

# 気候変動は農業にどのような 影響を及ぼすのか

(独)農業環境技術研究所 大気環境研究領域

主任研究員 横沢 正幸

# 気候変動の食料供給への影響

温暖化・気候変動

## 国内農業への影響

生育環境の変化

収量の変化  
産地の移動  
生産量の変化  
不作の発生頻度の変化

## 食料輸入への影響

輸入元の食料生産  
への影響

輸入元の生産  
環境変化

我が国への輸出  
への影響

諸外国との食料競合  
への影響

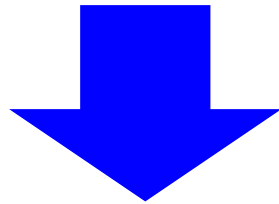
輸入元の食料  
需給の変化

食料輸入の競合

食料安定供給への影響

# 気候変動の食料供給への影響

- 平均的な気候変化だけでなく、突発的な変化に対して農業生産は脆弱である

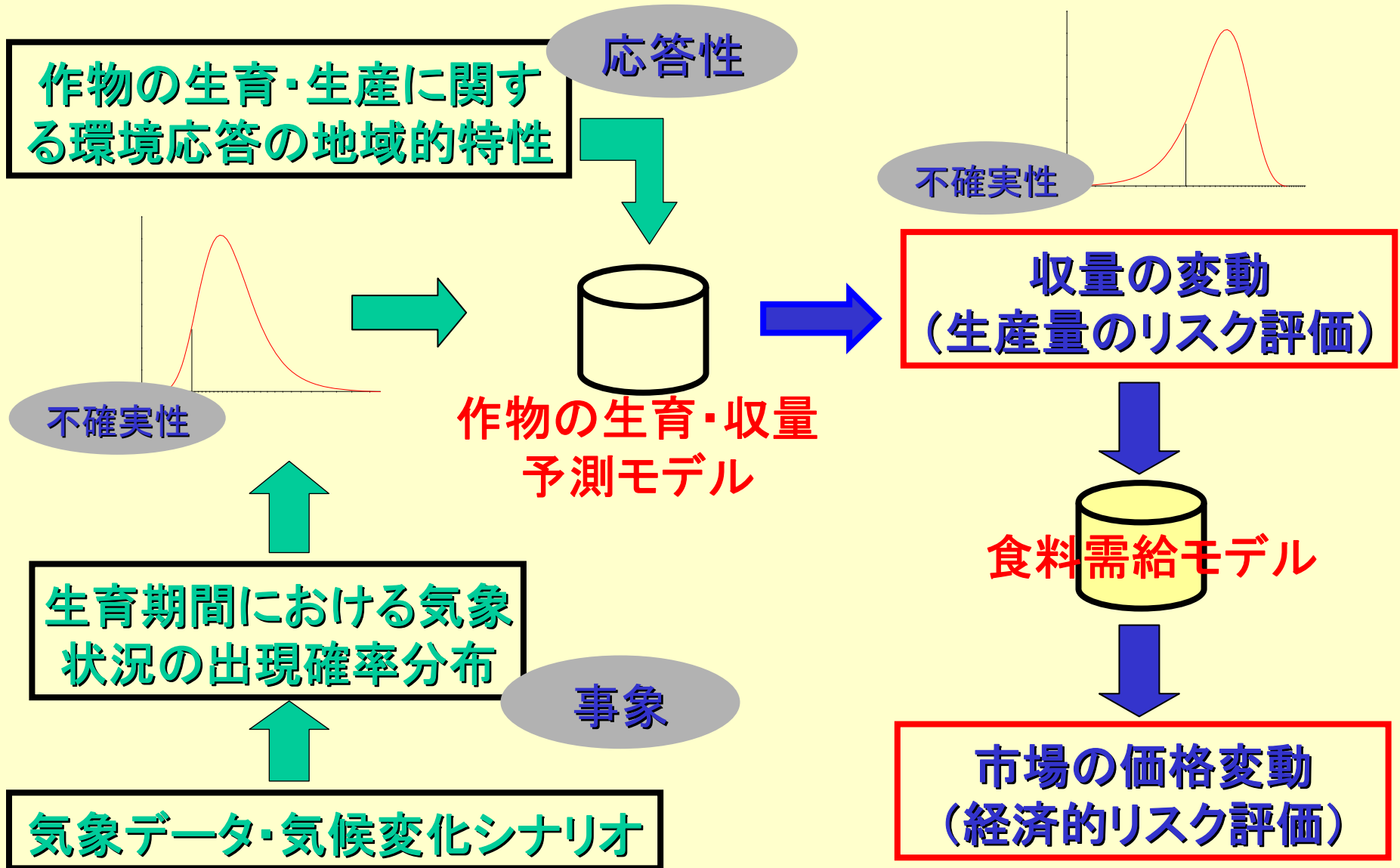


- 気候変動による異常気象、同時不作の可能性  
主要生産地の凶作が重なるとすれば、たとえそれが数百年に一回であっても重大な影響を引き起こすだろう。

# 内容

- 農業影響の評価フレーム
- 作物(コメ)の生育・収量予測モデル
- 日本のコメ生産に対して予測される影響
- 今後の課題

# 農業影響の評価フレーム



# 作物の生産過程と関係する事象

降水

気温

日射

...

自然現象による事象

生育・収量予測モデル

播種  
移植

成長

出穂

成熟

収穫

人為的事象

品種改良

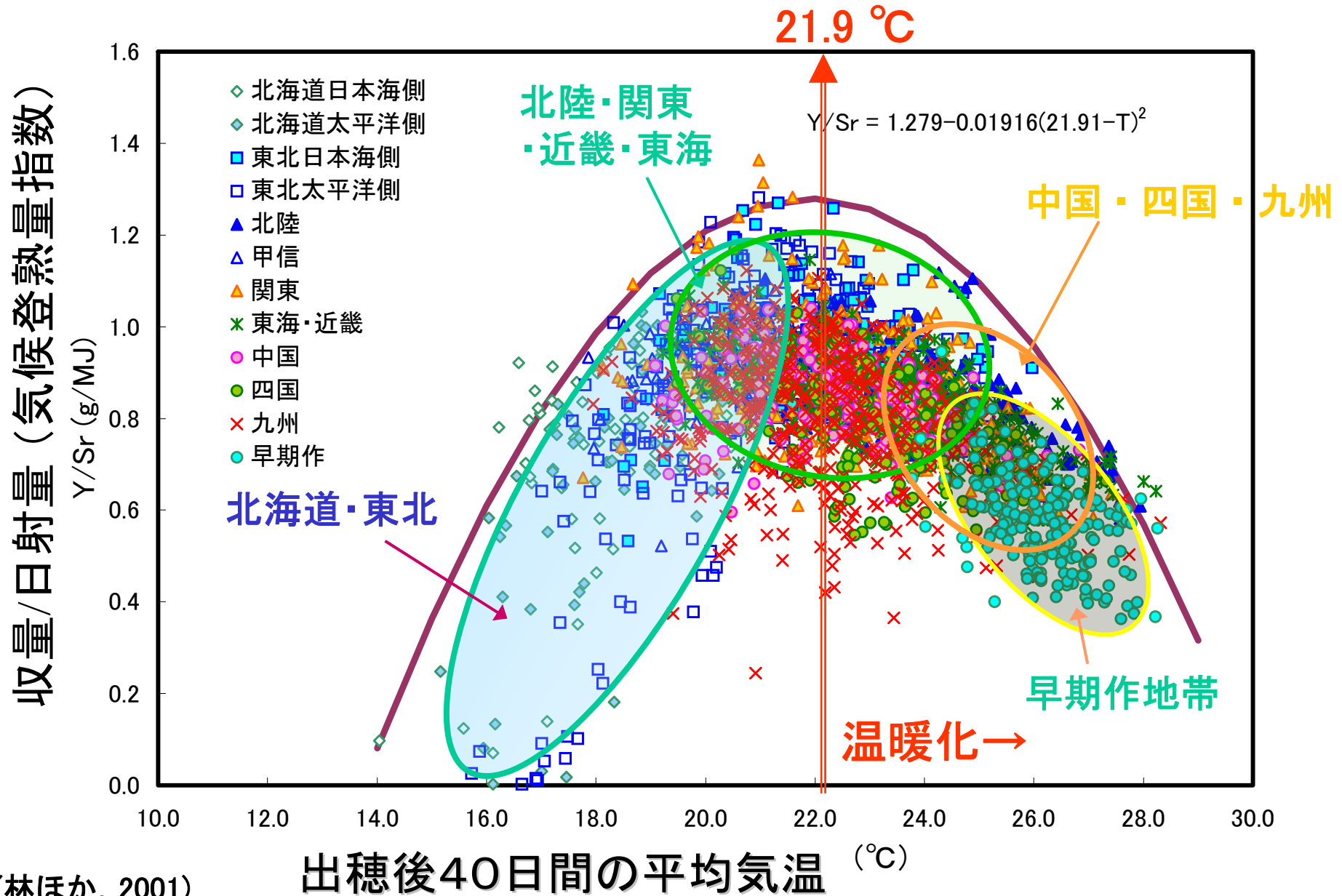
施肥・施設

...

# 作物の生育・収量予測モデル

- 環境条件が変化した場合の作物の収量を予測する手段
- **統計モデル**: 過去の気象状況と収量の関係などから統計的に導く。
- **プロセスモデル**: 作物の生育や登熟等の成長過程のメカニズムから導く。

# 統計モデル: 日射量・気温・コメ収量の関係

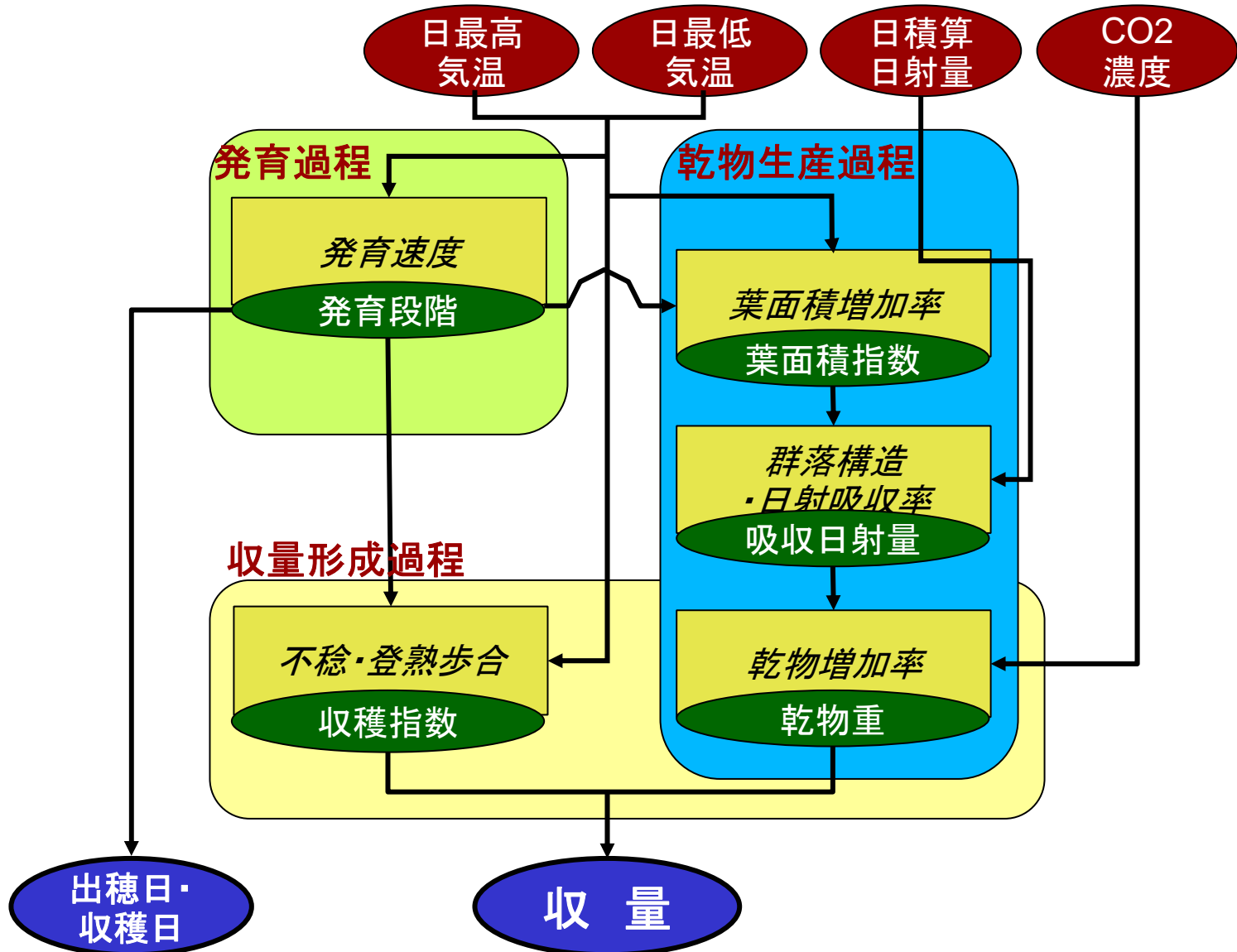




# 水稻生育モデル (SIMRIW)

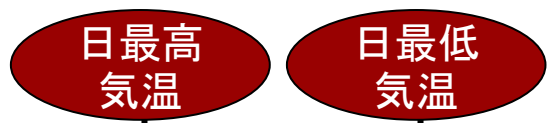
*Simulation Model for Rice-Weather Relationships*

(Horie et al., 1995)



# 水稻生育モデル (SIMRIW)

## - 発育過程



発育段階

DVI(t) : 0:移植

1.0:出穂

2.0:収穫

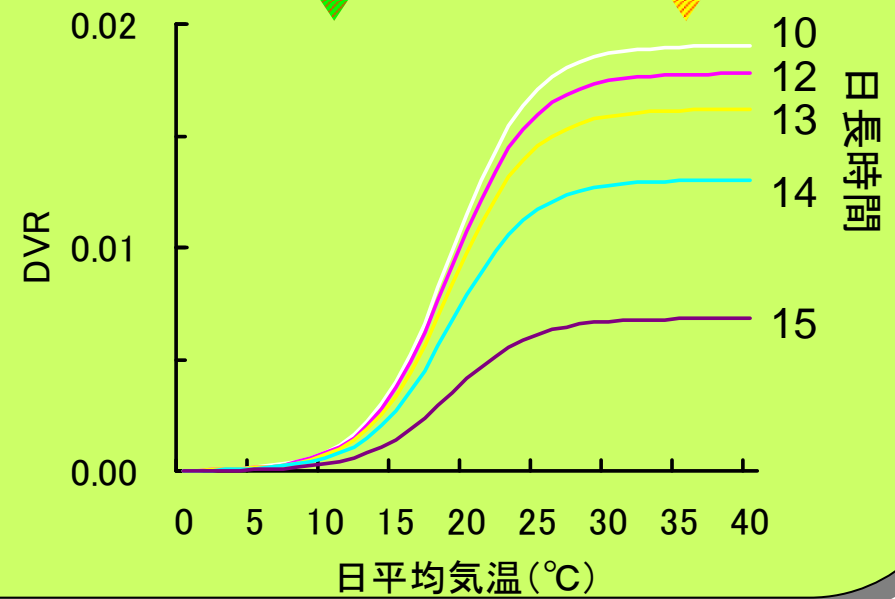
発育速度

DVR

$$= \frac{1}{G} \frac{1 - \exp\{B(L_0 - L_c)\}}{1 + \exp\{-A(T - T_h)\}}$$

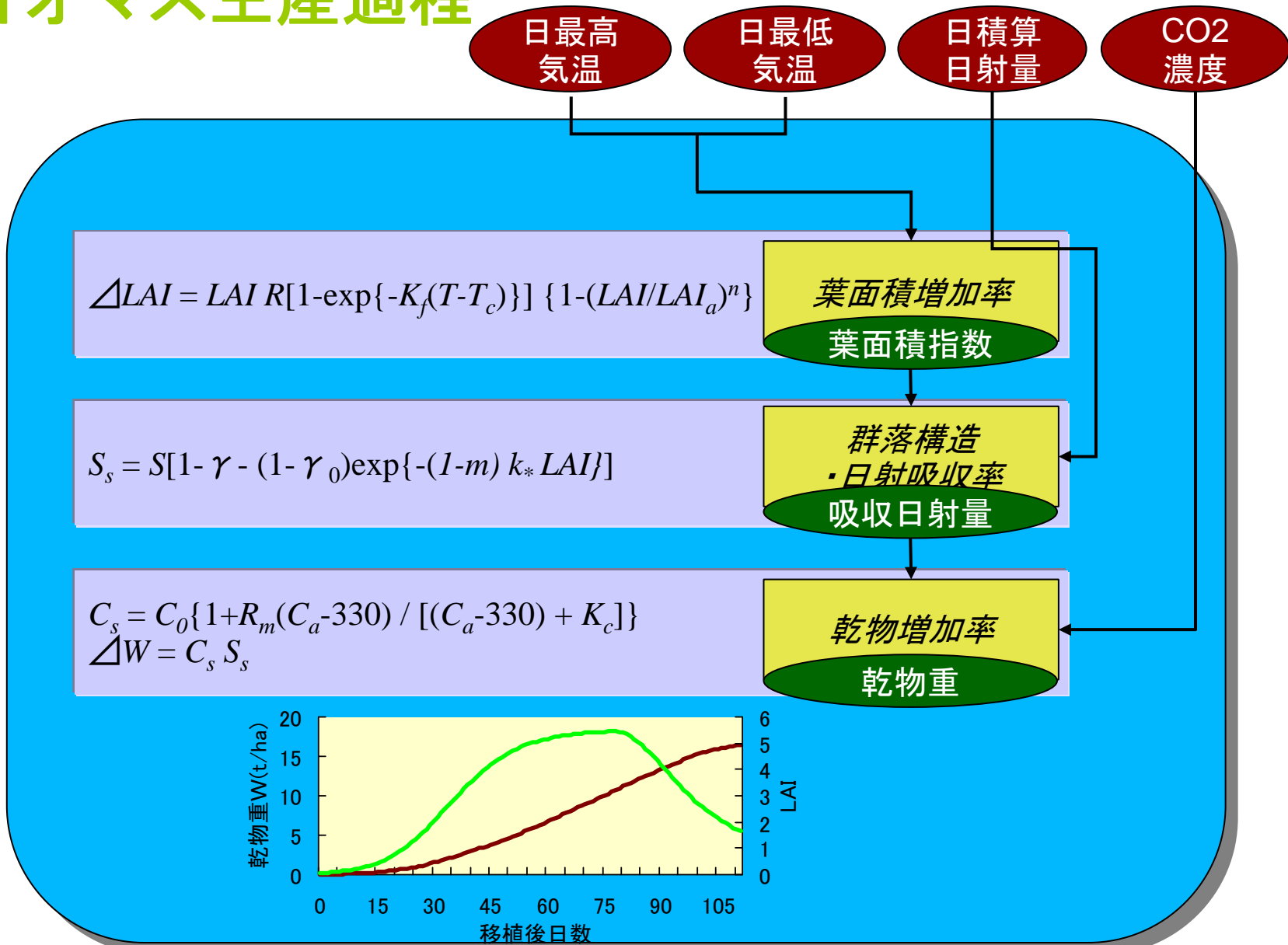
$T$ ; 日平均気温,  $L$ ; 日長時間

$G, B, A, L_0, T_h$ ; パラメータ



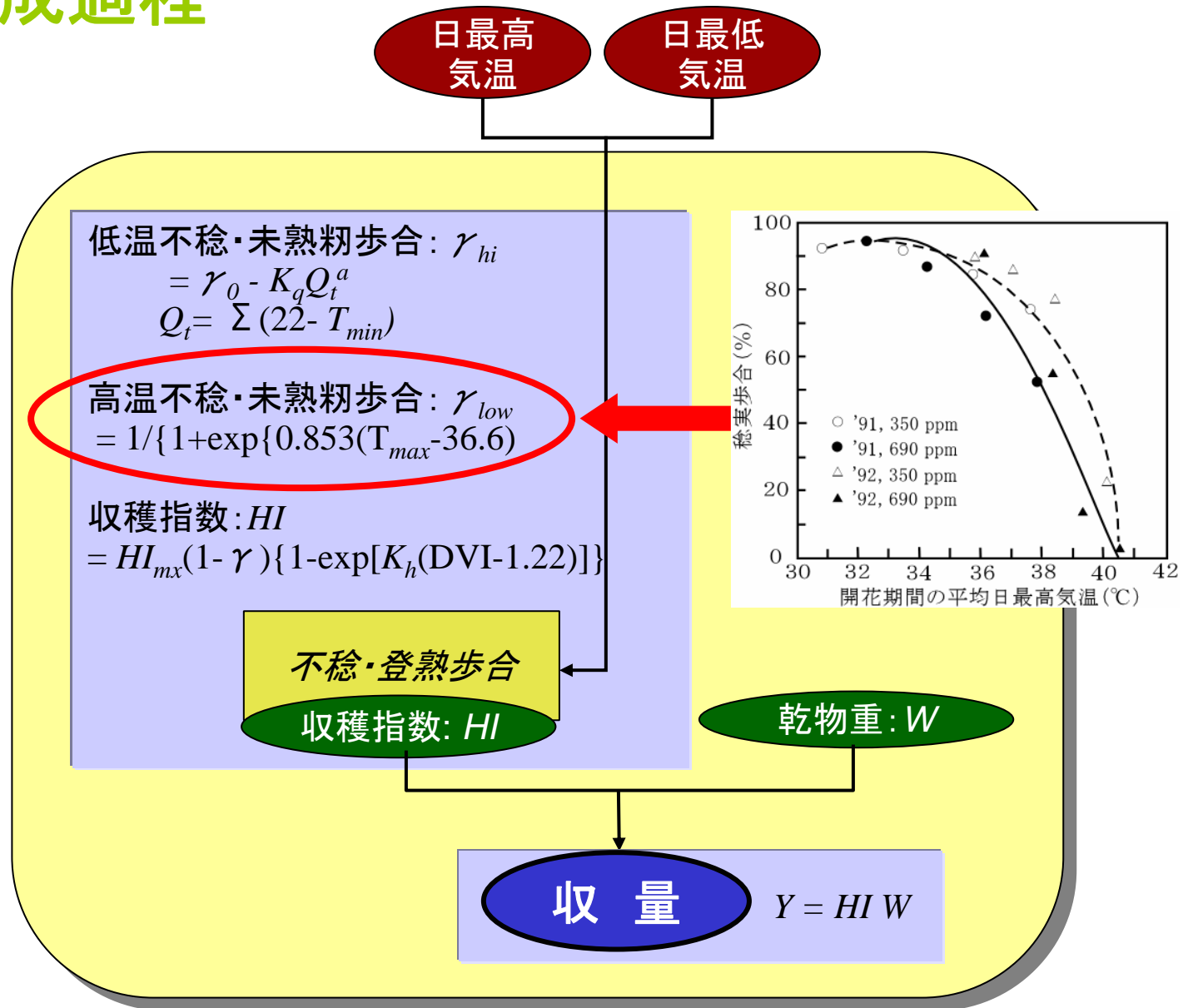
# 水稻生育モデル (SIMRIW)

## - バイオマス生産過程



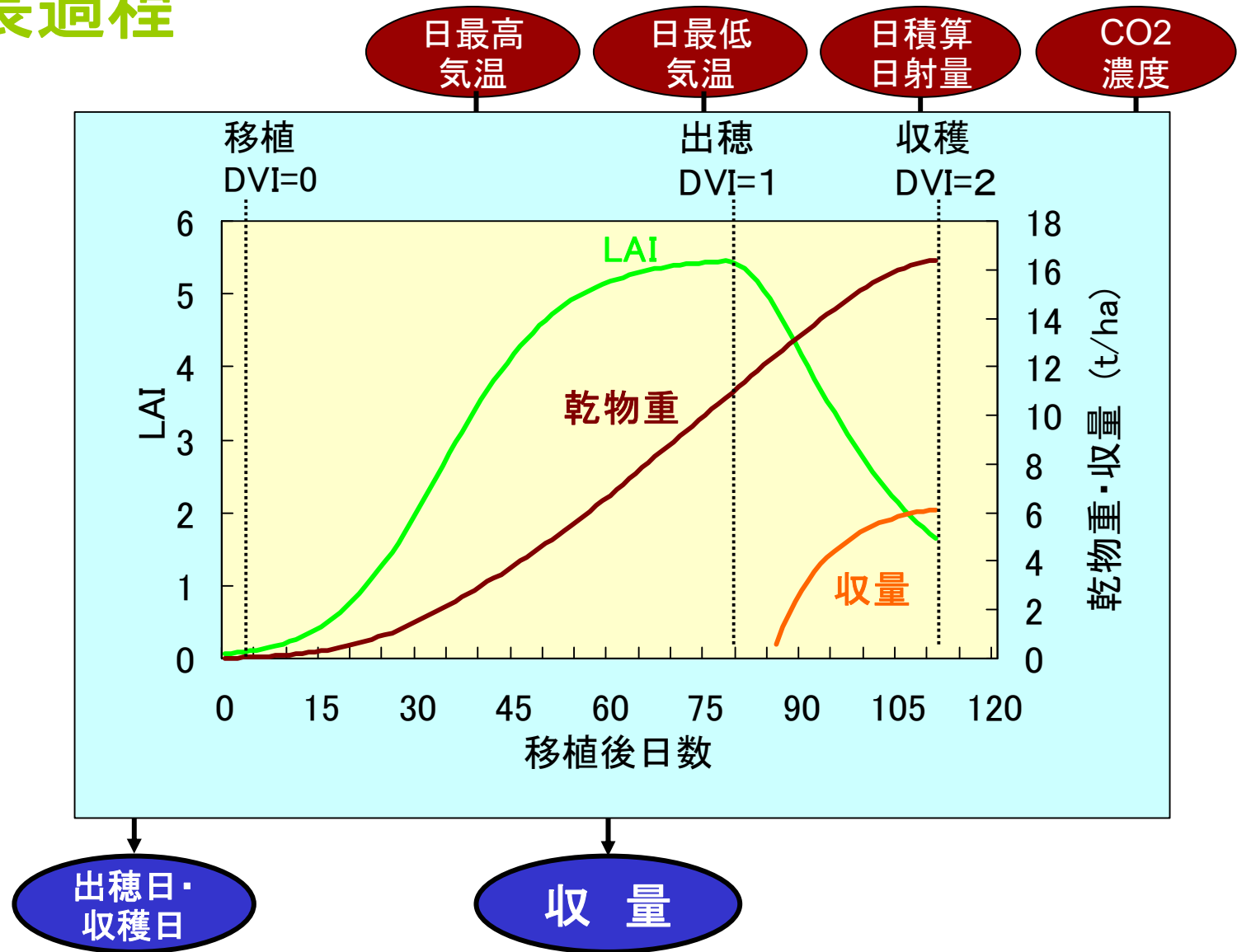
# 水稻生育モデル (SIMRIW)

## - 収量形成過程



# 水稻生育モデル (SIMRIW)

## - 成長過程



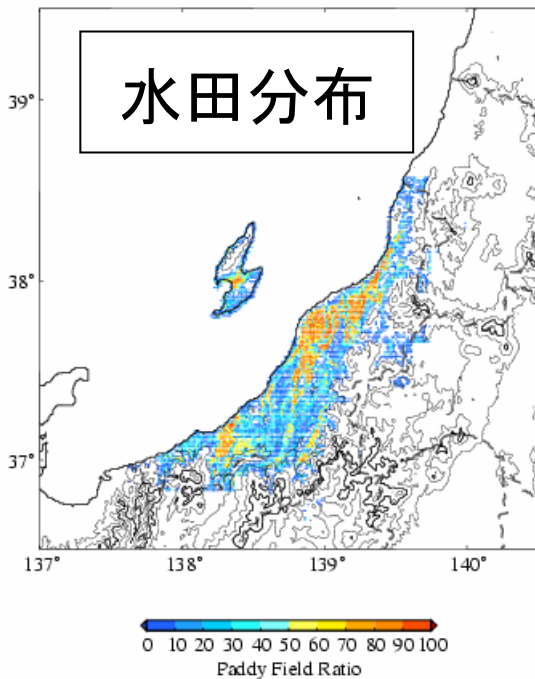
# 水稲生育モデル (SIMRIW)

## - パラメータと潜在収量

- モデルには、**品種ごとに異なるパラメータ**が必要であり、あらかじめ圃場試験・人工気象室等の実験値からパラメータを求める必要がある。
- 出力される収量は、雑草や病害虫等が無く、最適条件で栽培された場合の**潜在収量**である。しかし、日本の水田のように**技術的水準が揃っている場合は、潜在収量と実収量は比例関係にあると**考えられる。

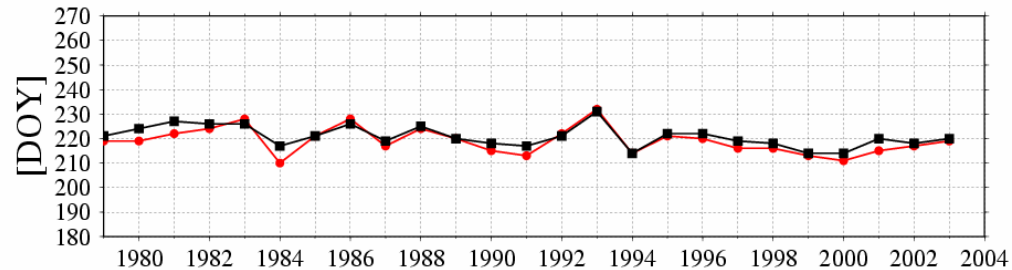
# プロセスモデルの広域スケールへの拡張

県別農林統計  
(都道府県ごとの平均的  
生育・収量)

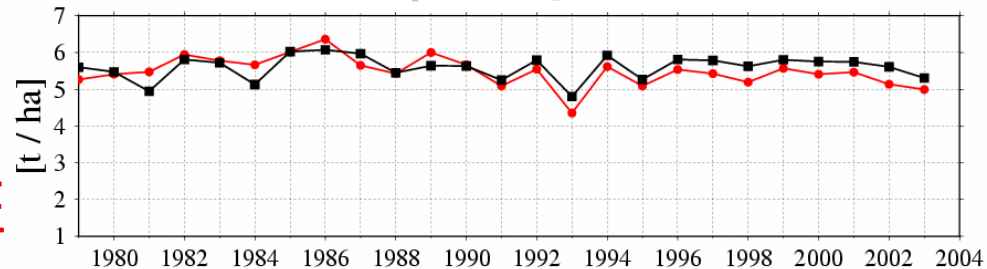


パラメータ  
の決定  
モデルの検証

## 県平均の出穂日



## 県平均収量



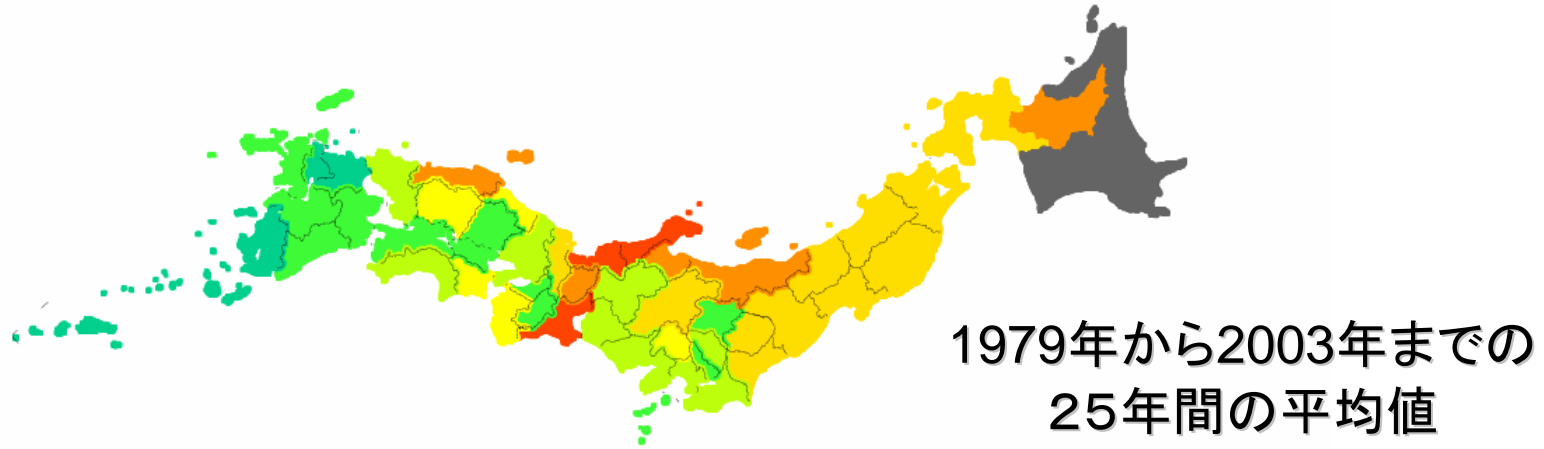
黒線:統計値

赤線:モデル推定値

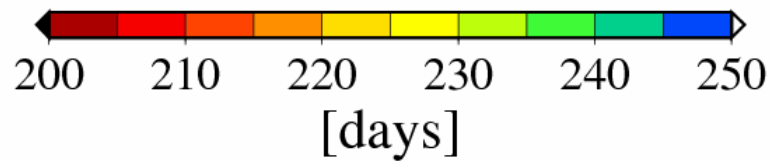
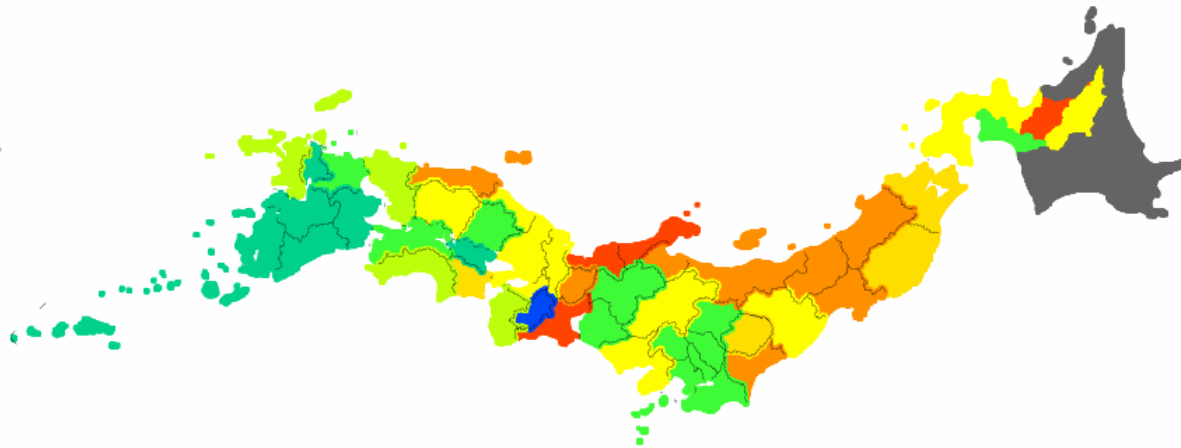
水田を対象とする領域  
平均気候データ

# 出穂日の推定

統計



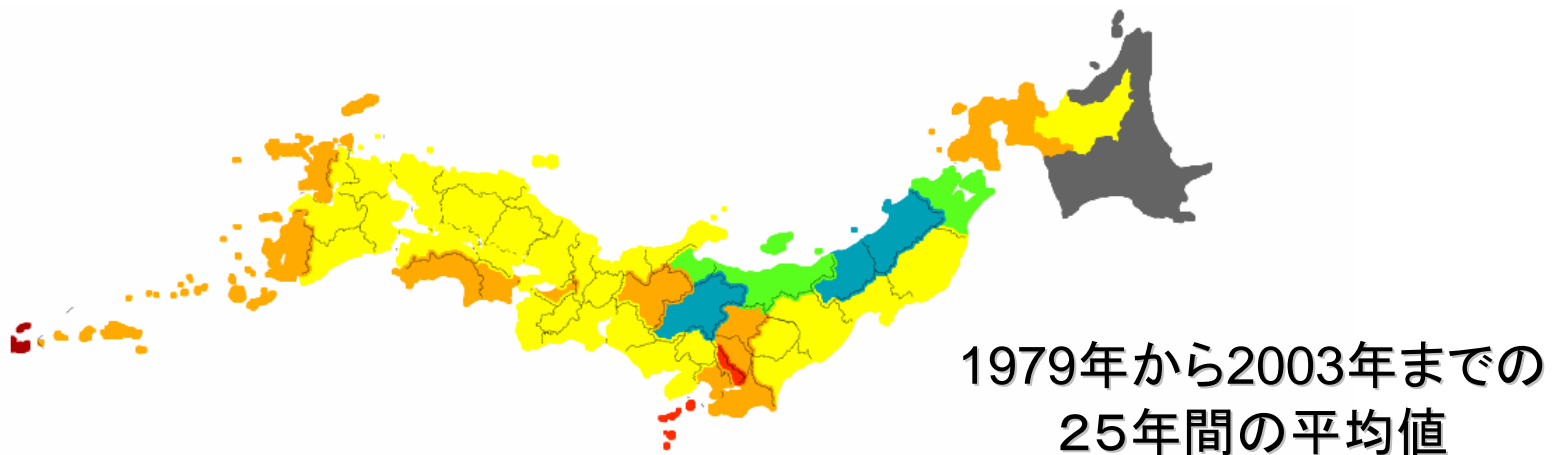
モデル



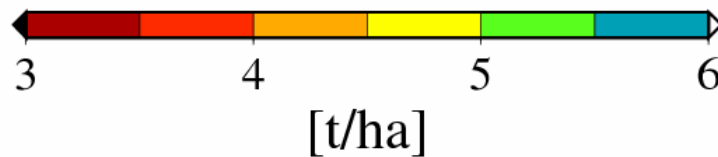
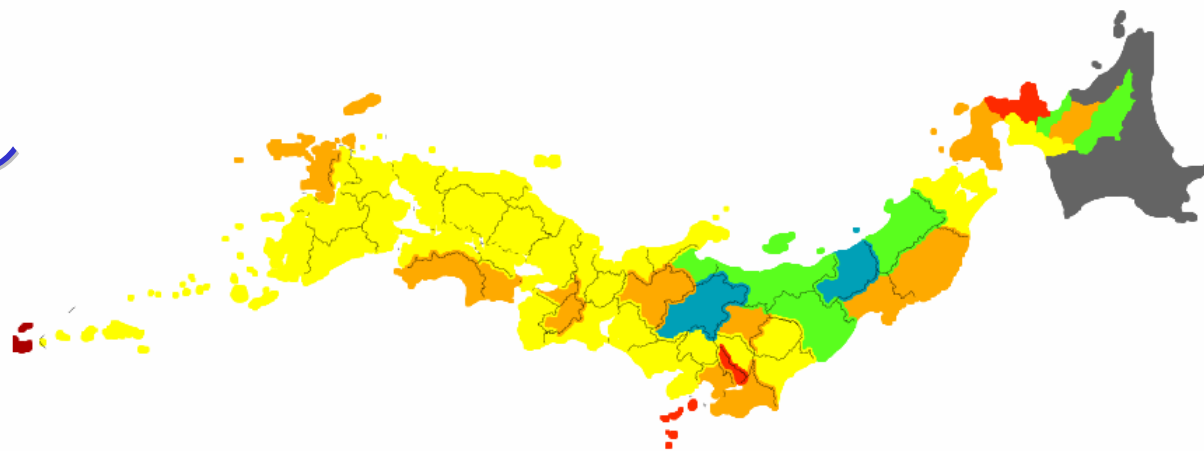


# 収量の推定

統計



モデル



# 出穂日・収量変動の比較結果

- 高温や低温に対する感受性を評価する上で重要である出穂日の予測は、北海道を除き平均5日程度の誤差で推定できる。
- 収量についても1.0 t/ha以下の誤差で推定できる。
- 経年変動については、とくに東北の太平洋側および北海道で、絶対値を含めた変動を再現することは難しい。
- 収量形成過程モデルの改良ならびに水田分布を考慮したスケールアップが必要である。

# 気候変動の影響

## 気候変化シナリオの作成

- 全球気候モデルの10年平均データ(1990年代と2070年代)の差分を1990年代の各年の気象データに加える。
- 境界条件として、領域気候モデルによって2段階のダウンスケールを行う。(1段目:120km、2段目:30km)
- さらに距離逆数重み付け線形内挿によって10kmまでダウンスケールし、県ごとに水田土地利用分布に基づいて領域平均の気候変化データを作成する。

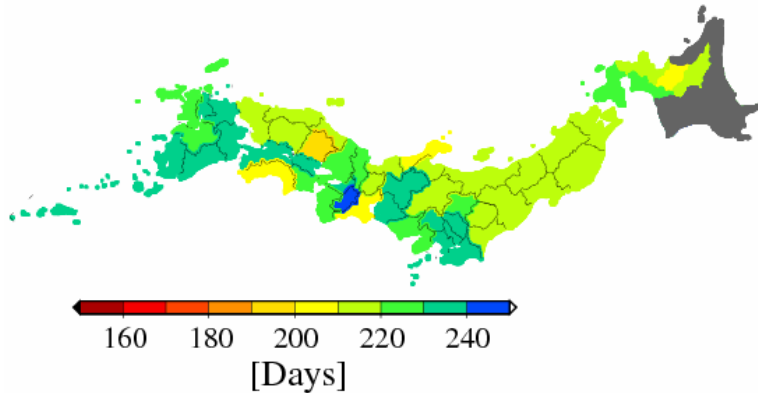
GCM: MRI-CGCM2 (Yukimoto et al., 2001)

RCM: TERC-RAMS

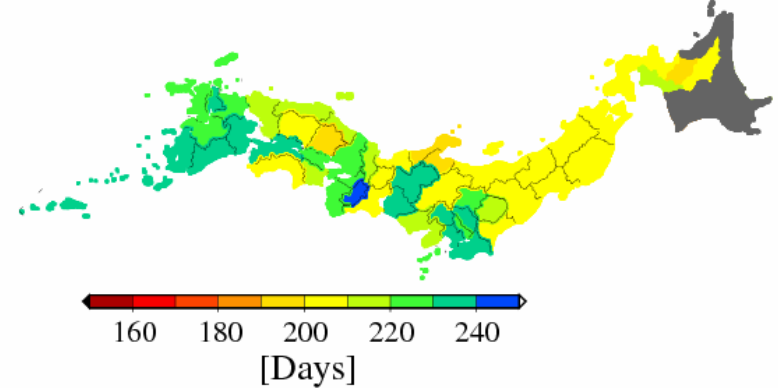
# 日本のコメ生産に対して予測される影響

1990年代の気象値に2070年代の気候変化分を重ねた状況を仮定

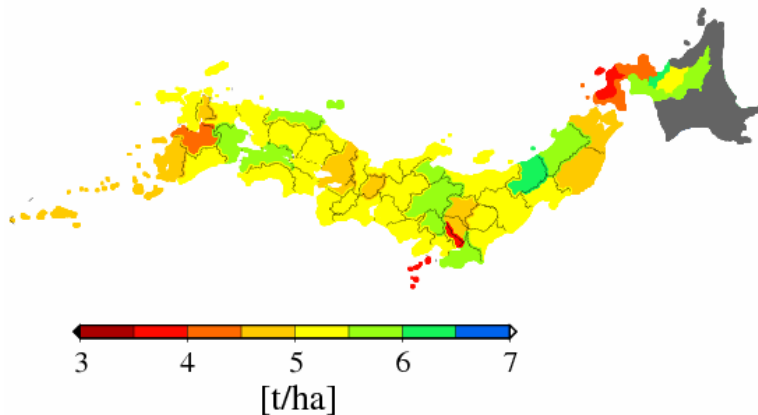
## 出穂までの日数(現在)



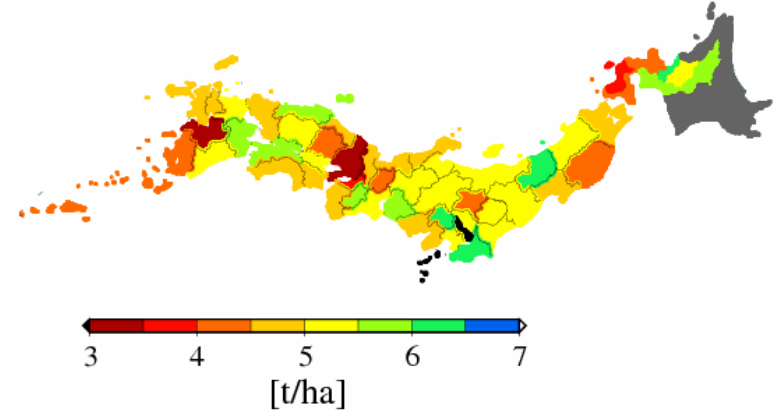
## 出穂までの日数(気候変化後)



## 収量(現在)



## 収量(気候変化後)

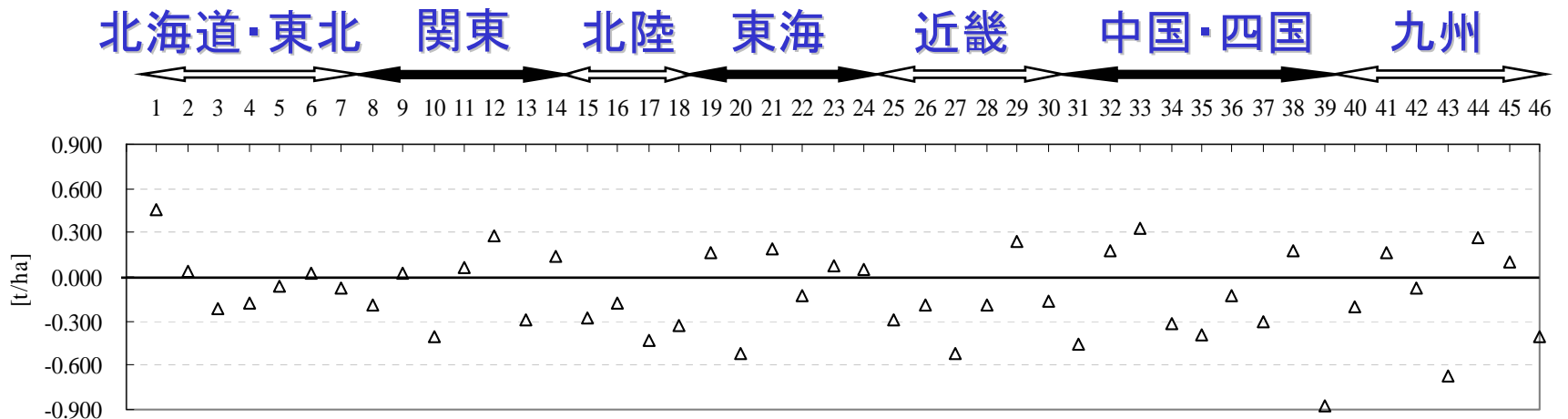


# 日本のコメ生産に対して予測される影響

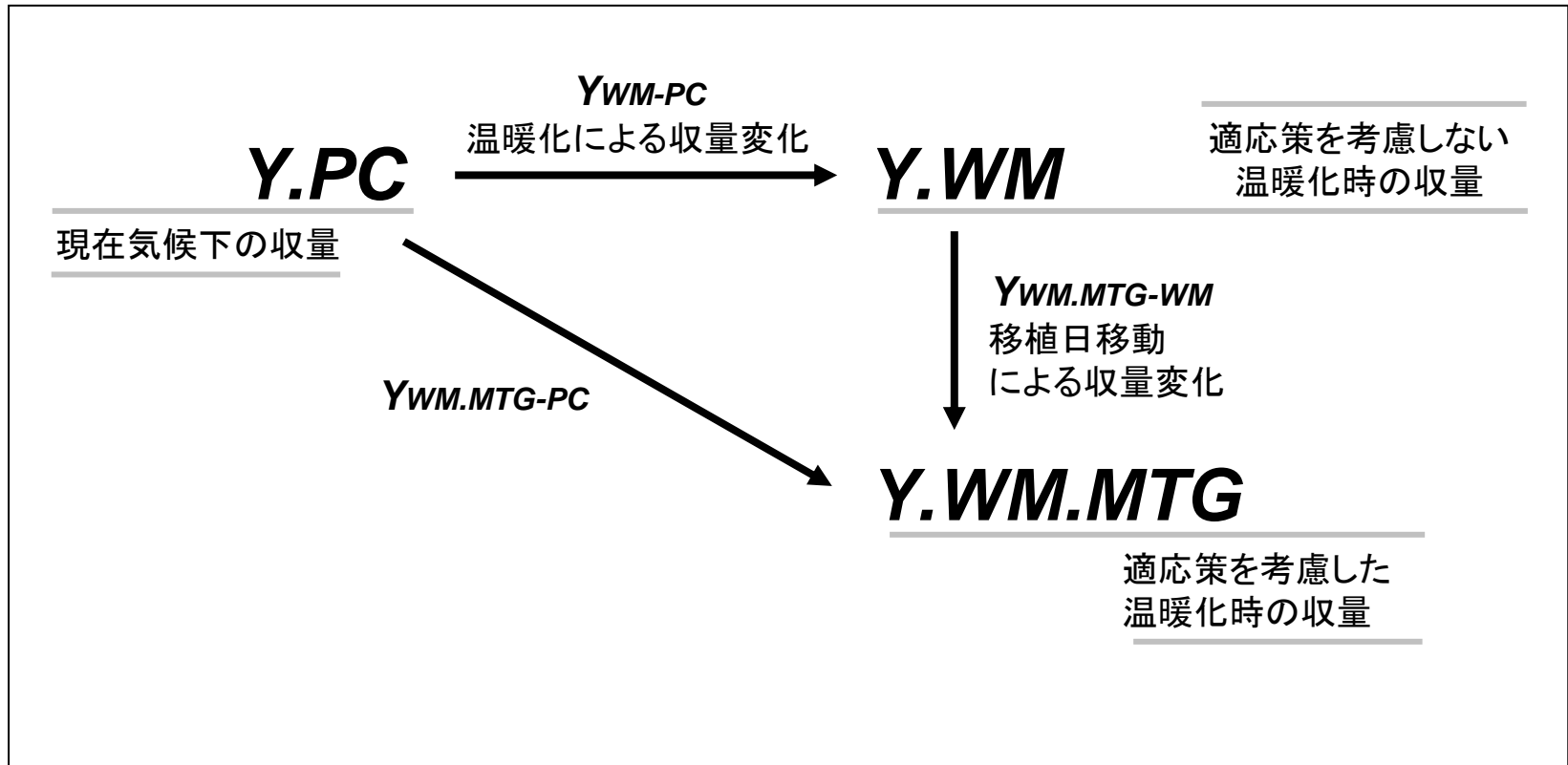
1990年代の気象値に2070年代の気候変化分を重ねた状況を仮定

移植日は現行のままとした場合

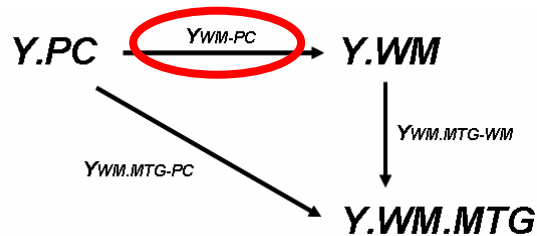
## 平均の収量変化



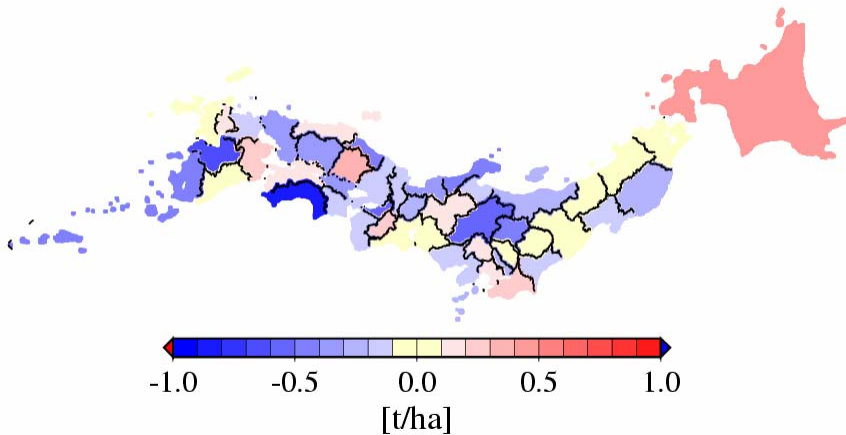
# 日本のコメ生産に対して予測される 影響と適応策の効果



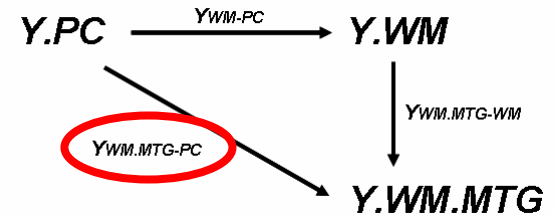
# 日本のコメ生産に対して予測される 影響と適応策の効果



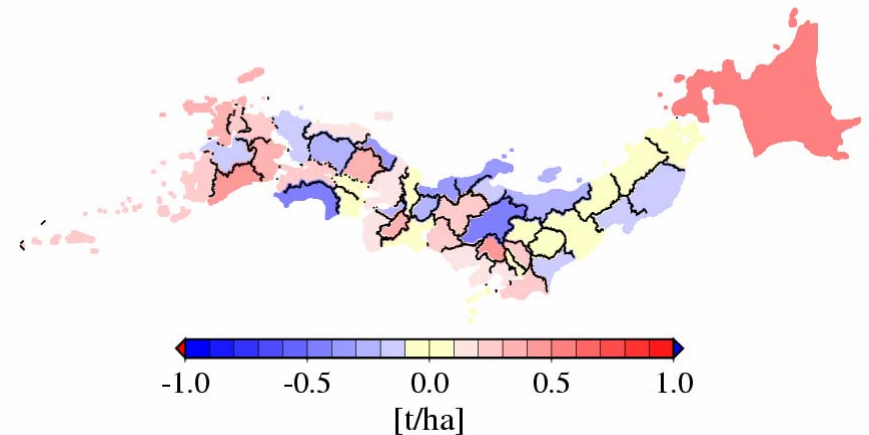
< 現行のままの収量変化 >



- ・北海道の収量増加、西日本の収量低下傾向が目立つ



< 適応策(移植日の移動)を行った場合の収量変化 >



- ・西日本の多くで収量が増加
- ・東北でも低下量が緩和

# 日本のコメ生産に対して予測される影響 まとめ

- 出穂までの日数は全国的に短くなる。
- 慣行のまま温暖化すると北海道では増収するが、西日本を中心として 0.5～1.0 t/ha の減収となる。
- 西日本は高温の影響、東北は生育期間の短縮の影響を受けやすくなる。
- 移植日の移動対策を行えば、西日本の多くの地域で増収となり、東北でも現状維持を確保できる。



# 今後の課題

- 気候変動が農業生産へ及ぼす影響は、平均的・緩やかな変化よりも、突発的な状況に対する影響が大きいことを考慮した評価が必要である。
- 対象スケールごとに、影響評価モデルを使い分ける必要がある。
- モデルの入力データ、パラメータの不確実性を考慮する必要がある。
- 影響の経済的評価は、他分野の影響評価との統合に役立つ。

# 謝 辞

本内容は、環境省地球環境総合推進費プロジェクトS4「温暖化の危険な水準および温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」(2005-2009)における研究成果の一部です。

また、以下の方々との共同研究の成果です。

飯泉 仁之直(筑波大)

小寺 昭彦(農環研)