

気候変動に伴う自然災害が 世界の主要穀物生産の安定性 に及ぼす影響評価

独立行政法人 農業環境技術研究所

横沢 正幸・金 元 植・櫻井 玄

課題の目的

生産地・輸出国が空間的に偏在している

トウモロコシ・ダイズ

中国、アメリカ、ブラジル



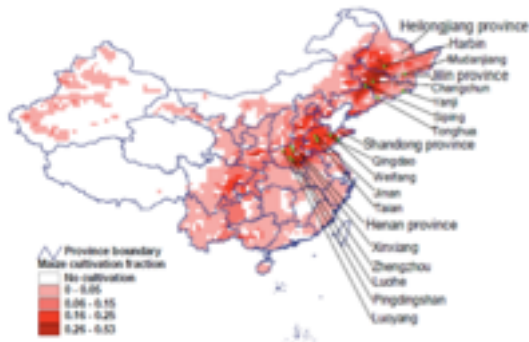
気候変動が生産の安定性に及ぼす影響
(収量の年々変動) を評価する

全体計画と今年度の実施内容

19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
基礎データ整備・生産性環境 応答モデルの作成		モデルキャリブレーションと気候 変化シナリオによる影響評価		とりまとめ

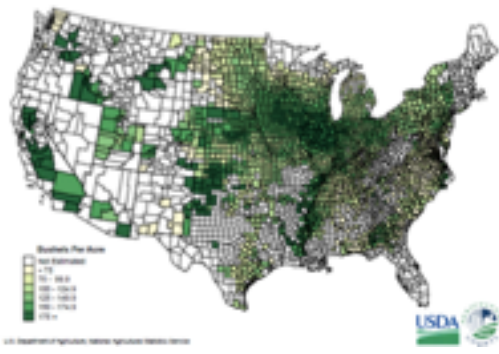
- 中国、北米および南米において作物生産性
環境応答モデル（G-SWAT）のキャリブレーション
- 過去の生産性変動を広域、複数地域で評価する手法を検討
- 既存の気候変化シナリオデータ（PCMDI）を用いた気候
変化による影響評価

作物関連データの整備



農業統計データ（収量、収穫面積）
中国、アメリカ、ブラジル

県（中国）、郡（アメリカ）、district（ブラジル）



グリッドに含まれる
県など

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	206	108	36	25	95	122.9	115	122.2	141.8	144	135
2	206	108	36	41	95	134	125	131.2	145	148	146
3	206	108	36	17	103.5	125.4	128.8	133.1	157	150.9	169.5
4	206	108	36	69	126.7	154.2	164.3	150	168.5	169.3	164.4
5	206	108	36	79	115	136	135	14	-9999	-9999	-9999
6	206	108	36	189	127.5	141.8	127.1	151.2	167.4	167.7	155.4
7	206	108	36	219	93.4	0	0	0	0	0	0
8	206	108	36	279	115.4	146.6	132.5	129.4	138.4	0	0
9	206	108	36	40	305	87.5	140	130.3	127.3	162.2	145.8
10	206	108	36	40	305	0	0	0	0	0	0
11	206	108	36	40	305	0	0	0	0	0	0
12	206	108	36	40	369	121	158.8	145.3	150.6	153.8	0
13	206	108	36	40	437	129.4	159.2	150.6	163.7	155.4	145.8
14	206	108	36	40	445	0	0	0	0	0	0
15	206	108	36	40	501	82.7	115	135	0	0	132.6
16	206	108	36	35	3	31	138.3	143.4	172	168	175
17	206	108	36	35	37	55	60	80	100	150	150
18	206	108	36	40	69	126.7	154.2	164.3	150.9	163.3	158.7
19	206	108	36	40	117	113.5	144.3	130	123.2	147.6	154.6
20	206	108	36	40	205	103.5	148.3	164.5	152.2	173	168.8
21	206	108	36	40	341	97.3	158.2	143.5	131.3	167.3	131.7
22	206	108	36	40	359	92.8	130	0	0	0	0

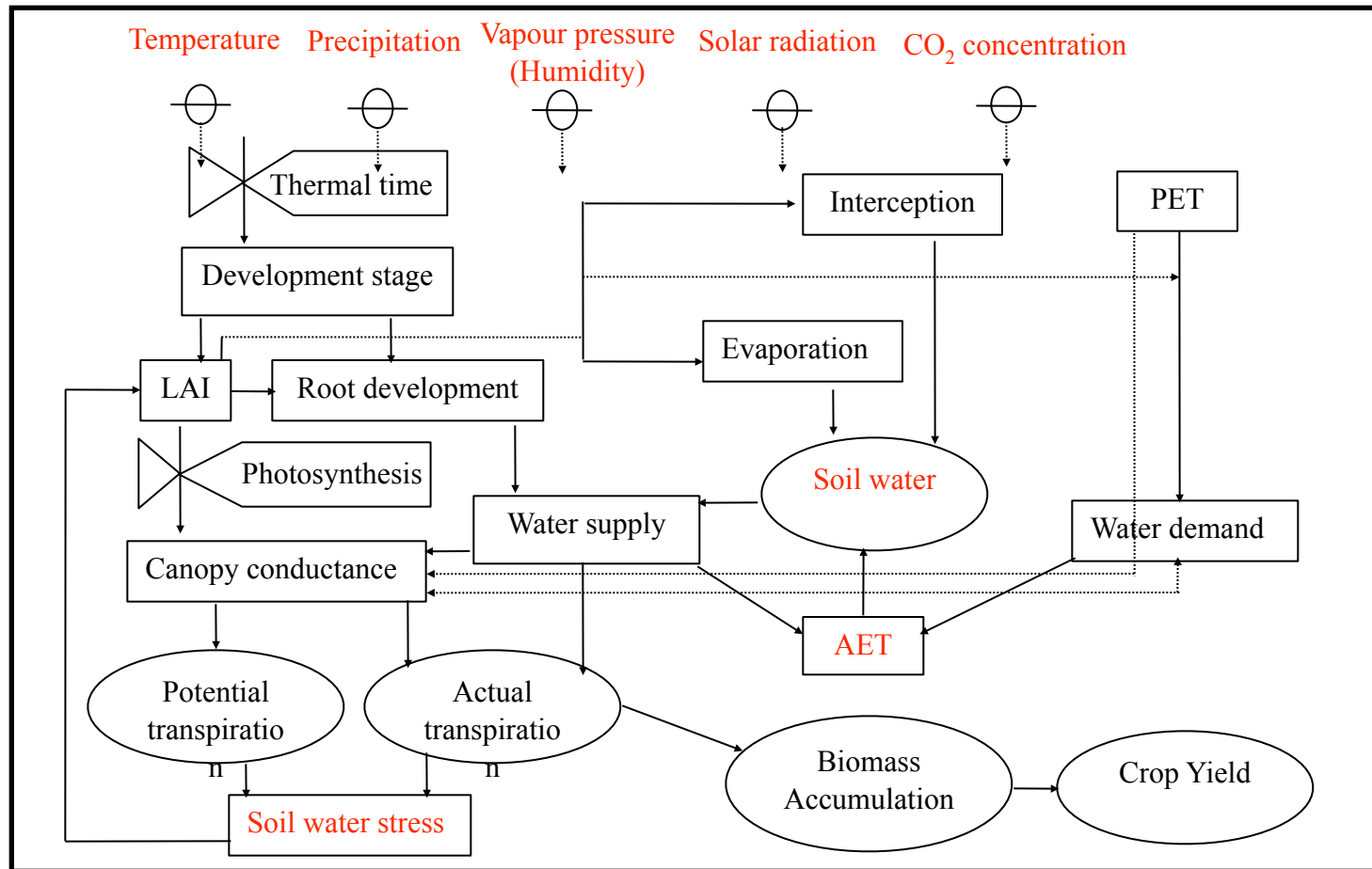
欠測処理

JRA25のグリッド | 県、郡、district番号 | 収量データ（1980年～現在）

+ 気象データのグリッドとの対応付け



広域スケールの生産性環境応答モデル



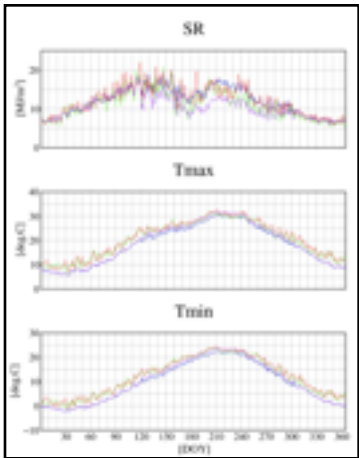
土壌水分・蒸発散ベースのモデル

生産性環境応答モデルの キャリブレーション



モデルキャリブレーション
地域代表のパラメータ決定

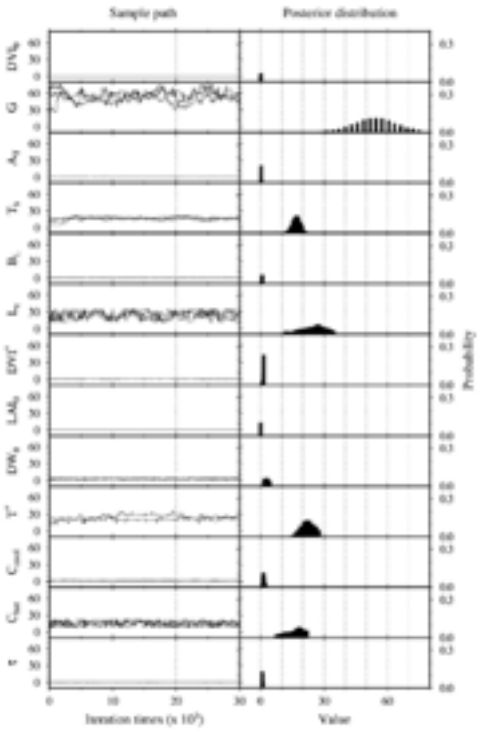
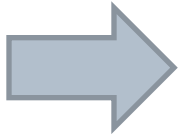
気候データ



地域の収量データ
(統計資料)

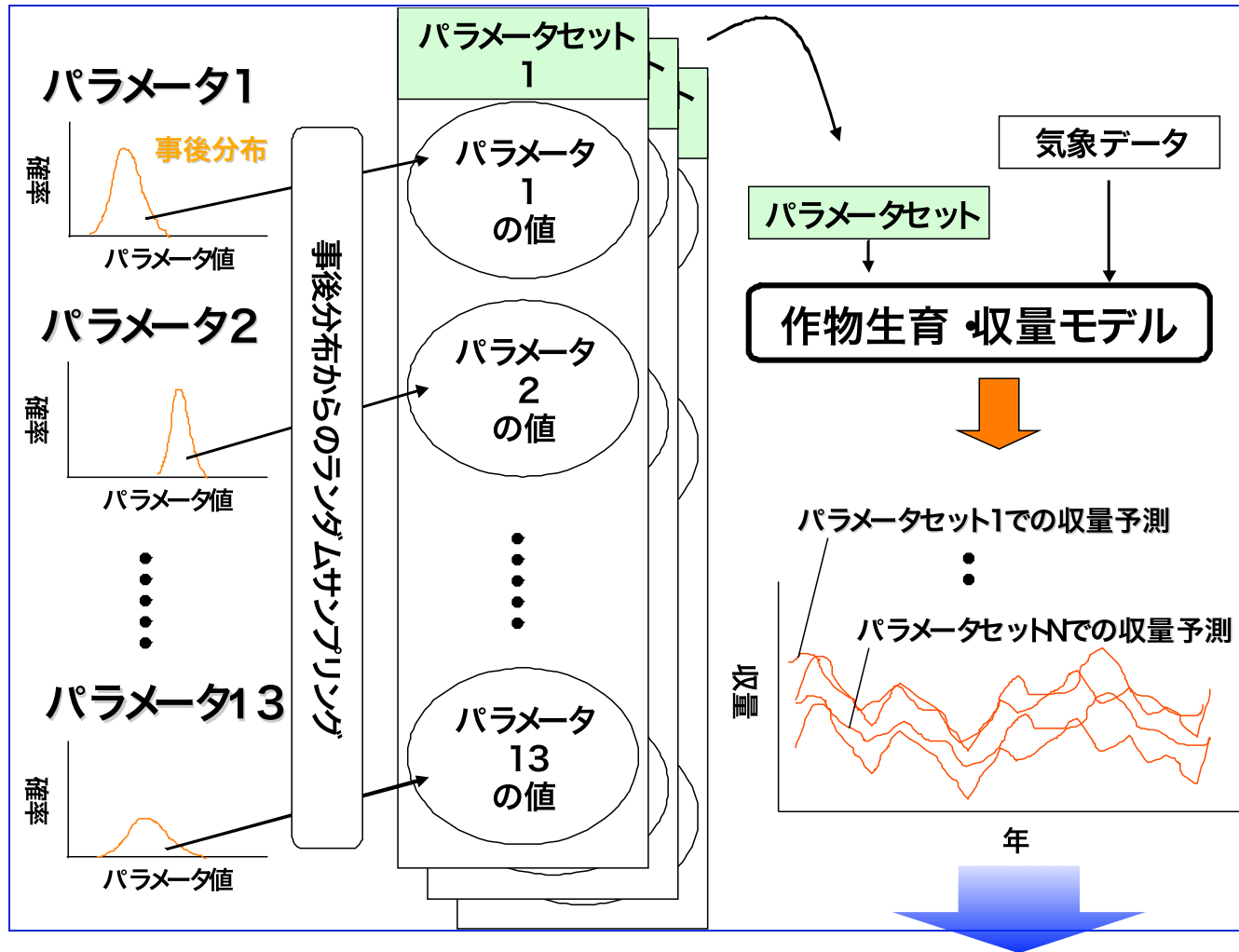


ベイズ法による
逆推定



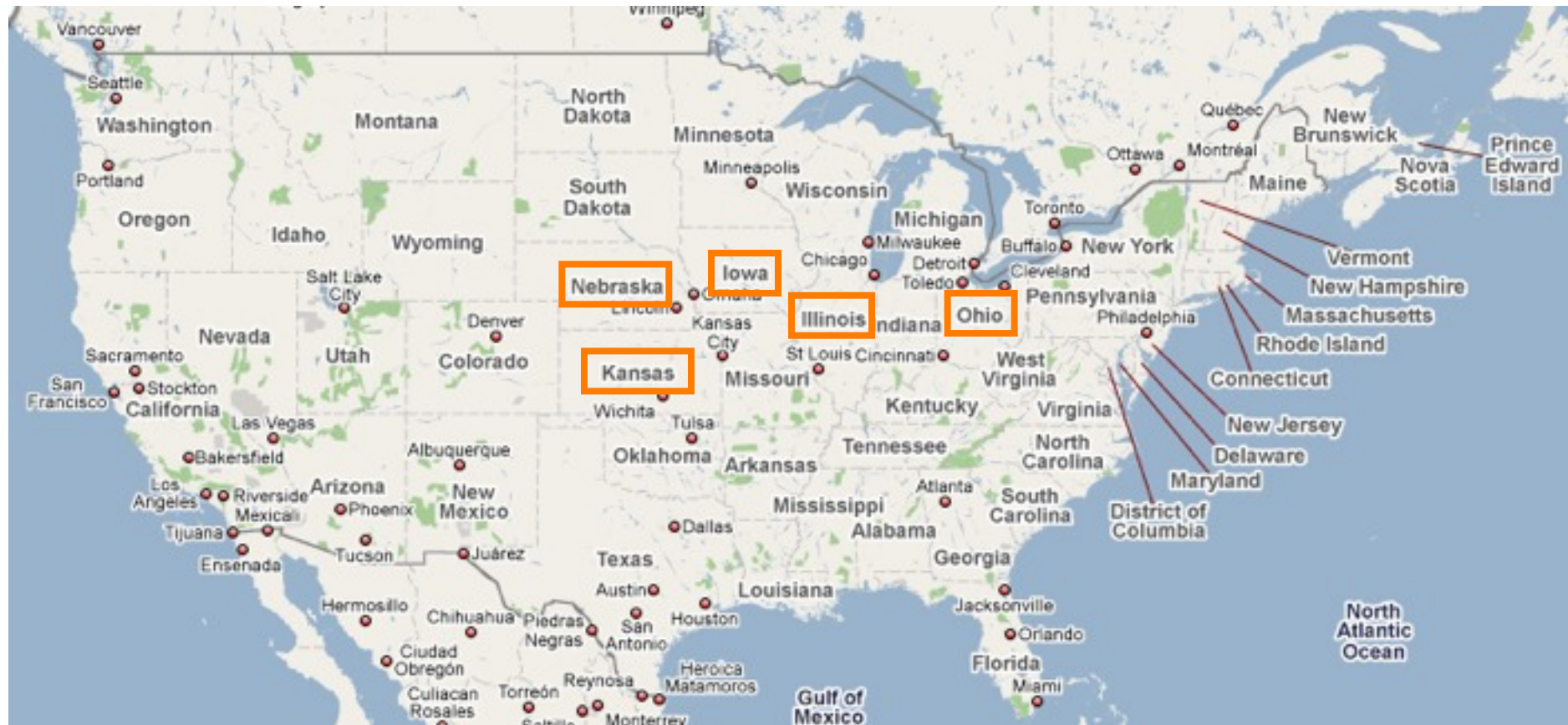
作物種、地域に共通なモデル構造

多数のパラメータの組で変動を表す



パラメータ摂動アンサンブル（平均）によって
収量の年々変動を記述可能

アメリカの主要トウモロコシ生産地域



- アメリカにおける主要トウモロコシ地域
(5州で作付け面積：約60%、生産量：約70%を占める)

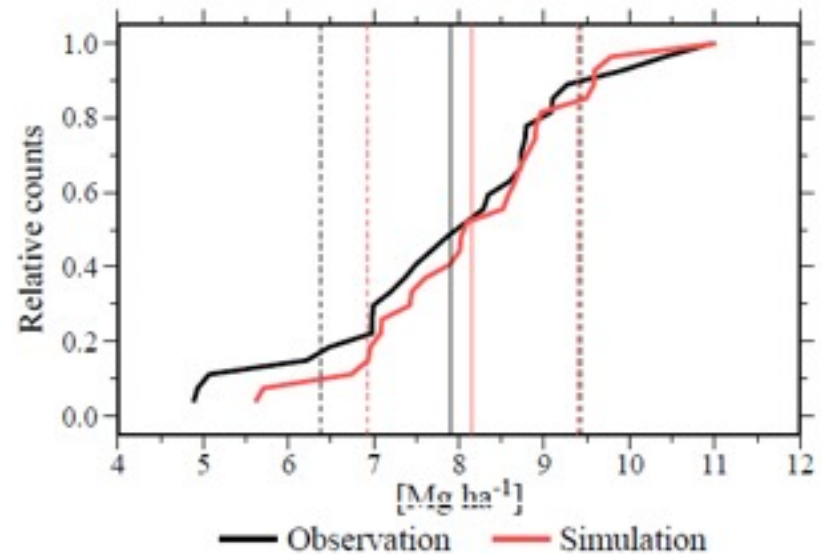
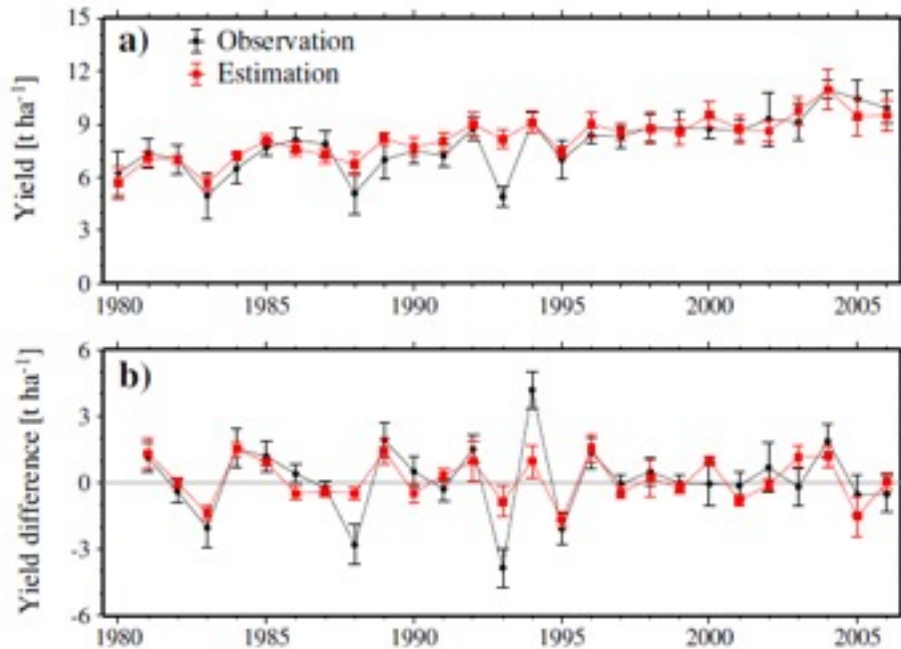
収量統計値とモデル推定値との比較

実線はcountyの平均、エラーバーは標準偏差

時系列

Iowa

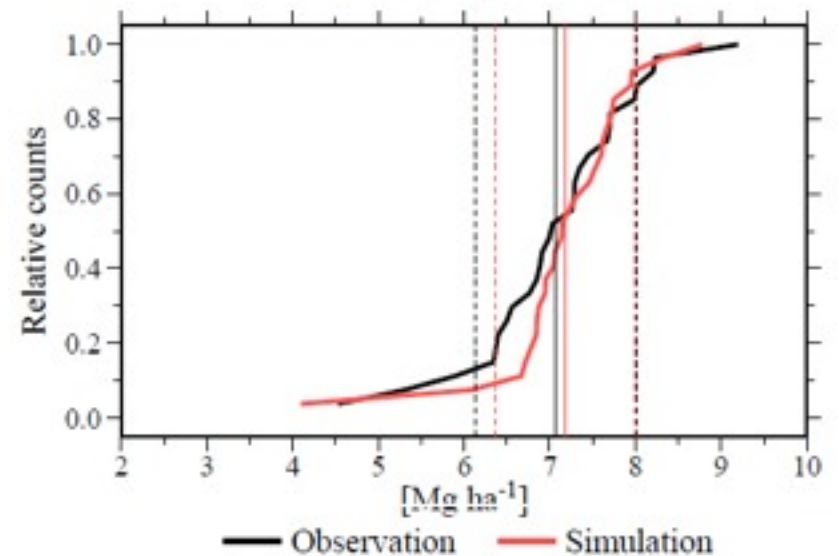
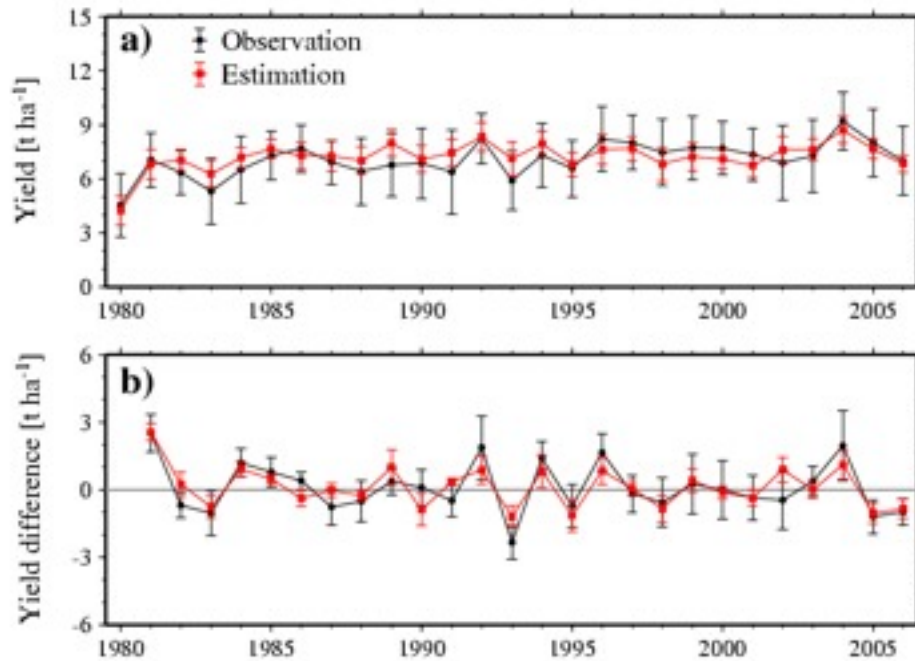
積算頻度



収量統計値とモデル推定値との比較

実線はcountyの平均、エラーバーは標準偏差

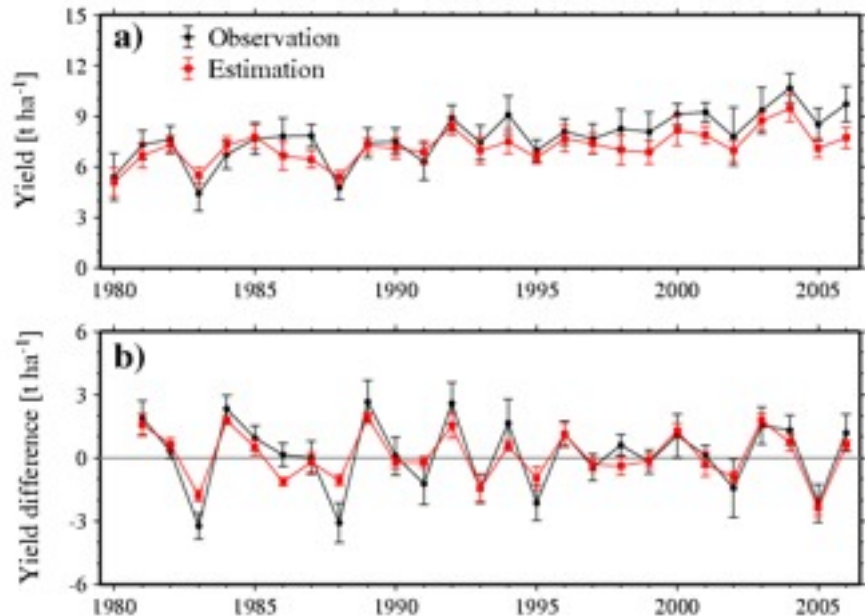
時系列 Kansas 積算頻度



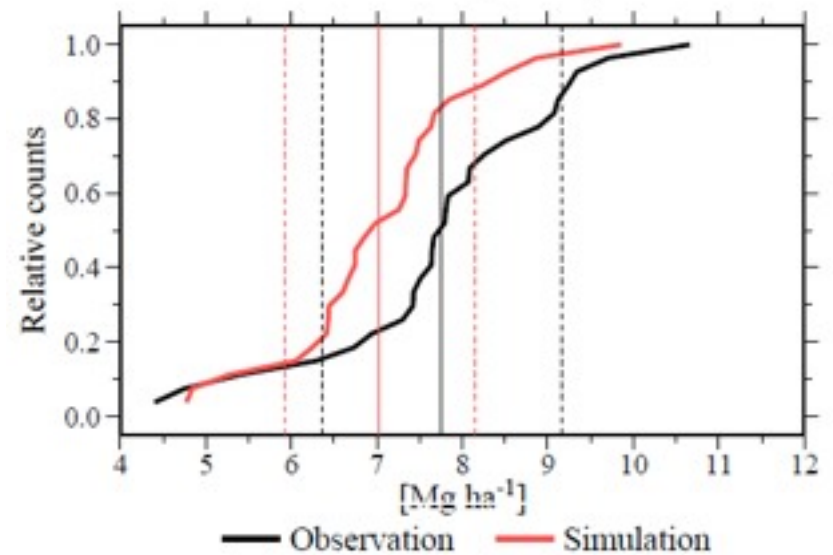
収量統計値とモデル推定値との比較

実線はcountyの平均、エラーバーは標準偏差

Illinois 時系列



積算頻度

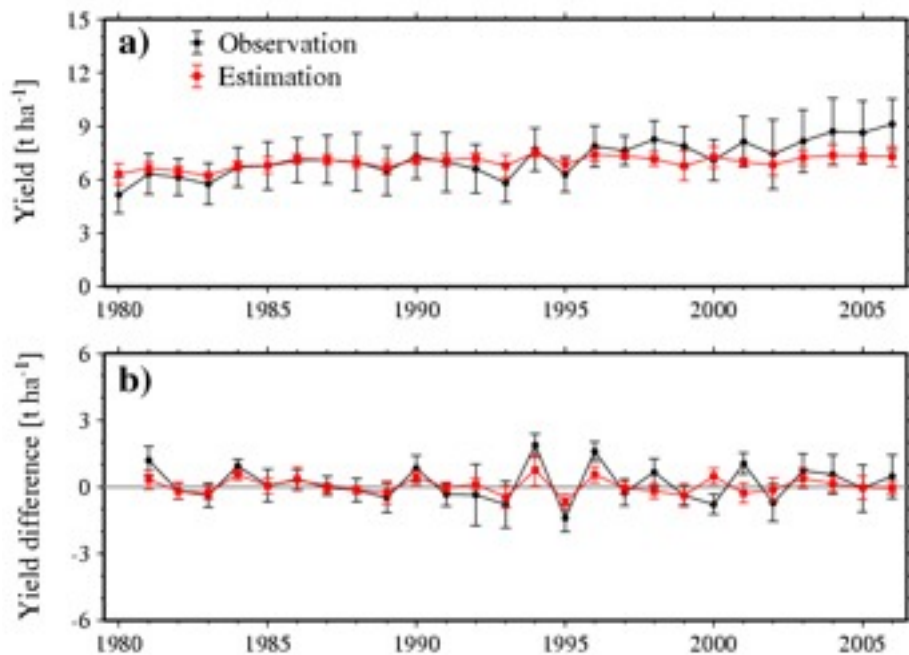


収量統計値とモデル推定値との比較

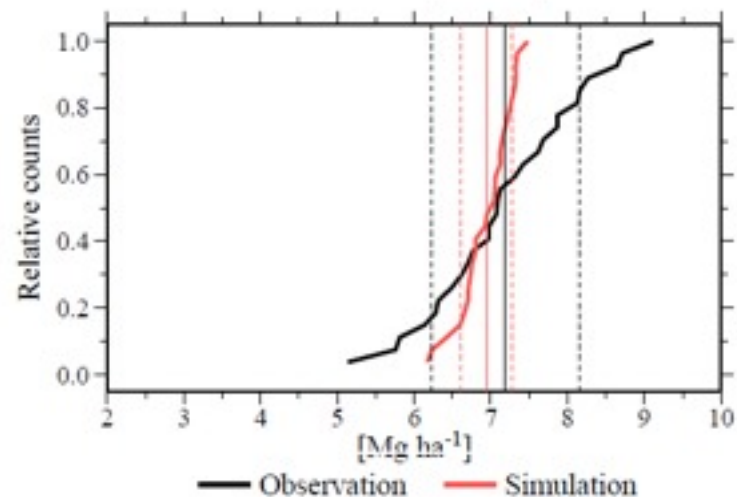
実線はcountyの平均、エラーバーは標準偏差

Nebraska

時系列



積算頻度



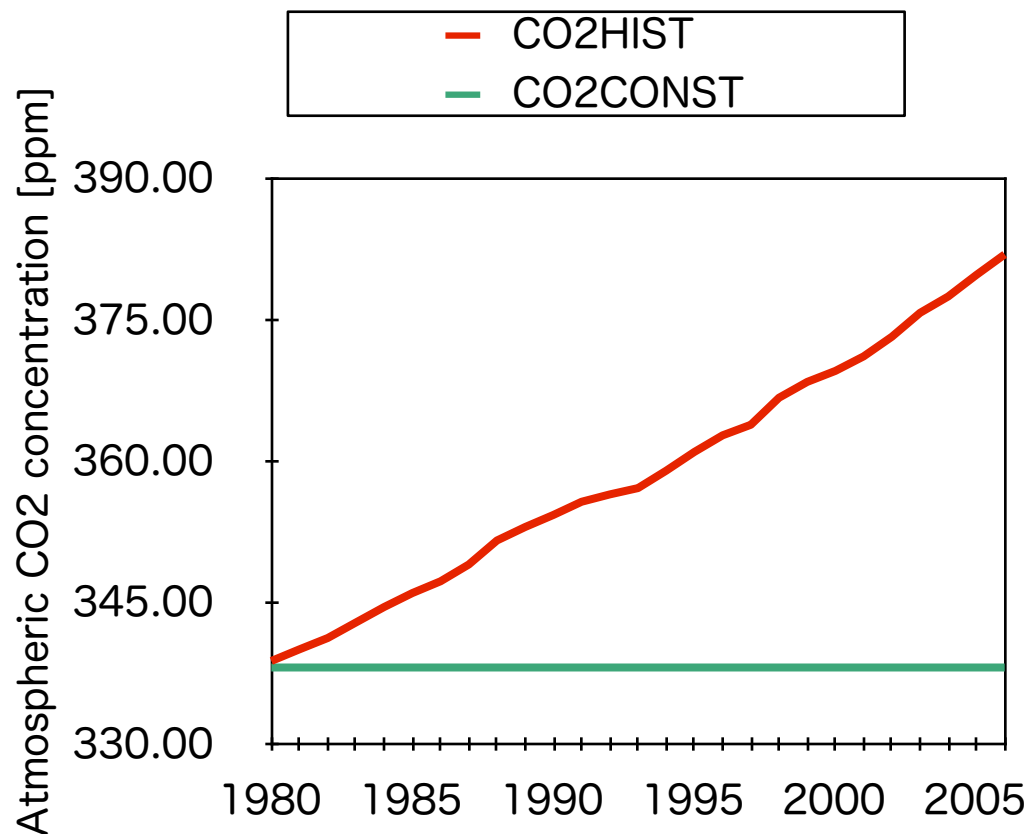
CO₂の施肥効果の推定

□ 実験設定

- CO₂濃度時間変化あり (CO2HIST)
- CO₂濃度時間一定 (CO2CONST) 338ppm

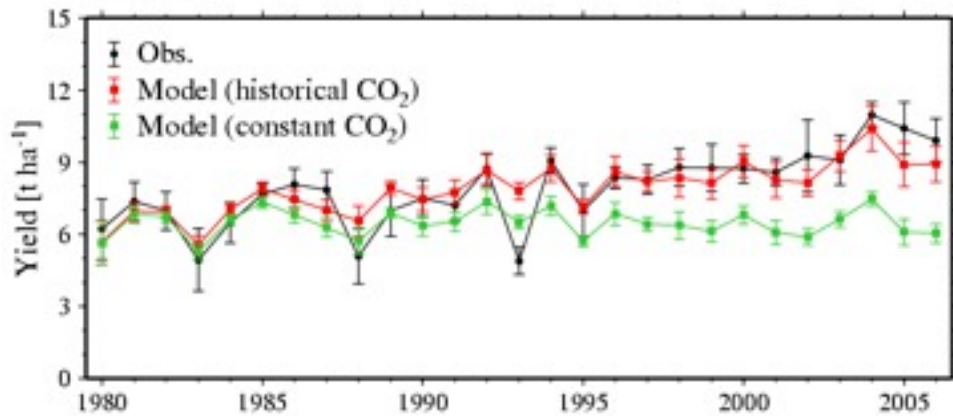
□ モデル：GSWAT

- Crop: Maize
- Climate: JRA-25
- Soil: ISLSCIP2
- Fertilizer: World Resources
- Management: Illionoisの設定を全州で使用

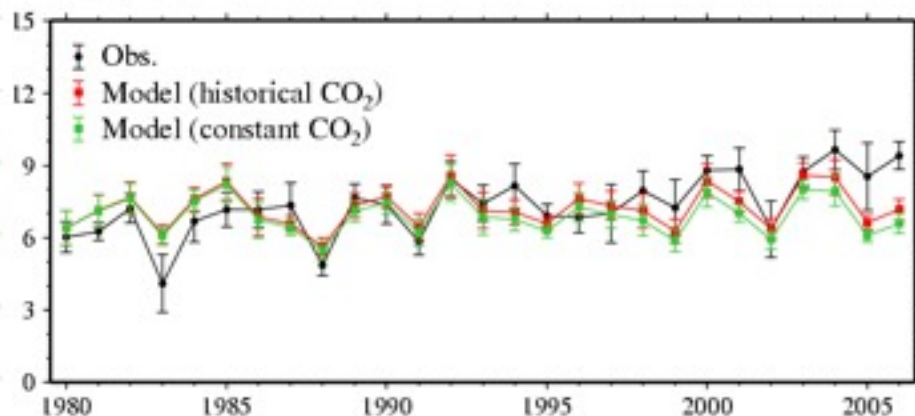


CO₂の施肥効果の推定

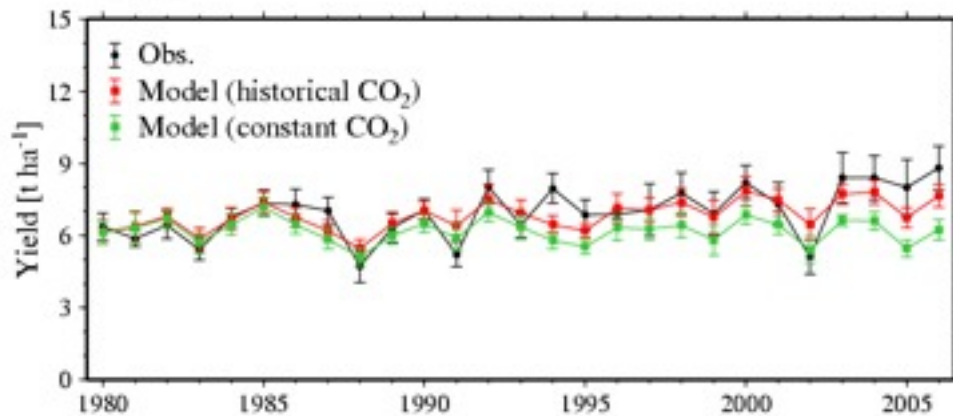
Iowa



Indiana

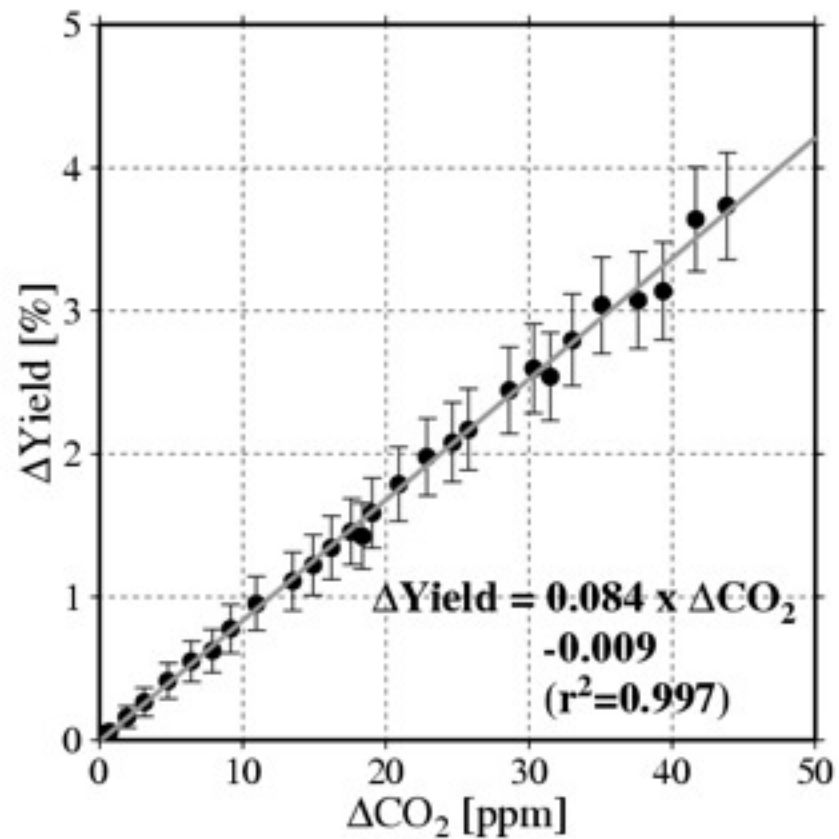


Ohio



州によってばらつきがあるが、
CO₂の施肥効果は明らかに見
られる

CO₂の施肥効果 の推定



- 1980年を基準とするCO₂濃度の上昇量とトウモロコシ収量の増加率（各年のCO₂CONST収量に対して）
- 大気中のCO₂濃度が1 ppm増えると収量は0.084%増加（6 t/haの収量中、約5 kgが施肥効果） **実験結果と整合的**

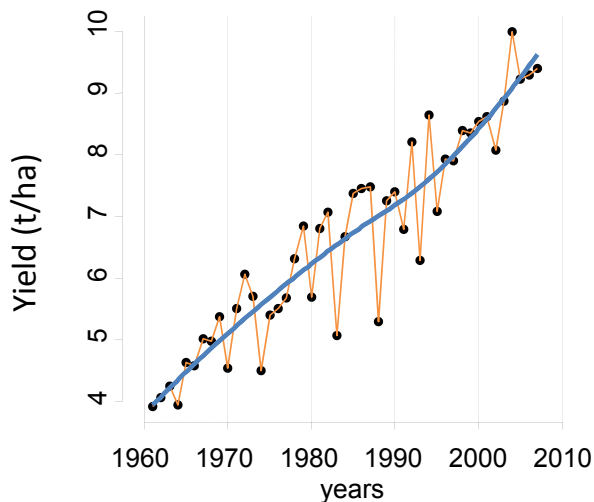
作物生産性の変動リスク指標

- 複数地域の収量予測を統合し、地域にまたがるリスクの指標
- 複数地域における減収の同時確率など、各地域の収量分布間の依存関係を明らかにする

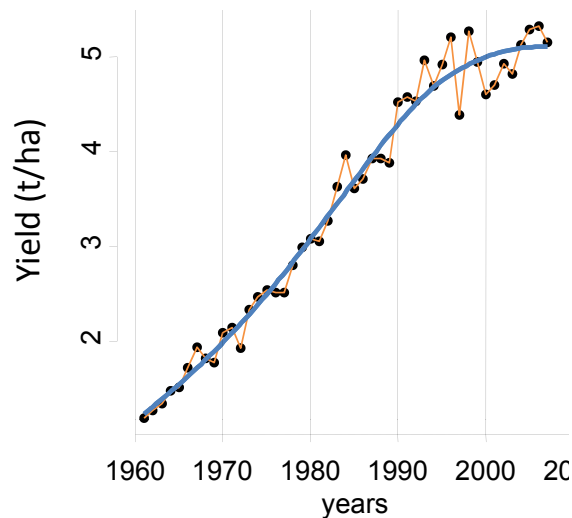
コンピュータを用いた国間の収量分布の依存関係の変化

- 1パラメータtコンピュータを適用し、そのパラメータの継時変化を分析した。

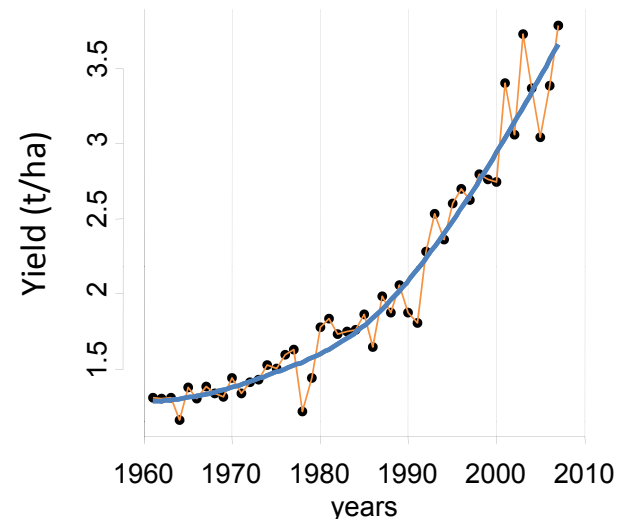
アメリカ20州
(1980年~2006年)



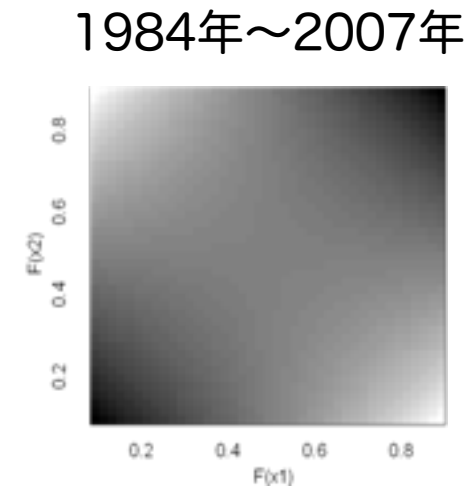
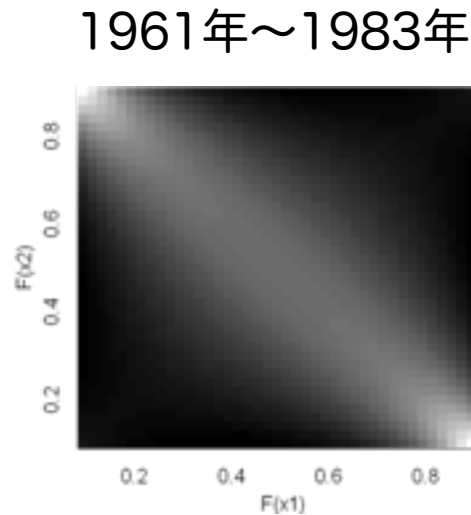
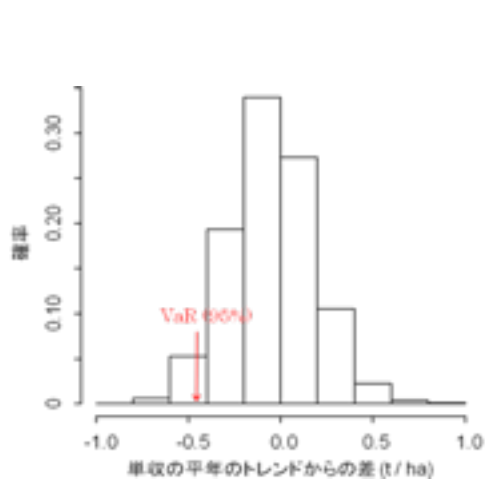
中国4省
(1980年~2005年)



ブラジル20州
(1990年~2007年)



アメリカと中国の収量分布の関係を表すコピュラ



横軸はアメリカ、縦軸は中国の累積確率密度を示す。
色の明度が高いところほど同時確率が高い。

近年、負の相関関係 (対角線上の尾根) が見えなくなってきた。

3国（アメリカ、中国、ブラジル） の収量年々変動の特徴

- アメリカと中国との国別平均収量の年々変動について、初期に見られた負の相関関係が年とともに減少していた。
- ある国が減収なら他の国は増収というような補完的關係にあった国間の傾向が、近年になって消失していることが示唆された。

今年度のまとめ

- 中国、アメリカのトウモロコシ収量の変動推計モデルのキャリブレーションはほぼ完了
- 複数地域の収量変動リスクを評価する指標を検討した
- 気候変化シナリオのバイアス補正法を検討した
(環境省S5プロジェクトと連携)

今後の研究計画

□ 生産性影響モデルの改良

- 管理、施肥データ
- GM（遺伝子組み換え）による増収効果の取り込み

□ 気候変化シナリオによる影響評価

- PCMDIなどの複数シナリオを利用
- 新しいシナリオによる評価