

気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 提言
参考資料（一部改訂）

参考資料の内容

1. 近年の降雨及び内水被害の発生状況、下水道整備の現状
2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進
3. 下水道施設の耐水化の推進
4. 早期の安全度の向上
5. ソフト施策の更なる推進・強化
6. 多様な主体との連携の強化

IPCC第5次評価報告書の概要

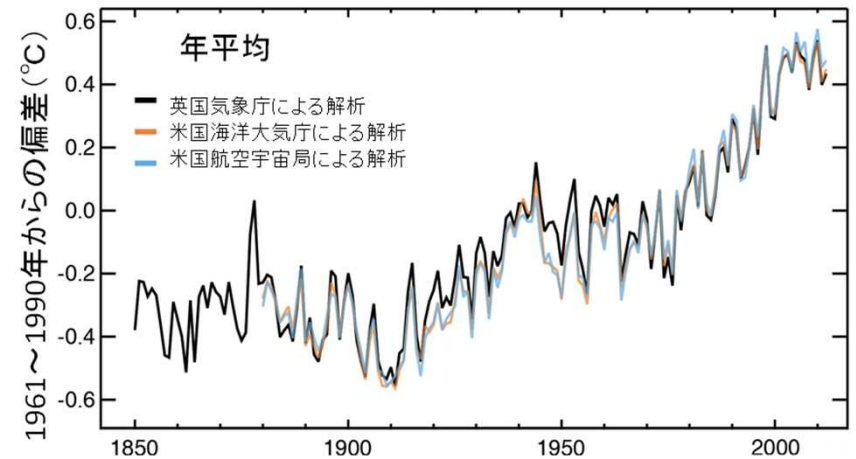
【観測事実と温暖化の要因】

- ◆ 気候システムの温暖化については疑う余地がない。
- ◆ 人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主な要因であった可能性が極めて高く、温暖化に最も大きく効いているのは二酸化炭素濃度の増加。
- ◆ 最近15年間、気温の上昇率はそれまでと比べ小さいが、海洋内部(700m以深)への熱の取り込みは続いており、地球温暖化は継続している。

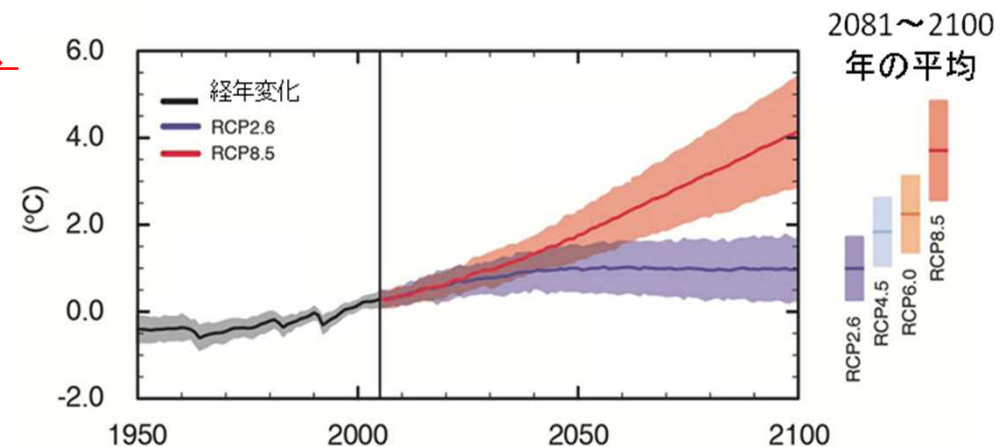
【予測結果】

- ◆ 21世紀末までに、世界平均気温が0.3~4.8°C上昇、世界平均海面水位は0.26~0.82m上昇する可能性が高い(4種類のRCPシナリオによる予測)。
- ◆ 21世紀末までに、ほとんどの地域で極端な高温が増加することがほぼ確実。
また、中緯度の陸域のほとんどで極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高い。
- ◆ 排出された二酸化炭素の一部は海洋に吸収され、海洋酸性化が進行。

世界の地上気温の経年変化



1950~2100年の世界平均地上気温の経年変化(1986~2005年の平均との比較)



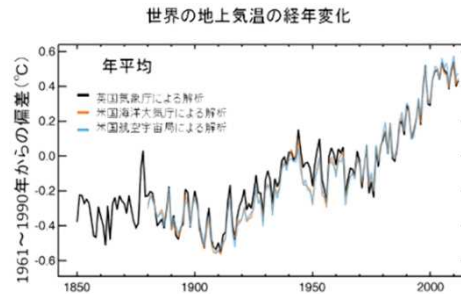
顕在化している気候変動の影響と今後の予測（外力の増大）

- 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書によると、気候システムの温暖化については疑う余地がなく、21世紀末までに、世界平均気温が更に0.3～4.8℃上昇するとされている。
- また、気象庁によると、このまま温室効果ガスの排出が続いた場合、短時間強雨の発生件数が現在の2倍以上に増加する可能性があるとしている。
- さらに、今後、**降雨強度の更なる増加**と、**降雨パターンの変化**が見込まれている。

既に発生していること

気温

- ◆ 世界の平均地上気温は1850～1900年と2003～2012年を比較して0.78℃上昇



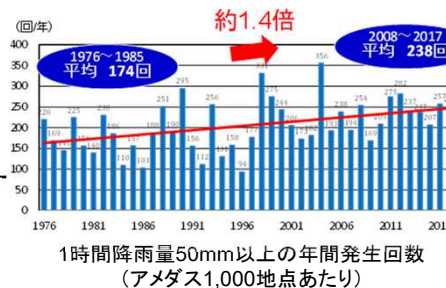
今後、予測されること

- ◆ 気候システムの温暖化については疑う余地がない
- ◆ 21世紀末までに、世界平均気温が更に0.3～4.8℃上昇

出典：気候変動に関する政府間パネル（IPCC）：第5次評価報告書、2013

降雨

- ◆ 短時間強雨の発生件数が約30年前の約1.4倍に増加
- ◆ 2012年以降、全国の約3割の地点で、1時間当たりの降雨量が観測史上最大を更新



- ◆ 1時間降雨量50mm以上の発生回数が2倍以上に増加

出典：気象庁：地球温暖化予測情報 第9巻、2017

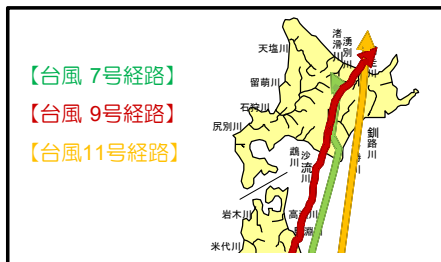
顕在化している気候変動の影響と今後の予測（現象の変化）

既に発生していること

今後、予測されること

台風

- ◆ 平成28年8月に、統計開始以来初めて、北海道へ3つの台風が上陸
- ◆ 平成25年11月に、中心気圧895hPa、最大瞬間風速90m/sのスーパー台風により、フィリピンで甚大な被害が発生



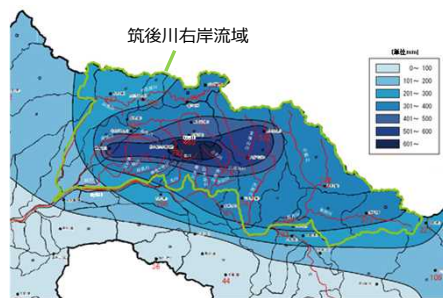
平成28年8月北海道に上陸した台風の経路

- ◆ 日本の南海上において、**猛烈な台風の出現頻度が増加**※
- ◆ 台風の通過経路が**北上**する

※出典：気象庁気象研究所「記者発表資料「地球温暖化で猛烈な熱帯低気圧（台風）の頻度が日本の南海上で高まる」、2017

局所豪雨

- ◆ 時間雨量50mmを超える短時間強雨の発生件数が約30年前の約1.4倍に増加
- ◆ 平成29年7月九州北部豪雨では、朝倉市から日田市北部において観測史上最大の雨量を記録



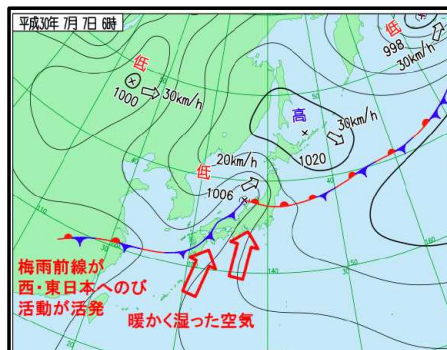
平成29年7月筑後川右岸流域における12時間最大雨量

- ◆ 短時間豪雨の**発生回数と降水量**がともに増加

出典：第2回 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会

前線

- ◆ 平成30年7月豪雨では、梅雨前線が停滞し、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨が発生
- ◆ 特に長時間の降水量について多くの観測地点で観測史上1位を更新



平成30年7月豪雨で発生した前線

- ◆ 停滞する大気のパターンは、増加する兆候は見られない
- ◆ 流入水蒸気量の増加により、**総降雨量が増加**

出典：第2回 異常豪雨の頻発化に備えたダム洪水調節機能に関する検討会、第2回 実行性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会、中北委員資料

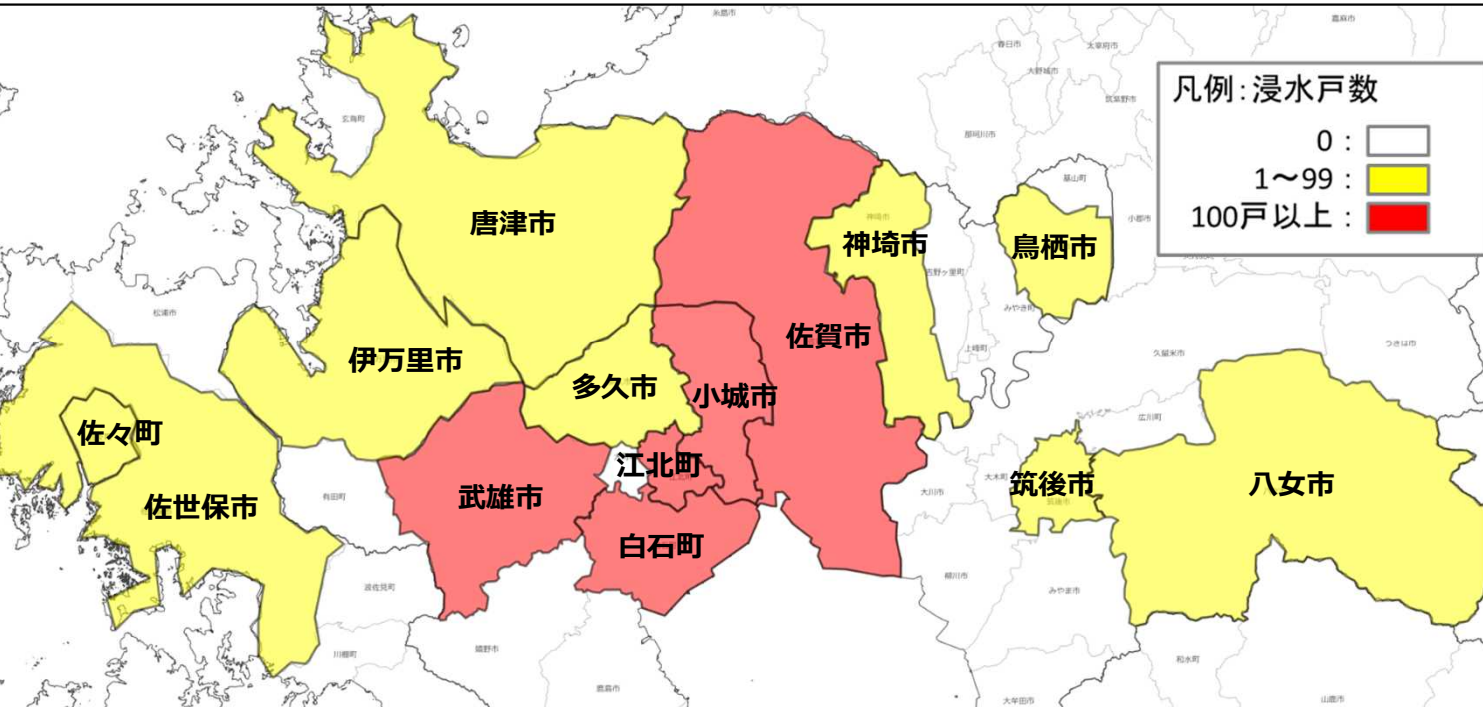
令和元年8月の前線に伴う大雨による内水被害の概要

令和元年9月末現在

- 8月28日の明け方に1時間100ミリ以上の記録的豪雨が相次いで観測され、大雨特別警報が、佐賀県、福岡県、長崎県に発表。九州北部地方を中心に、8月26日からの総降水量が600ミリを超過するなど記録的大雨。
- この3県では、内水氾濫による浸水被害が、14市町で発生。
- 浸水戸数は全国で約6千戸、そのうち内水被害が3県で約4千戸。

○ 主な内水被害団体※（被害戸数 100戸以上）

都道府県	市	被害状況		
		床上(戸)	床下(戸)	合計
佐賀県	佐賀市	461	2,443	2,904
	白石町	15	298	313
	小城市	59	183	242
	武雄市	56	103	159
	江北町	9	148	157
合計（14地方公共団体）		715	3,229	3,944



○ 内水被害発生団体※（ ）内は市町村数

福岡県（2）、佐賀県（10）、長崎県（2）

※被害戸数は下水道区域における内水被害であり、地方公共団体からの報告による。
 なお、外水被害を含む場合があることから、今後変動することがある。



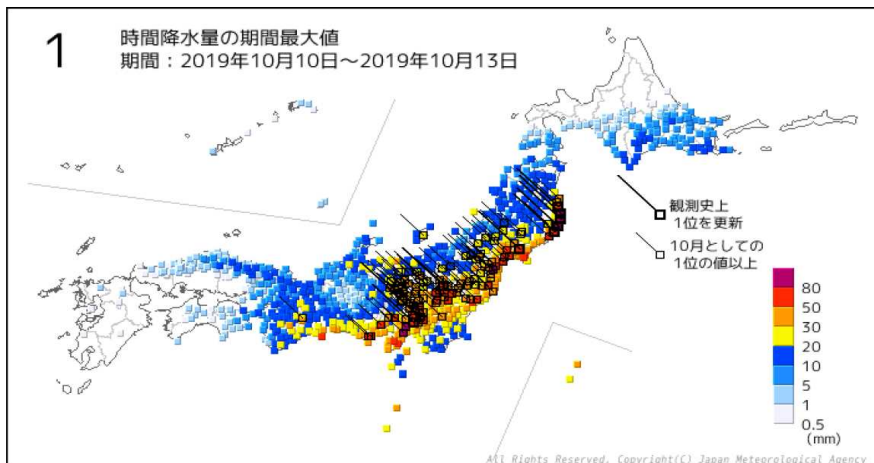
令和元年東日本台風等の特徴

- 令和元年10月6日に南鳥島近海で発生した令和元年東日本台風は、12日19時前に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸した。その後、関東地方を通過し、13日12時に日本の東で温帯低気圧に変わった。
- 台風の接近・通過に伴い、広い範囲で大雨、暴風、高波、高潮となった。
- 雨については、10日から13日までの総降水量が、神奈川県箱根で1000ミリに達し、東日本を中心に17地点で500ミリを超えた。特に静岡県や新潟県、関東甲信地方、東北地方の多くの地点で3、6、12、24時間降水量の観測史上1位の値を更新した。
- また、下水道の雨水計画で対象とする1時間降水量についても、9地点で観測史上1位を更新するとともに、18都市で計画規模を超える降雨が発生するなど、平成30年7月豪雨に続いて記録的な大雨となった。

※全国の気象観測地点は約1,300地点

令和元年東日本台風

1時間降水量の期間最大値の分布図(10月10日0時～10月13日24時)



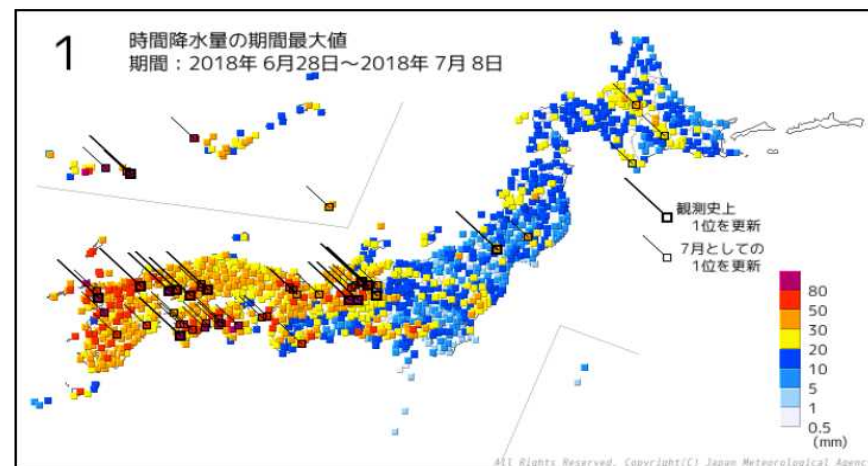
9地点で観測史上1位を更新

※気象庁ウェブサイトより作成（特定期間の気象データ；2019年10月10日～2019年10月13日（台風第19号による大雨、暴風等）
※数値は速報値であり、今後変更となる場合がある。

- 計画規模を超える降雨が発生した都市：18都市

平成30年7月豪雨

1時間降水量の期間最大値の分布図(6月28日0時～7月8日24時)



14地点で観測史上1位を更新

※気象庁ウェブサイトより作成（特定期間の気象データ；2018年6月28日～2018年7月8日（平成30年7月豪雨（前線及び台風第7号による大雨等））
※数値は速報値であり、今後変更となる場合がある。

- 計画規模を超える降雨が発生した都市：23都市

令和元年東日本台風による内水被害の概要

令和2年1月末現在

- 内水氾濫による浸水被害が、東日本を中心に**15都県135市区町村**で発生。
- 住家被害は全国で約9.4万戸。そのうち内水被害が約3.0万戸。

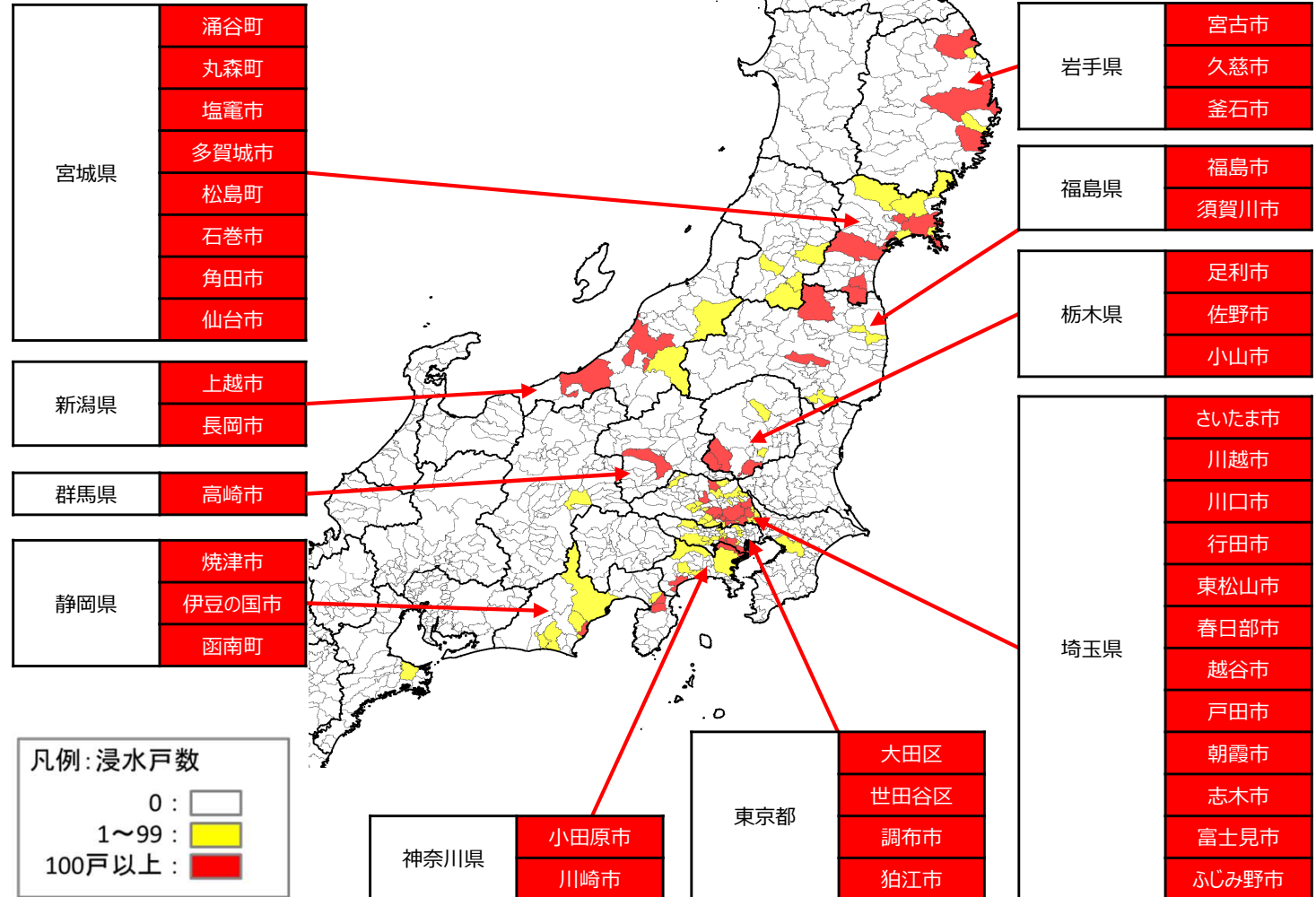
○主な内水被害団体※（被害戸数 1,000戸以上）

○内水被害発生団体※（ ）内は市区町村数

岩手県（5）、宮城県（14）、山形県（4）、福島県（4）、茨城県（2）、栃木県（7）、群馬県（1）、埼玉県（36）、千葉県（1）、東京都（27）、神奈川県（11）、長野県（4）、新潟県（6）、静岡県（12）、三重県（1）

※被害戸数は地方公共団体からの報告による。なお、外水被害を含む場合があることから、今後変動することがある。

都道府県	市	被害状況		
		床上(戸)	床下(戸)	合計
宮城県	丸森町	516	651	1,167
	石巻市	321	9,216	9,537
	角田市	736	806	1,542
	仙台市	1,321	475	1,796
福島県	須賀川市	918	510	1,428
埼玉県	さいたま市	1,040	380	1,420
神奈川県	川崎市	2,008	338	2,346
合計 (135地方公共団体)		11,555	18,991	30,546



平成30年7月豪雨による内水被害の概要

平成31年3月末時点

- 内水氾濫による浸水被害が西日本を中心に **19道府県88市町村** で発生。
- 浸水戸数は全国で約 **2.8万戸**。そのうち内水被害が約 **1.5万戸**。

○主な内水被害団体※（被害戸数 1,000戸以上）

都道府県	市	被害状況		
		床上(戸)	床下(戸)	合計
岡山県	岡山市	826	1,907	2,733
広島県	福山市	835	638	1,473
広島県	広島市	1,186	188	1,374
福岡県	久留米市	423	1,011	1,434
合計(88地方公共団体)		5,597	9,589	15,186

○内水被害発生団体※（ ）内は市町村数

北海道(3)、富山県(1)、石川県(1)、岐阜県(2)、愛知県(1)、京都府(8)、大阪府(4)、兵庫県(8)、和歌山県(3)、岡山県(11)、広島県(10)、山口県(6)、香川県(1)、愛媛県(5)、高知県(1)、福岡県(14)、佐賀県(6)、長崎県(1)、沖縄県(2)

※被害戸数は地方公共団体からの報告による。
なお、外水被害を含む場合があることから、今後変動することがある。

- 広島県
 - 福山市
 - 呉市
 - 東広島市
 - 広島市
 - 府中市

- 山口県
 - 岩国市

- 福岡県
 - 北九州市
 - 久留米市
 - 飯塚市
 - 小郡市

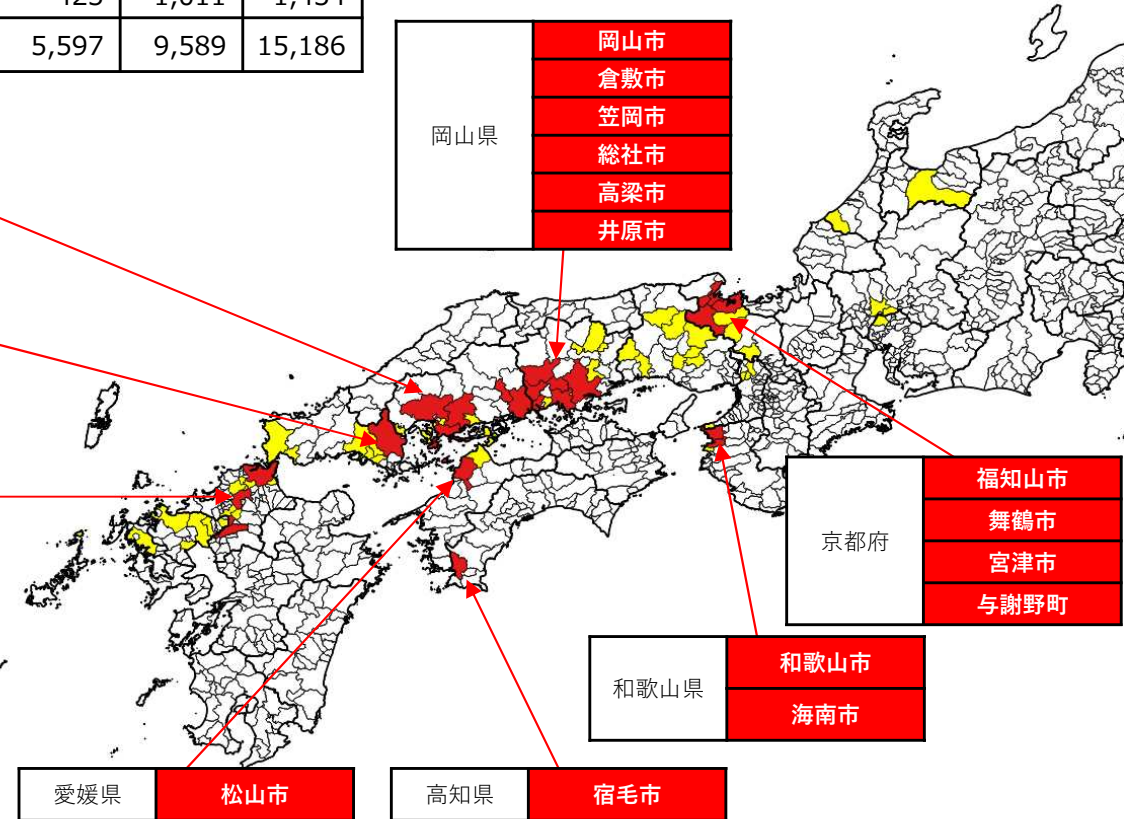
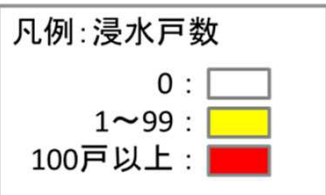
- 岡山県
 - 岡山市
 - 倉敷市
 - 笠岡市
 - 総社市
 - 高梁市
 - 井原市

- 京都府
 - 福知山市
 - 舞鶴市
 - 宮津市
 - 与謝野町

- 和歌山県
 - 和歌山市
 - 海南市

- 愛媛県
 - 松山市

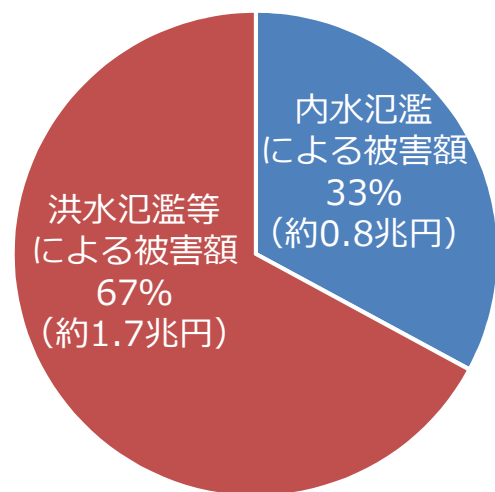
- 高知県
 - 宿毛市



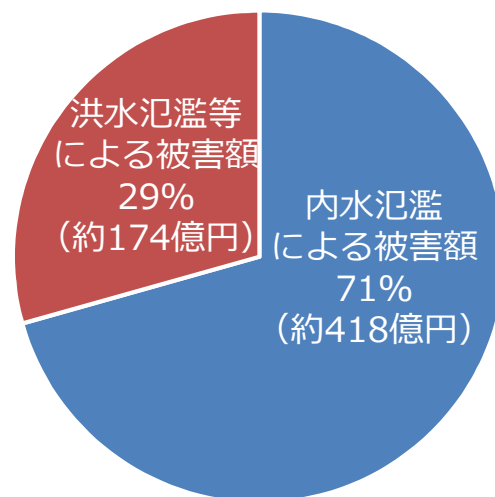
近年の全国における水害被害

- 過去10年間の全国の水害被害額の合計は約2.5兆円で、そのうち約3割が内水氾濫（東京都では、約7割が内水氾濫）。
- 過去10年間の全国の浸水棟数の合計は内水氾濫によるものが約21万棟。

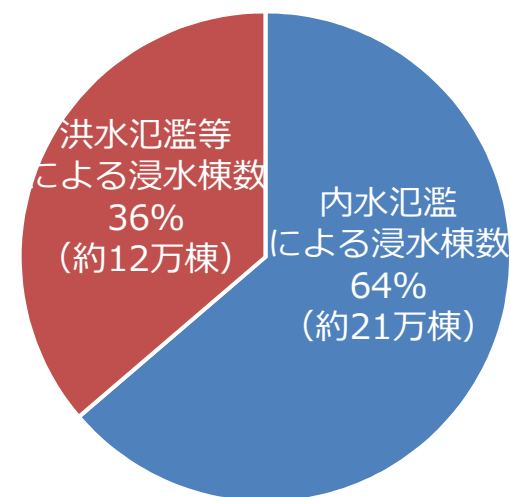
【被害額】＜全国＞



【被害額】＜東京都＞



【浸水棟数】＜全国＞

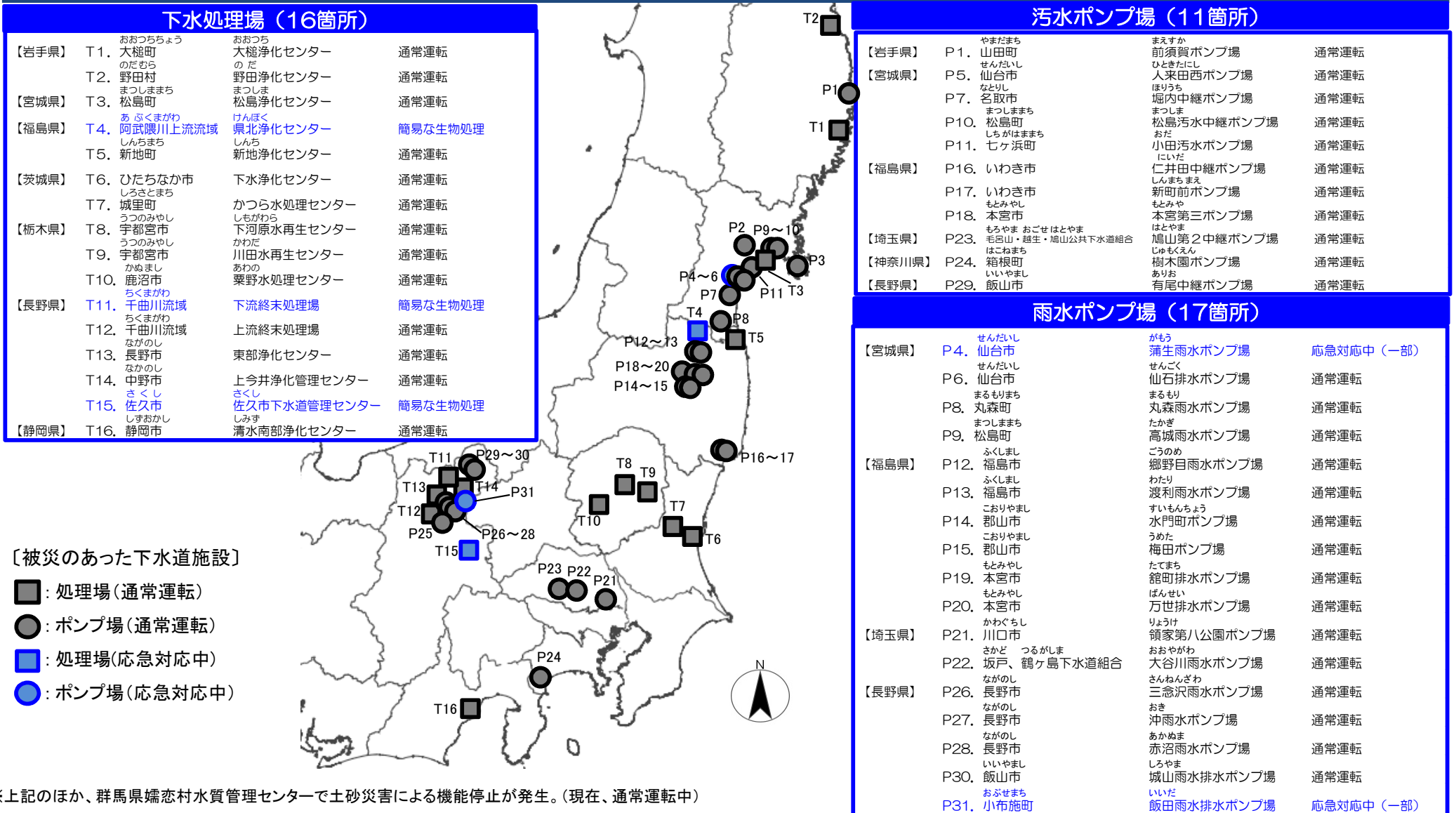


(出典:水害統計(平成21~30年の10年間の合計)より集計)

令和元年台風第19号による下水道施設の被害と対応

(令和2年5月末現在)

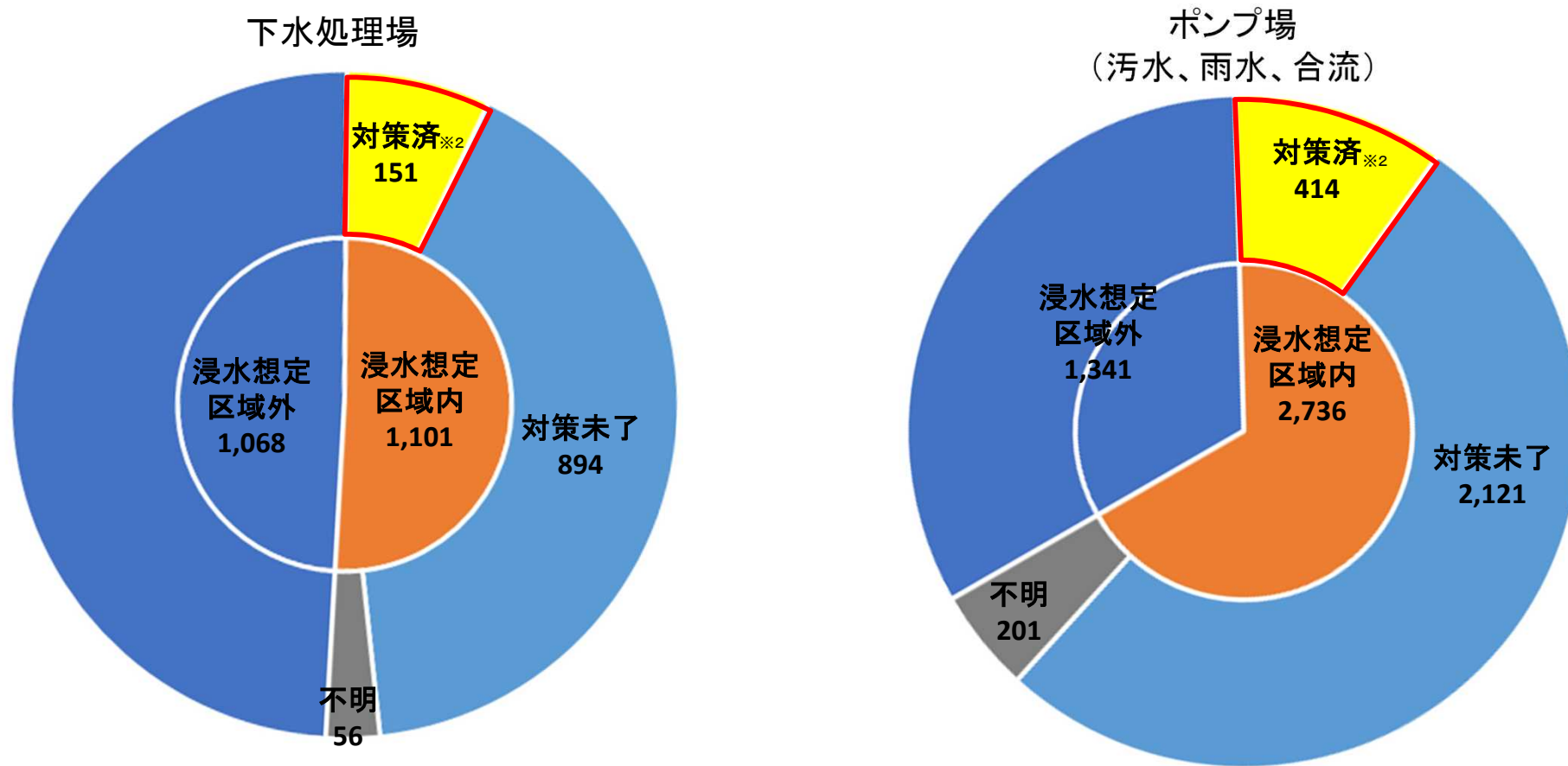
- 下水処理場16箇所で浸水被害により処理機能停止等が発生。うち13箇所で通常レベルの運転を再開、3箇所で簡易な生物処理により運転。
- ポンプ場28箇所で浸水被害が発生し、運転停止。うち26箇所で通常運転再開、2箇所で応急対応中(排水能力の一部確保)。



全国下水道施設における耐水化状況

- 下水処理場の約5割、ポンプ場の約7割が浸水想定区域内に立地。
- これらのうち、揚水機能の耐水化を実施済みの施設は下水処理場で14%、ポンプ場で15%。

浸水想定区域内※₁に設置された施設と耐水化の実施状況



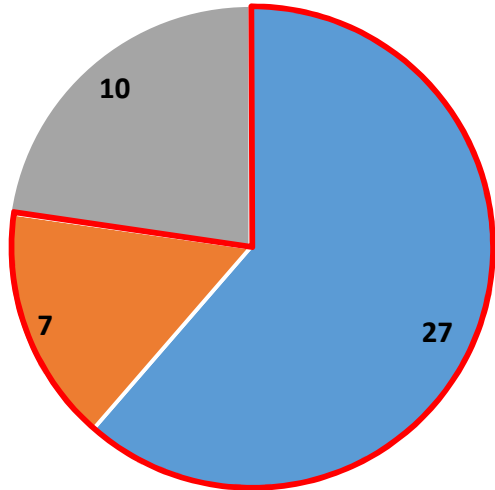
国土交通省調べ(2019年12月時点)

- ※₁ 洪水、内水、津波、高潮のいずれかの外力による浸水が想定される区域
- ※₂ 当該施設において想定される最大の浸水深に対して揚水機能が確保されている施設

台風第19号による下水道施設の被災状況

- 台風第19号で浸水により被災した施設のうち、外水による被災が27箇所、内水による被災が7箇所。
- 3m以下の浸水が9割を占めるが、最大では4.7m。
- 外水によって被災した施設の約5割がL1以下の浸水深。一方、L1を超える浸水も発生。

浸水(被災)要因



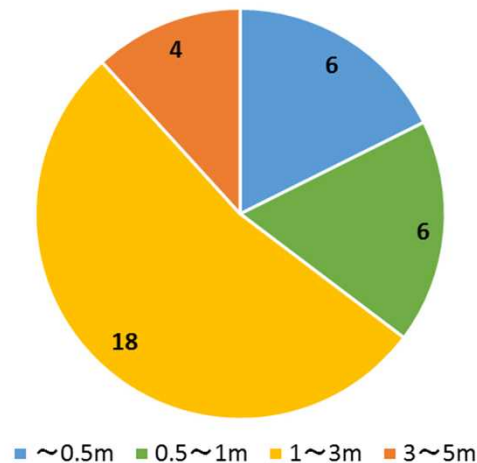
■ 外水 ■ 内水 ■ その他

内水・外水が原因の34施設
について分析



内水・外水によって被災した34施設

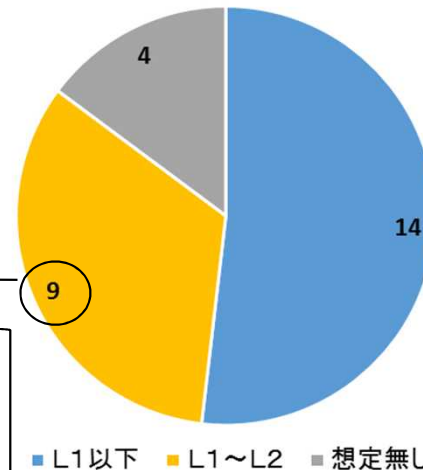
浸水深(被災水位)



■ ~0.5m ■ 0.5~1m ■ 1~3m ■ 3~5m

外水によって被災した27施設

被災水位と浸水想定水位(洪水)との関係



1箇所「耐水化対策済」(洪水:既往最大)だったが、それを上回る浸水が発生。

■ L1以下 ■ L1~L2 ■ 想定無し

内水によって被災した7施設

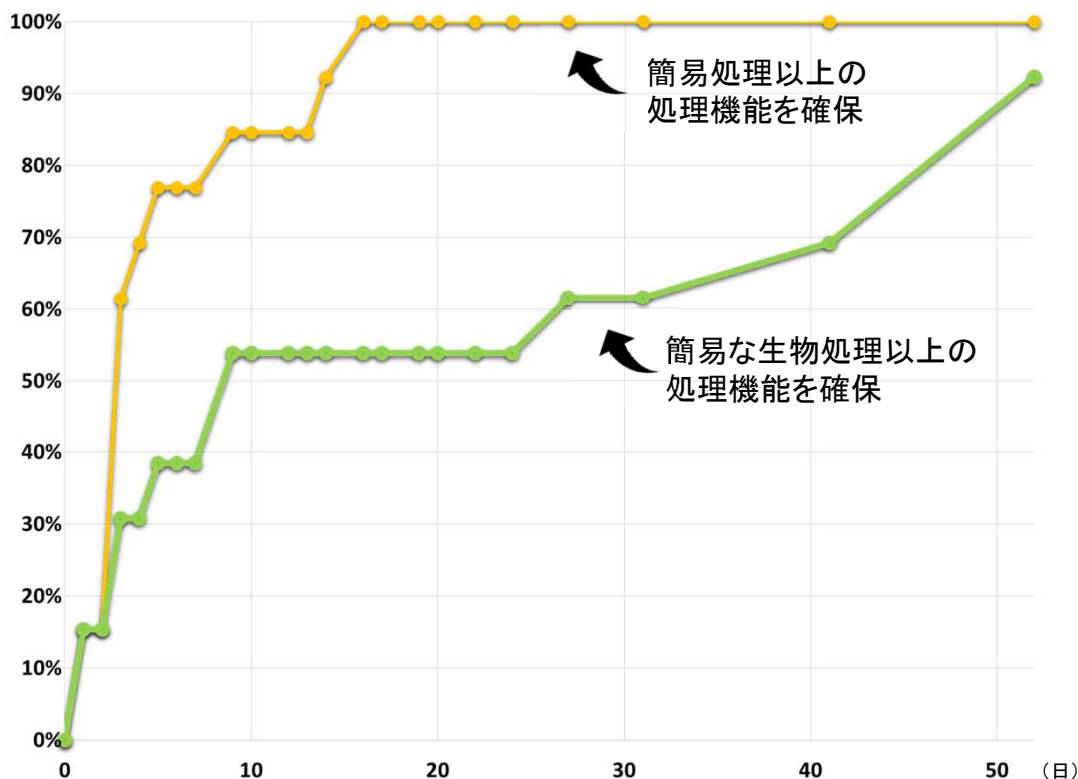
- ・3施設で内水による浸水想定(既往最大の降雨)を作成。
- ・これらの施設ではいずれも浸水想定水位を超えたことを確認。

浸水により被災した施設の復旧状況（1）

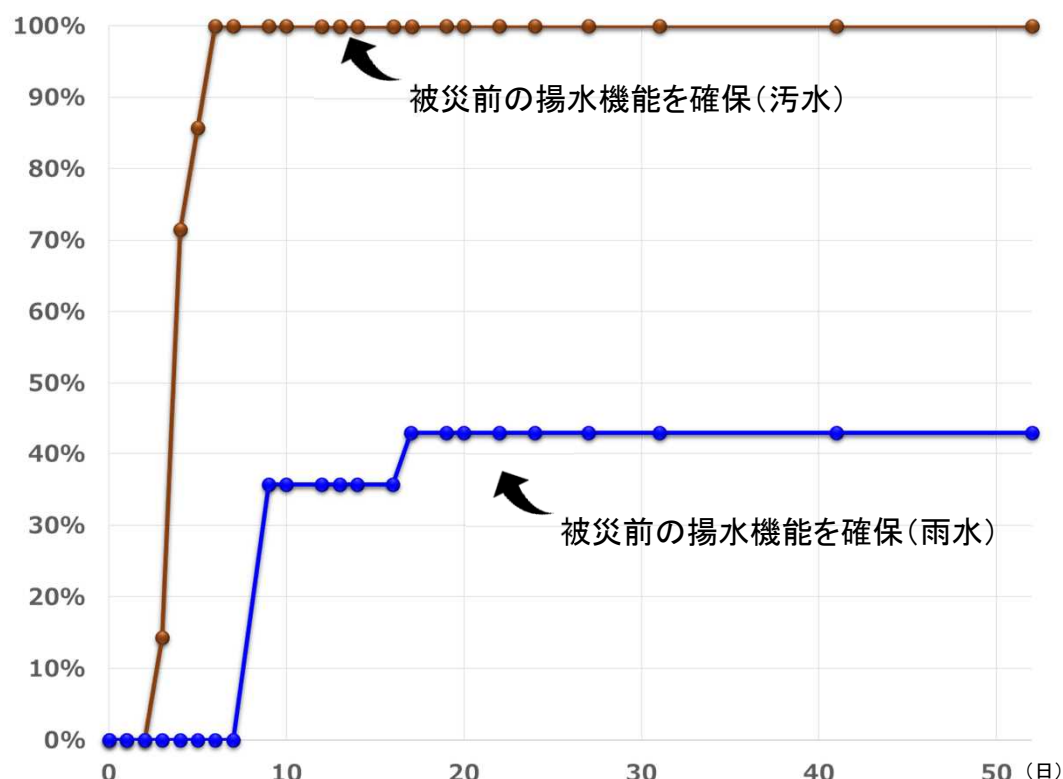
- 下水処理場は、被災から3日後までに約6割、1週間後までに約8割、約2週間後までに全ての施設で簡易処理（沈殿+消毒処理）以上の処理機能を確認。
- 污水ポンプ場は、被災から6日後までに全ての施設で被災前の揚水機能を確認。
- 雨水ポンプ場は、引き続き8施設で揚水機能の一部を確認。

発災からの経過日数と復旧状況

<下水処理場 13施設>



<ポンプ場 21施設（污水7施設・雨水14施設）>

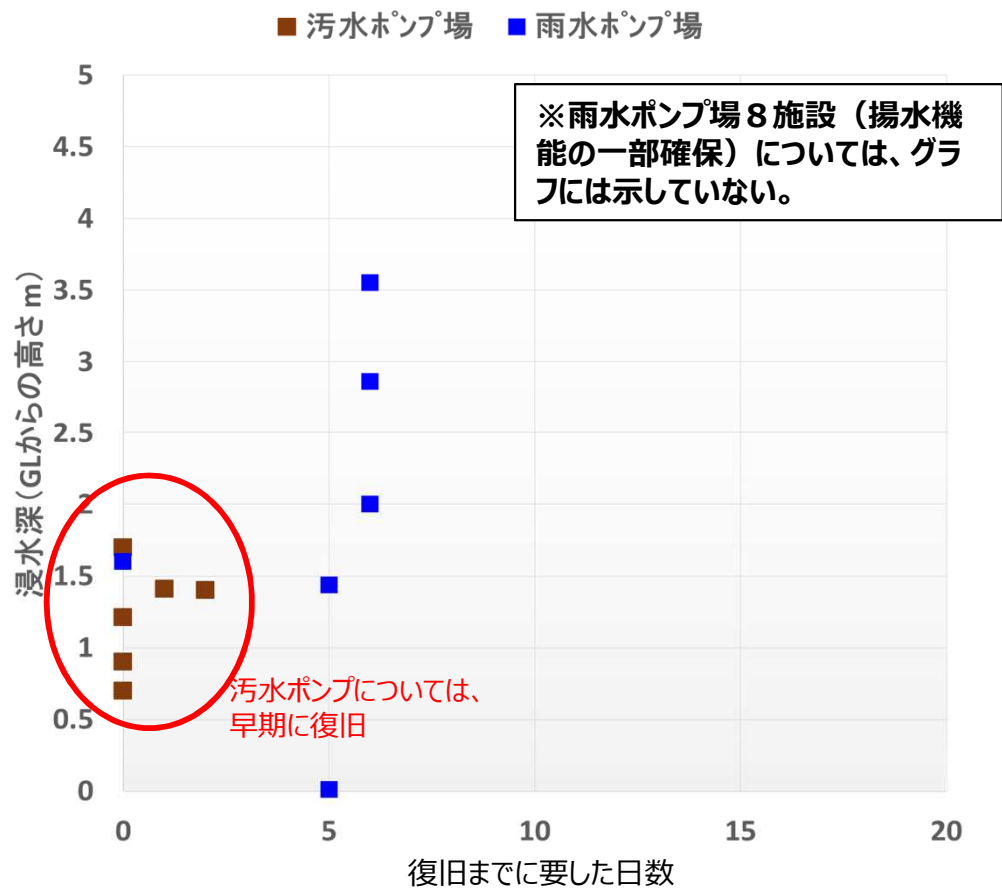
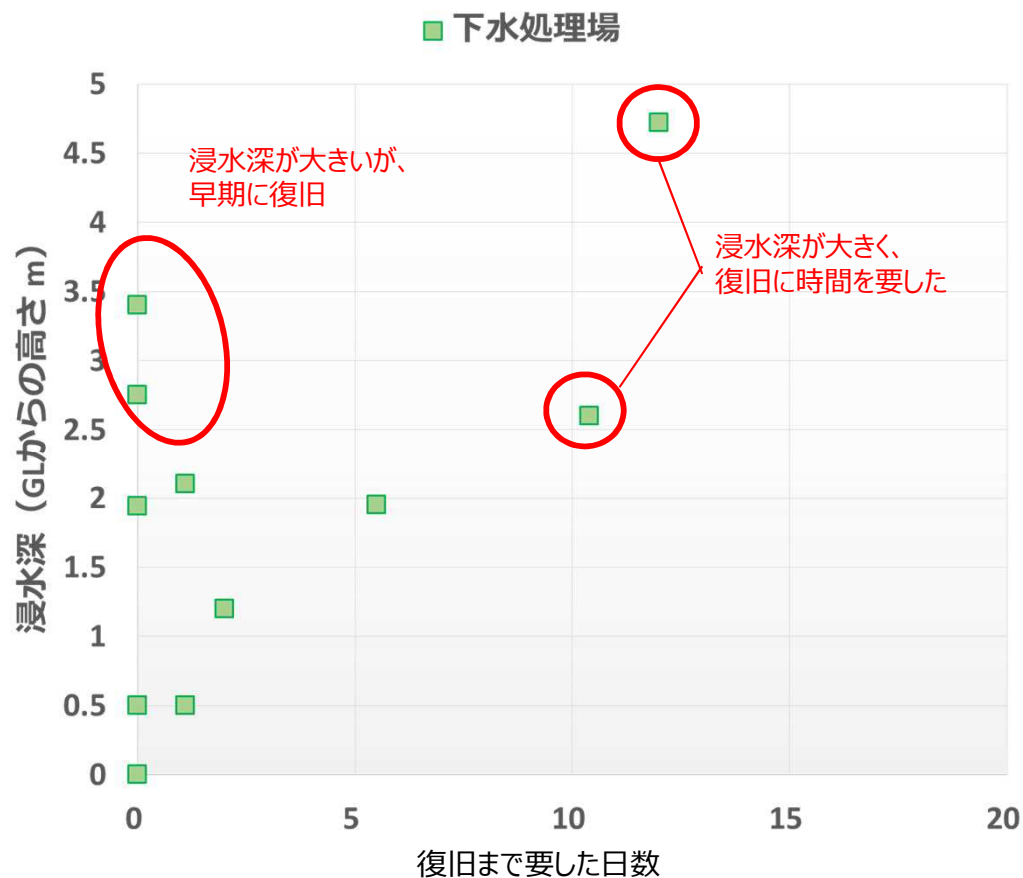


浸水により被災した施設の復旧状況（2）

- 下水処理場では、浸水深が深いほど日数を要する傾向が見られるが、直後から処理を開始した施設も見られる。
- ポンプ場では、応急運転までに要した日数は、汚水ポンプ場では比較的短く、雨水ポンプ場は長く要する傾向が見られる。

復旧に要した日数※と浸水深の関係

※ 下水処理場：施設周辺の浸水解消から簡易処理以上の処理機能を確保するまでの日数
 ポンプ場：施設周辺の浸水解消から被災前の揚水機能を確保するまでの日数

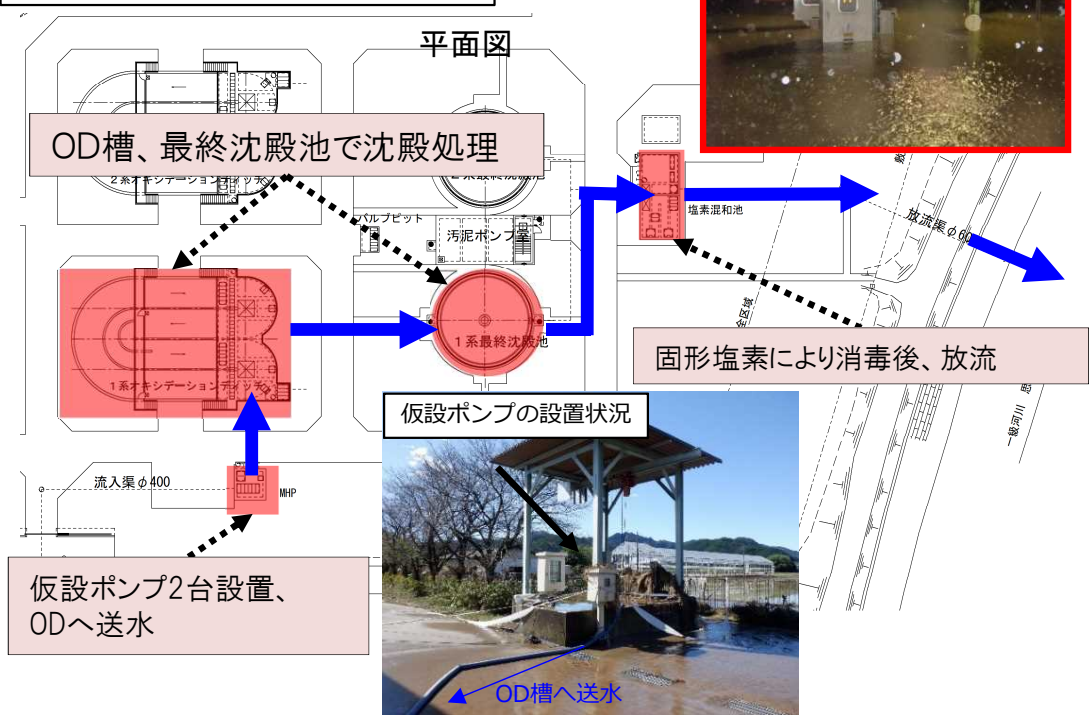


被災事例①（比較的早期に機能回復できた事例）

- 現状の耐水化レベルに対して浸水の程度が軽微な施設や、被災時の応急対応が容易な施設では、比較的早期に機能を回復

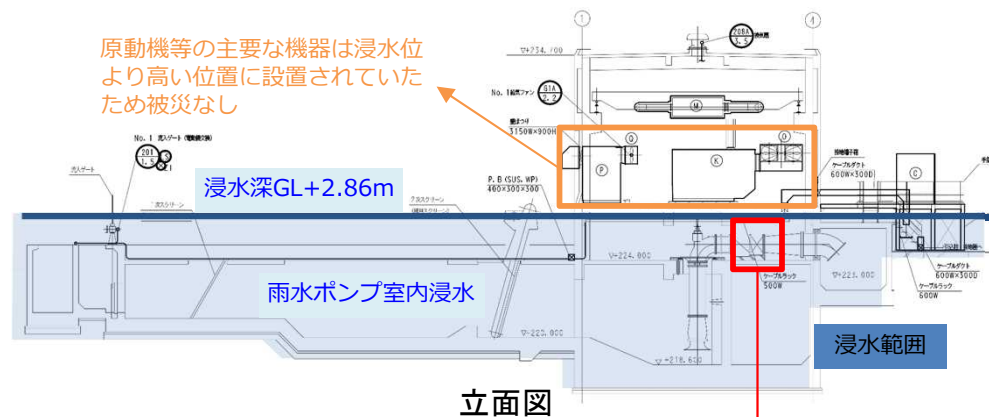
<栃木県鹿沼市 栗野水処理センターの例>

発災直後の応急対応の概要



- ⇒ 処理場内がGL+2.14m浸水し、主な電気設備、機械設備も水没したため揚水・沈殿・消毒機能が停止。
- ⇒ 必要な能力を仮設ポンプによって早期に確保できたことから、発災から2日後には簡易処理を開始。

<福島県郡山市 梅田ポンプ場の例>



ポンプ場浸水状況



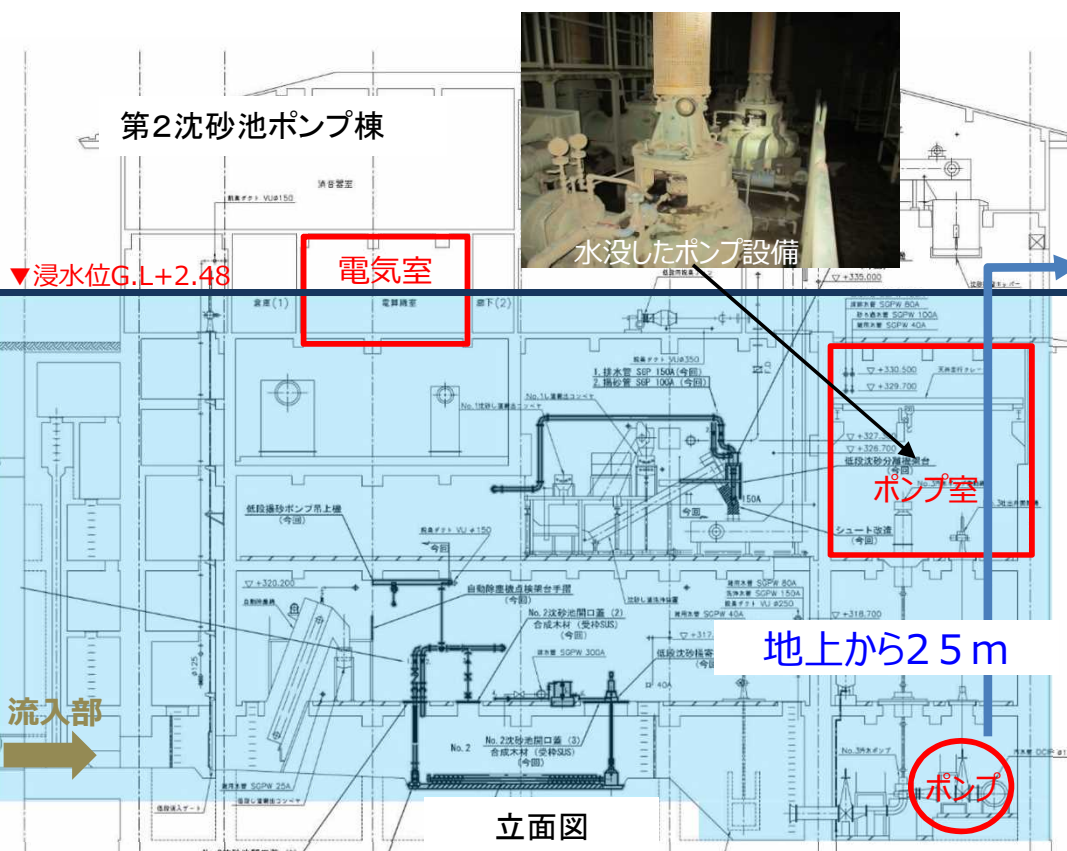
被災したポンプ吐出弁電動機

- ⇒ 原動機等の主要な機器については、浸水位より高位置に設置されていたため被災なし。ポンプ吐出弁電動機が浸水により故障したものの、速やかに仮設備を設置し、浸水解消から6日で機能を確保。

被災事例②（早期の機能回復が困難だった事例）

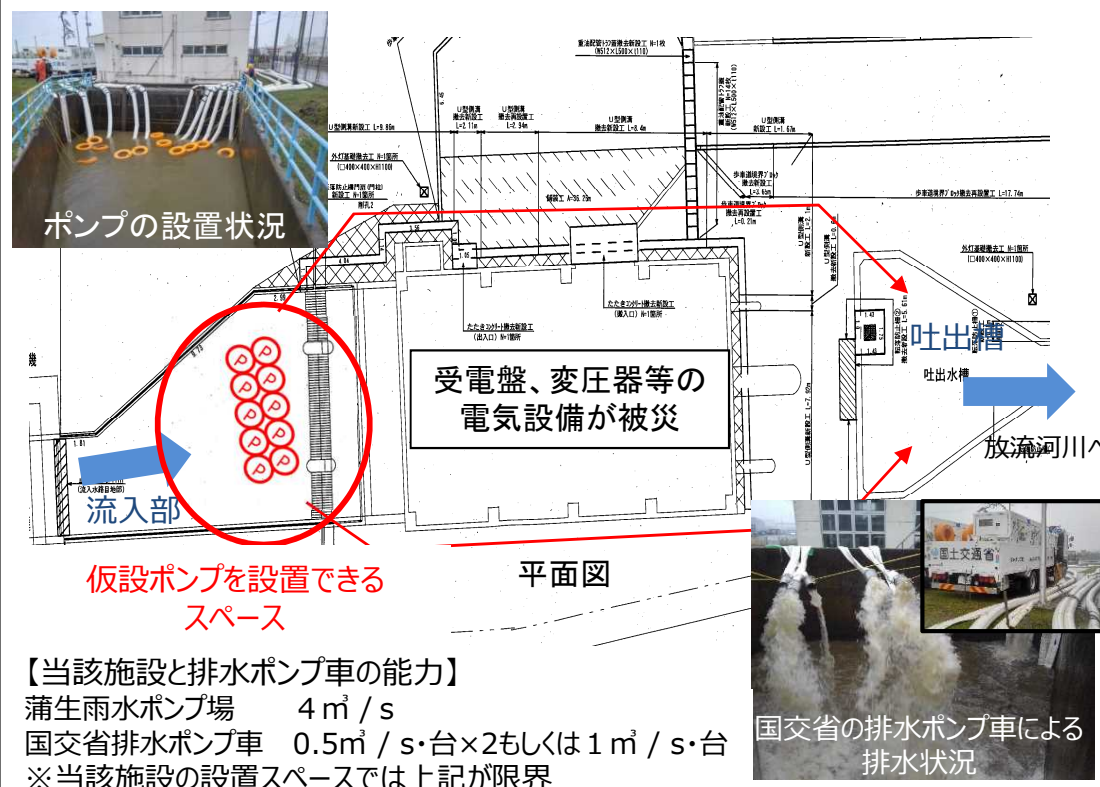
- 大規模なポンプ施設で仮設ポンプによる対応が困難な場合や、仮設ポンプ等の設置スペースの確保が困難な場合、機能回復まで一定の期間を要している。

<長野県千曲川下流流域 クリーンピア千曲の例>



- ⇒ 揚水機能を確認するために必要な主要な設備（ポンプ、電動機、受電盤等）が被災し、地下部に氾濫水が滞留。
- ⇒ 既設ポンプの揚程が約25mと大きいことから、仮設ポンプ等による施設内の排水及び揚水能力の確保に時間を要し、簡易処理開始まで10日かかった。

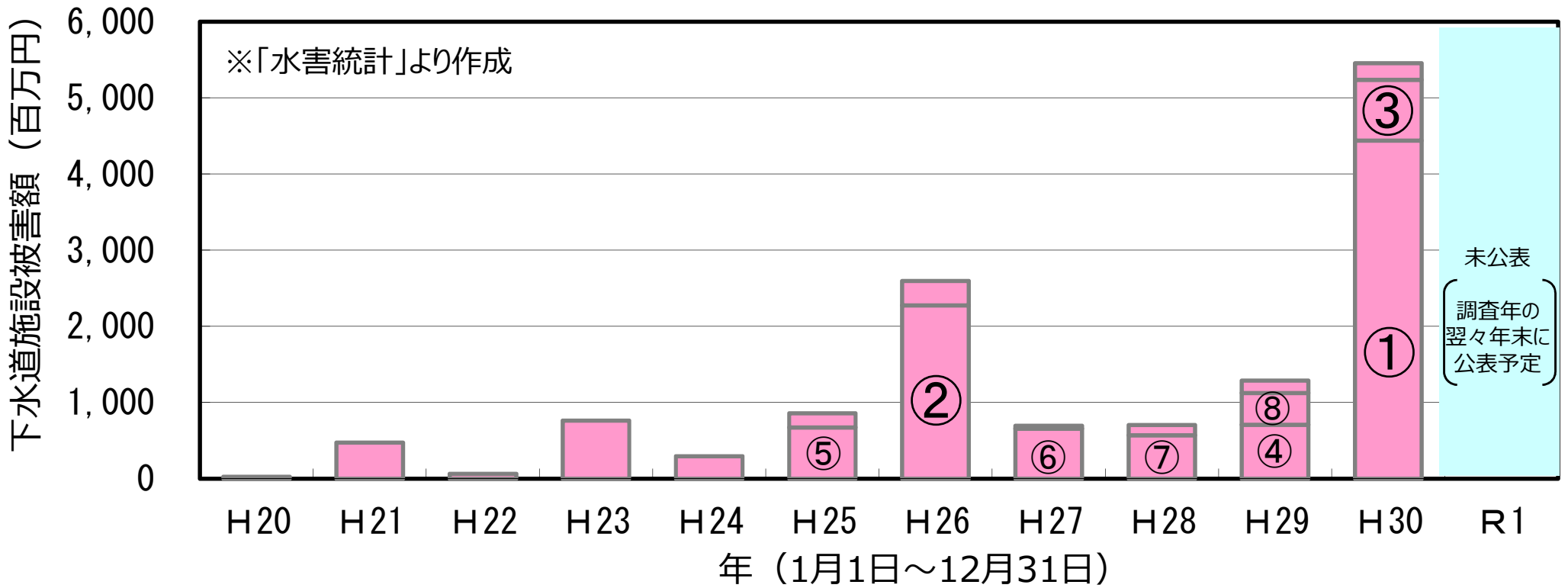
<宮城県仙台市 蒲生雨水ポンプ場の例>



- 【当該施設と排水ポンプ車の能力】
- | | |
|-----------|--|
| 蒲生雨水ポンプ場 | 4 m ³ / s |
| 国交省排水ポンプ車 | 0.5 m ³ / s・台×2もしくは1 m ³ / s・台 |
- ※当該施設の設置スペースでは上記が限界

- ⇒ 主要な電気設備が被災したため、10月18～19日から国交省の排水ポンプ車によって雨水の排水を実施。
- ⇒ ポンプの設置スペースに限界があるため、排水能力の一部しか確保できない。（ただし被災後の降雨が小規模だったため、排水ポンプ車によって浸水被害はなし）

(参考) これまでの風水害による下水道施設の被害規模



異常気象名		被害額※1 (億円)	被害箇所数※2 (管渠、マンホールポンプを除く)
①	【H30】7月豪雨	44.4	処理場:8、ポンプ場:11
②	【H26】豪雨(8.13-8.26)	22.8	処理場:2、ポンプ場:4
③	【H30】台風21号及び豪雨	8.0	処理場:5、ポンプ場:3
④	【H29】台風21号(10.19-10.24)	7.1	ポンプ場:2
⑤	【H25】台風18号(9.14-17)	6.7	処理場:5、ポンプ場:6
⑥	【H27】台風18号及び豪雨(9.6-27)	6.6	処理場:4、ポンプ場:4
⑦	【H28】台風10号(8.28-31)	5.7	処理場:1、ポンプ場:4
⑧	【H29】台風18号及び豪雨(9.14-18)	4.2	処理場:1
	【R1】台風19号	※3 約413億円	処理場:17、ポンプ場:31

※1 「水害統計」による ※2 国土交通省発表の災害情報による ※3 国土交通省調べ。速報値であり、今後変更となる可能性がある

内水氾濫と下水道の役割

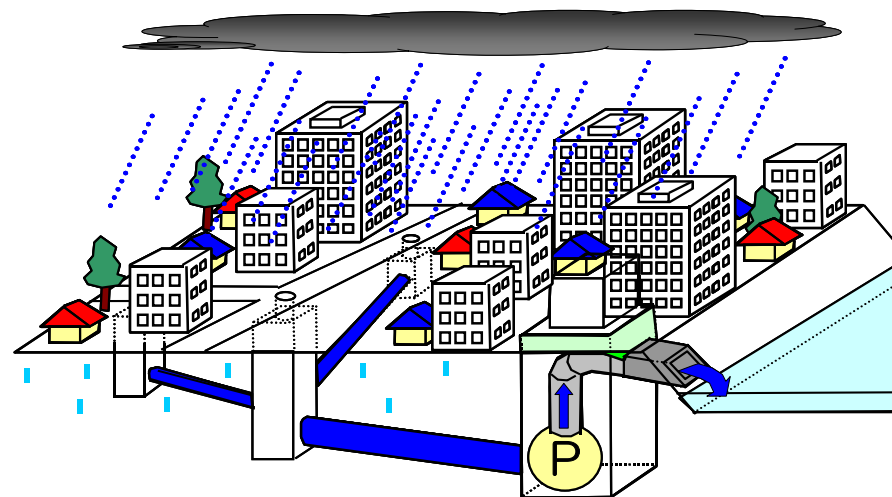
- 都市の浸水には、都市に降った雨が河川等に排水できずに発生する「内水氾濫」と河川から溢れて発生する「外水氾濫」がある。
- 下水道は、都市に降った「内水の排除」という役割を担っており、河川等に放流するための雨水管やポンプ場、貯留浸透施設等を整備。

【内水氾濫】



下水道の雨水排水能力を上回り浸水、または河川水位の上昇により、下水道から河川へ放流できず浸水

【下水道の役割】



雨水管やポンプ場、貯留浸透施設等を整備し、雨水を河川等へ排除

下水道の目標水準の考え方

- 平成19年の社会資本整備審議会答申では時間軸に応じた目標設定のあり方を示している
- 雨水排除計画で採用する確率年は、5～10年を標準とする（下水道施設計画・設計指針と解説）

〔平成19年の社会資本整備審議会答申〕

＜長期の目標＞

ハード整備に加え、ソフト対策と自助を組み合わせた総合的な対策により、既往最大降雨（過去に観測した最大規模の降雨量）に対する浸水被害の軽減を図る

＜中期の目標＞

[重点地区]

人命の保護、都市機能の確保、個人財産の保護の観点から、地下空間高度利用地区、商業・業務集積地区、床上浸水常襲地区等を「重点地区」として、既往最大降雨に対し、浸水被害の最小化を図る。その際、ハード整備の中期目標水準は、地区の被害状況等を踏まえ、概ね10年間に1回発生する降雨に対する安全度の確保を基本としつつ、事業の継続性・実現性を勘案して設定する。

[一般地区]

ハード整備の中の中期目標水準は、地区の実情等を踏まえ、概ね5年間に1回発生する降雨に対する安全度の確保を基本としつつ、事業の継続性・実現性等を勘案して設定する。また、ハード対策の中期目標水準を上回る降雨に対しては、ソフト対策、自助を推進する。

＜当面の目標＞

[重点地区]

既往最大降雨に対し、ハード整備に加え、ソフト対策と自助を組み合わせた総合的な対策により浸水被害の最小化を目指し、緊急性を持って取組を推進する。

都市浸水対策の実施状況

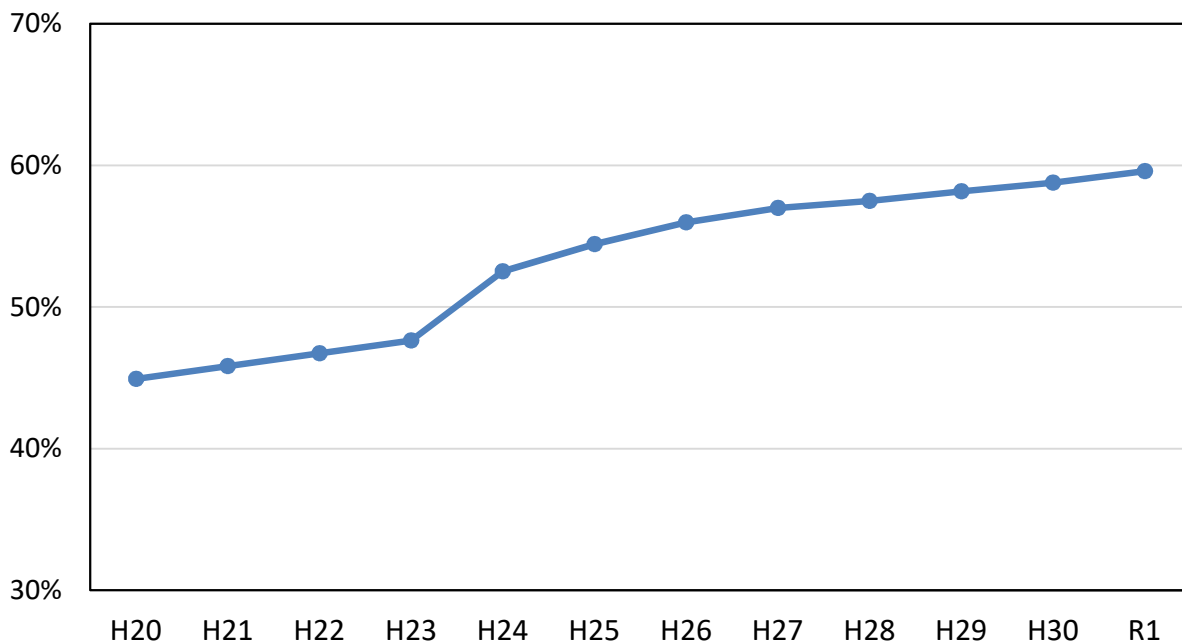
- 地方公共団体数は全国で約1,700。そのうち下水道事業で雨水整備を実施している団体は約1,000であり、下水道による都市浸水対策は、これまでも着実に推進。
- 人口・資産が集中する地域や近年甚大な被害が発生した地域等において、概ね5年に1回程度発生する規模の降雨に対して下水道の整備が完了した面積の割合（都市浸水対策達成率）は、令和元年度末時点で約60%。（第4期社会資本整備重点計画指標）

※「都市浸水対策達成率」

人口・資産が集中する地域や近年甚大な被害が発生した地域など都市浸水対策を実施すべき区域面積において、概ね5年に1回程度発生する規模の降雨に対応する下水道整備が完了した区域面積の割合

- 一方、下水道の整備が完了した地区は、下水道施設が浸水被害の軽減や解消に貢献。

都市浸水対策達成率※の推移



※当該グラフにおける「都市浸水対策達成率」の算出方法

「都市浸水対策達成率」の対象面積は社会資本重点整備計画ごとに見直ししているが、当該グラフにおける平成25年度以前の数値については、第4次社会資本整備重点計画（平成27年度～令和2年度）における対象面積（約84万ha）を分母として設定し、算出したもの。

(参考) 第4次社会資本整備重点計画 KPI指標

- 社会資本整備基本計画は、社会資本整備重点計画法に基づき、社会資本整備事業を重点的、効果的かつ効率的に推進するために策定する計画であり、対象は下水道、河川、海岸等の事業等である。
- 第4次社会資本整備重点計画（平成27～32年度）では、4つの重点目標と13の政策パッケージを設定し、計画期間に実施する重点施策とその進捗を示す指標を明示。下水道の浸水対策においても、以下のKPI指標に基づき、施策の進捗管理等を実施。

第4次社会資本整備重点計画 KPI指標 (H28～R2)

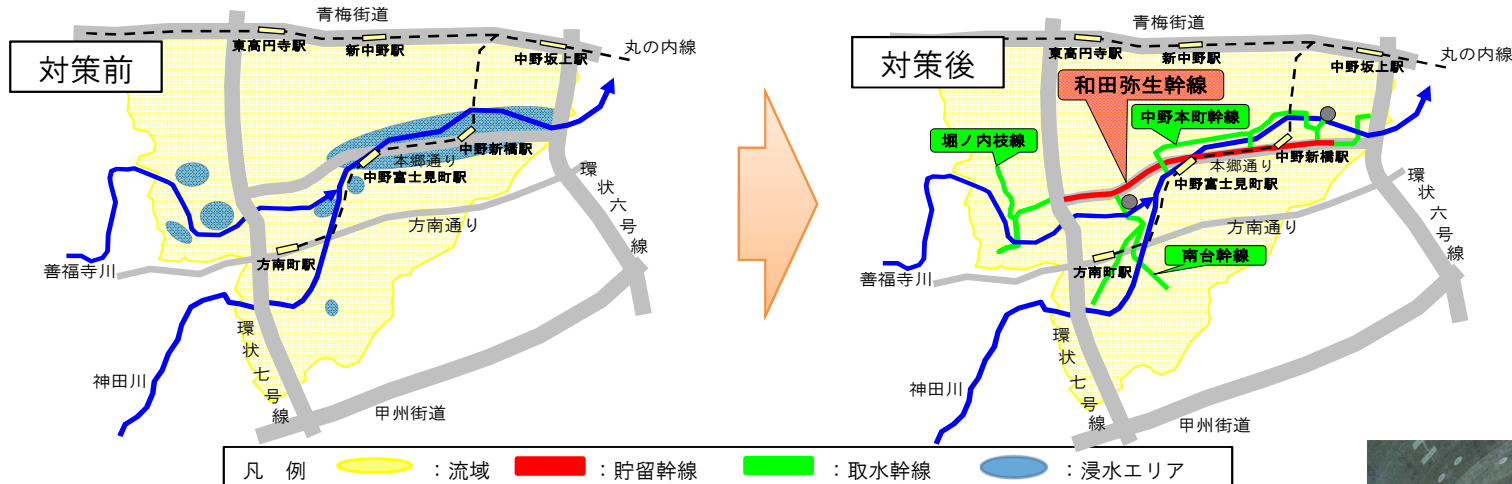
重点目標	重点目標 (小項目)	重点化方針	重点施策	指標名	初期値 (平成26年度)	現在 (平成30年度)	目標値 (令和2年度)
自然災害から国民のいのちと暮らしを守る社会づくり	自然災害のリスクに応じた防災・減災対策の推進	気候変動の影響等を踏まえた新たな防災・減災対策の確立	人口・資産が集中する地域や近年甚大な被害が発生した地域等における水害対策の推進（河道掘削や堤防整備等の河川改修、洪水調節施設の整備、堤防強化、下水道整備等）	下水道による都市浸水対策達成率	約56%	約59%	約62%
				ハード・ソフトを組み合わせた下水道浸水対策計画策定数	約130地区	約160地区 (平成29年度)	約200地区
				過去10年に床上浸水被害を受けた家屋のうち未だ浸水のおそれのある家屋数	約6.5万戸	約4.9万戸	約4.4万戸
	様々な主体の参画による防災意識社会の構築	自然災害リスクを踏まえたまちづくりの推進	最大クラスの内水に対応した浸水想定区域図の作成及びハザードマップの作成の推進	最大クラスの内水に対応したハザードマップを作成・公表し、住民の防災意識向上につながる訓練（机上訓練、情報伝達訓練等）を実施した市区町村の割合	0%	約5%	100%

都市浸水対策の効果事例（令和元年東日本台風）

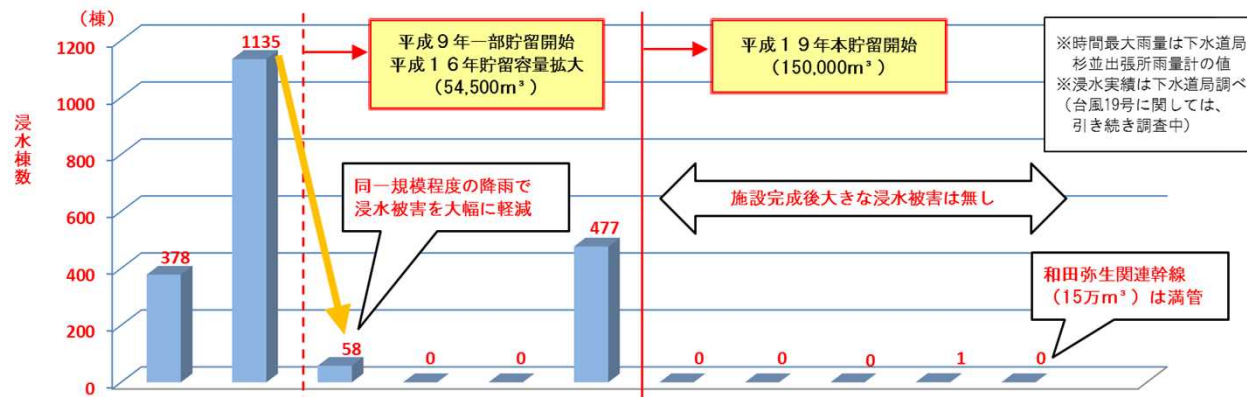
東京都

- 東京都中野区周辺では、平成5年の台風11号により大規模な浸水被害が発生。
- 東京都の下水道事業としては、都内最大の貯留管「和田弥生幹線（120,000m³）」および関連幹線等を整備。
- 令和元年東日本台風などで効果を発揮し、浸水被害の発生を防止・軽減。

整備状況



浸水被害状況



	平成3年 9月19日	平成5年 8月27日	平成16年 10月9日	平成16年 10月20日	平成17年 8月15日	平成17年 9月4日	平成23年 8月26日	平成25年 7月23日	平成25年 8月12日	平成30年 8月27日	令和元年 10月12日
	台風18号	台風11号	台風22号	台風23号	集中豪雨	集中豪雨	集中豪雨	集中豪雨	集中豪雨	集中豪雨	台風19号
時間最大雨量 ミリ/時	38	47	45	28	80	94	55	21	49	67	35



和田弥生幹線
 （貯留管：直径8.5m、延長2.2km）

【貯留容量：合計15万m³】
 和田弥生幹線（12万m³）
 南台幹線など関連幹線等（3万m³）

効果

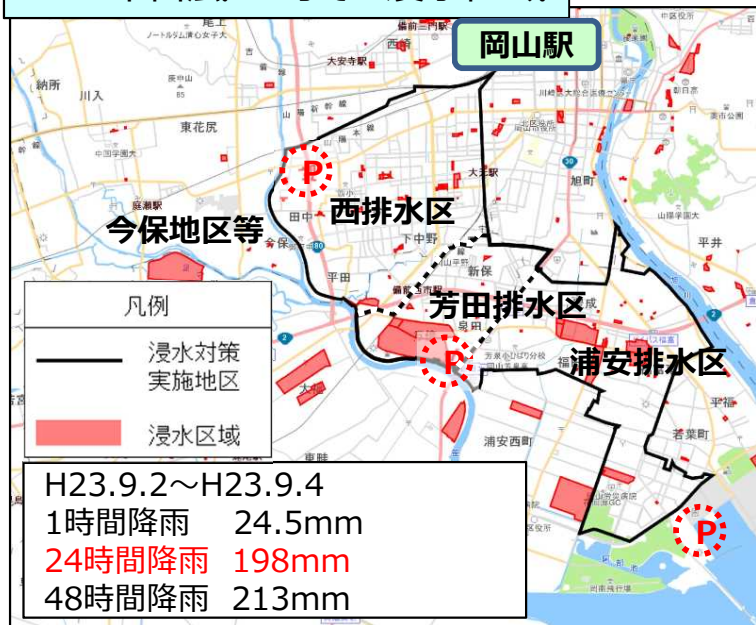
対策実施に伴い、浸水被害を大幅に軽減

都市浸水対策の効果事例 (平成30年7月豪雨)

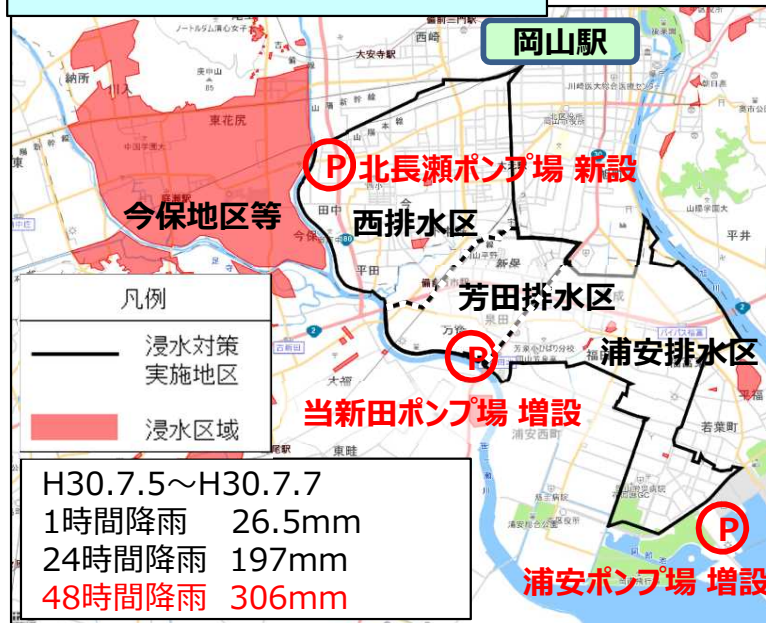
岡山県岡山市

- 岡山市では平成30年7月豪雨で内水により市内全域で約5千戸の浸水被害が発生 (平成30年8月末時点)
- 平成23年に大規模な浸水被害が発生した「西排水区、芳田排水区、浦安排水区」はポンプ場整備などの対策により、浸水被害が大幅に軽減された一方、計画があるにもかかわらず対策が未実施である「今保地区等」は甚大な浸水被害が発生。

H23年台風12号での浸水区域

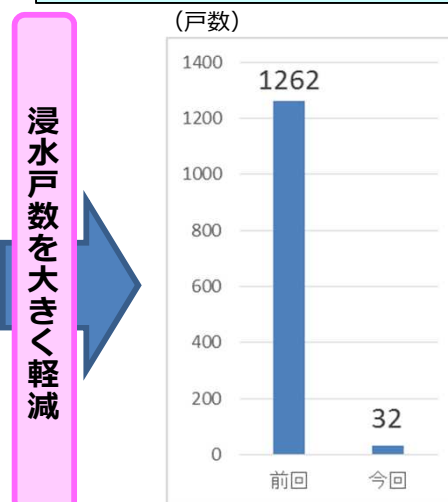


H30年7月豪雨での浸水区域



ポンプ場
3箇所増強などを実施

「西排水区、芳田排水区、浦安排水区」の浸水戸数



浸水戸数を大きく軽減

浸水対策を実施したことにより、
浸水戸数が大幅に軽減！



平成23年台風12号による浸水



北長瀬ポンプ場
平成24年7月 稼働開始
排水能力 200m³/min



当新田ポンプ場
平成28年3月 305m³/min増強
排水能力 955m³/min



浦安ポンプ場
平成27年3月 356m³/min増強
排水能力 792m³/min

令和元年東日本台風による内水被害の分析

令和2年1月末現在

- 被害原因と被害状況が把握できた約1.6万戸について、「災害の規模」と「土地の浸水しやすさ」をベースとした16の категорияに分類し、浸水リスクマトリクスを整理。
- 災害の規模は、「河川水位の状況」で河川水位と計画高水位の関係を区分し、「降雨の規模」を令和元年東日本台風の1時間最大降雨と下水道の計画降雨で区分。
- 土地の浸水しやすさは、被災地区の「下水道の雨水排水施設整備」の状況で区分し、「地形的な条件」をポンプ排水区と自然排水区で区分。



今後も大規模水害の発生時には、当該浸水リスクマトリクスの整理を実施し、データを蓄積する。

83.1%

※被害戸数は地方公共団体からの報告による。被害戸数には外水被害を含む場合がある。

平成30年7月豪雨による内水被害の分析

- 被害原因と被害状況が把握できた約1.5万戸について、「災害の規模」と「土地の浸水しやすさ」をベースとした16の категорияに分類し、浸水リスクマトリクスを整理。
- 災害の規模は、「河川水位の状況」で河川水位と計画高水位の関係を区分し、「降雨の規模」をH30年7月豪雨の1時間最大降雨と下水道の計画降雨で区分。
- 土地の浸水しやすさは、被災地区の「下水道の雨水排水施設整備」の状況で区分し、「地形的な条件」をポンプ排水区と自然排水区で区分。



今後も大規模水害の発生時には、当該浸水リスクマトリクスの整理を実施し、データを蓄積する。

81.9%

※被害戸数は地方公共団体からの報告による。
被害戸数には外水被害を含む場合がある。

都市浸水対策の課題 (令和元年8月の前線に伴う大雨)

佐賀県佐賀市

- 佐賀市では、令和元年8月の前線に伴う大雨における内水氾濫によって約2,904戸が浸水。(令和元年9月末時点)
- 本庄江排水区(平成28年6月に時間雨量47mm/hで約17ha浸水)では、浸水被害を防止軽減するため、厘外雨水ポンプ場を整備し、令和元年6月に完成。
- 令和元年7月21日の大雨(時間最大雨量41mm/h)では、浸水被害を防止し、整備効果をただちに発揮。
- 一方、令和元年8月の前線に伴う大雨(時間最大雨量110mm/h)は、施設計画(時間最大雨量64mm/h)をはるかに超える豪雨であり、内水氾濫が発生。今後は、ハードとソフトを組み合わせた総合的な内水被害対策のさらなる推進が必要。

施設計画範囲内の豪雨における整備効果 (R1.7.21)

▼ ポンプ場の整備 (本庄江排水区)



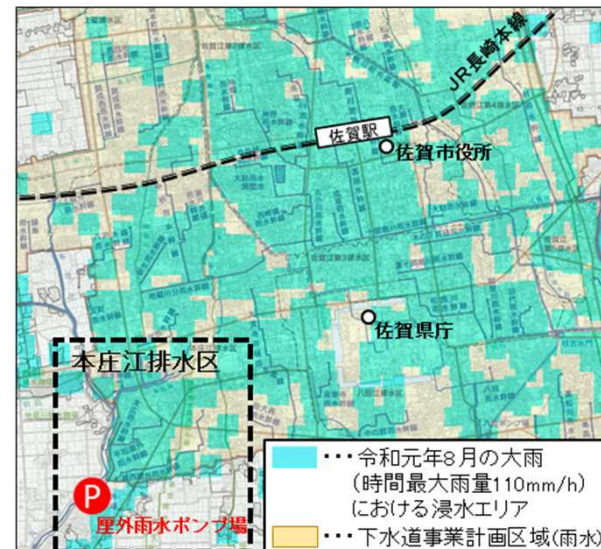
▼ 整備効果



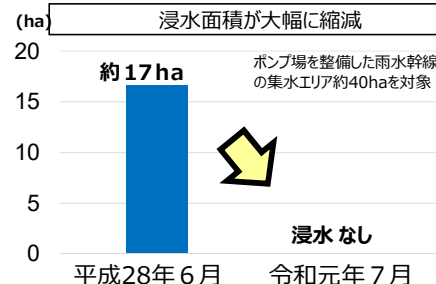
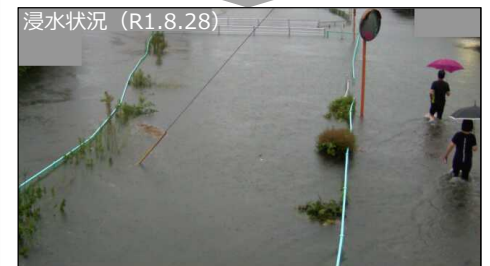
※位置図①

施設計画をはるかに超える豪雨での被害 (R1.8.28)

▼ 令和元年8月の前線に伴う大雨による浸水エリア



※位置図②



寄せられた市民の声 (佐賀新聞提供: R1.8.7記事)

つながる さがし ~地域のいま~

厘外ポンプ場のおかげで

本庄江河口へ放水される雨水

普段は芝生が生え、野球でも遊べそうな光田池の湧水状態ですが、この日は濁水状態です。この光景は怖さを感じました。北から流れ込んだ雨水は、本庄江河口へ毎秒2.5ずつ放水されています。今回の大雨で、警戒レベル4、4が発令されました。うれしかった！ やっぱ、6月に稼働し始めた厘外雨水ポンプ場のおかげだなあと、写真撮ってききました。

普段は芝生が生え、野球でも遊べそうな光田池の湧水状態ですが、この日は濁水状態です。この光景は怖さを感じました。北から流れ込んだ雨水は、本庄江河口へ毎秒2.5ずつ放水されています。今回の大雨で、警戒レベル4、4が発令されました。うれしかった！ やっぱ、6月に稼働し始めた厘外雨水ポンプ場のおかげだなあと、写真撮ってききました。

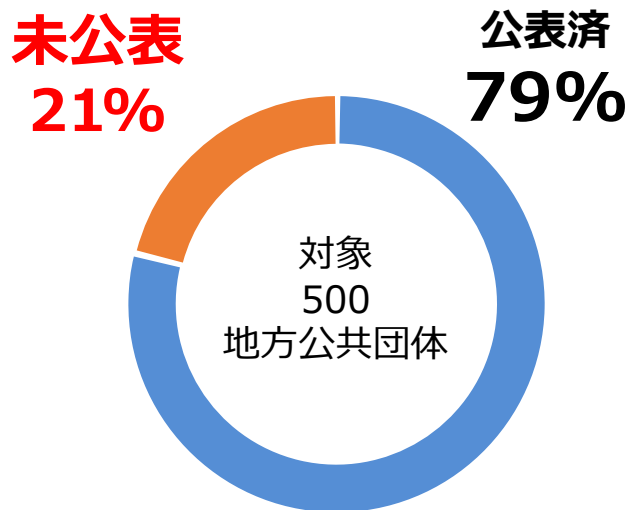
た。今後も気象情報に関心を持ち、すくに対応できるように心がけよう。

(西与賀校区 日井ひとみ)

内水ハザードマップの作成状況

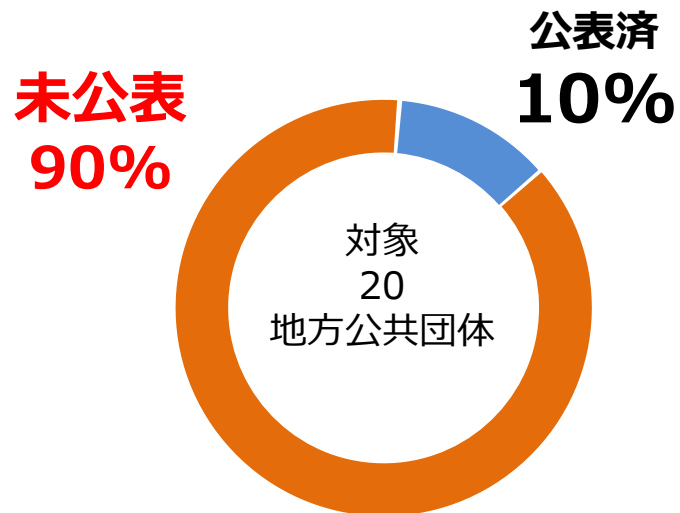
- 過去に甚大な浸水被害が発生するなど、内水ハザードマップの早期作成が必要な500地方公共団体のうち21%の地方公共団体が、既往最大規模降雨等による内水ハザードマップを公表していない。
- 平成27年の水防法改正後、内水浸水により人命への影響が懸念される地下街を有する20地方公共団体のうち2地方公共団体しか、想定最大規模降雨による内水ハザードマップを公表していない。

既往最大規模降雨等による
内水ハザードマップ



公表済 395地方公共団体
(令和2年3月末現在)

想定最大規模降雨による
内水ハザードマップ

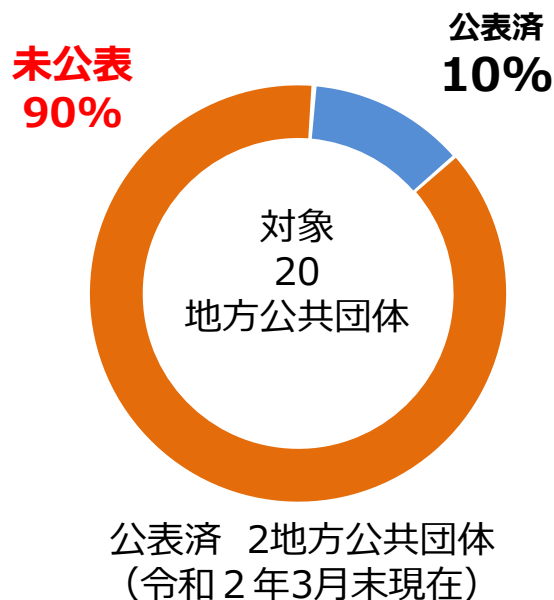


公表済 2地方公共団体
(令和2年3月末現在)

内水ハザードマップ作成の現状 (想定最大規模降雨)

- 平成27年の水防法改正後、内水浸水により人命への影響が懸念される地下街を有する20地方公共団体のうち2地方公共団体が、想定最大規模降雨による内水ハザードマップを公表済。
- 「防災・減災、国土強靱化のための3カ年緊急対策」において、各地方公共団体の取組を3年間（2018～2020年度）で集中的に支援。
- 地下街を有する全ての地方公共団体において、想定最大規模降雨の内水ハザードマップ等の作成に着手しており、令和2年度末までに概ね完了する予定。

想定最大規模降雨による 内水ハザードマップ



下水道

全国の内水浸水のソフト対策に関する緊急対策

概要: 平成30年7月豪雨を踏まえ、内水浸水により人命への影響が懸念される地下街を有する地区について、想定最大規模降雨に対応した内水ハザードマップの作成状況等の緊急点検を行ったところ、作成していない約20地方公共団体について、想定最大規模の内水ハザードマップ等の作成の緊急対策を実施する。

府省庁名: 国土交通省

想定最大規模降雨に対応した内水ハザードマップ等の作成

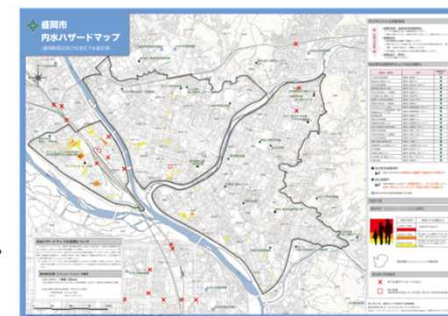
箇所: 想定最大規模降雨の内水ハザードマップ等を作成していない約20地方公共団体
内水浸水により人命への影響が懸念される地下街を有する地区

期間: 2020年度まで

実施主体: 都道府県、政令指定都市、市町村

内容: 想定最大規模降雨に対応した内水ハザードマップ等を作成

達成目標: 内水浸水により人命への影響が懸念される地下街を有する地区において、想定最大規模降雨の内水ハザードマップ等の作成を概ね完了



想定最大規模降雨に対応した内水ハザードマップの作成事例

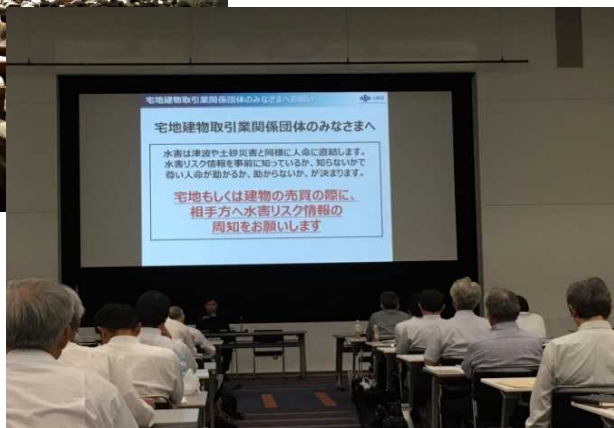
<3カ年緊急対策：全国の内水浸水のソフト対策に関する緊急対策の概要>

内水浸水に関するリスク情報

- 「大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策のあり方について」（社会資本整備審議会答申、平成30年12月）を踏まえ、緊急行動計画の取組の一環として、不動産関連業界と連携して、不動産関連団体の研修会の場において、水害リスクに関する情報の解説を実施。令和元年6月から全国各地で研修会の場において、不動産関連事業者向けに国や県の河川部局の担当者が水害リスクに関する情報の解説を順次実施。（令和元年度に全国で100回程度実施済）
- さらに、令和元年7月に国土交通省から不動産関連業界5団体に「不動産取引時のハザードマップを活用した水害リスクの情報提供について」を依頼。

＜水害リスク情報の解説コンテンツ＞

- ✓ハザードマップと災害発生位置の関係
- ✓浸水想定区域図（家屋倒壊等氾濫想定区域）と水害ハザードマップ
- ✓浸水ナビ、国土交通省ハザードマップポータルサイト等の紹介

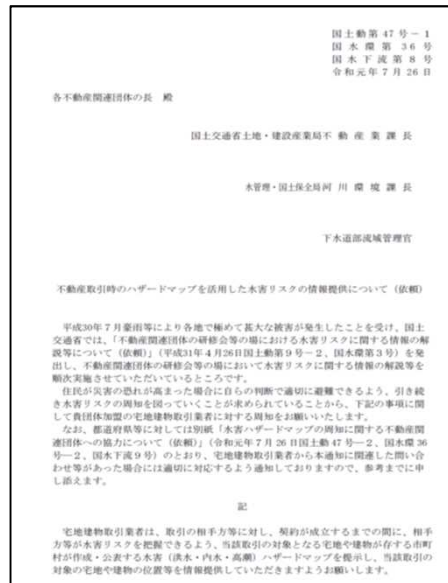


不動産関連事業者への水害リスクに関する情報の解説の様子

令和元年7月に国土交通省から不動産関連業界5団体に協力依頼

＜不動産関連業界5団体＞

全国宅地建物取引業協会連合会、全日本不動産協会、不動産協会、全国住宅産業協会、不動産流通経営協会



宅地建物取引業者は、取引の相手方等に対し、契約が成立するまでの間に、相手方等が水害リスクを把握できるよう、当該取引の対象となる宅地や建物がある市町村が作成・公表する水害（洪水・内水・高潮）ハザードマップを提示し、当該取引の対象の宅地や建物の位置等を情報提供するように依頼

内水浸水に関するリスク情報

- 今後のまちづくりや建築物における電気設備の浸水対策において、内水氾濫による浸水リスク情報（内水ハザードマップ）の活用必要性が指摘されている。

「水災害対策とまちづくりの連携のあり方」検討会 （事務局：国土交通省）

- 目的
気候変動により増大する水災害リスクに対して、水災害対策とまちづくりのより一層の連携のための方策等について検討
- 第1回検討会（令和2年1月8日）における議事要旨（抜粋）
 - ・**リスク情報は、的確な判断を促すためのもの**であり、地域が、リスク情報をポジティブに受け止めて、政策に転換できるようリテラシーをどうつくっていくか、がポイント。
 - ・**物理的なハザード情報に対して、まちの弱点として、どのような被害が起こりうるのか**をえぐり出していくことが必要。これには治水・防災部局とまちづくり部局とのキャッチボールができる体制が必要。
 - ・**どういう質のハザード情報であれば、住民が真剣に受け止めるか**、地域・まちづくり側からのレスポンスをしていただけるとよい。
 - ・**災害の生起確率も重要**ではないか。極端な現象をみているは何もできなくなる。
 - ・**災害と被害は違う。災害をどう被害にうまく翻訳するか**というところが情報の出し方として非常に重要。どれくらい防災対策、減災対策がされているかという情報が入らないと、被害情報には転換できない。
 - ・治水対策は、河川の場合、100年などの再現期間を設定して事業が進められる。立地規制と治水対策をどうするかについても、**再現期間に応じたシナリオを踏まえた議論が必要**。
 - ・**気候変動の影響で、水害の再現期間も短くなる**ところが重要なポイント。気候変動が進んだ結果、一生に一度あるかないかと思ったことが、数十年に1回ぐらいになるのであれば、今、布石を打つ対策の方向性も変わってくる。

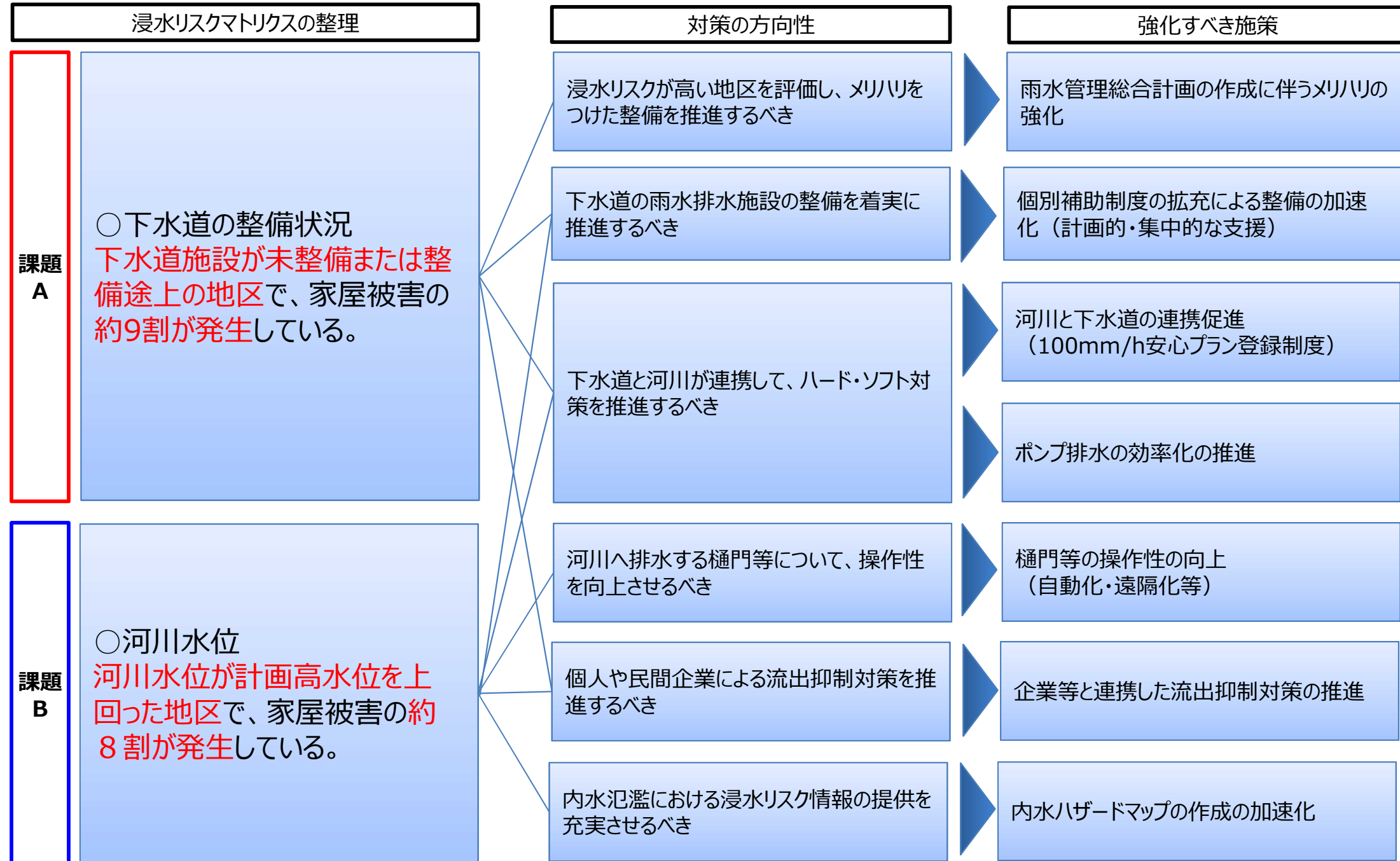
建築物における電気設備の浸水対策のあり方に関する検討会 （事務局：国土交通省、経済産業省）

- 目的
近年の大雨により建築物の地下に設置された電気設備に浸水被害が発生している状況を踏まえ、建築基準法を所管する国土交通省、電気事業法を所管する経済産業省その他関係機関の協力の下、建築物における電気設備の浸水対策のあり方や具体的事例を収集整理し、ガイドラインとして取りまとめ、関連業界に対して広く注意喚起することについて検討
- 第1回検討会（令和元年11月27日）における議事要旨と対応案（抜粋）
 - ・**洪水ハザードマップで示されている浸水深は、1000年に1回程度発生する最大浸水深**が基本となりつつある。防災拠点では対応が必要かもしれないが、一般の集合住宅に要求するとかえって対策意欲を削ぐことになり得る。**想定する浸水深の扱いが大切**ではないか。
 - ・電気設備を考えた場合、**外力としては、都市部の外水氾濫を想定するよりも、規模の大きい内水氾濫をイメージして対策を**考えてはどうか。
 - ガイドラインにおいて、**想定する災害や想定浸水深の設定の考え方等**について記載する
 - ・「ハザードマップを見ましょう」など、大前提として、想定される浸水深よりも高い場所に建てるのが重要である旨を記載すべきではないか。
 - ガイドラインにおいて、**ハザードマップを活用**することや、浸水のおそれの高い場合に計画地の変更を検討することが望ましい旨を記載する

気候変動を踏まえた下水道による浸水対策等に係る課題及び論点

現状・問題点	課題（対策の方向性）	論点（解決すべき事項）	検討事項
<p>○気候変動に伴う降雨量の増加等の懸念</p> <p>○近年、度重なる出水により多くの内水被害が発生するとともに、河川の氾濫等により下水道施設が浸水し、機能が停止</p> <p>○下水道整備は一定程度進捗しており、完成施設では効果が発現。一方、下水道整備が途上である地区において内水被害が発生。</p> <p>○また、下水道整備が完了した地区でも下水道の施設計画を超過する降雨により内水被害が発生。</p> <p>○令和元年東日本台風における内水被害の多くは、排水先河川のピーク水位が計画高水位を上回った地区で発生。</p> <p>○内水ハザードマップについては、既往最大規模降雨、想定最大規模降雨ともに作成が進んでいない。</p> <p>○今後のまちづくりや建築物における電気設備の浸水対策において、内水氾濫によるリスク情報の活用の必要性が指摘されている。</p>	○気候変動を踏まえた雨水計画の見直し	○気候変動の影響を踏まえた計画雨量の設定	○下水道計画における計画雨量の設定方法等
	○下水道施設の機能の維持（耐水化の推進）	○耐水化の対象外力の設定 ○効率的・効果的な対策手法	○耐水化の対象外力の考え方 ○効率的・効果的な対策手法の検討 ・対策箇所の優先順位・対策期間等
	○早期の安全度の向上	○効率的・効果的なハード整備 ○既存施設の運用の工夫策 ○まちづくりとの連携によるリスク軽減手法	○効率的・効果的なハード整備の検討 ・整備の加速化、更なる連携施策等 ○既存施設の運用の工夫策 ・ポンプ排水の効率化、樋門等の操作性の向上 ○まちづくりとの連携によるリスク軽減手法の検討等
	○ソフト施策の更なる推進・強化	○効率的・効果的なソフト施策（内水ハザードマップ等）	○内水ハザードマップ作成の加速化 ・内水ハザードマップ（実績、想定最大規模）作成の推進等 ○効果的なソフト施策の検討

令和元年東日本台風による内水被害を踏まえた今後の対応



※「課題」と「対策の方向性」の接続線は関係性が大きいと考えられるものを記載した

2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

(1) 下水道計画の特徴と理想の解像度

(2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性

(3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル

(4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）

(5) モデルを活用した評価

(6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定

(7) 下水道計画への反映の考え方

下水道計画の特徴と理想の解像度

下水道計画の特徴

- 事業実施箇所：全国（沖縄等の島しょ部を含む）
- 排水区面積：排水区数の9割以上は2.0km²以下であり、平均は0.56km²
- 降雨継続時間：雨水計画では、1時間以内の事例が大部分を占める（貯留施設は24時間が標準※1）
- 計画降雨の確率年：5～10年が標準※2（10年以上に設定した地区も一部存在）
- 降雨データ数：確率計算には、少なくとも20年以上必要（できれば、40年以上が望ましい）※2

※1 下水道雨水調整池技術基準(案)解説と計算例 昭和59年10月 社団法人 日本下水道協会
 ※2 下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版 公益社団法人 日本下水道協会

排水区数の9割以上は、2.0km²以下

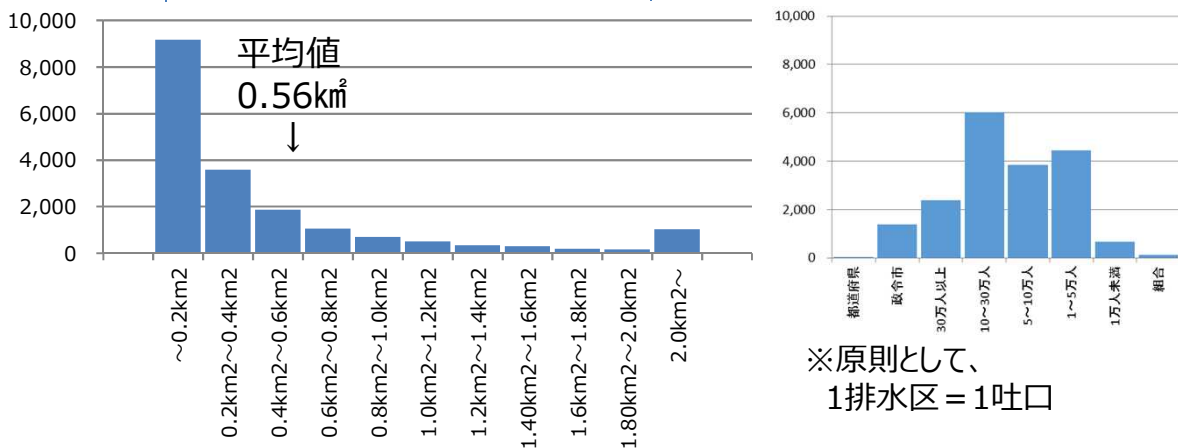


図 下水道の排水面積のヒストグラム（回答自治体数：917団体）

出典：国土交通省調べ

理想の解像度

- 解析の精度を少しでも向上させることを考えると、複数格子データを用いることが理想
- 排水区が正方形であると仮定すると、平均面積の場合概ね0.5kmの解像度が理想（例えば排水区面積の4分割を想定）
- あるいは、X-RAINの空間解像度を基に250m四方の9分割も考えられる。

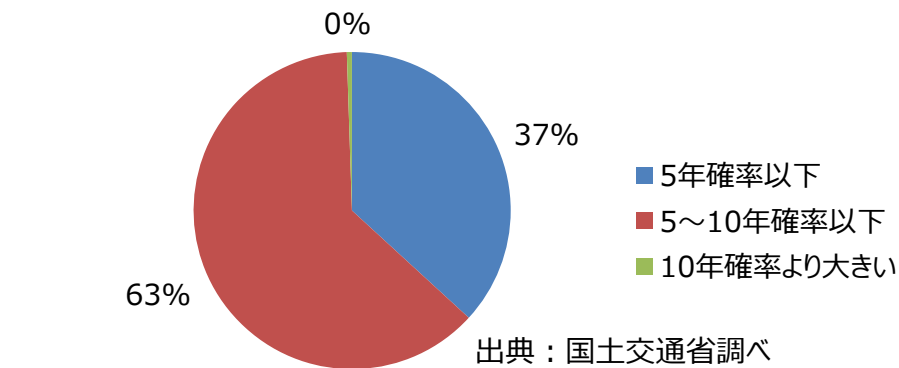
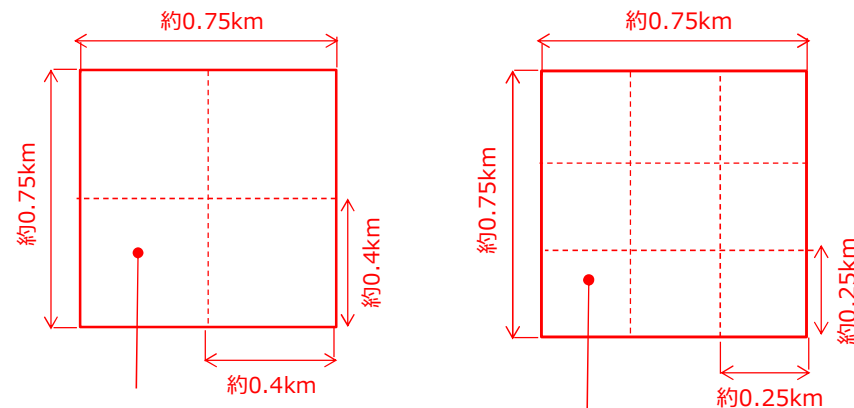


図 下水道の施設計画で対象としている確率年（全国、排水区割合）



平均 0.56km² (約0.75km×約0.75km)
 ⇒ 4分割すると約0.4km (≒0.5km) の解像度
 平均 0.56km² (約0.75km×約0.75km)
 ⇒ 9分割すると約0.25kmの解像度

図 排水区 (平均) のイメージ

2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

(1) 下水道計画の特徴と理想の解像度

(2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性

(3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル

(4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）

(5) モデルを活用した評価

(6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定

(7) 下水道計画への反映の考え方

IPCC第5次評価報告書による将来の気候変動シナリオ

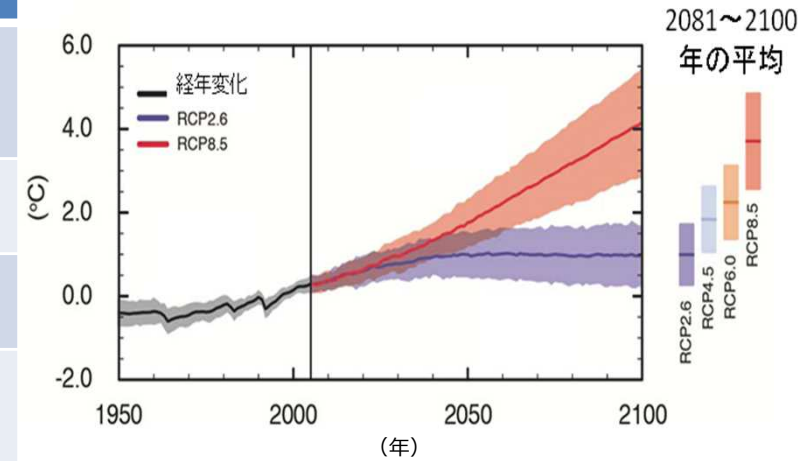
- IPCC第5次評価報告書では、温室効果ガス濃度の推移の違いによる4つのRCPシナリオが用意されている。
- 具体的には、パリ協定における将来の気温上昇を2°C以下に抑えるという目標に相当する排出量の最も低いRCP2.6や最大排出量に相当するRCP8.5、それら中間に値するRCP4.5、RCP6.0が用意されている。

< RCPシナリオの概要 >

< 将来予測 >

< 世界平均地上気温変化 >

略称	シナリオ (予測) のタイプ	世界平均地上気温 (可能性が高い予測幅)	世界平均海面水位 (可能性が高い予測幅)	日本の大雨による 降水量の変化
 RCP 2.6	低位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 2.6W/m ²) 将来の気温上昇を 2°C以下に抑えるという目標のもとに開発された排出量の最も低いシナリオ	+0.3~1.7°C	+0.26~0.55m	+7.9~14.5%
 RCP 4.5	中位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 4.5W/m ²)	+1.1~2.6°C	+0.32~0.63m	+8.0~16.0%
 RCP 6.0	高位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 6.0W/m ²)	+1.4~3.1°C	+0.33~0.63m	+14.8~18.2%
 RCP 8.5	高位参照シナリオ (世紀末の放射強制力 8.5W/m ²) 2100年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当するシナリオ	+2.6~4.8°C	+0.45~0.82m	+18.8~35.8%



※RCPシナリオ: 代表濃度経路シナリオ (Representative Concentration Pathways)

※放射強制力: 何らかの要因 (例えばCO₂濃度の変化、エアロゾル濃度の変化、雲分布の変化等) により地球気候系に変化が起こったときに、その要因が引き起こす放射エネルギーの収支 (放射収支) の変化量 (Wm⁻²)。正のときに温暖化の傾向となる。

※世界平均地上気温と世界平均海面水位は、1986~2005年の平均に対する2081~2100年の偏差

※日本の大雨による降水量の変化は、全国における上位5%の降水イベントによる日降水量の1984~2004年平均に対する2080~2100年平均の変化率

※出典: JCCCA, IPCC第5次評価報告書特設ページ, 2014, <http://www.jccca.org/ipcc/ar5/rcp.html>

文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省, IPCC第5次評価報告書 第1次作業部会報告書 (自然科学的根拠) の公表について, 2015.3,

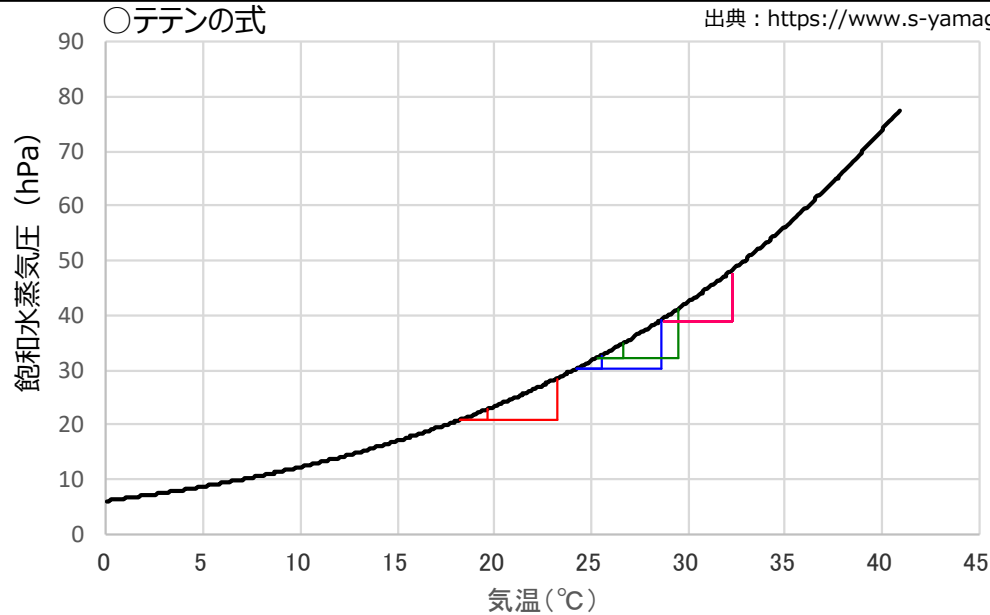
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/23096.pdf>

気象庁・環境省, 日本国内における気象変動予測の不確実性を考慮した結果について (お知らせ), 2014.12,

<https://www.env.go.jp/press/19034.html>

気温の変化（気温と飽和水蒸気量の関係：テテン式）

- 下水道による都市浸水対策は沖縄を含む全国で事業を実施されていることから、「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言」（以下、「治水計画提言」という。）での検討等を基に、沖縄も含めた降雨量変化倍率の設定の方向性を検討した。
- RCP8.5における将来の年平均気温の変化は、東京約4.4℃、福岡約4.2℃に対し、札幌約5.0℃となっている一方、那覇では約3.5℃となっている。
- この結果、気温と飽和水蒸気圧の関係（テテン式）から、降雨量変化倍率は、北海道では高まっている可能性が、沖縄では低まっている可能性がある。



		現在気候	RCP2.6	RCP8.5
札幌	平均気温(6月～10月)	18.2 ^{※1}	19.6 ^{※2}	23.2 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	20.9hPa	22.8hPa(+9%)	28.4hPa(+36%)
東京	平均気温(6月～10月)	24.2 ^{※1}	25.5 ^{※2}	28.6 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	30.2hPa	32.6hPa(+8%)	39.2hPa(+30%)
福岡	平均気温(6月～10月)	25.3 ^{※1}	26.6 ^{※2}	29.5 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	32.3hPa	34.8hPa(+8%)	41.2hPa(+28%)
沖縄	平均気温(6月～10月)	27.4 ^{※1}	28.5 ^{※2}	30.9 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	36.5hPa	38.9hPa(+7%)	44.7hPa(+22%)

※1：気象庁の2018年の6月～10月（出水期）の平均気温

※2：現在気候の気温に、RCP2.6における将来の年平均変化量の平均値及び0.2℃^{※4}を加えたもの

※3：現在気候の気温に、RCP8.5における将来の年平均変化量の平均値及び0.2℃^{※4}を加えたもの

※4：NHRMの基準期間（1984～2004年）の平均値とd4PDF過去実験の対象期間（1951～2010年）の平均値の差分

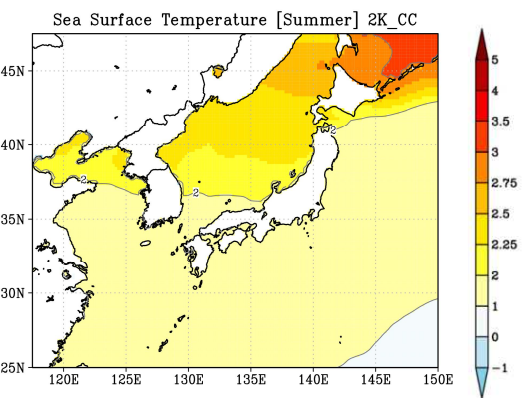
海面水温の変化

- SSTの6モデルともに、北海道周辺は海面水温の上昇量が大きくなる傾向にある。他方、太平洋沿いのエリアではモデルによって海面水温の上昇量の違いが大きくなっている。
- 沖縄周辺については、太平洋沿いのエリアと比較し、同程度か低くなっている。

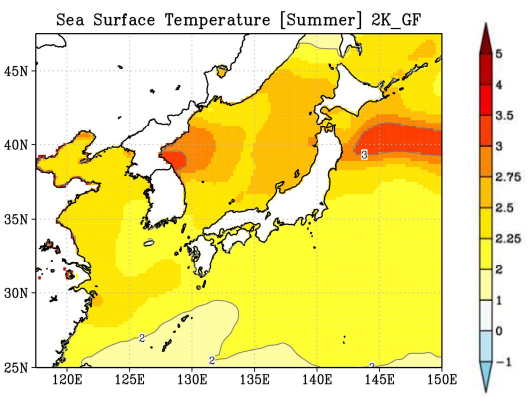
SST パターン

・d2PDFで使用した将来の海面水温は、以下のとおり各研究機関で推計された6ケースについて実施している。

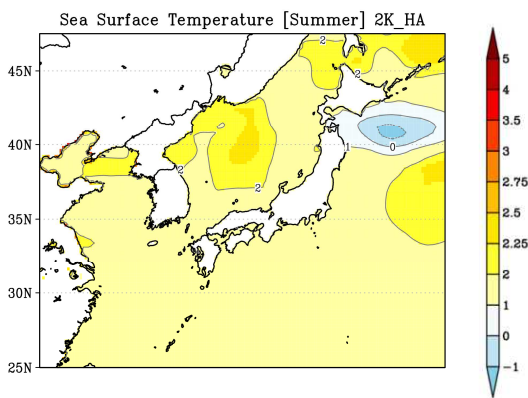
CC



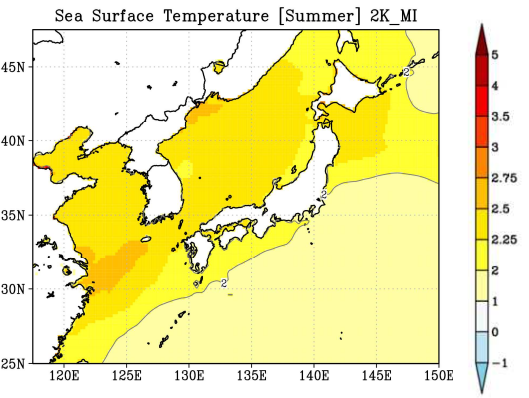
GF



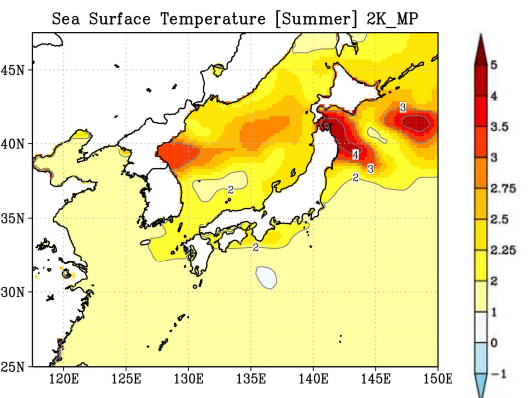
HA



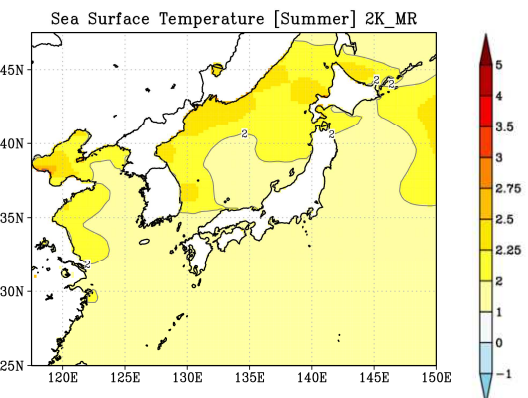
MI



MP



MR



CMIP5	実験各略称	機関名
CCSM4	CC	米国 大気科学研究所
GFDL-CM3	GF	米国 地球物理流体学研究所
HadGEM2-AO	HA	英国 気象庁ハドレーセンター
MIROC5	MI	日本 海洋研究開発機構、東京大学 大気海洋研究所、国立環境研究所
MPI-ESM-MR	MP	独 マックスプランク研究所
MRI-CGCM3	MR	日本 気象庁気象研究所

沖縄島しょ部の降雨の状況、気候特性

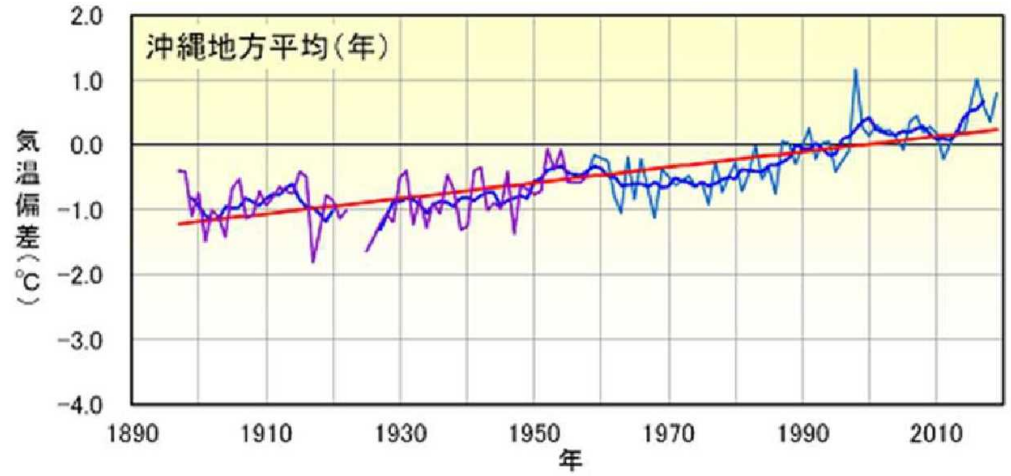
- 沖縄の気候の状況について、全国の気候の状況を観測データを元に整理した。
- 年平均気温、短時間降雨の発生回数（50mm/hr）、台風、海面水温について整理した結果、1976年～2019年の間においては、沖縄では短時間降雨の発生回数に明瞭な長期変化は見られないが、全国では増加傾向を示している。そのほかの項目は、同じような傾向を示している。

項目	沖縄	全国
年平均気温	1.19°C/100年の割合で上昇	1.21°C/100年の割合で上昇
短時間降雨の発生回数	顕著な増減は見られず、明瞭な長期変化は見られない。	1時間降水量50mm以上の発生回数は増加傾向が見られる。
台風の上陸	台風の接近数について、明瞭な長期変化傾向は見られない。	台風の発生数について、明瞭な長期変化傾向は見られない。
海面水温	0.81～1.20°C/100年の割合で上昇	1.12°C/100年の割合で上昇

出典：沖縄は「沖縄の気候変動監視レポート2020」（令和2年3月 沖縄気象台）、
 全国は「気候変動監視レポート2018」（令和元年7月 気象庁）から引用した。

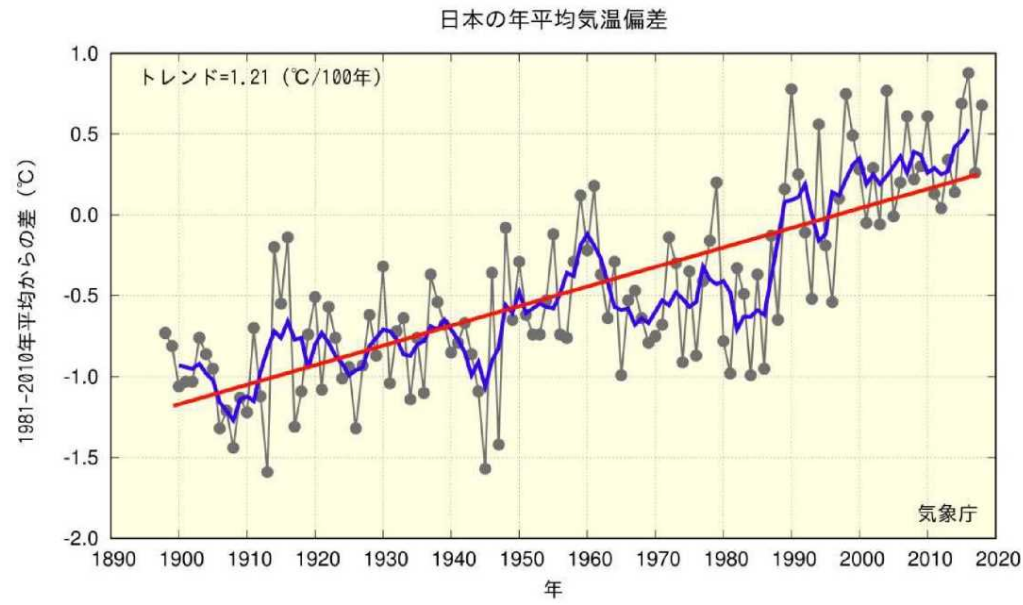
沖縄等の降雨等の状況（平均気温）

- 沖縄地方平均気温は、100年あたり1.19℃の昇温となっており、全地点で長期的に有意な昇温傾向が見られる。
- 日本の年平均気温は、都市化の影響が比較的少ない15観測地点で100年あたり1.21℃の昇温となっている。
- 年平均気温の傾向は、日本全国と概ね同様の傾向である。



那覇、久米島、宮古島、石垣島、与那国島の5観測地点での年平均気温の基準値から偏差を平均した値を示している。
 青線は、偏差の5年移動平均、赤線は長期変化傾向を示している。
 基準値は、1981～2010年の30年平均値。

出典：「沖縄の気候変動監視レポート2020」（令和2年3月 沖縄気象台）



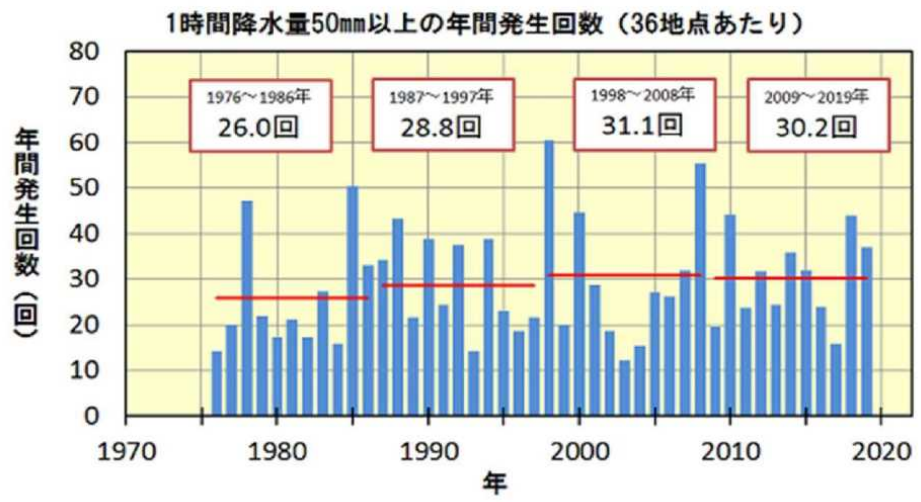
都市化の影響が比較的小さいと見られる気象庁の15観測地点での1898～2018年の年平均気温の基準値（1981～2010年の30年平均値）からの偏差を用いて解析している。
 青線は、偏差の5年移動平均、赤線は長期変化傾向を示している。
 基準値は、1981～2010年の30年平均値。
 観測点は、網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、多度津、宮崎、名瀬、石垣島の15地点。

出典：「気候変動監視レポート2018」（令和元年7月 気象庁）

沖縄等の降雨等の状況（短時間降雨回数：1時間50mm以上の降雨）

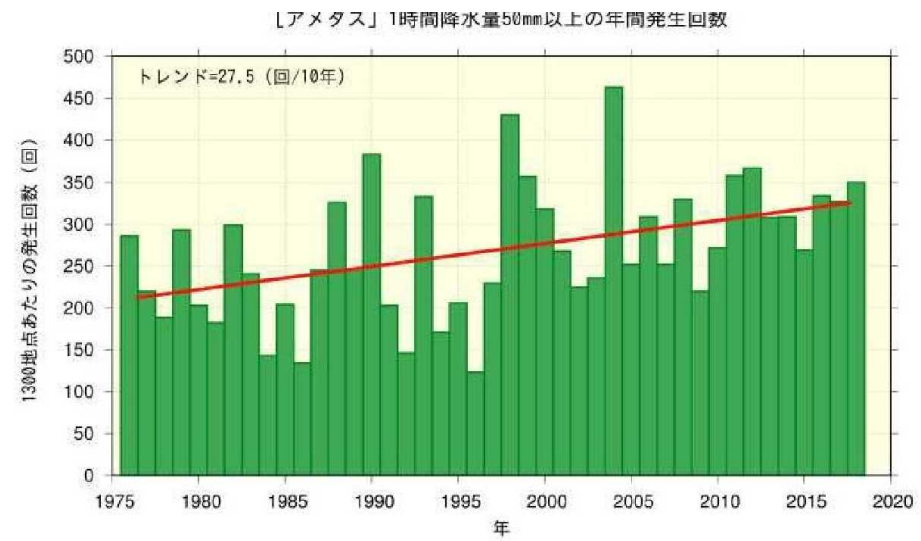
- 沖縄の短時間降雨回数は、1976～2019年の傾向を見ると、年ごと・11年平均で見ても顕著な増減は見られず、明瞭な長期変化傾向は見られない。
- 全国の短時間降雨回数は、最初と最近では約1.4倍の増加傾向が見られる。

※アメダスは、観測期間がまだ40年と比較的短いことから、長期変化傾向を確実に捉えるためには、今後のデータ蓄積が必要である。



短時間降雨回数は、現在の地域気象観測所（アメダス）の地点数36地点あたりの回数に換算して傾向を把握した。
 1976～2019年の値を用いて、連続する11年の平均値を示した。
 年ごと、11年単位で見ても顕著な増減はみられず、明瞭な長期変化傾向は見られない。

出典：「沖縄の気候変動監視レポート2020」（令和2年3月 沖縄気象台）

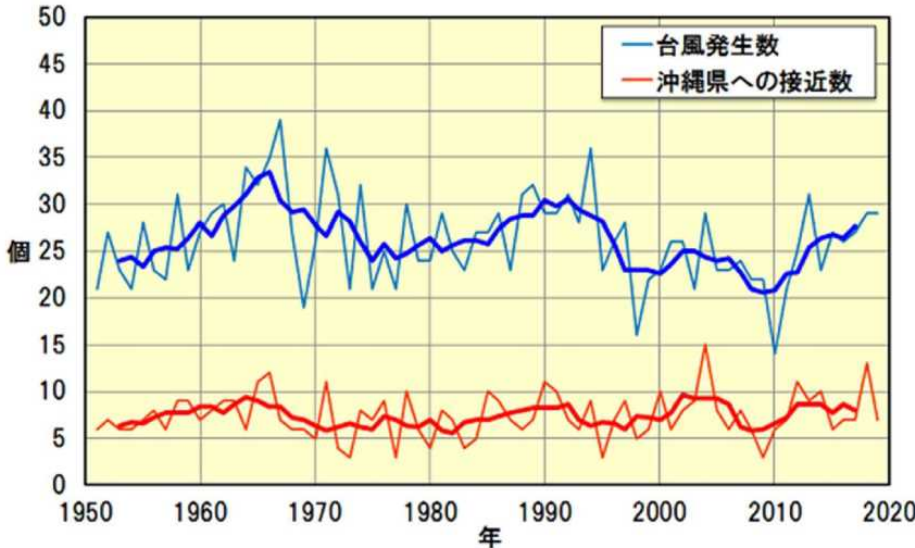


短時間降雨回数は、全国の地域気象観測所（アメダス）の地点数1,300地点あたりの回数に換算して傾向を把握した。
 1976～2018年の値を用いて傾向を見ると、最初の10年間（1976～1985年）平均では1,300地点あたり約226回だったが、最近の10年間（2009～2018年）平均では約311回と約1.4倍に増加している。

出典：「気候変動監視レポート2018」（令和元年7月 気象庁）

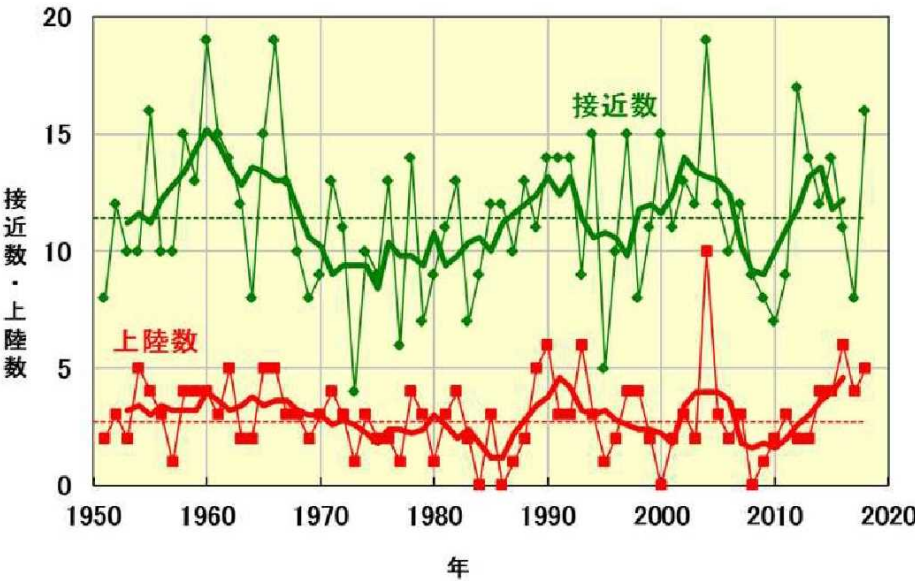
沖縄等の降雨等の状況（台風）

- 沖縄への台風接近数は、1951～2019年の統計期間において、明瞭な長期変化傾向は見られない。
- 日本への台風接近数及び上陸数は、1951～2018年の統計期間において、長期変化傾向を述べるのは難しいこととなっている。



年間の台風発生数と、沖縄への接近数は、1951～2019年の統計期間では、明瞭な長期変化傾向は見られない。
太線は5年移動平均値を示す。

出典：「沖縄の気候変動監視レポート2020」（令和2年3月 沖縄気象台）

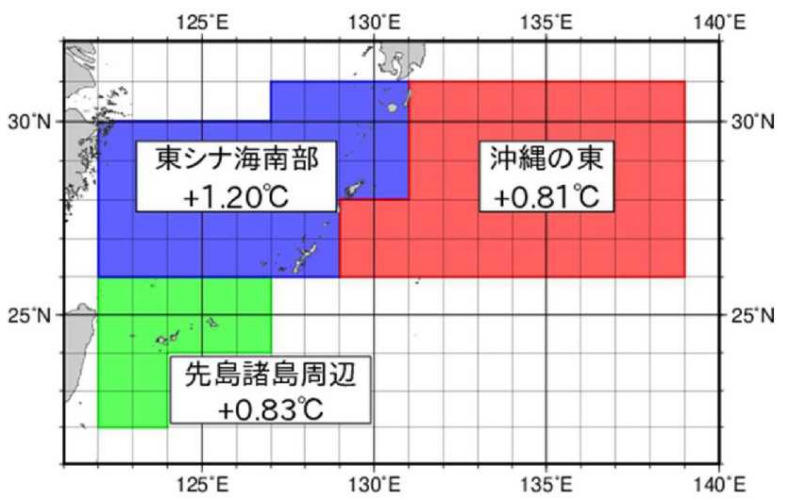


台風の日本への接近数及び上陸数は、1951～2018年の統計期間では、長期変化傾向を述べるのは難しい。
太線は5年移動平均値を、破線は平年値を示す。

出典：「気候変動監視レポート2018」（令和元年7月 気象庁）

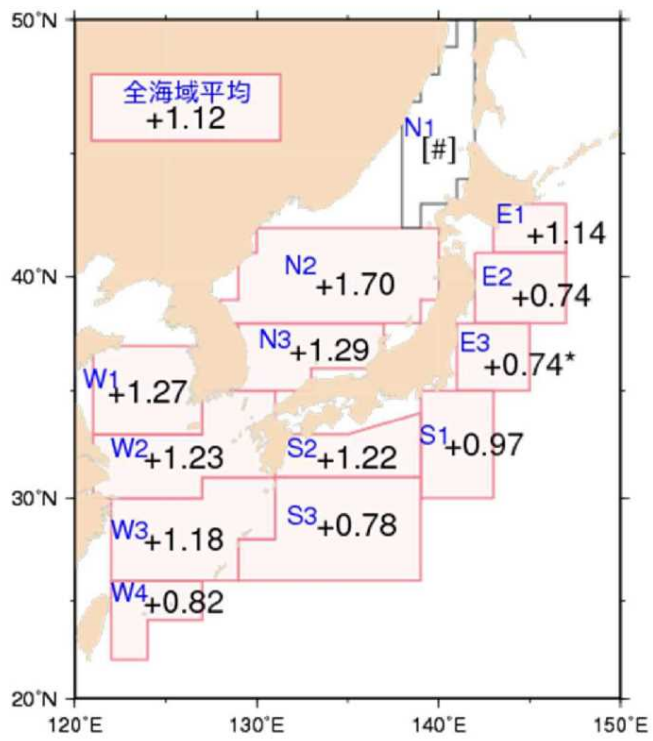
沖縄等の降雨等の状況（海面水温）

- 沖縄周辺の海域の年平均海面水温は、長期的には100年あたり0.81～1.20℃の割合で上昇している。
- 日本近海の年平均海面水温は、全海域平均で100年あたり1.12℃の上昇を確認した。



各海域の海面水温の100年あたりの上昇率は、東シナ海南部で+1.20℃/100年、沖縄の東で+0.81℃/100年、先島諸島周辺で+0.83℃/100年である。統計期間は、東シナ海南部、先島諸島周辺は1901～2019年、沖縄の東で1911～2019年である。

出典：「沖縄の気候変動監視レポート2020」（令和2年3月 沖縄気象台）



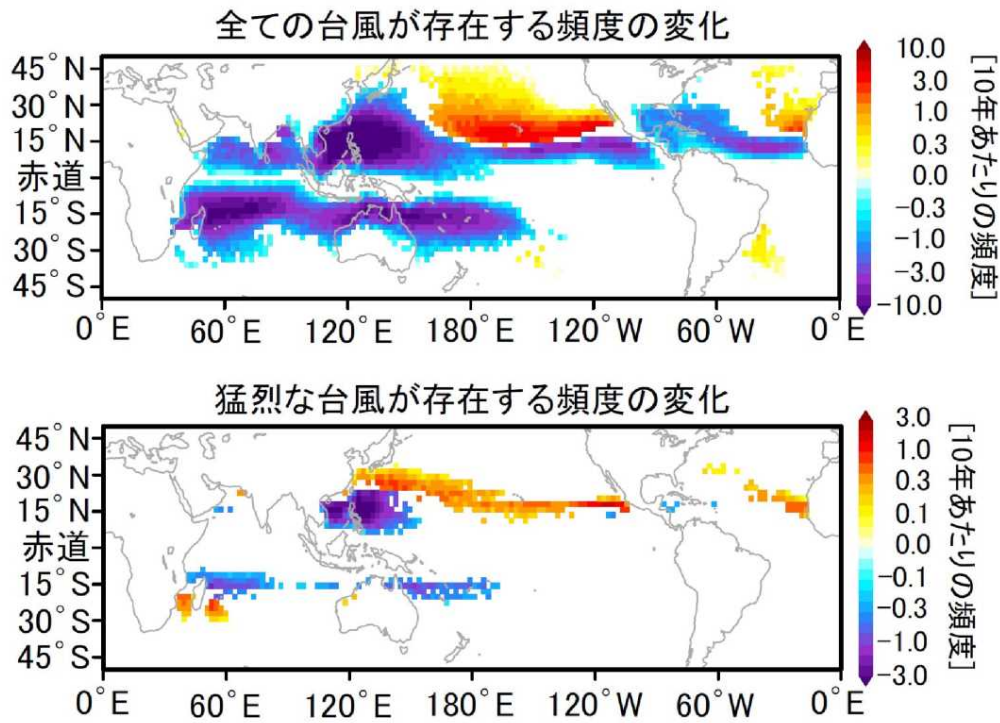
気象庁が収集している船舶やブイ等の現場観測データと100年以上にわたる海面水温格子点データ（COBE-SST）(Ishii et al., 2005) を用いて、日本近海における100年あたりの海域別海面水温の上昇率を見積もった。

日本近海を海域別にみると、海域平均海面水温の上昇率は、黄海，東シナ海，日本海南西部，四国・東海沖，釧路沖では日本の気温の上昇率と同程度となっており、三陸沖，関東の東，関東の南，沖縄の東及び先島諸島周辺では日本の気温の上昇率よりも小さく、日本海中部では日本の気温の上昇率よりも大きくなっている。

出典：「気候変動監視レポート2018」（令和元年7月 気象庁）

気候変動による台風の将来予測

- 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第五次評価報告書では、温暖化の進行とともに地球全体での台風の発生数が減少又は実質的に変化しないことと、個々の台風の最大風速や降水量が強まる可能性が高いことが示されている。
- 日本の南海上では猛烈な台風の頻度が高まる可能性がある。



- ・台風の発生頻度は、日本近郊では減少する傾向がみられた。（上図）
- ・猛烈な台風（地表最大風速59m/s超）については、日本近郊で増加する可能性がある。（下図）

※ d 4PDF, RCP8.5での結果

図2. 緯度経度 2.25 度×2.25 度格子で見た熱帯低気圧の存在頻度の将来変化で赤い領域で頻度が増加する。統計的に有意な変化をしている領域のみ描いている。（上段）すべての強度の熱帯低気圧（下段）地表最大風速が 59 m/s を超える猛烈な熱帯低気圧。

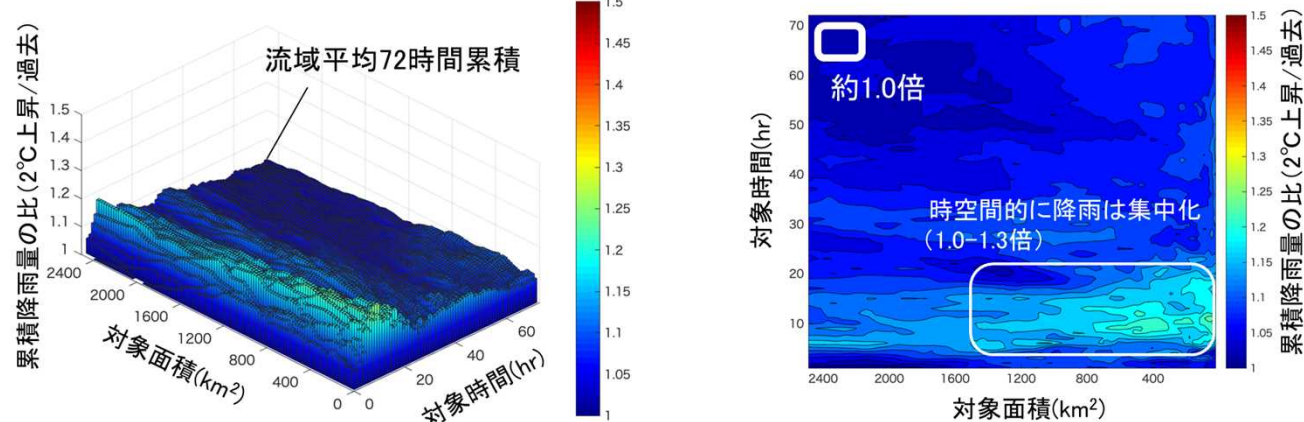
出典：気象庁報道発表資料（平成29年10月26日，（一財）気象業務支援センター，気象庁気象研究所）

小流域・短時間降雨の見込み

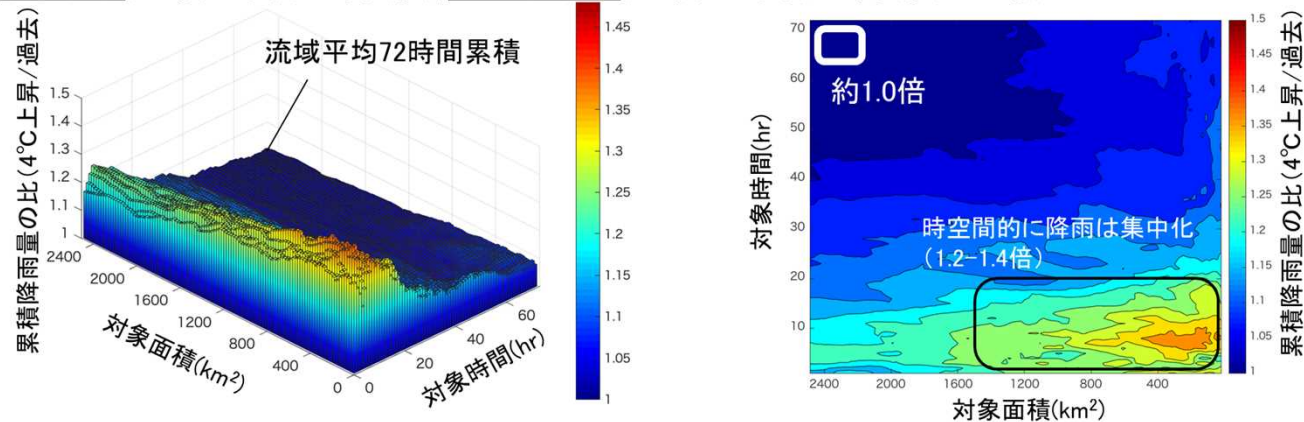
- 治水計画提言では、「対象面積が小さくなるほど、また対象時間が短くなるほど、累積降雨量の比は大きくなる」「将来気候では短時間豪雨による降雨量の増加率が高い」
- また、治水計画提言では、「山田らの研究では、短時間の変化倍率が大きくなる傾向は、2℃上昇時は4℃上昇時ほど顕著には生じない」とされている

十勝川帯広基準地点集水域(200~250mm/72hrのみを対象)

・過去実験(DS後71事例の中央値), 2℃上昇実験(DS後110事例の中央値)の比較



・過去実験(DS後71事例の中央値), 4℃上昇実験(DS後314事例の中央値)の比較



出典：山田委員提供資料
(気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会)

2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

(1) 下水道計画の特徴と理想の解像度

(2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性

(3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル

(4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）

(5) モデルを活用した評価

(6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定

(7) 下水道計画への反映の考え方

現在公表されている将来降雨の予測データの状況

○各モデルについて、下水道の計画等の特徴及び考慮すべき内容に照らし、空間解像度、時間解像度、対象期間（データ数）、バイアス補正の有無、都市キャプーの反映の状況等について整理を行った。

現在公表されている将来降雨の予測データの状況

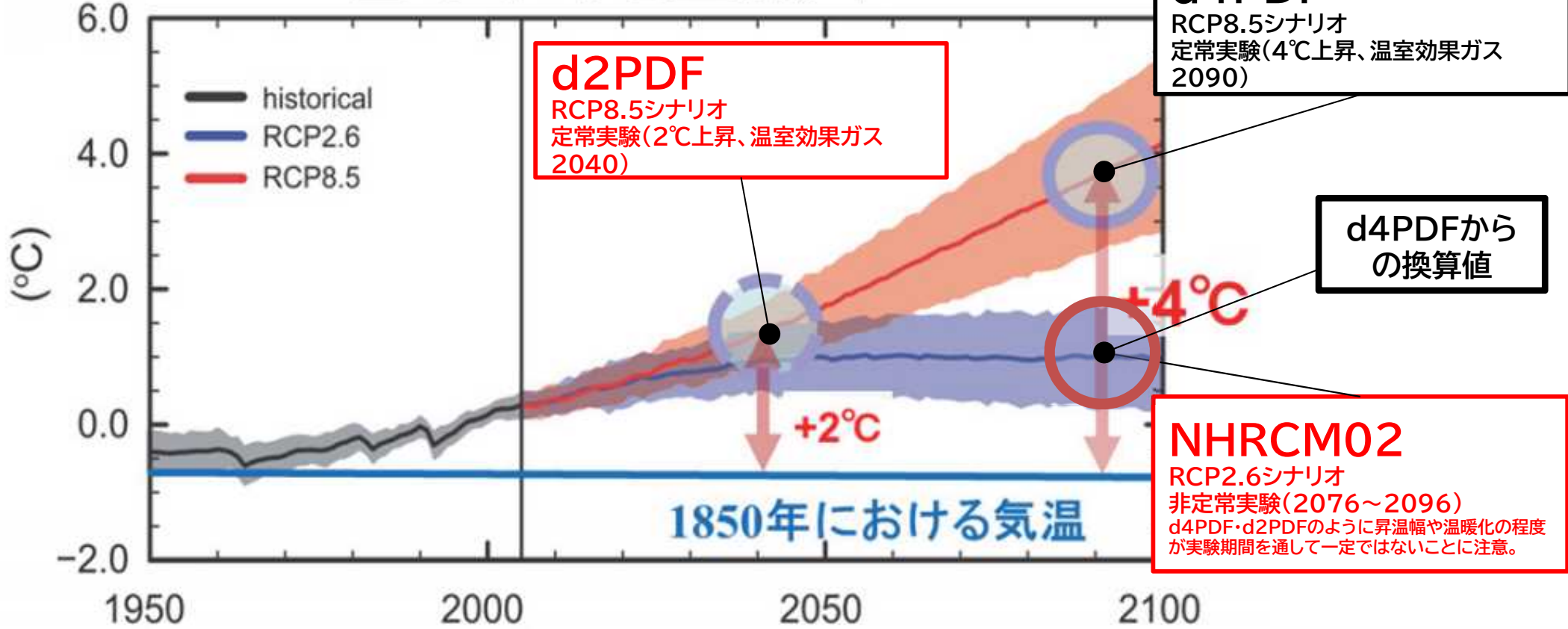
解像度	検討・公表の枠組み	通称		気候変動シナリオ	時間解像度	アンサンブル計算	DS手法	都市キャプー	バイアス補正	対象期間	計算パターン及び公表状況
		全国（沖縄諸島除く）	沖縄諸島								
20km	21世紀末における日本の気候【環境省・気象庁】	NHRCM20	NHRCM20	RCP8.5 RCP2.6	時間		力学		○	現在(1984-2004) 将来(2080-2100)	現在：3パターン 将来：3パターン(RCP2.6) 9パターン(RCP8.5)
	気候変動リスク情報創生プログラム【文科省】	d4PDF	d4PDF	RCP8.5 (4℃上昇)	時間	○	力学		○	現在(1951-2010) 将来(2051-2110)	現在：50パターン 将来：90パターン (6SST×15摂動)
	気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)【文科省】	d2PDF	d2PDF	RCP8.5 (2℃上昇)	時間	○	力学		○	現在(1951-2010) 将来(2031-2090)	現在：50パターン 将来：54パターン (6SST×9摂動)
5km	気候変動リスク情報創生プログラム【文科省】	NHRCM05	NHRCM05	RCP8.5 RCP2.6	30分	○	力学	○	○	現在(1980-1999) 将来(2076-2095)	現在：4パターン 将来：4パターン
	気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)【文科省】	d4PDF (5km,SI-CAT)	×	RCP8.5 (4℃上昇)	時間	○	力学			現在(1980-2011) 将来(2080-2111)	現在：12パターン 将来：12パターン (6SST×2摂動)
		d4PDF (5km,yamada)								現在(1951-2010) 将来(2051-2110)	現在：50パターン 将来：90パターン
		d2PDF (5km,SI-CAT)	×	RCP8.5 (2℃上昇)						現在(1980-2011) 将来(2060-2091)	現在：12パターン 将来：12パターン (6SST×2摂動)
		d2PDF (5km,yamada)								現在(1951-2010) 将来(2031-2090)	現在：50パターン 将来：54パターン (6SST×9摂動)
2km	気候変動リスク情報創生プログラム【文科省】	NHRCM02	NHRCM02	RCP8.5 RCP2.6	時間	○	力学	○	○	現在(1980-1999) 将来(2076-2095)	現在：4パターン 将来：4パターン
1km	日本全国1kmメッシュ統計的ダウンスケーリングbySi-CAT【文科省】			RCP8.5 RCP2.6	日 又は月		統計		○	日別データ 現在(1970-2005) 近未来(2006-2055) 21世紀末(拡張予定)	5モデル×2シナリオを1回ずつ
				RCP8.5		日 又は月					
	S-8共通(第二版)by環境省S-8【環境省】			RCP4.5							
				RCP2.6							

※対象期間（将来）の年数については、任意のものであり、その年数を表すものではない。

d4PDF・d2PDF、NHRCM02の関係性

1986~2005年平均に対する変化

全球平均地上気温



【将来海面水温の設定方法】

<d4PDF・d2PDF>

観測された海面水温からトレンド成分を除いたものに、CMIP5のRCP8.5実験に基づく6種類の海面水温変化パターンに気温上昇（2℃、4℃）に応じた係数を乗じたものを加える。海面水温変化パターンは時間変化しない。

<NHRCM02>

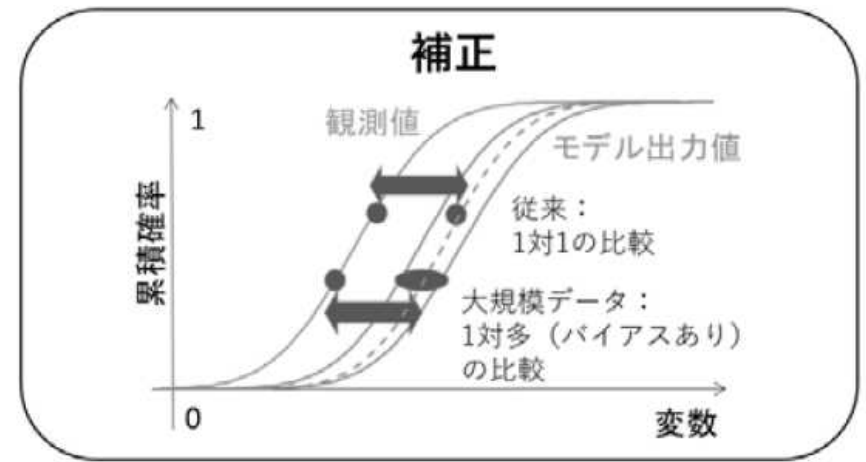
CMIP5に基づく28種類の海面水温を平均したもの（C0）、及びそれらを3つにクラスター分類したもの（C1,C2,C3）の4種類を用いる。

※「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」HPより

将来の降雨の予測データにおけるバイアス補正について

- 気候変動予測モデルが有するバイアスを補正するため、現在気候に関する再現実験と実際の気象観測結果との比較等から様々な手法が提案されているが、治水計画提言の検討においては、現在気候における補正手法を同様に将来気候においても適用することの可否について十分な知見が得られていないことから、バイアス補正手法を採用せず、バイアスを打ち消すために現在気候と将来気候の計算結果の比較により、影響分析を行っており、降雨量変化倍率を用いている。
- 今回の下水道計画での検討においても、降雨量変化倍率の設定を検討する。
- 今後、気候変動予測モデルの現況再現性や予測精度の向上のためにバイアス補正の動向に注視する。

- (気象研究所技術報告 第73号 2015 より)
- NHRCM05によって再現された地上気温の（日本全国のデータを使用して検証した場合の）精度は良好であり、年平均気温についてのバイアスの絶対値とRMSEが1 K以下であることが確認されている。しかしながら、地点別に見ると誤差が無視できないところもある。こうした場合の誤差の軽減策の一つとして統計的な手法を基にした補正法があり、バイアス補正法と呼ばれている。
 - バイアス補正が特に必要となってくるのは、気温の絶対値を議論する場合である。



Dual-window補正

- ✓ 時間窓（前後10日を含む5日[合計25日]を対象に補正）
- ✓ クォンタイル値窓（順位統計量に関して移動平均した値を利用）

図-1 補正手法の概要

出典：アメダス観測点を対象とした d4PDFバイアス補正降水量データセットの開発、渡部 哲史、土木学会論文集B1(水工学) Vol.74

将来の降雨の予測データにおける都市気候モデルの解析状況

○下水道で整備を行う排水区を考慮した場合、ヒートアイランド等の都市気候を反映した予測データを用いた検討が望ましいが、現時点では多くの研究者において様々な検討がなされている状況のため、今後検討すべき事項として整理する。
(NHRCM02では都市気候を反映した都市キャンピーモデルを考慮した実績がある。)

◆都市キャンピーモデル概要

- 都市気候解析の精度を向上させるため、人間が実際に活動している都市空間の温熱環境を再現するためのモデル
 - 都市キャンピーの建物群が及ぼす効果は以下のようなものが考えられる
 - (1) 建物群による風速低減効果、(2) 建物群による乱れの増大効果、
 - (3) 建物群による短波放射の伝達効果、(4) 建物群による長波放射の伝達効果、(5) 建物表面からの顕熱、潜熱放散
- ※都市キャンピーモデルを組み込んだメソスケールモデルによる関東地方の都市気候分析 より引用

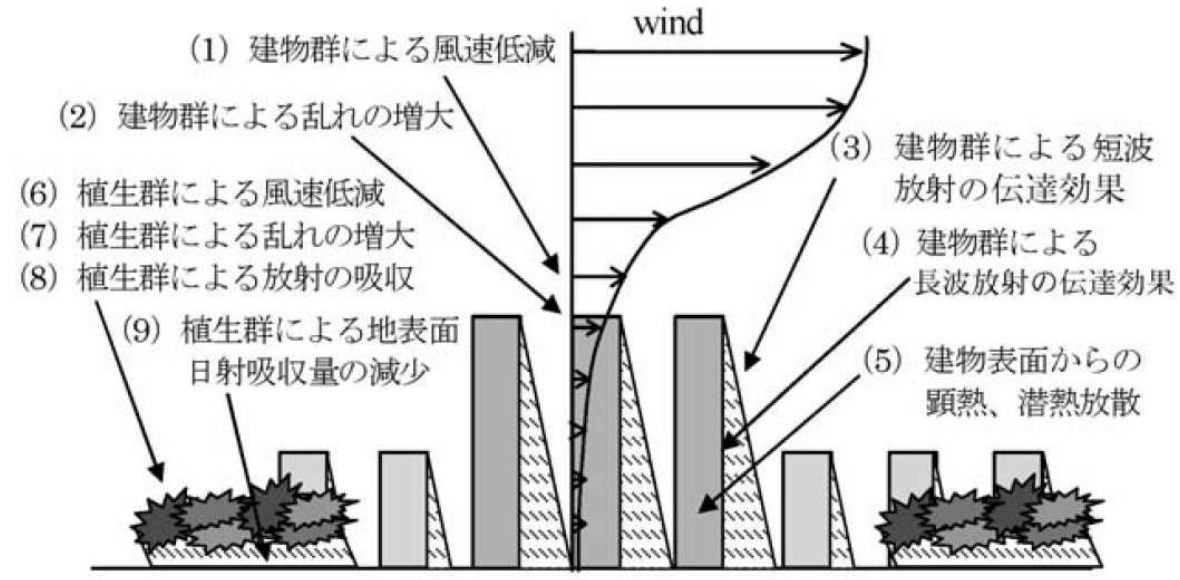


図2 都市キャンピーモデルを組み込んだ都市気候解析モデルの概念図

出典：都市キャンピーモデルを組み込んだメソスケールモデルによる関東地方の都市気候分析
https://www.jstage.jst.go.jp/article/seisankenkyu/56/1/56_1_17/_pdf

沖縄等の降雨量変化倍率の算出手法

- 沖縄等の降雨量の変化倍率の算出では、該当エリアを網羅しているNHRCM02の予測データを活用して算出。
- 現在気候と将来気候のデータは、下水道指針値（少なくとも20年以上の降雨データ）には不足しているが、過去実験と将来実験を比較する「降雨量変化倍率方式」であることから、過去と将来の相対的な評価は可能。
- 沖縄等は、海域を含めてDAD解析を実施。

<沖縄等の降雨量変化倍率の算出方法>

(1) 使用データ

NHRCM02
RCP2.6 2kmデータ

(2) 算出方法

- ①RCP2.6は4計算パターンの現在気候（過去20年分）、将来気候（将来20年分）の時間降雨量の整理
- ②沖縄等と全国15地域を対象にDAD解析を実施
- ③任意の降雨継続時間で年最大雨量を、現在気候及び将来気候について算出
- ④格子点の現在気候及び将来気候について、Gumbel分布を踏まえて5年確率降雨量と10年確率降雨量を算出し、降雨量の変化倍率を算出
- ⑤確率降雨年別、降雨継続時間別、パターン別に降雨量変化倍率の関係性を整理して、降雨量変化倍率を設定

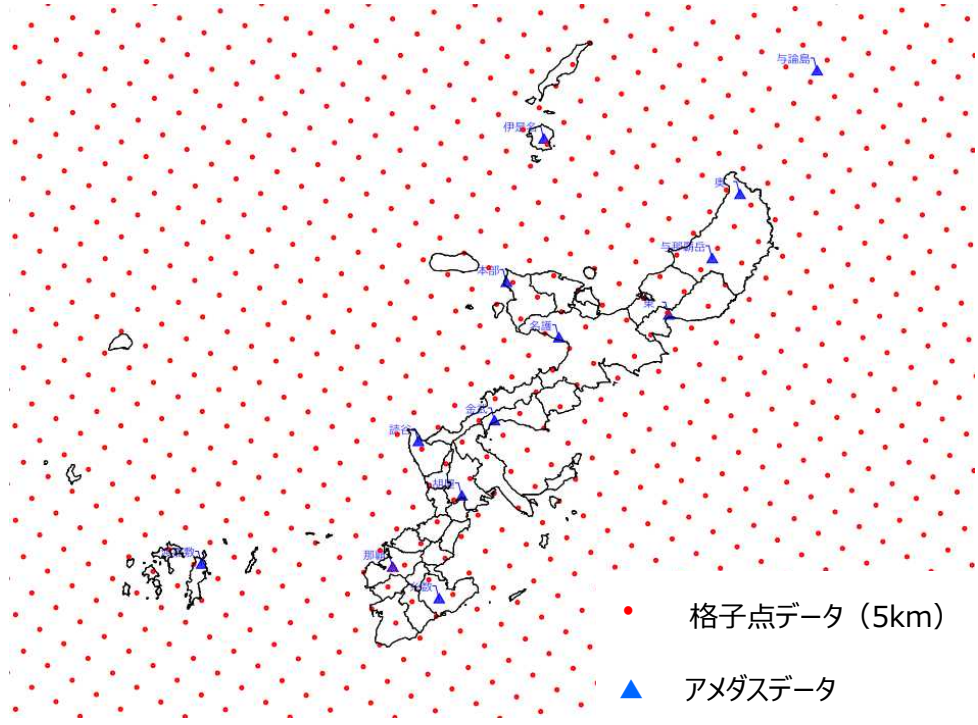


図 格子点データとアメダスの位置関係（イメージ）

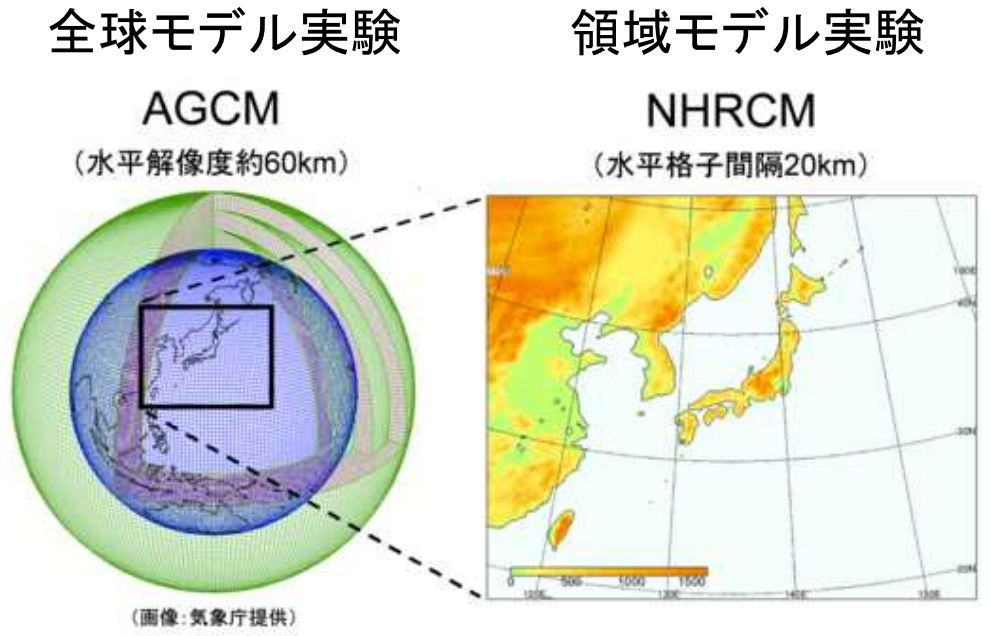
2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

- (1) 下水道計画の特徴と理想の解像度
- (2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性
- (3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル
- (4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）
- (5) モデルを活用した評価
- (6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定
- (7) 下水道計画への反映の考え方

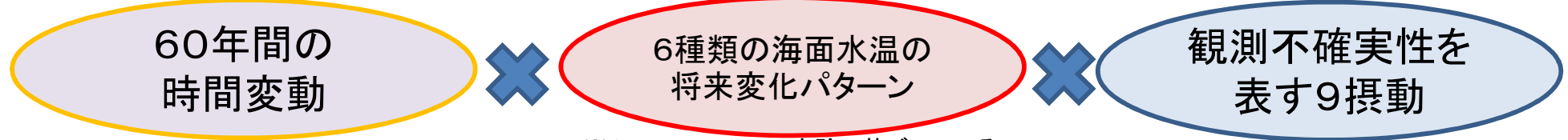
d2PDF (20km) の特徴

【d2PDFの特徴】

- 気象研究所全球大気モデルMRI-AGCMを用いた全球モデル実験と日本域をカバーする気象研究所領域気候モデルNHRCMを用いた領域モデル実験で構成されている。
- 領域モデル実験は、全球モデル実験の結果を用いて、水平格子間隔20kmにダウンスケーリングを行ったものである。
- 産業革命(1850年)以前に比べて全球平均温度が2℃上昇した世界をシミュレーションした将来気候のデータと観測された海面水温等のデータを与えた現在気候のデータが存在する。
将来気候: 3240パターン

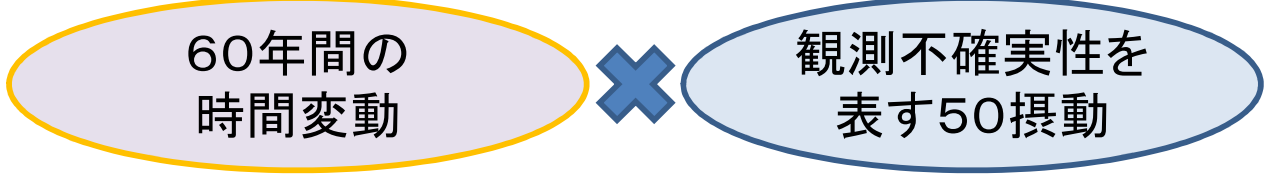


※「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」HPより抜粋



※CMIP5のRCP8.5実験に基づいている

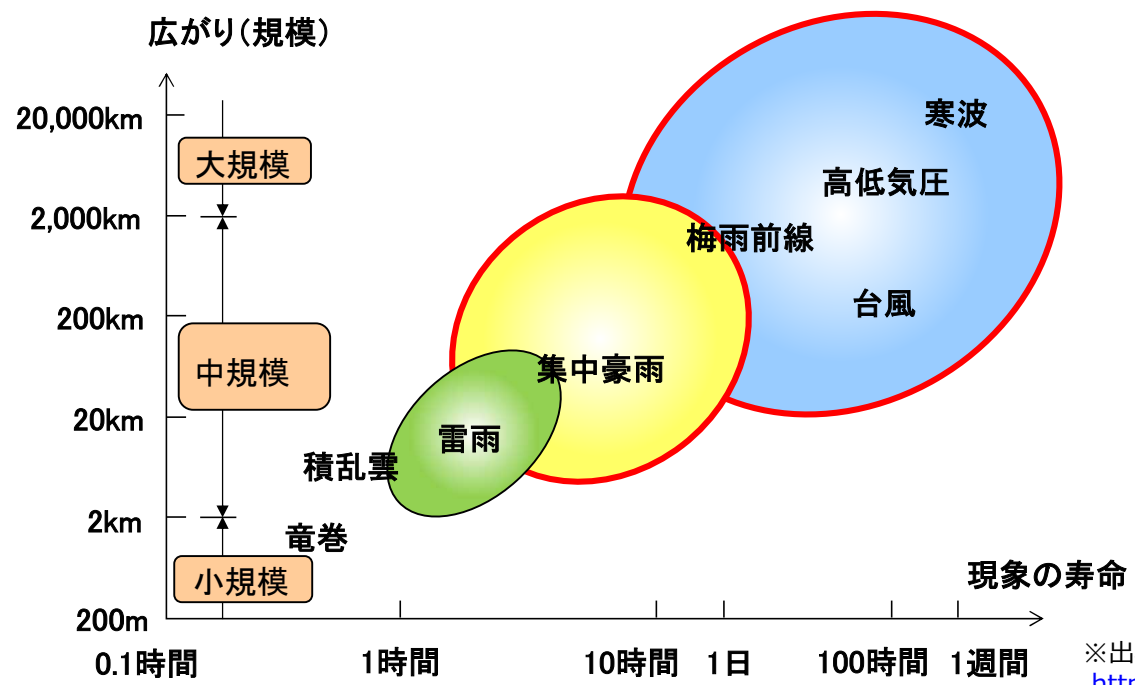
現在気候: 3000パターン



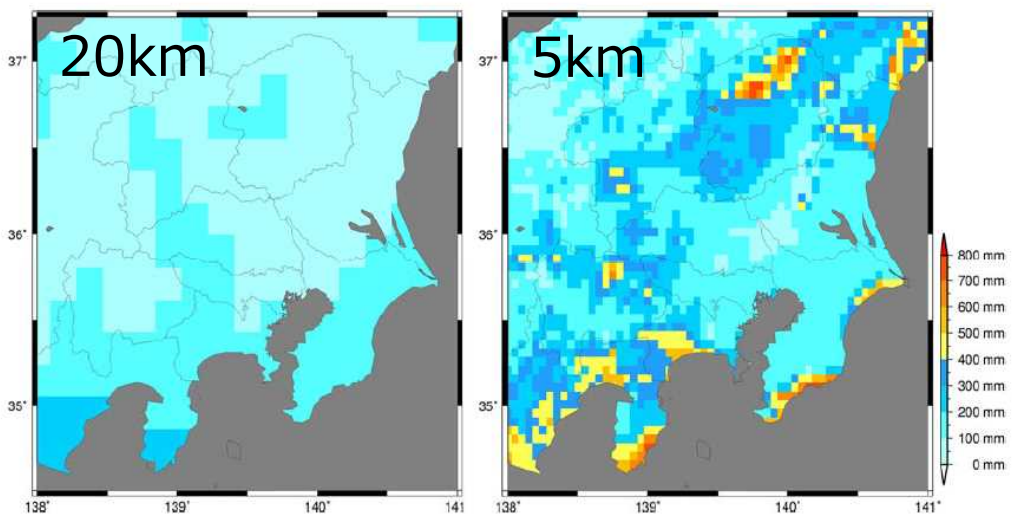
※摂動の与え方について
 ○海面水温の年々変動の標準偏差の30%を摂動として与え、海面水温の摂動に整合するように、他の入力データを調節して計算を行っている。
 ○現在気候では50種類、将来気候では6種類の海面水温の将来変化パターンそれぞれについて9種類の摂動を与えている。

数値予測モデルの格子間隔による再現性の違い

- 日本において災害をもたらす、前線や台風、集中豪雨の規模にはその広がりや現象の寿命が異なる。
- 予測モデルによって評価できる現象が異なることから、予測モデルの活用範囲を考慮することが必要。
- 台風や前線性の降雨、集中豪雨を評価するためには、少なくとも5kmの領域解像度が必要。



○解像度20kmと5kmの違い



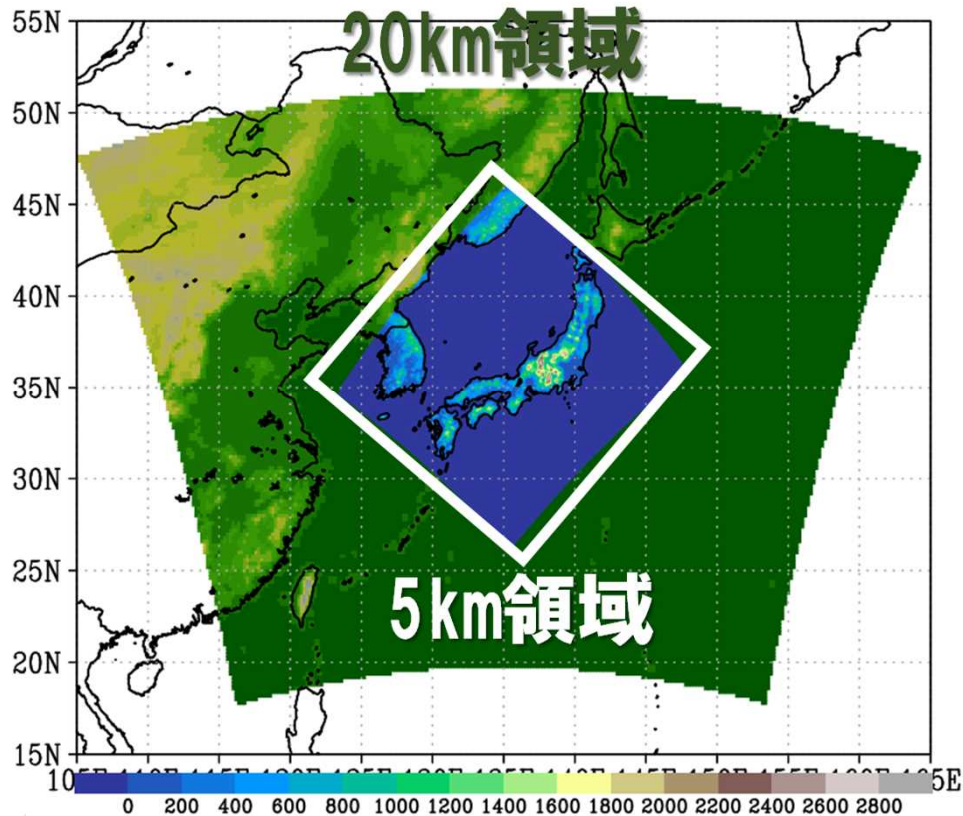
※出典：気象庁,数値予報モデルの種類,
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitep/1-3-4.html>

領域解像度	2km	5km	20km
領域モデル	NHRCM02	NHRCM05	NHRCM20
再現性の高い降雨時間	時間降水量～	時間降水量～	日降水量
再現性の高い気象現象	局地的な降雨 集中豪雨 前線性の降雨 台風規模の降雨	集中豪雨 前線性の降雨 台風規模の降雨	台風規模の降雨

d2PDF (5km,SI-CAT) の特徴

- SI-CATにおいて、d2PDF (20km)を解像度5kmへ力学的ダウンスケーリング。
- ダウンスケーリングを行うことで、地域スケールの気候変動による影響を評価することが可能。

■ 解像度20kmを5kmへダウンスケーリング



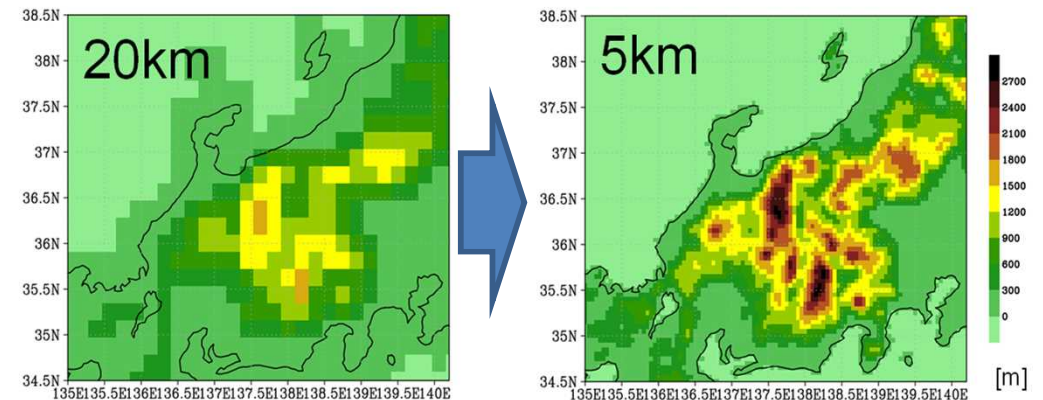
出典: 佐々井崇博(東北大学), 「SI-CATプロジェクトにおける力学DSデータセットの構築」をもとに作成

■ ダウンスケーリングの条件

モデル	非静力学地域気候モデル(JMA-NHRCM)
水平格子間隔	5km
初期値・側面境界値	d2PDF20kmRCM
初期時刻	7月24日～翌年8月30日
過去実験年数	372年分 (31年×12パターン)
将来実験年数	372年分 (31年×6SST×2摂動)

※今回の解析で使用したのは、過去実験・将来実験ともに360年分

■ 地形の再現性



d2PDF (5km,yamada) の特徴

地形や流域の形状をより忠実に反映するため、領域モデル実験(20x20km)をベースに5x5kmへの力学的ダウンスケーリングを実施した。

計算モデル

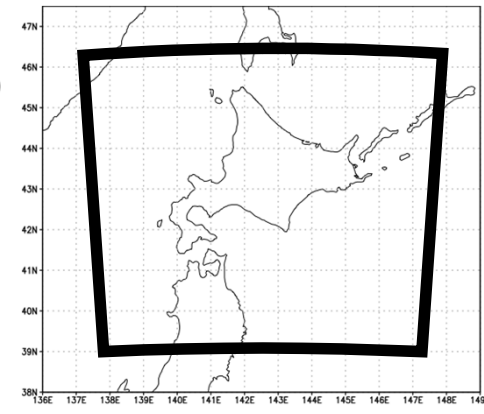
気象研究所非静力学地域気候モデル
(Nonhydrostatic Regional Climate Model (NHRCM))

水平解像度 : 5x5km

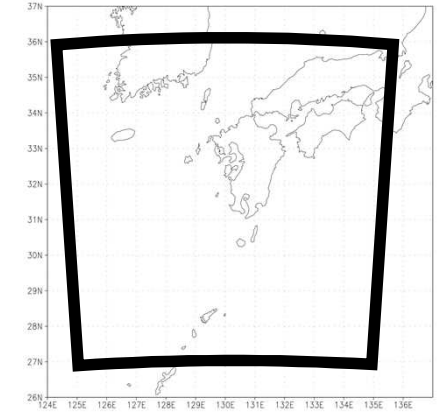
計算領域

- 計算領域1 : 142.5E, 42.75Nを中心に東西方向に800km、南北方向に800kmの範囲 (北海道)
- 計算領域2 : 130.0E, 31.5Nを中心に東西方向に1000km、南北方向に1000kmの範囲 (中国, 四国, 九州)

計算領域1(北海道)



計算領域2(中国, 四国, 九州)



対象期間

※本検討で使用

15日間のダウンスケーリング(15日DS)

領域モデル実験において6月1日から12月1日の間で流域平均降水量が最大となる期間を含む15日間

対象流域 : 十勝川、常呂川、石狩川 (計算領域1)
筑後川 (計算領域2)

※ 過去実験3000イベント、2℃上昇実験3240イベント、4℃上昇実験5400イベントの計算を完了済み

1年間を通したダウンスケーリング(通年DS)

7月24日から翌年8月31日までの約1年間

※ 演算量が膨大となるため、領域モデル実験において十勝川帯広基準地点集水域および筑後川荒瀬基準地点集水域での年最大流域平均降水量の大きい事例で計算を実施

計算領域1 : 過去実験 782年分、4℃上昇実験 869年分
計算領域2 : 過去実験 610年分、4℃上昇実験 812年分

出典 : 山田委員提供資料

(気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会)

d2PDFの計算条件（海面水温モデルと摂動）

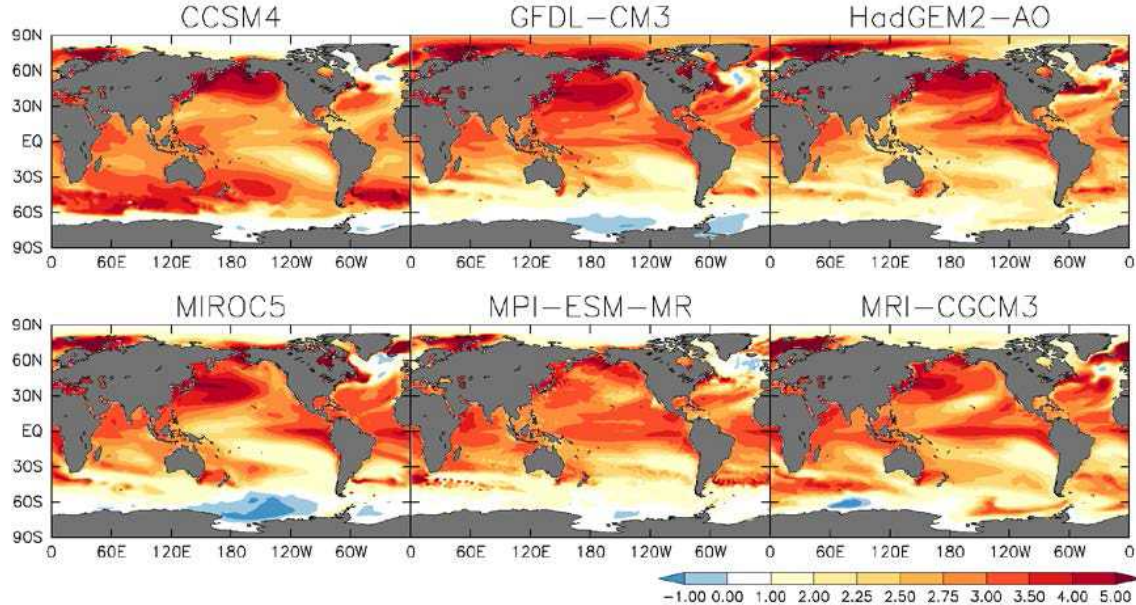
- 過去実験では、観測されたSST(海面水温) データに50の摂動を与えることにより、アンサンブルメンバを作成。
- 将来実験では、6つのSST（海面水温）メンバ及び9の摂動によりアンサンブルメンバを作成。

◆ 将来実験において使用しているSSTモデル

CMIP5	実験各略称	機関名
CCSM4	CC	米国 大気科学研究所
GFDL-CM3	GF	米国 地球物理流体学研究所
HadGEM2-AO	HA	英国 気象庁ハドレーセンター
MIROC5	MI	日本 海洋研究開発機構
MPI-ESM-MR	MP	独 マックスプランク研究所
MRI-CGCM3	MR	日本 気象庁気象研究所

◆ 摂動の作成について

- 過去実験において、海面水温解析の推定誤差と同等の振幅を持つ海面水温摂動※を作成した。
- 過去実験では、全球モデル（60kmメッシュ）において作成した海面水温摂動100個のうち、日本域モデル（20kmメッシュ）では50個を使用
- 将来実験には、その中から任意に選んだ9個を使用した。



←使用したCMIP5結合モデル毎の、与えた海面水温変化パターン[K]。すべての月、すべての年、すべてのメンバーを平均したもの。

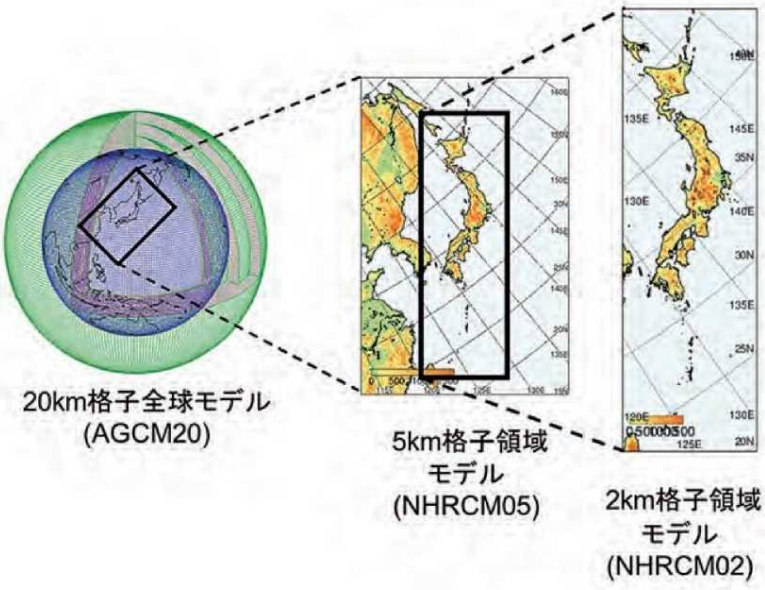
※出典：地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベースd4PDF, <http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/index.html> 文部科学省ほか, d4PDF利用の手引き, 2015.12, <http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/design.html>

NHRCMの特徴と降雨量変化倍率の算出手法

- 気象庁気象研究所が開発した非静力学地域気候モデル (NonHydrostatic Regional Climate Model : NHRCM) を用いた将来予測結果を検討に使用した。
- 水平解像度2kmのNHRCM02を用いて検討を行った。

【NHRCMの特徴】

- 全球モデル実験と、日本域をカバーする領域モデル実験で構成
- 領域モデル実験は、全球モデル実験の結果を用いて、5km (NHRCM05)、2km (NHRCM02) にダウンスケーリング
- 解像度が細かく、短時間降雨や局所的な強雨の表現が可能
- NHRCM02は、都市域と非都市域のグリッドを区別し、都市域には都市キャンピーモデルを適用している。



【解析条件】

- 解像度 : 2kmメッシュ (NHRCM02)
- シナリオ : RCP2.6
- 降雨継続時間 : 1, 2, 3, 6, 12, 24時間
- 雨域面積 : 4, 16, 36, 64, 100km²
- 対象地区 : 沖縄を含む下記「切り出し範囲」
- 現在気候 : 60パターン (20年間×3摂動)
- 将来気候 : 80パターン (20年間×4SST)

(NHRCM05の例) ※NHRCM02も概ね同様の範囲で切り出し

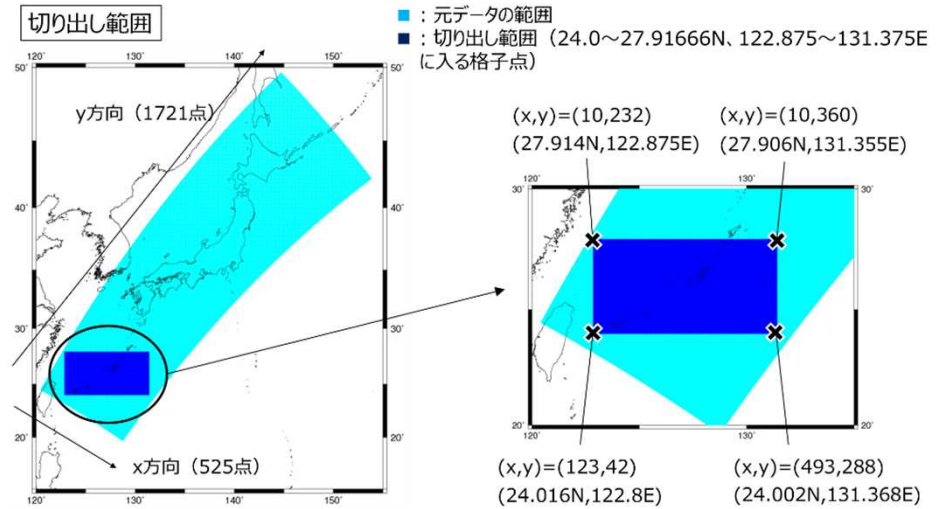
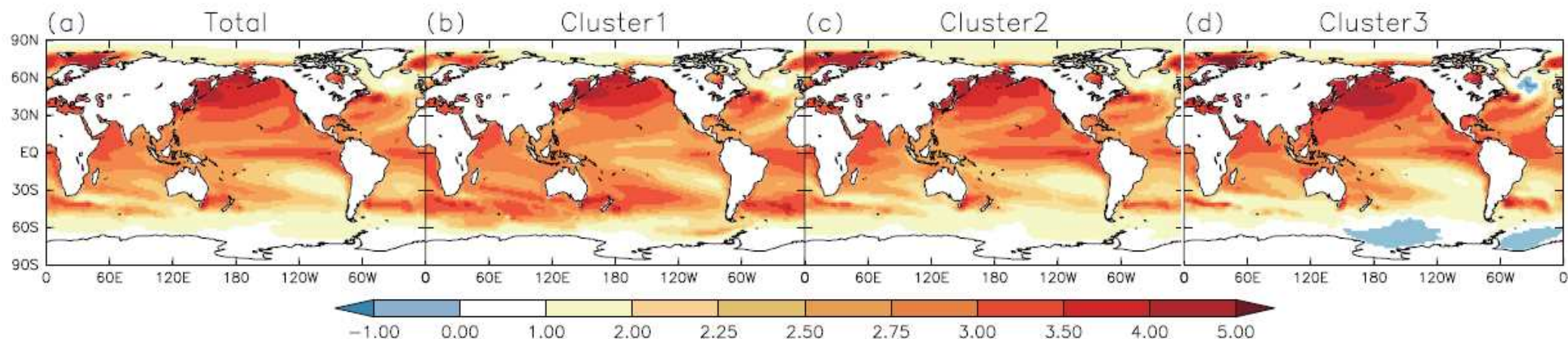


図 MRI-AGCM3.2SとNHRCM05、NHRCM02を用いた
 全球-領域気候温暖化予測システム
 出典：「研究成果の詳細報告 H29」(気象業務支援センター)

NHRCM02の海面水温（SST）パターン

- SSTパターンによって日本近海の海面水温の上昇度合いは異なり、気温や降雨量の変化も異なる。
- 異なるSSTパターンによる結果をまとめて一つの集合と捉えると、極端現象の評価にあたっては特定のモデルに依存することとなる。
- 4パターンのSSTを用いて検討を行った。

SST パターン



Mizuta et al.(2014)より引用。熱帯域のSSTの昇温量が同じになるように規格化している。

- (a) 28モデル平均で熱帯太平洋沖～東部での昇温が大きく、エルニーニョ的な変化を示す。
- (b) クラスタ1（8モデル）：熱帯太平洋沖～東部での昇温が小さく、南北半球間のコントラストも小さい。
d2PDFで使用したSSTのうちCCモデルを含む。
- (c) クラスタ2（14モデル）：（a）よりもさらにエルニーニョ的な変化を示す。
d2PDFで使用したSSTのうちHA、MR、MPの3モデルを含む。
- (d) クラスタ3（6モデル）：熱帯太平洋中～東部での昇温が小さく、南北半球間のコントラストが大きい。
d2PDFで使用したSSTのうちGF、MIの2モデルを含む。

検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）

- 観測値（1980～1999年）と地域気候モデル（NHRCM05）の比較より、モデルの再現性を確認する。
- 1時間降水量の出現頻度の再現性は強い雨の出現頻度が小さくなる地域もあるが、概ね再現できている。
- 相対湿度についても概ね再現できている。

- ・1時間降水量の出現頻度について、7地域ごとに観測値とNHRCM05の計算値の比較をしている。
- ・西日本日本海側では、他の地区に比べて整合性が悪いが、補正後は概ね他地域と同程度である。
- ・65mm/hを超えると観測値と計算値に差が見られる。

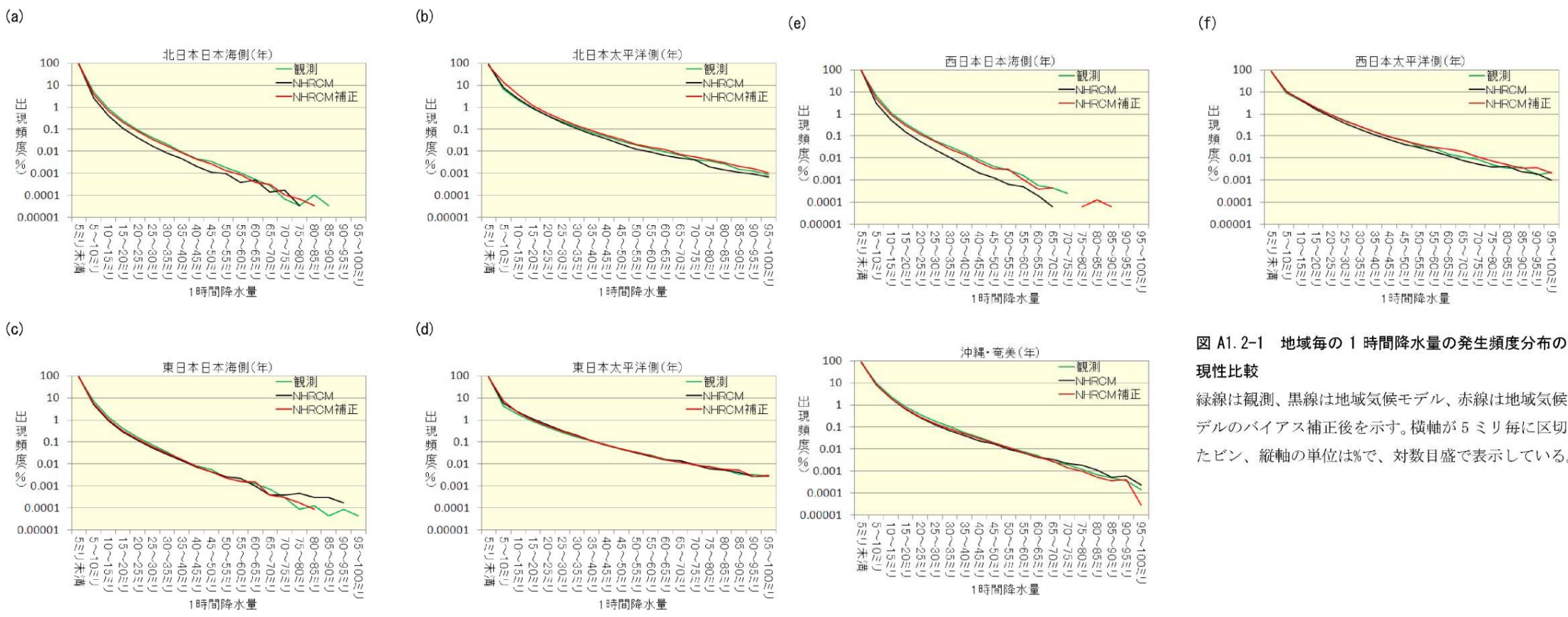


図 A1.2-1 地域毎の1時間降水量の発生頻度分布の再現性比較
 緑線は観測、黒線は地域気候モデル、赤線は地域気候モデルのバイアス補正後を示す。横軸が5ミリ毎に区切ったビン、縦軸の単位は%で、対数目盛で表示している。

検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）

- 表は地域毎の平均相対湿度の再現性の比較を、グラフは地域毎の季節毎相対湿度の出現頻度について、観測値とNHRCM05の計算値の比較をしている。
- 概ね再現できている。

	年	春	夏	秋	冬
全国	2.15(4.52)	5.39(5.74)	4.25(3.66)	-0.63(4.59)	-0.18(6.24)
北日本日本海側	1.65(3.82)	7.17(4.96)	5.27(2.35)	0.68(3.76)	-6.69(5.82)
北日本太平洋側	3.02(3.93)	8.27(5.04)	6.35(3.20)	1.25(4.93)	-3.80(4.75)
東日本日本海側	2.65(4.45)	7.19(5.38)	4.76(3.73)	0.34(4.93)	-1.38(4.11)
東日本太平洋側	1.74(5.51)	3.56(6.28)	3.59(4.04)	-1.64(5.32)	1.74(6.98)
西日本日本海側	1.81(3.72)	5.00(4.45)	3.72(2.79)	-1.70(3.71)	0.90(4.65)
西日本太平洋側	3.39(4.70)	6.12(6.13)	4.49(4.17)	-0.25(4.59)	3.80(4.38)
沖縄・奄美	-1.78(1.67)	-0.72(1.99)	0.35(1.38)	-3.35(1.36)	-2.95(2.51)

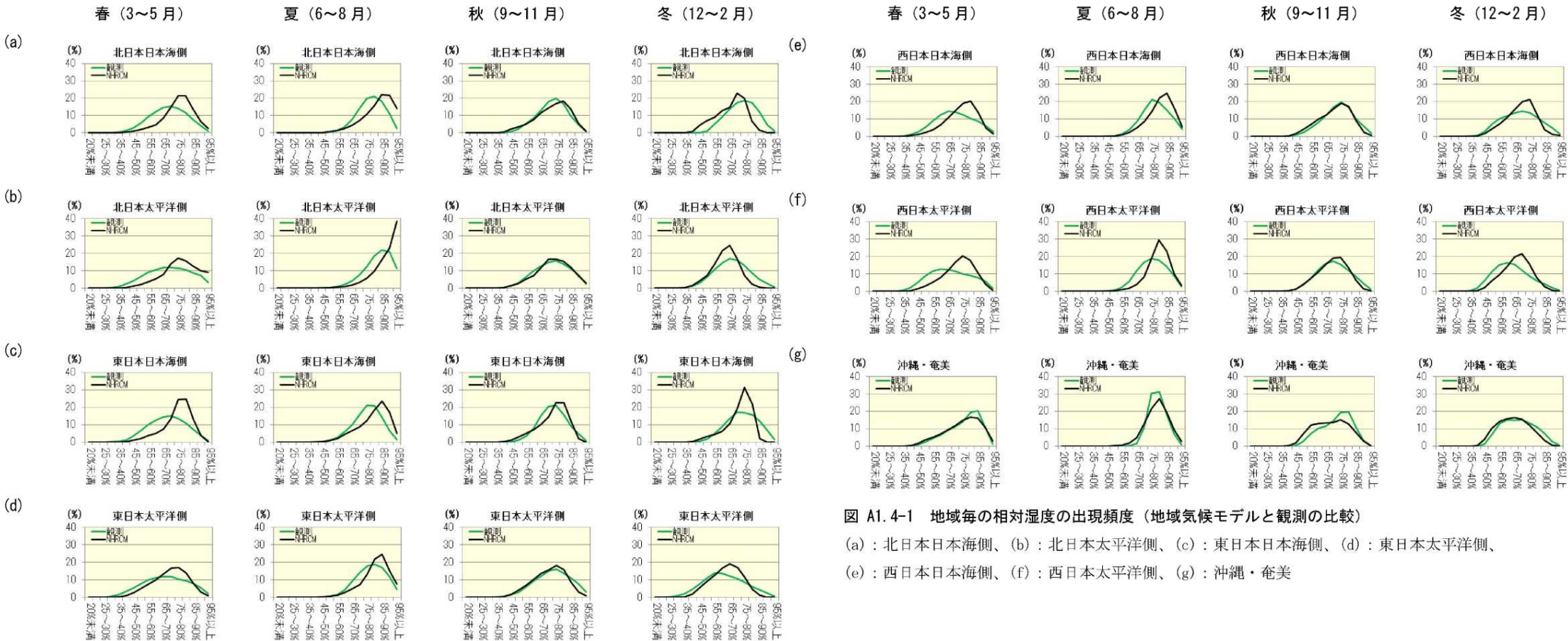


図 A1.4-1 地域毎の相対湿度の出現頻度（地域気候モデルと観測の比較）

- (a) : 北日本日本海側、(b) : 北日本太平洋側、(c) : 東日本日本海側、(d) : 東日本太平洋側、
 (e) : 西日本日本海側、(f) : 西日本太平洋側、(g) : 沖縄・奄美

検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）

- NHRCM02は、格子が細くなることにより、地形が複雑な場所ほど、NHRCM05より年降水量の改善が見られる。
- また、既往文献において、NHRCM02は90mm/h以下の降雨で観測値と同程度の傾向を示し、NHRCM05では捉え切れていない強降雨を再現できている。

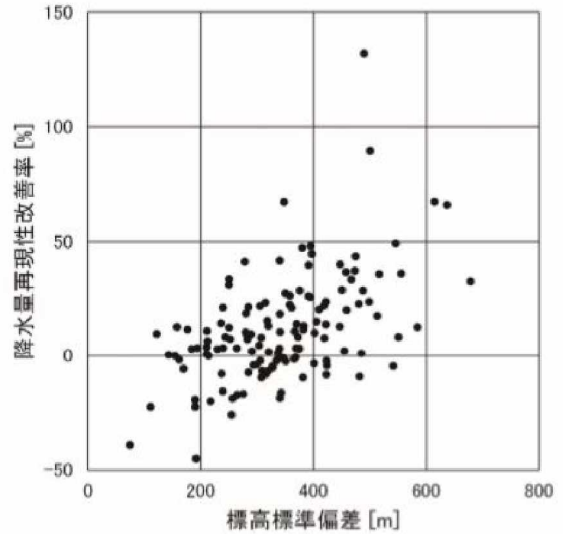
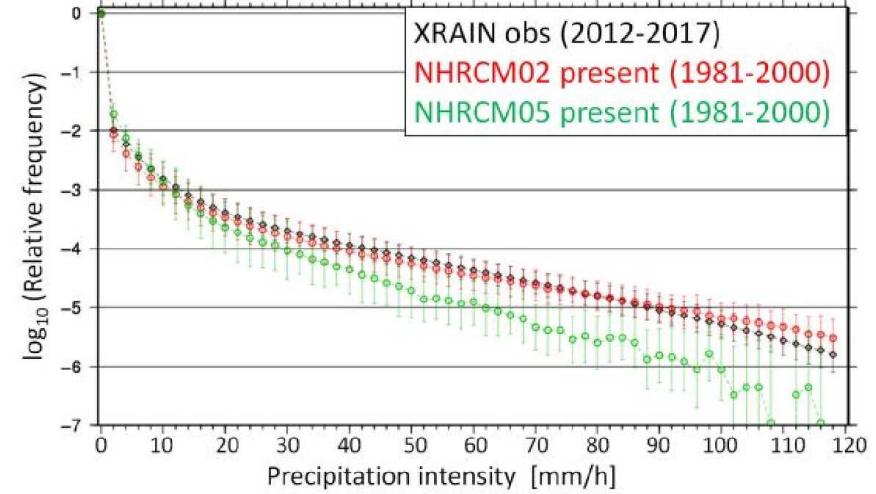


図3-10：各アメダス観測点における、領域2km実験の標高の空間標準偏差と年降水量の再現性の改善率との関係。モデル標高の標準偏差はアメダス観測点を中心とする40km四方の領域において計算した。降水量再現の改善率は、年降水量バイアスの絶対値のモデル間の差（領域5km実験－領域2km実験）を観測値で規格化したもので定義している。地形性の降水を対象とするため、実際の標高が500m以上の地点におけるデータのみを使用した。

・NHRCM02では、格子が細くなることにより、相対的に急峻な山岳など複雑な地形が格子内に再現され、地形が複雑な場所ほど、年降水量の再現性の改善率（NHRCM05からの改善）が大きくなる。

出典：「気候変動リスク情報創生プログラム 成果集」（文部科学省）



- ・NHRCM02については、90mm/h以下の降水強度階級において観測地と近い分布を示した。
- ・90mm/h以上の階級になってくると、過大評価であった。
- ・NHRCM05では80mm/h以上の大きな降水強度を局地的に再現することは難しい。

出典：「マルチ解像度RCMにおけるゲリラ豪雨の再現性の解析及び生起頻度の将来変化の推定」（京都大学防災研究所年報 平成30年，中北英一，森本啓太郎，野坂真也）

2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

- (1) 下水道計画の特徴と理想の解像度
- (2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性
- (3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル
- (4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）
- (5) モデルを活用した評価
- (6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定
- (7) 下水道計画への反映の考え方

降雨特性の類似する地域分類

- 降雨量変化倍率の算出にあたり、降雨特性の類似する地域に分類
- 想定最大規模降雨を設定した際に流域界で分割した地域区分を採用
- 想定最大規模降雨の算出にあたって、日本の降雨特性の類似性から区分した15地域区分に分割

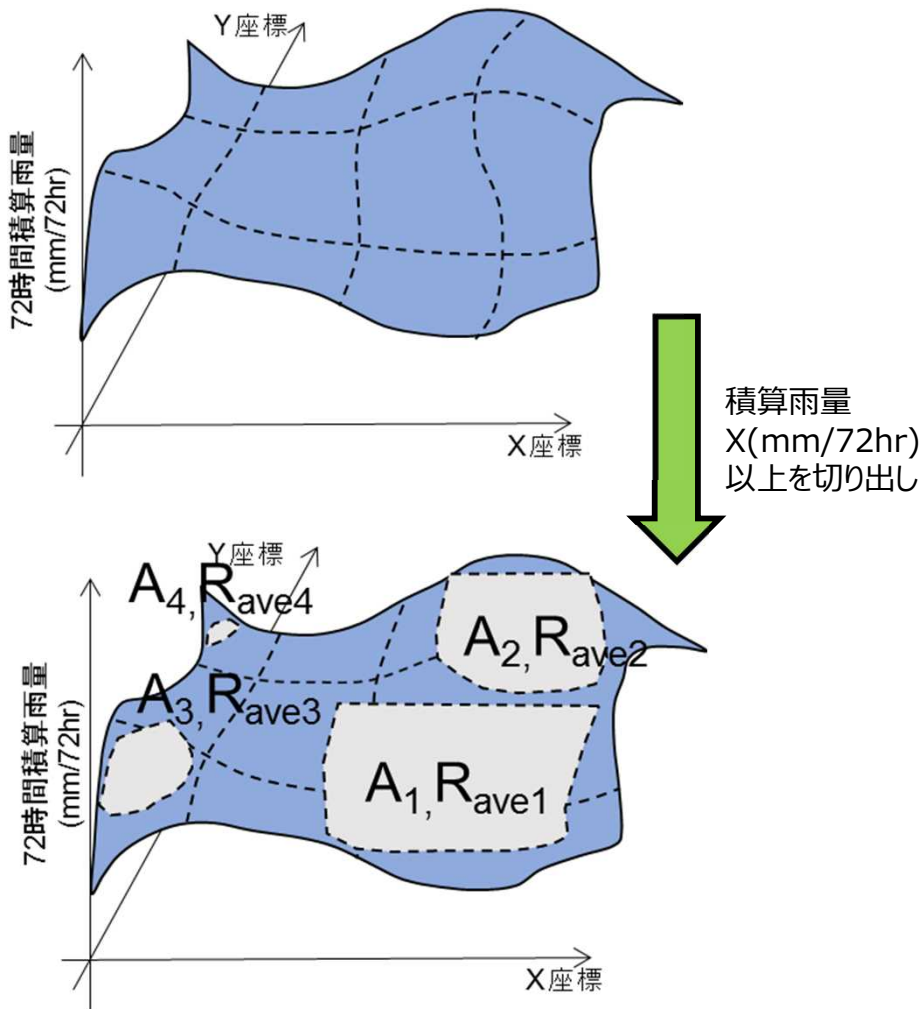
想定最大規模降雨に関する地域区分



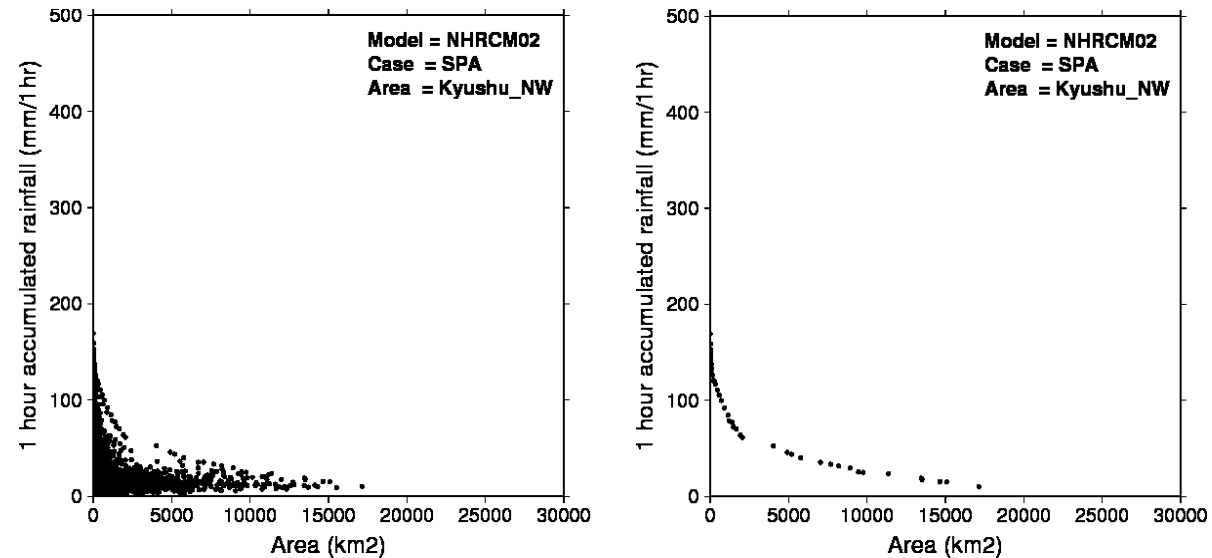
DAD解析の概要

- 現在気候および将来気候における降雨の時空間分布の変化を整理するため、積算雨量D(Depth)、雨域面積A(Area)、降雨継続時間D(Duration)の関係を整理する (DAD解析)。
- 面積雨量はFRM法 (雨量固定法) を用いて、降雨継続時間ごとに、抽出した雨域の面積及び雨域の平均雨量を算出。
- 降雨継続時間ごとに多数の積算雨量と雨域面積のデータサンプリングを行い、任意の面積ごとに最大雨量を算出。

(例)ある72時間の積算雨量分布



【解析結果イメージ】



多数の積算雨量と雨域面積のデータサンプリングを行い、雨域面積が大きくなるにつれて積算雨量が少なくなるようにデータを包絡し、任意の雨域面積に対応した積算雨量の最大値を抽出した。

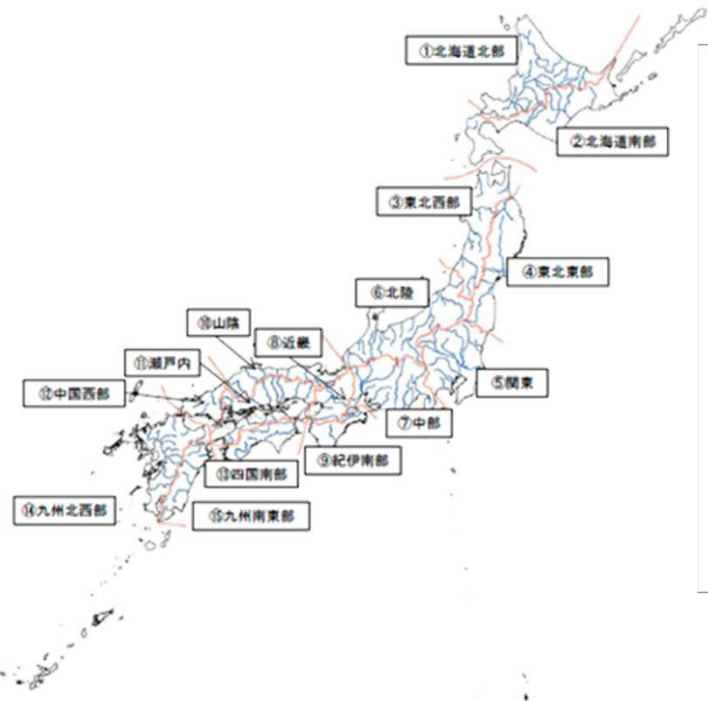
d2PDFによる降雨量の変化倍率の計算方法

- 現在気候360年分、将来気候360年分の降雨量データ※を用いて、地域区分毎に任意の降雨継続時間および雨域面積における年最大雨量を、現在気候及び将来気候について算出した。
 - 地域区分毎に、現在気候及び将来気候について、Gumbel分布を踏まえて5、10年確率雨量を算出し、降雨量の変化倍率を算出した。
- ※北海道のみ現在気候3000年分、将来気候3240年分の降雨量データを用いた

①年最大雨量データの作成

現在気候及び将来気候について、地域区分毎に任意の降雨継続時間および雨域面積における年最大雨量を算出

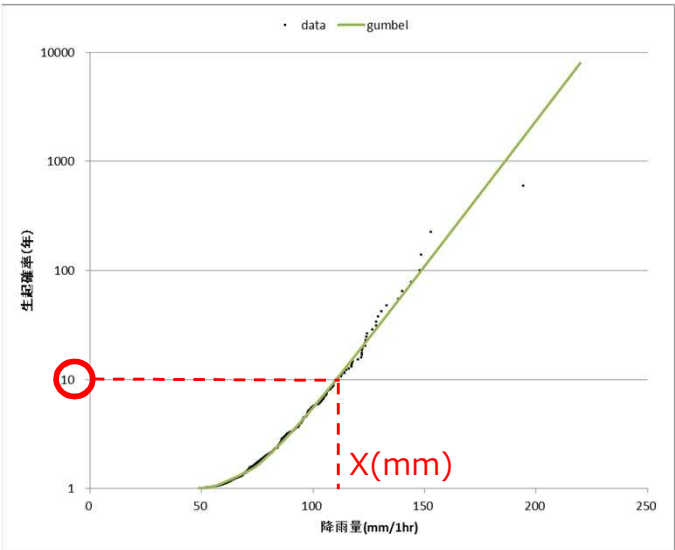
＜想定最大規模降雨に関する地域区分＞



②降雨量の変化倍率の算出

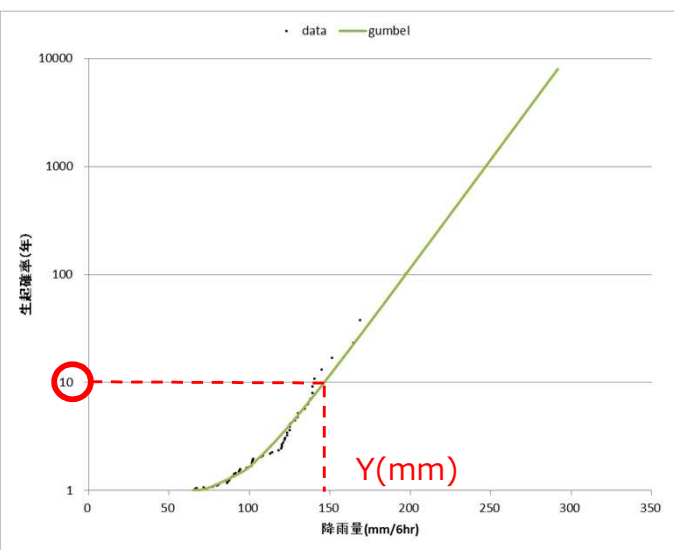
①で計算した年最大雨量を、Gumbel分布の確率密度関数を当てはめることで、5、10年確率雨量を現在気候及び将来気候について算出し、降雨量変化倍率を算出した。（下図の場合：降雨量変化倍率=Y/X）

＜現在気候＞



現在気候の10年
確率規模の降雨量

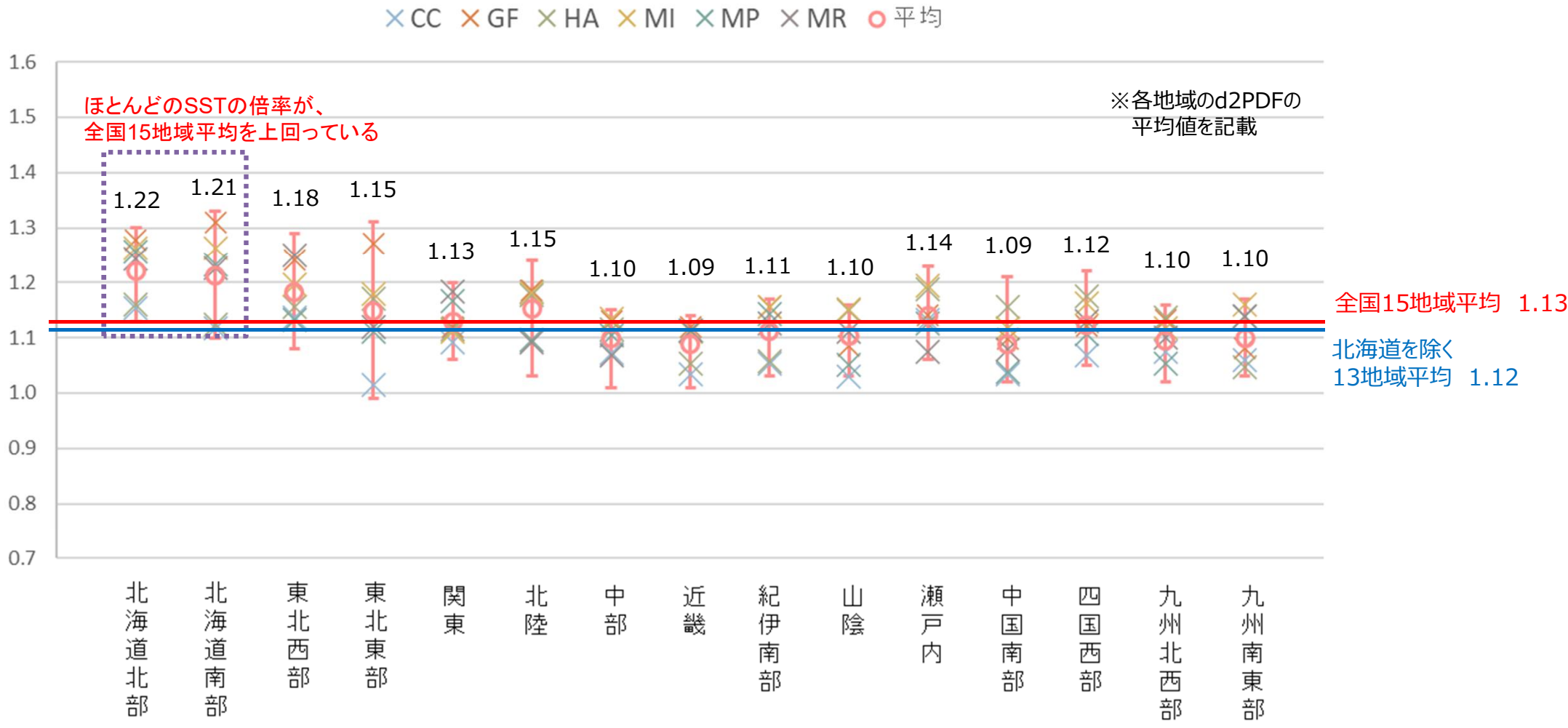
＜将来気候＞



将来気候の10年
確率規模の降雨量

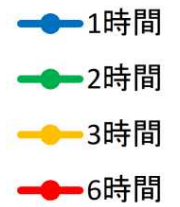
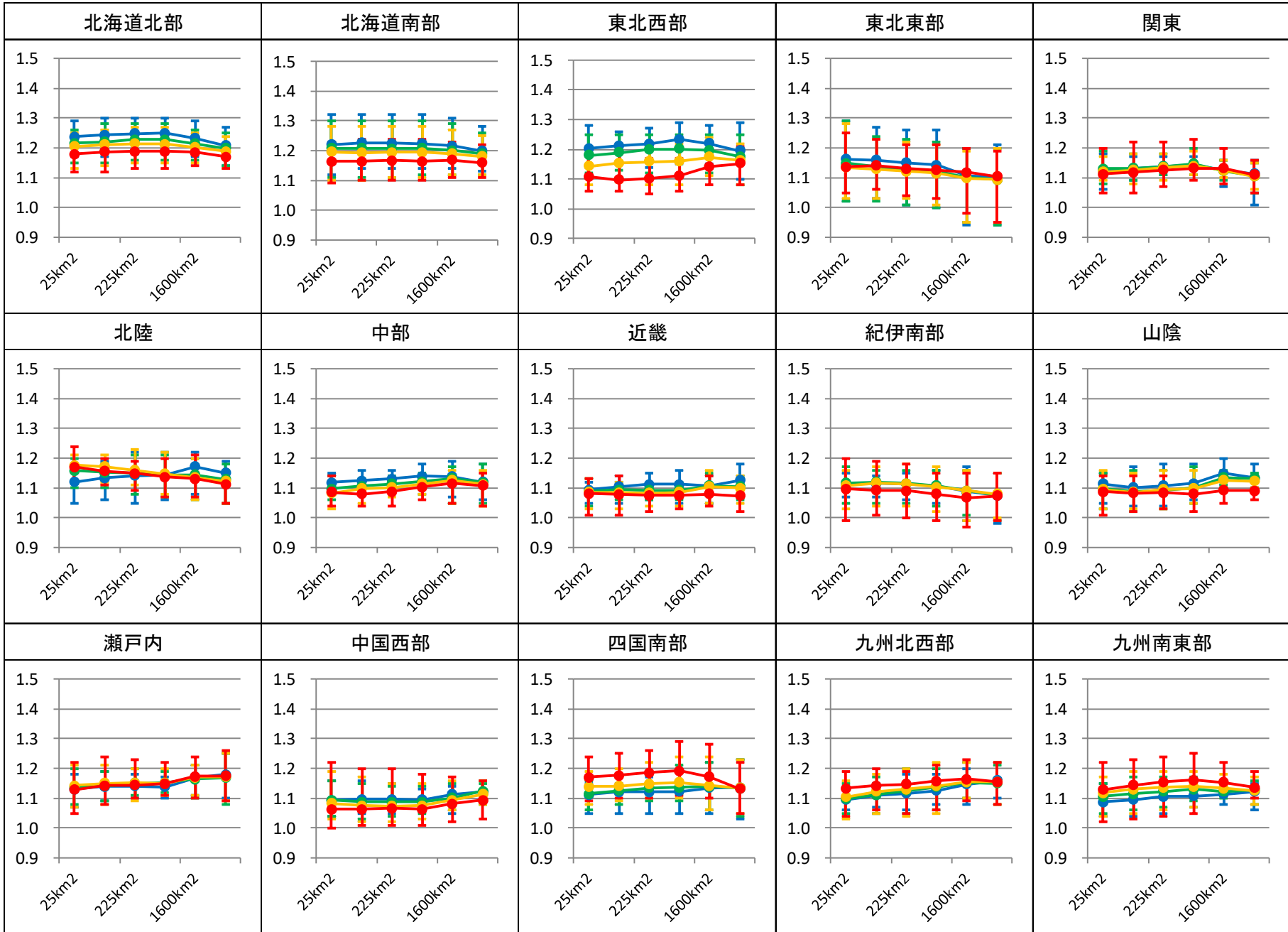
d2PDFの分析結果（地域別、SSTごとの降雨量変化倍率）

Od2PDF(5km) (2°C上昇) の年超過確率1/5,1/10降雨量をもとに、地域区分ごとの降雨量変化倍率を算出。
 ○海面水温（6パターン）ごとに、降雨継続時間（1,2,3時間）×雨域面積（25,100km²）の倍率の平均値を整理。
 ○北海道北部・北海道南部はd2PDF（5km,Yamada）、その他地域はd2PDF（5km,SI-CAT）をもとに算出。



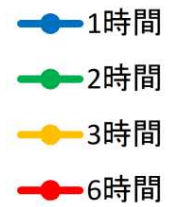
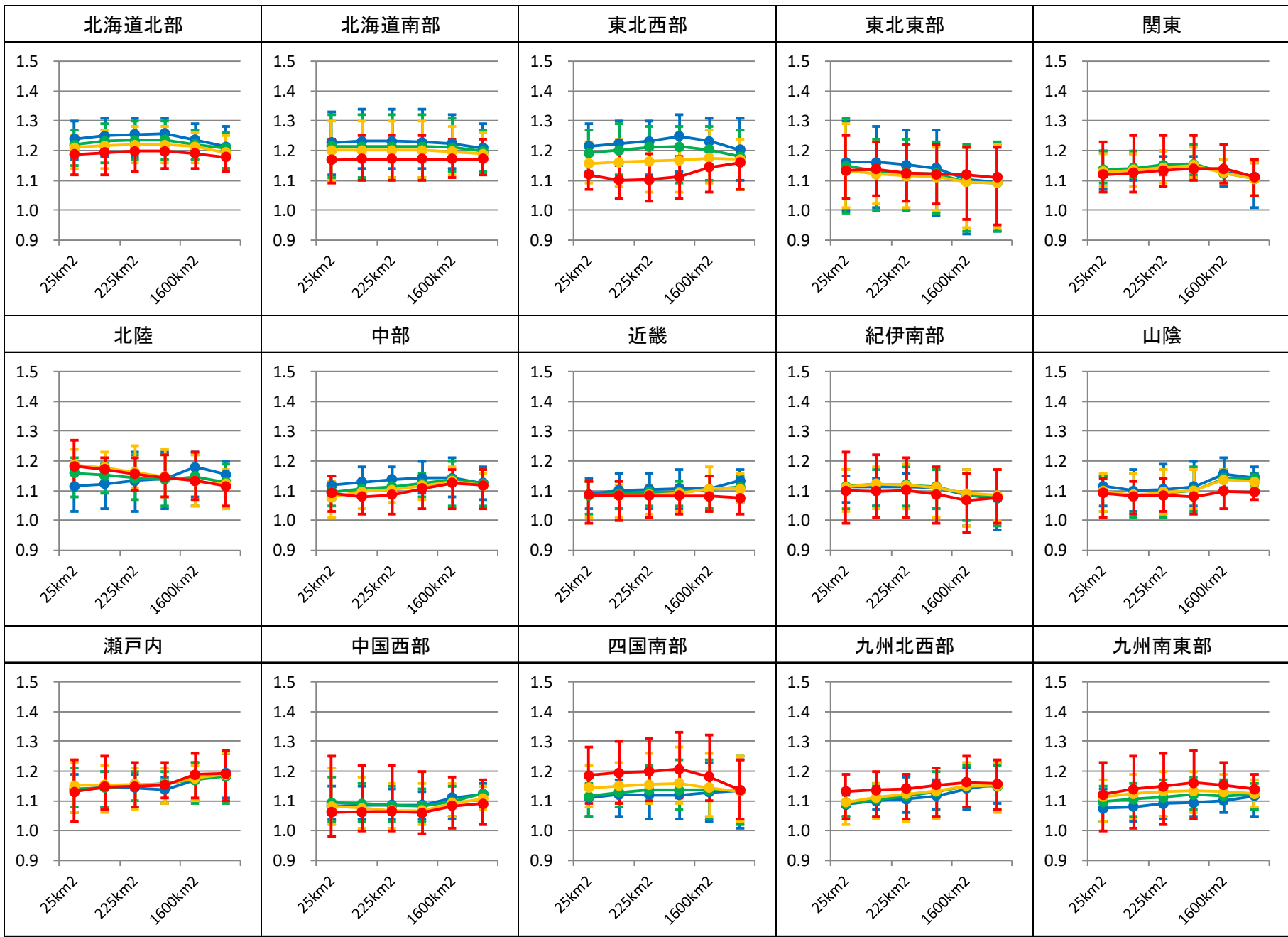
雨域面積と変化倍率の関係 (d2PDF・5年確率)

○雨域面積 (25, 100, 225, 400, 1600, 3600km²) の変化倍率



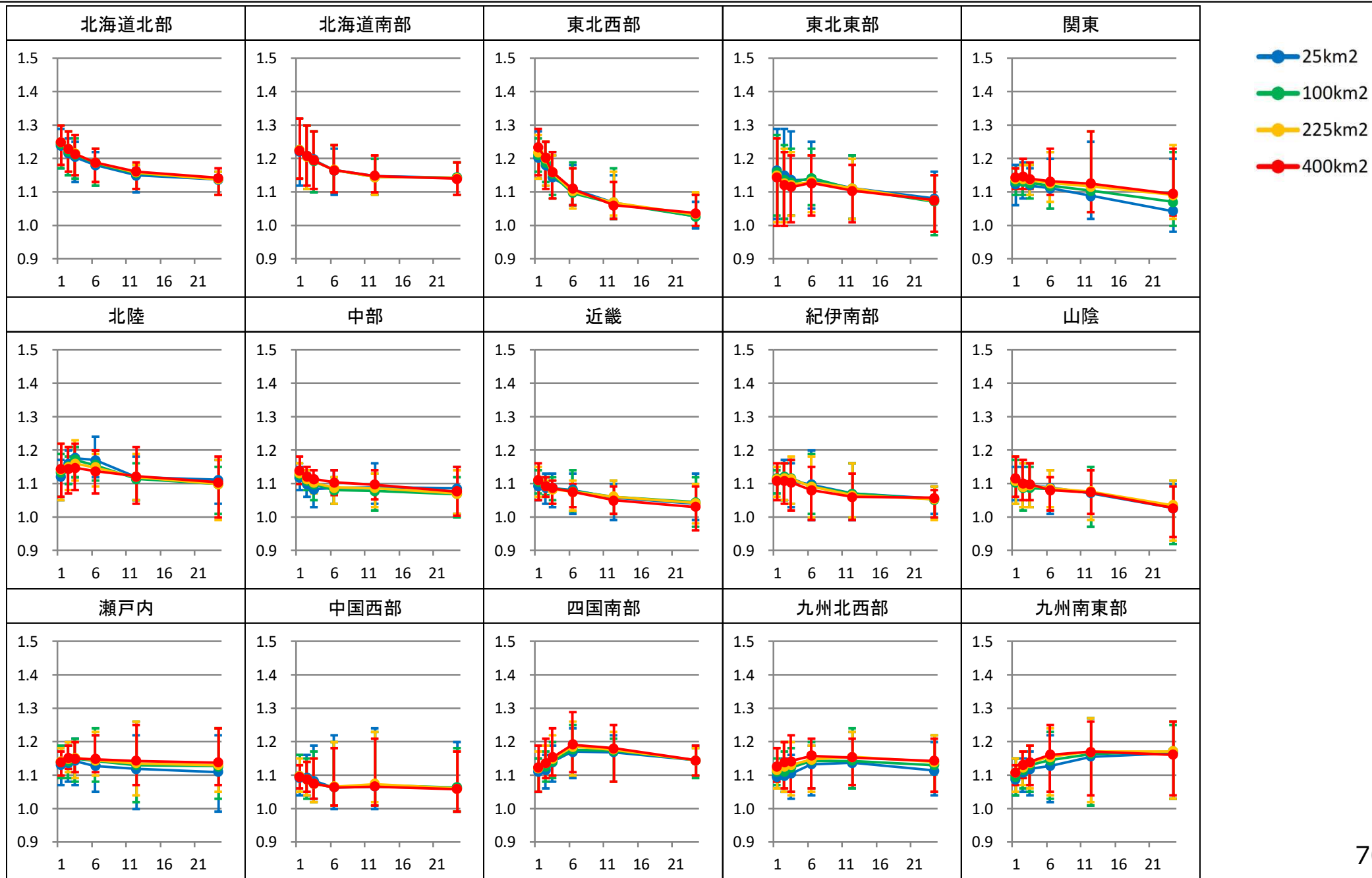
雨域面積と変化倍率の関係 (d2PDF・10年確率)

○雨域面積 (25, 100, 225, 400, 1600, 3600km²) の変化倍率



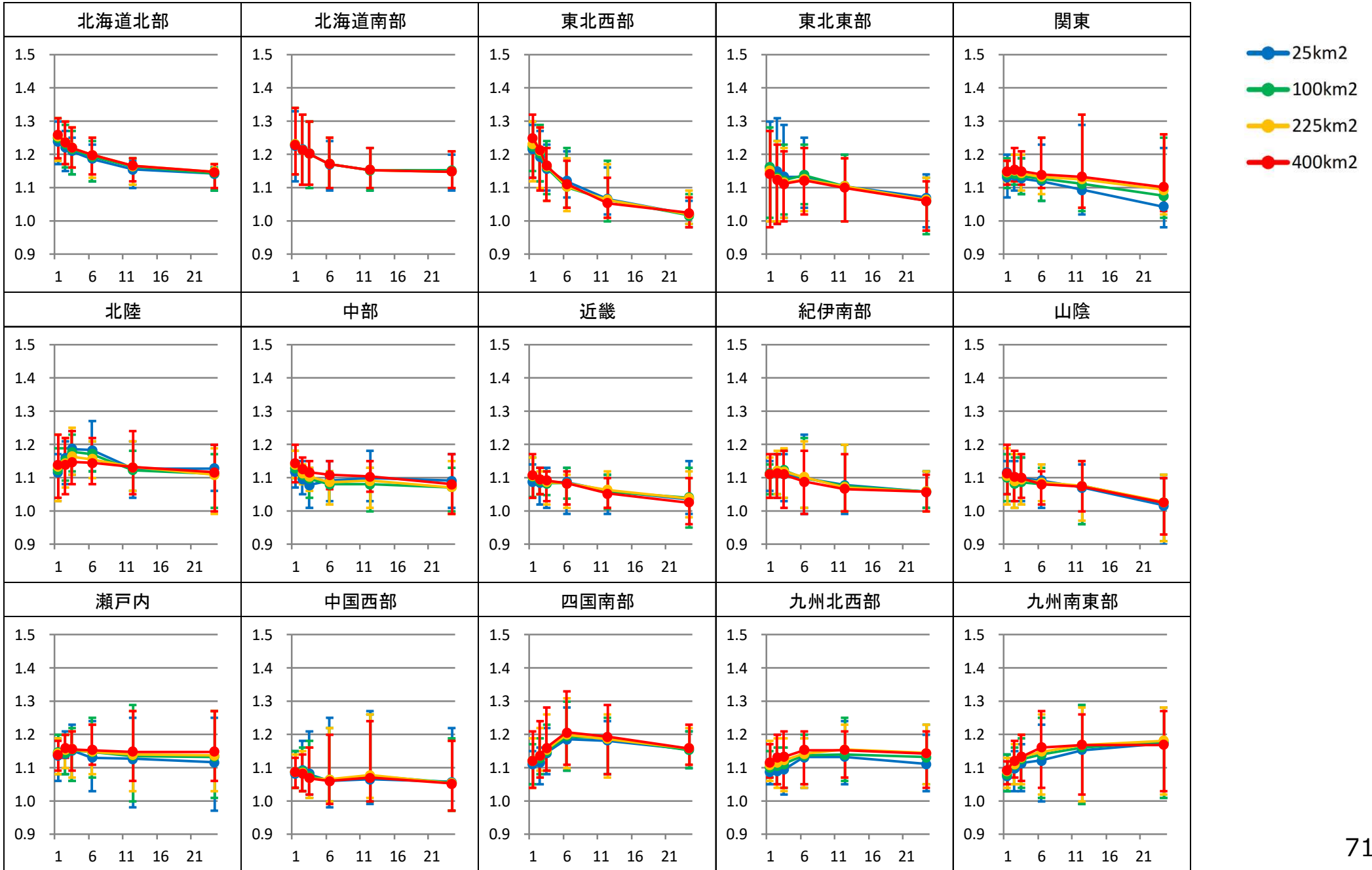
降雨継続時間と変化倍率の関係 (d2PDF・5年確率)

○降雨継続時間 (1, 2, 3, 6, 12, 24hr) の変化倍率



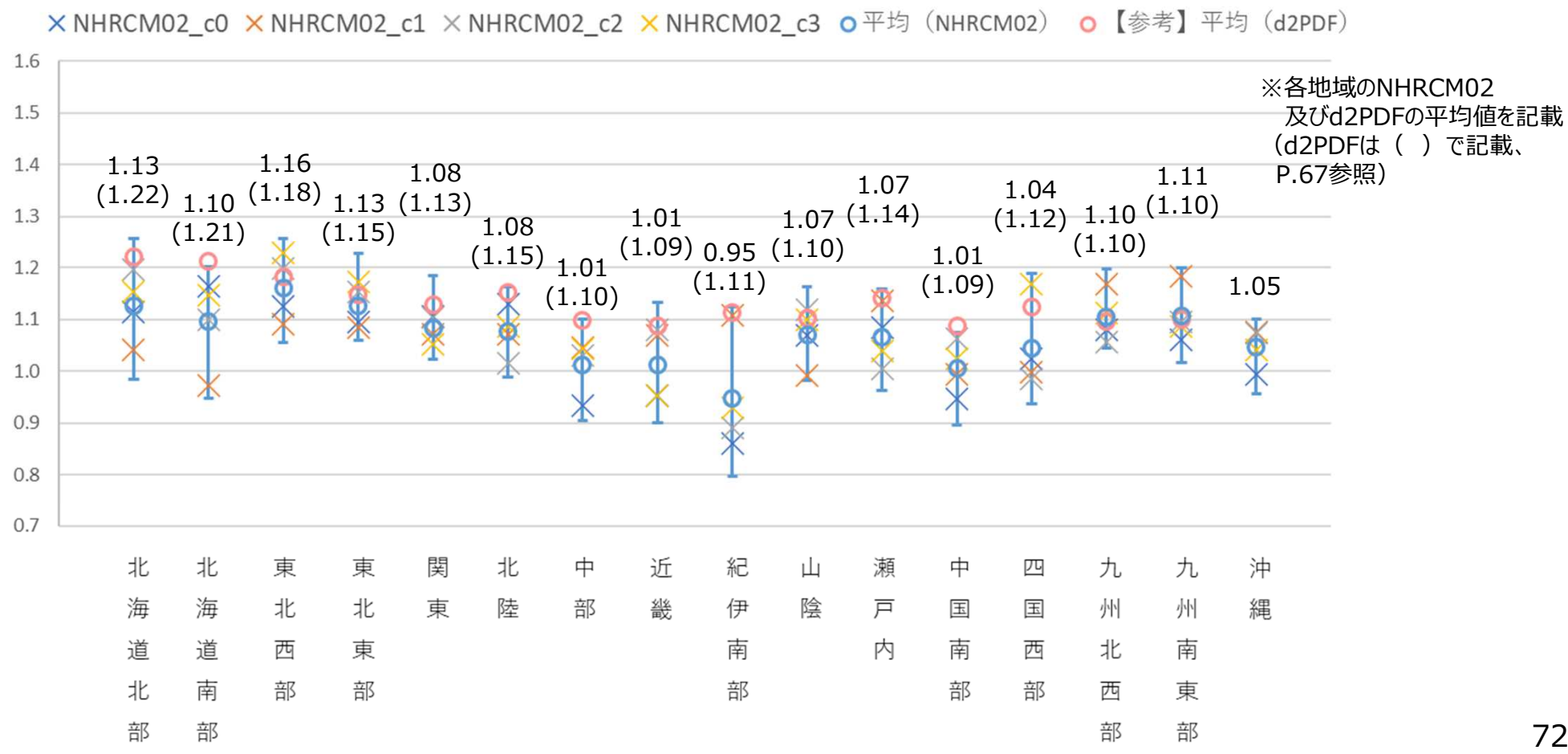
降雨継続時間と変化倍率の関係 (d2PDF・10年確率)

○降雨継続時間 (1, 2, 3, 6, 12, 24hr) の変化倍率



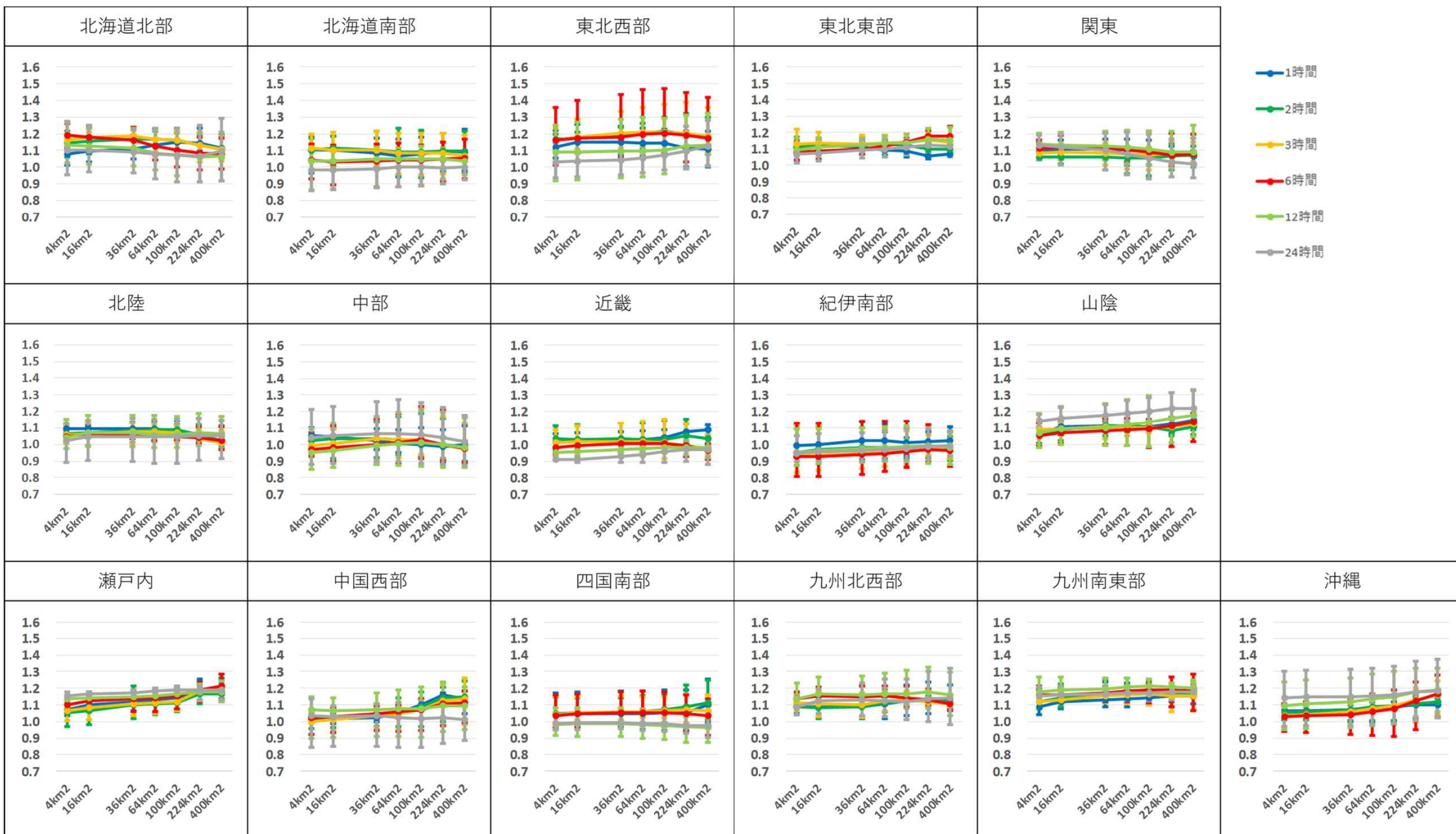
NHRCM02の分析結果（地域別、SSTごとの降雨量変化倍率）

- NHRCM02（RCP2.6）により地域別の降雨量変化倍率を算出。
- 海面水温（4パターン）ごとに、降雨継続時間（1,2,3時間）×雨域面積（4km²）の倍率の平均値を整理。
- NHRCM02による、沖縄の降雨量変化倍率はその他の地域と同程度の値になった。
- NHRCM02による地域区分毎の降雨量変化倍率は、d2PDFと概ね同程度の結果となっているものの、北海道北部・南部は、d2PDFの結果と異なり、他地域と同程度の倍率となった。
- NHRCM02のアンサンブル数（将来気候：80パターン）がd2PDF（将来気候：360パターン）と比較して少ないことから、地域間のばらつきが大きいものと考えられる。



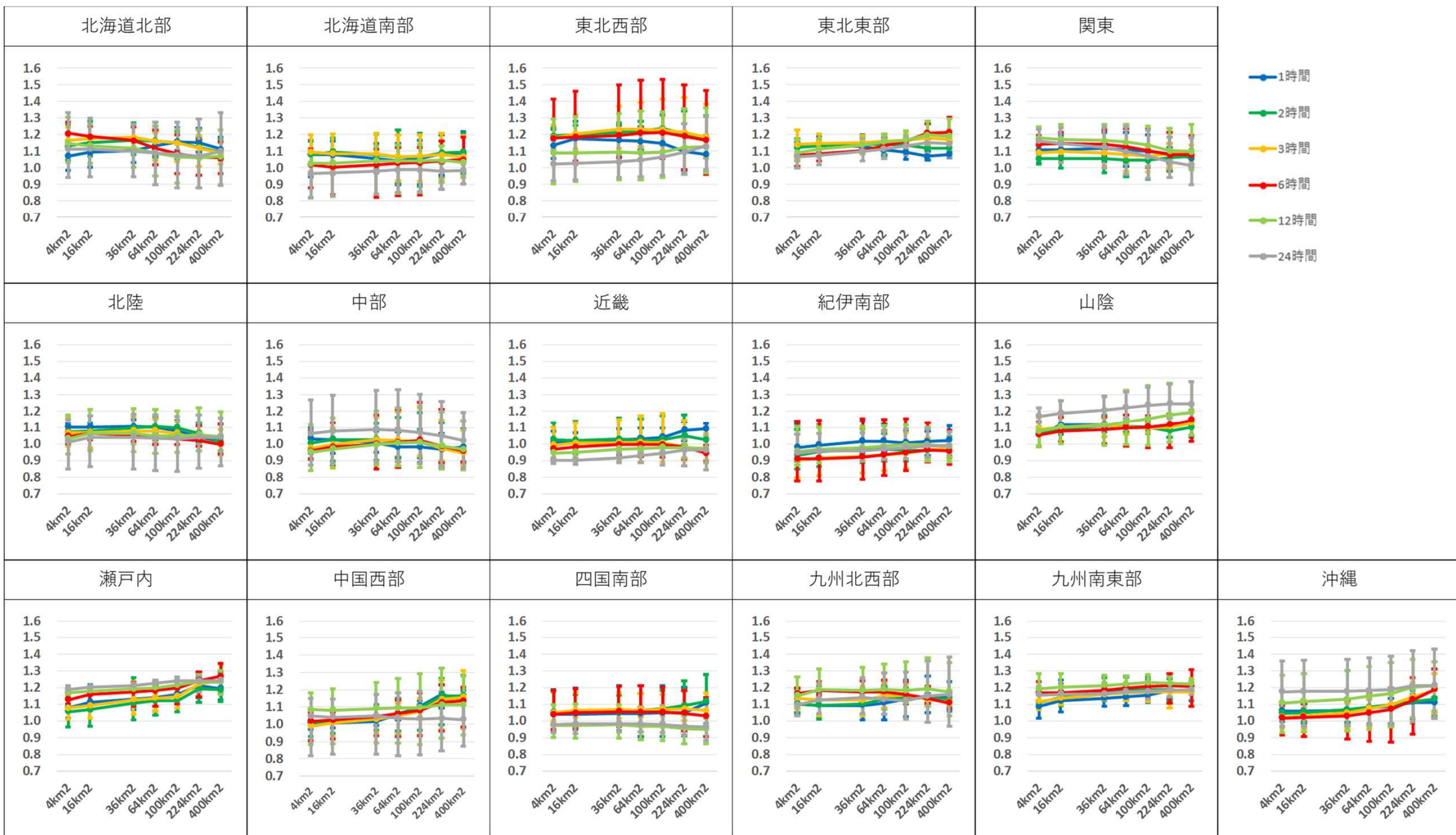
雨域面積と変化倍率の関係 (NHRCM02 RCP2.6・5年確率)

○雨域面積 (4,16,36,64,100,224,400km²) の変化倍率



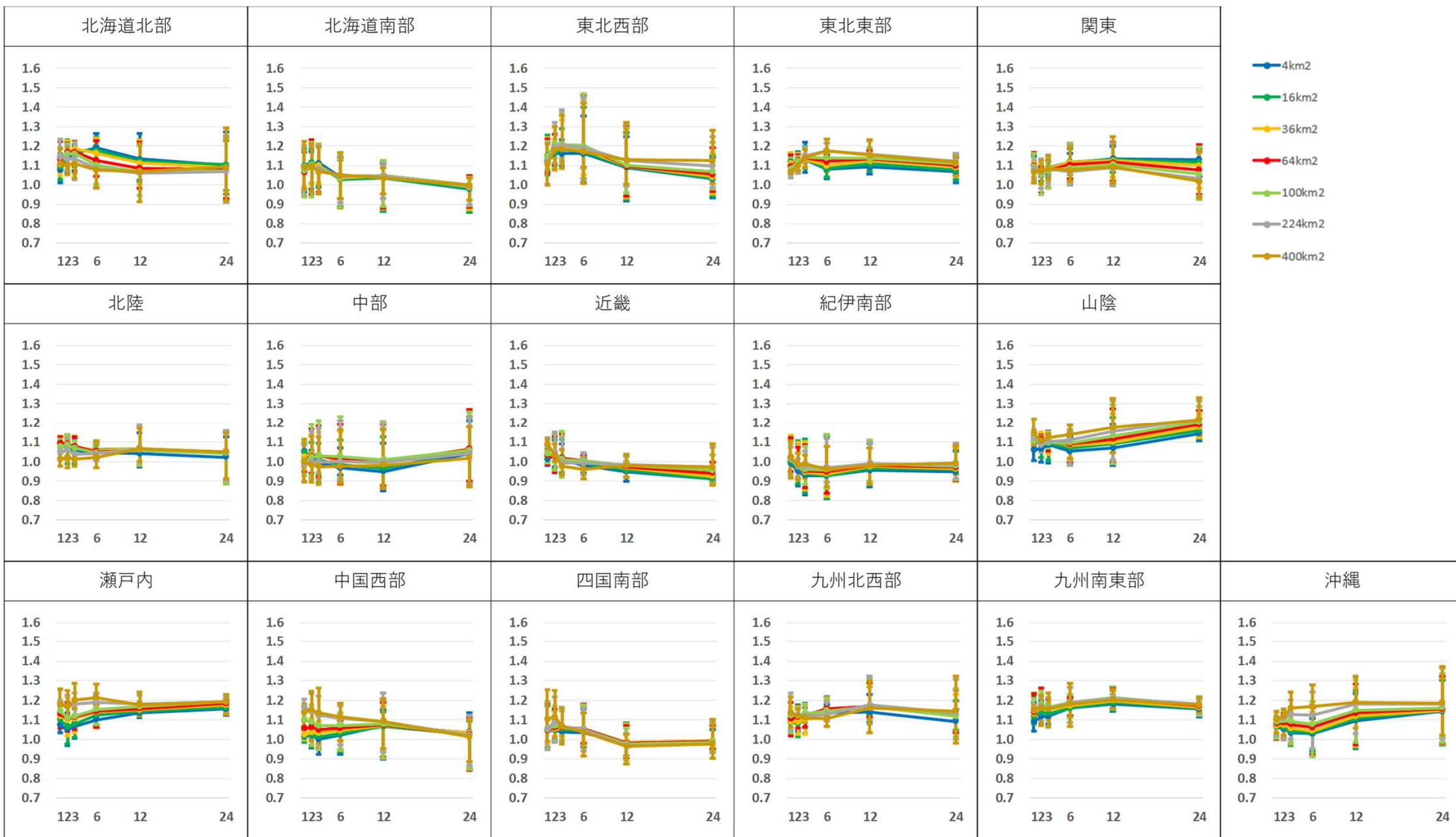
雨域面積と変化倍率の関係 (NHRCM02 RCP2.6・10年確率)

○雨域面積 (4,16,36,64,100,224,400km²) の変化倍率



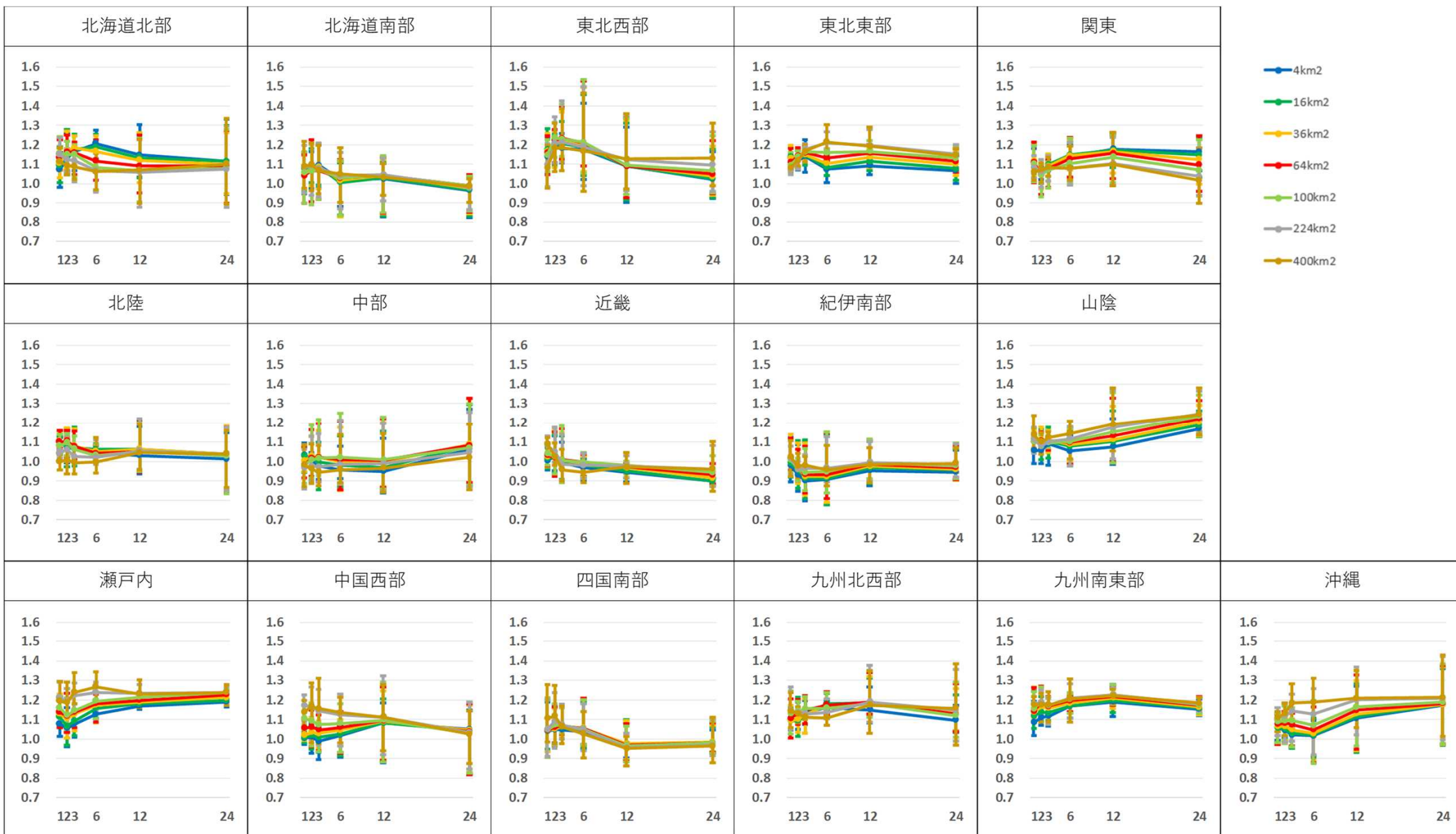
降雨継続時間と変化倍率の関係 (NHRCM02 RCP2.6・5年確率)

○降雨継続時間 (1,2,3,6,12,24hr) の変化倍率



降雨継続時間と変化倍率の関係 (NHRCM02 RCP2.6・10年確率)

○降雨継続時間 (1,2,3,6,12,24hr) の変化倍率



2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

- (1) 下水道計画の特徴と理想の解像度
- (2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性
- (3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル
- (4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）
- (5) モデルを活用した評価
- (6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定
- (7) 下水道計画への反映の考え方

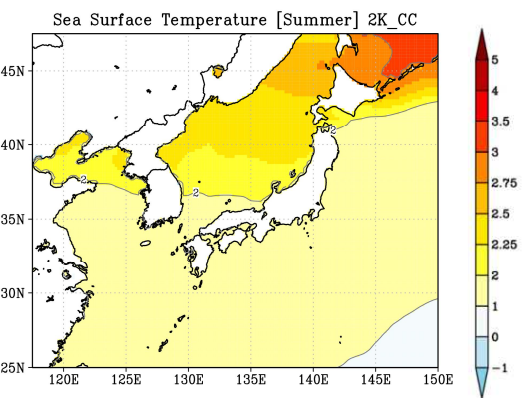
海面水温の変化（再掲）

- SSTの6モデルともに、北海道周辺は海面水温の上昇量が大きくなる傾向にある。他方、太平洋沿いのエリアではモデルによって海面水温の上昇量の違いが大きくなっている。
- 沖縄周辺については、太平洋沿いのエリアと比較し、同程度か低くなっている。

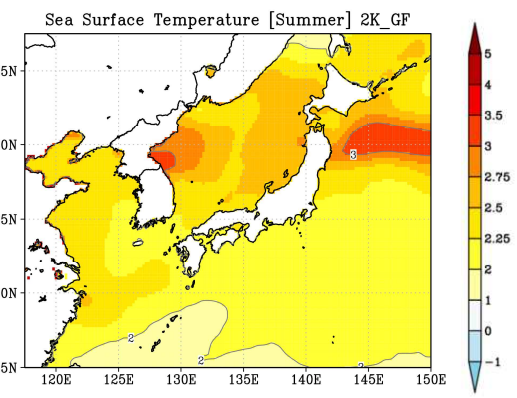
SST パターン

・d2PDFで使用した将来の海面水温は、以下のとおり各研究機関で推計された6ケースについて実施している。

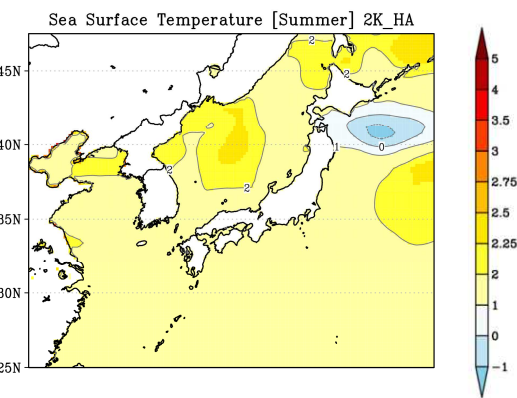
CC



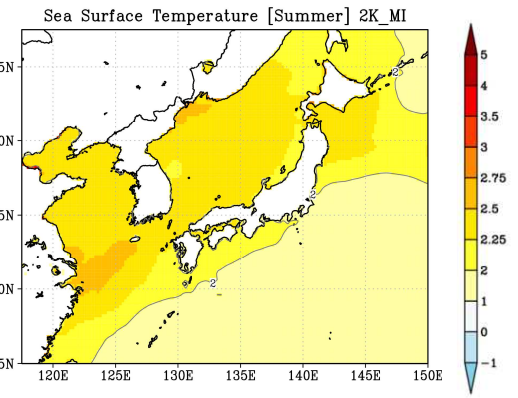
GF



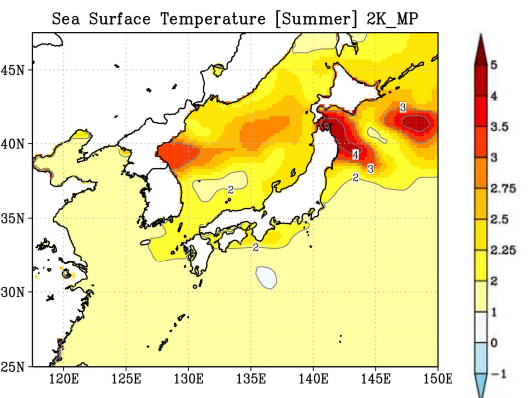
HA



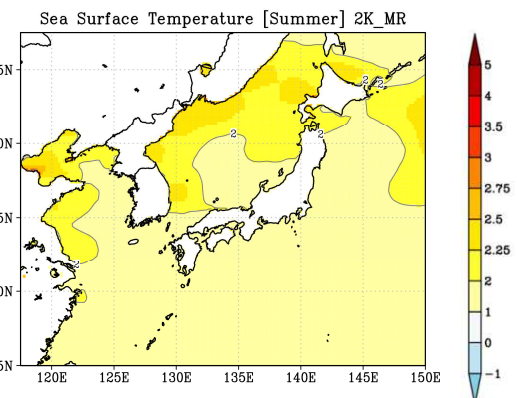
MI



MP



MR



CMIP5	実験各略称	機関名
CCSM4	CC	米国 大気科学研究所
GFDL-CM3	GF	米国 地球物理流体学研究所
HadGEM2-AO	HA	英国 気象庁ハドレーセンター
MIROC5	MI	日本 海洋研究開発機構、東京大学 大気海洋研究所、国立環境研究所
MPI-ESM-MR	MP	独 マックスプランク研究所
MRI-CGCM3	MR	日本 気象庁気象研究所

地域区分ごとの降雨量変化倍率の設定

地域区分	【参考】令和2年6月提言 (2°C上昇換算値)			d2PDF (25・100km2, 1・2・3hr)			NHRCM02 RCP2.6 (4km2, 1・2・3hr)			今回 提案値	考え方
	平均値	6SST	【暫定値】	平均値	中央値	6SST	平均値	中央値	4SST		
北海道北部	1.19	1.15~1.26	1.15	1.22	1.25	1.13~1.30	1.13	1.14	0.98~1.26	1.15	<ul style="list-style-type: none"> 全国平均値1.13と比較すると、d2PDFの計算結果は高い傾向にある。また、6SSTの幅も他地域と比べて高い傾向にある。 北海道地域は、いずれのSSTパターンにおいても海面水温の上昇が他の地域と比較して大きくなっている。 また、高緯度の地域ほど気温の上昇量及び上昇率が高くなることが予測されており、気候変動による降雨量の変化は、気温上昇量に応じた大気中の飽和水蒸気量の変化に影響されることを踏まえると、北海道における降雨量変化倍率が高くなるものと推測される。 d2PDFの計算結果が他地域より高い傾向にあるが、NHRCM02の計算結果は他地域と同程度の倍率であることに鑑み、1.15倍とする。
北海道南部	1.27	1.20~1.37	1.15	1.21	1.23	1.10~1.33	1.10	1.12	0.95~1.20	1.15	
東北西部	1.15	1.08~1.22	1.10	1.18	1.18	1.08~1.29	1.16	1.17	1.05~1.26	1.10	
東北東部	1.16	1.12~1.23	1.10	1.15	1.14	0.99~1.31	1.13	1.12	1.06~1.23	1.10	
関東	1.13	1.07~1.18	1.10	1.13	1.12	1.06~1.20	1.08	1.08	1.02~1.18	1.10	
北陸	1.12	1.09~1.15	1.10	1.15	1.16	1.03~1.24	1.08	1.08	0.99~1.16	1.10	<ul style="list-style-type: none"> 2地域を除いた全国平均値1.12と比較すると、計算結果はやや高い傾向を示しているが、6SSTの幅には収まっていることから、1.10倍とする。

地域区分ごとの降雨量変化倍率の設定

地域区分	【参考】令和2年6月提言 (2℃上昇換算値)			d2PDF (25・100km ² , 1・2・3hr)			NHRCM02 RCP2.6 (4km ² , 1・2・3hr)			今回 提案値	考え方
	平均値	6SST	【暫定値】	平均値	中央値	6SST	平均値	中央値	4SST		
九州北西部	1.08	1.05～1.11	1.15	1.10	1.11	1.02～1.16	1.10	1.10	1.04～1.20	1.10	<ul style="list-style-type: none"> 2地域を除いた全国平均値1.12と比較すると、計算結果はやや低い傾向を示しているが、6SSTの幅には収まっていることから、1.10倍と変更する。 これは、4℃上昇時に見られた九州北西部付近の海面水温の上昇が大きくなる傾向が2℃上昇時では明確には現れておらず、降雨量変化倍率も他地域並みであったと考えられる^(※)。
九州南東部	1.06	1.02～1.11	1.10	1.10	1.10	1.03～1.17	1.11	1.09	1.02～1.20	1.10	<ul style="list-style-type: none"> 2地域を除いた全国平均値1.12と比較すると、計算結果はやや低い傾向を示しているが、6SSTの幅には収まっていることから、1.10倍とする。
沖縄			1.10				1.05	1.06	0.98～1.26	1.10	<ul style="list-style-type: none"> NHRCM02の計算結果により、降雨量変化倍率はその他地域と同程度の値となったため、d2PDFを用いて設定した他地域の値と同じ1.10倍とする。

d2PDFにおける全国15地域の平均：1.13、北海道北部・南部の2地域を除いた13地域の平均：1.12

(※) 「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言」(令和3年4月改訂)では、九州北西部については、「4℃上昇時に九州北西部付近で見られた大きな海面水温の上昇が2℃上昇時では明確に現れていないことが確認された。また、降雨量変化倍率の算定に用いたd2PDF等には、九州北西部に豪雨をもたらす要因のうち、今後増加すると見込まれている大型の前線性降雨が考慮されており、降雨量変化倍率の妥当性を気象要因の観点から確認した。」とされている。

地域区分ごとの降雨量変化倍率の設定

○ 2℃上昇時の降雨量変化倍率は、令和2年6月の提言公表以降の検討を踏まえ以下の通りとする。

・2℃上昇時の降雨量変化倍率は、九州北西部の値を1.10倍に変更する。

地域区分	降雨量変化倍率（※）
北海道北部、北海道南部	1.15
その他14地域（沖縄含む）	1.1

（※）「降雨量変化倍率」は、現在気候に対する将来気候の状態を表すものであり、RCP2.6では2040年頃以降の気温上昇が横ばいとなることから、2040年以降の目標としての活用が可能。

（※）沖縄は、d2PDFの計算領域外であるため、NHRCM02を用いて算定。

※なお、「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言」（令和3年4月改訂）においても、小流域・短時間の対象降雨の取扱いについて分析がされており、

- ・「雨域面積400km²以下の降雨量変化倍率について、降雨継続時間3,6,12時間かつ年超過確率1/100の条件下においてd2PDF・d4PDFとNHRCM02の結果を比較することにより評価した。雨域面積による降雨量変化倍率の変動は小さいことから、d2PDF等の空間解像度を勘案したうえで雨域面積100km²以上の降雨に対して適用することが可能である。」
- ・「流域面積100km²以下である水系や下水道の計画に降雨量変化倍率を適用するにあたっては、対流による積乱雲の発達等の要因で発生する局所的大雨の評価ができておらず、降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意する必要がある。今後引き続き技術的知見の蓄積に努め、検討を進める必要がある。」

とされており、降雨量変化倍率の適用範囲として、

- ・「100km²未満の場合についても降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意しつつ適用可能とする。」とされている。

2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進

- (1) 下水道計画の特徴と理想の解像度
- (2) 気温や海面水温の上昇からの降雨量変化倍率の設定の方向性
- (3) 下水道による都市浸水対策での検討で使用する気候変動予測モデル
- (4) 検討使用モデルの再現性の確認（特性の把握）
- (5) モデルを活用した評価
- (6) 地域区分毎の降雨量変化倍率の設定
- (7) 下水道計画への反映の考え方

気候変動の影響を踏まえた下水道の計画降雨の確認方法

- 当面は、これまでの手法に気候変動による降雨量変化倍率を用いる（降雨量変化倍率は降雨強度式に乗じる。）。
- 将来的には、大量の将来予測降雨から流量算定を行い、計画規模相当の流量を設定することも考えられる。

◆降雨量変化倍率の設定方法

最大計画雨水流出量の算定式（合理式の場合）

$$Q = 1/360 \times C \times (I \times \alpha) \times A$$

Q : 最大計画雨水流出量 (m³/s)

C : 流出係数

I : 流達時間 (t) における降雨強度 (mm/h)

α : 降雨量変化倍率

A : 排水面積 (ha)

※実験式においても同様の方法で降雨量変化倍率を乗じる

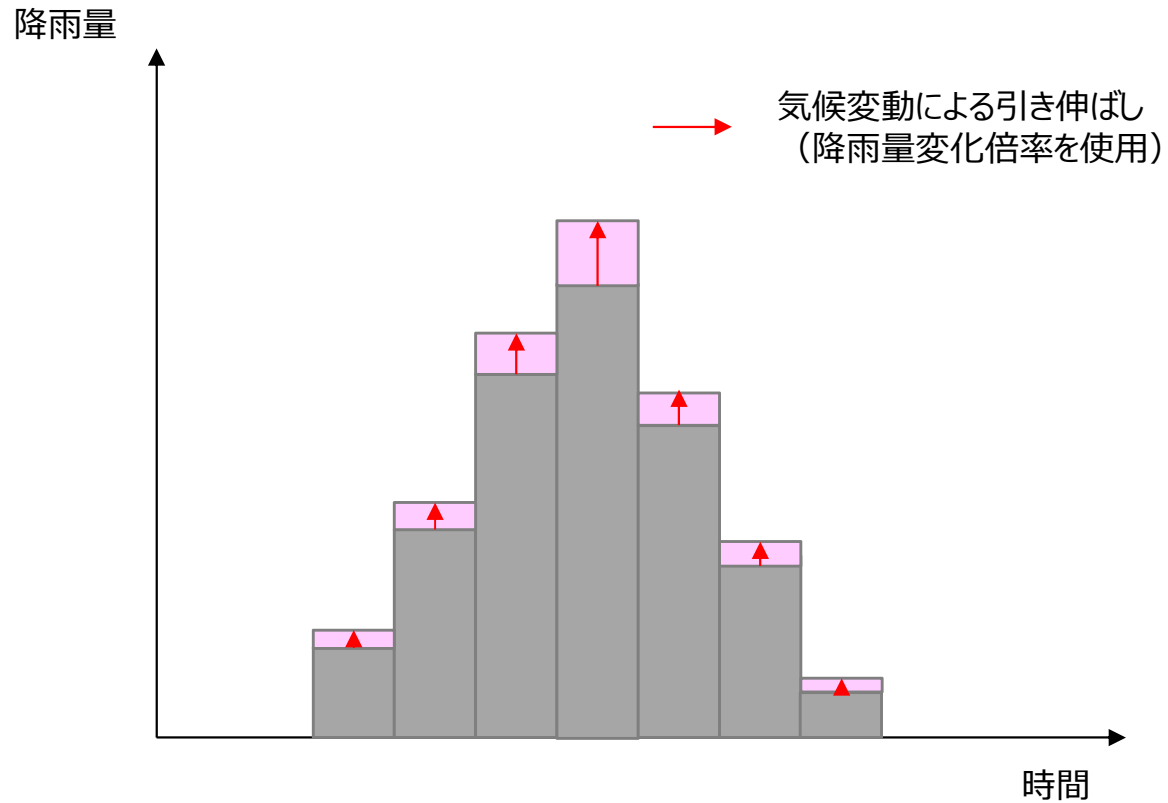


図 降雨強度式に降雨変化倍率を乗じたイメージ図

※計画降雨の算定根拠となっている雨量データについて、その収集期間が現在気候の対象期間と大きく乖離している場合は、計画降雨の妥当性について確認することが必要である。

下水道の施設設計における気候変動の影響の扱いについて

○ 下水道施設の設計においては、標準耐用年数を勘案し、現時点では、2℃上昇を考慮することとする。なお、下水道施設の更新時期や下水道計画の見直しに合わせて検討することが必要。

◆ 主な雨水関連施設の標準耐用年数

土木・建築・付帯設備	年数
管きよ、マンホール、柵、取付管	50年
樋門施設/躯体/鉄筋コンクリート	50年
管理棟/ポンプ場施設 /躯体（コンクリート又は鉄筋コンクリート造）	50年
雨水調整池 /躯体（コンクリート又は鉄筋コンクリート造）	50年

機械設備	年数
ポンプ設備/雨水ポンプ設備/ポンプ本体	20年
ポンプ設備/雨水ポンプ設備/燃料ポンプ	15年

電気設備	年数
電気計装設備/受変電設備/コンデンサ盤	20年
電気計装設備/計測設備/流量計	10年

資料：平成3年4月23日事務連絡別表、平成15年6月19日改正

○ 気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言では、

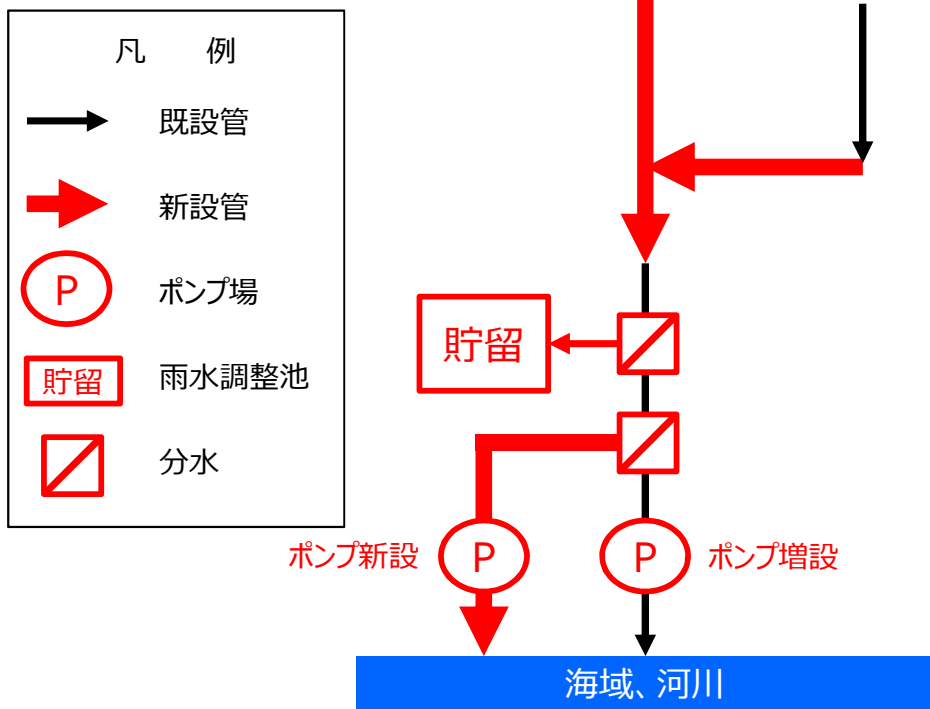
- ・「RCP8.5（4℃上昇相当）等は、治水計画における整備メニューの点検や減災対策を行うためのリスク評価、河川管理施設の危機管理的な運用の検討、将来の改造を考慮した施設設計の工夫等の参考として活用することが適当」
- ・施設設計においては、「施設の新設にあたっては、少なくとも2℃上昇相当に対応可能なRCP2.6を踏まえて設計を行うことが望ましく、さらに、ダムや堰、大規模な水門などの耐用期間の長い施設については、必要に応じて、更なる気温上昇（例えば4℃上昇相当）にも備えた設計の工夫を行うことによって、気候変動により目標とする流量が増加した場合等でも容易かつ安価に改造することが可能となる。また、ポンプ等の施設については、その施設の耐用年数経過時点の気候変動の影響を考慮して設計をすることが望ましい。」とされている。

○ 主な雨水関連施設の耐用年数は約10年から50年であることも踏まえ、現時点では、施設設計において、2℃上昇を考慮することとする。

下水道計画の見直しに伴う整備のイメージ

◆管路の新設や貯留・浸透施設の整備等の場合

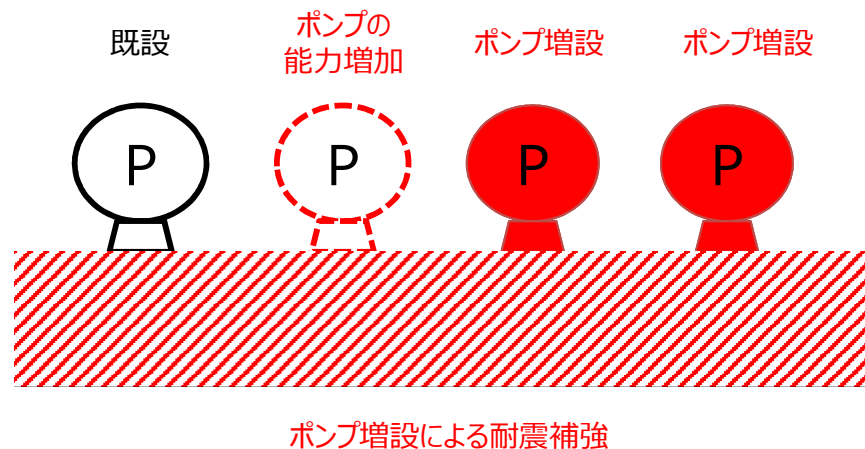
- 一部整備が進んでいる区域において気候変動を踏まえた下水道計画の見直しを反映させた場合は、既存施設を活用しながら新設、貯留・浸透施設等の整備が考えられる



気候変動を反映したことによる管路整備のイメージ図

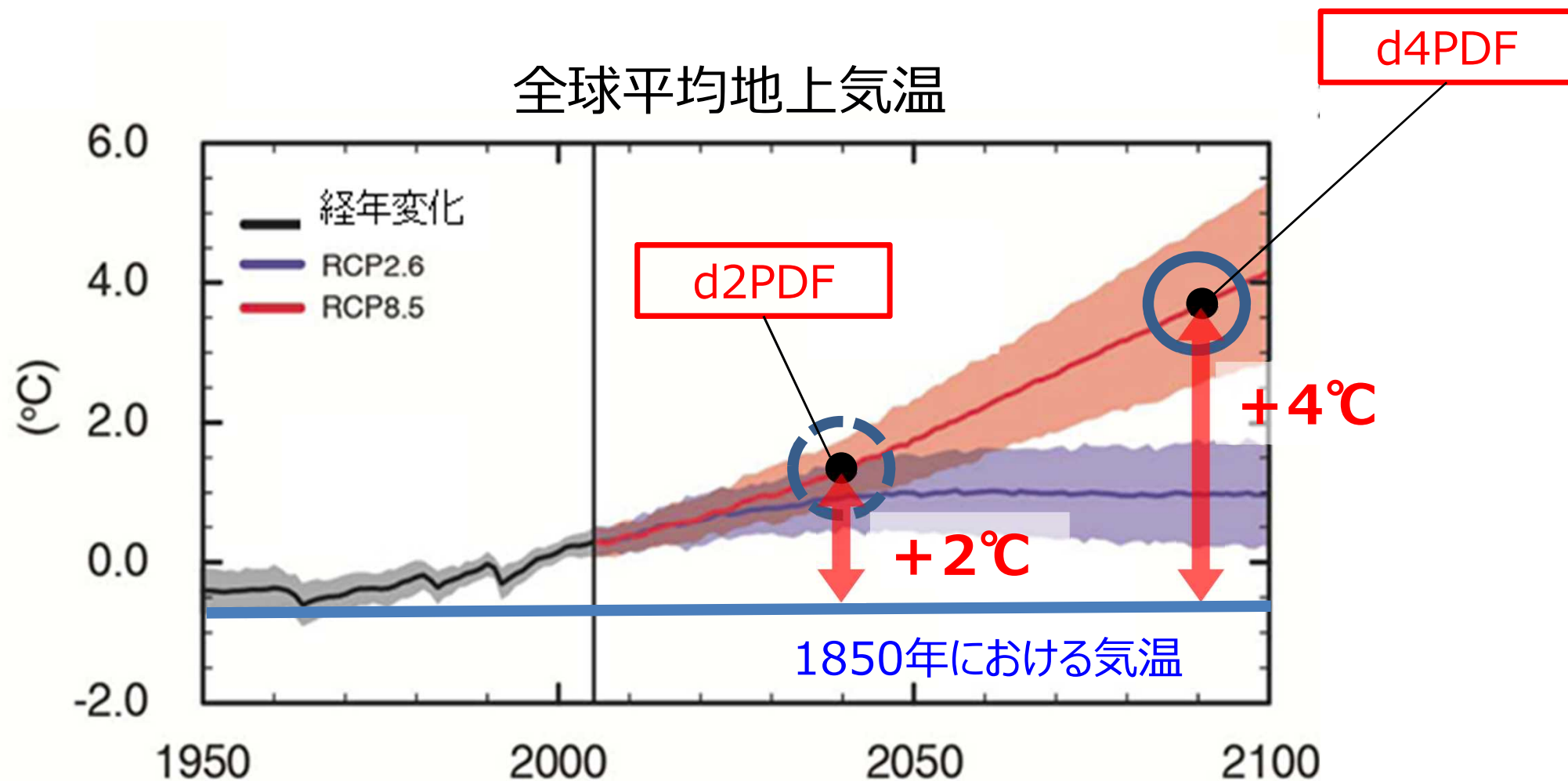
◆ポンプ施設の増強等の場合

- 気候変動を踏まえた下水道計画の見直しによりポンプの能力増加（ポンプの取替）、ポンプの増設が考えられる
- ポンプの能力状況に伴い荷重が増えることが想定されるため、ポンプ場施設の耐震補強も考えられる



気候変動を反映したことによるポンプ場整備のイメージ図

(参考) d4PDFとd2PDFの関係性



計画降雨等に対する適用方法の考え方

- 雨水管理総合計画は「選択と集中」の観点から「どこを、どの程度、いつまでに」を検討
- 計画降雨（L1）、照査降雨（L1'、L2）に応じた目標を設定
- 雨水管理総合計画の策定を通じて、気候変動を踏まえた雨水計画の見直しを行うことを推進

雨水管理総合計画による新たな雨水管理のイメージ

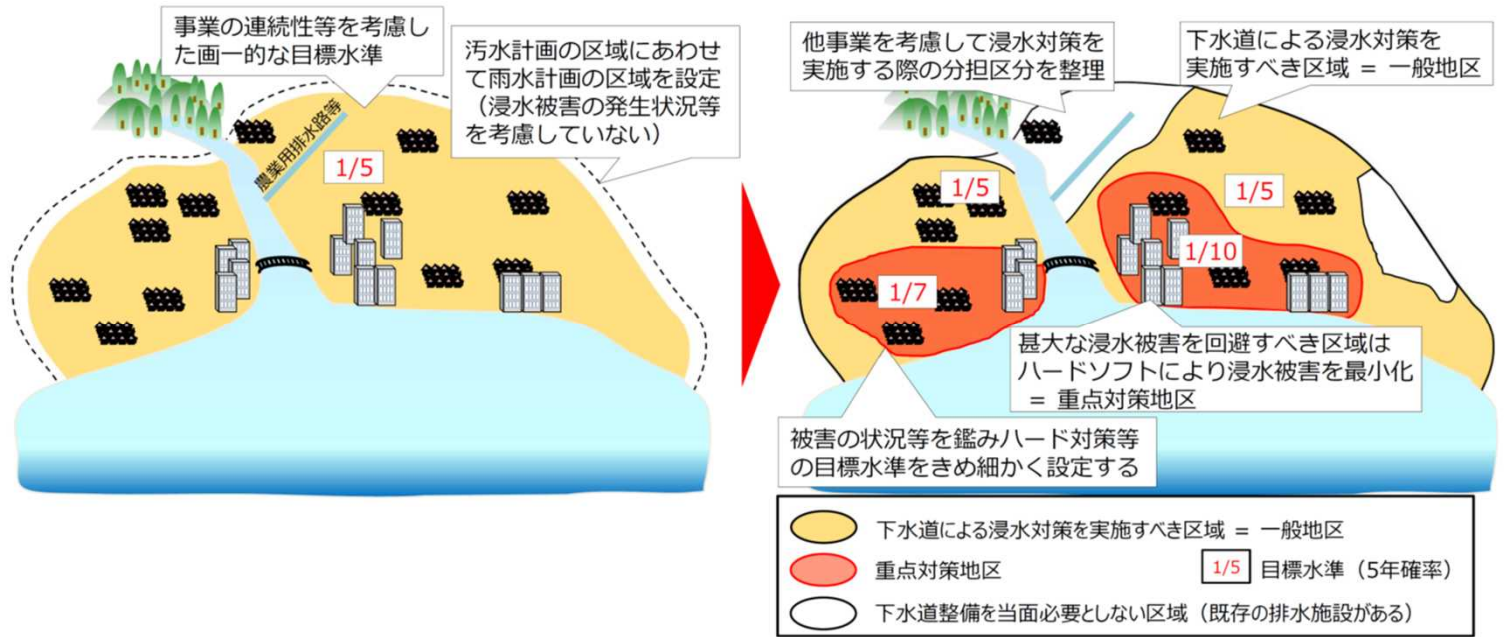


表 雨水管理総合計画における地区の考え方

	地区の考え方
重点対策地区	浸水対策の目標である「生命の保護」、「都市機能の確保」、「個人財産の保護」の観点より重点的に対策を行うべき地区
一般地区	下水道による浸水対策を実施すべき区域のうち、重点対策地区を除く地区

計画降雨等に対する適用方法の考え方

- 雨水管理総合計画の策定を通じて気候変動を踏まえた計画の見直しを推進する。
- 気候変動を踏まえた計画の取扱いとしては、当面はハード対策を行う計画降雨（L1）に対して降雨量変化倍率を乗じる。

表 計画降雨に対する防災対策等の基本的な考え方

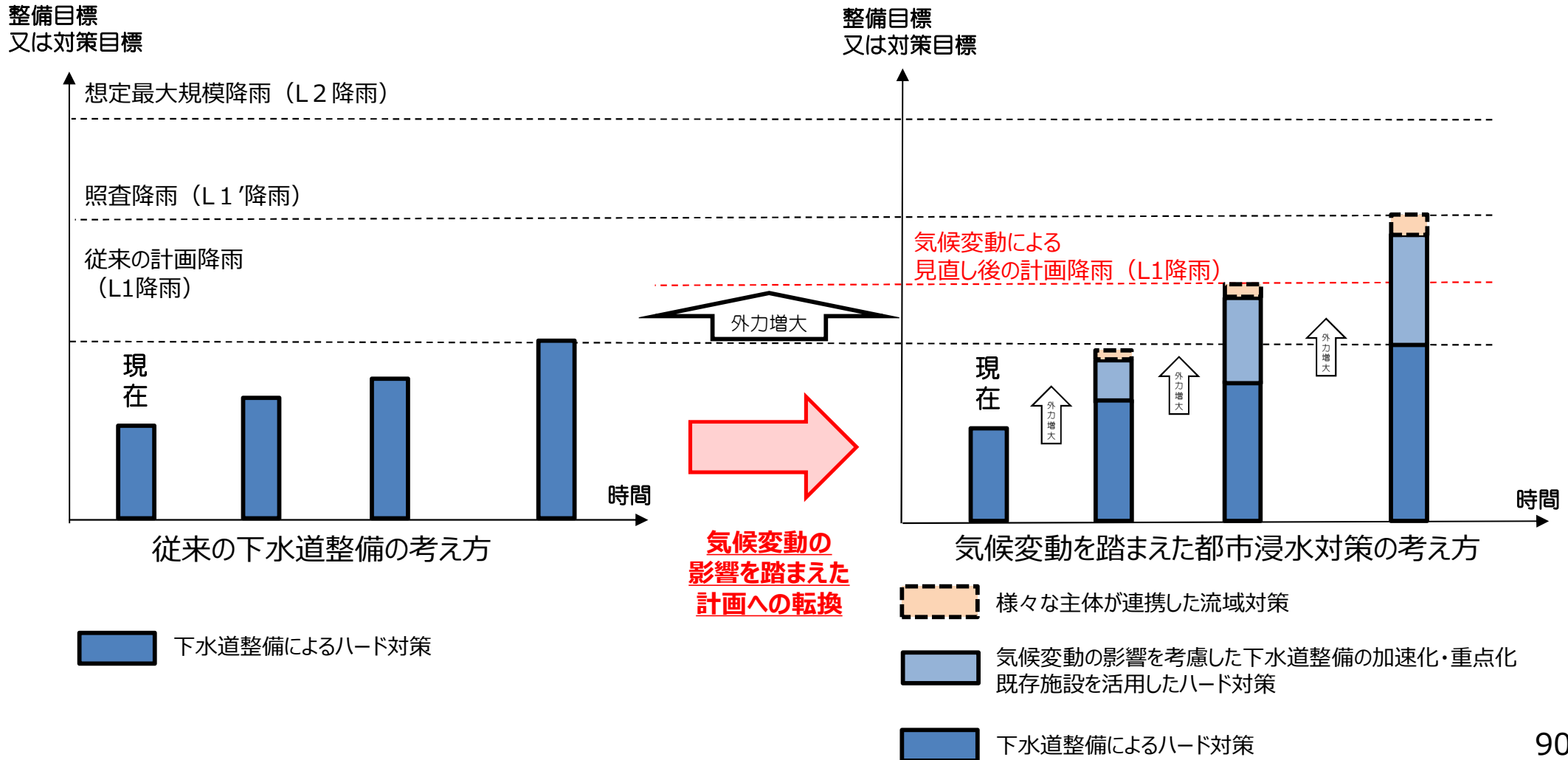
	計画降雨に対する防災対策	照査降雨に対する減災対策	
対象降雨	計画降雨 レベル1降雨：L1降雨	照査降雨 (計画を上回る降雨のうち、減災対策の対象とする降雨)	
		レベル1'降雨：L1'降雨 (計画降雨とL2降雨の間の降雨)	レベル2降雨：L2降雨 (想定最大規模降雨)
目標 (防災・減災)	・防災を目的とした浸水防除 (水位が地表面を超えることを許容しない)	・減災を目的とした浸水軽減 (一定程度の浸水を許容)	・安全な避難の確保
対策	・計画降雨に対するハード対策	・多様な主体との連携による 総合的な対策 ・下水道事業によるソフト対策 ・下水道事業による付加的対策	・ソフト対策

※照査降雨（L1'）は、「下水道の流出時間スケールである短時間雨量（10～60分雨量）が既往最大の降雨や一定の被害が想定される降雨を基本とし、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。」としている。

出典：雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）（国土交通省）

気候変動の影響を踏まえた下水道による都市浸水対策の考え方

- 下水道の整備には長時間を要することから、将来の気候変動による外力の影響を見据え、ハード・ソフト両面から選択と集中の考え方の下、都市浸水対策を加速させることが必要。
- そのため、下水道整備に加え、段階的な対応として、既存施設を活用したハード対策や様々な主体が連携した流域の流出抑制対策等により、気候変動の影響を踏まえて目標とする外力に対して被害の発生を防止するとともに、照査降雨に対しては被害の軽減を図る。また、想定最大規模降雨に対しては、ソフト施策の更なる推進・強化により、少しでも被害を軽減させることが必要。



海岸事業での検討を踏まえた外水位の考え方

○「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」で検討される平均海面の上昇量、高潮等の影響を踏まえ、今後、貯留・浸透施設の整備促進や雨水排除の内容を適切に見直しを図るなど、様々な対策を検討する。なお、ポンプ排水を行うには、海岸側の協力が不可欠であり、海岸と下水道との連携が必要である。

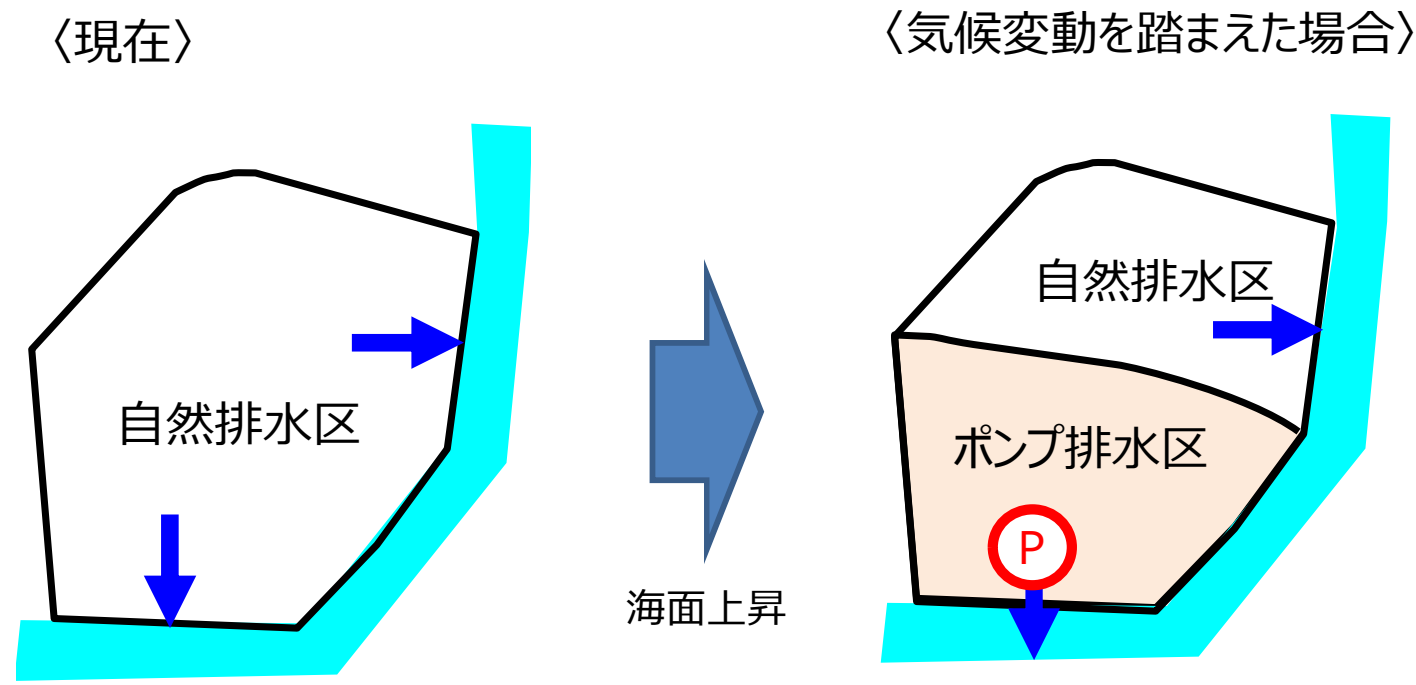


図 海岸の外力増加による下水道計画見直しのイメージ

※計画外水位は原則として、河川においては計画高水位、海域においては既往最高潮位とする。ただし、区域の重要度、下水道と河川の計画降雨の乖離、河川の放流規制、排水方法、施設の工事費や整備スケジュール、維持管理等の経済性、既往最大降雨等を総合的に判断し、計画外水位を設定する。

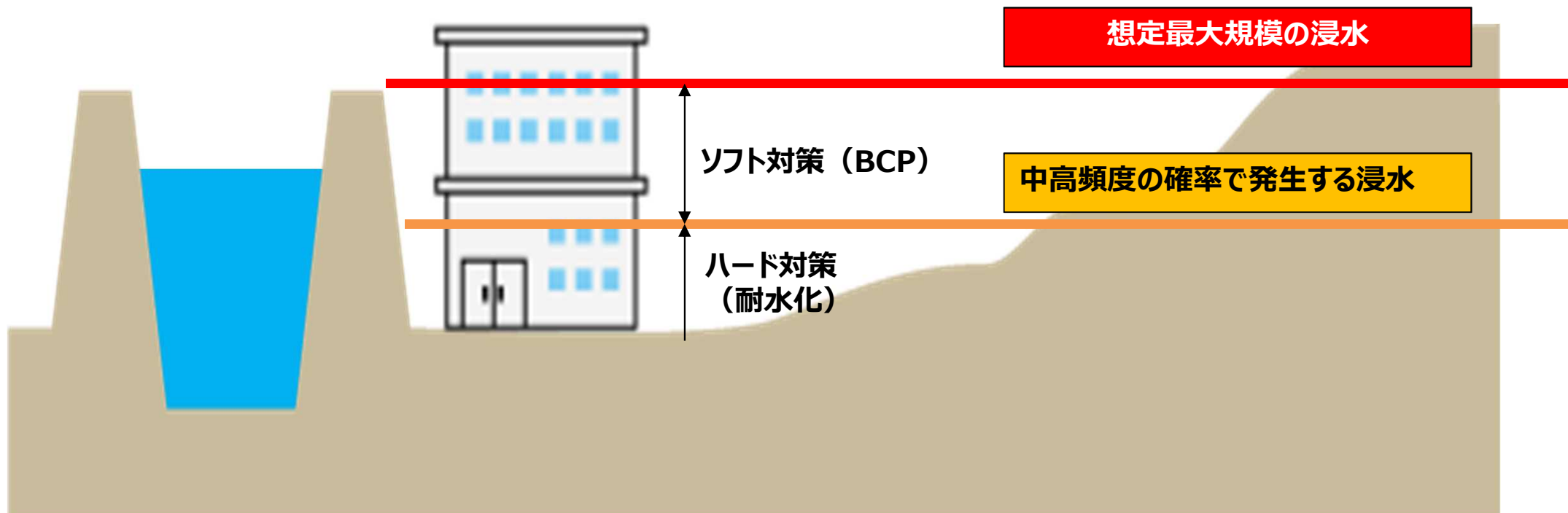
(出典：下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版 公益社団法人 日本下水道協会)

参考資料の内容

1. 近年の降雨及び内水被害の発生状況、下水道整備の現状
2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進
3. 下水道施設の耐水化の推進
4. 早期の安全度の向上
5. ソフト施策の更なる推進・強化
6. 多様な主体との連携の強化

①耐水化の対象外力の設定

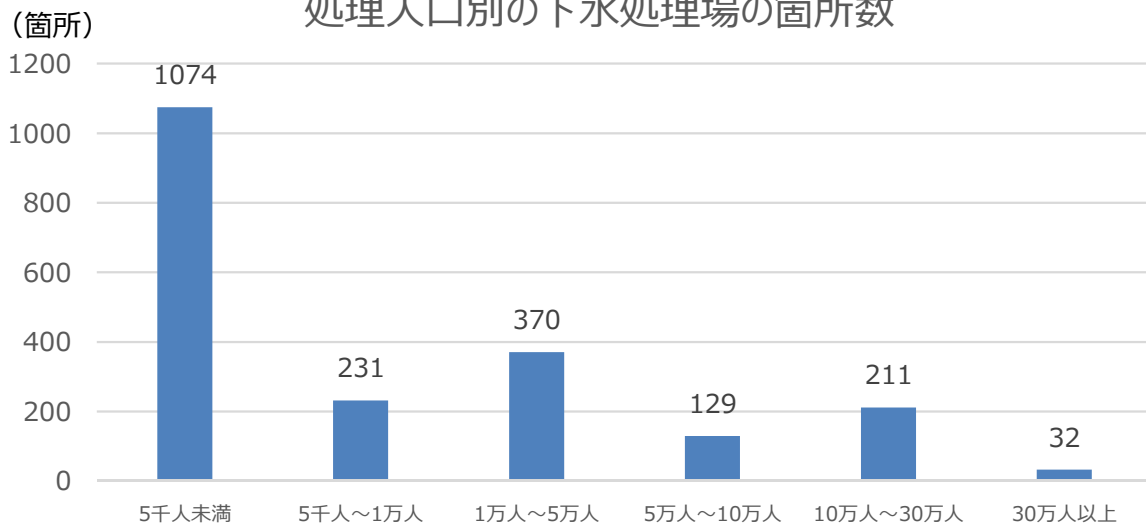
- 重要なライフラインの1つである下水道施設については、河川氾濫等の災害時においても一定の下水道機能を確保し、下水道施設被害による社会的影響を最小限に抑制するための措置を早急にかつ効率的に進めるべき。
- 想定される最大規模の浸水深に対して、ハード・ソフトによる下水道施設の浸水対策について検討を行い、以下の方針により実施することとする。
 - 下水道施設のハード対策(耐水化)において目標とする浸水深(以下、対策浸水深という。)は、施設の供用期間等を踏まえ、中高頻度の確率(1/30~1/80程度)で発生する河川氾濫等を想定して設定することを基本とし、影響人口の大小や応急復旧の難易など被災時のリスクの大きさを踏まえ、下水道管理者が決定する。
 - なお、対策の実施にあたっては、堤防等の整備進捗状況等を踏まえ、その必要性を判断する。
 - 対策浸水深より大きな浸水深に対しては、BCPによるソフト対策によって「下水道機能の迅速な回復」を目指す。
 - 内水に対しては、雨水管理計画における想定浸水深(照査降雨L1')を対策浸水深とする。



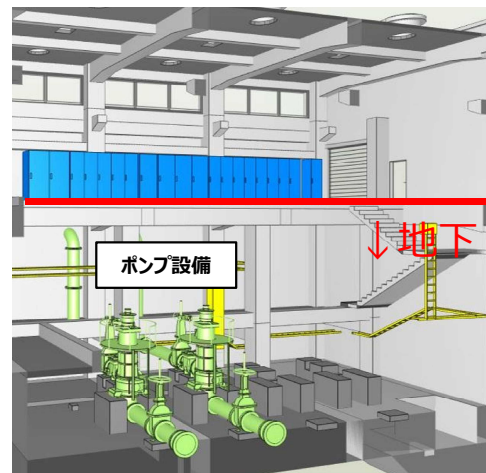
(参考) 下水道施設の影響の程度

○ 影響人口の大小や応急復旧の難易など、被災時のリスクの大きさは施設によって異なる。

処理人口別の下水処理場の箇所数



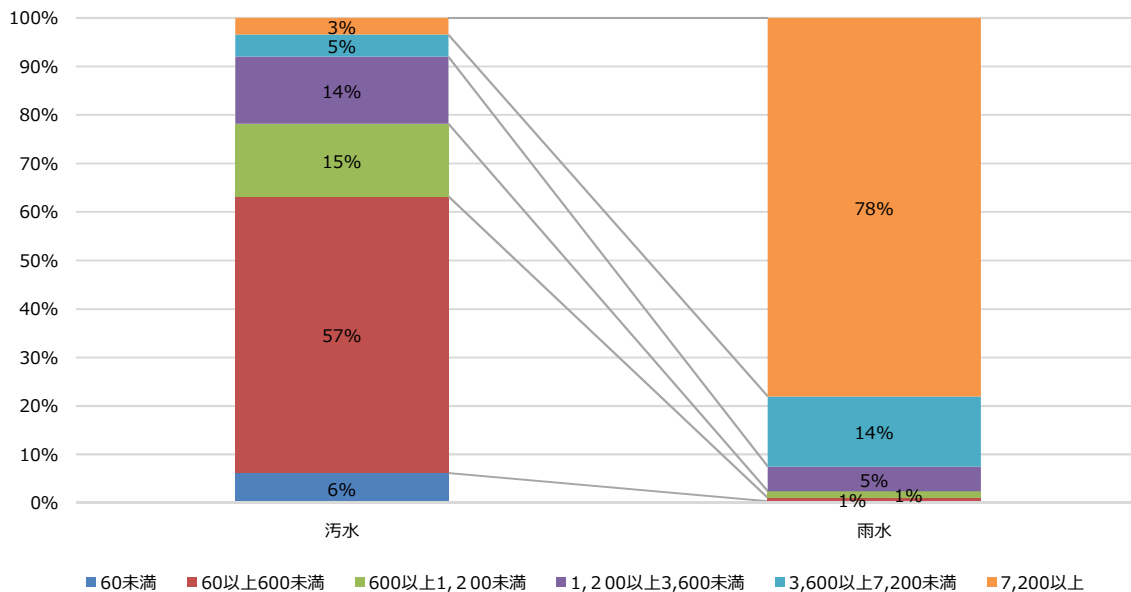
地下部分に空間な構造物を有する場合、排水作業に時間を要するため、応急対応等に遅れが生じる恐れ



排水ポンプ車による排水作業 (台風第19号)

流入部が地下約25mと深いことから、排水及び揚水能力の確保に7日間を要した。(長野県千曲川流域下流処理区終末処理場)

汚水・雨水ポンプ場における能力別(m³/時間)の施設数割合



汚水に比べ、雨水排水設備は能力が大きく、同等能力の代替機能を確保するには多くの仮設ポンプ、電源等の資機材の手配が必要



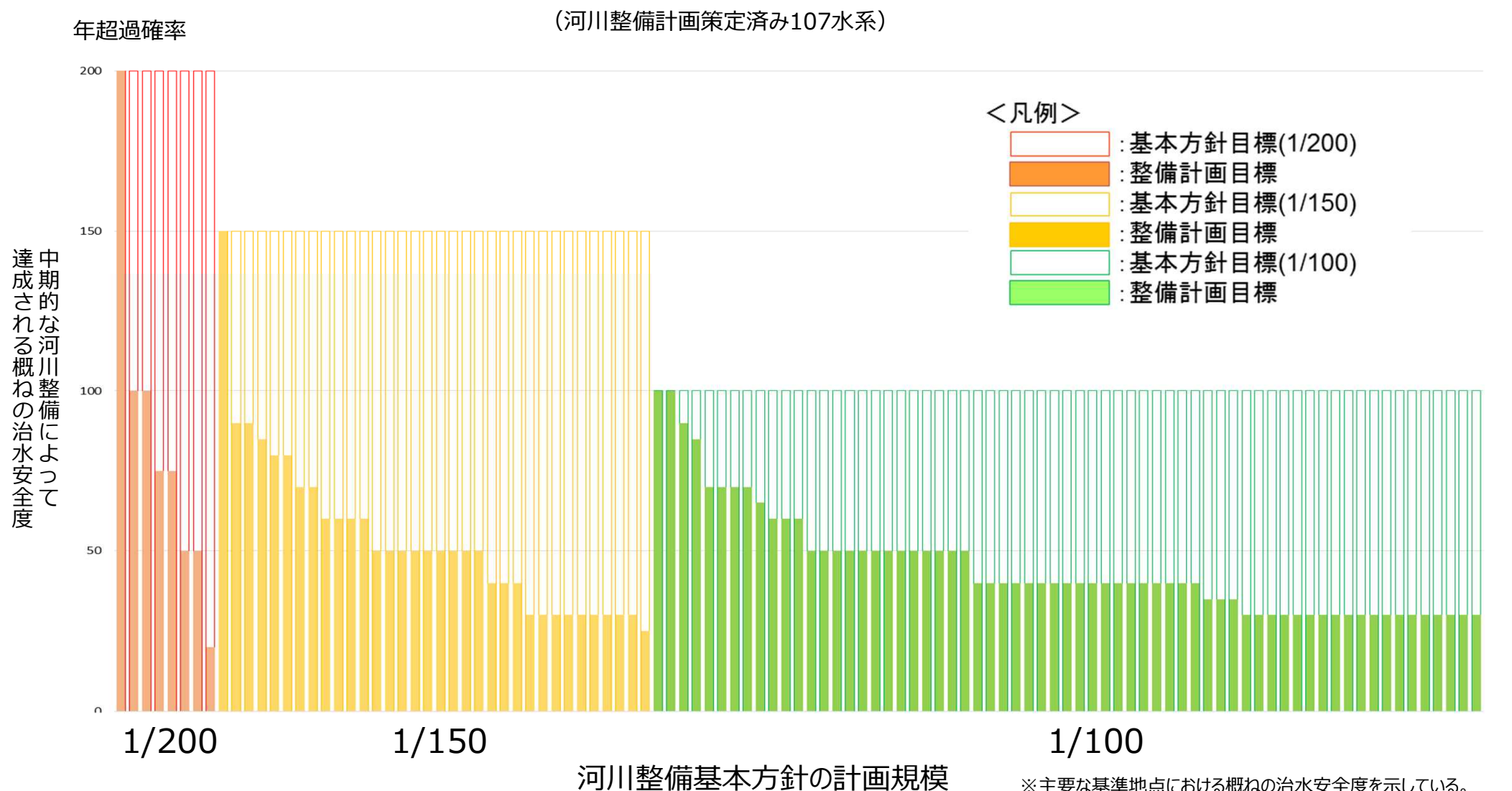
浸水した雨水ポンプ



代替機能を確保した例 (480m³/時×20台のポンプを設置)

(参考) 一級河川の河川整備の水準

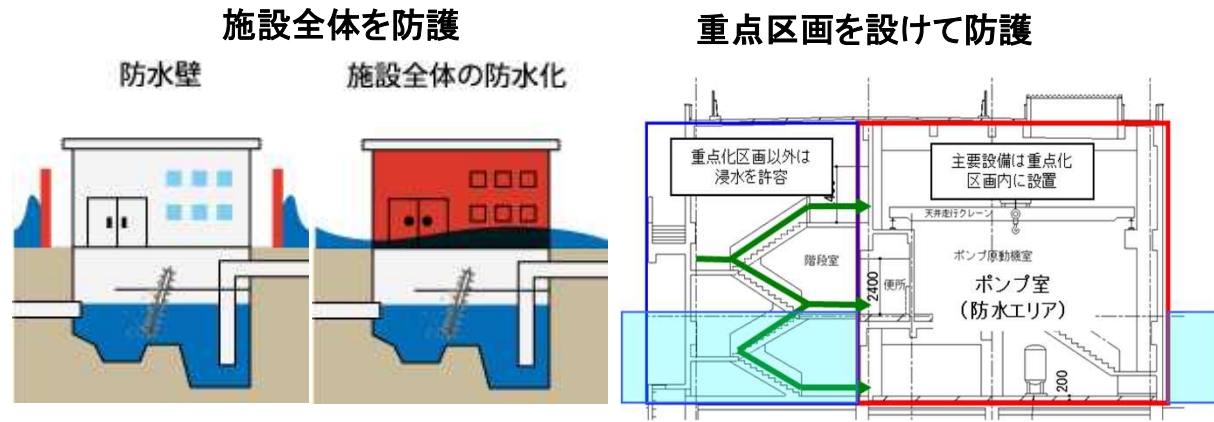
- 国管理区間の河川整備計画については、戦後最大洪水または戦後第2位洪水を目標としていることが多く、20～30年間の中期的な河川整備によって達成される治水安全度は多くの河川で概ね1/30～1/50で、最終的な整備の目標である河川整備基本方針と比較すると、低い安全度にとどまっている。



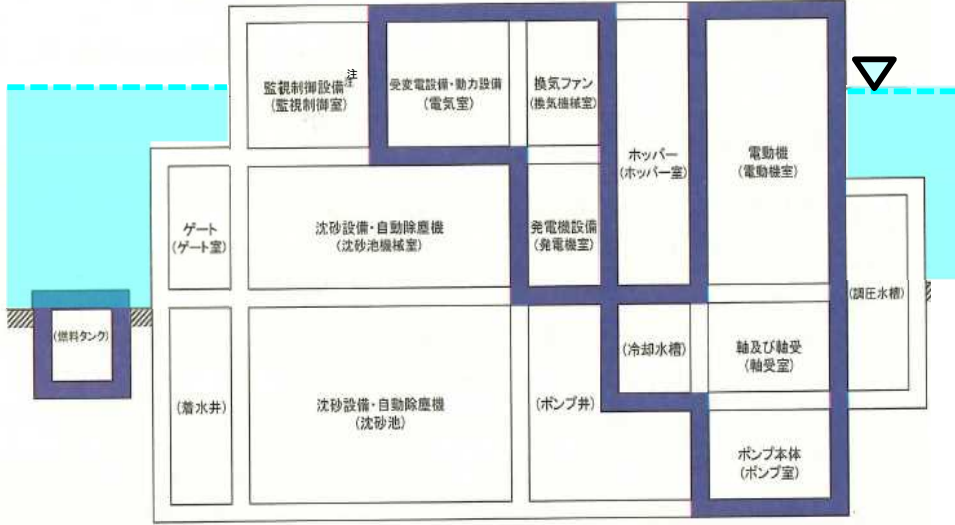
※主要な基準地点における概ねの治水安全度を示している。
 ※整備途上である場合、上流が氾濫することで下流の治水安全度が確保されている場合もある。

②効率的・効果的な対策手法

- 対策浸水深や重要設備の配置、構造物の構造等を踏まえ、電気設備の上階への移設や防水仕様の設備への更新、建物全体の耐水化、重点化区画の耐水化を適切に組み合わせ、効率的、効果的に対策を進めることが必要。



揚水機能の重点化区画の設定例(ポンプ棟)



青線: 重点化範囲(区画)

注: 現場制御盤対応で応急対応が可能と想定

下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版- (公益社団法人 日本下水道協会) P78に加筆

各種対策手法

防水扉の設置

設備機器の防水化 (耐水型モーター)

2階へ移設

電気室・監視室

電気室・監視室

浸水

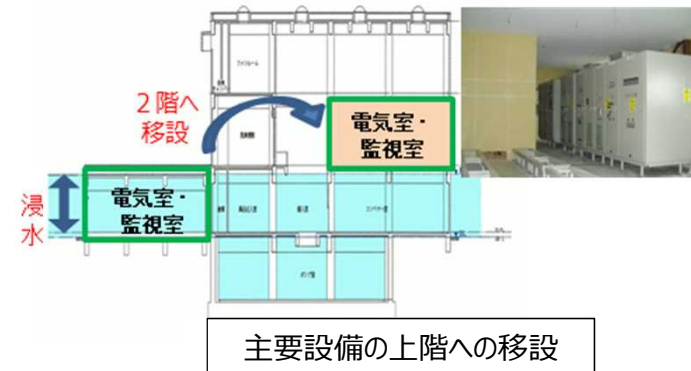
主要設備の上階への移設

開口部の閉塞

対策にあたっての留意点①

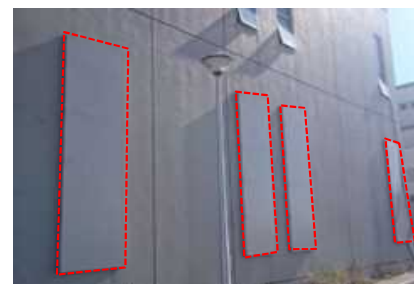
留意点1：主要設備の上階への移設

- 受変電設備等の主要設備を浸水深以上へ移設する場合には、フロア毎の設計積載荷重を十分に確認し、必要に応じ建物の改修等を検討する。
- 耐震化に関する計画と整合を図り、効率的、効果的に実施する。

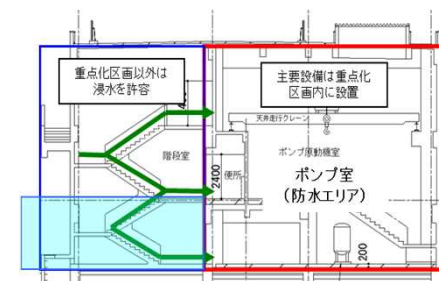


留意点2：開口部の閉塞

- 開口部の閉塞を行う場合には、無窓階※の取扱いについて、建築基準法や消防法等関係法令遵守のため、関係機関との協議が必要となる場合がある。
- 採光や排煙、避難等の観点から、開口部の閉塞による建物全体の耐水化が困難な場合は、電気室やポンプ室等の主要な設備が設置された区画を重点化区画として耐水化することを検討する。



開口部の閉塞の例

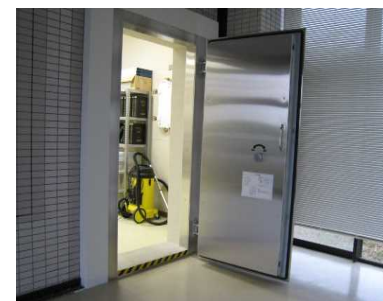


重点化区画の設定例

※消防法施行規則に定める避難上又は消火活動上有効な開口部を有しない階

留意点3：維持管理性を踏まえた対策手法の選択

- 防水扉や止水板を設置する場合には、対策施設の管理方法（常駐、巡回監視）や、日常の維持管理動線を踏まえ、維持管理性も十分に考慮することが重要である。



建物内への浸水防止策
(左：耐水扉 右：止水板)

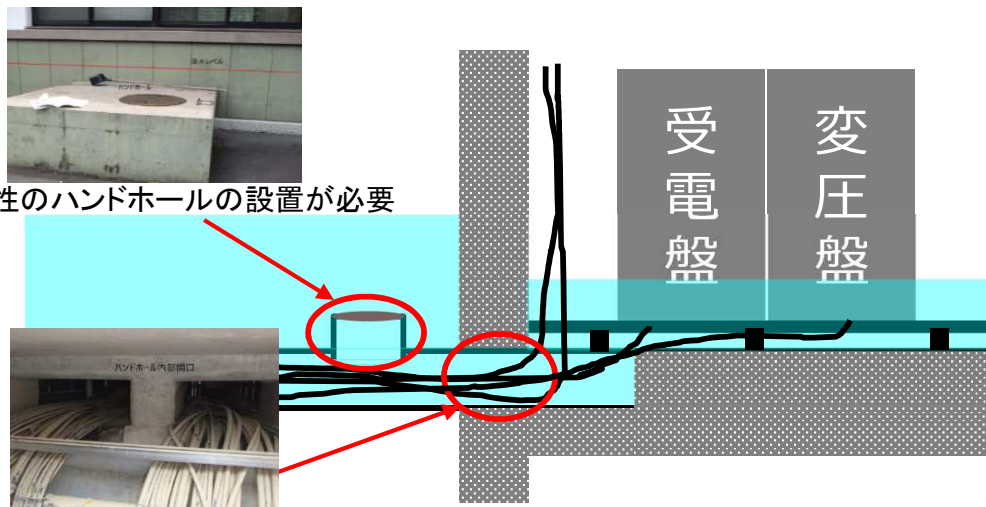
【対策検討例】

- 汚水中継ポンプ場等の巡回監視で管理を行う施設では、突発的な豪雨による内水氾濫に対応するため、止水板を常時設置。
- 常駐管理を行っている施設における操作室など維持管理従事者の出入りの頻度が高い場合は耐水扉を設置。

対策にあたっての留意点②

○ポンプ等の継続的な運転に支障しないよう沈砂池等の覆蓋の流出防止対策を講じるほか、ハンドホール等の各種貫通孔や管廊からの浸水防止等にも留意が必要。

○各種貫通孔からの浸水防止



耐水性のハンドホールの設置が必要

ケーブル開口部の止水・閉塞が必要

○覆蓋の流出防止



飛散防止金具の設置



コンクリート製の覆蓋への変更

○運転に必要な補機類を含めて浸水防止



施設内への浸水はなかったものの、屋外に設置していた燃料移送ポンプの油面計が浸水により停止し、運転ができなかった。

○管廊への浸水防止



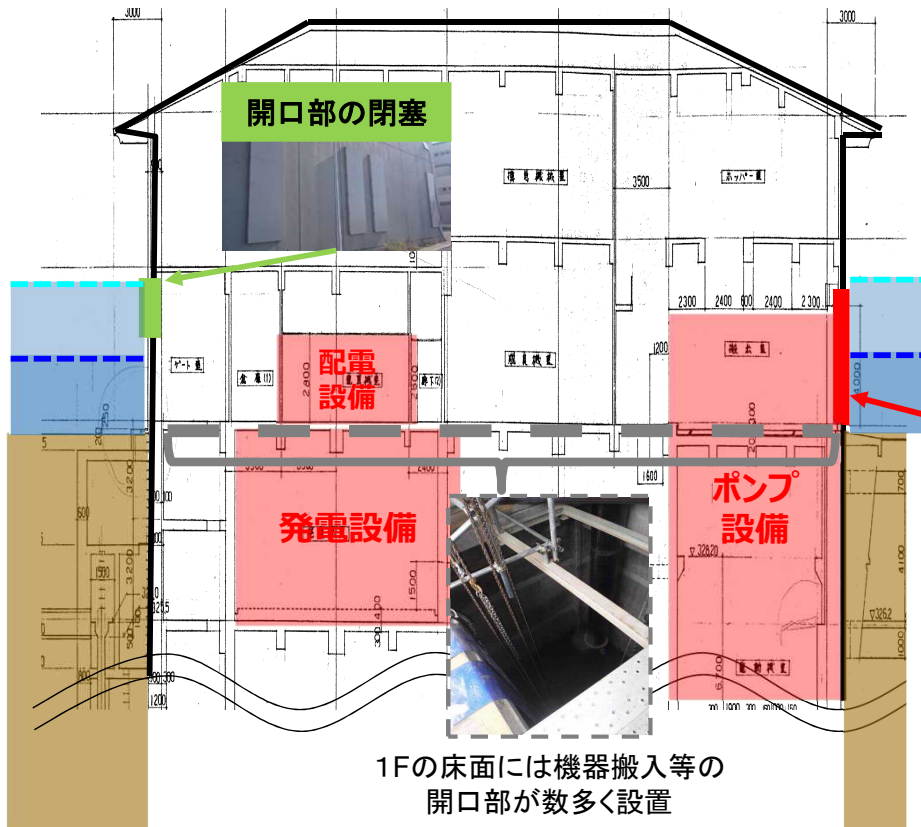
トプライトの止水対策
(左:実施前 右:実施後)

効率的・効果的な対策手法の例（長野県 クリーンピア千曲）

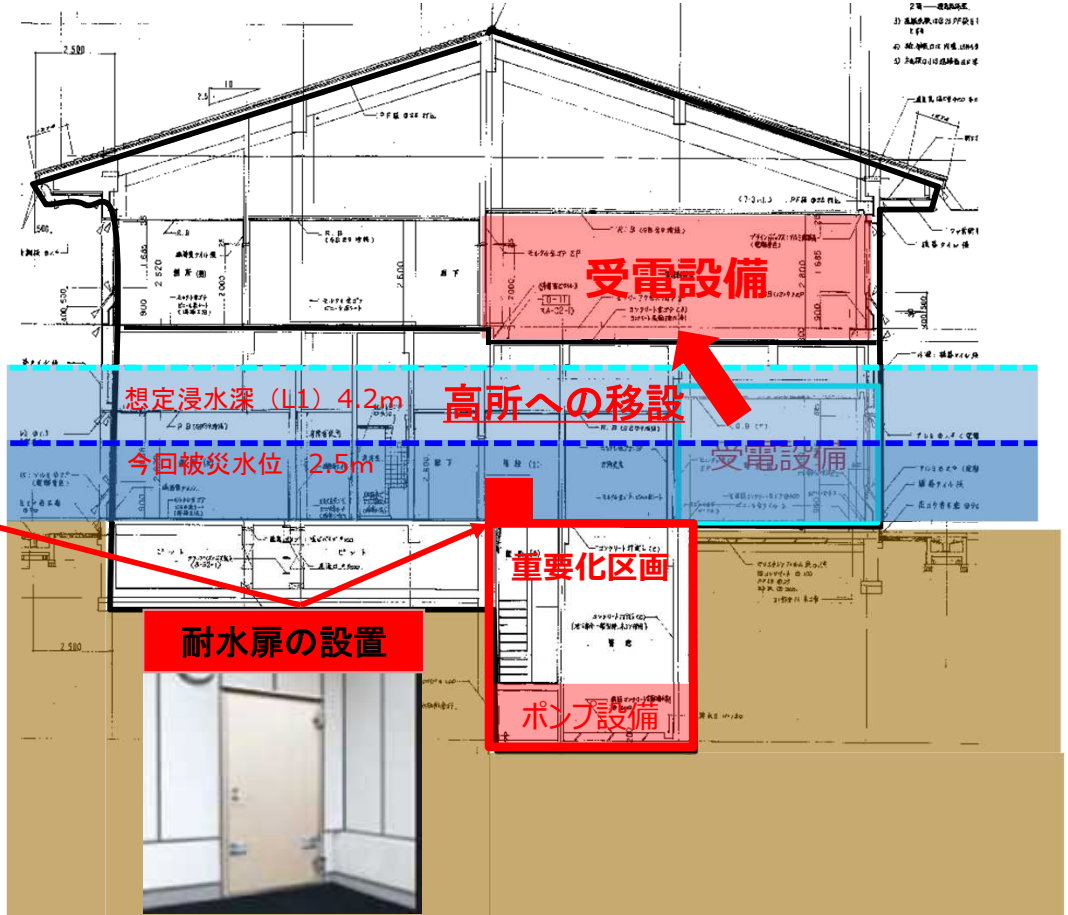
○クリーンピア千曲では、令和元年東日本台風に伴う千曲川の氾濫によって施設周辺が2.6m程度浸水。
 ○約14万人の処理人口を有するとともに、約25mの揚程のポンプを保有することから、揚水機能の確保を目的にL1の想定浸水深に対して、以下の方針で耐水化を実施。

- 【ポンプ棟】・1Fの床面には機器搬入等の開口部が数多く設置されていることから、建物全体を耐水化
- 【管理棟】・建築基準法の遵守(採光、排煙等)のため、1Fの執務室等の居室に開口部を設ける必要があることから、1Fは浸水を許容する構造とする。
 - ・受電設備等の重要な機能の区画については浸水深以上への設置や防水扉によって浸水を防除

ポンプ棟
 (建物内への浸水を防除)



管理棟
 (重要な機能を有する区画への浸水を防除)



効率的・効果的な対策手法の例（宮城県山元町山元浄化センター）

○山元浄化センターでは、東日本大震災による津波によって施設周辺が5.2m程度浸水。

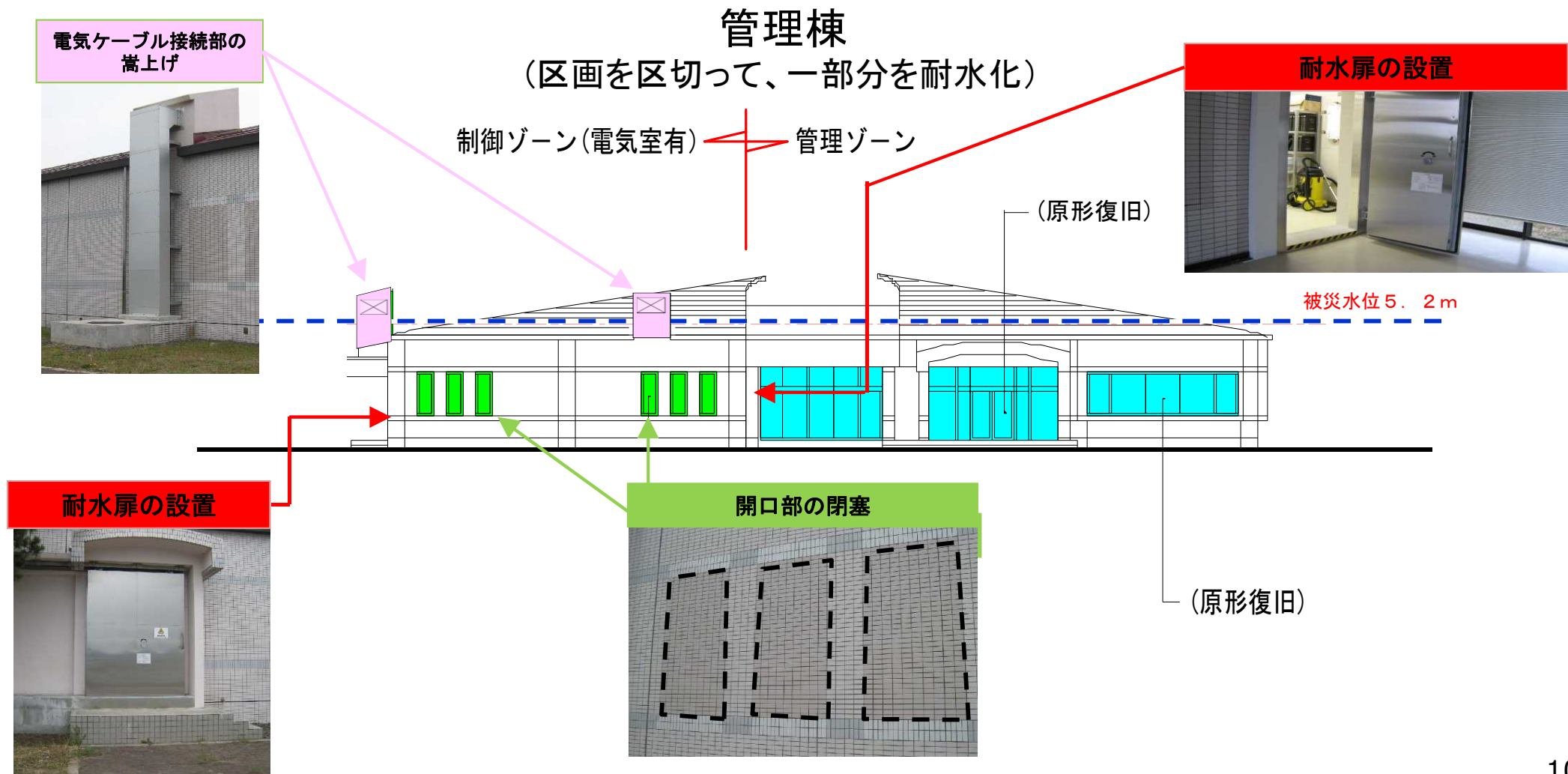
○電気室が設置されている管理棟では以下の2つに区切って耐水化を実施

・制御ゾーン: 電気室、制御室

→受電設備、運転制御機器を守るため、外壁及び電気室への入り口を耐水化

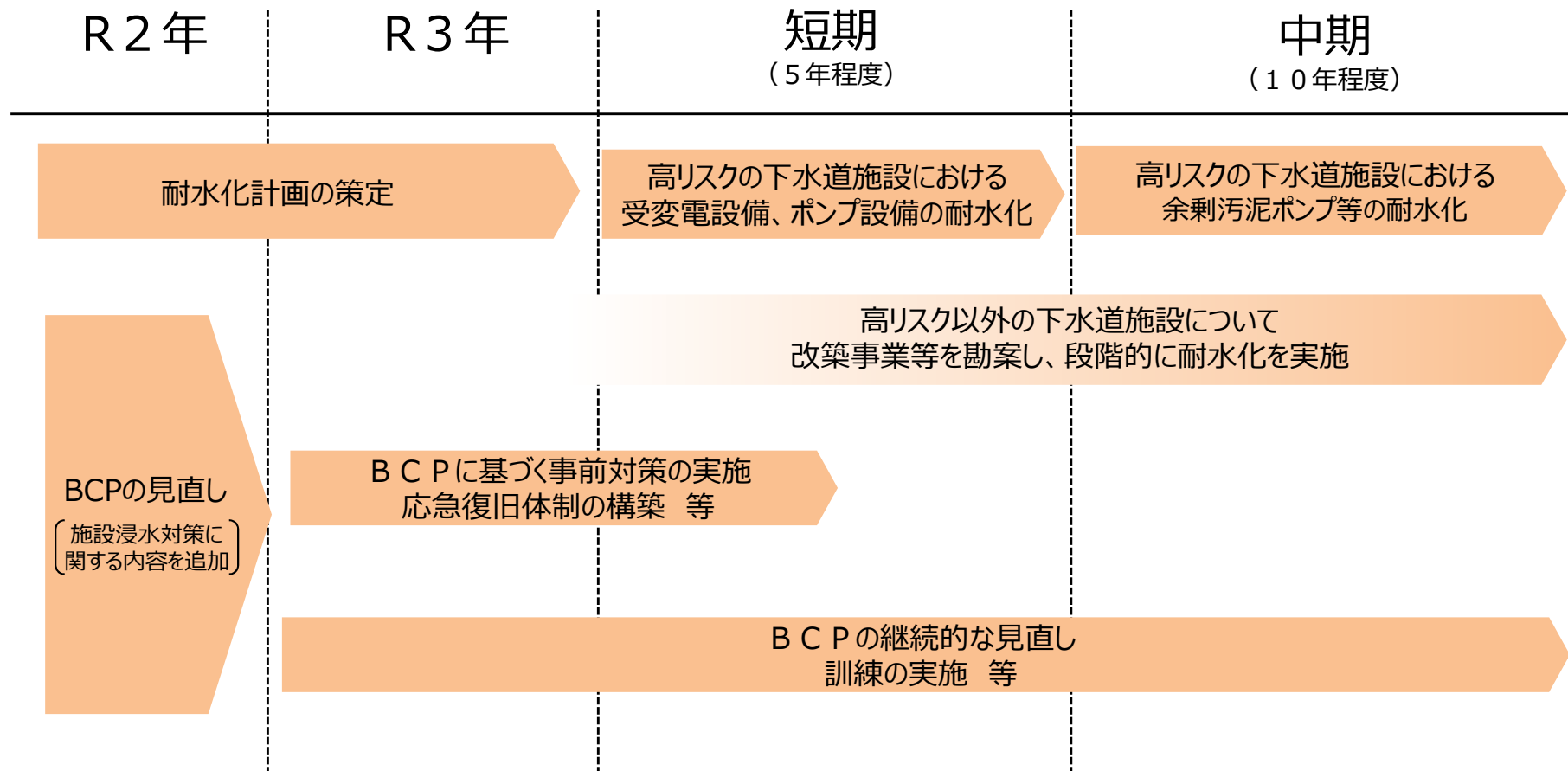
・管理ゾーン: 事務室、作業員控室、水質試験室

→浸水を許容(各種法令を遵守するため、防火・避難の観点から関連窓の閉塞等が困難)



③段階的な対策の進め方

- 被災時のリスクの大きさや設備の重要度に応じて、段階的に耐水化を推進し、災害時における必要な下水道機能を早急に確保すべき。
- 具体的には、以下のような対策を進める。
 - ・R2年度中に施設浸水対策を含むBCPの見直しを行うとともに、R3年度までに、リスクの高い下水道施設の耐水化について、対策浸水深や対策箇所の優先順位等を明らかにした耐水化計画を策定する。
 - ・耐水化計画に基づき、5年程度で受変電設備やポンプ設備等の耐水化を完了し、揚水機能を確保するとともに、10年程度で余剰汚泥ポンプ等の耐水化を完了し沈殿機能を確保する。



(参考) 下水道BCP策定マニュアルの改訂について

背景・目的

- 平成30年7月豪雨や令和元年東日本台風では、処理場・ポンプ場が浸水し、揚水機能・処理機能が停止する事態が発生。
- 地震・津波を対象とした現行のBCP策定マニュアルによって、全ての地方公共団体でBCPを策定しているが、水害や長期の停電に対する対応は十分とは言えない。
- 近年の災害を踏まえた下水道機能の確保における課題に対応するため、新たに水害を対象に追加し、下水道BCPマニュアルの改訂を行った。
- 当該マニュアルに基づき、水害時の機能確保の観点から、全ての地方公共団体でBCPの見直しを行う。

※マニュアルでは、このほか北海道胆振東部地震や令和元年房総半島台風を踏まえて、長期停電への対応についても整理。

<下水道BCP策定マニュアルに新たに盛り込んだ水害対策の主な観点>

改訂・追加項目	改訂・追加のポイント
○水害における被害想定	<ul style="list-style-type: none"> ○<u>浸水想定区域等をもとに、水害時に機能停止の恐れのある施設を把握</u> ・地域防災計画に定めがない場合、水防法に基づき想定最大規模の浸水想定区域等をもとに想定 ・土砂災害警戒区域等から管路施設についても被害の恐れがある区域を把握 ・耐水化された施設でも屋外に設置された機器類が被災、機能停止の恐れがあるため、補機類も含めて影響を確認（燃料備蓄施設、現場操作盤等）
○水害発生時における事前対応	<ul style="list-style-type: none"> ○<u>警報・注意報の発表から浸水等の被害が発生するまでの対応について、優先実施業務を自加</u> ・降雨警報や被害警報などの警報収集体制の確立 ・雨水排水施設等の運転状況、停電に備えた下水道施設の燃料状況等の施設に関する情報の確認 ・排水ポンプ車の要請準備、設備業者との連絡体制確保等備
○必要なデータ、資機材の保管	<ul style="list-style-type: none"> ○<u>水害時の浸水に備えた各種データや資機材の保管を位置づけ</u> ・保管場所における想定浸水深の把握と保管場所・保管方法の見直し ・管路台帳、施設台帳等の電子化、外部のデータ保管サービス等の活用 ・停電時に備え、バックアップ用として印刷製本での保管
○事前対策の計画的な推進	<ul style="list-style-type: none"> ○<u>事前対策の検討項目に、下水道の機能維持・回復のための対策に加え、被害の発生予防のための対策を自加。</u> ・「対応の目標時間」を早めるために有効なハード対策の計画的な実施。 ・特に代替設備による機能回復の時間を要する施設の計画的かつ着実なハード対策の実施。

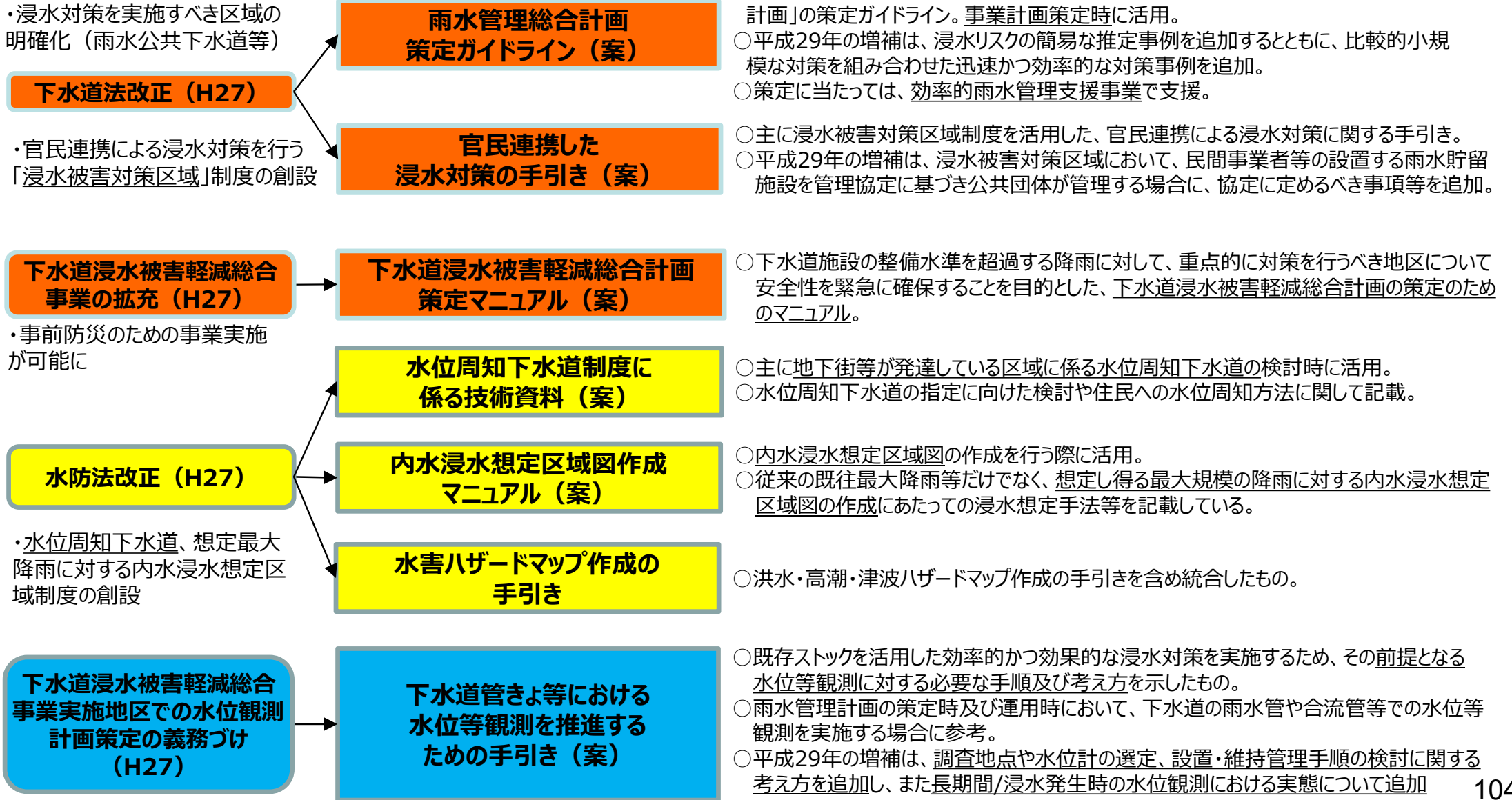
参考資料の内容

1. 近年の降雨及び内水被害の発生状況、下水道整備の現状
2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進
3. 下水道施設の耐水化の推進
4. 早期の安全度の向上
5. ソフト施策の更なる推進・強化
6. 多様な主体との連携の強化

これまでの取組の例（都市浸水対策に関するガイドライン類）

○法改正により創設された制度等による新たな内水浸水対策を一層推進するため、以下のガイドライン類を平成28年4月に公表。その後、FS調査を踏まえて一部増補している。

7つのガイドライン類



これまでの取組の例（ストックを活用した都市浸水対策機能向上のための新たな基本的考え方）

最近の情勢

- ストックの増大
- 局地的な大雨の頻発
- 東日本大震災の教訓
- 気候変動によるリスクの増大等



方向性

- 「都市における浸水対策の新たな展開」の考え方に、浸水対策施設の他、観測データ等の情報も含めたストックを評価・活用しつつ、下水道管理者がスムーズに導入可能な新たな思想の構築・展開
- 新たな思想のため、施設情報や観測情報等を蓄積・分析するとともに、地域の防災力向上に資する分かりやすい情報を住民等に積極的に発信

ストックの評価・活用という新たな思想と施設情報や観測情報等の活用の原則化を今後の基本的枠組みとした「ストックを活用した都市浸水対策機能向上のための新たな基本的考え方」を平成26年4月にとりまとめ。

ハ ー ド 対 策	既存の下水道施設を活用した対策	付加的施設や改築等による最適化	<ul style="list-style-type: none"> (1) 管きよの一部増径 (2) 大規模幹線間やポンプ場間のネットワーク化 (3) 小規模管路間のネットワーク化・バイパス化 (4) 改築にあたっての既存施設等の有効活用 (5) 既存管路活用と相乗して能力を高める雨水貯留施設整備 (6) 流下貯留型化による雨水貯留施設の有効活用
		既存の下水道施設の多目的化 段階的な早期の効果発現	<ul style="list-style-type: none"> (1) 合流式下水道の改善対策施設等の浸水対策利用 (1) 大規模幹線等の雨水貯留施設としての利用 (2) 取水施設の早期整備
ソ フ ト 対 策	他事業の既存計画や施設と連携した対策		<ul style="list-style-type: none"> (1) 河川の調整池と下水道の雨水貯留施設の直接接続等による連携 (2) 水路等との連携 (3) 取り込み施設の能力増強等による連携 (4) 小型雨水貯留浸透施設の道路側溝下部等への設置 (5) 公園・緑地、校庭、駐車場、水田、ため池等との連携 (6) 流域保全林等との連携 (7) 雨水貯留浸透施設整備の指導や助成制度の導入等 (8) 河川部局等との合築 (9) 暫定防災調整池の恒久化・有効活用
	施設情報及び観測情報を下水道事業に活用した対策		<ul style="list-style-type: none"> (1) 雨量計のほか、水位計や浸水計等の積極的な設置、観測、情報の蓄積・分析 (2) 流出解析モデルの精度向上や観測情報による水害要因分析に基づくきめ細やかな対策の検討 (3) 高精度降雨情報システム（XRAIN等）の活用/リアルタイム運用システムの構築
	施設情報及び観測情報をリスクコミュニケーションに活用した対策		<ul style="list-style-type: none"> (1) 内水ハザードマップ等の作成・公表 (2) 観測情報や施設運転状況の住民への多様な手法による情報発信（HP、エリアメール、行政メール、FAX同時送信等） (3) 災害対策基本法に基づく避難指示・避難勧告への反映 (4) 建築基準法に基づく災害危険区域への反映 (5) 地下街等の管理者に対する浸水リスクの啓発 (6) まちづくりとの連携 (7) まるごとまちごとハザードマップの実施 (8) 危機管理体制構築のための訓練/出前講座等による図上訓練 (9) 被災直後の速報性のある整備効果や今後の整備方針の広報 (10) 住民、事業者からの情報収集及び協働した水防活動

今後の基本的枠組みによる具体的な取組事例

4. 早期の安全度の向上

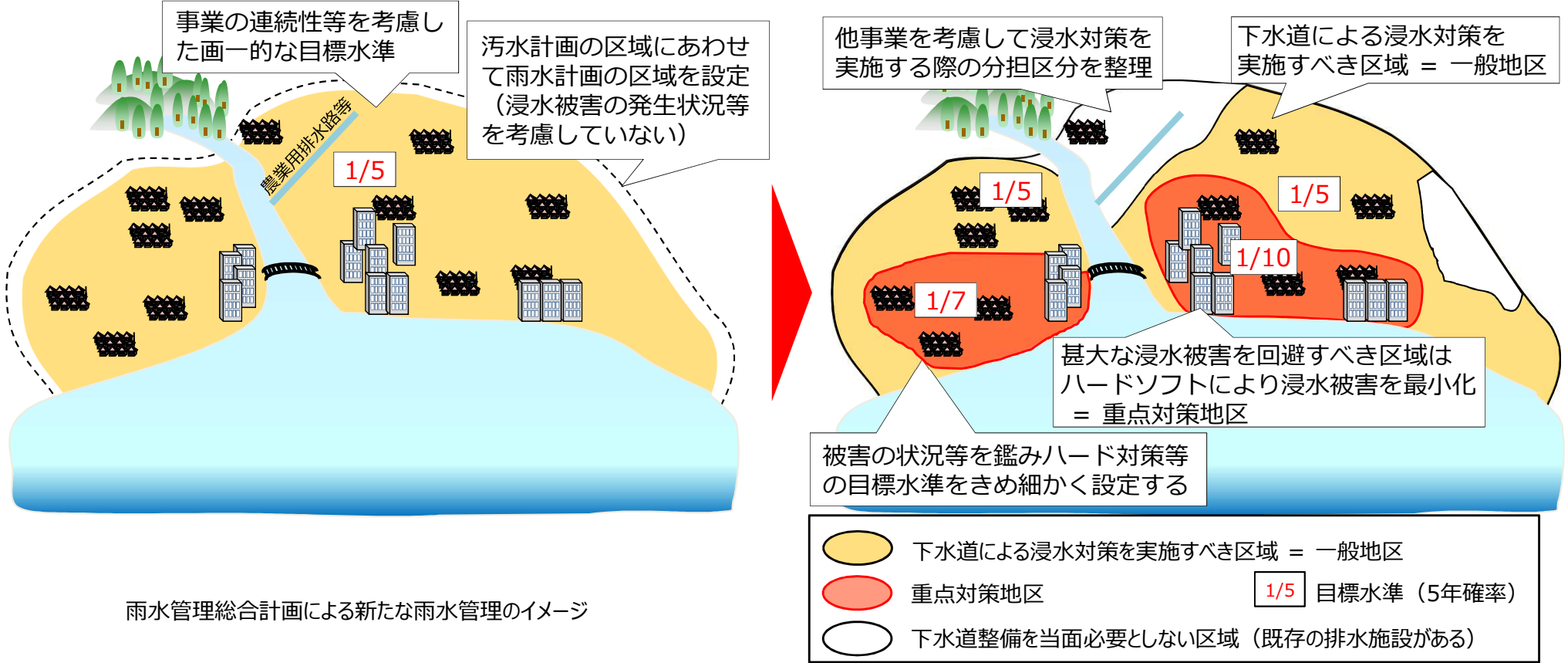
(1) 効率的・効果的なハード整備

(2) 既存施設の運用の工夫策

(3) まちづくりとの連携によるリスク軽減方法

リスク評価結果を踏まえた下水道による中長期的な計画の策定の推進

- 「再度災害防止」に加え、「事前防災」の観点も含めたハード・ソフト一体的な浸水対策を推進する必要。
- そのためには、
 - ①シミュレーションによる内水浸水リスク評価の実施
(計画降雨(L1)、照査降雨(L1':既往最大等)、想定最大規模降雨 (L2))
 - ②リスク評価結果を踏まえた、中長期的な整備の方針の設定を推進。
- その際に、ハードとソフトを組み合わせた浸水被害の最小化、選択と集中、受け手主体の目標設定（床上浸水の解消等）、既存ストックの活用等を考慮して、事業の重点化・効率化の方針を検討。



雨水管理総合計画による新たな雨水管理のイメージ

個別補助制度の拡充による整備の加速化

- 下水道による大規模な再度災害防止対策や河川事業と連携した内水対策について、計画的・集中的に支援するための補助事業制度を令和元年度より創設。
- 一定期間に集中的な投資が必要となる大規模な雨水処理施設について、計画的な整備や適切な機能確保を図るため、集中的に支援する補助事業制度を令和2年度より創設。
- これらの補助事業の活用を促進し、整備を加速化。

令和元年度より創設

下水道床上浸水対策事業

<大規模な再度災害防止対策>

○浸水被害のリスクが高い都市機能集積地区等における早急な再度災害防止を図るため、下水道整備による浸水対策を集中的に支援。

- ・概ね5年以内で完了する事業
- ・過去概ね10年以内に床上浸水50戸以上等の要件

事業間連携下水道事業

<河川事業と連携した内水対策>

○内水による深刻な影響を回避するため、河川事業と一体的かつ計画的に実施する下水道整備を集中的に支援。

- ・概ね5年以内で完了する事業
- ・想定される浸水家屋が25戸以上等の要件

令和2年度より創設

大規模雨水処理施設整備事業

<大規模な雨水処理施設の設置・改築>

○計画的な整備や適切な機能確保を図るため、大規模な雨水処理施設の設置又は改築を集中的に支援。

- ・概ね10年以内で完了する事業
- ・総事業費が5億円以上を要件

【対策イメージ】



雨水ポンプの整備



雨水貯留管の整備



貯留施設の整備

下水道と河川の連携促進（100mm/h安心プラン登録制度）

- 計画を超える降雨に対して、地域の関係機関・住民等が協力して、浸水被害の軽減を図る取組みを定めた計画を国土交通省が「100mm/h安心プラン」として登録し、国が重点的に支援する制度を平成25年度に創設。
（令和2年3月末時点で21市24計画を登録）
- 平成27年度より、**100mm/h安心プラン登録地区が、下水道浸水被害軽減総合事業の交付対象要件として追加。**

100mm/h安心プラン登録都市

福島県郡山市、茨城県水戸市、茨城県ひたちなか市、
栃木県鹿沼市、埼玉県春日部市、千葉県茂原市、
長野県岡谷市、富山県高岡市、石川県金沢市、
静岡県富士市、静岡県沼津市、静岡県焼津市、
静岡県袋井市、静岡県浜松市、愛知県名古屋市（4箇
所）、
愛知県東海市、岐阜県多治見市、兵庫県姫路市、
広島県福山市、福岡県北九州市、佐賀県佐賀市

R1は3市3計画登録



地域	計画数
北海道	0
東北	1
関東	6
北陸	2
中部	11
近畿	1
中国	1
四国	0
九州	2
沖縄	0

プランは国交省HPでも公表

広島県福山市の登録証の伝達式（R1.10.1）



<福山市100mm/h安心プラン>

浸水リスクの高い地域を集中的かつ迅速に整備を行い
浸水被害の早期軽減を図る。

【取組内容】

- ・河川改修、排水機場ポンプ増設、雨水幹線整備、雨水ポンプ場整備
- ・公共用地等を利用した雨水貯留施設の暫定整備
- ・Webを利用した監視カメラ画像・水位情報の提供
- ・内水ハザードマップの作成、公表
- ・市民と行政が一体となった「総合防災訓練」等の実施 等

4. 早期の安全度の向上

(1) 効率的・効果的なハード整備

(2) 既存施設の運用の工夫策

(3) まちづくりとの連携によるリスク軽減方法

ポンプ排水の効率化の推進

施設情報及び観測情報を下水道事業に活用した対策

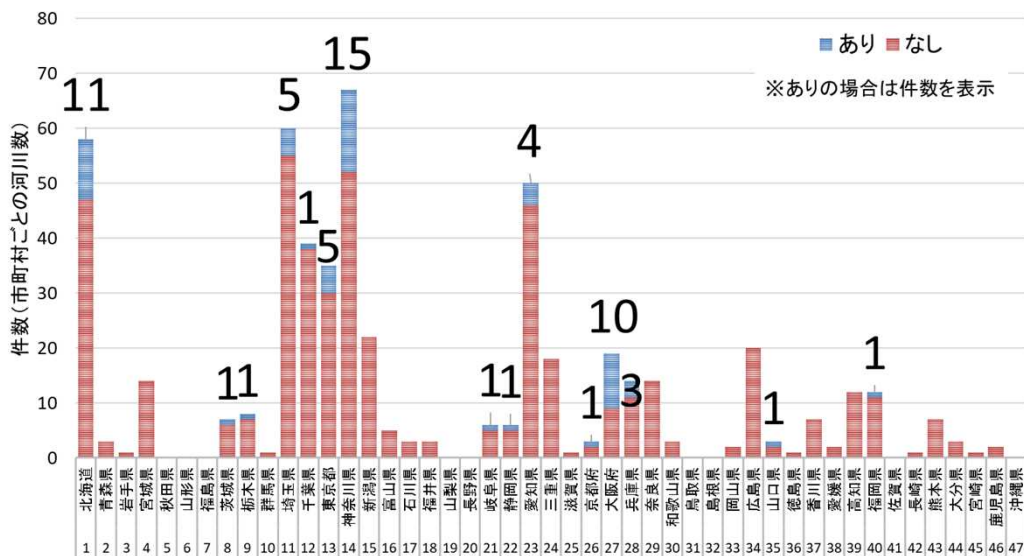
下水道管きよ等における水位等観測を推進するための手引き（案）

- 排水先の河川の水位が低く、水位予測によっても河川の水位上昇が見込まれない場合などは、予備ポンプや移動式ポンプ等を活用して効果的な内水排除を推進。
- 河川管理者及び下水道管理者は、社会経済被害の最小化に向け相互に連携し、排水ポンプの運転調整ルールを適切に設定することを推進。

放流制限以上の排水が可能なストックの有無

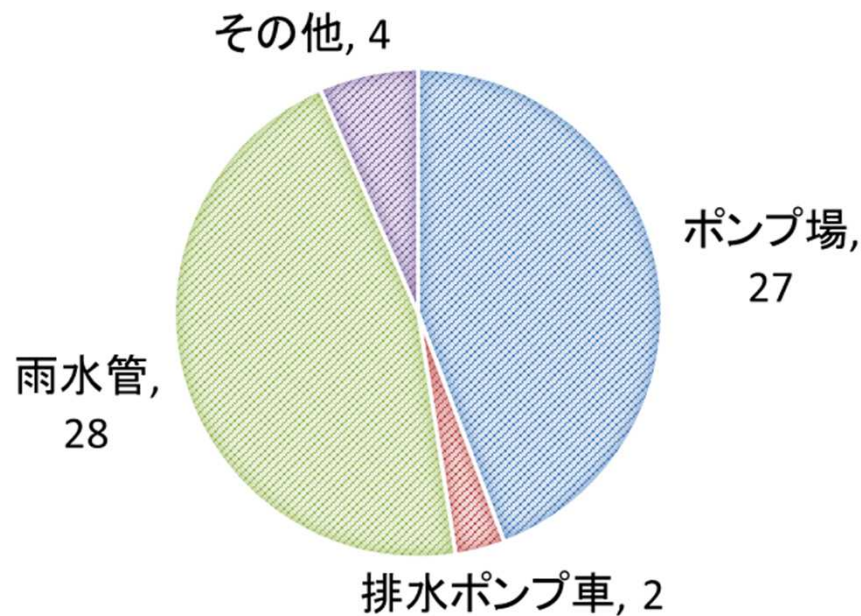
- 下水道から河川へ排水する地区において、約60河川で放流制限以上の排水が可能な既存ストックがある。
- 既存ストックの内訳は、雨水ポンプ場や雨水管が多い。

放流制限以上の排水が可能な既存ストック(予備ポンプ等)の有無



国土交通省下水道部調べ（平成31年1月末時点）

放流制限以上の排水が可能な既存ストックの種類

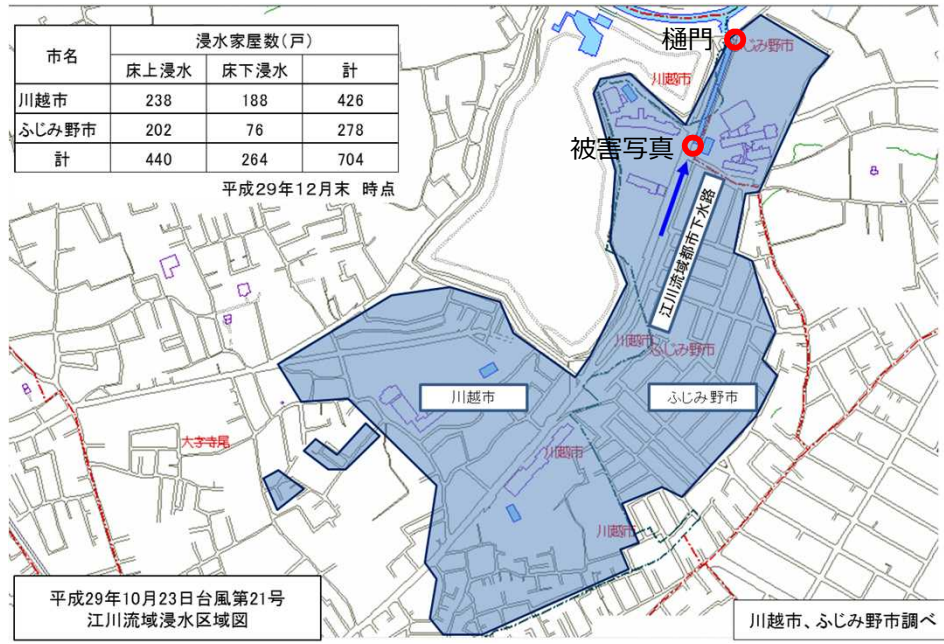


ポンプ排水の効率化の推進

- 河川の築堤区間など河川水位が地盤高より上昇する地区は、内水の排水が困難となり、甚大な浸水被害が発生。
- 排水機能を確保するためにはポンプ場等の排水施設が必要だが、土地利用状況等から整備や改修に日時を要す場合があり、早期に安全度を向上していく必要がある地区において、機動的かつ柔軟な対応が可能な排水ポンプ車等の整備を推進。

○埼玉県川越市の事例

時間最大雨量42.5mm
総雨量418mm



河川水位が上昇したため樋門が閉鎖



浸水対策の効果を早期に発現するため平成30年7月に排水ポンプ車を整備

樋門等の操作性の向上の推進

- 遠隔操作化や多重化、自動化など樋門等の操作性の向上のための施設整備を推進するとともに、水位計や流向計、監視カメラなどの観測機器の整備を推進。
- 出水時における樋門等の操作ルールについては、水位・流向等の情報も活用し、河川からの逆流を防止することを基本とした「出水時における下水道施設の樋門等操作の基本的な考え方」を地方公共団体に対して通知し、この内容を参考に、地域の実情等に応じて、基本的な考え方を踏まえた操作ルールの作成、点検や必要に応じた見直しを促進。

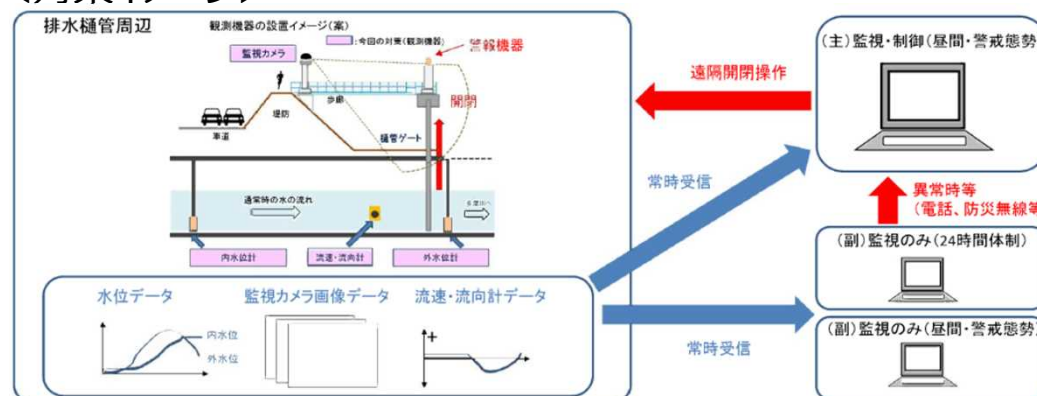


堤外側でゲート进行操作する樋門



東日本台風の際の河川の状況

<対策イメージ>



遠隔操作化のイメージ

<樋門等操作の基本的な考え方>

樋門等上流側の水位（内水位）、下流側（外水位）及び流向等を踏まえ、操作を行うことを基本とする。

例えば、外水位が、逆流した場合に内水被害発生が予見される水位（例：堤内最低地盤高）以上の場合、以下の操作を行うことなどが考えられる。

- ・逆流が始まるまでは樋門等のゲートを全開
- ・逆流が始まったときは樋門等のゲートを全閉
- ※逆流の確認が必要な場合（河川が水位上昇期であり、内外水位が同じ若しくはほぼ平衡する状態が続き、施設地点での水の流れが弱く判断が難しい場合）は、一旦ゲートを全閉して外水位、内水位のどちらの水位が高くなるか確認する。
- ・逆流防止のために樋門等のゲートを全閉している場合において、外水位が下がり、内水位が外水位より高くなったときは、これを全開 等

施設操作の遠隔化（佐賀市の事例）

- 佐賀市の防災対策に万全を期するため「佐賀市防災総合システム」の運用を平成26年度から開始。
- 防災行政無線・J-ALERT・登録制メール・監視カメラなど各種システムを完備。
- 市内45箇所（47台）に監視カメラを設置し、河川・雨水幹線・道路等の状況をPC端末で監視。
- 道路冠水や内水氾濫に警戒するため、監視カメラ映像はホームページ内の防災サイトで公開。常時6箇所、災害対応時は21箇所を追加公開。
- 雨の降り方や河川の水位状況、有明海の潮汐に応じた施設操作に対応するため、一部の施設は遠隔操作化（6箇所）。今後更に5箇所を遠隔化予定

監視カメラシステム

固定型カメラ及び旋回型カメラを設置し、河川・道路の状況を市役所に設置したパソコン・大型表示装置で監視している。
 6箇所の堰・水門は遠隔で開閉操作が可能

佐賀市 監視カメラシステム

ホーム
 J-ALERT履歴
 防災無線履歴
 橋門一覧
 災害情報一覧

大溝川(藤本橋) 2018/10/25 11:59
 大塚公園北ポンプ 2018/10/25 11:58
 大塚排水ポンプ 2018/10/25 11:59
 兵庫南地区下村橋門 2018/10/25 11:59
 7間堤 2018/10/25 11:59
 大井子堰(上流) 2018/10/25 11:58



遠隔操作による施設稼働状況

4. 早期の安全度の向上

(1) 効率的・効果的なハード整備

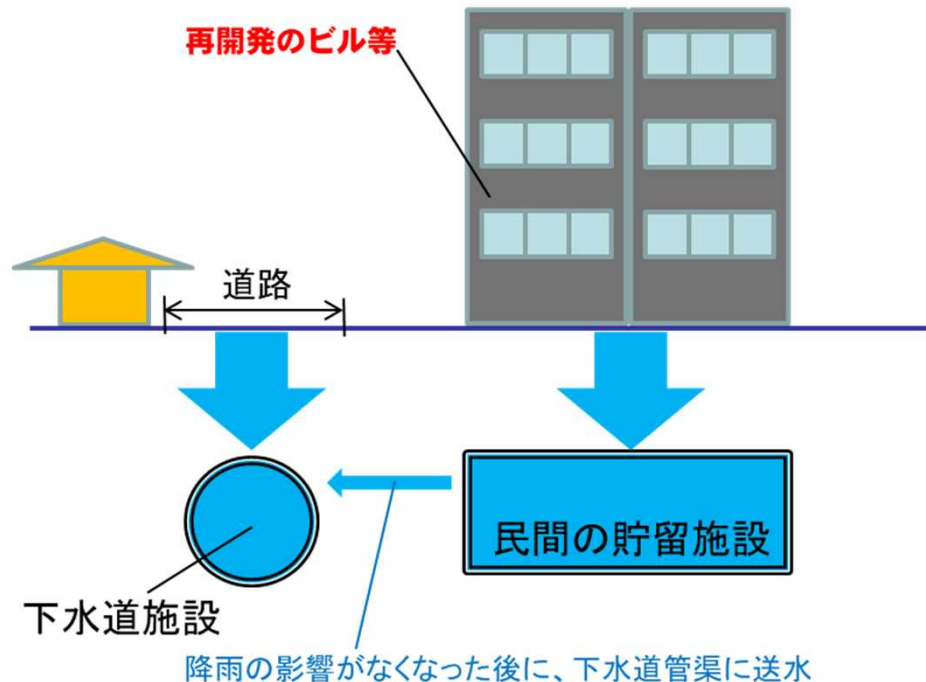
(2) 既存施設の運用の工夫策

(3) まちづくりとの連携によるリスク軽減方法

企業等と連携した流出抑制対策の促進

- 気候変動による外力の増加に対応するためには、下水道による雨水排水施設等の整備に加え、企業や個人の取組みを促進し、総合的な浸水対策が重要。
- 特定地域都市浸水被害対策事業では、公共下水道の排水区域のうち、都市機能が集積し、下水道のみでは浸水被害への対応が困難な地域において、民間の協力を得つつ、浸水対策を推進するため、地方公共団体が条例で「浸水被害対策区域」を指定することなどにより、民間事業者等が整備する雨水貯留施設等に要する経費の一部を、国が直接支援。
- 一方、企業や個人など、各主体ができることを積極的に取組むには、内水浸水リスクに関する情報提供を充実し、理解してもらう必要。
- これまでは浸水実績に基づく内水浸水想定区域図の策定が中心であったが、今後は浸水シミュレーション等を活用し、比較的発生頻度の高い降雨等についても浸水リスクの情報提供を充実させ取組を推進。

官民連携した浸水対策のイメージ



特定地域都市浸水被害対策事業の概要

○特定地域都市浸水対策事業は、民間事業者等と連携して効率的に浸水対策を図る地域における雨水流出抑制に資する施設の整備を支援し、都市の浸水安全度の向上をより一層推進することを目的とした事業制度である。

○下水道法第25条の2に規定する浸水被害対策区域において、特定地域都市浸水被害対策事業計画（以下、「事業計画」）に基づき、民間事業者等が整備する雨水貯留施設等及び下水道管理者が整備する主要な管渠等を補助対象としている。

○また、官民連携による効率的な浸水対策をより一層推進し、早期の浸水安全度の向上を図っていくため、平成29年度から、都市再生特別措置法に規定する立地適正化計画に定められた「都市機能誘導区域」を対象区域に追加するとともに、事業計画に基づき民間事業者が整備する雨水浸透施設を対象施設に追加した。

○下水道法に規定する「浸水被害対策区域」や都市再生特別措置法に規定する立地適正化計画に定められた「都市誘導区域」では、管理協定を締結することで下水道管理者が民間設置の雨水貯留施設の管理を行うことができる。

地域と連携した浸水対策（西脇市の事例）

- 兵庫県西脇市黒田庄町福地地区では、平成25年台風第18号で、約20haが浸水し、道路やJR線路の冠水のほか、住宅では床上浸水4戸、床下浸水31戸と大きな被害が発生。
- このため、「ながす」と「ためる」と「そなえる」を合わせた総合治水を基本とした、地域と一体となった浸水対策計画を策定し、平成28年度に整備を完了。
- 平成30年7月豪雨による出水では、浸水被害のあった平成25年の台風第18号を上回る累加雨量であったが、地元のそなえる対策（事前防災行動）も加わり、住宅の浸水戸数は「ゼロ」になった。



まちづくり等と連携した取組（舞鶴市の事例）

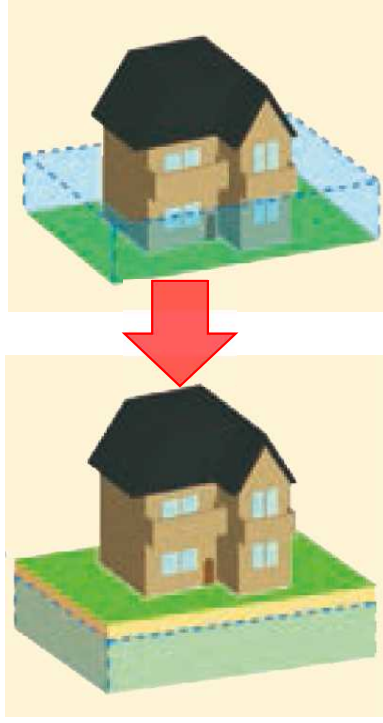
宅地のかさ上げなど建築物の耐水化（実施主体：舞鶴市）

西市街地の対象エリアにおいて、浸水被害の防止・軽減を図るため、住宅等の地盤のかさ上げを行う者に対して、その費用の一部を助成し、安心して安全なまちづくりを推進する。（平成28年度から実施）

【舞鶴市宅地かさ上げ助成金制度】

- ◎対象経費の上限は ⇒ 3,000千円
- ◎補助率は ⇒ 1/3（市内業者が施工の場合）
1/4（上記以外の場合）

宅地かさ上げイメージ図



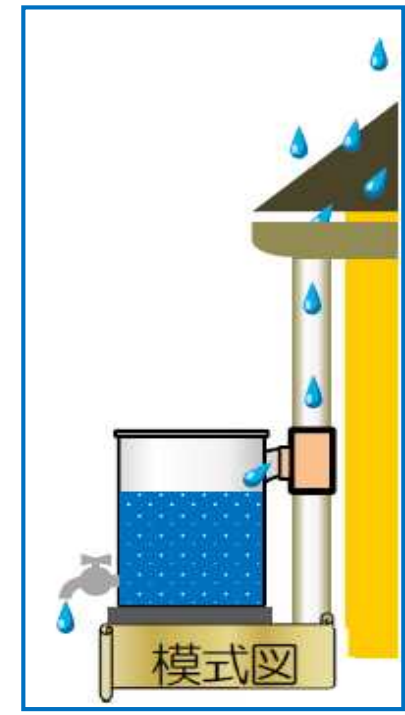
各戸貯留の促進（実施主体：地元・舞鶴市・京都府）

ゲリラ豪雨などによる市街地での雨水流出抑制を図るため、家庭用の雨水貯留施設設置者に対して補助金を交付し、市民協働による治水対策と雨水有効利用に対する取り組みを平成29年度から実施する。

対象区域は西地区浸水対策事業区域、補助対象は100ℓ以上の設備購入費とし、設置促進を図っていく。

【雨水貯留施設（マイクロ呑龍）補助制度】

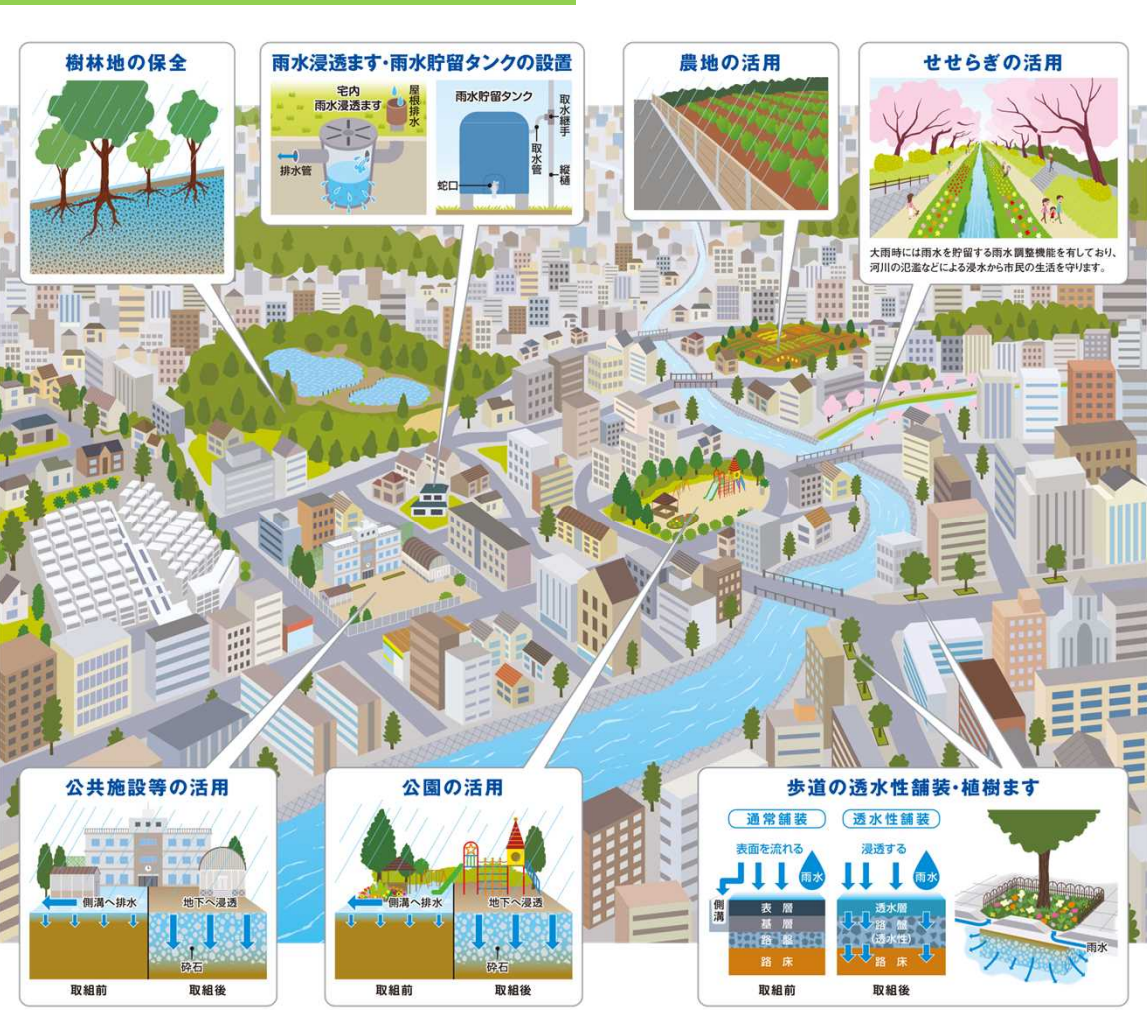
- ◎補助額の上限 ⇒ 45,000円
- ◎補助率 ⇒ 対象経費の3/4



グリーンインフラの取組の促進（横浜市の事例）

- グリーンインフラとは、社会資本整備、土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能（生物の生息・生育の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等）を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進める取組。
- 道路や公園等において、グリーンインフラを活用した雨水貯留浸透施設等の整備を推進。

グリーンインフラ(事例:横浜市)



公園や公共施設等の活用



資料：グリーンインフラ総研
植栽ます



農地の傾斜改善

雨水を保水・浸透させると共に、植栽の成長を助け、晴天時は蒸発散効果で、ヒートアイランド対策にも寄与。



雨水浸透ます

自助・共助の取組の促進

- 自助・共助の取組事例を**収集**。
 今後は、アメヅジ等を活用し、**共有**。
 浸水被害軽減のため、これらの取組を引き続き**促進**。

簡易「水のう」の設置例



出典：草加市HP
<http://www.city.soka.saitama.jp/cont/s1901/010/020/010/r1-suinou-tukurikata.pdf>

手動式上式止水板設置



手動起上式止水板設置



避難誘導の様子

出典：福岡地下街開発株式会社HP
<https://www.tenchika.com/wp-content/uploads/2019/06/浸水時避難誘導訓練ニュースリリース.pdf>

水防用排水ポンプ



出典：春日井市HP
<https://www.city.kasugai.lg.jp/koho/special/koho260801sp/koho260801sp04.html>

(HPより) 地蔵川周辺の浸水被害の軽減対策として、6月に松新町に可搬式エンジンポンプを備えた水防用倉庫を整備しました。また、可搬式のポンプのほかには、柏井・松新・勝川・長塚地区に大雨の道路冠水に対応するため、道路の地下に電動式ポンプも設置しています。電動式ポンプの能力は毎分約5立法メートルで、排水ホースを接続すれば制御ボタン1つで排水することができます。

いずれのポンプも地元住民の皆さんが簡単に操作できるよう、ポンプの設置時に取り扱い説明会を行っています。

トンネル内防水ゲート、浸水防止機



トンネル内防水ゲート



浸水防止機

出典：東京メトロHP
https://www.tokyometro.jp/safety/prevention/wind_flood/index.html

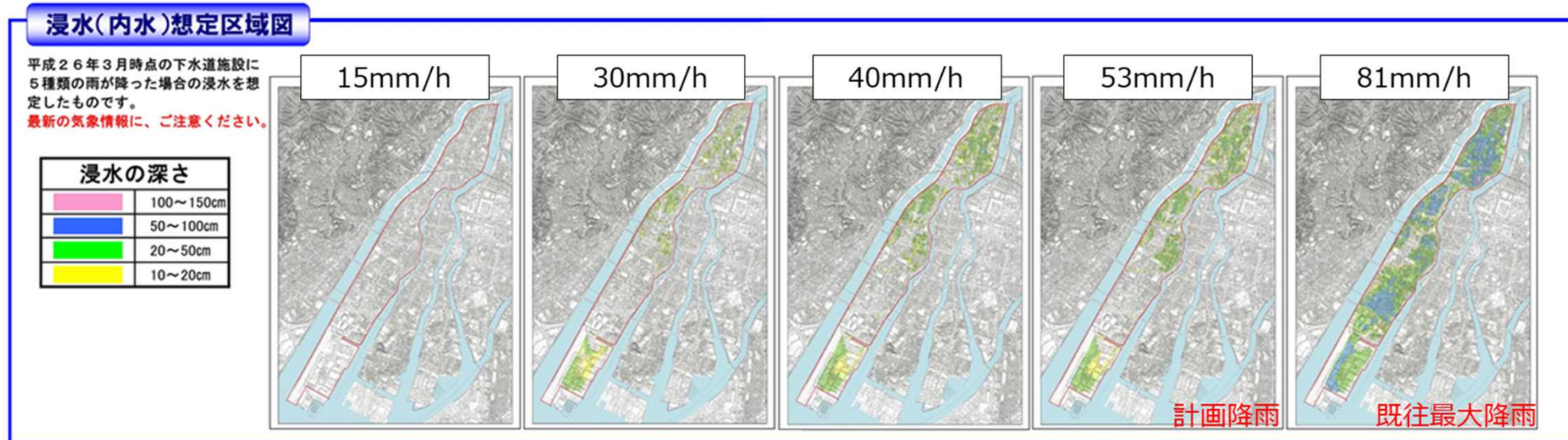
参考資料の内容

1. 近年の降雨及び内水被害の発生状況、下水道整備の現状
2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進
3. 下水道施設の耐水化の推進
4. 早期の安全度の向上
5. ソフト施策の更なる推進・強化
6. 多様な主体との連携の強化

内水浸水想定区域図の作成の加速化

- 下水道による浸水対策を実施している全ての市区町村において、内水浸水想定区域図の作成を推進。
- 特に、近年、甚大な内水被害が発生した自治体等については、令和2年度末までに内水浸水想定区域図等の作成・公表・周知が概ね完了するよう取組を推進。
- 内水浸水想定区域図は、浸水シミュレーションによる浸水想定を検討の基礎となるデータや所定の精度が確保された浸水シミュレーションモデルの作成が必要であり、浸水想定を含むシミュレーション等の検討については、交付金で支援可能。
- 浸水シミュレーションモデルを構築するための管きよのデータベースがない市町村においては、流出解析と地表面はん濫解析のみ実施する等、簡易な浸水シミュレーションの実施を推進。令和2年度には内水浸水想定区域図を簡易的に作成する手法について検討。
- 浸水シミュレーションによる内水浸水想定区域図の作成が早期に実施できない場合、まずは、市町村による地形情報や浸水実績を活用した手法を推進。
- また、防災部局や都市計画部局等との連携によるリスク低減策（事前防災）を進めるためにも、計画降雨を含む複数外力による多層的なリスク評価結果の公表を推進。
- さらに、想定最大規模降雨に対応した内水浸水想定区域図等については、その作成・公表・周知を促進するための仕組みの検討を推進。

<広島市の事例> 図の数値は1時間雨量。H26年8月に線上降水帯等の影響で、想定最大規模の降雨130mm/hに近い121mm/hの降雨が発生。



内水ハザードマップを作成する場合の浸水シナリオ

- 浸水シミュレーションの境界条件として、対象降雨に応じた外水位の設定が必要。
- 境界条件は、対象降雨と併せて時間の経過に伴い変化する様々なシナリオが考えられる。対象降雨を計画規模・既往最大規模・想定最大規模降雨等とし、河川への排水が可能な場合だけではなく、河川の水位上昇による樋門等の閉鎖や排水ポンプ場の運転調整の措置が取られることも想定した複数のシナリオの設定を推進。

<降雨の状況及び外水位の影響に基づく浸水シナリオ>

「内水浸水想定区域図作成マニュアル（案）」より引用

浸水シナリオ	降雨の状況		外水位の影響
	河川中上流	下水道排水区域	
①	小雨	大雨	無
②	<大雨	小雨	有
③	<大雨	大雨	有

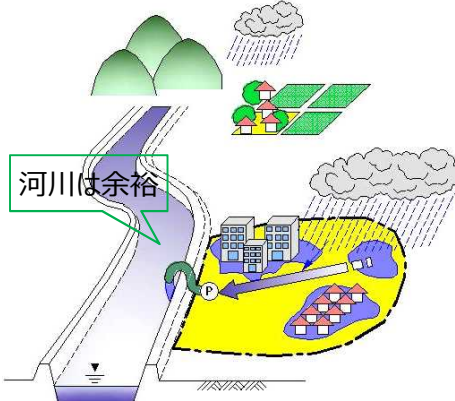
大雨：下水道及び河川の雨水排水能力を上回る降雨
 <大雨：河川に余裕はないが河川からの溢水が発生しない程度の降雨

<放流先河川等の水位設定>

下水道その他の排水施設から雨水を放流する河川その他の公共の水域（以下、「放流先河川等」という。）の水位は、当該河川等の管理者に必要な協力を求めつつ、過去の浸水実績の特徴を十分に分析し設定する。

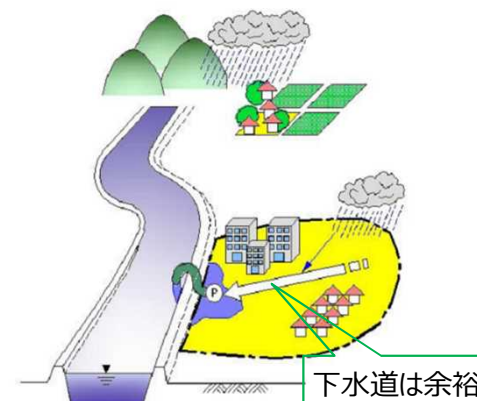
- ▶対象とした実績降雨における放流先河川等の最大水位が低い場合には、実績水位を引き伸ばすことにより設定。この場合、放流先河川等の最高水位は、河川等の堤防の決壊や河川からあふれた水によるはん濫を伴わない水位に設定。放流先が洪水予報河川である場合には、はん濫危険水位、水位周知河川である場合には、避難判断水位を目安にすることも考えられる。
- ▶放流先河川の水位が最大となる時刻は、降雨波形の設定に用いた実績降雨において河川水位が最大となる時刻と同時刻とするなど、当該河川の出水特性を踏まえて設定

シナリオ①



下水道の雨水排水能力を上回る降雨による浸水

シナリオ②



下水道の雨水排水能力以下の降雨であるが、河川へ放流できないことによる浸水

シナリオ③

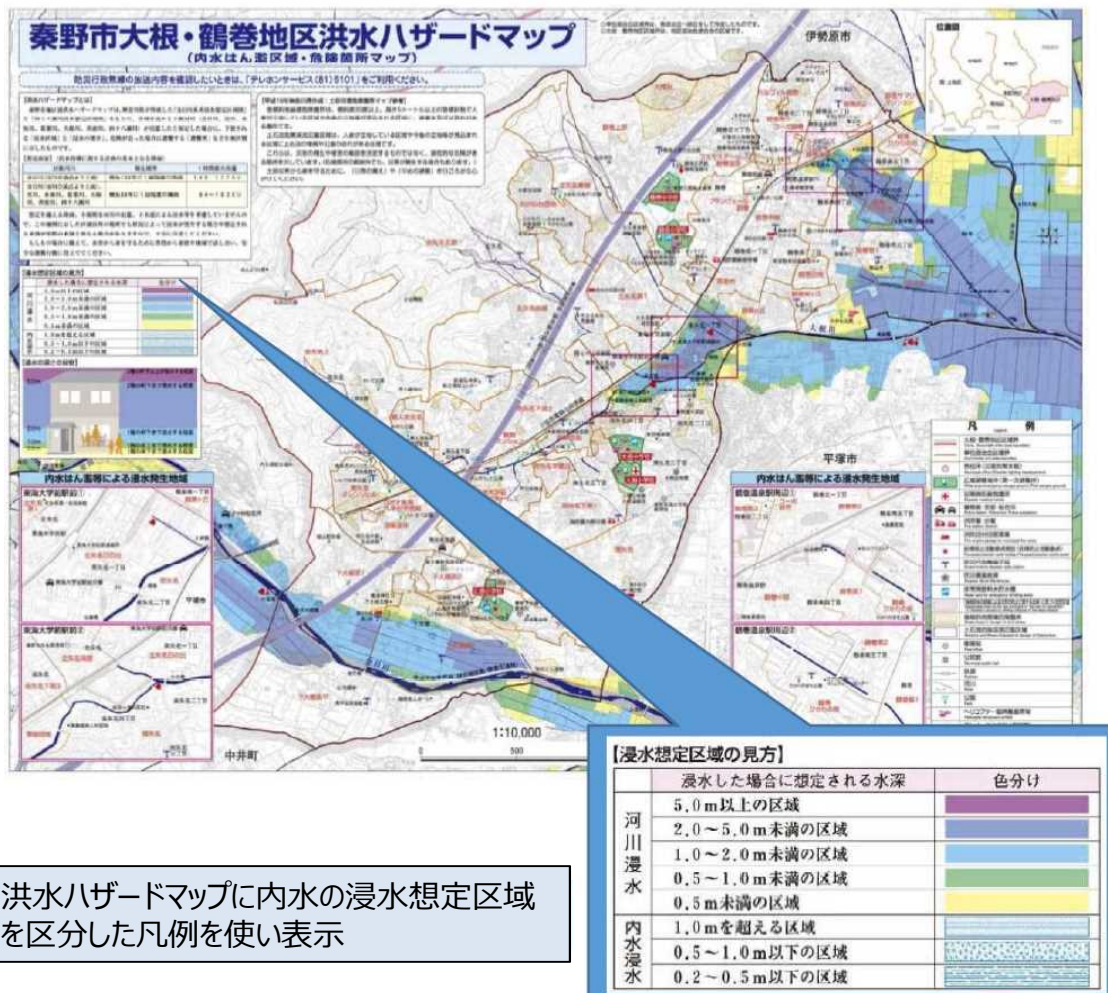


下水道の雨水排水能力を上回る降雨と、河川へ放流できないことによる浸水

- ▶想定最大規模降雨時の放流先河川等の実績水位が存在しないことから、放流先河川の水位を設置する場合には、表に示す設定パターンが考えられる。

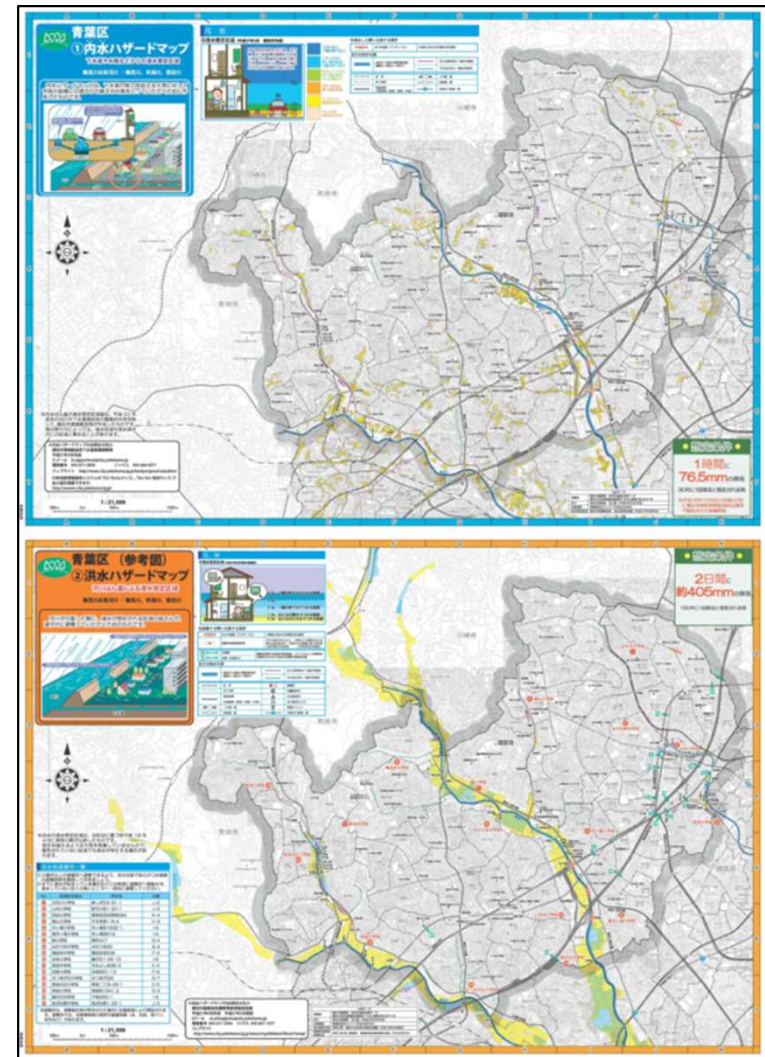
浸水想定手法		放流先河川の水位設定方法
(1)河川と下水道の一体モデル		内水浸水想定区域図の作成に用いた想定最大規模降雨を河川流域も含めて計算して設定
(2)下水道のみをモデル化	①放流先河川の洪水浸水想定区域図が策定済み	河川管理者に内水浸水想定区域図の作成に用いた想定最大規模降雨を受け渡して設定
	②放流先河川の洪水浸水想定区域図が未策定又は放流先河川の計算モデルが存在しない	河川管理者より提供された当該河川の河川整備基本方針で定める基本高水流量が現況の河道で流下した場合のピーク水位や計画高水位などを用いて設定

- 洪水・内水・高潮・津波・土砂災害など様々な災害に対応したハザードマップを作成することにより、種類が多くなりすぎてわかりにくくなるとともに、住民等にとって煩わしくなることなどが課題。
- そのため、洪水、高潮、内水など複数の災害情報を1枚のマップに重ねて表示、または並列に表示することなどが効果的であり、より現実的な避難計画の検討に役立つ場合がある。



洪水ハザードマップに内水の浸水想定区域を区分した凡例を使い表示

洪水と内水の浸水想定区域を1枚のマップに重ねて表示した洪水ハザードマップ（秦野市）
（水害ハザードマップ作成の手引きより）

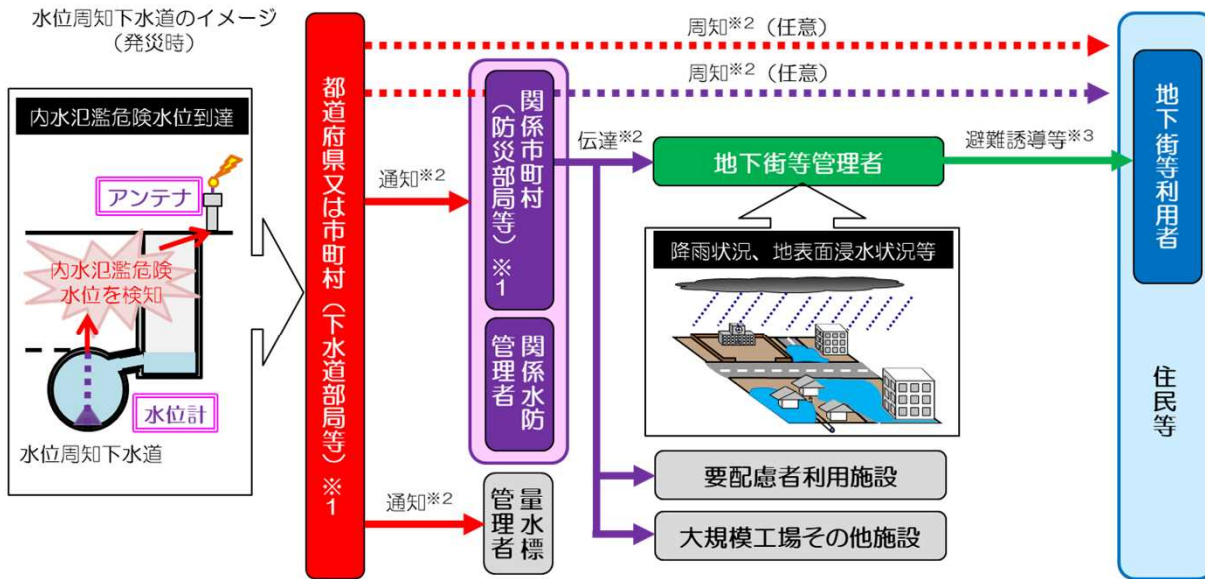


洪水と内水の浸水想定区域を1枚のマップで並列に表示した洪水・内水ハザードマップ（横浜市青葉区）

効果的なソフト施策の推進

- 想定し得る最大規模の内水に対する避難体制等の充実・強化のため、水位を周知する下水道（水位周知下水道）を指定し、内水による災害の発生を特に警戒すべき水位（内水氾濫危険水位）に達した場合には、内水氾濫危険情報を関係者に通知・周知。
- 指定された水位周知下水道が存在する地区では、雨水出水時の円滑かつ迅速な避難の確保や水災による被害の軽減を図るため、想定最大規模降雨に対応した内水浸水想定区域を指定する必要。
- 福岡市では、令和2年5月に地下街が発達している博多駅周辺地区において、水位周知下水道を指定するとともに、6月には内水浸水想定区域を指定。

水位周知下水道のイメージ



※1：市町村が水位情報を通知する場合は同一市町村
 ※2：関係市町村・関係水防管理者・量水標管理者への通知、地下街管理者等への伝達は必須事項、住民等への周知は任意事項
 ※3：地下街等管理者が水位情報のほか、降雨状況、地表面浸水状況等を総合的に判断して地下空間利用者へ避難誘導等を実施

水位周知下水道等の指定（福岡市）



効果的なソフト施策の推進

- 河川においては、洪水予報河川等において水位情報を発信。
- 下水道においても、出水時の下水道の水位情報など内水浸水のリスク情報の発信内容や発信手段の充実に向けた取組を推進。

HP等でのリアルタイム情報配信 (さいたま市の事例)

- 河川、下水道、道路におけるリアルタイムの水位や画像等の情報を、ホームページ等で随時公表。
- 平成29年(運用初年度)には、8月の豪雨(時間最大21mm)時に約20万回、10月の台風(日雨量126mm)時に約100万回のアクセスを記録。
- ホームページの活用にあたっては、緊急時のアクセス増によりサーバがダウンしないよう回線増設等の対応を検討するとともに、市町村に問い合わせが殺到しないよう、伝達内容を工夫する必要。

観測地点別画面 下水道（開渠）

さいたま市 さいたま市水位情報システム

観測地点メニュー

注意警戒情報一覧に

観測地点情報

観測地点名: 東岩槻の丁目(東岩槻1号雨水幹線)
住所: 岩槻区東岩槻の丁目21
観測水位: 0.91m
注意水位: 2.08m
警戒水位: 2.75m
最終更新時刻: 2018年10月25日 16:10
問い合わせ先: 北部下水道

水位グラフ

現在の水位情報と合わせて、注意水位、警戒水位を表示

時刻	観測水位	注意水位	警戒水位
17:04	0.91	---	---
17:03	0.92	---	---
17:02	0.92	---	---
17:01	0.92	---	---
17:00	0.92	---	---
16:59	0.92	---	---
16:58	0.92	---	---
16:57	0.91	---	---
16:56	0.92	---	---
16:55	0.92	---	---

最新のカメラ画像 (上)
平常時のカメラ画像 (下)

過去のカメラ画像 (10分毎、過去ログ有)

- ・ 現況水位は1分毎に更新
- ・ 過去水位情報は、1分、10分、1時間単位でダウンロード可能

効果的なソフト施策の推進

- 平時から浸水リスク情報について住民の理解を図るために、引き続きハザードマップの周知のための取組を実施するとともに、ハザードマップ等を活用した防災教育や防災訓練等を防災部局と連携して下水道管理者と住民が一体で実施。

【ハザードマップの周知方法】

- ✓ 国土交通省でも、ポータルサイトによる全国のハザードマップのリンク先の周知やリスク情報の提供等を推進
- ✓ インターネットが利用できない高齢者等へは、印刷物の配布や掲示板を活用
- ✓ その他、ハザードマップを活用した訓練やワークショップ、防災教育等も推進



局主催イベント（ポンプ所公開）



市政出前トーク

各種イベントによるハザードマップの活用方法の説明の事例（名古屋市上下水道局）
（水害ハザードマップ作成の手引きより）



防災訓練のイメージ

1. 近年の降雨及び内水被害の発生状況、下水道整備の現状
2. 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策に係る中長期的な計画の策定の推進
3. 下水道施設の耐水化の推進
4. 早期の安全度の向上
5. ソフト施策の更なる推進・強化
6. 多様な主体との連携の強化

協議会の活用による連携強化（佐賀市の事例）

- 佐賀市の平野部は干満差が6mに達する有明海と脊振山地に囲まれた低平な地形。
- 水路網が発達し有明海の潮汐の影響を受ける地形特性から大雨時、自然排水が困難な地域であるため、度重なり内水被害が発生。
- 一方、佐賀市内は有明海沿岸部から内陸部まで、各所に排水機場や水門・樋門など排水施設が多数存在。
- 近年頻発する豪雨による浸水被害を最小限に留めるには雨の降り方や河川の水位状況、有明海の潮汐に応じた施設操作は不可欠。
- 施設管理者・関係機関が連携して既存施設を有効活用することが急務。



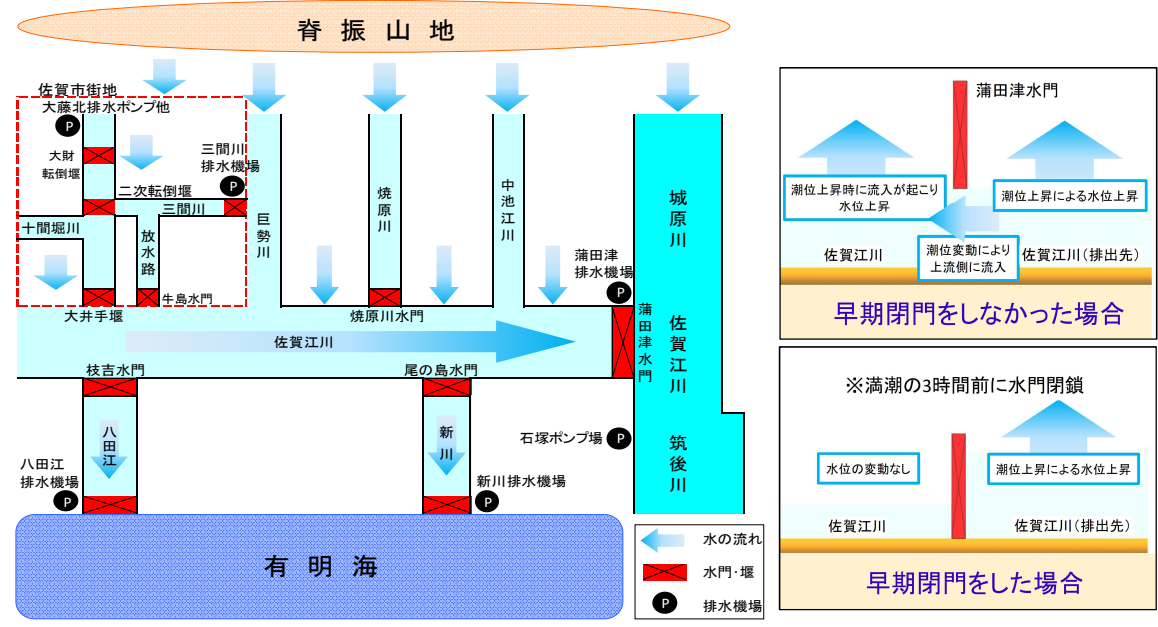
関係機関の連携強化 ⇒ 協議会の設立

佐賀市内浸水軽減対策協議会（事務局：佐賀県佐賀市）

- 設立：平成22年7月
- 組織構成
 - 国（河川）
 - 県（河川・下水・農林）
 - 市（河川・下水・農林・総務）
 14名
- 協議会の様子
- 開催経過
 - ・ 年1回のペースで継続的に開催、これまでに11回開催
 - ・ 実務レベルでの会合（作業部会）は14回開催
- 目的

佐賀市内における浸水軽減を図るため、既存施設の有効活用策及び行動計画の実施状況を確認し、実施効果についての評価等を行う
- 設立経緯
 - ・ 平成20年6月、佐賀市内における大規模浸水被害の発生を契機に、市内の浸水軽減に向けて、国、県、市の事務レベルで連携し浸水対策の検討をスタート
 - ・ 市内排水先河川である佐賀江川の水位低下の可能性に始まり、流末にある蒲田津排水機場の操作規則の解釈などを含め、市内を流れる河川・水路の管理者間において情報共有を図り、既存施設の有効活用策及び中長期行動計画の策定について議論
- 取組み内容、成果
 - ・ 既存施設の有効活用策の策定
 - ・ ハード・ソフトを組み合わせた総合的な排水対策計画（佐賀市排水対策基本計画）の策定
 - ・ 計画に沿った対策事業の実施
 - ・ 対策事業の進捗管理
 - ・ 水防時における各施設稼働状況の情報共有

- 既存施設の有効活用（水門の早期操作（暫定））
 - ・ 市街地の水が流れつく佐賀江川は、潮汐の影響が市街地まで及び感潮河川
 - ・ 満潮時に豪雨が発生すると市街地において排水不良が生じやすくなる
 - ・ 河川管理者は大雨が降る恐れがある場合、海水の遡上による河川水位の上昇を抑えるため満潮を迎える前に水門を閉じて（暫定操作）市街地排水の受け皿を創出



- 既存施設の有効活用（農業用排水路等の事前排水）
 - ・ 豪雨の前に農業用排水路等の水位を事前に下げ貯留容量を確保