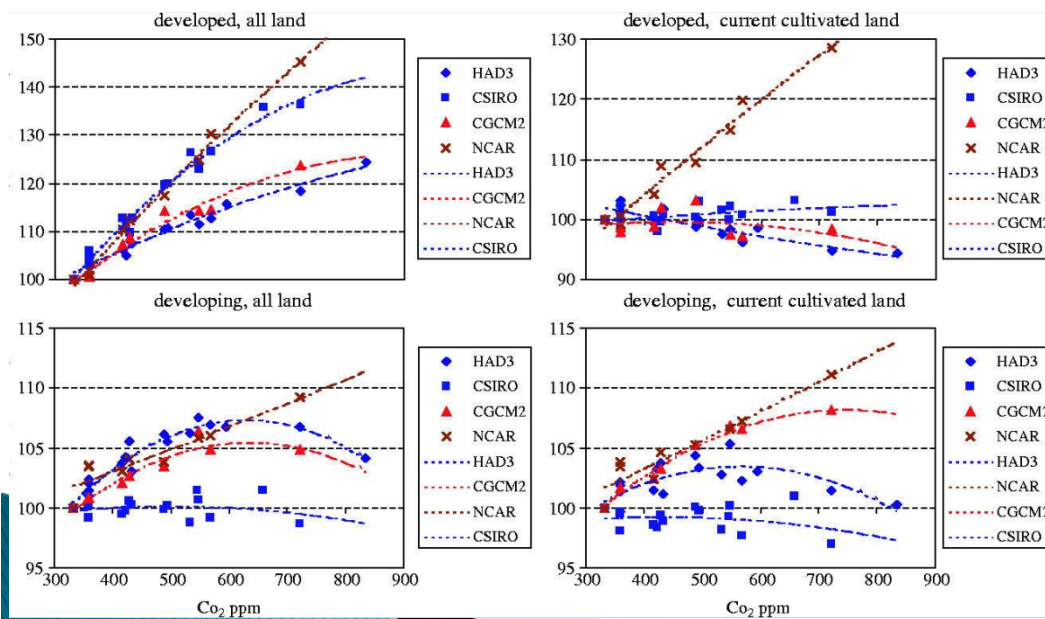
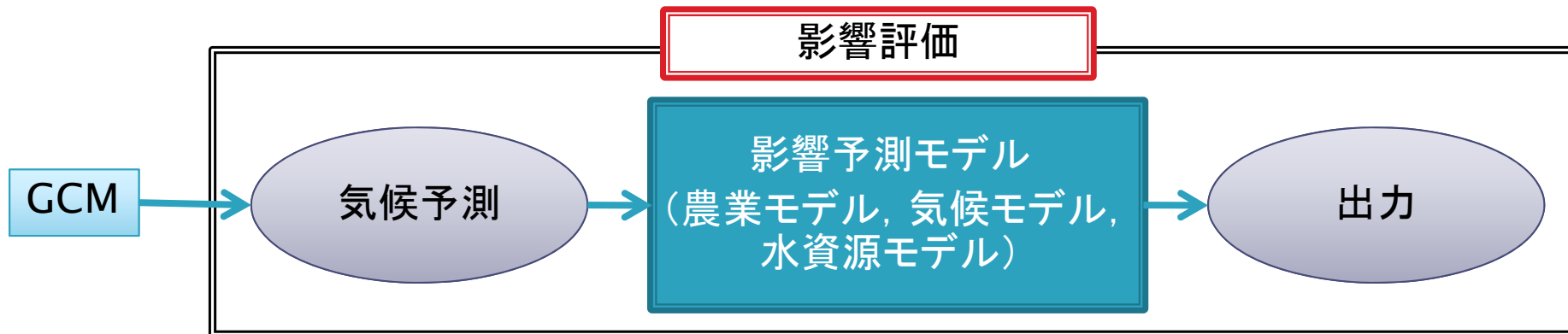


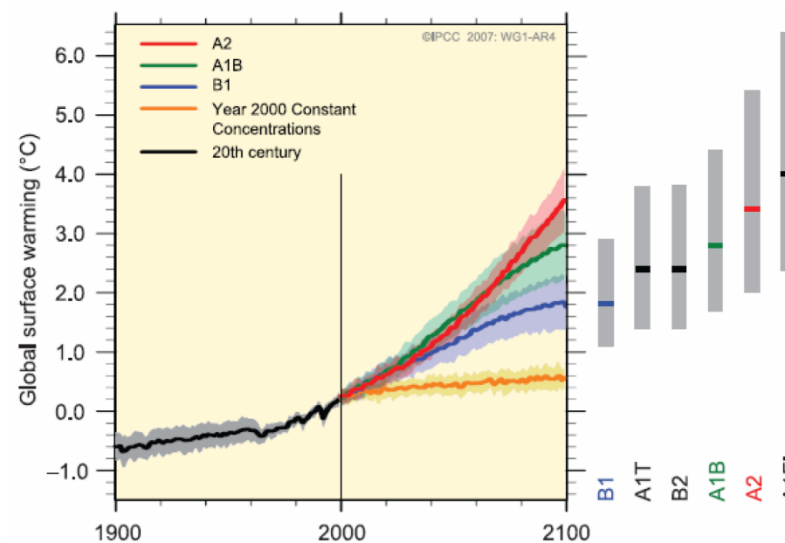
気候変動予測と空間解像度の不確実性が農業収量モデルに与える影響

京都大学防災研究所
辰己賢一・山敷庸亮・寶馨

影響評価の不確実性



(Fischer *et al.*, 2005)



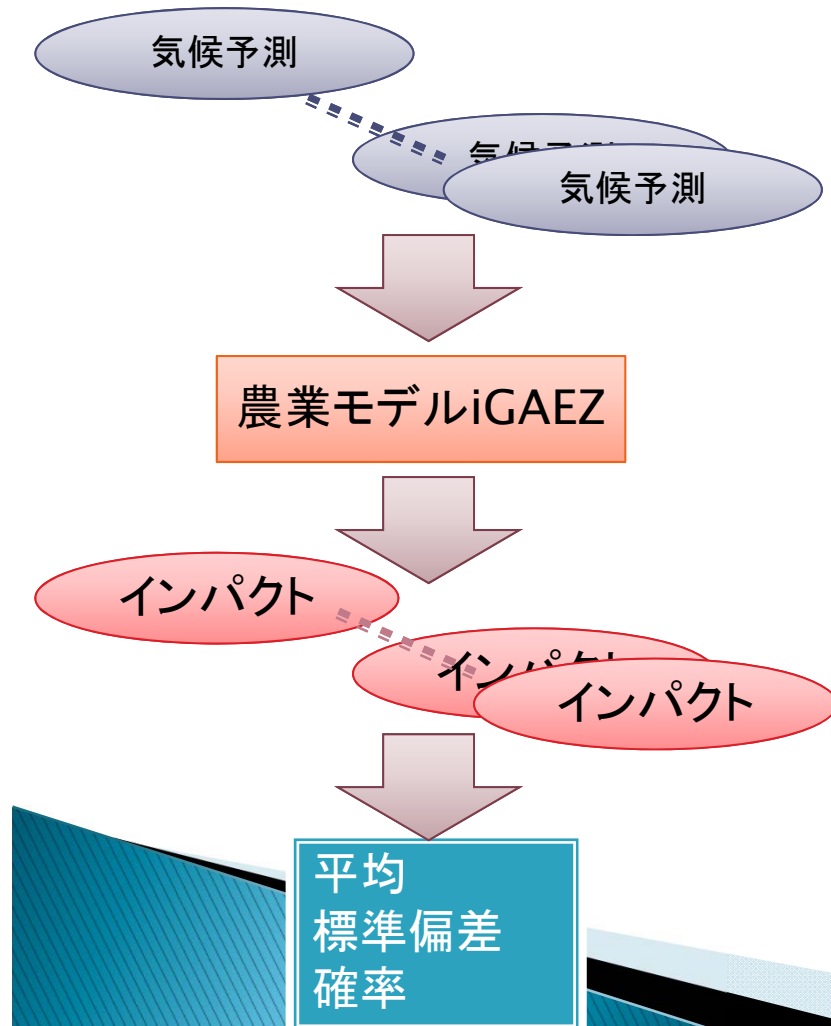
(IPCC AR4)

目的

- ▶ 将来気候予測が持つ将来の作物収量に与える影響を全球規模で評価する。また、その不確実性を定量的に評価する。
- ▶ 作物収量算定モデルとモデル解像度の関係性を評価する。解像度が上がると、再現性は上がるか、下がるのか。

方法

▶ 不確実性をどのように定量的に評価するか



- ・複数の気候予測値を使って、複数の影響評価を得る
- ・それぞれのインパクトが平等に起こりうると仮定して、統計値を得る

例) A1Bシナリオ下で5GCMを使った結果
(収量変化率 1990s比)

9%, -10%, -15%, 5%, -5%

平均 = $[9 - 10 - 15 + 5 - 5] / 5 = 3.2\%$

標準偏差 = 10%

確率 = 60%

Climate projections

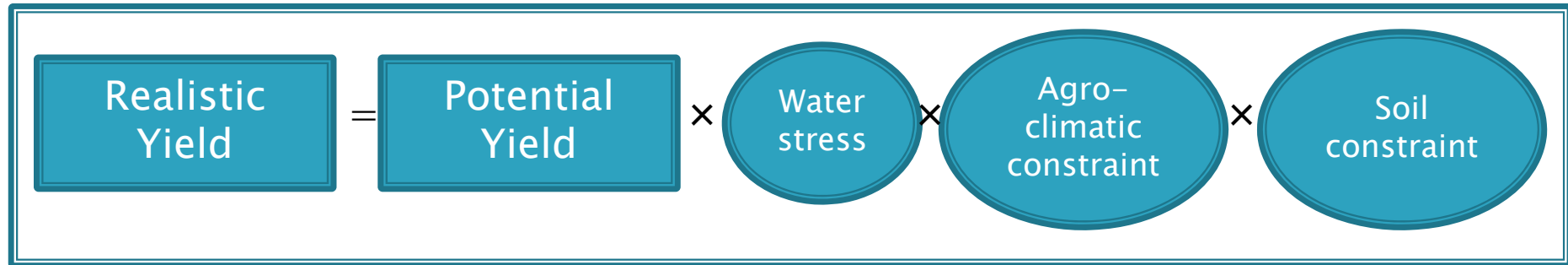
Groups	GCM	SRES Scenario			
		Model name	A1B	A2	B1
Bjerknes Centre for Climate Research		BCCR-BCM2.0	○	○	○
NASA/Goddard Institute for Space Studies		GISS-AOM	○	○	○
Institute for Numerical Mathematics		INM-CM3.0	○	○	○
Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC)		MIROC3.2-hires	○	○	○
Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC)		MIROC3.2-medres	○	○	○
Meteorological Research Institute (MRI)		MRI-GCM20	○		

現在気候(1990-1999)の再現計算には
Hirabayashi et al., 2008a; 2008c

Crop model (iGAEZ)

- ▶ improved **A**gro-**E**cological **Z**one model
- ▶ Global Agro-Ecological Zone model (GAEZ-model)をベースに改良された農業収量算定プロセスモデル (Tatsumi *et al.*, 2011)
- ▶ GAEZ-modelは, IIASAとFAO (Fischer *et al.*, 2002)によって開発
- ▶ GAEZはIPCC AR4の全球食糧危機問題に対するアセスメントで使われ, 土地資源の解析においてFAOのよって使われるメインツール

iGAEZ methodology



Potential Yield

: 気温と放射のみによって制約された作物収量

Water stress

: 土中水分量によって定義された制約係数

Agro-climatic constraint

: 有害動物・病気・霜枯れの発生など作物への直接・間接的原因による収量減を表す係数

Soil constraint

: 土性, 岩, 砂漠などの条件を考慮

iGAEZの長所と短所

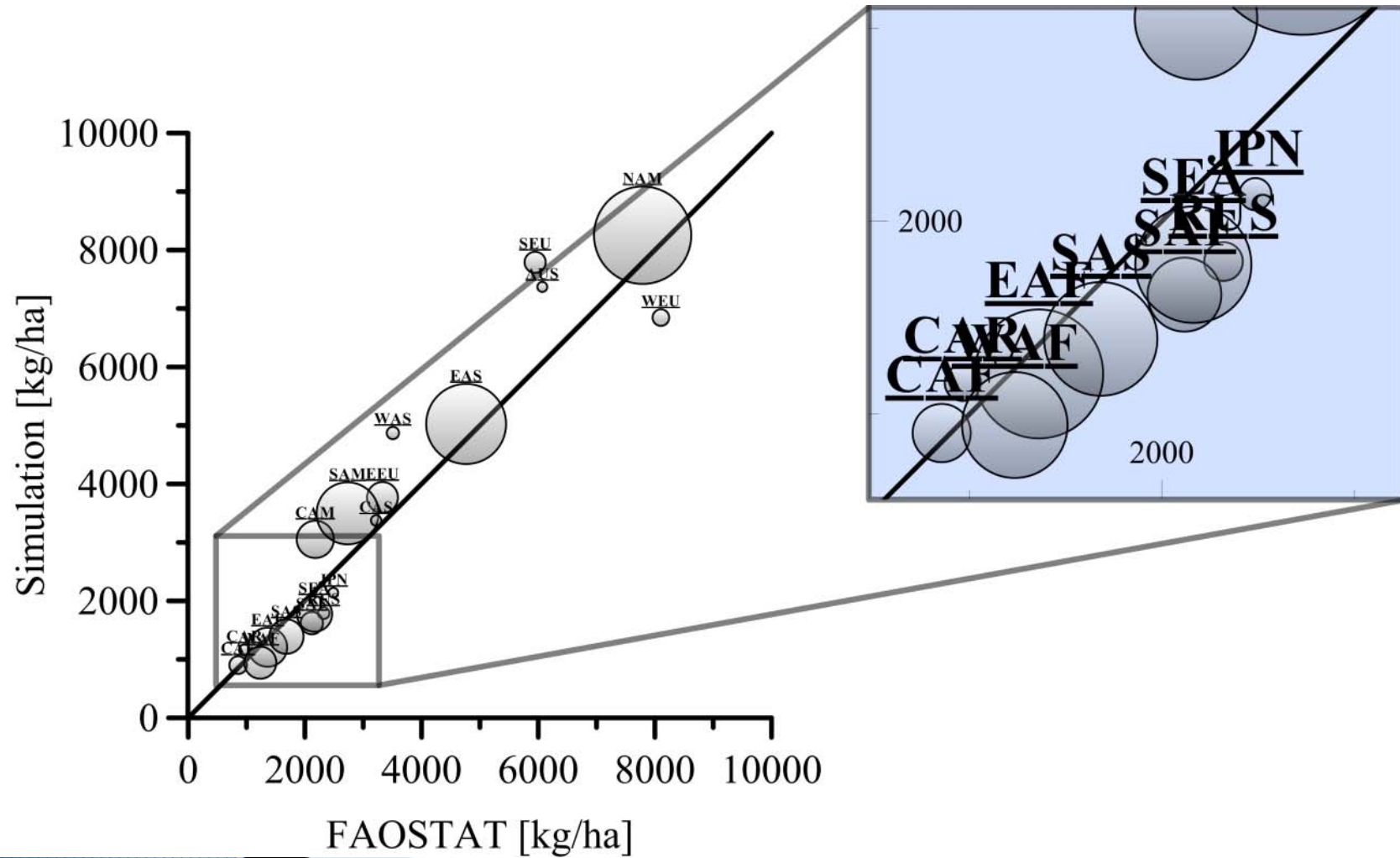
利点

- ▶ 26の作物種(154の亜種)に適用可
- ▶ 土中の水バランス(FAO56に記載されている手法), 農業水需要が計算可
- ▶ 有害動物・病気・霜枯れなどが考慮できる(しかしながら不確定要素が大きい)

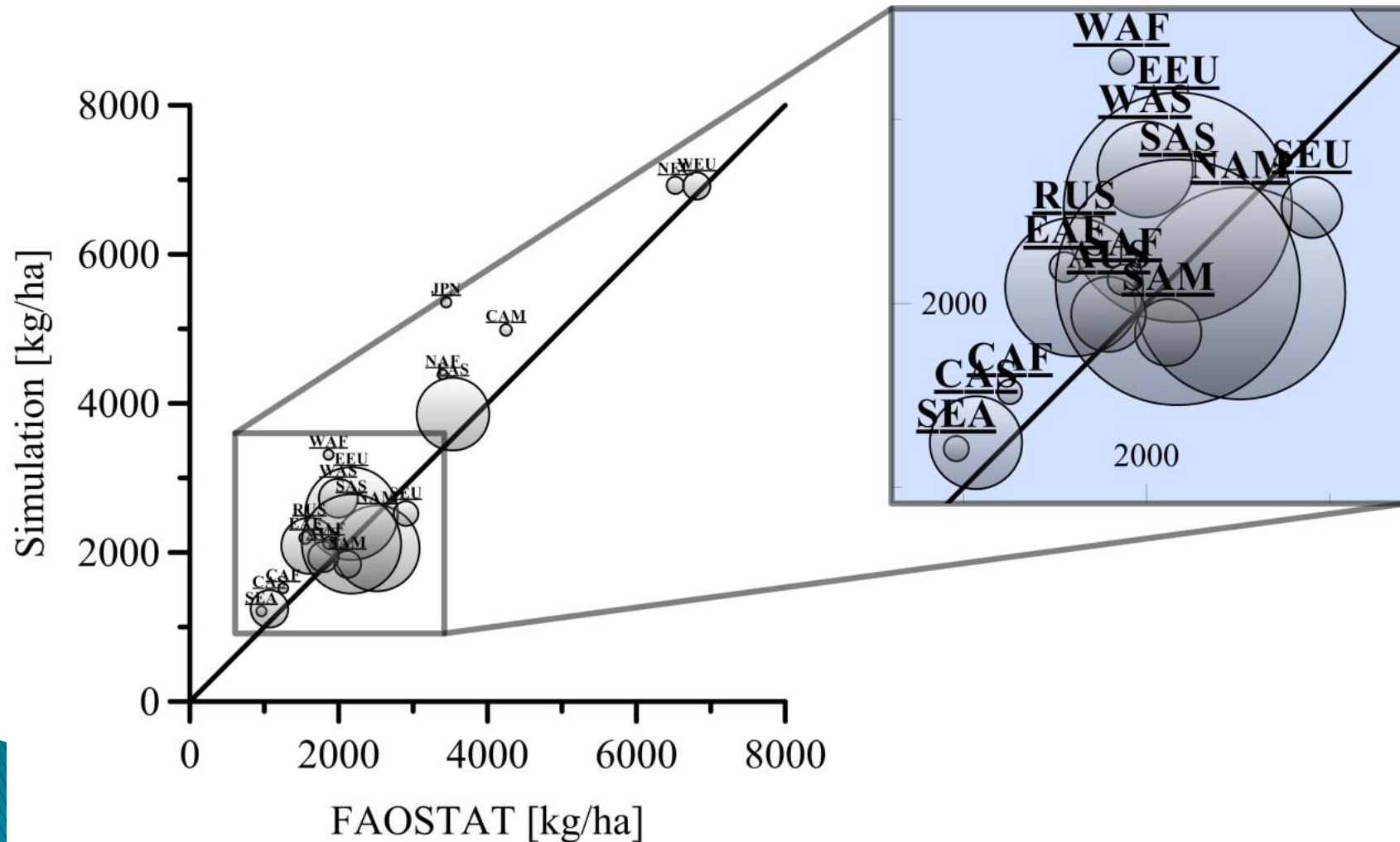
欠点

- ▶ 古いタイプのプロセスモデル
- ▶ 肥料効果および窒素などのローディングが考慮されていない

計算結果(1990s) Maize



計算結果(1990s) Wheat



モデルのValidation

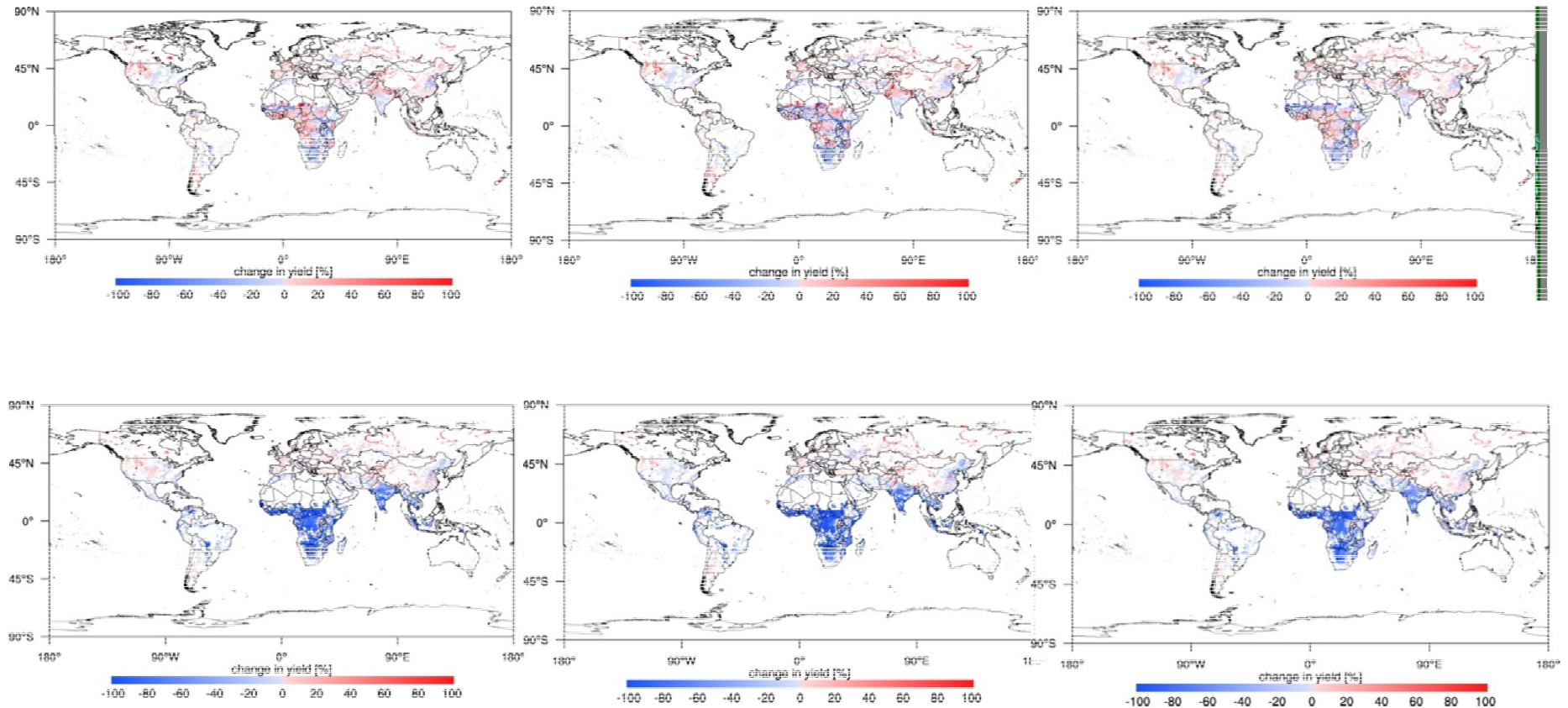
	R ²	R ² weighted for crop area	R ² weighted for crop yields
Maize	0.712	0.698	0.671
Wheat	0.693	0.553	0.623

Maize : 収量を考慮した相関係数は, 考慮しないものと比べて低い, 南ヨーロッパにおける統計量との差が大きいためであると考えられる.

Wheat : 収量を考慮した相関係数は, 考慮しないものと比べて低い. 中央アメリカ・日本といった高い収量を持つ地域におけるFAO統計値との差によるものである.

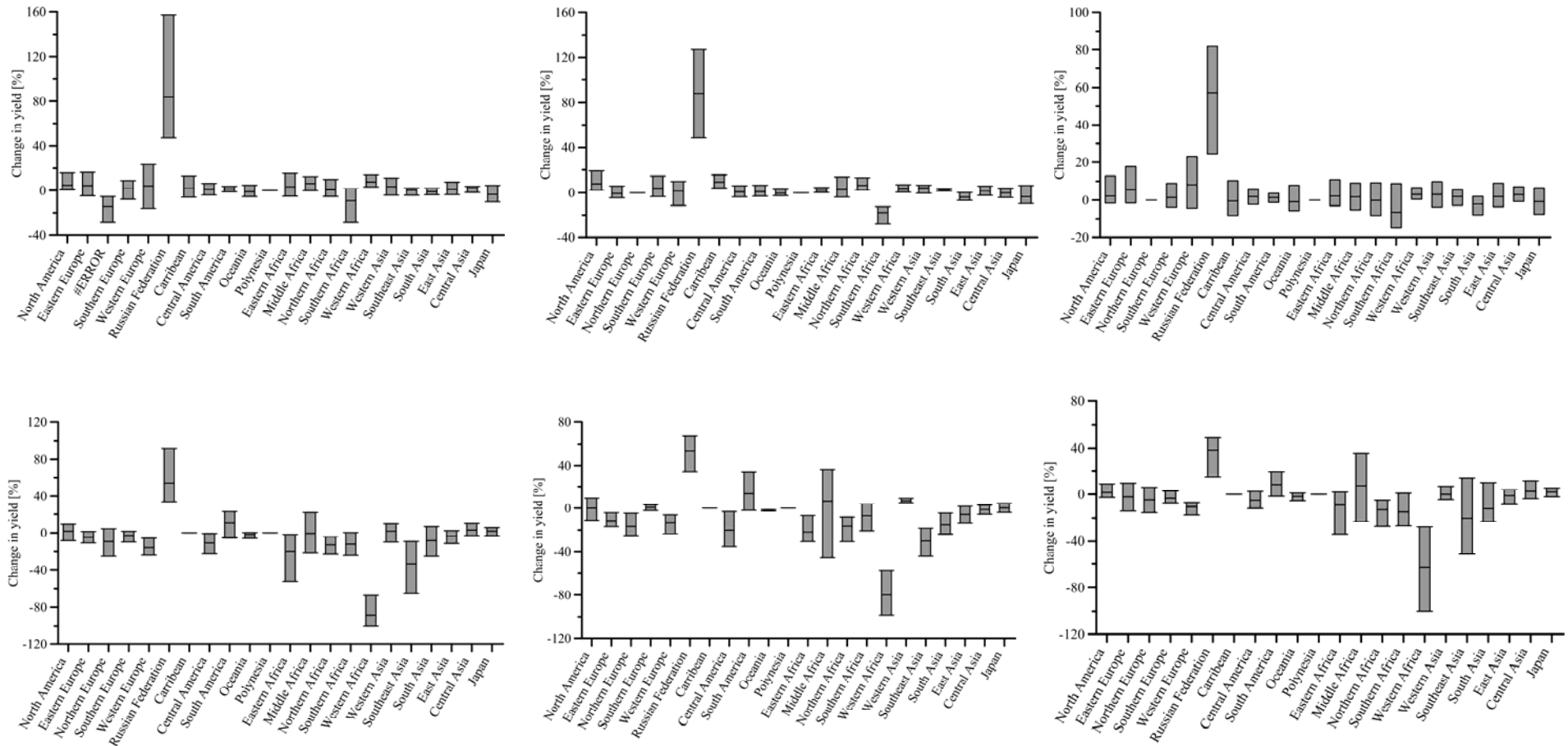
Bondesu et al., 2007やKucharik (2003)に比べ, 相関が良い

収量変化率(2090s-1990s)



上:Maize 下wheat 左からA1B,A2,B1シナリオ平均

収量変化率(2090s-1990s)



上:Maize 下:wheat 左からA1B,A2,B1シナリオ平均

結果 - I

▶ Maize

		A1B			A2			B1		
		北米	東アジア	南米	北米	東アジア	南米	北米	東アジア	南米
平均変化率%	2040s	3.9	0.7	0.2	6.5	1.5	0.3	1.3	0.6	0.8
	2090s	4.7	1.1	1.2	7.8	1.8	0.9	2.2	1.9	1.4
標準偏差	2040s	3.8	2.6	1.5	5.9	2.7	2.4	3.1	3.2	1.3
	2090s	6.0	4.2	2.8	8.0	4.2	4.0	5.4	4.1	2.1
確率(減少する確率)	2040s	0.0	33.3	16.7	0.0	40.0	-66.7	40.0	40.0	40.0
	2090s	0.0	33.3	33.3	0.0	40.0	-66.7	40.0	40.0	40.0

全シナリオで、収量は平均で増加する結果となった。
 B1シナリオにおける標準偏差は、他のシナリオに比べ小さい(不確実性が小さい)。
 2040sに比べ、2090sではシナリオ間における収量差が大きい
 全球での地域間標準偏差はB1シナリオが最も小さい(将来の南北格差)

結果-Ⅱ

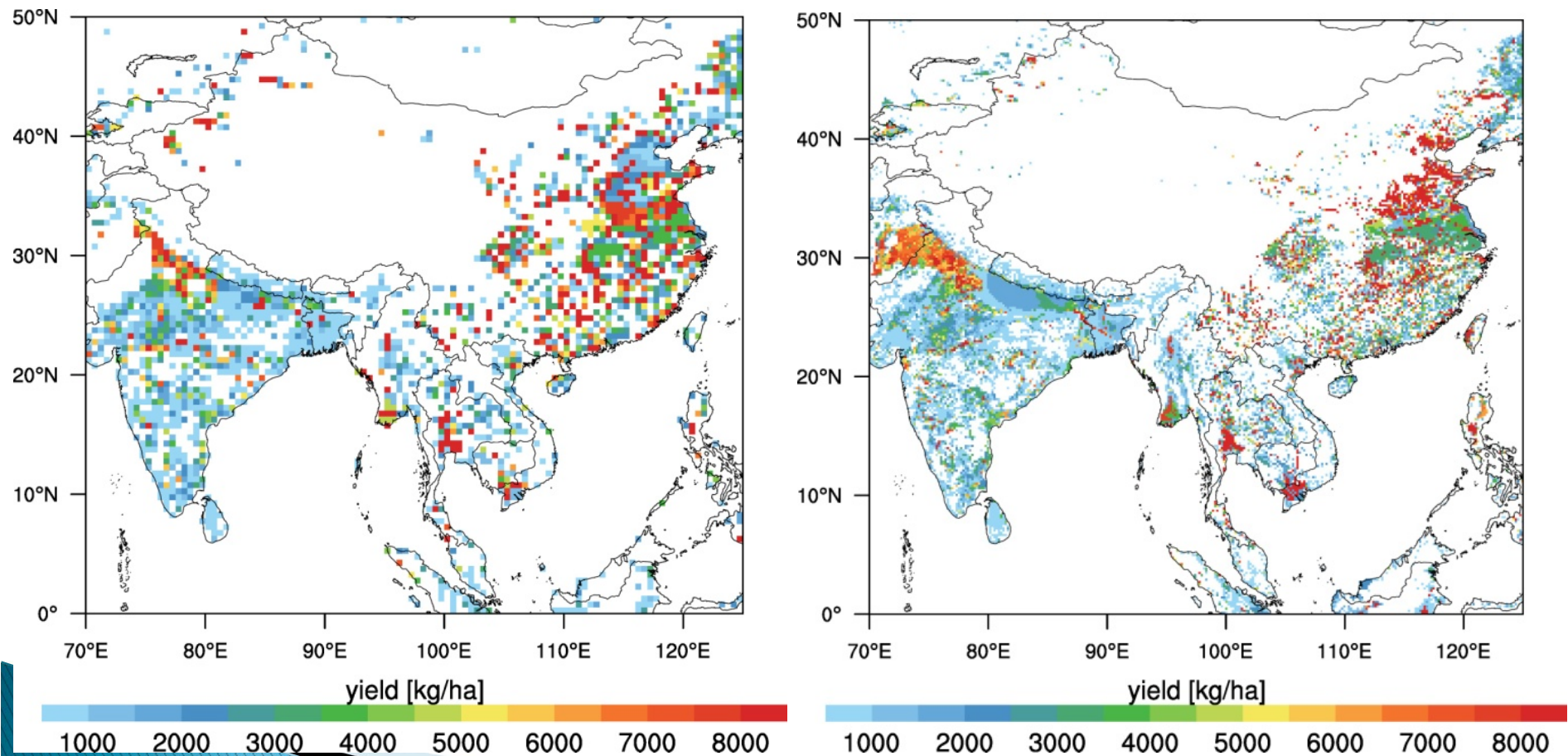
▶ Wheat

		A1B			A2			B1		
		東アジア	南アジア	北米	東アジア	南アジア	北米	東アジア	南アジア	北米
平均変化率%	2040s	-2.6	-6.7	0.5	-4.3	-12.4	0.5	-0.6	-7.9	1.1
	2090s	-3.7	-8.3	1.8	-5.8	-15.1	-0.1	-1.2	-11.7	1.6
標準偏差	2040s	4.8	10.5	3.5	4.4	7.1	6.7	3.2	9.9	2.8
	2090s	7.1	13.3	6.0	6.3	8.2	8.6	4.8	12.2	4.0
確率(減少する確率)	2040s	66.7	83.3	50.0	66.7	100.0	25.0	60.0	80.0	40.0
	2090s	66.7	83.3	33.3	66.7	100.0	40.0	60.0	80.0	40.0

南アジアにおける収量減の割合および確率が他の地域に比べ顕著
 A2シナリオは、収量の減少変化割合が他のシナリオより大きい(Parry et al., 2004)
 B1シナリオにおける標準偏差(南アジアを除く)は、
 他のシナリオに比べ小さい(不確実性が小さい)。
 全球での地域間標準偏差はB1シナリオが最も小さい(将来の南北格差)

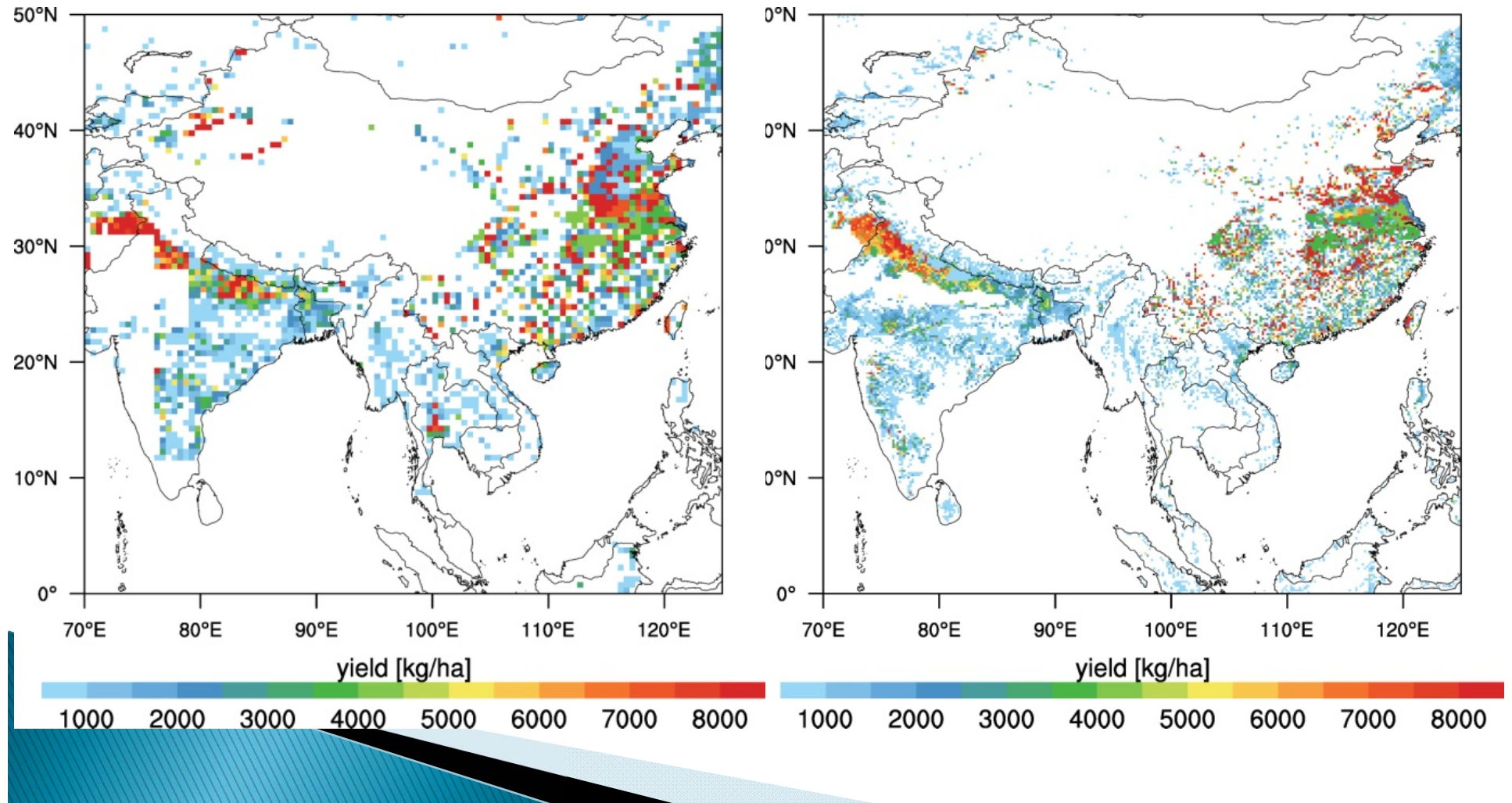
MRI-GCM20 (0.5 vs 0.25) - I

▶ Maize

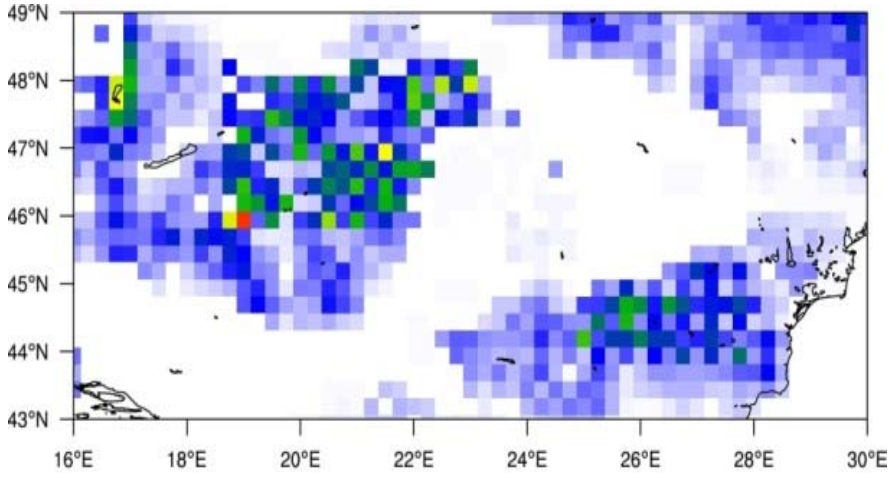
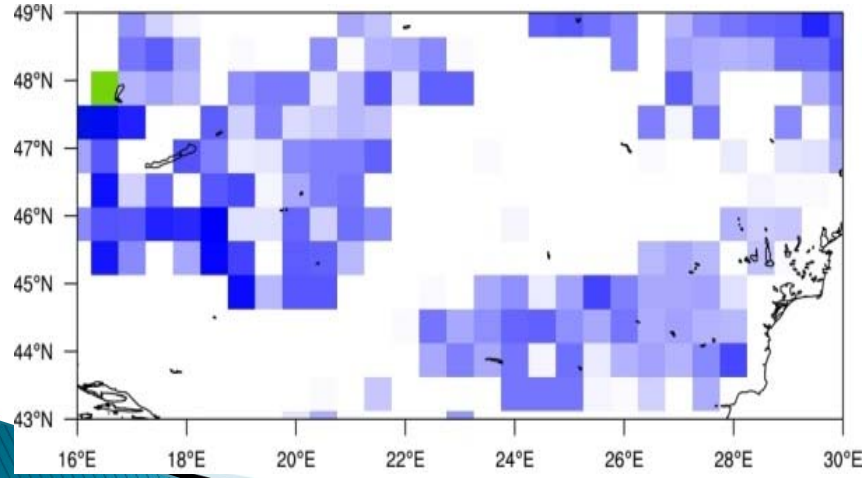
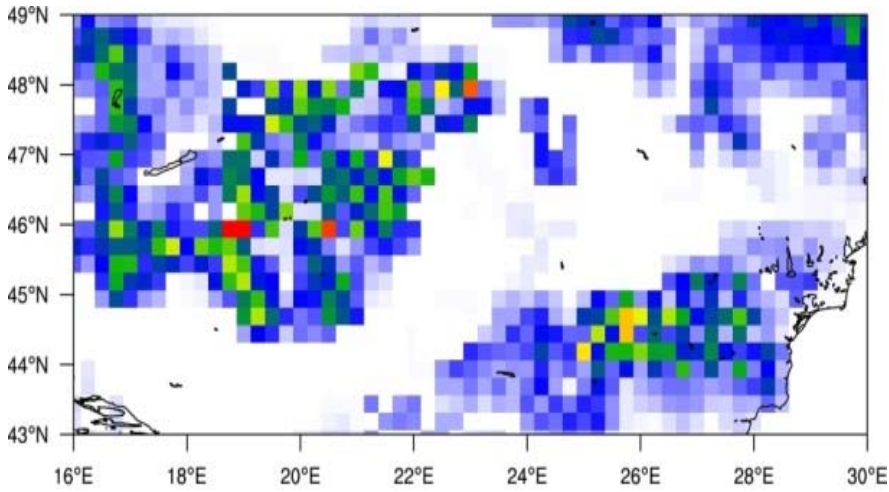
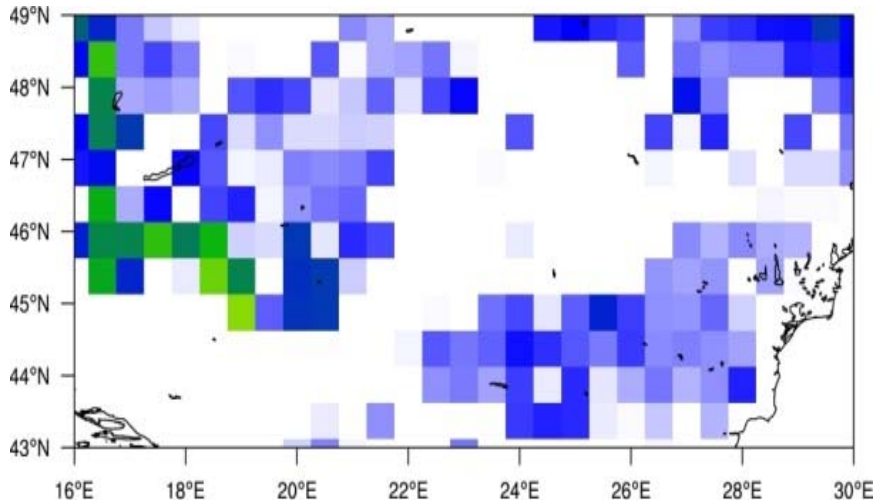


MRI-GCM20 (0.5 vs 0.25) - II

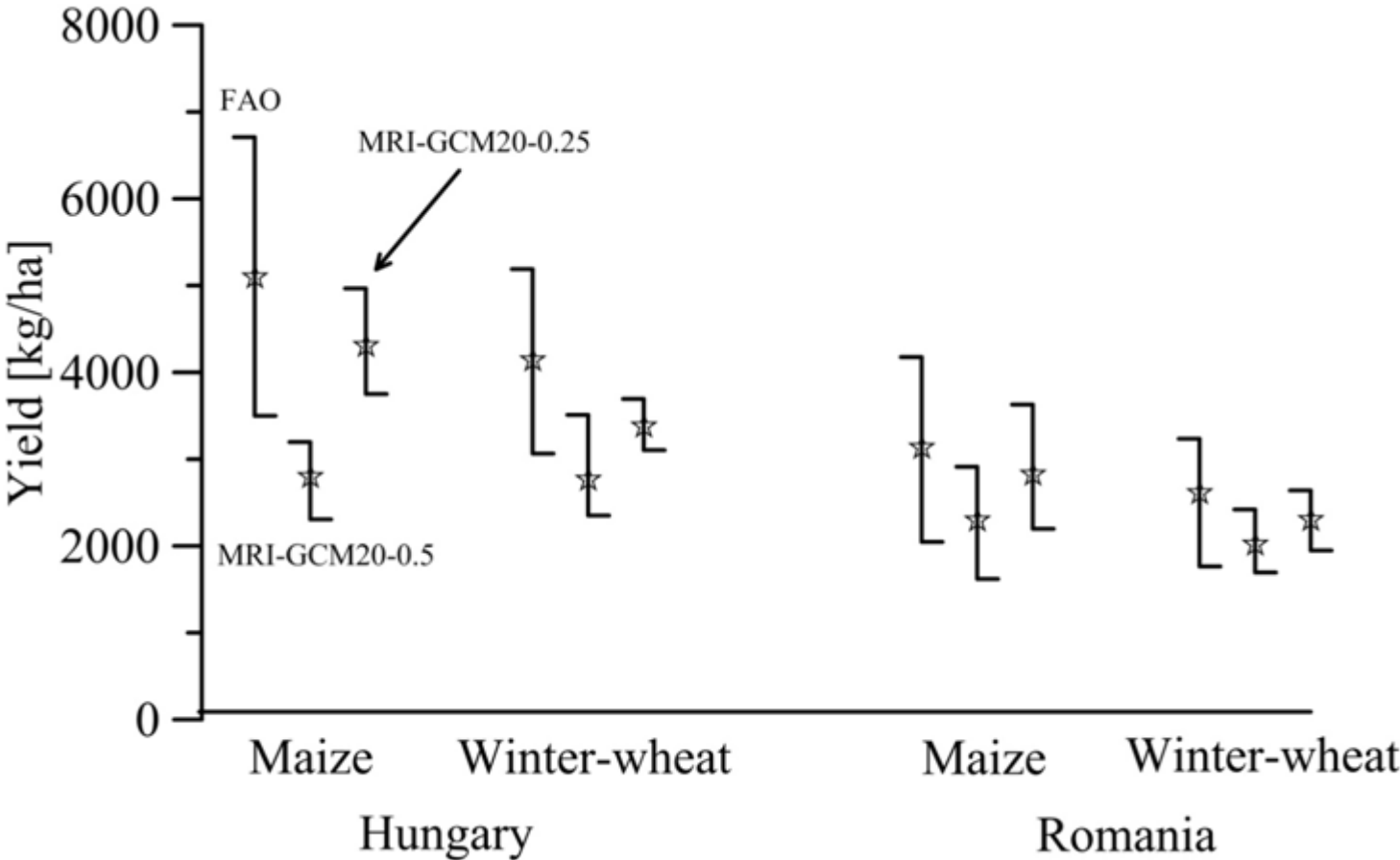
► Wheat



MRI-GCM20 (0.5 vs 0.25) - III



MRI-GCM20 (0.5 vs 0.25) -IV



結論

- ▶ 将来の収量予測は各GCM気候値の不確実性の影響を大きく受ける. その程度は2040sに比べて2090sでより顕著となる
- ▶ Maizeにおける収量変化率の標準偏差は, B1シナリオ下が最も小さい.
- ▶ 土地面積が小さい国において, 水平解像度を高めた計算結果では, 収量値の改善が見られた.