施設の特性
立地・都市特性	東京都に隣接する郊外の都市である埼玉県は，政令指定都市[71]のさいたま市や川越市等の 3 つの中核市[72]を抱え，埼玉県の都市自体も人口・資産が高度に集積している。埼玉県内の河川の排水先（下流）は東京都内の河川となっている。
実施主体	地方公共団体（県，市，町）等
工事期間	N/A（特定の事業に関する事例ではないため）
事業費	N/A（特定の事業に関する事例ではないため）

[69] LEED（Leadership in Energy & Environmental Design) は，米国グリーンビルディング協会によるグリーンビル認証システム。LEED 認証のうちエリア開発に関する「LEED ND（まちづくり部門）」は，環境への配慮，エネルギーや資源の効率化，歩行者中心の街づくりなどに与えられる。新築の建築物に対する環境評価システム「LEED NC（新築ビル部門）」もある。詳しくは https://new.usgbc.org/ を参照。

[70] 詳しくは http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/fop_town/syare03.htm を参照。

[71] 政令で指定する人口 50 万以上の市。2020 年時点で 20 市が存在する。詳しくは，http://www.siteitosi.jp/about/about.htm を参照。

[72] 地方公共団体の内，地方自治法第 252 条に定める政令による指定を受けた市で，指定要件は法定人口が 20 万人以上となっている。詳しくは https://www.soumu.go.jp/cyukaku/を参照。

洪水対策	主目的	埼玉県の雨水流出抑制施設容量： 開発増量＋湛水量より算定 開発増量：0.1ha 以上の開発行為に対し，開発面積及び開発地域に応じて決まる。（500m³/ha～1,200m³/ha）
	効果	開発行為による雨水流出増を現状より悪化させず，内水氾濫及び流出先の河川の負担を減らし外水氾濫の軽減に繋がる
治水機能以外の機能		公園，校庭等，さまざま
計画・実施におけるアプローチ		行政主導（県）によるトップダウン・アプローチ，制度活用：県による雨水流出抑制の指導の修正及び埼玉県雨水流出抑制施設の設置等に関する条例施行（2006～）

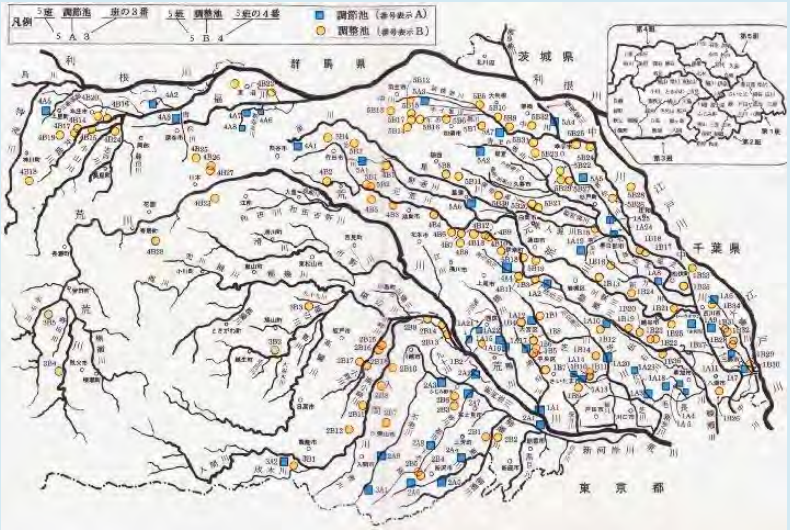


図 35 埼玉県内の調整池等の位置図　（出典）（彩の川研究会, 2014）

県内の河川沿いに多数（170 以上）の調節池・調整池※がある
※調節池：河川管理者が建設するもので，河川の高水時に一時流水を貯留して下流への流下量を調節する河川施設。※調整池：開発行為者が建設するもので，宅地開発などによる雨水の流出増に対して設置する流出抑制施設

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

戦後，日本では 1954 年から高度経済成長期が始まり，農村地帯は著しく都市化が進行した。特に埼玉県も首都東京に隣接する県であることから，1970 年代を中心に急激な人口流入と都市化が進んだ[73]。こうした流域（地域）の河川は，従来の農業排水を主とする機能から，市街地の排水を主とする都市河川の機能に変わった。開発行為によって市街化が進んでも，排水先の河川に十分な流下能力があれば，調整池による流出抑制を行う必要はない。ところが，利根川・荒川などの大河川は別として，1960 年代における埼玉県内のほとんどの中小河川は，市街化区域の流出増を受入れるのに十分な流下能力は持っていなかった。

○（河川下流側の）用地の制限，莫大なコスト

流域の変化によって流出量が増えた河川は，改修計画を見直して河道の流下断面を拡大する（川幅を拡げる）こととなった。しかし，埼玉県内の河川の下流は東京都内であり，これらの河川の周辺はすでに過密市街地化しており，河道の拡幅は困難であった。このため，埼玉県の中小河川は，下流に流下させることができない流出量についてどう対応するか検討する必要に迫られ，受入れの余裕のある大河川に流域外排水するか，流域において調節池等で一時貯留して流出量を抑制するか，これらのいずれかの方策を選択することとなった。現在では，これら両方の策が実施されている（彩の川研究会, 2014）。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

埼玉県は，下記に示す通り，1958 年の都市計画法に基づき，開発行為に係る調整池設置を民間事業者に指導した。その後，指導対象となる開発行為の基準を随時改正し，2006 年に調整池の設置を条例化した。

実施における成功要因・メカニズム（グッドデザインの特徴）：

○制度の改定と条例化による洪水リスク増加の原因者（開発者）へのコスト負荷

埼玉県の調節池の建設は，1958 年の狩野川台風を契機に始まった。この台風によって発生した氾濫被害を軽減する治水対策が，水田の保全（水田の市街地開発により雨水流出量が増大し，浸水被害が著しくなっていると埼玉県が認識していたため）とともに，県の重要課題になったのが発端である。

このような背景の下に，埼玉県は 1968 年より都市計画法に基づき，1ha 以上の開発行為について雨水の流出を抑制する調整池を設置させるという行政指導を開始した。その後，人口及び都市開発の推移に応じて行政指導の対象となる開発面積を改正し，2006 年に調整池の設置を条例化した（彩の川研究会, 2014）。このように，埼玉県は行政の主導により流域対策の実施指導，条例施行を遂行し，開発者の責任・役割分担・費用負担を定めることで，流域対策を促進した。

[73] 人口流入については，https://www5.cao.go.jp/j-j/cr/cr11/chr11040101.html に詳しい。

施設の効果：

埼玉県の河川は中小の内水河川が多いため，河道整備だけではなく，調節池，排水機場，放水路等の整備も積極的に進められ，これらの整備が進み，浸水被害は大幅に軽減されている。埼玉県内には，水を一時貯留する調節池が 27 箇所あり，埼玉県内で災害規模が大きかった 2004 年の台風 22 号では，21 箇所の調節池に約 540 万 m^3 の水が流入し，県内河川の氾濫による浸水被害は多少あったが，重大な被害は発生しなかったとされる（埼玉県, 2019）。

事例 11　民間の雨水貯留施設への支援策（浸水被害対策区域制度）
【JR 横浜タワー（エキサイトよこはま 22）】
（谷川, 2017; 気候変動適応情報プラットフォーム, 2018）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	横浜駅は東京に隣接する横浜市のメインの駅で，鉄道 6 社 9 路線が乗り入れ，一日約 200 万人が利用する横浜の玄関口で，駅に近接して商業ビルが立ち並び，地下街も賑わっている。こうした中，鉄道・道路網の今後の変化や人口減少傾向を念頭に置き，国際化された羽田空港へのアクセス性向上や周辺開発の機運の高まりなどを受け，民間・行政が連携して安全，快適で魅力的な街づくりを目指しているエリア。	
実施主体	国，横浜市，民間事業者	
工事期間	2016～2020（予定）	
事業費	918 億円，785 百万米ドル[74]（2 棟合計，JR 横浜タワー【26 階建て，高さ約 135m】，JR 横浜鶴屋町ビル【9 階建て，高さ約 31m】の 2 棟構成）（日刊建設工業新聞, 2017）	
洪水対策	主目的	内水氾濫対策（豪雨・浸水対策） 下水道施設の増設による対象降雨への対応， 内水被害軽減
	効果	地域の内水氾濫軽減に繋がる（時間 82mm 降雨対応）
治水機能以外の機能	都市づくり	都市開発，ビル開発
計画・実施におけるアプローチ		PPP（官民連携）

[74] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

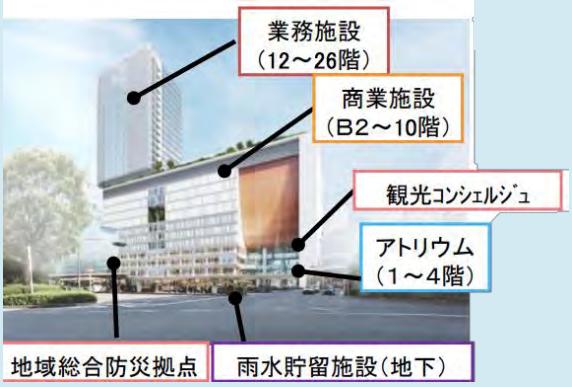


図 36 JR 横浜タワー（出典）
（横浜市都市整備局都心再生課, 2013）

図 37 エキサイトよこはま 22 検討エリア
（出典）（横浜駅周辺大改造 計画づくり委員会, 2013a）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

横浜市は東京都に隣接し国際化された羽田空港にも近接する政令指定都市で，横浜駅周辺地区は，1 日に約 200 万人が利用する首都圏有数のターミナル駅を有しており，横浜の玄関口となっている。一方で横浜駅周辺は，海・川に囲まれ，低い地盤や地下街の発達等の地区特性を有した首都圏の枢要な広域拠点であるため，昨今の局地的集中豪雨などにより浸水した際には，被害が甚大となる恐れがある。加えて災害時・緊急時に外部からの来訪者を受け入れる空間の不足，混乱を防止するための情報提供手段の不足，多くの老朽化した建物といった防災上の課題を抱えている。また，将来に向けては，地球温暖化による海面上昇への対応も必要となる（横浜駅周辺大改造 計画づくり委員会, 2013b）。

当該地区は，横浜駅近くを帷子川が流れているため，水が集まりやすい地形となっており，2004 年 10 月の台風 22 号では駅周辺で床上・床下浸水が 190 件発生し，溢れた雨水がビルの地下に流入するなど大きな被害が生じた。そのため，横浜駅一帯を大規模に再開発する「エキサイトよこはま 22」では，河川，下水道，まちづくりが連携して浸水対策を進めている。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

当該地区は 2004 年の台風後，10 年に 1 度とされる時間 60mm 降雨に対応できるように公共下水道の整備を進めてきたが，2009 年に策定し 2012 年に改定されたエキサイトよこはま 22 のまちづくり計画に合わせ，30 年に 1 回程度の降雨，時間 74mm（将来目標は 50 年に 1 回程度の降雨，時間 82mm）に対応できるように公共下水道の整備を進めている（谷川, 2017）。そして 2017 年に，浸水被害対策区域を指定して民間に貯留施設の設置を促すことで 50 年に 1 度の時間 82mm の

降雨に対応できる体制を目指した。内水氾濫対策として，下水道整備や雨水貯留施設設置，さらに，宅地・道路面などの計画的な嵩上げを誘導している（気候変動適応情報プラットフォーム，2018）。

実施における成功要因・メカニズム：

〇既往制度と条例，官民連携を活用した治水機能を備えた市街地開発

当該事業の実施に際しては，官民連携による「浸水被害対策区域」制度の活用が一つの大きな成功要因・特徴となっている。同制度は 2015 年 7 月施行の改正下水道法で創設された制度で，国土交通省が JR 横浜駅周辺の再開発エリアを全国で初めて「浸水被害対策区域」に指定した。これにより，民間事業者は雨水貯留施設の整備が条例（2013 年施行の横浜市開発事業の調整等に関する条例や 2016 年改正の横浜市下水道条例）等により義務付けられる一方で，国と地方公共団体から補助金を得ることが可能となった。当該事業においては，民間事業者は内水氾濫対策として地下に約 200m^3 の雨水貯留施設を整備するが，同区域制度を活用することにより国と横浜市からそれぞれ 3 分の 1 の補助金が得られるため，3 分の 1 の自己負担で整備することが可能となった。なお，横浜市は，上述の浸水被害対策区域でビルを建設する民間事業者に対し，雨水貯留施設の設置を指導するとともに，費用を補助することで浸水対策を促進している。JR 東日本が横浜駅前で建設を進めている JR 横浜タワーが位置する，「エキサイトよこはま 22 センターゾーン」が指定区域である（気候変動適応情報プラットフォーム, 2018）。

さらに，区域指定により設置された雨水貯留施設（民間施設）の維持管理については，協定を結ぶことにより市が実施することも可能であるが，民間事業者にとっては，上記のような資金面でのメリットのほか，当該地域の安全性や都市の価値向上，民間事業社の自らの用地の価値向上（内水被害軽減により），CSR の促進などがインセンティブとして働き，当該施設については民間事業者により運用／維持管理が行われている。

事例 12　住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透対策の実施【墨田区における流域対策の実施】

図 38 両国国技館（出典）（国土交通省 土地・水資源局水資源部, 2007）

図 39 路地尊（出典）（墨田区提供）

施策，施設の特性

立地・都市特性	東京都墨田区は海抜 0m 地帯である江東デルタ地帯に位置し，住宅，商業が混在密集した防災上危険な高度集積地区である。1980 年代に度々都市型洪水が発生し，海抜 0m 地帯の下町は雨が浸み込みにくいこともあり，大雨の際に道路や建物が水に浸かってしまう被害が頻発していた。	
実施主体	地方公共団体（東京都墨田区），住民・コミュニティ・NPO 等	
事業費	200～900 万円，17,000 ~ 77,000 USD[75]（路地尊）（墨田区, 2008） 数万～10 万円，855 USD（雨水タンク）	
洪水対策	主目的	流域対策 雨水貯留タンク・小型雨水タンク設置，雨水活用
	効果	導入した水槽が全部空の状態で水槽に全量貯留できた場合，区全体で 2mm 程度の低減となる試算
治水機能以外の機能	地域ニーズ	・地域連携強化，コミュニティ・賑わい創出
	防災機能	・防災啓発，雨水活用，省エネ，節約（貯留した水を生活の中でさまざまに活用）
計画・実施におけるアプローチ		・市民参加型のボトムアップアプローチ， ・マルチステークホルダー

[75] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

東京都墨田区は海抜 0m 地帯である江東デルタ地帯に位置し，1980 年に入ってから大雨が降ると下水が逆流する浸水被害が区内で頻発するようになった。1980 年には，東京 23 区全体で地表の不浸透域率（地面がコンクリートやアスファルトで覆われた割合）が 50％を超え，墨田区は 70％を超えようとしていた（NEXT WISDOM FOUNDATION,2015a）。このような背景の下，雨水貯留・雨水活用の取組みは，1982 年に都市型洪水の防止や水道水の節約，地域防災の観点から墨田区が日本相撲協会が新たに建設する両国国技館への雨水利用導入を申し入れ，採用されたことから始まった。その後，墨田区では区の新規施設に雨水利用を積極的に導入し，貯めた雨水はトイレ用水や散水等に使われている。また，住民レベルで雨水貯留タンクの設置が行われている。

水はけの悪い低地（内外水氾濫）

墨田区は海抜 0m 地帯に位置しているため，地下への雨水浸透は効果的でなく，流域対策としては雨水貯留が主な対策となる。実施に際しては，公共施設や民間施設のほか，区全体にわたり住宅地が広がっていることから，住民の理解と取組みへの協力（利水目的ではなく治水目的として）による雨水貯留の面的な実施，住民の負担軽減，貯留した雨水の活用などが課題となっている。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

墨田区は，頻発する内水被害を軽減することを目的として，1995 年に雨水タンク設置助成制度を開始し，2008 年に雨水利用を条例化した。また，雨水利用先進区として，2009 年には雨水の有効利用の促進を含めた「すみだ環境区宣言」を行い，雨水利用を推進している。

実施における成功要因・メカニズム：

○地域住民（区職員，市民の会，NPO 法人）との協働による雨水貯留と雨水利活用の促進

雨水利用の取組みは地域や住民に広がっており，1988 年から「路地尊（ろじそん）」と呼ばれるコミュニティ単位の雨水活用施設（緊急時・災害時の利水，都市型洪水対策を主目的とした雨水貯留利用システム）が区内に 21 箇所設置されている（2008 年時点）[76]。家の屋根などから集めた雨を地下のタンクに貯め，貯めた雨水は手押しポンプでくみ出し，散水など地域で活用されている。墨田区には，路地尊のほか，区や都の施設，民間施設に設置した雨水タンク，小規模貯水槽等を含

[76] （墨田区, 2008）内の「墨田区の雨水利用施設一覧（路地尊タイプ）」を参照した。

め，2018 年 3 月時点で 645 の施設で最大 24,010m^3 [77]，区民 1 人当たり約 86 リットルの雨水を貯められるまでになっている （NEXT WISDOM FOUNDATION, 2015b）。

このように導入が進んだ背景としては，都市型洪水が頻発化，顕在化するようになった 1980 年代に区の職員が立ち上がり，雨水利用を進めるにあたっての 5 つの構想（①相撲協会に墨田区長が国技館での雨水利用を正式に申し入れる，②これから区がつくる全ての施設に雨水利用を導入して模範を示す，③墨田区は緑が非常に少ない区であったため，ビルの屋上や壁面の緑化を進め，その緑を育てるのに雨水を使う，④石油ショックの教訓を受けて，ソーラーシステムと雨水利用を組み合わせた公共施設を墨田区につくる，⑤墨田区は関東大震災時に大火災が発生した地域であるため，区全体で雨水を貯めて町を守る（防火））をまとめ，区長に直接提案したことに起因する （NEXT WISDOM FOUNDATION, 2015b）。その後，1982 年の国技館への雨水利用施設の導入を皮切りとして，1994 年に雨水利用東京国際会議等を開催し，住民の意識醸成に繋がったこと，行政の協力や 1995 年の雨水タンク設置助成制度開始，2008 年の雨水利用の条例化などにより取組みが促進されたこと等がある。近年は，雨水利用先進区として，2009 年に雨水の有効利用の促進を含めた「すみだ環境区宣言」を行い，雨水利用を推進している。

さらに，墨田区における成功要因としては，上記取組みの推進力となった区職員や 1994 年の雨水利用東京国際会議を母体とした“雨水利用を進める市民の会”の発足（後に NPO 法人化）（雨水市民の会, 2015），住民，NPO 等が中心となったボトムアップ・アプローチがあること，雨水貯留施設設置に対する助成（タンクの種類（規模）に応じて 4 万円～100 万円の助成限度額）（墨田区, 2018b），地域やコミュニティの協働による持続的な運用／維持管理の実施，雨水市民の会等の NPO によるサポート等が挙げられる。

[77] （墨田区, 2018a）内の「雨水利用実績」を参照した。

事例 13　緑地の保全や公園整備，ヒートアイランド対策，各種グリーンインフラ等による都市洪水リスク及び被害軽減への間接的寄与【横浜市グランモール公園】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	グランモール公園は，横浜の新しい都心としてウォーターフロントの立地条件を生かした高水準の都市インフラを持つ“みなとみらい 21 地区”と呼ばれるエリアに位置している。この公園は都市像の一つ「水と緑と歴史に囲まれた人間環境都市」に相応しい，植栽体を持つ広い歩道とともに地区全体に緑と歩行者動線を構築する主要な歩行者軸となっている。	
実施主体	地方公共団体（横浜市），民間企業，学識者	
工事期間	初期の建設工事 1987～1989 再整備 2015～2017	
事業費	約 18 億円，16 百万米ドル[78]（園路・施設整備等 2.3ha の全体事業費）（横浜市，2017）	
洪水対策	主目的	ヒートアイランド対策 街路樹，植栽，保水性舗装と雨水貯留機能を持つ基盤材の導入，水景，横浜港からの海風の流れ確認（数値シミュレーション実施）
	効果	ヒートアイランド対策と併せて，地域の内水氾濫被害の軽減に繋がる（雨水貯留砕石の保水量：1m³ 当たり合計で 76 リットル）
治水機能以外の機能	都市づくり／地域ニーズ	・都市空間整備，公園整備 ・ヒートアイランド対策
	流域対策，内水被害軽減	・雨水貯留機能を持つ基盤材の導入による雨水流出抑制
計画・実施におけるアプローチ		・マルチステークホルダー，マルチパーパス

[78] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

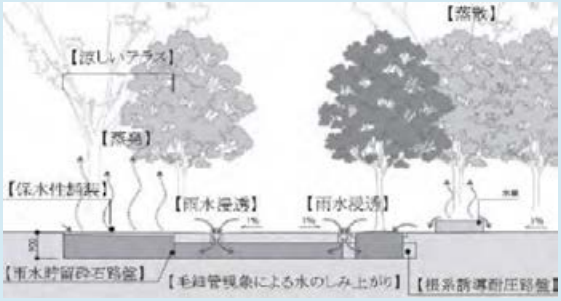


図 40 みず循環回廊のイメージ図（出典）（横浜市 環境創造局公園緑地整備課, 2018）

図 41 横浜市グランモール公園断面模式図（出典）（千木良, 2016）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

都市においては，ヒートアイランド現象で暖まった空気が上空で冷やされ，雨雲を発生させて地上に降り注ぐ。その雨の降り方は局地的，集中的で，激しい。多くの都市ではその降雨に対応するため下水道等を整備してきたが，近年の都市型集中豪雨では時間 100mm 相当を超える降雨も珍しくなくなった。古くから下水道整備が進んだ都市の多くは，雨水と下水の両方を同時に処理する合流式下水道方式を採用しており，その処理能力を超える都市型集中豪雨は内水氾濫として浸水被害を及ぼしている。こうした中，各自治体は雨水貯留浸透対策を条例や計画で定め，下水道を整備し，あるいは調節池，調整池等を建設し，そこに雨水を一時貯留するなどして被害の軽減に努めてきた。

○ヒートアイランド等（直接的な治水以外の課題）

こうした雨水を直接的に貯留，浸透，流出遅延等させる取組みから視野を広げると，都市緑化や公園整備等のヒートアイランド対策などの取組みも都市の微気候や自然の水循環機能を改善し，都市の降雨を緩和し，都市型集中豪雨対策としても有効な手段となる（グリーンインフラ研究会 , 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング , 日経コンストラクション (編), 2017）。日本では近年，都市緑化や公園整備等のヒートアイランド対策などを含めたグリーンインフラの取組みも各地で増加しつつあり，都市型洪水リスク及び被害の軽減に貢献している。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

本公園が位置する「みなとみらい 21 地区」は 1983 年に事業着手し，1989 年に地区内外を結ぶまちの骨格を形成する都市公園として一部開園したが，それ以降，開発・発展に伴い，商業・住居等の機能が集積し，来訪者も増加した。これにより公園の活用や周辺街区と連携した賑わいづくりへ

の対応や，埋立地ゆえの緑の少なさ，施設・設備の老朽化等が課題となり，横浜市は，グランモール公園の再整備を 2015 年に実施した（千木良, 2016）。再整備に当たっては，自然素材を取り入れてグリーンインフラの思想を実現し，舗装の下部には雨水貯留機能を持つ砕石層を設けた。これは植栽への水供給と，保水性舗装と連動した打ち水効果を持たせた仕組みであり，“みず循環回廊”と名付けられている（横浜市 環境創造局公園緑地整備課, 2015）

実施における成功要因・メカニズム：

〇治水効果を含めた水循環による公園（憩い・賑わい空間）整備

横浜市グランモール公園は，「みなとみらい 21 地区スマートなまちづくり」において強化すべき 4 つの分野（エネルギー，グリーン，アクティビティ，エコモビリティ）として挙げられた“快適な環境を次世代に継承するグリーン”を実現する場として，緑の創出を通じて，緑の多様な効果が感じられる豊かな空間づくりを 1 つの目的として再整備されている （内藤・千木良, 2014）。具体的な“みず循環回廊”の概念は，延長 700m の公園の舗装の下部に雨水貯留砕石を敷設して水の垂直方向の循環を実現することである。その仕組みは，浸透側溝や保水性舗装，植栽地等から地中に浸透させた雨水を雨水貯留砕石に保水させ，植栽土壌や保水性舗装，ベンチ等の憩い空間と組み合わせることで，樹木からの蒸散や保水性舗装からの蒸発による涼しさの創出，樹木の良好な生育，緑陰の形成を促し，憩い・賑わい空間の形成を図ることである （千木良, 2016）。

雨水貯留砕石は従来の単粒度砕石と比較すると，骨材や腐植の保水性，水の吸い上げ機能，高い空隙率と腐植による樹木の根の生長促進等の効果が期待でき，雨水の有効活用や樹木の良好な生育に有効である。グランモール公園で使用した雨水貯留砕石は，骨材である再生砕石の表面で 5%の保水性があり，すなわち 1m^3 当たり 50 リットルを保水する。また，通常の土壌（1m^3 当たり 108 リットルの水）よりも保水力が高い腐植（1m^3 当たり 214 リットルの水）を配合していることから，雨水貯留砕石の保水量は 1m^3 当たり合計で 76 リットルに上がった（千木良, 2016）。雨水の貯留浸透の促進，流出量の抑制等による都市型集中豪雨の被害の抑制の効果を期待できるうえ，さらに再整備では樹木の数を増やして，緑被率を 34%から 46%に高めた（真鍋, 2018）。このように，これまで U 形側溝に排水するだけだった雨水を，樹木の生育用の資源として活用し，且つ地下に貯めた水が保水性舗装等を通して蒸発し，気化熱によって涼しさを体感できるような水循環型のグリーンインフラが実現された （真鍋, 2018）。

施設の効果：

当該施設は，ゲリラ豪雨等の原因となりうるヒートアイランドを緩和する施設だが，雨水の一部を貯留・浸透しており，間接的に浸水被害軽減に寄与している。加えて，横浜市は，グランモール公

園におけるグリーンインフラの導入を決めた際，その効果の比較と発信が重要と考え，2016 年には再整備工事が完了した一部のエリアで別途効果検証のための調査が実施された。実際の公園をサーモグラフィで撮影し，基盤材施工の有無による温度差を確認したところ，際立った差が認められ，保水性ブロックが冷却効果を発揮し，基盤は雨水貯留浸透基盤として機能していることが確認された。

図 42 グランモール公園（出典）（Forward Stroke Inc.）

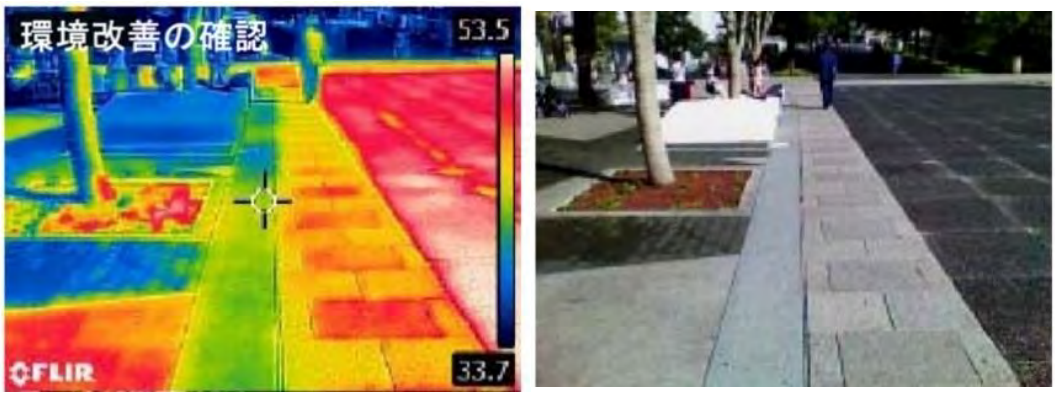


図 43 整備後の環境調査（出典）（横浜市 環境創造局公園緑地整備課, 2018）

事例 14　地盤嵩上げによる高潮対策【みなとみらい 21 地区】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	横浜みなとみらい 21 は神奈川県横浜市の西区と中区にまたがる横浜港に面している地域で，1980 年代から現在にかけて整備が進められている計画都市である。横浜都心部の一体化と強化をめざしたウォーターフロント都市再開発として建設されている街で，さまざまな商業施設，オフィスビル，観光施設があり，都市景観 100 選受賞地区でもある。	
実施主体	横浜市，UR 都市再生機構，国土交通省（港湾の一部）	
工事期間	土地区画整理事業 1983～2011（横浜市, 2019）	
事業費	1983 年から 2016 年までの累計約 2 兆 625 億円；内訳はインフラ整備に約 5,348 億円；建物建設に約 1 兆 5,277 億円（横浜市, 2019）	
洪水対策	主目的	（みなとみらい 21 地区の開発目的）①横浜市の自立性の強化，②港湾機能の質的転換，③首都圏の業務機能の分担 上記のような開発に必要な埋立地としての高潮対策 高潮・津波対策として，護岸高さ：標高 2.7~3.1m，宅地高さ：標高 3.1m~5.0m に設定して整備 （（一社）横浜みなとみらい 21, 2014）
	効果	大規模災害発生時でも被害が小さいことが予想され，周辺地域に対する防災拠点としてのサポート機能が付加されている
治水機能以外の機能	都市づくり／地域ニーズ	・都市空間整備，計画都市，ウォーターフロント都市再開発
	防災機能	・都市開発に合わせさまざまな防災設備（物資の備蓄，災害用給水タンクや自立型のライフライン等）も整備されている。
計画・実施におけるアプローチ		・行政主導による都市開発，エリアマネジメント

図 44 みなとみらい地区（出典）（（一社）横浜みなとみらい 21, 2014）

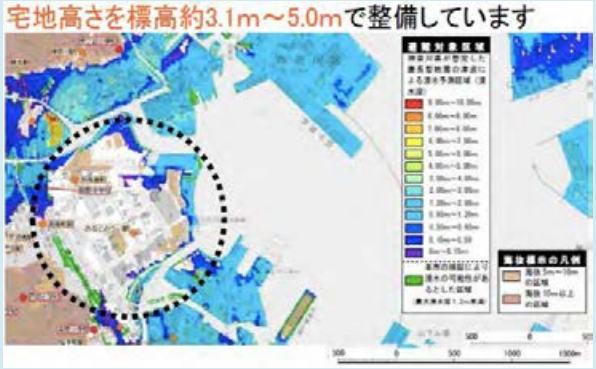


図 45 高潮・津波対策（出典）（（一社）横浜みなとみらい 21, 2014）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性・・・臨海部の埋立地（高潮）

みなとみらい 21 地区が位置する横浜市は，大部分が臨海部の埋立地である。この地域周辺は，丘陵部／坂が多い地形のため，人工的に平地を確保しながら港等を整備し，産業を発展させてきた（吉岡, 2011）。埋め立ての歴史は古く，1700 年代より人口増加や田んぼの開発のために埋め立てが行われきた（鷲山, N.d.）。1950 年代からの日本の高度経済成長に伴い，首都の東京は人口，資産の集積が進み都市が巨大化した。横浜市は，東京に隣接する都市のため，急激な郊外部の住宅開発と人口急増（東京のベッドタウン化）が進む一方で，業務機能は東京に一局集中する傾向が顕著となり，都市構造や経済のゆがみが顕著となった。そのため，①横浜市の自立性の強化（市民が市外へ労働，購買等に出ずにすむよう，企業，商業，文化施設を集積），②港湾機能の質的転換（公園や緑地を整備し，親水空間や国際交流施設，港湾管理機能を集積），③首都圏の業務機能の分担（東京に高度に集積した企業や商業等の首都機能・施設を横浜市に移せるよう，都市機能を集積），これら 3 つをみなとみらい事業の目的として（（一社）横浜みなとみらい 21, 2014; 横浜市都市整備局, N.d.），横浜市が 1983 年より開発を開始した。

このような開発には平地の確保，すなわち臨海部の埋め立てが必要であり，埋立地という条件のため，事業着工段階から，津波，高潮のほか，地震災害や地盤沈下，液状化が懸念されていた。目標とされる計画就業人口は 19 万人，最終開発区域 186ha のうち半数に相当する 87ha は宅地（計画居住人口は 1 万人），46ha は公園緑地（（一社）横浜みなとみらい 21, 2014）に区分される。そのため港湾部で居住・就業する人々の安全性を図るために，建物や土木にみられるハード対策と同時に，土地利用や避難計画等のソフト対策の双方を導入する必要があった。

統合都市洪水リスク管理実施内容：

上記のような背景，目的に基づき，横浜市が 1983 年から臨海部埋め立て事業（73.9ha），土地区画整理事業（101.8ha，UR 都市再生機構），港湾整備事業開発（国土交通省と協働）の各種開発を主導した。2004 年には地区最寄りとなる新たな鉄道駅が完成した（（一社）横浜みなとみらい 21, 2016）。

実施における成功要因・メカニズム：

〇各種災害に対応し，周辺地区のサポートが可能となる防災機能強化を推進した街づくり

1983 年の着工段階から耐震性を考えた街づくりが進められ，地盤改良や液状化対策（例として，宅地の地盤改良へのサンドドレーン工法の採用）が行われた。さらに，みなとみらい 21 中央地区は高潮・津波対策として，護岸高さを標高 2.7～3.1m，宅地高さを標高 3.1m～5. 0m に設定して整備されている（（一社）横浜みなとみらい 21, 2019）。この高さは横浜市の「避難対象区域図」でほとんど浸水被害がない高さとなっている。この予想図は最大クラスの津波を生じる地震として，慶長型地震を想定している（モーメントマグニチュード 8.5 に相当）（横浜市危機管理室, 2013）。

このように，みなとみらい 21 地区は大規模災害発生時でも津波・高潮の被害が小さく，液状化の危険度が低いと想定され，自地区内のみならず周辺地区のサポートが可能な地区として，横浜市が防災機能強化を推進している。そのため，全長 7 ㎞に及ぶ共同溝や地域冷暖房システムなど既存施設を最大限活用した自立分散型エネルギーインフラの形成により，災害時の対応機能強化が促進されている（横浜市, 2015）。

また，津波から速やかに避難するための海抜標示や津波避難情報板，津波警報システム，そして 50 万人分の新鮮な飲料水を 3 日分確保できる災害用給水タンクや救助・救出活動や避難生活の維持等のため備蓄品が収納されている防災備蓄庫など，避難関連の設備も充実している （（一社）横浜みなとみらい 21, N.d）。さらに，東日本大震災の教訓を踏まえてエリアマネジメントを防災面にも展開し，一般社団法人横浜みなとみらい 21 内に防災エリマネ推進委員会を設置し，関係者が連携する「自助・共助の仕組みづくり」のもと，2017 年には帰宅困難者を受け入れる制度[79]が開始され，情報の共有・防災意識のプロモーションなどが幅広く行われている[80]。したがって地域全体にわたって，そして多様なステークホルダーと共に，ハード面に加えてソフト面からもより強靭で安全・安心な街を目指す取組みを進めている （横浜市, 2018）。

[79] 詳しくは（（一社）横浜みなとみらい 21,2017）を参照。
[80] 詳しくは（（一社）横浜みなとみらい 21,2017）を参照。

施設の効果：

みなとみらい 21 地区は大規模な港湾部の都市再開発事業とハード・ソフト双方の防災対策が統合的に計画され，実施された好例といえる。そうした計画や備えも相まって，今日に至るまでに多くの投資と時間を費やして建設されてきた。しかし，横浜市はその経済効果を算定し，累計約 2 兆 625 億円にのぼる投資額を超えるだけの経済波及効果が 1983 年から 2016 年までの累計であったと公表した。みなとみらい 21 地区はこれまでに 1800 社以上の事業所が立地し，2018 年だけで 8,300 万人の来訪者を見込んだ。市への税収という観点からも，毎年 145 億円を超える財政貢献をしている（横浜市, 2019）。

加えて，横浜市中心部を含めた広域にわたる地域の地震，津波・高潮，暴風由来の洪水リスク低減に寄与しているといえる。浸水することのない土地の確保は防災拠点として，物資の備蓄やライフラインの備え，あるいは緊急時の防災基地としてのサポート機能が期待されている。

緑のデザインにも力が入れられ，みなとみらい 21 地区では官民双方によって屋上緑化・壁面緑化，公共空間の緑化が展開され，また透水性・遮熱性舗装の敷設などを推奨するなどヒートアイランド現象の緩和にも貢献している（（一社）横浜みなとみらい 21, 2016）。さらには，環境未来都市・横浜構想に呼応して，太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーの利活用が進んでいる（内閣府 地方創生推進室, N.d.）。結果として経済・環境・社会性を兼ね備えた質の高い空間の創出に成功した。

■　事例における都市の特性分析

各種洪水対策を実施している事例都市について，都市特性を簡易的に把握するため，1. 人口の集中（人口密度），2. 成熟度（人口増減），3. 土地利用（都市化率），4. 社会基盤（単位面積当たり道路実延長），5. 財政力指数――の 5 つの観点から簡易的に評価した。

■　人口の集中（人口密度）

人口・資産の集中の指標は，人口密度とした。人口及び都市面積は，総務省統計局刊行 「統計でみる市区町村のすがた 2018」記載のデータに基づき，統計対象は 2015 年度である。

■　成熟度（人口増減）

成熟度（人口増減）は，2010 年度の各都市の総人口に対する，2015 年度までの総人口の増減数の割合とした。2010 年度の人口データは，総務省統計局刊行 「統計でみる市区町村のすがた 2016」，2015 年度の人口データは同局刊行「統計でみる市区町村のすがた 2018」に基づく。なお，長野市及び八王子市の 2 市は人口が減少している。

■　土地利用（都市化率）

各都市の陸地面積のうち建物用地，道路，鉄道による土地利用が占める割合を算出し，都市化率とした。土地利用データは国土交通省国土政策局国土情報課 「国土数値情報　土地利用細分メッシュデータ」の平成 26 年度データを用いた。同データは 100m メッシュ毎に，各利用区分（田，その他の農用地，森林，荒地，建物用地，幹線交通用地，湖沼，河川等）が整備されたものであり，データの原典資料は国土地理院「数値地図（国土基本情報）電子国土基本図（地図情報），電子地形図 25000（地図画像），衛星画像（SPOT, RapidEye）」である。一例として，江東区の土地利用図を右に示す。

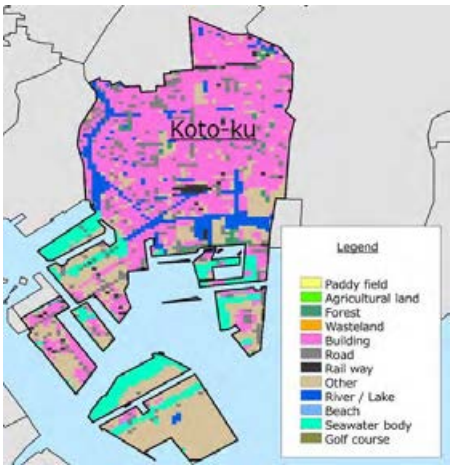


図 46　江東区の土地利用

■　社会基盤（単位面積当り道路実延長）

社会基盤の指標は，各都市の面積（km²）に対する道路実延長（km）で評価した。道路実延長は，総務省統計局刊行「統計でみる市区町村のすがた 2016」のデータに基づく。統計対象は 2013 年度である。

■　財政力指数

経済財政の指標として，総務省「平成 28 年度地方公共団体の主要財政指標」を用いた。財政指標は地方公共団体の財政力を示す指数で，基準財政収入額を基準財政需要額で除して得た数値の過去３年間の平均値である。財政力指数が高いほど，普通交付税算定上の留保財源が大きいことになり，財源に余裕があるといえる指標である。

■　各指標の評価

サンプル都市 14 都市を対象として，上記の５つの指標毎に各都市の偏差値を算出した。また，偏差値に応じ，指標毎に High（高），Middle（中），Low（低）の三段階に評価した。各指標値及び評価を以降に示す。

表 7　各都市の指標別評価

サンプル都市	指標1　人口集中度					指標2　成熟度（人口増減）				
	人口	面積（km^2）	人口密度	偏差値	評価	2010年人口	2015年人口	増減率	偏差値	評価
江戸川区	681,298	49.9	13654	55	H	678967	681,298	0.3%	42	M
戸田市	136,150	18.19	7485	46	M	123079	136,150	10.6%	63	H
中野区	328,215	15.59	21053	66	H	314750	328,215	4.3%	50	M
目黒区	277,622	14.67	18925	63	H	268330	277,622	3.5%	49	M
江東区	498,109	40.16	12404	53	M	460819	498,109	8.1%	58	H
長野市	377,598	834.81	453	35	L	381511	377,598	※-1.0%	40	L
港区	243,283	20.37	11944	53	M	205131	243,283	18.6%	79	H
越谷市	337,498	60.24	5603	43	L	326313	337,498	3.4%	48	M
八王子市	577,513	186.38	3099	39	L	580053	577,513	※-0.4%	41	L
世田谷区	903,346	58.05	15562	58	H	877138	903,346	3.0%	48	M
さいたま市	1,263,979	217.43	5814	43	L	1222434	1,263,979	3.4%	48	M
横浜市	3,724,844	437.56	8513	47	M	3688773	3,724,844	1.0%	44	M
墨田区	256,274	13.77	18612	63	H	247606	256,274	3.5%	49	M
山口市	197,422	1023.23	193	35	L	196628	197,422	0.4%	42	M

評価：H：High（高）, M：Middle（中）, L：Low（低）

サンプル都市	指標3　土地利用（都市化率）			指標4　社会基盤					指標5　経済・財政		
	都市化率	偏差値	評価	道路実延長（km）	面積（km^2）	道路実延長/面積	偏差値	評価	財政力指数	偏差値	評価
江戸川区	88.68%	57	H	1022.7	49.9	20.49	57	H	0.4	36	L
戸田市	66.08%	49	M	274.8	18.19	15.11	49	M	1.22	67	H
中野区	95.51%	60	H	375.1	15.59	24.06	62	H	0.5	39	L
目黒区	93.44%	59	H	355.2	14.67	24.21	62	H	0.76	49	M
江東区	67.89%	50	M	388.6	40.16	9.68	41	M	0.49	39	L
長野市	12.80%	31	L	4967.4	834.81	5.95	35	L	0.72	48	M
港区	85.60%	56	H	303.7	20.37	14.91	48	M	1.19	66	H
越谷市	69.98%	51	M	1306.6	60.24	21.69	58	H	0.92	55	H
八王子市	35.57%	39	L	1457	186.38	7.82	38	L	0.95	57	H
世田谷区	91.30%	58	H	1177.9	58.05	20.29	56	H	0.73	48	M
さいたま市	64.27%	49	M	4218.1	217.43	19.40	55	H	0.98	58	H
横浜市	74.28%	52	M	7707.6	437.56	17.61	52	H	0.97	57	H
墨田区	95.89%	60	H	295.2	13.77	21.44	58	H	0.4	36	L
山口市	6.85%	29	L	2052.5	1023.23	2.01	29	L	0.65	45	M

評価：H：High（高）, M：Middle （中）, L：Low（低）

■　評価レンジ

表 8　評価レンジ

		指標1	指標2	指標3	指標4	指標5
評価レンジ	H	54 以上	55 以上	55 以上	52 以上	55 以上
	L	45 以下	42 以下	45 以下	40 以下	45 以下

5 文献目録

（一社）東京建設業協会, 2016. "シリーズ：インフラ ストック効果 首都 東京を守る，成長を支えるゲリラ豪雨，水害から守る——環状七号線地下広域調節池." *東建月報*.11 月. 2016. Web.2020-03-18.<http://token.or.jp/magazine/g201611.html>.

（一社）横浜みなとみらい 21. *みなとみらい 21 Information* 87.2016. Web.2020-03-18. <https://www.ymm21.jp/upload/b3d5044f27dd40e5123a10738ea7fd93b72a4d4e.pdf>.

（一社）横浜みなとみらい 21. *みなとみらい 21 Information* 90 .2019. Web.2020-03-18. <https://www.ymm21.jp/upload/Information%20Vol90_WEB_J.pdf>.

---. "みなとみらい 21 は災害に強い街である." N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.ymm21.jp/news/rediscovery/21_30.php>.

---. "みなとみらい２１地区 共助により帰宅困難者を受け入れる制度を創設・運用開始！." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.ymm21.jp/news/upload/fcb87714b6ab89d975300c62ba2bc65dc6426911.pdf>.

---. "みなとみらい２１地区のまちづくり." 2014. Web. 2020-03-18 <http://archive.city.yokohama.lg.jp/zaisei/toti/hoyutochi/mm21/img/ymm.pdf>.

NEXT WISDOM FOUNDATION. "雨水を天水に墨田区から世界に拡がる叡智．（1/5）" "東京で謎の洪水が起こる" 2015a. Web. 2020-03-18 <https://nextwisdom.org/article/680/>.

---." 雨水を天水に墨田区から世界に拡がる叡智（3/5）" "国技館を雨水タンクに." 2015b. Web. 2020-03-18 <https://nextwisdom.org/article/691/>.

Nikkei Style. "東京五輪で脚光　埼玉の「彩湖」ってどんな湖？「戸田」隣接，荒川の治水担う." 2016. Web. 2020-03-18 <https://style.nikkei.com/article/DGXKZO09946820V21C16A1L83000/>.

Reasonable. "雨水タンク料金表. " *雨水タンク相談室 HP.* N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.reasonable.jp/category/1685113.html>.

UR 都市機構. " 都市河川対策と大規模調整池整備　日本における宅地開発地区の流出抑制システム." 2018. Print.

---. "都市河川対策と大規模調整池整備　日本における宅地開発地区の流出抑制システム." 2018. Print.

Yoshimura, Hiroyuki. "Safe, Secure and Enjoyable KOSHIGAYA LAKE-TOWN ." 2016. Web. 2020-03-18 <http://pubdocs.worldbank.org/en/454071453879343496/012116-qii-s4-hiroyuki-yoshimura.pdf>.

グリーンインフラ研究会, 三菱ＵＦＪリサーチ＆コンサルティング,日経コンストラクション. *決定版！グリーンインフラ*. 日経 BP, 2017. Print.

中野区. "都市計画河川." 2019. Web. 2020-03-18

<https://www.city.tokyo-nakano.lg.jp/dept/502000/d004348.html>.

二子玉川ライズ. "二子玉川 rise パンフレット." N.d. Print.

井山, 聡. "スーパー堤防の現況と課題." RIVER FRONT 42 . 2001. Web. 2020-03-18. <http://www.rfc.or.jp/pdf/vol_42/p_02.pdf.>.

会計検査院. " 国会からの検査要請事項に関する報告（検査要請）　." 2012. Web. 2020-03-18 <http://report.jbaudit.go.jp/org/h23/YOUSEI2/2011-h23-6583-0.htm>.

全日本建設技術協会. "荒川第一調節池工事." 2003. Web. 2020-03-18 <https://www.zenken.com/hypusyou/zenkensyou/h15/H15_zk_A/zk_15_a2_kasen03.pdf>.

八王子市. "八王子市雨水貯留浸透推進計画." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.city.hachioji.tokyo.jp/kurashi/life/002/004/006/p006606_d/fil/tyoryushinto.pdf>.

---. "雨水浸透施設設置補助事業 ." 2019. Web. 2020-03-18 <https://www.city.hachioji.tokyo.jp/kurashi/life/002/004/005/p006591.html>.

内藤, 純一郎・千木良,泰彦. "グランモール公園再整備による環境改善効果の「見える化」に 向けた検討 ～園内熱環境の現況把握調査について～." 2014. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kankyohozen/kansoku/science/shiryo/youshi.files/0135_20190305.pdf>.

内閣府 地方創生推進室. "環境未来都市・横浜　～ひと・もの・ことがつながり，うごき，時代に先駆ける価値を生み出す「みなと」～." N.d. Web. 2020-03-18

<http://future-city.go.jp/torikumi/yokohama/>.

内閣府 " 1.　戦後の首都圏人口の推移.". N.d. Web. 2020-03-18. <https://www5.cao.go.jp/j-j/cr/cr11/chr11040101.html>.

古市, 秀徳. "荒川上流部改修 100 年の歴史—さらなる 100 年への一歩を踏み出す." *建設グラフインターネットダイジェスト*.2018. Web. 2020-03-18 <http://www.jiti.co.jp/graph/page1806/0604k/index.htm>.

吉岡，まちこ. "意外と古い，横浜の埋め立ての歴史." *はまれぽ.com.* 2011. Web. 2020-03-18 <https://hamarepo.com/story.php?story_id=526>.

国土交通省 下水道政策研究委員会. "中期の下水道政策のあり方及び具体的な施策—下水道施設空間の活用—." 2006. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/gyosei/keikaku3rd/03-3.pdf>.

国土交通省 土地・水資源局水資源部. "平成 19 年版日本の水資源について～安全で安心な水利用に向けて～ " 2007. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H19/3-8.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局治水課. "第 2 回「高規格堤防の効率的な整備に関する検討会」の開催 ～高規格堤防の効率的な整備に向けて." 2017. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001188867.pdf>.

---. "高規格堤防の事業スキームについて." 2011. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/koukikakuteibou/dai5kai/dai5kai_siryou1.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局. "浸水想定（洪水，内水） の作成等のための想定最大外力の設定手法." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/shinsuisoutei_honnbun_1507.pdf>.

国土交通省 水管理・国土保全局. " 5.水利用の現状" N.d. Web. 2020-03-18

<https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/pdf/arakawa29-5-05.pdf>.

国土交通省 関東地方整備局. " 荒川高規格堤防整備事業（小松川地区） ." 2011. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000037867.pdf>.

国土交通省 関東地方整備局. "神田川・環状七号線地下調節池の効果." N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000001296.pdf>.

国土交通省 関東地方整備局. "荒川上流直轄河川改修事業（荒川第一調節池）." 2010. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/honkyoku/kikaku/jigyohyoka/pdf/h21/05siryo/siryou1-9-1.pdf>.

---. "荒川第一調節池の概要." 2018a. Web. 2020-03-18 <http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000700546.pdf>.

---."荒川調節池総合開発施設 定期報告書." 2016a. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000667295.pdf>.

国土交通省 関東地方整備局. "荒川水系河川整備計画【大臣管理区間】の概要" 2016b. Web. 2020-03-18 < https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000643106.pdf>.

国土交通省 高規格堤防の効率的な整備に関する検討会. "高規格堤防の効率的な整備の推進に向けて提言." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/koukikaku_kentoukai/teigen.pdf>.

国土交通省. "「賢く投資・賢く使う」の徹底." 2016. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001141415.pdf>.

---. "流域と一体となった総合治水対策に関するプログラム評価　評価書." 2004. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/seisaku/pdf/h15chisui_03.pdf>.

---"下水道の種類".国道交通省 HP. N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/crd/sewerage/shikumi/shurui.html>.

国土交通省河川局. " 荒川水系河川整備基本方針." 2007. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000031126.pdf>.

---. "河道整備・治水施設の整備効果." 2019. Web. 2020-03-18 <https://www.pref.saitama.lg.jp/a1007/kasen/kadoukouka.html>.

墨田区. "路地尊タイプ." *墨田区 HP.* 2008. Web. 2020-03-18 <http://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/kankyou_hozen/amamizu/riyou/dounyuu_sisetu/amamizuriyou_sisetu/rozison.html>.

---. "雨水タンクの設置助成." *墨田区 HP.* 2018b. Web. 2020-03-18 <http://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/kankyou_hozen/amamizu/zyoseikin/zyoseigaku_itiran.html>.

---. "雨水利用実績." *墨田区 HP.* 2018a. Web. 2020-03-18 <http://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/kankyou_hozen/amamizu/riyou/dounyuu_sisetu/amamizu_riyouzisseki.html>.

大成建設株式会社. "（仮称）芝浦水再生センター再構築に伴う上部利用事業　新築工事着工のお知らせ." 2012. Web. 2020-03-18 <https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2012/120222_3577.html>.

小田切, 幸次. "グランモール公園再整備による熱環境の変化について." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kankyohozen/kansoku/science/shiryo/youshi.files/0100_20190304.pdf>.

彩の川研究会. "埼玉県内の調節池等の役割と活用状況集　調査報告書." 2014. Web. 2020-03-18 <https://media.toriaez.jp/y1177/685180288122.pdf>.

斎藤, 博丈. "越谷レイクタウン--親水文化創造都市を目指して." *UR 都市機構 調査研究期報. = Seasonal research report of UR*.148 .2009. 42-6. Web. 2020-03-18

<https://www.ur-net.go.jp/lab/kiho148/148-06.pdf>.

日刊工業新聞. "ゲリラ豪雨への備え-雨水流出抑制と自治体の取り組み." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00432424/0/14756>.

日刊建設工業新聞. "ＪＲ東日本／横浜駅西口開発ビル・鶴屋町棟に交流拠点機能追加／延べ３万平米超に変更 ." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.decn.co.jp/?p=94921>.

木田, 幸男. "「グリーンインフラ」の時代へ　(その 5)." *グリーンインフラ総研 HP.* N.d. Web. 2020-03-18 <http://green-infra.jp/green-infra/05/>.

木田幸男. "「グリーンインフラを活用した新しい街づくりに向けて」 グリーンインフラの工法・事例紹介." *日本緑化工学会誌* 42.3 .2016. 417-9. Web.2020-03-18

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsrt/42/3/42_417/_pdf>.

東京都下水道局. "東京都の下水道." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/2017tokyo.pdf>.

---. "災害があっても下水道は大丈夫？." *ニュース東京の下水道*.252 . 2018. Web. 2020-03-18. <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/kanko/newstokyo/252/1/index.html>.

---. "砂町水再生センター." N.d(a). Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/living/tour/guide/sise-list/03-06/>.

---. "第 2 章　現状と課題." N.d.(b). Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/gouryuukaizen2_01.pdf>.

---. "第 8 回都市排水モデリング会議 テクニカルツアー ～東京を浸水から守る下水道施設を巡る～." 2009. Web. 2020-03-18 <http://www.envrisk.t.u-tokyo.ac.jp/udm/images/TechnicalTourGuide(Japanese).pdf>.

---. "経営計画 2016." 2016. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/plan/management2016/content/index.html>.

---. "芝浦水再生センター." N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.gesui.metro.tokyo.jp/living/tour/guide/sise-list/03-01/>.

---. "豪雨から東京を守る！下水道局の浸水対策事業." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/living/pdf/shinsuitaisaku.pdf>.

東京都建設局. "環状七号線地下広域調節池事業説明会." 2016a. Web. 2020-03-18 <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000028108.pdf>.

---. "神田川・環状七号線地下調節池." 2016b. Web. 2020-03-18 <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000029010.pdf>.

東京都. "環状七号線地下広域調節池について." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2017/03/09/documents/07_01.pdf>.

東京都都市整備局. "二子玉川東地区第一種市街地再開発事業." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/cpproject/field/hutakotama/saikaihatsu81.html>.

東急不動産. "「二子玉川東地区第一種市街地再開発事業」が本格始動～街全体の名称を「FUTAKOTAMAGAWA rise（二子玉川ライズ）」に決定～　～「二子玉川ライズ　タワー＆

レジデンス」2008 年秋モデルルームオープン予定～." 2008. Web. 2020-03-18 <https://www.tokyu-land.co.jp/news/2008/index_007.html>.

東京都総合治水対策協議会. "総合的な治水対策の概要." *東京都総合治水対策協議会 HP.* N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index03.html>.

松本, 潤. "H25 渇水と彩湖の活用について." 2016. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000105728.pdf>.

横浜市 環境創造局公園緑地整備課. "「グランモール公園再整備」がグッドデザイン賞を受賞！." 2018. Web. 2020-03-18 <http://archive.city.yokohama.lg.jp/kankyo/kisha/h30/image30/181003-1.pdf>.

---. "グランモール公園リニューアル工事が始まります！ ." 2015. Web. 2020-03-18 <http://archive.city.yokohama.lg.jp/kankyo/kisha/h27/images27/150430-1.pdf>.

横浜市. "みなとみらい 21 地区都市再生安全確保計画." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshiseibi/mm21/mm21.files/0021_20180926.pdf>.

---. "みなとみらい 21 地区 事業概要." *横浜市 HP.* 2019. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshiseibi/mm21/gaiyo.html>.

横浜市危機管理室. "津波からの避難に関するガイドライン《 第 3 版 》." 2013. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/bousai-kyukyu-bohan/bousai-saigai/map/tsunami/tsunami.files/0001_20180912.pdf>.

横浜市. "横浜市都心臨海部再生マスタープラン." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshiseibi/sogotyousei/toshinmp/toshinmpsakutei.files/0006_20180921.pdf>.

---. "社会資本総合整備計画（第 4 回変更）緑の保全及び公園緑地整備事業." 2017. Web. 2020-03-18 <http://archive.city.yokohama.lg.jp/toshi/kikaku/koufukin/pdf/171020midorinohozennoyobikouennryokutijigyou.pdf>.

横浜市都市整備局 みなとみらい２１推進課. "みなとみらい 21 事業の紹介." *横浜市 HP.* N.d. Web. 2020-03-18 <http://archive.city.yokohama.lg.jp/toshi/mm21/kids/kids02.html>.

横浜市都市整備局都心再生課. "横浜駅周辺の未来～一緒に未来を考えましょう～." 2013. Web. 2020-03-18 <https://www.yokohama-cu.ac.jp/ext/movie/ue8n9g00000005ri-att/a1484300021202.pdf>.

横浜駅周辺大改造 計画づくり委員会. "まちづくりビジョン." 2013b. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshiseibi/toshin/excite22/22/ey22.files/0014_20180920.pdf>.

---. "概要版　エキサイトよこはま 22." 2013a. Web. 2020-03-18 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshiseibi/toshin/excite22/22/ey22.files/0018_20180920.pdf>.

橋本, かをり. "下水施設の上部に超高層，定借の地代でインフラ更新." *日経 BP 総研 HP.* 2015. Web. 2020-03-18 <https://project.nikkeibp.co.jp/atclppp/15/434169/082500036/>.

気候変動適応情報プラットフォーム. "都市型水害に強いまちづくり ～下水道整備の新たなステージへ～." 2018. Web. 2020-03-18

<https://adaptation-platform.nies.go.jp/articles/case_study/vol9_yokohama.html>.

水道産業新聞社. "南砂雨水調整池が完成／東京都下水道局." *水道産業新聞社*.4230. 2006.Web. 2020-03-18. <http://www.suidou.co.jp/060420.htm#060420-09> .

"河川管理者." *最上川電子大事典.* N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.thr.mlit.go.jp/yamagata/river/enc/words/02ka/ka-006.html>.

河西,俊・若林,要. "下水道施設の上部空間の活用～芝浦水再生センター上部利用事業～." 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000647923.pdf>.

真鍋, 政彦. "舗装やビルをダムに，都市豪雨とヒートアイランドを解決." *日経 xTECH.* 2018. Web. 2020-03-18 <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00123/022100012/?ST=nxt_thmdm_avitation>.

石渡, 幹夫. *日本の防災，世界の災害—日本の経験と知恵を世界の防災に生かす*. 鹿島出版会, 2016. Print.

谷川, 博. "民間の雨水貯留施設に助成，横浜市が全国初の区域指定." *日経コンストラクション.* 2017. Web. 2020-03-18 <https://project.nikkeibp.co.jp/atclppp/PPP/news/020200166/>.

越谷市. "越谷レイクタウン特定土地区画整理事業." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.city.koshigaya.saitama.jp/kurashi_shisei/kurashi/sumai/reikutaun/laketown.html>.

越谷市. "越谷の浸水実績." 2019. Web. 2020-03-18 <http://www.city.koshigaya.saitama.jp/anzen_anshin/bosai/kasenchisui/kosigayanosinnsuizissekki.html>.

都市再生機構 業務第三部. "UR 都市機構による関連公共施設の 直接施行制度について." 市街地再開発 .447. 2007. Web. 2020-03-18. <https://www.uraja.or.jp/town/system/2007/doc/20070702.pdf>

"都市施設." *R.E.words 不動産用語集.* Web. 2020-03-18 <https://www.re-words.net/yougo/236/>

野島, 義照, et al. "グリーンインフラの要素技術である雨水貯留浸透基盤の設置による微気象改善効果—微気象の人力測定結果—." *日本緑化工学会誌* 43.1. 247-50. 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsrt/43/1/43_247/_pdf/-char/ja>.

鈴木, 康嗣. "雨水貯留浸透施設等の整備効果に関する一考察 ～八王子みなみ野シティを事例として～." 2014. Web. 2020-03-18 <https://www.ur-net.go.jp/info/topics/pdf/20140527hachiouji.pdf>.

鎌田, 裕. "他企業工事との連携による雨水調整池の効率的設置について." 2006. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/4-1-2_2006.pdf>.

雨水市民の会. "雨水市民の会とは." *雨水市民の会 HP.* 2015. Web. 2020-03-18 <http://www.skywater.jp/aboutus#shiminnokai>.

雨水貯留浸透技術協会 編. *雨水技術資料*. 雨水貯留浸透技術協会. 1998. Print.

鷲山, 龍太郎. "西区の埋め立てをさぐる（解説）." N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.washiyama.jp/sodegaura/nisiku-umetate.html>.

国土交通省 荒川下流河川事務所. 小松川地区高規格堤防パンフレット, 2014. Print.

横山, 仁. "東京都におけるゲリラ豪雨の実態とその適応策について （地域の気候変動適応策の推進：持続可能な社会を目指して)." *地球環境*, vol. 21, no. 2, 2016, pp. 167-172. Web. 2020-03-18

<http://www.airies.or.jp/attach.php/6a6f75726e616c5f6368696b79756b616e6b796f5f323031363131303231353037303132/save/0/0/21_2-10.pdf>.

下水道新技術推進機構. "キャッチ・アップ　プレキャスト式雨水地下貯留施設技術." *下水道機構情報* Vol.2 No.4. 2018. Web. 2020-03-18<https://www.jiwet.or.jp/quarterly/n004/pdf/n004-002.pdf>.

国土交通省関東地方整備局　京浜河川事務所. “第 2 報　二子玉川南地区無堤部解消プロジェクト ～安全・安心なまちづくりにむけて～”. 国土交通省関東地方整備局　京浜河川事務所 HP. N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/keihin00147.html>.

千木良, 泰彦. “グリーンインフラを活用した新しい街づくりに向けて」 事例紹介：横浜市グランモール公園の「みず循環回廊」”. 日本緑化工学会誌, 42(3), 412-416. 2016. Web. 2020-03-18. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsrt/42/3/42_412/_pdf/-char/ja>.

田淵, 真也. “3-(1)-3 芝浦水再生センターの上部利用及び再構築事例について" 2011. Web. 2020-03-18. <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/3-1-3_2012.pdf>.

国土交通省 関東地方整備局　荒川上流河川事務所."荒川太郎右衛門地区自然再生協議会　第 12 回協議会資料-2 調節池の役割としくみ". 2005. Web. 2020-03-18.

<https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000030867.pdf>.

金子,哲也. "【地域事業の紹介】 一級河川元荒川 大相模調節池について 〜新たな親水文化を創造する越谷レイクタウン〜". 2015. Web. 2020-03-18 <http://zenken.com/kaiinn_sait/kousyuukai/H27/618/618_kaneko.pdf>.

ナレッジノートシリーズ：
日本における統合都市洪水リスク管理

ナレッジノート 4：
持続的な運用／維持管理確保

THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

UFCOP
Urban Floods Community of Practice

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

1 概要と目的

1.1 統合都市洪水リスク管理における持続的な運用／維持管理確保の位置づけ

統合都市洪水リスク管理への投資は施策／施設によりさまざまであるが，ナレッジノート 1～ナレッジノート 3 で別述した，リスクアセスメントから計画，設計と実施までの各プロセスを行ったのち，**適切な運用／維持管理を経て初めて，その機能と効果を発揮する。**したがって，統合都市洪水リスク管理の投資における運用／維持管理は，統合都市洪水リスク管理のグッドデザインの要素としても非常に重要で関わりが深く，図 1 に示した「運用／維持管理の効率化・容易性，コスト縮減，制度づくりや関係機関の連携・役割分担，先進的かつ適切な技術・ビジネスモデル，住民やステークホルダーによる参加型」などの項目は，特に運用／維持管理に関連する。

図 1 統合都市洪水リスク管理施策の要素，設計プロセス，運用／維持管理関連性

また，統合都市洪水リスク管理の投資の効果を継続するためには，持続的な運用／維持管理が不可欠である。責任ある機関で働く職員の技術的知識・知見，スキル，能力，十分かつ長期的な運用／維持管理財源及よび人的資源の確保，モニタリングと評価を行う方針と制度的枠組みはすべて重要である。その一方で，統合都市洪水リスク管理の施策として意図された機能を，計画・設計期間中及びそれ以降に持続的に運用／維持管理していくことも重要な課題である。

統合都市洪水リスク管理の様々な施策において，それぞれが設計期間／ライフサイクルの間に意図された洪水リスク軽減及び管理機能を持続的，効果的に機能させていくためには，一般的には，**①定期的なパフォーマンスの監視と評価・アセットマネジメント，②定期点検，メンテナンス，修理，交換作業，などの運用／維持管理が必要**である。これらを実行していくためには，統合都市洪水リスク管理の施策において，次の事項が必要である。

- 効果的な運用／維持管理に必要な頻度とタスクを概説する運用／維持管理計画，及び／または，標準的な作業手順
- 運用／維持管理計画と手順を実行するための適切な知識と技術を備えた人材
- 運用／維持管理業務を遂行するために必要な修理費用と交換費用及び修理・交換を行う要員を雇うための財源

一方で，日本では，既存の洪水管理インフラが急速に老朽化・脆弱化しており，修復や更新等が必要となってきている。同時に高齢化や人口減少に伴い，財源や人材の確保も重要な課題となっている。そのため，効率的な運用／維持管理の実施がますます必要になってきている。

1.2 日本の事例研究の手法

上述の通り，日本においては，効率的な運用／維持管理の実施がますます必要になってきており，統合都市洪水リスク管理の投資においてもさまざまな運用／維持管理の方法がみられている。 **ナレッジノート 4 ではそれらの日本の事例を分析し，運用／維持管理の成功要素と成功メカニズムについて分析を行う。**

事例収集は，統合都市洪水リスク管理の投資の中で比較的，運用／維持管理が占めるウエイトが大きい下水道（雨水）施設を中心に，大都市で先進的，効率的，持続的な運用／維持管理を数多く実施している東京都及び首都圏の都市の事例を収集した。その中から，図 1 に示す統合都市洪水リスク管理のグッドデザインのうち，運用／維持管理に関連が深い項目である「運用／維持管理の効率化・容易性，コスト縮減，ガバナンスと関係機関の連携・役割分担，先進的

技術・ビジネスモデル，さまざまなステークホルダーによる参加型」において，特に工夫や打開策がみられた事例を抽出し，整理した。

2 統合都市洪水リスク管理投資の持続的な運用／維持管理確保における日本の経験

2.1 日本の統合都市洪水リスク管理投資と運用／維持管理の関連性，重要性

- 統合都市洪水リスク管理の運用／維持管理における“グッドデザイン” とは何か。

1.1 及び図 1 にて前述した通り，統合都市洪水リスク管理の投資における運用／維持管理が適切に実施されなければ，統合都市洪水リスク管理の投資の機能と効果は発揮されないため，運用／維持管理は，統合都市洪水リスク管理のグッドデザインを構成する重要かつ必要不可欠な要素であり，重要な指標でもある。

統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン基準の項目のなかで，特に運用／維持管理と関係があるものについて，その関連性，重要性を表 1 に整理する。項目の内容はさまざまであるが，都市の洪水リスク及び被害軽減という統合都市洪水リスク管理の共通目標の下，運用／維持管理をいかに効率的に実施し，統合都市洪水リスク管理の投資をグッドデザインに近づけていくか，統合都市洪水リスク管理の投資の効果と機能を持続的に発揮させていくかは，各項目に共通する運用／維持管理の目標，目的でもある。

表 1 統合都市洪水リスク管理のグッドデザイン基準と運用／維持管理の関連性，重要性

運用／維持管理の効率性，容易性，更新性，適応性	• 運用／維持管理の効率性，容易性，更新性，適応性などの要素で，統合都市洪水リスク管理の投資が持続的に機能，効果を発揮していくためには，定期的・継続的なパフォーマンスの監視と評価（効果検証），定期点検，メンテナンス，修理，交換作業などの取組みを実施していくことが必要であり重要である。 • 経験豊富な技術者等が有している知識やノウハウの形式知化，有用な知識や技術資料，映像やデータ等のデータベース化，インベント化などを行うことも運用／維持管理の効率性や容易性を高める。
コスト縮減	• 運用／維持管理の財源の確保，コスト縮減は統合都市洪水リスク管理の投資の持続性にも影響を与える。予防保全型の維持管理やアセットマネジメントによる運用／維持管理の実施は，施設／設備を延命化するだけでなく，ライフサイクルコストを下げることにも繋がり，効率的な運用／維持管理が可能となり，統合都市洪水リスク管理のグッドデザインにも繋がる。
ガバナンスと関係機関の連携・役割分担	• 各ステークホルダーや関係機関は，役割分担や責任に応じて運用／維持管理を実施する。 • そのため，条例や補助金制度，支援制度，管理協定の締結等，運用／維持管理にかかるガバナンスを整えることも，効率的，持続的な運用／維持管理を進めていく上で重要である。
運用／維持管理のための先進的な技術・ビジネスモデル	• 先進的な技術やシステム，ビジネスモデルは，運用／維持管理そのものを容易にし，効率的にするだけでなく，統合都市洪水リスク管理の効果や機能を継続させる・高めるなど，グッドデザインにも繋がる。
様々なステークホルダーの参加	• 住民やコミュニティの参加型による運用／維持管理，PPP や PFI 等の民間連携及び民間の開発努力の活用による運用／維持管理など，さまざまなステークホルダーの参加や連携・協力による運用／維持管理の実施は，運用／維持管理の効率性を高め，コスト縮減にも繋がる。

2.2 運用／維持管理の効率化，効果検証

統合都市洪水リスク管理の施策の効果と影響をどのように監視及び評価しているのか。

統合都市洪水リスク管理における各投資（施策／施設）は河川，下水道，流域対策等さまざまであるが，持続的に効果や機能が発揮されて初めて洪水リスク及び被害の軽減に繋がる。そのためには，定期的なパフォーマンスの確認や定期点検，メンテナンスなどの運用／維持管理が必要である。そのためには，1.1 に前述した通り，**効果的な運用／維持管理に必要な頻度やタスク，手順，必要とされる品質，性能等を示したマニュアルやガイドラインなどが必要である。**

日本では，国を中心に地方公共団体，業界団体等によって運用／維持管理にかかる各種マニュアル，ガイドライン類が整備されており，運用／維持管理はこれらのマニュアル，ガイドライン類に則って実施される。各種マニュアル，ガイドライン類の事例は，付属資料「事例 1：運用／維持管理に係る各種マニュアルの作成【東京都，国など】」に示す。

各セクター・分野において，運用／維持管理にかかる統一されたマニュアル，ガイドライン類が準備されることにより，運用／維持管理の品質確保，効率性の向上等に寄与し，統合都市洪水リスク管理の機能，効果が持続的に発揮される。また，技術やノウハウ等が形式知化されることにより，第三者による運用／維持管理を可能にしており，運用／維持管理の民間への委託なども可能にし，地方公共団体の負担軽減にも繋がっている。

表 2 各セクターの運用／維持管理に係る主なマニュアル，ガイドライン例

河川管理施設の運用／維持管理に係るマニュアル，ガイドライン類[81]	下水道施設の運用／維持管理に係るマニュアル，ガイドライン類	流域対策等の運用／維持管理に係るマニュアル，ガイドライン類
• 河川砂防技術基準　維持管理編 • 堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 • 樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領 • 中小河川の堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 • 堤防及び護岸点検結果評価要領（案） • 樋門・樋管点検結果評価要領（案）（河川編）など	• 下水道管路施設維持管理マニュアル[82] • 雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）（以下出典[83]） • 下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン • ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き • 下水道管路施設の管理業務における包括的民間委託導入ガイドライン • 東京都下水汚泥処理の維持管理，管きょ再構築設計の手引き[84]など	• 雨水浸透施設の整備促進に関する手引き（案）[85] • 雨水浸透施設技術指針[案]構造・施工・維持管理編[86] • 流域貯留施設等技術指針（案）[87] • 戸建住宅における雨水貯留浸透施設設置マニュアル[88] • 東京都雨水貯留・浸透施設技術指針，東京都公共施設における一時貯留施設等の設置に係る技術指針[89]など

また，日本はこれまでに都市化による洪水悪化を数多く経験してきた。それに対して実施された**流域対策の効果検証が運用／維持管理の一環としてなされており，流域対策の効果が確認さ**

[81] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/kasen/main/maintenance/index.html を参照。
[82] 詳しくは https://jascoma.com/doc/book/list/gijutu-h1905.html を参照。
[83] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000466.html を参照。
[84] 詳しくは http://www.tgs-sw.co.jp/business/service/c01/c01/#t01 を参照。
[85] 詳しくは（国土交通省 都市・地域整備局 下水道部・国土交通省 河川局 治水課, 2010) を参照。
[86] 詳しくは https://arsit.or.jp/book14 を参照。
[87] 詳しくは https://arsit.or.jp/book13 を参照。
[88] 詳しくは https://arsit.or.jp/book12 を参照。
[89] 詳しくは http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/shishin/を参照。

れている。同検証は開発者（UR 都市機構）である民間業者が実施しており，各投資（施策／施設）を実施した主体者が運用／維持管理を行うことは効率的である。

例えば，付属資料に示す 2 事例，「事例 2：郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の効果検証／運用【八王子みなみ野シティ】」と，「事例 3：都市住宅開発における雨水浸透施設の導入とモニタリング，効果検証【昭島つつじが丘ハイツ】」では，それぞれ，郊外のニュータウン開発や都市住宅開発において雨水流出抑制対策を設置した事例で，開発者（UR 都市機構）により，開発期間中もしくは開発後においても，雨水流出抑制対策のモニタニングが続けられ，雨水流出抑制機能の効果検証が行われている。

いずれのケースも計画段階で想定した雨水流出抑制施設の定量的効果を把握する必要があったため，開発後も開発者（UR 都市機構）が一定期間，雨量，流量のモニタリングを行った。通常，施設を移管された施設管理者（市など）が運用／維持管理を実施することが一般的であるが，両ケースは，開発期間中もしくは開発後も開発者（UR 都市機構）が一定期間，運用／維持管理を行い，雨水流出抑制施設のモニタリングや分析，効果検証を実施した事例である。当該施設は開発者（UR 都市機構）が所有する賃貸住宅であり，対策の有無による効果検証を行う必要があったため，運用／維持管理が実施された。開発者（UR 都市機構）は当該施設の開発者であることからノウハウを熟知しており，地方公共団体などが実施する場合に比較し，運用／維持管理が容易に実施されたと推察される。以下にその概要を示す。（詳細は付属資料参照）

事例 2：【八王子みなみ野シティ】は，**自然豊かな丘陵部の小規模な集落におけるニュータウン開発と開発に伴う雨水流出抑制の両立を図ったもので，開発前の水環境を保全することを目的として，「水循環再生システム」が取り入れられた。**「水循環再生システム」は，高水効果（流出率の変動，流出率，最大流量）と低水効果（基底流量の維持，低水・渇水流量の維持）を期待したもので，導入当時は先進的な事例であった。この「水循環再生システム」の効果検証のため，開発期間中に運用／維持管理（モニタリング等）が一定期間，開発者（UR 都市機構）によって行われ，「水循環再生システム」のモニタリングや分析，効果検証などが実施された。施設の効果としては，図 2 に示される通りで，雨水流出量（表面流出量）が 738.9mm から 374.1mm（1980-1985 の平均）に削減されたことが確認され，導入された水循環再生システムが機能していることが確認された。

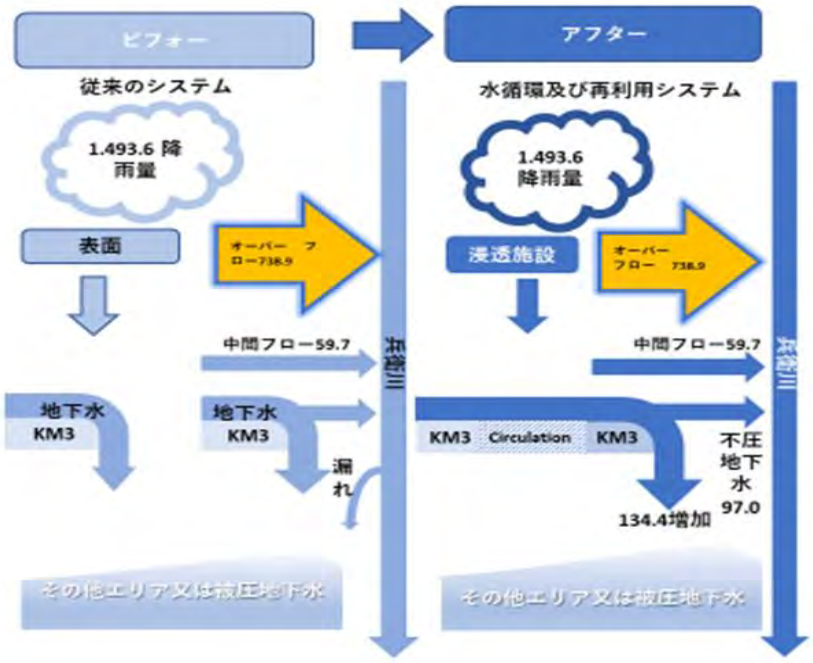


図 2 年間水収支の比較（出典）（UR 都市機構, 2018a）をもとに作成

事例 3：【昭島つつじが丘ハイツ】は，**都市住宅開発に伴う雨水流出抑制対策として，調整池に代わる新しい工法として，1981 年に日本で初めて浸透工法を採用した団地**で，当時は，雨水浸透施設による浸透機構や浸透量の算定等に解決すべき課題が多く，維持管理手法の確立を含めた耐久性に関する問題や雨水浸透施設の経年的な機能変化への懸念等があった。そのため，開発後の一定期間において開発者（UR 都市機構）によるモニタリングが行われ，浸透工法を導入した地区と在来工法のままの地区との比較検討を通じて，雨量や流出量等の比較検証，効果検証が行われた。敷地面積 27.8ha のうち約 3.2ha の範囲において，浸透工法を導入した地区と在来工法のままの地区に大きく区分けし，それぞれの地区の流出結果（流出率，浸透高等）を基に，流出抑制効果の検証が 30 年にわたり継続的に実施された（東海, 2014）。

モニタリングの結果，図 3 に示す通り浸透工法地区では，在来工法地区に比べ 1/4～1/5 程度の流出率で推移しており設置当初の流出抑制効果が 30 年を経過しても維持されていることが確認された。

雨水浸透システムは 35 年経過しても機能し、土壌を潤し、雨水の流出を抑制し続けている。※雨水浸透システムは 2006 年よりシステムが実装されていないエリアにも実装されたため、システムがないエリアの流失率については 2005 年までの値を示す。システムがあるエリアの流失率については、2006 年以降の値も示す。

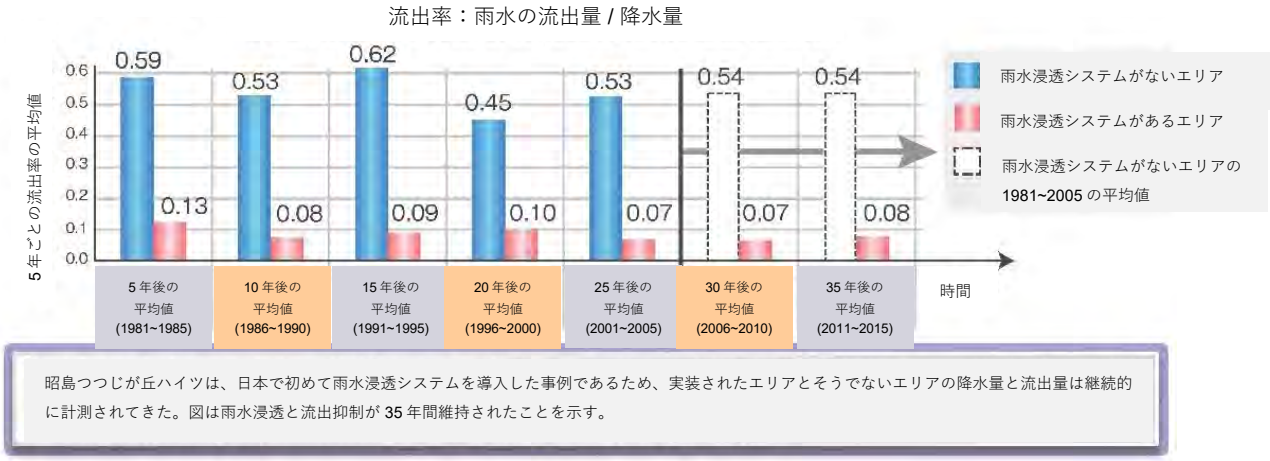


図 3 昭島つつじが丘ハイツにおける雨水浸透システムの効果

（出典）（UR 都市機構, N.d(a).）を元に作成

2.3 統合都市洪水リスク管理の運用／維持管理の設計と実施を強化するための障壁やアイデア

<u>統合都市洪水リスク管理の運用／維持管理の設計と実施を強化するにあたり重要な障壁やアイデアは何か。</u>

2.3.1 コスト縮減，財源確保

各投資（施策／施設）の運用／維持管理における障壁としては，財源や労力などのリソースのほか，導入した施設・システムの不確実性等があり，各投資（施策／施設）の置かれた状況により異なってくる。

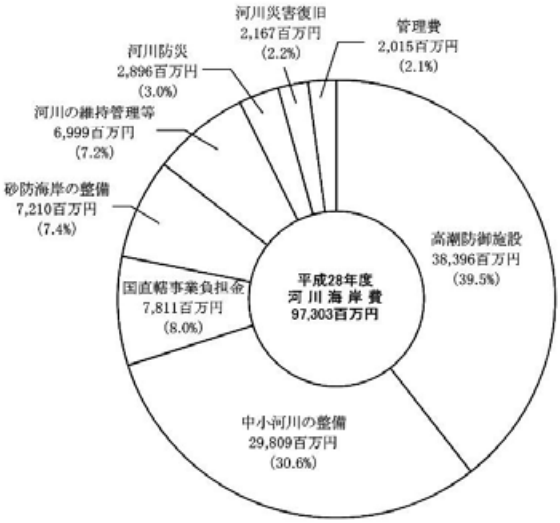


図 4 東京都の河川・港湾の予算配分（H28 年度）

（出典）（東京都建設局, 2016）

表 4 に各投資（施策／施設）における障壁とそれを打開した要因・成功メカニズムを整理している。成功メカニズムは，統合都市洪水リスク管理の「グッドデザイン」に必要な要素であり指標であり，運用／維持管理に関りが深い項目，「運用／維持管理の効率化・容易性」，「コスト縮減」，「ガバナンスと関係機関の連携・役割分担」，「先進的技術・ビジネスモデル」，「さまざまなステークホルダーによる参加型」などを満たすために実施された取組みや工夫のことである。打開策は，各投資（施策／施設）において，ステークホルダー連携による最適な施設と費用負担の検討，民間との連携，地域住民との連携，などとなっている。

運用／維持管理を効率的，且つ持続的に実施していくためには財源の確保も重要である。日本においては，必要となる維持管理予算は年間の予算配分の中でも適切に考慮されている。例えば東京都の場合，河川海岸の維持管理費は年間予算のうち 7.2%の約 70 億円（USD60million[90]）（H28 年度予算，参照），下水道の維持管理費は年間支出の 24%の約 179 億円（USD150million）（H28 年度支出，表 3 参照）が割り当てられている。

表 3 財政収支計画（東京都区部下水道事業）（出典）（東京都下水道局, 2016b）

（単位：億円）

財政収支計画 1/2

	26年度（決算）	27年度（予算）	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	計
収入	5,078	5,060	5,211	5,163	5,093	4,996	5,005	25,468
下水道料金	1,693	1,709	1,709	1,711	1,713	1,716	1,708	8,557
企業債	1,061	1,004	1,113	1,006	943	899	824	4,784
国費	469	488	501	511	511	511	511	2,544
一般会計繰入金	1,687	1,662	1,665	1,685	1,694	1,639	1,729	8,411
その他収入	168	198	224	250	231	231	234	1,171
支出	5,040	5,056	5,232	5,169	5,093	4,987	4,993	25,473
維持管理費	1,011	1,138	1,156	1,188	1,202	1,288	1,298	6,132
元金償還金	1,831	1,639	1,715	1,538	1,462	1,282	1,284	7,281
企業債利子	372	348	311	292	279	267	261	1,410
建設費	1,532	1,580	1,700	1,800	1,800	1,800	1,800	8,900
改良費	294	350	350	350	350	350	350	1,750
収支差引過不足額	38	5	-21	-6	-1	9	12	-5
累積資金過不足額	87	91	71	65	65	74	86	―

[90] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは, https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

しかしながら一方で，**既存の洪水管理インフラが急速に老朽化，脆弱化し，且つ高齢化と人口の減少が進む中，財源の確保は重要な課題である。**都市統合洪水リスク管理の運用／維持管理を持続的に実施していくためには，アセットマネジメントなど，計画・設計段階から予防的，戦略的に検討し，実施していく必要がある。下水道施設などでは，施設／設備のライフサイクル全体を見据えたアセットマネジメントなどを実施し，計画・設計段階から予防的，戦略的に維持管理を実施している。アセットマネジメントは，施設の状態を評価し，適切な維持管理を行うとともに，ライフサイクルコストや中長期的な再構築事業の平準化などを勘案しつつ，計画的かつ効率的に資産を管理する手法である。経済的耐用年数は，建設費と維持管理費を加えた総費用（ライフサイクルコスト）を経過年数で除した年平均費用が最小になる年数である。これにより，下水道施設などの対象とする施設の延命化を行うとともに効率的な再構築を可能としている。

例えば，東京都の下水道施設の維持管理，再構築においては，付属資料の「事例 4：アセットマネジメントによる予防保全型の下水道施設の維持管理・再構築【東京都における下水道施設維持管理の取組み】」に示す通り，アセットマネジメントの考え方が導入されている。東京都下水道局が管理する下水道管の延長は，23 区だけで東京都とシドニーを往復する距離に相当する 16,000km に及び，また，23 区と多摩地域を合わせて 20 カ所ある水再生センターでは，毎日，556 万 m^3 の下水を処理している。今後 20 年間で法定耐用年数を超えた下水道管が約 8,900km に達するなど，急速に下水道管の老朽化も進んでおり，同時に雨水排除能力の増強など，再構築を効率的・計画的に推進し，将来にわたって安定的に機能を確保する必要がある（東京都下水道局, 2016a）。以下に東京都におけるアセットマネジメントによる下水道施設維持管理（事例 4：【東京都における下水道施設維持管理の取組み】）の概要を示す。（詳細は付属資料参照）

老朽化した下水道管の雨水排除能力の増強や耐震性の向上などを効率的・計画的に推進するため，東京都ではアセットマネジメント手法を活用し，法定耐用年数（50 年）より 30 年程度延命化する経済的耐用年数（80 年程度）を採用して効率的に再構築を実施している。水再生センターやポンプ所などの施設は，定期的な点検・調査に基づく補修や腐食対策などを行うことにより可能な限り延命化し，機能向上が必要な施設から順次再構築している。設備は，下水管の維持管理同様，アセットマネジメント手法を活用し，計画的な補修によって法定耐用年数より 2 倍程度延命化する経済的耐用年数で効率的に再構築している。また，ポンプや脱水機など約 4,000 台ある主要設備について「設備再構築基本計画」を策定し，経済的耐用年数による計画的かつ効率的な再構築を実施している。さらに設備のオーバーホール時に精密な劣化状況調査

を行い，その結果などの保全情報を分析・活用することで，補修時期などを見直し，基本タイムスケジュールの精度を向上させたり，光ファイバーケーブルの劣化状況の調査結果などを踏まえ，再構築計画を検討したりすることで，維持管理の向上を図っている 。

これらのアセットマネジメントを基本とした予防保全型の維持管理の結果，機能向上が必要な施設から順次再構築，更新等が可能となり，維持管理が効率化されている。また，アセットマネジメントにより，ライフサイクル全体を見据え，法定耐用年数ではなく経済的耐用年数を活用することで設備の延命化が可能となり無駄な更新や更新回数等が減り，運用／維持管理コストの縮減に繋がっている。図 5，図 6 の事例では，補修時期を効率的に計画すること等により，ライフサイクルコストの年平均費用が約 2 割削減（290 百万円／年→240 百万円／年（USD 2.5 million /year →USD 2.1 million /year）[91]）されている。

[91] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

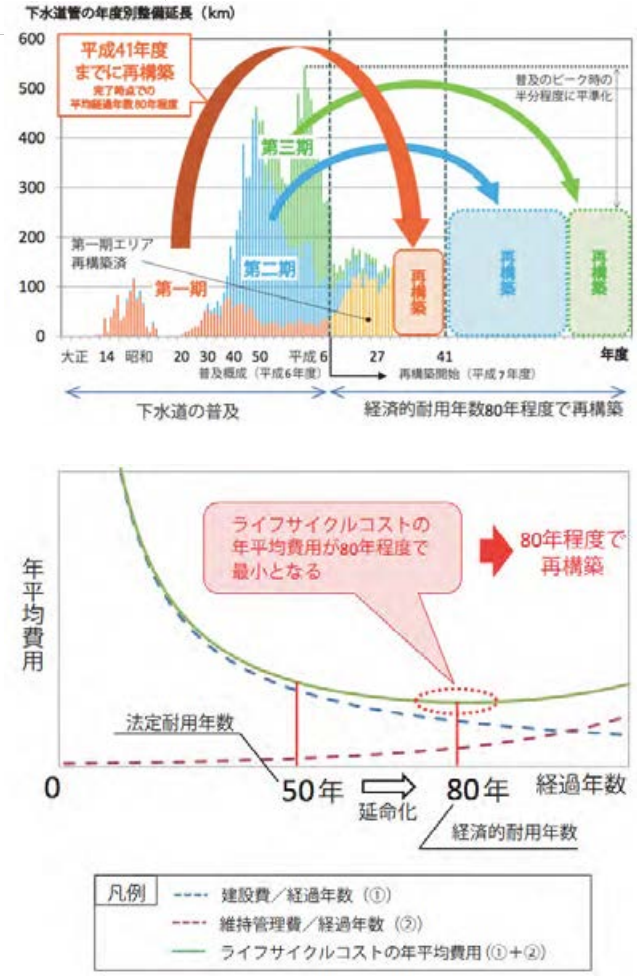


図 5 下水道管のアセットマネジメント（東京都下水道局, 2016a）（左）

設備名称	法定耐用年数	これまでの平均的な再構築年数	経済的耐用年数
汚水ポンプ設備	15	35	40
汚泥焼却設備	10	20	25

図 6 設備のアセットマネジメント（東京都下水道局, 2016a）（右）

また，**統合都市洪水リスク管理の投資においては，PFI，公設民営制度など，運用／維持管理だけでなく実施も含め，財源を確保するための幾つかのツールが適用されている。**さらに，民間による大規模開発や都市再開発などの事例においては，民間の開発努力やモチベーションを運用／維持管理に上手く活用し，地方公共団体の運用／維持管理の負担軽減に繋がっている。都市洪水リスク管理と民間の開発努力，投資意欲を上手く組み合わせることで民間企業の開発

インセンティブを引き出し，さらにそこから運用／維持管理予算を引き出し，地方公共団体の維持管理にかかる負担を軽減することも考えられる。

こうした事例は，付属資料に示す事例「事例 5：PFI を活用した運用／維持管理の役割分担と財源確保【芝浦水再生センター】」に代表される。以下にその概要を示す。（詳細は付属資料参照）

事例 5：【芝浦水再生センター】は，**都市の利便性の高いエリアに位置する下水処理施設であり，約 20ha の面積を有する施設の一部更新に合わせて，PFI により，地下に最大 76,000m^3 の未処理雨水や下水を貯められる雨天時貯留池を整備するとともに，その上部空間を一体的に開発し，地上に高さ 150m 程のオフィスビルと公園の整備を図ったものである**（橋本,2015）。当該施設では，運用／維持管理においても PFI による工夫が見られる。下水道管理者である東京都は，借地の対価の一部として等価交換によりオフィスビルの一部を所有し，オフィスビルから得られる収入を下水道料金の値上げの抑制や，別の下水道施設の修繕費に充てたりしている。民間事業者への定期借地権設定権対価は 30 年契約で 848 億円（USD 725 million）（落札時）で，等価交換により東京都がビルの床を区分所有する形をとり，残りは借地料として 30 年の長期にわたり年割りで東京都に支払われ，安定的に収入を確保することを可能にしている（橋本, 2015）。

図 7 芝浦水再生センター（写真：安川千秋）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	品川駅から徒歩 10 分圏内という利便性の高いエリアに位置する東京都下水道局「芝浦水再生センター」は，千代田・中央・港区など都心の下水処理を担ってきたが，施設の老朽化が進み，段階的な更新が求められていた。一方，センターが位置する港区港南地区は，羽田空港の国際化やリニア中央新幹線の発着駅計画が見込まれる都心の一等地となるエリアである。	
実施主体	国，東京都下水道局，民間事業者（ビル開発）	
工事期間	上部利用事業：2012～2015（大成建設株式会社, 2012）	
事業費 **（橋本, 2015）**	133 億円（USD 114 million[92]）（工事費, 雨天時貯留池【東京都負担】） 78 億円（USD 67 million）（工事費, 人工地盤と公園整備【東京都負担】） 848 億円（USD 725 million）（定期借地権設定権対価【民間事業者】）	
治水機能	主目的	合流式下水道の改善対策 下水道インフラの更新と，合流式下水道改善対策としての雨天時貯留池を整備
	効果	雨天時の下水放流水の水質改善と併せて，雨水貯留により間接的に内水氾濫が軽減される（地下に最大 76,000m^3 の未処理雨水や下水を貯められる雨天時貯留池）
治水機能以外の多機能	都市づくり／地域ニーズ	環境モデル都市形成（公園整備，オフィスビル）
	環境等	ヒートアイランド対策（風の道，都心においてクールスポットを創出）
計画・実施におけるアプローチ		環境モデル都市形成と併せた雨水貯留 官民連携のスキーム，PPP

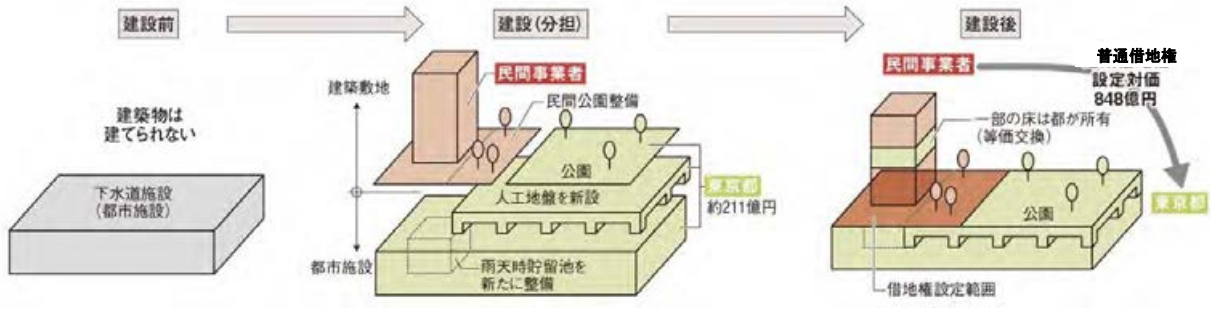


図 8 芝浦水再生センターにおける普通借地権の設定（出典）（橋本, 2015）

[92] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

2.3.2 ガバナンスと関係機関の連携・役割分担

都市統合洪水管理の施策の設計と実施のために，都市，政府，民間，市民との間で共有されてはいるが差異のある目的・責任は何か。

民間，学識，市民団体は，都市統合洪水リスク管理の運用／維持管理のために，どのように効果的に関わっているのか。

日本では，統合都市洪水リスク管理の共通目標である都市洪水リスク及び被害軽減の下，**統合都市洪水リスク管理のグッドデザインを達成すべく，施策を取り巻く状況や施設管理者としての責任，必要とされる専門性，技術に基づいて，行政，民間，市民等の役割分担により，運用／維持管理が実施されている。**また，必要に応じ，ステークホルダーや関係機関等の間で管理協定等を締結し，運用／維持管理を実施している場合もある。

また，運用／維持管理の効率的な実施のためには，適切な専門性と技術，知識とスキルを備えた組織，人材が実施することが望ましく，統合都市洪水リスク管理の投資を実施した民間等が運用／維持管理に関与することなども洪水管理対策のより良い監視，評価，及びパフォーマンスの向上に繋がる。一方で，財源等には限りもあり，例えば，維持管理に高度な専門性を必要としない場合は，低コストのソリューションとして，維持管理を既存のコミュニティグループに委ねることも考えられる。例えば，河川愛護活動は，地域コミュニティや民間企業などにより，河川清掃など長年にわたり実施されている。同活動は国の施策としても取り組まれている[93]。また，河川空間などにおいて，治水上，利水上又は河川環境上の支障が生じないように配慮しつつ，地元市町村等の地域の合意が得られた場合には，公的主体とともに民間企業についても河川敷地の占用許可を受け，オープンカフェやバーベキュー場などの営業活動を行うなど，快適でにぎわいのある河川空間の運用が図られている（国土交通省 水管理・国土保全局，2018）。

学識は，運用／維持管理に関し，関連技術の研究や開発，マニュアル等に対する技術的インプット，助言等を行っている。

ここで，管理協定による調節池の運用／維持管理の役割・コストの分担を行った事例の概要を以下に示す。当該事例は，付属資料に示す「事例 6：管理協定による調節池の運用／維持管理の役割・コストの分担【哲学堂公園ハイツ（妙正寺川第一調節池）】」で，管理協定の締結により，運用／維持管理の分担を図った事例である。（詳細は付属資料参照）

[93] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/aigo/を参照。

事例 6：【哲学堂公園ハイツ（妙正寺川第一調節池）】は，外水氾濫による被害軽減のための調節池の整備と住宅開発の両立を図ったもので，**高額となる用地費・事業費に対して，事業負担額の軽減と土地の有効利用の観点から，新宿区，中野区及び UR 都市機構と連携して調節池を多目的利用することが提案された。**

区にとっては区民の公園整備という点で，開発者（UR 都市機構）である民間事業者にとっては利便性が高く収益が見込める住宅開発という点で互いの利害関係が一致し，4 者による共同事業が実現した。施設としては，図 9，図 10 に示される通りで，調節池の上部にピロティ形式で集合住宅が建設されている。

図 9 妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ
（出典）（UR 都市機構, 2018a）

図 10 妙正寺川第一調節池と
哲学堂公園ハイツ平面図
（出典）（UR 都市機構, 2018a）

当該施設は，河川空間を高度利用して整備した調節池と集合住宅の開発であり，また，新宿区，中野区の区界に位置していたことから，管理主体が非常に複雑であった。そこで，関係者間で管理協定を締結することにより，運用／維持管理の管理主体，役割分担を明確にし，持続的な運用／維持管理に繋げている。

管理協定は，ほぼ全面積を河川区域に設定するため，及び土地利用が重複する箇所の維持管理体制の明確化のため，東京都と区で管理負担協定を，そして区と UR 都市機構で管理協定を締結して，調整池と公園の機能を確保した。地役権や河川占用料は設定していない。特に，施設の運用／維持管理については，調節池，公園はそれぞれ都，区が管理するものとし，大雨時に浸水する可能性のある宅地のピロティ及びその周囲のフェンスの管理については，平常時は UR 都市機構が管理するものとした。浸水時の負担については，管理協定で区による負担事項

（宅地下のゴミ，汚れ，排水溝の泥，フェンス部のゴミ除去等）が明確化されている。さらに，調整池のオペレーションに関連し，管理協定の中で，「UR 都市機構が配置する管理人が，洪水時の避難警報を発信する」等の役割分担が示されている。

付属資料に示す「事例 7：条例及び制度活用による民間の雨水貯留施設の運用／維持管理の役割分担と民間への支援【JR 横浜タワー】」の事例は，条例や制度活用（浸水被害対策区域制度）により，施設整備と運用／維持管理，コスト等の役割分担を行った事例である。以下にその概要を示す。（詳細は付属資料参照）

事例 7：【JR 横浜タワー】は，**民間の大規模ビル開発に伴って雨水流出抑制施設の設置を図ったもので，当該事業の実施に際しては，官民連携による「浸水被害対策区域」制度が活用された。**同制度は 2015 年 7 月施行の改正下水道法で創設された制度で，国土交通省が JR 横浜駅周辺の再開発エリアを全国で初めて「浸水被害対策区域」に指定した。これにより，民間事業者は雨水貯留施設の整備が条例等により義務付けられる一方で，国と地方公共団体から補助金を得ることが可能となった。当該事業においては，民間事業者は内水対策として地下に約 200m^3 の雨水貯留施設を整備するが，同区域制度を活用することにより国と横浜市からそれぞれ 3 分の 1 の補助金が得られるため，3 分の 1 の自己負担で整備することが可能となった。

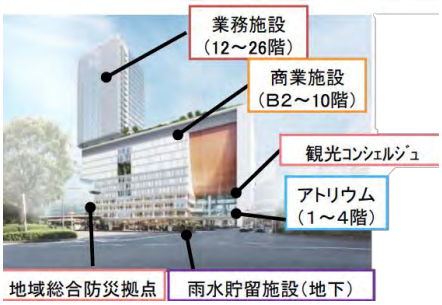


図 11 JR 横浜タワー（出典）（横浜市都市整備局都心再生課，2013）

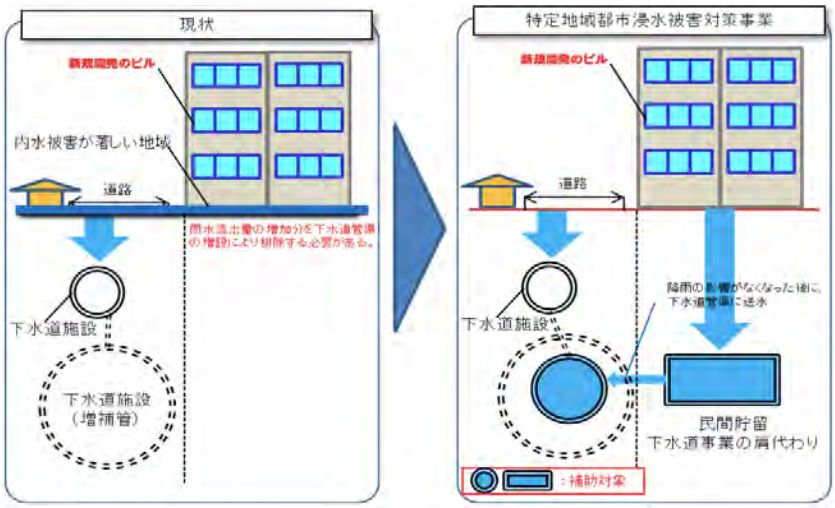


図 12 特定地域都市浸水被害対策事業制度（出典）（国土交通省, N.d.）

区域指定により設置された雨水貯留施設（民間施設）の運用／維持管理については，協定を結ぶことにより下水道施設の運用／維持管理に長けた横浜市が実施することも可能であったが，当該施設においては，横浜市条例に則り，施設管理者である民間事業者が雨水貯留施設の運用

／維持管理を実施している。 本来の施設管理者である民間事業者がそのまま実施することにより，地方公共団体の維持管理にかかる財政負担を軽減している。

2.3.3 先進的技術

運用／維持管理においては，技術開発もまた民間の大きな役割の一つである。付属資料に示す事例「事例 8：更生工法，水面制御装置など運用／維持管理を効率的，容易にする新技術の導入【民間技術】」は，**下水道施設における技術開発の事例で，運用／維持管理のコスト縮減に繋がった技術もある。**以下に，その概要を示す。（詳細は付属資料参照）

図 13 更生工法による下水道管の再構築（出典）（東京都下水道局, 2015）

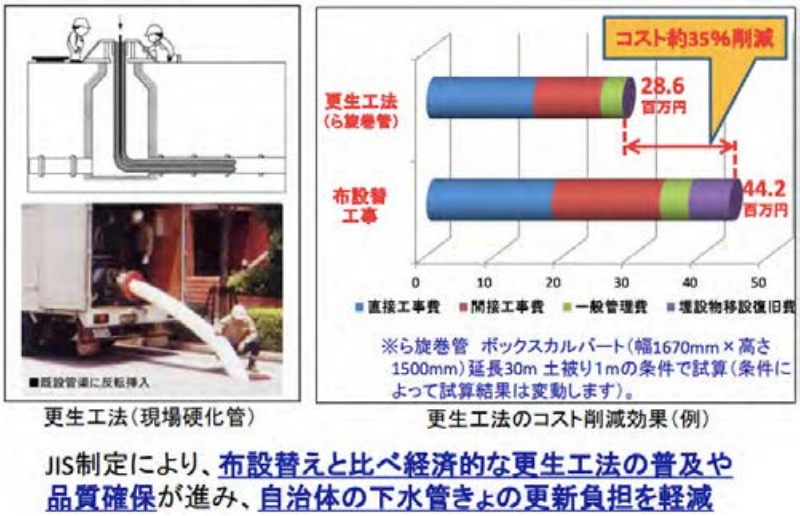


図 14 更生工法によるコスト縮減効果（出典）（国土交通省・国土技術政策総合研究所, 2014)

上図に示した下水道管の更生工法（SPR 工法など）は，その代表的な工法の一つで，下水道管の内面に塩ビ製の材料を巻き付けて補強する。道路を掘らずに下水を流したまま工事できる

ので，近隣の交通への影響を最小限にすることができる。この工法により，道路陥没事故の防止や下水道管の耐震化にも効果をあげている。早くから下水道の整備が進んだ都市では東京都と同様に老朽化の課題を抱えており，海外においてもドイツや北米，シンガポール，韓国などの都市で採用され，欧州，北米，アジアなど 19 の国と地域で約 145km の施工実績がある（2018 年度末実績）。同工法は道路を掘削することなく下水道管の改築更新が可能で，従来の布設替工事と比較すると，工期短縮，事業費の削減が可能となる。図 14 に示した事例では，ボックスカルバート（B1670mm×H1500mm）延長 30m 当たりで，15.6 百万円（USD 130 thousand[94]）（コスト縮減率 35%）の縮減を可能としている。このように，更生工法は，従来の布設替工法と比較すると事業費を大幅に削減しており，地方公共団体の施設更新の負担を軽減している。

2.3.4 さまざまなステークホルダーによる参加型

民間の活力は技術開発だけでなく，運用／維持管理における役割分担と連携などにおいても，民間の開発努力やモチベーションが上手く活用されている。

例えば，前述した事例 5：【芝浦水再生センター】の PFI による事例以外にも，付属資料に示す「事例 9：民間地域開発における雨水流出抑制と運用／維持管理の効率化【東京スカイツリータウン】」，「事例 10：民間市街地再開発における雨水流出抑制と運用／維持管理の効率化【二子玉川ライズ】」などの事例は，PPP として，民間の開発努力を運用／維持管理に活用した事例として挙げられる。

事例 9：【東京スカイツリータウン】は，**民間鉄道会社により開発され，(1) 鉄道と同様の社会インフラ（電波塔）建設という公益性，(2) タワーを中心とした地域開発，という 2 つの観点から事業が推進された。**開発により，沿線エリアの活性化に伴う鉄道業への波及効果と収益確保を図っている。当該施設が位置する墨田区は，内水氾濫の被害が頻発する海抜 0m 地帯に位置しており，「雨水利用の墨田区」として世界的に有名である。現存する電波塔として世界一高いタワーを有する東京スカイツリータウンは，墨田区のシンボルとして大規模な雨水貯水槽（1,835m^3 の抑制槽と 800m^3 の貯留槽から構成される）が設置されている。

[94] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

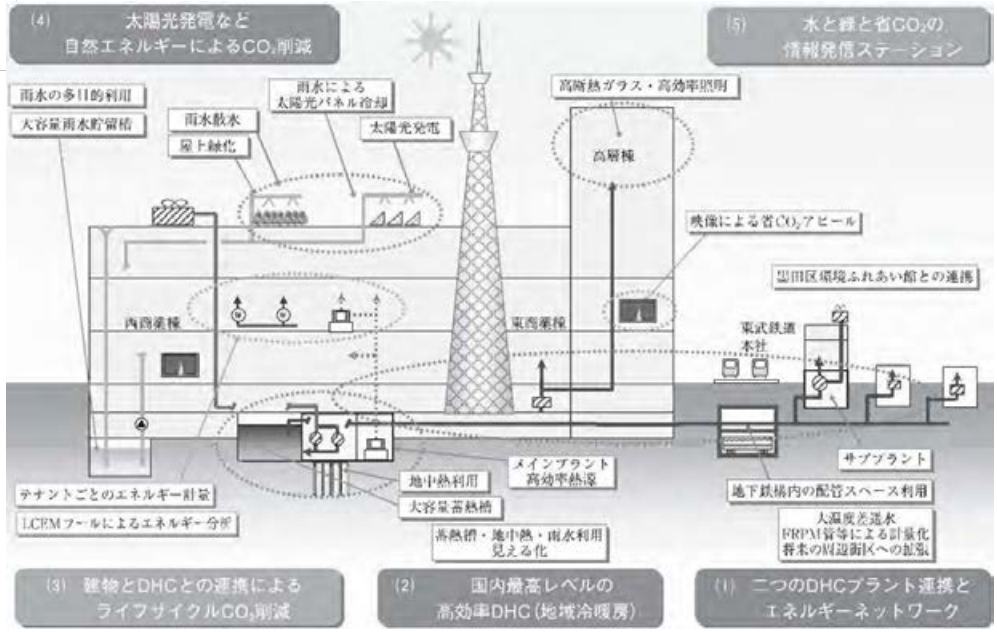


図 15 東京スカイツリータウンにおける環境配慮の取組み（出典）（塚原・岡垣, 2012）

当該施設が位置する墨田区では，雨水再利用に関する助成制度が設けられているが，この事例では助成制度は敢えて活用しておらず，また，雨水貯留施設の規模を設定する際も，定められた手法のうち大きくなるほうの値が採用されている。雨水貯留施設の運用／維持管理は，施設管理者である民間事業者がそのまま実施している。当該施設は民間事業者の投資意欲，モチベーションの高い施設でもあり，また，雨水再利用を促進している墨田区の地域性・まちづくりコンセプトに合わせた CSR の一環とも見なされる。運用／維持管理を含め，民間事業者が積極的に雨水流出抑制に取り組むことは，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。

事例 10：【二子玉川ライズ】は，**民間の再開発会社が主体となって実施した複合型の市街地再開発事業により整備されたエリアであり，商業施設，オフィスビル，ホテル，居住用ビルなどが整備された。**同エリアは，市街地再開発と流域における豪雨・浸水被害軽減対策の両立において，いかに民間（再開発事業者）の投資を取り込み活用するか，関係者間における合意形成，供用後の持続的な運用／維持管理などが課題となっていた。

図 16 二子玉川ライズダウンマネージメント活動の推進体制（出典）（二子玉川ライズ, N.d.）

図 17 二子玉川ライズのイベントスペース

（出典）（二子玉川ライズ協議会 全体管理者・東急株式会社, 2020）

当該施設における統合都市洪水リスク管理の取組みとしては，雨水貯留施設の設置，ビオトープや屋上庭園等における雨水浸透による雨水流出抑制等が行われた。

二子玉川ライズエリアは二子玉川公園エリアと合わせて“LEED ND（まちづくり部門）”のゴールド認証[95]を世界で初めて取得し，魅力ある空間整備を行うとともに，東京都のまちづくり団体の登録制度[96]などを活用したイベントを頻繁に開催するなど，魅力ある空間・投資先として，民間事業者による積極的な運用／維持管理が行われている。具体的には，二子玉川ライズでは，地域と協調しながら活力と魅力に富んだ二子玉川らしい街づくりを進めるため，タウンマネージメント活動をベースとした運用／維持管理がなされている。タウンマネージメント活

[95] LEED（Leadership in Energy & Environmental Design) は，米国グリーンビルディング協会によるグリーンビル認証システム。LEED認証のうちエリア開発に関する「LEED ND（まちづくり部門）」は，環境への配慮，エネルギーや資源の効率化，歩行者中心の街づくりなどに与えられる。新築の建築物に対する環境評価システム「LEED NC（新築ビル部門）」もある。詳しくは https://new.usgbc.org/を参照。

[96] 詳しくは http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/fop_town/syare03.htm を参照。

動は大きく二つに分けられ，一つは安全・安心・快適の維持のためのハードの管理と，もう一つは街の賑わい創出のためのソフトの運営である。雨水貯留施設などは，このハードの管理の中で，施設管理者によって維持管理されている。

当該施設は，前述した東京スカイツリータウン同様，民間事業者の投資意欲，モチベーションの高い施設でもあり，民間主導により積極的な運用／維持管理が行われている。運用／維持管理を含め，民間事業者が積極的に雨水流出抑制に取り組むことは，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。

また，**役割分担を実現するツールとして，管理協定の締結，住民参加によるコミュニティベースのボトムアップ・アプローチによる維持管理の実施，運用／維持管理に係る制度活用，エリアマネジメントなどがある。**

これらの取組みは，付属資料に示す「事例 11：住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透施設の運用／維持管理【墨田区における運用／維持管理】」，「事例 12：公園・緑地保全における雨水流出抑制と運用／維持管理【萩山　四季の森公園（民設公園制度，都立公園サポーター基金）】」などの事例で確認できる。以下に，その概要を示す。（詳細は付属資料参照）

事例 11：【墨田区における運用／維持管理】は墨田区における取組みで，墨田区は，1980 年に入ってから大雨のたびに下水が逆流する浸水被害が区内で頻発するようになった。墨田区における雨水貯留・雨水活用の取組みは，1982 年に都市型洪水の防止や水道水の節約，地域防災の観点から墨田区が日本相撲協会の所有する国技館への雨水利用導入を申し入れ，採用されたことから始まった。**墨田区は海抜 0m 地帯に位置しているため，地下への雨水浸透は効果的でなく，流域対策としては雨水貯留が主な対策となり，住民レベルでの雨水貯留タンクの設置が積極的に行われている。**区全体にわたり住宅地が広がっていることから，雨水貯留は広域的かつ面的に実施する必要があり，区の雨水流出抑制施設の導入，運用／維持管理にかかる負担軽減，住民の理解と協力，住民の費用負担軽減などが課題となっていた。

統合都市洪水リスク管理の施策としては，区域からの雨水流出抑制のための，住民による雨水貯留タンク・小型雨水タンク等の設置などが積極的に行われている。これらの取組みは，地域や住民に広がっており，1988 年から「路地尊（ろじそん）」と呼ばれるコミュニティ単位の雨水活用施設（緊急時・災害時の利水，都市型洪水対策を主目的とした雨水貯留利用システム）に象徴され，区内に 21 箇所設置されている（2008 年時点）。 家の屋根などから集めた雨を地

下のタンクに貯め，貯めた雨水は手押しポンプでくみ出し，散水など地域で活用されている。導入に際しては区の補助金制度があり，住民の費用負担軽減を図っている。

雨水貯留タンクの運用／維持管理は住民や地域コミュニティにより実施されている。また，**雨を貯めて洪水を防ぐだけでなく，打ち水や水やり，街の掃除での活用など，雨水活用を視野に入れて住民及びコミュニティによる持続的な運用／維持管理がなされている。**各戸に設置された雨水タンクは，地上から見えることもあり，住民啓発に繋がっている。このように雨水の活用までを視野に入れることによって雨水貯留の促進を図っている。

このように住民や地域コミュニティが主体的に運用／維持管理を行うことは，区の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。また，住民や地域のこうした活動は，都市洪水リスクの啓発・醸成，意識向上にも繋がっており，住民による雨水貯留タンクの設置などの流域対策の取組みをより持続的なものとしている。

事例 12：【萩山　四季の森公園（民設公園制度，都立公園サポーター基金）】は**公園整備による緑地整備・保全の事例であるが，運用／維持管理のアプローチとして，東京都の民設公園制度[97]が活用されている。**同制度は，都市計画公園内の建築制限の緩和と土地所有者の保有コストの軽減等を図るための支援策として，また行政側の財政支出を伴わず民間事業者による早期の公園空間整備を実施可能とするものとして 2006 年に設立されたもので，地権者から土地の無償提供を受けて公園を整備し，優遇措置として 10 年の貸与期間中は土地の固定資産税，都市計画税を免除，20 年以上貸与された土地は相続税を 40％軽減するものである。

当該事例は，民設公園制度を活用した第 1 号案件で，「萩山　四季の森公園」は全体敷地約 1.5ha の約 7 割に当たる 1ha を公園として整備し，残りの土地に地区計画で認められた高さ 34～35m（11 階建て），全 184 戸のマンションを建設した。敷地の底地権はマンションの管理組合が所有し，マンションの維持管理費とは別に月額 25 万円（1 戸当たり平均約 1,400 円）を公園の維持管理費用に充てている。なお，公園を一般に公開することを条件に，公園にかかる固定資産税，都市計画税は減免され，実質的に無料となっている。また，民間事業者は公園部分に地上権を設定し，管理組合の委託を受けて 35 年間，公園の維持管理を行い，地方公共団体は公園内に設置されたトイレのみを管理している（牧田, 2009）。当該事例は，このように民間事業者の管理運営（マネジメント）により緑地・公園を保全し，運用／維持管理を行っているもので，民間による運用／維持管理を促進することにより，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋げている。

[97] 詳しくは （東京都都市整備局, N.d.）を参照。

以上を踏まえ表 4 には，まとめとして，これまでに説明した事例について，都市における障壁と運用／維持管理の観点での成功要素・メカニズムとともに整理した。成功要素・メカニズムは，図 1 に示したグッドデザイン の基準のうち，運用／維持管理に関連が深い項目である運用／維持管理の効率化・容易性，コスト縮減，ガバナンスと関係機関の連携・役割分担，先進的技術・ビジネスモデル，さまざまなステークホルダーによる参加型に分類して整理した。

表 4 各事例における都市の課題と運用／維持管理にかかるグッドデザインの要素

	都市の背景と課題							都市の背景と課題に応じた具体的事例におけるグッドデザイン の要素（運用／維持管理関連）
	都市属性（密度 成熟性 経済状況 その他）	環境 地質学 地形	災害 リスク ・脆弱性	ガバナンス構造とセクター	予算	気候変動 及び 不確実性	その他	
事例 1：運用／維持管理に係る各種マニュアルの作成【東京都，国など】	—	—	—	—	—	—	✔	運用／維持管理の容易性 • 統合都市洪水リスク管理の施策／施設の運用／維持管理にかかるマニュアル等を作成することによる運用／維持管理の効率化，品質確保
事例 2：郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の効果検証／運用【八王子みなみ野シティ】	✔	✔	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	—	運用／維持管理の容易性 開発期間中に運用／維持管理を一定期間，開発者（UR 都市機構）が行い，対策工の効果検証，モニタリング，分析などを実施した。 先進的技術 • 郊外のニュータウン開発時における先進的な技術の導入と導入後の運用，モニタリングと効果検証
事例 3：都市住宅開発における雨水浸透施設の導入と	✔	✔	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	—	運用／維持管理の容易性 開発後の運用／維持管理を一定期間，開発者（UR 都市機構）が行い，対策工の効果検証，モニタリング，分析を実施した。

	都市の背景と課題							都市の背景と課題に応じた具体的事例におけるグッドデザイン の要素（運用／維持管理関連）
	都市属性（密度 成熟性 経済状況 その他）	環境 地質学 地形	災害 リスク ・脆弱性	ガバナンス構造とセクター	予算	気候変動 及び 不確実性	その他	
モニタリング，効果検証【昭島つつじが丘ハイツ】								先進的技術 • 都市住宅開発における雨水浸透施設の導入と導入後の運用，モニタリングと効果検証
事例 4：アセットマネジメントによる予防保全型の下水道施設の維持管理・再構築【東京都の下水道施設維持管理】	✔	—	✔ 内水氾濫	—	✔	—	—	運用／維持管理の容易性 • アセットマネジメントによる予防保全型の運用／維持管理による効率化 コスト縮減 • 施設／設備について，アセットマネジメントにより，法定耐用年数(50 年)より 30 年程度延命化し，経済的耐用年数[98](80 年程度)で効率的に再構築を行うことによるライフサイクルコストの削減

[98] 建設費と維持管理費を加えた総費用（ライフサイクルコスト）を経過年数で除した年平均費用が最小になる年数（東京都下水道局, 2016a）。

	都市の背景と課題							都市の背景と課題に応じた具体的事例におけるグッドデザイン の要素（運用／維持管理関連）
	都市属性（密度 成熟性 経済状況 その他）	環境 地質学 地形	災害 リスク ・脆弱性	ガバナンス構造とセクター	予算	気候変動 及び 不確実性	その他	
事例 5：PFI を活用した運用／維持管理の役割分担と財源確保【芝浦水再生センター】	✔	✔	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	✔	コスト縮減 • PFI による維持管理財源の確保 先進的技術・ビジネスモデル • PFI による施設の運用／維持管理の役割分担
事例 6：管理協定による調節池の運用／維持管理の役割・コストの分担【哲学堂公園ハイツ（妙正寺川第一調節池）】	✔	—	✔ 外水氾濫	✔	✔	—	—	ガバナンスと関係機関の連携・役割分担 • 管理協定による運用／維持管理の役割分担
事例 7：条例及び制度活用による民間の雨水貯留施設の運用／維持管理の役割分担と民間への支援【JR 横浜タワー】	✔	—	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	—	ガバナンスと関係機関の連携・役割分担，コスト縮減 • 条例及び浸水被害対策区域制度の活用による民間の雨水貯留施設の整備と運用／維持管理の実施，行政側の維持管理費用の負担軽減
事例 8：	✔	✔	✔ 内水氾濫	—	✔	—	✔	先進的技術によるコスト縮減 • 道路を掘らずに老朽化した下水道管を

	都市の背景と課題							都市の背景と課題に応じた具体的事例におけるグッドデザイン の要素（運用／維持管理関連）
	都市属性（密度 成熟性 経済状況 その他）	環境 地質学 地形	災害 リスク ・脆弱性	ガバナンス構造とセクター	予算	気候変動 及び 不確実性	その他	
更生工法，水面制御装置など運用／維持管理を効率的，容易にする新技術の導入【民間技術】								リニューアルする SPR 工法（更生工法），雨天時にごみの流出を抑制する水面制御装置の導入など
事例 9：民間地域開発における雨水流出抑制と運用／維持管理の効率化【東京スカイツリータウン】	✔	—	✔ 内水氾濫	—	✔	—	—	ステークホルダーの参加 • 民間主導(PPP)及び民間の開発努力を活用した施設の運用／維持管理
事例 10：民間市街地再開発における雨水流出抑制と運用／維持管理の効率化【二子玉川ライズ】	✔	✔	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	—	ステークホルダーの参加 • 民間主導(PPP) 及び民間の開発努力を活用した施設の運用／維持管理 • 民間主導のタウンマネージメントを活用した施設の運用・維持管理
事例 11：住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透施設の運用／	✔	✔	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	—	市民の参加 • 地域住民を巻き込んだ雨水貯留浸透施設の運用／維持管理 • 取組みを推進する法令や NPO による

	都市の背景と課題							都市の背景と課題に応じた具体的事例におけるグッドデザイン の要素（運用／維持管理関連）
	都市属性（密度 成熟性 経済状況 その他）	環境 地質学 地形	災害 リスク ・脆弱性	ガバナンス構造とセクター	予算	気候変動 及び 不確実性	その他	
維持管理【墨田区における運用／維持管理】								支援
事例 12：公園・緑地保全における雨水流出抑制と運用／維持管理【萩山　四季の森公園（民設公園制度，都立公園サポーター基金）】	✔	✔	✔ 内水氾濫	✔	✔	—	—	市民とステークホルダーの参加，ガバナンスと関係機関の連携・役割分担 • 民設公園制度を活用した民間事業者（及び住民）による公園の運用／維持管理 • 新たな基金制度による運用／維持管理の財源確保事例

3 まとめと提言

以上の事例の分析から，日本の統合都市洪水リスク管理の運用／維持管理の取組みから導き出された 3 つの教訓を以下に整理する。

なお，日本の運用／維持管理を取り巻く状況と，途上国の運用／維持管理を取り巻く状況を比べると，それに割ける資源（財源・技術能力のある人材など），など大きな差はある。しかし日本でも，老朽化・人口減少による働き手の減少・人件費の増加，など，より効率的に運用／維持管理を行う必要性が出てきており，いかに効率的に運用／維持管理を行うのかという事例は，財源などの維持管理の資源の制約が大きい途上国にとっても，有益であると考えられる。

- 運用／維持管理は，統合都市洪水リスク管理の共有化された目標達成（都市洪水リスク及び被害軽減）のため，統合都市洪水リスク管理のグッドデザインを構成する重要かつ必要不可欠な要素であり，重要な指標である。

都市における洪水リスク及び被害の軽減を図ることは，開発途上国の都市行政機関（者），民間，地域，住民においても共通の目標であり，統合都市洪水リスク管理の各投資（施策／施設）の機能，効果を持続的に発揮させる必要がある。また，運用／維持管理が適切になされて初めて統合都市洪水リスク管理の効果，機能が発揮される面もある。そのためには，日頃からの適切，且つ，持続的な運用／維持管理が必要であり，関係者が統合都市洪水リスク管理のグッドデザインの要素であり指標でもある運用／維持管理の重要性を再認識し，各ステークホルダーの役割・責任分担や参加の下，必要となる人材や財源を確保し，予防保全型の維持管理計画に基づき，運用／維持管理を効率的，持続的に実施していくことが肝要である。

- 統合都市洪水リスク管理の投資における運用／維持管理は，統合都市洪水リスク管理のグッドデザインの要素としても非常に重要であり，特に「運用／維持管理の効率化・容易性，コスト縮減，ガバナンスと関係機関の連携・役割分担，先進的技術・ビジネスモデル，さまざまなステークホルダーによる参加型などの運用／維持管理の観点が，グッドデザインの達成に影響を与える。

「運用／維持管理の効率化・容易性」は統合都市洪水リスク管理の投資が持続的に機能，効果を発揮していくための基本的な要素であり，定期的，持続的，効率的な運用／維持管理を行うための資源（財源や人材）の確保なども含む。運用／維持管理には財源の確保が重要であり，「コスト縮減」は統合都市洪水リスク管理の投資の持続性にも影響を与える。予防保全型の維

持管理やアセットマネジメントによる効率的な運用／維持管理を行うことにより，ライフサイクルコストの縮減に繋がる。「ガバナンスと関係機関の連携・役割分担」は，各ステークホルダーや関係機関による協定締結等による役割分担や連携，調整，制度構築等である。「先進的技術・ビジネスモデル」は，運用／維持管理そのものを容易にし，効率的にするだけでなく，統合都市洪水リスク管理の効果や機能を継続させ，高めることに繋がる。「さまざまなステークホルダーによる参加型」は運用／維持管理のアプローチで，民間や住民との役割分担や連携協力を含み，運用／維持管理を効率的に実施し，住民参加型の維持管理などは低コストのソリューションにもなり得る。

- 効率的な運用／維持管理を実施するため，上述の要素を確保するためのさまざまなツールとアプローチを駆使する必要がある。

統合都市洪水管理の投資（施策／施設）の「グッドデザイン」を達成するためには，効率的な運用／維持管理が必要であり，上述した要素を確保するための，さまざまなツールとアプローチを駆使する必要がある。大規模な堤防整備など，運用／維持管理においても膨大な費用とコスト等を必要とする場合，国や地方公共団体の主導によるトップダウン・アプローチが必要であり，各戸や地域における雨水貯留・浸透施設の運用／維持管理などは住民や地域の参加（ボトムアップ・アプローチ）がなければ成し得ない。これらの統合的アプローチは，途上国における統合都市洪水管理の運用／維持管理においても展開し得る考え方である。

事例 1　運用／維持管理に係る各種マニュアルの作成【東京都，国など】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	―	
実施主体	東京都，国，地方公共団体，業界団体等	
工事期間	―	
事業費	―	
治水機能	主目的	統一されたマニュアル等による各種施設／設備の運用／維持管理の品質確保，効率化，コスト縮減
	効果	・統一されたマニュアルによる施設／設備の運用／維持管理の効率化，品質確保 ・各種知識，ノウハウなどの形式知化，データベース構築 ・能力向上，技術継承，人材育成
治水機能以外の多機能	―	
運営・維持管理おけるアプローチ	―	

河川管理施設の運用／維持管理に係るマニュアル，ガイドライン類[99]	• 河川砂防技術基準　維持管理編 • 堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 • 樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領 • 中小河川の堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 • 堤防及び護岸点検結果評価要領（案） • 樋門・樋管点検結果評価要領（案）（河川編）
下水道施設の運用／維持管理に係るマニュアル，ガイドライン類	• 下水道管路施設維持管理マニュアル[100] • 雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）（以下出典[101]） • 下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン • ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き • 下水道管路施設の管理業務における包括的民間委託導

[99] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/river/kasen/main/maintenance/index.html を参照。
[100] 詳しくは https://www.jascoma.com/doc/book/list/gijutu-h1905.html を参照。
[101] 詳しくは http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000466.html を参照。

	入ガイドライン • 東京都下水汚泥処理の維持管理，管きょ再構築設計の手引き[102]
流域対策等の運用／維持管理に係るマニュアル，ガイドライン類	• 雨水浸透施設の整備促進に関する手引き（案）[103] • 雨水浸透施設技術指針[案] 構造・施工・維持管理編[104] • 流域貯留施設等技術指針（案）[105] • 戸建住宅における雨水貯留浸透施設設置マニュアル[106] • 東京都雨水貯留・浸透施設技術指針，東京都公共施設における一時貯留施設等の設置に係る技術指針[107]

背景・課題：

〇運用／維持管理の品質確保，効率化，コスト縮減

統合都市洪水リスク管理の投資は河川，下水道，流域対策等，さまざまであるが，持続的に機能，効果を発揮させていくためには，定期的なパフォーマンスの確認や定期点検，メンテナンスなどの運用／維持管理が必要である。そのためには，効果的な運用／維持管理に必要な頻度やタスク，手順，必要とされる品質，性能等を示したマニュアルやガイドライン等が必要である。また，運用／維持管理ができる人材の確保や人材育成，技術継承なども必要である。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇運用／維持管理の手法

日本においては，国を中心に地方公共団体，業界団体等によって運用／維持管理にかかる各種マニュアル，ガイドライン類が整備されており，各施設／設備の運用／維持管理はこれらのマニュアル，ガイドライン類に則って実施される。統一されたマニュアル，ガイドラインを使用することにより，一定の品質が確保され，運用／維持管理を効率的に実施することが可能となっている。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇 運用／維持管理の容易性

[102] 詳しくは http://www.tgs-sw.co.jp/business/service/c01/c01/#t01 を参照。
[103] 詳しくは（国土交通省 都市・地域整備局 下水道部・国土交通省 河川局 治水課,2010) を参照。
[104] 詳しくは https://arsit.or.jp/book14 を参照。
[105] 詳しくは https://arsit.or.jp/book13 を参照。
[106] 詳しくは https://arsit.or.jp/book12 を参照。
[107] 詳しくは http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/shishin/を参照。

運用／維持管理にかかる統一されたマニュアル，ガイドライン類が準備されることにより，運用／維持管理の品質確保，効率性の向上等に寄与し，統合都市洪水リスク管理の機能，効果が持続的に発揮される。また，技術やノウハウ等が形式知化されることにより，第三者による運用／維持管理を可能にしており，運用／維持管理の民間への委託なども可能にし，地方公共団体の負担軽減にも繋がっている。

施策の効果：

各種施策における運用／維持管理の品質確保，効率化，コスト縮減

事例 2　郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の効果検証／運用
【八王子みなみ野シティ（UR 都市機構, 2008; 鈴木, 2014】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	山林原野が多くを占め小規模な集落（400 戸）が散在する丘陵における大規模な（394.3ha）ニュータウン造成。	
実施主体	UR 都市機構，八王子市，東京都，計画人口：28,000 人	
工事期間	1986～1997（まちびらき）	
事業費	約 2,560 億円（USD2190 million [108]）（八王子都市計画事業・南八王子土地区画整理事業の事業費）(UR 都市機構, 2008)	
治水機能	主目的	大規模開発に伴う雨水流出抑制
	効果	雨水浸透貯留施設により内水被害を軽減し，近隣の河川への流出増を低減（流出先の河川流量が設計時の計画最大流量（計画降雨 1/3 確率時 = 60m³/s，1/70 確率時 = 85m³/s）を超えていないという観点より評価，1996 年～2013 年の観測期間中（鈴木, 2014)）
治水機能以外の多機能	水環境の保全（水循環再生システムの導入）による魅力ある住環境の創出	
計画・実施におけるアプローチ **運営・維持管理おけるアプローチ**	マルチステークホルダー， 長期間のモニタリングと効果検証	

[108] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

図 18 兵衛川流域図（出典）（鈴木, 2014）

図 19 調整池と兵衛川の関係
（出典）（鈴木, 2014）

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）・・・八王子みなみ野シティは，自然豊かな丘陵部の小規模な集落におけるニュータウン造成事業であり，大規模造成による地下水脈の分断やアスファルト舗装による雨水の地下浸透の大幅な減少，近隣河川への雨水流入集中に起因する水害，水質悪化，平常時の河川流量の減少等，兵衛川流域の水環境への影響が大きいことが計画立案の際の懸念事項であった。そのため，開発前の水環境を保全することを目的として，「水循環再生システム」を取り入れた（UR 都市機構, 2008）。

〇導入するシステムの効果と継続的な機能の不確実性，導入するシステムの開発後の継続運用

一方で，導入する「水循環再生システム」の効果（期待する効果が実際に得られるかどうか）や機能の持続性に懸念があった。また，ニュータウンの造成後に新築，改築される建物からの雨水流失の増大にも懸念があった。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法

開発者（UR 都市機構）は，学識者を委員長とし，建設省（国土交通省），東京都，地元市等の都市及び河川行政の関係者から構成される「八王子 NT 水循環保全システム委員会」を設置し，水環境保全に係る懸念事項の対応を協議した。委員会での検討結果をもとに「水循環再生システム」の導入を決め，調整池等による流出抑制，雨水浸透貯留施設による地下水涵養，基盤層と透水層の復元による低水保全を体系的に実施した（鈴木, 2014）。

〇運用／維持管理の手法

開発後の維持管理は基本的には施設管理者（市など）に委ねられるが，本ケースでは，計画段階で想定した「水循環再生システム」の効果（期待する効果が実際に得られるかどうか）や機能の持続性，定量的効果の検証が課題となっていたため，土地開発後も開発者（UR 都市機構）が 1996～2013 年の 17 年間にわたる雨量，流量のモニタリングが行われ，併せて，導入した水循環再生システムの効果検証が行われた。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇 運用／維持管理の容易性

上述の通り，計画段階で想定した「水循環再生システム」の定量的効果を把握する必要があったため，本ケースでは，開発期間中を中心に開発者（UR 都市機構）が一定期間，雨量，流量のモニタリングを行った。通常，運用／維持管理は移管された施設管理者（市など）が実施することが一般的であるが，本ケースの場合は，開発者（UR 都市機構）が継続的に運用／維持管理 を行い，「水循環再生システム」のモニタリングや分析，効果検証などを行った。

〇先進的技術

上述の効果検証の結果，高水効果（流出率の変動，流出率，最大流量）や低水効果（基底流量の維持，低水・渇水流量の維持）が確認され，当時としては先進性の高かった「水循環再生システム」が，雨水流出抑制システムとして適切であることが確認された。

施設の効果：

上述の通り，この事例は，長期間にわたる開発者（UR 都市機構）によるモニタリングを通じて，導入した水循環再生システムの効果が検証された点が特徴的である。検証された項目として，高水効果（流出率の変動，流出率，最大流量），低水効果（基底流量の維持，低水・渇水流量の維持），年間水収支等がある（鈴木, 2014）。検証の結果，低水の維持と高水及び最大

流量の抑制効果が確認され，導入された水循環再生システムが機能し，治水効果のほかに水環境の保全にも寄与していると判断された。

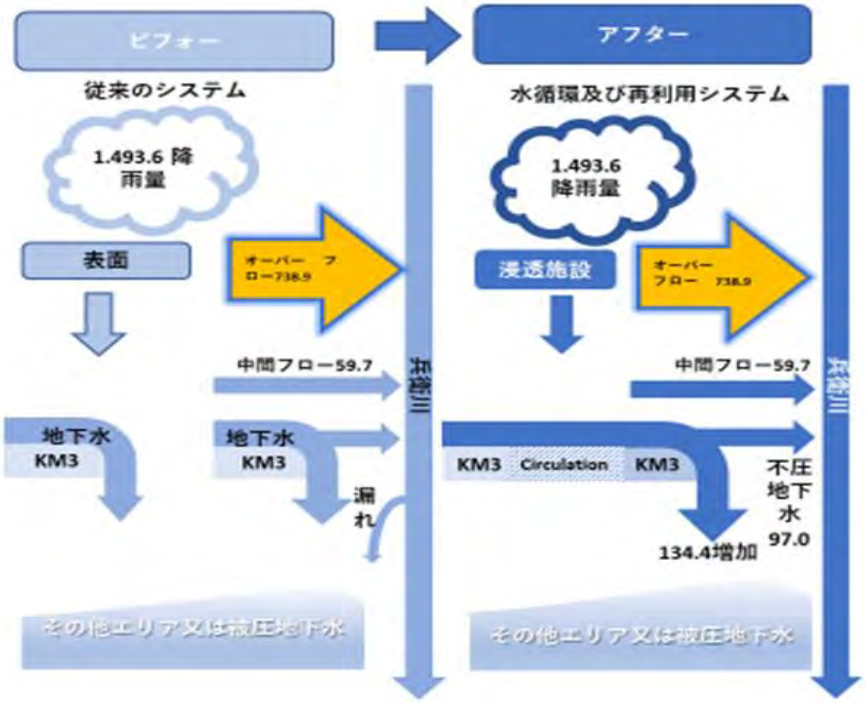


図 20 年間水収支の比較 （出典）(UR 都市機構, 2018a) をもとに作成

事例 3　都市住宅開発における雨水浸透施設の導入とモニタリング，効果検証
【昭島つつじが丘ハイツ】（UR 都市機構, 2002）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	都心より約 35km 離れた東京都郊外の昭島市，標高約 105m の河岸段丘に立地する団地。	
実施主体	UR 都市機構，住戸：2,673 戸（東海, 2014)	
工事期間	1977（着手）～1981（入居開始）	
事業費	不明	
治水機能	主目的	都市住宅開発に伴う，雨水浸透施設による雨水流出抑制
	効果	新規技術（雨水浸透施設）により地域の内水氾濫の被害軽減を図る（長期間のモニタリングにより，導入した雨水浸透施設が 20 年以上の長期にわたって機能維持していることを確認した）
治水機能以外の多機能	水環境の保全による魅力ある住環境の創出	
運営・維持管理おける アプローチ	マルチステークホルダー，長期間のモニタリングと効果検証	

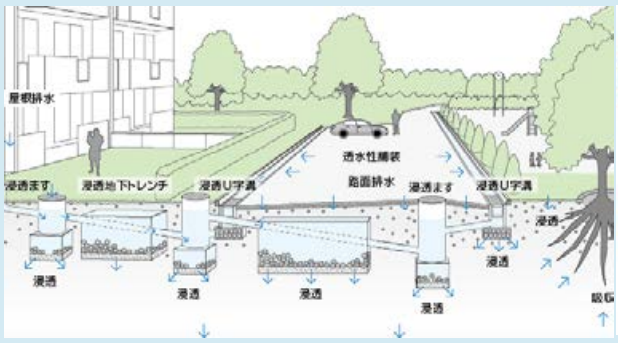


図 21 雨水浸透システムのイメージ
（出典）（UR 都市機構, N.d(a).）

図 22 年間雨量を 100 とした場合の水収支の比較
（出典）（UR 都市機構, N.d(a).）を元に作成

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性・・・頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

○導入するシステムの効果と継続的な機能の不確実性

UR 都市機構は，都市住宅開発に伴う雨水流出抑制対策として，調整池に代わる新しい工法の研究開発に国交省の指導協力のもと 1978 年から着手した。昭島つつじが丘ハイツは 1981 年に日本で初めて浸透工法を採用した団地である。当時は，雨水浸透施設による浸透機構や浸透量の算定等に解決すべき問題が多く，維持管理手法の確立を含めた耐久性に関する問題もあった。そのため，昭島つつじが丘ハイツでは，雨水浸透施設の経年的な機能変化を検証することを目的とし，浸透工法を導入した地区と在来工法のままの地区とを設定し，雨量や流出量から比較検証を行った（UR 都市機構, 2002）。

雨水浸透施設は，地下水の位置，表層土壌の透水性，斜面崩壊及び地下水汚染の誘発等により，その設置対象区域が限定されていることから，浸透可能な区域を設定して設置するものとされている（国土交通省 都市・地域整備局 下水道部・国土交通省 河川局 治水課, 2010）。昭島つつじが丘ハイツは，立川段丘上にある緩い傾斜地に位置する。地下水位は地表面下約 10m にあり，雨水の浸透対象層は，立川ローム層または一部造成による盛土層である。このローム層の室内試験による透水係数は，1.5×10^{-4}～4.8×10^{-7}cm/sec の範囲にある （UR 都市機構, 2002）。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法

UR 都市機構は，1980 年に建設省（国土交通省）を委員長とした「降雨水の団地内処理システムに関する研究委員会」を組織した。その委員会で，“地表付近の不飽和帯に雨水の浸透を図る方法” が注目され，昭島つつじが丘ハイツに浸透桝，浸透トレンチ，浸透 U 字溝，透水性舗装等の浸透施設が試行導入された（UR 都市機構, 2002）。

〇運用／維持管理の手法

開発後の維持管理は基本的には施設管理者（市など）に委ねられるが，本ケースでは，当時，日本で初めて浸透工法が採用しており，その定量的効果や経年的な機能変化の検証が課題となっていた。そのため，都市住宅開発後も開発者が一定期間雨量・流出量の長期間のモニタリングを行い，併せて，導入した雨水浸透工法の効果検証も行われた。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇 運用／維持管理の容易性

上述の通り，計画段階で想定した浸透効果の定量的効果を把握する必要があったため，本ケースでは，開発期間中もしくは開発後も開発者（UR 都市機構）が一定期間，雨量，流量のモニタリングを行った。通常，運用／維持管理 は移管された施設管理者（市など）が実施することが一般的であるが，本ケースの場合は，開発者（UR 都市機構）が一定期間，継続的に運用／維持管理を行い，浸透工法のモニタリングや分析，効果検証などを行った。

〇先進的技術

上述の通り，浸透工法は当時日本で初めて導入されており，その効果検証，定量的評価，機能の経年変化の把握などが課題となっていた。そのため，開発者（UR 都市機構）は浸透工法を導入した地区と在来工法のままの地区とを設定し，雨量・流出量の長期間のモニタリングを通じて，その浸透量の比較検討を行うことにより，浸透工法の効果を明らかにした。これにより浸透効果が確認され，採用した工法が雨水流出抑制対策として適切であったことが確認された。

施設の効果：

敷地面積 27.8ha のうち約 3.2ha の範囲において，浸透工法を導入した地区と在来工法のままの地区に大きく区分けし，それぞれの地区の流出結果（流出率，浸透高等）を比較することで，流出抑制効果を 30 年にわたり継続的に検証している（東海, 2014)。

モニタリングの結果，図 23 に示す通り，浸透工法地区では在来工法地区に比べ 1/4～1/5 程度の流出率で推移しており，設置当初の流出抑制効果が 30 年を経過しても維持されていることが確認された。また，これら長期間のモニタリングとその追跡調査結果は，1992，1995（導入後 15 年目），2002（導入後 20 年目），2012 年（導入後 30 年目）に UR 都市機構によって対外的に発表されている（東海, 2014)。

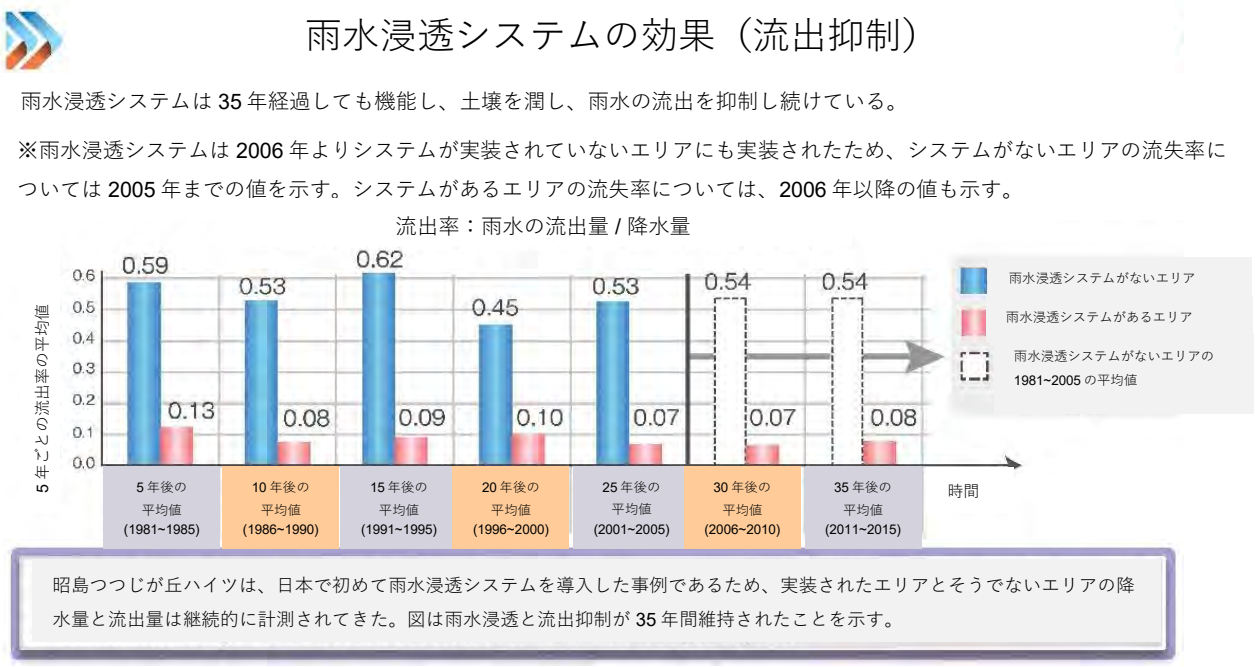
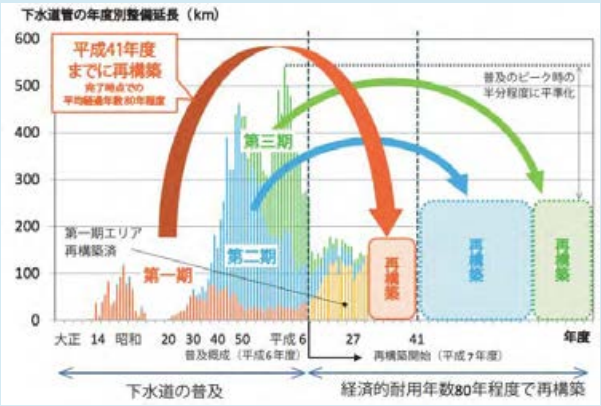


図 23 昭島つつじが丘ハイツにおける雨水浸透システムの効果（出典）
（UR 都市機構, N.d(a).）

事例 4　アセットマネジメントによる予防保全型の下水道施設の維持管理・再構築【東京都の下水道施設維持管理】（東京都下水道局，2016a）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	東京都（区部）	
実施主体	東京都	
治水機能	主目的	下水道施設の維持管理（施設の延命化によるライフサイクルコストの低減）
	効果	下水道施設（施設の再構築，維持管理更新）により内水氾濫の被害低減を図る
治水機能以外の多機能		－
運営・維持管理おけるアプローチ	新技術・新手法による（アセットマネジメント）アプローチ	



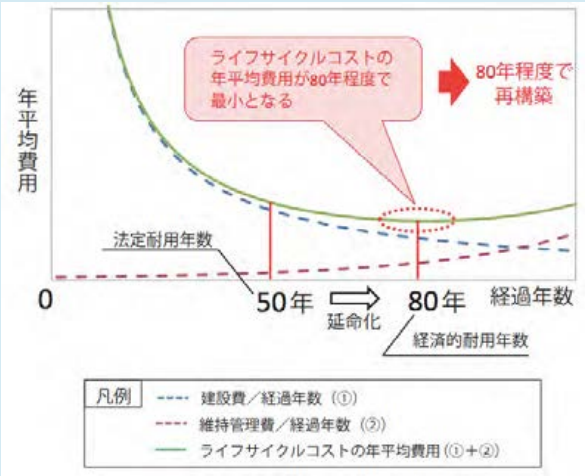
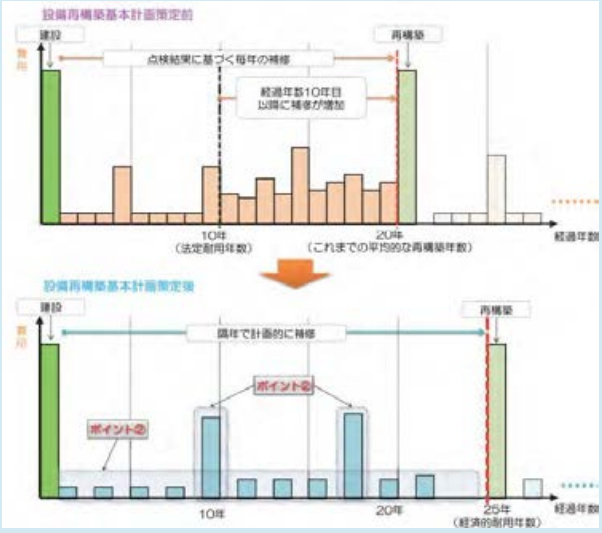


図 24 下水道管のアセットマネジメントのイメージ（出典）（東京都下水道局, 2016a）



●設備の経済的耐用年数の例

設備名称	法定耐用年数	これまでの平均的な再構築年数	経済的耐用年数
汚水ポンプ設備	15	35	40
汚泥焼却設備	10	20	25

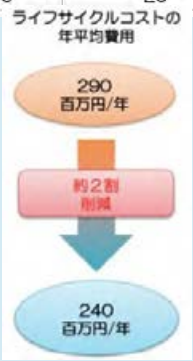


図 25 設備のアセットマネジメントのイメージ（出典）（東京都下水道局, 2016a)

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性・・・頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

〇増大する運用・維持管理コスト

東京都においては，法定耐用年数を超え老朽化した下水道管の延長は既に約 1,800km に達するとともに，高度経済成長期以降，大量に整備した下水道管が一斉に耐用年数を迎えるため，今後 20 年間で約 8,900km に増加するといわれている。都心部の道路下には，下水道管のほかにも電気やガスなど多くのインフラが埋設されており，掘削を伴う工事は困難で，道路交通や生活への影響等を最小限に抑えるためには，道路管理者や他企業埋設物の管理者，地域との綿密な調整等が必要となることから，工事期間が長期化する傾向にあった。また，下水は一時も止められないため，水位が高い幹線を再構築するには，下水の流れを切り替える新たな代替幹線などが必要であった。水再生センターやポンプ所などの施設については，大規模な工事となる既存施設の造り替えには多額の事業費と長期の整備期間を要するため，可能な限り既存施設を活用することが必要とされていた。更新時には，下水処理水の水質向上や雨水排除能力の増強などの機能向上も必要とされていたが，水処理能力が不足する水再生センターでは能力を補完する新たな施設整備が必要であり，また下水道管同様水再生センターやポンプ所に流れてくる下水は一時も止めることができないため，水位が高い箇所などでは点検調査や腐食対策を行うことが困難であった（東京都下水道局, 2016a)。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法・・・下水道施設等の効率的な運用／維持管理の実施による内水氾濫対策としての機能・効果の保全

〇運用／維持管理の手法

老朽化した下水道管の雨水排除能力の増強や耐震性の向上などを効率的・計画的に推進するため，東京都ではアセットマネジメント手法を活用し，法定耐用年数（50 年）より 30 年程度延命化する経済的耐用年数（80 年程度）を採用して効率的に再構築を実施している。水再生センターやポンプ所などの施設は，定期的な点検・調査に基づく補修や腐食対策などを行うことにより可能な限り延命化し，機能向上が必要な施設から順次再構築している。設備は，下水管の維持管理同様，アセットマネジメント手法を活用し，計画的な補修によって法定耐用年数より 2 倍程度延命化する経済的耐用年数で効率的に再構築している。老朽化対策の際には，雨水排除能力の増強や耐震性の向上，エネルギー活用の高度化や温室効果ガスの削減などを効率的に

図る再構築を推進している。また，ポンプや脱水機など約 4,000 台ある主要設備について，アセットマネジメントを推進するために，「設備再構築基本計画」を策定し，経済的耐用年数による計画的かつ効率的な再構築を実施している。さらに設備のオーバーホール時に精密な劣化状況調査を行い，その結果等の保全情報を分析・活用することで補修時期などを見直し，基本タイムスケジュールの精度を向上させることや，光ファイバーケーブルの劣化状況の調査結果などを踏まえて再構築計画を検討すること等により，維持管理の向上を図っている（東京都下水道局, 2016a)。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇運用／維持管理の手法

アセットマネジメントを基本とした予防保全型の維持管理により，定期的な点検・調査に基づき，機能向上が必要な施設から順次再構築，更新等が可能となり，維持管理が効率化された

〇コスト縮減

アセットマネジメントにおいて，ライフサイクル全体を見据え，法定耐用年数ではなく，経済的耐用年数を活用することにより設備の延命化が可能となり，無駄な更新や更新回数等を削減することが可能となり，コスト縮減に繋がっている。

施設の効果：

下水道管の延命化と経済的耐用年数での再構築の効率化によって，維持管理コストの削減効果が期待される。具体的には，下水道施設の一部設備において，アセットマネジメントにより経済的耐用年数を考慮し，さらに補修時期を効率的に計画すること等により，ライフサイクルコストの年平均費用が約 2 割削減（290 百万円／年→240 百万円／年（USD 2.5 million /year →USD 2.1 million /year）[109]）（図 25）されている。

[109] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

事例 5 PFI を活用した運用／維持管理の役割分担と財源確保【芝浦水再生センター】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	品川駅から徒歩 10 分圏内という利便性の高いエリアに位置する東京都下水道局「芝浦水再生センター」は千代田・中央・港区など都心の下水処理を担ってきたが，施設の老朽化が進み，段階的な更新が求められていた。一方，センターが位置する港区港南地区は，羽田空港の国際化やリニア中央新幹線の発着駅計画が見込まれる都心の一等地となるエリアである。	
実施主体	国，東京都下水道局，民間事業者（ビル開発）	
工事期間	（上部利用事業）2012～2015（大成建設, 2012）	
事業費	133 億円（USD 114 million[110]）（工事費, 雨天時貯留池【東京都負担】） 78 億円（USD 67 million）（工事費, 人工地盤と公園整備【東京都負担】） 848 億円（USD 725 million）（定期借地権設定権対価【民間事業者】）	
治水機能	主目的	合流式下水道の改善対策 下水道インフラの更新と，合流式下水道改善対策としての雨天時貯留池を整備
	効果	雨天時の下水放流水の水質改善と併せて，雨水貯留により間接的に内水氾濫が軽減される（地下に最大 76,000m^3 の未処理雨水や下水を貯められる雨天時貯留池）
治水機能以外の多機能	都市づくり／地域ニーズ	環境モデル都市形成（公園整備，オフィスビル）
	環境等	ヒートアイランド対策（風の道，都心においてクールスポットを創出）
計画・実施におけるアプローチ		環境モデル都市形成と併せた雨水貯留 官民連携のスキーム，PPP

[110] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

図 26 芝浦水再生センター（出典）（写真：安川千秋）

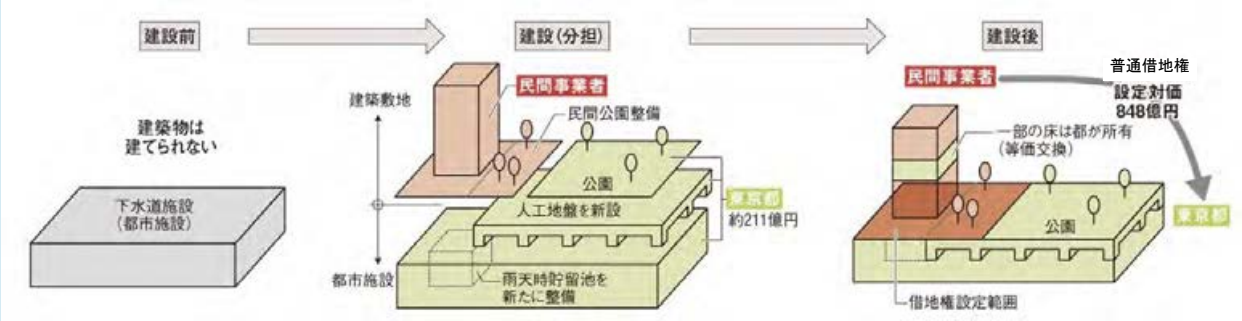


図 27 芝浦水再生センターにおける普通借地権の設定（出典）（橋本, 2015）

背景・課題：

〇下水道放流水の水質，都心空間の有効利用（直接的な治水以外の課題）

ナレッジノート 3 で前述した品川シーズンテラス（芝浦水再生センター）であるが，当該施設は，都市の利便性の高いエリアに位置する下水処理施設であり，約 20ha の面積を有する施設の一部更新に合わせて，PFI により，地下に最大 76,000m^3 の未処理雨水や下水を貯められる雨天時貯留池を整備するとともに，その上部空間を一体的に開発し，地上に高さ 150m 程のオフィスビルと公園の整備を図ったものである（橋本, 2015）。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法

合流式下水道の改善対策に伴う内水氾濫リスク及び被害の軽減効果

〇運用／維持管理の手法

当該施設では，運用／維持管理においても PFI による工夫が見られる。下水道管理者である東京都は，借地の対価の一部として等価交換によりオフィスビルの一部を所有し，オフィスビルから得られる収入を下水道料金の値上げの抑制や，別の下水道施設の修繕費に充てたりしている。また，オフィスビル地下にある下水道施設は公共施設として東京都が運用／維持管理を行うため，民間事業者が下水道施設の運用／維持管理を負担する必要はなく，責任・役割分担が明確にされている。下水道施設の上部の人工地盤上の民間公園整備エリアやオフィスビルでは，民間事業者が主体となってエリアマネジメント等を活用したイベントなどを頻繁に開催し，魅力ある空間創出が行われるなど，民間事業者による積極的な運用／維持管理がなされている。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇コスト縮減, 先進的技術・ビジネスモデル

下水道管理者である東京都は，PFI により得られた収入を下水道料金の値上げの抑制や，別の下水道施設の修繕費に充てたりし，維持管理財源を確保している。30 年間の長期にわたり安定的に収入を得ている。

〇先進的技術・ビジネスモデル

PFI により，ビル運営に長けた民間業者がオフィスビル及び人工地盤上の民間公園整備エリアの維持管理を行い，下水道施設は公共施設として東京都が運用／維持管理を行うなど，役割分担・責任に応じて，施設の運用／維持管理が実施されている。

施策の効果：

東京都が負担した工事費は，敷地南側に雨天時貯留池を新設する費用 133 億円（USD 114 million[111]）と，既存下水道施設の上に新設した人工地盤と公園の整備の費用 78 億円（USD 67 million）の計 211 億円（USD 180 million）で，一方，民間事業者への定期借地権設定権対価は 30 年契約で 848 億円（USD 725 million）（落札時）とされている。一部は等価交換により東京都がビルの床を区分所有する形をとり，残りは借地料として 30 年の長期にわたり年割りで東京都に支払われ，安定的に収入を確保することを可能にしている （橋本, 2015）。

[111] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

事例 6　管理協定による調節池の運用／維持管理の役割・コストの分担【哲学堂公園ハイツ（妙正寺川第一調節池）】（UR 都市機構, 2018a）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	東京都新宿区，中野区の区境に位置する都心の一等地であり，工場移転に伴い空地となった妙正寺川沿川の区画。人口・資産が集中する高度集積エリア。	
実施主体	東京都：調節池（30,000m³），新宿区・中野区：公園(7,600m²)，UR 都市機構：住宅(163 戸)	
工事期間	1984～1987	
事業費	104 億円（USD 89 million[112]）（総事業費）（UR 都市機構, 2018b）	
治水機能	主目的	都市河川である妙正寺川の河川整備（時間 50mm 降雨対応）
	効果	調節池下流の洪水被害（内外水）の軽減
治水機能以外の多機能		水辺空間と公園広場による魅力ある住環境の創出
計画・実施におけるアプローチ **運営・維持管理おけるアプローチ**		マルチステークホルダーによる費用負担 マルチステークホルダーによる施設の維持管理（管理協定の締結）

図 28 妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ（出典）（UR 都市機構, 2018a）

図 29 妙正寺川第一調節池と哲学堂公園ハイツ平面図　（出典）（UR 都市機構, 2018a）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

[112] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

近接する河川からの氾濫（外水氾濫），頻発化する局地的大雨（内水氾濫）・・・かつて雑木林や畑等が多く流域内に点在していた妙正寺川は，現在では杉並区，中野区及び新宿区の密集市街地を流域とする典型的な都市河川となっている。都市化が進み，豪雨のたびに出水し（UR 都市機構, 2018b），特に 2005 年に発生した集中豪雨で，中野区や杉並区などを中心に 3,000 戸以上が被災するという大規模な浸水被害が発生した（東京都建設局, N.d.）。当初より河川改修が進められ，1975 年には時間 30mm 程度の降雨に対応可能となっていたが，河川管理者が当面の目標にしていた時間 50mm の降雨規模に対応した改修については，河川改修に伴う下流への流量負担増（下流の水害の助長）が懸念された。そのため，東京都は調節池群の設置で対応することとした。

〇増大する運用・維持管理コスト

このような状況の下，当該事業地は工場移転に伴い空地となった場所を，東京都が調節池として活用しようとした地域である。しかし，新宿区と中野区の区境に位置する都心の一等地で地価が高く，単独での事業実施が困難な状況であった（UR 都市機構, 2018b）。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法

外水氾濫による被害軽減のための調節池の整備を実施。高額となる用地費・事業費に対して，事業負担額の軽減と土地の有効利用の観点から，新宿区，中野区及び UR 都市機構と連携して調節池を多目的利用することが提案された。区は，区民の公園整備という点で，UR 都市機構は，利便性が高く収益が見込める住宅開発という互いの利害関係が一致し，4 者による共同事業が実現した。用地費負担等は下表の通りで，それぞれの事業を単独で実施する場合に比べて事業費が大幅に軽減された。

表 5　用地費負担，土地利用及び所有権割合（出典）（UR 都市機構, 2018b）

ステークホルダー	用地費 負担割合	土地利用	土地所有権
東京都	42%	全敷地利用（河川区域）	-
新宿区，中野区	33%	66%利用	50%
UR 都市機構	25%	33%程を使用 ただし，全敷地を容積対象として利用	50%

〇運用／維持管理の手法

ほぼ全面積を河川区域に設定するため及び土地利用が重複する箇所の維持管理体制の明確化のため，東京都と区で管理負担協定を，区と UR 都市機構で管理協定を締結して，調整池と公園の機能を確保し，地役権や河川占用料は設定していない（UR 都市機構, 2018b）。

また，施設の維持管理については，調節池，公園はそれぞれ都，区が管理する。大雨時に浸水する可能性のある宅地のピロティ及びその周囲のフェンスの管理については，平常時は UR 都市機構が管理するが，浸水時の負担については，管理協定で区による負担事項（宅地下のゴミ，汚れ，排水溝の泥，フェンス部のゴミ除去等）が明確化されている。さらに，調整池のオペレーションに関連し，管理協定の中で，“UR 都市機構が配置する管理人が，洪水時の避難警報を発信する等”の役割分担が示されている。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇ガバナンスと関係機関の連携・役割分担

上述の通り，河川空間を高度利用して整備した調節池と集合住宅の開発で，また，新宿区，中野区の区界に位置していたことから，管理主体が非常に複雑であったが，関係者間で管理協定を締結することにより，運用／維持管理の管理主体，役割分担が明確にされ，持続的な運用に繋がっている。

施設の効果：調節池は 2 段階貯留方式となっている。妙正寺川の水位が上昇すると，1 段階目として中間調節池部分に水が流入し，そこが満杯になると，2 段階目として平常時は公園及び住宅のピロティとなっている部分に水が貯留される。対象降雨が時間 30mm 程度であり，供用開始後からのデータによると，公園・ピロティ部までの流入頻度は概ね年 2 回で，最大水深は 230cm であった（1995 年時点）。この調節池により，調節池下流の洪水被害が軽減されている（UR 都市機構, 2018b ）。

事例 7　条例及び制度活用による民間の雨水貯留施設の運用／維持管理の役割分担と民間への支援【JR 横浜タワー】（気候変動適応情報プラットフォーム, 2018; 谷川, 2017）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	横浜駅は鉄道 6 社 9 路線が乗り入れ，一日約 200 万人が利用する横浜の玄関口で，駅に近接して商業ビルが立ち並び，地下街も賑わっている。こうした中，鉄道・道路網の今後の変化や人口減少傾向を念頭に置き，国際化された羽田空港へのアクセス性向上や周辺の開発機運の高まりなどを受け，民間・行政が連携して安全，快適で魅力的な街づくりを目指しているエリア。	
実施主体	国，横浜市，民間事業者	
工事期間	2016～2020（予定）	
事業費	918 億円（2 棟合計，JR 横浜タワー【26 階建て，高さ約 135m】，ＪＲ横浜鶴屋町ビル【9 階建て，高さ約 31m】の 2 棟構成）（**日刊建設工業新聞**,2017））	
治水機能	主目的	内水氾濫対策（豪雨・浸水対策） 下水道施設の増設による対象降雨への対応，内水被害軽減
	効果	地域の内水氾濫軽減に繋がる（時間 82mm 降雨対応）
治水機能以外の多機能	都市づくり	都市開発，ビル開発
計画・実施におけるアプローチ		PPP（官民連携）

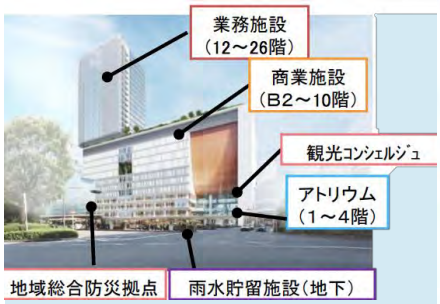


図 30 JR 横浜タワー(出典)
（横浜市都市整備局都心再生課, 2013）

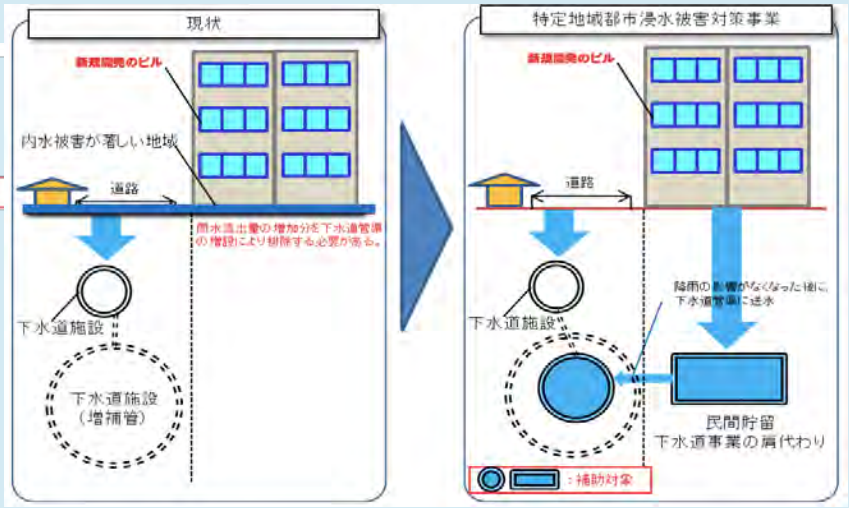


図 31 特定地域都市浸水被害対策事業制度
(出典）（国土交通省, N.d.）

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫）・・・本事例はナレッジノート 3 においても紹介したものであるが，当該地区は，2012 年に改定されたエキサイトよこはま 22 のまちづくり計画に合わせ，30 年に 1 回程度の降雨，時間 74mm（将来目標は 50 年に 1 回程度の降雨，時間 82mm）に対応できるように公共下水道の整備を進めている。そして 2017 年に，浸水被害対策区域を指定して民間に貯留施設の設置を促すことで 50 年に 1 度の時間 82mm 降雨に対応できる体制を目指した。内水氾濫対策として，下水道整備や雨水貯留施設設置，さらに，宅地・道路面などの計画的な嵩上げを誘導している（気候変動適応情報プラットフォーム, 2018；谷川, 2017）。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法

民間の大規模ビル開発に伴う雨水流出抑制施設の設置であるが，当該事業の実施に際しては，官民連携による「浸水被害対策区域」制度の活用が一つの大きな成功要因・特徴となっている。同制度は 2015 年 7 月施行の改正下水道法で創設された制度で，国土交通省が JR 横浜駅周辺の再開発エリアを全国で初めて「浸水被害対策区域」に指定した。これにより，民間事業者は雨水貯留施設の整備が条例等により義務付けられる一方で，国と地方公共団体から補助金を得ることが可能となった。当該事業においては，民間事業者は内水対策として地下に約 200m^3 の雨水貯留施設を整備するが，雨同区域制度を活用することにより国と横浜市からそれぞれ 3 分の 1 の補助金が得られ，3 分の 1 の自己負担で整備することが可能となった。

〇運用／維持管理の手法

区域指定により設置された雨水貯留施設（民間施設）の運用／維持管理については，協定を結ぶことにより下水道施設の運用／維持管理に長けた横浜市が実施することも可能であったが，当該施設においては，横浜市の条例に則り，施設管理者である民間事業者が雨水貯留施設の運用／維持管理を実施している。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇ガバナンスと関係機関の連携・役割分担, コスト縮減

区域指定により，民間事業者は，国と横浜市からそれぞれ 3 分の 1 の補助金が得られ，民間事業者としては，3 分の 1 の自己負担で雨水貯留施設を整備することが可能となった。一方で，維持管理については，横浜市に移管せず，本来の施設管理者である民間事業者がそのまま実施することにより，地方公共団体の維持管理にかかる財政負担を軽減している。

施設の効果：

今現在，整備中であるが，浸水被害対策区域を指定して民間に貯留施設の設置を促すことで，50 年に 1 度の時間 82mm 降雨に対応することが計画されている。

事例 8　更生工法，水面制御装置など運用／維持管理を効率的，容易にする新技術の導入【民間技術】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	―	
実施主体	民間企業，東京都	
治水機能	主目的	下水道施設の維持管理，更新
	効果	下水道施設の効率的な維持管理の実施による内水氾濫リスク及び被害低減
治水機能以外の多機能	－	
運営・維持管理おけるアプローチ	民間企業による技術開発	

図 32 更生工法による下水道管の再構築 (出典)（東京都下水道局, 2015）

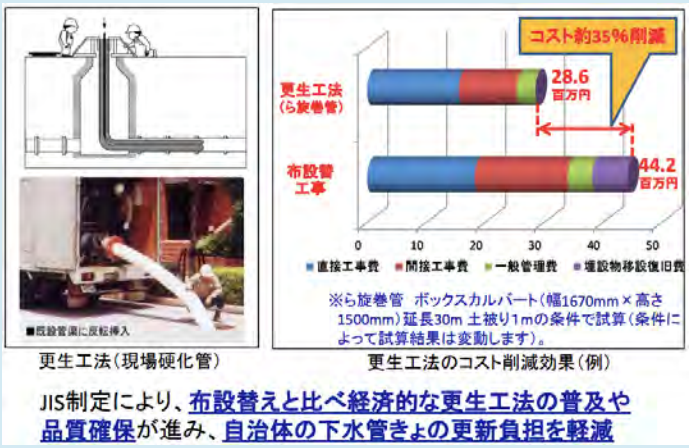


図 33 更生工法によるコスト縮減効果（出典）（国土交通省・国土技術政策総合研究所, 2014)

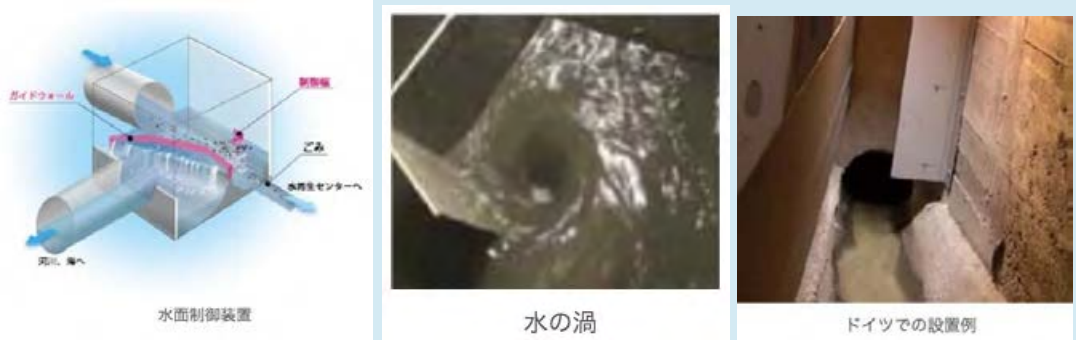


図 34 水面制御装置によるごみの除去(出典）（東京都下水道局, 2015）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性・・・頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

○増大する運用／維持管理コスト，周辺への影響緩和

東京都においては，法定耐用年数を超え老朽化した下水道管の延長が既に約 1,800km に達するとともに，高度経済成長期以降，大量に整備した下水道管が一斉に耐用年数を迎えるため，今後 20 年間で約 8,900km に増加するといわれている。都心部の道路下には，下水道管のほかにも電気やガスなど多くのインフラが埋設されており，掘削を伴う工事は困難で，道路交通や生活への影響等を最小限にする技術が求められていた。

運用／維持管理の手法，実施概要：

○統合都市洪水リスク管理の手法・・・下水道施設整備による内水氾濫対策

○運用／維持管理の手法

更生工法（SPR 工法）は，その代表的な工法の一つで，下水道管の内面に塩ビ製の材料を巻き付けて補強する。道路を掘らずに下水を流したまま工事できるので，近隣の交通への影響を最小限にすることができる。この工法により，道路陥没事故の防止や下水道管の耐震化にも効果をあげている。早くから下水道の整備が進んだ都市では東京都と同様に老朽化の課題を抱えており，海外においてもドイツや北米，シンガポール，韓国などの都市で採用され，欧州，北米，アジアなど 13 か国で約 111km の施工実績がある（東京都下水道局, 2015）。

家庭や工場からの汚水と雨水を同じ一本の下水道管で流す合流式下水道では，大雨が降ったときに，ごみなどが川や海に流れ出ることがある。そうしたごみ撤去などの維持管理の労力を減らすため，水面制御装置が開発された。水面制御装置は雨天時に川へのごみの流出を抑制する装置で，2 枚の板を設置することで水の渦を発生させ，ごみ等の汚れを水再生センターへ導きやすくする装置で，この装置により，8 割以上のごみを取り除くことができ，流末の水質改善に貢献している。シンプルな仕組みであるため，設置や維持管理が容易で電力も要らず，費用対効果に優れており，東京都をはじめ日本全国で採用されている。海外でもこれまでにドイツ，韓国，北米の民間会社とライセンス契約を締結し，合流式下水道を採用している都市に 14 か所設置されている（東京都下水道局, 2015）。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇先進的技術

これらの技術は従来工法に比較し，下水道施設の運用／維持管理を効率的にするだけでなく，施設の維持管理，更新時の周辺への影響を低減するものであり，地方公共団体の運用／維持管理にかかる負担を低減している。

施設の効果：

更新工法は道路を掘削することなく改築更新が可能であり，従来の布設替工事と比較すると，工期短縮，事業費の削減が可能となる。具体的には，図 33 に示した事例のように，ボックスカルバート（B1670mm×H1500mm）延長 30m 当たりで，15.6 百万円（USD 130 thousand[113]）（コスト縮減率 35%）の縮減を可能としている。このように，更生工法は，従来の布設替工法と比較すると事業費を大幅に削減しており，地方公共団体の施設更新の負担を軽減する。

[113] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

事例 9　民間地域開発における雨水流出抑制と運用／維持管理の効率化【東京スカイツリータウン】（今野・塚原, 2012）

施策，施設の特性		
立地・都市特性	荒川と隅田川に挟まれた墨田区に位置し，現存する電波塔として世界一高いタワーである東京スカイツリーや商業施設などから構成される複合施設（敷地面積約 36,900m²）。東京都心部にあり，人口や資産が高度に集積する。	
実施主体	東武鉄道株式会社・東武タワースカイツリー株式会社	
工事期間	2008～2012	
事業費	1,430 億円（USD 1222 million[114]）（総事業費）	
治水機能	主目的	都市開発に伴う，雨水浸透施設による雨水流出抑制
	効果	容量 1,835m³ の雨水抑制槽による雨水貯留施設
治水機能以外の多機能	容量 800m³ の雨水貯留槽による雨水再利用	
運営・維持管理おけるアプローチ	地方公共団体のまちづくりのコンセプトに則った企業努力による取組み・CSR	

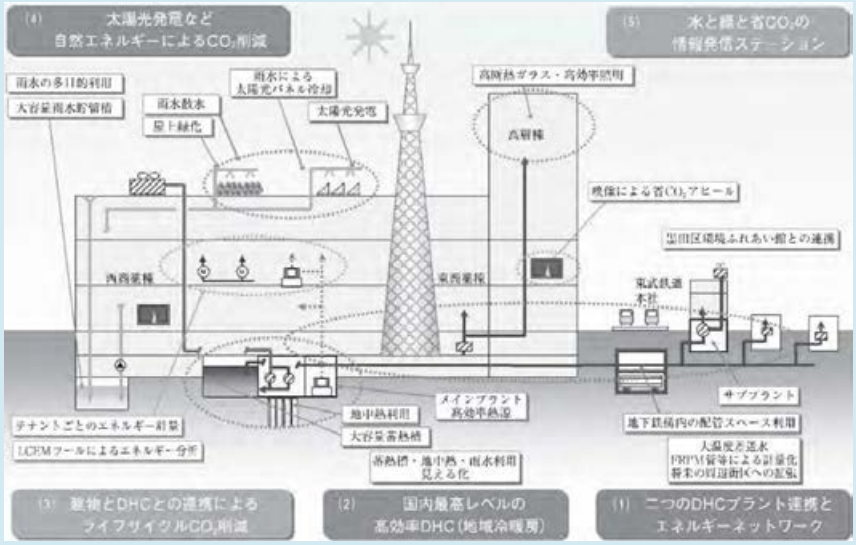


図 35 東京スカイツリータウンにおける環境配慮の取組み（出典）（塚原・岡垣, 2012）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

頻発化する局地的大雨（内水氾濫），水はけの悪い低地（内外水氾濫）・・・東京スカイツリータウンを開発したのは民間鉄道会社であり，1) 鉄道と同様の社会インフラ（電波塔）建設と

[114] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

いう公益性，2) タワーを中心とした地域開発，という 2 つの観点から事業を推進した。開発により，沿線エリアの活性化に伴う鉄道業への波及効果と収益確保を図っている（堀田，2012）。前述の通り，内水氾濫の被害が頻発し海抜 0m 地帯に位置する墨田区は，「雨水利用の墨田区」として世界的に有名であり，現存する電波塔として世界一高いタワーを有する東京スカイツリータウンには，墨田区のシンボルとして大規模な雨水貯水槽（1,835m^3 の抑制槽と 800m^3 の貯留槽から構成される）が設置されている。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法・・・雨水貯留施設の設置による雨水流出抑制（流域対策）

〇運用／維持管理の手法

雨水貯留施設の運用／維持管理は施設管理者である民間事業者により実施されている。なお，雨水抑制槽の容量を決定する際，東京都下水道局が定める方法と土地区画整理事業において目標として定められた方法の 2 方式があるが，東京スカイツリータウンの開発者は両方の方式で算定して，抑制量が大きくなる方式が採用されている。設置された雨水貯留槽は，屋上に降った雨を直接または抑制槽を経由して雨を貯める。貯めた水は，屋上緑化散水による建物冷却，トイレ用水，太陽光パネル冷却水として活用されている。植栽散水に雨水を再利用した場合の雨水代替率（上水節水率）は最大 45%と計算され，節水による施設トータルとしての維持管理コスト削減も見込まれている。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇ステークホルダーの参加

墨田区では雨水再利用に関する助成制度が設けられているが，ここでは助成制度は敢えて活用しておらず，雨水貯留施設の規模を設定する際も定められた手法のうち抑制量が大きくなる方式が採用されている。雨水貯留施設の運用／維持管理は，施設管理者である民間事業者がそのまま実施している。当該施設は民間事業者の投資意欲，モチベーションの高い施設でもあり，雨水再利用を促進している墨田区の地域性・まちづくりコンセプトに合わせた CSR の一環とも見なされる。運用／維持管理を含め，民間事業者が積極的に雨水流出抑制に取り組むことは，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。

施設の効果：容量 1,835m^3 の雨水貯留効果

事例 10　民間市街地再開発における雨水流出抑制と運用／維持管理【二子玉川ライズ】

施策，施設の特性		
立地・都市特性	東京都世田谷区に位置する二子玉川駅西側は大手デパートの進出等により商業地として発展し，ファッション性の高い街として多くの人気を集る一方で，駅東側は商店街の衰退により街の活気が失われつつあった。また，道路幅員や歩車分離が十分でなく，木造建築物の老朽化に伴う防災上の問題や駅前広場の未整備などの問題があった。こうした中，早急に都市基盤の整備が必要と考える流れが生まれ，1982 年に東地区の地元有志が「再開発を考える会」を発足し，これを契機に東地区の再開発の機運が高まった。当該エリアは多摩川の左岸に位置し，多摩川が氾濫した場合の浸水想定エリアに含まれる。	
実施主体	国，世田谷区及び東京都，再開発組合，地権者，民間事業者	
工事期間	2007～2015(東京都都市整備局, 2015)	
事業費	約 1,024 億円（USD 875 million[115]）（二子玉川東地区第一種市街地再開発事業の総事業費）(東京都都市整備局, 2015)	
治水機能	主目的	流域対策及び外水氾濫対策 雨水貯留施設設置，グリーンインフラ，高規格堤防（二子玉川公園エリア）
	効果	（二子玉川ライズ）雨水流出抑制 （二子玉川公園）雨水流出抑制，外水氾濫対策
治水機能以外の多機能	都市づくり／地域ニーズ	都市開発，地域開発：自然との調和をテーマとした都市空間整備，地域活性化，賑わい創出，コンパクトなウォーカブルシティを実現，二子玉川ライズエリアと二子玉川公園エリアが一体となって，世界初の「LEED ND（まちづくり部門）」ゴールド認証取得
	環境等	グリーンビルディング，グリーンインフラによる自然再生，生物多様性の確保，ヒートアイランド抑制
	防災機能向上	免振構造，非常用発電（二子玉川ライズエリア），マンホールトイレ，防災倉庫，かまどベンチ等の設置（二子玉川公園エリア））
運用／維持管理におけるアプローチ		二子玉川ライズエリア：民間のモチベーションを活用した運用／維持管理二子玉川公園エリア：市民参加型の運用・維持管理，ボトムアップ・アプローチ

[115] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

図 36 二子玉川ライズダウンマネージメント活動の推進体制　（出典）（二子玉川ライズ, N.d.）

図 37 二子玉川ライズのイベントスペース
（出典）（二子玉川ライズ協議会 全体管理者・東急株式会社, 2020）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性・・・頻発化する局地的大雨（内水氾濫），近接する河川からの氾濫（外水氾濫）

○雨水貯留施設の運用・維持管理への民間活用

二子玉川ライズエリアは，ナレッジノート 3 でも紹介した通り，民間の再開発会社が主体となって実施した複合型の市街地再開発事業により整備されたエリアであり，商業施設，オフィスビル，ホテル，居住用ビルなどが整備された。同エリアは，市街地再開発と流域における豪雨・浸水被害軽減対策の両立において，いかに民間（再開発事業者）の投資を取り込むか，活用するか，関係者間における合意形成，供用後の持続的な運用／維持管理などが課題となっていた。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法・・・雨水貯留施設の設置，緑化等による雨水流出抑制（流域対策）
〇運用／維持管理の手法

二子玉川ライズエリアは，民間の再開発組合が主体となって実施した複合型の市街地再開発事業であり，元々，再開発会社の構成員である民間事業者（鉄道会社）が沿線開発，魅力創出の観点から重要視しており，投資意欲の高いエリアであった。二子玉川ライズエリアは二子玉川公園エリアと合わせて“LEED ND（まちづくり部門）”のゴールド認証[116]を世界で初めて取得し，魅力ある空間整備を行うとともに，東京都のまちづくり団体の登録制度[117]などを活用したイベントを頻繁に開催するなど，魅力ある空間・投資先として，民間事業者による積極的な運用／維持管理が行われている。

具体的には，二子玉川ライズでは，地域と協調しながら活力と魅力に富んだ二子玉川らしい街づくりを進めるため，タウンマネージメント活動をベースとした運用／維持管理がなされている。タウンマネージメント活動は大きく二つに分けられ，一つは安全・安心・快適の維持のためのハードの管理と，もう一つは街の賑わい創出のためのソフトの運営である。雨水貯留施設などは，このハードの管理の中で施設管理者によって維持管理されている。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇ステークホルダーの役割

当該施設は民間事業者の投資意欲，モチベーションの高い施設でもあり，タウンマネージメント活動をベースとした積極的な運用／維持管理が行われている。運用／維持管理を含め，民間事業者が積極的に雨水流出抑制に取り組むことは，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。

施設の効果：

雨水貯留施設による雨水貯留効果のほか，ビオトープや屋上庭園等における雨水浸透による雨水流出抑制効果

---

[116] LEED（Leadership in Energy & Environmental Design）は，米国グリーンビルディング協会によるグリーンビル認証システム。LEED認証のうちエリア開発に関する「LEED ND（まちづくり部門）」は，環境への配慮，エネルギーや資源の効率化，歩行者中心の街づくりなどに与えられる。新築の建築物に対する環境評価システム「LEED NC（新築ビル部門）」もある。詳しくはhttps://new.usgbc.org/を参照。

[117] 詳しくは http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/fop_town/syare03.htm を参照。

事例 11　住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透施設の運用／維持管理

【墨田区における運用／維持管理】

図 38 路地尊（出典）（墨田区, N.d.）

東京都墨田区では路地尊と呼ばれる雨水利用施設が導入され，草花への水やりや子供の水遊びの場として，また災害時の水源として地域で活用されている。災害時にも使えるよう，手押しのポンプで水をくみ上げる。

施策，施設の特性		
立地・都市特性	東京都墨田区は海抜 0m 地帯である江東デルタ地帯に位置し，住宅，商業が混在密集した防災上危険な高度集積地区である。1980 年代に度々都市型洪水が発生し，海抜 0m 地帯の下町は雨が浸み込みにくいこともあり，大雨の際に道路や建物が水に浸かってしまう被害が頻発していた。	
実施主体	地方公共団体（東京都墨田区），住民・コミュニティ・NPO 等	
事業費	200～900 万円（USD 17–77 thousand[118]）（路地尊）（墨田区, 2018) 数万～10 万円（USD 85～850 ）（雨水タンク[119]）	
治水機能	主目的	流域対策 雨水貯留タンク・小型雨水タンク設置，雨水活用
	効果	導入した水槽が全部空の状態で水槽に全量貯留できた場合，区全体で 2mm/hr 程度の低減となる試算
治水機能以外の多機能	都市づくり／地域ニーズ	地域連携強化，コミュニティ・賑わい創出
	防災機能向上	防災啓発，雨水活用，省エネ，節約（貯留した水を生活の中でさまざまに活用）
計画・実施におけるアプローチ		市民参加型のボトムアップ・アプローチ，マルチステークホルダー

[118] 1USD = 117yen (2017) として換算。為替レートは https://www.irs.gov/individuals/international-taxpayers/yearly-average-currency-exchange-rates を参照した。

[119] 雨水タンク相談室 HP を参考にした。http://www.reasonable.jp/category/1685113.html

背景・課題：

〇自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性

当該事例はナレッジノート 3 でも紹介した事例であるが，墨田区は，1980 年に入ってから大雨のたびに下水が逆流する浸水被害が区内で頻発するようになった。墨田区における雨水貯留・雨水活用の取組みは，1982 年に都市型洪水の防止や水道水の節約，地域防災の観点から墨田区が日本相撲協会の所有する国技館への雨水利用導入を申し入れ，採用されたことから始まった。墨田区は海抜 0m 地帯に位置し，地下への雨水浸透は効果的でなく，流域対策としては雨水貯留が主な対策となり，住民レベルでの雨水貯留タンクの設置が積極的に行われている。区全体にわたり住宅地が広がっていることから，雨水貯留は広域的に面的に実施する必要があり，区の雨水流出抑制施設の導入，運用／維持管理にかかる負担軽減，住民の理解と協力，住民の費用負担軽減などが課題となっている。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法

流域からの雨水流出抑制のための，住民による雨水貯留タンク・小型雨水タンク等の設置などの墨田区における取組みは，ナレッジノート 3 でも紹介した通り，地域や住民に広がっており，1988 年から「路地尊（ろじそん）」と呼ばれるコミュニティ単位の雨水活用施設（緊急時・災害時の利水，都市型洪水対策を主目的とした雨水貯留利用システム）が区内に 21 箇所設置されている（2008 年時点）[120]。家の屋根などから集めた雨を地下のタンクに貯め，貯めた雨水は手押しポンプでくみ出し，散水など地域で活用されている。導入に際しては区の補助金制度があり住民の費用負担軽減を図っている。

〇運用／維持管理の手法

雨水貯留タンクの運用／維持管理は住民や地域コミュニティにより実施されている。また，雨を貯めて洪水を防ぐだけでなく，打ち水や水やり，街の掃除での活用など，雨水活用を視野に入れて住民及びコミュニティによる持続的な運用／維持管理がなされている。各戸に設置された雨水タンクは，地上から見えることもあり，住民啓発に繋がっている。このように雨水の活用までを視野に入れることによって雨水貯留[121]の促進を図っている。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

[120] 詳しくは（墨田区, 2008）を参照。

[121] 雨水貯留タンク等に貯留した雨水は豪雨前には排水し，豪雨に備え，貯留タンクの容量を開けておかなければならない。

○市民参加型

上述の通り，住民や地域コミュニティが主体的に運用／維持管理を行うことは，区の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。また，住民や地域のこうした活動は，都市洪水リスクの啓発・醸成，意識向上にも繋がっており，住民による雨水貯留タンクの設置などの流域対策の取組みをより持続的なものとしている。

さらに，墨田区では雨水の活用も盛んであり，雨水活用までを視点に入れることで，流域対策の取組みをより一層促進している。雨水の活用は，2014 年に「雨水の利用の推進に関する法律[122]」（以下，「雨水法」）が設立したこともあり，普及が広まりつつあるところである。雨水法は，近年の気候変動等に伴い水資源の循環の適正化に取組むことが課題となっていることを踏まえ，その一環として雨水の利用が果たす役割に鑑み，雨水の利用の推進に関し，国等の責務を明らかにするとともに，基本方針等の策定その他の必要な事項を定めることにより，雨水の利用を推進し，もって水資源の有効な利用を図り，あわせて下水道，河川等への雨水の集中的な流出の抑制に寄与することを目的としたもので，「事業者及び国民は，自らの雨水利用に努めるとともに，国または地方公共団体が実施する雨水の利用の推進に関する施策に協力するように努めるものとする」とあり，国民一人ひとりに雨水を活かす取組みを促している。これらの取組みを促進するため，NPO などによる支援[123]も行われ，使用に当たっての水質の調査や集水方法による水質改善技術開発，雨水活用技術規準，雨水貯留浸透技術等に対する指導や支援が行われている。

施策の効果：

各戸における雨水貯留タンク・小型雨水ダンク設置による雨水流出抑制効果

事例 12　公園・緑地保全における雨水流出抑制と運用／維持管理
【萩山　四季の森公園（民設公園制度，都立公園サポーター基金）】

施策，施設の特性	
立地・都市特性	東京都多摩地域北部にある人口約 15 万人の東村山市に位置する。同市は都心から鉄道で 30 分程度の距離であることから，ベッドタウンとして開発が進められている。「里山」が東村山の原風景でもあり自然地や緑地も多く残されている。
実施主体	民間事業者
工事期間	完成時期：2009 年 07 月 30 日

[122] 詳しくは https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=426AC1000000017 を参照。
[123] 特定非営利活動法人 雨水市民の会や，特定非営利活動法人雨水まちづくりサポートなどが挙げられる。詳しくは，http://www.skywater.jp/, https://amemachi.org/ を参照。

事業費	不明	
治水機能	主目的	公園整備（緑地整備，保全） 緑地の整備による雨水流出抑制機能の確保
	効果	雨水流出抑制，内水氾濫対策
治水機能以外の多機能	都市づくり／地域ニーズ，環境等	公園整備に伴う賑わい創出，地域活性化 良好な都市空間，公園整備，環境保全
運用／維持管理におけるアプローチ		民設公園制度を活用した民間事業者（住民を含む）による運用／維持管理

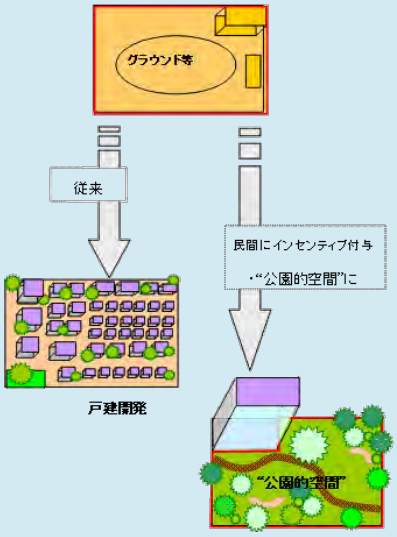


図 39 東京都民設公園のイメージ
（出典）（東京都都市整備局, N.d.）

図 40 東京都初の民設公園，"萩山　四季の森公園"
（出典）（牧田, 2009）

背景・課題：

○自然／地形条件及び氾濫リスク，氾濫特性・・・頻発化する局地的大雨（内水氾濫）

○増大する運用・維持管理のコスト・労力

流域対策における雨水浸透による流出抑制の一つとして，緑地の保全や公園整備などが挙げられるが，いずれも整備後の持続的な運用／維持管理，財源確保が課題となる。当該ケースも同様に，維持管理の財源確保が課題としてあった。

運用／維持管理の手法，実施概要：

〇統合都市洪水リスク管理の手法・・・流域からの雨水流出抑制に貢献する自然地（公園・緑地）の整備，保全

〇運用／維持管理の手法

活用により，民間事業者が公園の維持管理を行い，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。同制度は，都市計画公園内の建築制限の緩和と土地所有者の保有コストの軽減等を図るための支援策として，行政側の財政支出を伴わず民間事業者による早期の公園空間整備を実施可能とするものとして 2006 年に設立されたもので，地権者から土地の無償提供を受けて公園を整備し，優遇措置として 10 年の貸与期間中は土地の固定資産税，都市計画税を免除，20 年以上貸与された土地は相続税を 40％軽減するものである。民設公園制度は，都市計画公園・緑地として指定されている区域内で，①一定規模の敷地を一般に無償で公開する，②認定基準に合致する避難場所としても有効な整備と管理を実施する，③公開管理の継続（最低 35 年以上），④管理費の一括拠出等を行う等の一定条件のもとに民間事業者が公園等を整備し，その見返りとして高層マンションなどの建設を可能としたものである（東京都都市整備局, N.d.）。

運用／維持管理における成功要因・メカニズム：

〇市民参加型，ステークホルダー参加型

当該事例は，民設公園制度を活用した第 1 号案件で 2009 年に開園した萩山四季の森公園である。「萩山　四季の森公園」は全体敷地約 1.5ha の約 7 割に当たる 1ha を公園として整備し，残りの土地に地区計画で認められた高さ 34～35m（11 階建て）全 184 戸のマンションを建設した。敷地の底地権はマンションの管理組合が所有し，マンションの維持管理費とは別に月額 25 万円（1 戸当たり平均約 1,400 円）を公園の維持管理費用に充てている。なお，公園を一般に公開することを条件に，公園にかかる固定資産税，都市計画税は減免され，実質的に無料となっている。また，民間事業者は公園部分に地上権を設定し，管理組合の委託を受けて 35 年間にわたって公園の維持管理を行い，地方公共団体は公園内に設置されたトイレのみを管理している（牧田, 2009）

当該事例は，このように民間事業者の管理運営（マネジメント）により緑地・公園を保全し，運用／維持管理を行っているもので，地方公共団体の雨水流出抑制施設の運用／維持管理にかかる負担軽減に繋がっている。

〇ガバナンスと関係機関の連携・役割分担

公園などにおける運用／維持管理，マネジメントの手法の一つとして，公募設置管理制度（Park-PFI）がある。公募設置管理制度とは，公園内に民間企業が収益施設（飲食店，売店等）を設置することを許可し，その収益を活用してその周辺の園路，広場等の公園施設の整備，改修等を一体的に行う事業者を公募により選定するものである。これにより，都市公園に民間の優良な投資を誘導し，公園管理者の財政負担を軽減しつつ，都市公園の質の向上，公園利用者の利便の向上を図る新たな整備・管理手法である（国土交通省 都市局 公園緑地・景観課, 2018）。

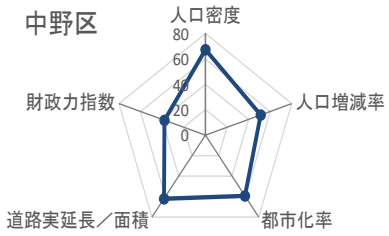
加えて東京都では，公園から発生した収益を公園関連事業に還元する工夫として「都立公園サポーター基金[124]」を活用している。都立公園サポーター基金は，都民などからの寄付金を基金に入れ，公園でのイベント等の必要な費用に充てるというもので，基金に集められたお金は，浜離宮恩賜庭園での伝統芸能鑑賞事業や日比谷公園でのコンサートなどに使われている。また，駒沢オリンピック公園に設置されたカフェの収益の一部もこの基金に還元されている。

施策の効果：

緑地整備，保全による雨水浸透による雨水流出抑制効果

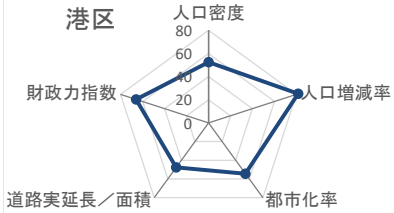
[124] 詳しくは https://www.tokyo-park.or.jp/profile/supporter/index.html を参照。

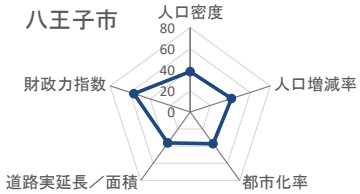
表 6 運用／維持管理が実施された各投資（施策／施設）の特徴と事例リスト

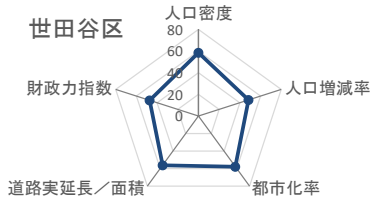
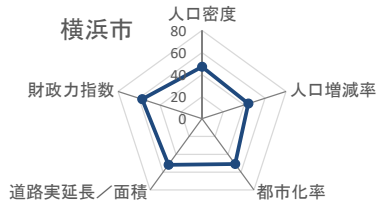
セクター及び施策／施設			施策／施設の特徴，長所，短所	適用事例	
				施策/施設	立地・都市特性（墨田区,N.d.）
外水氾濫	河川整備	遊水地，調節池	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 河川に隣接する調節池・遊水池など **特徴** • 大河川，中小河川などの川の水を安全に貯める対策 • 川の水を貯める対策としては，川に隣接した低地で洪水を流入させ湛水させる遊水地や，土地を掘り下げて湛水させる調節池がある。いずれも広大な土地（用地）を必要とするため，既存の土地利用や利水，環境，レクリエーション，公園利用など，治水面以外の機能を持たせ，多機能・多目的に整備される事例が多い。 • 運用／維持管理に際しては，施設管理者や行政等の関係者間で，協定締結など役割分担を明確にする必要がある。 **適用条件，必要条件** • 大河川，中小河川に隣接した低地が存在し，整備のための用地の確保，財源の見通しがある都市などで適用される施策/施設	**事例 6** 多機能，多目的な遊水地・調節池整備により河川からの洪水リスクの軽減を図る対策 **具体事例** 妙正寺川第一調節池(都), 荒川第一調節池(国), 渡良瀬遊水地(国), 刈谷田川遊水地(県)，など	**立地・都市**・・・中野区 • 人口集中(人口密度)：高 • 成熟度(人口増減)：中 • 土地利用(都市化率)：高 • 社会基盤(道路延長)：高 • 財政力指数：低 

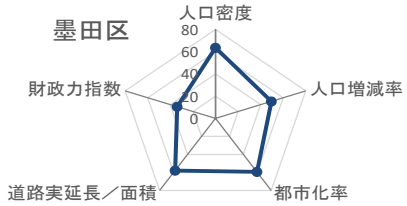
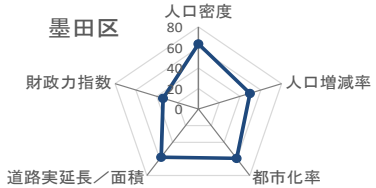
内水氾濫	下水道	管きょ，雨水調整池，水再生センター等	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • アセットマネジメントによる予防保全型の下水道施設の運用／維持管理 **特徴** • アセットマネジメントにより適切な維持管理を行い，施設の延命化，ライフサイクルコスト縮減など，計画的かつ効率的に施設を管理する。 • 下水道施設などにおいてライフサイクル全体を見据え，法定耐用年数ではなく，経済的耐用年数を活用することにより，設備の延命化が可能となり，無駄な更新や更新回数等を減らし，運用／維持管理の効率化，コスト縮減に繋がっている。 **適用条件，必要条件** • 下水道施設等の整備がある程度進み，インフラの運用／維持管理，更新が必要な都市で，アセットマネジメントに向けた運用／維持管理体制，マニュアル・ガイドライン，データベース，人材等を準備できる都市，もしくはこれから整備しようとする都市	**事例 4** アセットマネジメント等の予防保全型の考え方を導入することにより運用／維持管理の効率化を図る対策 **具体事例** 東京都下水道， 横浜市下水道， 大阪市下水道，など	—

		管きょ等	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 下水道施設等の運用／維持管理を効率的，容易にする新技術 **特徴** • 新技術により運用／維持管理を効率化，容易化するとともにコスト縮減を図る新技術 • 更生工法，水面制御装置などの技術がある。更生工法は地盤の開削を必要とせず，従来の布設替工法に比較し，3 割程度のコスト縮減，工期短縮，周辺環境への影響軽減を可能にし，運用／維持管理の効率化，コスト縮減に繋がっている。 **適用条件，必要条件** • 下水道施設等の整備がある程度進み，インフラの運用／維持管理，更新が必要な都市	**事例 8** 下水道施設等の運用／維持管理を効率的，容易にする新技術 **具体事例** 更生工法， 水面制御装置など	—

内水氾濫	下水道	合流式下水道 改善対策	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 下水道処理施設などにおける PFI，PPP の活用など **特徴** • 合流式下水道の改善（環境）は，雨天時に合流式下水道から放流される汚濁負荷量の削減を図るもので，事例で示した芝浦水再生センターは同改善対策の実施に伴い，下水道施設の更新とともに大規模な雨天時貯留池を設け，雨水排除の改善を図ったもの。浸水対策を直接の目的とはしていないが，都市浸水対策に間接的に寄与する施策／施設である。 • 下水道管理者の運用／維持管理の効率化，財源確保等が課題となっている。 **適用条件，必要条件** • 下水道施設の上部の利用・高度利用ができる等，民間が PFI 事業として参入できる見通し，インセンティブがある場合に適用される施策/施設。	**事例 5** PFI を活用した運用／維持管理の役割分担と財源確保 **具体事例** 芝浦水再生センターなど	**立地・都市**・・・港区 • 人口集中(人口密度)：中 • 成熟度(人口増減)：高 • 土地利用(都市化率)：高 • 社会基盤(道路延長)：中 • 財政力指数：高 

内水氾濫	雨水流出抑制	大規模なまちづくり・都市開発／再開発と一体となった施策／施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 民間の大規模都市開発時における雨水流出抑制施設の建設など **特徴** • 郊外における大規模な都市開発において雨水浸透を行うことにより雨水流出を抑制すると同時に水循環システムを導入し，河川の平常時流量を増加させる • 雨水浸透量等の定量的評価，また，雨水浸透施設の効率的，持続的な運用／維持管理等が課題となる。 **適用条件，必要条件** • 郊外で大規模にニュータウン開発と雨水流出抑制対策を実施する地区等において適用される施策／施設	**事例 2** 郊外のニュータウン開発における雨水流出抑制対策の実施 **具体事例** 八王子みなみ野シティ，など	**立地・都市**・・・八王子市 • 人口集中(人口密度)：低 • 成熟度(人口増減)：低 • 土地利用(都市化率)：低 • 社会基盤(道路延長)：低 • 財政力指数：高 
内水氾濫	雨水流出抑制	大規模なまちづくり・都市開発／再開発と一体となった施策／施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 民間の大規模住宅開発における雨水流出抑制施設，など **特徴** • 民間主導による大規模住宅開発に伴う雨水流出抑制 • 集合住宅等の開発に伴う雨水浸透施設の設置 • 雨水浸透施設の機能・効果検証，持続的な運用／維持管理の実施等が課題となる。 **適用条件，必要条件** • 集合住宅等，大規模住宅開発が必要となる地区等において適用される施策／施設	**事例 3** 都市住宅開発・整備等において雨水流出抑制を図る対策 **具体事例** 昭島つつじが丘ハイツ（東京都昭島市）， 諏訪野地区団地開発（福島県伊達市）， 住道駅前住宅（大阪府大東市），など	**立地・都市**・・・昭島市

			日本で実施されている施策・施設のタイプ • 民間の大規模都市開発における雨水流出抑制施設など **特徴** • 民間主導による市街地再開発に伴う雨水流出抑制とグリーンインフラの整備 • 民間の投資意欲，モチベーション等を活用した効率的，持続的な運用／維持管理，地権者との合意形成等が課題となる。 **適用条件，必要条件** • 再開発が望まれる都市において民間主導により市街地再開発と雨水流出抑制対策を実施する地区等において適用される施策／施設	**事例 10** 民間による市街地再開発において雨水流出抑制を図る対策 **具体事例** 二子玉川ライズ， 二子玉川公園，など	**立地・都市**・・・世田谷区 • 人口集中(人口密度)：高 • 成熟度(人口増減)：中 • 土地利用(都市化率)：高 • 社会基盤(道路延長)：高 • 財政力指数：中 
内水氾濫	雨水流出抑制	公共施設や民間施設の整備に伴って実施された施策/施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 公共施設や民間施設における雨水流出抑制施設など **特徴** • 民間施設の整備に伴う雨水貯留・浸透施設の整備に対する支援策（浸水被害対策区域制度）の適用事例 • 浸水被害対策区域に指定されることにより，民間に対しては雨水貯留浸透施設の設置義務が発生するが，民間事業者への費用の補助，維持管理の行政への移管（協定締結後）が可能となる • 浸水被害対策区域の設定範囲等が課題 **適用条件，必要条件** • 都市の中心市街地で浸水リスクが高く，雨水貯留・浸透施設の整備が強く望まれる地区等において適用される施策／施設。	**事例 7** 民間の雨水貯留施設への支援策（浸水被害対策区域制度） **具体事例** JR 横浜タワー	**立地・都市**・・・横浜市 • 人口集中(人口密度)：中 • 成熟度(人口増減)：中 • 土地利用(都市化率)：中 • 社会基盤(道路延長)：高 • 財政力指数：高 

			日本で実施されている施策・施設のタイプ • 公共施設や民間施設における雨水流出抑制施設など **特徴** • 民間施設の整備に伴う雨水貯留・浸透施設の整備事例 • 雨水流出抑制施設整備の財源，費用負担などが課題 **適用条件，必要条件** • 都市の中心市街地で浸水リスクが高く，雨水貯留・浸透施設の整備が強く望まれる地区等において適用される施策／施設	**事例 9** 民間の雨水貯留施設設置 **具体事例** 東京スカイツリー， 国技館， 商業施設・ビルなど	**立地・都市**・・・墨田区 • 人口集中(人口密度)：高 • 成熟度(人口増減)：中 • 土地利用(都市化率)：高 • 社会基盤(道路延長)：高 • 財政力指数：低 
内水氾濫	雨水流出抑制	住民の洪水対策の必要性の認識から，ボトムアップに実施された施策／施設	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 各戸用雨水貯留タンクや浸透桝 **特徴** • 各戸，個人，地域等の参加型の取組みにより，雨水流出抑制を図る • 雨水貯留タンクや浸透桝の設置など。 • 個人や民間等に対する助成・補助，指導等が課題となる。 **適用条件，必要条件** • 各戸，個人，地域等の参加型の取組みにより，雨水流出抑制を図る場合において適用される施策／施設	**事例 11** 住民や地域参加型のボトムアップによる雨水貯留浸透対策の実施 **具体事例** 墨田区， 世田谷区， 福岡市（樋井川流域）， 滋賀県民宣言（地域・住民が一体となった流域治水の取組み）など	**立地・都市**・・・墨田区 • 人口集中(人口密度)：高 • 成熟度(人口増減)：中 • 土地利用(都市化率)：高 • 社会基盤(道路延長)：高 • 財政力指数：低 

		公園整備，緑地保全・整備	**日本で実施されている施策・施設のタイプ** • 公園整備に伴う緑地整備・保全，制度を活用した民間による運用／維持管理など **特徴** • 公園整備に伴い，緑地整備・保全により雨水流出抑制効果を高める • 運用／維持管理のアプローチとして，民設公園制度を活用し，民間による運用／維持管理を実施。 • 運用／維持管理を民間に委託する代わりに規制緩和等，民間に対する負担軽減が必要。 **適用条件，必要条件** • 民間の開発努力，高い投資意欲等により，民間による運用／維持管理が期待される施策／施設	**事例 12** 公園・緑地整備／保全による雨水流出抑制と民間による運用／維持管理の実施 **具体事例** 萩山四季の森公園（東京都東村山市），など	**立地・都市**・・・東村山市

UR 都市機構. " 都市河川対策と大規模調整池整備　日本における宅地開発地区の流出抑制システム." 2018a. Print.

---."八王子みなみ野シティ　まちづくりのあゆみ." 2008. Print.

---."日本における調整池と都市開発及び住宅開発の一体整備について." 2018b. Print.

---. "Rain Infiltration System by UR For the Sound Water Cycle in the Urban Area " N.d.(a).Print.

二子玉川ライズ. "二子玉川ライズとは." N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.rise.sc/whatsrise/townmanagement/>.

二子玉川ライズ協議会 全体管理者・ 東急株式会社. "二子玉川ライズ イベントスペース使用規則." 2020. Web. 2020-03-18 <https://www.rise.sc/pdf/eventspace_rule.pdf>.

今野, 真一郎・塚原, 啓司." 「東京スカイツリータウン」における環境への取組み （特集 東京スカイツリー）." *基礎工* 40.1 （2012）: 10-4. Print.

国土交通省 水管理・国土保全局. "河川空間のオープン化活用事例集." 2018. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shigenkentou/pdf/jirei_kasenkukan_1808.pdf>.

国土交通省 都市・地域整備局 下水道部・国土交通省 河川局 治水課. "雨水浸透施設の整備促進に関する手引き（案） ～浸透能力の低減を見込んだ効果把握及び 維持管理の考え方について～. " 2010. Web. 2020-03-16 <https://www.mlit.go.jp/common/000113727.pdf>.

国土交通省・国土技術政策総合研究所. "下水道 改築更新コストの軽減が可能な「管きょ更生工法」を初の JIS 制定 ～JIS A 7511（下水道用プラスチック製管きょ更生工法）～." 2014. Web. 2020-03-18 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20140725.pdf>.

国土交通省. " 2 ）関連施策の推進について." N.d. Web. 2020-03-18 <http://www.mlit.go.jp/common/001256155.pdf>.

堀田, 栄治. "東武鉄道 取締役社長 根津 嘉澄氏　特別インタビュー." 2012. Web. 2020-03-18 <https://j-money.jp/articles/20120427110814/>.

塚原, 啓司 ・岡垣, 晃. "東京スカイツリータウンにおける省 CO2 対策." *電気設備学会誌* 32.10 (2012): 749-52. Web. 2020-03-18 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieiej/32/10/32749/pdf/-char/ja>.

墨田区. "路地尊タイプ." 2008. Web. 2020-03-18 <http://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/kankyou_hozen/amamizu/riyou/dounyuu_sisetu/amamizuriyou_sisetu/rozison.html>.

墨田区. "すみだの雨水利用." N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.city.sumida.lg.jp/kurashi/kankyou_hozen/amamizu/riyou/index.html>.

大成建設株式会社. "（仮称）芝浦水再生センター再構築に伴う上部利用事業　新築工事着工のお知らせ." 2012. Web. 2020-03-18 <https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2012/120222_3577.html>.

日刊建設工業新聞. "ＪＲ東日本／横浜駅西口開発ビル・鶴屋町棟に交流拠点機能追加／延べ３万平米超に変更." 2017. Web. 2020-03-18 <https://www.decn.co.jp/?p=94921>.

日本下水道管路管理業協会 編. *下水道管路施設維持管理マニュアル 2007 年版*. 東京: 日本下水道管路管理業協会, 2007. Print.

東京都下水道局. 第二部　主要施策の展開 "経営計画 2016”. 2016a. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/02kubu_2016.pdf>.

---. 第三部　経営基盤の強化 "経営計画 2016”. 2016b. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/pdf/jigyou/keieikeikaku/keikaku2016/06daisanbu_2016.pdf>.

東京都下水道局. "特集 海外の諸都市から注目される東京下水道の技術力." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/business/kanko/newstokyo/240/3/index.html>.

東京都都市整備局. "二子玉川東地区第一種市街地再開発事業." 2015. Web. 2020-03-18 <https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/cpproject/field/hutakotama/saikaihatsu81.html>.

---. "民設公園制度の導入について—東京都独自の新しい公園整備の仕組み—." N.d. Web. 2020-03-18 <https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/kouen_1.htm>.

東京都建設局. "河川." 2016. Web. 2020-03-18. <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000026075.pdf>.

東海, 博司. "雨水の循環がもたらす効果の多面的活用に向けて：雨水浸透工法を中心とした水循環技術の導入効果及び評価手法等の検討." *UR 都市機構　調査研究期報.= Seasonal research report of UR*.158 （2014）: 20-4. Web. 2020-03-18 <https://www.ur-net.go.jp/lab/kiho158/158-04.pdf>.

横浜市都市整備局都心再生課. "横浜駅周辺の未来～一緒に未来を考えましょう～." 2013. Web. 2020-03-18 <https://www.yokohama-cu.ac.jp/ext/movie/ue8n9g00000005ri-att/a1484300021202.pdf>.

橋本, かをり. "下水施設の上部に超高層，定借の地代でインフラ更新." *日経 BP 総研 HP*. 2015. Web. 2020-03-18.<https://project.nikkeibp.co.jp/atclppp/15/434169/082500036/?P=3>.

気候変動適応情報プラットフォーム. "都市型水害に強いまちづくり ～下水道整備の新たなステージへ～." 2018. Web. 2020-03-18 <https://adaptation-platform.nies.go.jp/articles/case_study/vol9_yokohama.html>.

牧田, 司. "都の民設公園第１号「萩山 四季の森公園」開園祭り." 2009. Web. 2020-03-18 <https://www.dai3.co.jp/_old_hp/rbayakyu/21th/times/news265.htm>.

谷川, 博. "民間の雨水貯留施設に助成，横浜市が全国初の区域指定." *日経BP 総研HP.* 2017. Web. 2020-03-18 <https://project.nikkeibp.co.jp/atclppp/PPP/news/020200166/>.

鈴木, 康嗣. "雨水貯留浸透施設等の整備効果に関する一考察 ～八王子みなみ野シティを事例として～." 2014. Web. 2020-03-18 <https://www.ur-net.go.jp/info/topics/pdf/20140527hachiouji.pdf>.

雨水貯留浸透技術協会編. *雨水浸透施設技術指針「案」 構造・施工・維持管理編 増補改訂.* 雨水貯留浸透技術協会, 2007. Print.

国土交通省 都市局 公園緑地・景観課, "都市公園の質の向上に向けた Park-PFI 活用ガイドライン". 2018. Web. 2020-03-18 <https://www.mlit.go.jp/common/001197545.pdf>.

連絡先

世界銀行東京防災ハブ

電話: +81-3-3597-1320

E メール: drmhubtokyo@worldbank.org

ウェブサイト: www.worldbank.org/drmhubtokyo