

# 農業からの温室効果ガス 発生をどう少なくするか？

(独)農業環境技術研究所

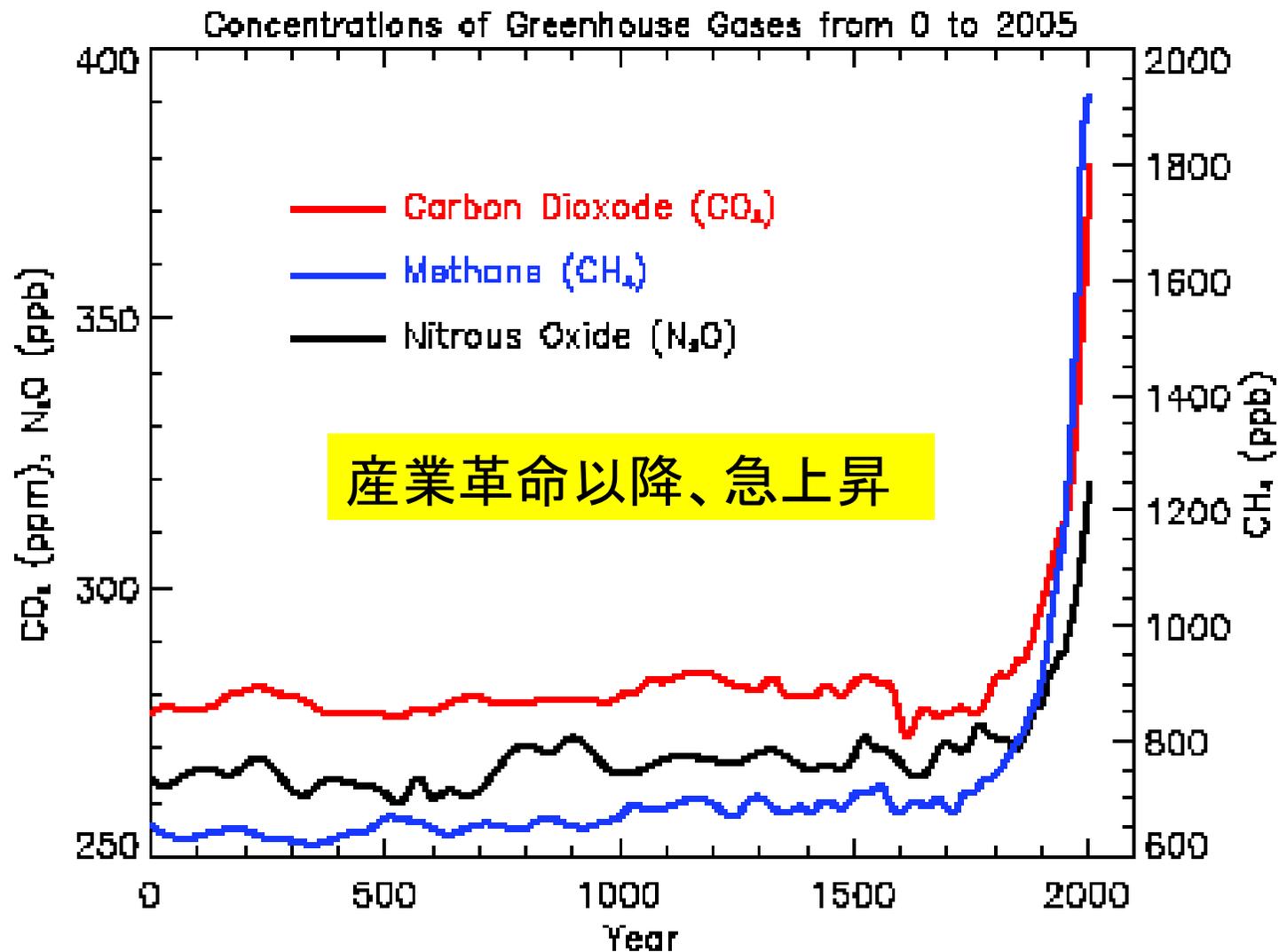
白戸康人

# 内容

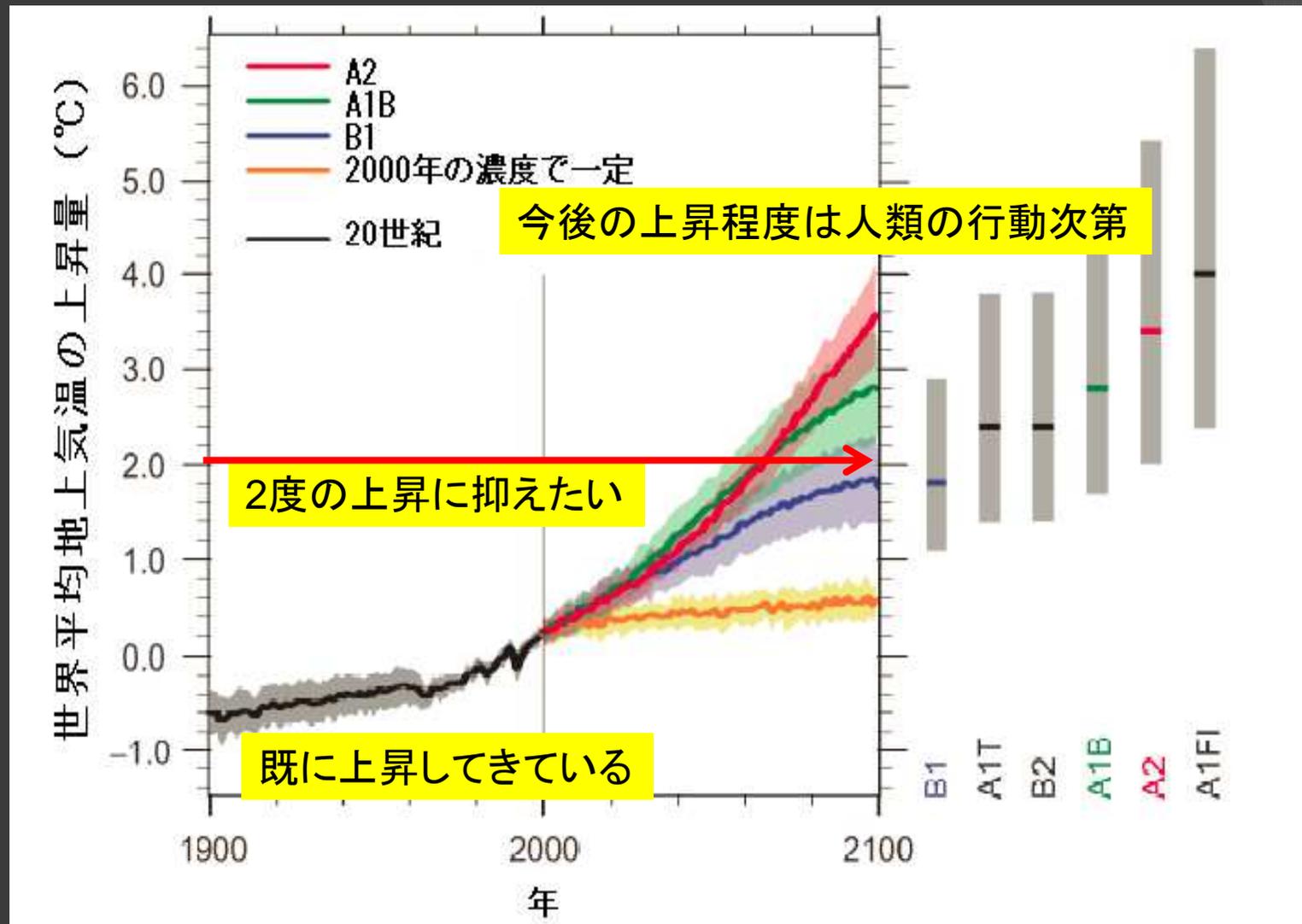
- ✓ 地球温暖化について。農業の寄与
- ✓ **土壌炭素貯留**によるCO<sub>2</sub>吸収
- ✓ 水田からのメタン発生の削減
- ✓ 農地からのN<sub>2</sub>Oの削減
- ✓ 家畜からのメタンやN<sub>2</sub>Oの削減
- ✓ まとめと今後の課題



# 3つの温室効果ガスの濃度上昇



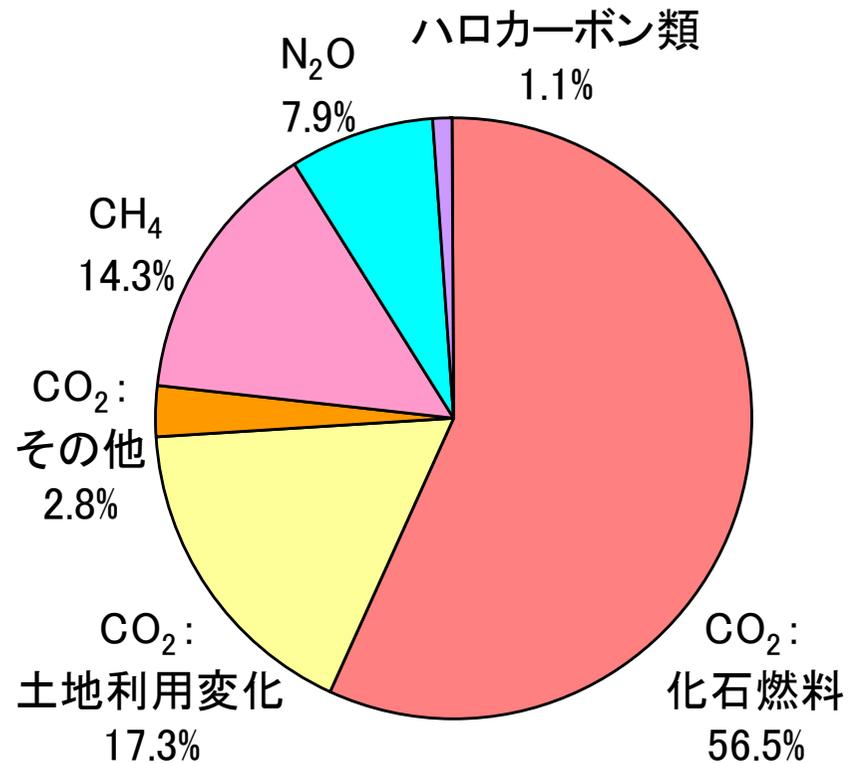
# 気温の上昇：過去～現在～未来



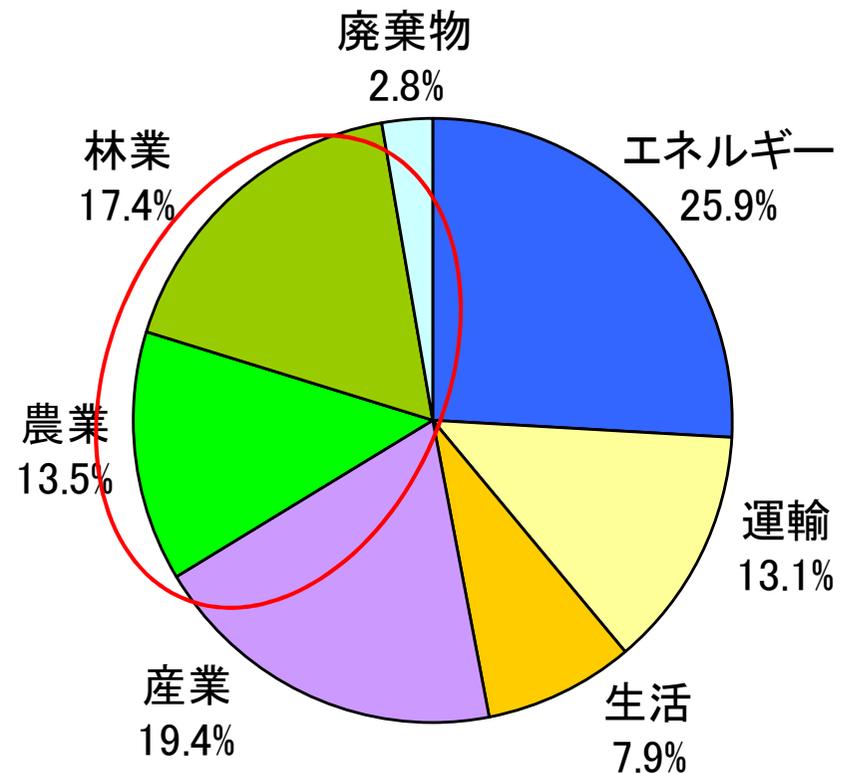
A1T、A1B、A1FI、A2、B1、B2は、温室効果ガスの各種排出シナリオ。実線は、それぞれのシナリオにおける、複数のモデルによる予測値の平均で、陰影部は標準偏差の範囲。オレンジ色は、2000年のCO2濃度を一定に保った場合。グラフ右の灰色の帯は、6つのシナリオにおける最良の見積もり（各帯の横線）および可能性の高い予測幅。

# 世界の温室効果ガス排出の内訳

## ガス別



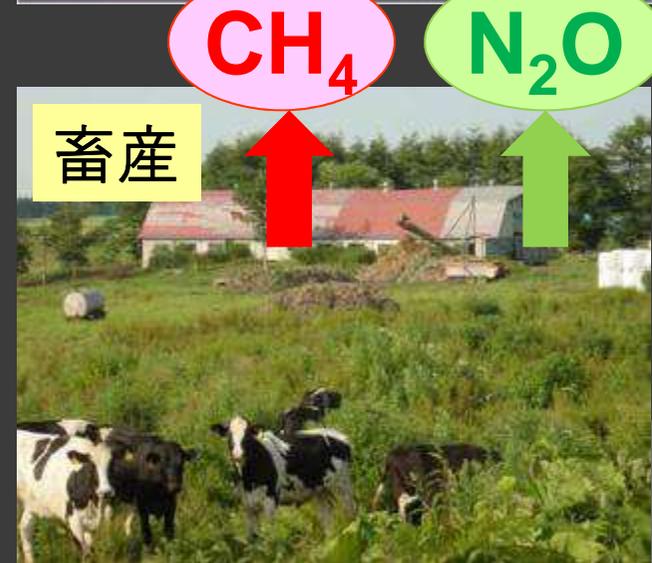
## 分野別



CO<sub>2</sub>→CH<sub>4</sub>→N<sub>2</sub>O

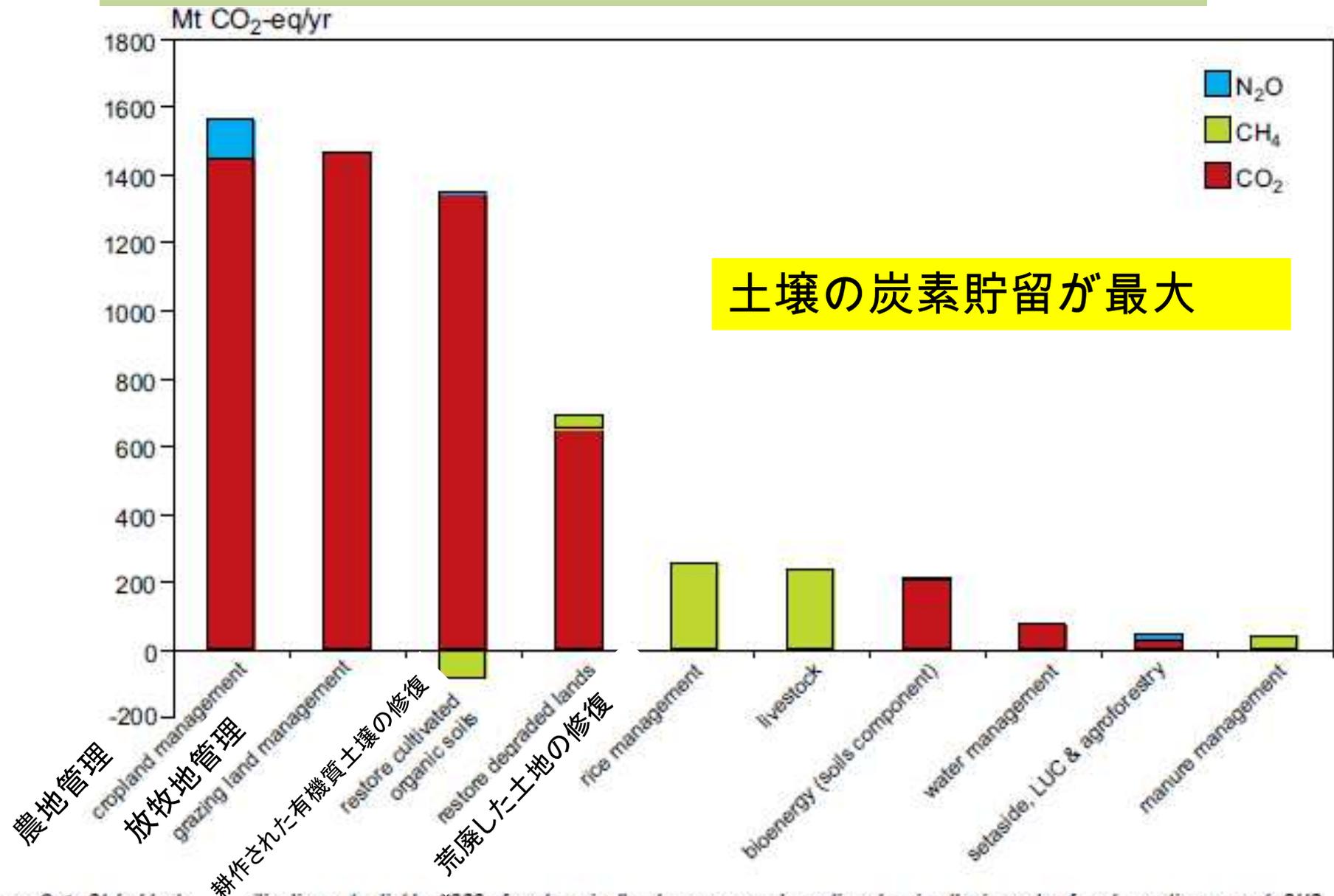
農業と林業を足すと、1/3  
頑張って減らさなくては！

# 農業由来の温室効果ガス排出



土壌炭素( $\text{CO}_2$ )だけは、吸収もある！

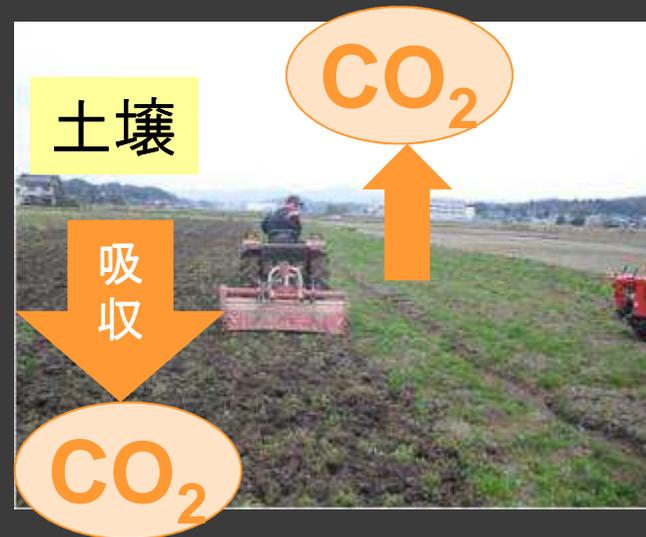
# 農業の温室効果ガス削減ポテンシャル



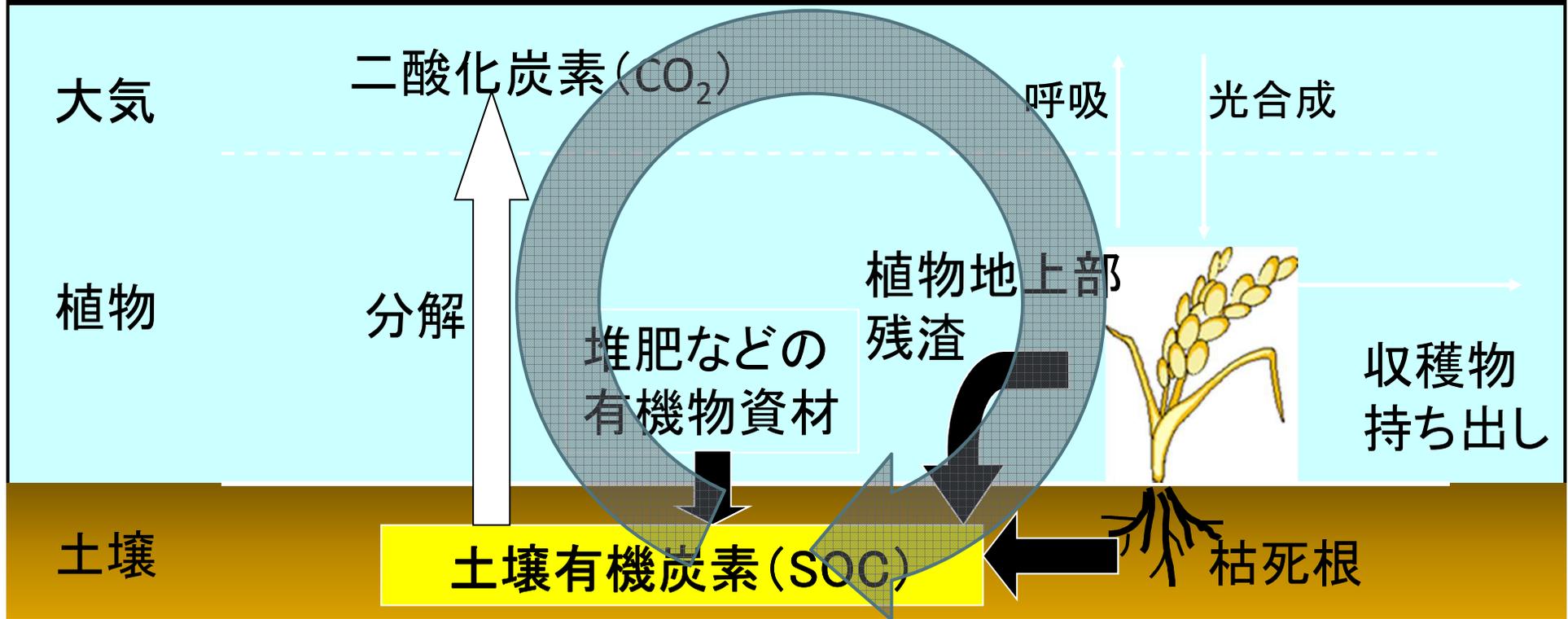
土壌の炭素貯留が最大

Figure 8.4: Global technical mitigation potential by 2030 of each agricultural management practice showing the impacts of each practice on each GHG. Note: based on the B2 scenario though the pattern is similar for all SRES scenarios. Source: Drawn from data in Smith et al., 2007a.

# 土壤炭素 (CO<sub>2</sub>)



# 土壌炭素と地球温暖化



と のバランスで増えたり減ったりする

✓ 農地では、植生部分(作物体)の炭素量は変わらないと考えるので、土壌炭素が増えた分は、大気中のCO<sub>2</sub>が吸収されたと考える。

✓ 土壌炭素を増やすには、投入を増やすか、分解を遅らせるか。

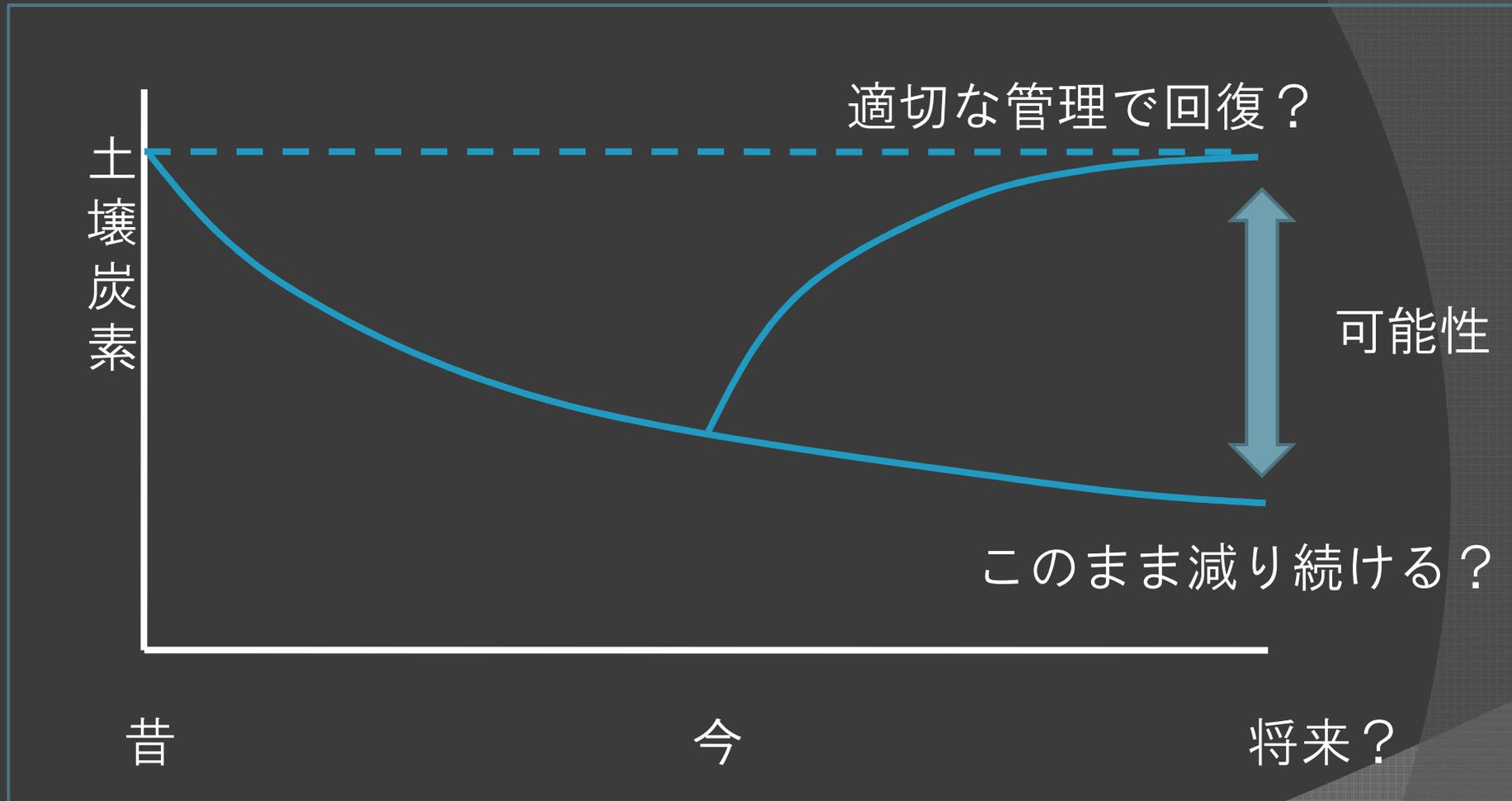
✓ 土壌炭素を増やすのは、生産力の維持増進にも役立ち、win-win。

Q: 土壌のCO<sub>2</sub>吸収量なんて、小さいのでは？



A: 巨大な土壌炭素プール（貯蔵庫）：大気の2倍、植生の3倍  
→ 少しの変動でも大きな影響を与える可能性

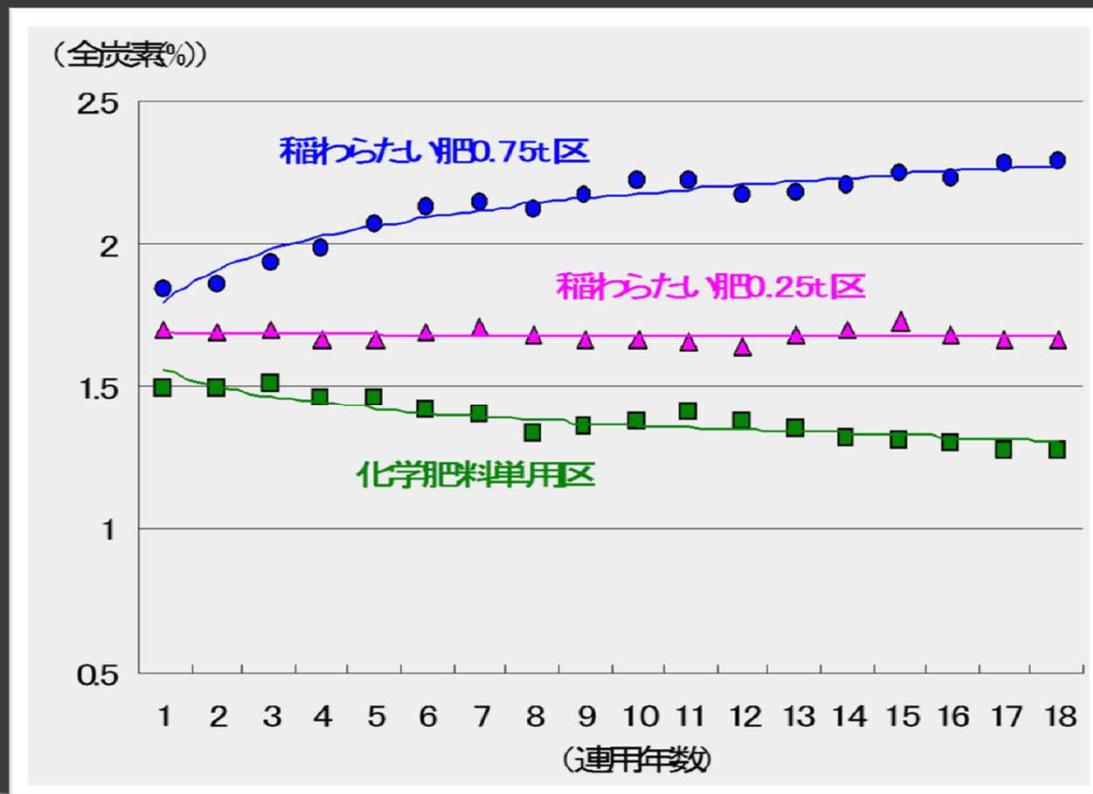
# Q: 人間の力で吸収を増やせるのか？



先史時代からずっと減ってきた(土地利用変化、農耕など)。  
→適切な管理をすれば、元に戻せる可能性がある。

# Question

- ✓ 農地土壌の炭素貯留には、わが国全体で、どの程度の温暖化緩和ポテンシャルがあるのか？
- ✓ その数字は、管理の工夫などの努力で、どの程度変えられるものなのか？



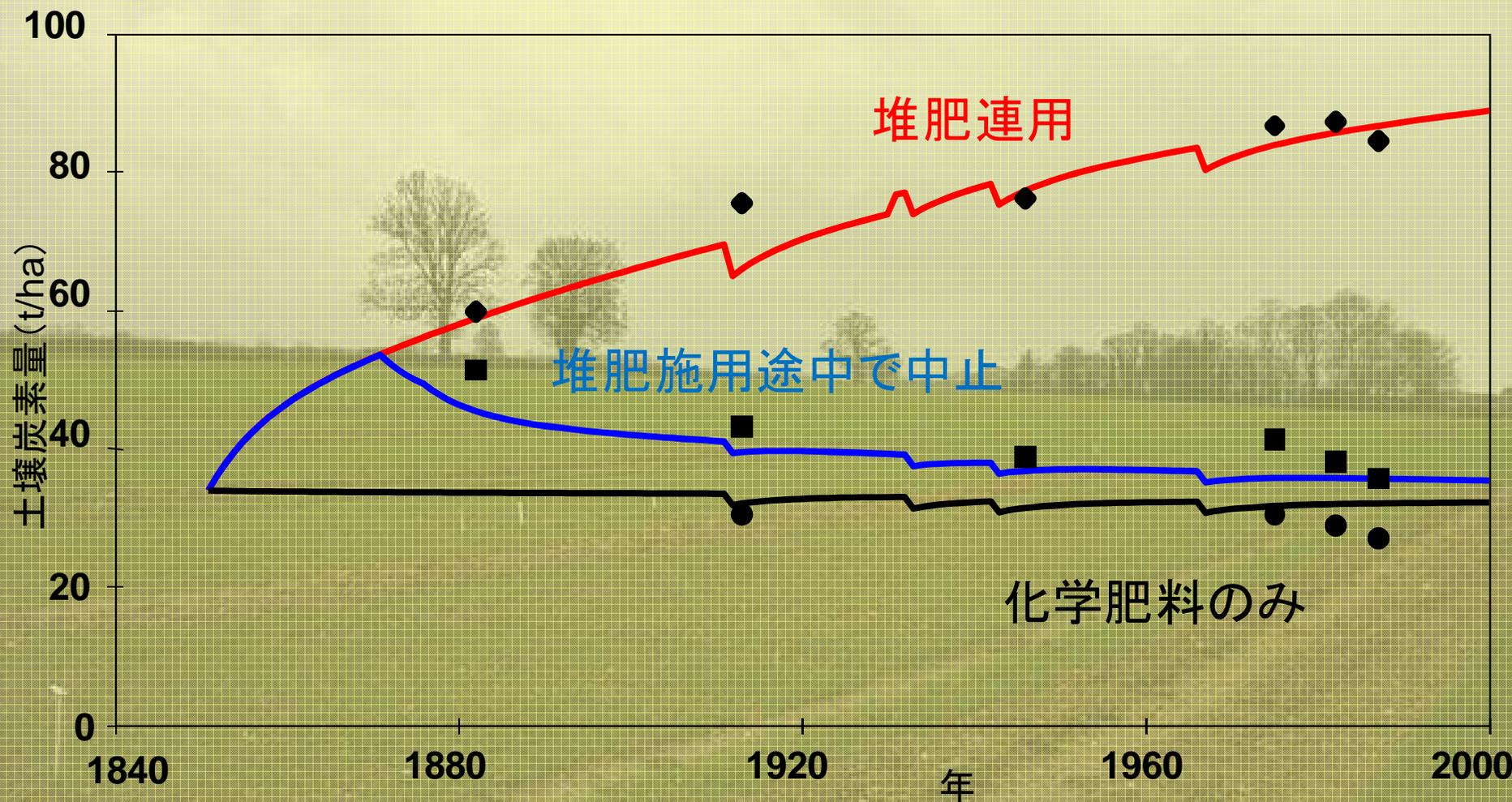
✓ 全て実測で答えるのは無理。

✓ 数値モデルが便利。

# ローザムステッド・カーボン・モデル Rothamsted Carbon Model (RothC)



英国で開発



モデル: 欧米を中心に開発、検証。シンプルで高性能。



日本でも使えるのか？気候、土壌タイプなどが違うが。。。

# RothCモデル

## 入力データ

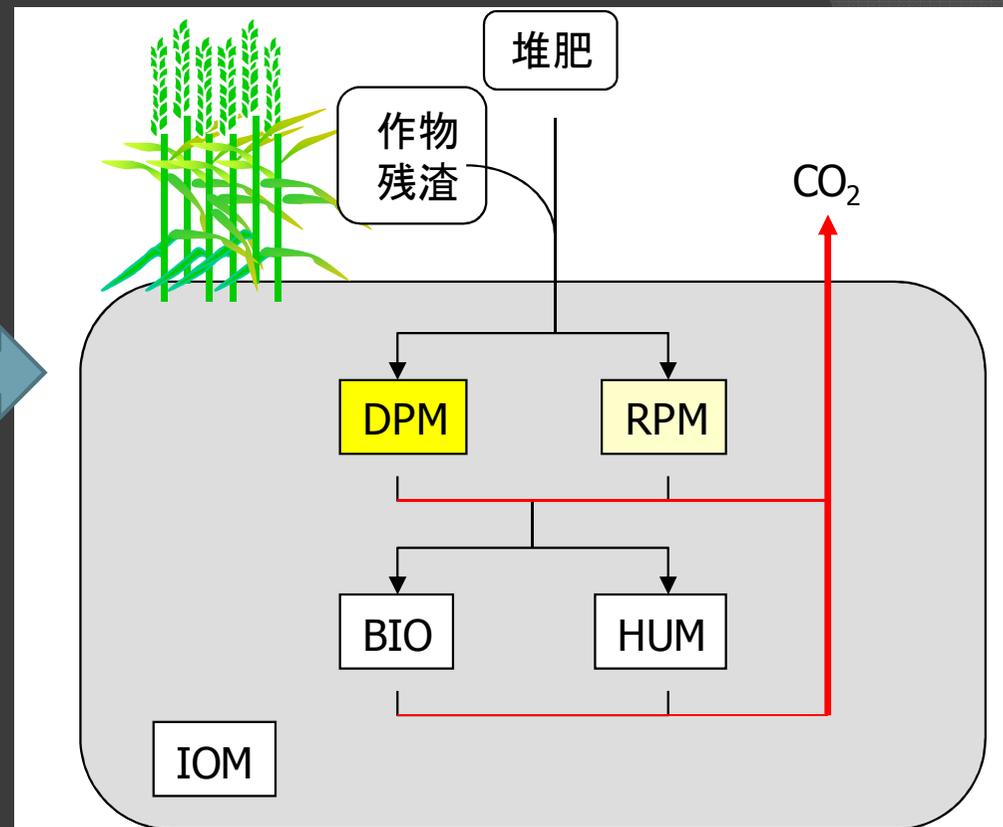
**気象**：気温、降水量、水面蒸発量（月別値）

**土壌**：粘土含量、作土深、初期の炭素含有率・仮比重

**管理**：植物遺体・堆肥からの炭素投入量、植被の有無

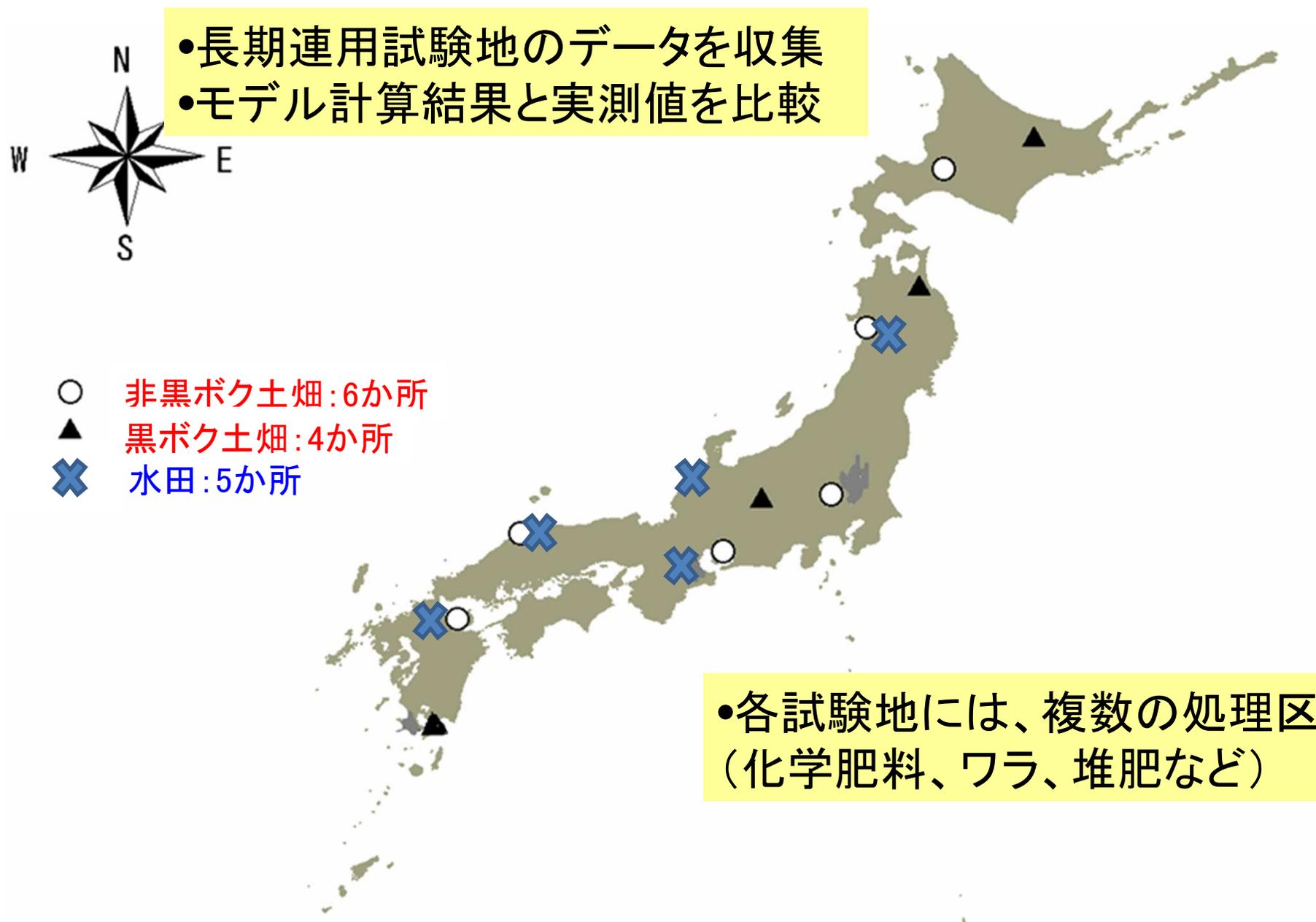
## 出力データ

毎月の土壌炭素量

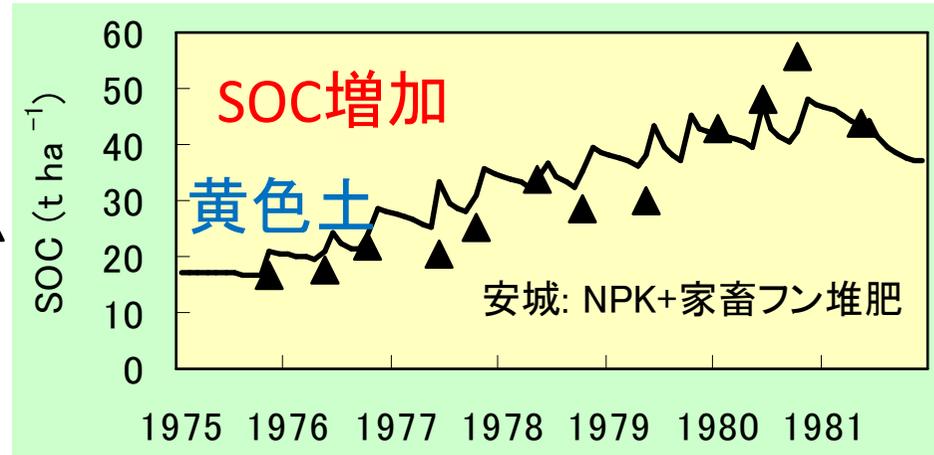
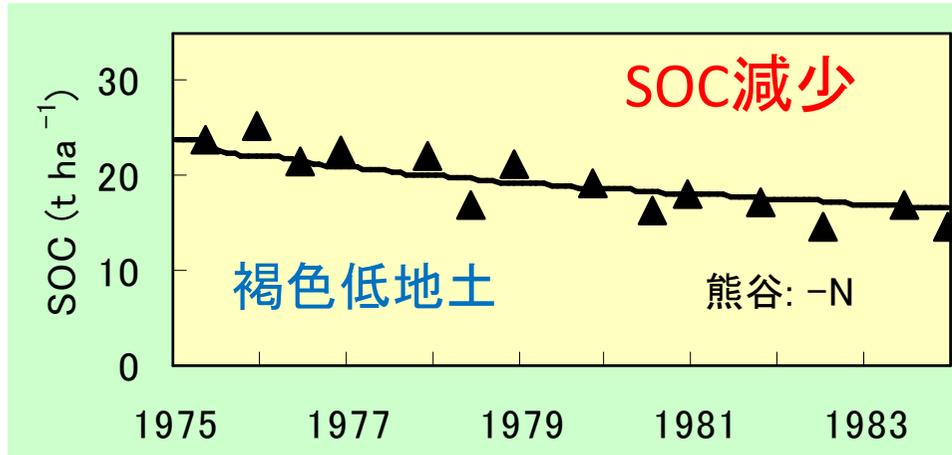


DPM: 易分解性有機物    RPM: 難分解性有機物  
BIO: 微生物バイオマス    HUM: 腐植    IOM: 不活性有機物

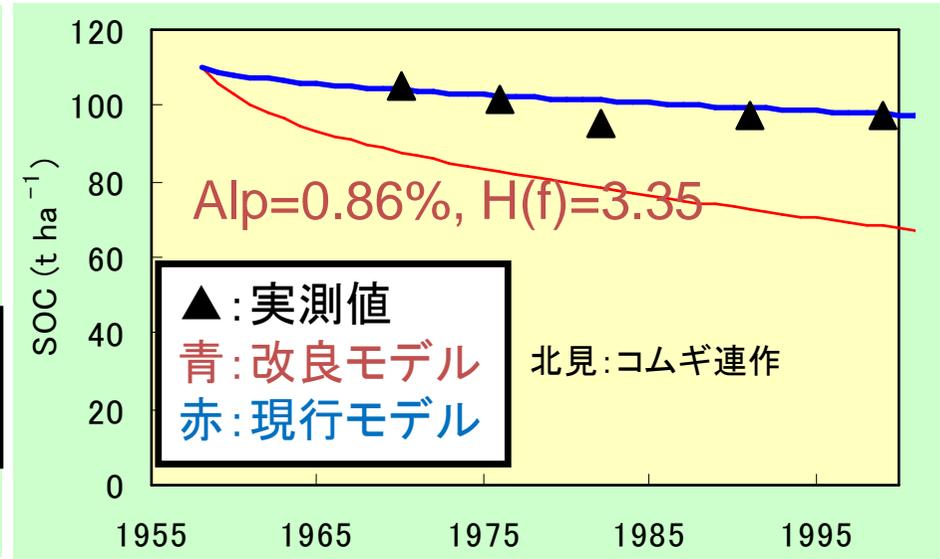
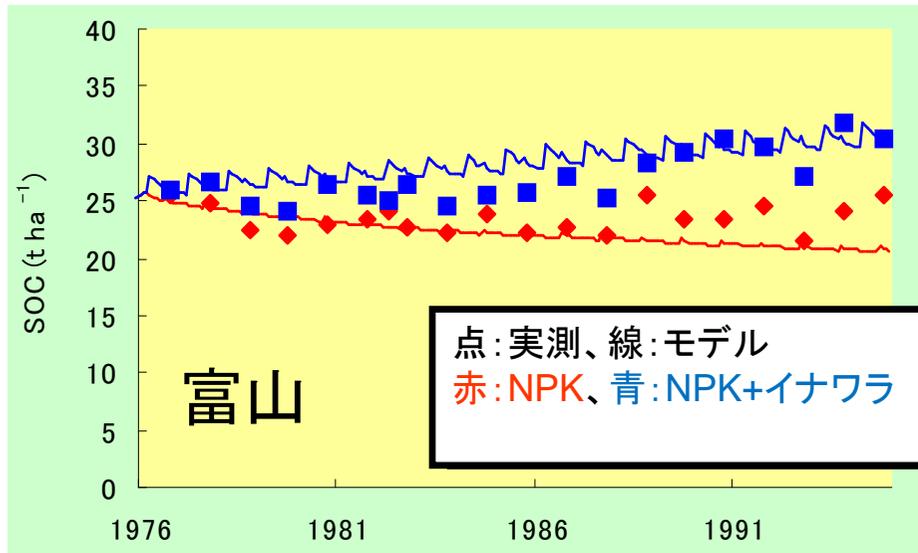
# 圃場スケール:モデルの検証～改良



# RothCモデルの検証結果の例

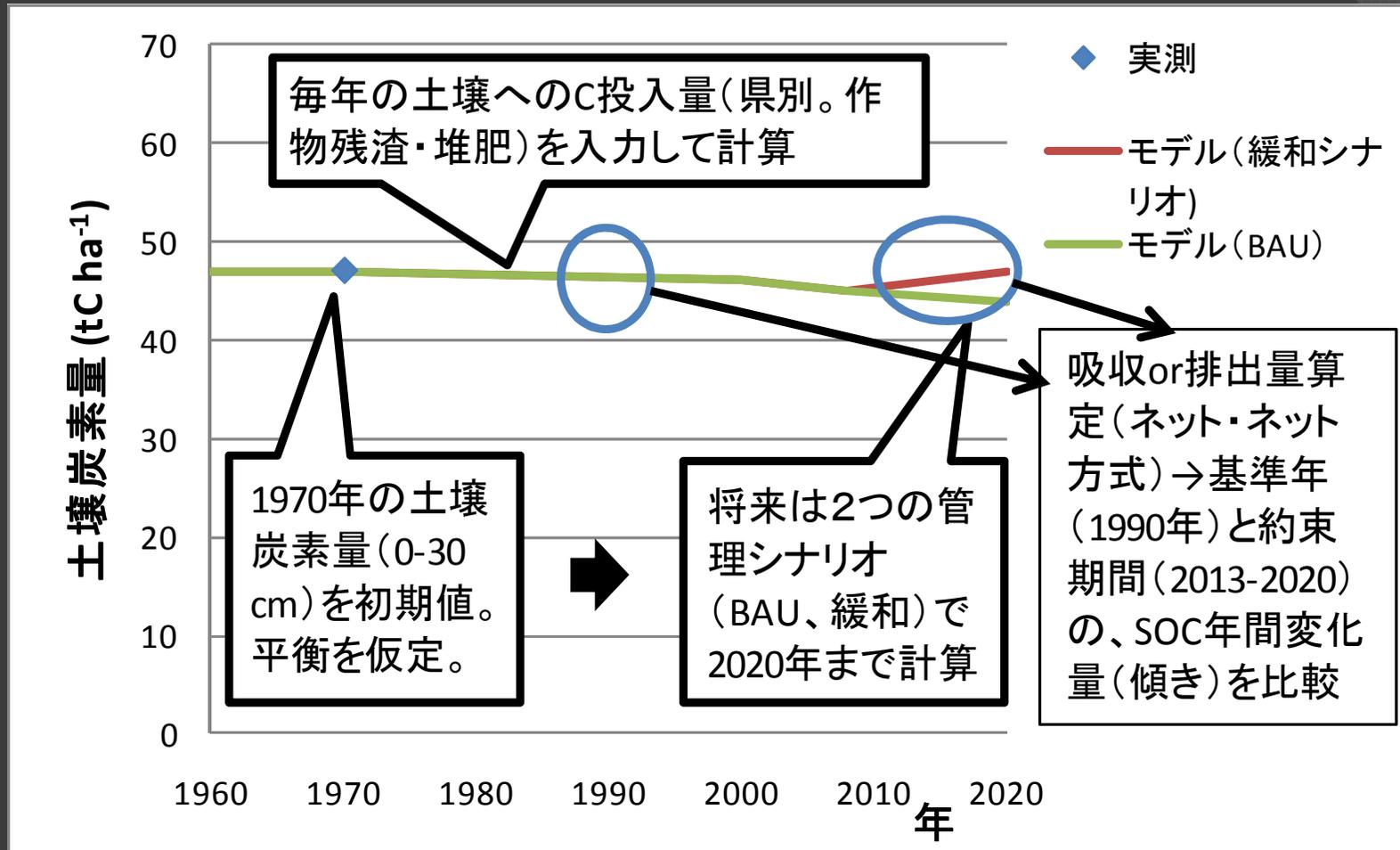


モデル(線)が実測(点)と良く一致



# 土壌炭素：全国計算システム

計算の単位：100mメッシュ(土壌・土地利用)。ただし、気象は1kmメッシュ、活動量は県単位



# 土壌炭素計算システム

HOME

使い方

解説

計算

結果

リンク

 土壌中のCO<sub>2</sub>吸収量が  
簡単に計算できます。

本サイトでは、気象・土壌・管理の3情報を入力すると、  
その土地の土壌のCO<sub>2</sub>吸収量を計算することができます。

**気象 + 土壌 + 管理 = 土壌のCO<sub>2</sub>吸収量**

[▶ 土壌CO<sub>2</sub>吸収量の計算はこちら](#)

**Web上で土壌炭素を計算できるシステム**

 なぜ、土壌炭素量を計るのか。

土壌中の炭素が増加すると、その分、大気中のCO<sub>2</sub>を吸収したことになるので、地球温暖化の緩和に役立ちます。  
CO<sub>2</sub>吸収率は、管理方法によって異なります。また、同じような管理をしても、場所（土壌・気候）によって異なります。

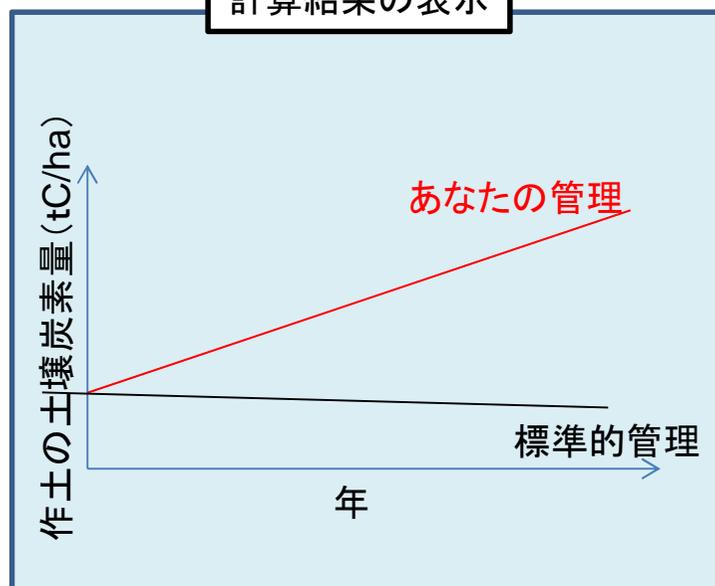
[▶ 詳しい解説の続きはこちら](#)



HOME	使い方	解説	計算	結果	リンク
------	-----	----	----	----	-----

## 年度内に公表予定

計算結果の表示



	あなたの管理	標準的管理
開始時SOC (tC/ha)	50	50
20年後SOC (tC/ha)	60	40
変化量/年 (tC/ha/yr)	+1	-1
標準に比べた追加的なCO <sub>2</sub> 削減量 (tCO <sub>2</sub> /ha/yr)	7.3	

あなたの選んだ管理では、標準的な管理と比べて、1ha当たり、1年当たりで、乗用車約30台分のCO<sub>2</sub>を削減できます。

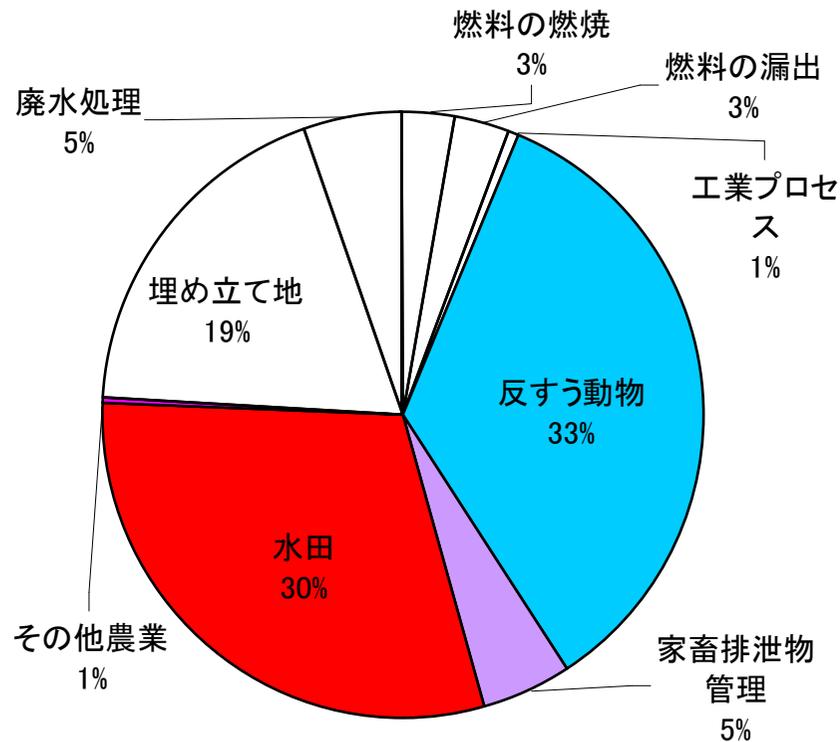
結果の印刷

ダウンロード

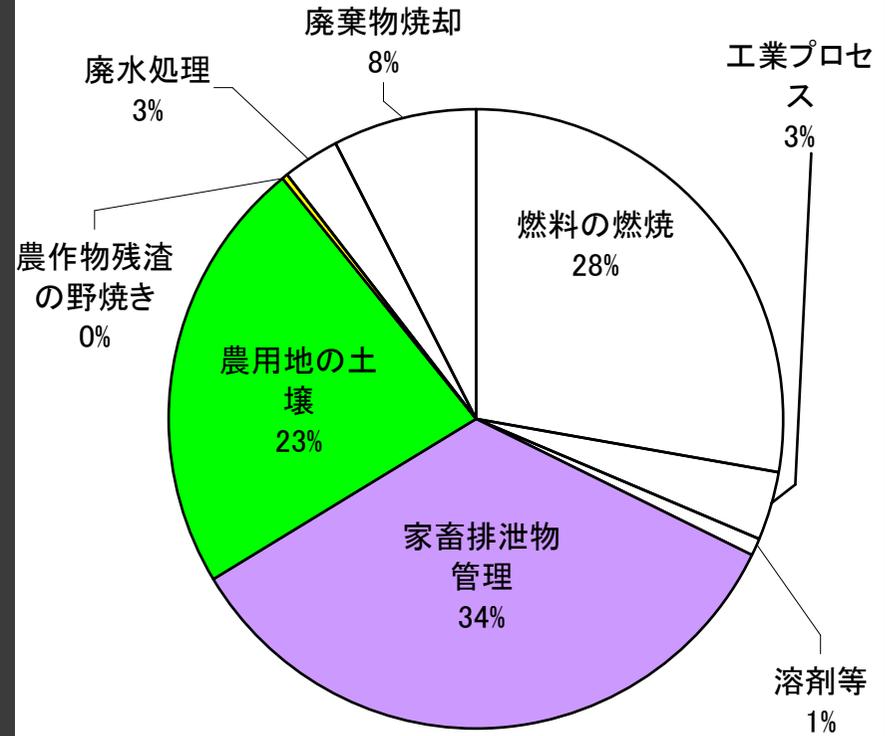
# CH<sub>4</sub>(メタン)とN<sub>2</sub>O(亜酸化窒素)

わが国における排出源の内訳 色付きは農業分野

**CH<sub>4</sub> : 92万トン**  
(CO<sub>2</sub>換算 : 1,929万トン)



**N<sub>2</sub>O : 7.2万トン窒素**  
(CO<sub>2</sub>換算 : 3,462万トン)



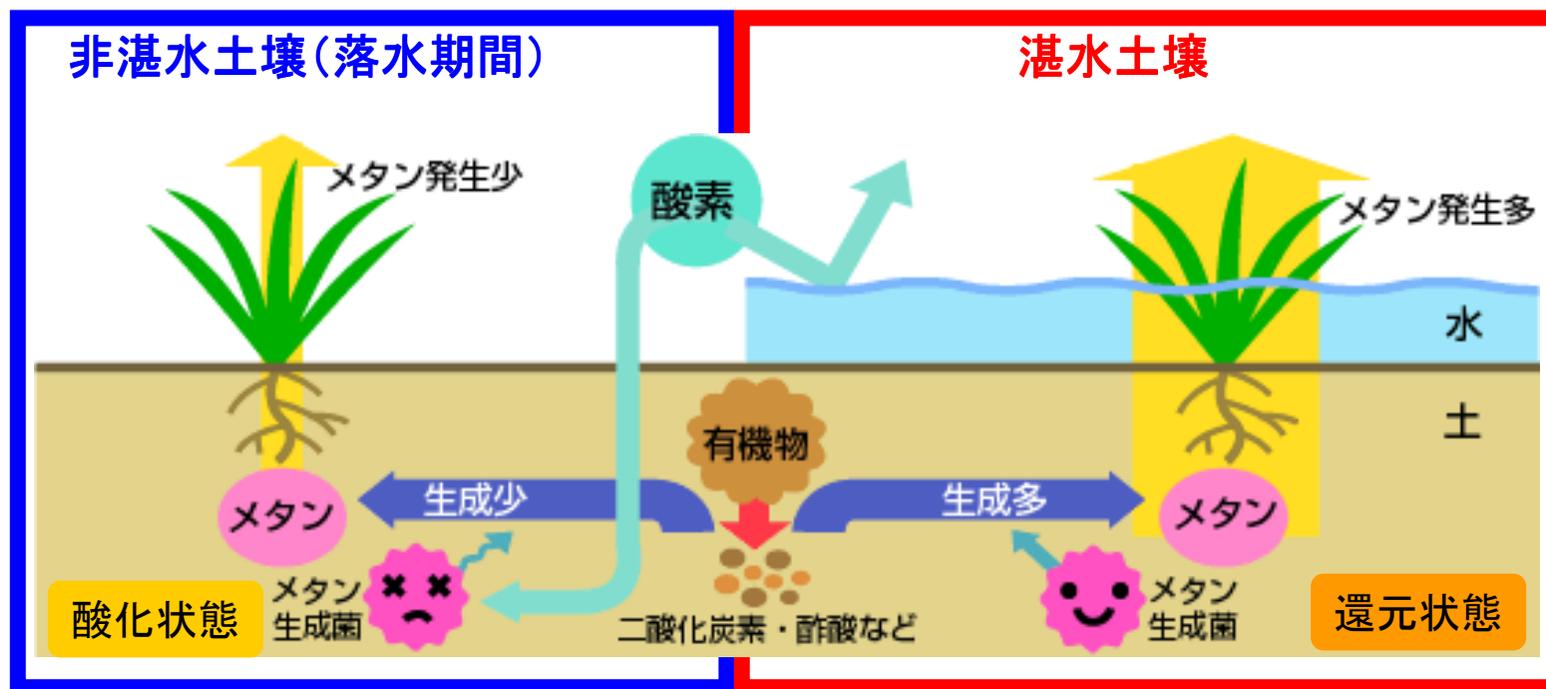
# メタン (CH<sub>4</sub>)

水田

CH<sub>4</sub>



# 水田からのメタン発生のおしくみ

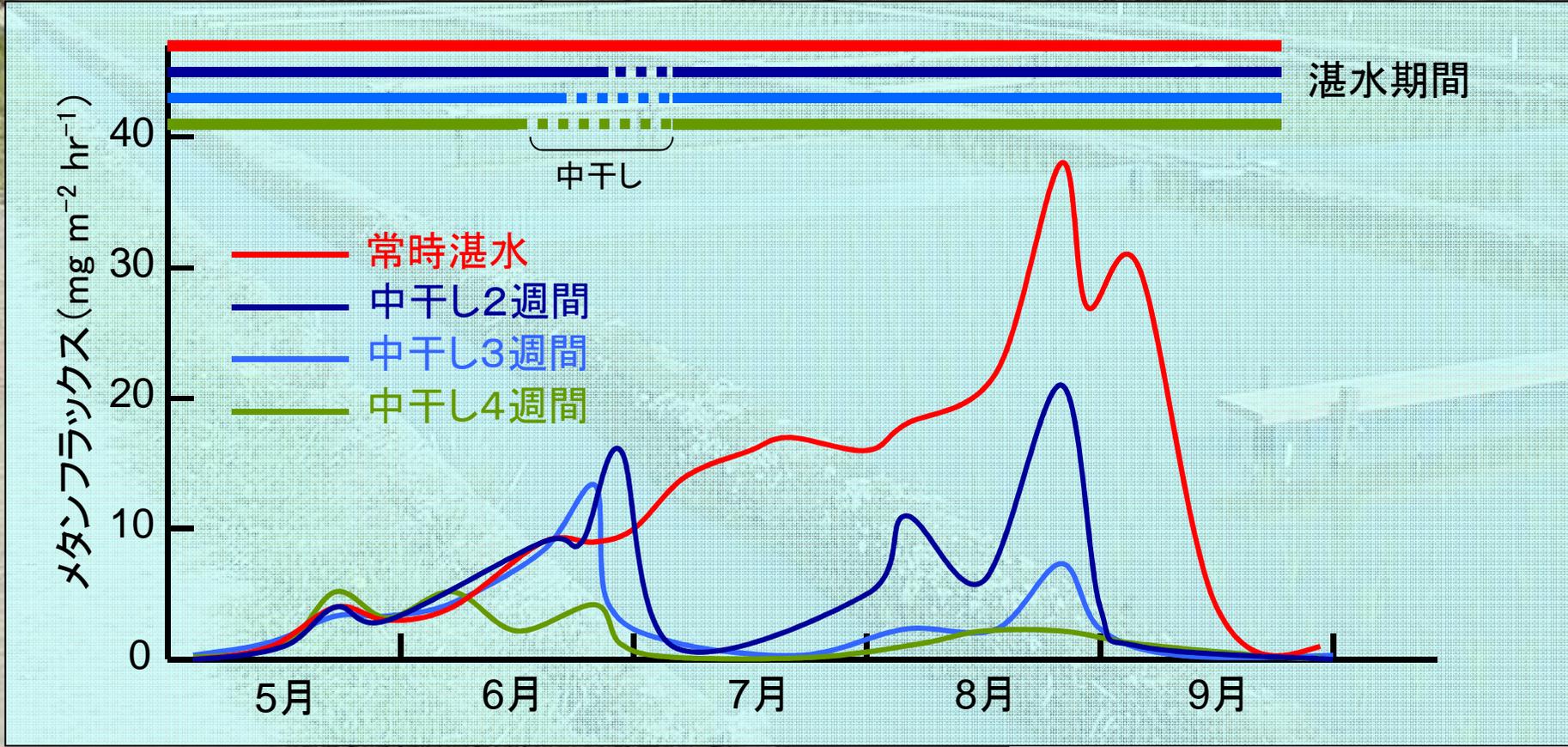
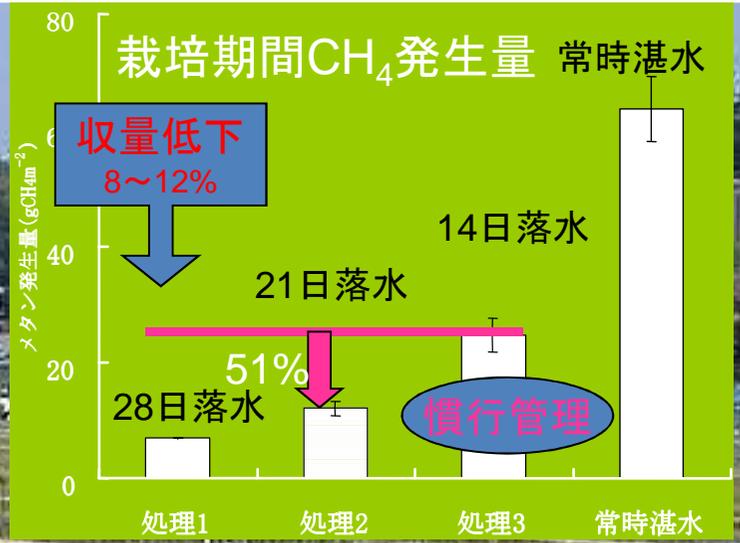


- 水田から発生するメタンは、土壤に含まれる有機物や、肥料として与えられた有機物を分解して生じる二酸化炭素・酢酸などから、メタン生成菌の働きにより生成される。
- メタン生成菌は嫌気性であるため、水田を湛水(たんすい)することがメタン生成を促進する。
- そのため、メタン発生を制御するには、排水期間を長くする間断灌水や、肥料としてすき込む稲ワラを堆肥化しておくことなどが有効。

緩和策オプション: 水管理と有機物管理

# 福島県農業総合センター 管理による水田からのCH<sub>4</sub>発生抑制

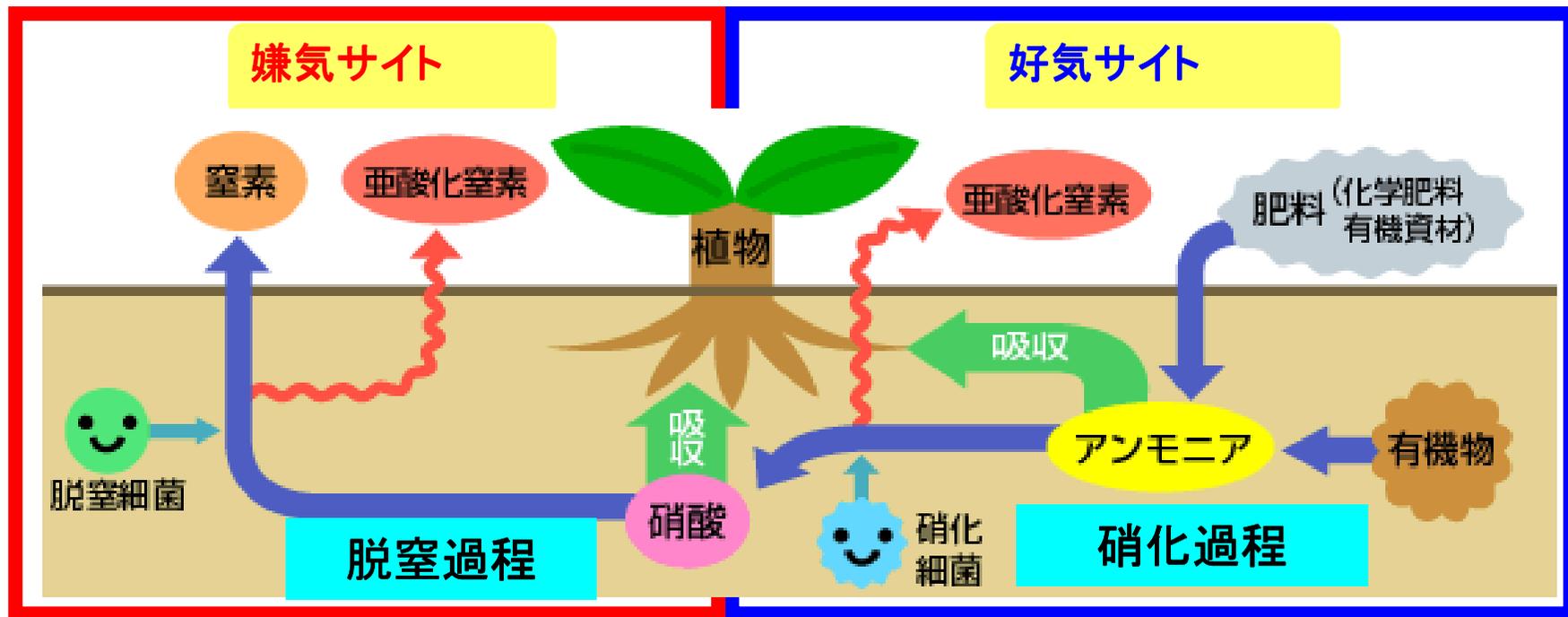
中干しの延長  
マニュアル公表(2012)



# 一酸化二窒素 ( $N_2O$ )



# 農耕地土壌からのN<sub>2</sub>O発生のしくみ

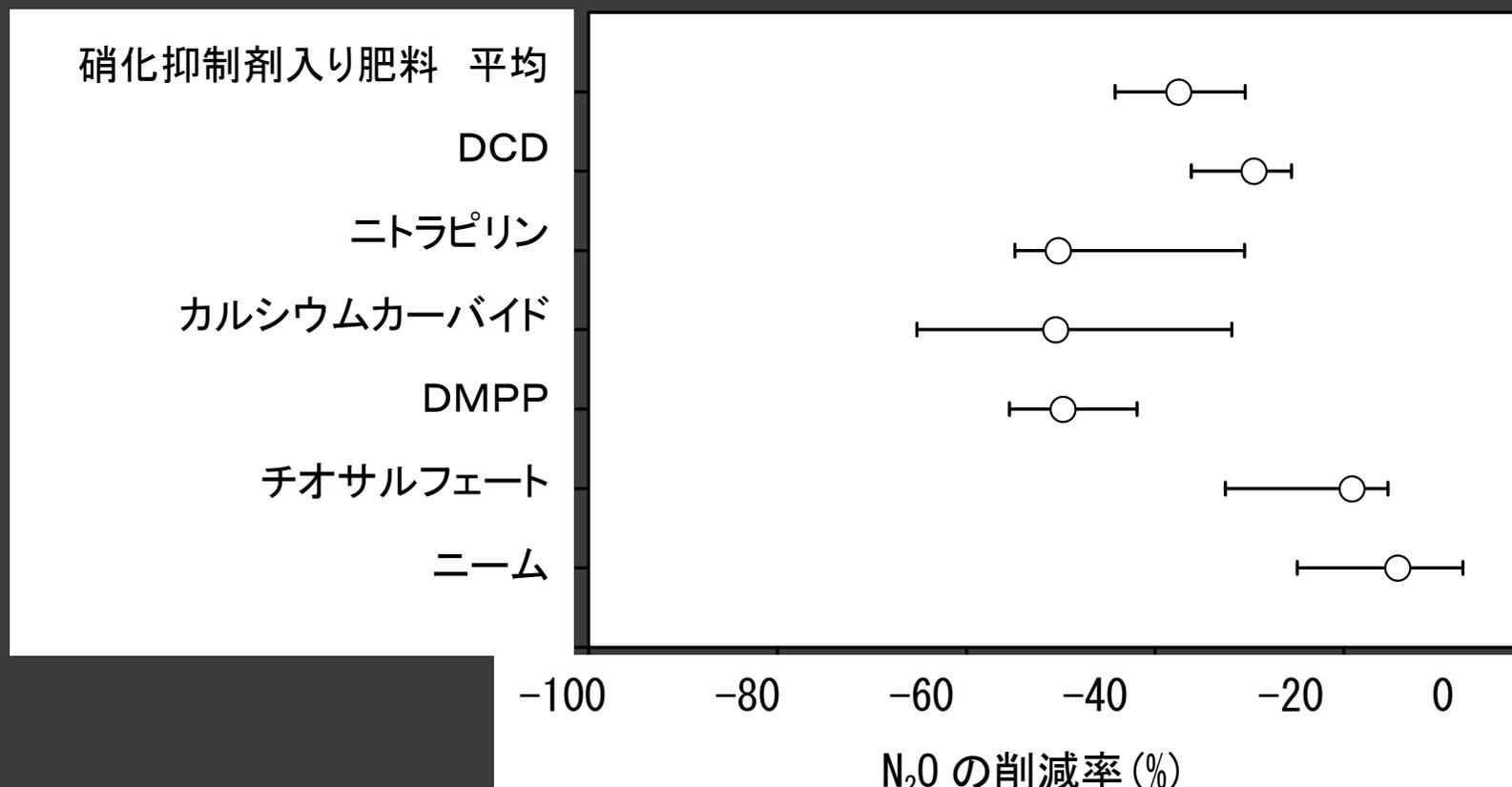


- 肥料として投入されたり、土壌中の有機物分解によってできたアンモニアは、硝化細菌の活動によって亜硝酸、硝酸と姿を変え(硝化)、植物に吸収される。
- また亜硝酸・硝酸は、湛水土壌や団粒のなかなどの嫌気サイトにて、脱窒細菌によって窒素ガスにも変化し(脱窒)、大気中に放出される。
- 亜酸化窒素は、この硝化と脱窒の過程で発生する副産物であり、一般的には施肥直後に急激に増加する。
- 亜酸化窒素発生を制御するには、適正な窒素肥料投入時期や量の徹底、また亜酸化窒素発生率の低い肥料施用が必要だ。

緩和策オプション: N減肥や、肥料の種類

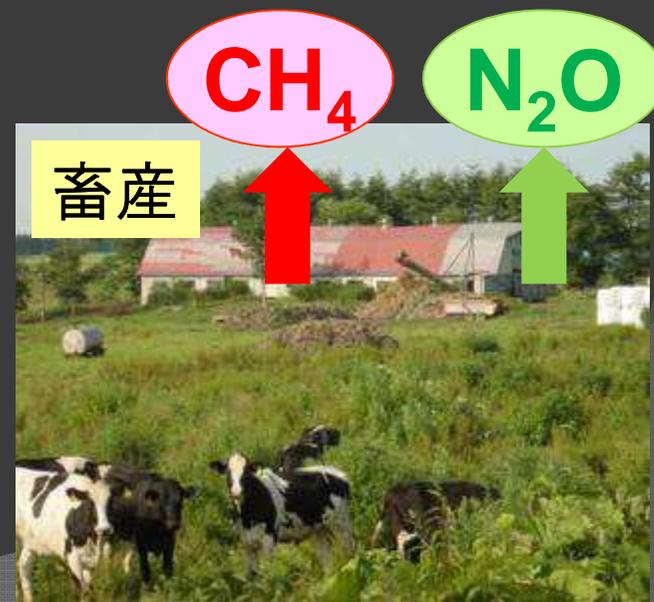
# 硝化抑制剤によるN<sub>2</sub>O発生量の削減

平均で38%削減

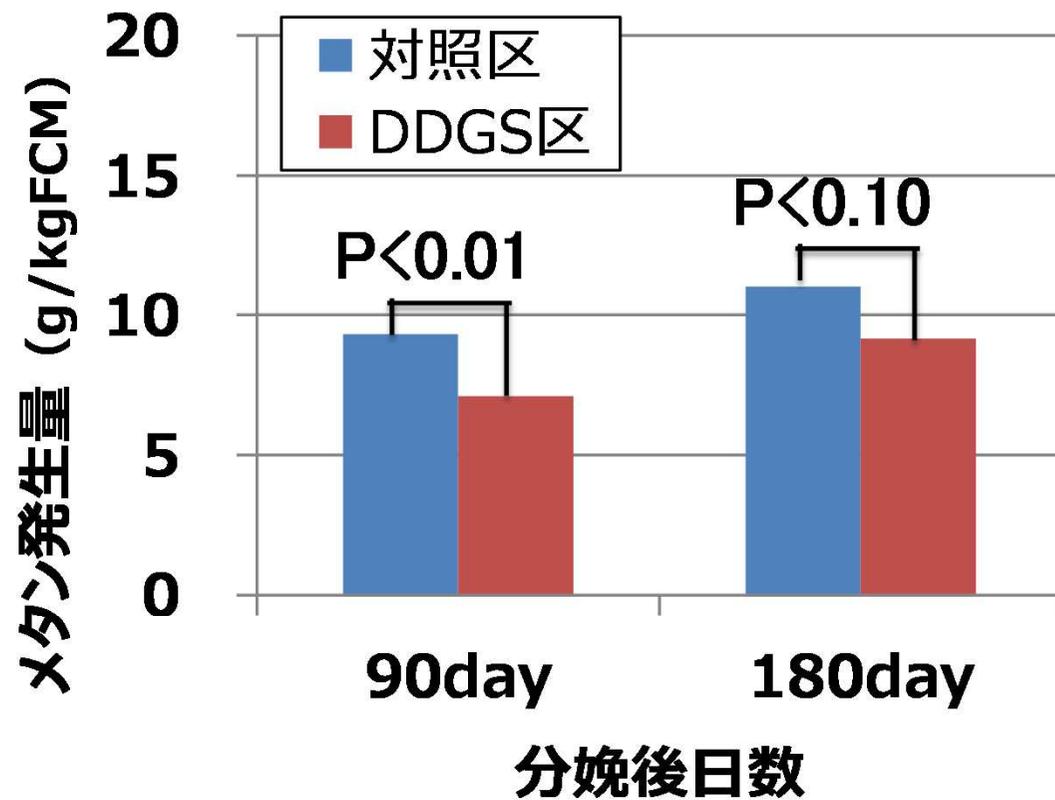


# 畜産からの $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$

- ✓反すう家畜のゲップ
- ✓家畜排せつ物処理

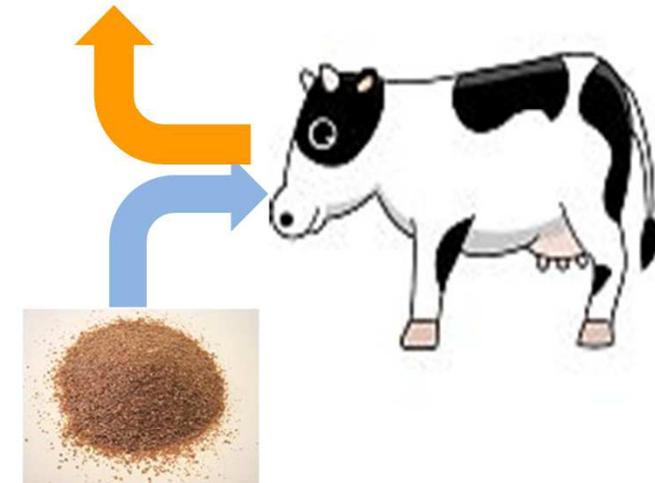


# 新たな飼料資源 (DGGS: トウモロコシエタノール発酵残渣) を用いて **搾乳牛** のメタン排出を削減



FCM: 4%脂肪補正乳量  
乳量(kg) × (0.15 × 乳脂肪(%)) + 0.4

呼気のメタン  
排出量削減



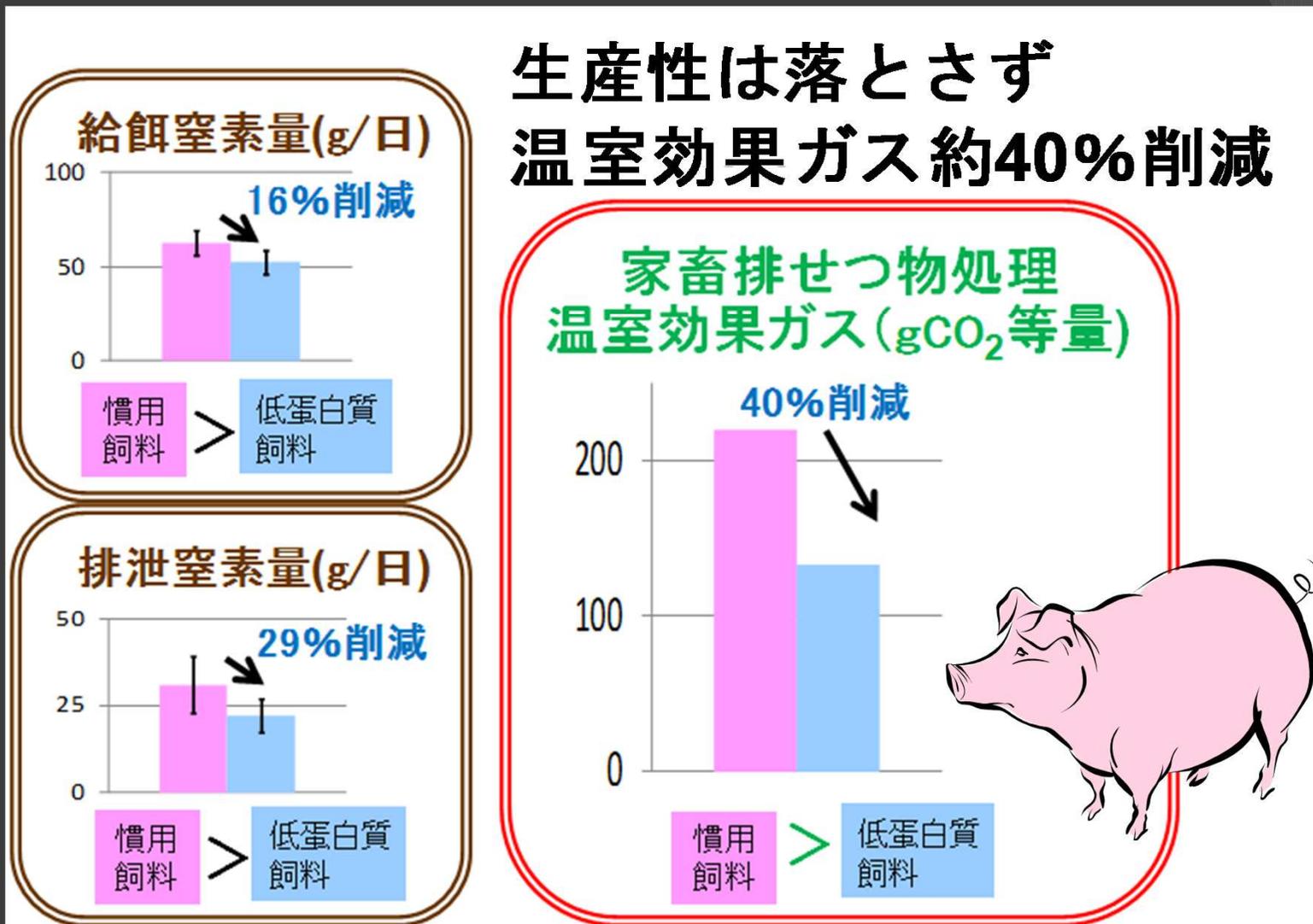
飼料に  
DDGSを添加

DDGS: トウモロコシエタノール発酵残渣

近年、家畜用飼料として利用が拡大しているトウモロコシエタノール発酵残渣(DDGS)の搾乳牛でのメタン削減効果

(根釧農業試験場)

# 飼料の改善(低タンパク飼料)で豚ふんからの温室効果ガス排出を削減



肥育豚に結晶アミノ酸を添加したバランスの良い低蛋白質飼料を給与

# まとめと今後の課題

- ✓ 温室効果ガス削減技術のメニューは徐々に揃ってきている。普及のための仕組みが必要。
- ✓ 土壌炭素の増加は、生産力アップとwin-win
- ✓ モデル化、広域評価が進んできている。今後は、より総合的な評価（地球温暖化係数GWPを用いた総合化、ライフサイクルアセスメントLCAなど）が必要
- ✓ 海外、とくにアジアへの展開が必要。