



# 「水危機 ほんとうの話」



**沖 大幹**  
東京大学 生産技術研究所



ハツ場ダムをストップさせる東京の会、2014年7月26日

<p>水の知 自然と社会をめぐる14の視点 55 水野宏樹 東京大学 (カントリー) 編</p>	<p>水の世界地図 第2版 刻々と変化する水と世界の問題 The Atlas of WATER Mapping the World's Most Critical Resource Second Edition Rajesh Khosla and Sarah King</p>	<p>水の日本地図 水が映す人と自然 これは日本人の命の地図</p>	<p>水危機 ほんとうの話 June 22, 2012 On Sale!! 水研究の第一人者が、誤解や思い込みを正す!</p>	<p>沖大幹 東大教授 現役教授がここまで書いた! 給与 学歴 入試 キャリア 出世 研究 著名人との交友</p>	<p>水の歴史</p>
--	--	--	---	---	-------------

## 水くみは女性と子どもの仕事 アンブラ家は1日5往復

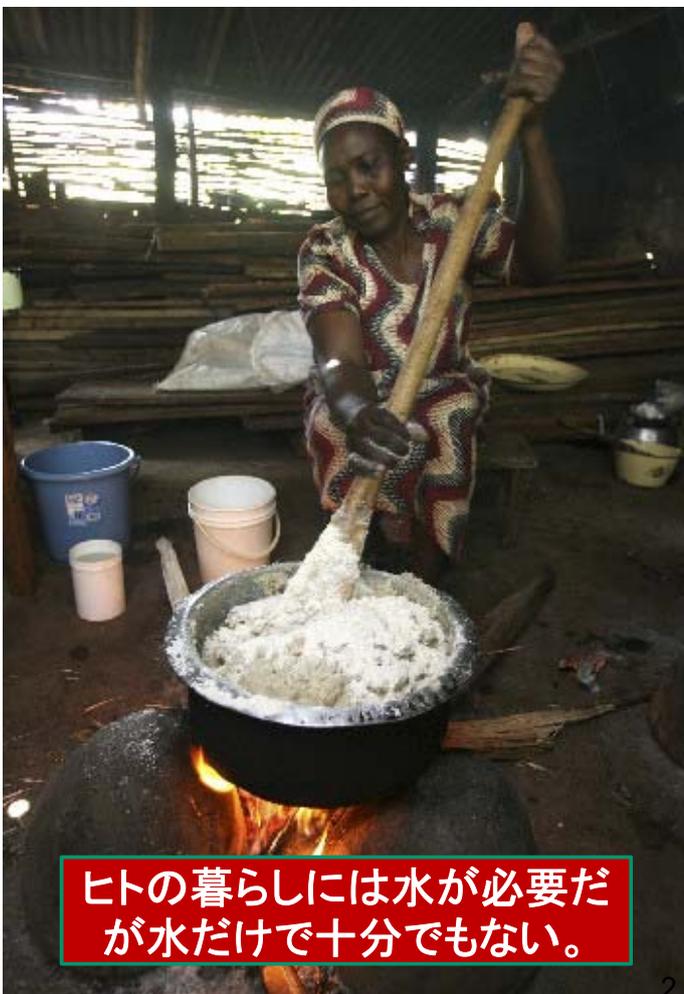


衛生→健康リスクだけではない。  
時間コスト→社会進出・教育機会の損失

撮影 読売新聞  
写真部取材班

# 生まれた家に水道 はありましたか？

- A) あった      D) 泉  
B) なかった    E) 雨  
C) 井戸        F) 何もなし



ヒの暮らしには水が必要だが  
水だけで十分でもない。



主食のウガリをつくるお母さん  
(アフリカ、ケニヤ、アンブラ家)

水、食料、エネルギー、家屋、  
通信(携帯、インターネット)、  
道路・交通、医療、学校、雇用、  
金融、治安、... ⇄ 生存権

撮影 読売新聞  
写真部取材班

# 💧 “水の惑星”地球でなぜ水不足が生じる？

❄️ しかも水は循環資源

❄️ 理解の鍵 → 廉価・大量使用、代替性、精神文化性

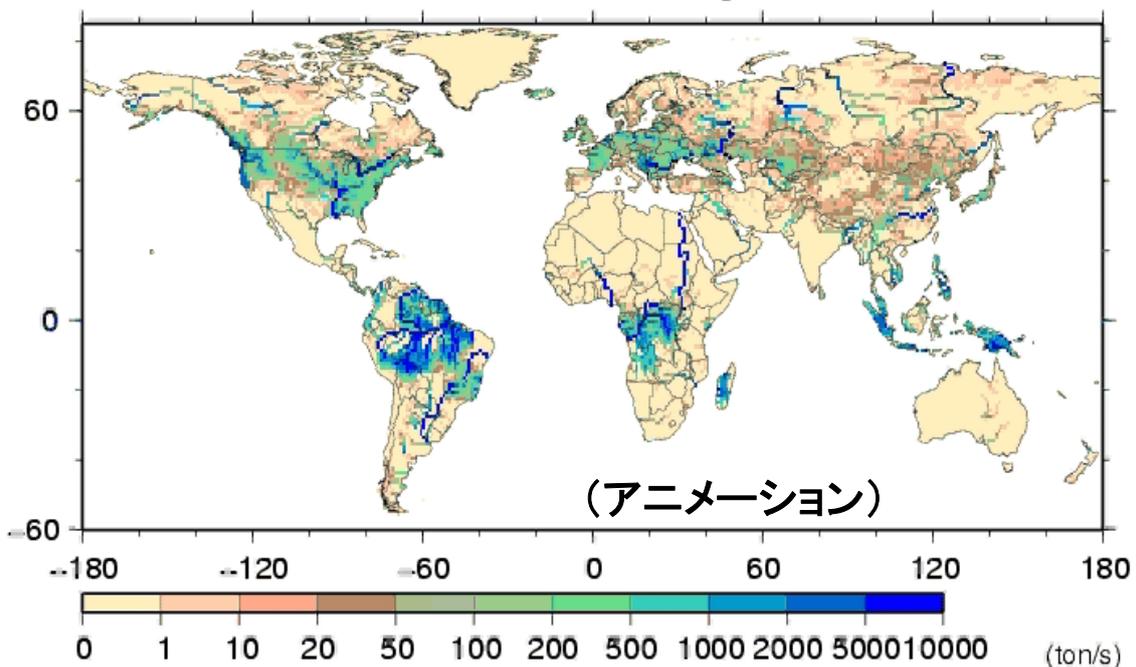


<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/>



## なぜ水不足が生じるのか?!

GPV-IsoMAT-1°TRIP River Discharge, 2006/01/01 00:00



← 川の流量が少ない

数値モデルによる流量シミュレーション結果

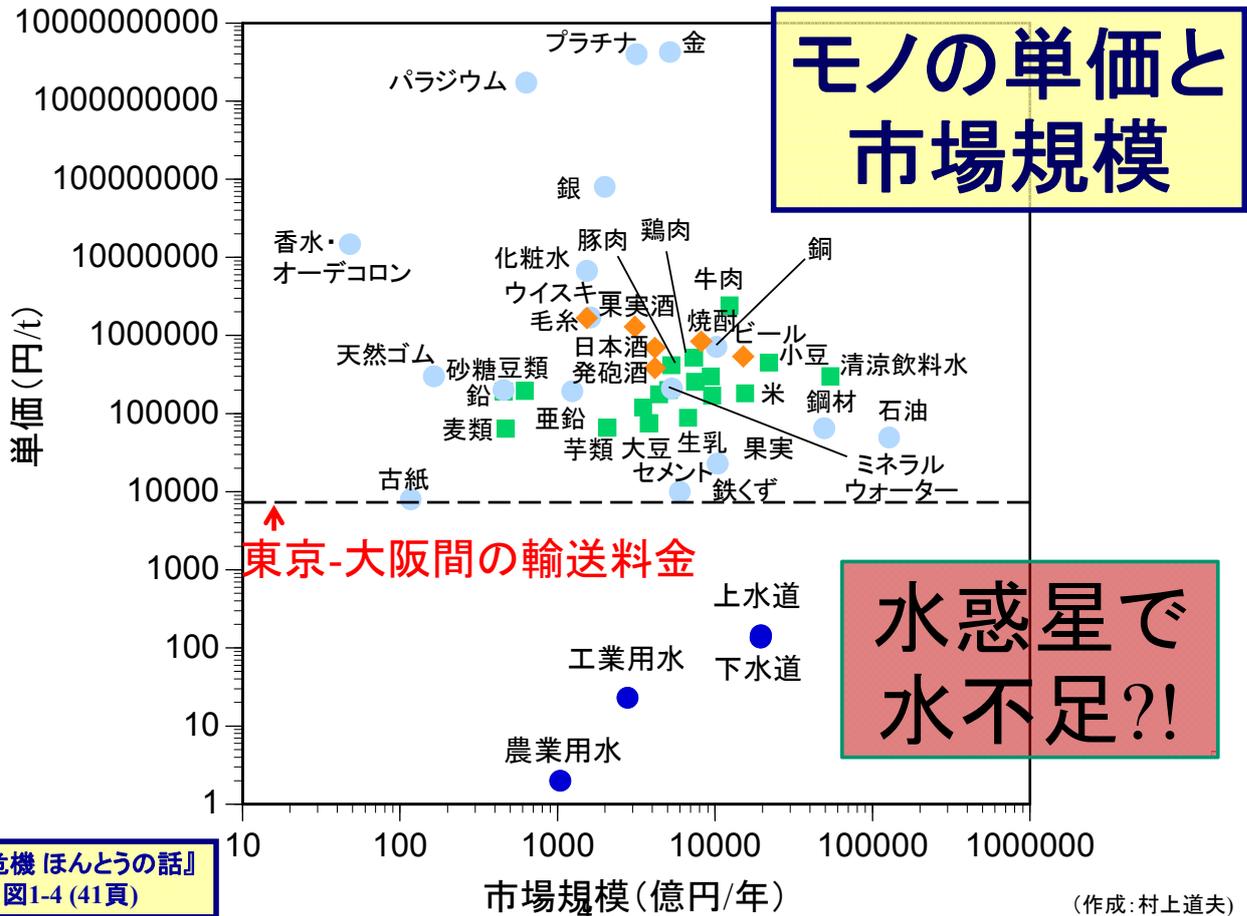
川の流量が多い →

💧 水を運べばいいじゃないか?!

❄️ 貯めておけば大儲け?!

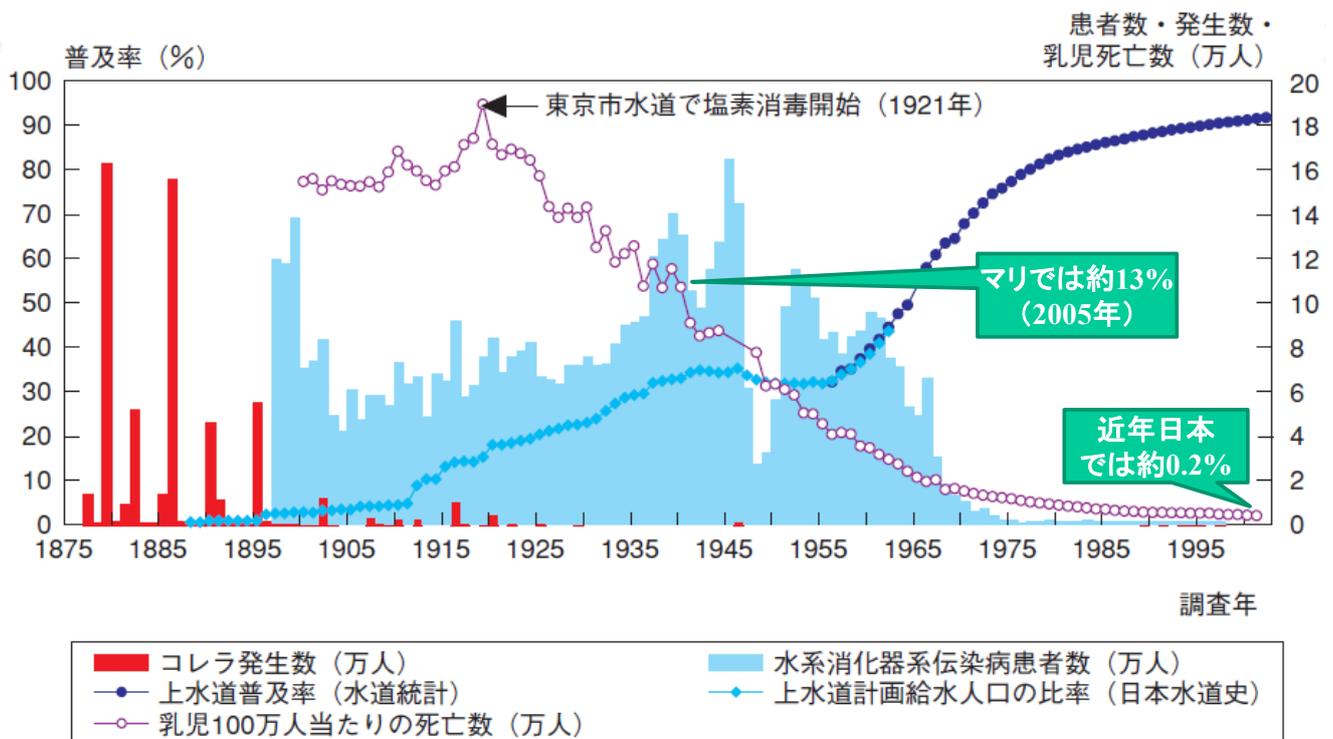
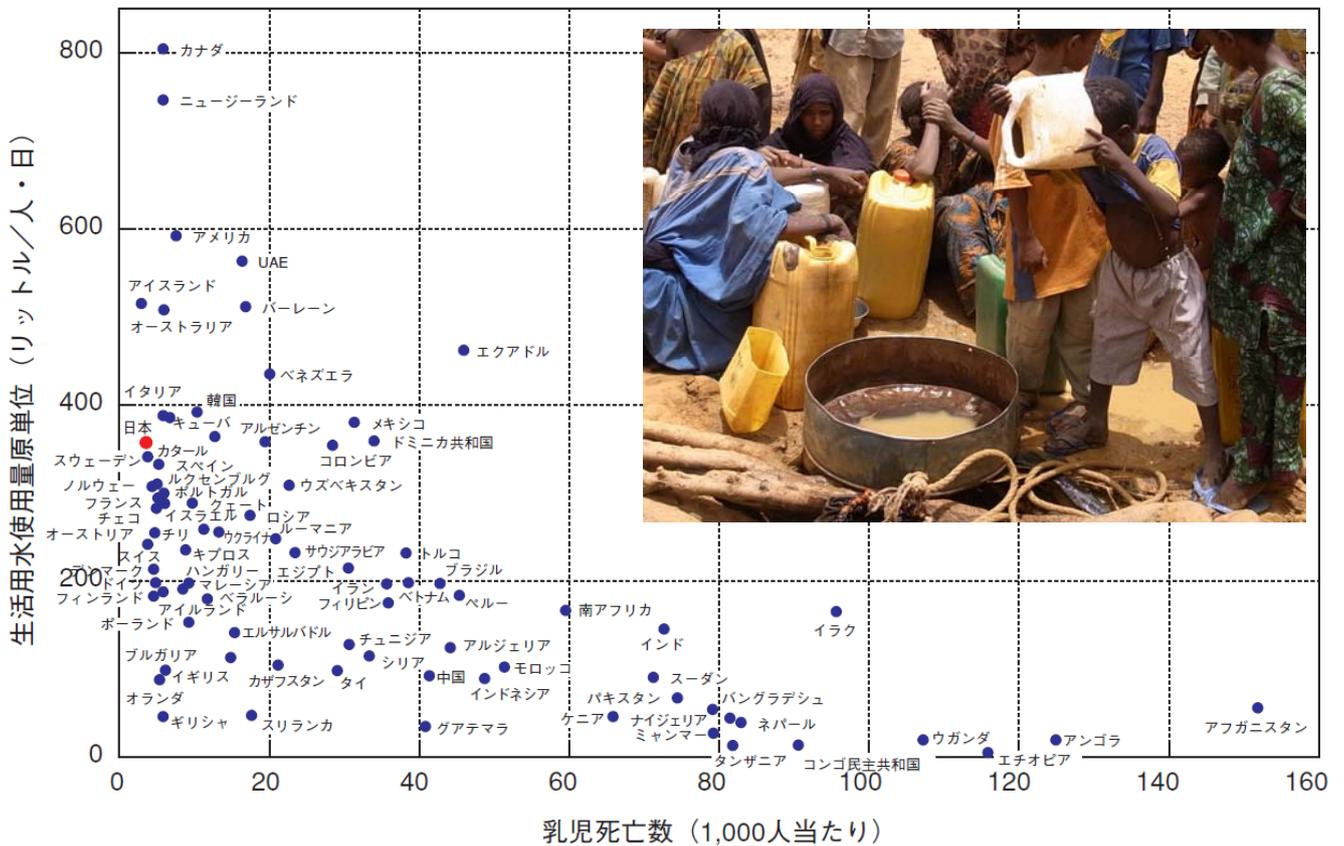


<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/>



『水危機 ほんとうの話』  
図1-4 (41頁)

(作成: 村上道夫)



- (注) 1. 国土交通省水資源部作成
2. 上水道普及率は「日本水道史」, 「水道統計」(厚生労働省)による
3. コレラ発生数は「日本水道史」及び「伝染病統計」(厚生労働省)による
4. 乳児死亡率は「人口動態統計」(厚生労働省)による
5. 水系消化器系伝染病患者数はコレラ, 赤痢, 腸チフス, パラチフスの患者数で「伝染病統計」(厚生労働省)による (1897年以降)



# 使う水の量と価格

## 1日2~3リットルの飲み水

2~3ℓ

- ✧ 生きるために不可欠
- ✧ 全部瓶詰め水でも約200~400円/日

水道法第一条

清浄  
豊富  
低廉

200~300ℓ

## 1日200~300リットルの水道水

- ✧ 健康で文化的な暮らしに不可欠
- ✧ 全部水道水なら約20~40円/日

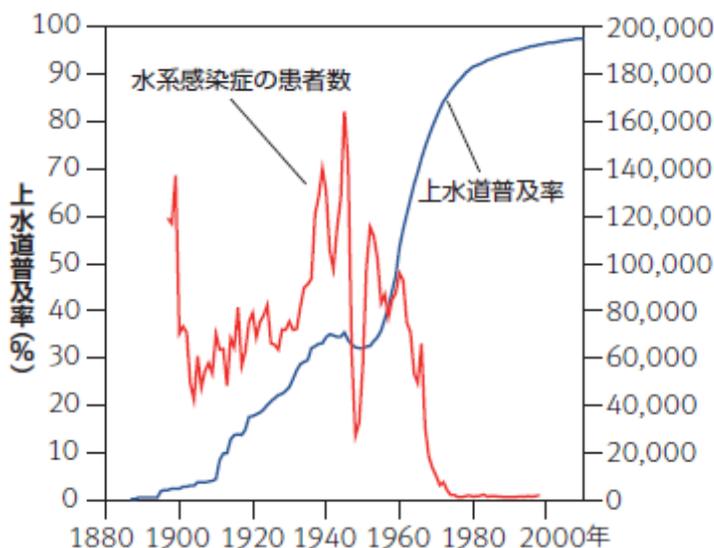
2000~3000ℓ

## 1日2000~3000リットルの雨水+灌がい用水

- ✧ 穀物や牧草、家畜の餌が育ったりするのに不可欠
- ✧ 全部灌がい用水なら約5~10円/日
- ✧ そのうち半分くらいは海外からの水

## 日本だと約1m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/年の水資源量利用可能

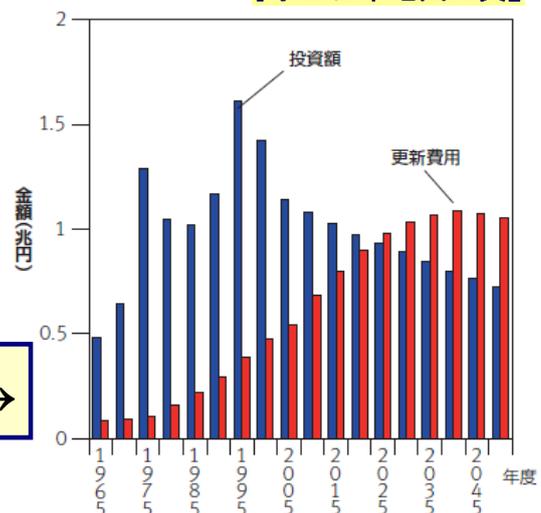
- ✧ 1000m<sup>2</sup>/人必要 → 1000人/km<sup>2</sup>の人口密度で水ぎりぎり



『水の日本地図28頁』

## ←これまでの恩恵

『水の日本地図33頁』

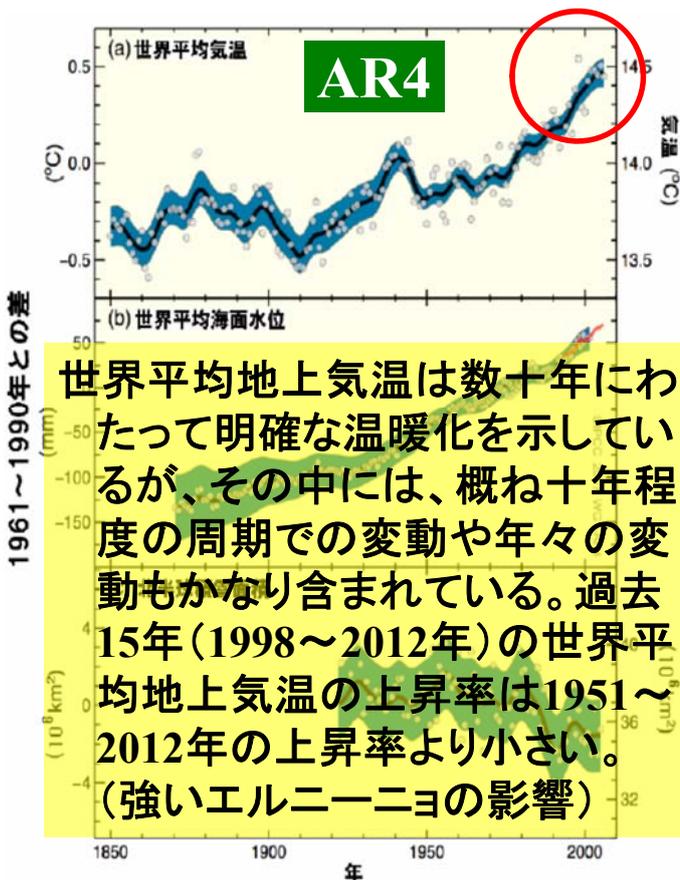


## これからの大問題 →

# 気候変動に関する政府間パネル 第5次評価報告書より...



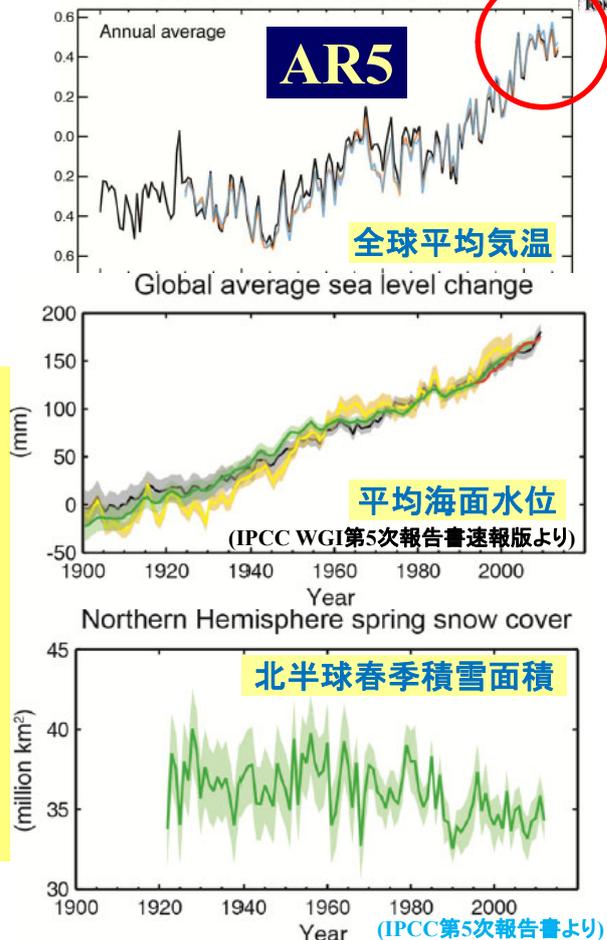
## 気温、海面水位及び北半球の雪氷面積の変化



世界平均地上気温は数十年にわたって明確な温暖化を示しているが、その中には、概ね十年程度の周期での変動や年々の変動もかなり含まれている。過去15年(1998~2012年)の世界平均地上気温の上昇率は1951~2012年の上昇率より小さい。(強いエルニーニョの影響)

(IPCC第4次報告書より)

Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012

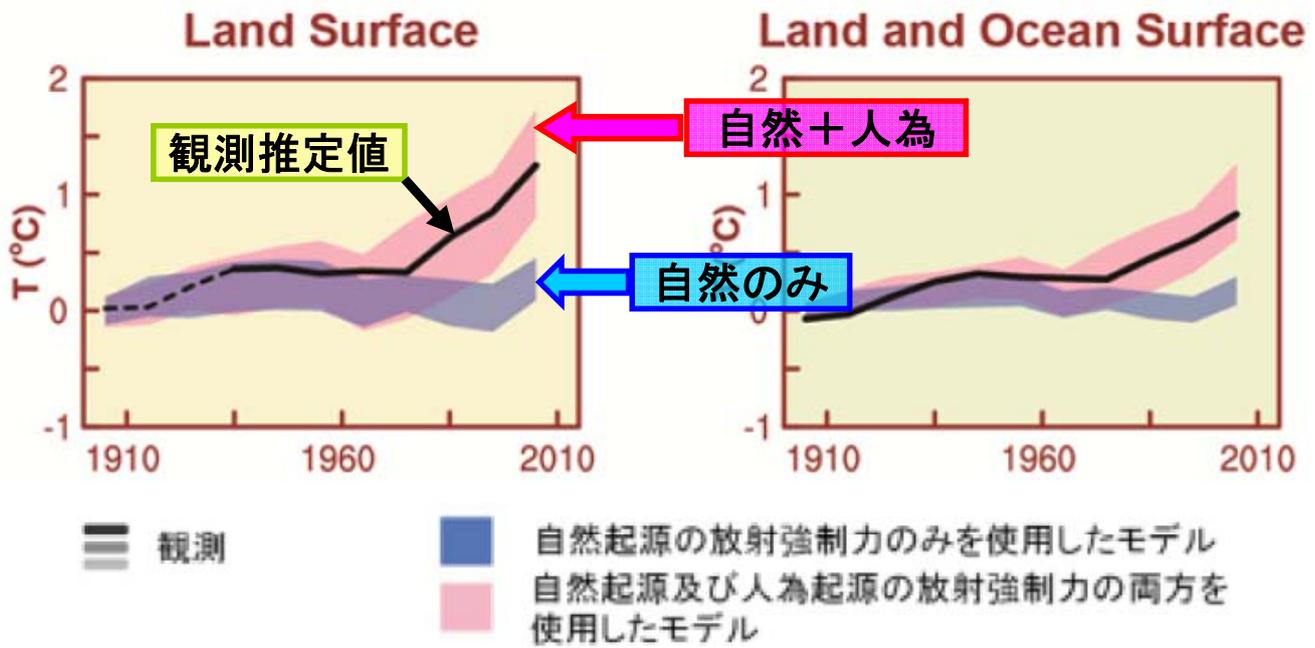


(IPCC第5次報告書より)

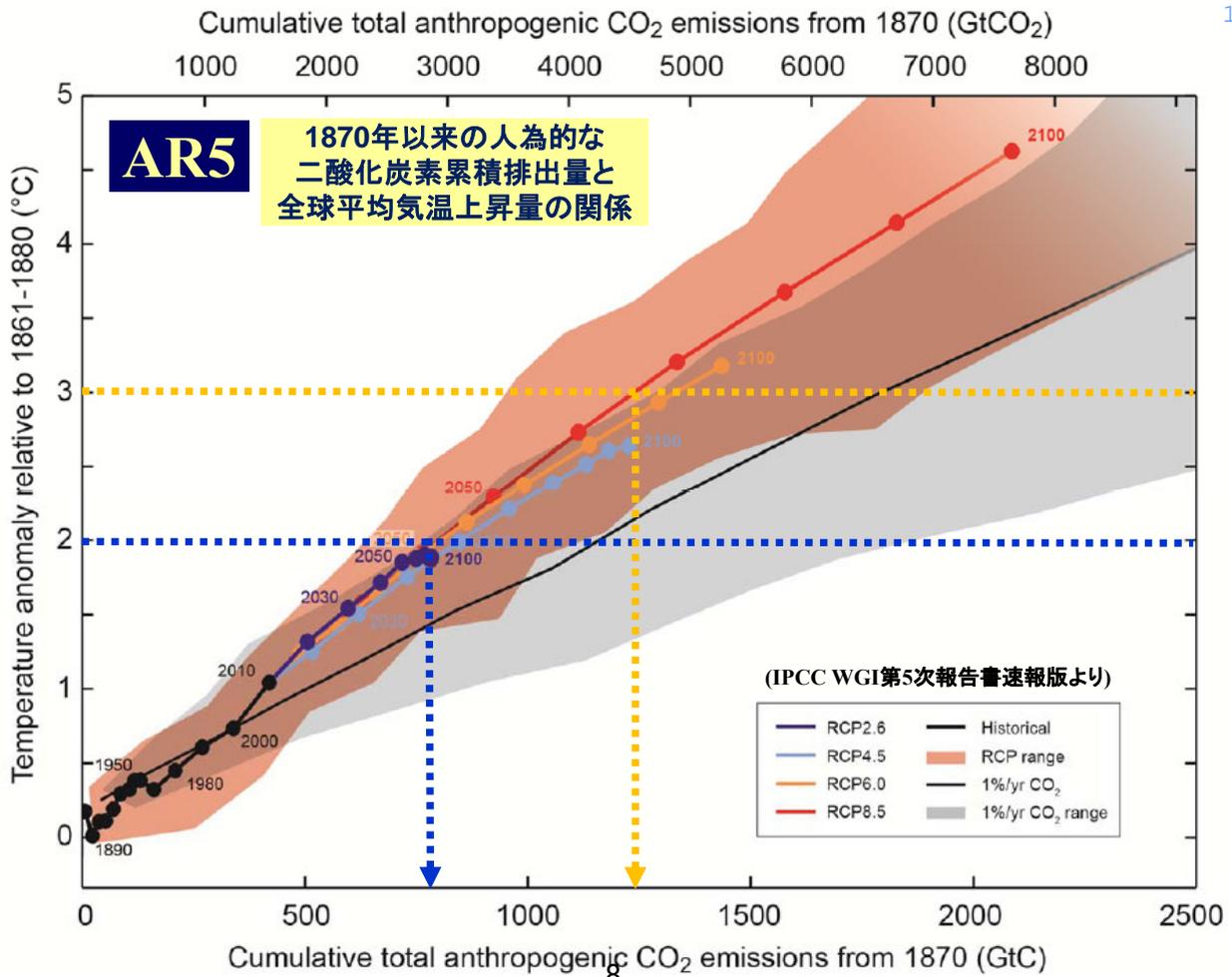


# AR5

# Global Averages

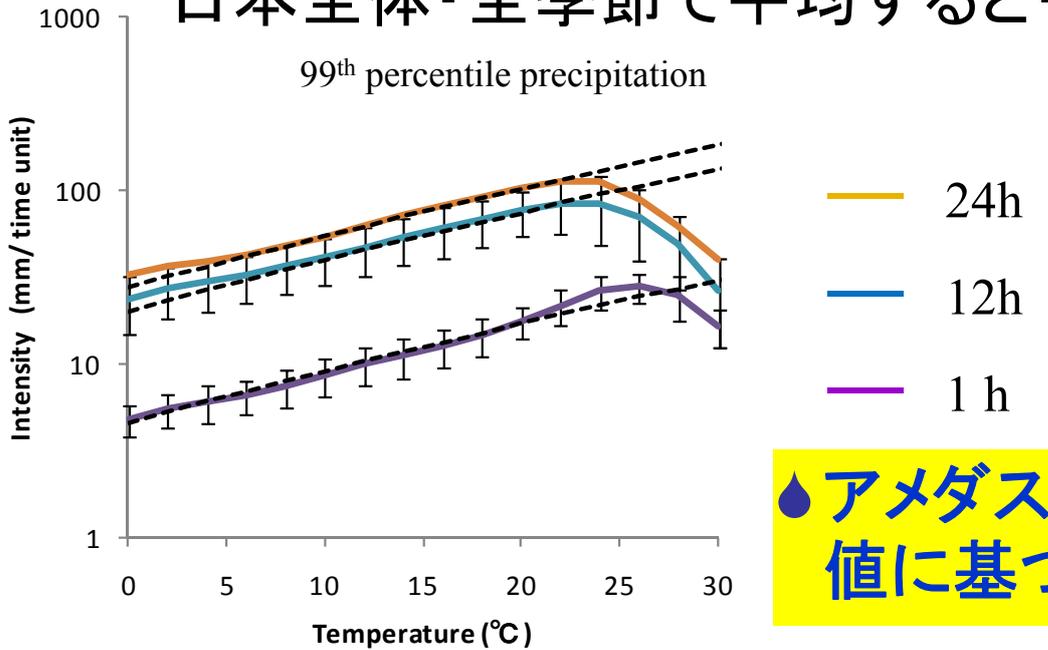


(IPCC WGI第5次報告書速報版より)





# 日本全体・全季節で平均すると・・・

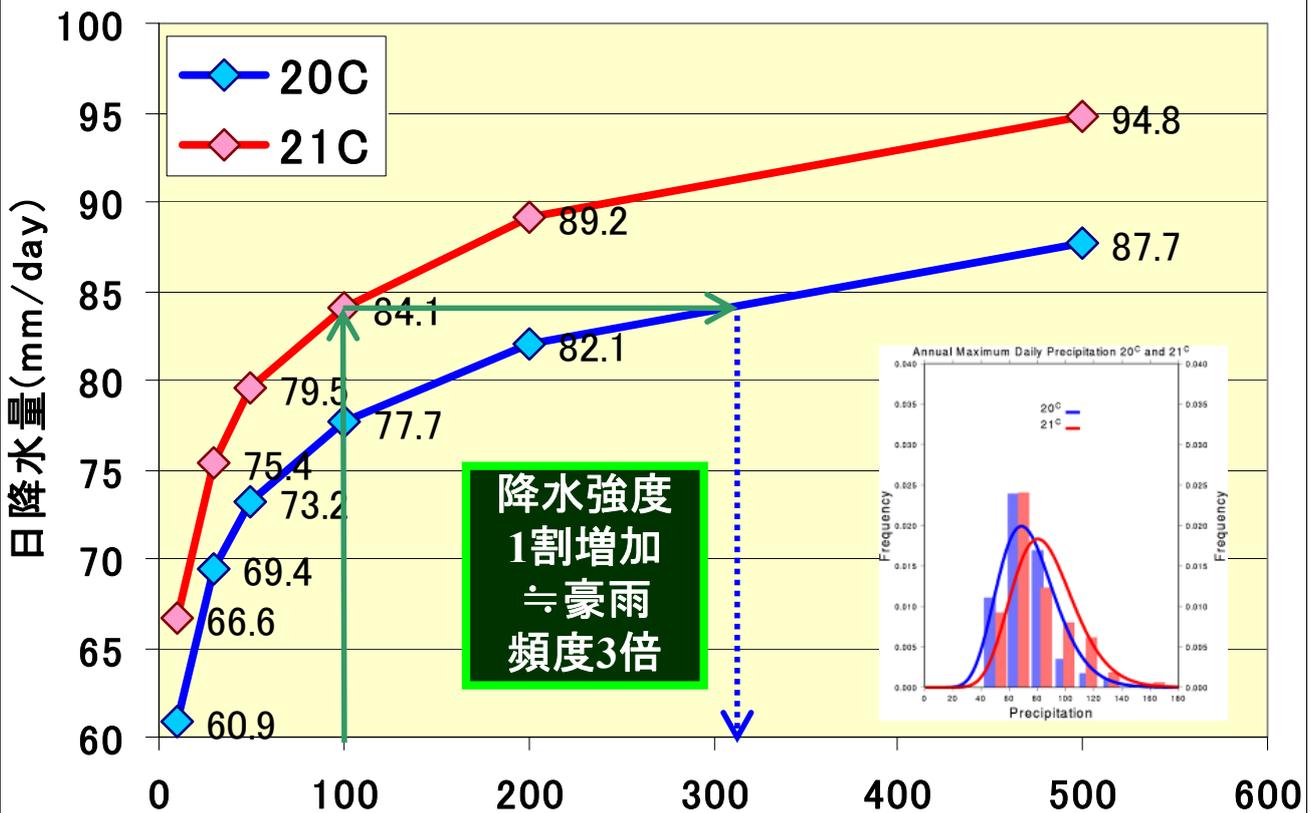


アメダス観測値に基づく

- ✓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

(Utsumi et al., 2011)

## 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”

# 『気候変動はリスクマネジメントに対する挑戦である。』—IPCC AR5 WGII—

- ◆ 気候変動は唯一ではないが、重大なリスクである
- ◆ ~2度の上昇で収入の0.2~2%程度の経済的損失
- ◆ 両得、協調、そして得失相反 in 緩和策と適応策
  - ❄ クリーンエネルギー、効率向上 → 健康悪化大気汚染減
  - ❄ バイオ燃料穀物生産、構造物 ⇔ 生態系、生物多様性
  - ❄ 海水淡水化による水不足解消 ⇔ エネルギー使用量
- ◆ 適応のコスト、効果、限界。
- ◆ 影響・深刻度は地域、セクター、人々によって様々
  - ❄ グローバル化 → サプライチェーン。BCP策定。

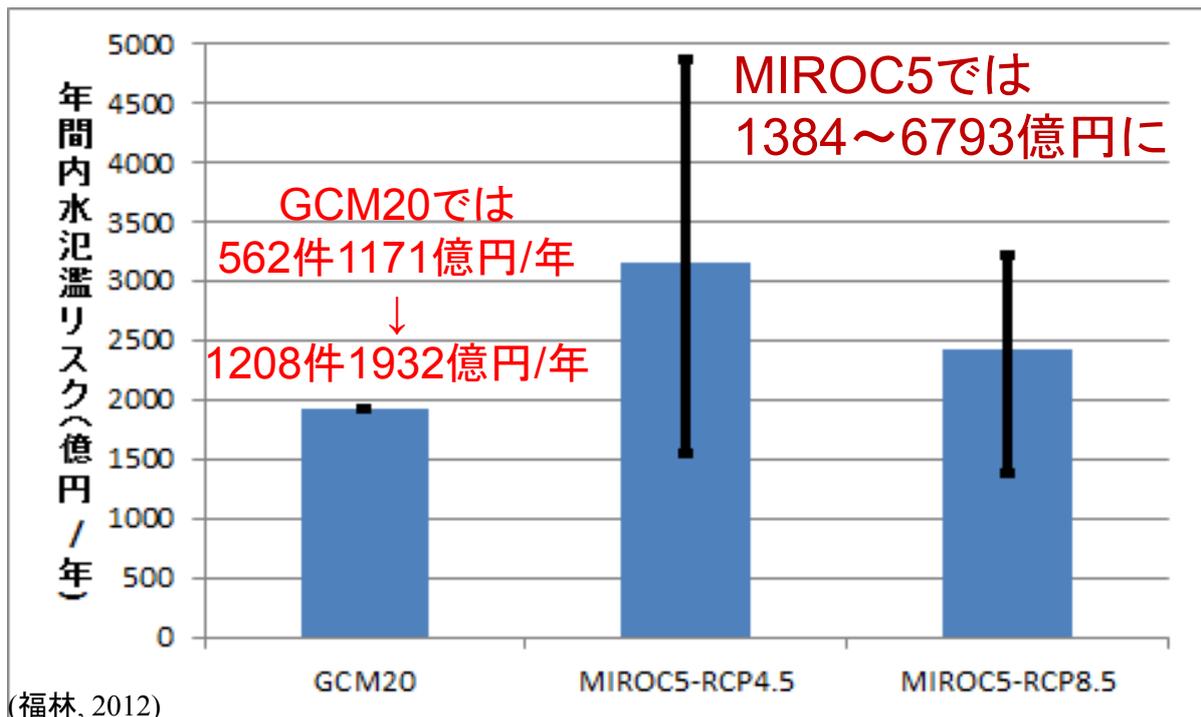
March 30, 2014, Yokohama, Japan



<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/>

20  東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

## 将来の水害リスク評価(日降水—内水氾濫)



国土の災害に対する脆弱性の将来推計も重要



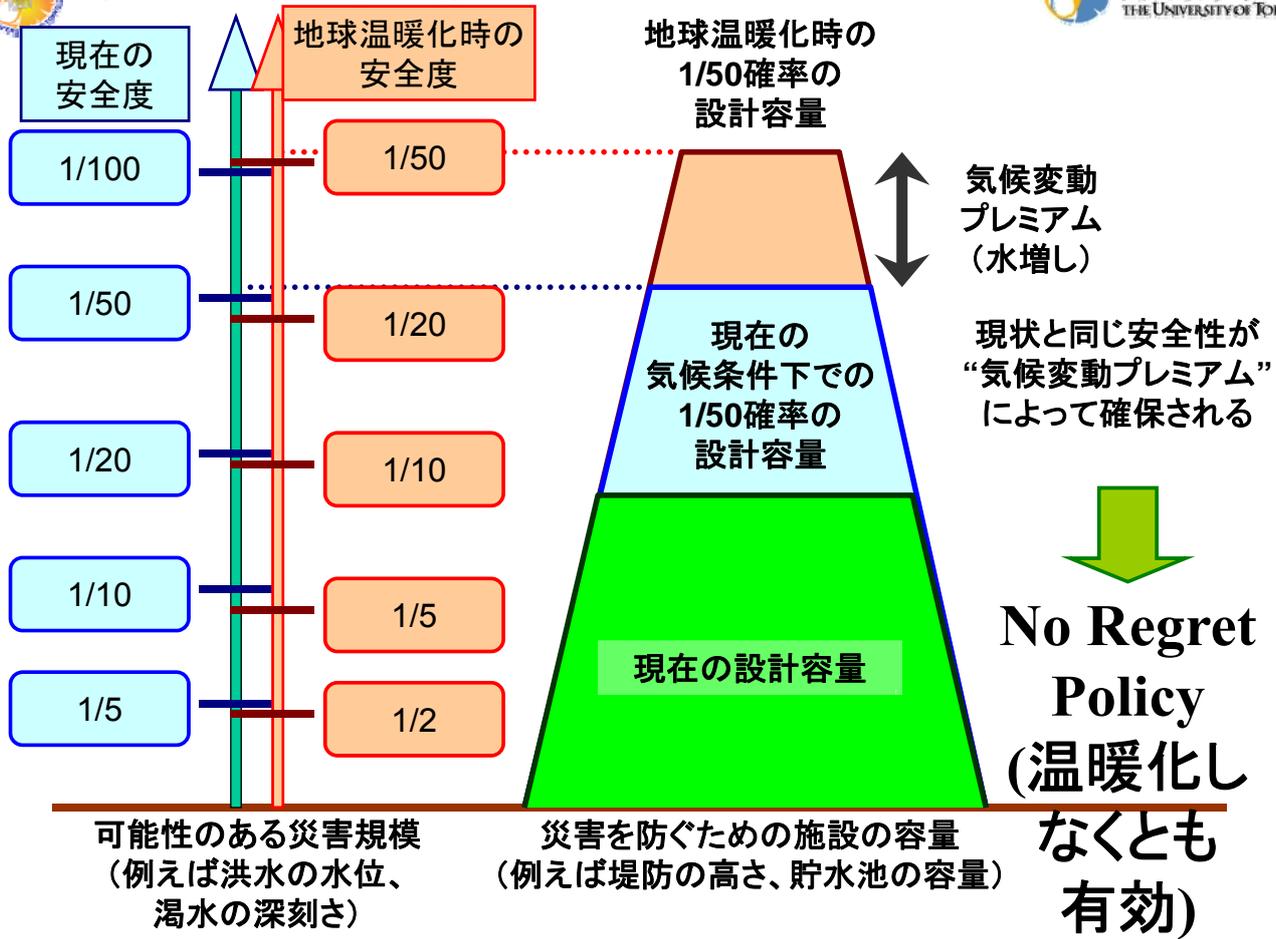
# 温暖化対策

- ◆ 緩和策 ← 温暖化対策というと、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。
  - ❄ 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 ← 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、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

- ◆ 貯留容量の増加、堤防整備など治水推進 ⇔ 緑のダム？
- ◆ 地下水の探査と汲み上げ
- ◆ 雨水貯留の普及
- ◆ 水輸送
- ◆ 海水淡水化
- ◆ 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
- ◆ 従量料金導入や水市場拡大など経済的手法の導入
- ◆ 農作物輸入による灌漑需要の削減(仮想水輸入)



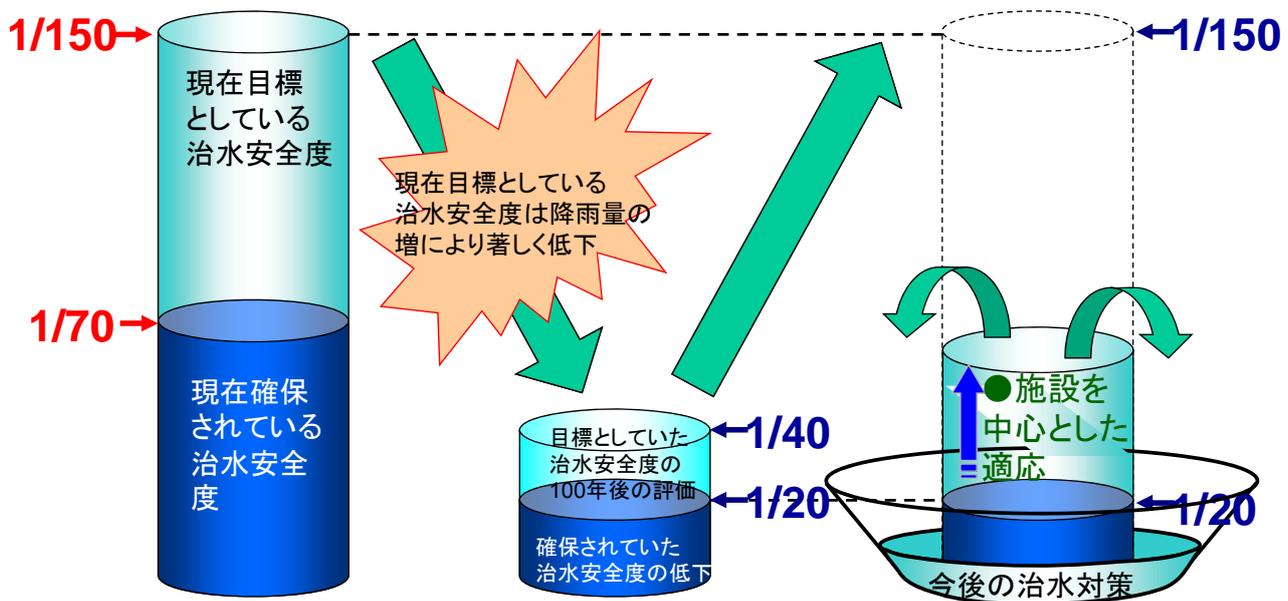


## 施設整備による適応の限界

気候変動に対する我が国の対応

赤字: 現在の治水安全度

青字: 将来の治水安全度



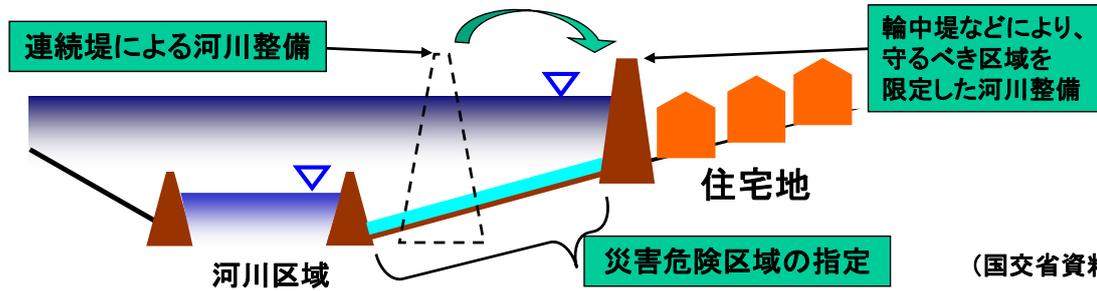
- 土地利用の規制・見直し
- 危機管理対応などソフト施策

(国交省資料より)

# 土地利用の規制・見直しなど地域づくりからの適応策

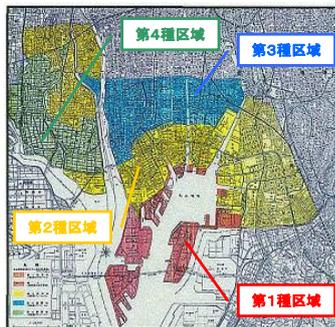
施設による対応のレベルを越える大きな洪水に対して、浸水を許容する土地利用や地域づくりで対応

## 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



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	制限物の建築禁止
第1種区域 市街化区域 N・P(+1.4m)以上	木造禁止		範囲…海岸線・河川線から20m以内で市長が指定する区域 制限…居住を有する建築物、病院及び児童福祉施設等の建築禁止 木造以外の構造で、居住等の目的をいかなる高さ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(+1.1m)以上	2階以上に居室設置 (居室…居室の10㎡以内のものは遊歩道、遊歩道の設置に上は不可)		公共建築物の制限 (病院・学校・福祉施設) 公共公園、児童福祉施設等その他に上らざる公共建築物 制限…1階の床の高さ(N・P+2.0m)・N・P(+3.5m)以上の居室設置
第3種区域 市街化区域 N・P(+1.1m)以上			
第4種区域 市街化区域 N・P(+1.1m)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



<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/>

Assessment Box SPM.2 Table

26



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

# 地域の主要リスクと適応可能性

◆ *Medium to high confidence*

↓ 多様な適応を例示 ↓

- ✧ アフリカ: 水・食料・疫病 ← 需要管理、組織、早期警戒
- ✧ 欧州: 洪水・水不足・熱波 ← 治水、節水機器、野火管理
- ✧ アジア: 洪水・熱死・旱魃 ← 土地・都市計画、地域戦略
- ✧ 豪州: 珊瑚礁・洪水・沿岸 ← 岩礁保全、移住、土地利用
- ✧ 北米: 野火・熱死・都市洪水 ← 計画火災、A/C、浸透促進
- ✧ 中南米: 渇水洪水・不作 ← 予報精度向上、新品種
- ✧ 極域: 水・生態系・健康・共同体 ← 生計多様化、伝統知
- ✧ 小島嶼: 生計喪失・高潮 ← 外部資金、適切な建築条例
- ✧ 海洋: 漁業・珊瑚白化・海面上昇 ← 漁場変更、限定的



# リスクと安全

## リスクとは

❄ 生命の安全や健康、資産や環境に危険や障害など望ましくない事象を発生させる確率ないし期待損失

## 安全とは

❄ 受け入れられないリスクのないこと (freedom from unacceptable risk) [ISO/IEC Guide 51]

❄ 社会的合意にもとづく約束事 [岸本充生(2011) 學鏡, 108(2), 22-25.]

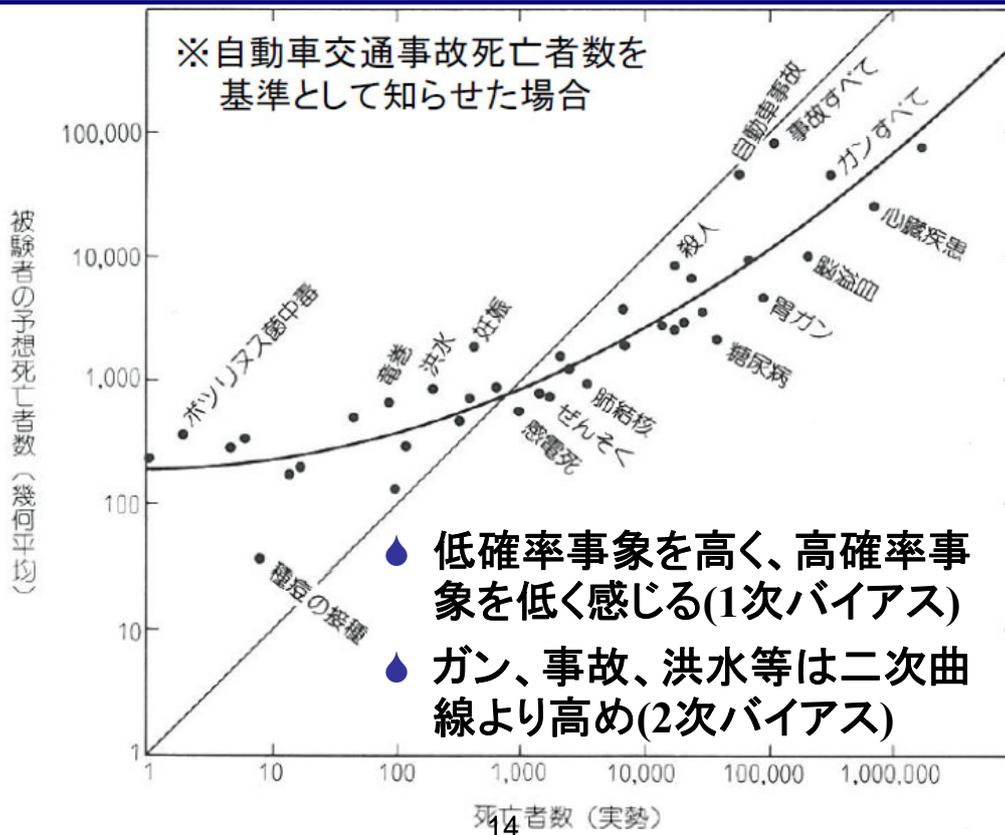
←安全評価には、(社会的)価値判断が含まれる!!

洪水:10年に1度、洪水:~200年に1度、津波:100年に1度(L1)は堤防で、1000年に1度(L2)は土地利用や避難誘導で、除染後の被曝量:1mSv/年、大気・水の発癌性物質:一生涯曝露された場合の発がん率10万分の1

←気持ちの問題+技術的・経済的実現可能性、合理性

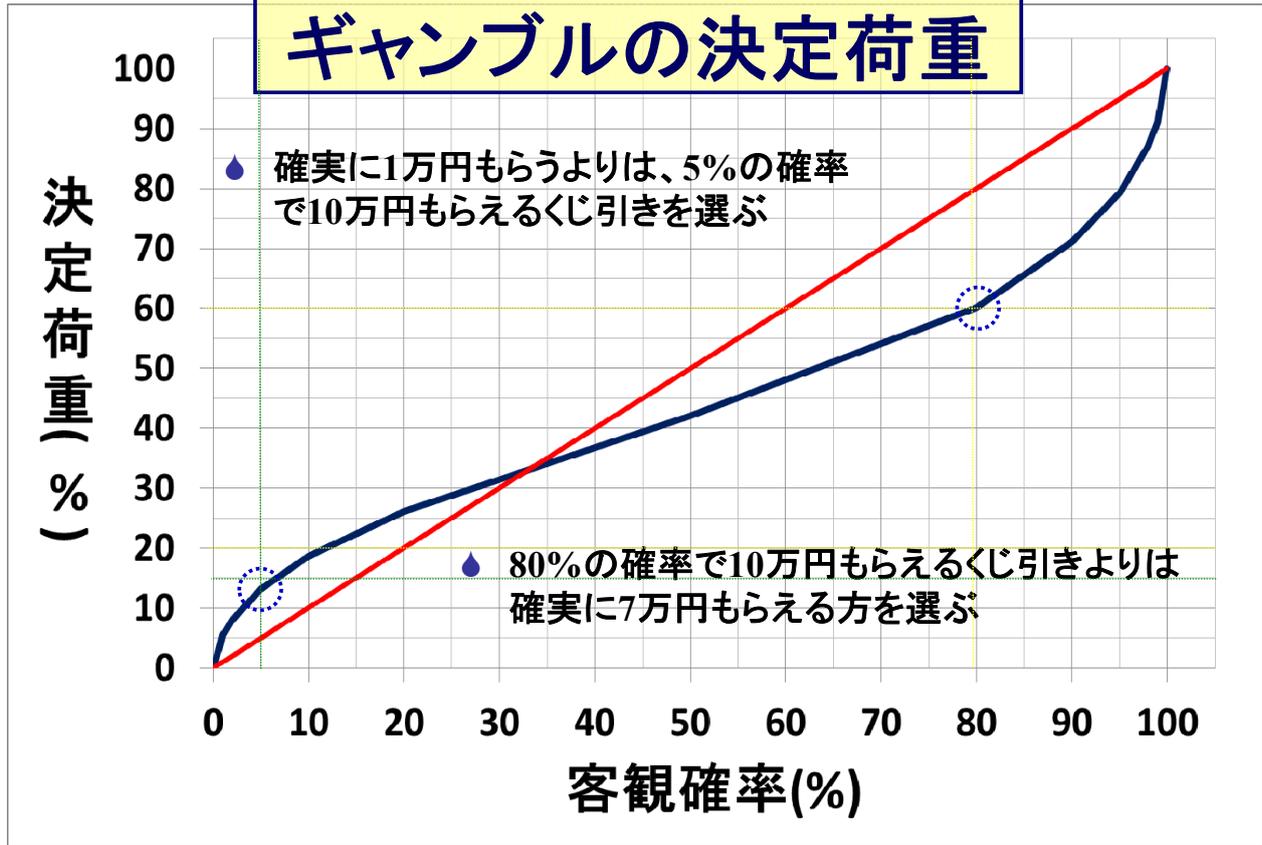


# 市民のリスク認知の特徴(米国)





# 利得のみ見込まれる ギャンブルの決定荷重



# リスク認知の四分割パターン

利得

損失

高い確率  
確実性の効果 [A] **リスク回避**  
不利な調停案も受諾

95%の確率で百万円得る  
→万が一の落胆を恐れる

95%の確率で100万円失う  
→なんとか損を防ぎたい [B] **リスク追及**  
有利な調停案も却下

低い確率  
可能性の効果 [C] **リスク追及**  
有利な調停案も却下

5%の確率で百万円得る  
→大きな利得を夢見る

5%の確率で100万円失う  
→大きな損を恐れる [D] **リスク回避**  
不利な調停案も受諾

- [C] 宝くじ: 確実に10万円もらうよりは5%の確率で100万円もらおうとする
  - [D] 災害保険: 5%の確率で100万円失うより10万円払う ← 住民、防災責任者?
  - [A] 95%の確率で100万円得るよりも確実に85万円もらおうとする。
  - [B] 95%の確率で100万円失うほうが85万円支払うよりもまし。 ← 防災の賭け?!
- \* 防災の便益 > コストでも“無駄な”防災投資よりも災害が生じない可能性に賭けたくなる首長?



# 水の悲観論者は 間違っているが役に立つ。 水の楽観論者は 正しいが、危険だ。

(Professor Tony Allan, King's College London/SOAS Water Research Group, 27 Nov. 2004, BBC News)

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/3752590.stm>



<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/>

## 日本の水管理の今後

- ◆ 国、地域、個人の国内外の水資源への依存度と社会変動、気候変動に伴う水災害リスクの把握
  - \* 人口が減る中、安全な水の安定供給を国内に確保
    - ▶ 水投資の財源が確保できるのか？ 料金とサービス？
- ◆ 海外の水災害が日本に及ぶ影響の想定・対応
  - \* 食料価格、資源価格の高騰、越境海洋汚染、...
  - \* さらには各国の政情不安、安全保障、難民、...
- ◆ 応分の負担と不当な要求の仕分け
  - \* Waterfootprint 外部コスト負担 ⇔ 不当な課税
- ◆ 法的整備：地下水も一体とした水管理行政
  - \* 裏付けとなる地下水観測・推定技術