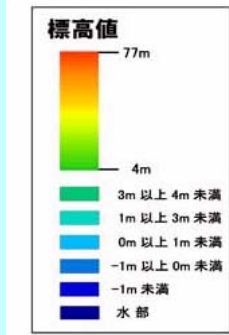


# 参 考 资 料

## 洪水時の河川水位より低い

- 約10%の土地に
- 約50%の人口と
- 約75%の資産を抱えている。

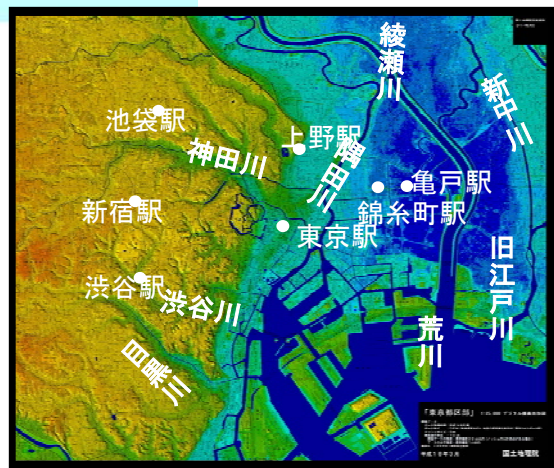
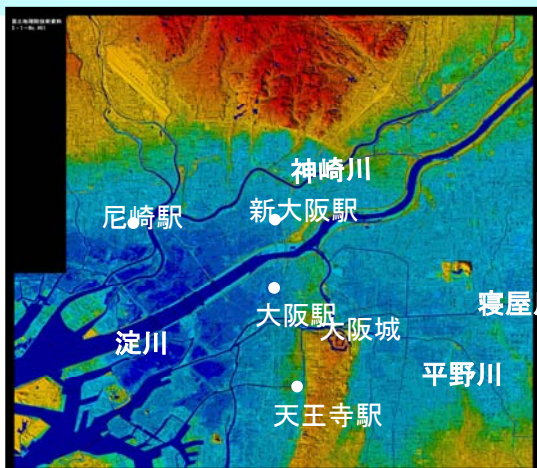


## 日本の国土の特徴

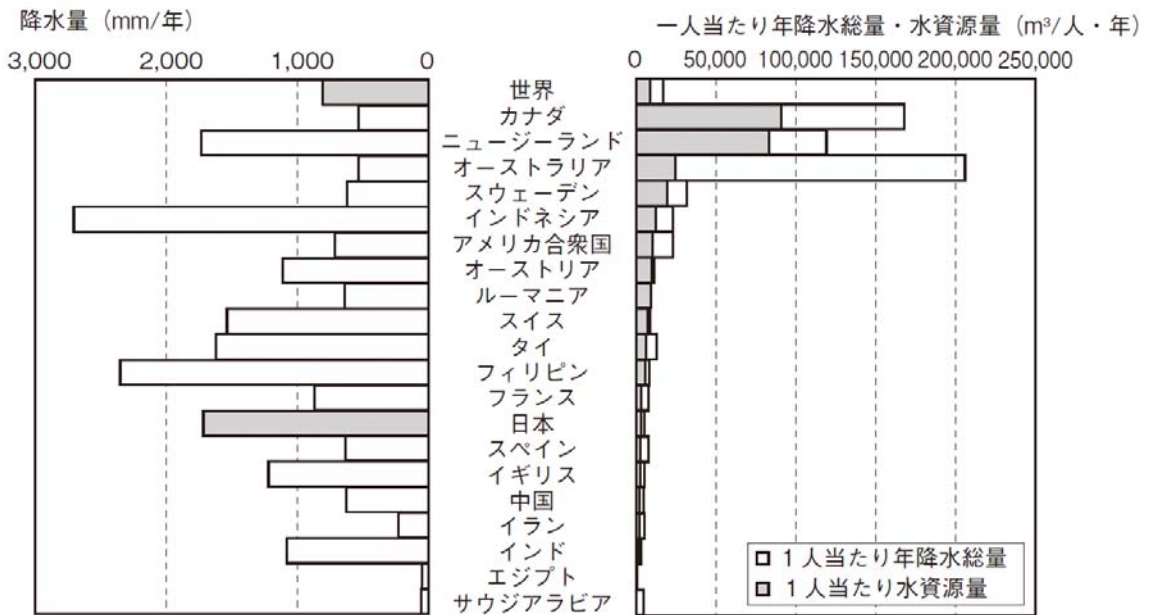
- ①国土形状 南北200kmに及ぶ細長い国土
- ②四島 海峡による四島の分断。多数の島嶼部
- ③脊梁山脈 国土の中央部を山地が分断
- ④構造線 中央構造線、糸魚川-静岡構造線が南部に走る
- ⑤平野 海岸線に狭い平野
- ⑥軟弱地盤 ほとんどの大都市が軟弱地盤
- ⑦地震 世界の地震の約10%が発生
- ⑧豪雨 モンスーンアジアの東端、集中的な豪雨、台風の脅威。河川勾配が急
- ⑨積雪 国土の約6割が積雪寒冷地域

## 近畿地方

## 関東地方



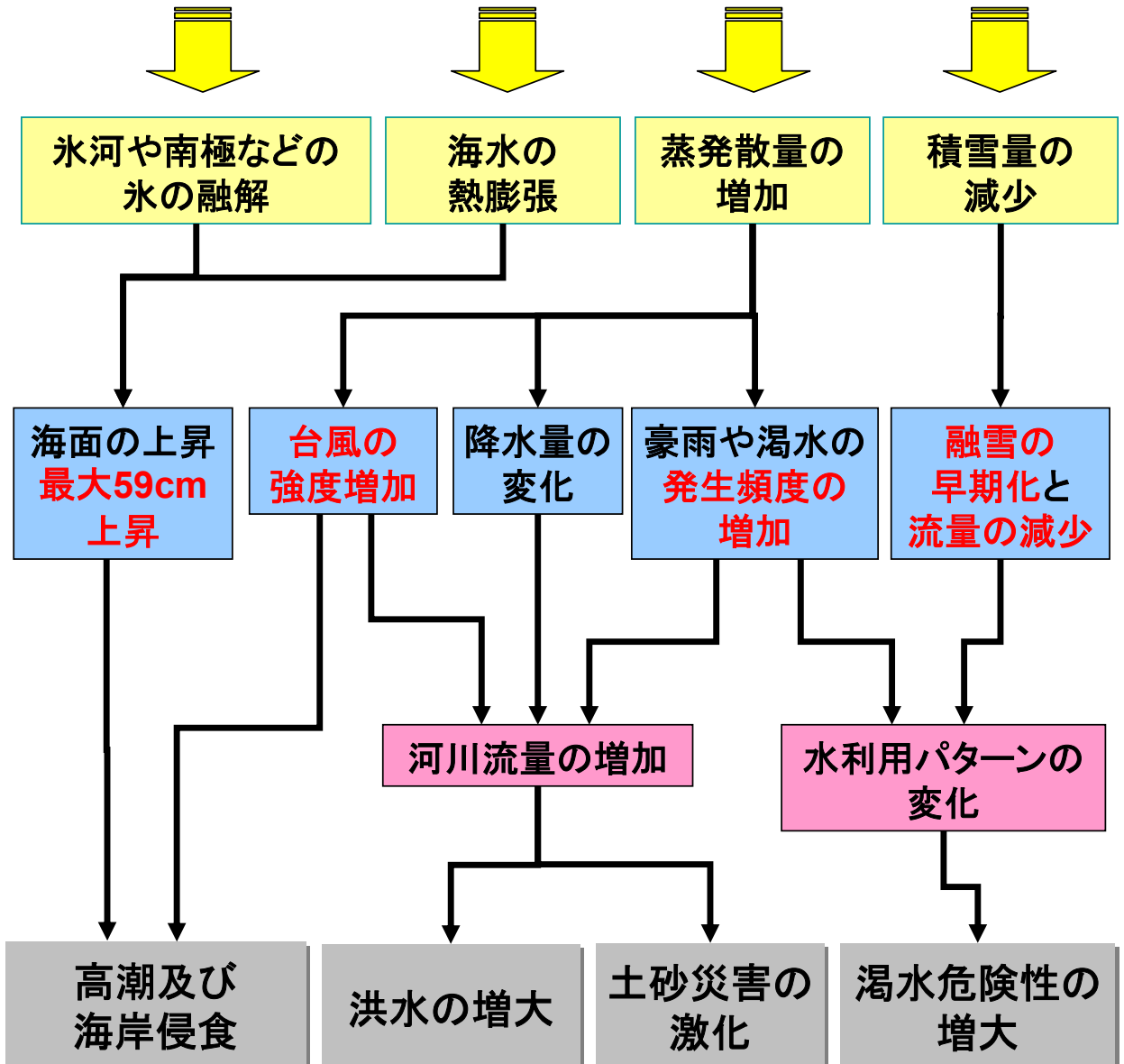
- **我が国の年平均洪水量は1,700mmで、世界(陸域)の年平均降水量約810mmの約2倍**
- **一方、これに国土面積を乗じ全人口で除した一人当たりの年降総量で見ると、我が国は約5,100m<sup>3</sup>/人・年で、世界の一人当たり年降水総量16,800m<sup>3</sup>/人・年の3分の1程度**



- (注) 1. FAO(国連職業農業機関)「AQUASTAT」をもとに国土交通省水資源部作成  
 2. 日本の人口は総務省統計局「国勢調査」(2000年)、平均降水量と水資源量は1971~2000年の平均値で、国土交通省水資源部調べ

出典:平成19年度版 日本の水資源 -安全で安心な水利用に向けて-

温室効果ガスが大量に排出されて大気中の濃度が高まり  
熱の吸収が増えた結果、気温が上昇。  
これに伴い海面水位も上昇





## 主題1 気候変化とその影響に関する観測結果

- ・大気や海洋の世界平均温度の上昇、世界平均海面水位の上昇などが観測されていることから、気候システムの温暖化は明白である。
- ・過去100年間の線形の昇温傾向は**100年当たり0.74°C**である。
- ・海面水位の上昇は温暖化と整合性がある。 など

## 主題2 変化の原因

- ・20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、**人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が高い**。 など

## 主題3 予測される気候変化とその影響

- ・21世紀末の**世界平均地上気温の上昇は、高成長型シナリオで化石エネルギー源を重視した場合、4°C(2.4～6.4°C)と予想される**。  
**海面水位は0.26～0.59m上昇と予想される**。
- ・**極端な大雨の頻度は引き続き増加**する可能性が高い。
- ・**熱帯低気圧の強度が上昇**する可能性が高い。
- ・**極端な気象現象の強度と頻度の変化および海面水位上昇は、自然システムおよび人間システムに悪影響**を及ぼすと予想される。
- ・アジアでは、**淡水利用可能性は2050年までに中央・南・東・東南アジア、特に大規模河川の流域で減少**すると予想される。  
また、沿岸域、特に人口が集中する南・東・東南アジアの**メガデルタ地帯において、海からの、あるいは川からの浸水リスクが高まる**。 など

## 主題4 適応と緩和のオプション

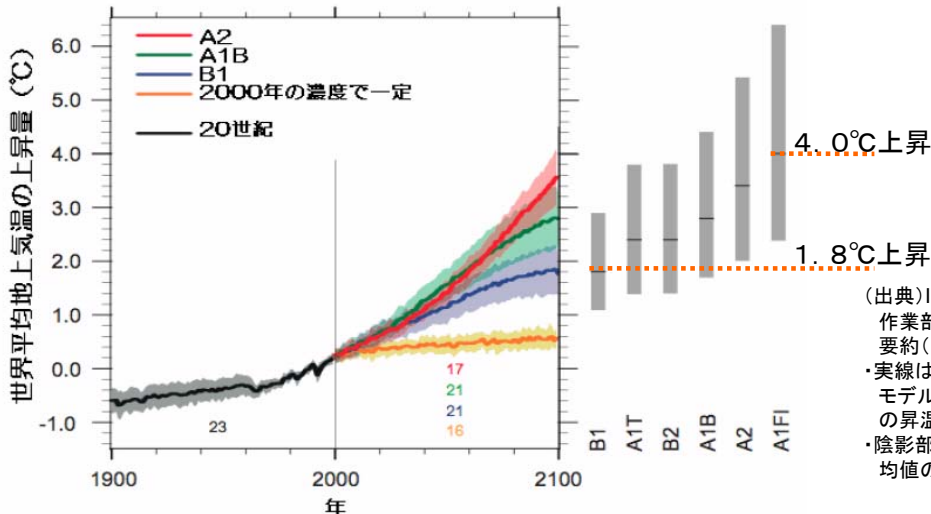
- ・**現在行われているより広範な適応策が気候変動の脆弱性を減少させるため必要**である。
- ・実施される緩和策の規模によらず、**今後10年から20年間に追加的な適応策が必要**である。 など

## 主題5 長期的な展望

- ・**適応策と緩和策のどちらも、その一方だけではすべての気候変化の影響を防ぐことができないが、両者は互いに補完しあい、気候変化のリスクを大きく低減することが可能**である。
- ・短期的および長期的に起こるであろう温暖化による影響に対処するために適応策が必要である。
- ・気候変化への緩和策がとられなければ、長期的に見て、自然システムおよび人間システムの適応能力を超える可能性が高い。
- ・緩和策により、多くの影響は減少、遅延、回避することができる。

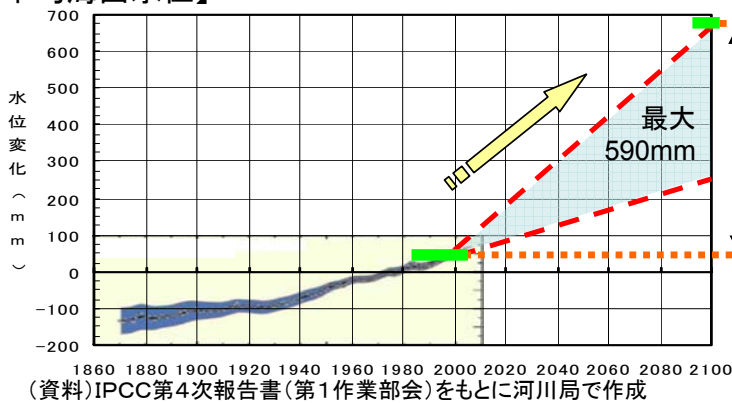
- 100年後には、地球の平均気温は1.8～4.0℃の上昇が予測される
- 100年後には、地球の平均海面水位は18～59cmの上昇が予測される
- 温室効果ガスの排出が抑制されたとしても、温暖化や海面上昇は数世紀にわたって続く

## 【平均気温】



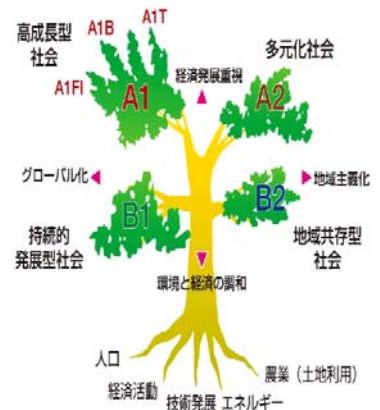
(出典) IPCC第4次評価報告書第1作業部会報告書政策決定者向け要約(気象庁)  
 ・実線は、各シナリオにおける複数モデルによる地球平均地上気温の昇温を示す  
 ・陰影部は、個々のモデルの年平均値の標準偏差の範囲

## 【平均海面水位】



(資料) IPCC第4次報告書(第1作業部会)をもとに河川局で作成

## 【検討に用いたシナリオ】



- A1. 「高成長型社会シナリオ」  
 A1FI: 化石エネルギー源を重視  
 A1T: 非化石エネルギー源を重視  
 A1B: 各エネルギー源のバランスを重視  
 A2. 「多文化社会シナリオ」  
 B1. 「持続的発展型社会シナリオ」  
 B2. 「地域共存型地域シナリオ」

(出典) IPCC第4次報告書統合報告書概要(公式版)  
2007年12月17日 version

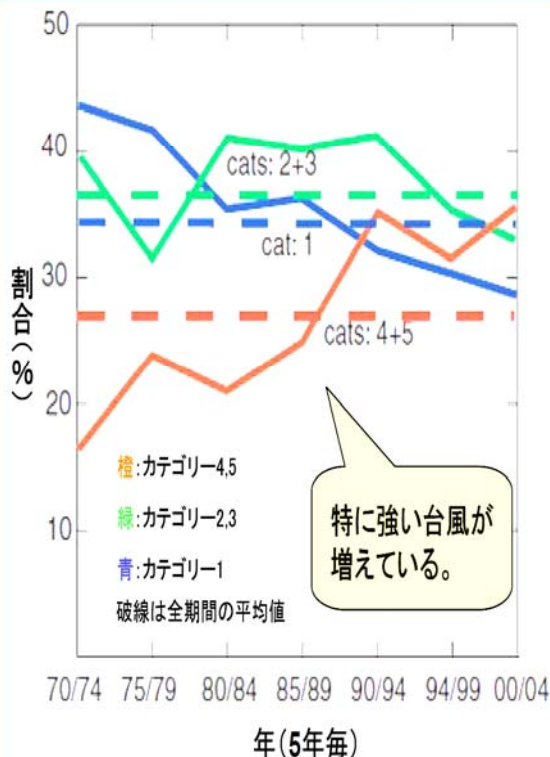
## 【21世紀末の平均気温上昇と平均海面水位上昇】

	環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会	化石エネルギー源を重視しつつ高い経済成長を実現する社会
気温上昇	約1.8℃ (1.1℃～2.9℃)	約4.0℃ (2.4℃～6.4℃)
海面上昇	18～38cm	26～59cm

資料) IPCC第4次報告書(第1作業部会)より

- 過去30年で強い熱帯低気圧の占める割合が増加
- 西太平洋地域においても**カテゴリー4,5の熱帯低気圧が増加**
- さらに、今後、**熱帯低気圧の強度は強まると予測**

各カテゴリー\*の熱帯低気圧の割合



\* 熱帯低気圧の強度を示す等級。1~5に分けられ、5が最も強度が大きい。

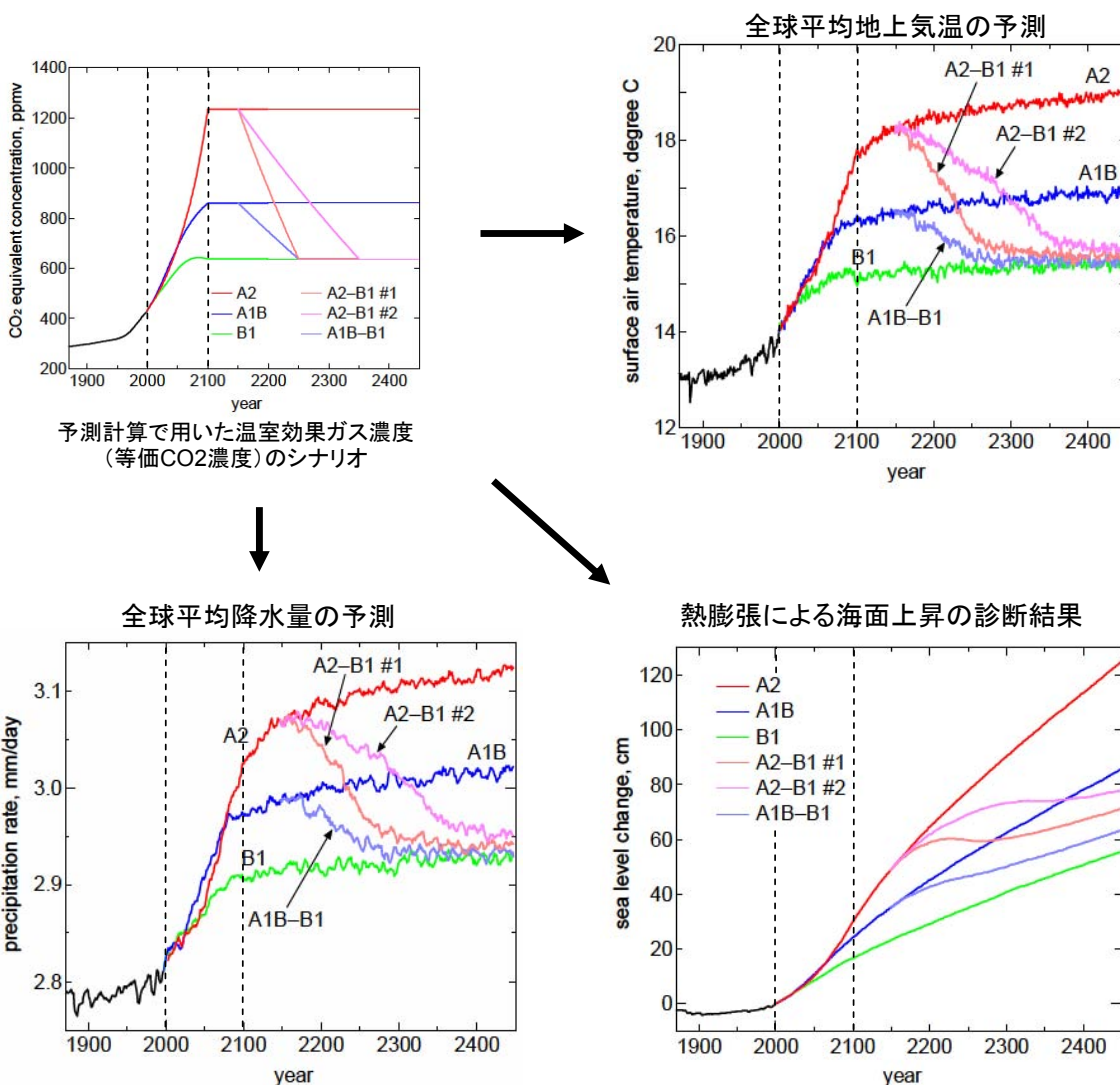
カテゴリー4,5の熱帯低気圧の発生数及び割合

	期間			
	1975-1989		1990-2004	
	数	%	数	%
東太平洋	36	25	49	35
<b>西太平洋</b>	85	25	116	41
北大西洋	16	20	25	25
南西太平洋	10	12	22	28
北インド洋	1	8	7	25
南インド洋	23	18	50	34

(出典)IPCC第4次報告書第1作業部会報告書概要(公式版)

## 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書 第1作業部会

- 放射強制力を、2100年時点でB1またはA1Bシナリオの水準で安定化しても、主に200年までに、**世界平均気温が約0.5°Cさらに上昇**すると予測。
- 放射強制力を、2100年時点でA1Bシナリオのレベルに安定化した場合、**熱膨張のみで、2300年までに(1980~1999年と比較して)0.3~0.8mの海面上昇**。深層への熱の輸送に時間を要するため、**熱膨張はその後数世紀にわたって継続**。
- 過去及び将来の人為起源の二酸化炭素の排出は、このガスの大気からの除去に必要な時間スケールを考慮すると、**今後千年以上の昇温と海面水位上昇に寄与**。



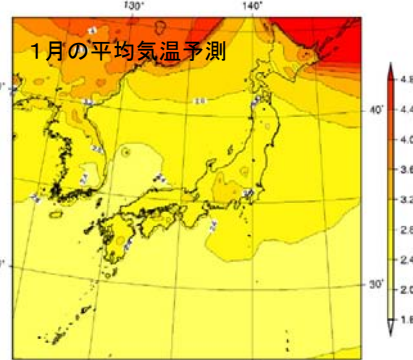
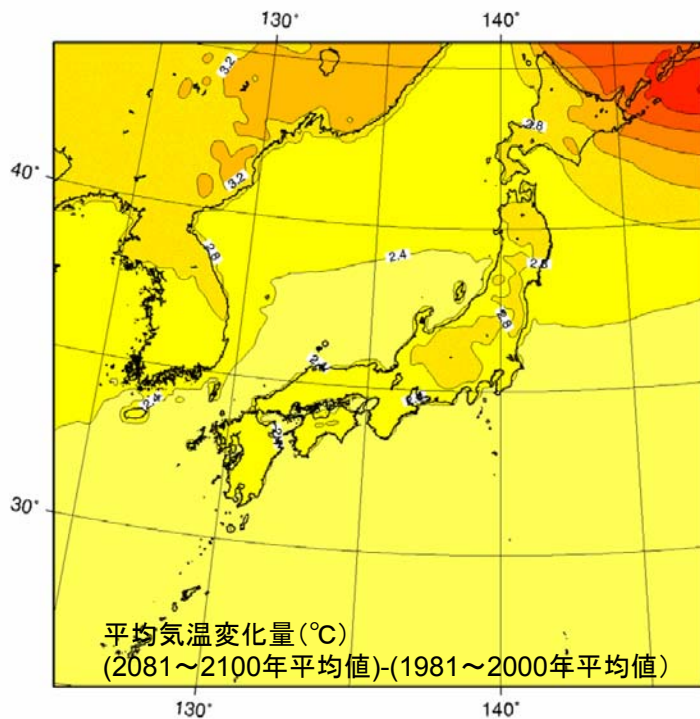
気候変動の長期的影響予測の一例

出典: (財)電力中央研究所 人・自然・地球共生プロジェクト  
大気海洋結合モデルの高解像度化 報告書

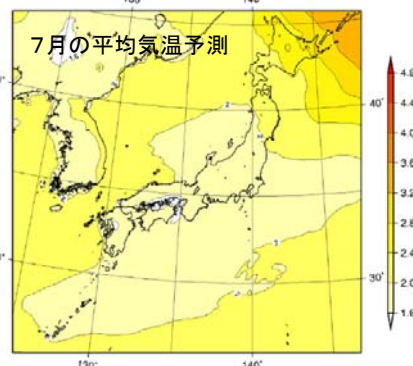


# 各種レポートにおける 日本の気候変化に関する記述

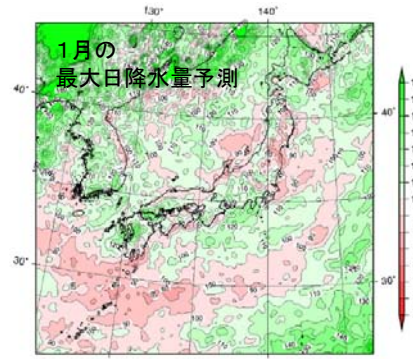
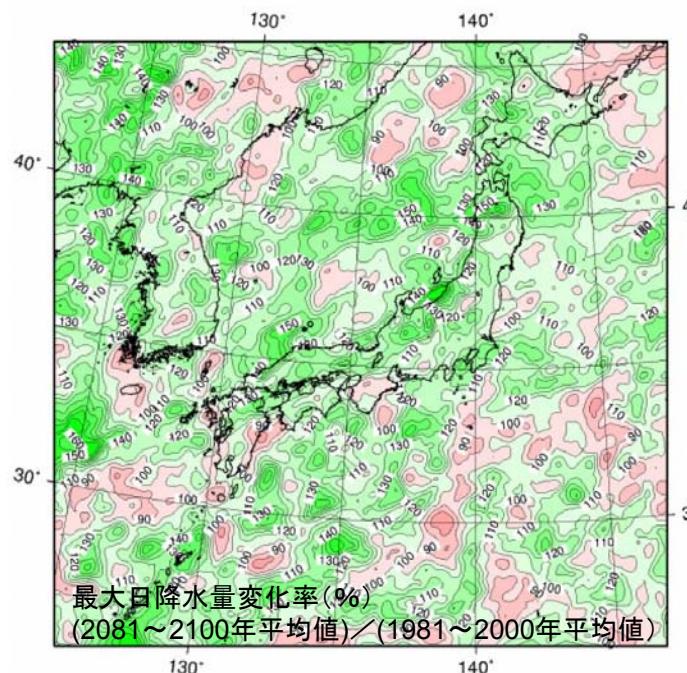
本文P13~16  
Ⅱ-2. 各種レポート



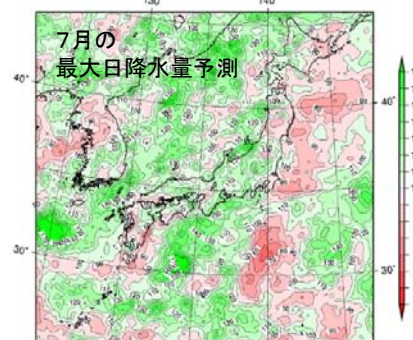
(f) 7月



- 年平均気温は2~3°C(北海道の一部では4°C)程度上昇
- 1月の昇温は7月に比べ大きい

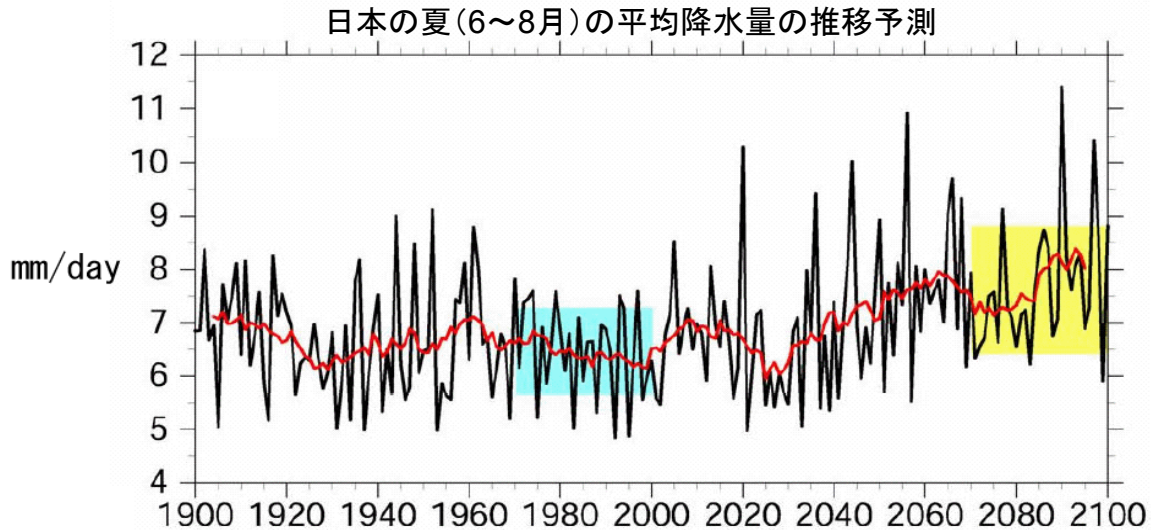


(f) 7月



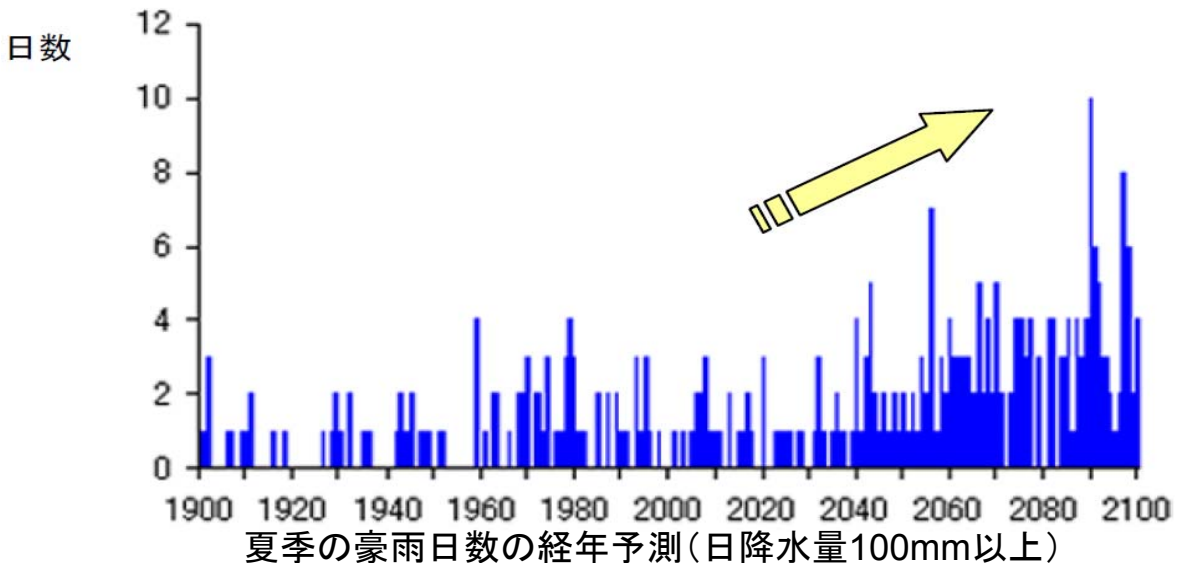
- 最大日降水量は全国的に増加の傾向で、概ね1から1.5倍程度
- 7月の最大日降水量は一部を除き増加

- 降水量の増加とともに変動幅が増大。無降雨日数も増加
- 大洪水の可能性が増加する一方、渇水の可能性が増大



(出典)水資源学シンポジウム「国連水の日－気候変動がもたらす水問題」発表資料、木本昌秀

今後100年間に、日降水量が100mm以上となる豪雨日数は、現在の年3回程度から、**最大年10回程度**に増加すると予測される

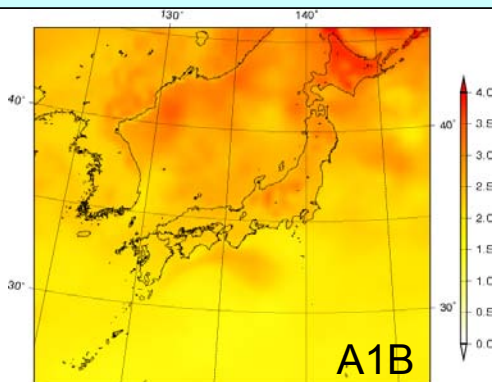


(出典)異常気象レポート2005(気象庁)を元に作成



## 【寒候期(12~3月)気温上昇】

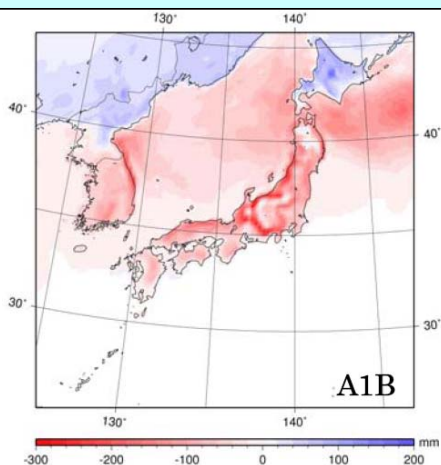
- ▶ 高緯度ほど大きく上昇
- ▶ A1Bシナリオで、北海道では3°C以上、東日本から西日本で2~3°C上昇



大気・海洋結合モデル(CRCM)により、現在気候(1981~2000年平均)と将来気候(2081~2100年平均)の寒候期における平均気温の変化を予測

## 【降雪量の変化】

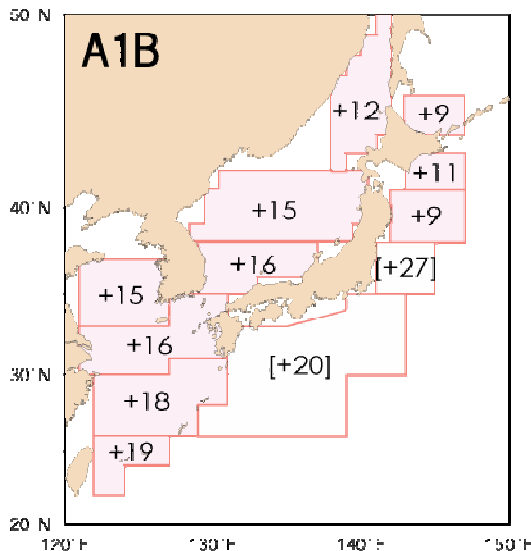
- ▶ 北海道を除くほとんどの地域で降雪量の減少、北海道の高標高地域で増加



CRCMにより現在気候(1981~2000年平均)と将来気候(2081~2100年平均)の寒候期の総降雪量の変化量を予測(降雪量は降水量に換算)

## 【年平均海面水位の変化】

- ▶ A1Bシナリオで1981~2100年までの100年あたりの上昇率は0.09~0.19m程度
- ▶ ただし、温暖化に伴う海水温の上昇による熱膨張と海流の変化による水位変化の合計。陸氷の縮小による寄与は含まない

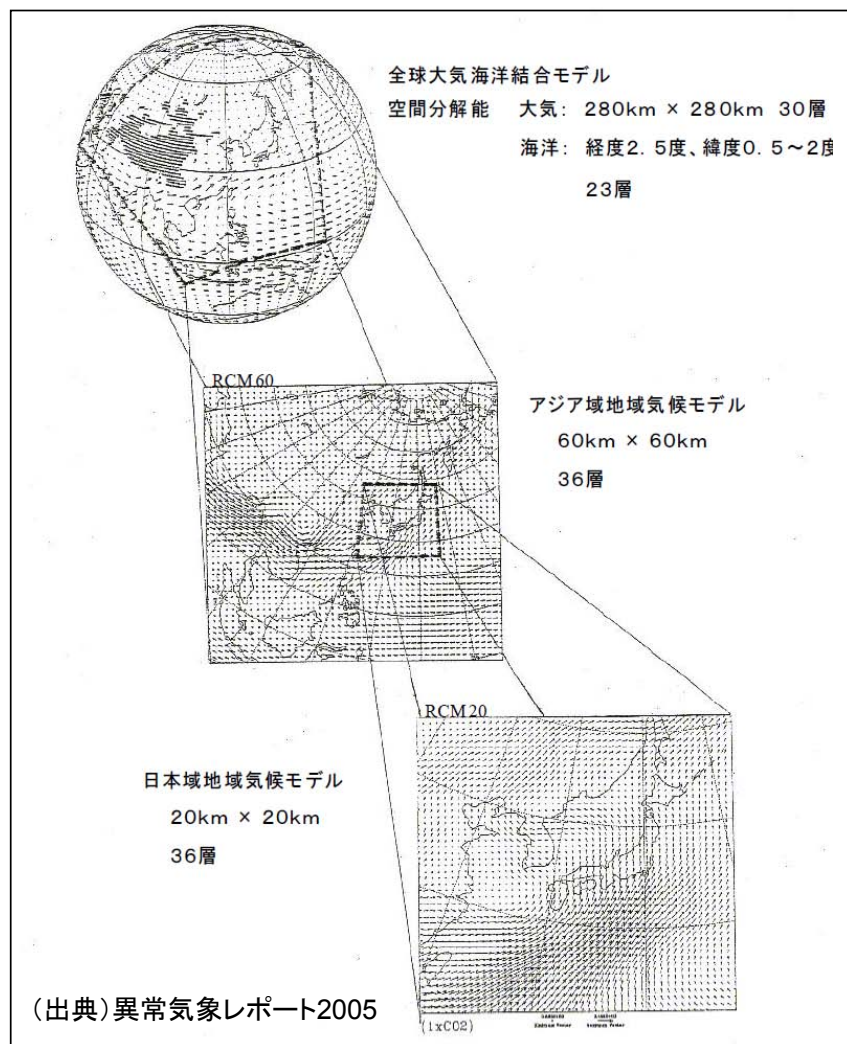


北太平洋海洋モデルNPOGCMにより1981~2100年の将来予測を基に100年あたりの変化量を予測。[ ]で囲んだ海域は将来予測の長期変化傾向の不確実性が大きいと考えられるため、利用には注意が必要

近年、より詳細な地域気候の予測が可能なシミュレーションモデルも開発されている。

## 地域気候モデル

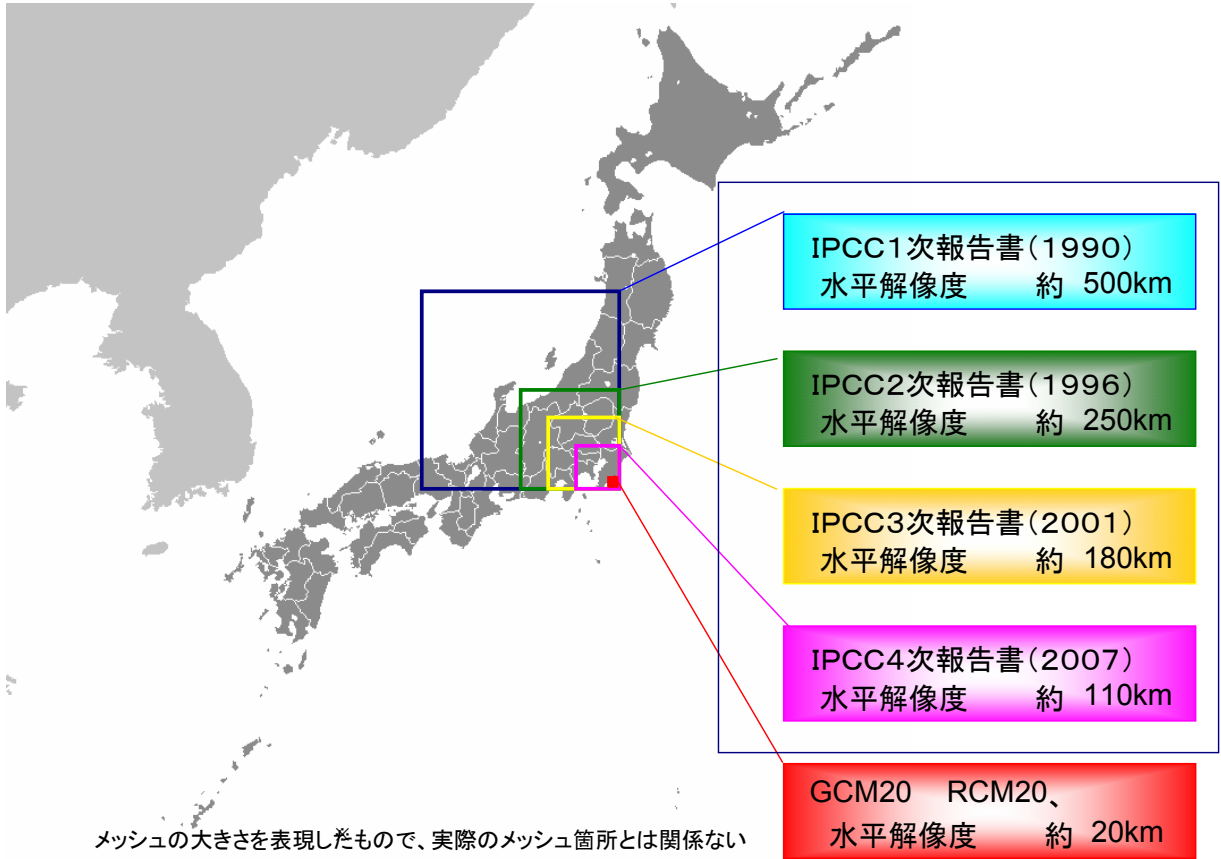
	GCM20 (General Circulation Model)	RCM20 (Regional Climate Model)
計算の領域	全球	日本周辺
水平解像度	約20km 格子数1920×960	約20km 格子数129×129
鉛直層数	60層	36層
側面境界条件	全球モデルのため不要	アジア域気候モデル



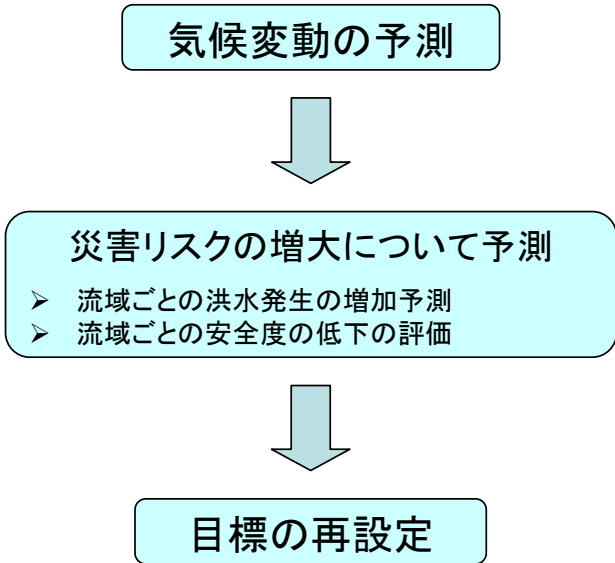
RCM20の境界条件の考え方



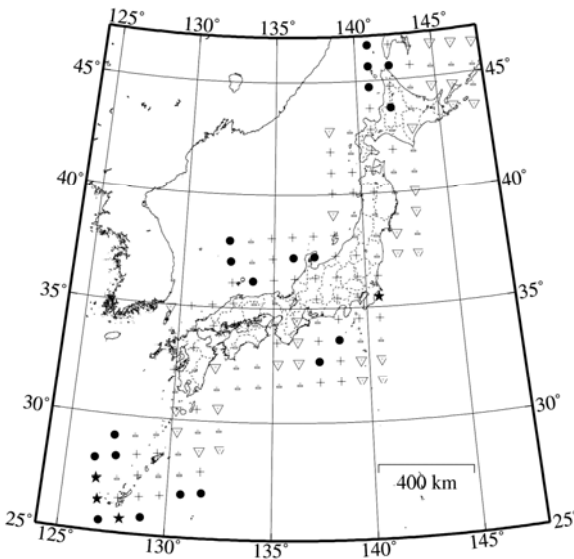
気候変動の予測を行うモデルの解像度は年々進歩



河川局作成

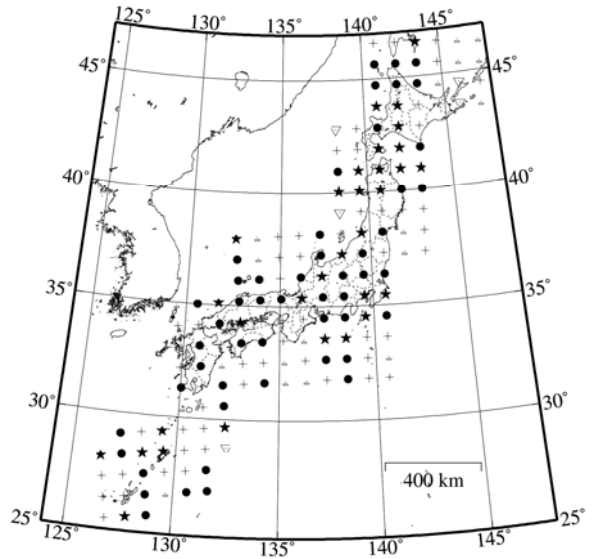


- 将来100年確率最大日降水量は増加の傾向
- この傾向は50年後に比較して100年後さらに顕著に
- 50年後で概ね1.1から1.2倍程度、100年後で概ね1.2から1.4倍程度



変化率 ▽ $\sim$ 80% -80 $\sim$ 100% +:100 $\sim$ 120% ●120 $\sim$ 140% ★140% $\sim$

図 100年確率最大日降水量の変化  
(50年後/現在)



変化率 ▽ $\sim$ 80% -80 $\sim$ 100% +:100 $\sim$ 120% ●120 $\sim$ 140% ★140% $\sim$

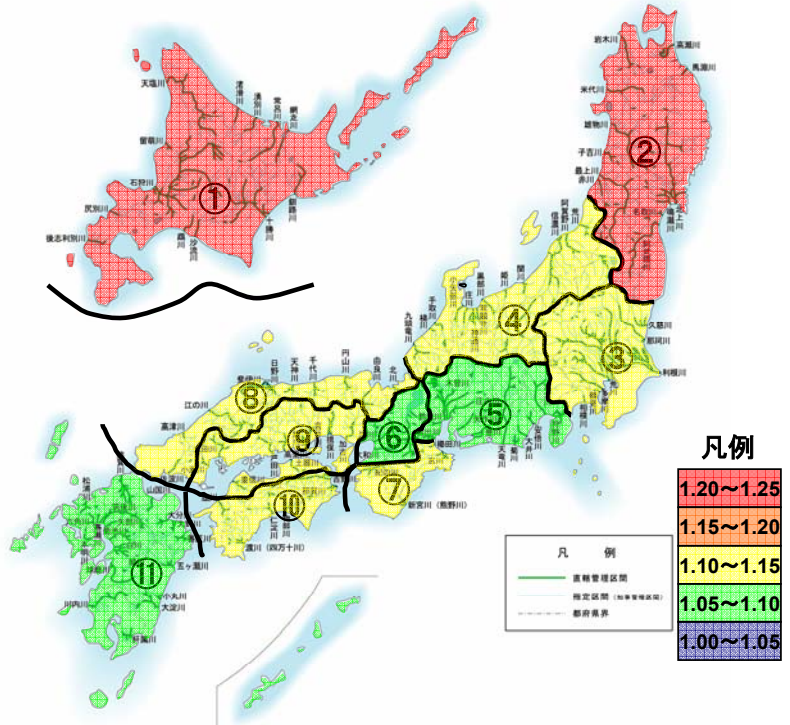
図 100年確率最大日降水量の変化  
(100年後/現在)

## RCM20を用いた予測結果(A2シナリオ)

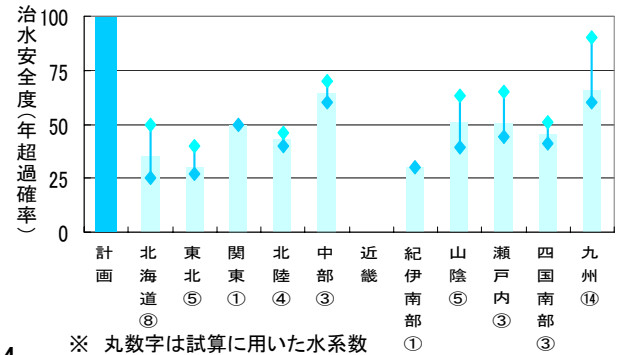
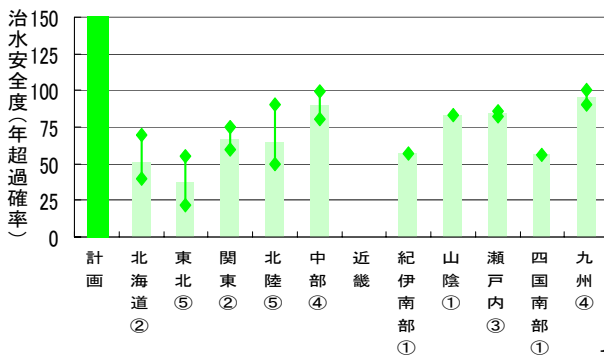
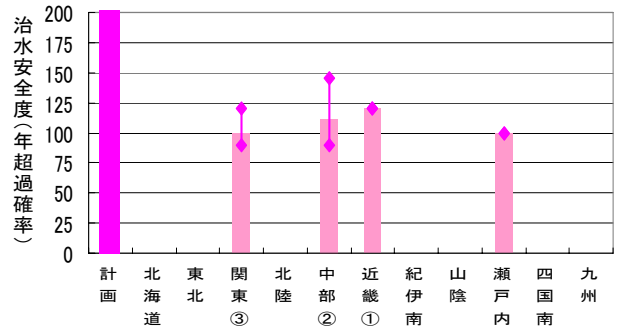
出典:土木学会論文集No.796 和田一範、村瀬勝彦、富澤洋介  
「地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究」

GCM20(A1Bシナリオ)で求めた各調査地点の年最大日降水量から  
(2080-2099年の平均値)  
(1979-1998年の平均値) を求め将来の降水量を予測 ※  
(※ 各地域における調査地点毎の平均値分布の中位値)

①	北海道	1.24
②	東北	1.22
③	関東	1.11
④	北陸	1.14
⑤	中部	1.06
⑥	近畿	1.07
⑦	紀伊南部	1.13
⑧	山陰	1.11
⑨	瀬戸内	1.10
⑩	四国南部	1.11
⑪	九州	1.07



上記の地域における年最大日降水量  
の変化率により、現計画の治水安全度  
がどの程度低下するか全国の82水系  
において試算を行い、地域及び現計画  
の治水安全度別にとりまとめた



※ 丸数字は試算に用いた水系数

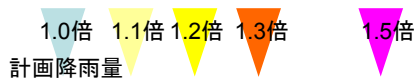


# 基本高水のピーク流量における 気候変動の影響

本文P17~22  
II-3. 外力の増大

各種予測検討では、降雨量が概ね1.0~1.2倍程度。地域によっては1.3倍、最大でも1.5倍程度。  
そこで、計画降雨量に日単位を採用している全国の1級河川のうち9河川を抽出し、計画降雨量を①1.1倍、②1.2倍、③1.3倍、④1.5倍とした場合の基本高水のピーク流量を試算した。

計画降雨量の増加と基本高水のピーク流量の変化

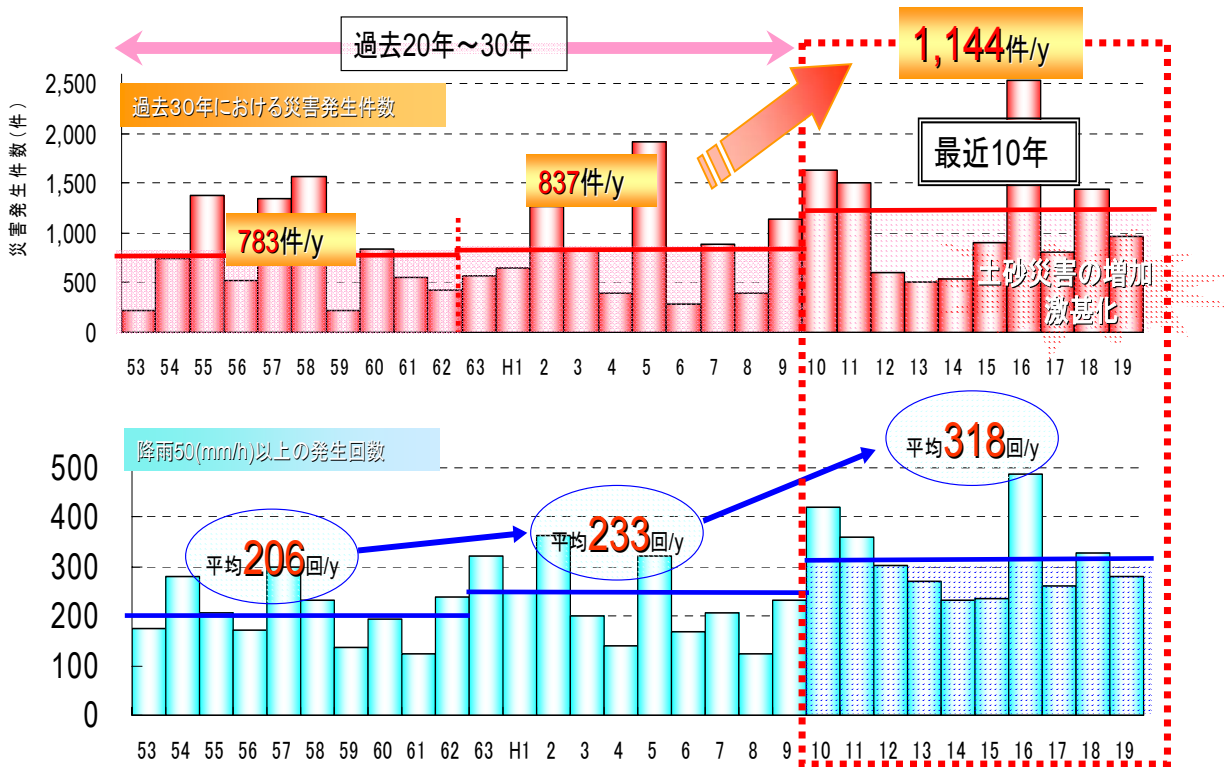


※ 計画降雨量を1.1倍から1.5倍させ、基本方針策定時の流出モデルにより試算

河川局作成

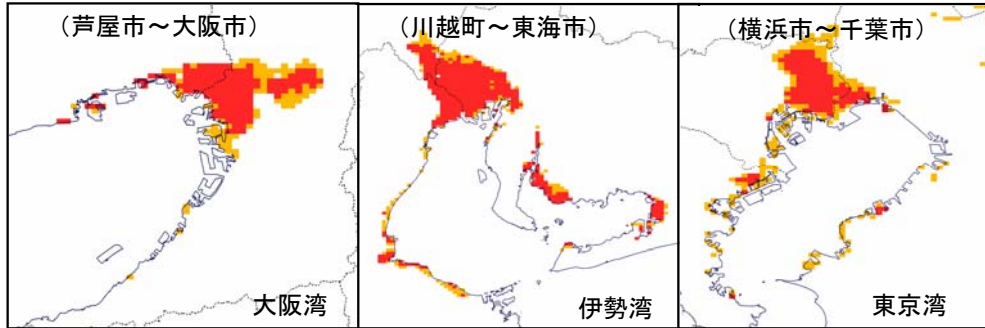


過去30年間の災害発生件数の平均は921件/年※。気候変動の激化に伴い、土砂災害も増加・激甚化の傾向。今後もIPCC報告の通り、温暖化が進行すれば、土砂災害が増加・激甚化すると予想。



(※H4-7の雲仙普賢岳による火砕流を除く。S53~57の土石流、地すべりの件数は推計値:砂防部保全課調べ)

## 三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)のゼロメートル地帯が拡大



**高潮による水害リスクを有するエリアが拡大する**

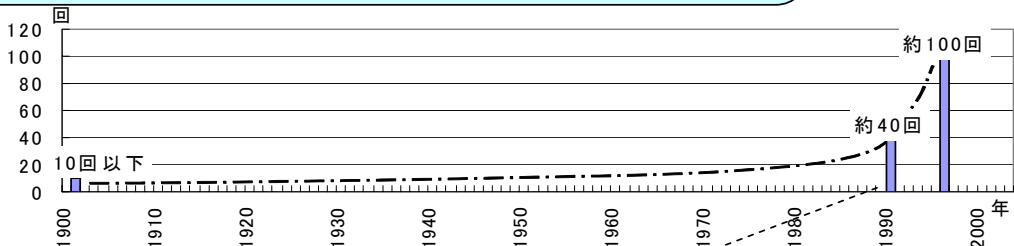
	現状	海面上昇後	倍率
面積(km <sup>2</sup> )	559	861	1.5
人口(万人)	388	576	1.5

※国土数値情報をもとに河川局で作成  
 ※3次メッシュ(1km×1km)の標高情報が潮位を下回るものを図示。面積、人口の集計は3次メッシュデータにより行っている  
 ※河川・湖沼等の水面の面積については含まない  
 ※海面が1m上昇した場合の面積、人口の60%分を増分として計算

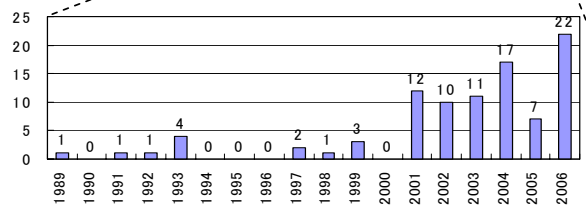
## 高潮による浸水リスクの増大

- ▶ベニスSt Mark's Squareの冠水回数は、地盤沈下や気候変動の影響により、20世紀はじめには年間10回以下であったが、1990年までに年間40回ぐらい、**1996年には年間100回**にもなった。
- ▶2006年には250回/年との情報もある

※現状において、地球温暖化の影響であるか明確ではないが、原因となっている可能性が考えられる

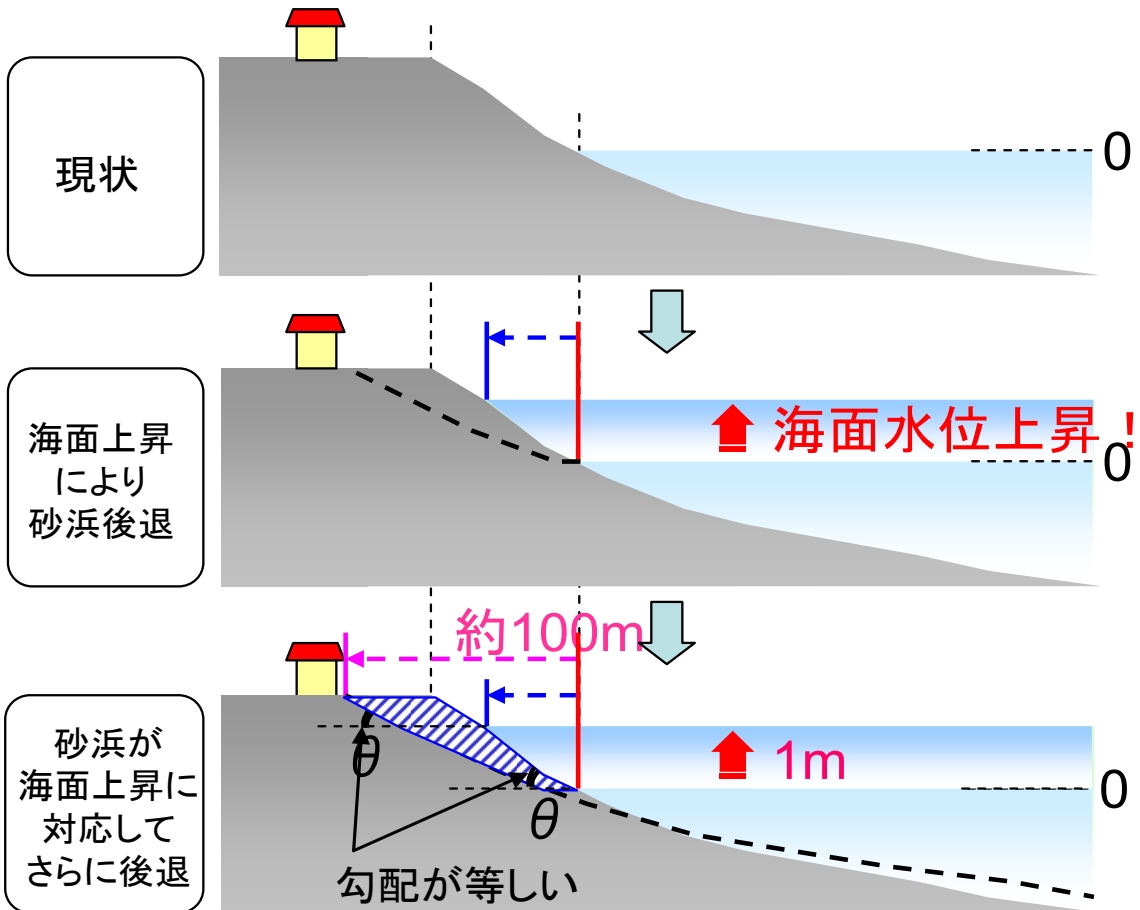


- ▶**厳島神社回廊の冠水回数は、1990年代は年間5回以下であったが、2000年代には年間10回程度、また2006年には年間22回も発生しており、なお冠水回数は増加傾向にある。**



厳島神社回廊の年間冠水回数(厳島神社社務日誌より中国地方整備局作成)

- 海面が上昇すると砂浜が安定勾配に移行しようとするため水位上昇分以上に汀線が後退。
- **1m海面が上昇すると砂浜は約100m後退し、我が国の砂浜の約90%が侵食されるおそれ**



海面上昇(m)	0.3	0.65	1
平均後退距離	30.55	65.4	101.04
侵食面積率	56.6	81.7	90.3

三村信男・幾世橋慎・井上馨子:「砂浜に対する海面上昇の影響評価」より河川局作成

➤ ダム等が計画された昭和20~40年代に比べて、近年は少雨傾向で年間降水量の変動幅も大きい

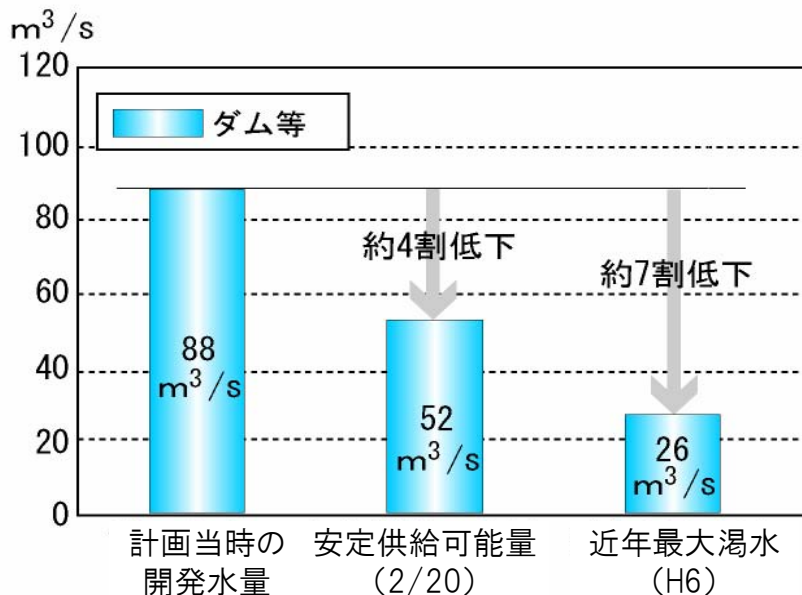
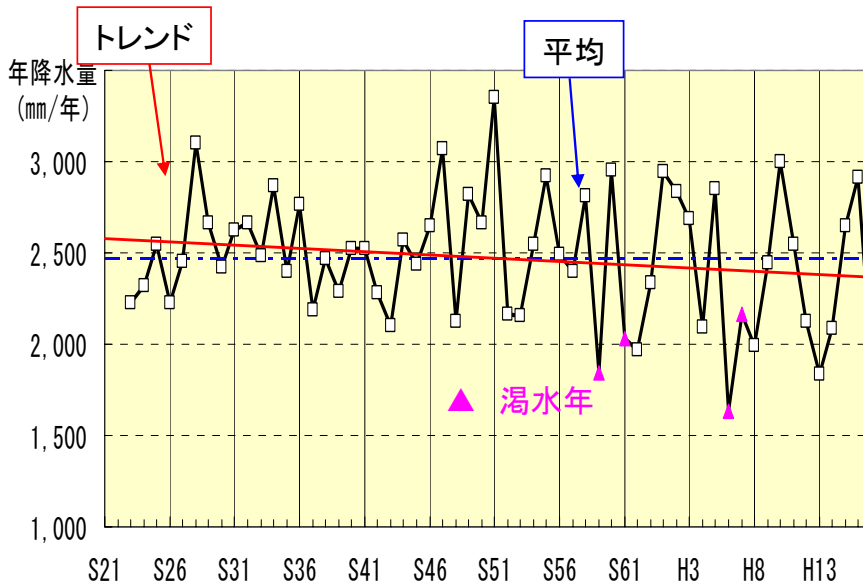
➤ これにより、ダムからの安定供給可能量は低下

【木曽川水系の例】

◇ 近年(昭和54年~平成10年): 計画当時に比べて約4割低下

◇ 近年最大渇水(平成6年): 計画当時に比べて約7割低下

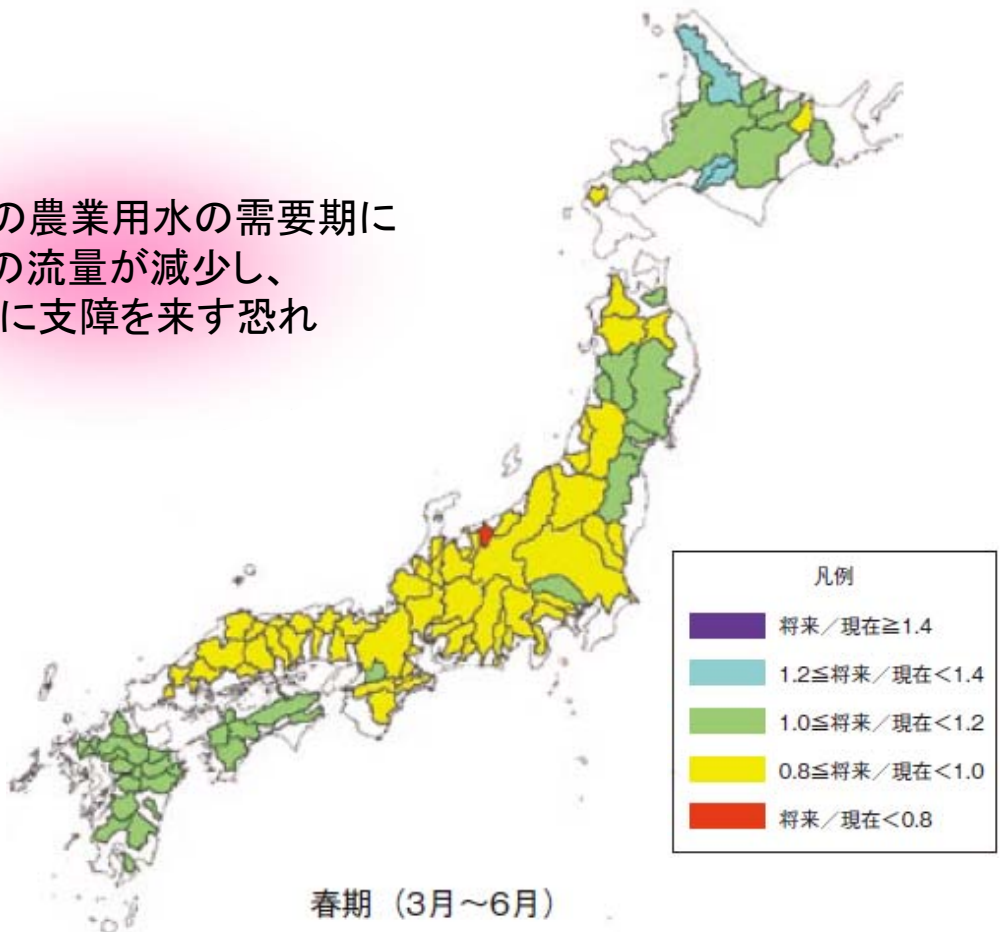
【木曽川水系の例】



河川流量に影響を及ぼす、降雪量と降雨量を加算した地表到達量について、現在と100年後を比較すると3～6月の間は多くの地域で減少

一級水系における現況(1979～1998年)と  
将来(2080～2099年)の地表到達水量の比較

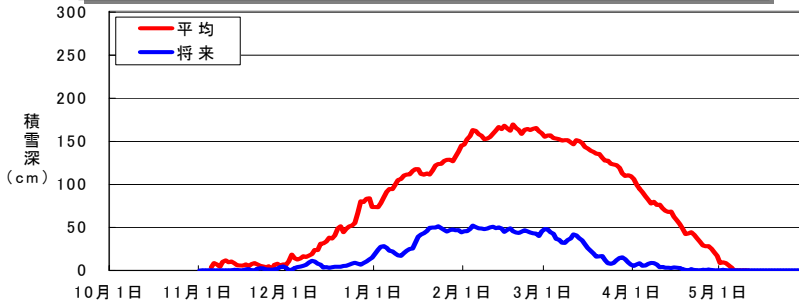
代かきなどの農業用水の需要期に  
河川の流量が減少し、  
水利用に支障を来す恐れ



(出典)平成19年版 日本の水資源 国土交通省 土地・水資源局

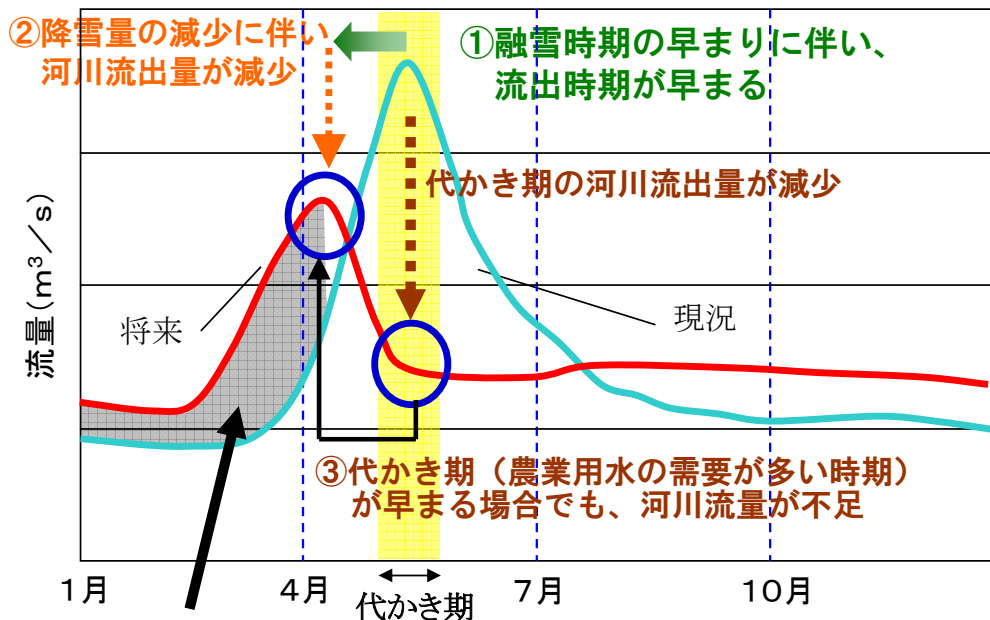
利根川上流域では、**積雪深が大幅に減少する可能性**  
これに伴い、融雪時期や春先の流出量の減少を生じる

温暖化が進むことによる、  
100年後の積雪深の変化(藤原)



\* 気象庁の温暖化予測モデル(RCM20)を基に国交省水資源部作成

温暖化に伴う①融雪時期の早まり、②降雪量の減少により、  
**河川の流出の形態が変化し、**  
③代かき期の早まりにより、  
**年間の水需要パターンの変化が予想され、水利用への深刻な影響が予想される**

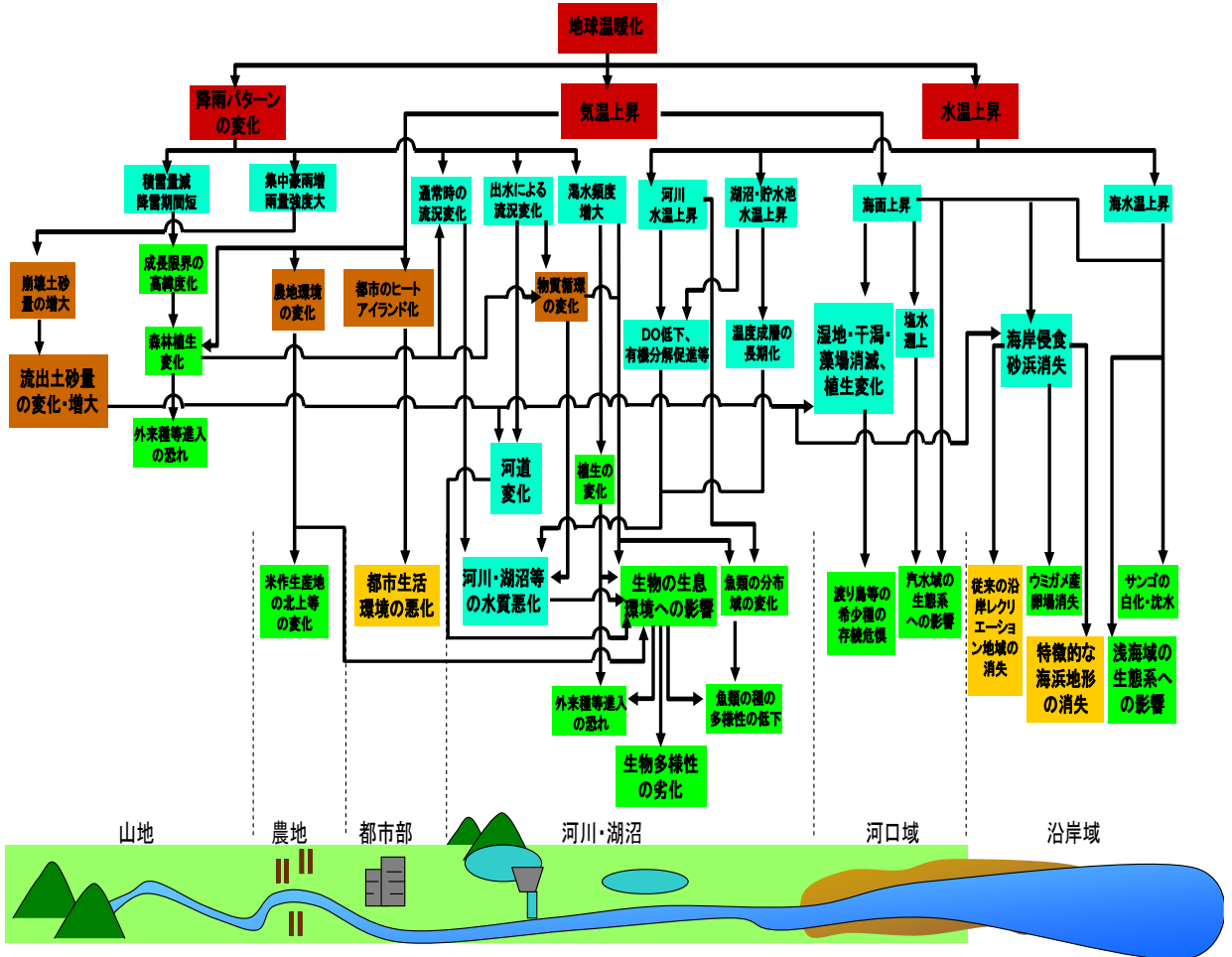


**無効放流の発生!**

ダムが満水の場合、無効放流(有効に利用できない放流)となる



## 地球温暖化に伴う河川環境・流域環境への影響 イメージ



「地球温暖化、(独)国立環境研究所: <http://www.nies.go.jp/escience/ondanka/ondanka01/index.html>。」「地球温暖化と日本(自然・人への影響予測)。原沢英夫・西岡秀三編著;古今書院、2003。」「地球温暖化を考慮した水環境管理。花木啓祐;水環境学会誌、Vol.29、No.2、pp57-61、2006。」「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的な水資源管理のあり方研究会(第4回会合)資料2」「第3回 気候変動に適應した治水対策検討小委員会」資料5」「ニュートン2007年8月号、(株)ニュートンプレス」「地球温暖化の日本への影響1996。環境庁地球温暖化問題検討委員会、1997.4)を参考に河川局作成。

諸外国においては、国土保全の観点から既に温暖化への対策に着手している例もある

## イギリス



テムズ川の高潮防御は1000年に1度の規模の安全度で対応がなされているが、気候変動により100年後には、その安全度が100年に1度の規模を下回ることが、推定され、現在、高潮対策の計画を2009年10月目処に策定中



(出典)

- DAVID RAMSBOTTOM(HR Wallingford Ltd ), SARAH LAVERY (Environment Agency ). 2007.
- PAUL SAYERS(HR Wallingford), BEN GOULDBY(HR Wallingford), OWEN TARRENT(Environment Agency ). 2007
- Environment Agency. 2005.

## オランダ



○通常の高潮施設は、1953年の災害を踏まえるとともに、将来の海面上昇(当時100年間で30cmを念頭に施設の耐用年数50年間で15cm)を見込んで設計・施工。  
○さらに、今後新設及び更新する施設は、**50年先の海面上昇(25cm～50cm程度)見込んで設計。**(マエスラント高潮堰は25cm見込んでいる)

(出典) Ministry of Transport, Public Works and Water Management

## 洪水リスクの評価・管理に関する指令

この指令では、気候変動が洪水発生に与える影響を含めた既往の知見に基づいた洪水リスク評価を2011年までにを行うことを定めたほか、複数の確率規模に対応した洪水ハザードマップや洪水リスクマップを2013年までに作成することとしている。また、洪水リスク管理計画は、これらのマップによる情報を基に2015年までに策定することとされている。計画の見直しの際に気候変動の影響を考慮することも定めている。

### ①洪水リスク予備アセスメント(Preliminary Flood Risk Assessment)の実施

加盟各国は、以下の内容の洪水リスク予備アセスメントを行うことが義務化される。

- A) 流域界及び小流域区分が入った地形及び土地利用がわかる地図。沿岸域(Coastal Area)の範囲もあれば含める。
- B) 大きな影響をもたらした過去の洪水に関する記述。今後も類似のことが起きる可能性がある場合には、浸水範囲、氾濫経路、生じた悪影響の内容の評価もこの中で行う。

### ②洪水ハザードマップと洪水リスクマップの作成

#### <洪水ハザードマップ(Flood Hazard Map)>

洪水リスク予備アセスメントの結果を基に、洪水で大きな被害が生じる恐れがある地域を特定し、最も適切な縮尺の洪水ハザードマップ及び洪水リスクマップを作成し、以下のシナリオに対応したものとする。

- A) 低頻度(Low Probability)又は激甚な事象(Extreme Event)対応のもの
- B) 中頻度(再起確率年 $\geq 100$ 年)
- C) 高頻度

洪水ハザードマップでは、以下の内容を示すものとする。

- A) 浸水範囲、浸水深又は水位
- B) 氾濫流速又は関連河川等の流速

#### <洪水リスクマップ(Flood Risk Map)>

洪水リスクマップは、上に示す各シナリオに対応するものとし、以下の内容を示すものとする。

- A) 被災する恐れがある区域内の住民の数の指数
- B) 被災する恐れがある区域内の経済活動種別
- C) 公害防止の観点から別のEU指令で定めている施設やその他の環境上の危険施設

### ③洪水リスク管理計画(Flood Risk Management Plan)の作成

洪水ハザードマップ及び洪水リスクマップを基に、洪水リスク管理計画を策定する。

OECD報告書において、我が国は「影響の評価は進んでいるが、適応対応策の策定が遅滞している。」と位置づけられており、諸外国においては、国土保全の観点から既に温暖化への対策が実施されている

実行中の対策事例				
米国	<p>ニュージャージー州では、気候変動対策で護岸整備に毎年1,500万ドルが割り当てられており、州は<u>将来護岸を必要とするような建設行為を禁止</u>している。</p>	<p>4つの州で海面上昇時に<u>湿地帯および砂浜が内陸に移動できるように、「定期的な役権」方針を導入</u>した。</p>	<p>ニューヨーク市では、気候変動の影響を考慮して<u>低地の汚水処理プラントの周辺に長期的なインフラ対策により洪水防護壁の整備等</u>を検討している。</p>	<p>ディアアイランド<u>排水処理施設は</u>、海面上昇の影響で防壁を建設する可能性を考慮して、<u>当初の予定よりも高い位置に施設を建設した。</u></p>
英国	<p>イギリスのテムズ川は、洪水防護基準を現状維持する場合、気候変動による海面上昇と高潮洪水地帯での急速な宅地開発の影響で、<u>2030年までに防潮堤の改修が必要になると予想されている。そのため、今後100年間のロンドンおよびテムズ河口保護のために、洪水リスク管理計画(Flood Risk Management Plan)を現在策定中</u>である。</p>			
オランダ	<p>高潮堤やダムは、<u>50cmの予想海面上昇を考慮した設計</u>がなされている。<u>ロッテルダム近郊の高潮堤が海面上昇の影響を考慮した初めての構造物として1997年に建造</u>された。</p>	<p>Technical Advisory Committeeは、<u>海面が85cm上昇し、100年に10%の割合で暴風雨が増加する</u>とした最悪のシナリオで、<u>今後200年間の安全性を保証することを推奨</u>している。</p>	<p>すべての水の護岸構造に関する安全基準を定めているFlooding Defence Actは、大臣により5年毎に改定が求められているため、<u>気候変動に関する最近の見識を5年毎に洪水護岸構造の設計に反映</u>。</p>	
オーストラリア	<p>南オーストラリア州政府は、<u>海面の30cmの上昇に対して、沿岸開発の100年間にわたる沿岸浸食に耐えうる安全性確保</u>を求めている。</p>			

## 水資源問題に関する気候変動に対する国レベルでの活動

「Climate change and water adaptation issues (EEA Technical report)(2007.2)」の

「Annex 1 Country level activities on climate change in relation to water resource issues」より

国名	主な活動
ベルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤防建設時、<b>60cmの海面上昇を考慮</b>する</li> <li>・気候変動と海面上昇により2100年までに、洪水リスクレベルは、現在の350年に1回から、25年に1回にまで上昇する</li> </ul>
チェコ共和国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BILAN、CLIRUN、SAC-SMAモデルを使用して、エルベ川、Zelivka川とUpa川流域への<b>気候変動によるインパクトスタディを実施</b>した</li> <li>・2001～2002年に、水文学者チームは、気候変動の水資源への影響を評価する新手法の実用性を検討した</li> </ul>
フィンランド	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候条件と経済条件のシナリオを設定して、社会全体としての<b>適応戦略を策定</b>した（農林省、2005年）（2005年～2015年の適応策として、洪水リスク地区の一覧表作成と洪水リスク管理総合計画の準備等を認定）</li> <li>・ハザードのリスク解析手法の開発、地域気候モデルによるシミュレーション及びその結果の地域計画への応用等について研究中である</li> </ul>
フランス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2006年に、<b>水管理の気候変動への適応を目的とした立法上の枠組み(2006年水法)を制定</b>した。</li> <li>・洪水ハザードマップは、フランス全土で作成済みであり、インターネットで閲覧可能である。・ミューズ、ロアール、ジロンド、ローヌ川流域における適応策に関する研究を開始した</li> </ul>
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水頻度の増加と洪水流量の増加の可能性を考慮に入れた<b>洪水管理を試行</b>している</li> <li>・バーデン地方とバイエルン地方では、新しい洪水管理計画において、気候変動要因の検討結果（ネッカー流域において2050年には小規模、中規模洪水の洪水流量が約40-50%増加し100年確率の洪水が15%増加する）を取り入れた</li> </ul>
アイスランド	<ul style="list-style-type: none"> <li>・予想される海面水位上昇はアイスランドの<b>新しい港湾の設計においてすでに考慮</b>されている</li> </ul>
スペイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>国家適応戦略を策定済み</b></li> </ul>
スウェーデン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Rossbyセンターシナリオに基づき、将来の<b>気候変化、平均的な流出量の変化について明らかにした</b>（選択シナリオの差、地域差、季節変動等について明らかにしている）ただし、極端なハザードについては、今後の課題である。・適応についての国家戦略は未策定ではあるが、2005年の夏に気候と脆弱性についての政府調査を開始し、2007年10月に調査結果がまとまる予定。調査報告には、種々の分野（社会基盤（道路、鉄道、および通信）、建物、エネルギーと水供給、林業、農業、人の健康、および生物多様性）における、経済上の結果が記述される</li> </ul>



## アジア諸国の適応策の状況

バングラデシュ	近年の洪水被害への対処として、コミュニティ参加による沿岸の植林、洪水シェルターや、主要な氾濫原における災害情報支援センターの建設等の提案、プロジェクトの実施主体や必要となる予算にも言及(NAPA2005)
ブータン	パイロット地域における地滑り管理、洪水防御対策、Pho Chu 流域における早期警報システムの設置等の提案(NAPA2006)
カンボジア	居住及び農業地域における洪水堤防の建設と復旧、沿岸防御施設の復旧等(NAPA2006)
中国	洪水管理技術、予警報技術等が不足しており、技術移転等の支援を要望(第一次国別報告書、2004)
インド	適応策のためのより正確な気候変動影響予測の必要性について言及(第一次国別報告書、2004)
タイ	適応策のためのより正確な気候変動影響予測の必要性について言及(第一次国別報告書、2000)
インドネシア	具体的適応策についての言及なし(第一次国別報告書、1999)
フィリピン	具体的適応策についての言及なし(第一次国別報告書、2000)
ベトナム	洪水ピーク流量の増加が懸念されており、調節池(150～200億m <sup>3</sup> )による適応策を検討(第一次国別報告書、2003)
韓国	政府が各部門における気候変動への適応策の必要性を認識し、水部門では中央と地方における効果的な早期警報システムの構築を目指す(第二次国別報告書、2003)

アジア諸国(日本を除く)は、気候変動枠組み条約における非附属書 I 国※に属し、適応技術の不足や予算の制約等により適応策を国家施策等に位置付けている例は少ない。なお、後発開発途上国(バングラデシュ、ブータン、カンボジア)に関しては地球環境ファシリティ(GEF)の助成によりUNEPや世界銀行の協力の下、国別適応計画(National Adaptation Programme of Action; NAPA)が策定されている。

※発展途上国であり排出削減に関する数値目標を有していない国

(出典)UNFCCC Portal site の各国のNAPA及び国別報告書より作成:

<http://unfccc.int/adaptation/napas/items/2679.php>、

[http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2979.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php)



- 先進諸国は、気候変動による水資源への影響を認識し、影響評価を進行
- 先進国(一部)は、国家、地域、流域レベルの適応戦略に着手
- アジア諸国では、技術的・予算的制約等により適応策を国家施策等に位置付けるのは少数

国名	顕在化している渇水事象	将来予測(渇水関連)	主な適応策の状況 (水資源管理関連)
アメリカ <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 常に国家の20%が渇水状態を経験</li> <li>✓ 広範囲の渇水の際は、程度の差(中程度～深刻)こそあれ、国家の80%が渇水を経験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 温暖化による蒸発散量の増加、渇水リスクの増大</li> <li>✓ 西海岸沿いでは、冬期の湿潤状態の増加、夏期の乾燥状態の長期化を懸念</li> <li>✓ 2050年までにシエラ山脈の積雪量は25%減少することを示唆</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ カリフォルニア気候変動センターの影響評価と適応オプションの検討</li> <li>✓ 節水対策の強化と表面貯留、地下水貯留、送水施設などを含む水管理・送水システムの拡張</li> </ul>
カナダ <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 干ばつ(2001～2002年)で作物の損失や保険支払いなどのため50～60億ドルの損失が発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 冬期の流出増加、夏期の流量減少と水温低下を懸念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ブリティッシュコロンビア州等での気候変動問題に対応した広範囲な地方水政策の実施</li> </ul>
オーストラリア <sup>3)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 激しい干ばつのために、2002～2003年の小麦生産量は半分以上の1,010万トンに減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 西オーストラリア州南西部では1970年代半ばから降雨が15%減少</li> <li>✓ 将来の気温の上昇により南西部の降水量のさらなる減少を予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 西オーストラリア州南西部の気候変動の影響と適応策に関する戦略を策定</li> </ul>
ヨーロッパEU <sup>4)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 過去30年においていくつかの大きな干ばつを経験</li> <li>✓ 過去100年間の北ヨーロッパの年降水量は10～40%増加、南・東ヨーロッパの年降水量は20%減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 北ヨーロッパの年降水量は1～2%/10年増加、夏季降水量減少</li> <li>✓ 南ヨーロッパの年降水量、夏季降水量は減少し、より頻繁に過酷な干ばつが予想される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ EU委員会は、2007年に適応策の重要性を訴える「グリーンペーパー」「EUの水不足と干ばつへの取組」を公表</li> </ul>

(参考文献) ※先進国、アジア諸国の動向は、国連気候変動枠組み条約(UNFCCC)へ提出された最新の国別報告書(National Communications)を参照

1) U.S. Environmental Protection Agency. 2006. Fourth National Communication of the United States of America Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

The California Strategic Growth Plan – Flood Control and Water Supply (Governor’s Budget 2008-2009)

2) Environment Canada. 2006. CANADA’S FOURTH NATIONAL REPORT ON CLIMATE CHANGE Actions to Meet Commitments Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

3) Australian Greenhouse Office within the Department of the Environment and Heritage. 2005. Australia’s Fourth National Communication on Climate Change A Report under the United Nations Framework Convention on Climate change

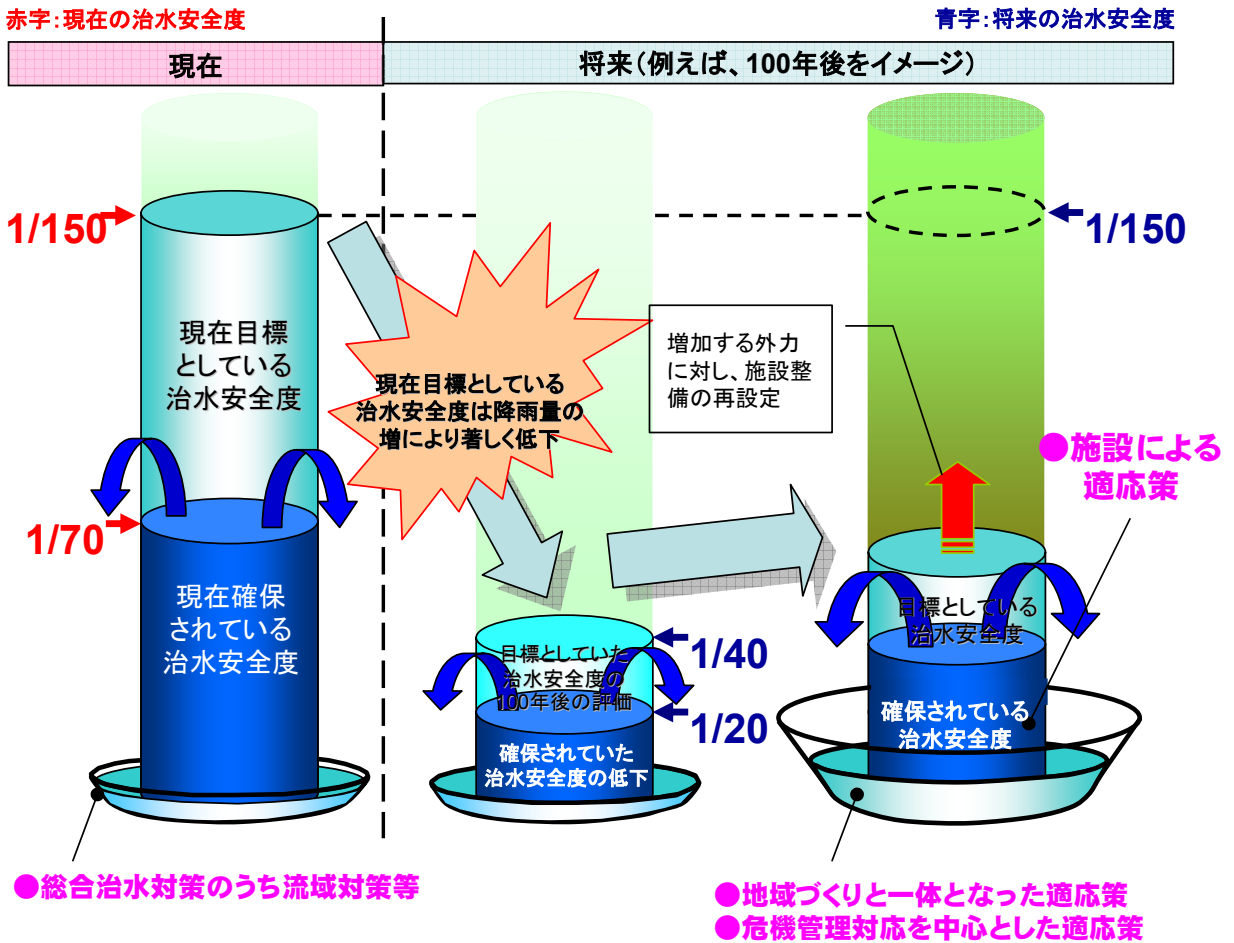
4) Climate change and water adaptation issues; EEA Technical Report, 2007

# 増大する外力への対応 洪水に対する治水政策の重層化

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

これまでの計画において目標としてきた流量に対し、河道改修や洪水調節施設の整備等を基本とする

- ・「河川で安全を確保するという治水政策」に加え、
- ・増加する外力に対し「流域における安全を確保する治水政策」を重層的に行う



起こりうる様々な規模の洪水を対象とし、その規模に応じて弾力的に流域で対応

# 増大する外力への対応 高潮への段階的な対応

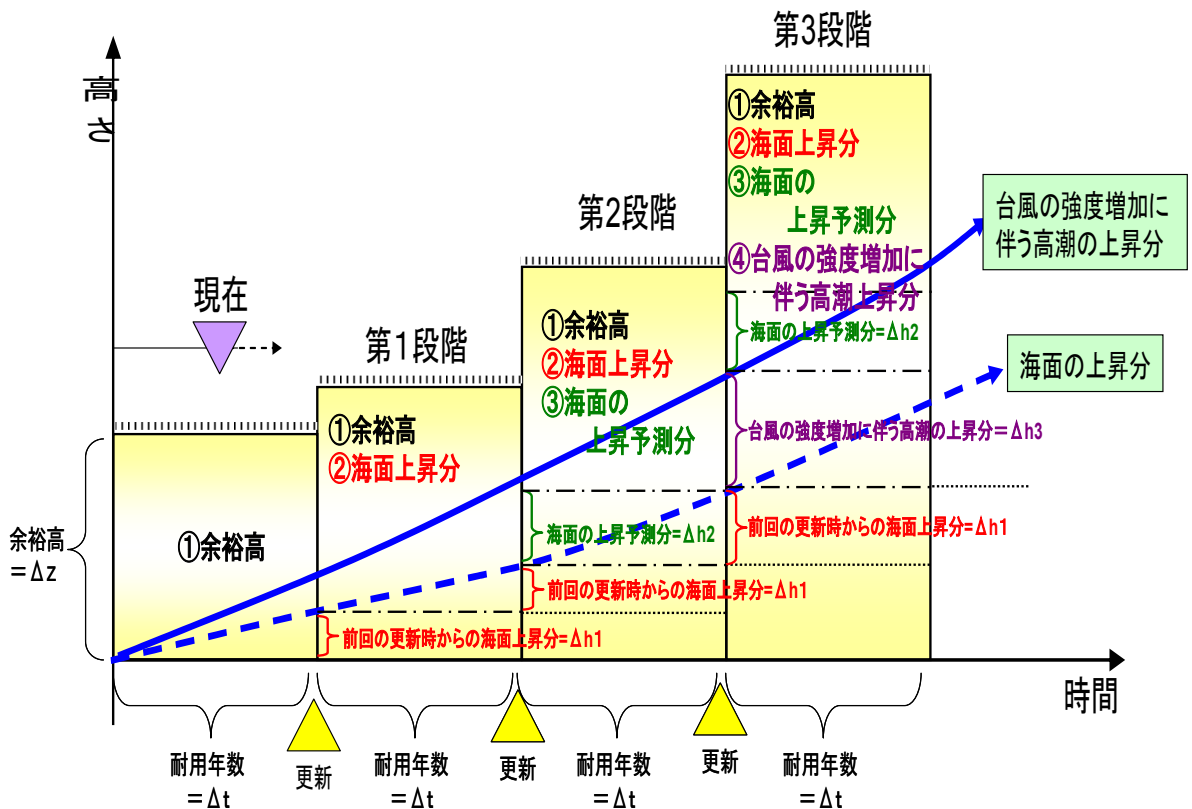
本文P26～45

Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

海面水位の上昇や台風の激化に対応するため、コンクリート構造の多い高潮堤防等においては、施設更新などにあわせて、増大する外力を見込んだ高潮堤防等の嵩上げを行い、浸水頻度を減少させる必要がある。

具体的には、今後の海面水位の上昇や台風の激化に係る研究の進展を踏まえ、嵩上げは段階的に考え、

- ・第1段階：既に上昇した海面水位上昇分を見込む
- ・第2段階：既に上昇した海面上昇分に加え、構造物の耐用年数を考え、外挿や予測計算などでその期間における海面水位上昇分を見込む
- ・第3段階：第2段階における考え方に加え、台風の激化に伴う高潮上昇分を見込む  
なお、海面水位の上昇に伴い構造物に作用する外力が目標を超えた場合でも壊れにくい構造設計の考え方を検討していく必要がある。



社会的要請

水資源の有効利用

安全でおいしい水

自然条件、社会条件  
の変化

震災・事故時の  
リスクの高まり

気候変動等に対する  
新たなリスク

総合的な水資源マネジメント  
安全で安心な潤いのある水の恵みの享受

総合的水資源マネジメントを  
進める上での基本的視点

水資源の有効利用の観点からの  
マネジメント

- 需給両面からのマネジメント
- 需要面では水を大事に使う社会の構築
- 供給面では、既存ストックの最大限活用
- 地表水と地下水が一体となったマネジメント

量と質の一体的マネジメント

- 人の生命・健康、水のおいしさ、人と水の関わり、生物の生存基盤に大きな影響を及ぼす水質をこれまで以上に重視、量と質の一体的な取り扱い

危機管理の視点からの  
マネジメント

- 震災・事故時、安全保障の観点から国民への影響の最小化

気候変動リスクへの対応

- 新たなリスクを基本的なリスクとして早い段階から順応的に対応

量の対応

質への対応

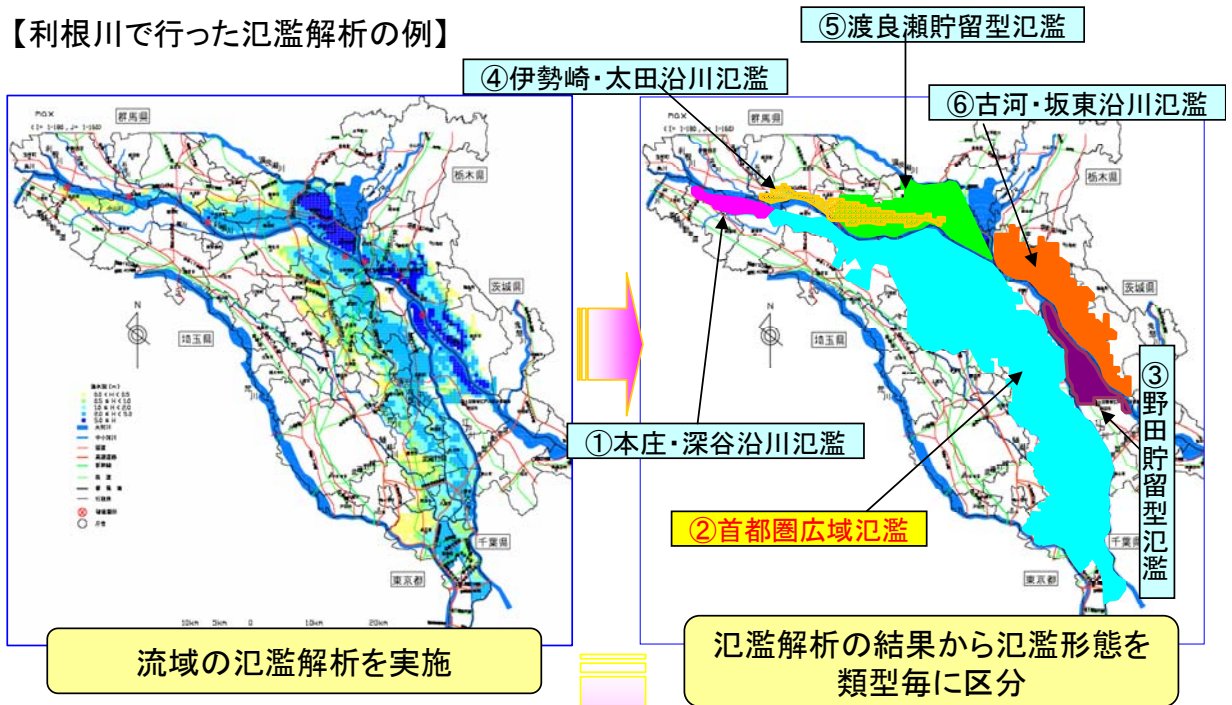
リスク管理

量の対応

# 災害リスクの評価 適応策の評価と政策の決定

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

【利根川で行った氾濫解析の例】



類型区分内を適応策に応じて  
地区毎に細区分

道路や鉄道  
の盛土

河川

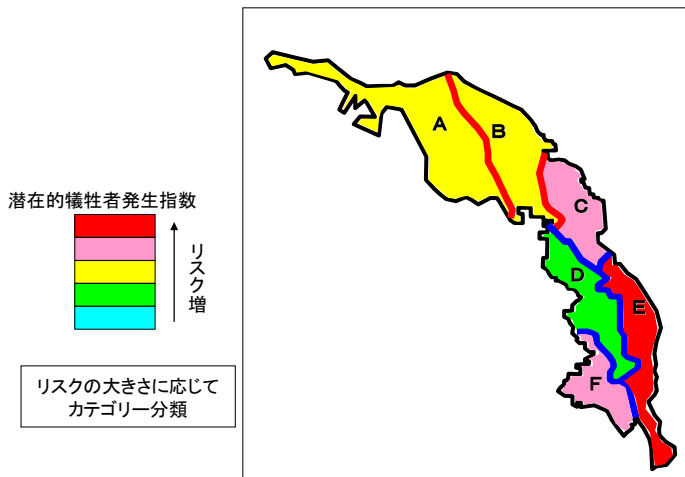
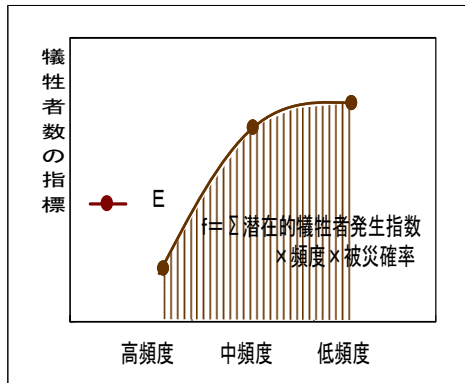
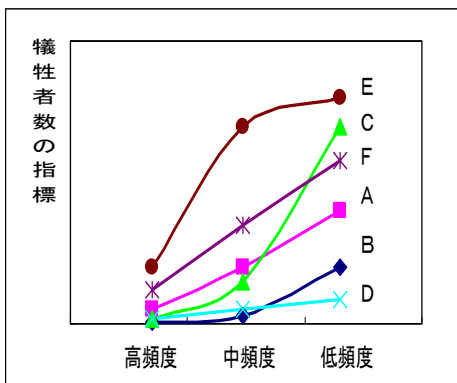
【②首都圏広域氾濫】でのイメージ

類型区分においても、道路や鉄道の線盛土、河川などによりさらに細かいブロックに分け、それぞれで防御計画を立案

気候変動により『**外力指数**』は増加する。施設整備や土地利用の見直し、危機管理対応の強化などの適応策により『**防災力指数**』を向上させるとともに、その結果として適応策により人的被害など『**被害・影響指数**』を減少させることにより、『**災害リスク**』を軽減させることが可能となる。

$$\text{災害リスク} = \frac{\text{外力指数} \times \text{被害・影響指数}}{\text{防災力指数}} \times \text{被災確率}$$

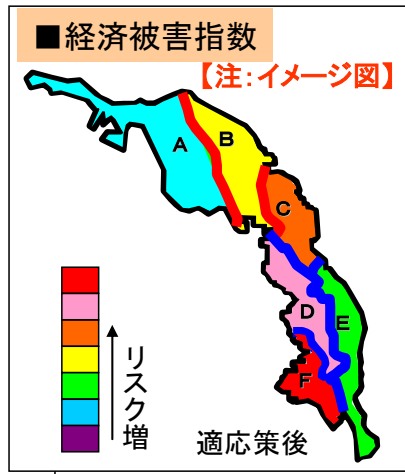
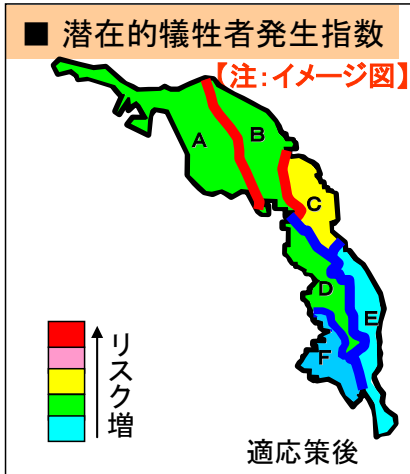
- ・外力指数 : 自然的外力や場の条件  
(気象、水文、地形・地質などと外力規模)
- ・被害・影響指数 : 災害に対する社会的脆弱性  
(浸水人口、浸水家屋、道路・鉄道・ライフラインへの悪影響など)
- ・防災力指数 : 国や自治体、コミュニティの防災への取組み(適応策)  
(治水施設の整備状況、ハザードマップの整備状況、防災意識など)



氾濫域の地形について、道路や鉄道などの盛り土や河川堤防などを反映して細分化



目標に対して、評価項目間の関連、トレードオフの検討とともにコストなどを総合的に検討し政策決定



評価項目や適応策などに関する制約条件の下で目的関数の最大化を図る

$$\Delta f = f_1 - f_2$$

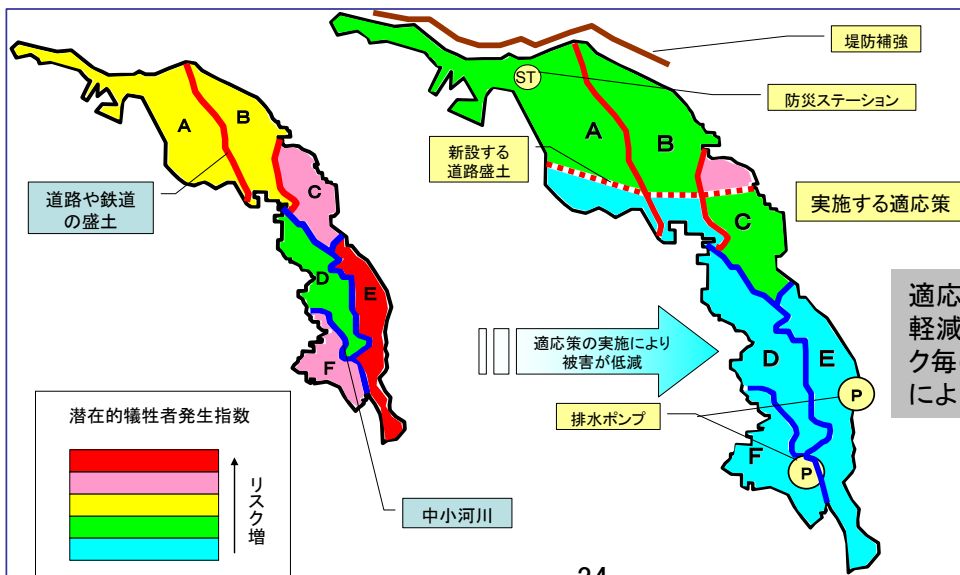
$$\sum_i^n \alpha_i \cdot \Delta f_i \Big/ \sum_i^n C_i$$

$f_1$ : 現況の被害・影響指数  
 $f_2$ : 適応策後の被害・影響指数  
 $\Delta f$ : 適応策により低減された被害・影響指数  
 $\alpha_i$ : 評価する被害・評価指数ごとの重み係数  
 $n$ : 対象とした評価項目数  
 $C$ : コスト

複数の指数による被害・影響の検討が必要

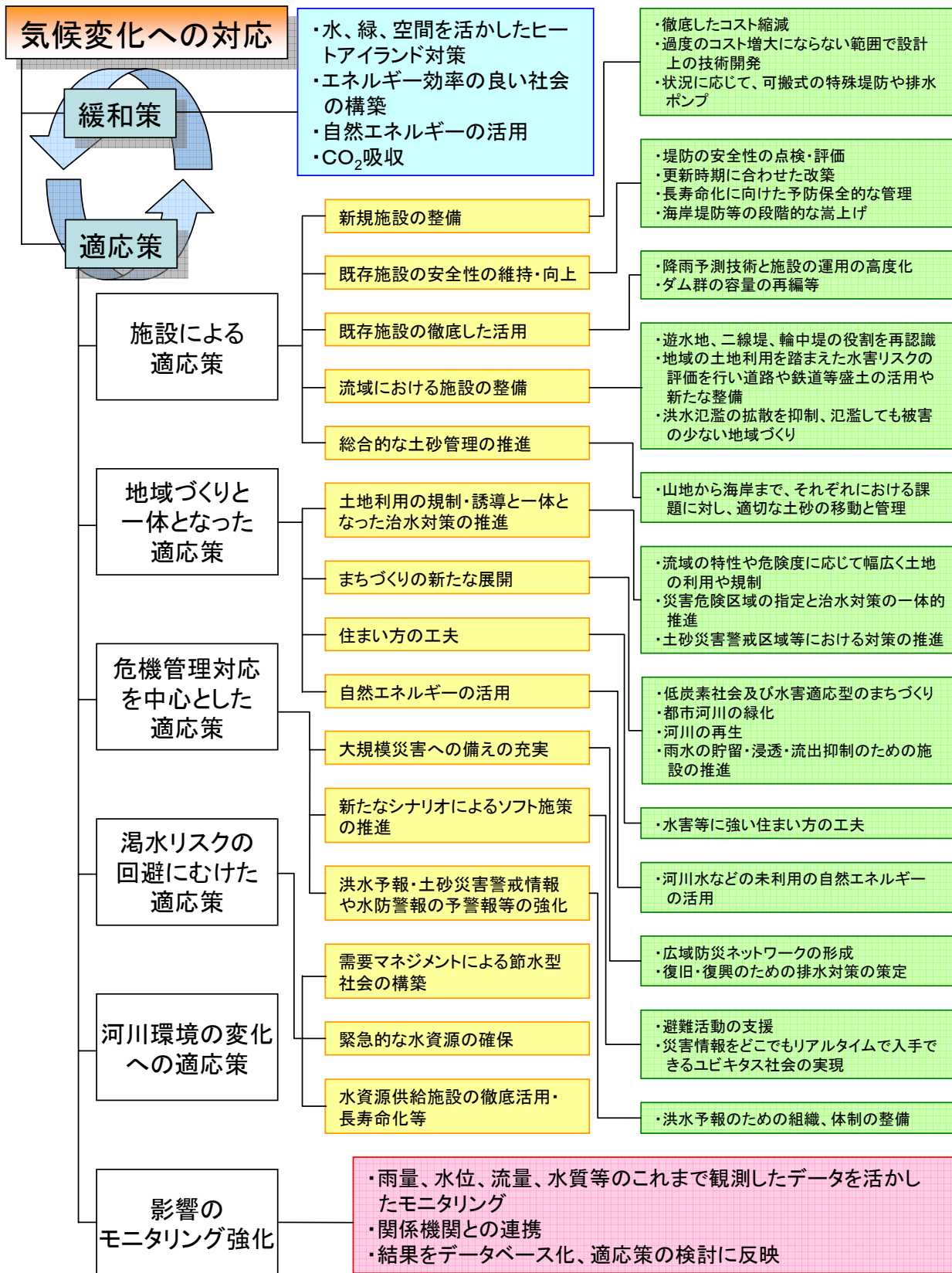
被害・影響指数の例

- 被害・影響指数  $f$
- 潜在的犠牲者発生指数
  - 経済被害指数
  - 行政サービス機能低下指数
  - 浸水家屋指数
  - 環境被害指数



# 気候変化への緩和策及び適応策の体系

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向



# 新規施設の整備：堤防、洪水調節施設等の整備

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

新たな堤防整備や河道の拡幅・洪水調節ダムの建設など新規施設の整備



洪水調節施設の整備(ダム)



洪水調節施設の整備(地下調整地)

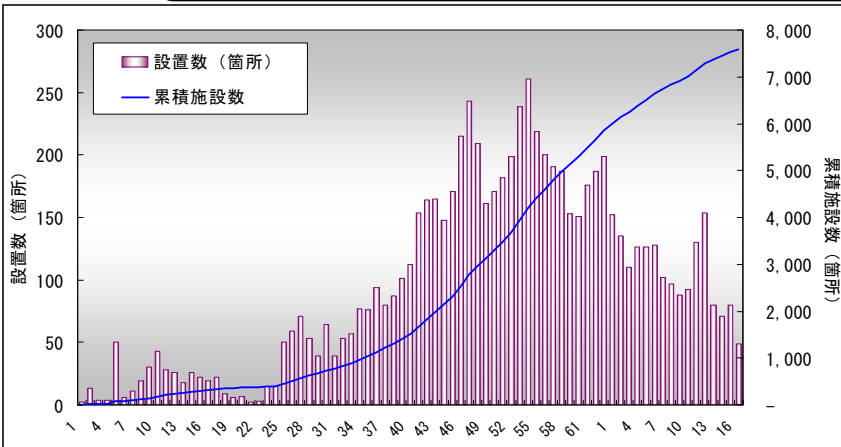


高規格堤防の整備

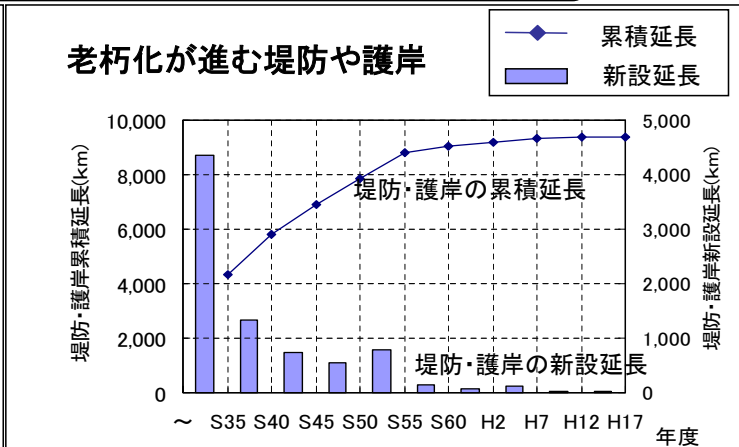
# 既存施設の安全性の維持・向上：老朽化が進んだ護岸への対応

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

更新投資の集中を避けるため、施設の安全性の点検・評価を行い、長寿命化に向けた予防的な管理を行うなど計画的な維持管理が必要



高度経済成長期に集中的に整備した施設が、今後維持・更新期を迎えることで費用が増大

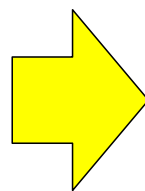


昭和30年代までに海岸堤防・護岸の約6割が整備済み

対策前



コンクリートの劣化等老朽化が進んだ護岸



対策後



前腹付けによる老朽化対策後の護岸



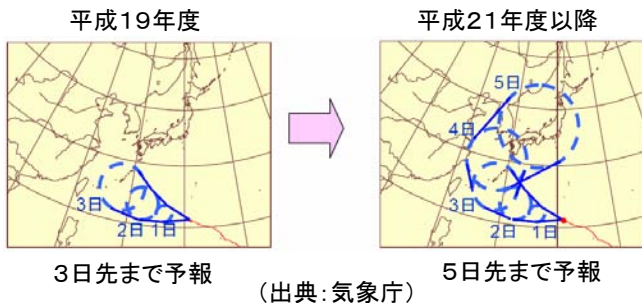
# 既存施設の徹底した活用： 降雨・流出予測技術と施設の運用の高度化

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

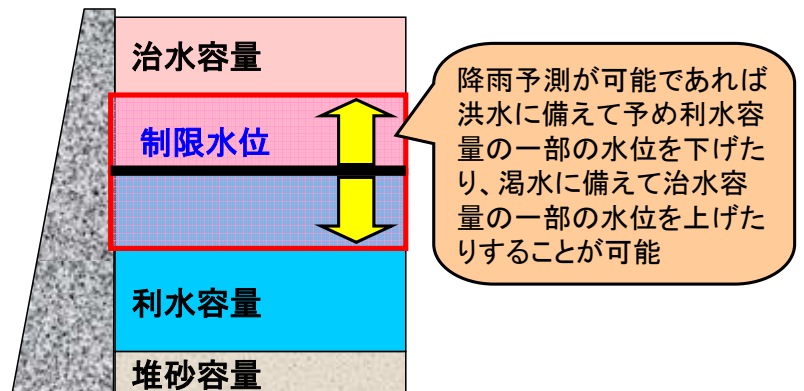
降雨・流出予測の精度向上により、より効果的なダム運用を実施し、洪水調節効果を高める

## ◎降雨予測技術向上への気象庁の取り組みの例

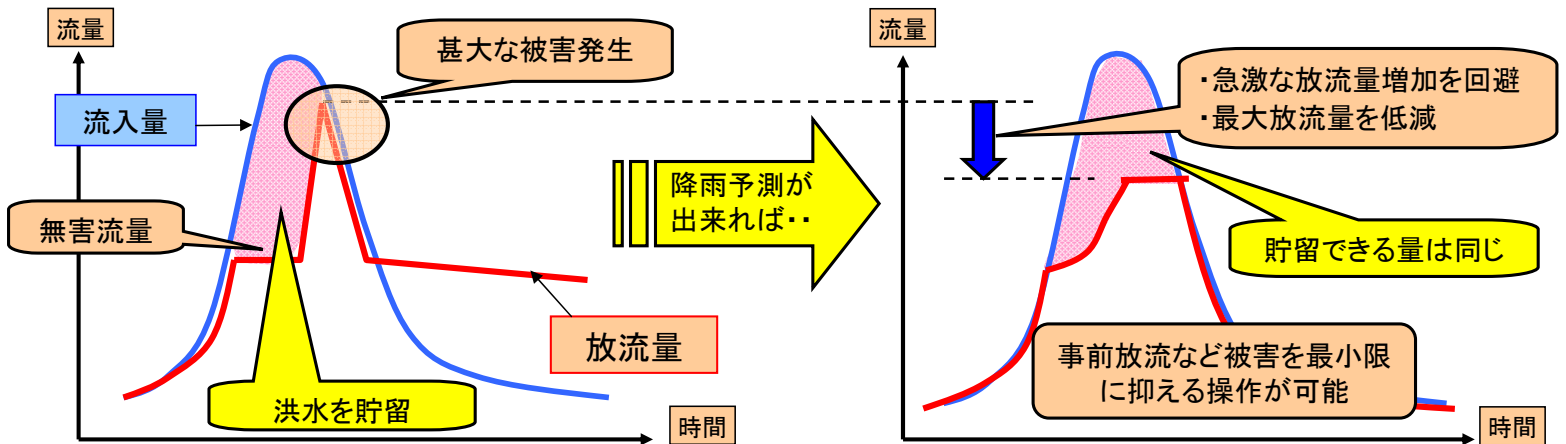
「台風5日予報作成システム」を構築し、21年度の台風シーズンから予報期間を延長して、5日予報を実施する



## ◎治水と利水の各容量を効率的に利用することが可能



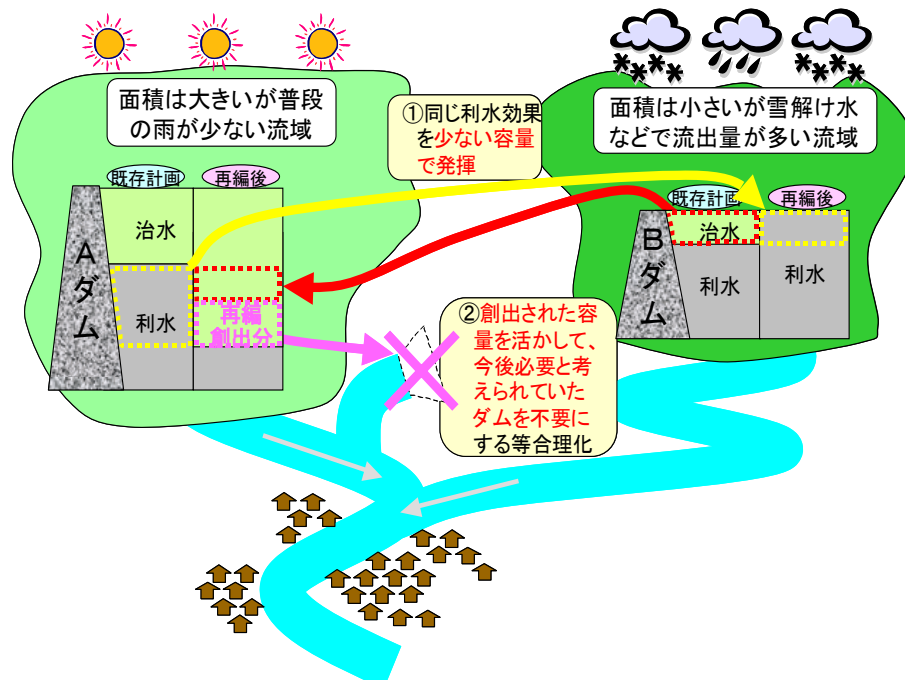
## ◎計画規模を超える洪水に対する操作において急激な放流量の増加を避けることや最大放流量の低減が可能



# 既存施設の徹底した活用： 治水容量と利水容量を振り替えるダム群の再編

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

流域における降雨・流出特性やダムの運用状況を踏まえ、既設ダム間で治水容量と利水容量を振り替えるなどダムの再編を実施



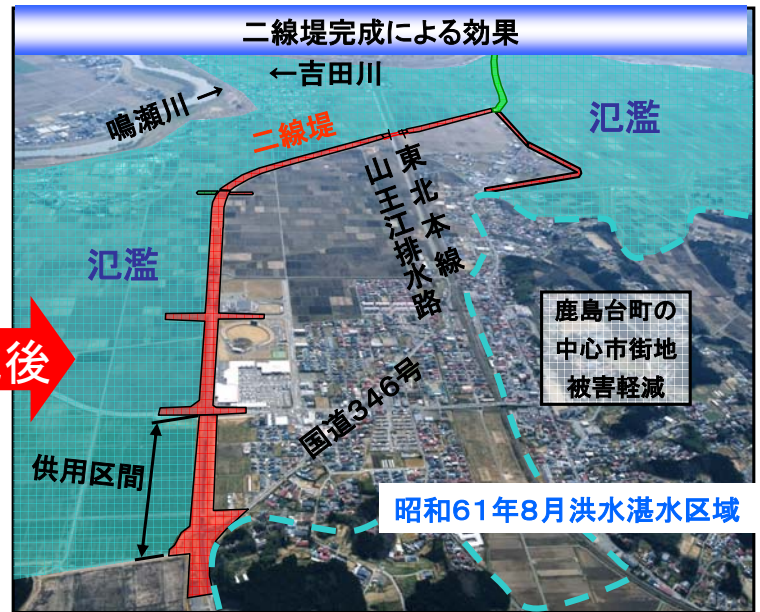
## ダム群の再編

- 既存ダムの利水容量の治水への活用
- 既存ダム・新設ダムをあわせた容量振り替え

洪水調節効果を高め、治水安全度を向上させる



## 二線堤等により被害エリアの拡大を防止するための氾濫流制御の実施



合計4箇所の破堤により、浸水面積は3,060ha、床上浸水家屋は1,510戸を数え、低平地など局所的に12日間も浸水した。

当地区の二線堤は道路事業(バイパス工事)と連携し、整備を実施中である。

# 流域における施設の整備：道路事業と連携した輪中堤の整備

### 道路整備と連動した河川整備

- 上今井地区輪中堤：千曲川
- 輪中堤の整備をバイパス整備と連動し、事業費を軽減
  - 県道のボックス部には戸溝を設けて閘門化
  - 閘門の管理は地元対応



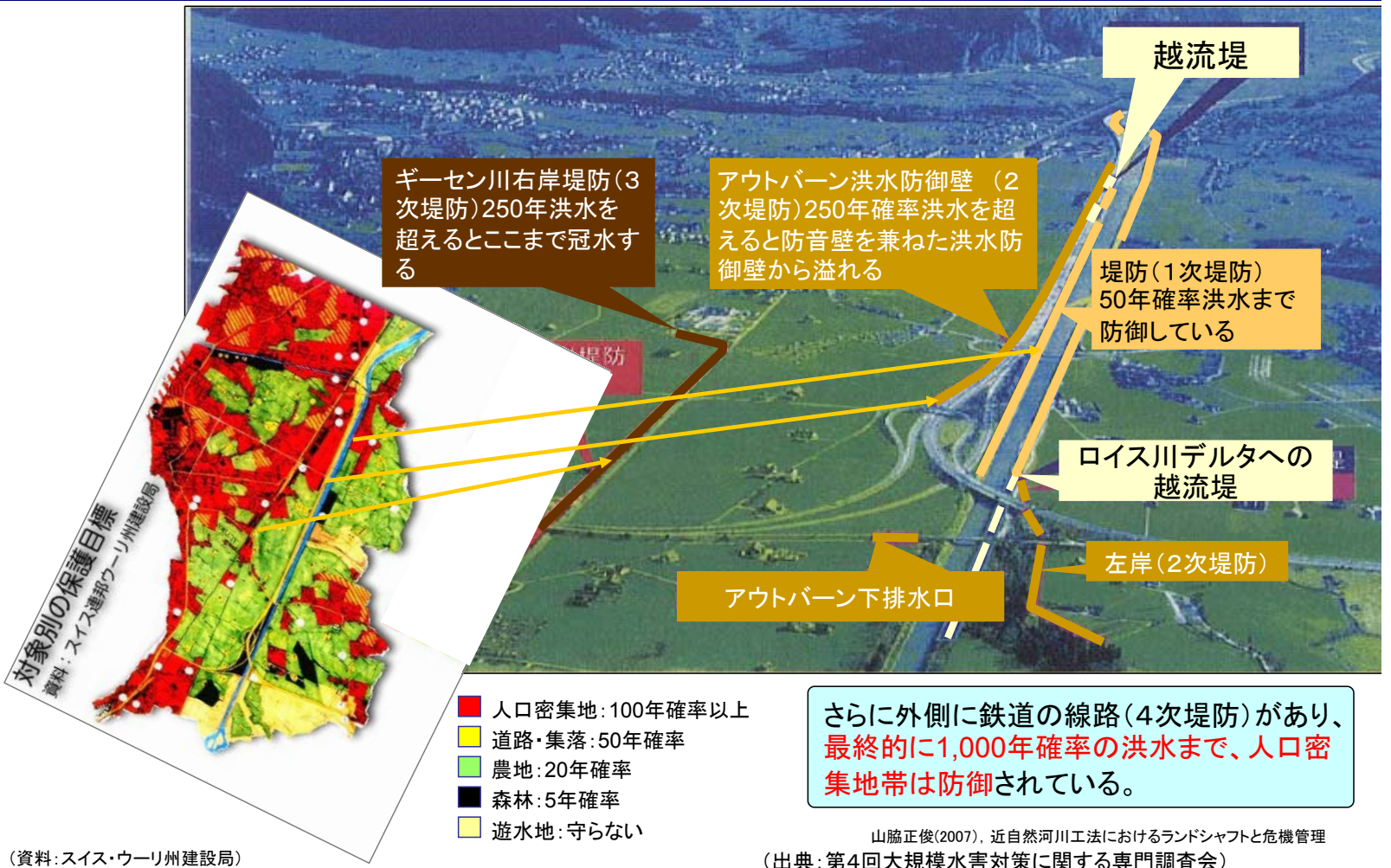
地域の動向を把握し、他事業と連携・連動して治水効果の早期発現を図る必要がある

(提供：北陸地方整備局)



**流域における施設の整備** 土地利用に応じた治水安全度の設定と  
**幾重もの洪水氾濫防御施設の整備 (スイス)**

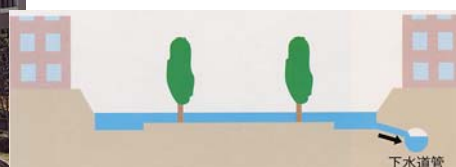
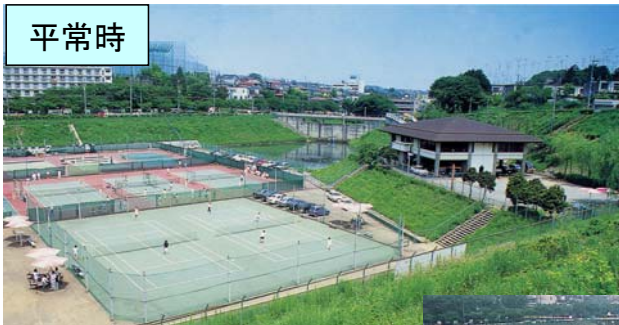
本文P26~45  
 III-2. 適応策の基本的方向



**流域における施設の整備:**  
**雨水の貯留・浸透・流出抑制のための施設の推進**

本文P26~45  
 III-2. 適応策の基本的方向

**雨水貯留浸透施設の設置**





総合的な土砂管理計画に基づき、砂防・ダム堆砂・河床変動・海岸侵食に対して連携して対策を実施

●透過型砂防堰堤



●ダムにおける排砂



●サンドバイパス





透過型砂防堰堤

ダムからの排砂  
土砂バイパス

砂利採取規制

サンドバイパス

対策内容へ  
フィードバック

●土砂バイパス

美和ダム洪水(排砂)バイパス



洗水(排砂)バイパストンネル  
A=50m<sup>2</sup> L=4,300m

美和ダム  
1959年完成  
H=69m, V=29.95  
百万m<sup>3</sup>, A=311km<sup>2</sup>

既存の砂防堰堤のスリット化



土砂生産実態調査



河床変動調査



河川内環境調査



海岸地形調査



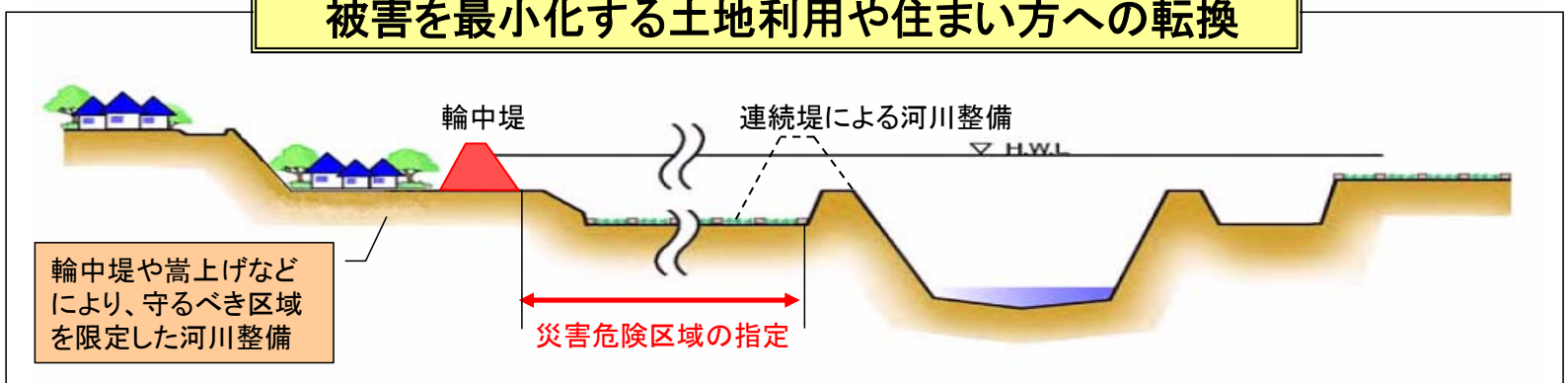
改善効果のイメージ



海岸線保持のために養浜工を継続 → 自然の力で砂浜を維持 → 護岸・橋梁保護等の維持が永続的に必要 → 構造物の保護の維持経費の軽減

施設による対応のレベルを越える大きな洪水に対して、浸水を前提とする土地利用や地域づくりで対応

## 被害を最小化する土地利用や住まい方への転換

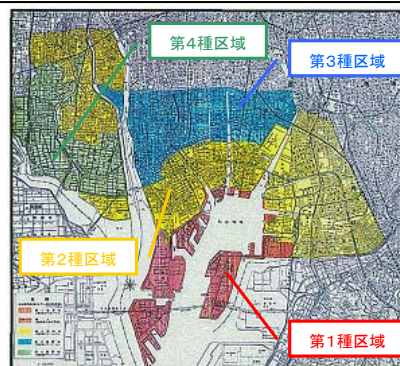


## 災害危険区域の指定による土地利用規制

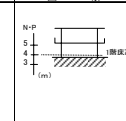
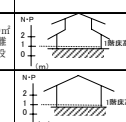
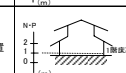
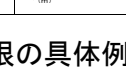
### 建築基準法抜粋（災害危険区域）

第39条 地方公共団体は、条例で、津波、高潮、出水等による危険の著しい区域を災害危険区域として指定することができる。

2 災害危険区域内における住居の用に供する建築物の建築の禁止その他建築物の建築に関する制限で災害防止上必要なものは、前項の条例で定める。



名古屋市臨海部防災区域図

種別	1階の床の高さ	構造制限	図解	説明
第1種区域	N-P(+) 4m以上	木造禁止		建築物の建築禁止 範囲→海岸線・河岸線から50m以内で市長が指定する区域 制限→原住室を有する建築物、病院及び児童福祉施設等の建築禁止 木造以外の構造で、居住室等の床の高さをN-P(+) 5.5m以上としたものについては建築可能
第2種区域	N-P(+) 1m以上	2階以上に居室設置 緩和:延べ面積が100㎡以内のものは遊樂堂、遊樂設備の取置に主たる目的		公共建築物の制限 (第2種~第4種区域) 範囲→学校、病院、集会所、官公署、児童福祉施設等その他これらに類する公共建築物 制限→1階の床の高さN-P(+) 2mかつN-P(+) 3.5m以上の居室設置
第3種区域	N-P(+) 1m以上			
第4種区域	N-P(+) 1m以上	2階以上に居室設置		

条例による制限の具体例(名古屋市)

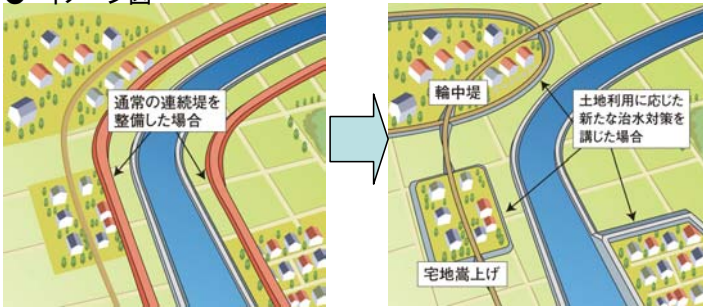


連続堤によらない治水対策は、従前から制度があったが、災害危険区域の指定を事業の採択要件とすることによって、災害危険区域に関する条例を制定した自治体が増加

治水対策が困難である地域において、土地利用状況等を考慮し、効率的・効果的な家屋浸水対策を実施

- 床上浸水被害等を解消するために行う輪中堤の築造や宅地の嵩上げ、貯留施設等の設置であって、以下に該当するもの
  1. 近年の浸水被害が著しい地域であること
  2. 地域の意向を踏まえ、この治水方式が河川整備計画等に位置づけられていること
  3. 総事業費が通常の連続堤方式等により改修を行う場合の事業費を上回らないこと
  4. 氾濫を許容することとなる区域において、災害危険区域の指定等必要な措置がなされること

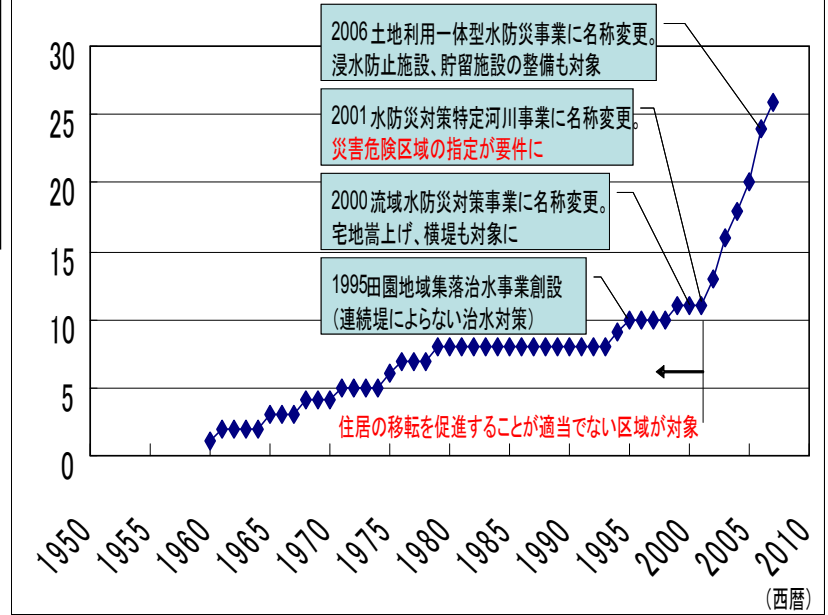
● イメージ図



家屋の移転が必要となるなど完成までには多大な費用と期間が必要

輪中堤や宅地嵩上げを効率的に短期間で実施することにより、家屋の浸水被害を解消

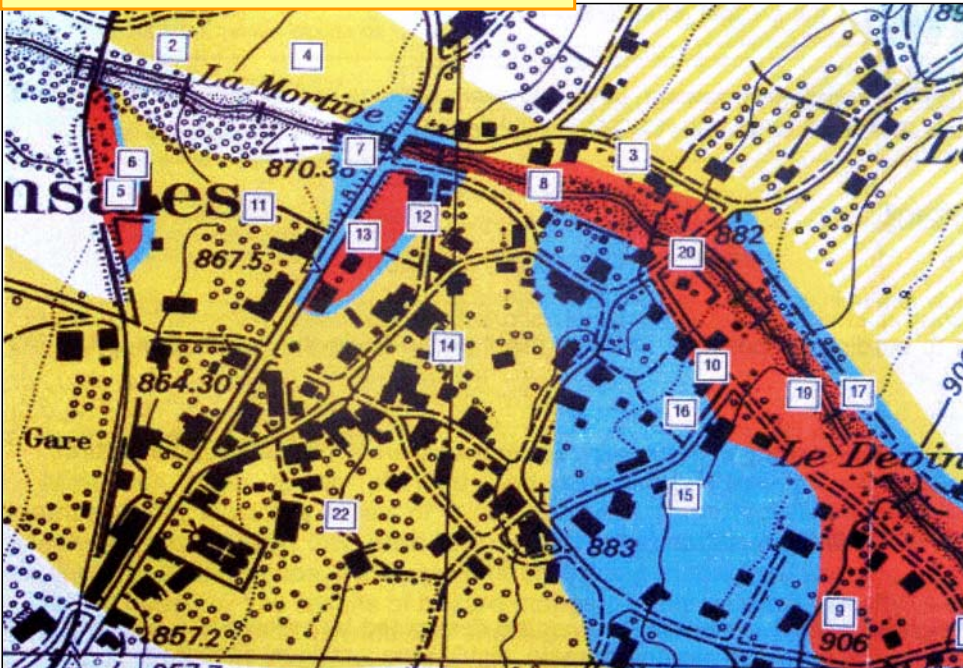
災害危険区域の指定に関する条例を制定した自治体数(累計)



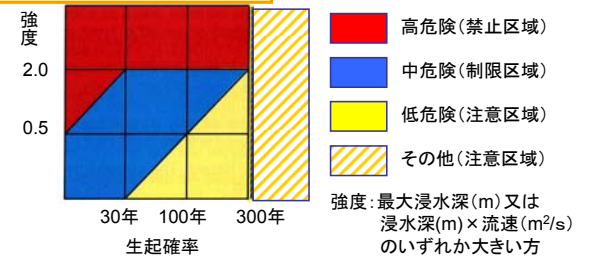
注) 上記は、指定理由が「出水」を含む災害危険区域に関する条例を制定した自治体数の年度別推移

- スイスのハザードマップは、危険の程度に応じて3色(赤、青、黄)に分類。さらに、大規模な災害により影響<sup>注1)</sup>が生じる地域を記載。
- 色分けは災害の強度(最大浸水深、浸水深×流速)と生起確率を指標として分類。
- ハザードマップは、連邦政府の勧告に従い、地方政府の土地利用計画に反映。
- この方式(Swiss system)は、ドイツ・ザクセン州、ニカラグア、エクアドル、チェコでも採用。

スイスの洪水ハザードマップの事例



危険度の凡例



高危険区域	建物の新築禁止。既存建築物の利用は可能。(室内においても生命の危険がある)
中危険区域	建物を新築する場合には、自然の作用に対して十分な強度を持つこと。詳細は自治体の建築基準に規程。
低危険区域	生命に関する建築物、学校などが集中する建築物は、自然の作用力に対して十分な強度を持つこと。
その他	土地利用の規制なし。上水道施設、学校、病院など重要施設については、災害が発生した場合の施設の安全性確保や危機管理計画における対応策の整備に努力する。

注1: 標準的な設計の外力を上回るなど

(出典: 第4回大規模水害対策に関する専門調査会)

National Plattform Naturgefahren, Hazard Maps Instruments The Swiss System And its Application Aboard



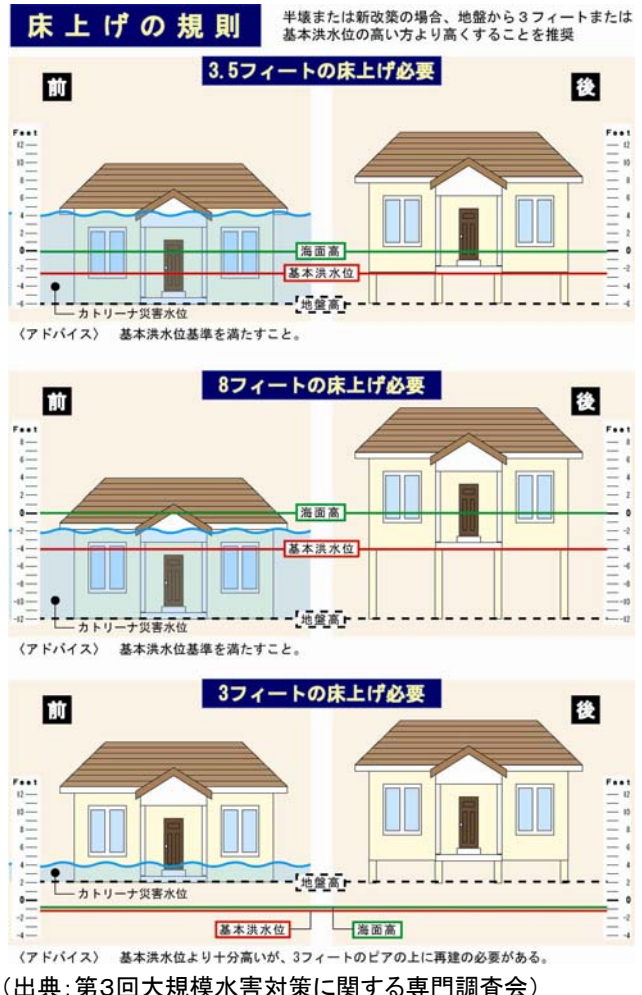
# 土地利用の規制・誘導と一体となった治水対策の推進： 保険制度を活用した被害の軽減

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

- ▶ アメリカの建築基準は、FEMAが定義する洪水危険区域内<sup>注1)</sup>では、氾濫水位に相当する基本洪水位<sup>注2)</sup>以上の高さに設計洪水位<sup>注3)</sup>を定め、床高を設計洪水位以上にすることを規定<sup>1)P300, 2)P37</sup>。
- ▶ 設計洪水位は国家洪水保険への加入に合わせて地域ごとに定める<sup>3)</sup>。
- ▶ ニューオーリンズ市の洪水危険区域内の設計洪水位は、基本洪水位と宅地面から3フィートの高さのいずれか高い方に設定。また、洪水危険区域外の住宅についても、宅地面から3フィート以上の床高が必要<sup>4)P9</sup>。
- ▶ FEMAは、洪水の危険性が高い地域の保険加入者に対し、嵩上げ費用等が家屋価格の50%以上の場合に最高3万ドルまで補助<sup>5)</sup>。

## ニューオーリンズ市における床上げ高さの規則<sup>6)</sup>→

注1：100年に1度の生起頻度の洪水により浸水する区域  
 注2：BFE: Base Flood Elevation  
 注3：DFE: Design Flood Elevation  
 1) International Building Codes 2006, International Code Council  
 2) Flood Resistant Design and Construction, ASCE Standard  
 3) Christopher P. Jones, PE (2006), Flood Resistance of the Building Envelope ([http://www.wbdg.org/design/env\\_flood.php](http://www.wbdg.org/design/env_flood.php))  
 4) Lambert Advisory, Bermello, Ajamil & Partners Inc. Hewitt- Washington (2006): Reconstruction Implications (<http://www.nocitycouncil.com/advisoryBaseFloodElevation.pdf>)  
 5) FEMA(2006): Increased Cost of Compliance Coverage (<http://www.fema.gov/business/nfip/icc.shtm>)  
 6) New OrleansNet LLC: Raising Rules ([http://www.nola.com/katrina/pdf/raising\\_rules.pdf](http://www.nola.com/katrina/pdf/raising_rules.pdf))



# 土地利用と一体となった治水対策の推進： 土砂災害警戒区域等における対策の推進

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

土砂災害の規模の増大に対して、警戒区域等の見直しを行う。

## ■土砂災害防止法(H12土砂法制定)の概要

対象となる土砂災害：急傾斜地の崩壊、土石流、地滑り

### 土砂災害防止対策基本指針の作成[国土交通大臣]

- ・土砂災害防止に基づき行われる土砂災害防止法に関する基本的な事項
- ・基礎調査の実施について指針となるべき事項
- ・土砂災害警戒区域等の指定について指針となるべき事項
- ・土砂災害特別警戒区域内の建築物の移転等の指針となるべき事項

### 基礎調査の実施[都道府県]

- ①都道府県は、土砂災害警戒区域の指定等の土砂災害防止対策に必要な基礎調査を実施
- ②国は、都道府県に対して費用の一部を補助

### 土砂災害警戒区域の指定[都道府県知事]

(土砂災害のおそれがある区域)

- 警戒避難体制の整備
- 警戒避難に関する事項の住民への周知

<警戒避難体制>  
・市町村地域防災計画  
(災害対策基本法)

### 土砂災害特別警戒区域の指定[都道府県知事]

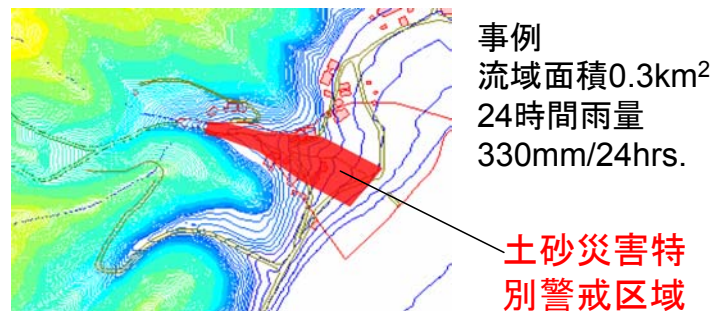
(建築物に損壊が生じ、住民の生命または身体に著しい危険が生じるおそれがある区域)

- 特定開発行為に対する許可制  
対象：住宅宅地分譲、社会福祉施設等のための開発行為
- 建築規制(都市計画区域外も建築確認の対象)
- 移転等の勧告
- 移転者への融資、資金確保

<建築物の構造規制>  
・民家を有する建築物の構造耐力に関する基準の設定  
(建築基準法)

<移転支援>  
・住宅金融公庫融資等

- ・ 最大24時間雨量が増加すると、土砂災害特別警戒区域(土石流)は拡大する。



雨量を1.5倍  
すると...



警戒区域等の見直し

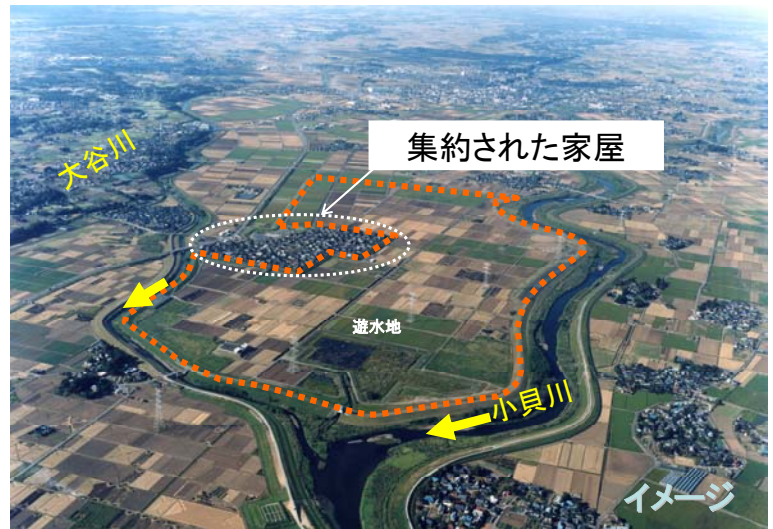
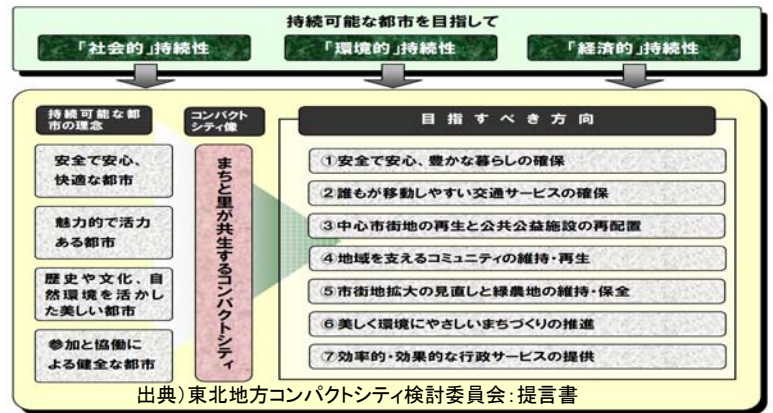
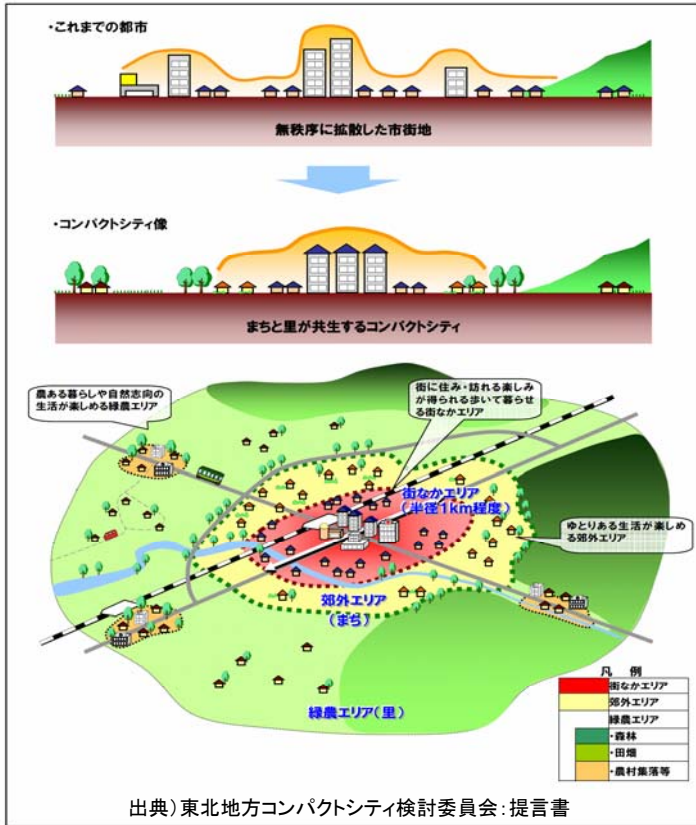


**まちづくりの新たな展開：  
治水対策を実施しやすい集約型のまちづくり**

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

**エネルギー効率が良く、治水対策のしやすい  
住居棟の集約型のまちづくりを実現**

■「東北地方の中小都市」のコンパクトシティの概念図



母子島遊水地の状況(平成2年度完成)

**まちづくりの新たな展開：  
低炭素型及び水災害適応型のまちづくり**

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

**低炭素社会への取り組みと水害に強いまちづくりを一体  
として実施するまちづくり**

**一体的な共同事業（レイクタウン整備事業）**

**治水対策として河川事業の調整池建設**

〔流域の治水安全度の向上を図る〕

+

**土地区画整理事業による新市街地整備**

〔安全性・利便性・快適性に配慮した  
潤いと緑豊かな水辺都市を創造〕

**さらに、緩和策**

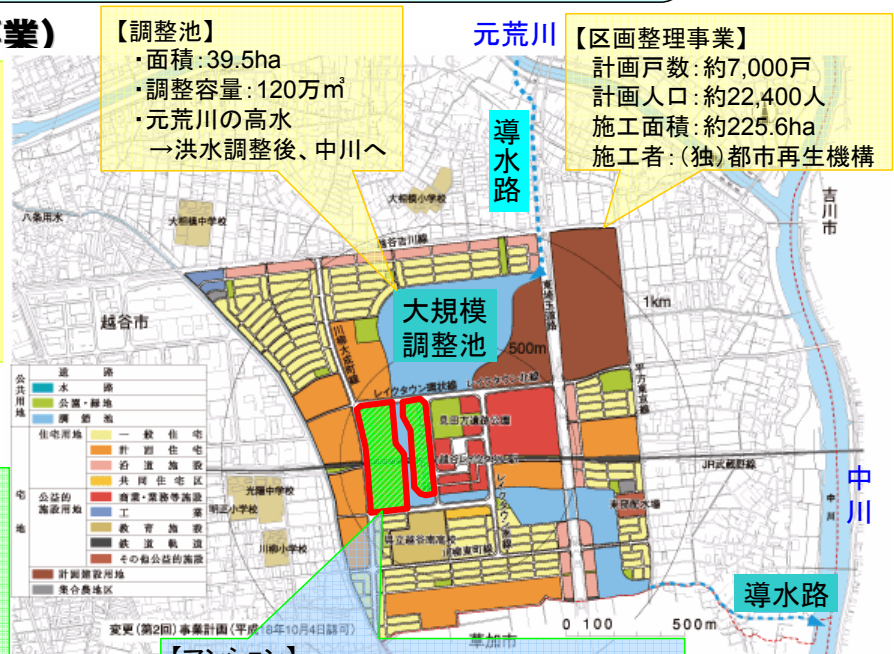
**街区まるごとCO<sub>2</sub>20%削減事業**

(環境省モデル事業の第一号採択)

〔住宅メーカーが分譲マンション(500戸)  
戸建住宅(132戸)を一体開発〕

**適応策と緩和策が一体となったまちづくり**

(出典)独立行政法人都市再生機構HPより河川局作成





**まちづくりの新たな展開：  
都市河川における緑のネットワークの形成による風の道の確保**

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

- ▶ 東京都では、H18.12に「10年後の東京都」を策定
- ▶ 『水と緑の回廊で包まれた、美しいまち首都東京を復活させる』を第1の柱に
- ▶ 都市防災や潤いと安らぎを与える機能だけでなく、**ヒートアイランド対策など都市環境向上を含めた多面的な効果も期待**

これまで整備されてきた一定規模の緑地を、  
有機的に結び「風の道」を創出

具体的な目標を持って計画的に推進  
「緑の10年後の東京プロジェクト」

水辺の緑化率（河川延長比）  
H27まで90%以上（H17=52%）



緑の親水回廊化



ツタによる護岸の緑化



（出典）東京都HP「10年後の東京 ～東京が変わる～」より河川局作成

**まちづくりの新たな展開：  
暗渠化された都市河川の再生による水辺や緑地空間の形成**

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

清溪川（チョンゲチョン）復元事業は、ソウル市中心部を西から東へ流れる清溪川上の5.8kmの覆蓋構造物（6車線の地上道路と4車線の高架自動車専用道路）を撤去し、都市河川を復元した事業。

**<復元工事概要>**

- 期間：2003年7月  
～2005年9月
- 内容：清溪高架道路等の撤去と清溪川の復元整備
- 区間：5.84km
- 事業費：約3,900億ウォン



**<復元の効果>**

- (1) 清溪川訪問者の増加
- (2) 都心の温度低下
- (3) 商店街の活性化
- (4) 多様な生物の回帰

清溪川流域の夏場の温度は、周辺部の温度よりも平均3～4℃低く、風の流れも速くなり、流域は「自然のエアコン」になっている

- ・清溪川の水が流れる地点の気温は、川の復元前に比べ最大23%まで下がり、鐘路（チョンノ）5街に比べると1.7度～3.3度低下
- ・平均風速は2002年7月（平均風速0.7m/s）に比べ清溪4街は最大6.9%、清溪8街は最大7.8%速くなった。



（出典）ソウル市資料より



**まちづくりの新たな展開：**  
**規制を用いた雨水の貯留・浸透・流出抑制**

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

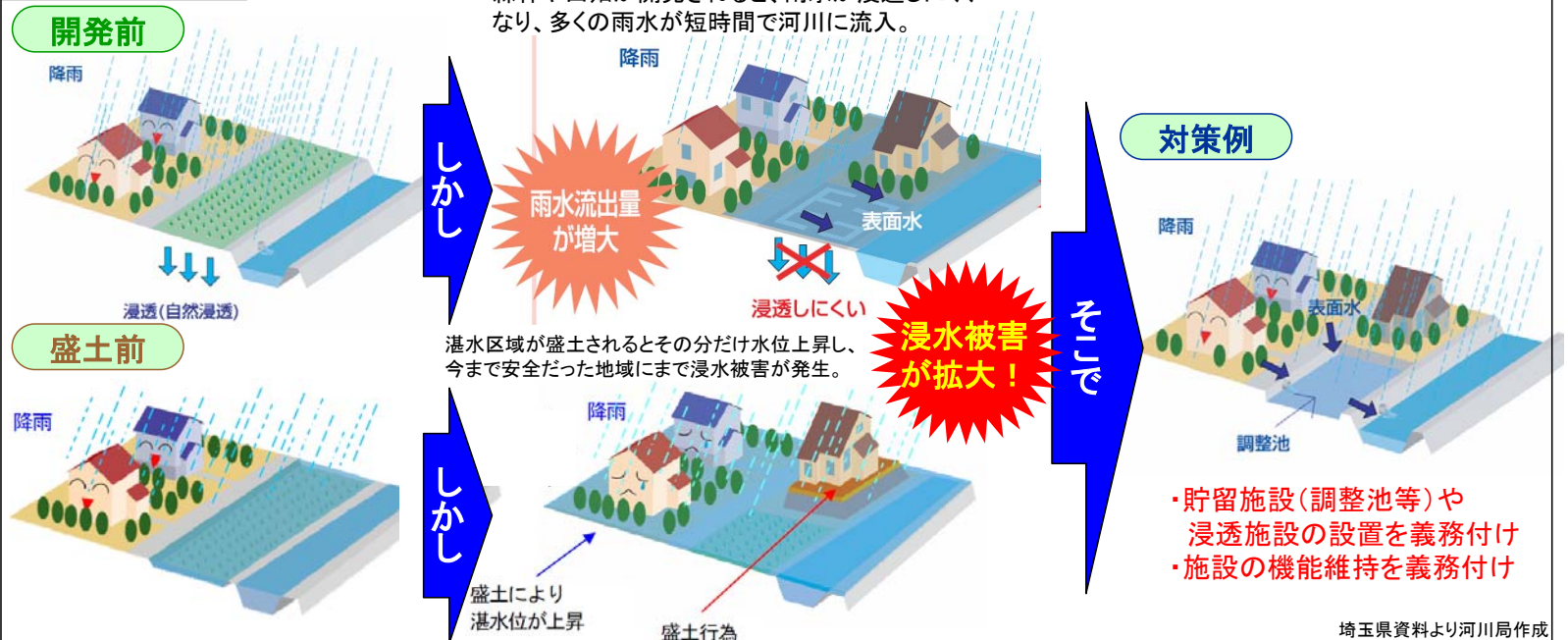
開発行為等に対して、流出抑制施設の設置を義務付けることにより、浸水被害を軽減

**埼玉県**の例 **雨水流出抑制施設の設置等に関する条例** (平成18年10月～)

**制度概要**

- ・1ha以上の**開発行為**及び指定区域内での**盛土行為**に対し、雨水流出抑制施設の**設置を義務付ける**。
- ・さらに設置施設完成後は、その**機能の維持・管理を義務付ける**。 → 条例違反の場合の罰則有り

**制度イメージ**



**まちづくりの新たな展開：**  
**助成・規制を用いた雨水の貯留・浸透・流出抑制**

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

- 雨水貯留浸透施設の設置により流出を抑制
- 誘導策と規制策を組み合わせることにより、普及を促進

**千葉県市川市の例** **市民あま水条例**

○制度名：市川市宅地における雨水の地下への浸透及び有効利用の推進に関する条例 (平成17年7月～)

**制度の概要**

- ・市が指定する地域における新築・増築に対する浸透施設設置を**義務付け**
- ・市が指定する地域における既存施設への浸透施設の設置への**助成**
- ・市内全域における新築・増築・既存建築物への小型貯留施設設置への**助成**

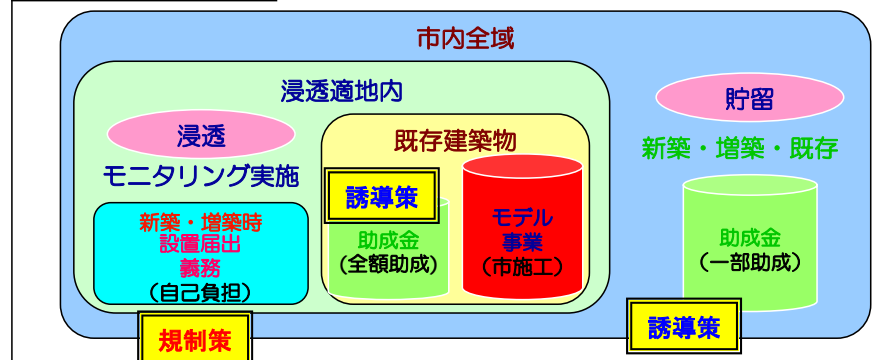
○規制について：

- 【浸透】**・・・指定地域、新築・増築
- ・新築・増築時に建築面積38m<sup>2</sup>ごとに350φ×600の浸透ます1基を設置
  - ・雨水排水計画の届出

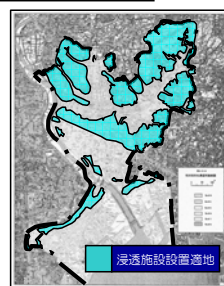
○助成について：

- 【貯留】**・・・市内全域
- 雨樋取付型：購入設置費用の1/2 (上限2.5万円)
  - 浄化槽転用型：改造費用の2/3 (上限8万円)
- 【浸透】**・・・指定地域、既存建築物
- 標準積算基準より算出した額を全額助成

**制度の概念図**

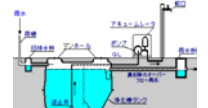
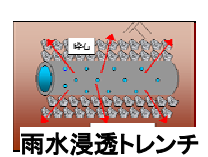


**指定地域**



市全域で地質調査を実施し、浸透しやすい場所を指定

**主な対象工事**



市川市資料より河川局作成



## 浸水に強い建築構造への誘導



横浜ラポール

▲鶴見川多目的遊水地の中に建っているため、洪水時にも施設の利用が可能ないようにピロティ構造とした



▲鶴見川の近くに住んでいるため過去の経験を生かし、洪水時に被害がないようピロティ構造とした

# 住まい方の工夫：助成を用いた高床式住宅への誘導

## 住宅の高床工事への助成などにより浸水被害を軽減

東京都中野区の例 **高床工事助成事業** (平成17年12月～)

### 制度の背景

平成17年9月の集中豪雨

時間100ミリ以上の豪雨

妙正寺川、善福寺川が氾濫

浸水面積:119ha

床上浸水:1,171棟

床下浸水:2,175棟

(新宿区・中野区・杉並区の合計)



氾濫状況(中野区提供)

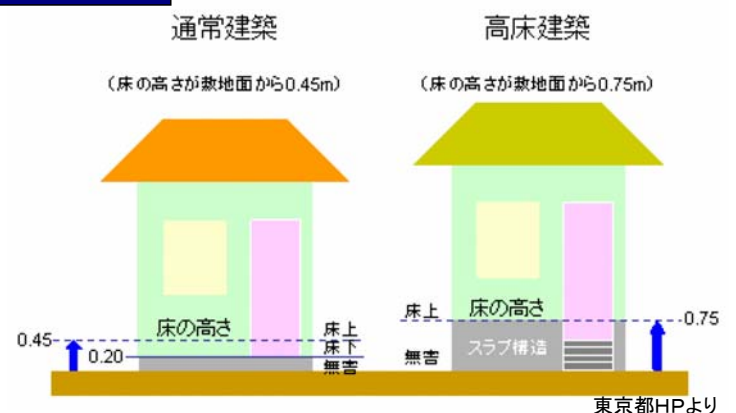
住宅高床工事の費用の一部を助成する制度を開始

(平成17年12月～)

### 制度の概要

- 制度名：高床工事助成事業
- 助成対象者：中野区が指定する地域内での住宅建築主
- 助成対象となる工事：
  - (1) 高床の高さが敷地面から75cm以上で、床上浸水が防止できること
  - (2) 床下部分が浸水に耐え、かつ通水の容易な構造であること 等
- 助成額：
  - 高床部分の床面積に、工事費単価を乗じた額の1/2の額(上限200万円)

### イメージ





○止水板の設置への助成などにより浸水被害を軽減

## 千葉県我孫子市の例 浸水防止工事の助成制度 (平成16年4月～)

### 制度の概要

大雨により住宅、店舗、事務所、駐車場等に**浸水被害を受けた者**が、浸水被害の軽減を図るために行う浸水防止工事について、浸水被害者の経済的負担の軽減を図るために助成金を交付。

○制度名：浸水防止工事の助成制度

○助成対象者：

市が作成する浸水被害者台帳に記載されている方又はハザードマップに示す対象範囲以内にある住宅等に浸水被害を受けた住宅等の所有者又はその使用者

○助成対象となる工事：

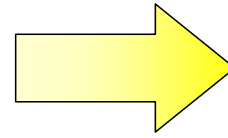
- (1) 住宅等の出入口又は敷地内に防水板その他浸水を防ぐ設備の設置工事
- (2) 敷地内への浸水を防ぐためのブロック壁の設置工事その他改修工事 等

○助成額：

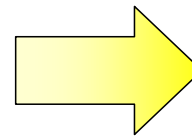
助成対象となる工事の合計経費の1/2の額(但し、上限30万円)

### 助成例

#### 例1) 止水板の設置



#### 例2) 駐車場等のかさ上げ



写真：我孫子市提供

## 大阪中之島周辺



- 未利用エネルギー(河川水)を利用した地域冷暖房、鉄道の整備に併せた公園・緑化の整備などを実施
- 水都・大阪の特性を活かした**地球温暖化・ヒートアイランド対策**を集中的に実施。

### 省CO2型の都市デザインの実現へ

① 中之島三丁目地冷のCO2排出量低減効果 (実績・試算)

**約8.0kg-CO2/m2/年の低減**

(単位延床面積当り)

(対個別熱源・空気熱源方式)

② 中之島地区全体への展開

・地区全体の建物延床面積：約2百万m2

(既新設予定含む約15棟)

その内1/2が河川水利用のトッランナー機器を採用するとして

**約8,000ton-CO2/年の低減**

大阪市温対推進目標 31.5万ton-CO2/年

(2010年度)の約**2.5%**に相当

[経済価値：24百万円/年(CO2排出権コスト3千円/tonとして)]

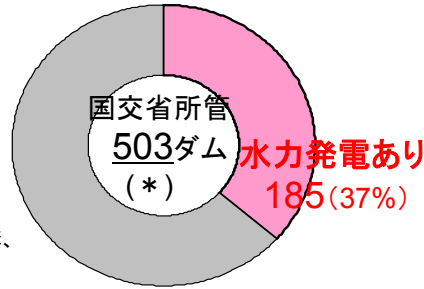
河川水温度への影響については、夏季大潮時に2～3℃上昇する箇所があるが、ほぼ半日周期で通常温度に収束する。(シミュレーション結果)

事業者HPより

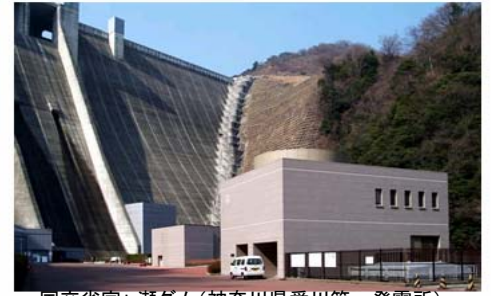


## 多目的ダムによる発電実施状況

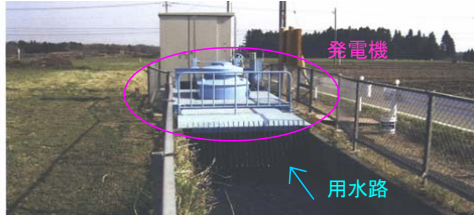
現在、全国185カ所の多目的ダムにて最大出力合計で約640万kWの水力発電が行われており、エネルギーの有効利用が図られている。



(\*: 国交省直轄、水資源機構、都道府県補助ダムの合計)



## 小水力発電(新エネルギー開発)推進のバックアップ



農業用ゲート動力用の小水力発電設備

小水力発電について、環境意識の高まりと導入時の補助金制度の整備等を背景に、民間ベースでの計画が多数立案されている。既存水路等を利用する場合でも、**水利権許可申請**が必要な場合があることから、水利行政においては、**手続きの簡素化**等により**地球温暖化対策をソフト面でサポート**している。

## あらゆる落差等を利用した水力エネルギーの有効利用、既存施設の最大活用

河川管理施設等が**潜在保有する水力エネルギー**を掘り起こし、適正な評価、有効活用が図られるよう環境を整備する。

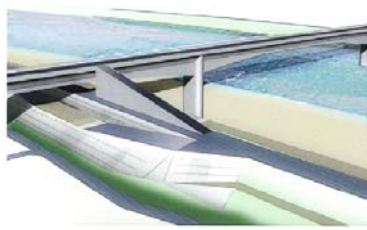
- 例. ○発電未実施のダムへの発電事業者参画方策検討  
○ダム放流方法見直し等による発生電力量の向上検討  
○発電事業者への検討資料、試験フィールド提供 等



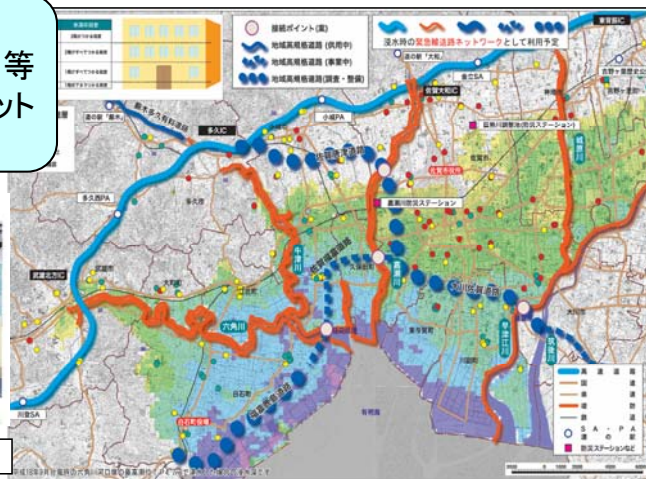
注: 写真はイメージ

## 大規模災害への 防災拠点から災害箇所へのアクセスを確保する 備えの充実 広域防災ネットワーク

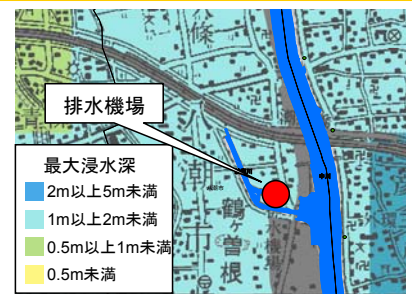
堤防・緊急用河川敷道路や高架道路等と広域防災拠点等との連携による広域防災ネットワークの構築



道路と河川堤防の接続イメージ

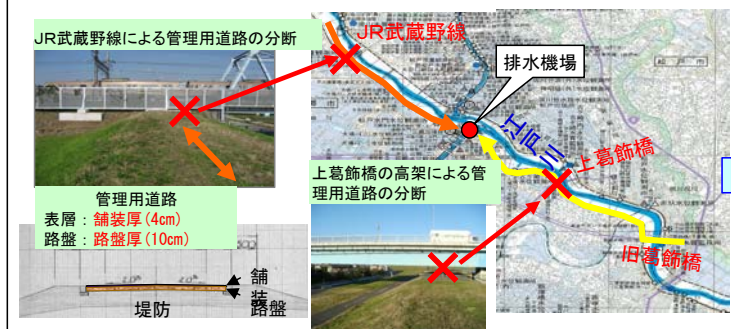


ポンプ場自体が浸水しなくても、周辺が浸水し、燃料補給ができない場合がある



H2.7洪水 R34の冠水状況  
堤防と規格の高い道路は冠水を免れる

堤防上の管理用道路が橋梁により分断されていたり、舗装が重車両の走行に対応していないことから、タンクローリー車が緊急時に走行できないおそれがある



(出典)第8回大規模水害対策に関する専門調査会

(出典)第8回大規模水害対策に関する専門調査会



# 大規模災害への備えの充実： 湛水が予想される地域の排水能力の増強

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向



**鳴瀬川水系吉田川の事例**  
「水害に強いまちづくり事業」をスタートさせ、非常用排水樋管、側帯、二線堤など築造を進めている。非常用排水樋管は氾濫水排水の迅速化のためであり、昭和61年8月洪水時の氾濫状況を踏まえ、吉田川に2箇所設置されている。



# 新たなシナリオによる ペDESTリアンデッキや津波避難ビルなど ソフト対策の推進 による避難路・避難場所の確保

本文P26～45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

浸水被害や大規模地震発生時における津波による被害軽減のため、避難場所の確保として、ペDESTリアンデッキや堅固な建築物(津波避難ビル等)を活用



ペDESTリアンデッキ

国府漁村センター緊急避難所  
(三重県志摩市)



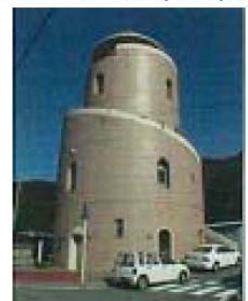
片浜コミュニティ防災センター  
(静岡県相良町)



和歌山県串本町



錦タワー(三重県大紀町)



津波避難ビル

(出典: 大規模降雨災害対策検討会)



ハザードマップや市街地内に過去の災害時の水位を明示するなどの取組みを実施

**市洪水ハザードマップ**

●● 市洪水ハザードマップ

● あなたの避難場所一覧

● 行政機関一覧

● 医療機関一覧

● ライフライン管理機関一覧

● 避難先の位置・名称

● 連絡先  
・行政機関  
・医療機関  
・ライフライン管理機関

● 避難時の心得  
・持ち物

● 浸水想定区域  
・浸水深の明示

兵庫県豊岡市

洪水 堤防 避難所(建物)

すべての人に分かりやすい標示

ハザードマップ作成のイメージ

- 雨量や水位情報の携帯電話やインターネット・地域の防災無線などによるリアルタイム情報の提供
- リアルタイムシミュレーションによる洪水予報 などに取り組む

雨量観測所

レーダ観測局

雨量局

レーダ降雨予測

中継局

水位観測所

水位局

監視カメラ

河川事務所

洪水(水位)予測システム

気象台

警報局

携帯電話やパソコンによる情報提供

テレビへ映像配信

リアルタイムシミュレーションによるはん濫水予報



# 新たなシナリオによるソフト施策の推進： ユビキタスネットワークを活用した避難誘導

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

- 携帯電話、GPSの電波が届かない場所でも情報を取得することが可能
- 土地に不案内であっても避難経路情報を取得することが可能

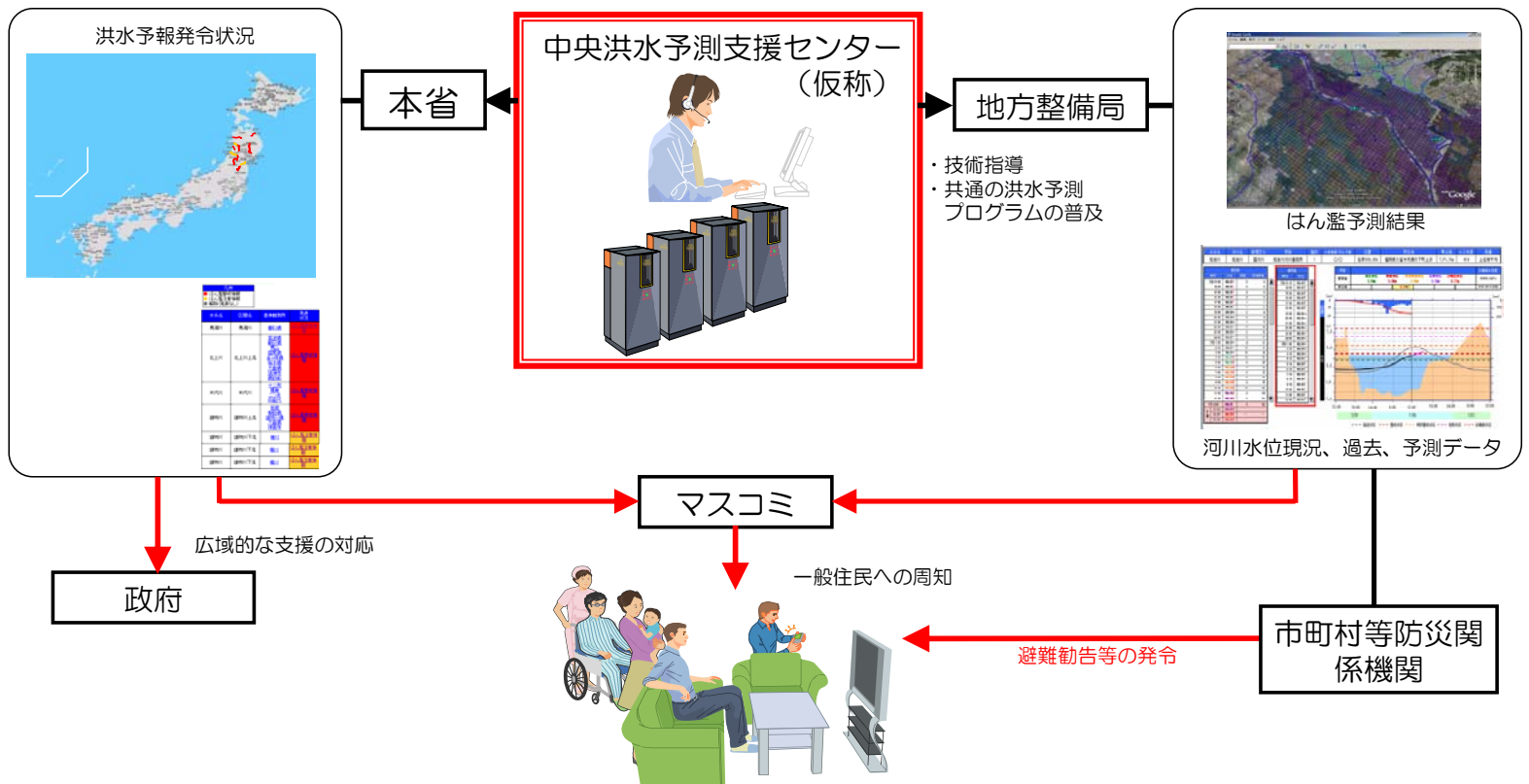
◆携帯電話、ユビキタスコミュニケーター等の携帯端末 ◆テレビ、ラジオ、防災行政無線等



# 新たなシナリオによるソフト施策の推進： 中央洪水予報センターによる洪水予報体制の強化

本文P26~45  
Ⅲ-2. 適応策の基本的方向

1. 平常時は洪水予報の技術的支援・指導を行い、洪水予報の高精度化を図る
2. 各洪水予報機関からの情報を全国でとりまとめ、速やかに広域的な支援に対応する
3. 長期予報を実施し、当該河川管理者への注意喚起を行う



洪水予測（氾濫予測を含む）に関する情報発信を一元的に行うセンター機能（組織、仕組み、コンテンツなど）の整備

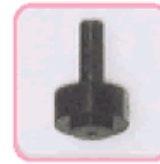
- 節水に関する意識の高揚と徹底(広報活動の実施)
- 国民や節水型機器を開発する企業にインセンティブが働く施策や規制施策(義務付け等)
- 工業用水等の再利用率の一層の向上
- 下水の再生水、雨水の利用の推進

## 松山市における節水意識の向上への取り組み例(松山市HPより)

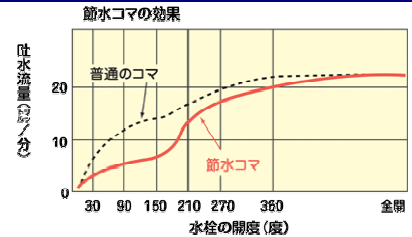
- 節水意識の向上を目的に、下図の節水機器を購入した市民等を対象に数千円～2万円程度を上限に補助金を交付
- 節水型都市づくりの一環として、大規模建築物(床面積1000㎡以上)の新築・増築時に節水型機器(トイレ、浴室、台所等内)や雨水タンク(雨水の有効利用)の設置を義務付ける条例を制定(平成17年4月1日から施行)

補助金対象機器			
家庭用バスポンプ	風呂水吸引ポンプ付節水型洗濯機	シングルレバー式湯水混合栓	食器洗い乾燥機
			

## 節水コマの効果(東京都水道局HPより)

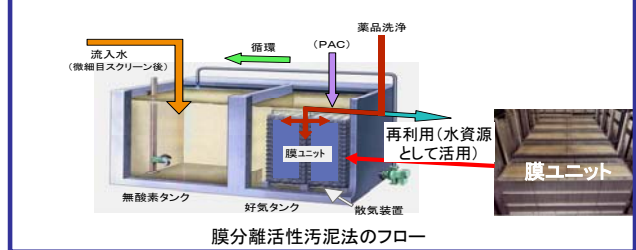


▲節水コマ



蛇口に取り付けるだけで、台所・洗面所のように流し洗いをすることで、1分間で約6%節約可能。東京都水道局では無料配布。

## 下水処理水再利用システム



膜分離活性汚泥法を組み込んだ世界的にも先進的な技術

# 緊急的な水資源の確保

- 水の輸送: 機動的に大規模な水供給が可能な水輸送バグの配置、水を相互に融通するための連絡管の整備
- 移動式海水淡水化装置: 搬送可能な構造にした海水淡水化装置による供給
- 工場や家庭での貯留をはじめとした多様な備蓄の推進
- 水系内の利水者間の水融通(渴水調整等)

等

## 水輸送バグ



(注)株MTI撮影

緊急時において、大量の水を水不足の地域へ機動的に移動させ、供給するため、経済産業省及び(独)水資源機構などが、水バグによる海上水輸送試験を実施

## 移動式海水淡水化装置

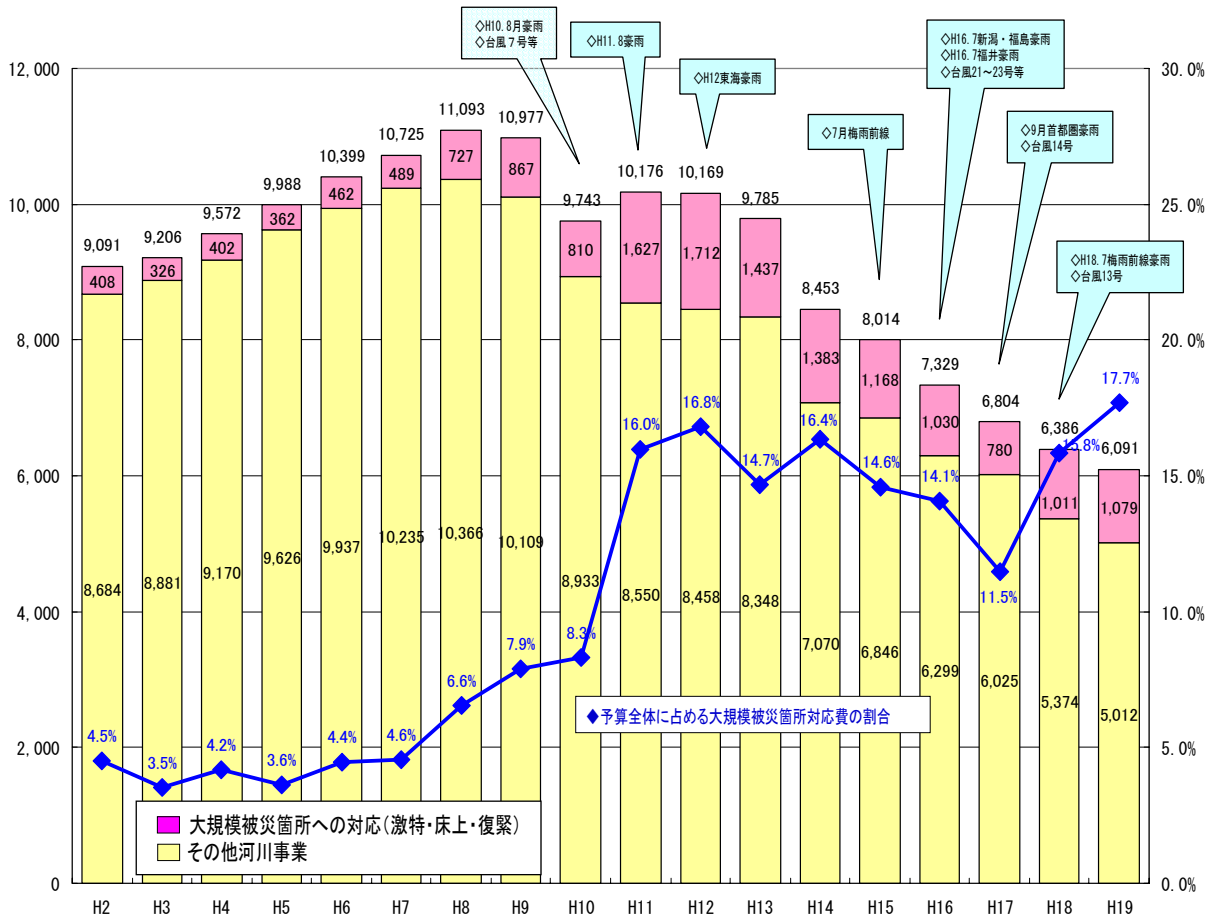


(提供)水資源機構

渴水時における水不足を補うために、海水淡水化装置を搬送可能な構造にしたもの

(資料)工業用水代替水源確保調査報告書(平成19年3月);経済産業省

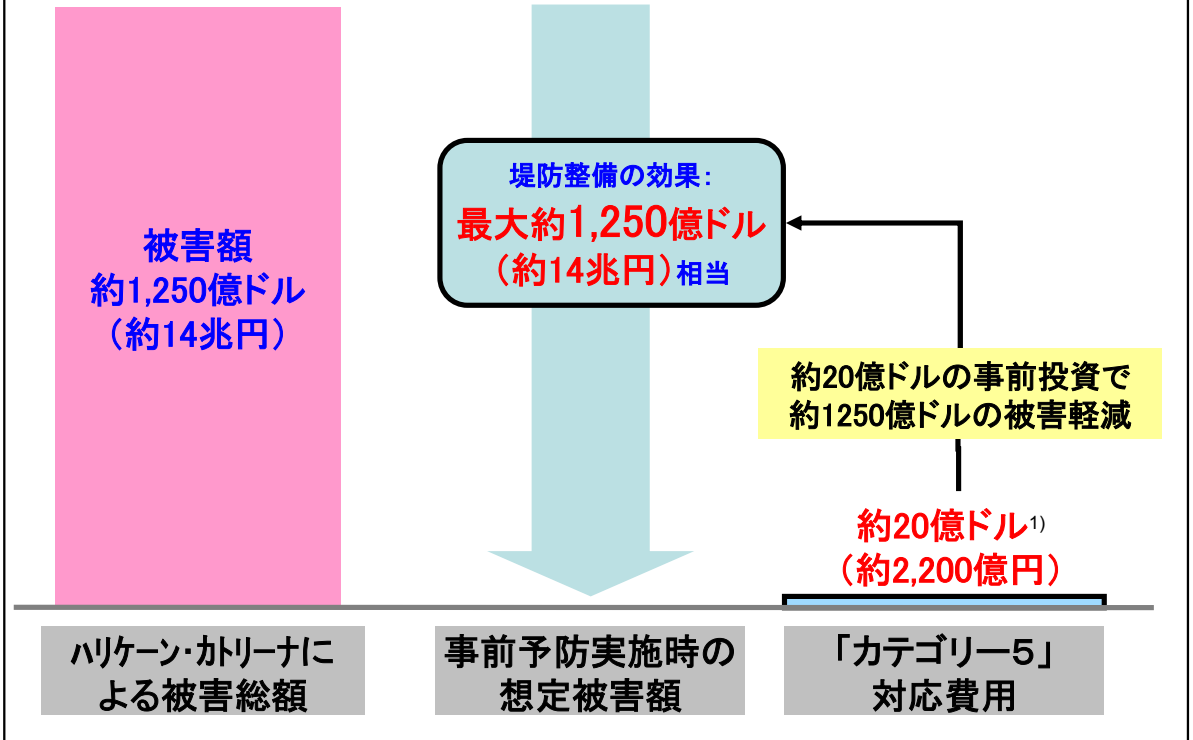
治水予算が減り続ける一方、近年の水害頻発により、大規模被災箇所への事後的な対策に投資する割合が増加



※河川事業当初予算(維持修繕を除く)



# ハリケーン・カトリーナ (H17.8)



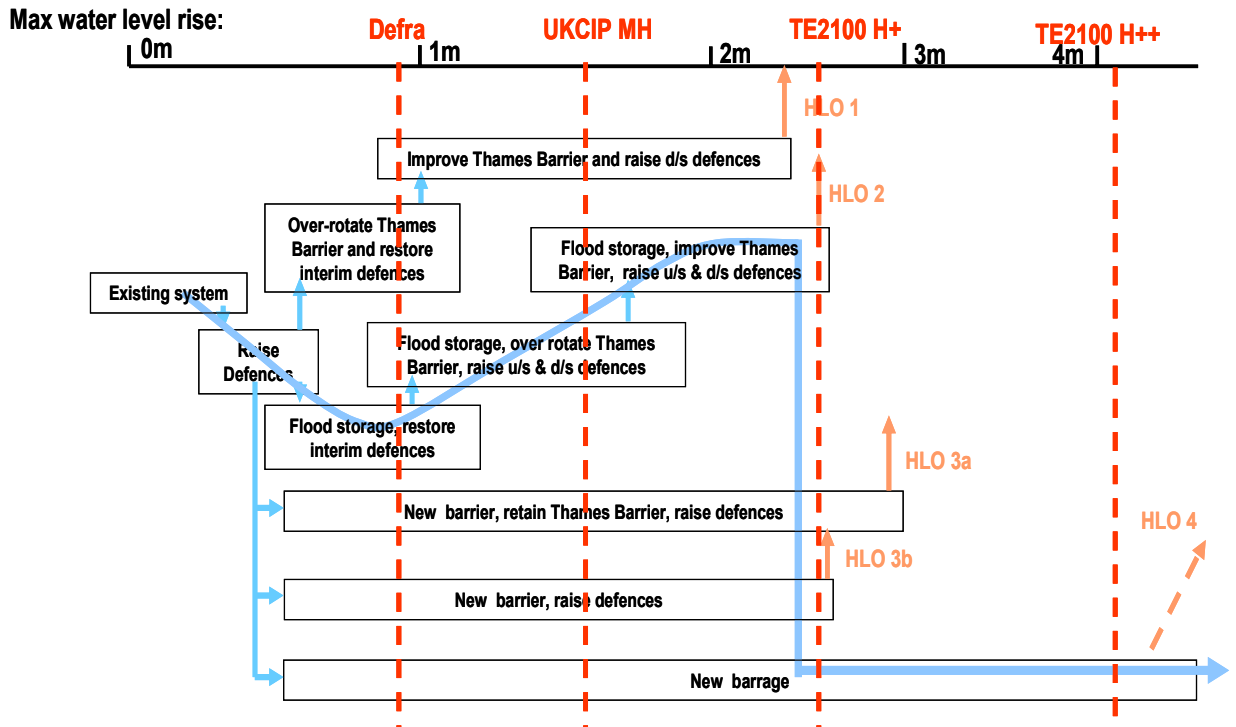
- 従前よりカテゴリー5 (カトリーナと同規模) に対応した整備の必要性を表明 (事前投資が効率的と主張)<sup>1)</sup>
- 被災地区の事業 (カテゴリー3対応、2015年完成目標) について、工兵隊では財源不足による事業の遅れを認識していた。<sup>2)</sup>



1) 陸軍工兵隊機関誌”River Side” September–October 2004

2) 陸軍工兵隊ニューオリンズ事務所HP

TE2100での気候変動への適応策は、**①伝統的工学手法、②氾濫原で貯留、③新しいバリア、④新しい堰の4つのオプション**がある。シナリオを決めて対策を検討する方法ではなく、**現在の施設改良で防御できるレベルを分析するフレキシブルな方法**をとり、**段階的に対応する**。

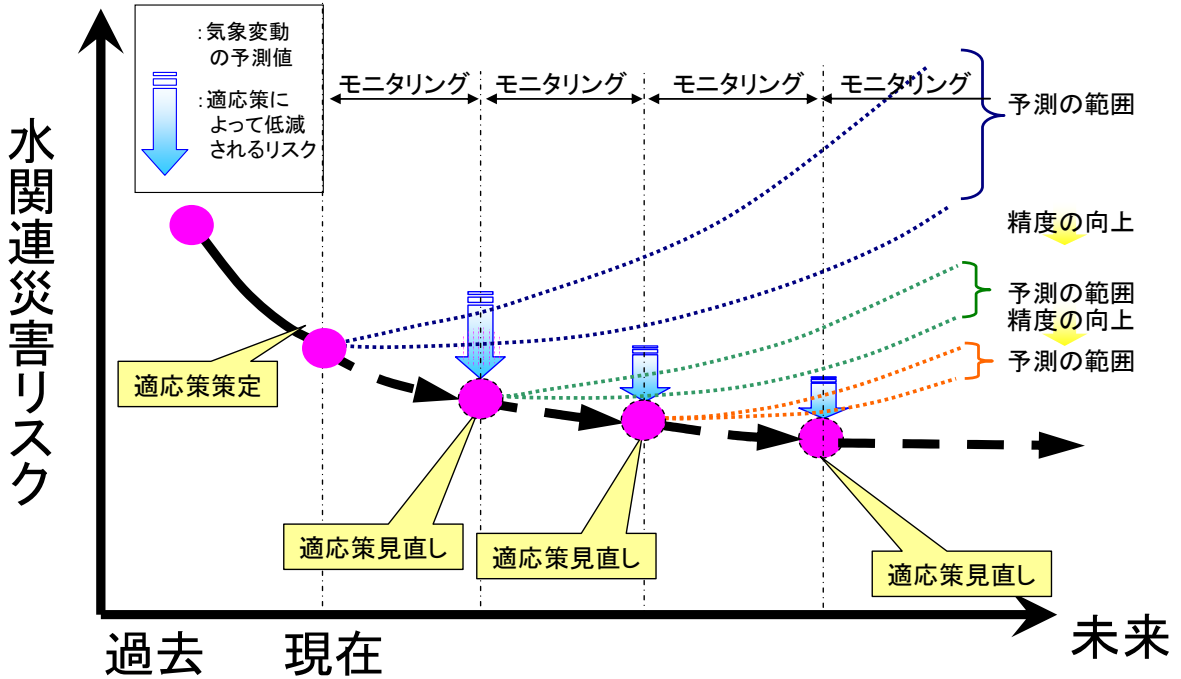


The final plan may be a combination of approaches

出典:英国環境省地域気候変化プログラム長Tim Redder氏提供資料

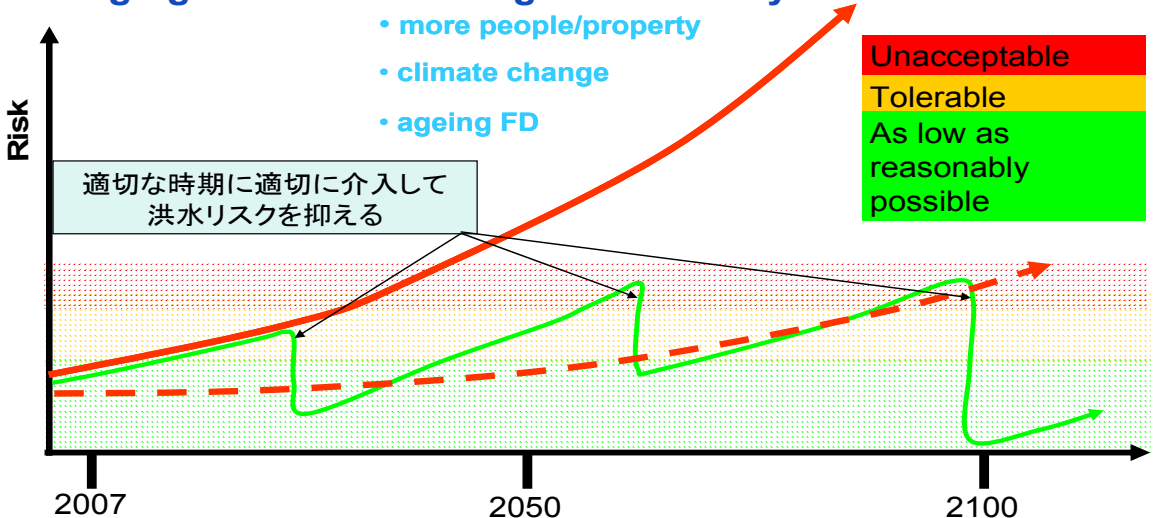


気候変動及び社会情勢の変化等をモニタリングし、洪水等の予測精度を向上させながら水関連災害リスクを分析し、適応策を見直す。  
(EUでは6年毎に見直し)



TE2100での気候変動への適応策は、**適切な時期に適切に介入して洪水リスクを許容レベルに抑える方針**である。

## Managing Flood Risk through the Century



出典:英国環境省地域気候変化プログラム長Tim Redder氏提供資料に加筆

Time

『水の安全保障：リーダーシップと責任』という全体テーマもと、「水のインフラと人材育成」「水関連災害管理」「発展と生態系のための水」の3つの優先テーマを中心に計10のセッションを開催

## 2日間にわたる議論をとりまとめ、「別府からのメッセージ」を発表

- ✓水と衛生をアジア・太平洋地域の各国の経済・開発、政治課題における最優先課題とし支援を拡充
- ✓洪水、干ばつ、その他水関連災害の発生を防止、削減し、犠牲者を適時に救援、支援できるように早急に効果的な行動を取る
- ✓気候変動の影響を受けやすい島嶼国における、生命・財産を守る取り組みを早急に支援
- ✓ヒマラヤ山脈における冠雪・氷河の融解や、海面上昇等、一部の国ではすでに気候変動の影響が現れている。水と気候変動の関係を議題に組み入れるよう、バリ会議に提言など

### ➤ 気候変動のリスクを軽減するための「適応策」について本格的に首脳間で議論

➤ 「水」に関して厳しい状況にあるアジア・太平洋地域において、首脳級が集まって水問題の解決が最優先の課題であるとの共通の認識を再確認



## 皇太子殿下の記念講演でのご発言(抜粋)

- ー水問題は、気候変動との関係でも大きな問題となっています。地球温暖化の結果、海面上昇や異常気象の頻発はもとより、災害の激化や大規模な水不足など、人類の諸活動に様々な悪影響が生じる可能性が危惧されています。近年は、世界的に大雨が増加する一方、干ばつの影響を受ける地域も一部で拡大しており、アジア太平洋地域で頻発する水関連災害による大きな被害に私も心を痛めています。
- ー水問題はすべてが相互に関連しています。水供給、衛生、洪水対策などと、それぞれが独立して存在するものではありません。その解決のためには、水が有する多様な性格をできるだけ幅広く認識し、総合的・統合的な観点を持ちながらも、関係者の創意工夫と連携の下で、地域の実情に合った取組を一つ一つ着実に進めていくことが重要かと思えます。

## 福田総理の挨拶(要約)

- ・アジア・太平洋地域も繁栄の一方で様々な水に関わる問題に直面。世界の水問題の過半がこの地域に集中していることを考えると、事態は深刻
- ・気候変動と思われる水災害が増えているが、今後もさらに影響が大きくなることが予想される。水災害対策は、早急に取り組まねばならない課題
- ・世界が直面する気候変動問題については、「水」を通じて人類に与える影響が大きい
- ・国際的枠組みの構築が急務。来年の北海道・洞爺湖サミットでは、環境・気候変動問題を主要議題として取り上げる予定

- ・アジア太平洋水サミットでの活発な議論はG8サミットに極めて大きな力と知恵



首相官邸H.P.より

1. 平成19年度版 日本の水資源 ―安全で安心な水利用に向けて―(国土交通省土地・水資源局水資源部)
2. IPCC第4次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約(文部科学省、経済産業省、気象庁、環境省 仮訳)
3. IPCC第4次評価報告書 第1作業部会報告書 政策決定者向け要約(気象庁仮訳)
4. IPCC第4次評価報告書 統合報告書 概要(公式版)2007年12月17日version(環境省)
5. IPCC第4次評価報告書 第1作業部会報告書 概要(公式版)(環境省)
6. 人・自然・地球共生プロジェクト 大気海洋結合モデルの高解像度化 報告書((財)電力中央研究所)
7. 地球温暖化予測情報第6巻(気象庁)
8. 水資源学シンポジウム「国連水の日ー気候変動がもたらす水問題」発表資料(木本昌秀)
9. 異常気象レポート2005(気象庁)
10. 地球温暖化予測情報第7巻(気象庁)
11. 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究(土木学会論文集No.796 和田一範、村瀬勝彦、富澤洋介)
12. 砂浜に対する海面上昇の影響評価(海岸工学論文集第40巻 三村信男、幾世橋慎、井上馨子)
13. 地球温暖化((独)国立環境研究所 <http://www.nies.go.jp/escience/ondanka/ondanka01/index.html>)
14. 地球温暖化と日本(自然・人への影響予測)(原沢秀夫・西岡秀三編著、古今書院)
15. 地球温暖化を考慮した水環境管理(水環境学会誌Vol29、No.2、花木啓祐)
16. 気候変動等によるリスクを踏まえた総合的な水資源管理のあり方研究会(国土交通省土地・水資源局水資源部)
17. ニュートン2007年8月号((株)ニュートンプレス)
18. 地球温暖化の日本への影響1996(環境庁地球温暖化問題委員会)
19. 洪水リスクの評価・管理に関する指令  
Directive of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of flood risks (European Parliament and the Council)
20. Progress on adaptation to climate change in developed countries an analysis of broad trends (OECD)
21. Climate change and water adaptation issues (EEA Technical report、2007.2)
22. National Adaptation Programmes of Action (UNFCCC)
23. Initial national communication and date of submission (UNFCCC)
24. Fourth National Communication of the United States of America Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. (U.S. Environmental Protection Agency. 2006)
25. The California Strategic Growth Plan –Flood Control and Water Supply (Governor’s Budget 2008-2009)
26. CANADA’S FOURTH NATIONAL REPORT ON CLIMATE CHANGE(Environment Canada. 2006).
27. Actions to Meet Commitments Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.(NUFCCC)
28. Australia’s Fourth National Communication on Climate Change A Report under the United Nations Framework Convention on Climate change (Australian Greenhouse Office within the Department of the Environment and Heritage. 2005)
29. 中央防災会議大規模水害に関する専門調査会(内閣府)
30. 東北地方コンパクトシティ検討委員会 提言書(東北地方整備局)
31. 英国環境省地域気候変化プログラム長Tim Redder氏提供資料