

衛星データ解析による農事暦を活用した 灌漑必要水量の推定

2011年2月23日

○小槻峻司¹

田中賢治² 小尻利治² 浜口俊雄²

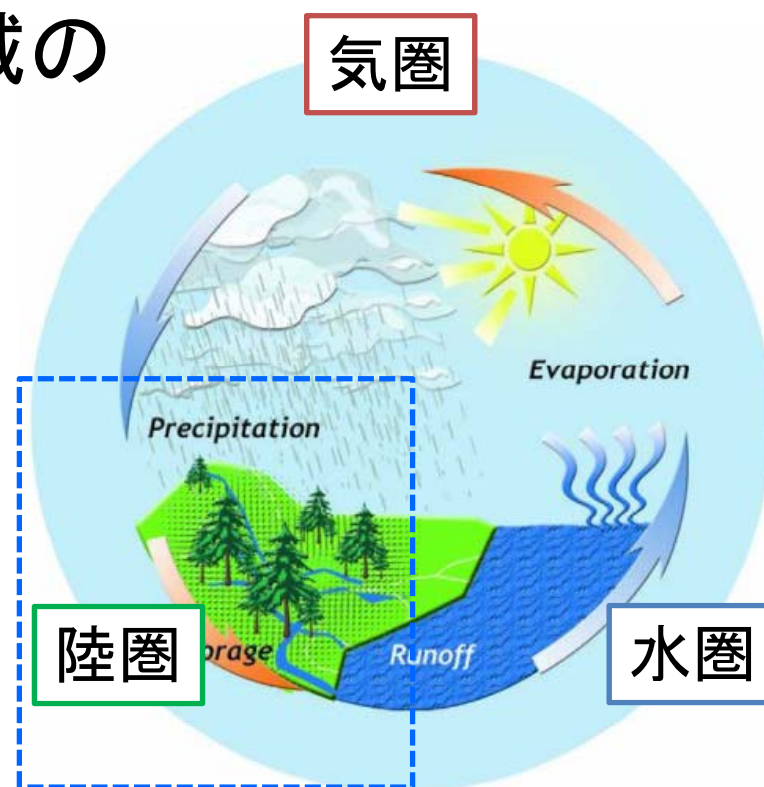
¹京都大学大学院 工学研究科

²京都大学防災研究所

発表内容

陸面過程解析により全球陸域の 灌漑必要水量を推定

1. 全球における農事暦作成
2. 物理過程に根差した
農業水需要量の推定



1) GEWEX: <http://www.gewex.org/>

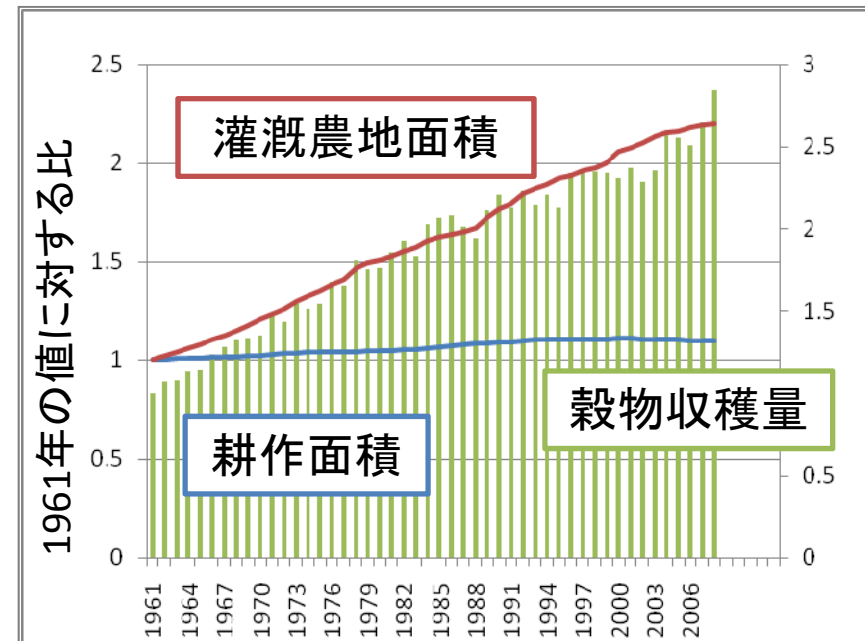
背景(1)：灌漑農地の増加

今後、灌漑農地は
更に増加すると予測されるが
全球での統計値が少ない



灌漑必要用水の推定手法
の確立が必要

世界の食糧生産

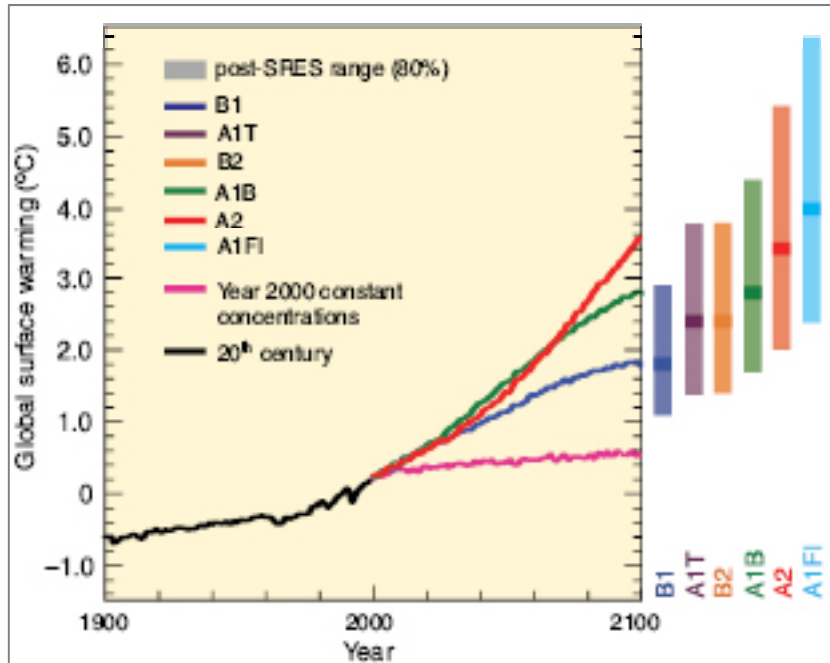


2) 国連食糧農業機関 (FAOSTAT)

耕作地のわずか16%の灌漑地から
40%の穀物が生産がされている

背景(2)：物理過程解析の必要性

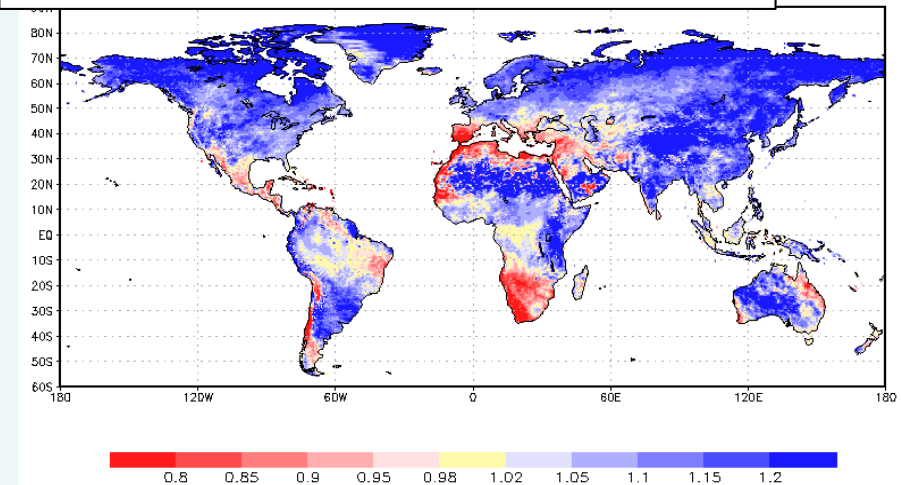
気温の上昇予測



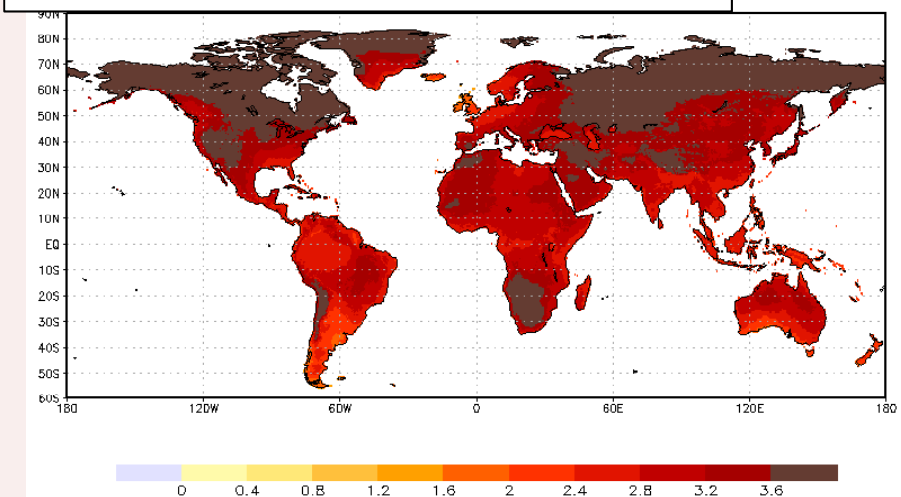
3) IPCC第4次報告書
(<http://www.ipcc.ch/>)

気候変動により、陸域の水循環や
農業水需要はどう変化するのか

降水量の変化予測(現在/21世紀末)



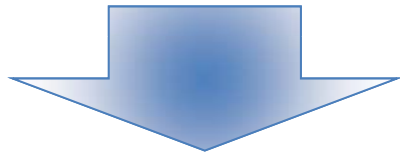
気温の変化予測(現在-21世紀末)



MRI-AGCM20出力結果

背景(3)：全球解析の意義

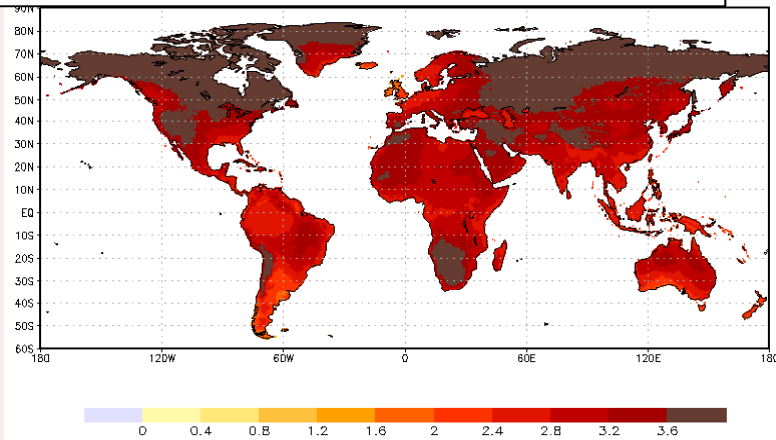
気候変動は耕作適地を大きく変化させる可能性が高い



気候変動への適応策を考える上では
全球に適用可能なモデルが必要

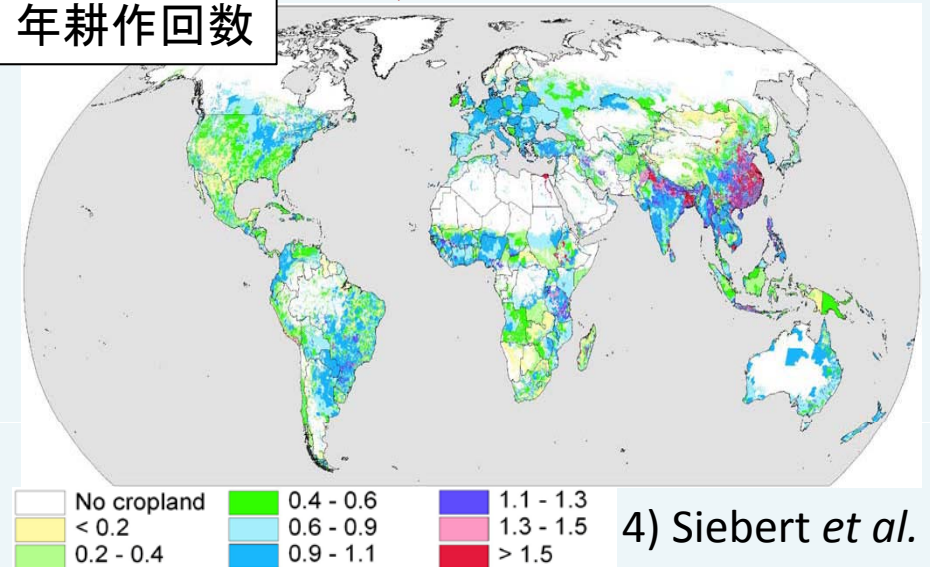
- 1) 今の状態での将来予測
- 2) 他の作物への転換
- 3) 耕作時期の変化

気温の上昇予測(現在-21世紀末) m



どう影響を与えるか

年耕作回数



4) Siebert *et al.*

これまでの研究

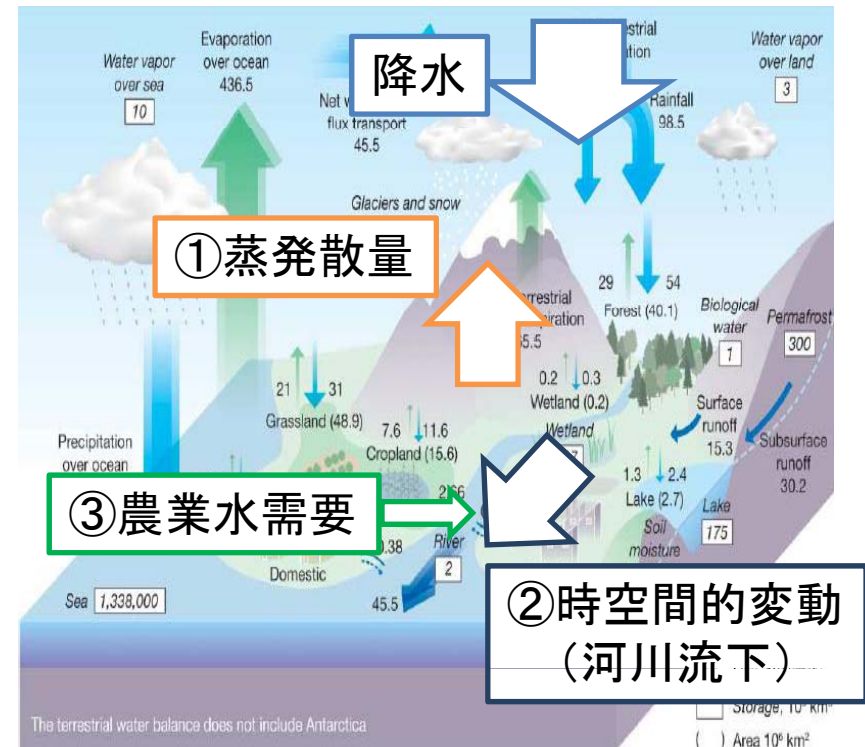
水需要: どれくらい水が必要か?
水供給: その水は供給できるのか?

何を特定する必要があるのか?

INPUT : 降水量等の気象条件

- ① 農業水需要量の推定
- ② 蒸発散量(水資源量の特定)
- ③ 空間分布の変化(河川流下)

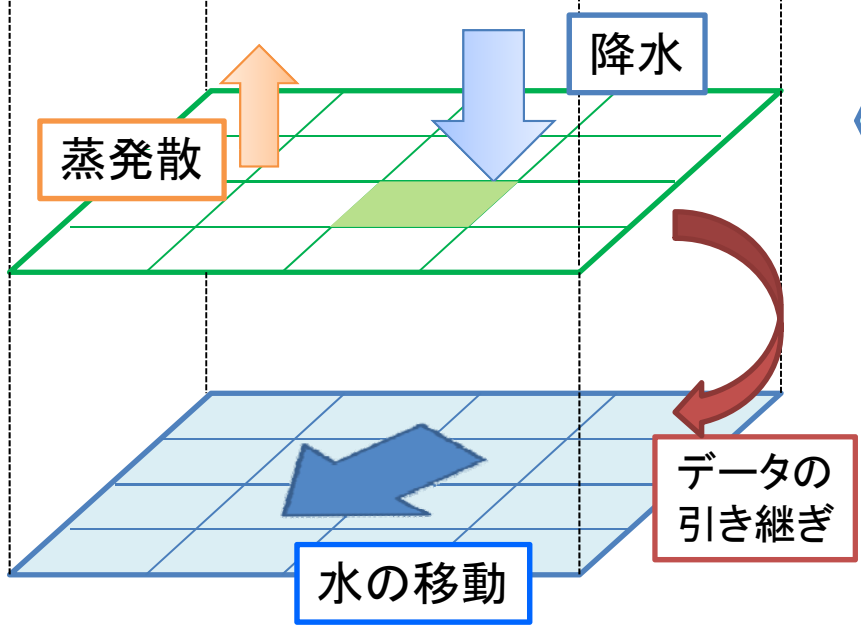
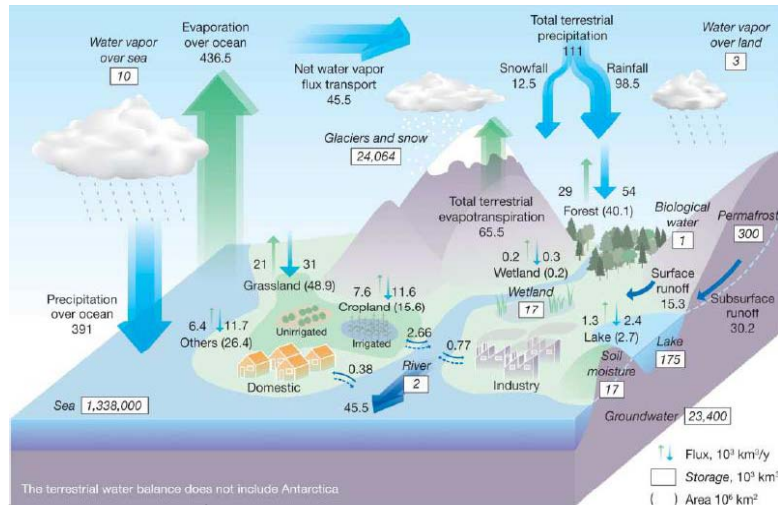
水需要 水供給



5) Oki and Kanae

解像度20kmで全球陸域の水循環をモデル化

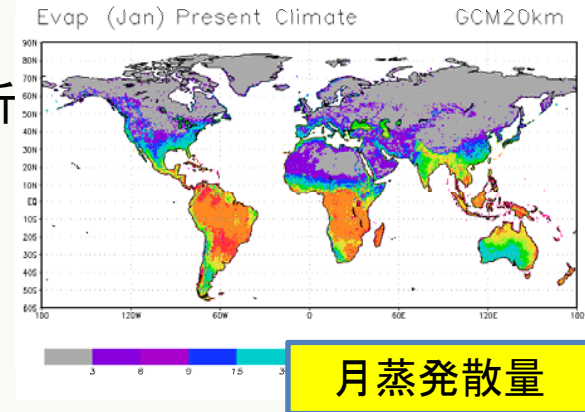
陸域の水循環解析(修論)



陸面過程モデル : SiBUC

地表面での鉛直方向の水の挙動を解析

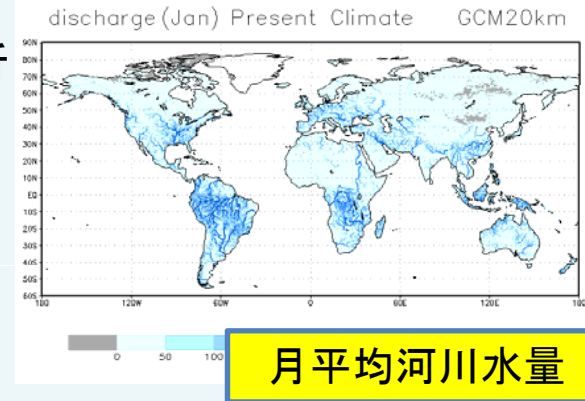
- 出力
- ・蒸発散
 - ・灌漑要求水量
 - ・貯留水量
 - など



流出モデル : Hydro-BEAM

水平方向の水の挙動を解析

- 出力
- ・河川流量
 - ・貯水池貯留量
 - など



本研究の目的

水需要: どれくらい水が必要か?
水供給: その水は供給できるのか?

何を特定する必要があるのか?

INPUT : 降水量等の気象条件

① 農業水需要量の推定

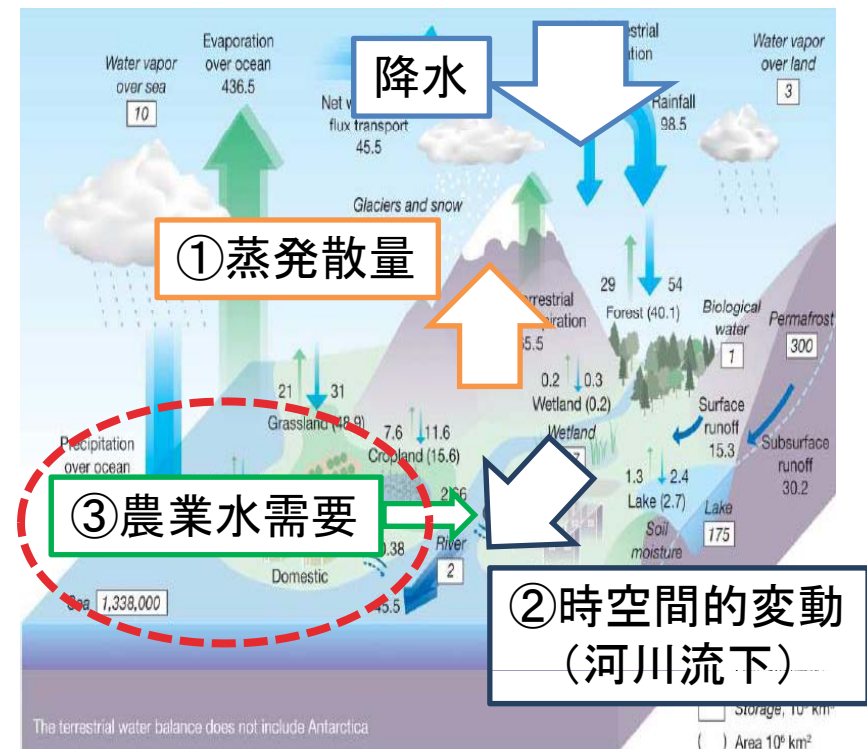
② 蒸発散量(水資源量の特定)

③ 空間分布の変化(河川流下)

水需要 水供給



全球陸域の農業水需要量を推定



5) Oki and Kanae

研究手法

1. 研究の目的と背景
2. 研究手法
3. 適用結果
4. 結論と今後の課題

- ✓ 農業必要水量の推定手法
- ✓ 全球適用へのデータセット

灌漑の表現

1. 陸面過程の物理解析により
水位(水田)や土壌水分(畑地)を追跡

Ex) 水田の水位追跡式

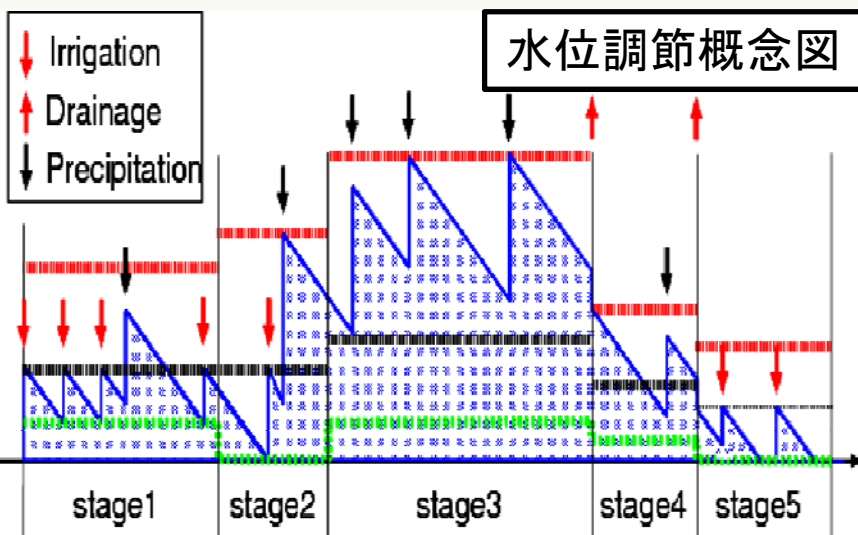
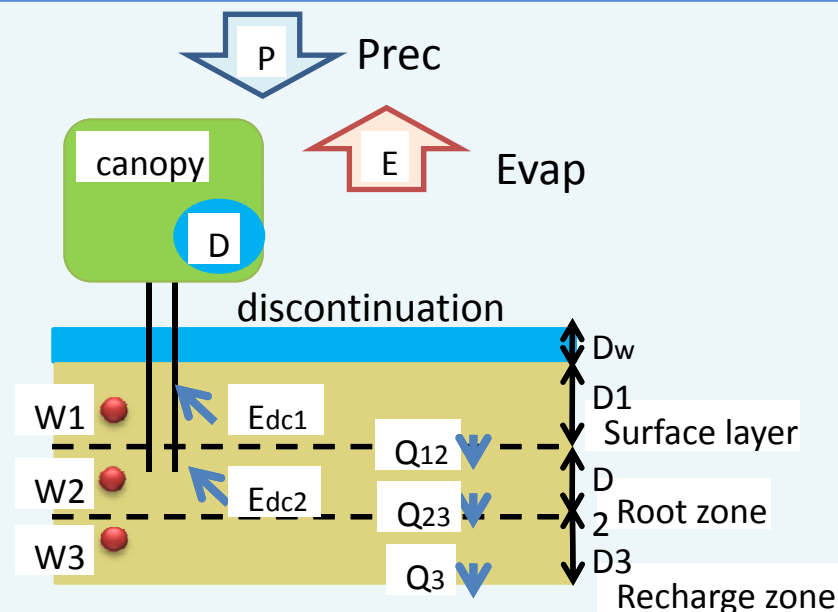
$$D_w = TWS - SM_s$$

TWS: 地表面総貯留量

SM : 土壌水分量

SM_s: 飽和土壌水分量

D_w : 水深



2. 作種・農事暦により定められた
規定値を超過した場合に、
取水・排水をするとモデル化

$$W_{in} = W_{opt} - D_w + (SM_s - SM)$$

$$W_{out} = D_w - W_{opt}$$

W_{in}: 灌漑要求水量
W_{out} : 灌漑排水量
W_{opt}: 最適水深

衛星データを活用した農事暦作成

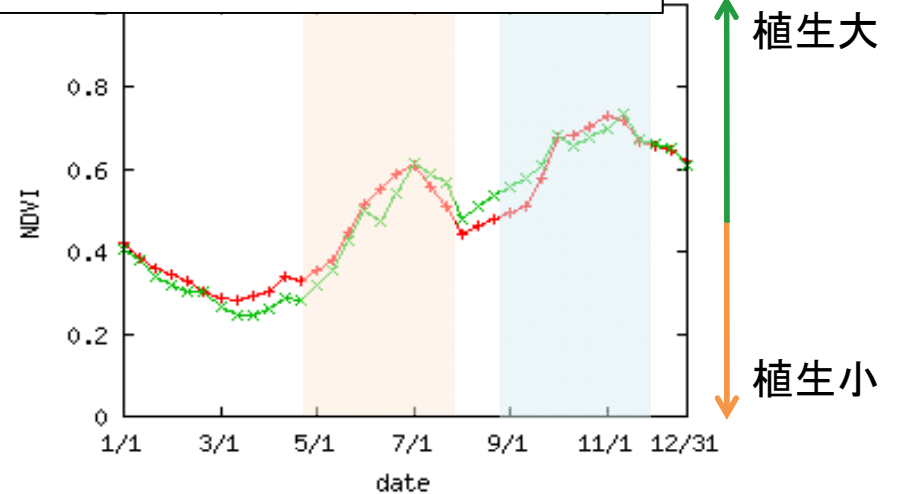
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

NIR : 近赤外領域の反射率

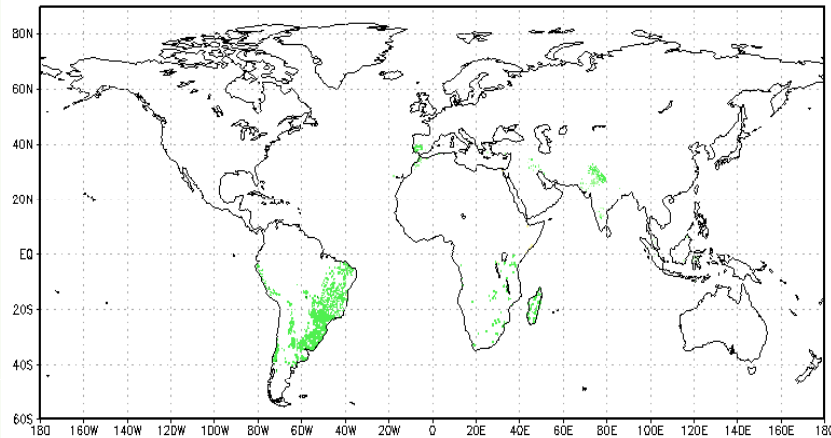
RED : 赤外領域の反射率 (植物が吸収)

衛星データの時系列変化から
各作物の農期を特定

2期作地点のNDVI年変化(タイ)

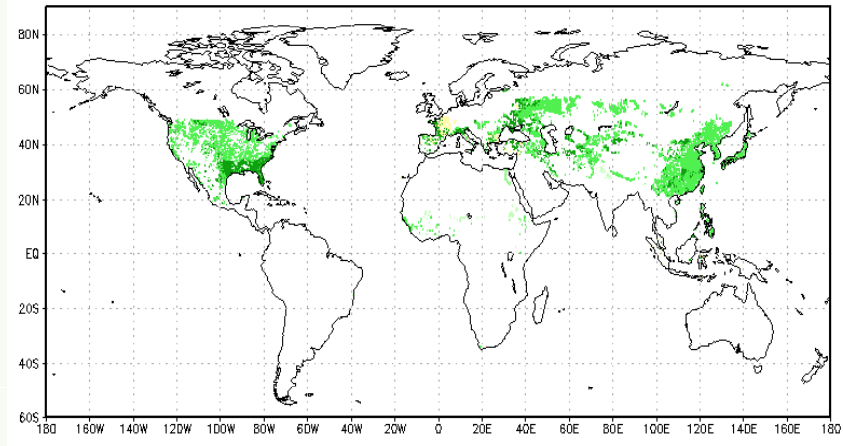


Growing stage (SprWheat) t=1



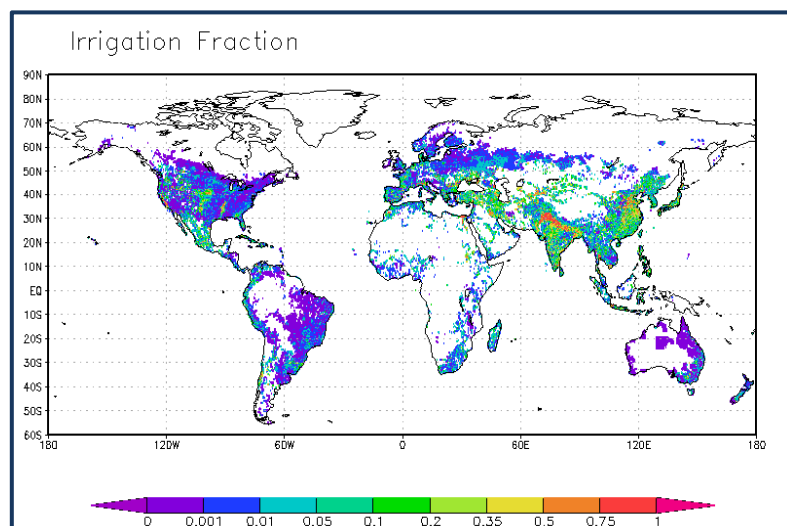
1月1日の農事暦(小麦)

Growing stage (SprWheat) t=19

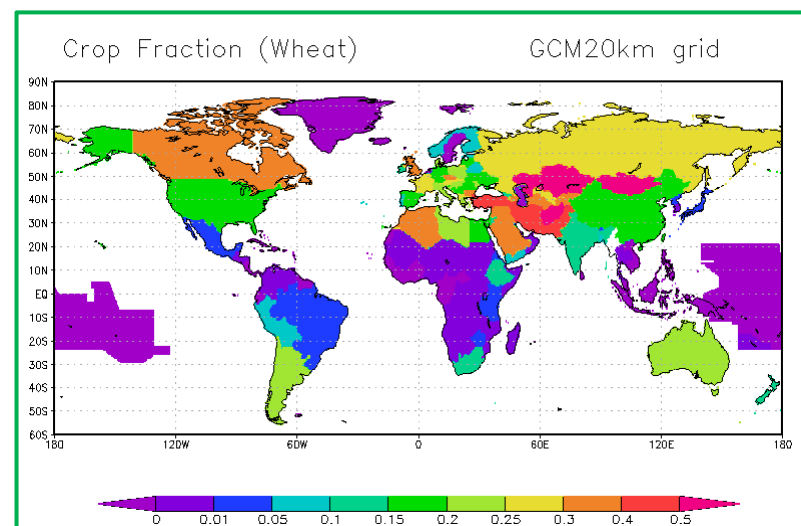


7月1日の農事暦(小麦)

全球適用へのデータセット



全球灌漑面積率 (Doll et al.)

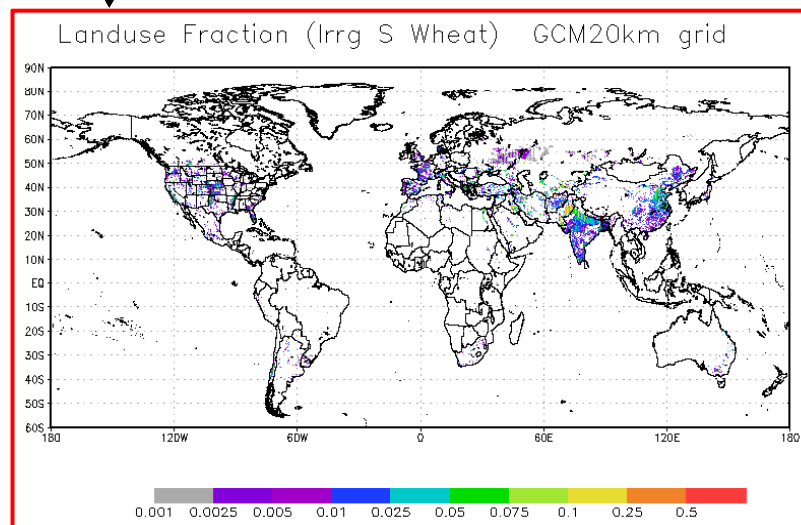


各国の小麦耕作比率 (FAOSTAT)

国統計値をベースに作物毎の
灌漑土地利用マップを作成

扱う作物

1. 春小麦
2. 冬小麦
3. 稲
4. 大豆
5. 綿花
6. トウモロコシ



小麦の灌漑面積率

適用結果

1. 研究の目的と背景
2. 研究手法
3. 適用結果

✓ 流域への適用

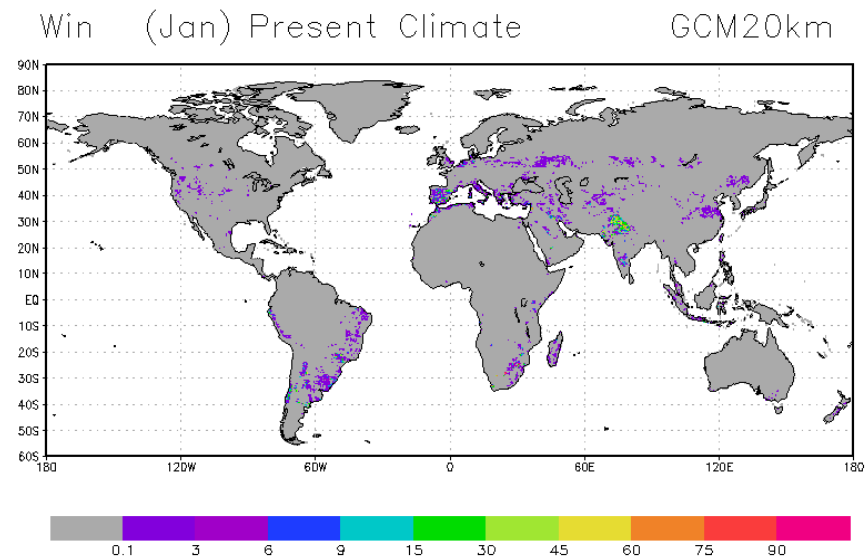
- 観測データを基本とした, 再現計算

✓ 全球陸域への適用

- GCM出力値を用い, 気候値解析
- 現在気候での検証と, 気候変動推計

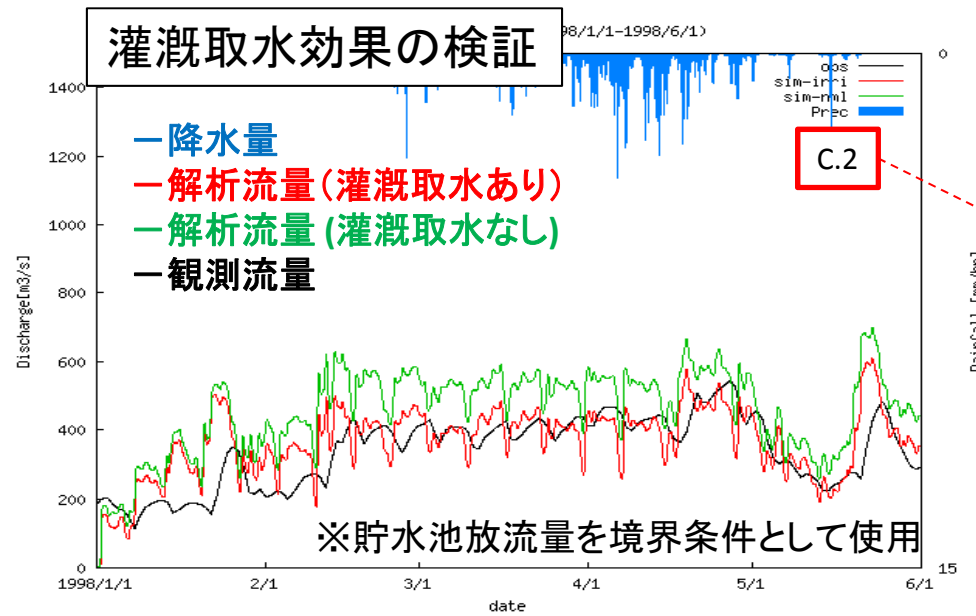
GCM出力期間 (MRI-AGCM20)

- 現在気候(1979-2003年)
- 世紀末気候(2075-2099年)



月灌漑必要水量(現在気候値)

Chao Phraya River (タイ)



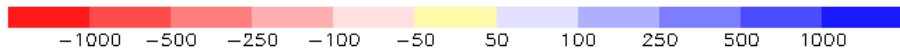
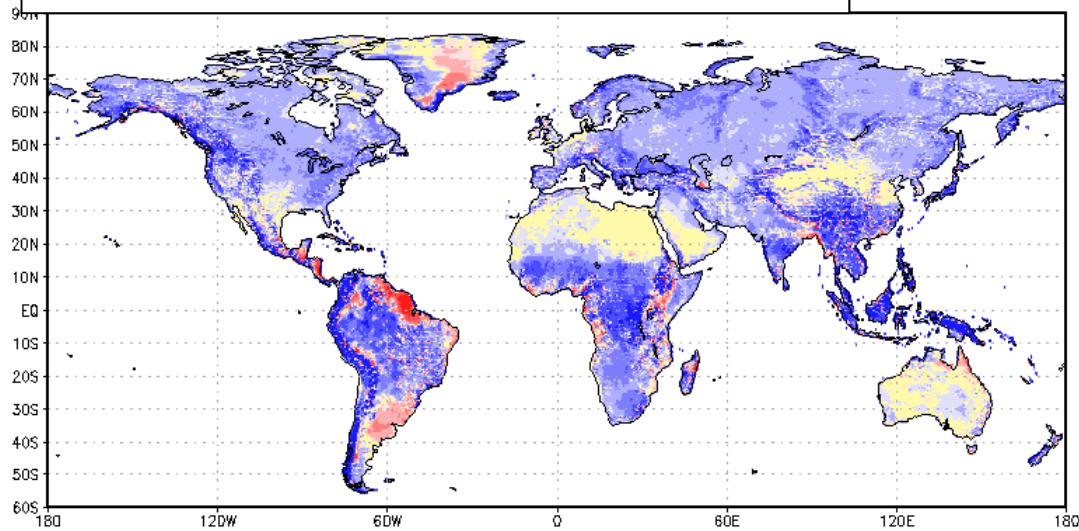
- 灌漑要求水量
- 空間的分布
- 灌漑必要水量の発生時期が再現されている



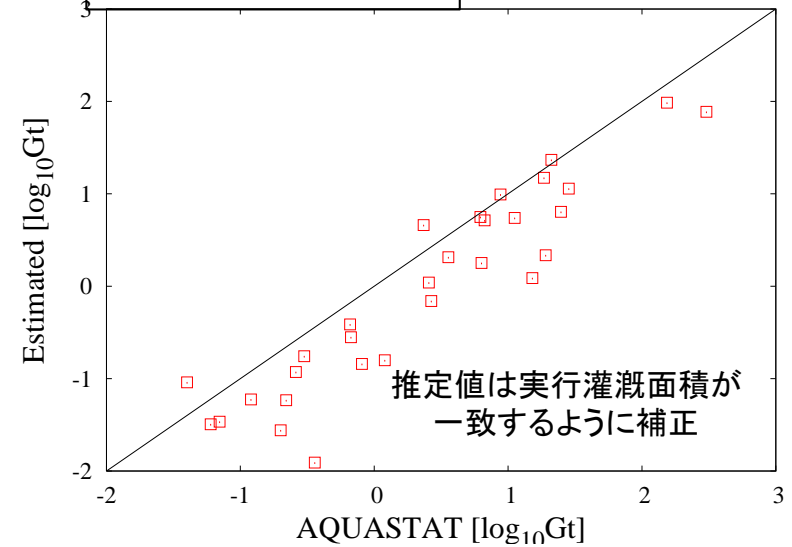
気象強制力: 観測雨量, H08, JRA25n
土地利用 : Agro-SEAD

全球灌漑要求水量

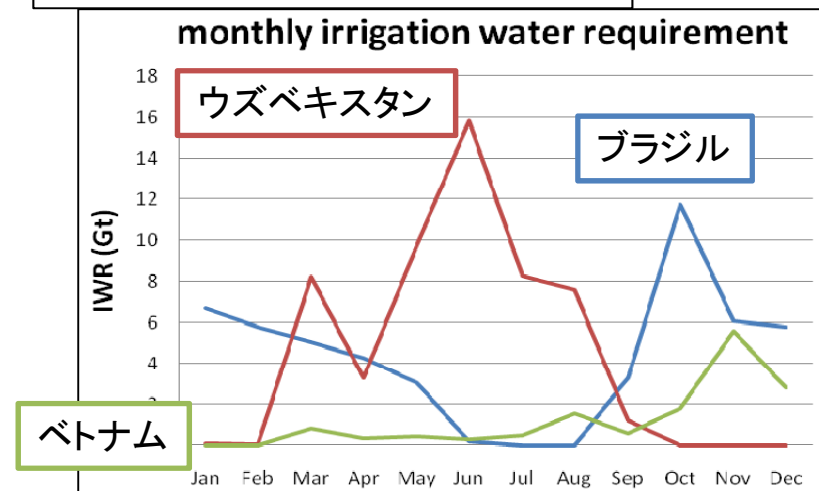
年降水量の比較(GCM-GPCCC&APHRO) 3CM20km



国統計値との比較



月灌漑要求水量変化の国比較



成果

- 灌漑要求水量の全球分布を推定
- 統計値と、概ね一致
- 時系列の灌漑要求水量を出力
(本研究の付加価値)
- 再現計算による確認が必要

気候変動の影響推計

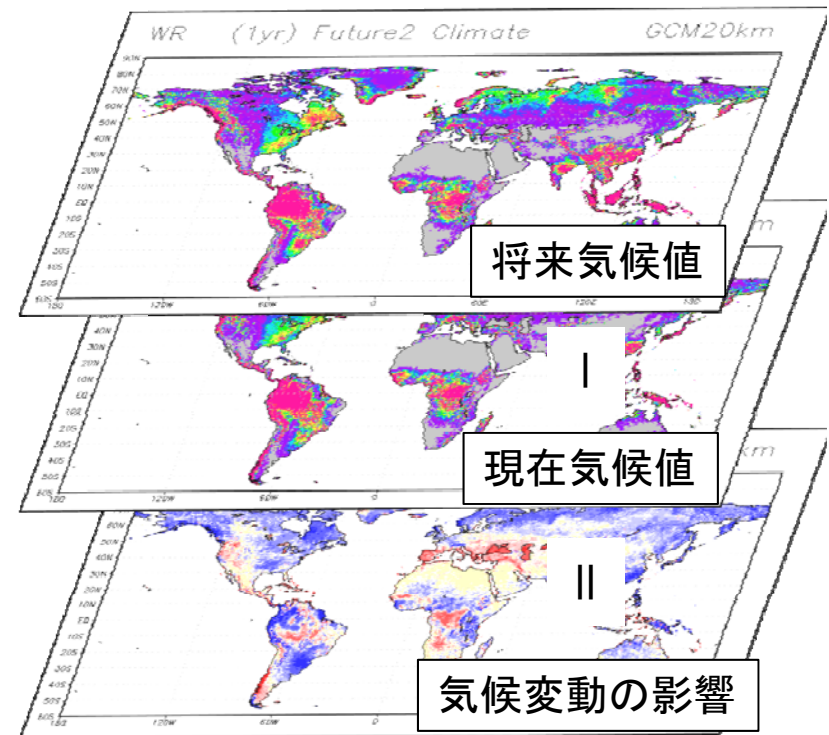
✓ 全球陸域での気候値による比較

- GCM出力値から、気候値を算出
- 現在気候:1979-2003年, 将来気候(2075-2099年)
- 解析期間の**気候値**(平均値)による比較

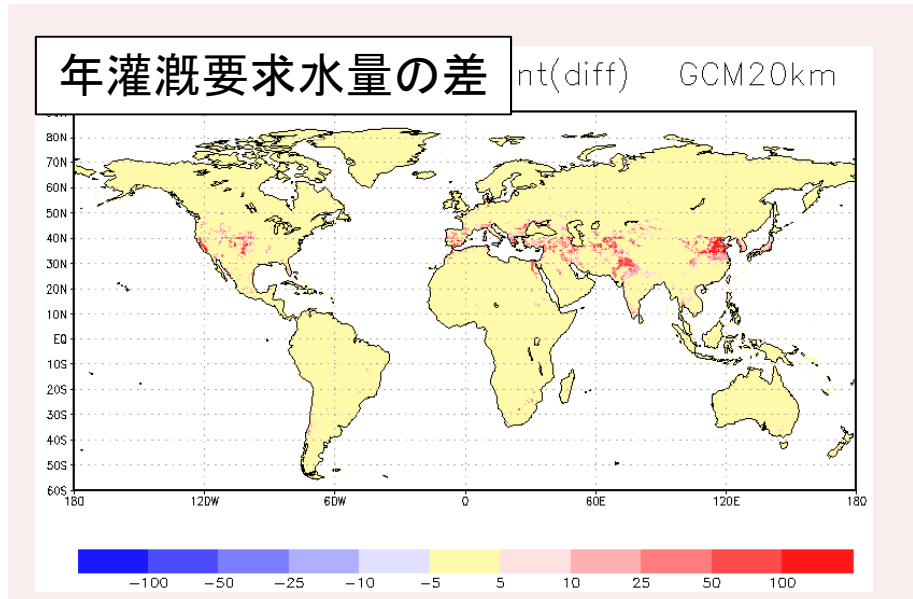
✓ 比較要素

- 利用可能水量
- 灌漑要求水量
- 河川流況

農事暦, 耕作作物, 灌漑面積は同じと仮定し
気候変動のみによる影響を推定する

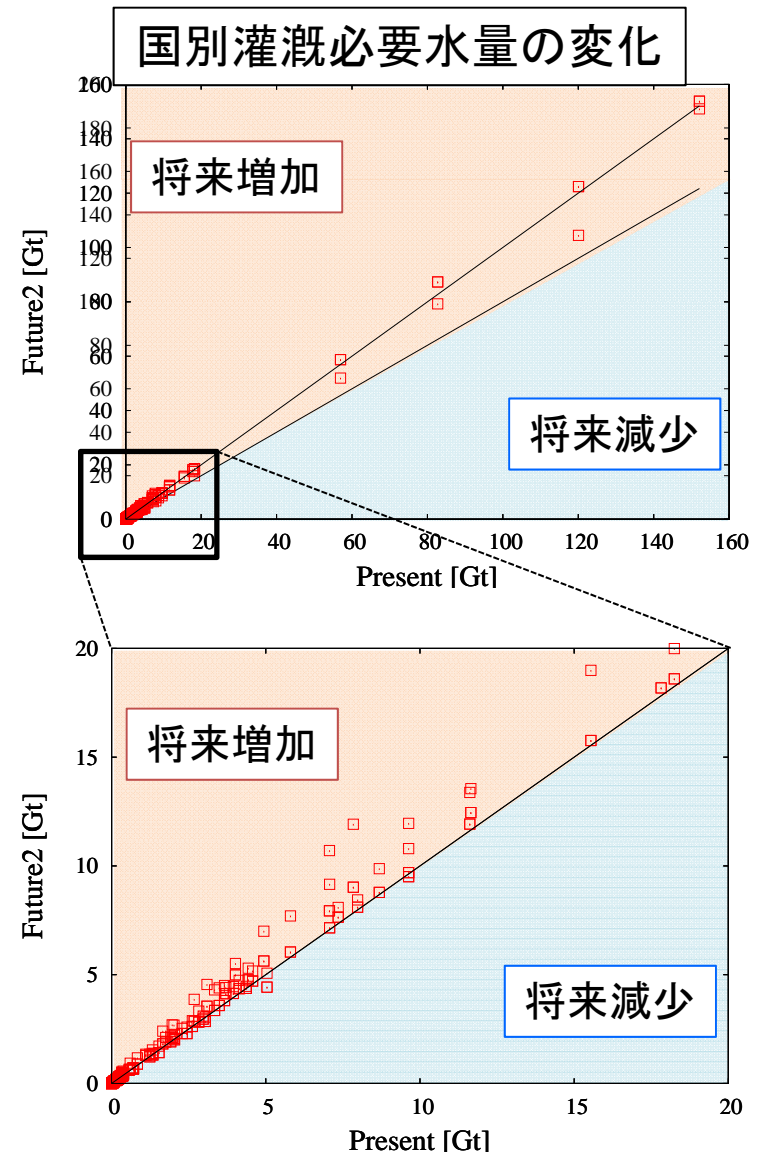


灌漑必要水量への影響



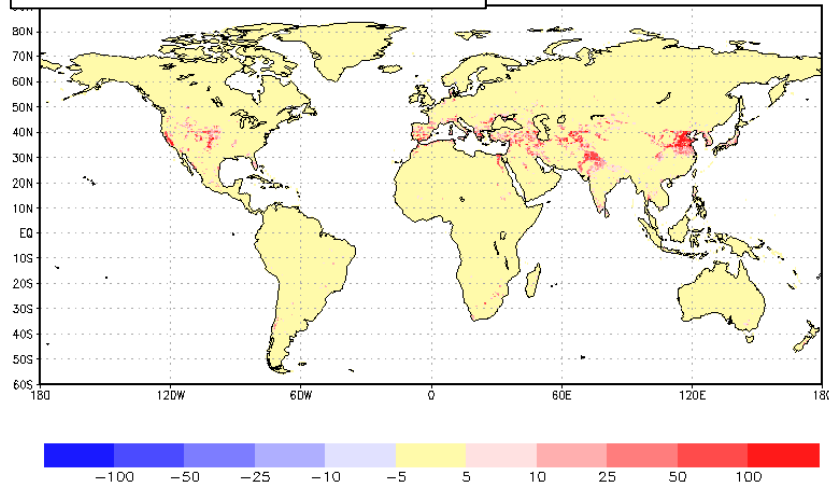
- 灌漑要求水量は、全球で増加.
- 稲作地帯や、綿花栽培地帯で顕著.

気温の上昇に伴い、多くの国で灌漑要求水量は増加傾向



陸域水循環への影響

年灌漑要求水量の差 (diff) GCM20km

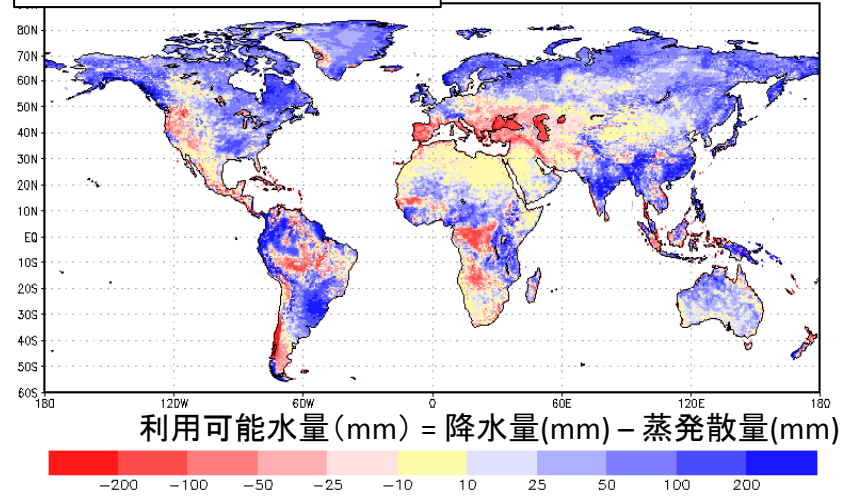


水需要側の変化

需要: 灌漑要求水量の増加
 供給: 利用可能水量の増加するが、
 季節変化が顕著になる。

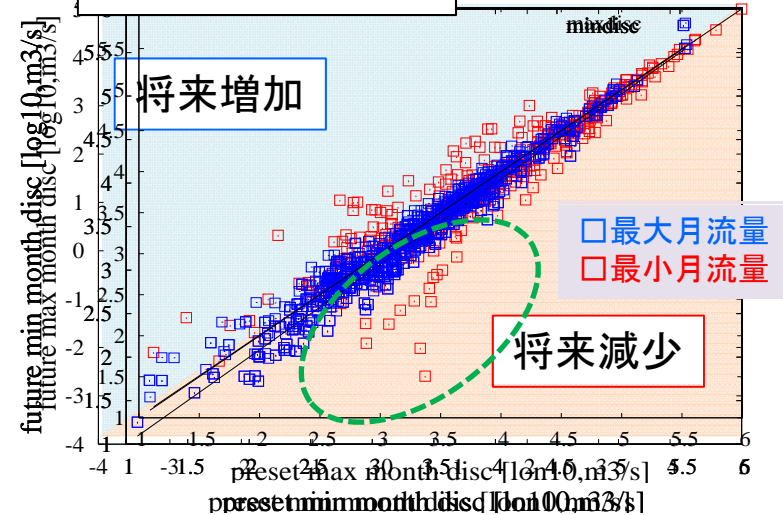
→ 長期水資源管理がより重要となる

利用可能水量の差 (diff) GCM20km



利用可能水量 (mm) = 降水量 (mm) - 蒸発散量 (mm)

河口の流況変化



水供給側の変化

成果と課題

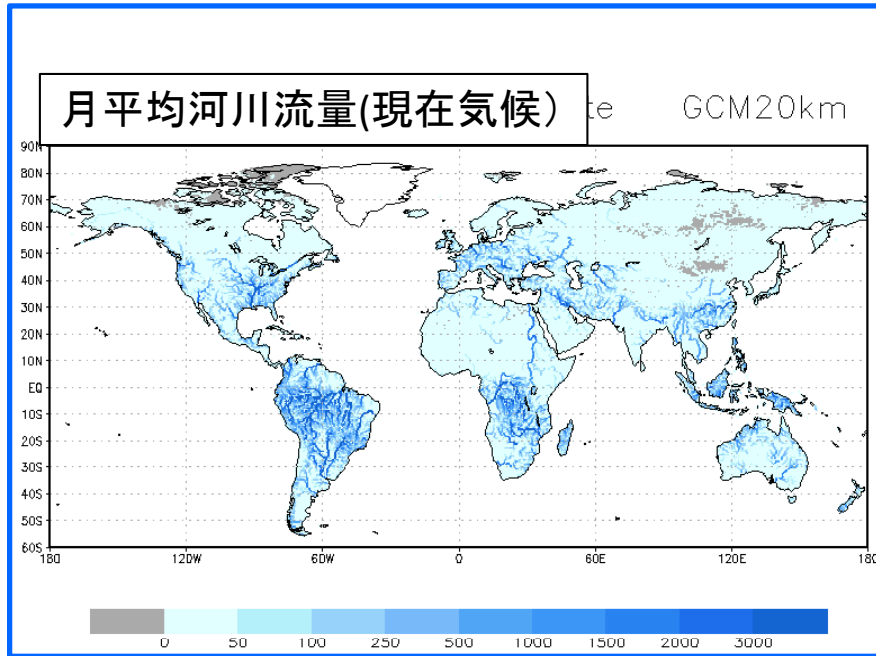
■ 成果：全球陸域でのモデル化と解析

- 灌漑必要水量の解析
- 気候変動の影響推計

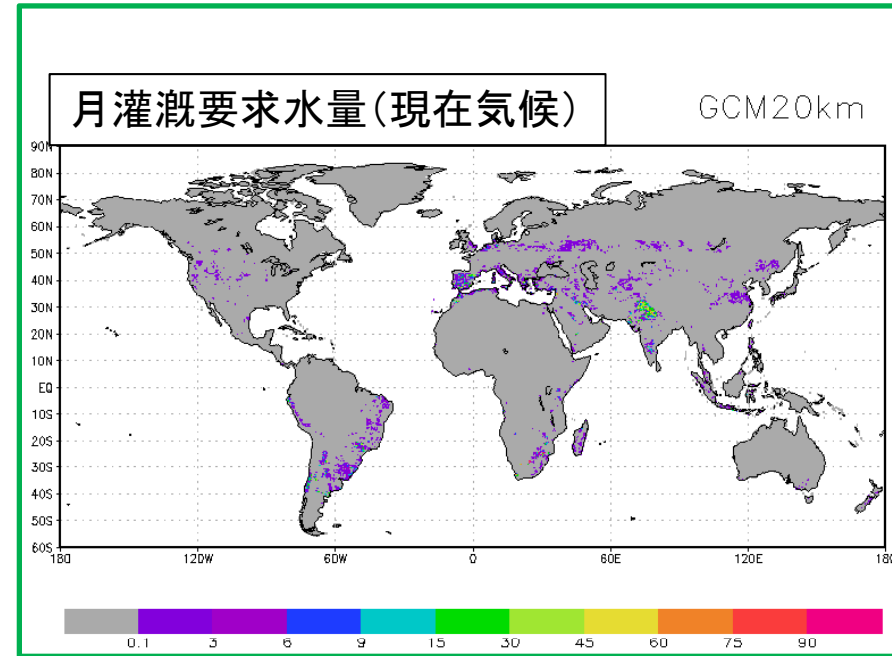
■ 課題，今後の展望

- 再現計算
- 作物成長モデル(温暖化により変化)
- 気候変動の影響評価

今後の課題



水供給側の解析



水需要側の解析

気候変動が空間的・時間的にどう水需要ストレスを与えるか？
作物選択や耕作時期の変化でどう回避できるか？