



土木分野における地球温暖化への適応策

沖 大幹

東京大学 生産技術研究所

「土木工学は地球温暖化問題に如何にして挑むのか？」
全電通ホール、2008年7月2日

AR4と地球温暖化「問題」

地球は温暖化しているのか？

- ✓ 「気候システムの温暖化には疑う余地がない」

人間活動の影響によるのか？

- ✓ 「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かなり高い」
[90%]

今後温暖化は進行するのか？

- ✓ 「今後20 年間に、10 年当たり約0.2 の割合で気温が上昇。たとえ、全ての温室効果ガス及びエアロゾルの濃度が2000 年の水準で一定に保たれたとしても、10 年当たり0.1 昇温」

温暖化の進行を緩和できるのか？

- ✓ 「今後20年から30年間の緩和努力が、より低い安定化濃度の達成機会に大きな影響を与える。」

たとえ温室効果ガス濃度が安定化したとしても、数世紀にわたって人為起源の温暖化や海面水位上昇が続く→適応策も重要

そもそも温暖化して何が悪いのか？

地球温暖化はなぜ問題か？

- ◆ 地球史的には“地球温暖化”
(CO₂濃度・気温上昇)の前例あり。
 - ✓ 寒冷化はきつともっと問題
 - ✓ 激しすぎる変化への適応力の問題
- ◆ 途上国では今すでに水をめぐる問題が顕在化している。
 - ✓ 温暖化を抑制したいのは現状に満足している先進国の“幸せ”な人々？
 - ✓ 変化を恐れることもない国々では、温暖化対策に関心が薄い??

本日の話題

- 💧 水分野への影響 (例として)
 - ✓ 水資源賦存量、極端現象
- 💧 水分野の適応策 (例として)
 - ✓ 供給安定、需要増加、防災
- 💧 適応策を考えるヒント

地球温暖化の淡水資源への影響

💧 温度上昇の直接的影響

- ✓ 氷河・氷床の融解に伴う流量の一時的増加

 - ✧ 今世紀末までには減少。全世界人口の1/6が依存。

- ✓ 早期融雪促進による河川流況パターンの変化

- ✓ 水温上昇による水質変化や生態系への影響

💧 気候変動の間接的影響

- ✓ 極域と湿潤熱帯で10-40%水資源賦存量増加

- ✓ 熱帯亜熱帯乾燥域で10-30%減少

- ✓ 旱魃の影響を受ける領域は増大

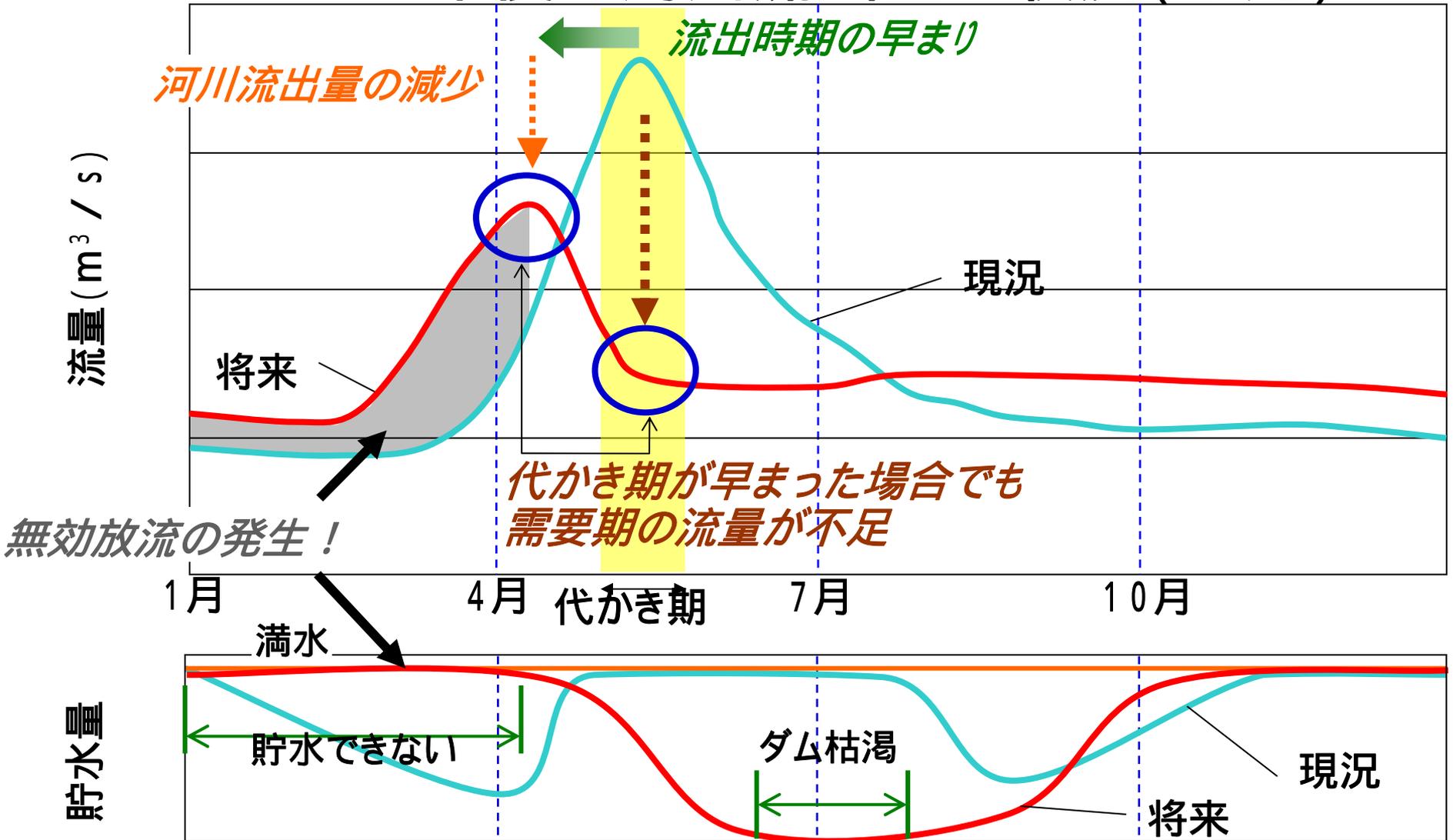
- ✓ 激しい降水の頻度は増大→洪水リスク増大



気候変動予測 (河川流量の変化 (イメージ図))

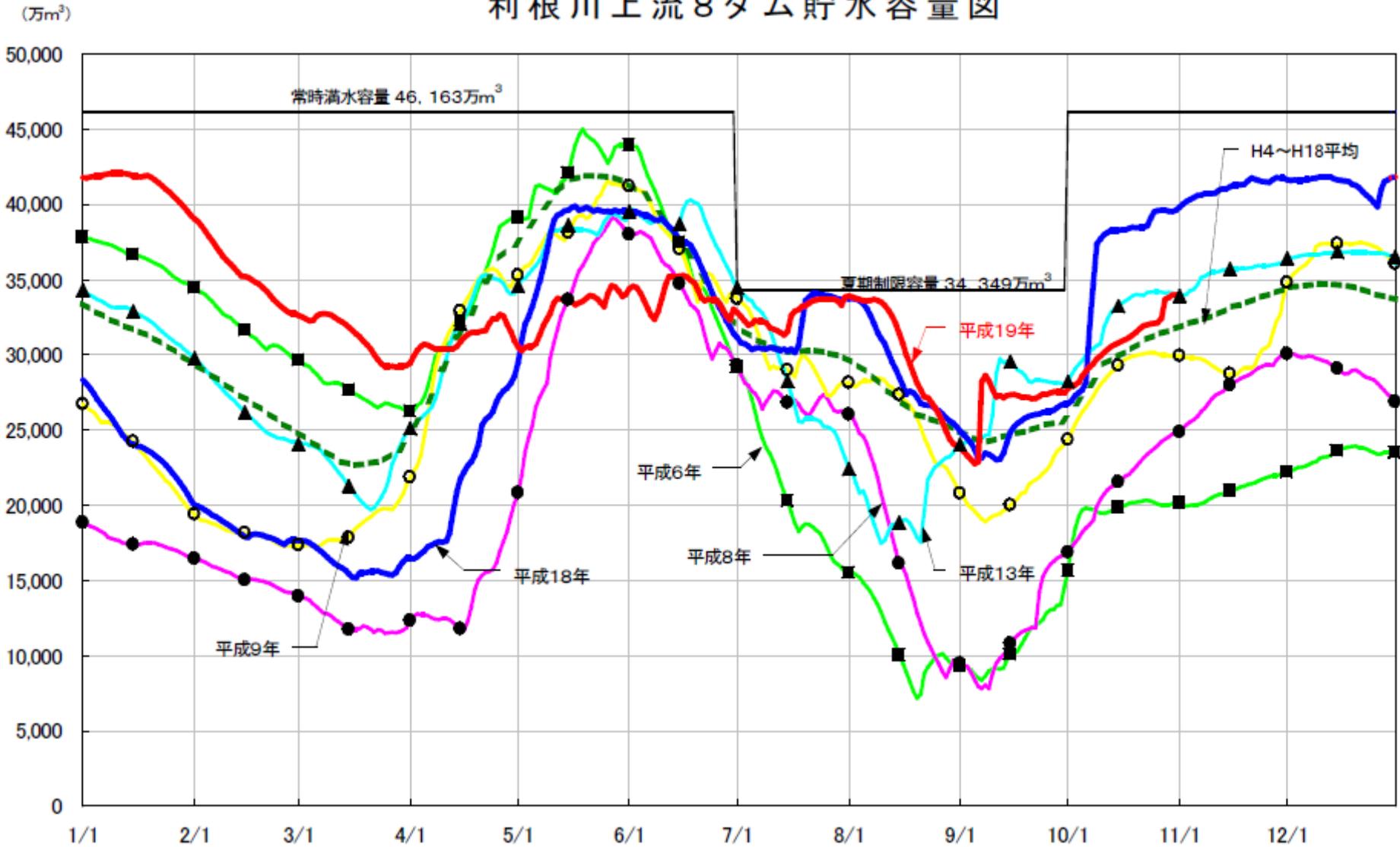
(国交省資料より)

100年後の河川流出量の状況 (想定)



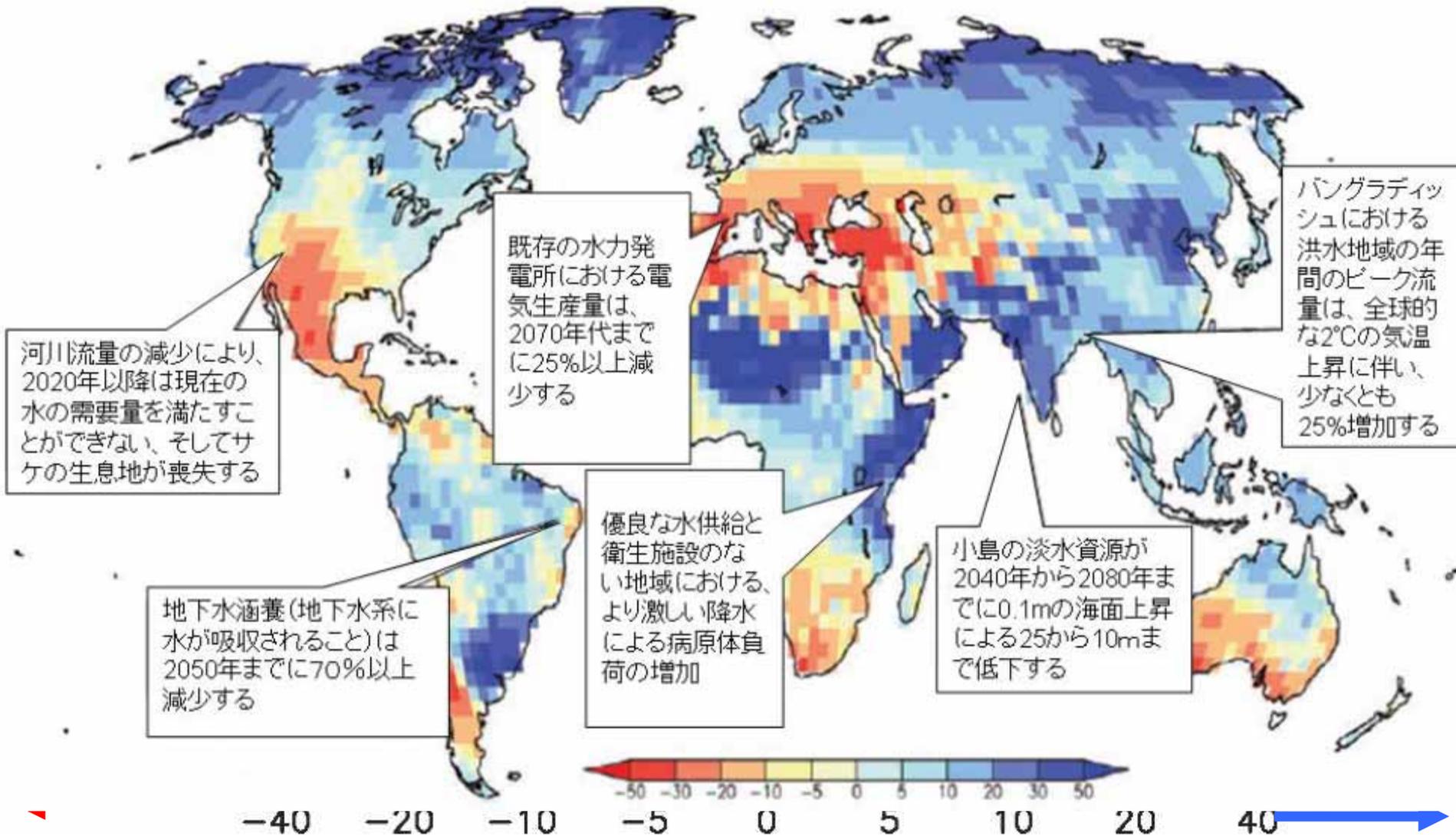
(国交省資料より)

利根川上流8ダム貯水容量図



平成19(2007)年

温暖化に伴う水資源賦存量の変化



気候変動と社会変動

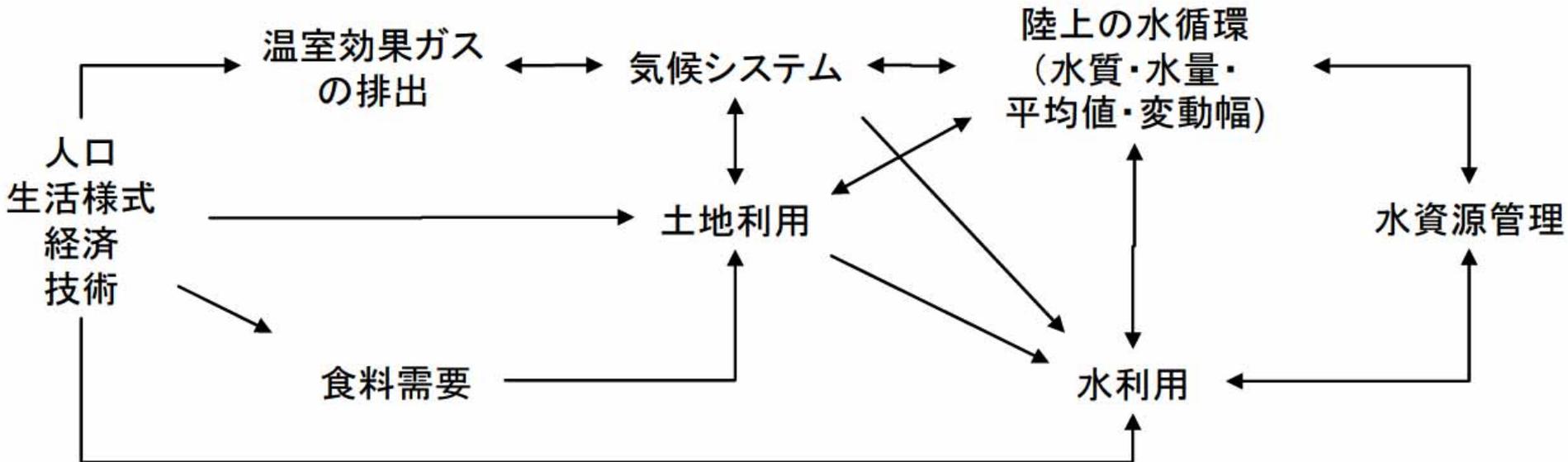
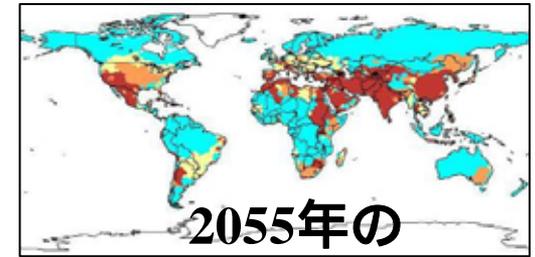
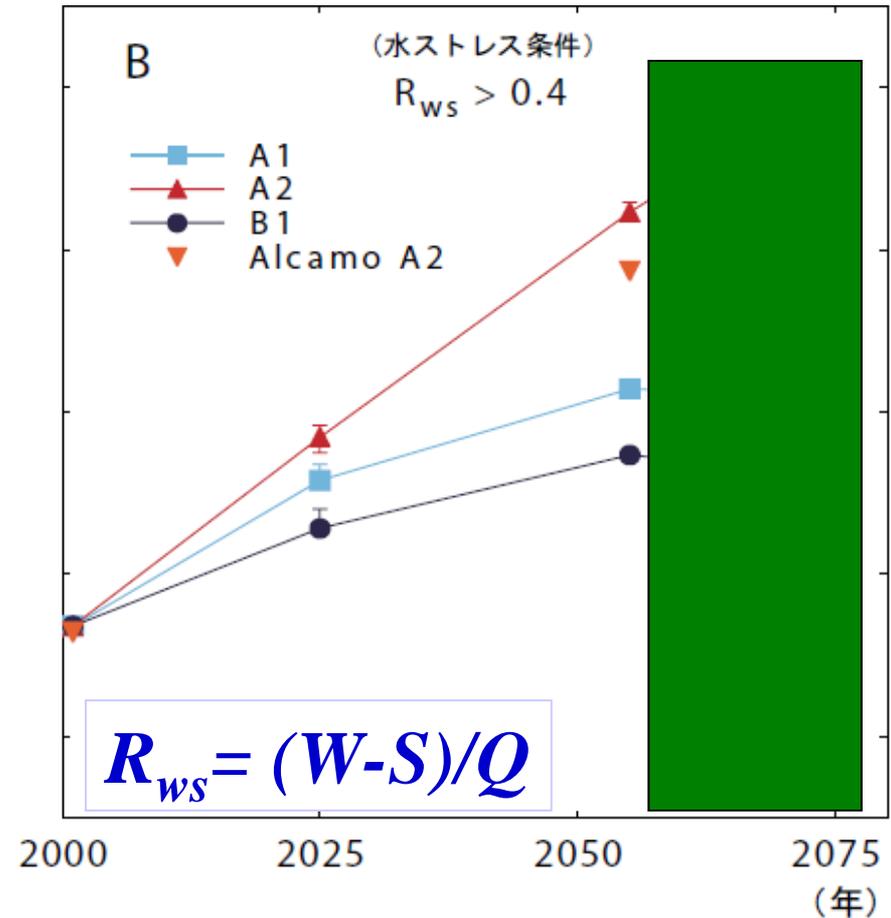
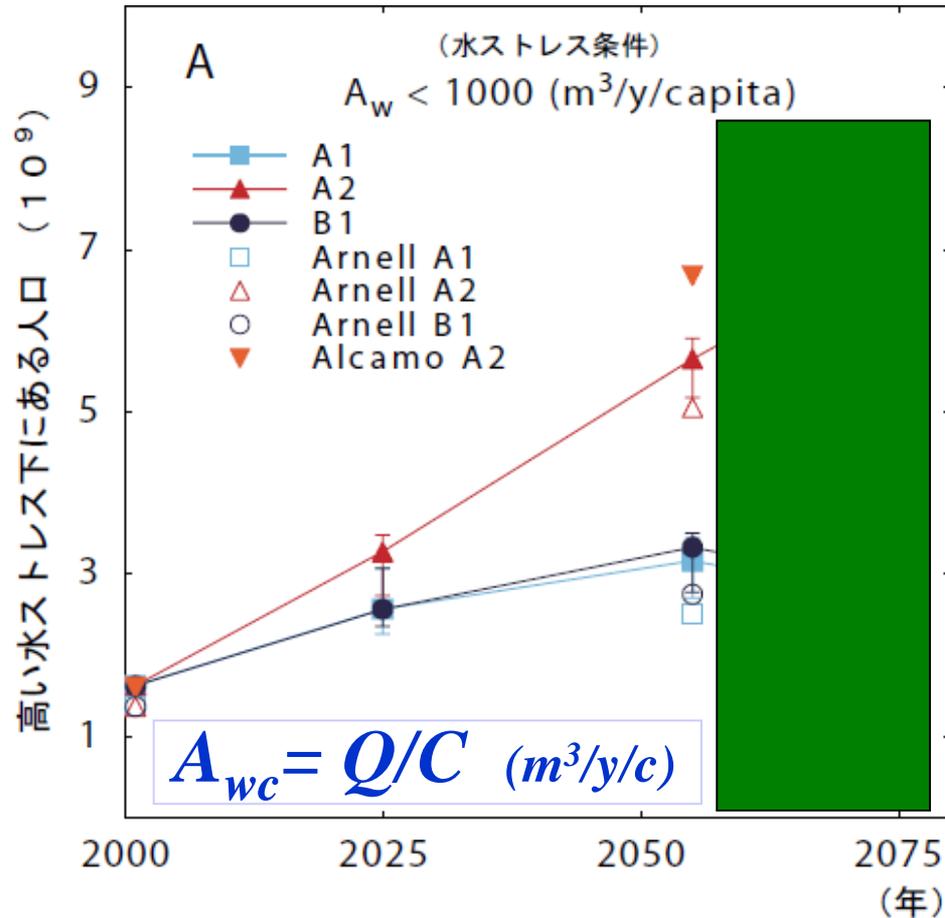


図 3.1 人間活動が淡水資源とその管理に与える影響
気候変動は多数のストレスのうちの1つに過ぎない
(Okuni, 2005 に基づく)

21世紀における深刻な 水ストレス下の人口予測

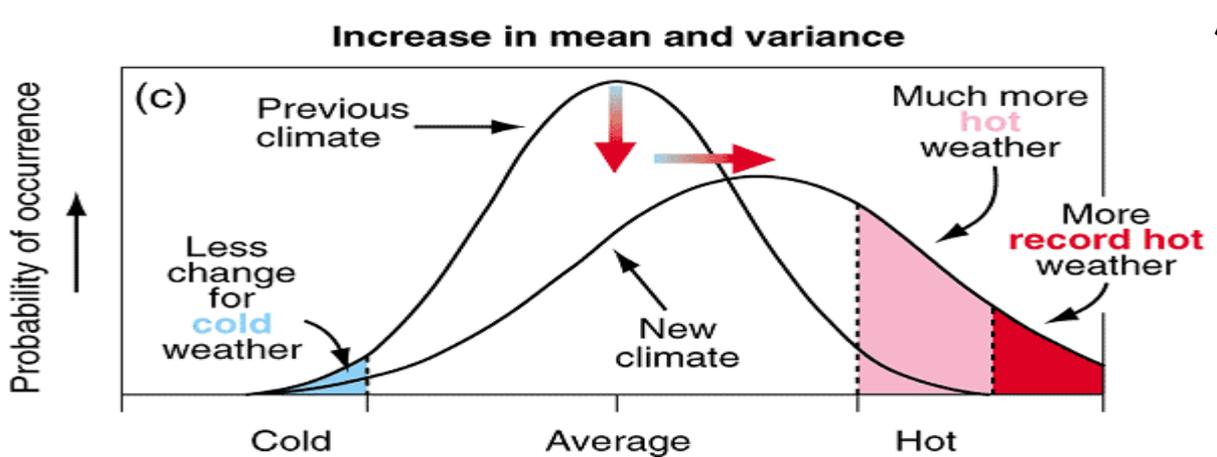
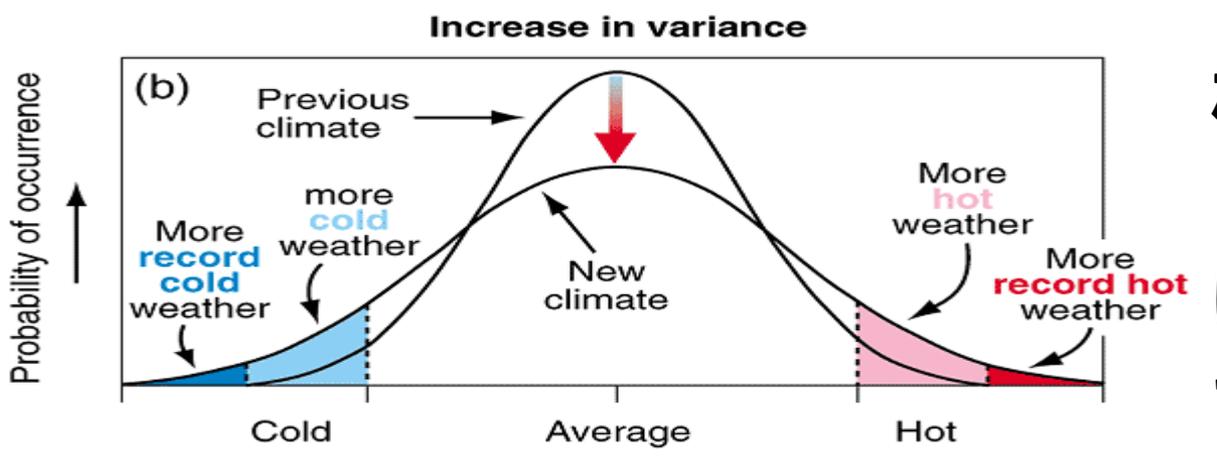
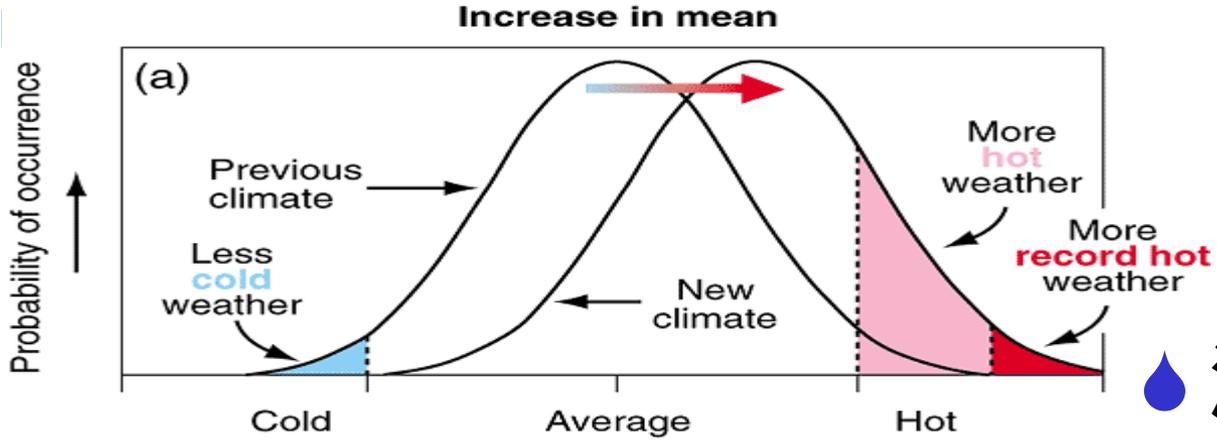


2055年の
水ストレス (A2)



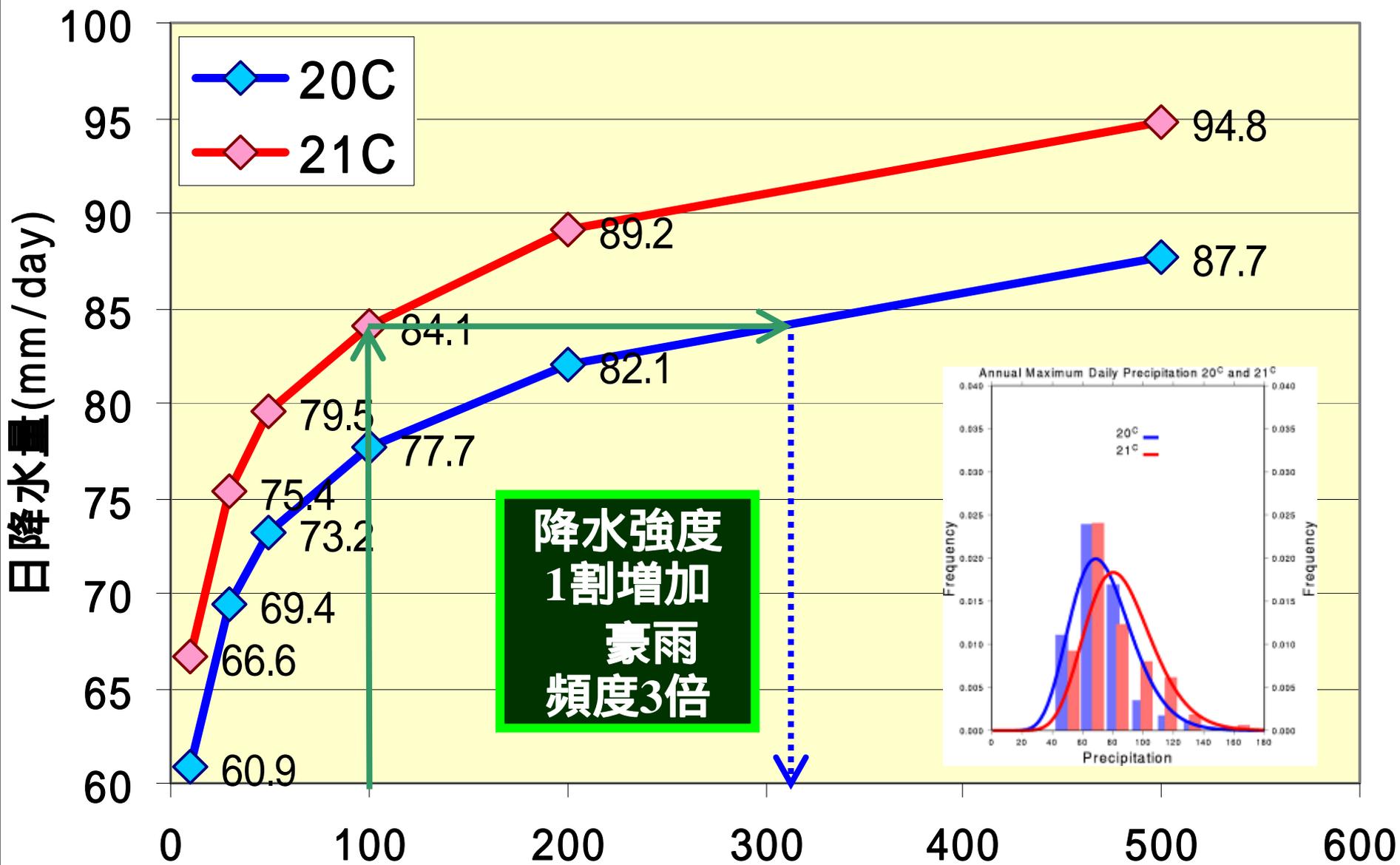
豪雨はどう変化するのか?!





💧 温暖化のシグナルは、むしろ極値の変動として比較的近い将来に探知されるのではないか？

X年確率降水量(年最大日降水量)



(CCSR/NIES K-1 シミュレーション結果、東京付近)

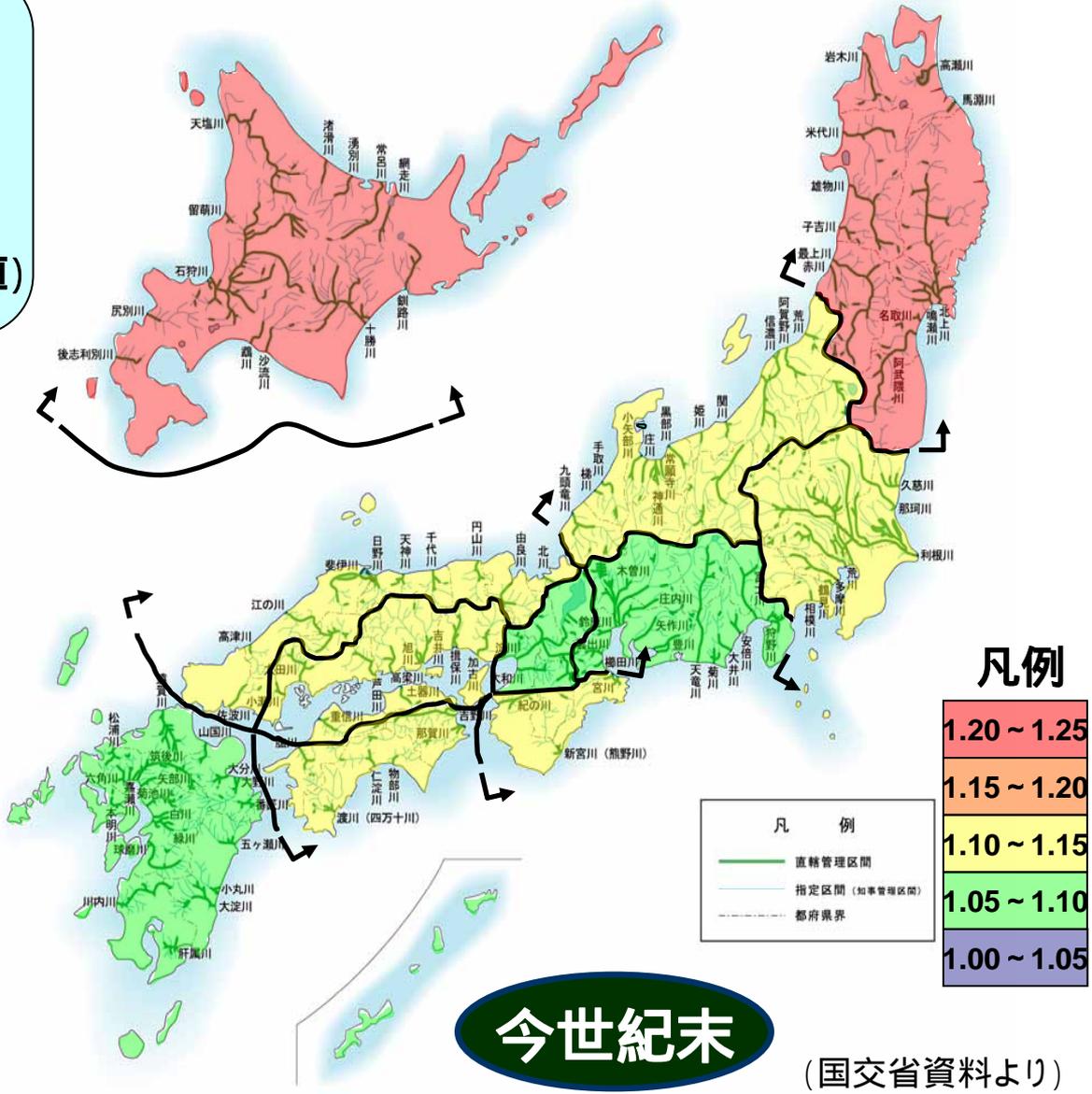
"XX年に1度の豪雨"

降雨量増加の地域分布

今世紀末でもせいぜい1.2倍程度

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
将来の降雨量を予測(上記の中位値)

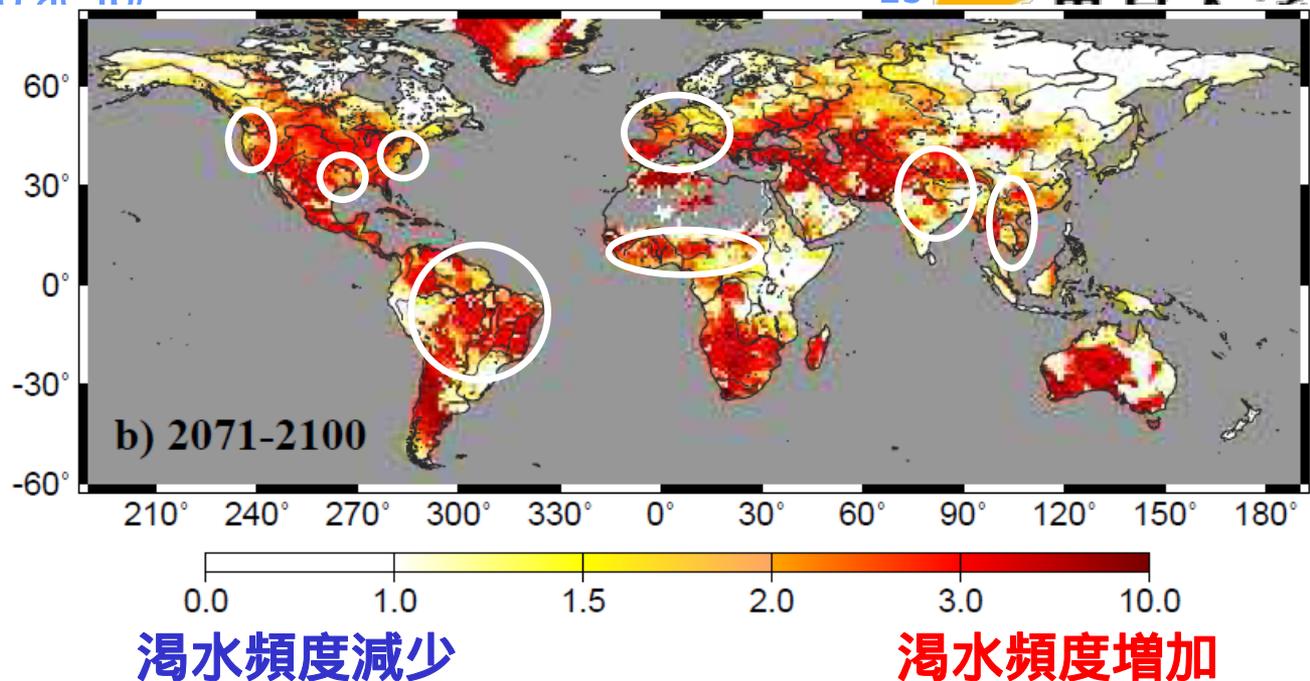
北海道	1.24
東北	1.22
関東	1.11
北陸	1.14
中部	1.06
近畿	1.07
紀伊南部	1.13
山陰	1.11
瀬戸内	1.10
四国南部	1.11
九州	1.07



渇水頻度変化

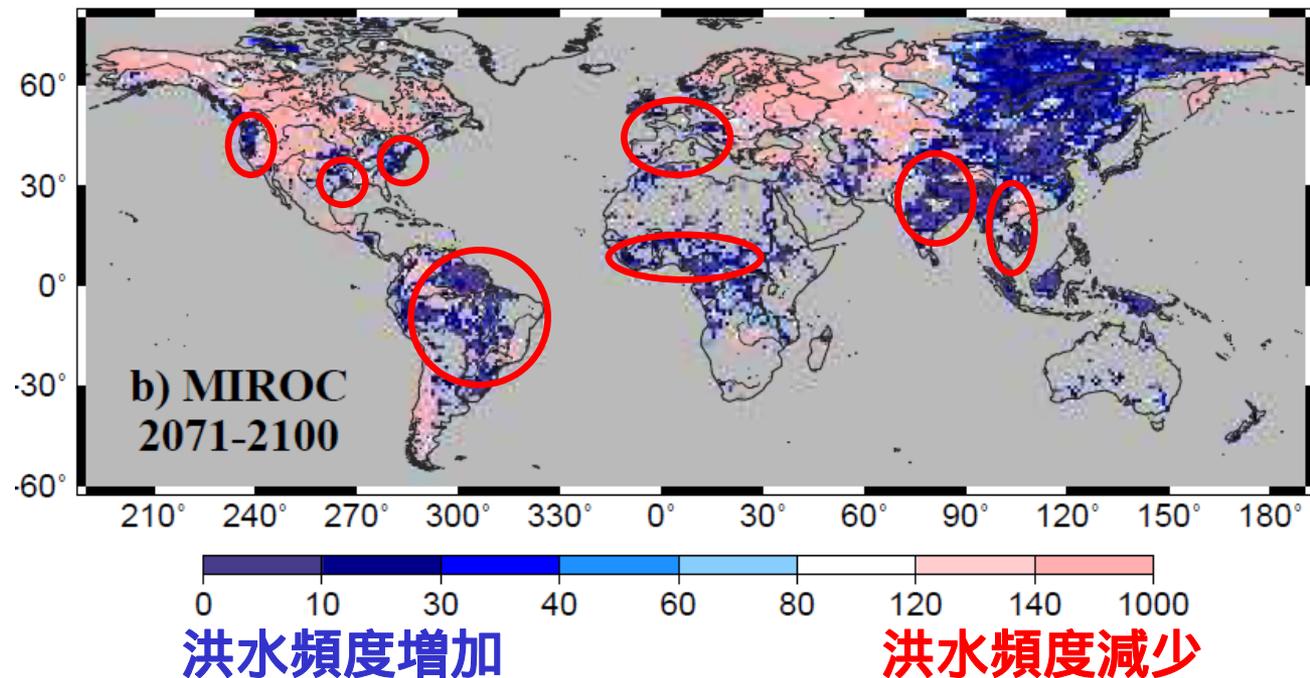
21世紀終盤/20世紀

「渇水」 = 日流量
が10パーセント
閾値を下回る日の比



洪水頻度変化

20世紀に「100年に
一度」の日流量が
21世紀終盤には何
年に一度生じるか



温暖化対策

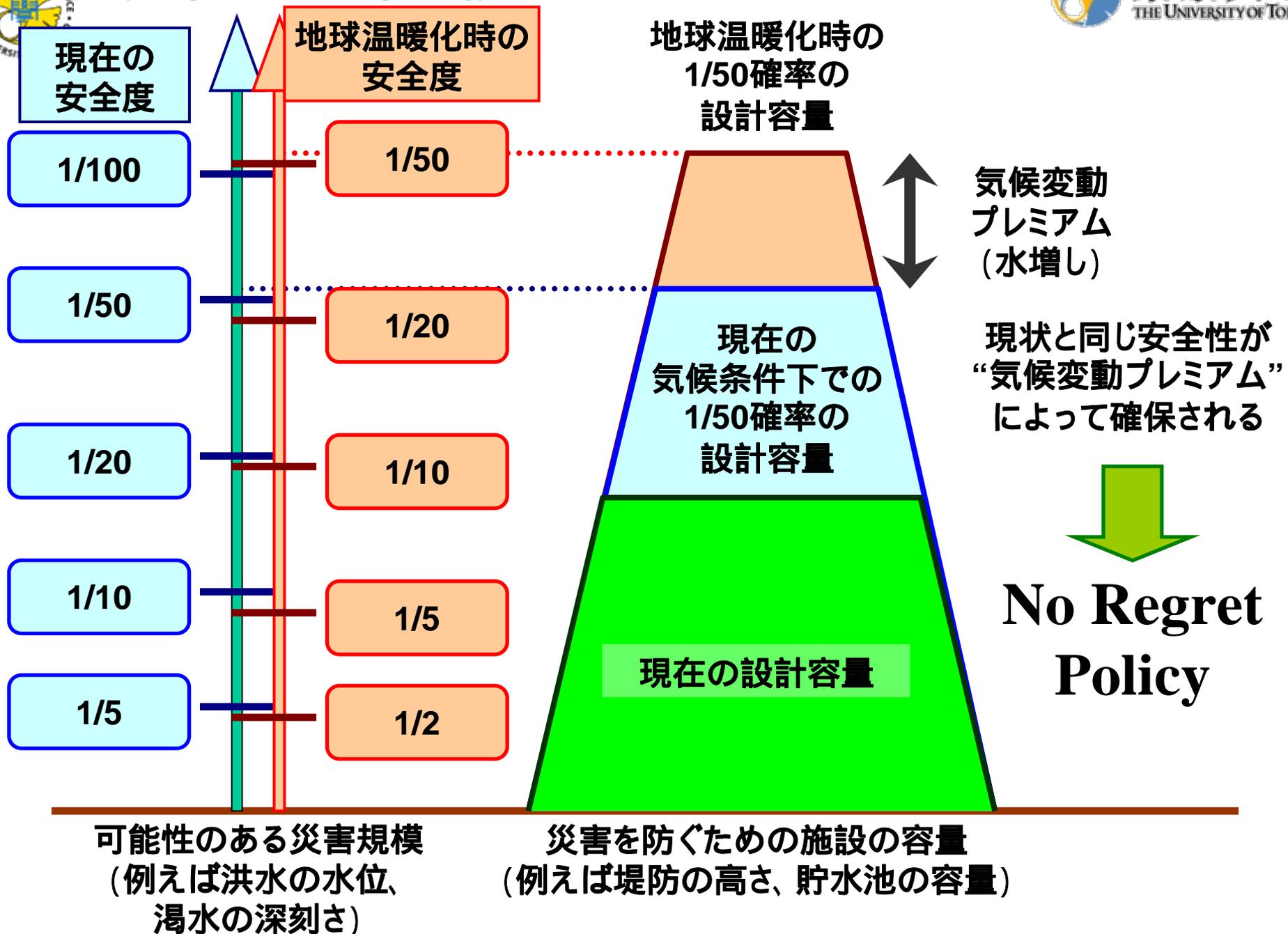
- 💧 **緩和策 ← 温暖化対策という、これが主？**
 - ✓ 地球温暖化の進行を遅らせ、悪影響をできるだけ少なくするように温室効果ガスの排出量を減らす。
 - ✓ 温暖化の悪影響が顕著になる前でも、省エネ、化石エネルギーの節約に有効なものも多い。
- 💧 **適応策 ← 従来の防災、社会開発と変わらない？**
 - ✓ 地球温暖化が進行しても、災害、不利益ができるだけ生じないように、社会の仕組み、暮らしを変える。
 - ✓ 温暖化の悪影響が顕著になる前でも、現在の様々な問題の解決につながる。(Resilience Approach)

水分野の適応策(1)

◆ 水供給側の適応策

- ✓ 地下水の探査と汲み上げ
- ✓ 貯水池とダム建設による貯留容量の増加
- ✓ 海水淡水化
- ✓ 雨水貯留の普及
- ✓ 侵略的な非在来種の水辺からの除去
- ✓ 水輸送

24 11:41AM

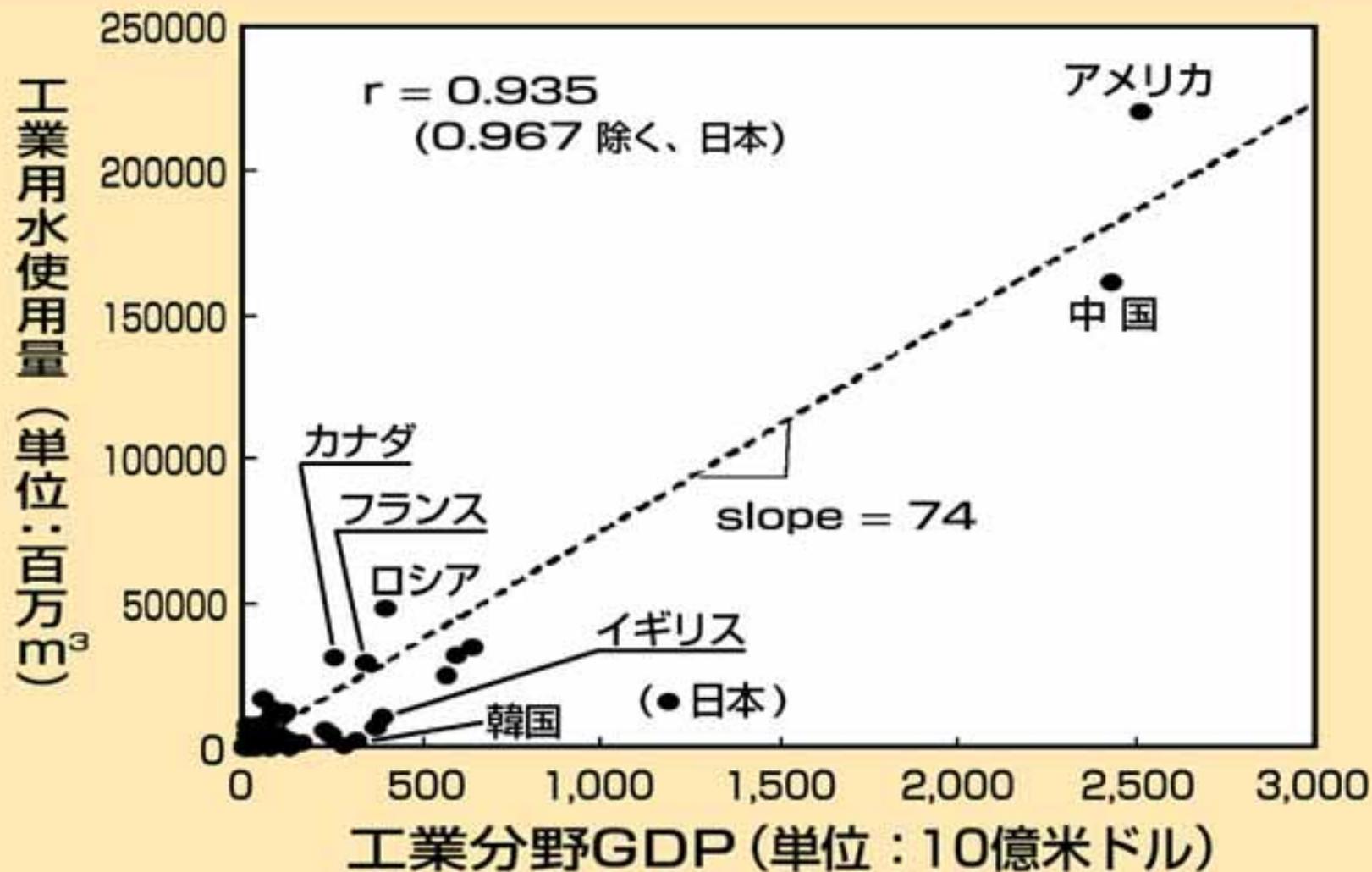


水分野の適応策(2)

◆水需要側の適応策

- ✓ 再生水利用による水利用効率の改善
- ✓ 穀物作付け時期、品種、灌漑手法、植え付け面積の変更による灌漑用水需要の削減
- ✓ 農作物輸入による灌漑需要の削減(仮想水輸入)
- ✓ 持続的な水利用のための従来の習慣の振興
- ✓ 水市場拡大による高付加価値水利用への再配分
- ✓ 従量料金の導入など経済的インセンティブの拡大利用による水保全の奨励

工業用水取水量とGDPとの関係



適応策を考えるヒント(1)

- 気温は上昇する(可能性がかなり高い)
 - ✓ 積雪面積・氷河氷床が減少する、融雪が早まる
 - ✧ ウィンタースポーツ/リゾートの見直し
 - ✓ 農事暦に変更が迫られる
 - ✧ 季節的な水需給変化への適応
 - ✓ 海氷面積の縮小、永久凍土融解深度の深化
 - ✧ → 北極圏の構造物の基礎見直し
 - ✓ 極端な高温や熱波の頻度が増加
 - ✧ → アスファルト舗装の補修、改修
 - ✓ 生態系、植生が変化する

適応策を考えるヒント(2)

- 💧 海面水位は上昇する(18 ~ 59cm, 21世紀末)
 - ✓ → マングローブ林やさんご礁の保全
 - ✓ → 防潮堤、防波堤の嵩上げ、養浜、予警報の充実
- 💧 水循環は変化する
 - ✓ 大雨の頻度が増加 → 路肩補修・舗装、上水道取水での濁水対策、土砂災害・斜面災害対策の見直し、災害に脆弱な土地利用見直し、早期警戒システム
 - ✓ 台風の強度が増大
 - ✧ → 設計風速、設計降水強度の見直し
 - ✓ 降水量は高緯度地方で増加、亜熱帯で減少
 - ✧ → 健康影響への適応策として上下水道普及
 - ✧ 水力発電ポテンシャル増減

まとめ

💧 21世紀における気候変動と水

- ✓ 極端な現象の頻度は増大⇔未曾有の事態でもない?!

💧 気候変化しても適応策で被害を最小限に抑制

※No regret policy: 現在の社会の災害脆弱性の克服

※莫大な必要投資額に?!→順応的な対応

💧 広く土木分野での適応策に想像力を逞しく

- ✓ 科学的な裏づけ、想定被害額があると説得力あり
- ✓ 従来からの防災、社会開発との差別化は難しい
- ✓ 構想設計段階から気候変化を考慮する「主流化」

💧 どうなるのか、ではなく、どうするのか、の問題

