



水分野における 気候変動への適応策

沖 大幹

東京大学生産技術研究所

平成23年度ALPS国際シンポジウム、灘尾ホール、東京、2012年2月7日

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が融雪に依存。

- ✓ 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

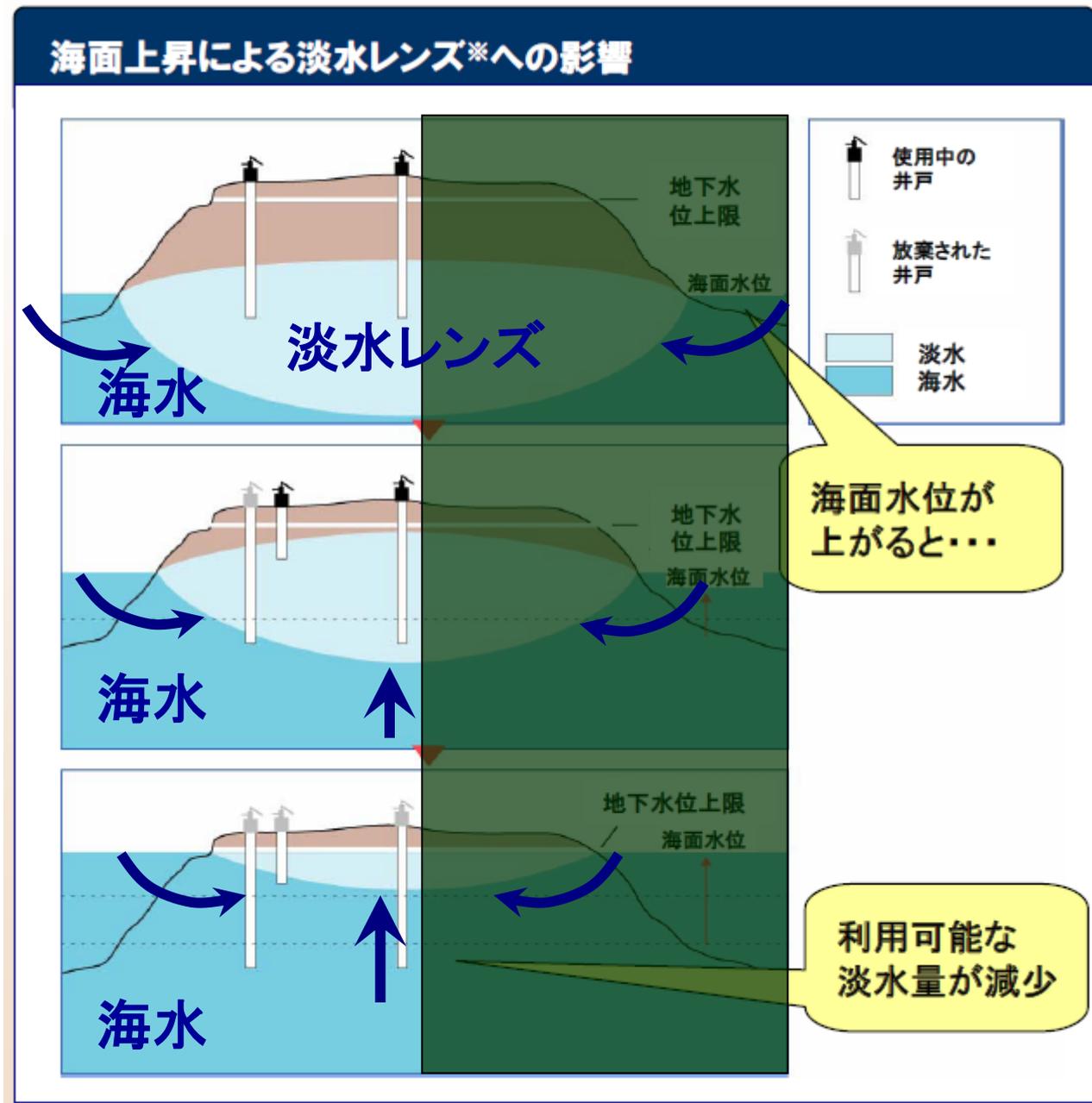


(2007年4月IPCC第4次報告書より)

地球温暖化の 淡水資源への 影響

海面水位は上昇する

✓ 沿岸地下水の
塩水化



海岸の巨大都市は脆弱



Figure TS.8. Relative vulnerability of coastal deltas as indicated by estimates of the population potentially displaced by current sea-level trends to 2050 (extreme >1 million; high 1 million to 50,000; medium 50,000 to 5,000) [B6.3]. Climate change would exacerbate these impacts.

地球温暖化の淡水資源への影響(3)

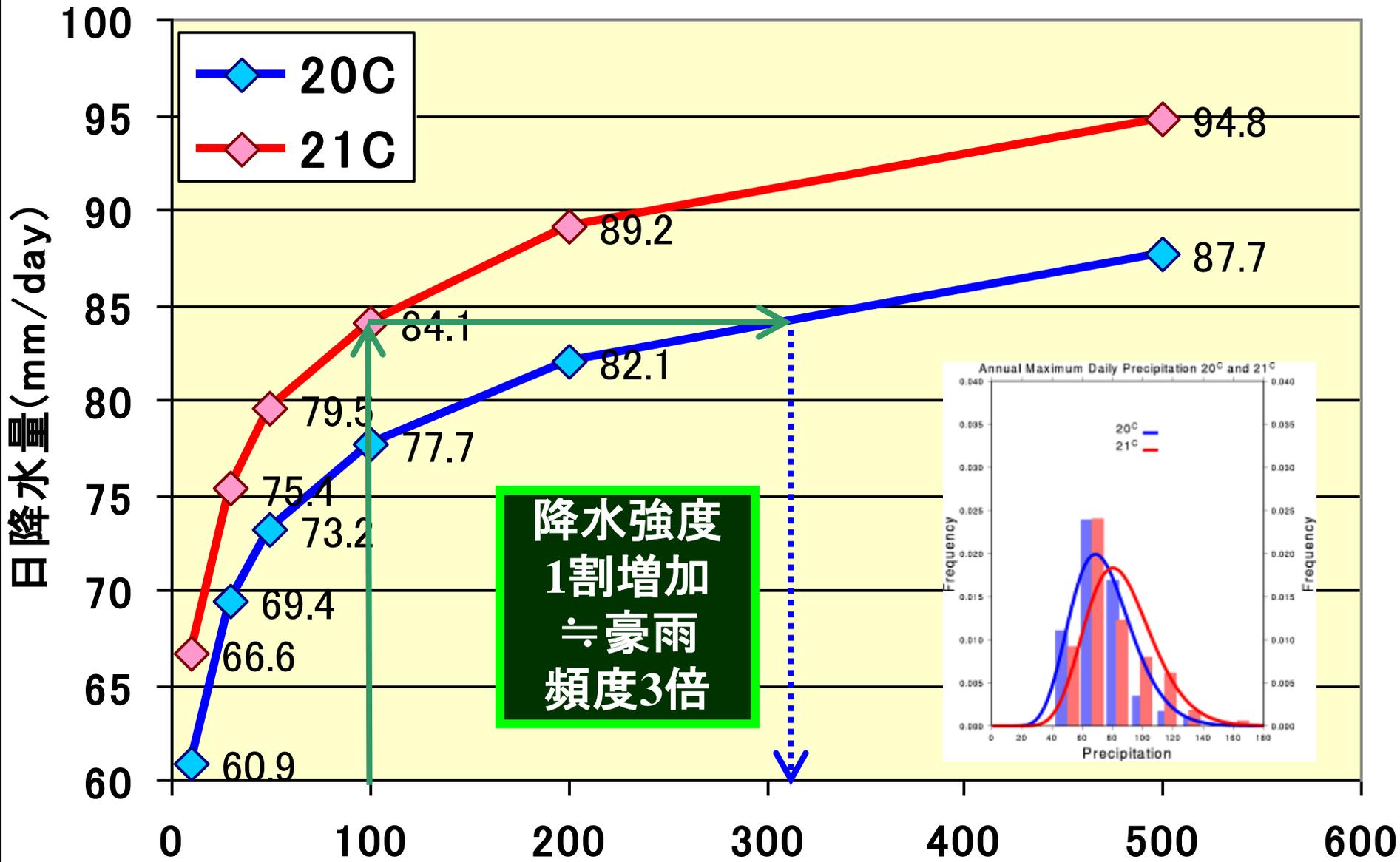
💧 気候変動の間接的影響

- ✓ 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

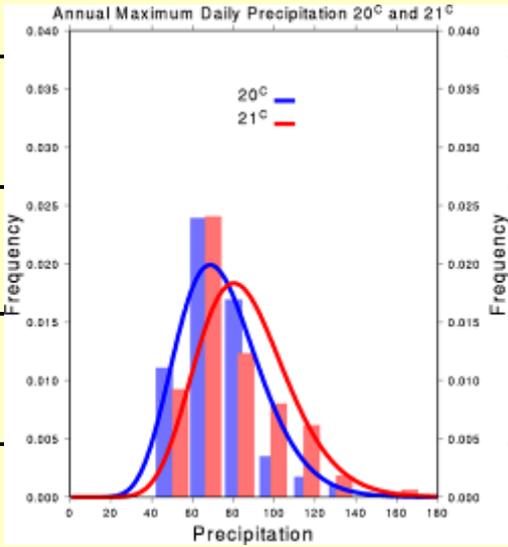


(2007年4月IPCC第4次報告書より)

X年確率降水量(年最大日降水量)



降水強度
1割増加
≡ 豪雨
頻度3倍



“XX年に1度の豪雨”

(CCSR/NIES K-1 シミュレーション結果、東京付近)

IPCC Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)

Chapter 8 “Toward a Sustainable and Resilient Future”

1st Lead Author Meeting, Panama, Nov., 2009

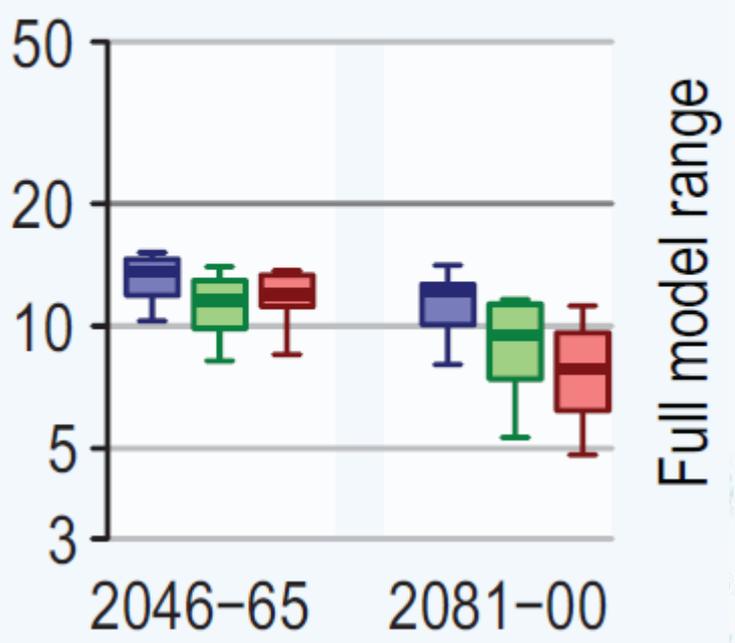
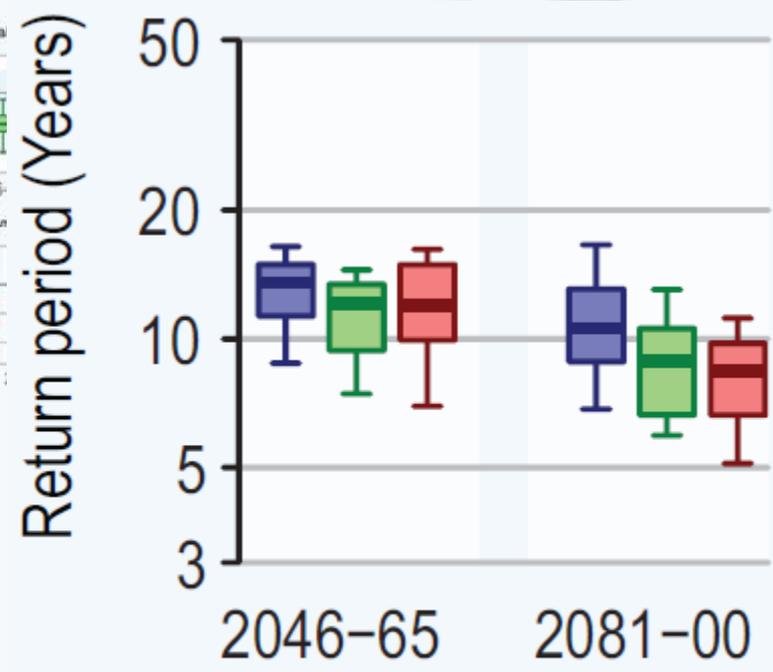


💧 **Summary for Policy Makers was released Nov.18, 2011.**

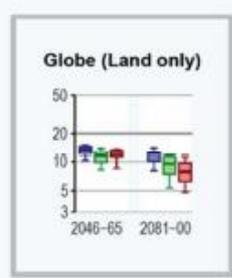
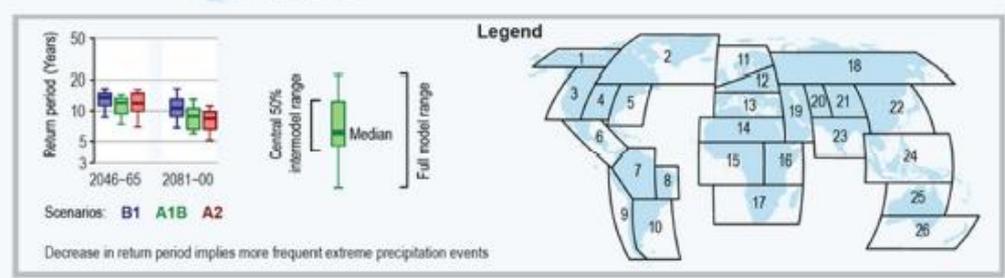
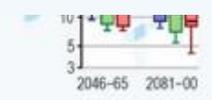
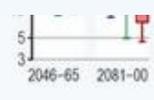
💧 **Full report will be available next Feb.**

💧 **<http://ipcc-wg2.gov/SREX/>**

Globe (Land only)



Scenarios: **B1** **A1B** **A2**



(IPCC SREX SPM, 2011, 環境省概要訳)

SREX SPM 図SPM. 3B 日降水量の20年再現値の再現期間の変化予測 (年)

20世紀末 (1981-2000年) に20年間に一度しか起こらなかった日降水量が、2046-2065年、2081-2100年に何年に一度の降水となるかを示したもの。排出シナリオはB1 (青)、A1B (緑)、A2 (赤) による。

人為的影響の証拠がある極端現象変化

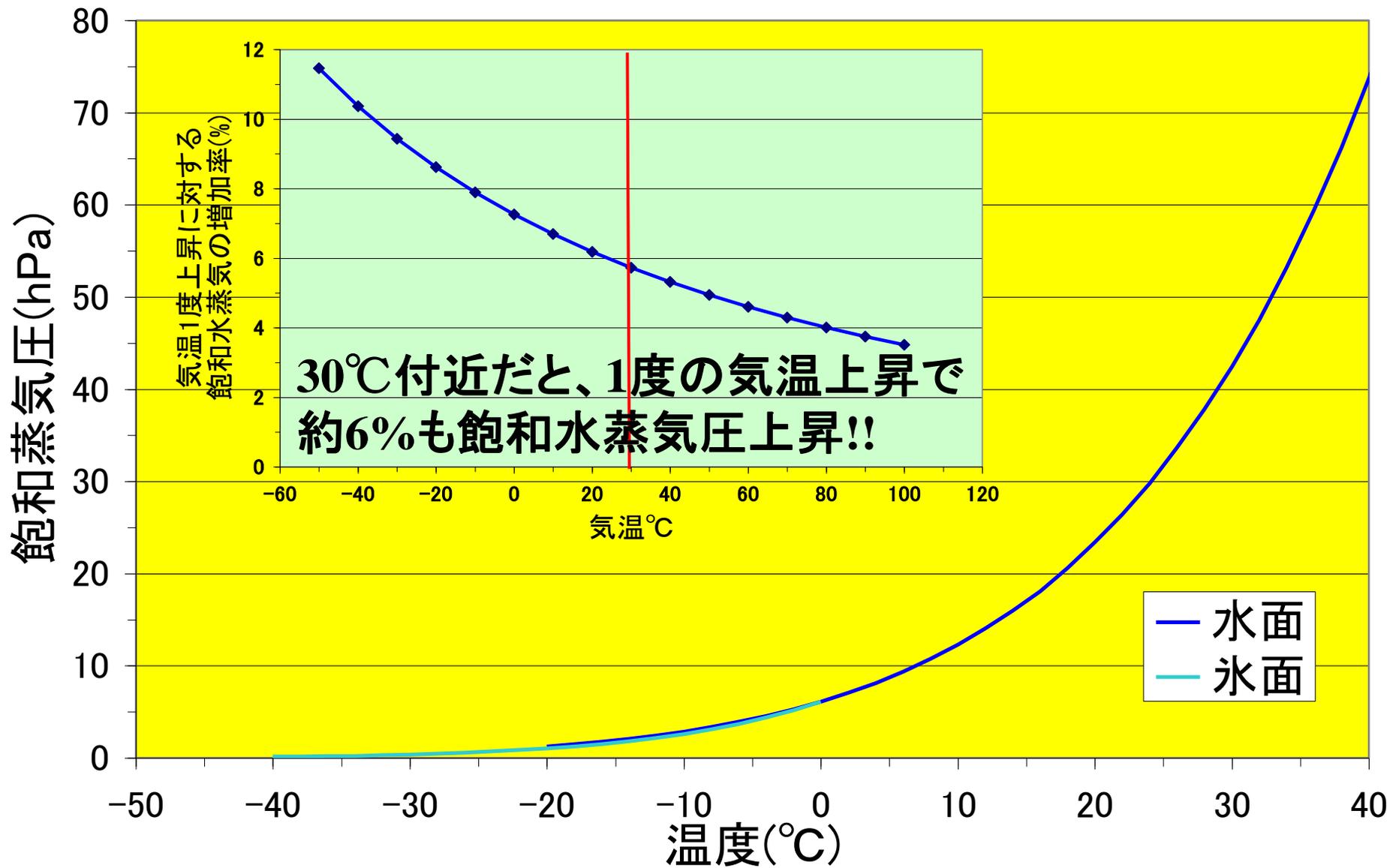
- 暑い日/夜の数の増加、寒い日/夜の数の減少（世界的規模、可能性が高い）
- 人々と経済財の暴露の増大が、気象や気候に関係した自然災害の長期的な増加の主要な要因（高い確信度）
- 一つ一つの極端現象を人為的影響と結びつけるのは困難(challenging)
- 地道な積み上げから転換的(transformational)変化に及ぶ行動が極端な気候現象によるリスク削減には本質的である(高い一致度、強固な証拠)

豪雨はどう変化するのか?!

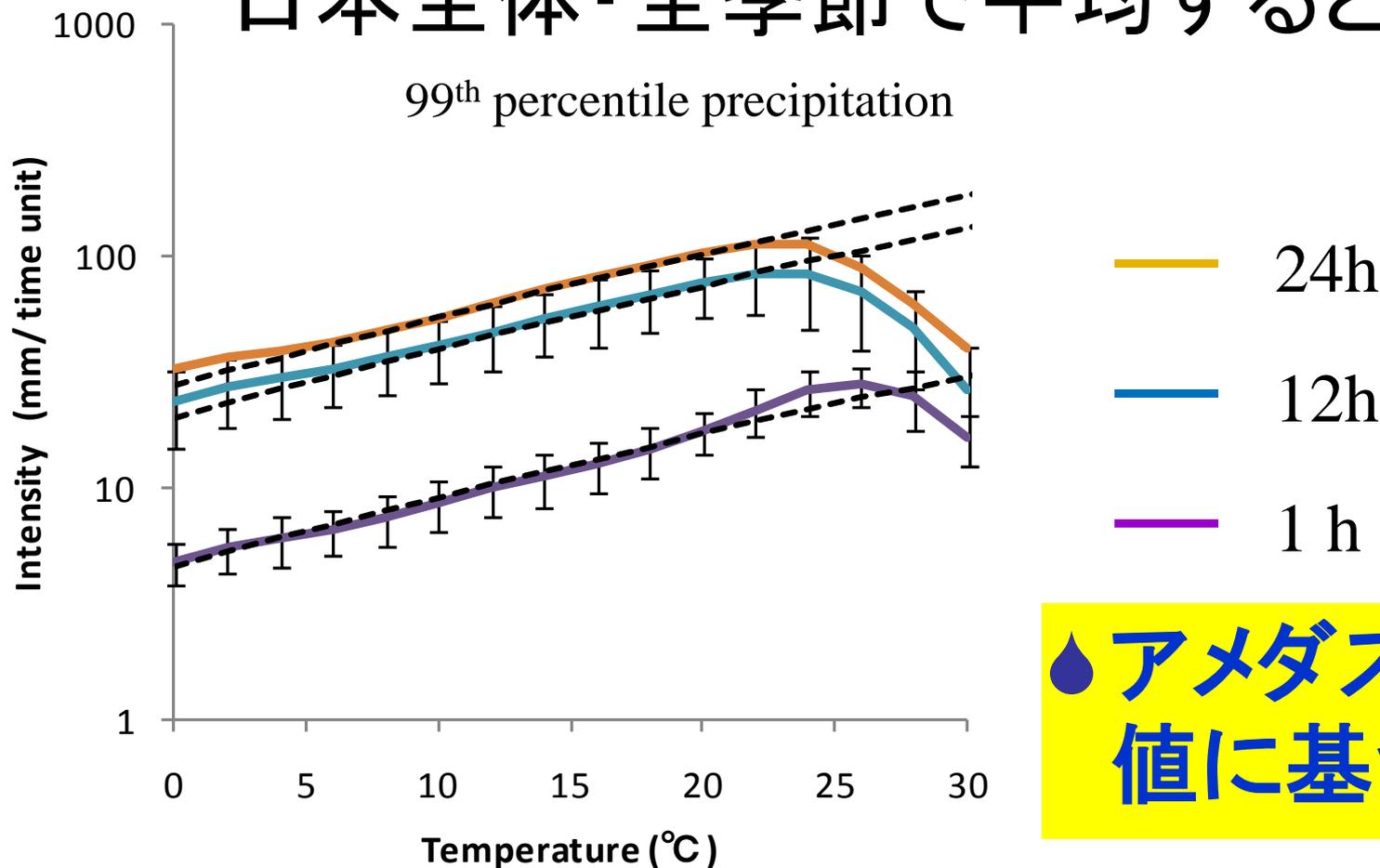


Northern Thailand, June 2007

気温が上がると大気中の水蒸気量も増加する!!



日本全体・全季節で平均すると・・・



💧 アメダス観測値に基づく

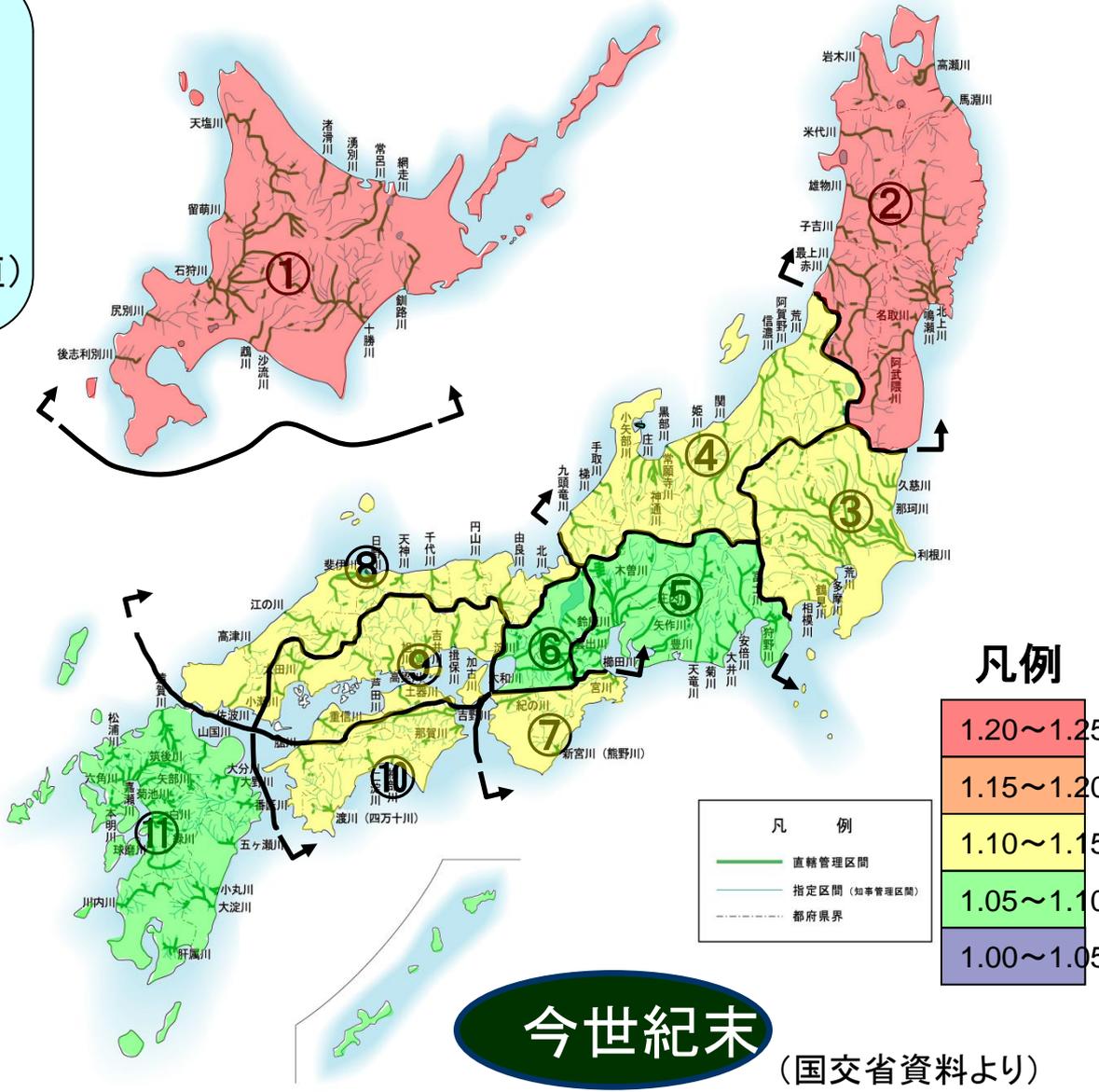
- ✓ 平均的に見れば、日本域で降水量極値を決める大きな要因は水蒸気量
- ✓ 寒い地域の方が温暖化で極端に強い降水が増大する可能性大
- ✓ 10分間降水強度では降水強度の気温依存性の「頭打ち」見られず

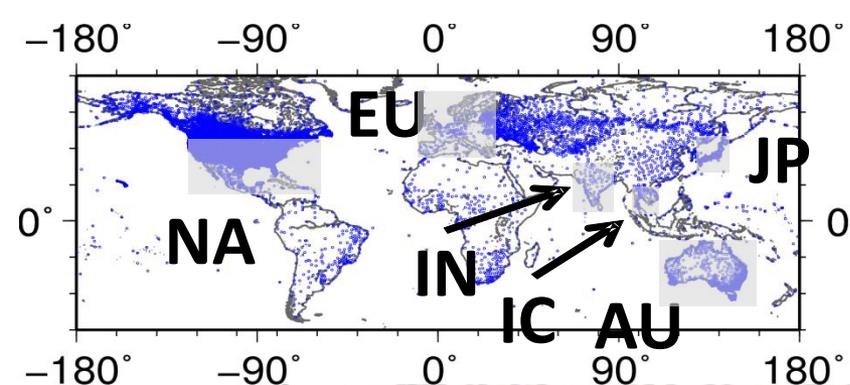
降雨量増加の地域分布

今世紀末でもせいぜい1.2倍程度

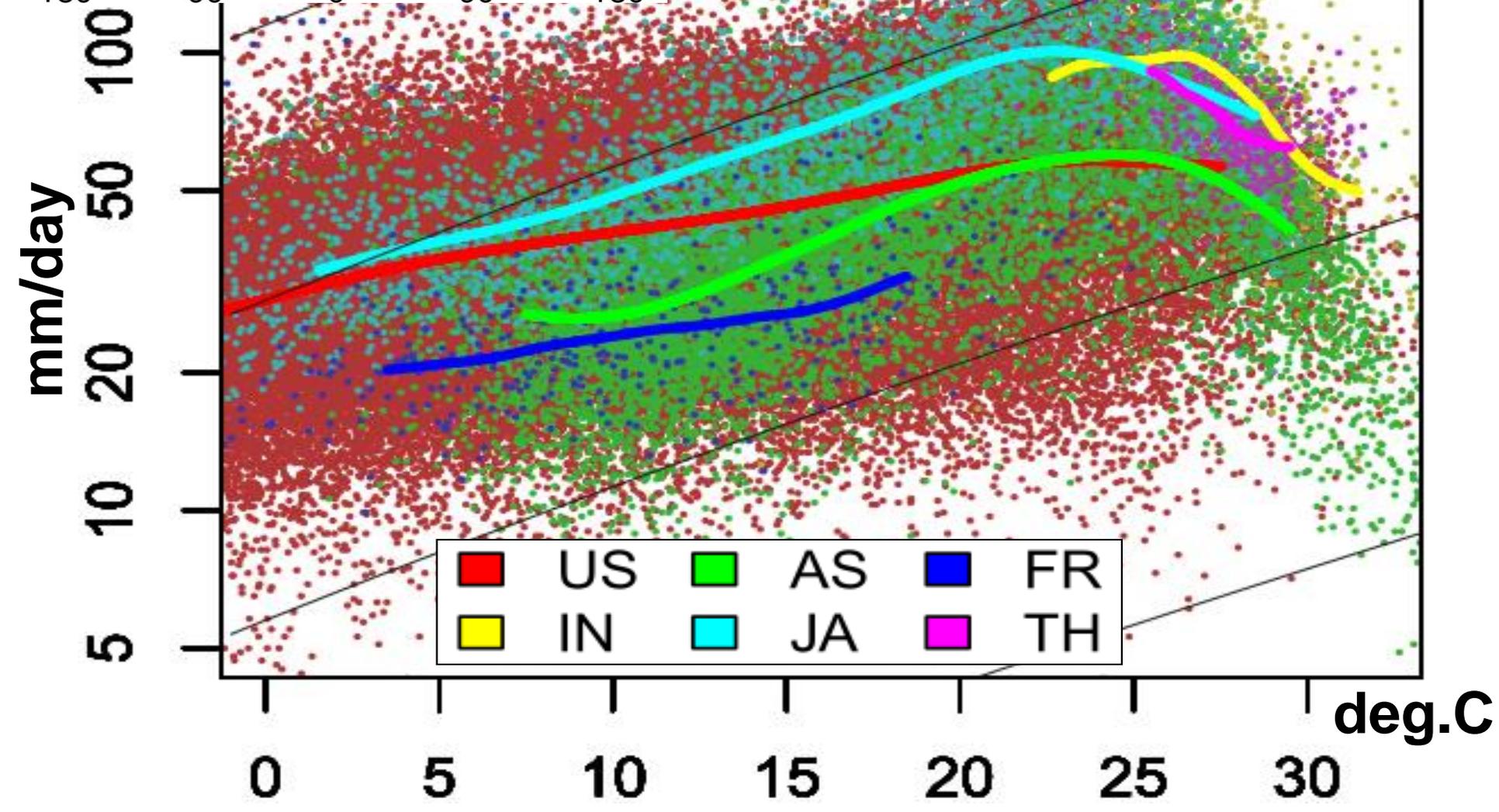
GCM20(A1Bシナリオ)で求めた
各調査地点の年最大日降水量から
(2080-2099年の平均値)
(1979-1998年の平均値)を求め
将来の降雨量を予測(上記の中位値)

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





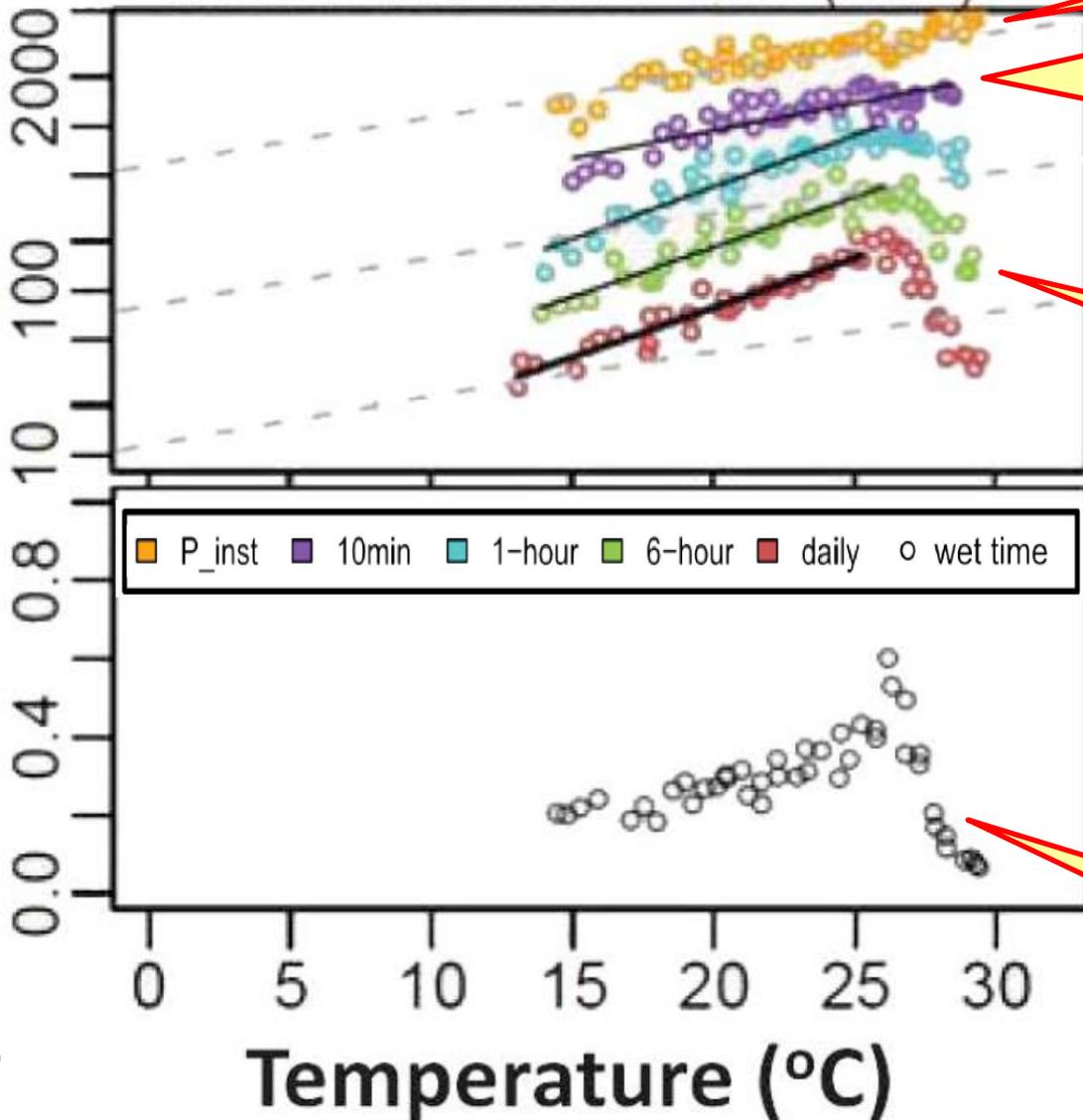
世界主要地域



S.Islands

α of 10min/ 1h/ 6h/ daily =
8.0 / 15.6 / 15.0 / 15.0 (%/K)

Precipitation (mm/day)
Wet time fraction



平均降水強度は高い
日平均気温でも減少
せず

上位1%の10分降水量
は高い日平均気温
でも減少せず

上位1%の時間降水量、
6時間降水量、日
降水量は高い日平均
気温では減少

降水継続時間が高い
日平均気温では減少

(Utsumi et al., 2011)

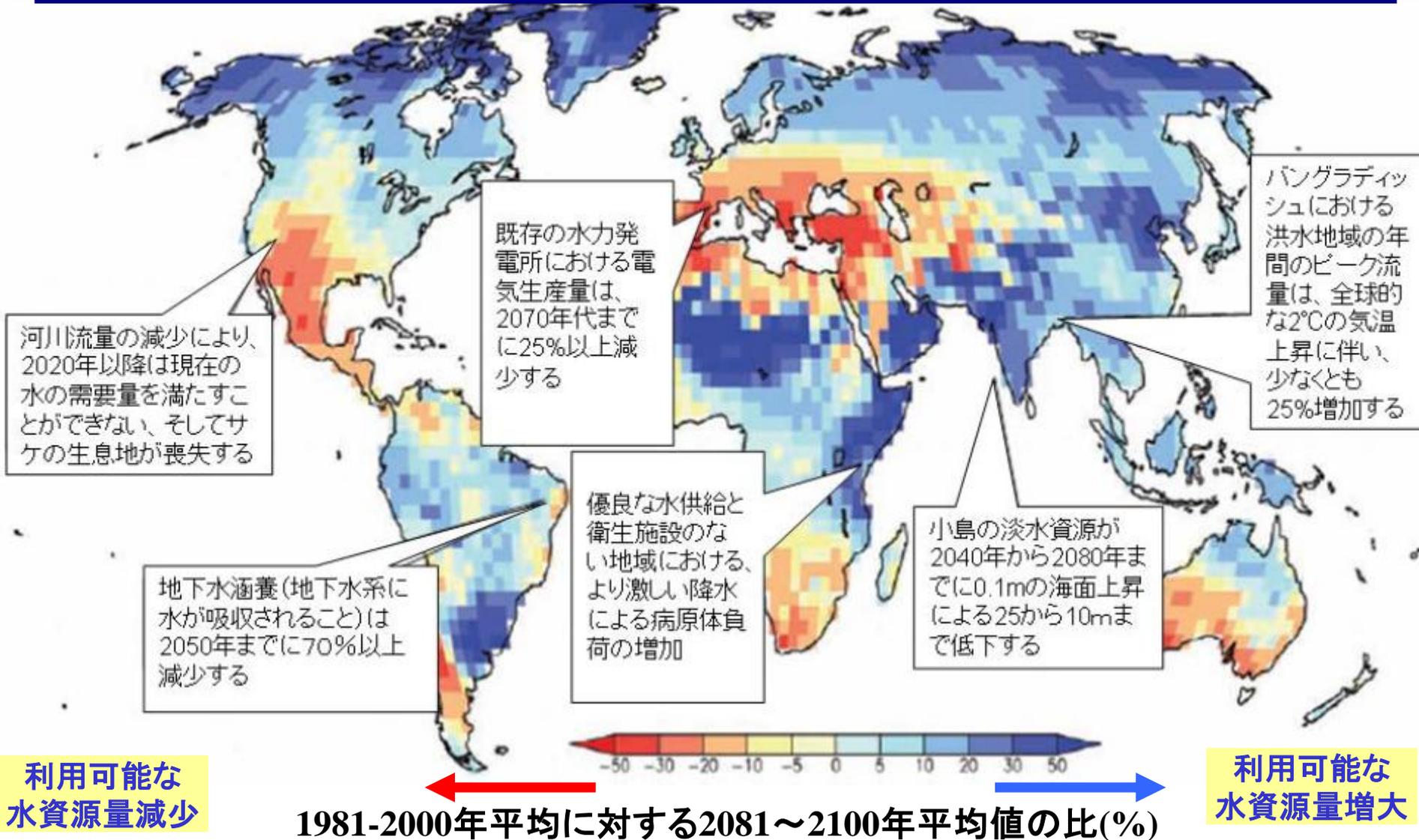
サラゴサ博日本館展示より

Animation



20世紀(左)と21世紀(右)の終わり10年における
洪水(青)と渇水(赤)との発生頻度の違い

温暖化に伴う水資源賦存量の変化



気候変動と社会変動

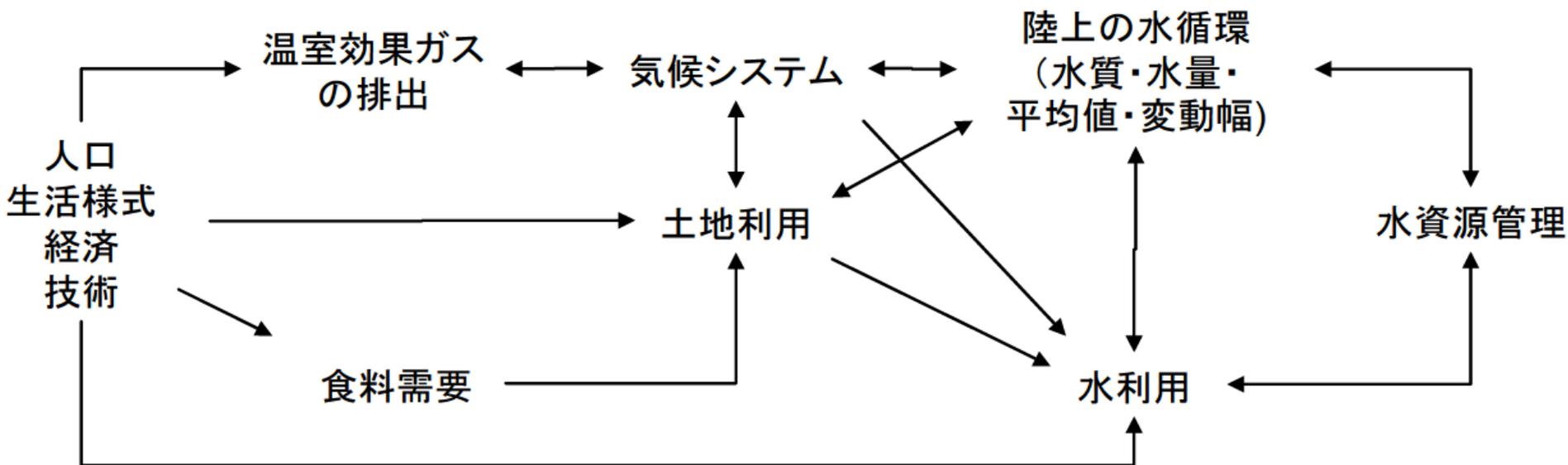


図 3.1 人間活動が淡水資源とその管理に与える影響

気候変動は多数のストレスのうちの1つに過ぎない

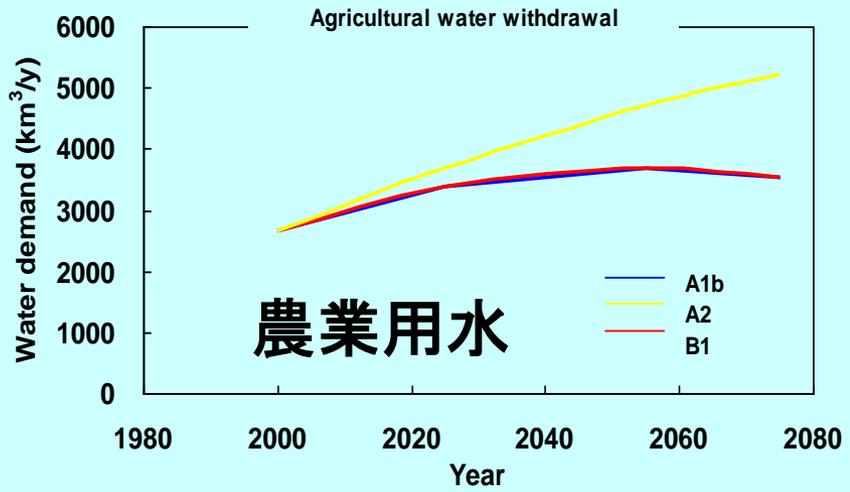
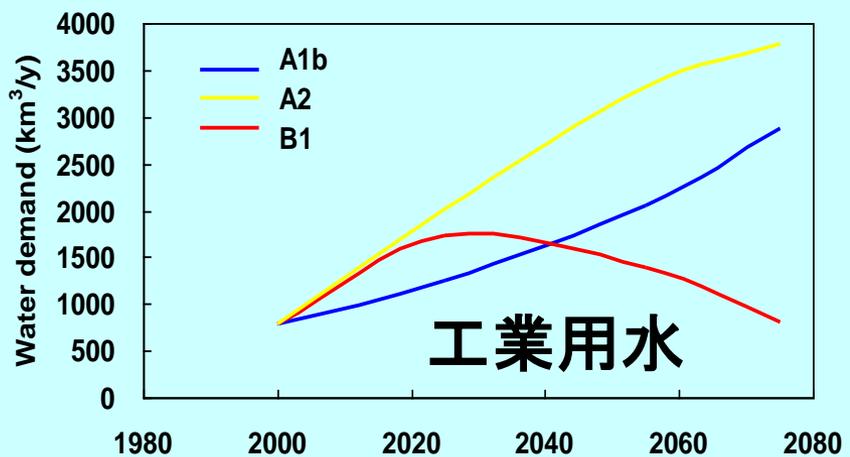
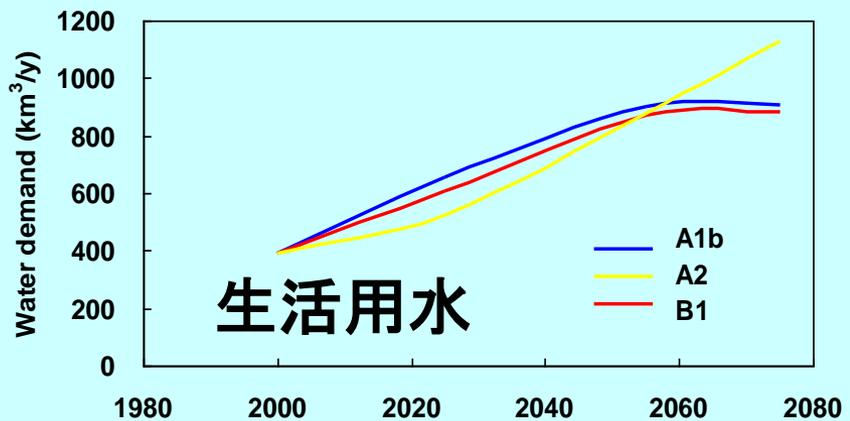
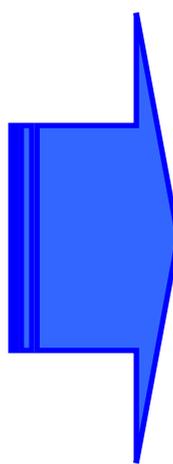
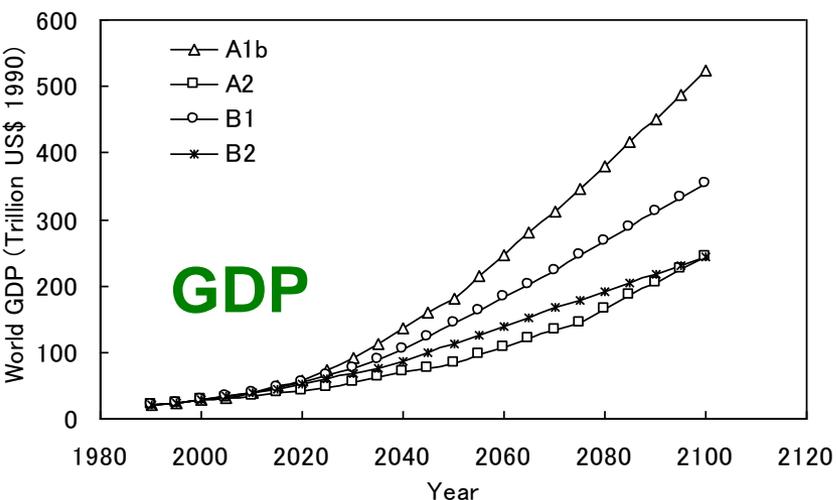
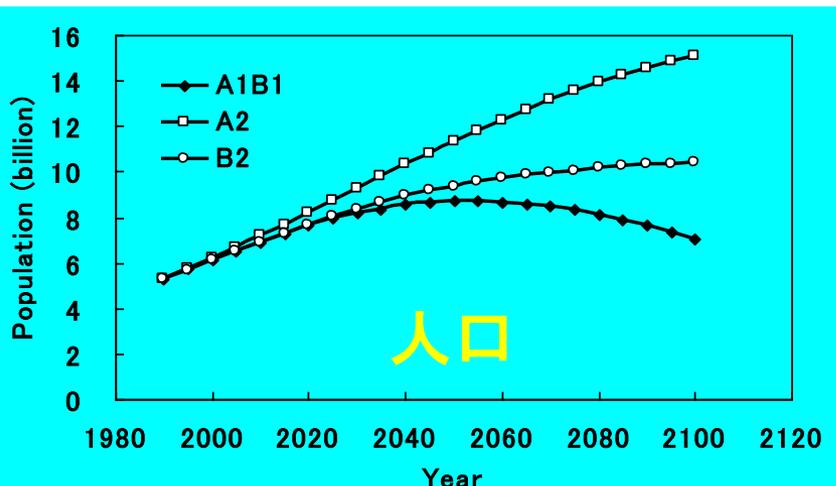
(Oku, 2005 に基づく)

将来社会推計

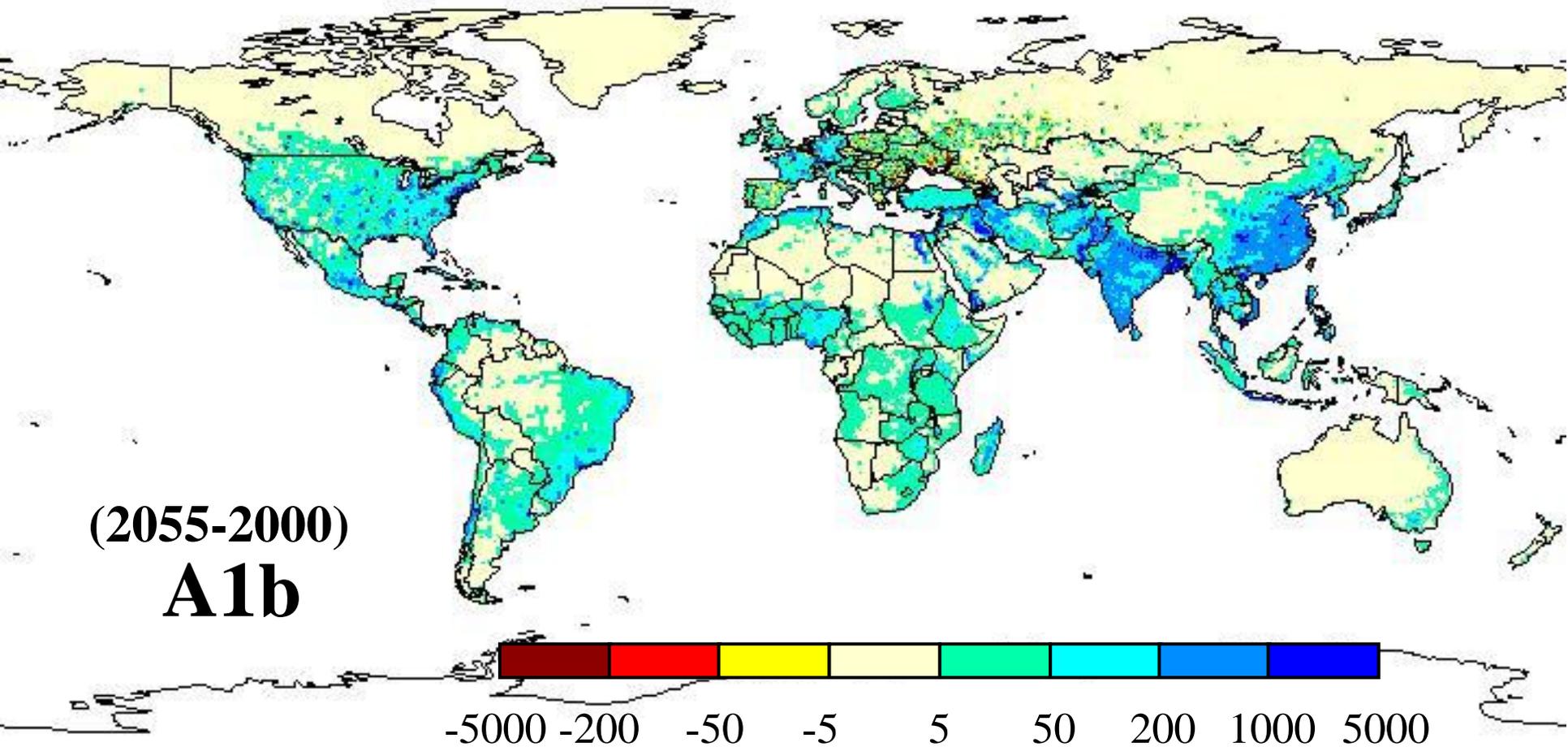
IPCC SRESシナリオ

- ✓ 都市・農村人口、GDP、エネルギー効率
- ✓ 気候変動

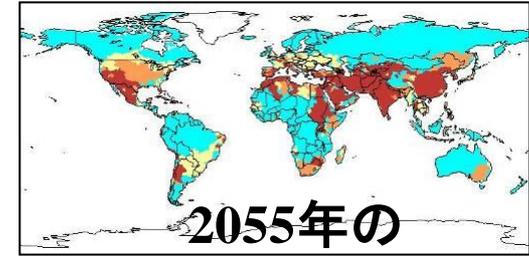
全陸面0.5度グリッドベースの推計



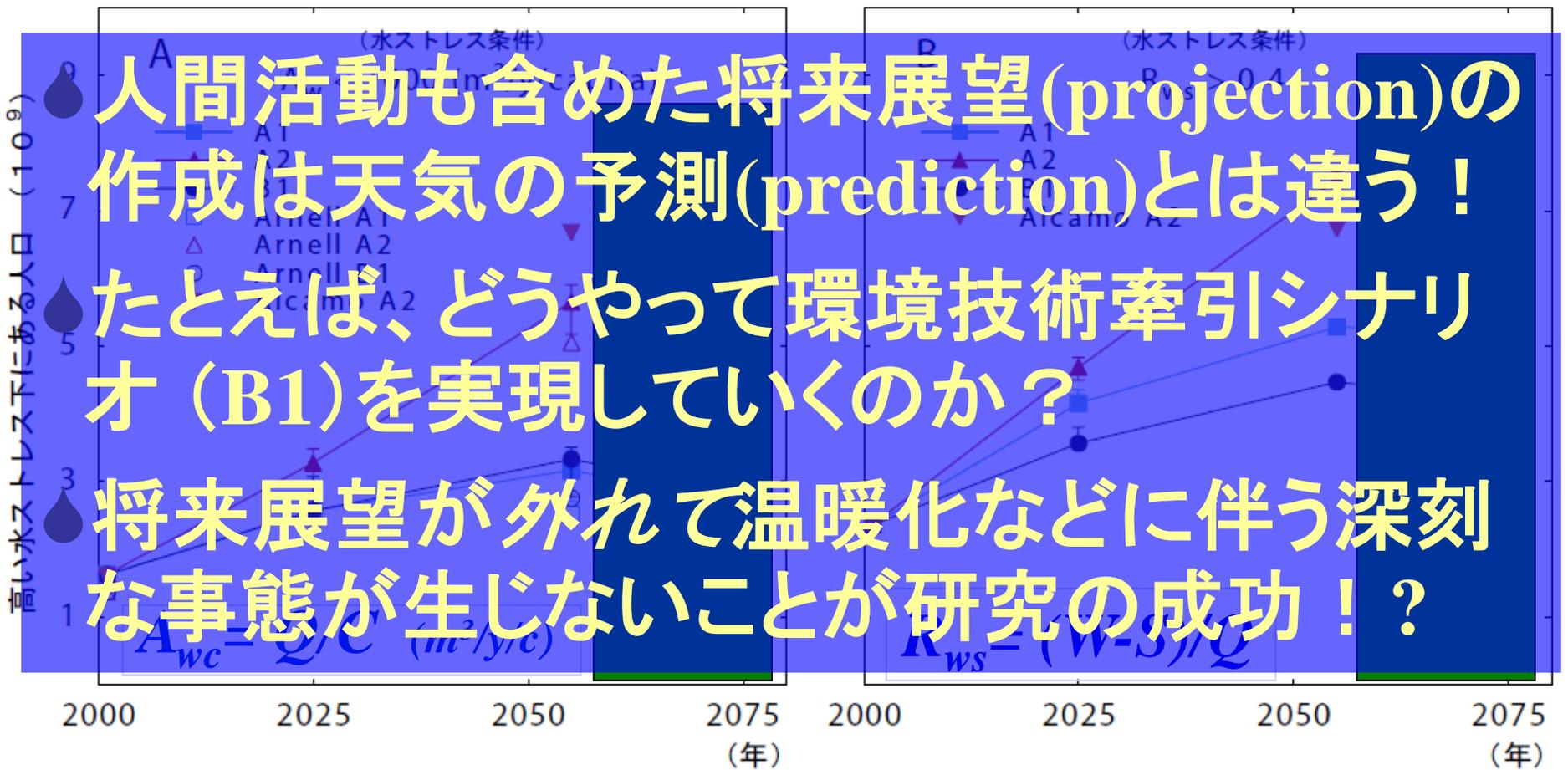
2050年の全取水量の分布 (百万 m^3/y) (2000年に対する変化)



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)



人間活動も含めた将来展望 (projection) の作成は天気の予測 (prediction) とは違う！

たとえば、どうやって環境技術牽引シナリオ (B1) を実現していくのか？

将来展望が外れて温暖化などに伴う深刻な事態が生じないことが研究の成功！？

温暖化対策

💧 緩和策(mitigation) ← 温暖化対策 = こちら？

❄️ 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。

❄️ 省エネ、大気汚染緩和、エネルギー安全保障(→原発推進)等現状の問題解決に有効、新産業創出。

→ 後悔のない政策(No regret Policy)

💧 適応策(adaptation) ← 新規性がない？

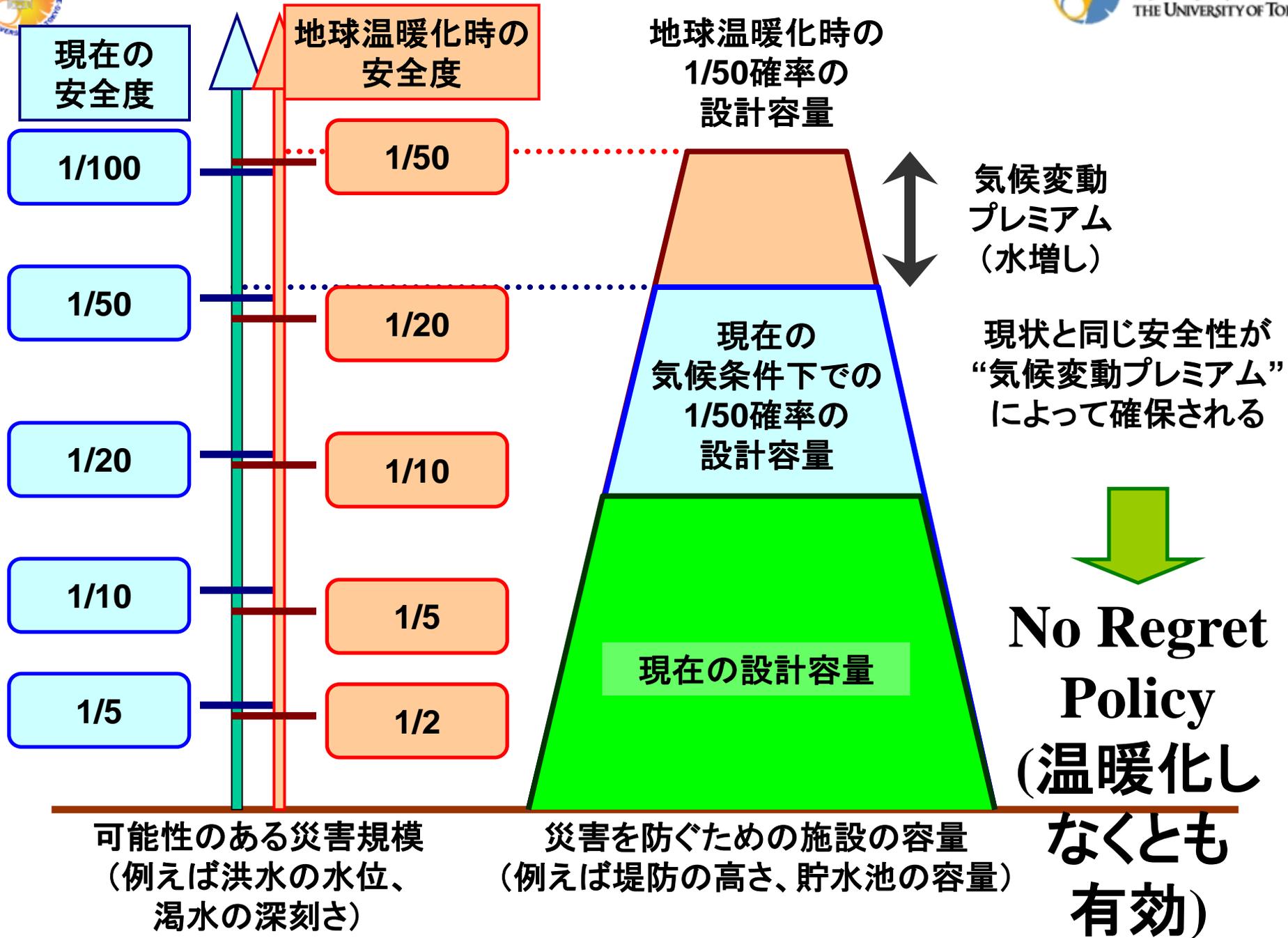
❄️ 地球温暖化が進行しても、不利益が生じないように、社会の脆弱性を減らす(Resilience Approach)

❄️ 貧困削減、農業開発、災害被害軽減など、現在の様々な問題の解決にもつながる。→ 順応的管理

水分野の適応策(1)

- ◆ 将来推計を加味した治水計画の推進
- ◆ 水供給側の適応策
 - ✓ 地下水の探査と汲み上げ
 - ✓ ため池、貯水池、ダム建設による貯留容量の増加⇔緑のダム??
 - ✓ 海水淡水化
 - ✓ 雨水貯留の普及
 - ✓ 水輸送





水分野の適応策(2)

◆水需要側の適応策

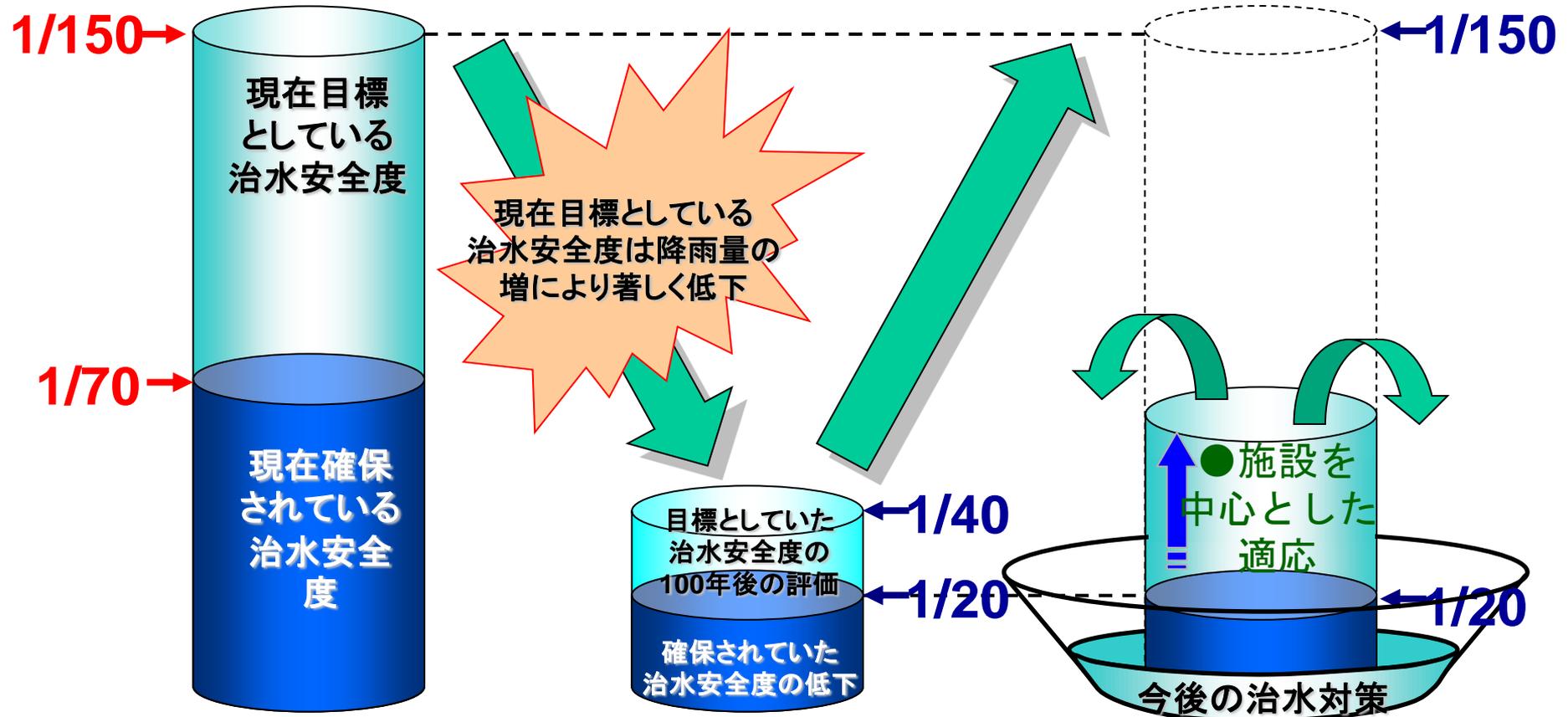
- ✓再生水利用による水利用効率の改善
- ✓穀物作付け時期、品種、灌漑手法、植え付け面積の変更による灌漑用水需要の削減
- ✓農作物輸入による灌漑需要の削減(仮想水輸入)
- ✓持続的な水利用のための従来の習慣の振興
- ✓水市場拡大による高付加価値水利用への再配分
- ✓従量料金の導入など経済的インセンティブの拡大利用による水保全の奨励

◆洪水保険の導入、...

施設整備による適応の限界

赤字:現在の治水安全度

青字:将来の治水安全度

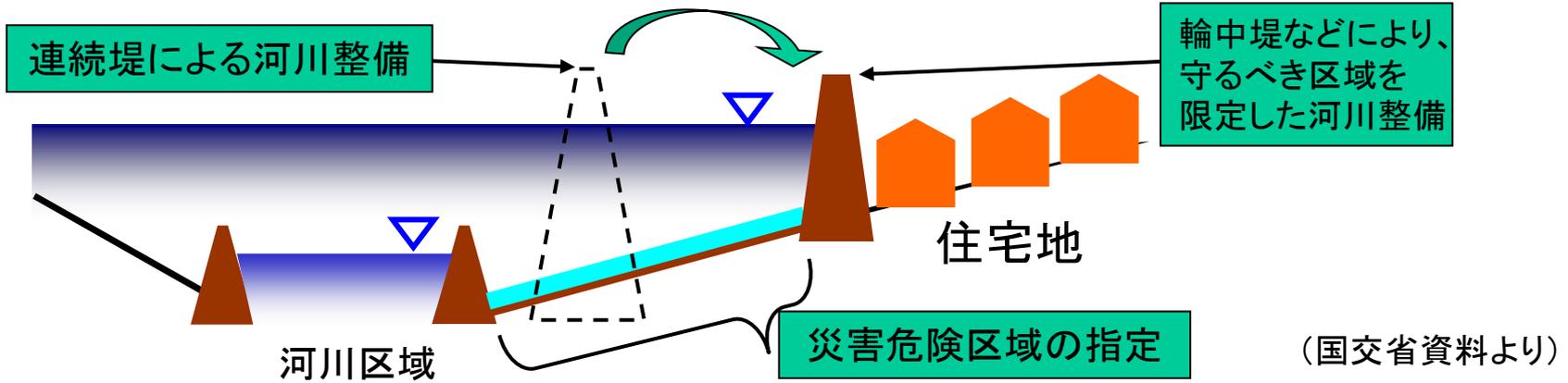


- 土地利用の規制・見直し
- 危機管理対応などソフト施策

土地利用の規制・見直しなど地域づくりからの適応策

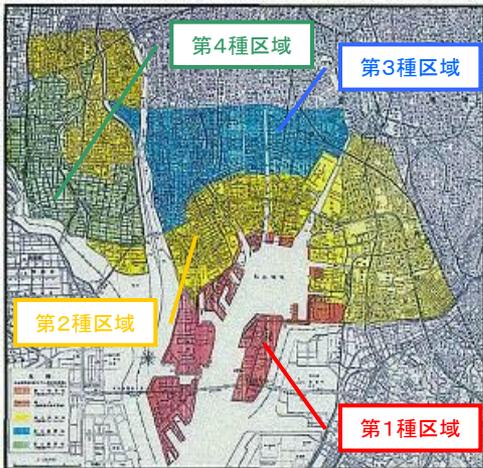
施設による対応のレベルを越える大きな洪水に対して、浸水を許容する土地利用や地域づくりで対応

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

浸水に強いまちづくりへの転換



名古屋市臨海部防災区域図

条例による制限の具体例(名古屋市)

	1階の床の高さ	構造制限	図解	説明
第1種区域 市街化区域	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…居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 市街化区域	N・P(+) 1m以上	2階以上に居室設置 緩和:延べ面積が100㎡以内のものは避難室、避難設備の設置による代替可		*公共建築物の制限 (第2種～第4種区域) 範囲…学校、病院、集会場、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 市街化区域	N・P(+) 1m以上			
第4種区域 市街化調整区域	N・P(+) 1m以上	2階以上に居室設置		



○洪水時に被害がないようピロティ構造を採用



IPCC AR5

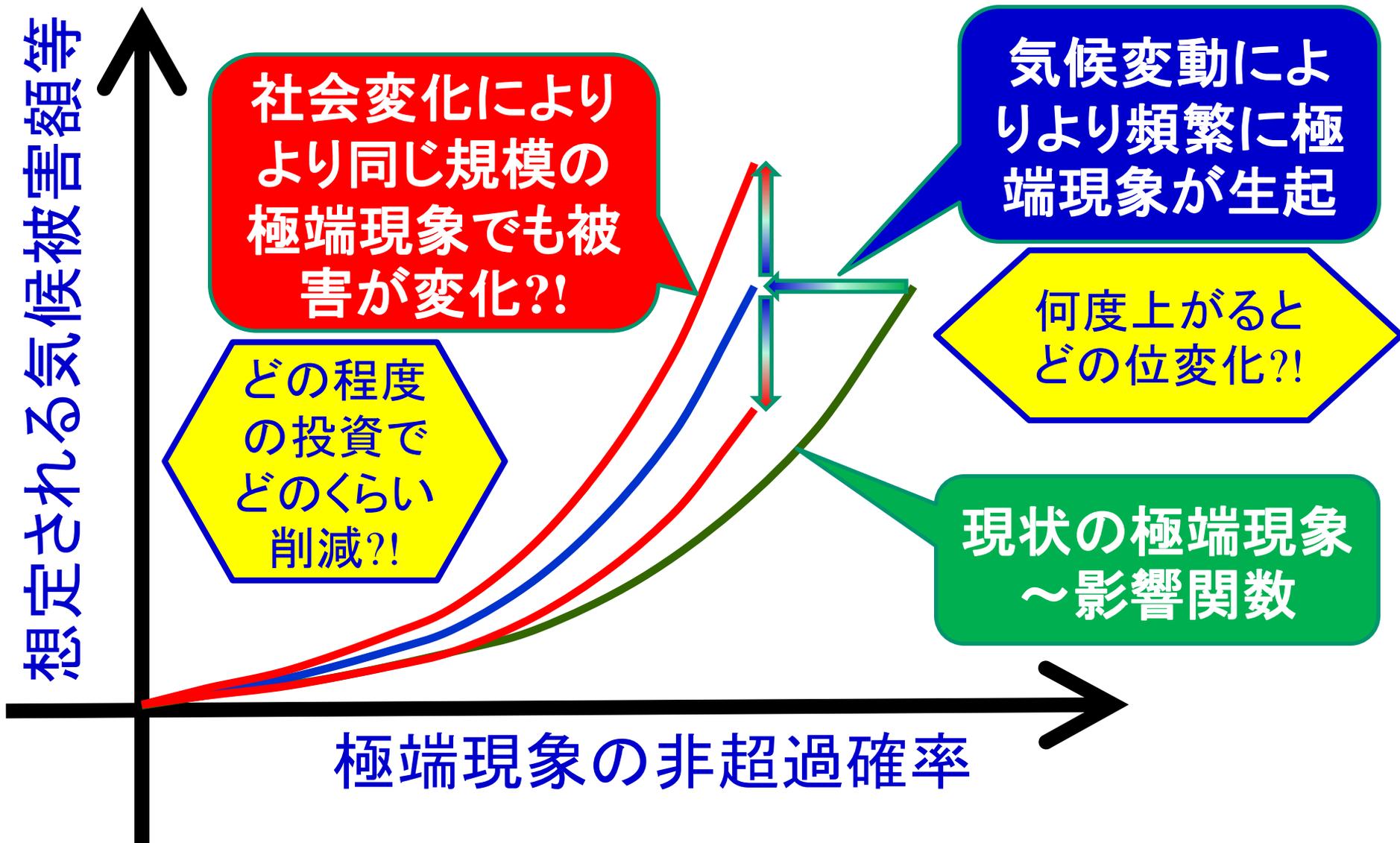
💧 Move from “it’s real” to “here is the information you need to make good decisions for your stakeholders”

❄️ Risk management framing

❄️ Multiple stresses framing

❄️ Full partnership for adaptation

気候変動と社会変化を考慮した影響評価



Working Group II calendar

- LAM1: January 2011
- Informal Peer Review: ZOD ↓ July - September 2011
- LAM2: December 2011
- Expert Review: FOD ↓ June - August 2012
- LAM3: October 2012
- Government & Expert Review: SOD ↓ March - May 2013
- LAM4: Literature cutoff (in press) FGD July 2013
- Final Government Distribution: ↓ October - December 2013
- Plenary: March 2014

AR5/WGII Chapter 3 “Freshwater Resources”
Taikan Oki (taikan@iis.u-tokyo.ac.jp), CLA

おわりに

- 気候変動は水災害頻度を変化させる
- 気温上昇で短時間の降水強度は増大する
 - ❄ 都市中小河川のゲリラ豪雨水害に対応
 - ❄ 原因は地球温暖化でもヒートアイランドでも
- 緩和策(CO₂排出量削減) + 適応策(被害軽減)の両方が必要
 - ❄ 気候変動被害への緩和・適応策の効果に関する研究が必要
 - 緩和費用 + 適応費用 + 残存被害を最小化
 - ❄ 地域、時期によっては社会変化影響が支配的

Thank You!

