

気候変動研究と水文学



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

2



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

本日の話題

◆シンポジウムの背景と経緯

※IPCC AR4の経緯、感想と反省

※国内の社会状況と気候変動研究

◆今後の気候変動研究のチャンス

◆気候変動研究へ向けて

※気候モデルデータ利用の留意点

※不確実性の取り扱い



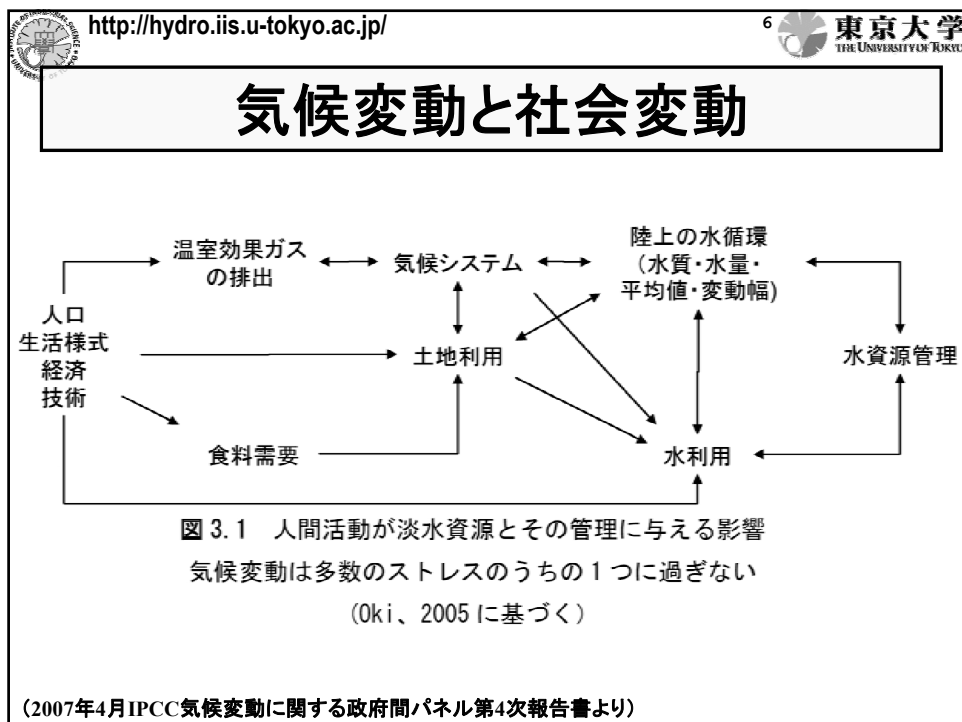
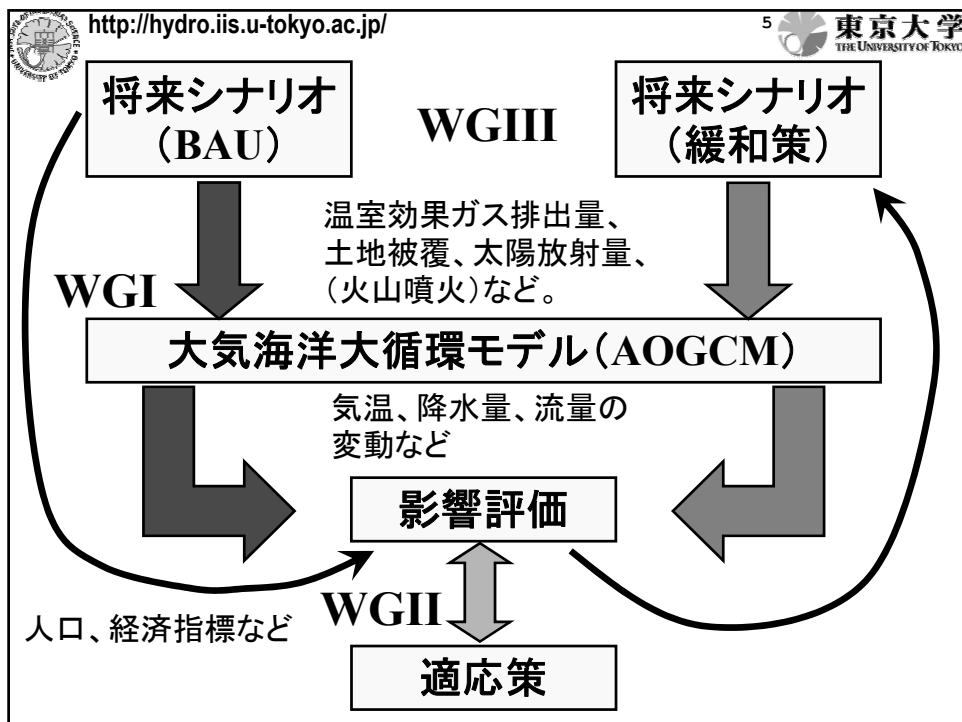
IPCCとは

- ◆ 気候変動に関する政府間パネル
- ◆ 国連環境計画 (UNEP) と国連の専門機関である世界気象機関 (WMO) が1988年共同で設立
- ◆ UNFCCC (気候変動に関する国際連合枠組条約) の科学的資料作成を実質的にIPCCが担当
 - ※ UNFCCCの締約国会議がCOP。その第3回が京都。
- ◆ 1990年に第1次報告書。以下、1995年に第2次、2001年に第3次報告書を取りまとめ。2007年に第4次報告書 (AR4) を発行。ノーベル平和賞。
- ◆ 研究ではなく既存の論文を評価しとりまとめる。



IPCC AR4

- ◆ 2004年に各国政府から推薦
 - ※ WGI: 物理的基礎、過去の変化と将来展望
 - ※ WGII: 影響評価、適応策 (adaptation; 減災)
 - ※ WGIII: 緩和策 (mitigation; 温室効果ガス削減)
- ◆ 国家間、男女間バランスを考慮した執筆陣
 - ※ CLA: Coordinating Lead Author (各章2人)
 - ※ LA: Lead Author (各章7~8名)
 - ※ CA: Contributing Author (会議に招聘されず)
 - ※ RE: Review Editor (会議で助言)



(気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第二作業部会第3章(淡水資源への影響)主要執筆者会合集合写真)



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

8

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

地球温暖化の淡水資源への影響

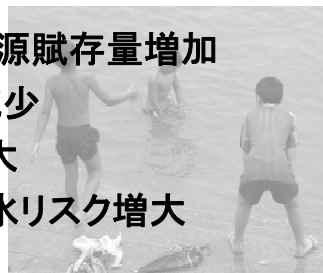
◆ 温度上昇の直接的影響

- ※ 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

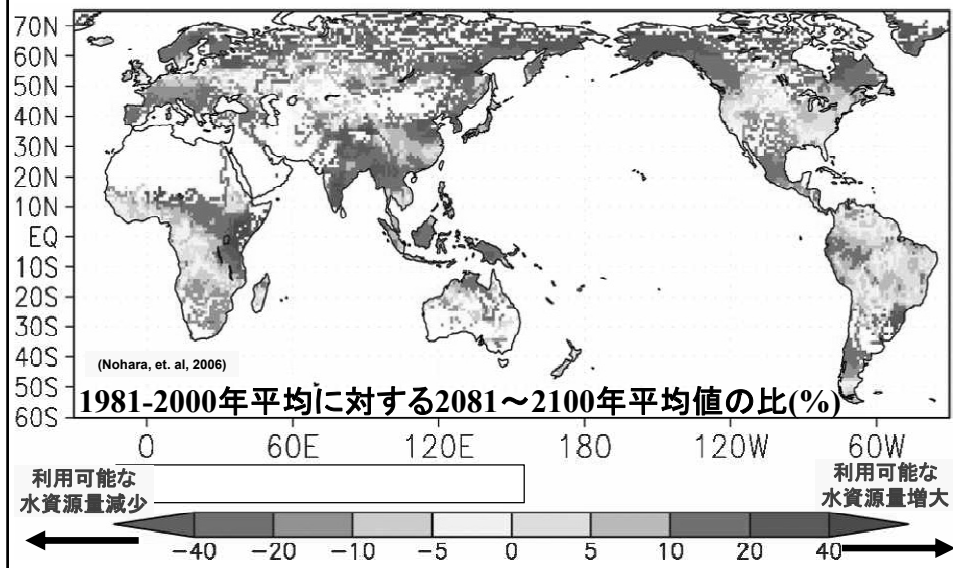
- ※ 極域と湿潤熱帯で10-40%水資源賦存量増加
- ※ 熱帯亜熱帯乾燥域で10-30%減少
- ※ 旱魃の影響を受ける領域は増大
- ※ 激しい降水の頻度は増大→洪水リスク増大

(2007年4月IPCC気候変動に関する政府間パネル第4次報告書より)





温暖化に伴う水資源賦存量の変化

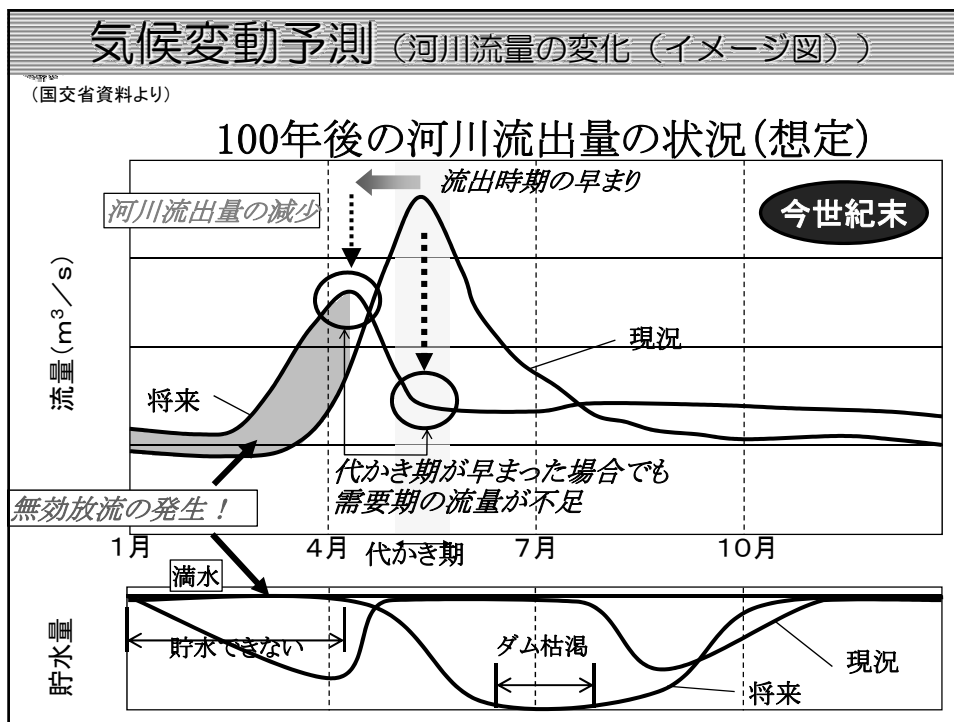


淡水資源への地域的な影響

- ◆ (アフリカ) 2020年までに7500万人~2.5億人の人々が気候変動により水ストレス増大
- ◆ (アジア) ヒマラヤ氷河融解により今後2~30年にわたり洪水、岩雪崩、水資源への影響。
 - ※ 中央、南、東、東南アジアの特に大河川で渇水の危険性↑。2050年までに10億人以上か。
- ◆ (豪新) 南・東部で水問題深刻化~2030
- ◆ (欧) 内陸洪水、水資源・水力発電減少
- ◆ (南米) 海岸付近の洪水増大、水資源減少
- ◆ (北米) 積雪↓、冬洪水↑、夏流量↓
- ◆ (極域) 水関係は特になし
- ◆ (小島嶼) カリブ、太平洋で水資源減少。

(2007年4月IPCC気候変動に関する政府間パネル第4次報告書より)





<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/> 12 東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

わかったことと反省

◆ わかったこと

- ※ IPCCレポートを意識して狙っている論文多数あり
- ※ 政府・専門家レビューの際に論文売り込みあり
- ※ 不確実性の統計的扱いなどの脇が甘いと弾かれる

◆ 反省

- ※ SPMは定量的な具体性に欠ける(骨抜き)の記述に
- ※ 洪水に関する適応策の記述なし
- ※ 蒸発散に関する記述が極めて限定的
- ※ 水不足の指標が古典的過ぎて現実味に欠けた
- ※ 日本・アジアからの論文引用がまだまだ多くない



本日のプログラム

- ◆ 10:00-10:30 気候変動研究と水文学: 沖 大幹 (東京大学 生産技術研究所)
- ◆ 10:30-12:30 GCM研究の最前線(I): 木本 昌秀 (東京大学 気候システム研究センター)
- 12:30-13:30 (昼食)
- ◆ 13:30-15:30 GCM研究の最前線(II): 鬼頭 昭雄 (気象研究所)
- 15:30-15:50 (休憩)
- ◆ 15:50-16:30 AR5へ向けた動向: 高橋 潔 (国立環境研究所)
 - ※ 飛び入り参加(期待): 西岡 秀三 (国立環境研究所)
- ◆ 16:30-16:50 AR5へ向けた影響評価研究: 風間 聡(東北大学)
- ◆ 16:50-17:50 総合討論



水と気候変動関連の研究状況

- ◆ 文科省:
 - ※ 21世紀気候変動予測革新プログラム
 - ※ データ統合・解析システム
- ◆ 環境省: 地球環境研究総合推進費
 - ※ 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究(S4)
 - ※ 地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究(S5)
- ◆ 国交省: 河川局、土地・水資源部で検討開始
 - ※ 社会資本整備審議会河川分科会「気候変動に適応した治水対策検討小委員会」
 - ※ 国土審議会水資源開発分科会「調査企画部会」



本日の話題

◆シンポジウムの背景と経緯

- ※ IPCC AR4の経緯、感想と反省
- ※ 国内の社会状況と気候変動研究

◆今後の気候変動研究のチャンス

◆気候変動研究へ向けて

- ※ 気候モデルデータ利用の留意点
- ※ 不確実性の取り扱い



水と気候変動研究

◆ WGI:

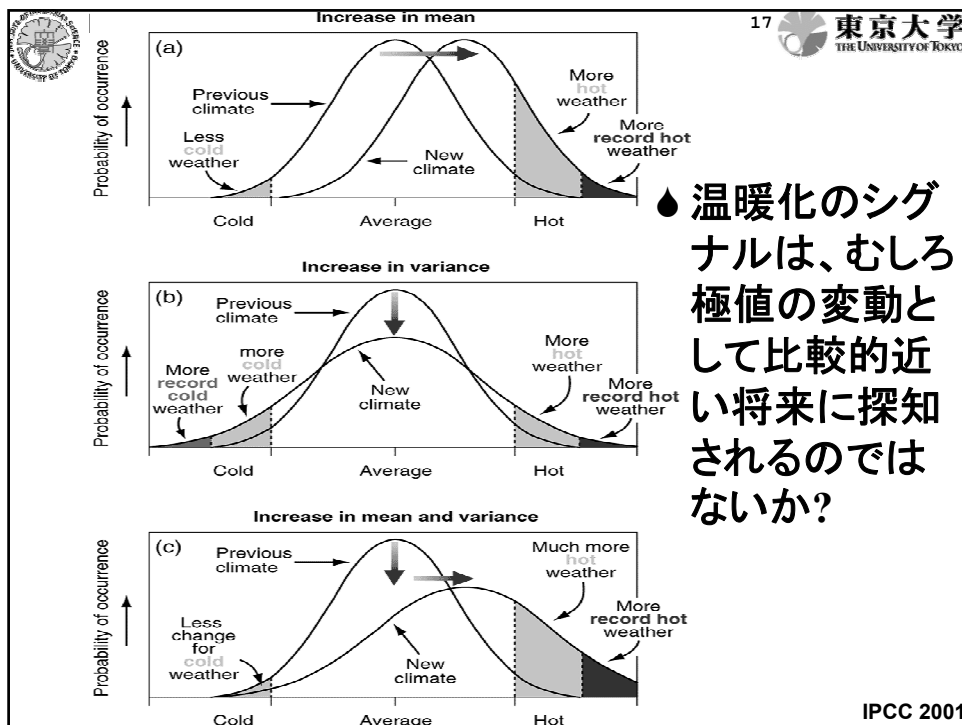
- ※ 観測データに基づく過去の温暖化シグナルの探知
- ※ 気候モデルの水循環過程改良、地下水、降水極値
- ※ 温暖化に伴う植生分布、蒸発散量の変化
- ※ 日単位の推計、高空間解像度、水適応策の考慮

◆ WGII:

- ※ 定量的な水循環変化の抽出手法の開発
- ※ 極値(洪水渇水頻度)、土砂循環、水質の変化推計
- ※ 水道取水、水力発電への影響評価
- ※ 水災害削減のための適応策のコスト推計

◆ WGIII:

- ※ 上下水道、水利用に伴う温室効果ガス排出量削減

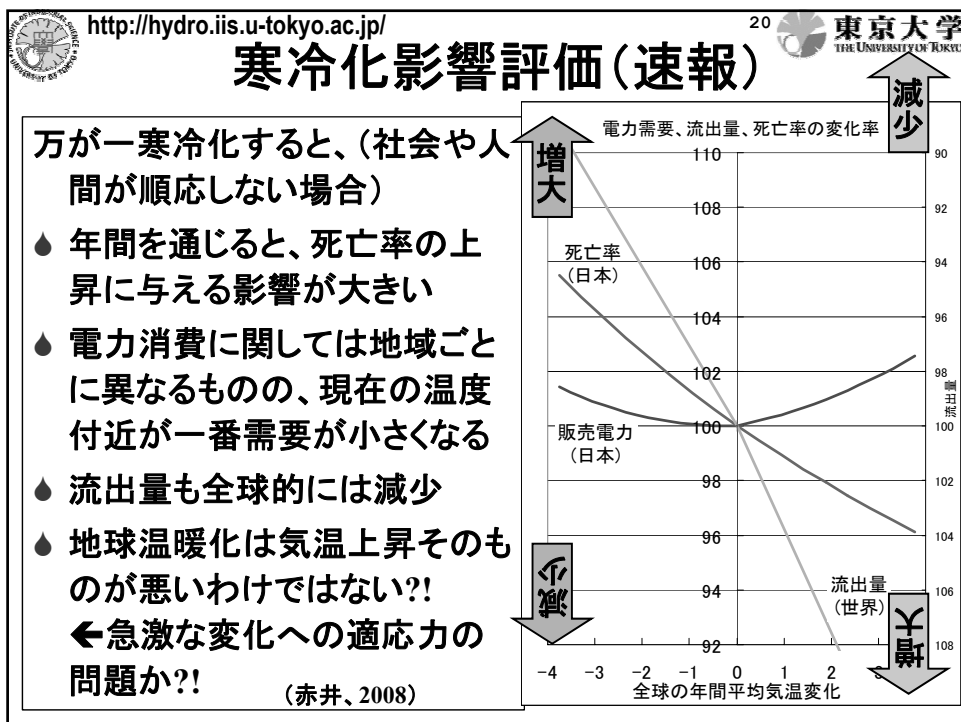
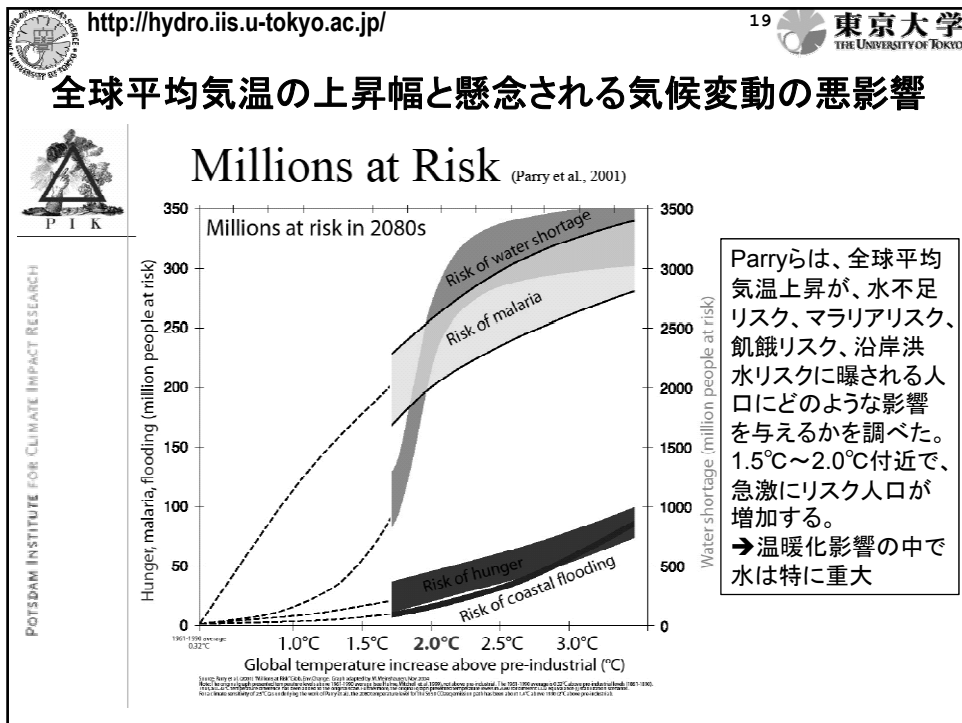


18 東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

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

AR5へ向けて

- ◆ 査読つき(英語)論文発表が必須
 - ※ 2012年くらいまでに受理、印刷を目指す？
 - ※ 不確実性、信頼度、統計的有意性の考慮
 - 複数の数値モデル・シナリオ・アンサンブルを利用
- ◆ IPCCの流れを把握 ← スポーツ的な研究
 - ※ 政治圧力にも負けない確固たる結果を出す
 - ※ 結果の取りまとめ方、見せ方はAR4を参照
 - ※ ルールあり。目標明快。遅れたら意味なし
- ◆ 社会へインパクトあるメッセージを
 - ※ 定量的でわかりやすいリスク指標の提示：
 - 被害人口、金額、面積、... ⇔ Stern報告
 - 年単位の「水ストレス」は実態不明 → 日(月)単位





本日の話題

◆シンポジウムの背景と経緯

- ※ IPCC AR4の経緯、感想と反省
- ※ 国内の社会状況と気候変動研究

◆今後の気候変動研究のチャンス

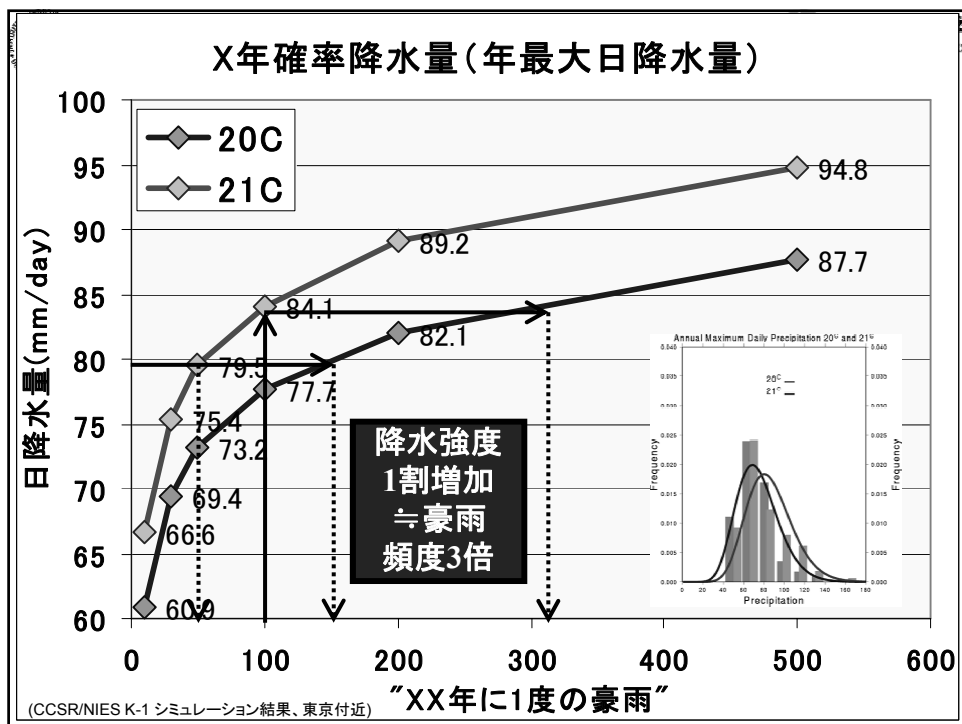
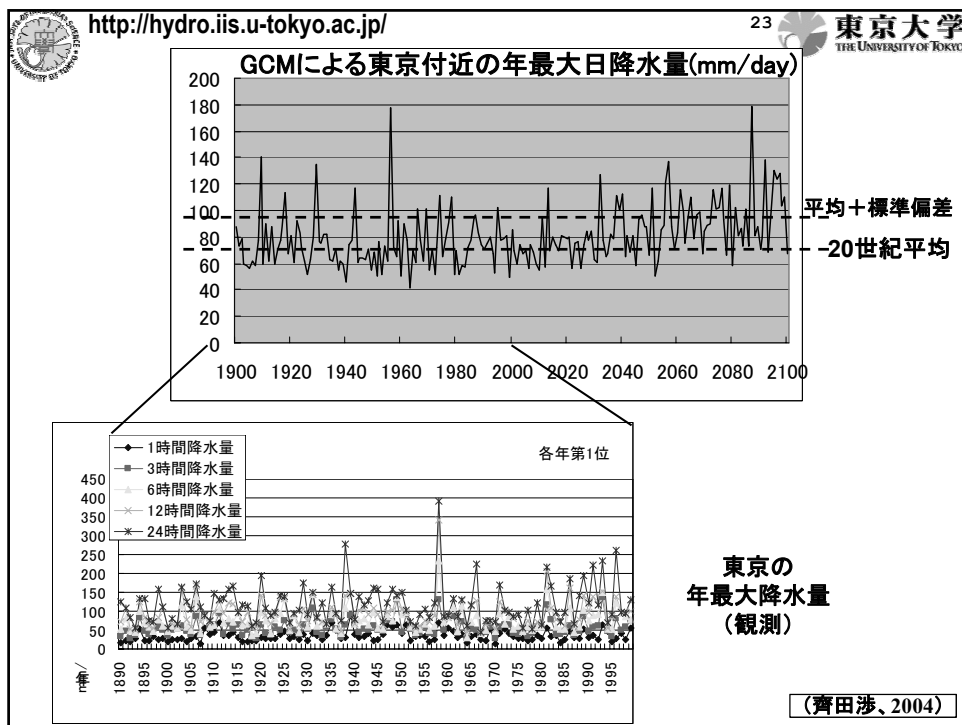
◆気候変動研究へ向けて

- ※ 気候モデルデータ利用の留意点
- ※ 不確実性の取り扱い



GCM算定値利用の留意点

- ◆ 大気海洋結合モデルでは、特定の時刻の状況を再現しようとしているわけではない
 - ※ 2008年4月3日算定値≠観測値
 - ※ 頻度平均値変動など統計値の変化に着目
- ◆ 多くのモデル出力にはバイアス補正が必要
 - ※ 何次のモーメントまで補正するか？
- ◆ 理論的には空間解像度(格子間隔)の最低2倍、実効5~6倍の大気現象を表現
- ◆ 日・時間単位の変動の再現性未知数。





古典的なバイアス補正

◆ 現在と将来の物理量算定値: r_n r_f

◆ 現在と将来のGCM算定値: R_n R_f

◆ 差によるバイアス補正:

$$r_{fd} = r_n + (R_f - R_n)$$

$$r_{fd} = R_f - (R_n - r_n) = R_f - \Delta R$$

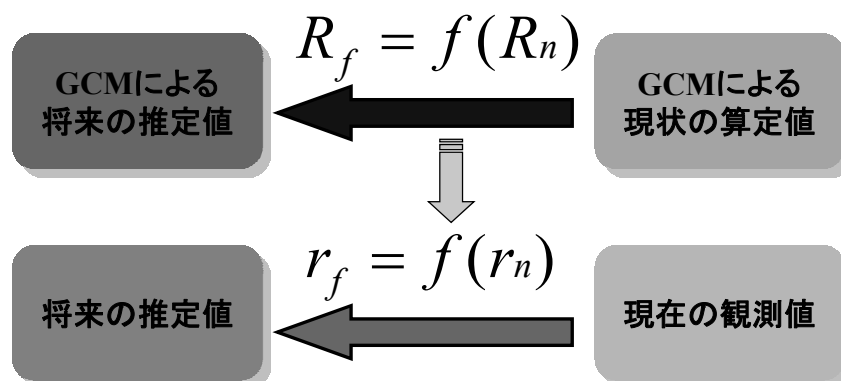
...どうなる? もし... $\Delta R > R_f$

◆ 比による補正:

$$r_{fr} = r_n \times \frac{R_f}{R_n} \quad \dots \text{もし } R_n \cong 0$$



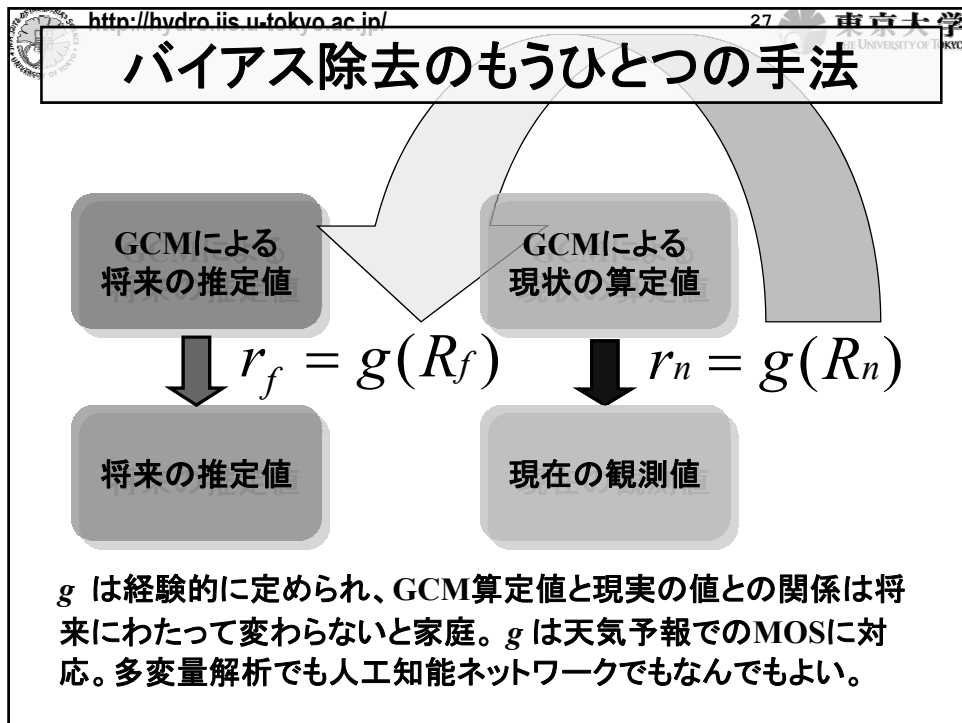
通常のバイアス除去手法



f は主観的に決定され、経験的に定められ、GCMの現状と将来との間の関係が、現実世界にもあてはまると(根拠なく)仮定

$$f(r) = C(x, y) \times r$$

$$f(r) = C(x, y) + r$$



http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/ 28 東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

将来流量をどう推計するか

- ◆ GCM出力流量そのまま ← 誤差あり？
- ◆ 20世紀のGCM流量に関する誤差特性から将来のGCM流量を補正 ← 全球観測？
- ◆ GCMで推計された(確率)流量の変化のみ情報として利用 ← 蓋然性？
- ◆ (補正した)降水量、気温等のGCM算定値を独自の水文流出モデルの入力値などとして水収支を再計算 ← GCMと不整合
- ◆ “downscaling”が必要な場合も。
- ◆ 推計/補正手法自体が研究対象となり得る。



Downscalingとは

◆空間解像度を上げる

- ※ 統計的:e.g., 気圧配置と(月)降水量の関係
 - 誤差補正と渾然一体。MOS
 - 地形の影響を考慮: 気温、降水量(地形性降水)
- ※ 力学的: メソモデルをネスティングして算定

◆時間解像度を上げる

- ※ 月降水量から日降水量、時間降水量を生成
 - e.g. マルコフ連鎖、ガンマ分布、降水日数、...
- ※ 日単位の値から時間値を生成
 - 最高・最低気温からWeather generatorで下向き短波・長波放射量、湿度などを推計



どうやってデータを入手？

◆木本先生、鬼頭先生と談判する

- ※ AR4用のデータで研究準備し、最後に最新データを入手して成果をあげてはどうか？

◆CMIP3データセンター

- ※ http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php
- ※ AR4のマルチモデルデータのアーカイブ

◆DIAS(東大小池俊雄教授等)データセンターがいずれ(2008年度中)利用可能に?!

- ※ 将来的にはデータ処理も？
- ※ 影響評価用補正済みデータセット(S5)配布？



おわりに

- ◆ 水循環変化はグローバルでは小さい。むしろ地域変化に注目が必要。
- ◆ ケーススタディも重宝される。特定地域のレビューはなお歓迎か?!
- ◆ 実は、現状に関しても、水文気象極値 (Hazard; 豪雨、渇水) と被害 (damage; 水害、旱魃) との関係は明らかになっていないのでは?!
※ → 現状の問題解決にも役立つ研究



その他

- ◆ IPCC-IR3S サイエンスシンポジウム
※ <http://www.simul-conf.com/ipcc-ir3s2008/>
- ◆ IPCC 政策決定者向け要約、技術的要約に関しては公式翻訳版がまもなく公開
※ http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th_rep.html
- ◆ IPCC第4次報告書第2作業部会第3章「淡水資源とその管理」の翻訳
※ http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/Info/Press200802/IPCC_AR4_WGII_Ch3J.html