

水の研究教育に関する国際動向

Piers J. Sellers



沖 大幹

東京大学 生産技術研究所

オープンディスカッション会議「水に関する国際研究・教育プログラムへの日本からの発信ー若手研究者のキャリアアップとジャパン・イニシアティブー」

2012年10月11日、文部科学省 第1講堂



Belmont Forum

- ◆ Belmont ForumとG8 Heads of Research Councils (G8HORCs)が20百万ユーロを用意。
 - ❄ 豪伯加仏独印日露南ア英米から3ヶ国以上で提案。
 - ❄ 自然科学者、社会科学者、ユーザーを含むこと。
- ◆ 最初のcollaborative research actions (CRAs)は「沿岸域の脆弱性」と「淡水の安全保障」
 - ❄ 特定の地域の水収支を支配している自然の水循環（生態系を含む）と人間活動の相互作用
 - ❄ 水文気象学的な天然及び人的な要因を考慮した旱魃の季節予報の改善による韌性のある社会の構築
- ◆ Pre-proposal審査終了。2013年春から開始予定。



UNESCO-IHP-VIII

💧 WATER SECURITY: RESPONSES TO LOCAL, REGIONAL, AND GLOBAL CHALLENGES

1. 水関連災害と水文学的変化
2. 変化しつつある環境での地下水
3. 水不足と水質への取り組み
4. 未来の水と人間居住
5. Ecohydrology: 持続可能な世界へ向けた工学的調和
6. 水教育: 水の安全保障への鍵 (IHE)



💧 2014～2021年に実施

❄️ MDGからGrand Challengeへ

❄️ ISARM, PC-CP, IFI, HELP, ISI, FRIEND, G-WADI, GRAPHIC, JIHP, UWMP and WHYMAP, ...を配慮





GEWEX

◆ Grand Science Questions (GSQs)

1. 降水量の観測と予測 (Observations and Predictions of Precipitation)

- どうやって降水量の変動と変化をよりよく理解して予測できるのか？

2. 全球水資源システム (Global Water Resource Systems)

- 陸面や水文の変化は過去と未来において水の利用可能性と安全保障にどのように影響しているのか。
- “fictitious natural environment”ではなくすべての人間影響を含む現実の陸面の複雑さを考慮するように注意を払う必要がある。

3. 極端現象の変化 (Changes in Extremes)

- 特に旱魃、洪水、そして熱波といった気候学的極端源現象に温暖化はどのような影響を及ぼすのか。陸面過程はどのように貢献しているのか。

4. 水エネルギー循環 (Water and energy cycles)

- 現在と変化している気候下での水やエネルギーの交換の影響や不確実性に関する理解を改善し伝えることができるのか。

GEWEX/GLASS/GSWP3

	GSWP1, 2	Water-MIP, ISI-MIP	GSWP3
Timespan	2 years (1987-1988), 10 years (1986-1995)	20c, 21c	EXP1: 20c (1901-2010) EXP2: 21c EXP3: 1979 – present
Grid	Global 1 degree	Global 0.5 degree	Global 0.5 degree
Objectives	Impact assessment of climate change	Impact assessment of climate change	Impact assessment of carbon cycles
Parameter	Monthly filed constraint using Obs.	Monthly filed constraint using Obs. • Internally inconsistent	Monthly filed constraint using Obs. • Internally consistent

Coupled Hydro-Energy-Eco System Experiment

Century long timespan (EXP1: 1901-2010)

Time varying LUCC / CO²



GSWP3 Kick-off meeting @ Tokyo (5-6 Nov.)
<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/GSWP3>





ISI-MIP



◆ Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project

- ◆ AR5へ向けてRCPとSSPを使って水(12)、生態系(7)、農業(7+3)、健康(5)等のセクターへの気候変動影響を評価。H08、MATSIRO、VISIT等。
- ◆ 合計30以上のモデルが参加
- ◆ 4つのRCP+過去、5つのGCM(MIROC等)
- ◆ 2013年1月末までにPNASへ論文投稿予定
- ◆ 2013年5月のImpacts World 2013(Potsdam)で成果を公表 (PIKが全体を主導)



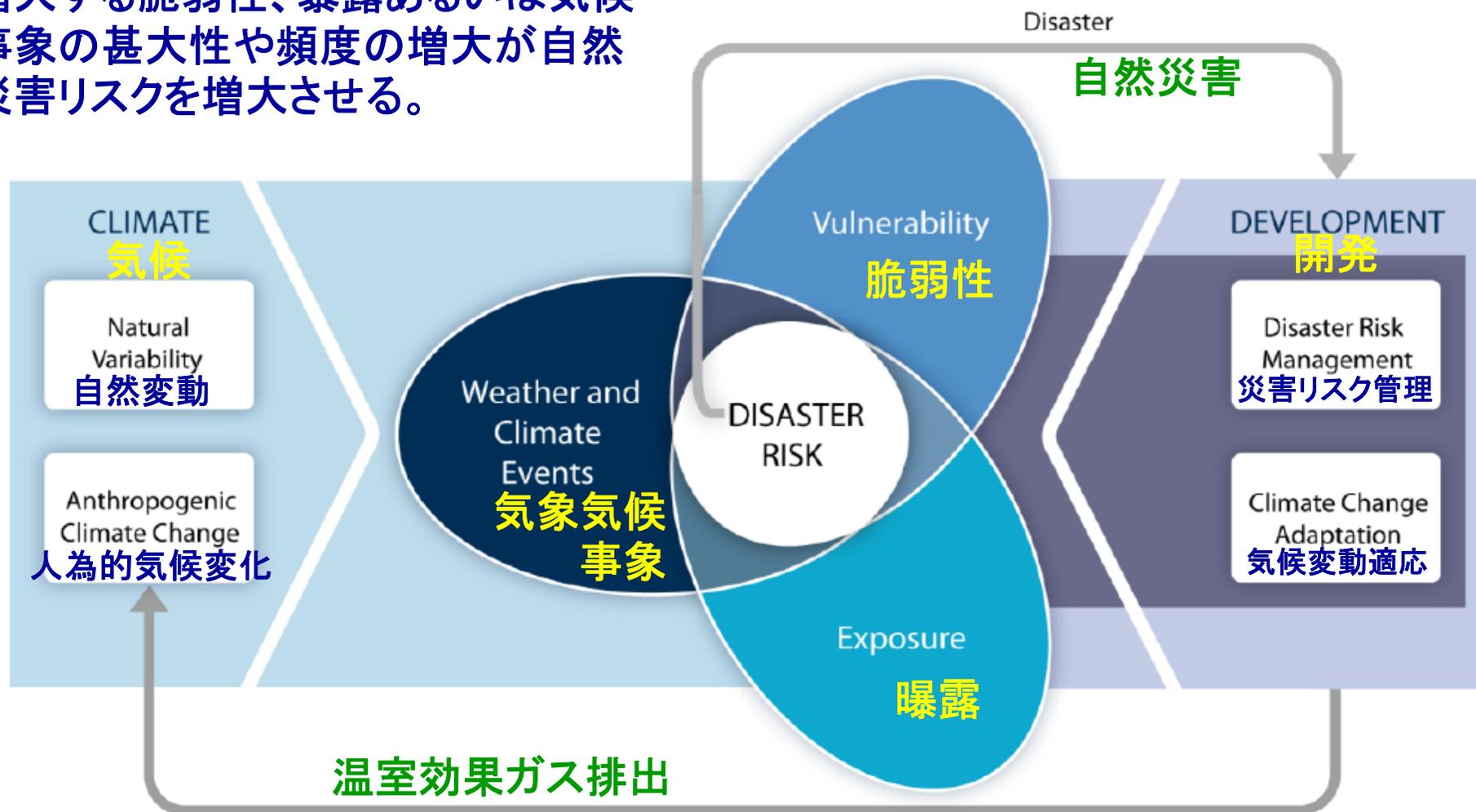
DOE Workshop on Community Modeling and Long-Term Predictions of the Integrated Water Cycle Washington DC, September 24-26, 2012

◆ 日本も同期する?! USA (DOE) の動向

- * 炭素循環、雲とエアロゾルと同じ程度に水循環に不確実性あり
- * Use-inspired, community modeling : NCAR Community modeling system
- * 人間活動、human-Earth Systems → CLMに貯水池操作?!
- * food/energy/waterのnexus。crop modelをESMに⇔カップラーで結合。
 - エネルギー作物を植生タイプに追加
 - hydropower and dams, ground water pumping, power plant cooling, bio fuel production,
- * LCIA的に、健康への影響などが議論されるようになりつつある。
- * もっとimpact assessmentに使える気候モデルデータを、といういつもの議論
- * risk management、経済評価。社会モデルとの統合。
- * IAMと気候モデルの人々が共同で研究。IAMのhindcast、水循環も。
- * 気候変動の不確実性よりも 社会変動の不確実性の影響の方が大きい?
- * 政策決定者やstake holder、現業機関と研究者が一緒に研究を計画する。
- * water is the delivering mechanism of climate change impacts

Increasing vulnerability, exposure, or severity and frequency of climate events increases disaster risk

増大する脆弱性、暴露あるいは気候事象の甚大性や頻度の増大が自然災害リスクを増大させる。



災害リスクマネジメントと気候変動への適応策は Greenhouse Gas Emissions 極端現象がどの程度の影響や災害に結び付くかに影響し得る。

(IPCC SREX SPM, 2011)

Disaster risk management and climate change adaptation can influence the degree to which extreme events translate into impacts and disasters



水循環研究の潮流

- ◆ 研究の組み換え、枠組みの見直しが進行中
- ◆ 人間活動が水循環に及ぼしている影響も考慮
 - ❄ 文化、社会、経済、技術、分離、輸送、再生 (Belmont)
 - ❄ 水管理、土地利用変化、都市化 (GEWEX)
- ◆ 「災害リスク軽減」と「気候変動への適応」の統合
 - ❄ リスクマネジメントで気候変動問題を扱う ← 相対化
- ◆ 複数セクターをまとめて扱う
 - ❄ 特に“水、食料、エネルギーのnexus”を扱う
- ◆ 国際協調、省庁連携でプロジェクトを構想
 - ❄ ユーザーの視点を、研究立案の段階から盛り込む

Challenges for land surface/hydrologic modelling

To be improved
Under development
(as of summer, 2012)

Domestic Water
Industrial Water

Irrigation

Temperature
Water Quality
Sediment

Stable Isotopes
of water

Crop Growth

Non Irrigated

Irrigated

River, flooding &
Inundation

Renewable GW

Fossil GW

Reservoir Operation

Lake

Urban Canopy

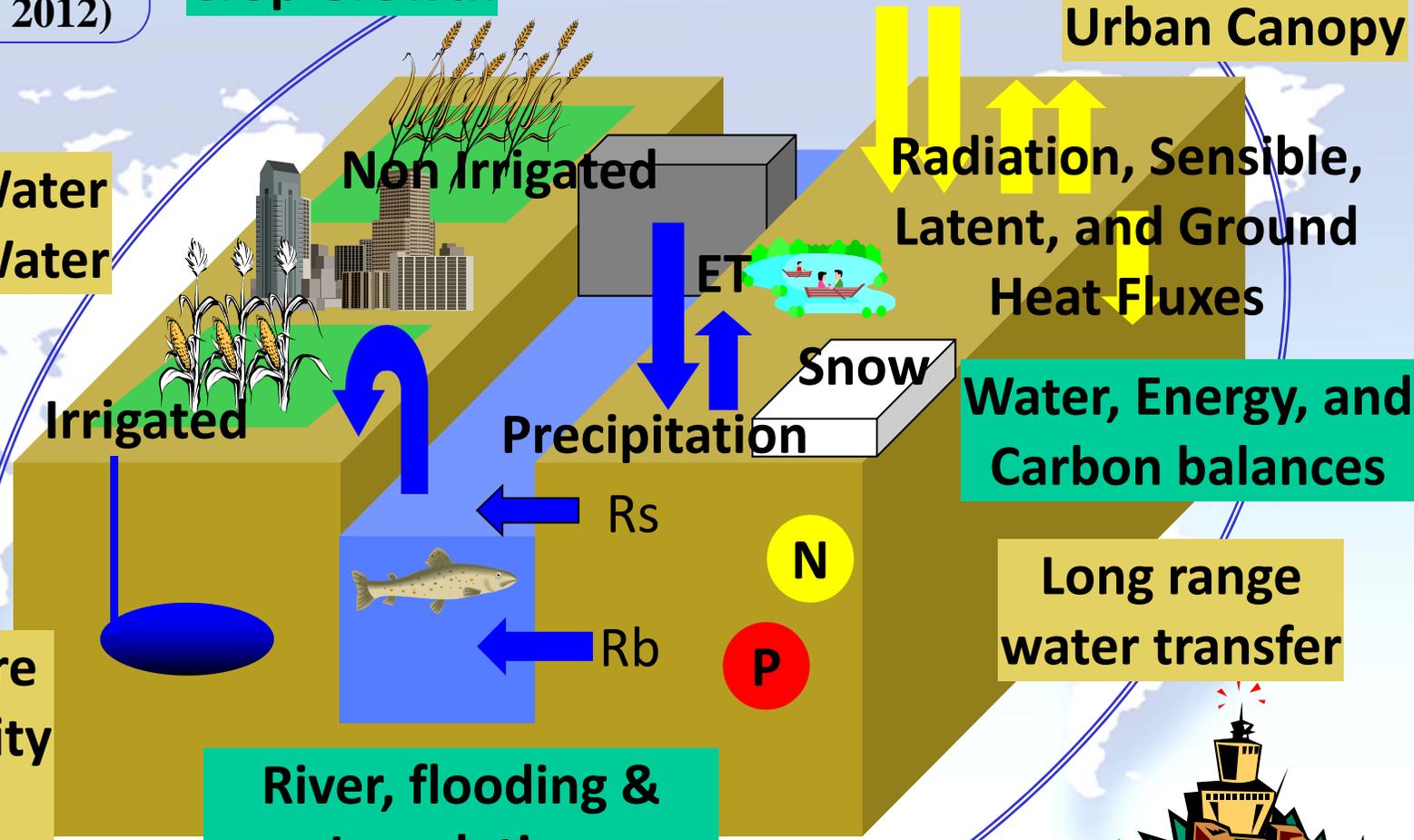
Radiation, Sensible,
Latent, and Ground
Heat Fluxes

Water, Energy, and
Carbon balances

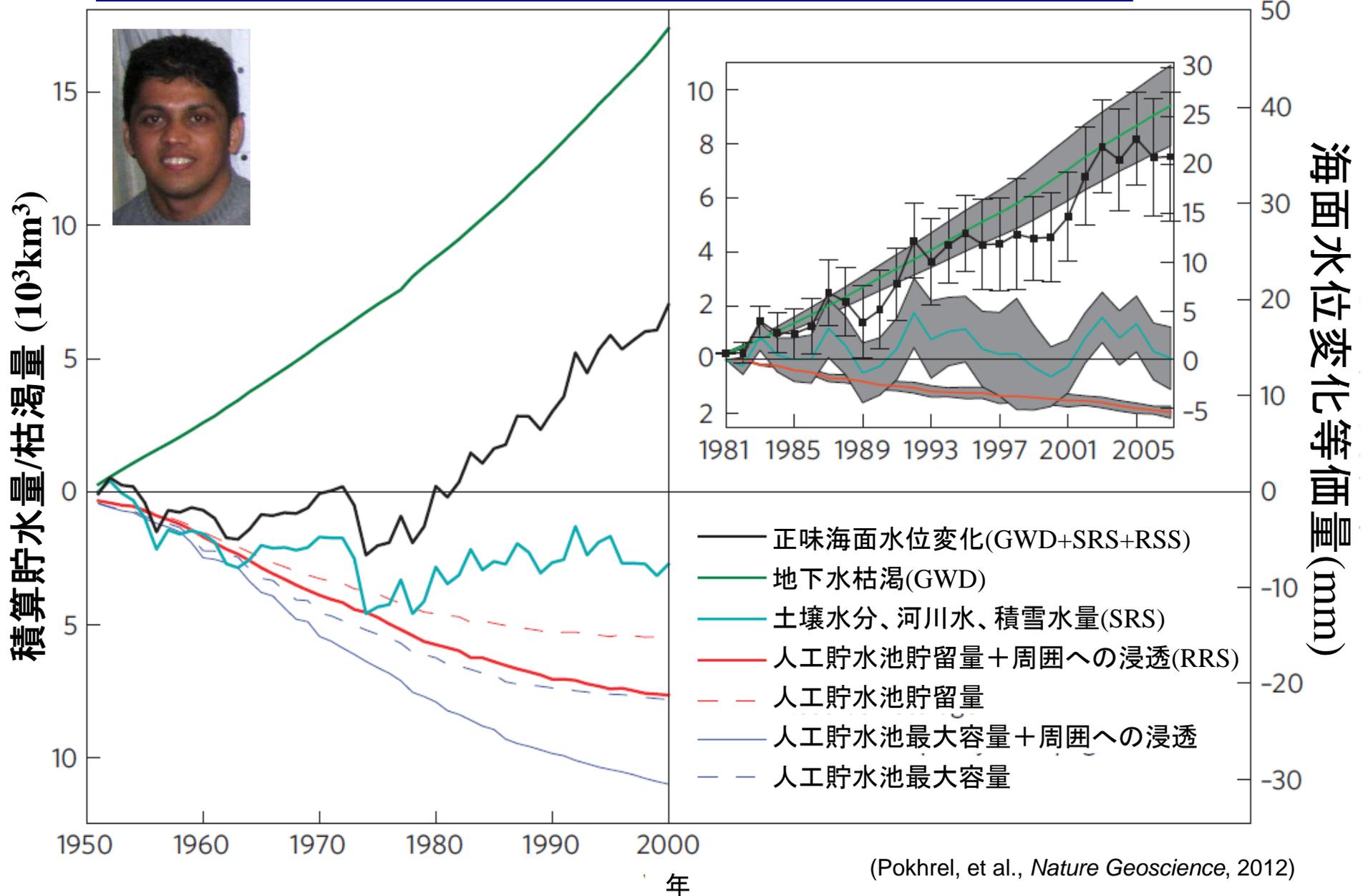
Long range
water transfer

Environmental
Flow

Virtual Water Trade



陸域貯水量変化が海面水位に及ぼす影響





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

水危機ほんとうの話

沖大幹 著

新潮選書、新潮社、336頁、1575円

2012年6月22日発売

ISBN-13: 978-4106037115

1. 水惑星の文明
2. 水、食料、エネルギー
3. 日本の水と文化
4. 水循環の理
5. 水危機の虚実
6. 水問題の解決へ向けて

地球規模の水循環、世界の水資源と
気候変動、ウォーターフットプリントや
人工降雨から水ビジネスまで



水危機
ほんとうの話

沖大幹
Oki Taikan

新潮選書
Shincho Sensho

June 22, 2012
On Sale!!

水研究の第一人者が、
誤解や思い込みを正す!

新潮選書

定価: 本体 1600円 (税別)

- 地球の水はなくなる?
- 節水はすべていいこと?
- 外資が水源林を買うのは危険?



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



ETH

◆ Soil Systems and Critical Zone Processes: Integrating Life Support Functions across Disciplines, Monte Verità, Switzerland (Apr. 2013)

❄ 気候変化 ← N_2O

❄ 食料の安全保障とバイオ燃料生産

❄ 水と土地の資源

➤ より水利用が効果的なマネジメント戦略

❄ 生態系サービスと生物多様性

➤ 生態系変化は人間の安寧に潜在的な影響も (MEA, 2005)

❄ グローバルな生物地球化学循環 ← C and N

❄ 地球観測: SMOS & SMAP

Planet Under Pressure
Water: integrated assessment, governance and management in changing conditions at global, regional and transboundary levels
London, 27 March, 2012

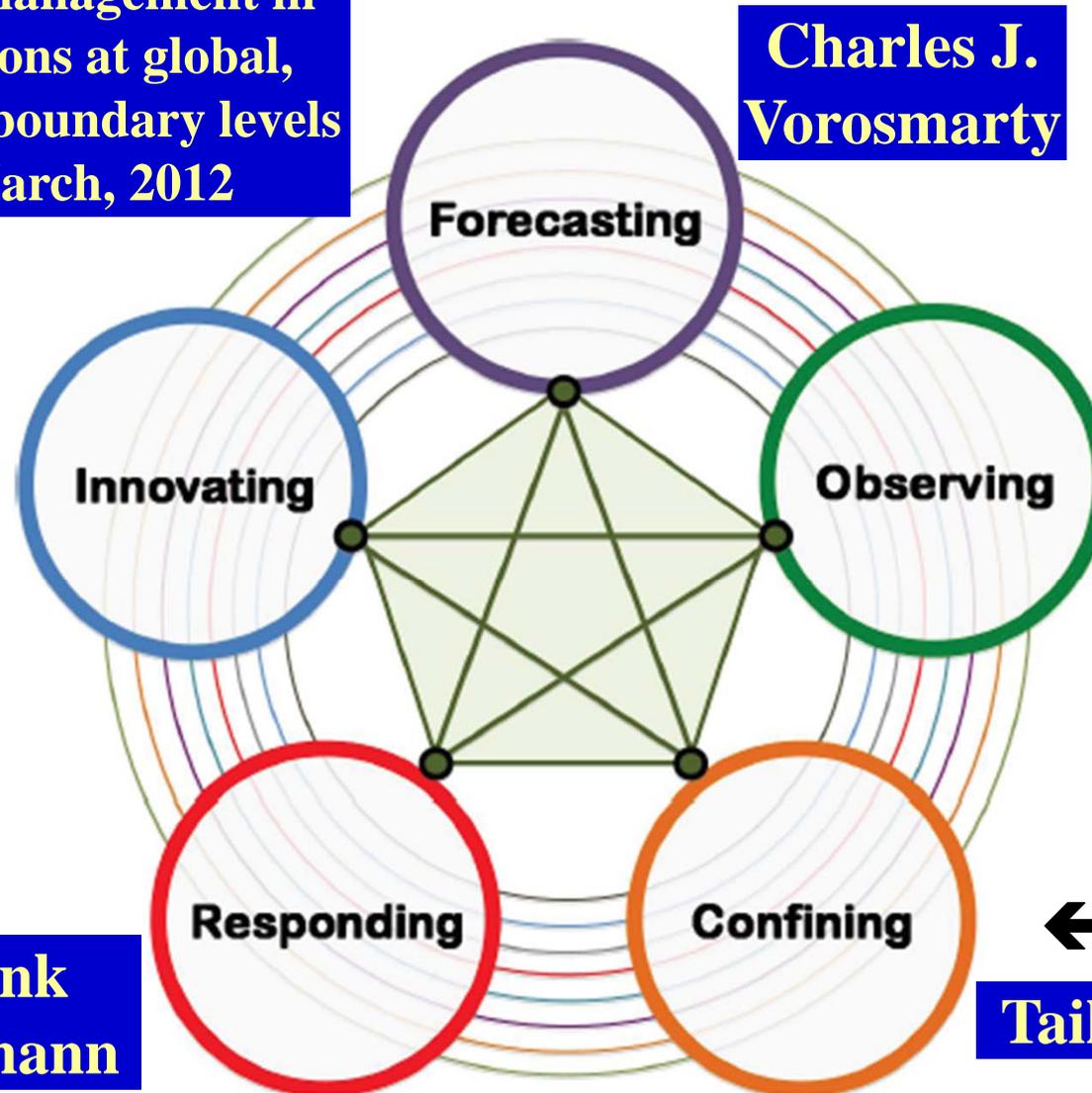
Charles J. Vorosmarty

Claudia Pahl-Wostl

Kevin E Trenberth

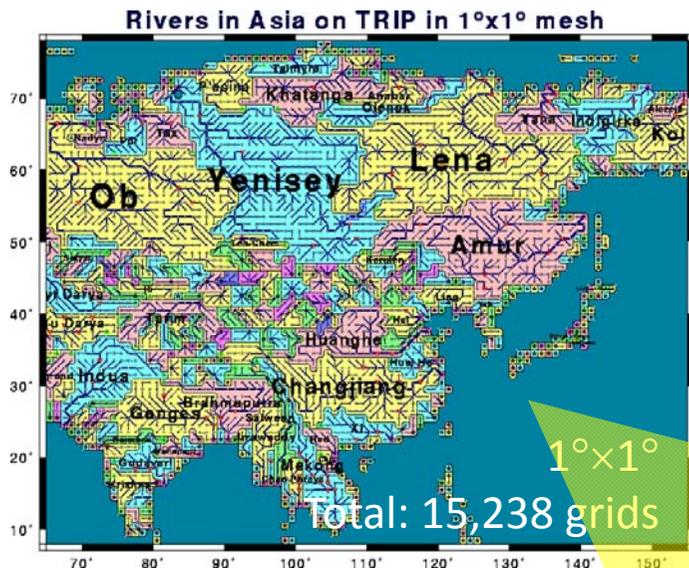
Frank Biermann

← threshold
Taikan OKI



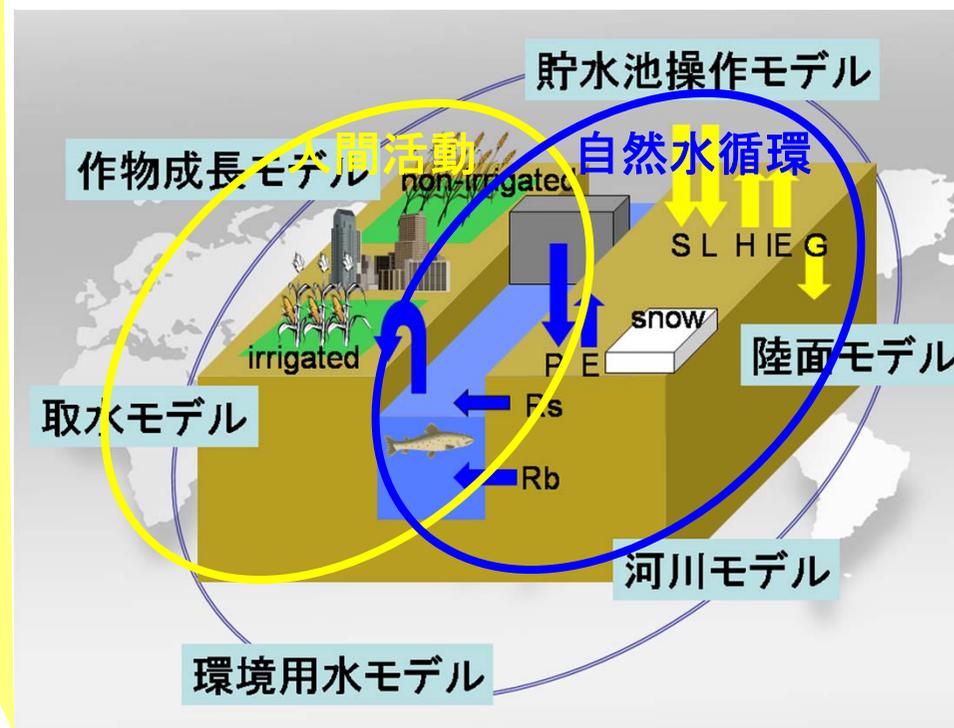
ICSU (2010). Earth System Science for Global Sustainability: **The Grand Challenges**. International Council for Science, Paris.

全球統合水循環・水資源モデル



- ◆ 東京大学と国立環境研究所との共同開発
 - ✧ 河川モデル部分は欧米研究機関へ「輸出」
 - ✧ IPCC第四次報告書6/23のモデル出力が利用
- ◆ 出力項目: 水資源量 + 水利用量
- ◆ 現状の解像度: $1^\circ \times 1^\circ$ (緯度・経度)、日単位
- ◆ 窒素循環、動的地下水への拡張中。
- ◆ 実時間洪水リスク予測への応用実装中。

- ◆ 特徴1: 充実した人間活動サブモデル
 - ✧ 取水、灌漑、ダム操作、環境用水など
 - ✧ 人口推計では都市と農村を分離
- ◆ 特徴2: 高い時間解像度
 - ✧ 水資源量と水利用量を日単位で計算
- ◆ 特徴3: 高い要素間の整合性
 - ✧ 気象条件が全てのサブモデルを駆動
- ◆ 特徴4: 気候変動予測との親和性
 - ✧ IPCC SRESに沿う水需要の将来予測
 - ✧ 気候モデルの陸面過程部分の利用



地球環境問題が変えた自然観と科学

💧 もはや、Realな(現実の)自然はnaturalな(自然の)自然とは異なる!!

❄️ Anthropocene (人新世、P. J. Crutzen, 2002)

❄️ 人間活動により地球規模でも自然が大きく変貌

➤ 土地利用の改変、耕作、森林伐採、都市の建造

➤ 化石燃料の利用、大気微量成分・エアロゾルの増大

□ 地球温暖化に伴う気候変動、弱い降水の長期的減少

➤ 水・物質循環への関与: 貯留、負荷、改変

💧 地球環境問題を扱う地球環境科学は、人間活動も含めた*現実*の環境を扱う

❄️ さらに「認識」科学から「設計」科学へ?!

世界の 地下水 枯渇

- ✓ 取水量と涵養量の両方が推計されている。
- ✓ 地下水枯渇は両者の残差として推定

世界合計
約370 km³/年

⇔ Wada et al. (2010)
約290 km³/年

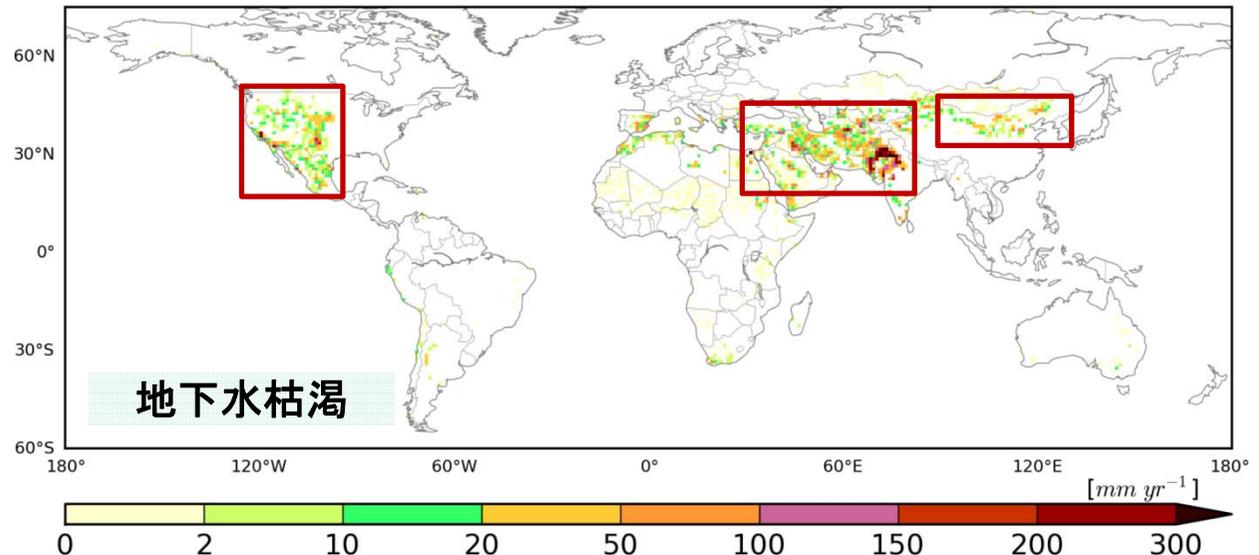
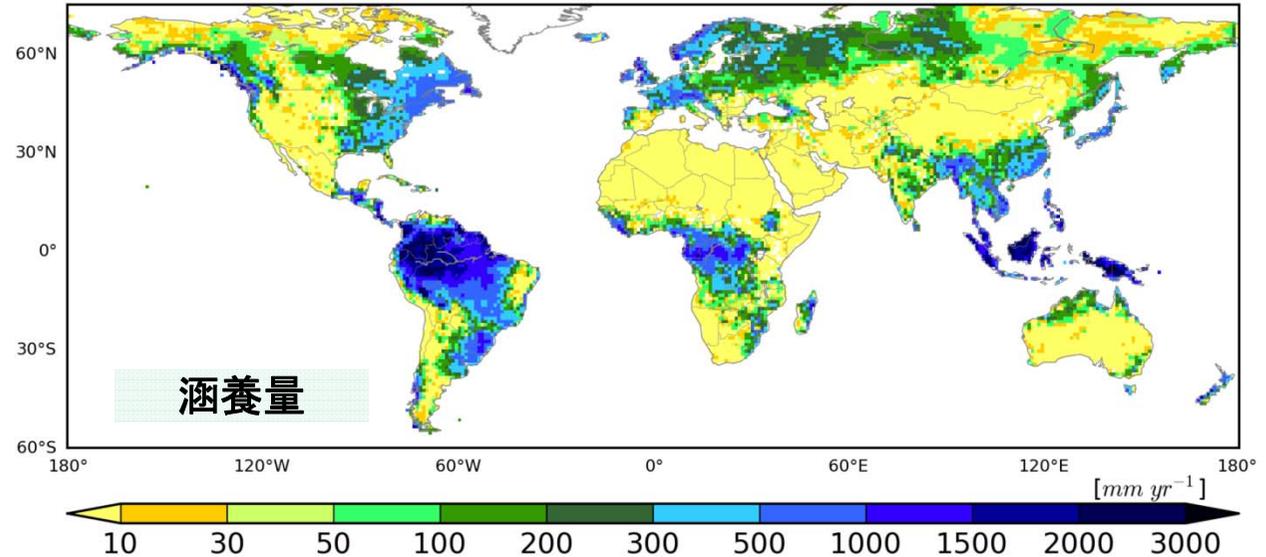
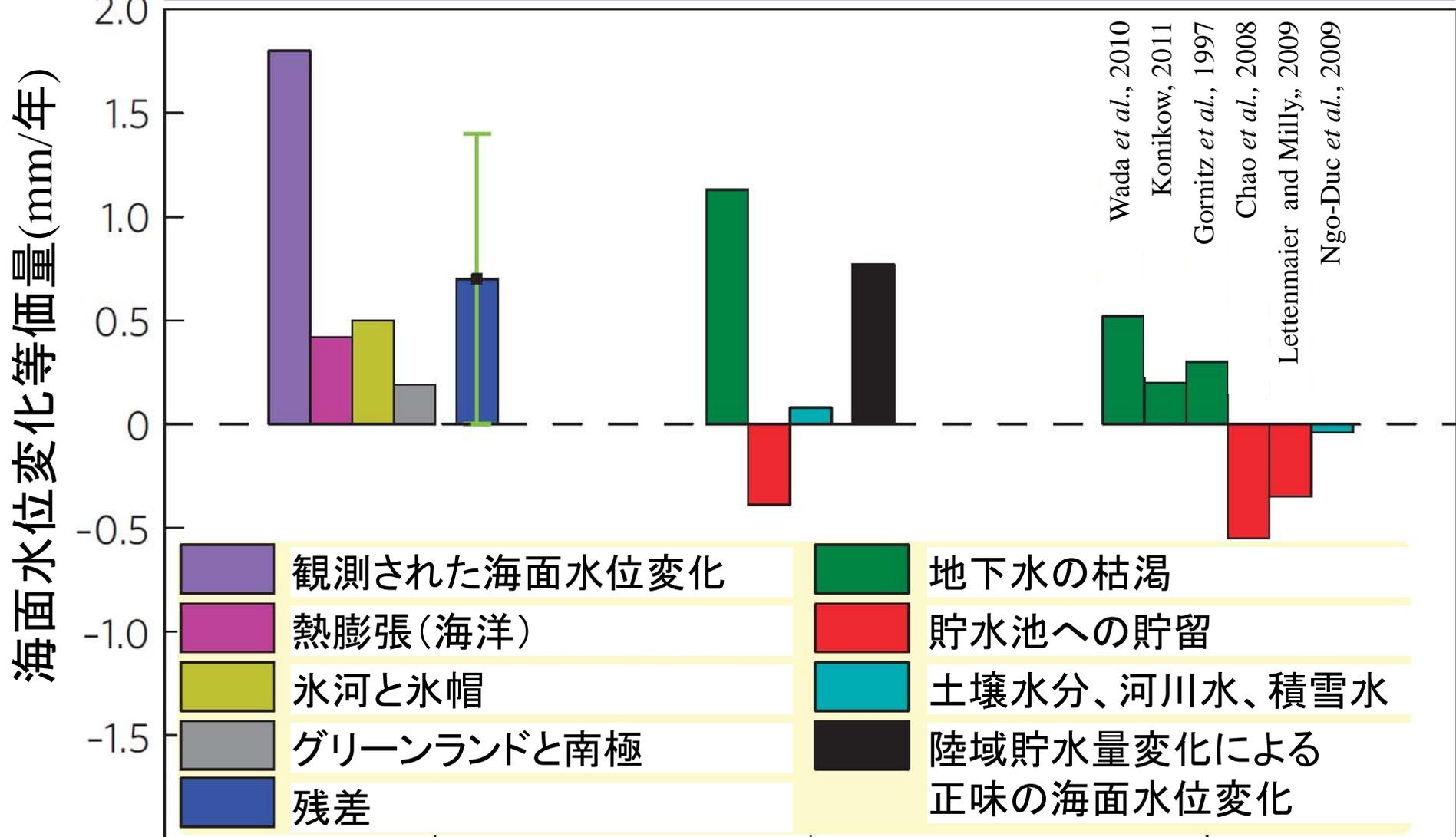


図2:観測された海面水位変化への様々な寄与の推計値



IPCC第4次評価報告書

本研究

他の研究



GWSP

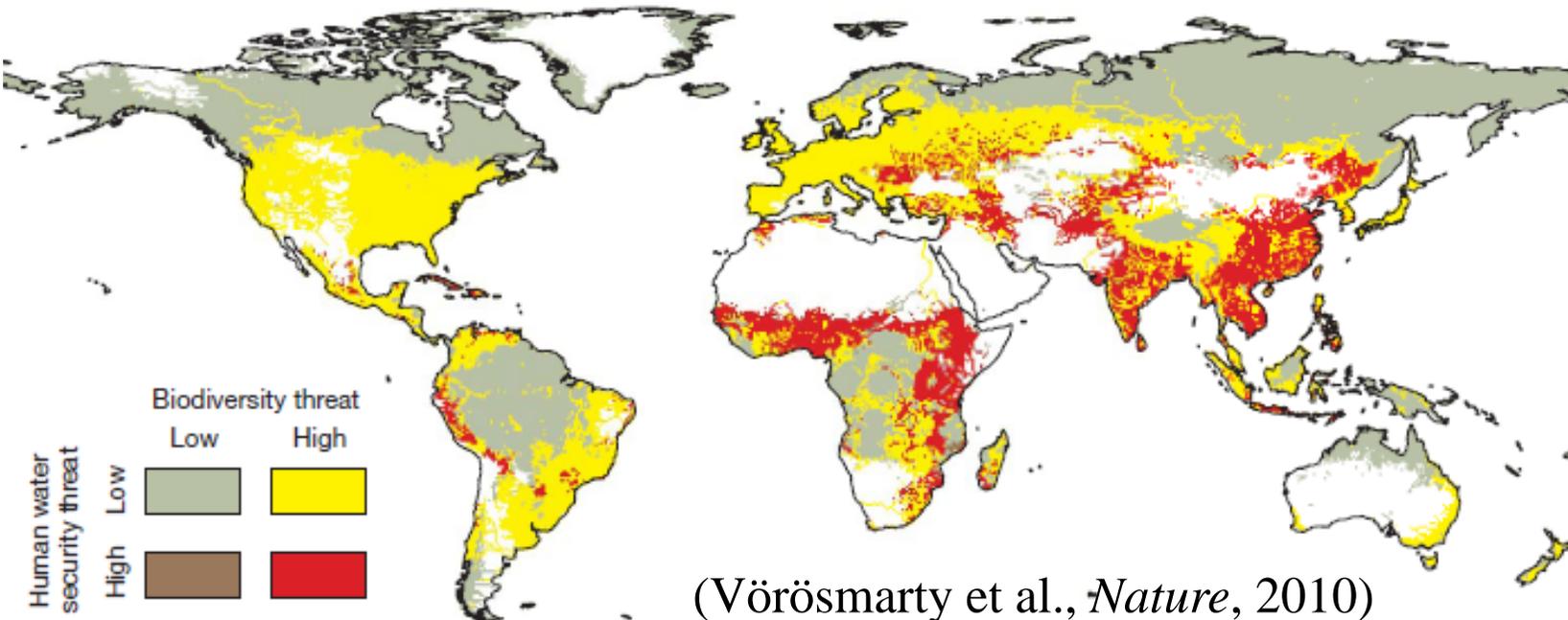


Global Water
System Project

International Conference

❄️ **Water in the Anthropocene: Challenges for Science and Governance. Indicators, Thresholds and Uncertainties of the Global Water System**

❄️ **Bonn, Germany on 21-24 May 2013.**



(Vörösmarty et al., *Nature*, 2010)

DRM and CCA can be integrated.

Disaster Risk Management	Climate Change Adaptation
considers hazards other than those that are climate-derived, such as earthquakes and volcanoes	considers and addresses vulnerabilities related to phenomena that would not normally be classified as discrete disasters, such as gradual changes in precipitation, temperature, or sea level
civil defense agencies	environment ministries
bottom-up	top-down process
short-term	long-term