

行動変容を支える知の統合 — 質の高い社会づくりを目指して —

小池俊雄

国立研究開発法人土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM)センター長
東京大学名誉教授、日本学術会議会員(24-25期)
社会資本整備審議会河川分科会分科会長

打ち続く激甚水災害と対応

2

2013年10月
伊豆大島土砂災害
24時間雨量: 824ミリ
死者行方不明: 39名
◆避難情報



2014年8月
広島土砂災害
1時間雨量: 121ミリ
死者: 77名
◆避難情報



2015年9月
関東・東北地方豪雨
24時間雨量: 551ミリ
死者: 20名
◆避難情報
1343名(ヘリで救助)



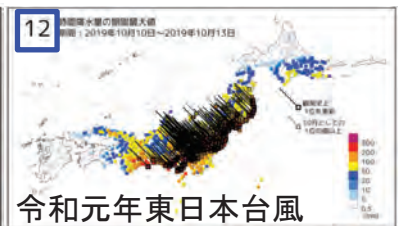
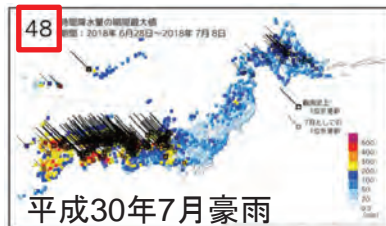
2016年8月
北海道・東北地方豪雨
72時間雨量: 251ミリ
死者不明: 31名
◆要配慮者施設
地域経済・物流



2017年7月
九州北部豪雨
6時間雨量: 299ミリ
死者不明: 44名
◆土砂・洪水氾濫



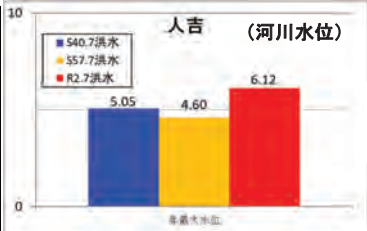
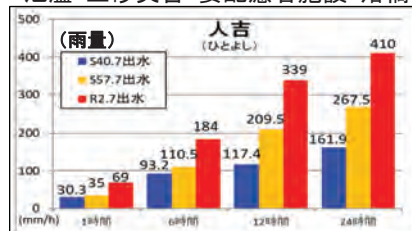
(国土交通省・消防庁資料)



124	過去最大を記録したアメダス箇所数	120
	(気象庁資料)	
2,581	土砂災害発生件数	952
18,010	住宅全半壊数	33,332
27	破堤箇所数	142
7,173	床上浸水数	8,129
245	死者・行方不明者数	107
	(内閣府資料)	

令和2年7月豪雨

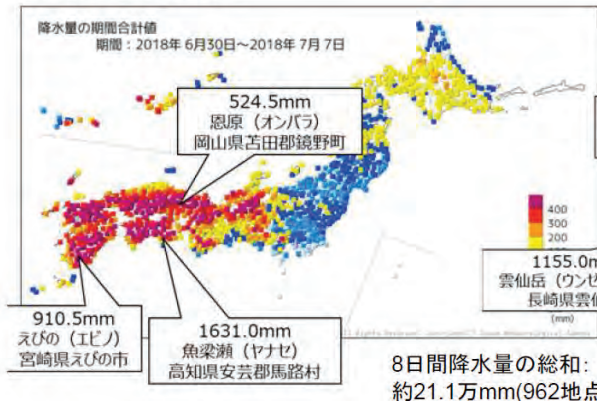
死者不明: 86名(熊本県: 67名)
氾濫・土砂災害・要配慮者施設・落橋



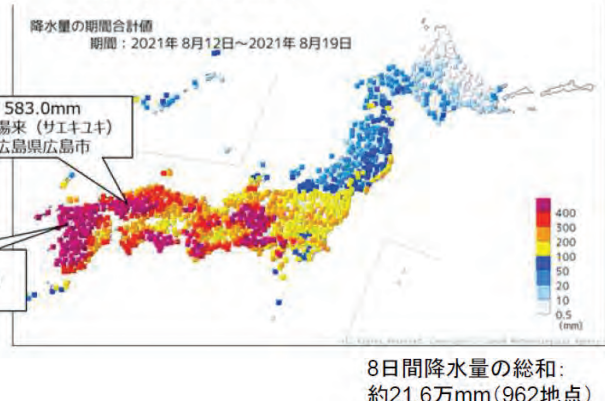
(国土交通省資料)

【全国主要地点における8日間降水量の総和】

<平成30年7月豪雨>



<令和3年8月前線大雨>



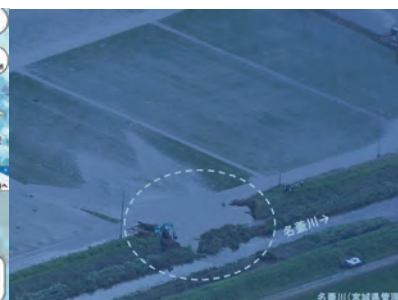
令和4年7月15日～ 前線に伴う大雨概要(速報)

雨量(令和4年7月18日18時00分現在)

- 宮城県大崎市古川 72時間雨量(～16日5時00分) **307mm (観測史上1位)**
24時間雨量(～16日9時20分) **239mm (観測史上1位)**
- 宮城県大衡村大衡 72時間雨量(～16日2時20分) **296mm (7月観測史上1位)**
24時間雨量(～16日10時20分) **228mm (7月観測史上1位)**
- 宮城県大崎市鹿島台 72時間雨量(～16日11時00分) **277mm (7月観測史上1位)**
24時間雨量(～16日11時10分) **248mm (7月観測史上1位)**

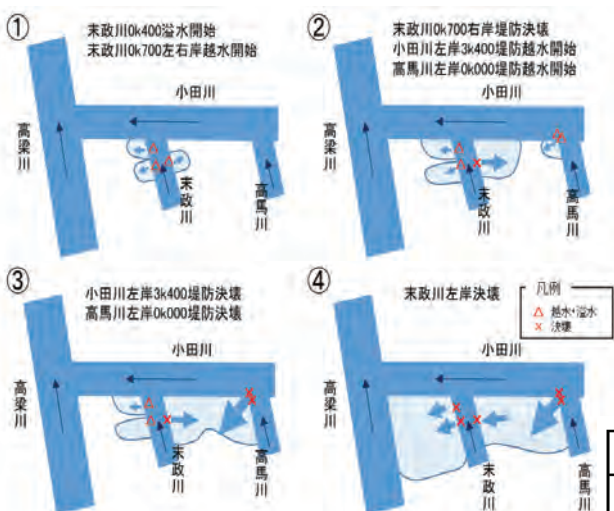
記録的短時間大雨情報

- 宮城県 東松島市 (令和4年7月15日22時50分) 約100mm
- 宮城県 松島町 (令和4年7月15日23時30分) 約100mm
- 宮城県 大郷町 (令和4年7月16日 0時00分) 約100mm



洪水パターンの変化

①バックウォーター現象

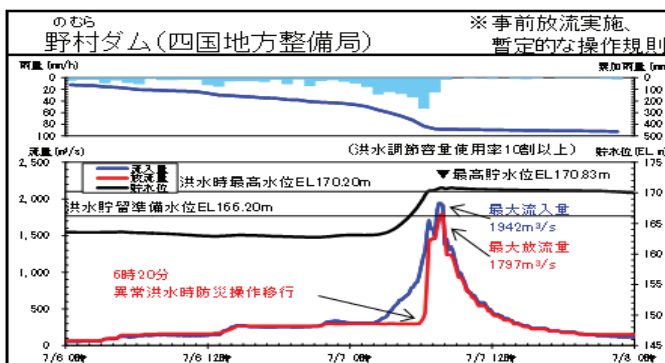


②土砂・洪水氾濫



③異常洪水時 防災操作

(①②③国土交通省資料)

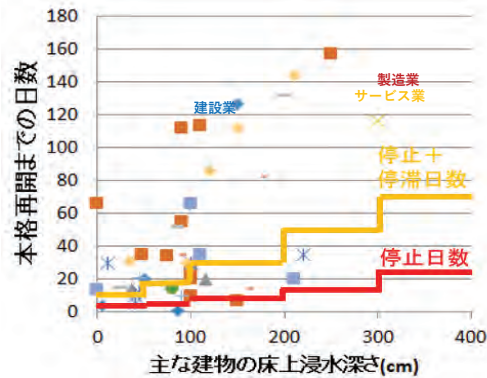


高齢者1人当り
の生産年齢者数
2000年:3.9人
2015年:2.3人
2065年:1.4人

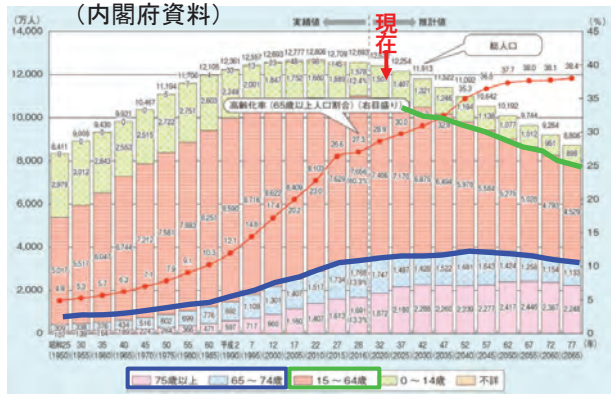
④要支援者率激増
支援可能者率激減

要配慮者施設の
立地条件要見直し

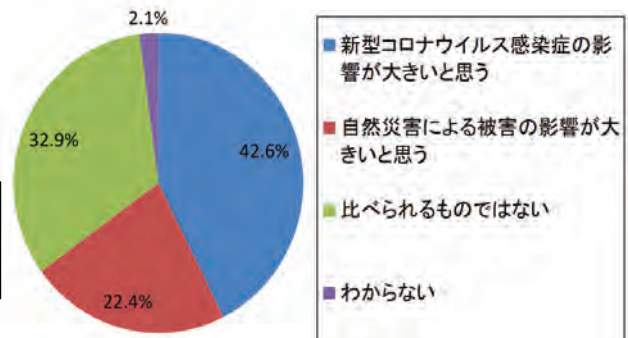
⑤大幅に長い休業日数（平成27年常総市の例）



赤・黄色線は当時の治水経済調査マニュアル。令和2年ほぼ倍増に改訂



⑥災害リスクより感
染症リスクの影響が
大きいと思う人が多い



(環境防災総合政策研究機構資料)

2013年10月
伊豆大島土砂災害
24時間雨量:824ミリ
死者行方不明:39名
◆避難情報



2014年11月:土砂災害防止法改正・土砂災害危険性の明示
・避難勧告発令・避難体制の支援

2014年8月
広島土砂災害
1時間雨量:121ミリ
死者:77名
◆避難情報



2015年1月:新たなステージに対応した防災・減災の在り方
・命を守る
・社会経済の壊滅的な被害を回避

2015年9月
関東・東北地方豪雨
24時間雨量:551ミリ
死者:20名
◆避難情報
1343名(ヘリで救助)



2015年5月:水防法改正
・最大規模の洪水・内水・高潮対策
・地下街等の避難確保・浸水防止

2015年7月:想定最大外力策定手法を提示

2016年8月
北海道・東北地方豪雨
72時間雨量:251ミリ
死者不明:31名
◆要配慮者施設
地域経済・物流



2015年12月「水防災意識社会」の再構築(一級河川)
・避難行動直結型ハザードマップ
・危機管理型ハード

2017年1月「水防災意識社会」の再構築(中小河川等)
・逃げ遅れゼロ
・地域社会機能の継続性確保

2017年7月
九州北部豪雨
6時間雨量:299ミリ
死者不明:44名
◆土砂・洪水氾濫



2017年5月水防法改正
・大規模氾濫減災協議会
・要配慮者施設避難計画・訓練
・復旧工事などの代行制度

(国土交通省・消防庁資料)

治水政策への反映(計画基盤)

文科省、気象庁、環境省による気候変動予測



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)

- 全球:解像度60km、過去6000年分、将来2°C上昇3240年分、4°C上昇5400年分
- 日本付近:解像度20km、過去3000年分、将来2°C上昇3240年分、4°C上昇5400年分
- 地球シミュレータ特別推進課題、SI-CAT気候変動適応技術社会実装プログラム:
d4PDF(5km)

DIASを通じ公開・利用



社会資本整備審議会「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言(改訂版)」
2021年4月



地域区分	2°C上昇		4°C上昇			
				短時間	流量	洪水発生頻度
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5		約1.2倍	約2倍
九州北西部	1.1	1.4	1.5		約1.4倍	約4倍
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3			

<最先端科学技術に基づく新たな河川計画手法の確立>

治水政策への反映(基本理念)

変化	気候変動の影響 今後も水災害が激化。これまでの水災害対策では安全度の早期向上に限界があるため、整備の加速と、対策手法の充実が必要。	社会の動向 人口減少や少子高齢化が進む中、「コンパクト+ネットワーク」を基本とした国土形成により地域の活力を維持するためにも、水災害に強い安全・安心なまちづくりが必要。	技術革新 5GやAI技術やビッグデータの活用、情報通信技術の進展は著しく、これらの技術を避難行動の支援や防災施策にも活用していくことが必要。
----	---	--	--



対策の重要な観点	強靱性 甚大な被害を回避し、早期復旧・復興まで見据えて、事前に備える	包摂性 あらゆる主体が協力して対策に取り組む	持続可能性 将来にわたり、継続的に対策に取り組む、社会や経済を発展させる
----------	--	----------------------------------	--



河川の流域全体のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う持続可能な治水対策
「流域治水」への転換
River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All

① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らす

雨水貯留機能の拡大
 [国・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

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

**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

**リスクの低いエリアへ誘導/
住まい方の工夫**
 [国・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



流域治水とは：国土交通省水管理・国土保全局資料

③ 被害の軽減、早期復旧・復興

土地のリスク情報の充実
 [国・県]
 水害リスク情報の空白地帯解消、
 多段階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

都市再生特別措置法等

2020年：新規立地抑制・移転促進
 宅地建物取引業法施行規則改正

流域治水関連9法改正(2021年)

国土強靱化加速化5年実施計画

- 対策数：123対策
- 追加的に必要となる事業規模：おおむね1.5兆円程度を目途
- 事業規模等を定め集中的に対策を実施する期間：
令和3年度（2021年度）～令和7年度（2025年度）の5年間

国土交通省水管理・国土保全局資料

変革を支える科学技術

C.P.スノー「二つの文化と科学革命」(1959): 人文的文化と科学的文化の間には越えがたい亀裂＝溝があり、両者は互いに理解しあうことができず、言葉さえ通じない。

M.ギボンズ「モード論」(1997): 学術的な探求の文脈で専門分野に基礎おいて行われる知識生産であるモード1に対して、既存のどの専門領域にも属さず、解決すべき問題に対して必要な知識が集約され応用の文脈で行なわれるモード2の科学がある。

日本学術会議「新しい学術の体系」(2003): 変容不能かつ違背不能の法則で支配される物質界、変容可能ではあるが違背不能な生物界、変容も違背も可能な人間界であり、全く異なる秩序原理で学術が構築されてきており、人間の情報処理能力に限界があるため、その違いを乗り越えることはできず、それぞれが孤立分断的になり、文理の乖離は避けられない。

日本学術会議「社会のための学術としての『知の統合』」(2011):「知の統合知識ベース」の構築と、その担い手の積極的な育成と量的拡大により、社会的要請に応じることのできる「知の統合」の実現すべき。

日本学術会議「災害レジリエンスの強化による持続可能な国際社会実現のための学術からの提言」(2020):防災・減災と持続可能な開発推進のための「知の統合オンライン・システム」の構築と現地において司会進行機能、問題解決推進機能、専門的助言機能を併せ持つ触媒的存在である「ファシリテータ」の育成。

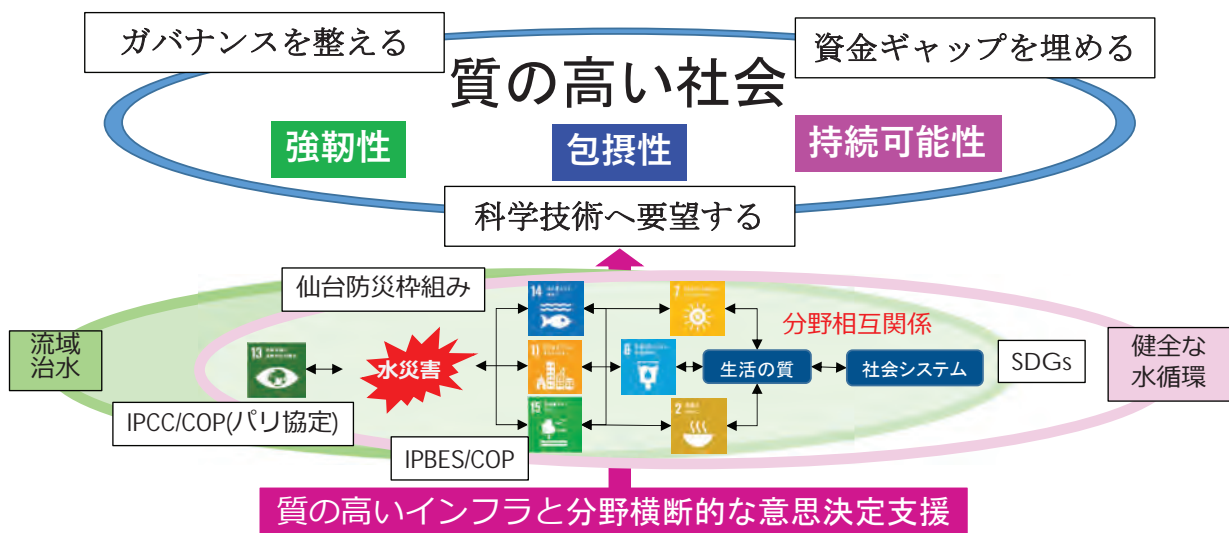
社会的共通資本:自然環境／社会的インフラストラクチャー／制度資本

(宇沢弘文)

- ゆたかな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能にするような自然環境や社会的装置。
- 社会全体にとっての共通の財産であり、それぞれの社会的共通資本にかかわる職業的専門化集団により、専門的知見と職業的倫理観にもとづき管理、運営される。
- 一人一人の人的尊厳を守り、魂の自立を保ち、市民的自由を最大限に確保できるような社会を志向し、真の意味におけるリベラリズムの理念を具現化する。

第4回アジア・太平洋水サミット

包括的ビジョン



3つの成果



森喜朗APWF会長、元首相



天皇・皇后両陛下



A.グテーレス国連事務総長



岸田文雄首相

18名の首脳(大統領、首相、副大統領)と19名の大臣が現地及びオンライン・ビデオ参加

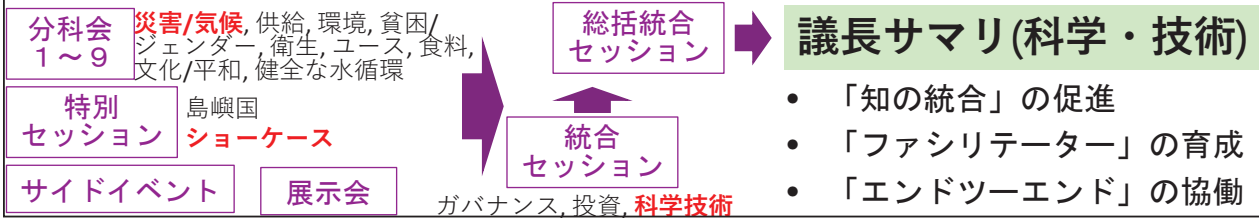
熊本水イニシアチブ

1. 気候変動への適応策と緩和策の両面での取組
 - (1) 「質の高いインフラ」の整備促進
ダム、下水道、農業農村
 - (2) 観測データの補完への貢献
 - (3) ガバナンス(制度・人材・能力)強化
 - (4) 気候変動対策を促進する経済的措置の活用
2. 基礎的生活環境の改善等に向けた取組の推進
「質の高い水供給」、「質の高い衛生施設」

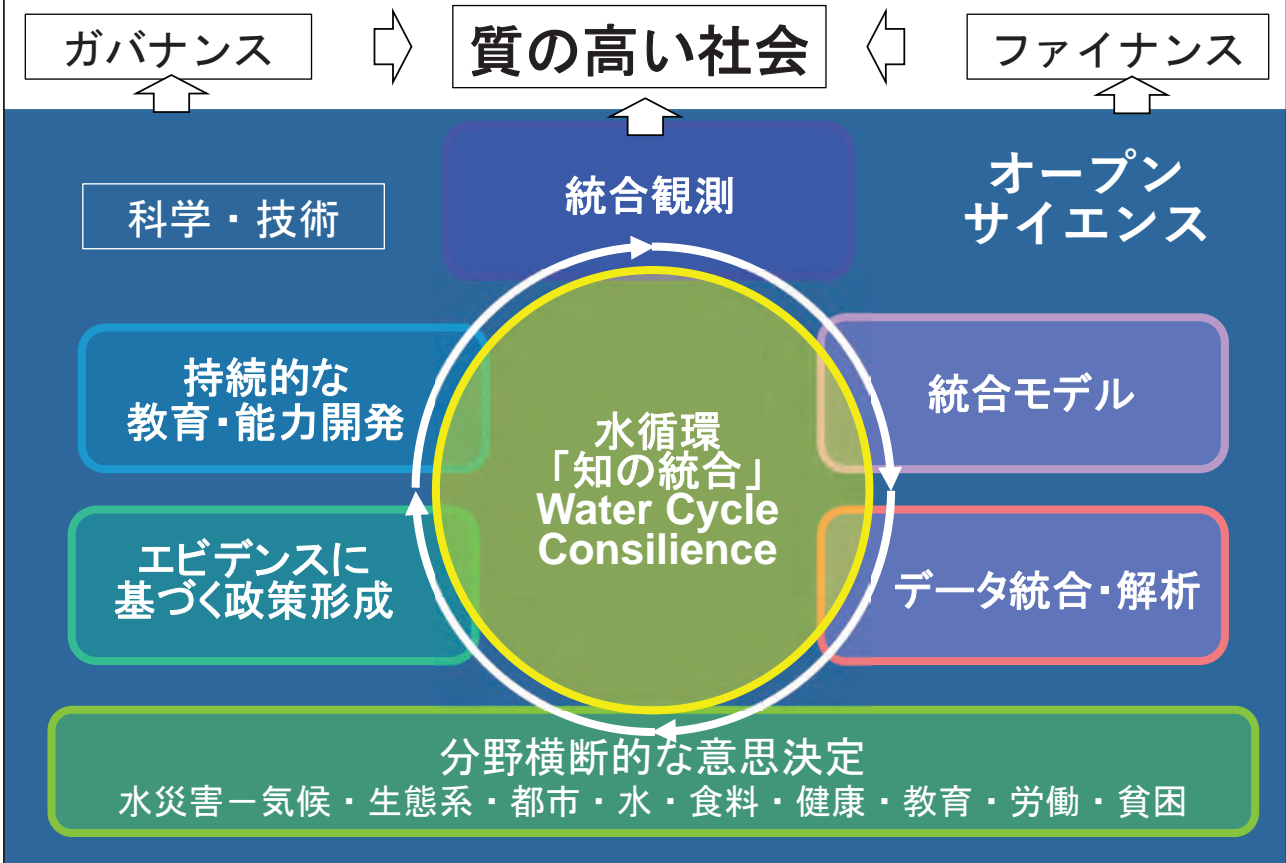
熊本首脳宣言

- 質の高い社会(強靱性、持続可能性、包摂性)への変革
- ガバナンス・資金・科学技術を中心とする取り組み

※リーダーの分野横断的な意思決定における科学技術の役割

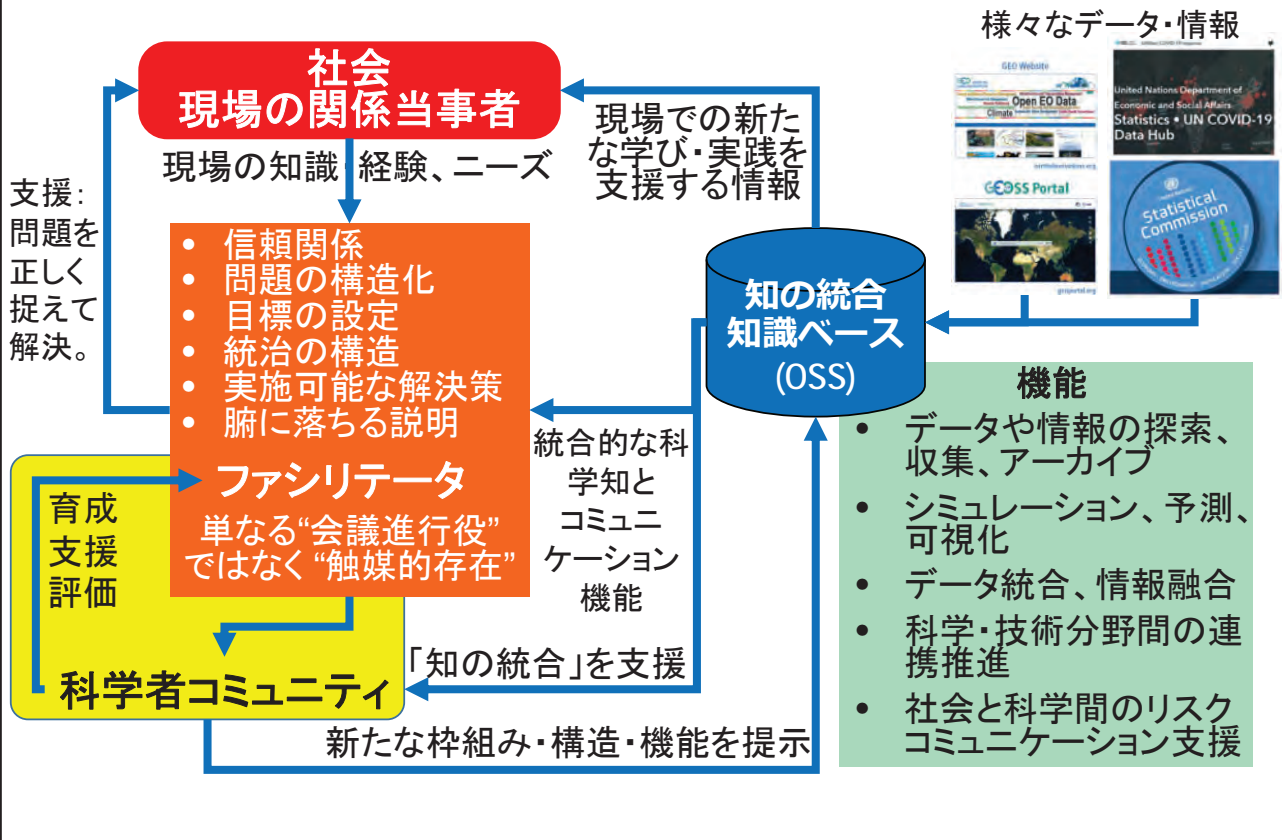


科学・技術統合セッション: 「知の統合」の促進



第4回アジア・太平洋水サミット

科学・技術統合セッション：「ファシリテータ」の育成



第4回アジア・太平洋水サミット

分科会1「水と災害/気候変動」：エンドトゥエンドの共同



【国内機関】水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）、水と災害ハイレベルパネル（HELP）事務局、文部科学省、環境省

【国際機関】アジア開発銀行（ADB）、世界水パートナーシップ（GWP）、国際水管理研究所（IWMI）、国際山岳開発センター（ICIMOD）、国際自然保護連合（IUCN）、太平洋共同体事務局（SPC）、国連ハビタット（UN-HABITAT）、国際アラル海救済基金執行委員会（EC-IFAS）

気候変動の下で持続可能でレジリエントな道筋に移行するための関係当事者全員によるエンドトゥエンドの努力

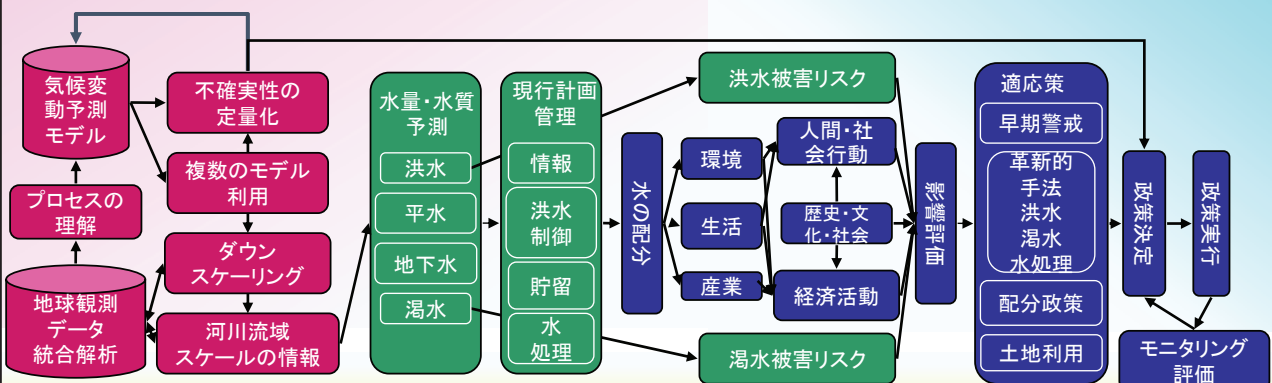
科学・技術

ガバナンス

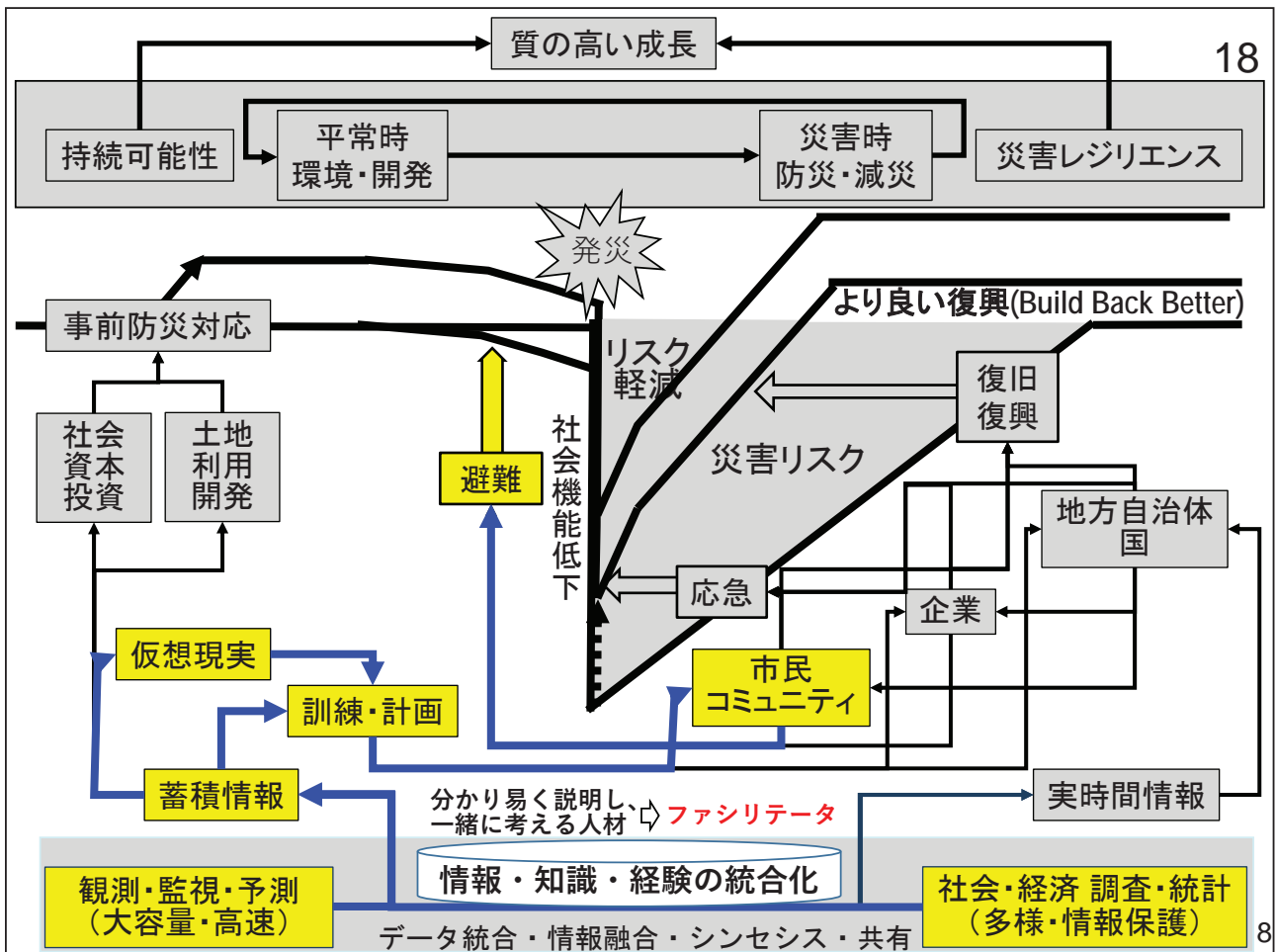
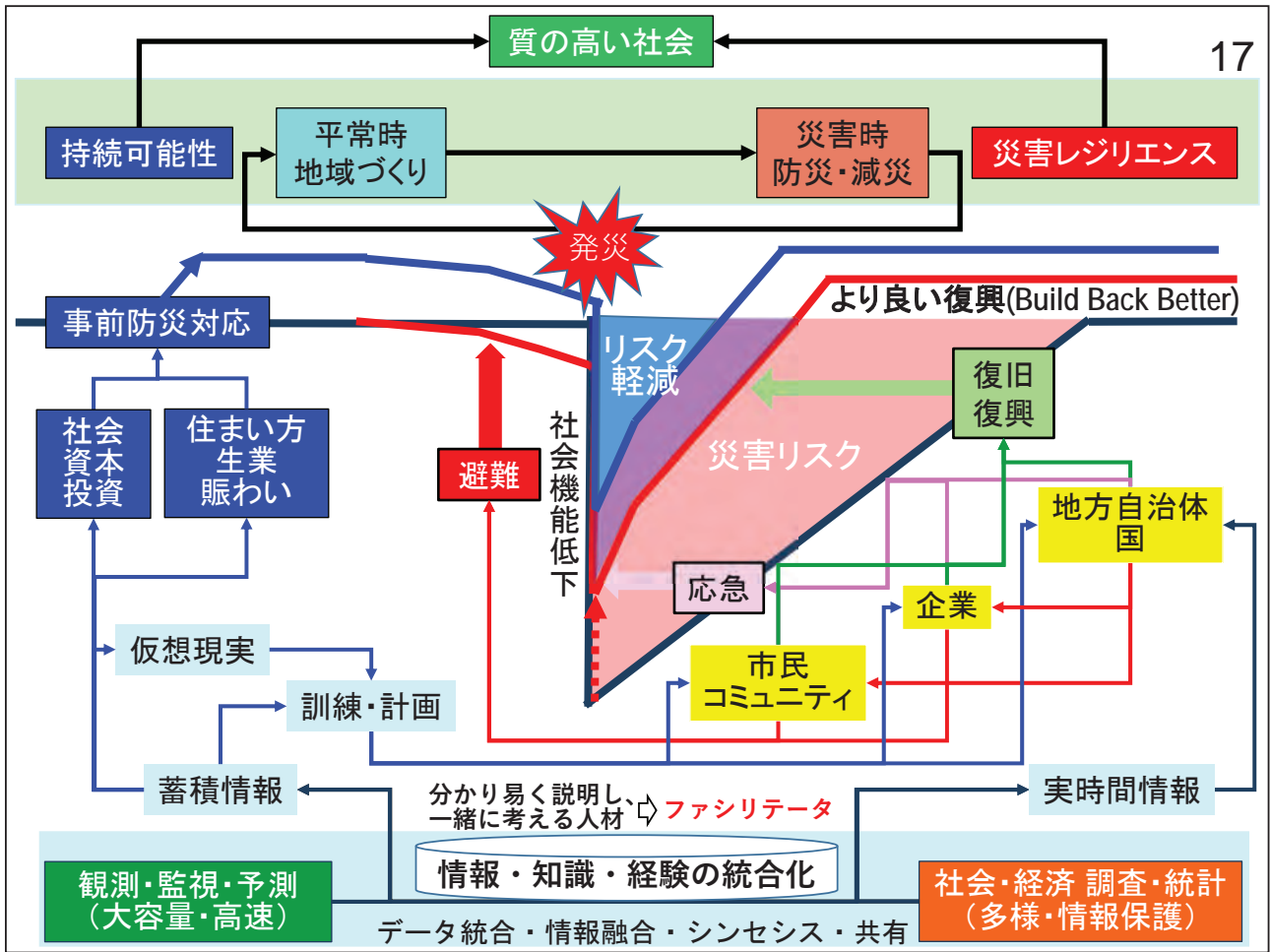
科学的アプローチ

技術的アプローチ

社会経済的アプローチ



ファイナンス



避難の遅れでヒヤリハット

想定最大レベルでの洪水発生時における避難仮想体験

(ダイジェスト版)

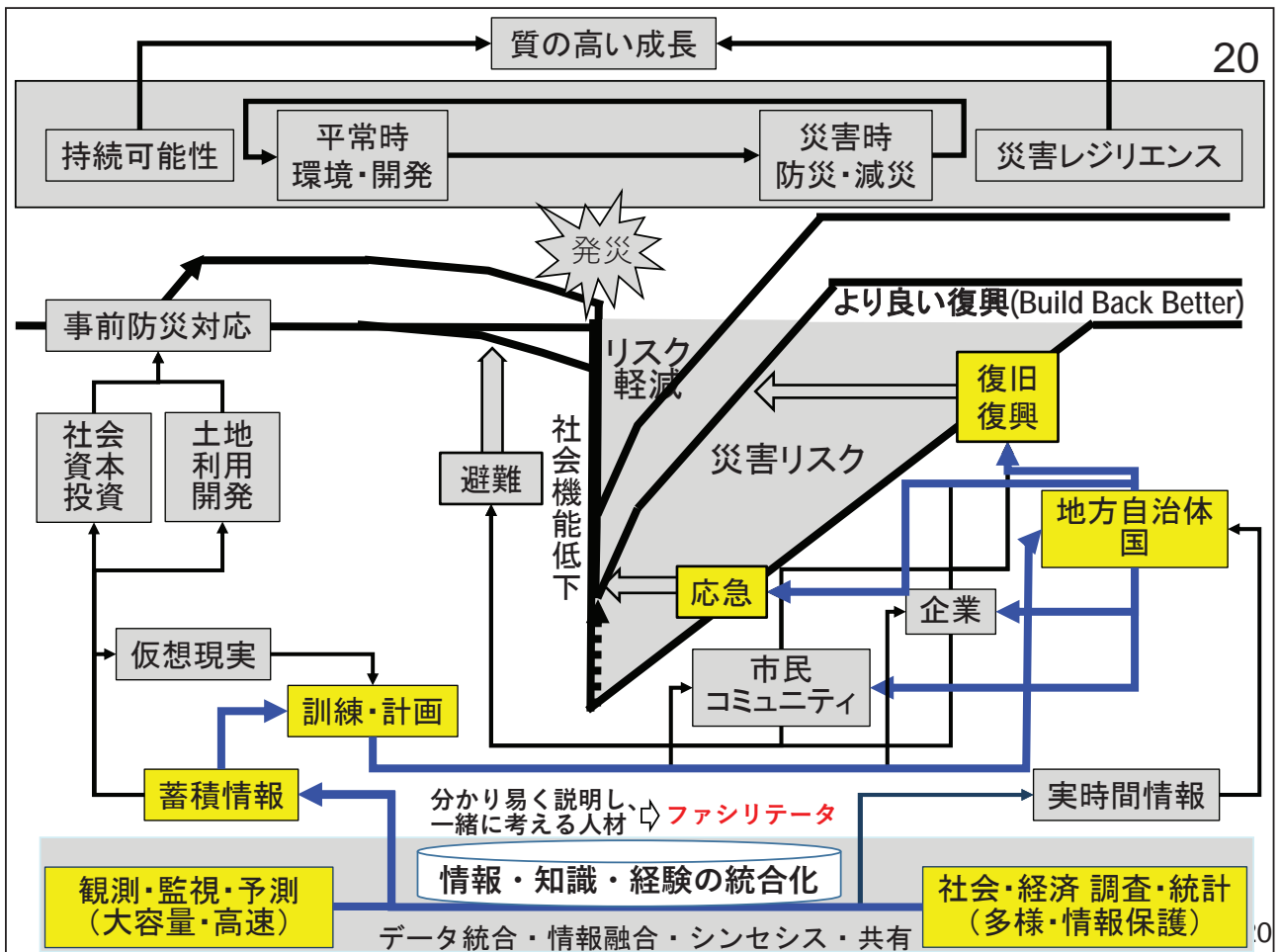
高精度映像版



高精度VR版



VRご当地普及版



コロナ禍での水害対応ヒヤリハット想定と標準運用手続き(SOP)での市町村支援システム



3 / 63

1 初期

2 本部運営

3 市内体制

4 情報収集

5 関係機関との連携

6 避難指示等の発令

7 情報伝達

8 避難所

① 考慮していない
② 検討している
③ 計画立案中
④ 計画済み
⑤ 実施済み
⑥ 対象外

ヒヤリハットテーマ

2.1: 災害対策本部での人の密集～
2.2: 外部の行政組織からのリエゾンなど、地域外の人との接触機会が増大
2.3: 災害対策本部での医療・福祉や感染予防に詳しい職員が不足

災害対策本部に人が集まり過ぎて、3密(密集、密閉、密接)だ!
～災害対策本部での人の密集～

対象
● 災害対策本部室のメンバー
災害対策本部を立ち上げたが、人が集まりすぎて、「3密」(密集、密閉、密接)の状況となっている。迅速な災害対応が必要だが、新型コロナウイルス感染症が心配だ。

結果
災害対策本部室メンバーの感染リスクが高まる。

■事前の周知

■設備等

- 広くて、換気の良い災害対策本部室の確保
- 3密にならないような机・椅子等の配置
- 災害対策本部室への感染予防グッズの配置
- 災害対策本部室でのオンライン環境の確保

■仕組み

■災害対応中

- 定期的な換気
- 不必要な入室者の制限

災害対応手続き(SOP)

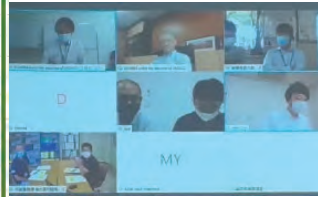
1-1 災害対策本部
1-2 人員管理

- 1-1-1 災害警戒体制の構築(発災前・災害対策本部設置前)
- 1-1-2 災害対策本部の設置・体制の確立
- 1-1-3 災害対策本部の運営
- 1-1-4 各対策部班の運営
- 1-1-5 災害対策本部の解散
- 1-1-6 記者会見・マスコミ対応

SOPで追加すべき手続き

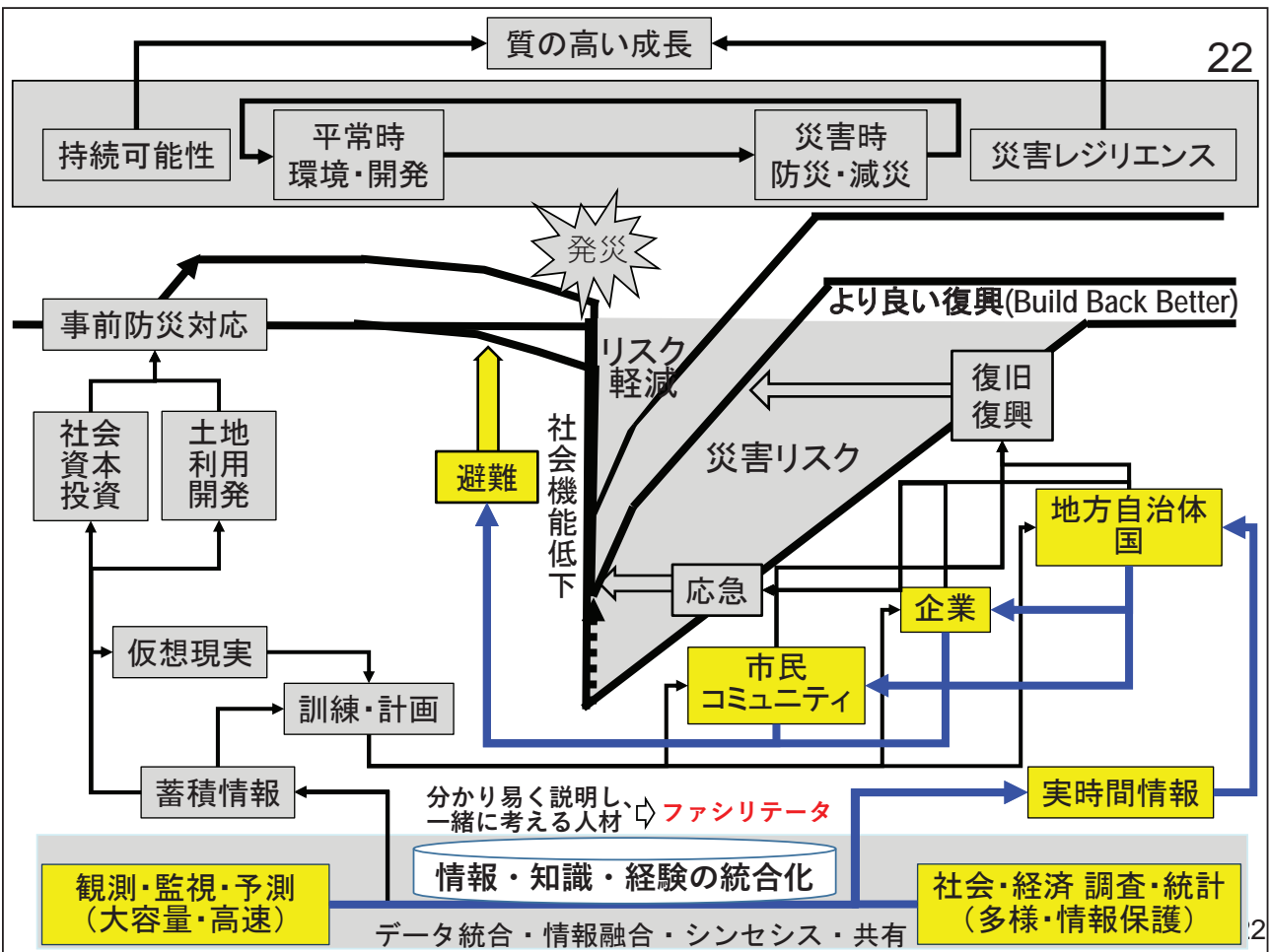
災害対策本部に入室する市内職員や外部人員をできるだけ削減するために本部室と市内及び市外を結ぶインターネット環境(Lan, WiFiなど)を整える。この際、災害による停電時を考慮した対応を想定しておく。

ヒヤリハットテーマで追加すべき対策



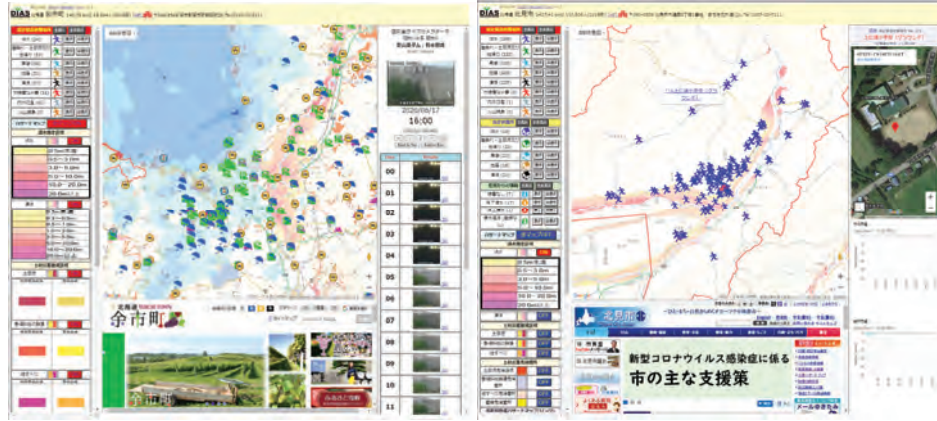
第1回試行実験
(2020年8-9月)
群馬県安中市
千葉県袖ヶ浦市
神奈川県川崎市
神奈川県茅ヶ崎市
岡山県矢掛町
岐阜県安八町
広島県竹原市

- ・市町村:
学習と改善による対応力強化
- ・都道府県・国:
格差の理解と改善支援
- ・部局間協働の促進





全国1742市町村
水害対応支援システム
(DIAS/IDRIS)

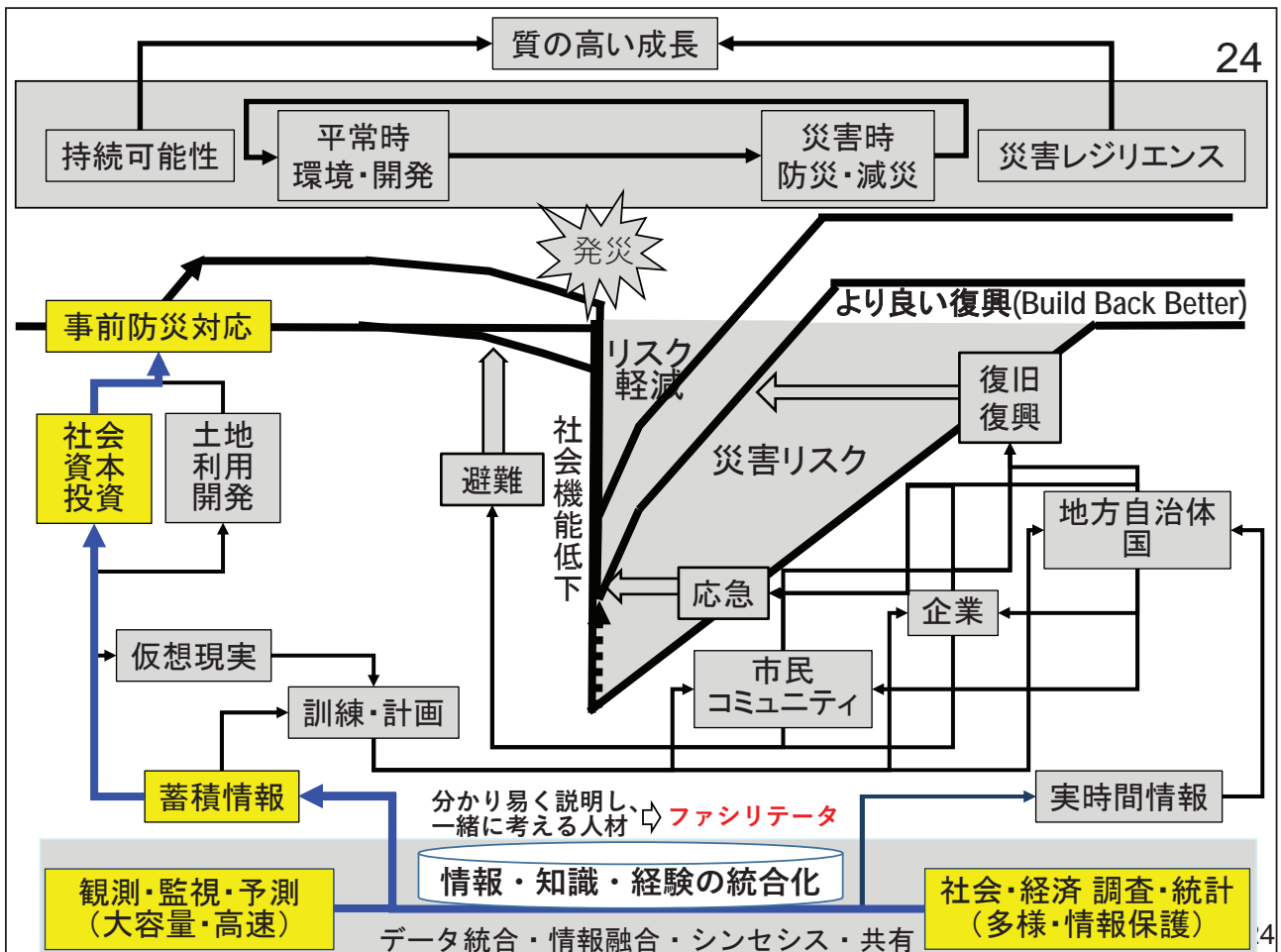
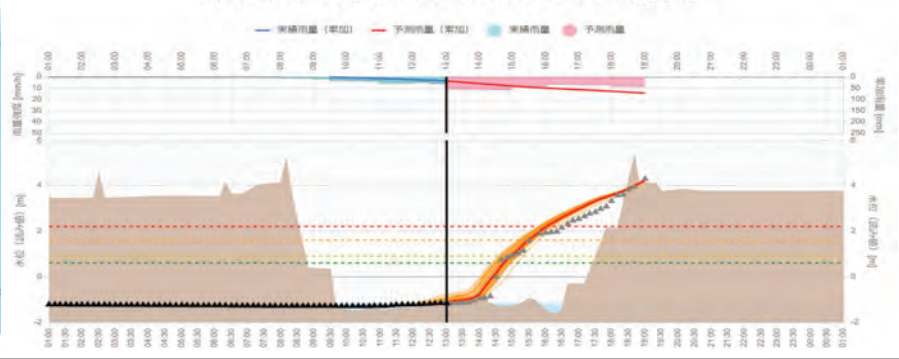


リアルタイム観測(降雨、水位、カメラ)

ハザードマップ+避難所情報

中小河川洪水早期警戒情報(観測値を用いた2~4時間予測)提供システム

花月水位観測所(花月川) 2017/07/05 13:00時点 水位予測



文科省、気象庁、環境省による気候変動予測 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)

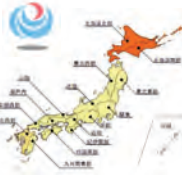
- 全球: 解像度60km、過去6000年分、将来2°C上昇3240年分、4°C上昇5400年分
- 日本付近: 解像度20km、過去3000年分、将来2°C上昇3240年分、4°C上昇5400年分
- 地球シミュレータ特別推進課題、SI-CAT気候変動適応技術社会実装プログラム:d4PDF(5km)



分野間連携、社会と科学の連携促進のエンジン



データ統合・解析システム(DIAS): 第3期科学技術基本計画国家基幹技術として開発(文部科学省研究開発局・東大)

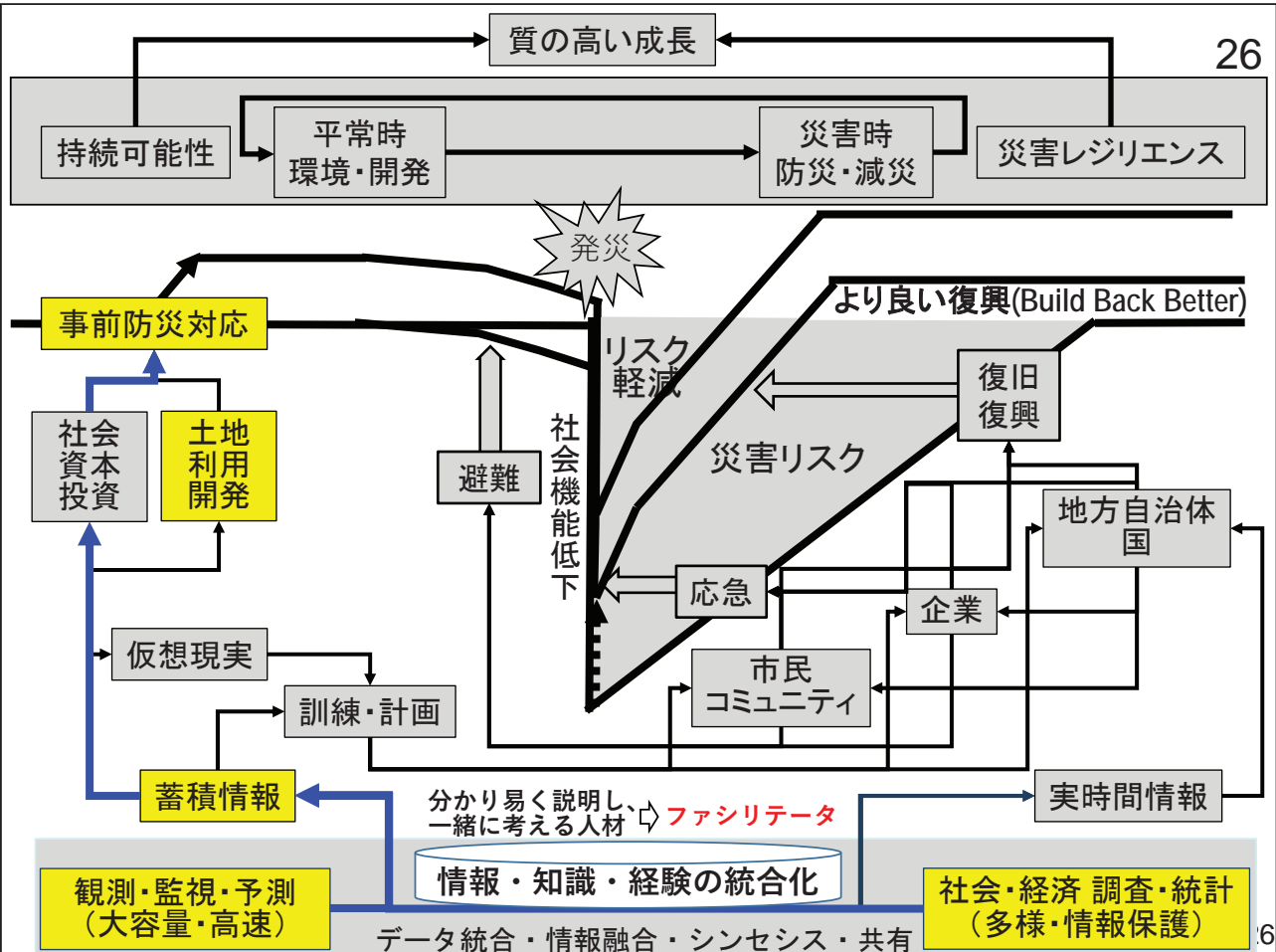


地域区分	2°C上昇	4°C上昇	
		短時間	長期間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3

国交省による治水計画の変更

データや情報を仮想空間(サイバー空間)で統合・解析して、現実空間(フィジカル空間)に適用することによって「社会のありよう」を変える。

Society 5.0



データ統合・情報融合・シンセシス・共有

2013年10月

伊豆大島土砂災害
24時間雨量: 824ミリ
死者行方不明: 39名
◆避難情報



2014年11月: 土砂災害防止法改正・土砂災害危険性の明示
・避難勧告発令・避難体制の支援

2014年8月

広島土砂災害
1時間雨量: 121ミリ
死者: 77名
◆避難情報



2015年1月: 新たなステージに対応した防災・減災の在り方
・命を守る
・社会経済の壊滅的な被害を回避

2015年9月

関東・東北地方豪雨
24時間雨量: 551ミリ
死者: 20名
◆避難情報
1343名(ヘリで救助)



2015年5月: 水防法改正
・最大規模の洪水・内水・高潮対策
・地下街等の避難確保・浸水防止

2015年7月: 想定最大外力策定手法を提示

2016年8月

北海道・東北地方豪雨
72時間雨量: 251ミリ
死者不明: 31名
◆要配慮者施設
地域経済・物流



2015年12月「水防災意識社会」の再構築(一級河川)
・避難行動直結型ハザードマップ
・危機管理型ハード

2017年1月「水防災意識社会」の再構築(中小河川等)
・逃げ遅れゼロ
・地域社会機能の継続性確保

2017年7月

九州北部豪雨
6時間雨量: 299ミリ
死者不明: 44名
◆土砂・洪水氾濫



2017年5月水防法改正
・大規模氾濫減災協議会
・要配慮者施設避難計画・訓練
・復旧工事などの代行制度

(国土交通省・消防庁資料)

命を守るための行動支援のために想定最大規模の浸水想定 28

浸水想定(2021年12月末): 全国2178河川のうち2172河川(99%)

2015年

- ・ 浸水域人口: 4689万3030人(36.9%)
- ・ 浸水深3m以上地域人口: 1291万4927人(27.5%)

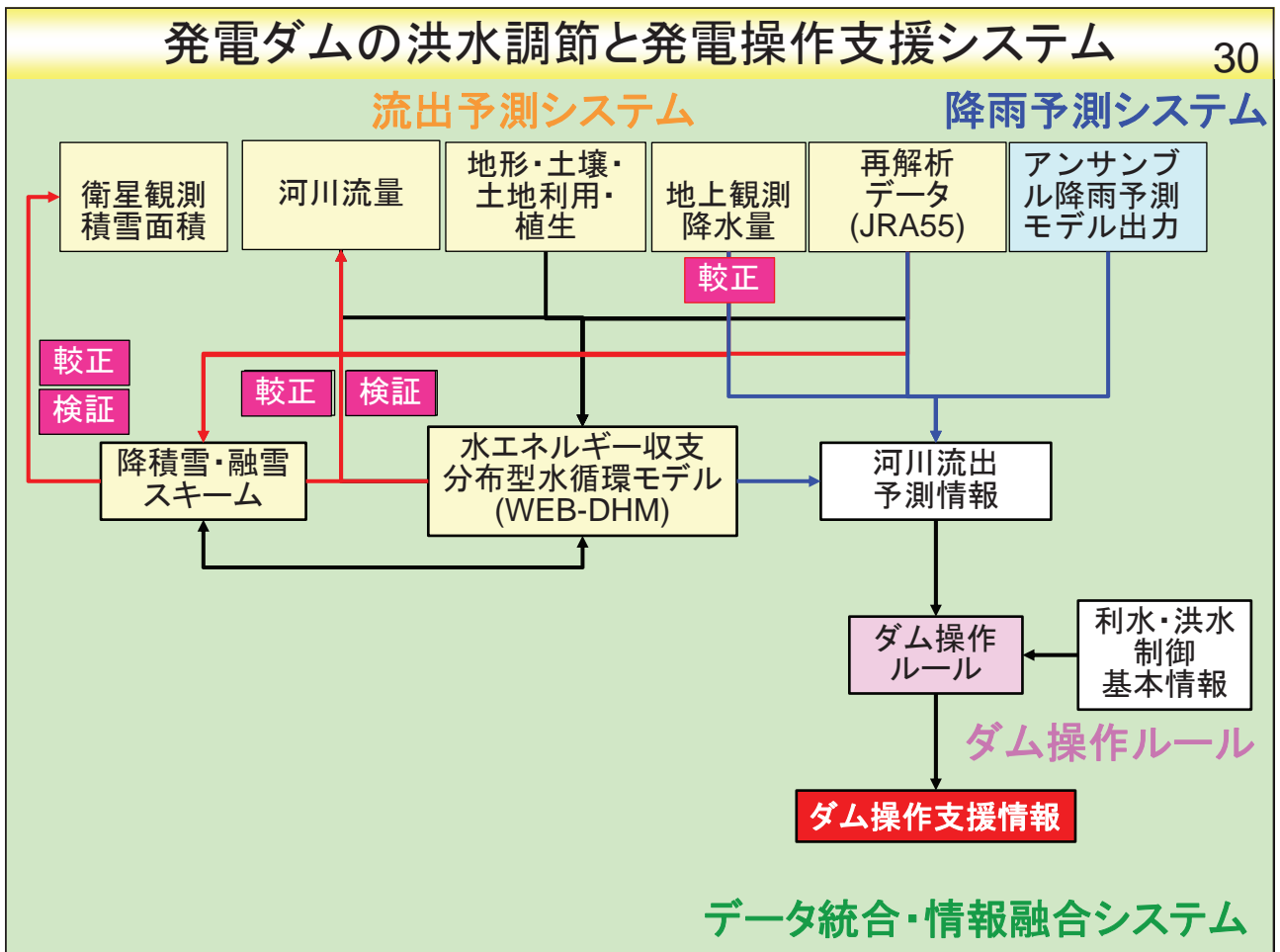
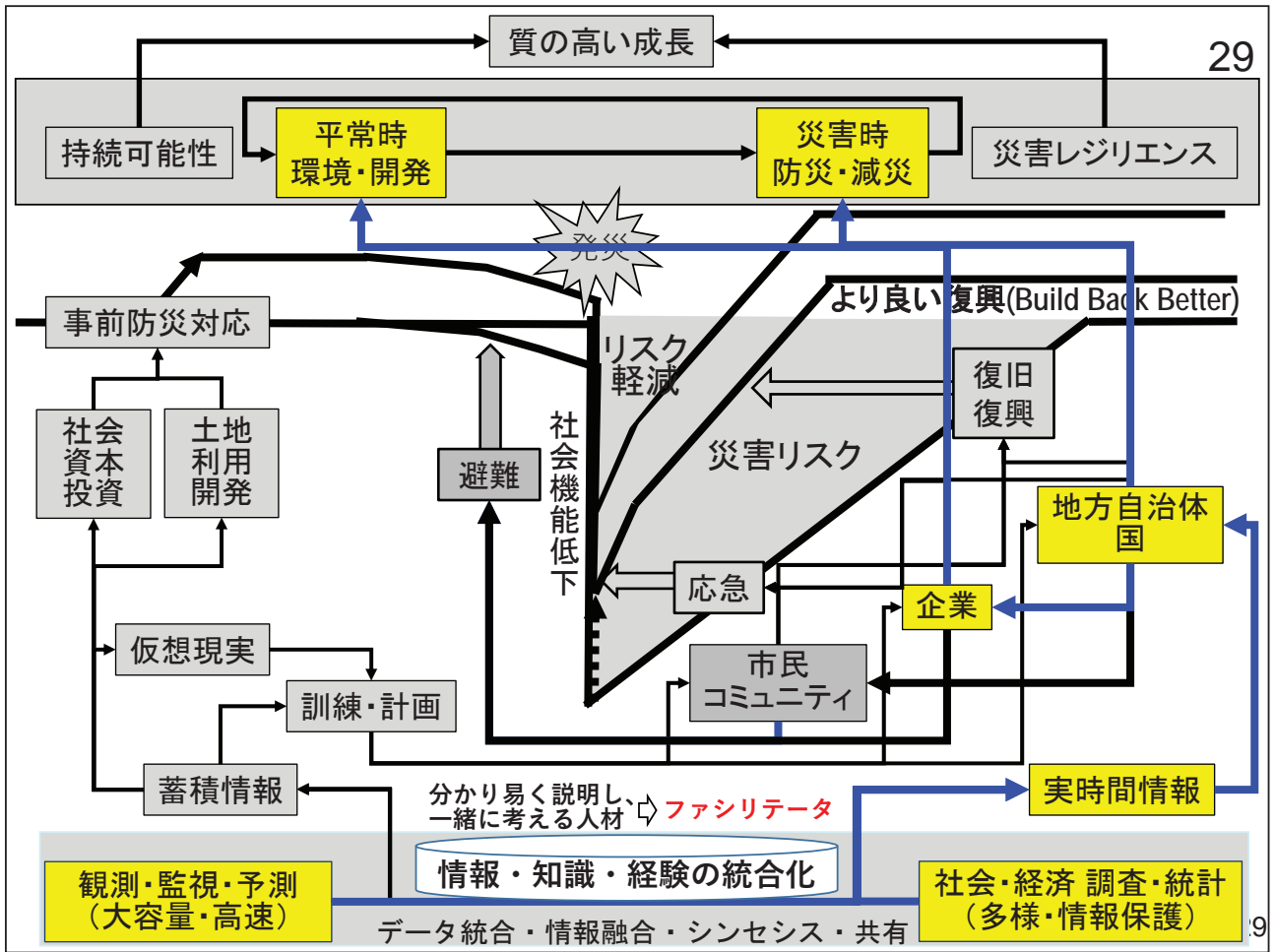
1995年→2015年(20年間)

- ・ 浸水域人口: 177万5193人増
- ・ 浸水深3m以上地域人口: 37万9071人増
- ・ 浸水リスクの無い場所の人口: 25万607人減

要因

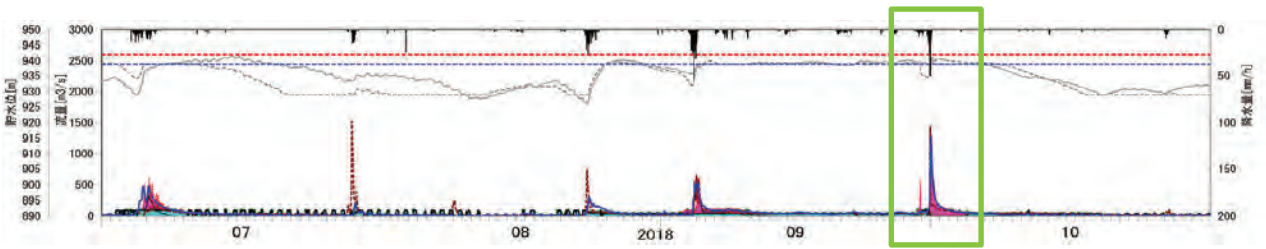
- ・ 都市部で河川の近くにあった工場の跡地や資材置き場などにタワーマンションや大規模なマンション群が建設
- ・ 郊外農地の宅地化

野澤千絵教授(明治大学)、NHK

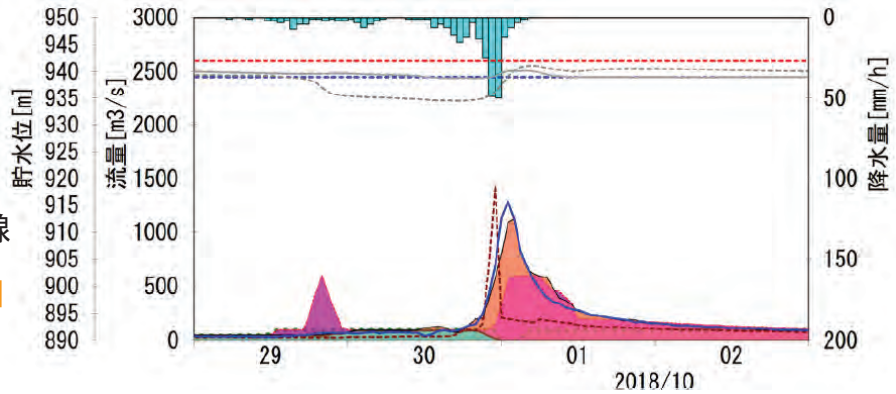


アンサンブル流入予測を用いた 暖候期の洪水抑制、増電操作結果(2018年)

31



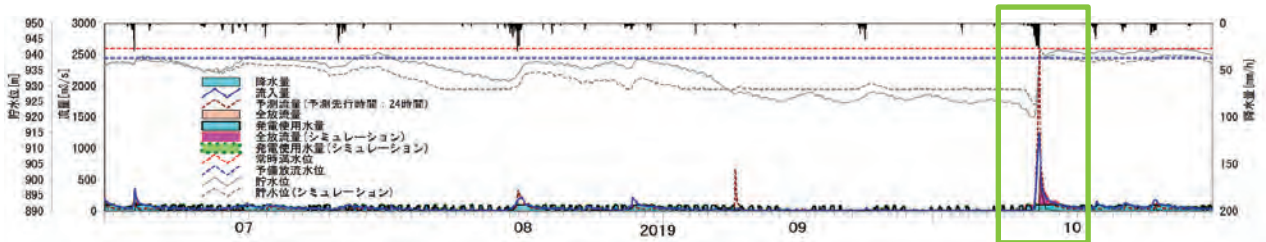
- 降水量観測値
(上:黒棒,下:水色棒)
- 流入量観測値:青実線
- 流入予測:茶破線
- 常時満水位:赤破線
- 予備放流水位:青破線
- 観測貯水位:黒実線
- 最適操作貯水位:黒破線
- ゲート放流量:
オレンジ範囲
- 最適ゲート放流量:
ピンク範囲
- 観測発電使用量:
水色範囲
- 追加発電使用水量
紫色範囲



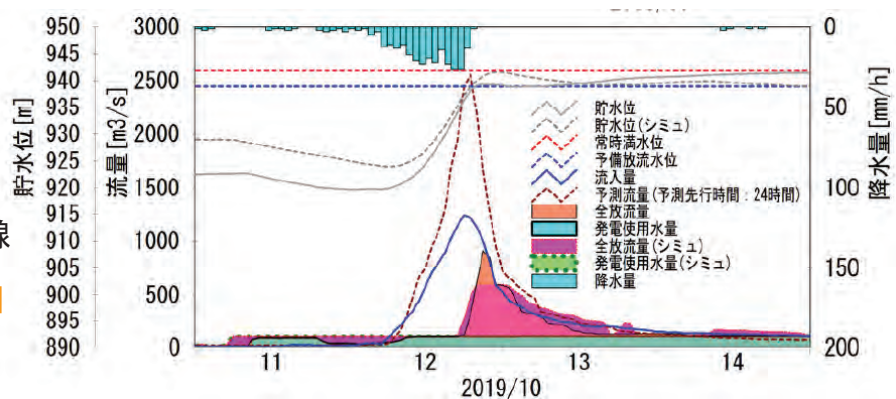
31

アンサンブル流入予測を用いた 暖候期の洪水抑制、増電操作結果(2019年)

32



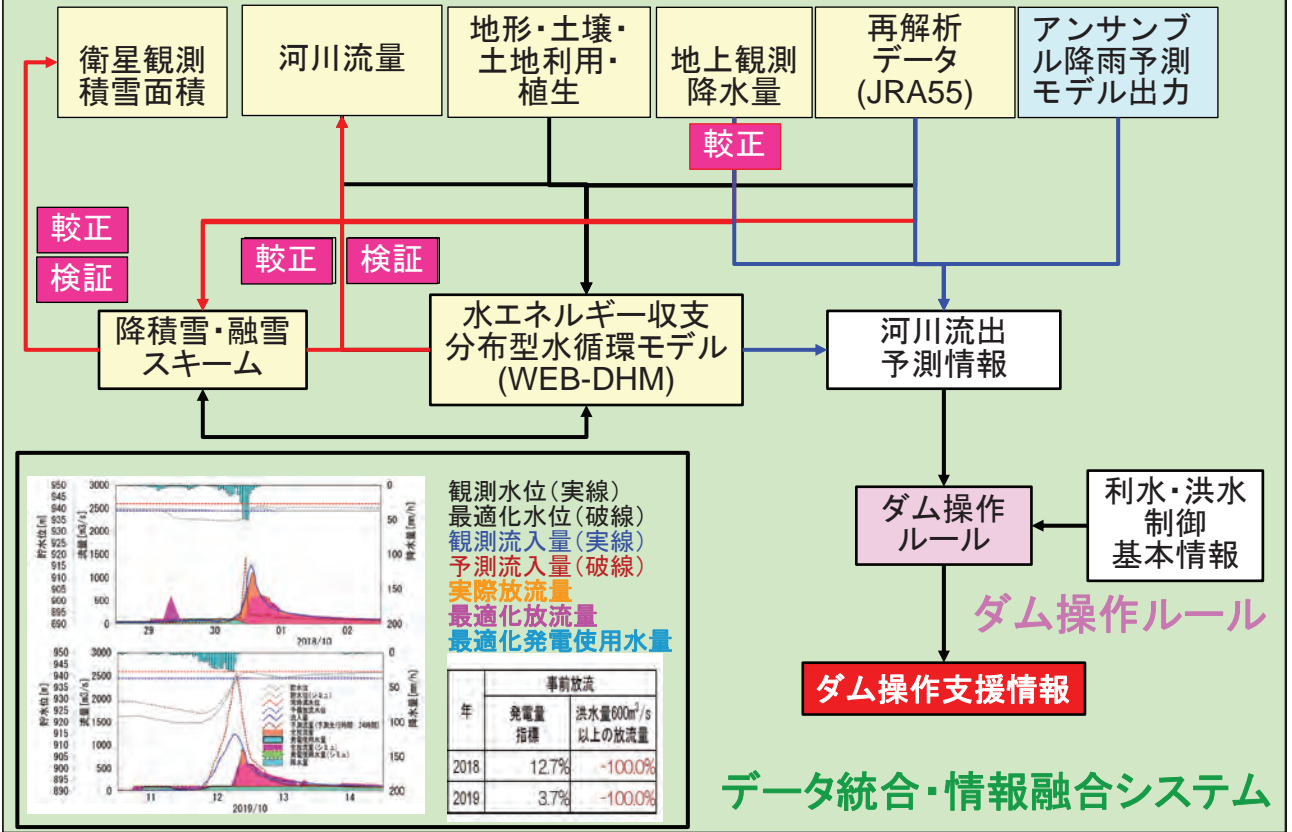
- 降水量観測値
(上:黒棒,下:水色棒)
- 流入量観測値:青実線
- 流入予測:茶破線
- 常時満水位:赤破線
- 予備放流水位:青破線
- 観測貯水位:黒実線
- 最適操作貯水位:黒破線
- ゲート放流量:
オレンジ範囲
- 最適ゲート放流量:
ピンク範囲
- 観測発電使用量:
水色範囲
- 追加発電使用水量
紫色範囲



32

流出予測システム

降雨予測システム



“ラストマイルチャレンジ”

- 個々人の行動の変容 -

1. 「知ってる」ことと「行動する」ことのギャップ
2. 認知バイアスによって不合理な行動を行う
3. 人の記憶は薄れていく

