

- ii. 水資源に関する気候変動リスク情報の創出
 - a. 気候変動に伴う水資源に関する社会・経済的影響及びその不確実性の評価研究

実施体制

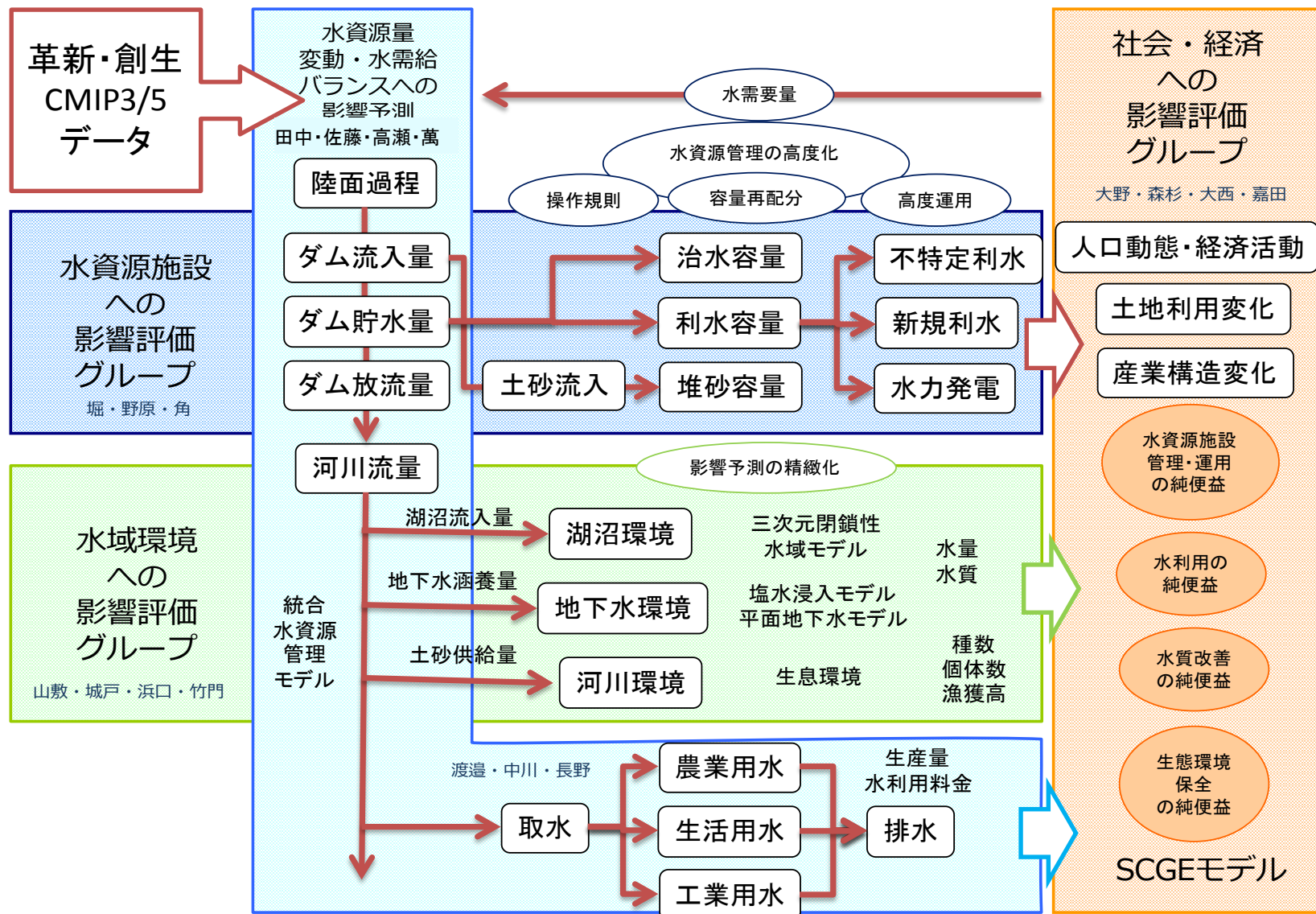
- **水資源量変動及び水需給バランスへの影響評価**
田中・佐藤(京大防)、萬(京大工)、高瀬(石川県大)
渡邊(地球研)、長野(神戸大)、中川(中央農総研セ)
- **水域(河川、地下水、湖沼)環境への影響評価**
竹門・城戸・山敷・浜口(京大防)
- **水資源施設への影響評価**
角・堀・野原(京大防)
- **社会・経済への影響評価**
大野・森杉(名城大)、大西(富山県立大)、嘉田(地球研)

参加機関: 8機関、研究メンバー: 18名

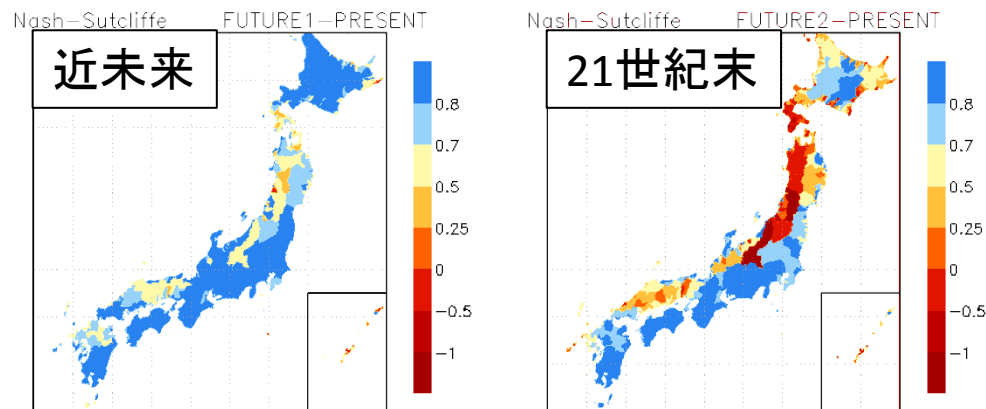
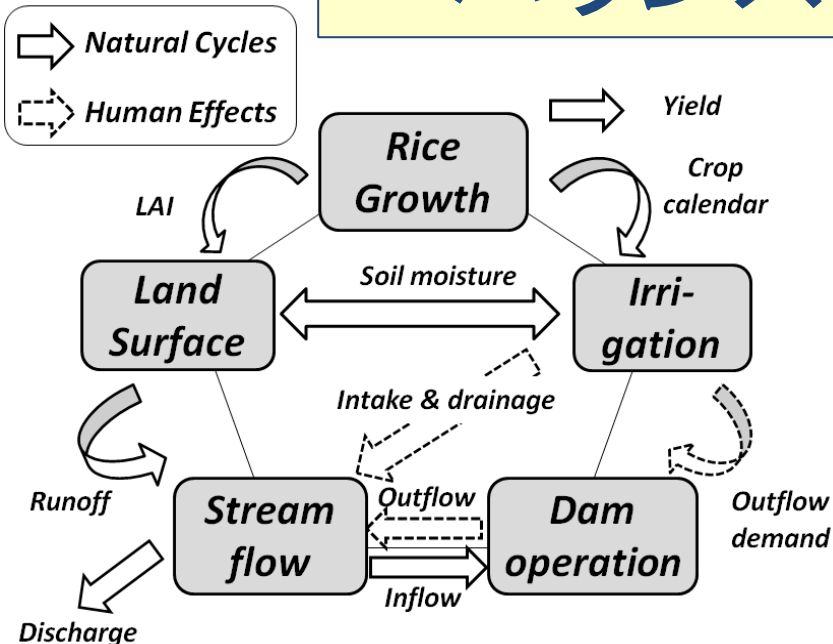
研究の概要(サブ課題a)

- 陸面過程モデル・作物生育モデル・灌漑モデル・貯水池操作モデル・分布型流出モデル等を結合した統合水循環水資源モデルを構築し、日本をはじめ世界の様々な地域における水資源量及び水域環境の変動を推定する。
- 様々な社会経済変化シナリオから得られる人口動態や経済活動、産業セクター別水需給予測情報を用いて、気候変動が各地域における水需給バランスに与える影響とその不確実性を推定する。
- 河川流況の変化が、貯水池群を中心とする水資源システムの脆弱性にどのような影響を与えるか、リスク分析的視点から定量的に把握し、水資源施設の運用を高度化することによる利水供給や水力発電への影響緩和策について検討する。
- 水資源賦存量変化による被害の波及・帰着構造を解析し、適応策実施の効率性と地域や主体間の公平性を費用便益分析で評価する。

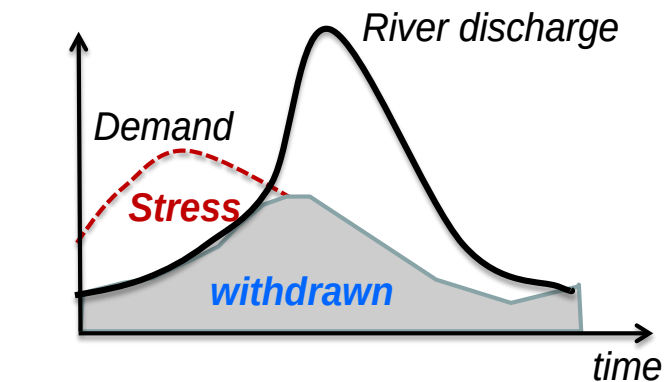
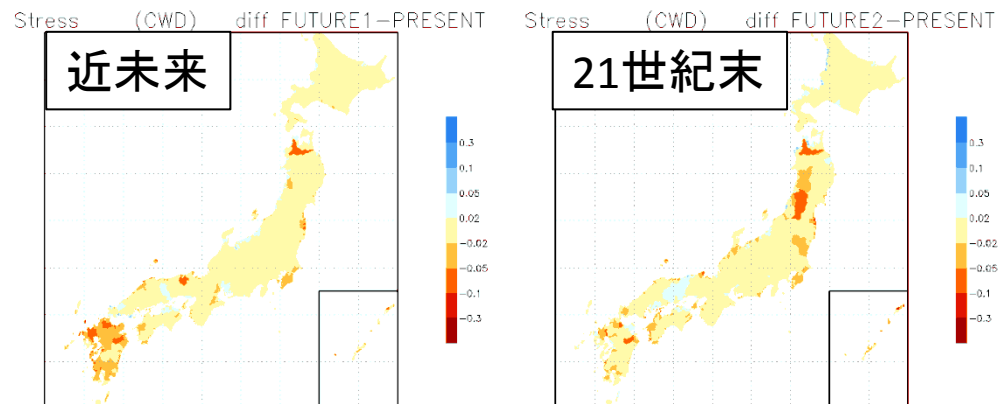
研究グループ間のつながり



水資源量変動及び水需給 バランスへの影響評価



現在気候の月流量を基準としたナッシュ係数

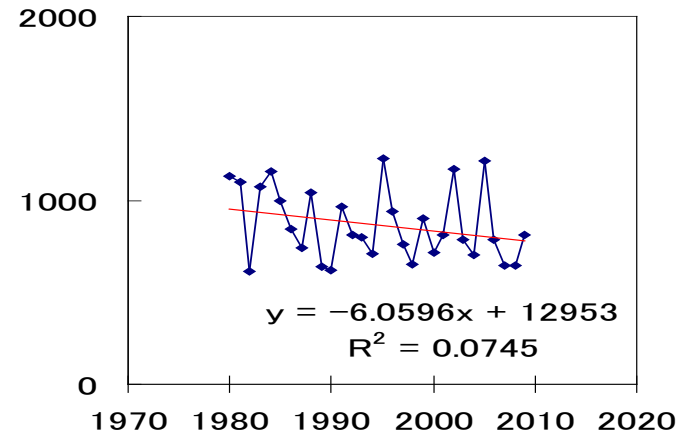


季節性を考慮した水ストレス計算

気候変動による水ストレス変化

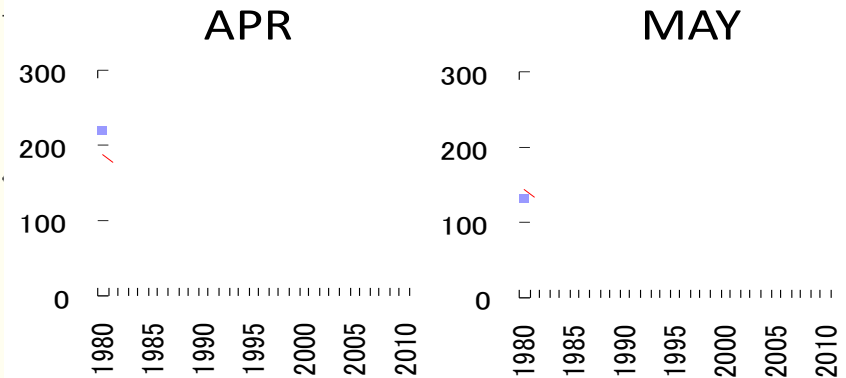
寒冷多雪地域(手取川流域)での検討

流域面積: 809km²



降雪量が減少している

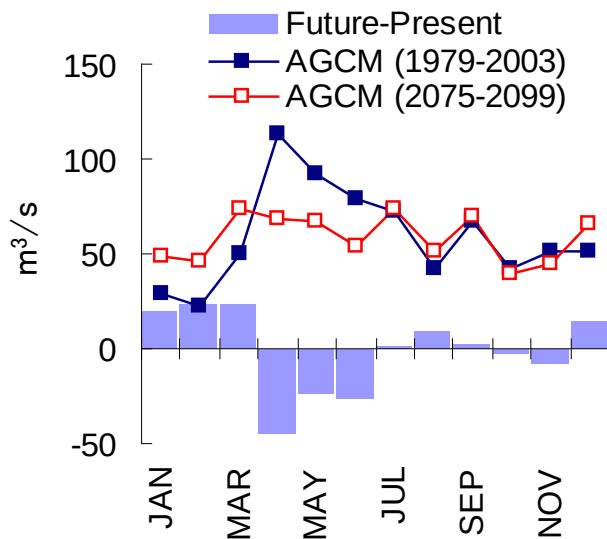
年間約6mmの降雪量の減少傾向
(年間約500万m³の水資源量の減少)



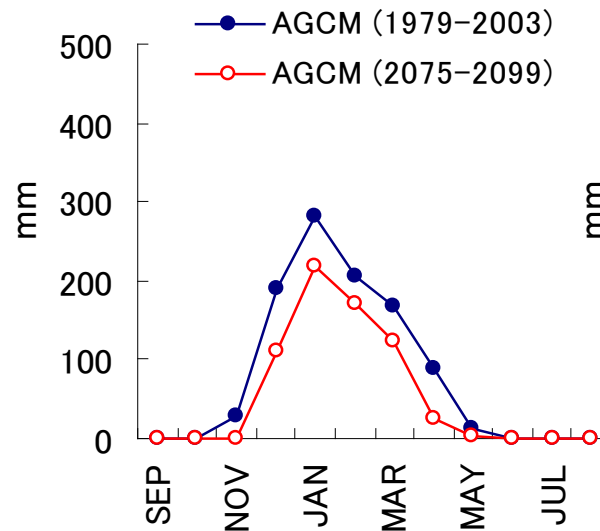
4~5月の河川流量が減少している

温暖化が寒冷多雪流域の水資源に及ぼす影響

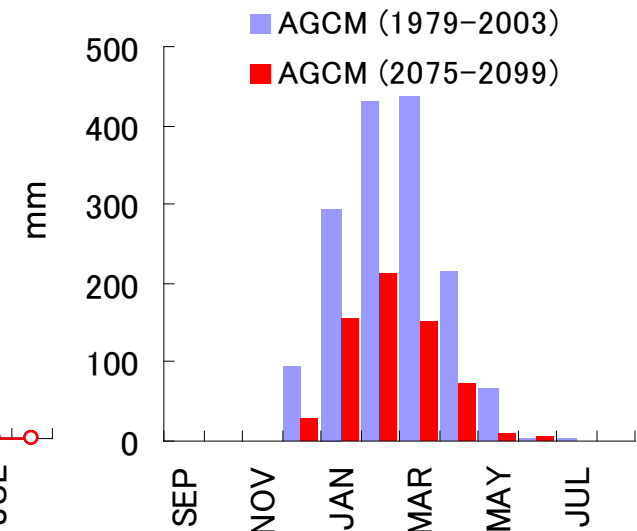
River discharge



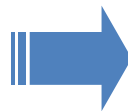
Snowfall



Water equivalent of snow cover



1. 河川流量の季節変化の消失
2. 降雪期間の短期化
3. 積雪深・積雪期間の短縮

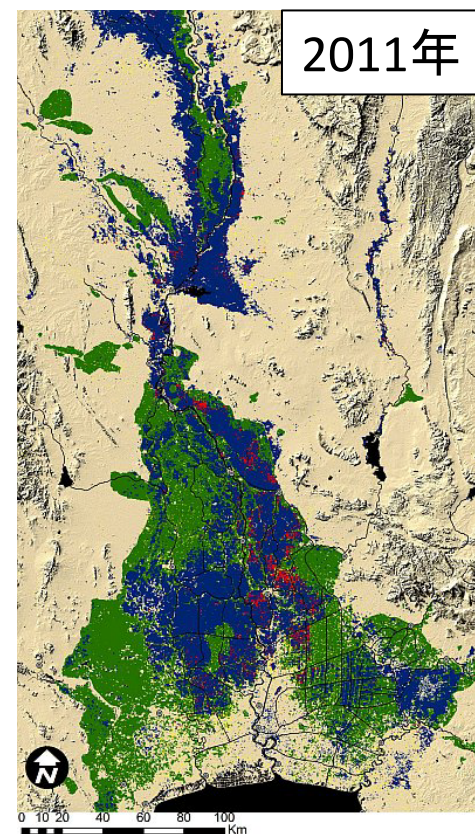
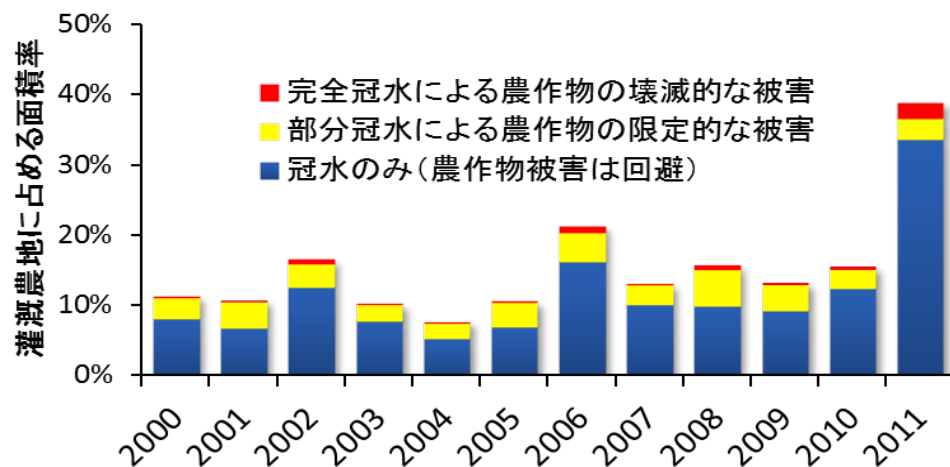
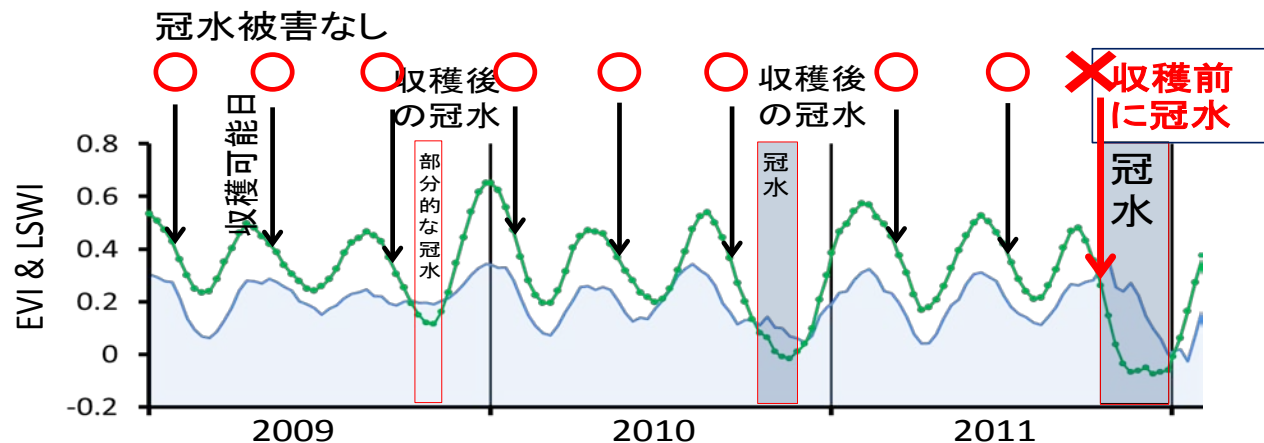


1. 農業用水期別水利権の見直し
2. ダム操作規程の見直し
3. 道路・鉄道・空港除雪費用の軽減
4. スキー場営業期間短縮等々

衛星解析による農作物の冠水被害判別

1. 収穫可能日の推定
2. 収穫日と冠水開始日の時間関係を照合

EV_I(植生指標)
LSW_I(陸面水指標)

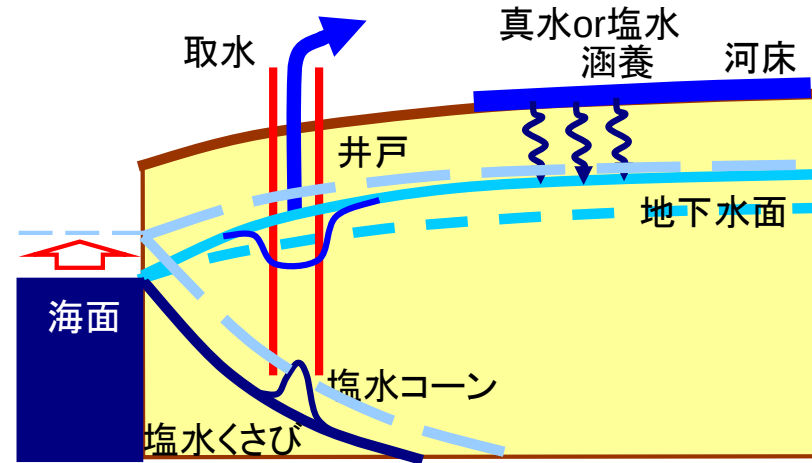


洪水影響面積の年変化(タイ・チャオプラヤデルタ)

水域環境への影響評価

- 地下水環境への影響評価

温暖化による沿岸地下水環境への影響
地下水モデルの流域全体への連続的適用性を検討

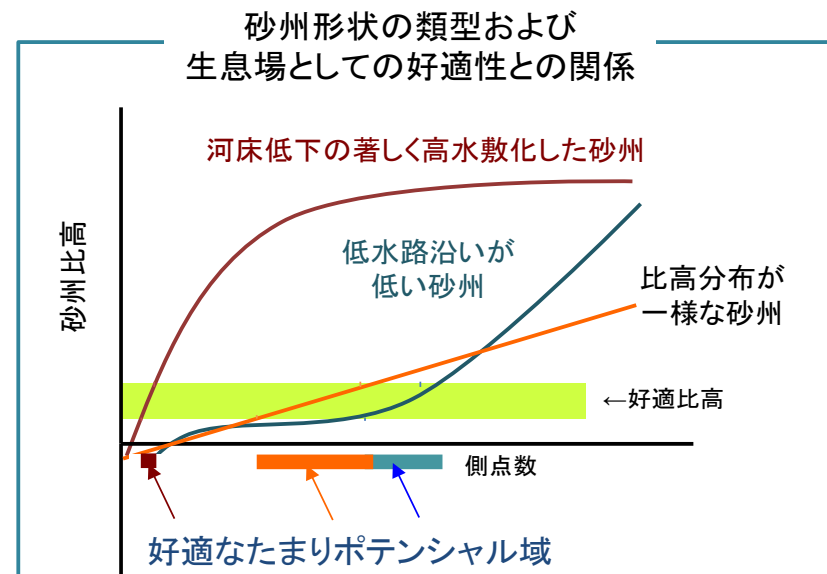


- 河川環境への影響評価

土砂供給: 土砂移動量と粒形分布で評価
流況変動: 洪水流量と頻度で評価
川幅: 年最大流量時の流路幅で評価

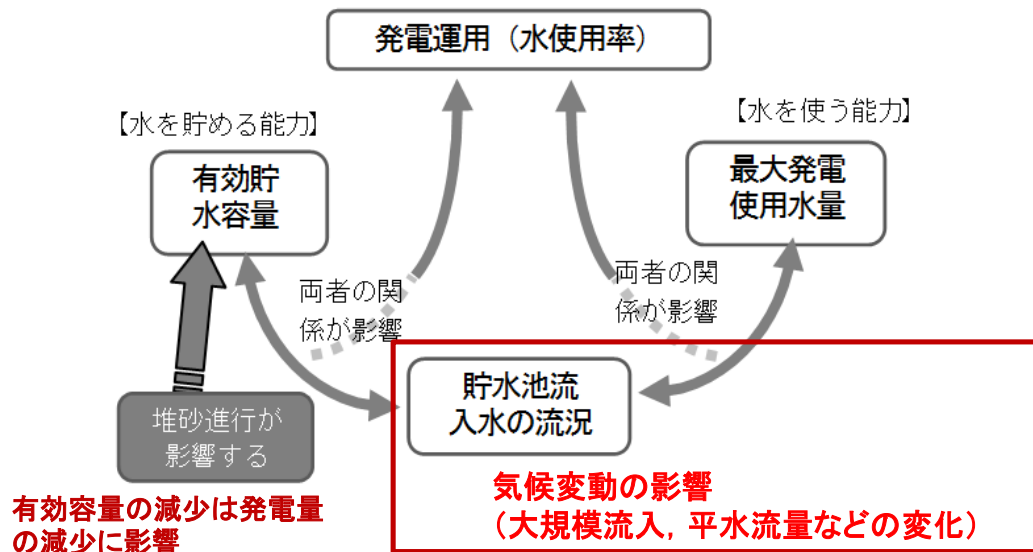
- 湖沼環境への影響評価

湖の諸元情報の収集
貯水池(ダム)情報の収集
三次元生態系モデルの琵琶湖、タホ湖への適用

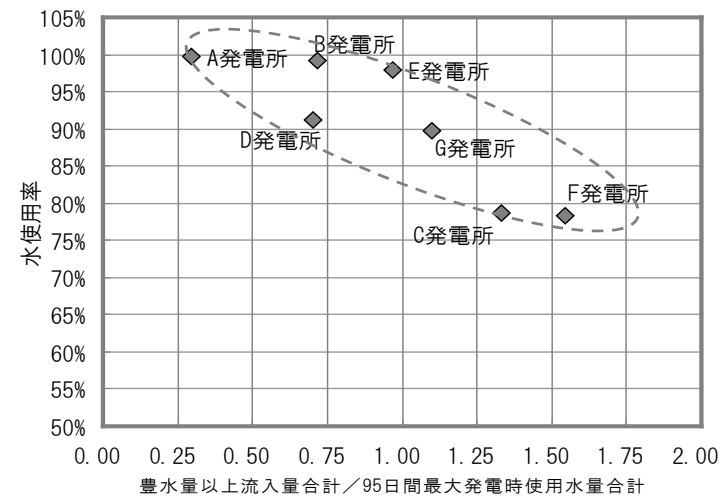
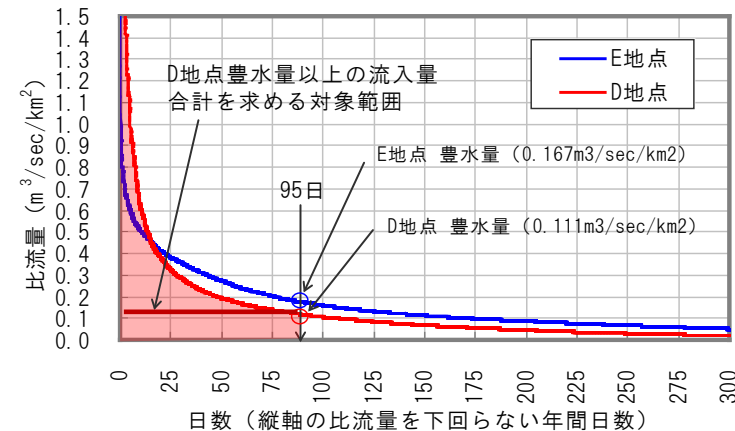


水資源施設への影響評価

- 将来気候下の流入量データを用いた治水・利水操作計画
- 容量配分, 貯水量嵩上げ, ダム群の連携操作の検討
- 施設計画と操作変更とのバランス



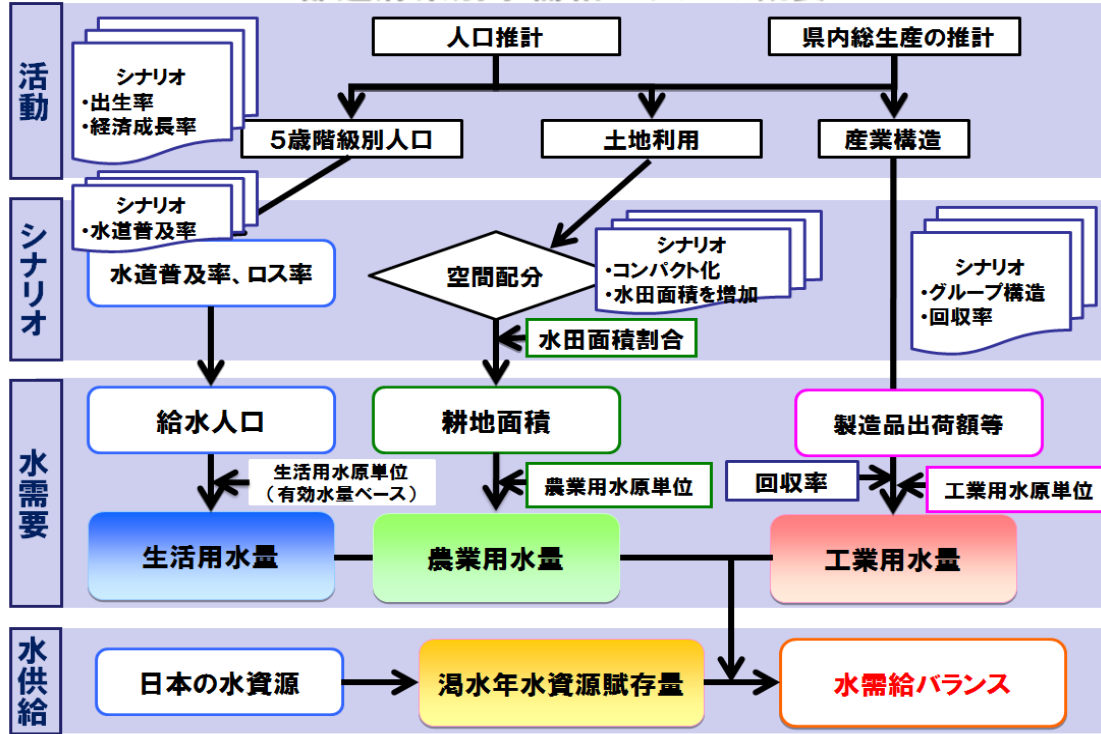
長期的には、温暖化による貯水池流入流況の変化とダム堆砂進行による有効容量の減少の両者が、最終的な「発電運用(水使用率)」に影響する



流況曲線と水使用率には明確な相関関係がある

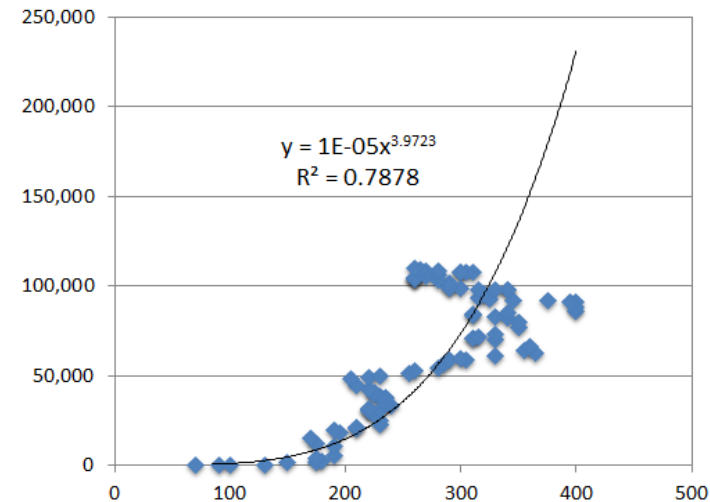
社会・経済への影響評価

都道府県別水需給モデルの概要

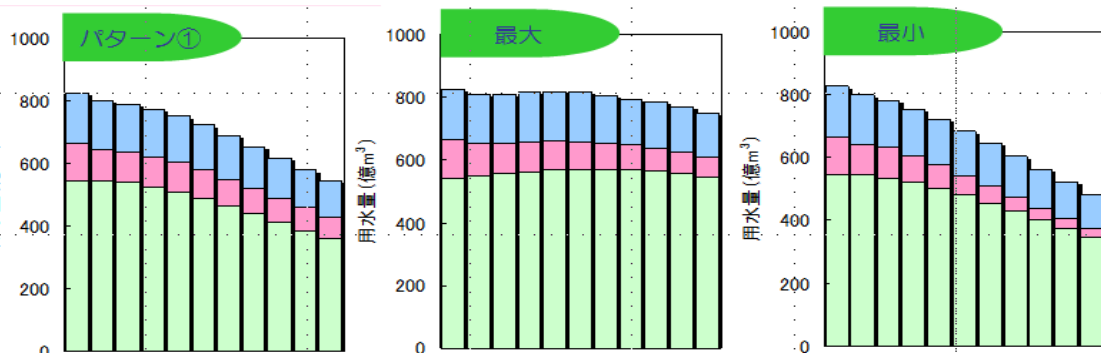


温暖化がスキー場に与える影響

積雪量や入場者数のデータを、富山県にあるスキー場に個別に問い合わせ、入手・整理。



積雪深と入場者数の関係



日本全体におけるセクター別の用水量の推計結果



課題対応型の精密な影響評価 水資源に関する気候変動リスク情報の創出 水資源・水循環の評価研究

東京大学生産技術研究所 沖 大幹

概要

- 取排水や貯留・放流など人間活動を明示的に組み込んだ全球水循環水資源モデルの構築。
- 不確実性を考慮した将来の水資源・水循環推計
 - 気候変動リスクを考慮した農業生産及び食料消費水準の予測モデルの開発。
- 気候変動下での水資源・水循環の脆弱性及び頑強性の評価及びそれらの不確実性を提示。
 - (農業分野における)気候変動リスク軽減のための市場メカニズムを活用した政策手法の提示。

体制

- 渡部哲史（東京大学工学系研究科）
 - バイアス補正技術開発・ストック型水資源モデル開発
- 沖 大幹（東京大学生産技術研究所）
 - 資源・水循環モデルの人間活動モジュールの高度化
 - 将来シナリオの準備
- 鼎 信次郎（東京工業大学情報理工学研究科）
 - 誤差要因および不確実性の定量化のためのデータおよび手法の整理
- 増本隆夫（農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所）
 - 農業水利用を対象とした広域水配分・管理モデルの開発と影響評価
 - 広域排水管理モデルの構築
 - 農業生産及び農産物価格への影響評価のための計量経済モデルの作成

成果目標

- 境界条件の準備、単一シナリオ・単一気候外力で動作。
- 水資源モデル用にもっとも適切なバイアス補正手法を構築してCMIP5データに適用し、マルチモデルの気候外力を作成。（以上3年度目までの達成目標）
- スtock型水資源モデル・人間活動モデル・次世代型陸面モデルを結合した統合水循環水資源モデルを構築。
- マルチ気候シナリオ・マルチ社会シナリオを外力とした水資源に関する将来予測・評価。
- シナリオやモデルに内在する不確実性を定量的に取り扱い、最終的な水資源評価に不確実性の情報を寄与した形で社会に提示。

GCM, RCPシナリオ, バイアス補正手法の選択が 降水量極値の将来予測に与える影響の考察

(水文シミュレーションに向けた)降水量の将来予測に生じる差

GCM

MIROC5
MRI-CGCM
MPI
...



将来
シナリオ

RCP8.5
RCP6.0
RCP4.5
RCP2.6



アンサンブル
ラン

r1i1p1
r2i1p1
r1i1p2
...



バイアス補正
手法

Piani et al.
2010
Li et al. 2010
Watanabe
et al. 2012

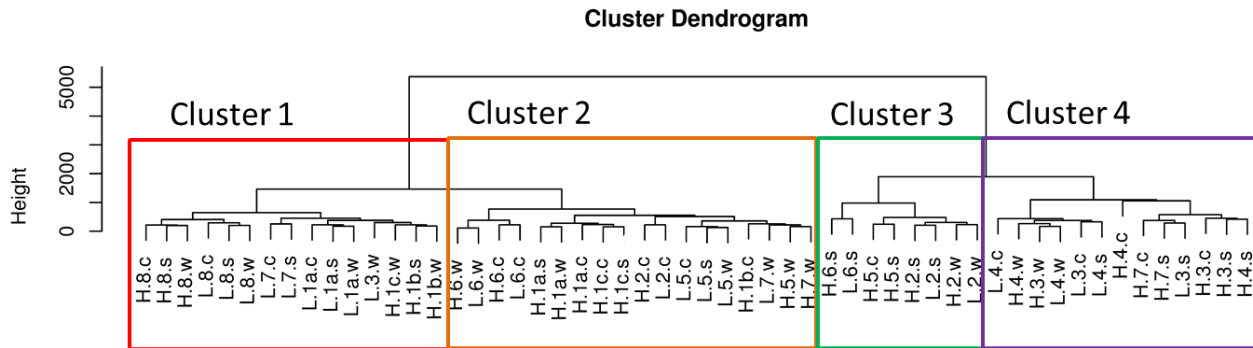
多数の既往研究により調査されている

水文シミュレーションでは重要. しかし, これまでのところ検討は不十分

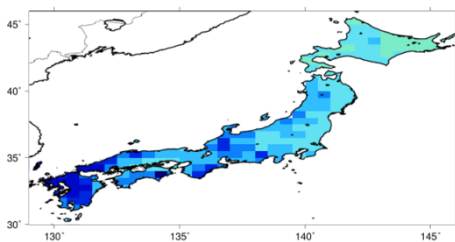
バイアス補正手法の不確実性についても考慮した上で,
GCM, RCPシナリオ, アンサンブルランによる予測差を比較する

結果

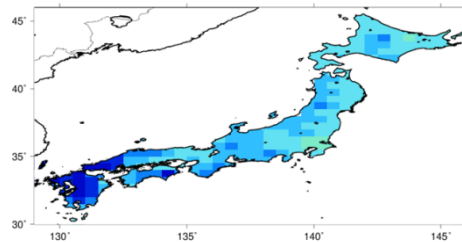
日降水量 2070~2100
上位10平均



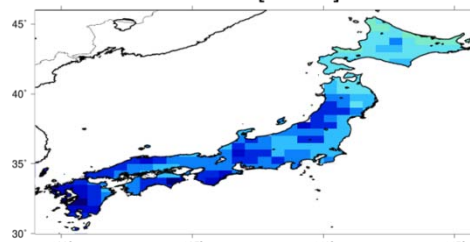
Cluster 1 [H.1b.w]



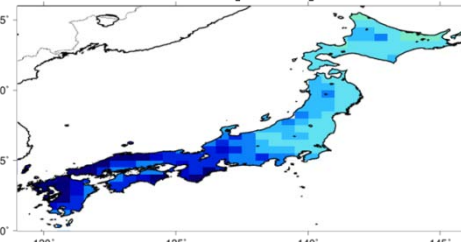
Cluster 2 [H.1a.w]



Cluster 3 [H.2.w]



Cluster 4 [H.3.w]



- RCPシナリオの選択, バイアス補正手法の選択により生じる推計結果の差の程度はGCMによって異なり, 一部のGCMを除いてその大きさは, GCMの選択によって生じる差と同程度.
- MIROC5におけるアンサンブルランの違いによる推計結果の差の程度は, RCPシナリオによる結果の差およびバイアス補正手法の差によって生じる結果の差と同程度.

		M1a	M1b	M1c	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
H (8.5)	S	2	1	2	3	4	4	3	3	4	1
	C	2	2	2	2	4	4	3	2	4	1
	W	2	1	1	3	4	4	2	2	2	1
L (4.5)	S	1			3	4	4	2	3	1	1
	C	1			2	4	4	2	2	1	1
	W	1			3	1	4	2	2	2	1

↑数字は該当するクラス番号

NO.	NAME
M1	MIROC5
M2	MRI-CGCM3
M3	CCSM4
M4	CanESM2
M5	NorESM1-M
M6	INM-CM4
M7	GFDL-ESM2G
M8	CNRM-CM5

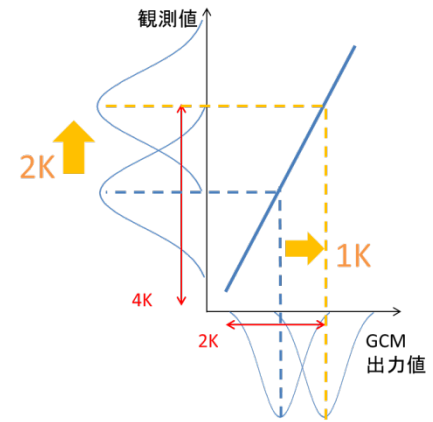
バイアス補正手法	
W	将来変化を考慮する手法
C	将来変化を考慮しない手法
S	平均値のみ補正

H	RCP8.5
L	RCP4.5

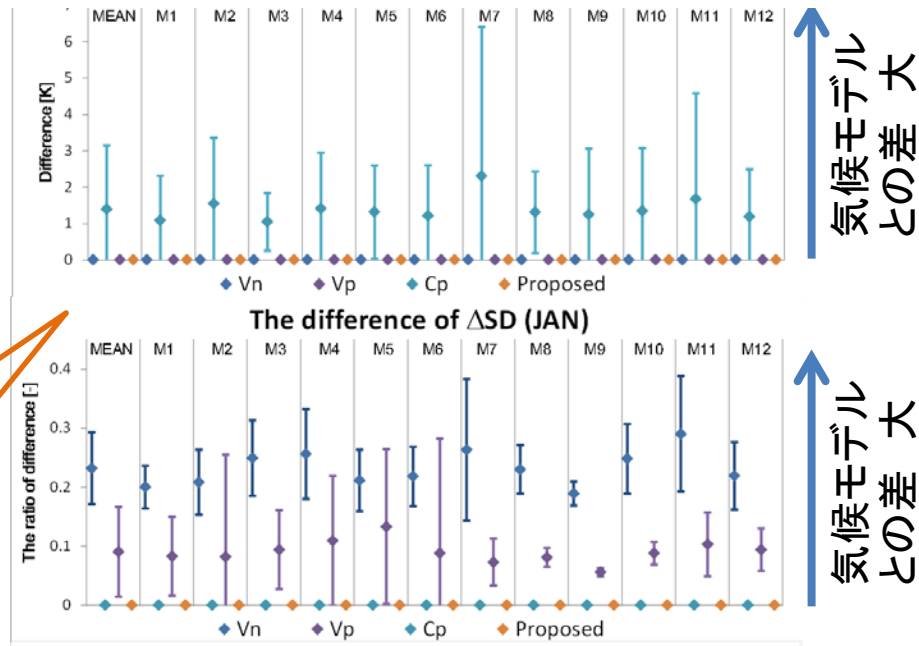
a,b,c: アンサンブルラン

気候モデルが示す将来変化のシグナルの保存 に着目したバイアス補正手法を提案

- 気候モデルが示す将来変化のシグナル
→ 既往手法 補正の前後で変化
- 気候モデルが示す平均値・標準偏差の
将来変化のシグナルを保存する手法を
提案
- 12の気候モデルを用いて、
気候変動のシグナルの変化を
補正の前後で比較
 - 気温：平均，標準偏差
 - 降水量：平均，変動係数



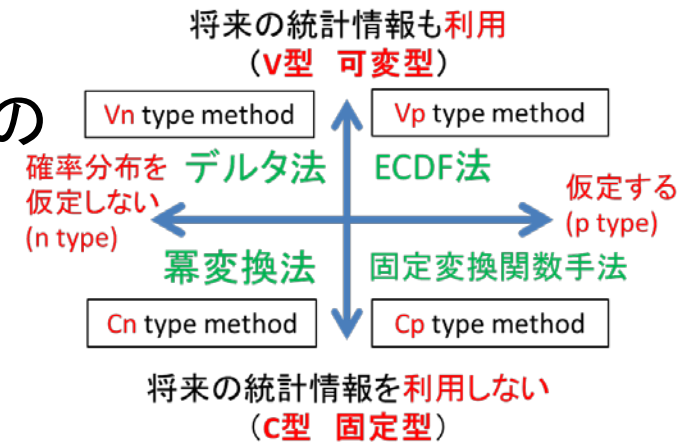
気候変動のシグナル・気温
(上：平均値，下：標準偏差)



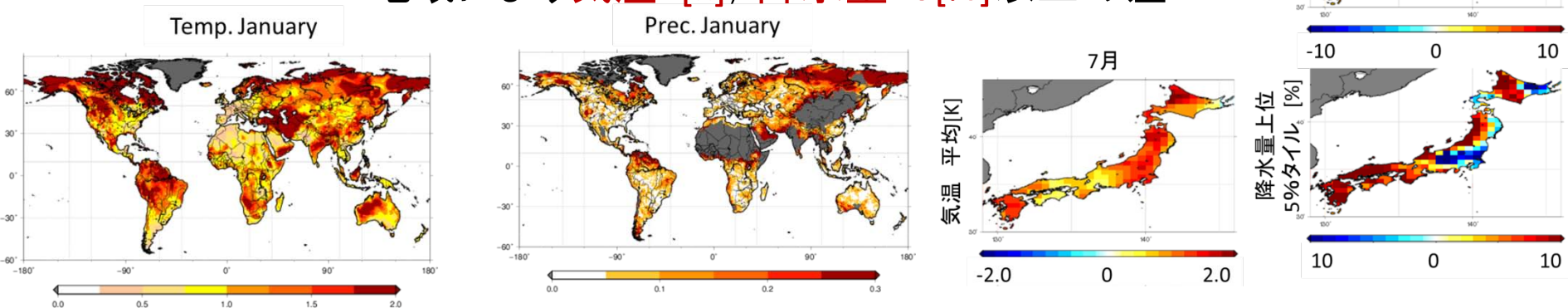
提案手法◆は
既往手法◆◆◆と比べ
気候モデルが示すシグ
ナルとの差が小さい

既存の気候モデルバイアス補正手法の 特徴を明らかにする分類法を提案

- 気候変動の影響評価研究ではバイアス補正手法が複数提案されているがそれらの相互比較は十分に行われていない
- 2つの基準により4タイプに分類しそれぞれの特徴を明らかにした(→)
- 各タイプの補正手法を用いた場合の補正結果の差を明らかにした



- 20世紀再現実験 ... 手法間の差はそれほど大きくない
 - 21世紀予測実験 ... 手法間の差は明らか
- 地域により気温2[k], 降水量10[%]以上の差



↑ 全球および日本におけるvpタイプの手法とcpタイプの手法による補正結果の差

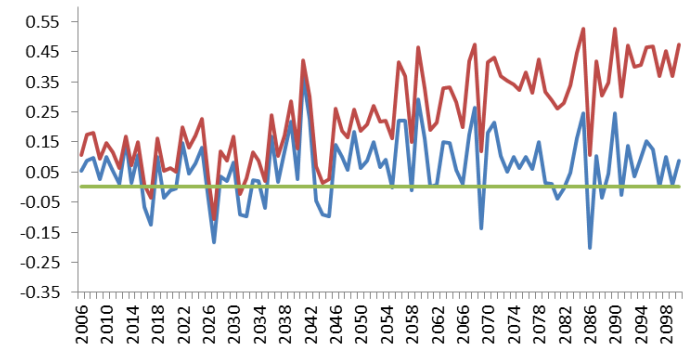
提案した補正手法を基に、水分野における 気候変動影響評価のための外力データセットを作成

- 水分野での気候変動影響評価のための外力データセットを作成
 - 提案バイアス補正手法(気候モデルが示す将来変化のシグナルの保存に着目したバイアス補正手法)を適用
 - 長期(2006~2100)連続のデータを作成
- 既往の長期データセットの問題点を解決
 - 既往の長期データセットは
 - 標準偏差に関して観測値の再現性が低い
(**平均値のみ補正した手法**)
 - 気候モデルが示す将来のシグナルとの差が大きい (**将来変化を考慮しない手法**)

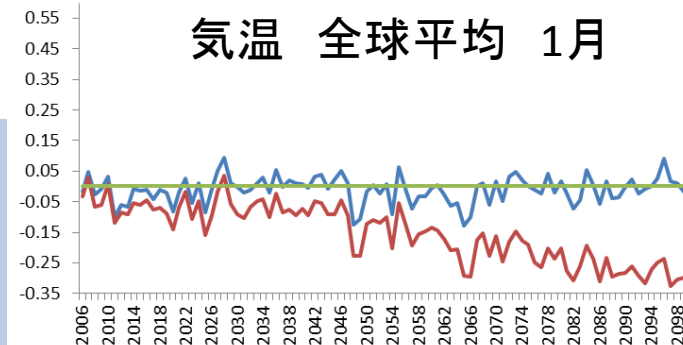
◆水分野における気候変動の影響評価に
広く利用可能

◆将来の水資源賦存量予測に関して
バイアス補正の違いなどの不確実性を
考慮した評価に向けた準備が完了

気温 全球平均 7月



気温 全球平均 1月



↑**将来変化を考慮しない手法**および
提案手法による将来補正データを
平均値のみ補正した手法と比較した差

おわりに

- 既往のバイアス補正手法では気候モデルによる平均値・標準偏差の将来変化は保存されない。
- RCPシナリオやバイアス補正手法の選択により、GCMの選択と同程度の差が推計結果に生じる。
- MIROC5のアンサンブル間の違いも、RCPシナリオやバイアス補正手法の差と同程度。
- 2012年度の研究成果を受けて、2013年度はCMIP5の結果に基づいた水資源への影響評価を農業部門も含めて推進する。
- (極値の影響評価にはアンサンブル数も大事)