

河川情報と防災

1. 洪水被害軽減のためのベストミックス
2. 情報は「伝える」でなく「伝わる」が重要

布村 明彦

(一財)河川情報センター 理事長
中央大学研究開発機構 教授
全国水防管理団体連合会 事務局長
元 日本災害情報学会 会長

1. 近年多発する水害は、それぞれ特徴的課題を提示

年月	主な水害	災害原因等	特徴	水害対策としての課題	取られている政策等
2015 .9	関東・東北豪雨 (線状降水帯発生)	・鬼怒川が満流で堤防決壊 ・氾濫水の拡大・流下	・堤防決壊時の破壊力 ・逃げ遅れ住民(4500人救助) ・広域避難で混乱	・住民の確実な避難のための情報体制再構築 (・避難情報と現象情報の両方が必要・自分のリスク認知) ・住民自身の情報認識向上	・水防災意識社会の再構築(全て再吟味) ・避難時間を確保する壊れにくい堤防 ・マイタイムライン
2016 .8	北海道・東北豪雨 (台風10号など)	・小本川氾濫というよりは谷間全体が川状態	・中小河川での情報・避難体制不備(特に災害弱者向け)	・中小河川、災害弱者すべての地域、人々で具体性ある避難情報体制	水防災意識社会の中小河川への展開
2017 .7	九州北部豪雨	朝倉市・東峰村・日田市等で多数の中小河川で水害・土砂災害が複合発生	・土砂と流木による水害拡大 ・大河川の情報・対策と異なる中小河川の現状	・疑似大河川でない、中小河川用の対策の必要性 ・土砂・流木も考慮したハード・ソフト対策必要	・現象情報ローカライズ ・中小河川洪水予測 ・危機管理型水位計緊急整備
2018 .7	平成30年7月豪雨 (西日本豪雨)	西日本の広域に記録的豪雨	多種多様な水害等が、広域に発生(広島土砂災害・真備堤防決壊・大洲氾濫)	・情報の空白(収集・伝達)→避難・緊急対策の遅れ ・計画を上回る現象への対応	ハザード・リスク情報共有プロジェクト
2019 .10	令和元年東日本台風 (台風19号)	東北・関東・長野等の広域に記録的豪雨	・阿武隈川・那珂川・荒川・千曲川等の大河川で氾濫 ・本川排水不良で小河川氾濫	・同時多発的に発生した堤防決壊等への対応 ・水系全体のハード対策遅れ	・流域治水への転換 ・地球規模気候変動を考慮した計画へ
2020 .7	令和2年7月豪雨 (線状降水帯発生)	・熊本で記録的豪雨 ・九州北部・中部等で豪雨	・球磨川で記録を超える流量発生し、人吉盆地や山間狭窄部で氾濫 ・急激な水位上昇と強破壊力	・盆地部分の水害脆弱性対策 ・川沿い集落、道路等も飲み込む狭窄部対策	

【2015年9月鬼怒川堤防の決壊(関東東北豪雨災害)】

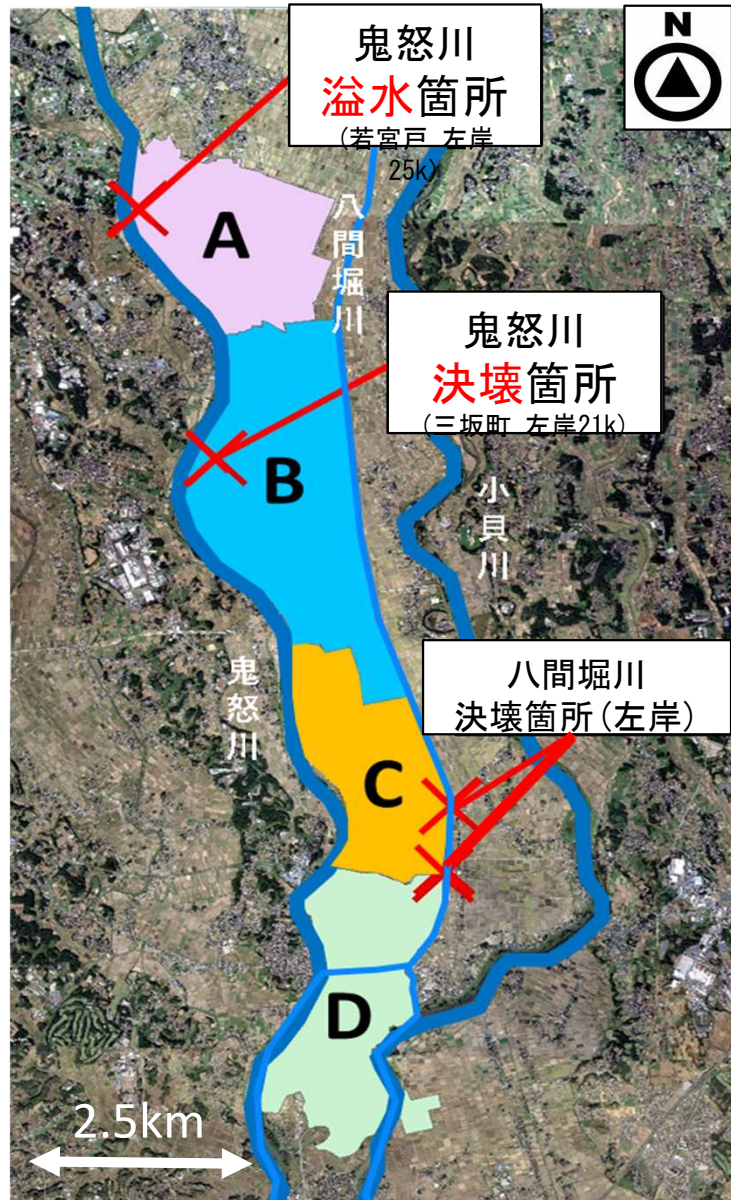


- ・ヘリコプターや船で救助された人が4500人に及ぶ。多数の逃げ遅れを無くす必要
- ・堤防近くは、氾濫水の大きな破壊力 = 津波時と同様に即座の避難が必要
- ・住民に降りかかるリアルタイムのリスク情報の必要性等が判明
- ・ハザードマップを見ていない人も多数

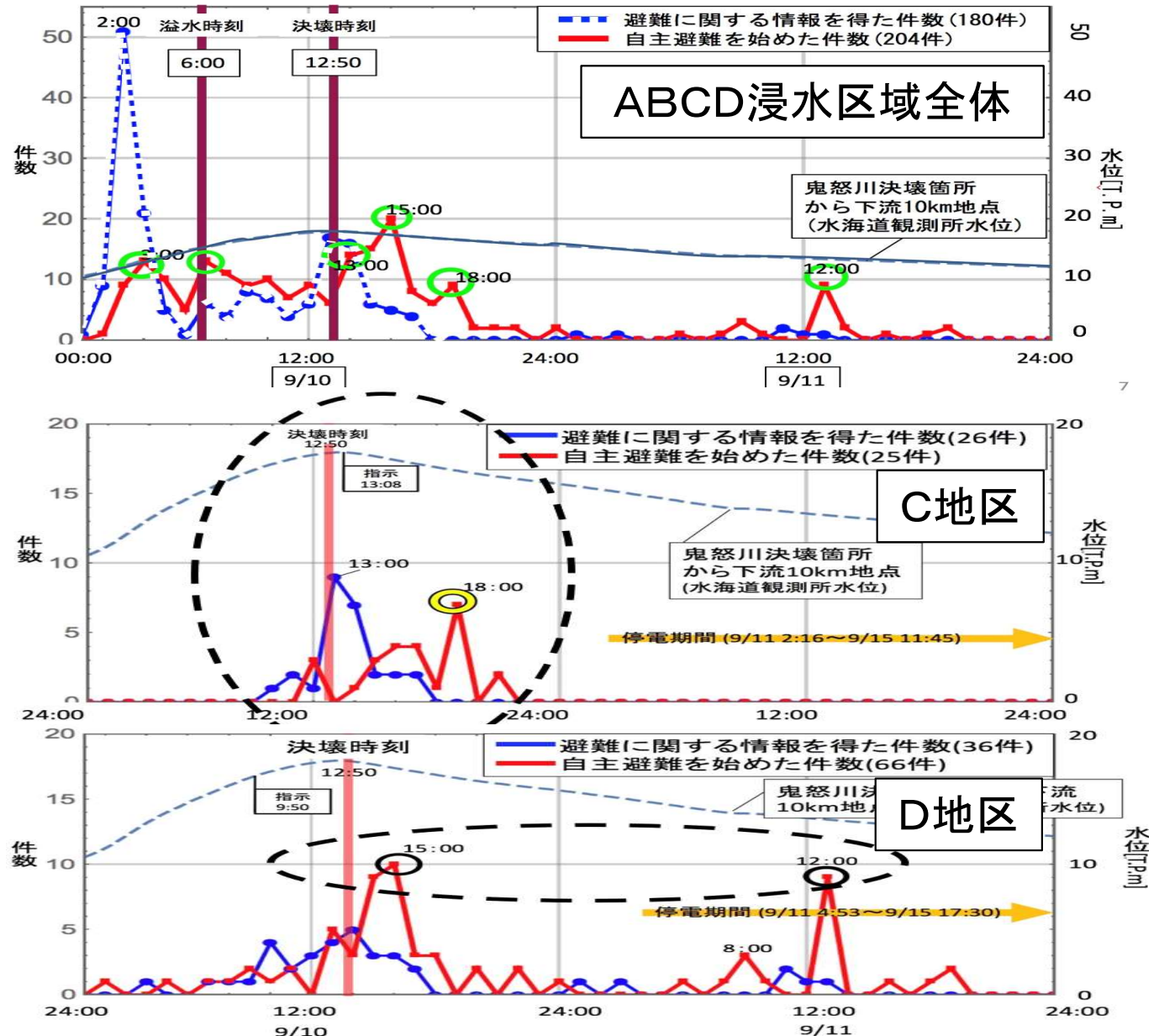
2015年鬼怒川水害 情報の内容・伝わり方・理解で異なる避難状況

D地区は決壊後8時間後に浸水。しかし多数の人がヘリや船により救助 4,500人
C地区は地域の防災情報共有で、ほぼ同じ時刻に避難。

中央大学河川水文研究室
アンケート調査 2015.11



ヒアリング実施箇所の区分図



【2017年7月九州北部豪雨災害】

- ・中小河川の水位観測、洪水予測、ハザードマップ等は未整備
- ・土砂・流木など中小河川の特長も踏まえた情報体制が必要



福岡県朝倉市杷木(赤谷川)など



【2018年7月西日本豪雨】

ハザードマップの想定通りの浸水

しかし、自分に降りかかるとは思わず多数の犠牲者



上流ダムの緊急放流情報が住民に届かず、被害増となった可能性

[illegible]

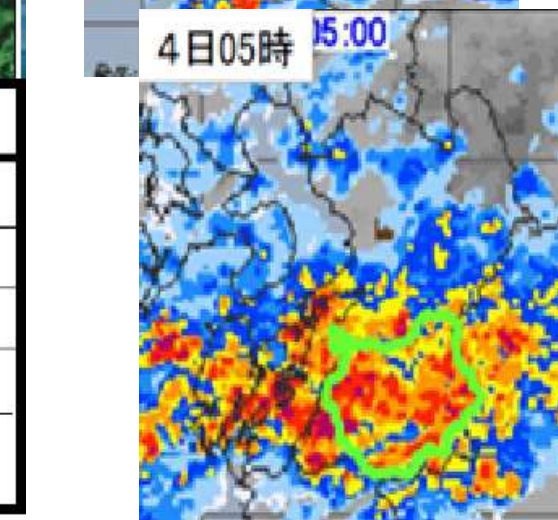
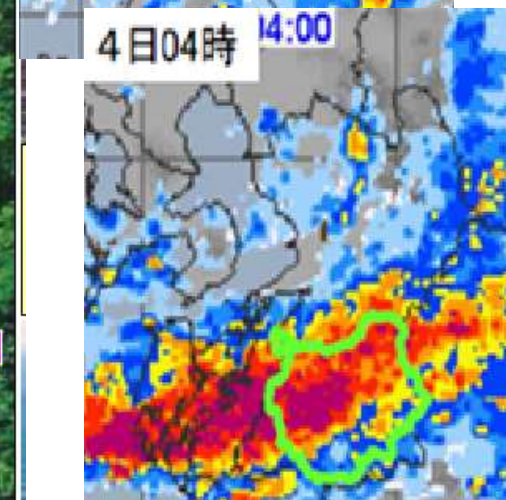
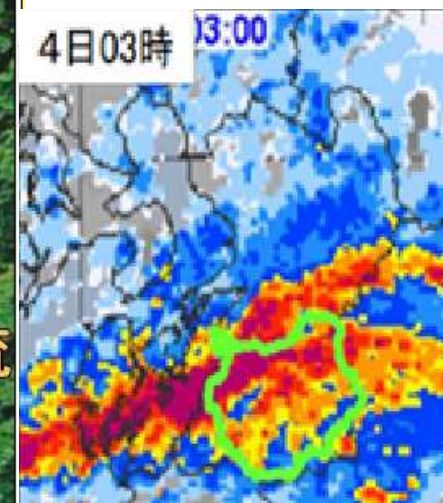
【2020年7月豪雨(球磨川など)】



盆地部と狭窄部で急激な水位上昇
避難が間に合わない

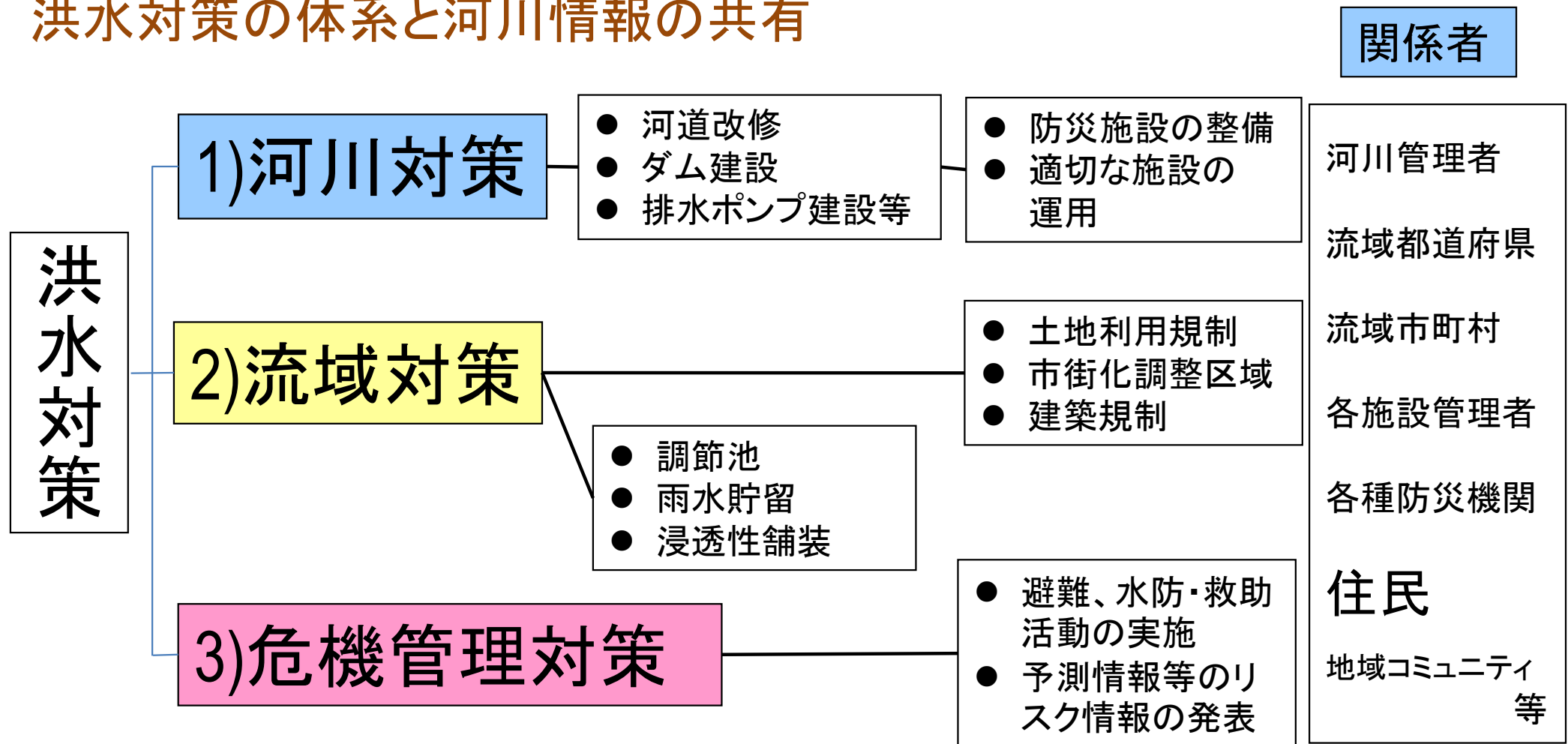
球磨川 流域図 日本3大急流・人吉盆地

線状降水帯



2. 誰のための、何のための河川情報か？

洪水対策の体系と河川情報の共有



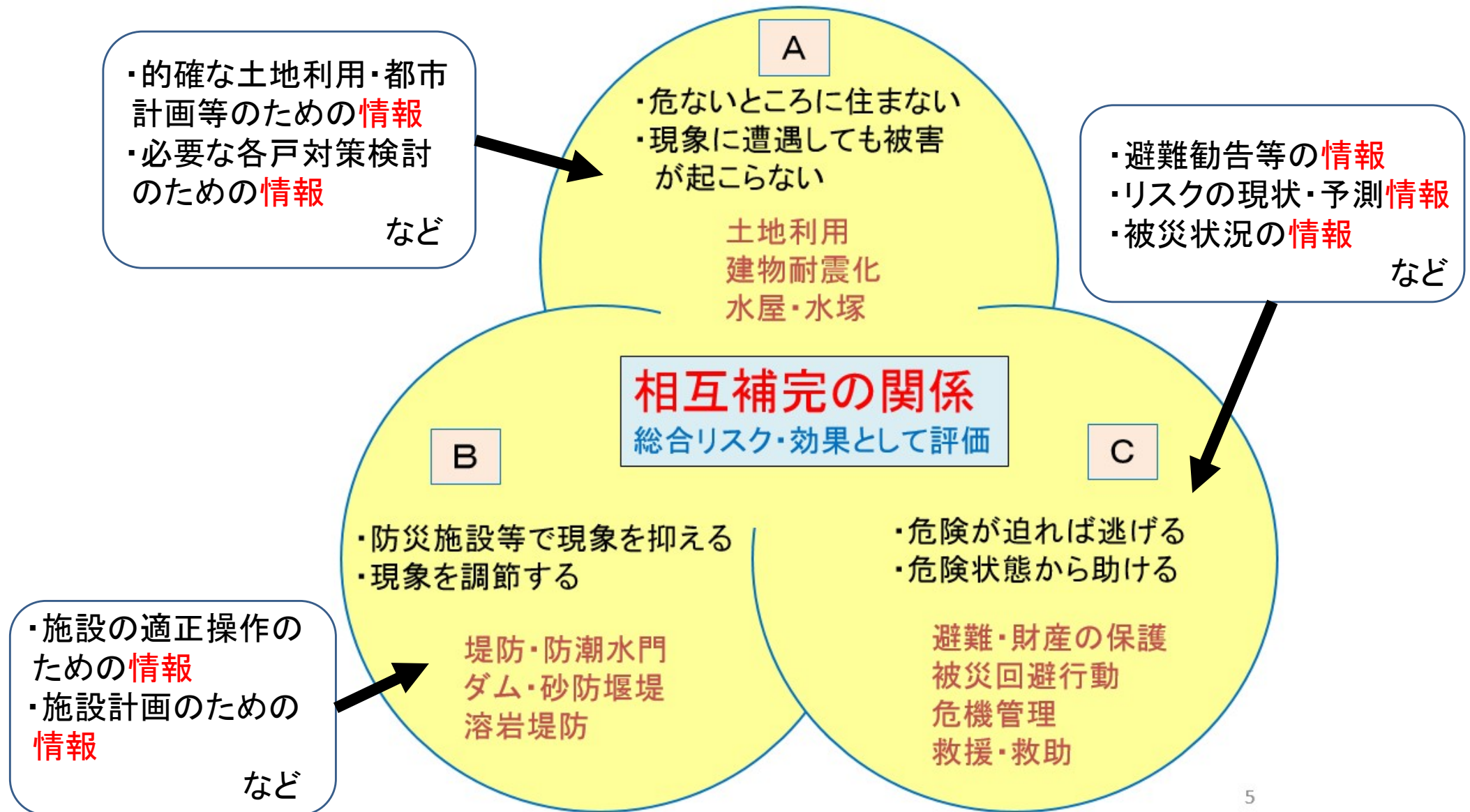
☆適切な河川計画と整備、土地利用計画と誘導

☆出水時等の的確な施設管理・操作

☆効果的な避難などの危機管理

☆多岐にわたる関係者間の河川情報共有

地域に合ったハード・ソフト対策の「ベストミックス」による総合的防災・減災が重要
(災害の種類を問わず世界共通の災害対策の基本)

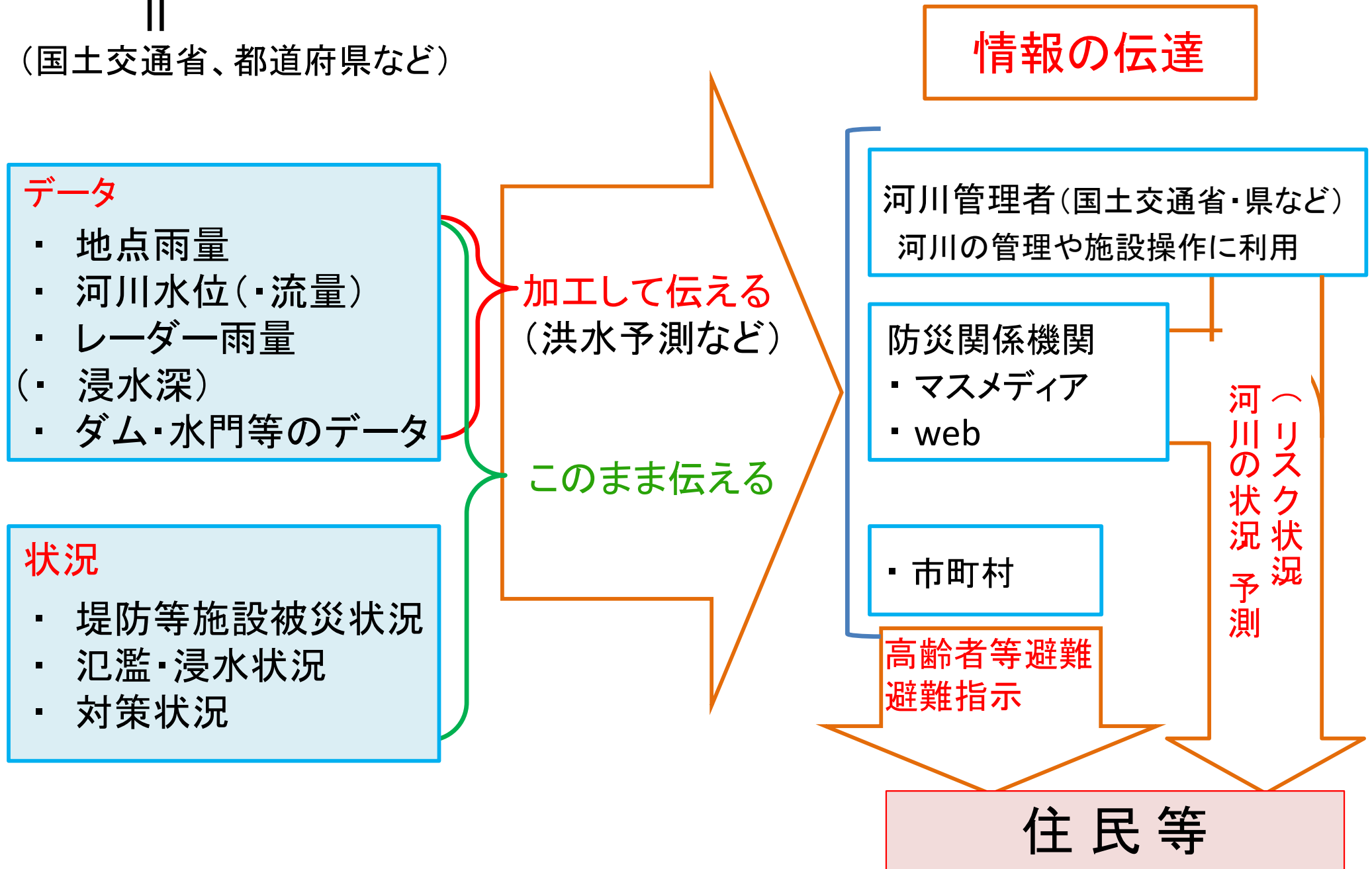


情報による避難・被災回避（データと情報は同じではない）

【河川管理者が行うデータと情報の収集・伝達】

II

（国土交通省、都道府県など）



水害の特徴と減災(ある程度予測が可能)

洪水や土砂災害は、現在の状況をしっかり把握し、さらに予測も使った的確な避難などができる（なお、予測は不確実性を伴い、誤差があるので注意が必要）

	予測の可能性	予測の状況	問題点等
洪水	○	・気象予測、洪水予測から、浸水被害リスクが予想される	・降雨予測値には幅がある ・堤防のどの箇所が決壊するか予測できない
干ばつ	△	・急激な現象ではないため、今後の複数のケースを想定した対応はできる	・正確な予測には、長期間の降雨予測が必要だが、長期間の降雨予測は困難
土砂災害	○	・気象予測、洪水予測から、土砂災害発生リスクが予想される	・地中の状況は様々で、土砂災害の発生予測精度は低い
地震	×	・突発的に発生するので予測困難 （南海トラフ地震の予兆は？）	・南海トラフ地震など、予兆（地盤の急激な変化等）が観測された場合・ 検討中
津波	△	・原因となる地震の予測は困難 ・地震発生後に超短時間予測	・予測情報よりも、海域での大きな揺れの地震時は迷わず避難が必要
火山噴火	△	・山体の膨らみ等の観測から、マグマの挙動把握が進みつつある	・正確な噴火予測は困難

洪水予測など自然現象予測には、必ず誤差が伴う

「雨の予測」の誤差＋「流出解析モデル」の誤差 → 「川の流量・水位」の誤差へ

※ 今後のおおよその状況を知るだけでも、災害時は貴重 台風進路予測と同じ

※ 現在の水位等をしっかり確認 ＋ 上流の川の水位や雨の状況から

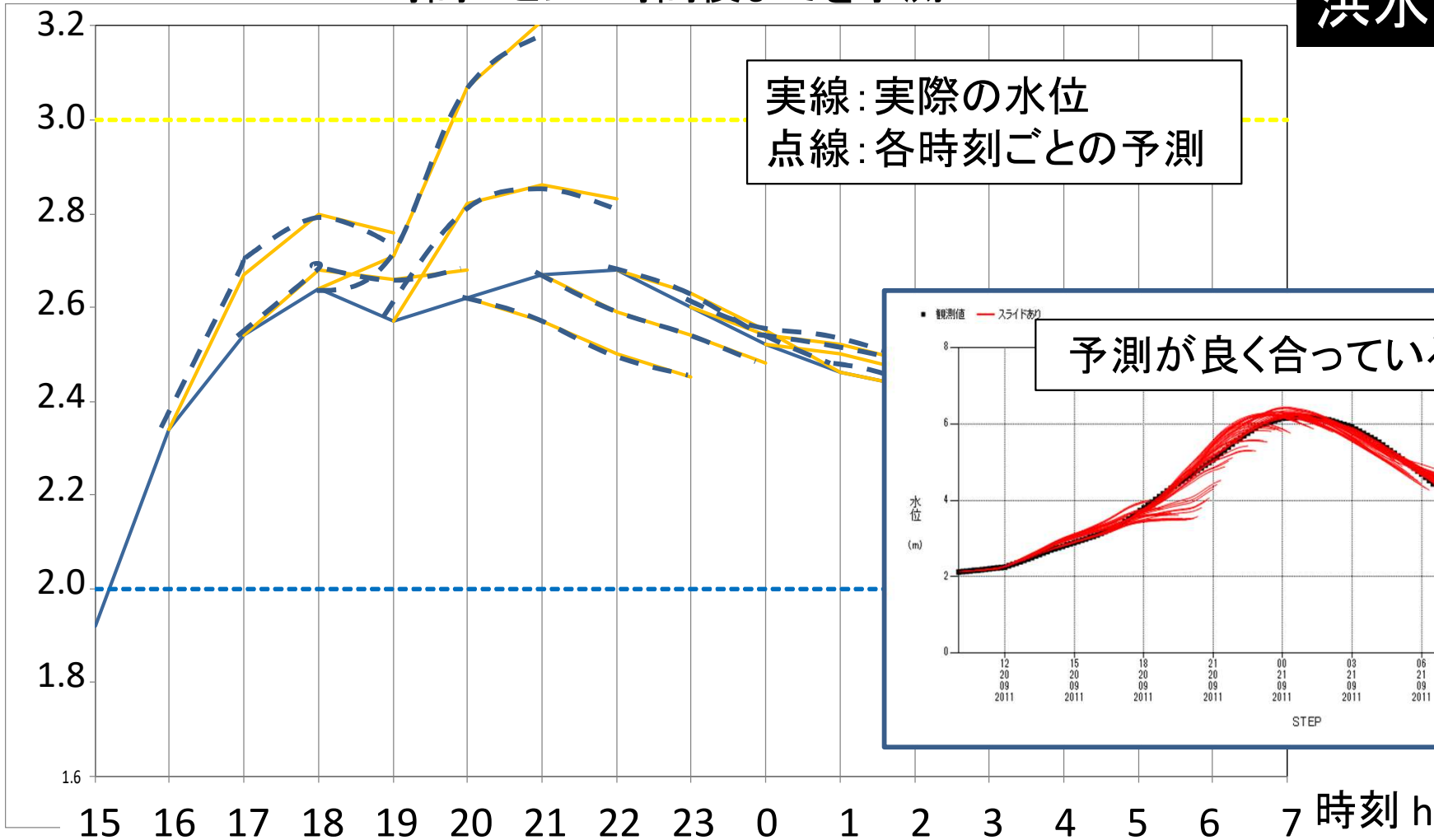
今後を想定できる

水位 m

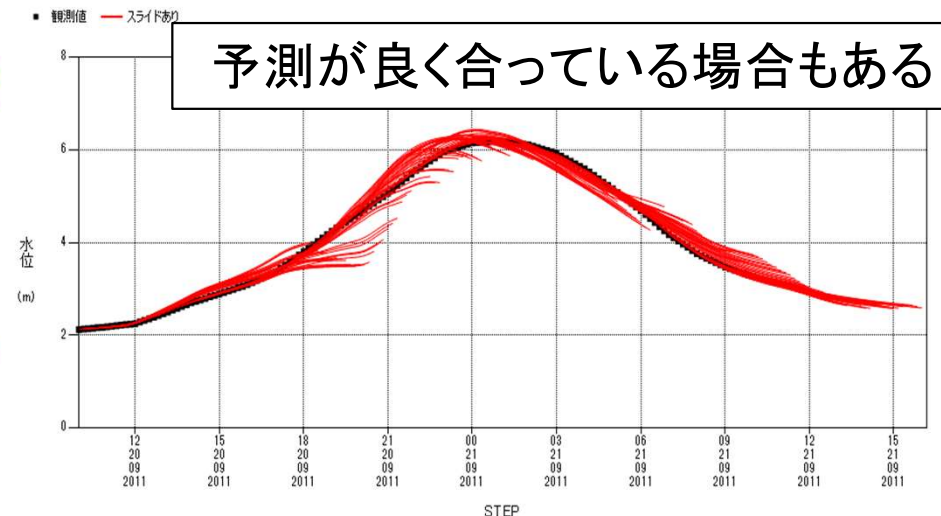
1時間ごとに3時間後までを予測

洪水予測の例

実線：実際の水位
点線：各時刻ごとの予測



予測が良く合っている場合もある



3. 洪水対策の変遷と河川情報

赤字: 河川関係情報の進展

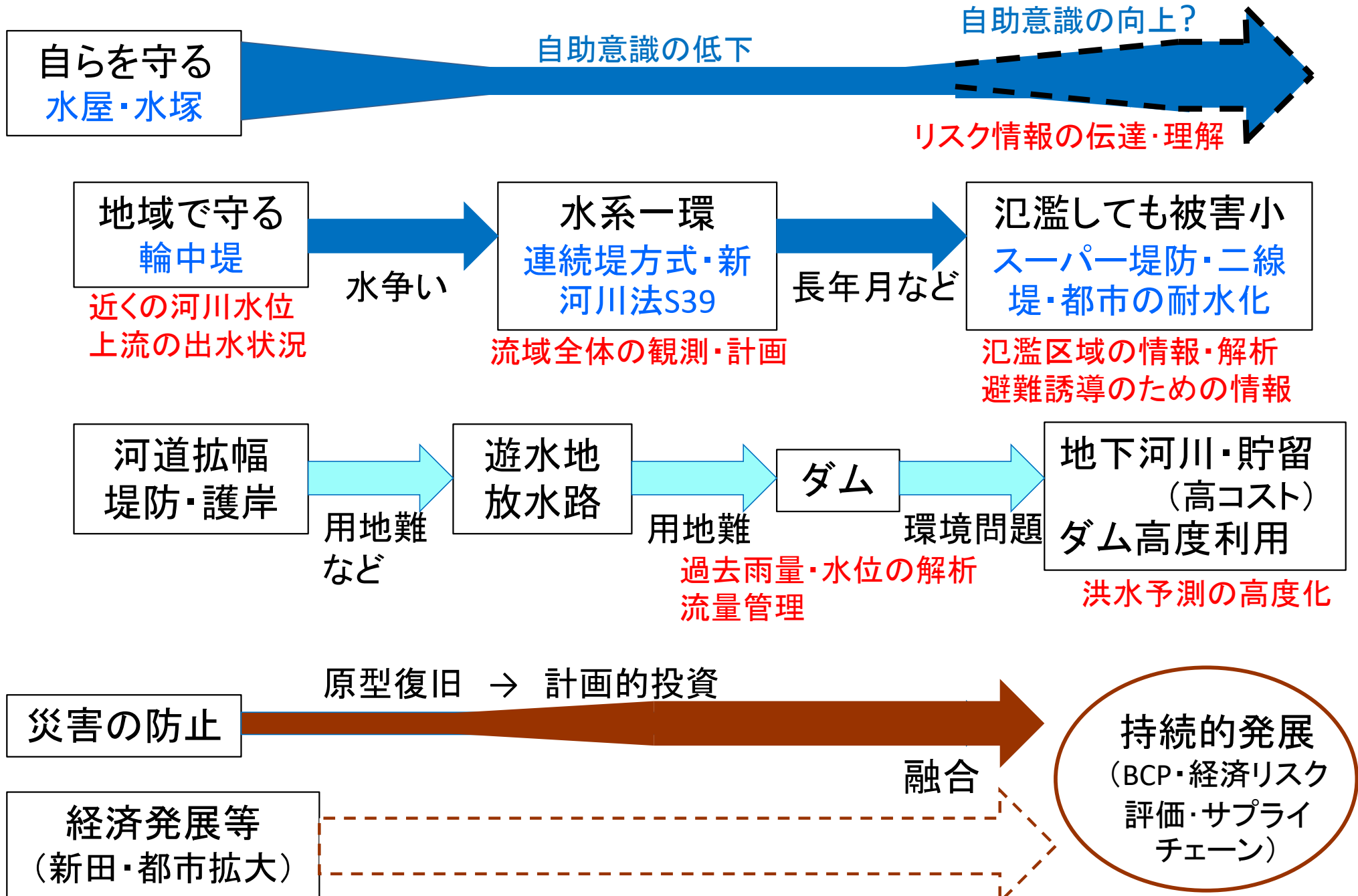
戦国

江戸

明治・大正

昭和

平成



洪水対策の変遷(弥生～戦国時代)

○我々の祖先は、平野部での農耕生活を始めて以来、河川から多くの恩恵を受けると同時に水害に悩まされてきた。我が国の河川整備の歴史は、古くは弥生～飛鳥時代にまで遡り、近代以前の治水は、地域の共同体による地先ごとの洪水防御(輪中堤・控堤等)に始まり、戦国諸侯の領土拡充のために治水技術が発展した。

弥生～飛鳥時代 AD. 0～800頃

茨田の堤

4世紀(約1700年前)に仁徳天皇が難波に遷都し、淀川下流において難波の堀江を開削するとともに、枚方付近に茨田の堤を修築し、淀川左岸一体の平野の氾濫を防止。

「茨田の堤」跡



- ◆日本最古の堤防
- ◆淀川の中の中州状の微高地である旧茨田郡(現在の寝屋川市)を守るための輪中堤のようなものであったとされる
- ◆茨田の堤は、門真市堤根神社に現存

「茨田の堤」位置図



水屋と輪中堤

戦国時代までは、家族単位の洪水防御として、洪水が氾濫した場合の避難場所として「水屋」を造ってきた。その後、集落全体を囲う「輪中堤」が造られるようになり、洪水防御が家族単位から集落単位へと発展してきた。

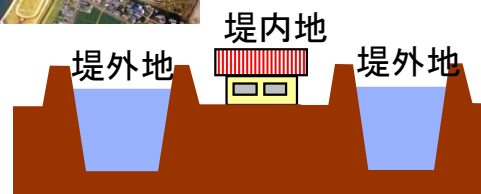


水屋



←木曽三川における輪中堤の現状

↓輪中堤のイメージ図



信玄堤

戦国時代においては、国としての統一的な治水事業は行われなかったが、領土の概念が濃厚となり富と武力を蓄えるため、諸侯は洪水に対処する治水工事を積極的に行った。武田信玄は、甲府盆地の水害を防御するため、釜無川に初めて霞堤を築造するとともに、信玄堤と呼ばれる、高岩による水制を組み合わせた堤防を整備した。

- ◆氾濫流を自然の岩壁(高岩)にあてて、エネルギーを減衰
- ◆霞堤により洪水のエネルギーを減衰させながら流下



洪水対策の変遷(江戸時代～)

○近世に入ると、藩政時代の権力を背景に治水安全度の格差づけが行われ、江戸の太平の世においては、人口増や土地開発の進展を背景に河川改修、灌漑などの技術が発展し、利根川の東遷などの大規模な河川改修が行われた。

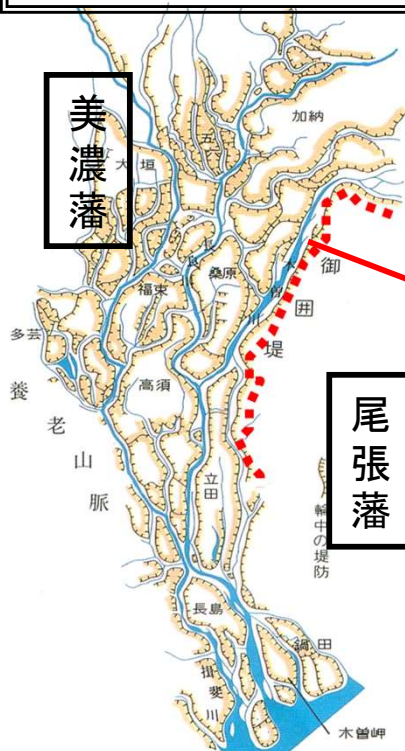
江戸時代～ AD. 1600～1850頃

御囲堤

江戸時代には、権力を背景に「御囲堤」により治水安全度に格差付けが行われた。

尾張藩対岸の美濃藩の堤防・護岸改修に対して

- 「対岸美濃の諸堤は、御囲堤より低きこと3尺(約90cm)たるべし」
- 「尾張領御囲堤の修繕が済むまで、対岸の諸藩領分の堤の普請は遠慮これあるべし」との不文律により、美濃側の堤防増強を抑えた。



◆御囲堤改修

- ・慶長13年(1608)伊奈備前守の発意により着手し、翌14年に概ね完成
- ・築堤範囲は、木曾川左岸(犬山～弥富)12里(約47km)



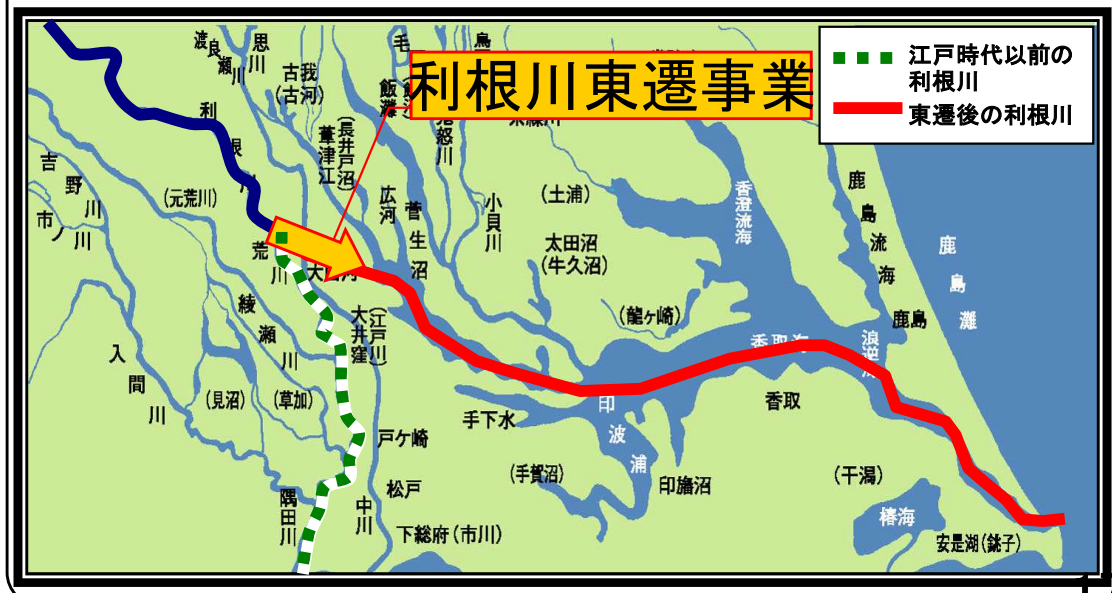
利根川の東遷

・近世に入り、耕地面積の倍増したことにより洪水による被害も段々と激甚化した。あわせて、生産活動の活発化に従い、主要な交通機関として舟運の必要性が増したことによって、江戸の町を洪水から守りかつ舟運による交通・輸送体系の構築等を目的とした、利根川の東遷という大規模な治水事業が実施された。

・利根川の東遷は、その後の東京を中心とする関東平野の発展の基礎となった。



出展:写真集 利根川高瀬舟
(千葉県立大利根博物館)



洪水対策の変遷(近代～)

- ・ 上下流や左右岸の治水上の利害対立等を解消すべく、連続堤防方式に変化
- ・ 治水・利水ともに左右岸、上下流バランスを考慮した**水系一貫**対策を河川法等で制度化

近代以降～ AD. 1900 前後

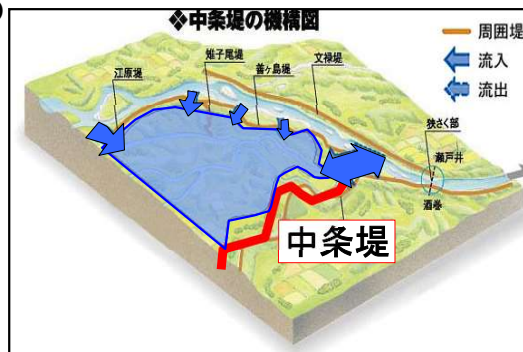
中条堤の論争

- ・ 中条堤付近が利根川の狭窄部を形成しているため、洪水時には上流側が大遊水地となり、下流側が防御される
- ・ 増強や維持管理について上流と下流で論争・紛争が噴出（別名『論所堤』）

・ 利根川の改修はⅢ期に分けられ下流より順次進められた。

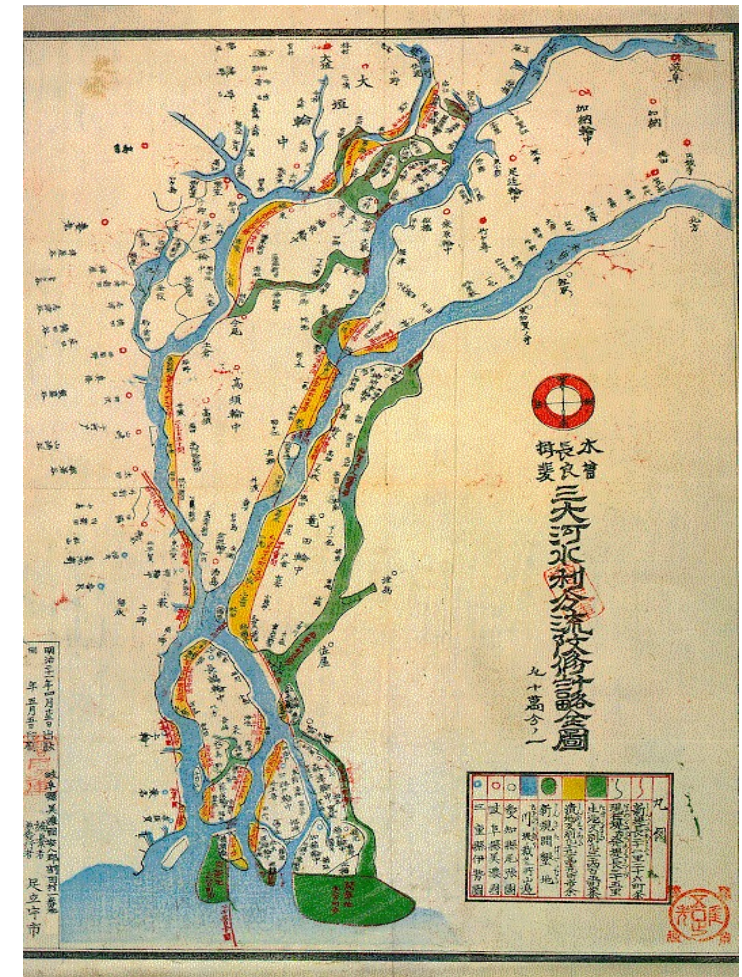
・ 改修途上の明治43年、利根川は明治最大の洪水を受け**中条堤が破堤**。

・ 明治43年の洪水を契機とし、**明治44年の改修計画の改訂によって、上下流一貫した連続築堤方式による治水対策を採用した。**

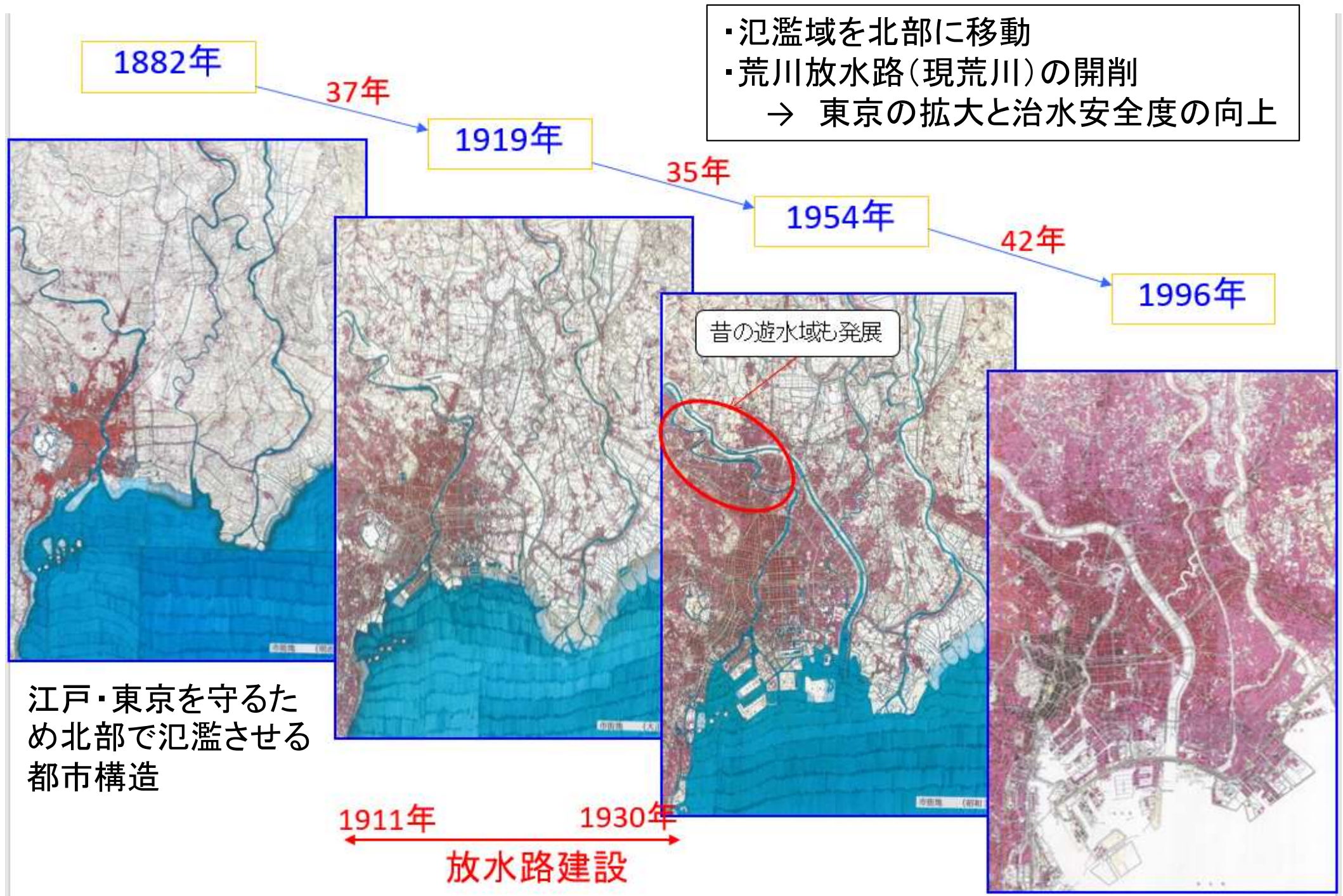


明治改修

左右岸、上下流バランスを考慮しながら国による統一的な治水対策が進められてきた。

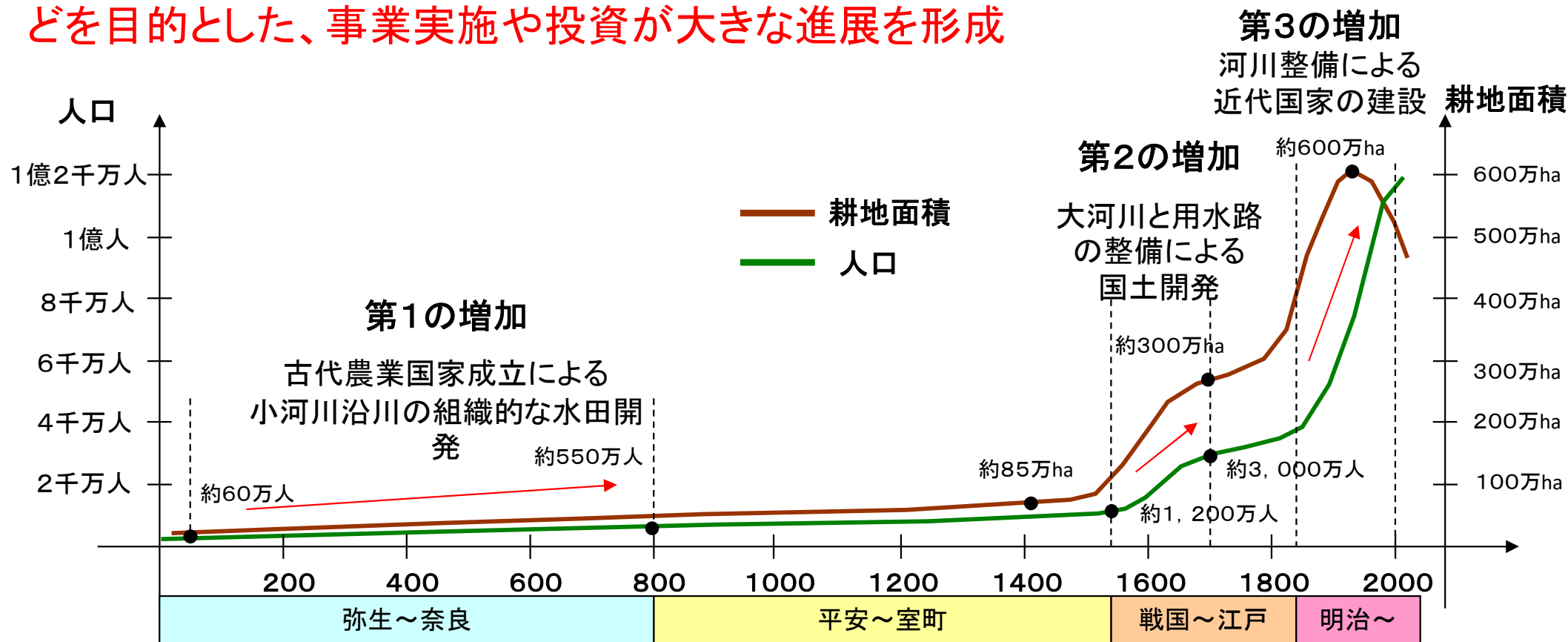


洪水対策の変遷(都市・産業地の拡大のための水害対策)



日本の人と水の歴史（洪水と闘い、渇水を克服）

歴史的に見ると、水害を契機としたものよりも、都市の拡大、農地等産業用地開発などを目的とした、事業実施や投資が大きな進展を形成



○人口データ
・国立社会保障・人口問題研究所データ
○耕地面積データ
・農業土木歴史研究会
『大地への刻印』公共事業
通信社、1989年
・農林水産省データ

日本最古の堤防「茨田の堤」
(仁徳天皇)

満濃池
狭山池

見沼代用水 徳川吉宗
旭川の百間川放水路
玉川上水 玉川兄弟
筑後川の千栗堤 成富兵庫
利根川の東遷 荒川の西遷
徳川家康
淀川の文禄堤 太閤堤
富士川の信玄堤 武田信玄
(豊臣秀吉)

大河川の放水路等の整備

渡来人の技術

ため池の整備

大河川の整備

近代河川整備

4. 水害を取り巻く現状の主な課題

1. 水害対策計画の目標が未達成

- ・ 厳しい自然的・社会的条件の日本であり、過去発生した災害の対応も未達成

2. 地球温暖化による水害の増大

- ・ さらに、過去経験した現象を超える外力

3. 洪水時の逃げ遅れ

- ・ 毎年全国で水害が多発し、逃げ遅れによる犠牲者が発生

4. 大規模災害時の広域避難

- ・ 東京・大阪の近郊大河川などの洪水氾濫での、相当数の広域避難者の対応

A. 氾濫しても被害が少ない対策の実施（氾濫拡大を防ぐ二線堤、壊れにくい堤防など）

B. 不可逆的被害を優先防止
（人命・社会経済の中核機能は高い安全性確保）

C. 流域治水（都市・農地・発電など関係者の総力戦で安全度向上）

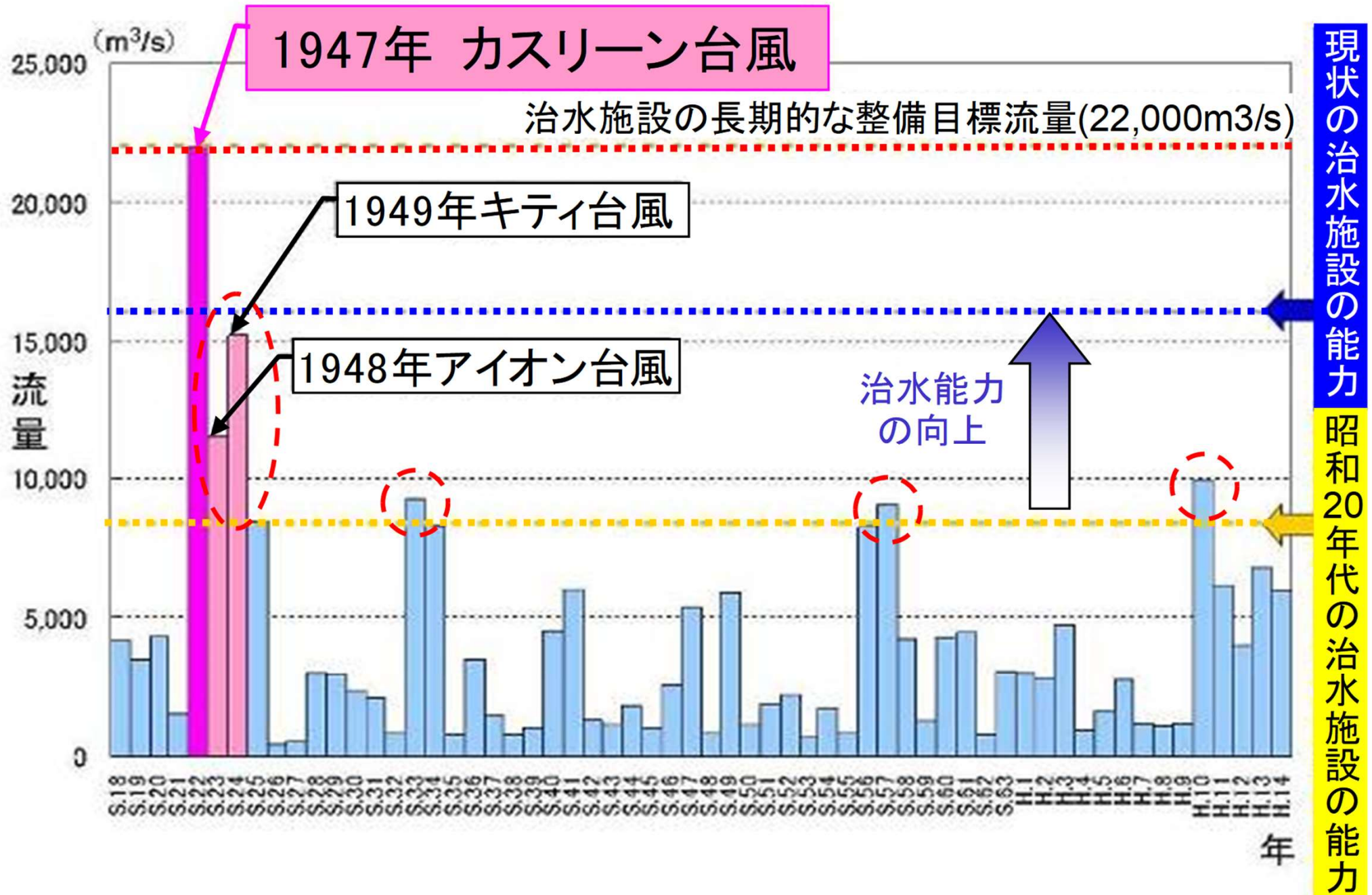
D. 水防災意識社会の再構築など

- ・ 情報内容の改善
- ・ 住民が知りたいことから情報を逆引き機能
- ・ マイタイムライン

E. 広域避難計画の検討
（輸送方法、受け入れ先、実施決断方法、長時間洪水予測）

未だ過去の洪水に対応できていない(利根川の整備状況)

群馬県伊勢崎市八斗島地点

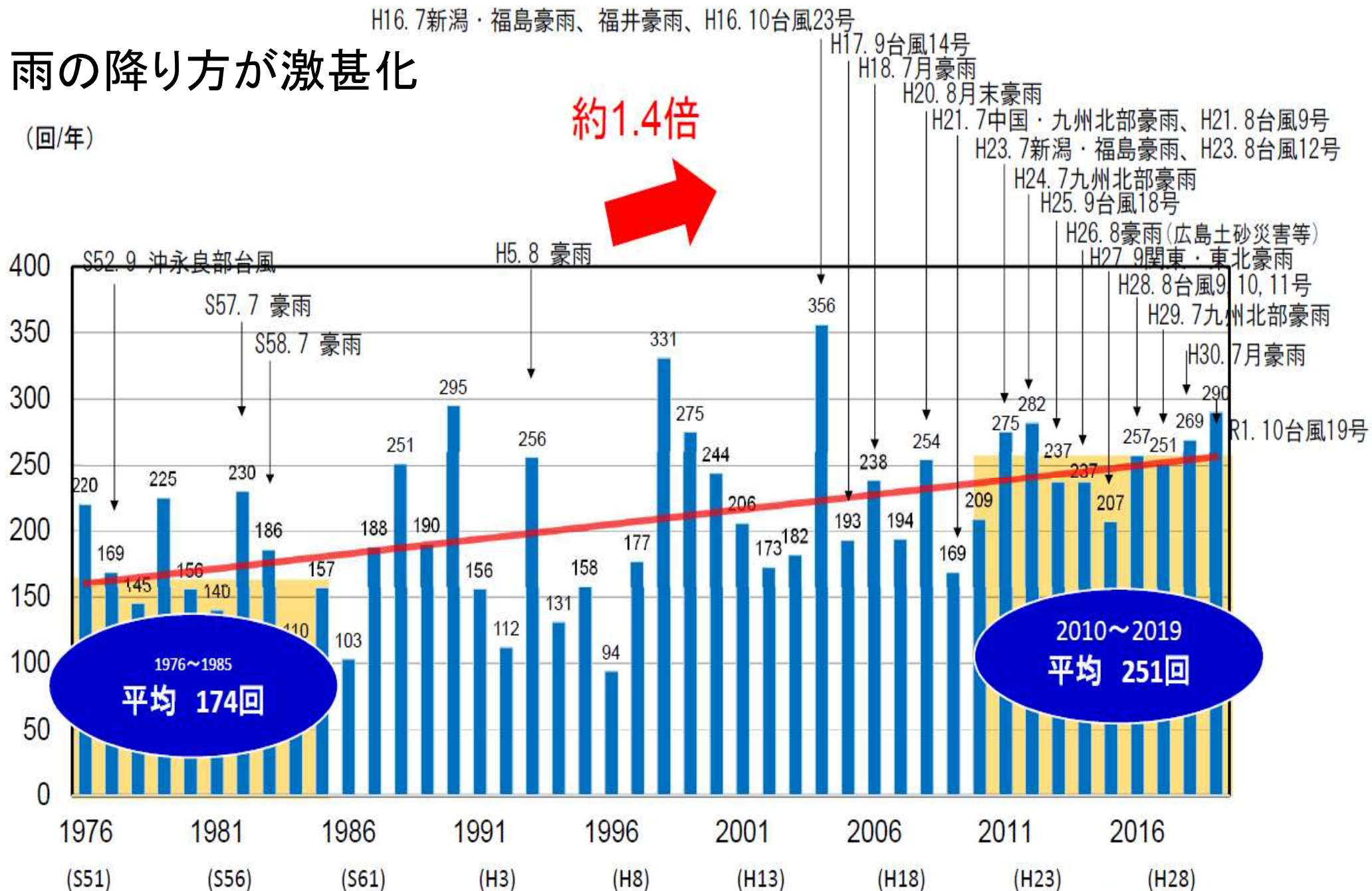


(地球規模の気候変動) 近年の降水量の変化

雨の降り方が激甚化

(回/年)

約1.4倍



※気象庁資料より作成
(気象庁が命名した気象現象等を追記)

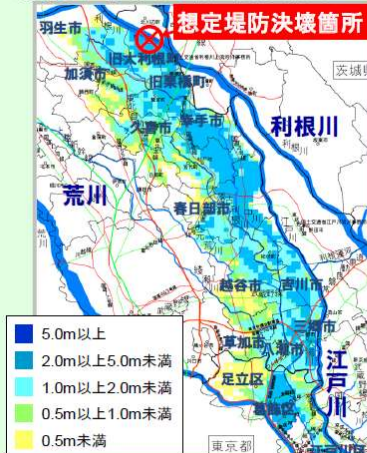
荒川・利根川の氾濫、東京湾高潮により甚大な被害発生 広域避難の問題

- 氾濫域は、戦後、人口・資産が高密度に集積し、地下空間も高度に利用
- 地盤沈下により水害に脆弱なゼロメートル地帯化

利根川首都圏広域氾濫の被害想定

(加須市右岸堤防決壊の場合)

①浸水範囲 (最大浸水深図)



②浸水面積

約530km²

③浸水区域内人口

約230万人

④死者数

約2,600人

⑤孤立者数

最大約110万人

(決壊2日後)

想定堤防決壊箇所
右岸136.0km
埼玉県加須市弥兵衛地先

【死者数の算出条件】

- ・65歳以上:住宅・建物の最上階の居住階まで避難
- ・65歳未満:住宅・建物の屋根の上等に避難

【降雨条件】流域平均雨量 約320mm/3日 (流域面積 約5,100km²)

(赤羽の右岸堤防決壊の場合)

荒川右岸低地氾濫の被害想定

①浸水範囲 (最大浸水深図)



②浸水面積

約110km²

③浸水区域内人口

約120万人

④死者数

約2,000人

⑤孤立者数

最大約86万人

(決壊1日後)

⑥地下鉄等の浸水被害

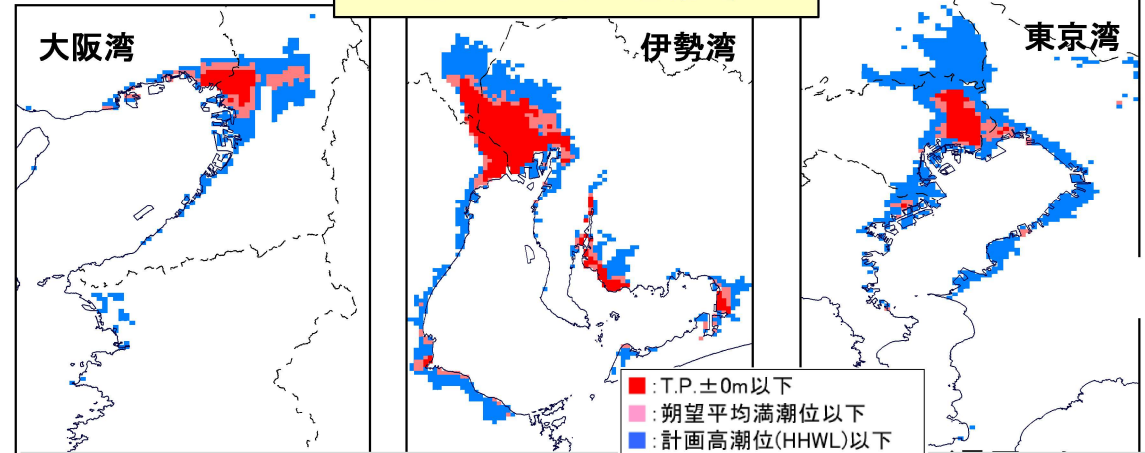
17路線、97駅、
約147km

想定堤防決壊箇所
右岸21.0km
東京都北区志茂地先

【死者数の算出条件】・65歳以上:住宅・建物の最上階の居住階まで避難
・65歳未満:住宅・建物の屋根の上等に避難

【降雨条件】流域平均雨量 約550mm/3日 (流域面積 約2,100km²)

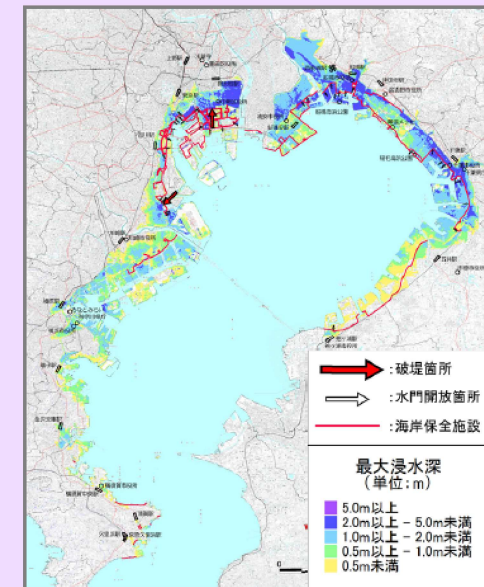
ゼロメートル地帯等



東京湾高潮氾濫の被害想定

(最悪のケース)

①浸水範囲 (最大浸水深図)



②浸水面積

約280km²

③浸水区域内人口

約140万人

④死者数

約7,600人

⑤孤立者数

最大約80万人

(高潮ピークから
3時間後)

【死者数の算出条件】

- ・年齢にかかわらず、住宅・建物の最上階の居住階まで避難

【シナリオ条件】想定台風の規模:室戸台風級(911hPa)、潮位の初期条件:期望平均満潮位+地球温暖化による海面水位の上昇量(0.6m)、海岸保全施設の条件:漂流物等により海岸保全施設が損傷、全水門開放

【留意点】河川からの高潮浸水は考慮していない

「流域治水」の施策のイメージ

- 気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う治水対策、「流域治水」へ転換。
- 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、①氾濫をできるだけ防ぐ、減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。

①氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

雨水貯留機能の拡大

[県・市、企業、住民]

雨水貯留浸透施設の整備、
ため池等の治水利用

集水域

流水の貯留

[国・県・市・利水者]

治水ダムの建設・再生、
利水ダム等において貯留水を
事前に放流し洪水調節に活用

[国・県・市]

土地利用と一体となった遊水
機能の向上

河川区域

持続可能な河道の流下能力の維持・向上

[国・県・市]

河床掘削、引堤、砂防堰堤、
雨水排水施設等の整備

氾濫水を減らす

[国・県]

「粘り強い堤防」を目指した
堤防強化等

②被害対象を減少させるための対策

リスクの低いエリアへ誘導／

住まい方の工夫

[県・市、企業、住民]

土地利用規制、誘導、移転促進、
不動産取引時の水害リスク情報提供、
金融による誘導の検討

氾濫域

浸水範囲を減らす

[国・県・市]

二線堤の整備、
自然堤防の保全



③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

土地のリスク情報の充実

氾濫域

[国・県]

水害リスク情報の空白地帯解消、
多段型水害リスク情報を発信

避難体制を強化する

[国・県・市]

長期予測の技術開発、
リアルタイム浸水・決壊把握

経済被害の最小化

[企業、住民]

工場や建築物の浸水対策、
BCPの策定

住まい方の工夫

[企業、住民]

不動産取引時の水害リスク情報
提供、金融商品を通じた浸水対
策の促進

被災自治体の支援体制充実

[国・企業]

官民連携によるTEC-FORCEの
体制強化

氾濫水を早く排除する

[国・県・市等]

排水門等の整備、排水強化

5. 人は何故避難しないのか

1. 避難ストレス

- ・ 避難に伴う様々な負荷
- ・ 避難行動の大変さ(避難準備、高齢者所帯、幼児の所帯等 特に夜間は大変)
- ・ 避難所の非快適性(プライバシー、睡眠、食事、持病のある人・・・)
- ・ 自宅の防犯、ペット ・ 移動手段

2. 避難するほうが安全か？

- ・ 避難経路の安全性、周辺浸水、道路不通 ・ 避難所の安全性

3. 自分に降りかかるリスクがわからない

- ・ いろいろな警報等の情報が出るが、自分がどの程度危険かわからない
- ・ いろいろな情報がありすぎて、どの情報を基に何を考えれば良いかわからない
- ・ 気象警報等は広範囲に出るので、よもや自分のところが危険になるとは思わない
- ・ 避難指示もすべての人が必ず避難しないといけないわけではない ??
- ・ 情報が伝わらない、避難勧告等の情報がうまく聞き取れない

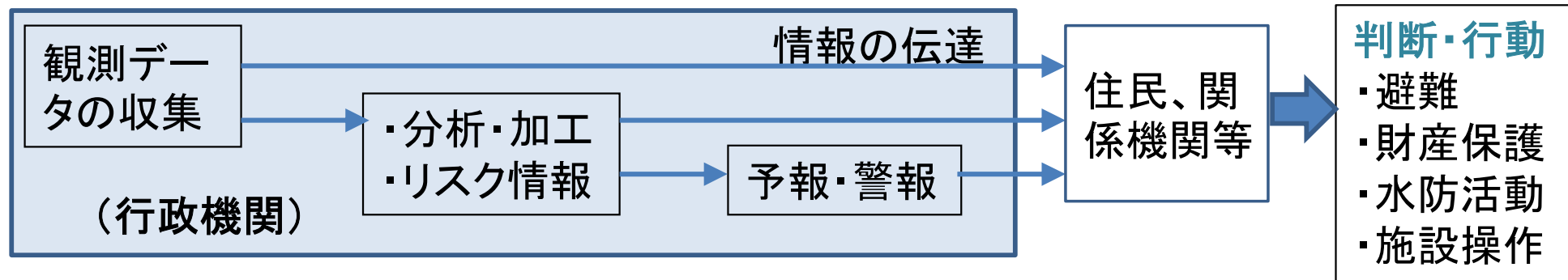
4. 経験の功罪

- ・ 自分たちの地域でのリスク発生状況、避難行動経験などは効果的
- ・ 過去の経験以上の現象が想像できない(これまでも警報時に自宅でやり過ごせた)

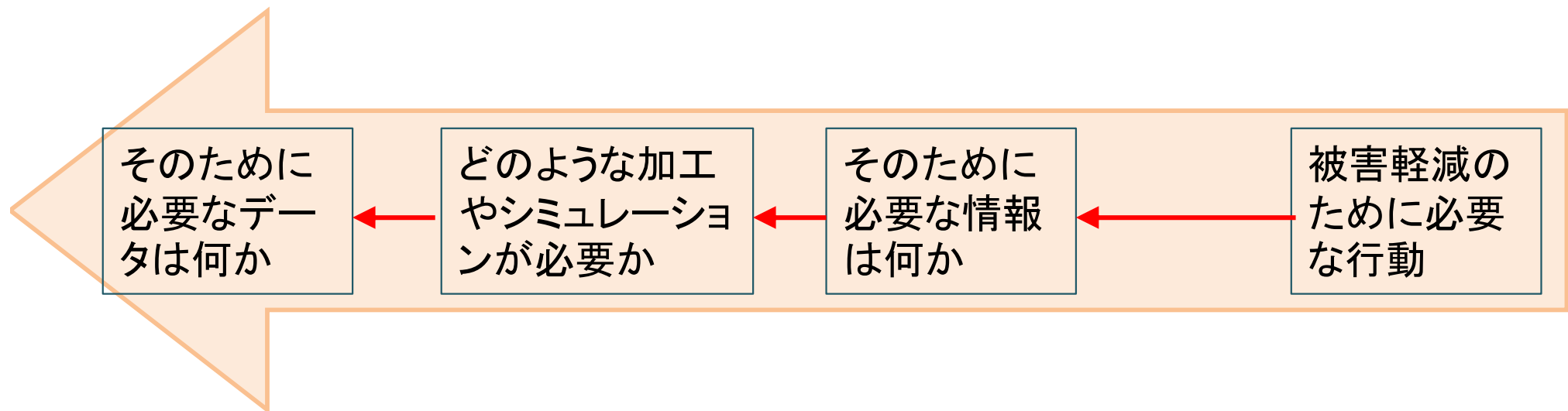
5. 正常性バイアス??

情報は「伝える」ではなく「伝わる」ことが重要

- ・ 通常は左から右への流れで情報が提供されている場合が多い
- ・ 加えて、最近では情報過多 → 何が大切なのか わかりにくい



- ・ 情報は判断・行動のためのもの
= 本来はユーザー側から検討し内容・仕組みを整備すべきもの



2004年までは水害発生前の避難勧告等発令の例はほとんどない

以前の状況

避難勧告等は、どこかで氾濫が始まってからの発令が一般的

2004年

台風10個上陸
水害多発
避難の遅れが問題になる

2005年

避難勧告等の
判断・伝達の
ガイドライン
(内閣府)

近年の状況

- ・事前には発令
 - ・判断基準があいまいで混乱
- 結果、的確な避難ができない

2004年円山川(兵庫県)では実際に避難した人は1割未満

2008年岡崎市 38万人に避難勧告
1.4%が避難



浸水地域

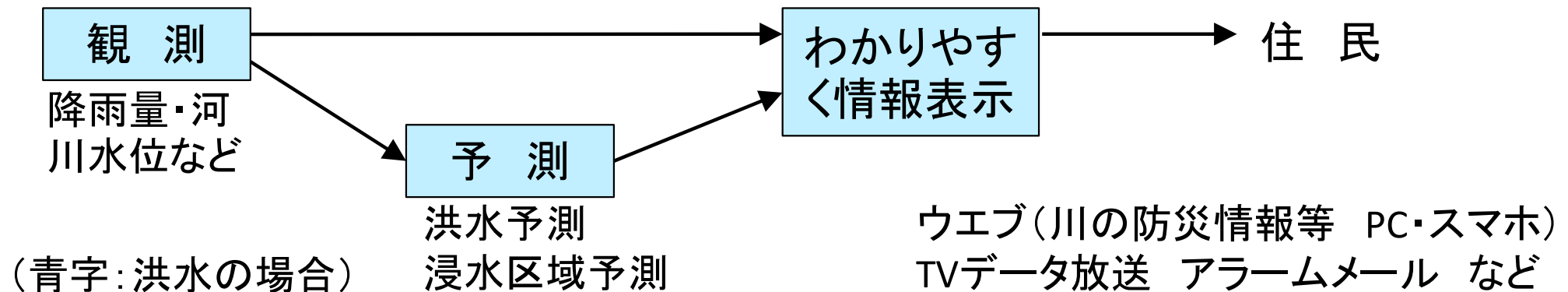


2011年9月20日 台風15号の豪雨で庄内川の水位が避難判断水位を超えて上昇
→ 名古屋市で109万人に避難勧告を出す但实际上に避難したのは5千人弱

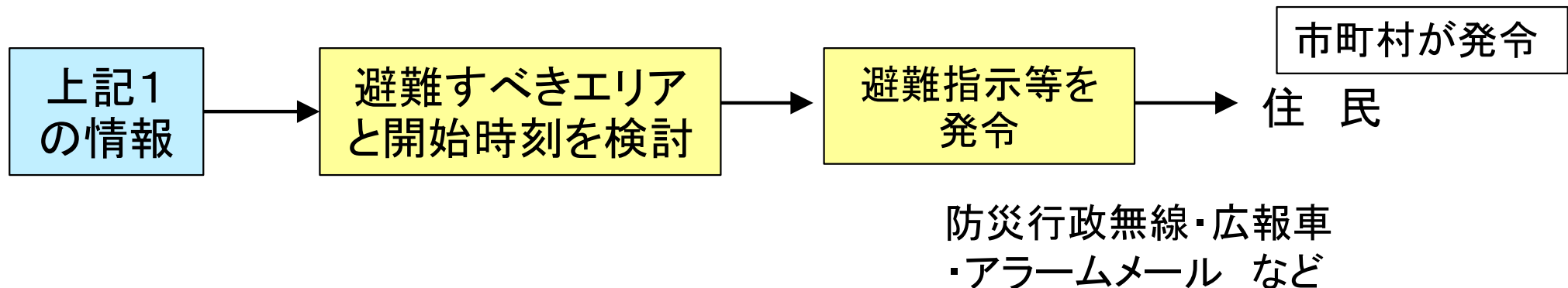
住民が受け取る避難行動などのための情報の種類

1. 現象情報(判断・行動の参考にする情報)

洪水:河川管理者が実施
地震・津波:気象庁が実施



2. 避難行動を直接求める情報:避難指示等(信号機型情報)



信号機型情報

その基となる情報ではなく、行動そのものを直接指示等するもの
赤信号だから止まる(車の通行が無くて = 背景となるリスクに関係なく)

<https://mytimeline.river.or.jp/>

❗いつ、どうやって逃げるかがわかる

- ・何を持っていく？
- ・いつ逃げる？ 誰と逃げる？
- ・危険な場所をよけて逃げるには？

- ・ 災害時の防災行動チェックリストで対応の漏れを防止
- ・ 災害時の判断をサポート
- ・ ハザードマップは、ほとんど見たことがなく、保管場所も忘れる
 - 自分で考え記述したものは忘れない
- ・ 実際の災害では少し違う場合もあるが、練習問題をしてなければ本番の問題も解けない