

東北の気候変動とコメ生産 ー過去～未来ー

東北農業研究センター 岡田益己

雫石Rice FACE実験場

東北、とくに太平洋岸の夏は、
暗いやませの印象





イネの冷害の種類

遅延型冷害：低温によって生育が停滞し、秋の寒さが来るまでに成熟を終えない

障害型冷害：穂ばらみ期（イネの穂が出る10日から15日くらい前）に低温に遭うと、花粉に異常が起こり、開花しても受精できない（不稔）





過去の話

慢性的遅延型冷害の克服



宮沢賢治の時代



「ブドリは十になり、ネリは七つになりました。・・・その年は、お日さまが春から変に白くて、・・・オリザという穀物も、一つぶもできませんでした。・・・その年もまたすっかり前の年の通りでした。」

（グスコーブドリの伝記）

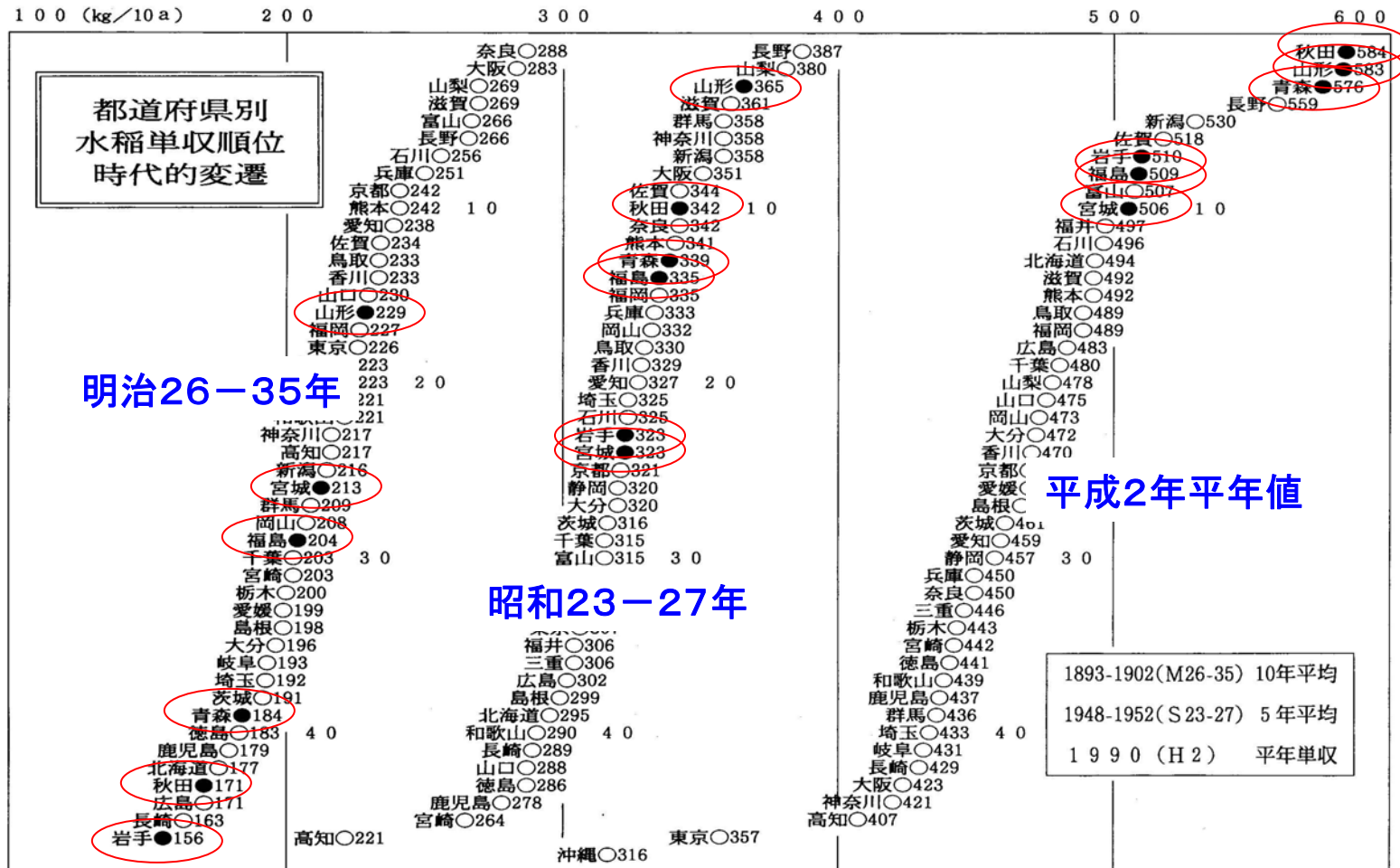
賢治が10歳、妹トシが7歳のとき、明治38年、39年の大冷害が起こった。

「サムサノナツハオロオロアルキ」

「ヒデリノトキハナミダヲナガシ」



コメの収量の変遷





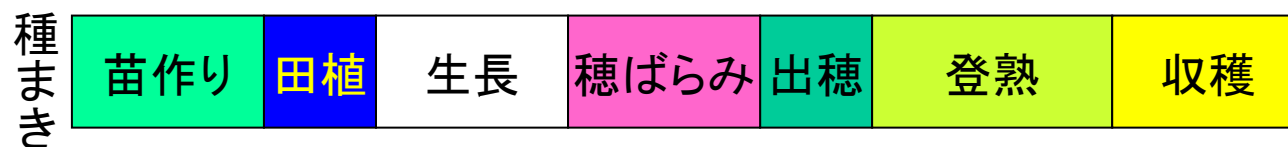
大きく変わったイネの栽培暦

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
----	----	----	----	----	----	-----



生育適温期間

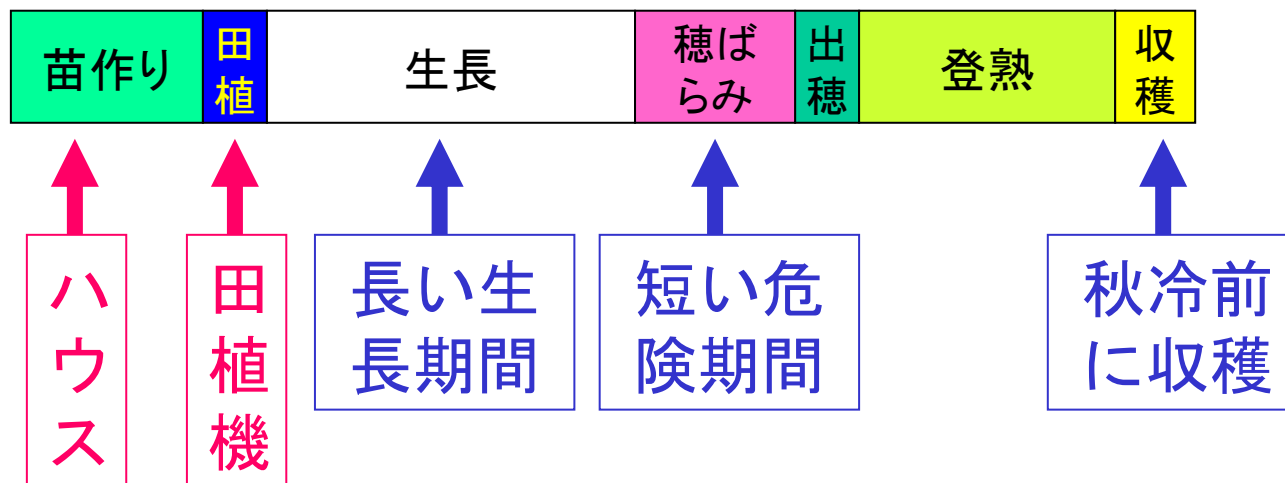
昭和30年
代以前



この間、いつ低温が来ても冷害を招く

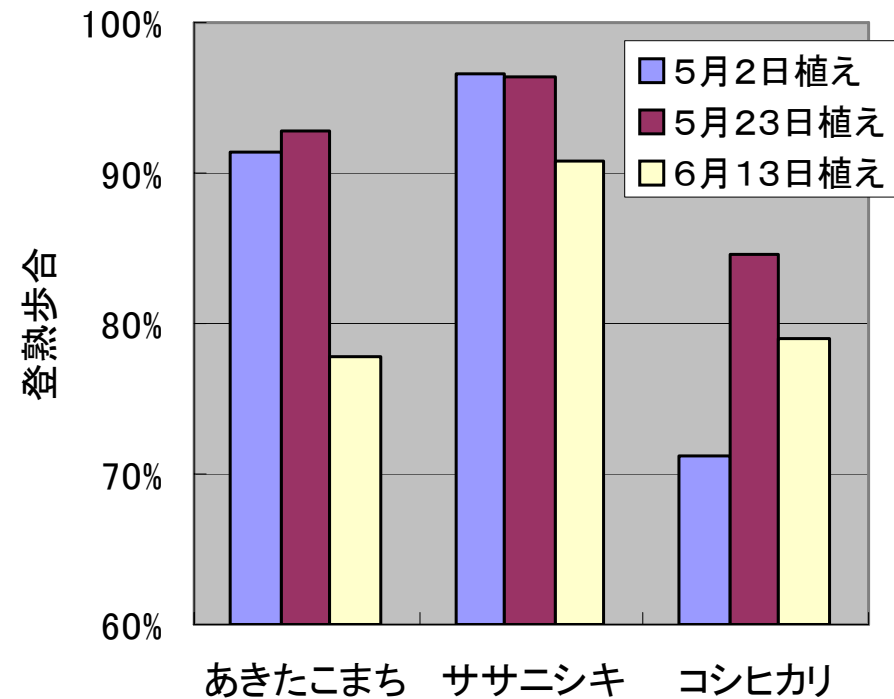
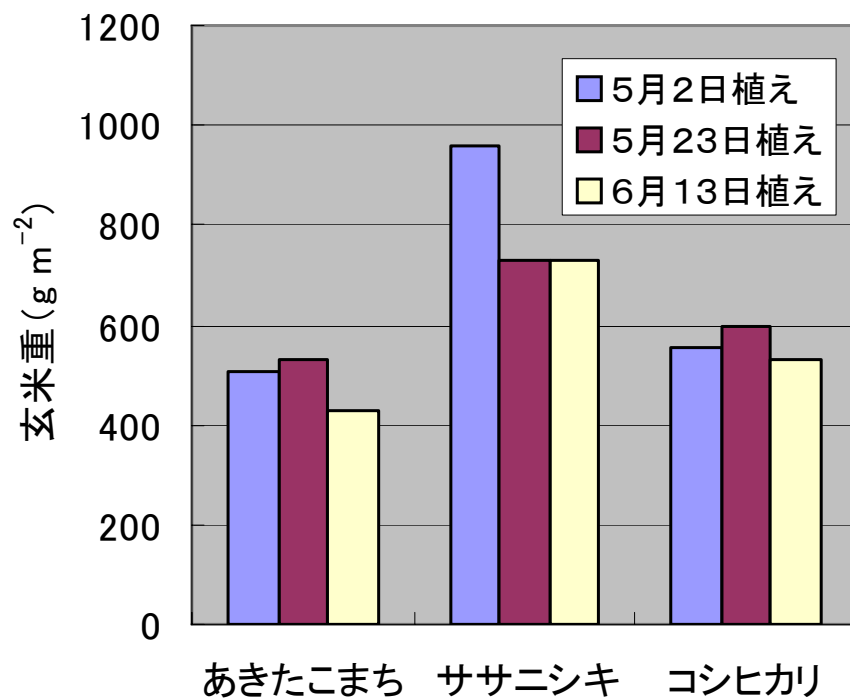
対策：品種の早生化 → 限界

現在





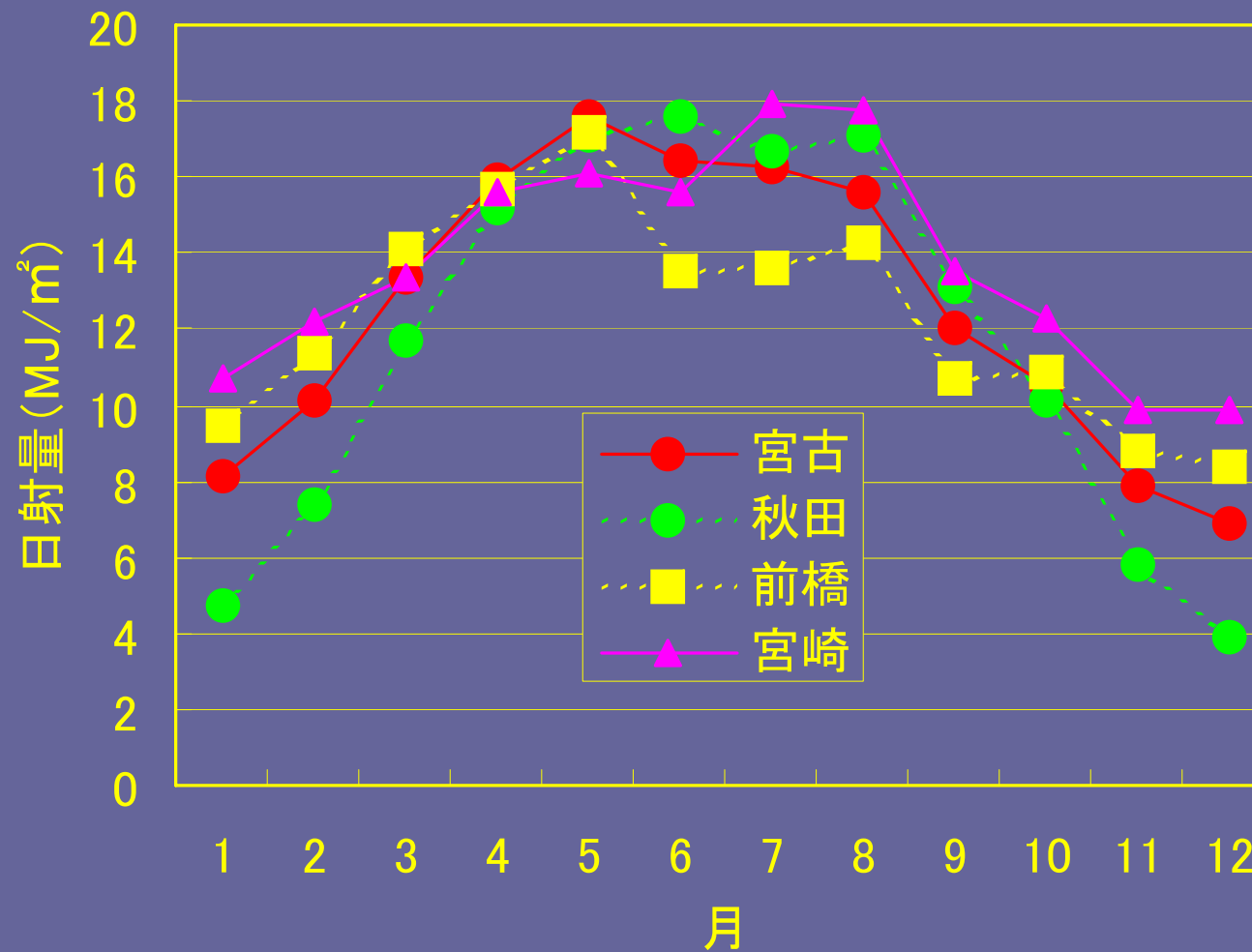
遅く植えると収量・登熟歩合が減少



1991年の作期試験(東北農試)から



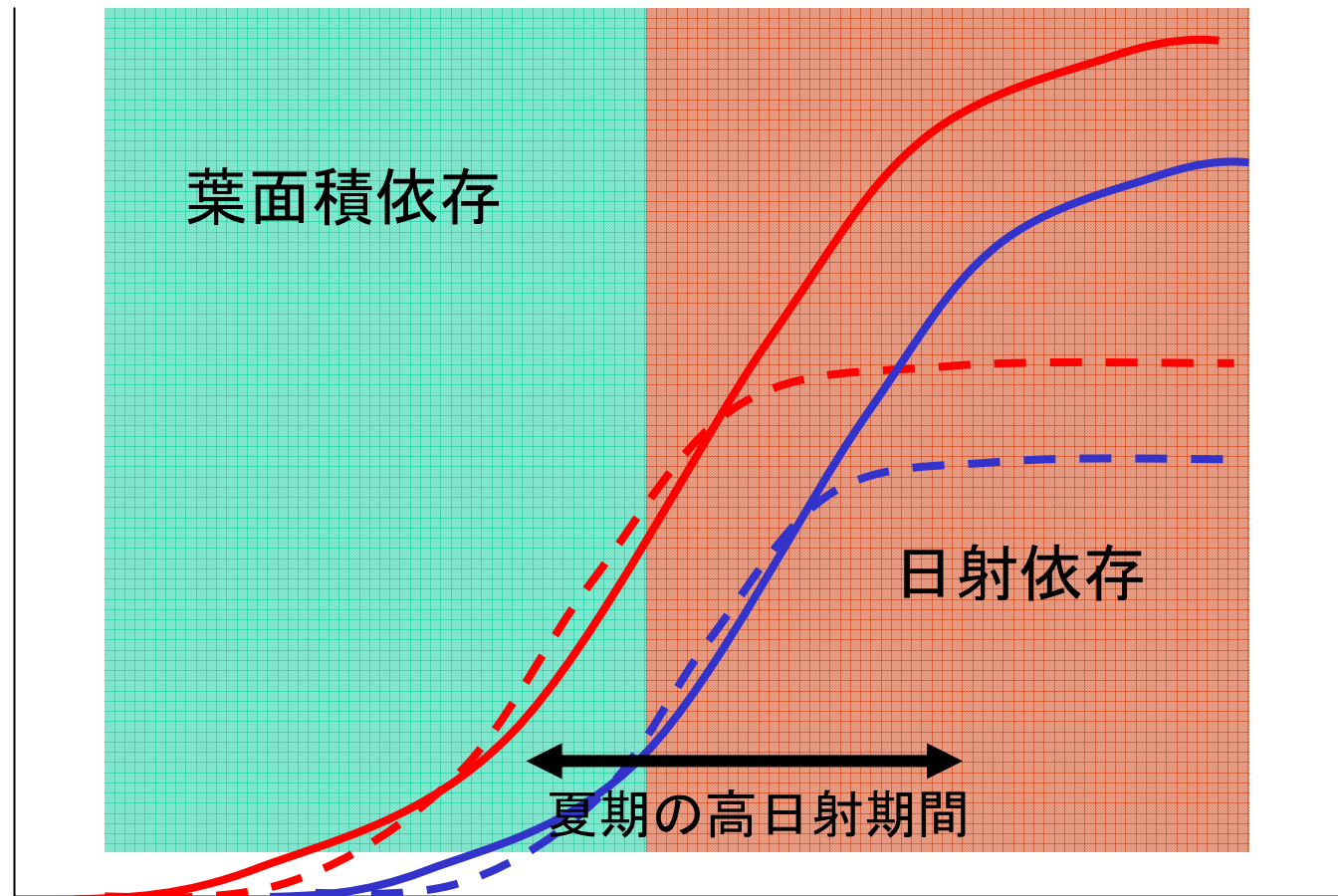
やませ地帯でも、夏期の日照は豊富





前半は葉面積、後半は日射に依存する乾物生産

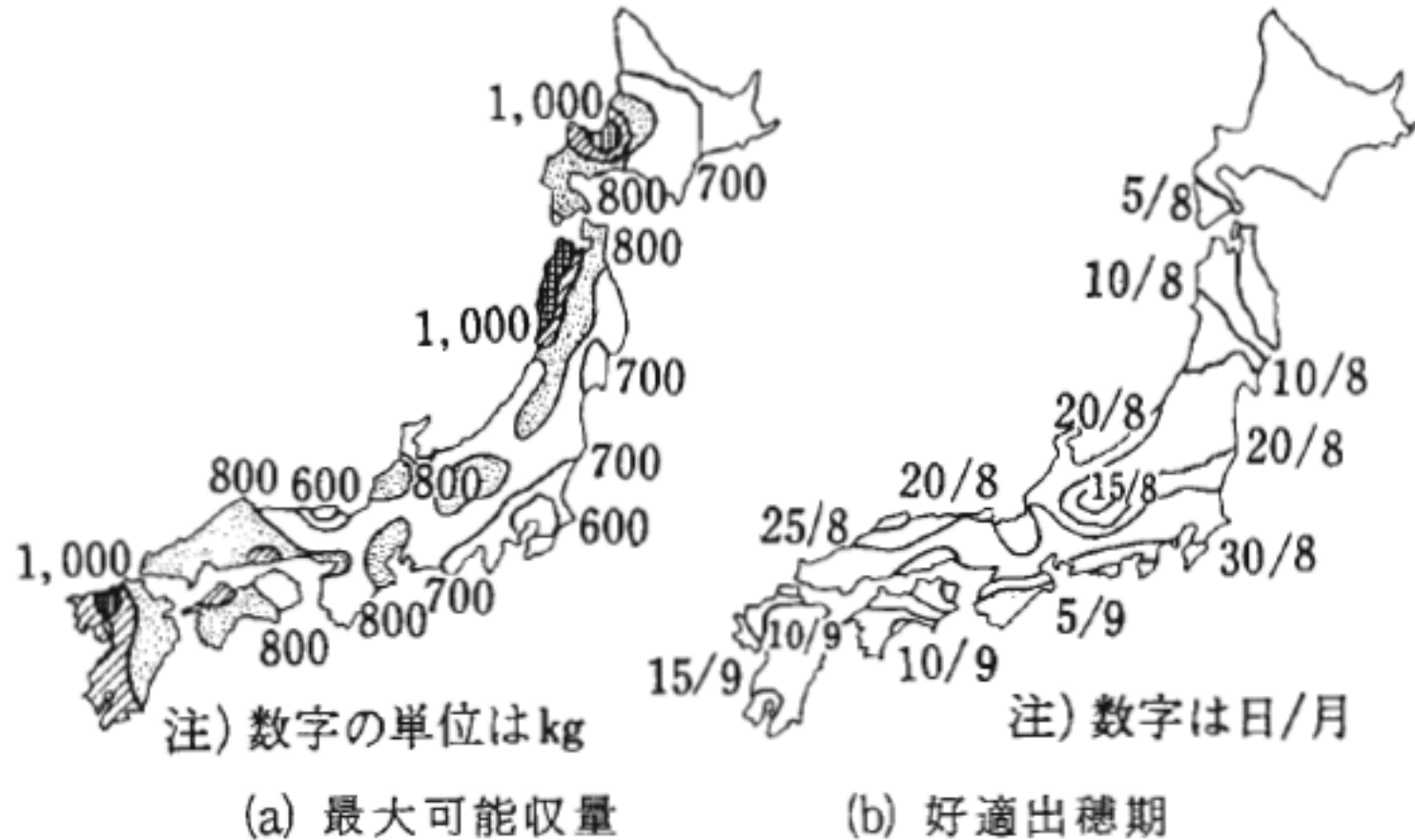
乾物生産量



群落受光率



気候登熟量示数による潜在生産力



(内島ら、1967)



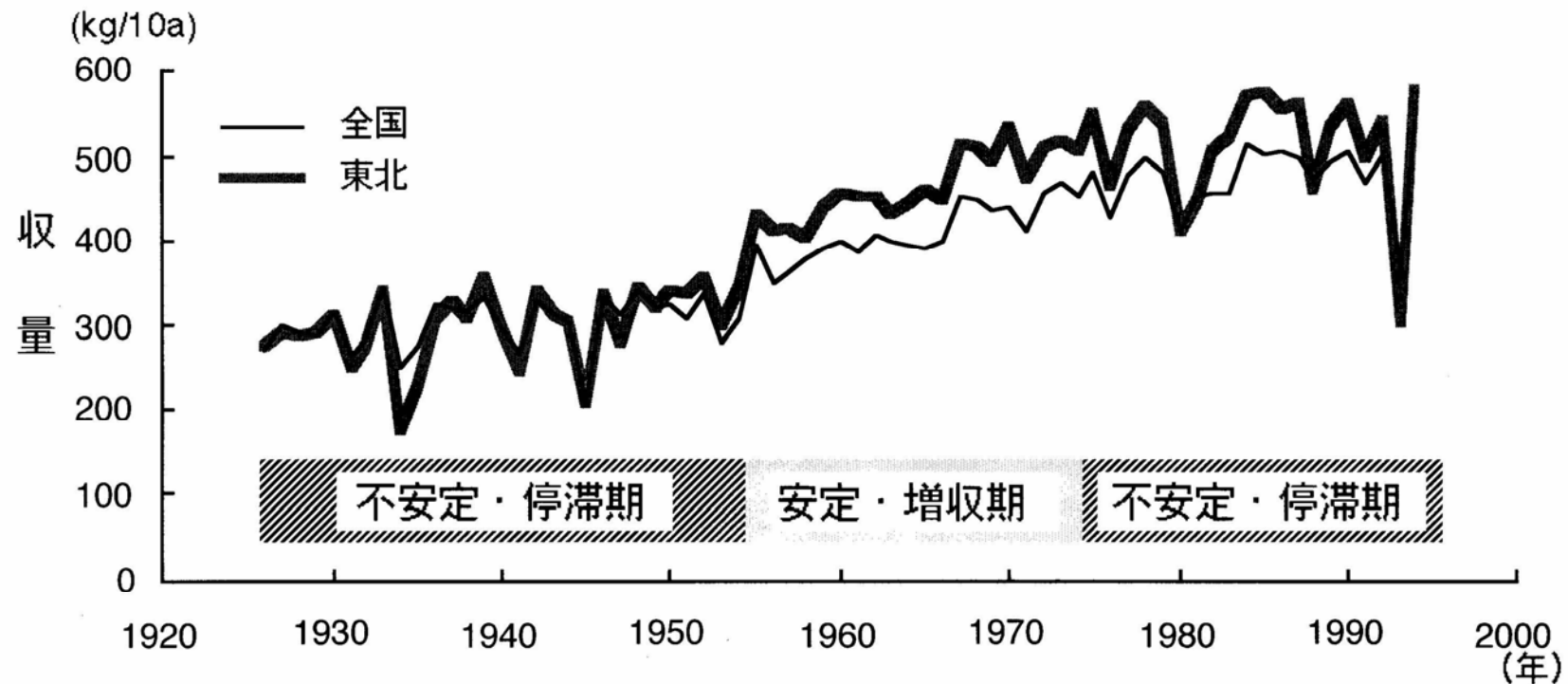
近年の話

障害型冷害の克服



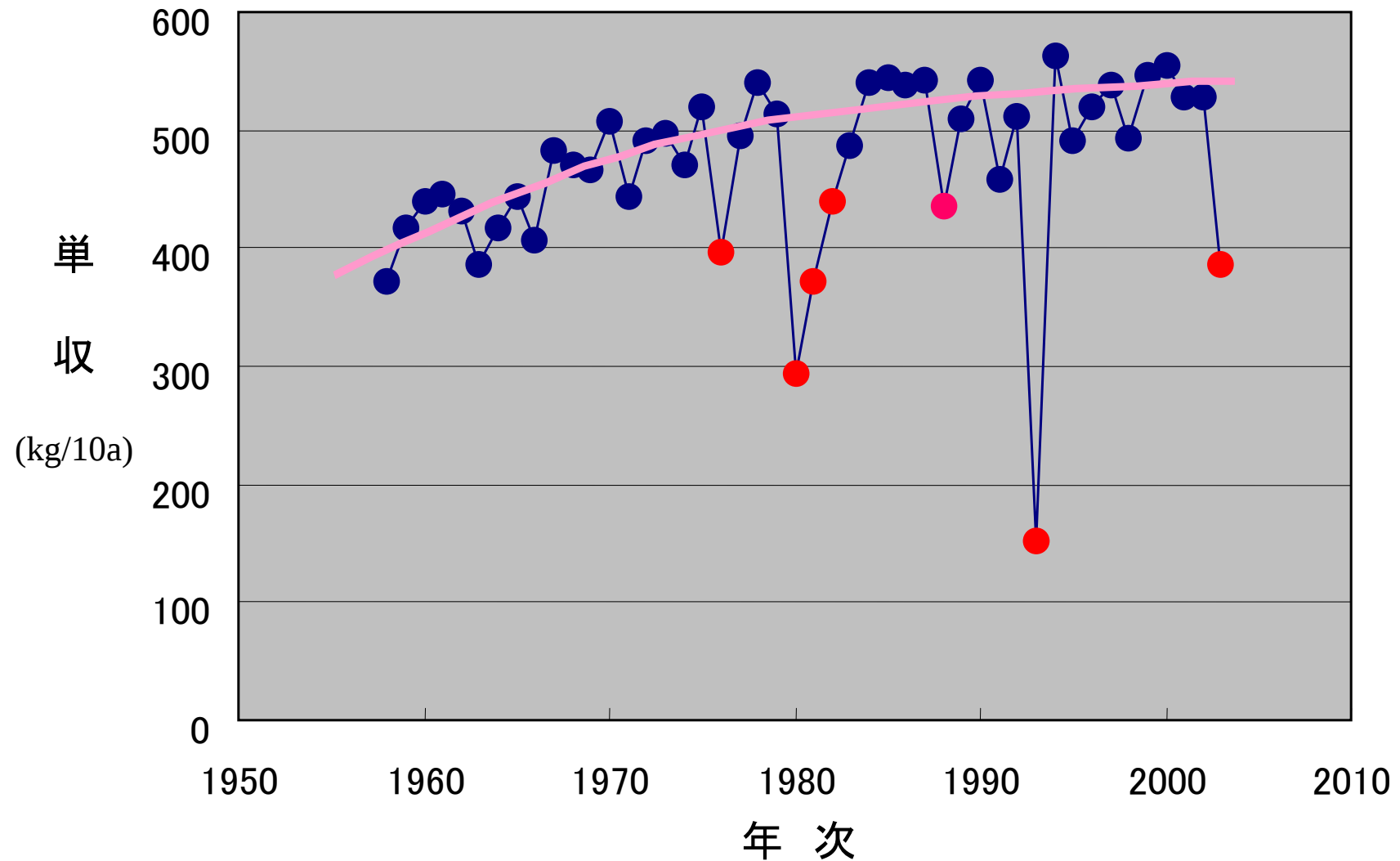
近年のコメの収量変動

収量は、数十年周期で安定期と不安定期を繰り返す





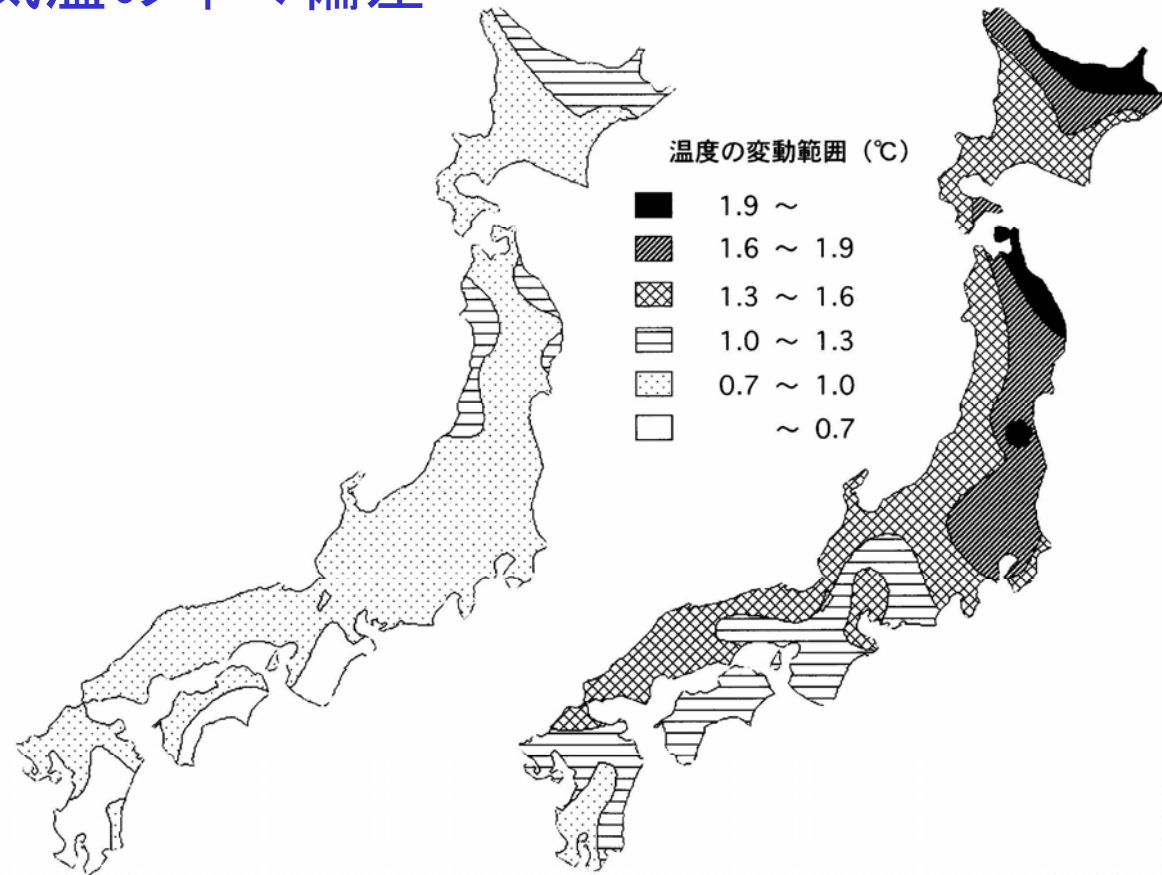
岩手のコメの収量変動





不安定期のやませ地帯は気温の変動大

7月気温の年々偏差



安定期(1957~1975年)

不安定期(1976年~1994年)



改良が進む障害型冷害に強い品種

昭和55(1980)年冷害でコシヒカリが冷害に強いことが判明

冷害に強く食味の良い品種への移行

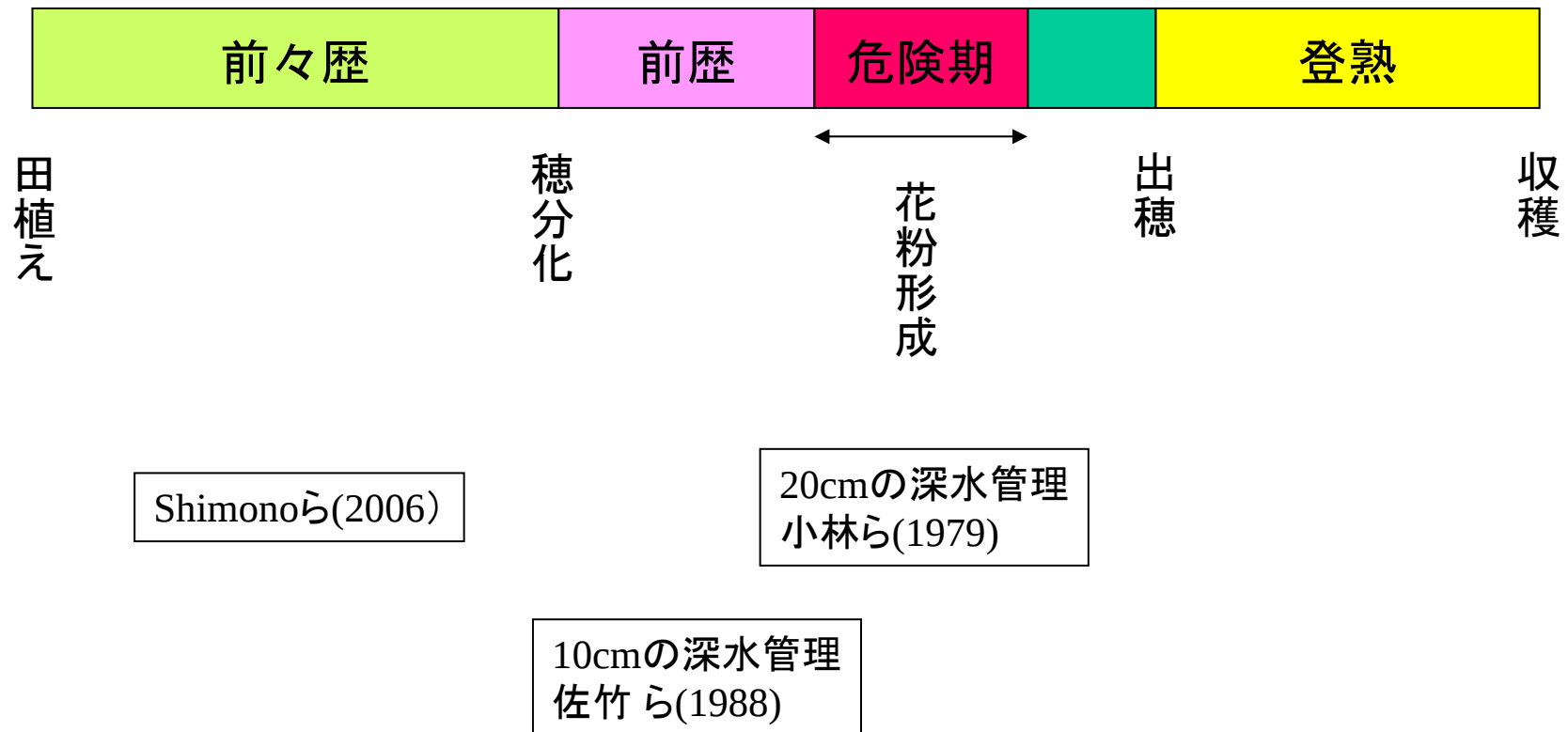
	1980年当時	現 在
青森	むつほまれ (5)	つがるロマン (4)
岩手	アキヒカリ (6)	いわてっこ (2~3) どんぴしゃり (2) あきたこまち (5)
宮城	ササニシキ (6)	ひとめぼれ (2)

強さのランク：1 最強、2 極強、3 強、4 やや強、5 中、6 やや弱、7 弱



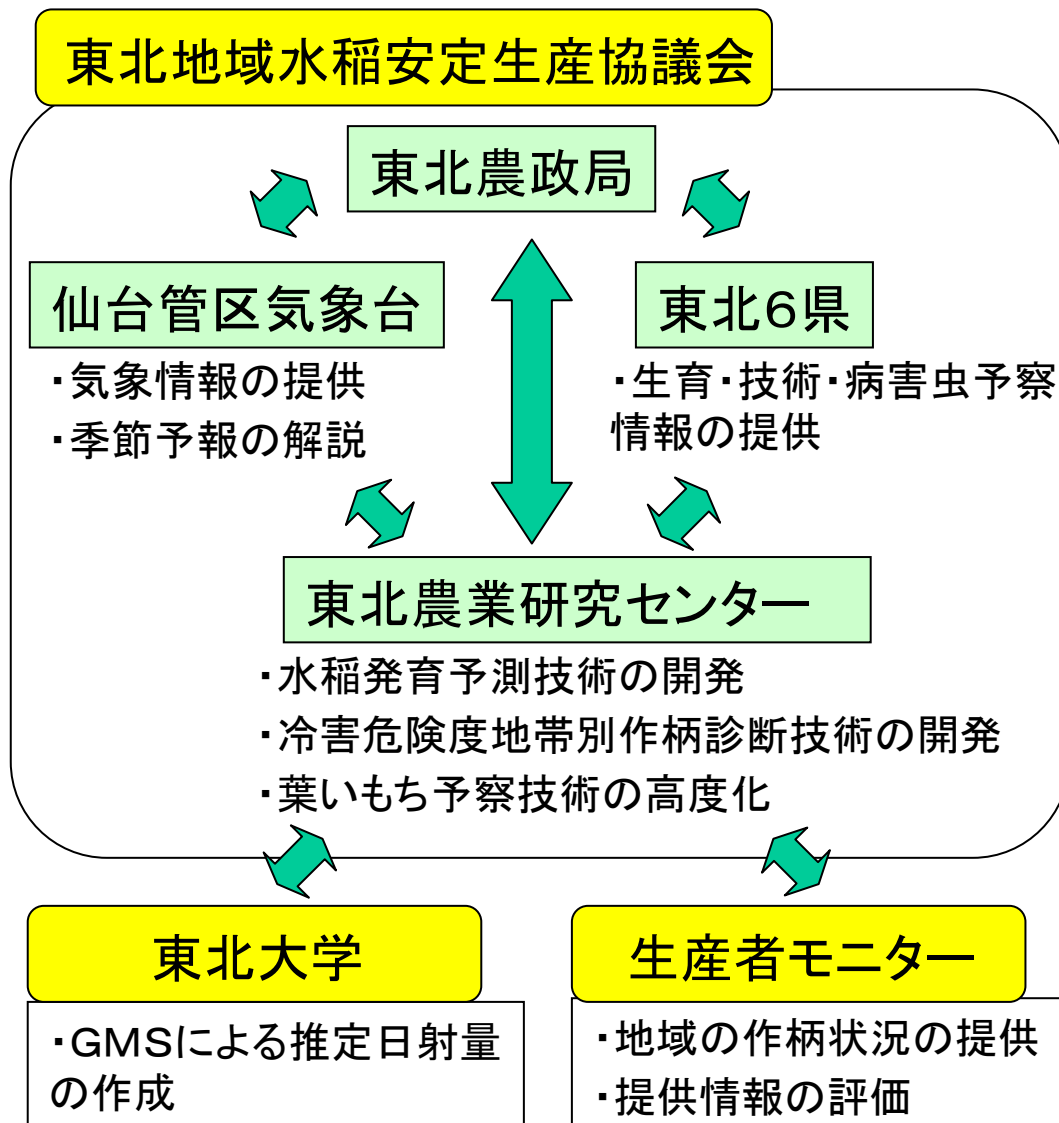
集積する知識、進歩する対応技術

危険期以前の前歴が障害型冷害を軽減





情報化で対策(水稻冷害早期警戒システム)



東北農業研究センター
水稻冷害研究チーム

水稲冷害早期警戒システムへようこそ!!

更新日2004/2/2 05:50

[アンケート協力をお願い](#)

[公開シンポジウムプレゼントのお知らせ](#)

[ダウンロードページ](#)

2002年 早期警戒の活動を振り返る

[総合案内](#) [最新情報](#)

[09:00のメダス情報](#) [東北の日射量](#)

[早期警戒情報](#) [生育・作柄情報](#)

[早期警戒関連情報](#) [東北の稲作](#)

[東北6県技術情報](#) [事務局だより](#)

[意見交換の広場](#) [関連サーバ](#)

ご意見は意見交換の広場をご利用ください。
事務局へのメールもあります。
水稻冷害研究チーム通信事務局
編集長代理：神田英司



未来に向けて

温度上昇
CO₂濃度上昇
変動拡大

に適応するために



モデルの予測は本当か？

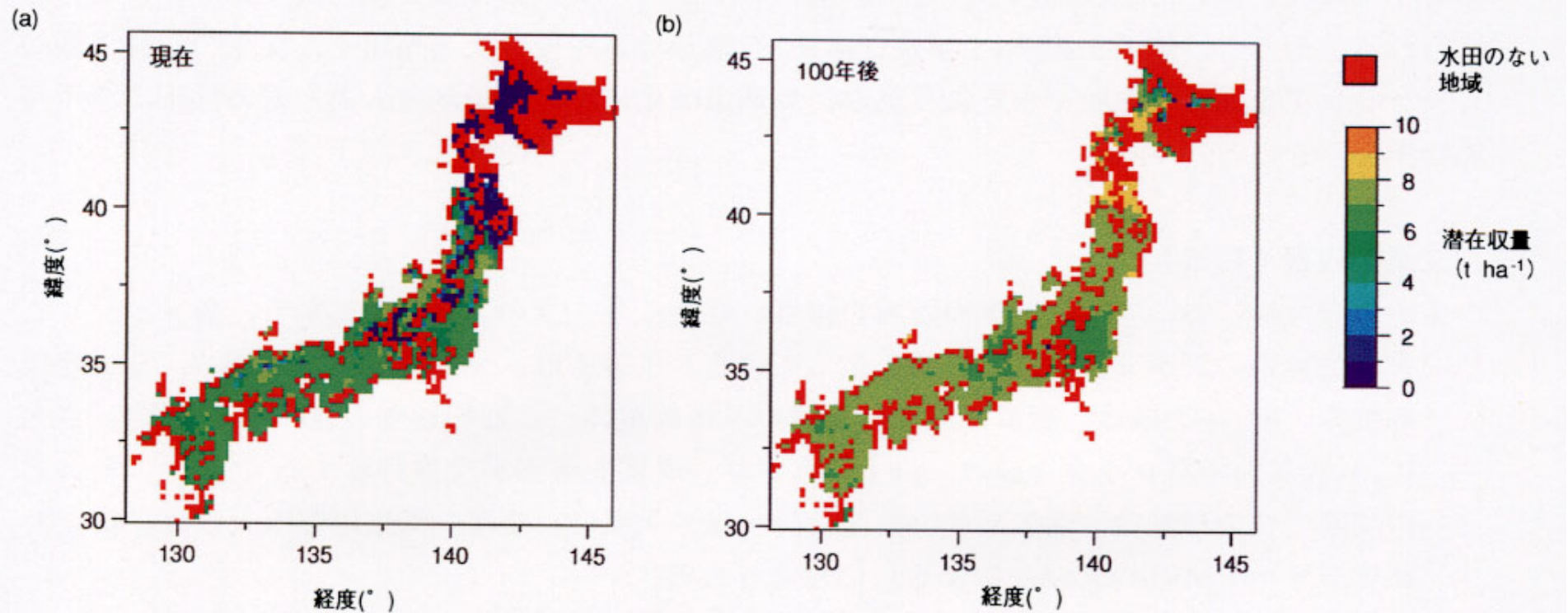
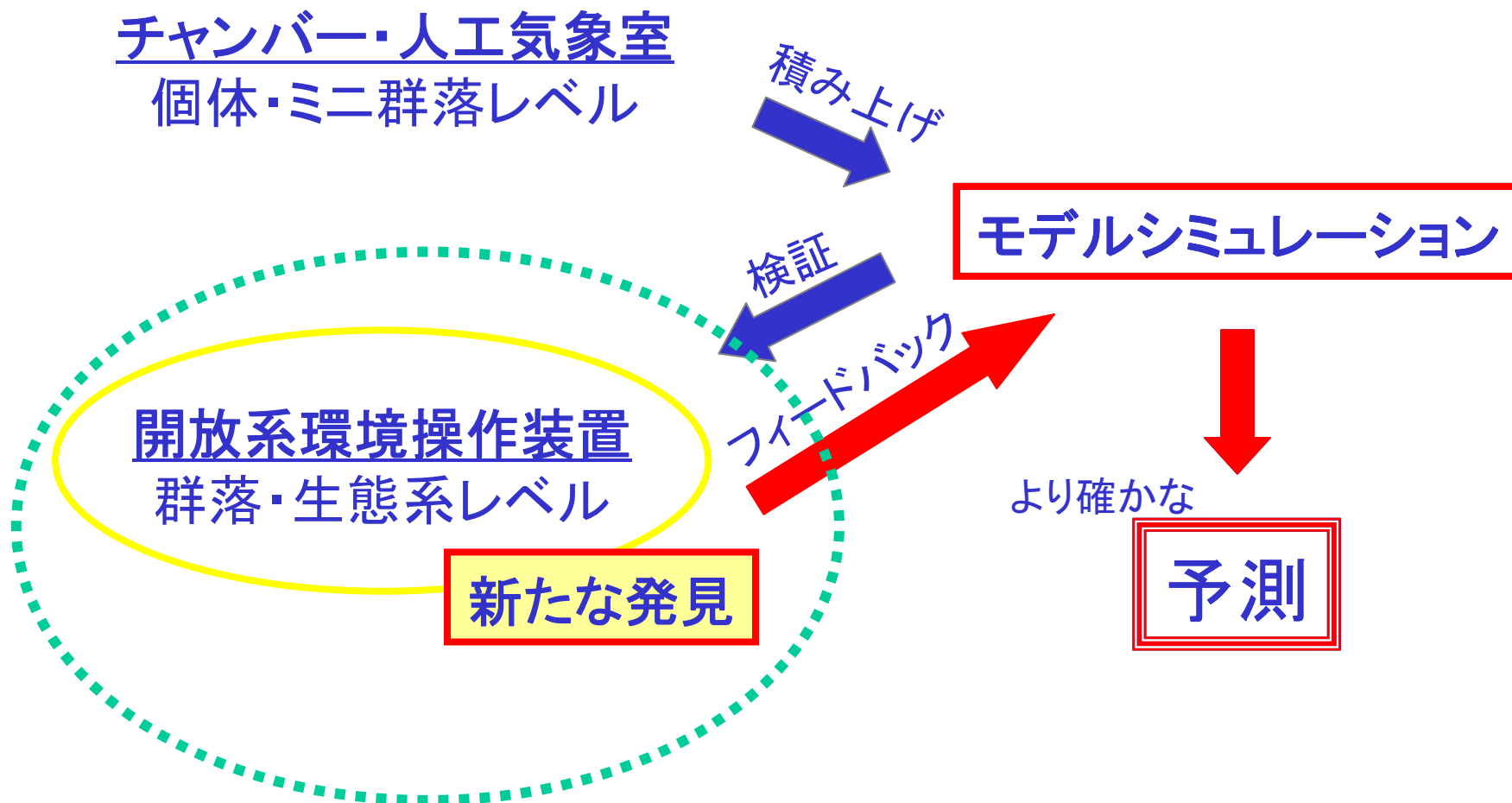


図2 現在(a)と、温暖化にあわせて移植日を決定した場合の100年後(b)の水稻の潜在収量の分布



温暖化研究に必要なアプローチ





イネFACE実験(岩手県雫石町)

Free-Air CO₂ Enrichment (開放系大気CO₂増加)



周囲大気CO₂濃度+200ppmに制御



これまでの結果

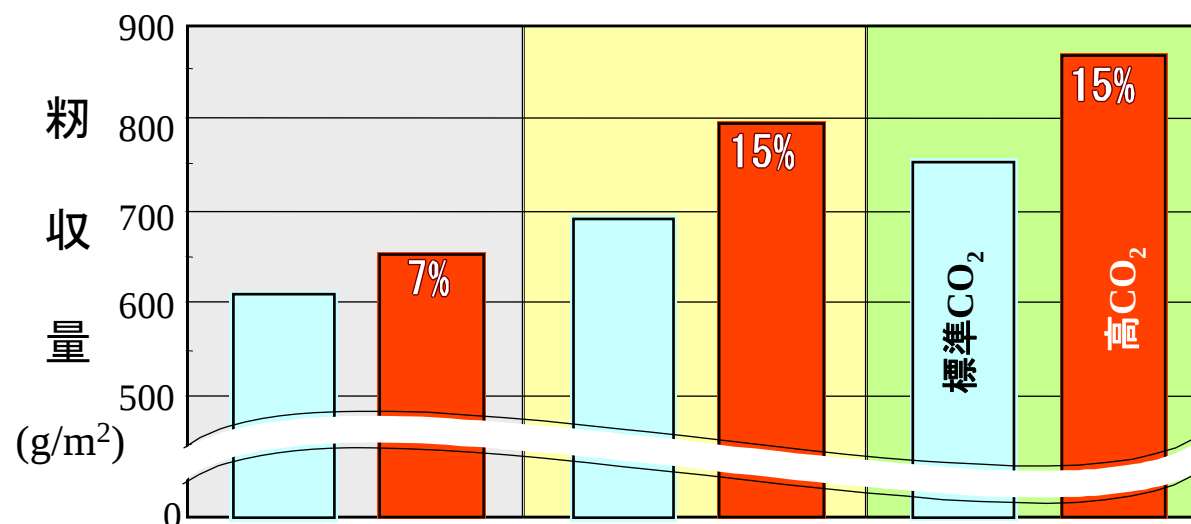
高濃度CO₂ 条件では、

- 1) コメの収量が10～15%増加
- 2) その効果は、窒素施肥量に依存
 - 3) コメのタンパク含量が低下
 - 4) 出穂が早まる品種と早まらない品種
 - 5) 冷害、高温障害を助長
 - 6) 倒伏しにくい
- 7) いもち病、紋枯病にかかりやすい
- 8) メタン発生量が増大
 - 9) 群落温度の上昇と水利用効率の増大

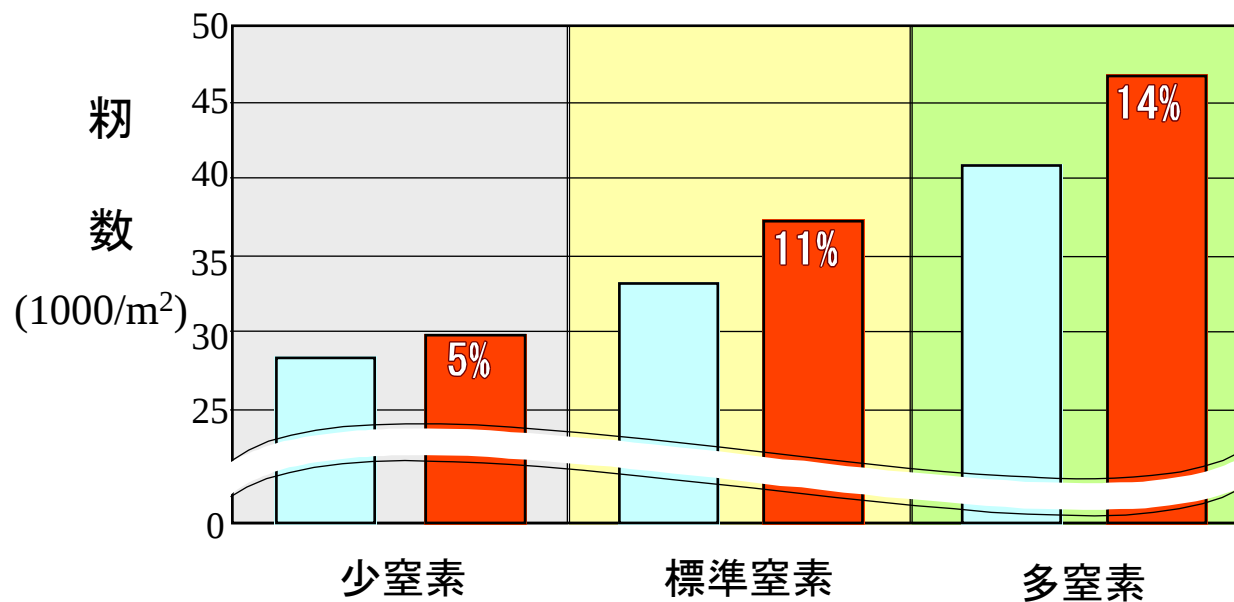


CO₂濃度上昇で

モミ収量の増加



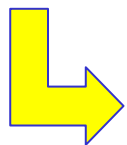
モミ数の増加



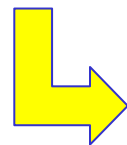


病害で新たな発見

高CO₂



イネ体質・形態の変化



感受性の変化



いもち病



紋枯病



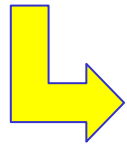
高CO₂でいもち病斑数が増加

年次		分けつ期接種		幼穂形成期接種	
		通常区	高CO ₂ 区	通常区	高CO ₂ 区
1998	株当たり病斑数	86.9	142.9	24.3	33.8
	接種時最上位葉のケイ素含量	3.0	2.6*	3.1	2.7*
1999	株当たり病斑数	26.3	26.7	5.9	6.1
	接種時最上位葉のケイ素含量	2.7	2.9	2.8	2.6
2000	株当たり病斑数	17.8	24.9	7.1	9.3
	接種時最上位葉のケイ素含量	2.6	2.2*	3.0	2.4*
2003	株当たり病斑数	2.8	8.3	—	—
	接種時最上位葉のケイ素含量	2.9	2.4*	—	—
2004	株当たり病斑数	53.1	61.8	—	—
	接種時最上位葉のケイ素含量	2.4	2.3	—	—

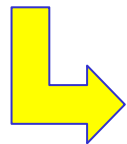


説明？

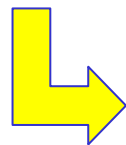
イネ根はケイ酸を積極吸収



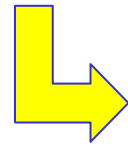
が、その分配は蒸散に依存



高CO₂下で気孔閉鎖
→ 蒸散減少



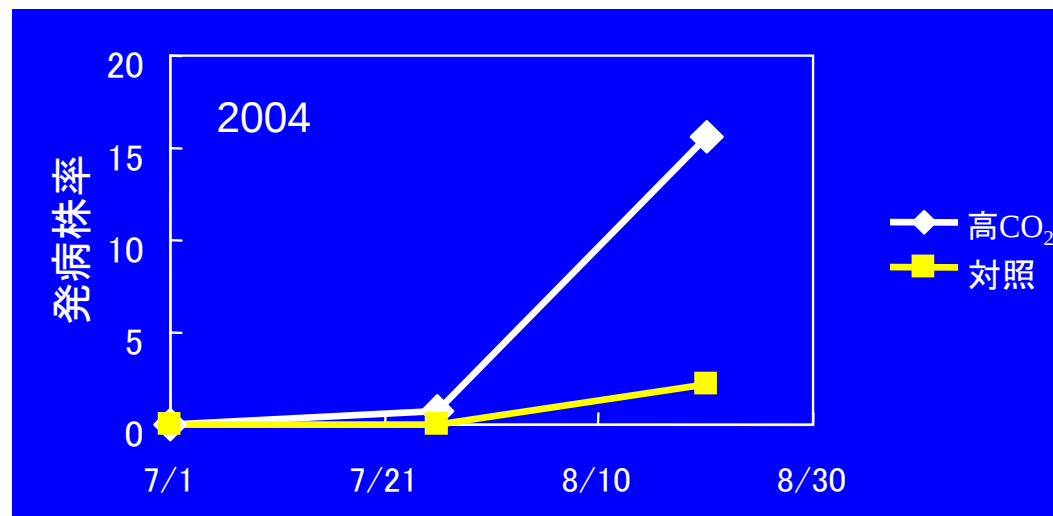
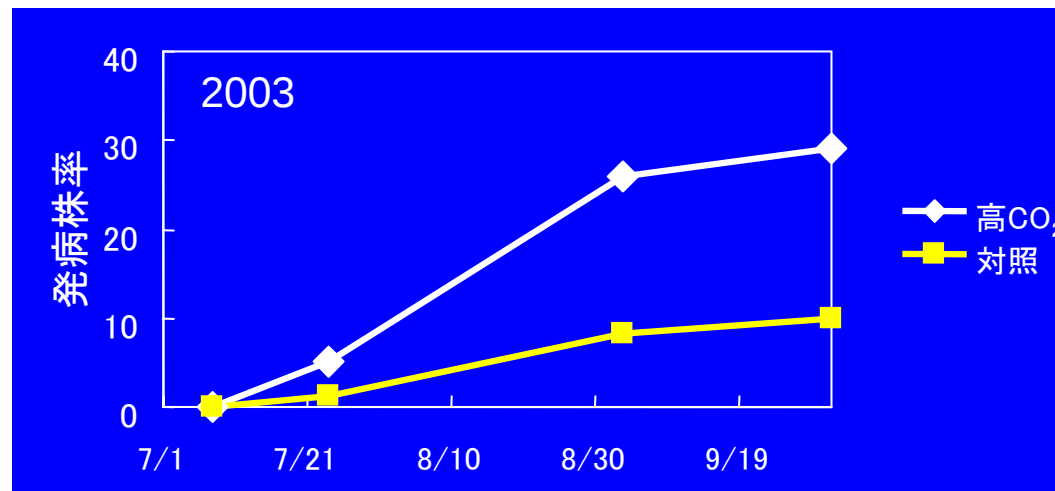
葉のケイ酸濃度低下



いもち感受性の増加



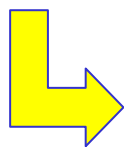
高CO₂下では紋枯病が拡がりやすい





説明

高CO₂で茎数増加



茎元が乾きにくい



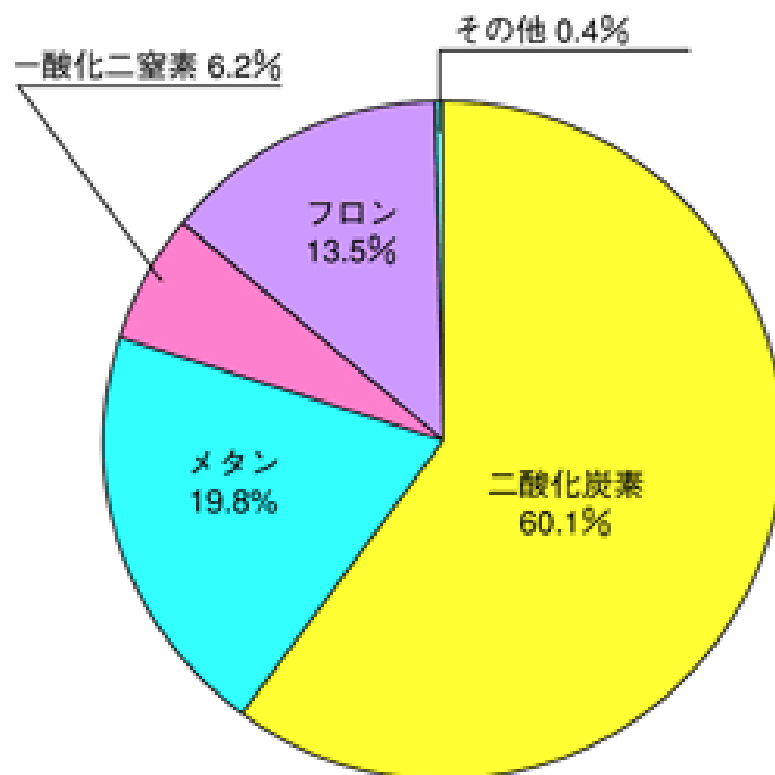
紋枯病の増加

年次		通常区	高CO ₂ 区
1999	発病株率	3.2	10.1
	茎数	27.7	32.7*
2000	発病株率	20.1	40.3
	茎数	29.3	35.1*

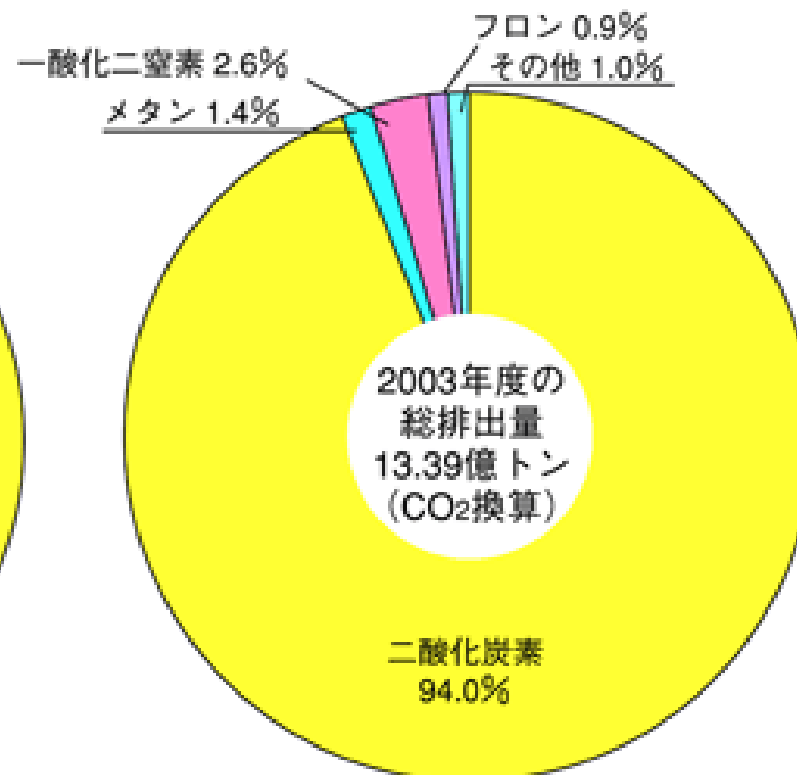


温室効果ガスの地球温暖化への寄与度

産業革命以降人為的に排出された
温室効果ガスによる地球温暖化への直接的寄与度
(1998年現在)



我が国が排出する温室効果ガスの
地球温暖化への直接的寄与度
(2003年単年度)



出典：平成17年版環境白書



メタン、一酸化二窒素(N_2O)

- メタン放出の50%強と N_2O 放出の1/3が人為起源
- どちらも農業が主要放出源の一つ
 - メタン: 水田から全放出量の12%、家畜から15%
 - N_2O : 窒素肥料由来が大半
- 温暖化係数が CO_2 に比べて大きい
 - メタン: 23倍
 - N_2O : 296倍
- 水田からのメタン放出の90%はイネ体を通過



チャンバー法でメタン放出速度を測定





FACEでメタン放出量が増加

水田FACE実験におけるメタン放出量の変動 (gC/m²)
(Inubushiら, 2003, Hoqueら, 未発表)

年次	対照区	FACE区	FACE区／対照区
1999	11.98	16.46	37%増加
2000	5.76	8.69	51%増加
2004	10.11	11.27	11%増加



温度が上がったら

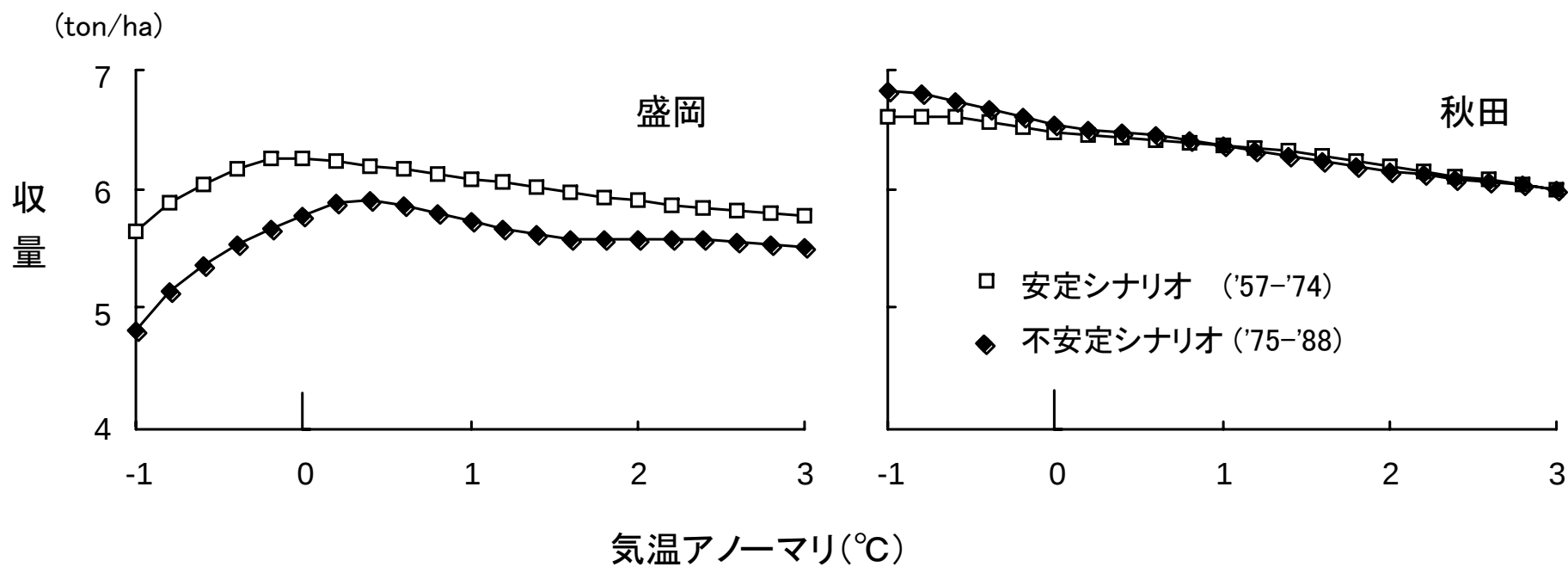
【これまでの予測】

- ・生育期間が短縮して減収
- ・晩生品種の導入で回復

果たして、それは事実か？



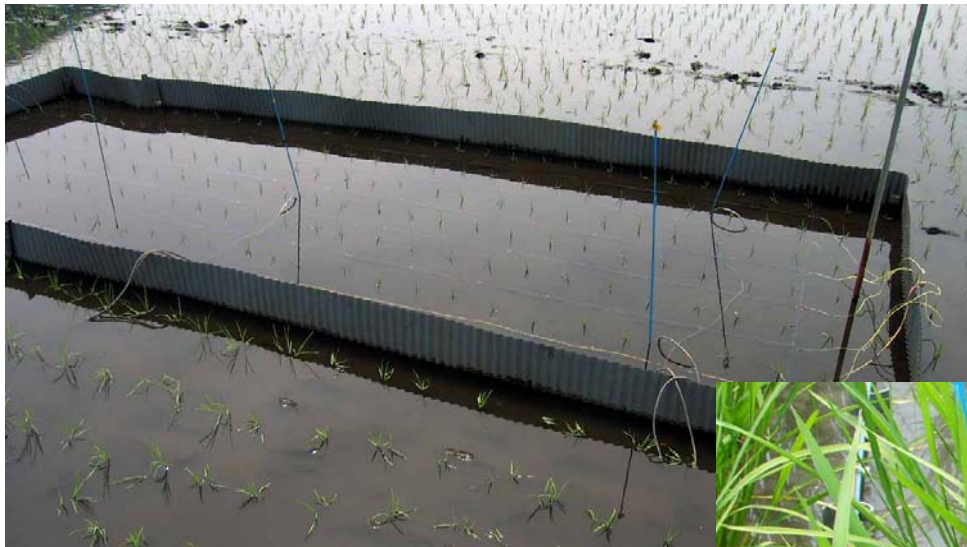
モデルによる予測では、温度上昇で減収



気温アノーマリが水稻の収量に及ぼす影響



温度上昇実験を試みた



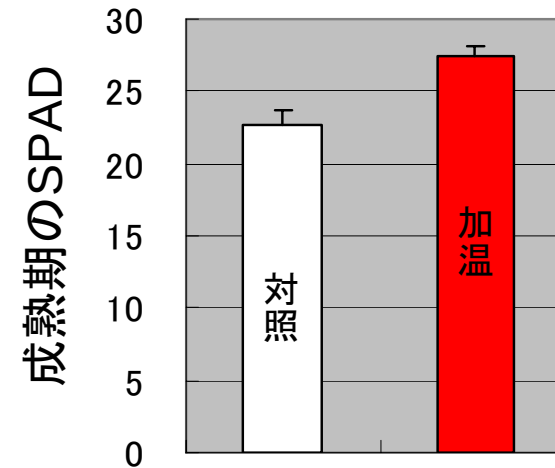


出穂は早まるが、成熟は遅く、むしろ増収

出穂日の変化

($p < 0.01$)

対照区	加温区
8月8日 ± 0.25	8月5日 ± 0.25



収量

	対照区	加温区
精玄米重 (g/m^2) *	505.5 ± 14.9	550.2 ± 34.8
籾数 ($1/\text{m}^2$)	27703 ± 1388	28064 ± 1911
千粒重 (g) ***	20.8 ± 0.1	21.4 ± 0.1
登熟歩合 (%) **	88.1 ± 1.5	91.6 ± 0.7

FACE＋温暖化
実験を19年度か
ら開始(世界初)

*) $p < 0.1$, **) $p < 0.05$, ***) $p < 0.01$



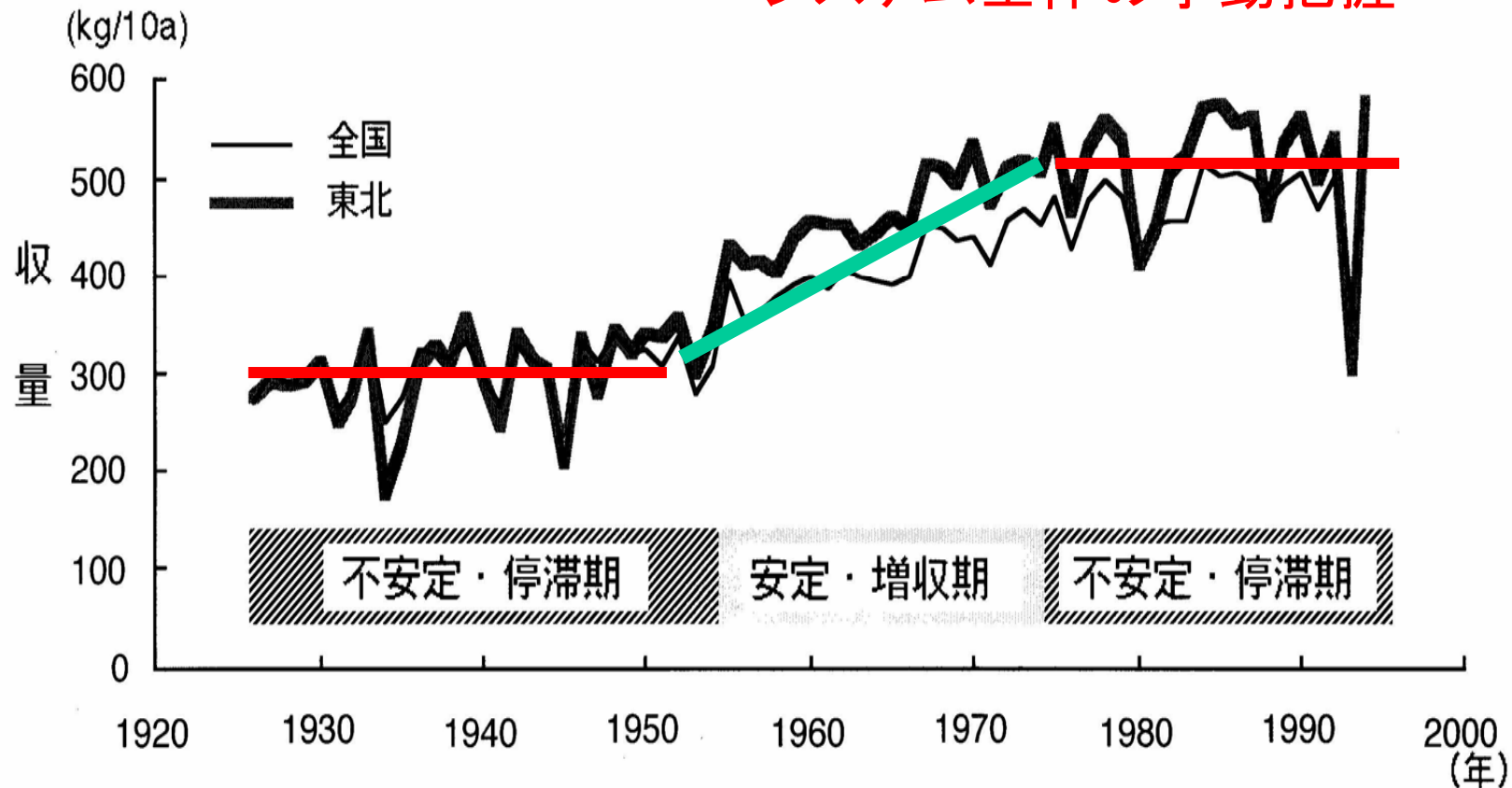
温暖化研究に必要な視点

- 既往の知識を積み上げても、正解なし
- 実験系(プラットフォーム)の確立
- 学際的な取り組み



安定に強く、変動に弱い分業科学

安定環境 → 目標(ポテンシャル)不変
→ プロセスの細分化が容易
変動環境 → 変動する目標
→ システム全体の挙動把握





バイオマスエネルギーへの期待



米エタノールは温暖化抑制？

一石二鳥？

- 1) バイオエタノール生産
- 2) 減反田の復活

10kgの米から3Lのエタノールを抽出

→ CO₂削減: 350kg

水田からのメタン放出

→ 温室効果: CO₂相当 345kg

ご静聴ありがとうございました

