

# GCM(大気海洋結合気候モデル)と結合される 全球植生動態モデルの高度化と検証

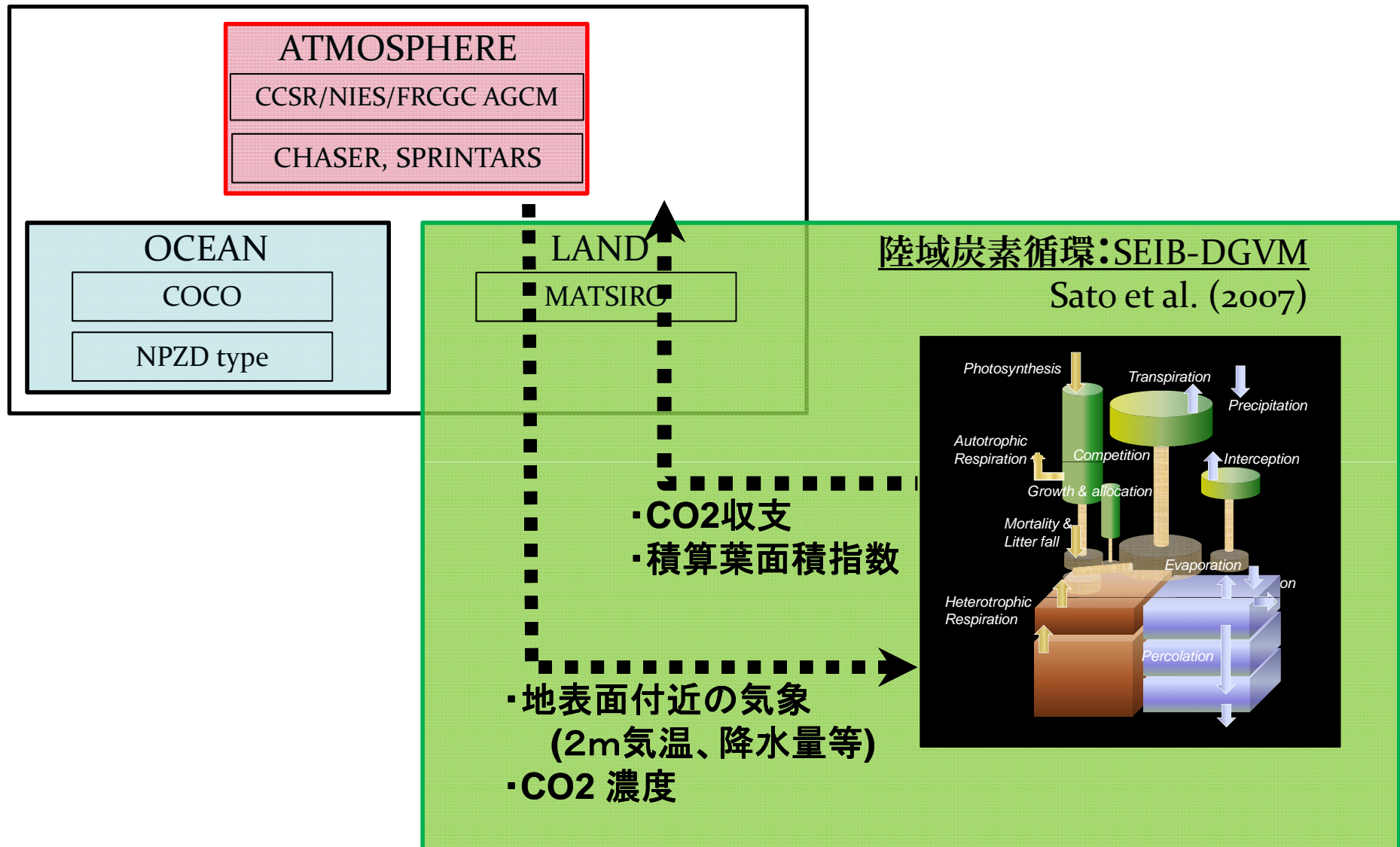
原 登志彦(北海道大学・低温科学研究所、JAMSTEC)

伊藤 昭彦(国立環境研究所、JAMSTEC)

伊勢 武史(JAMSTEC)

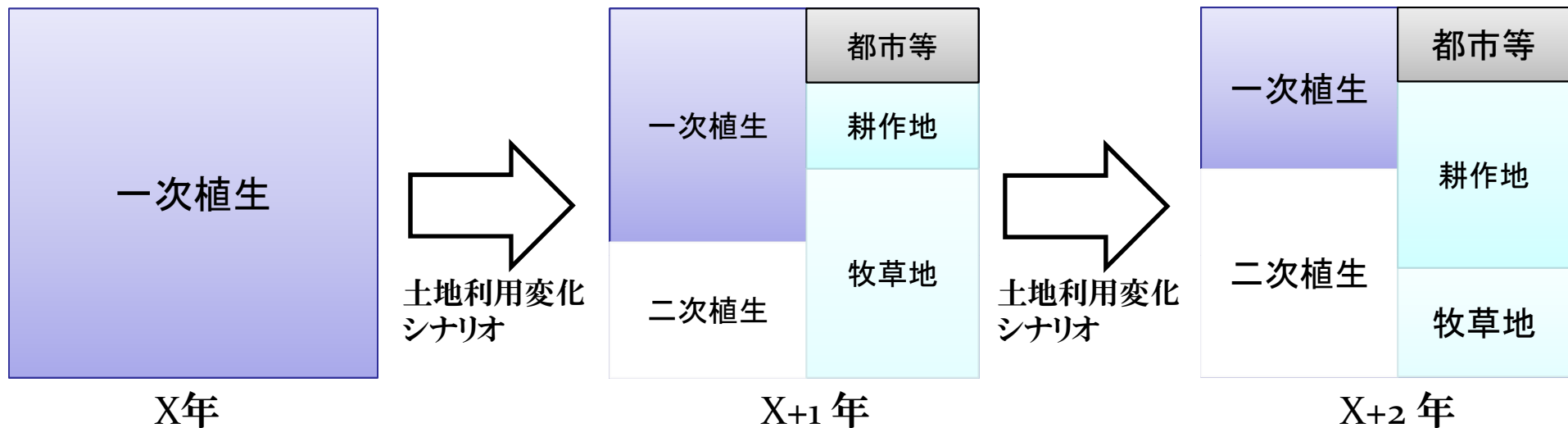
羽島 知洋(JAMSTEC)

# 地球システム統合モデルにおける陸域生態系炭素循環モデル

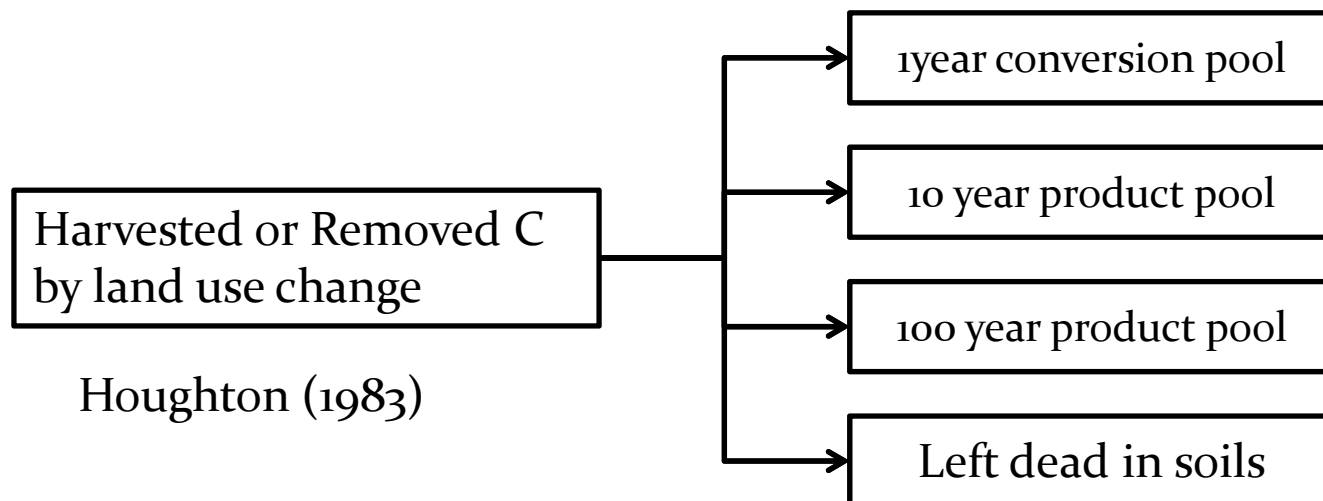


# 地球システム統合モデルにおける土地利用変化の扱い

## 土地利用変化の例



## 土地利用変化により伐採・収穫された植物の炭素の扱い



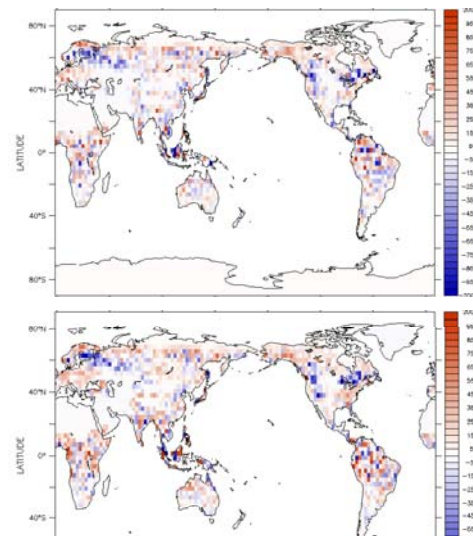
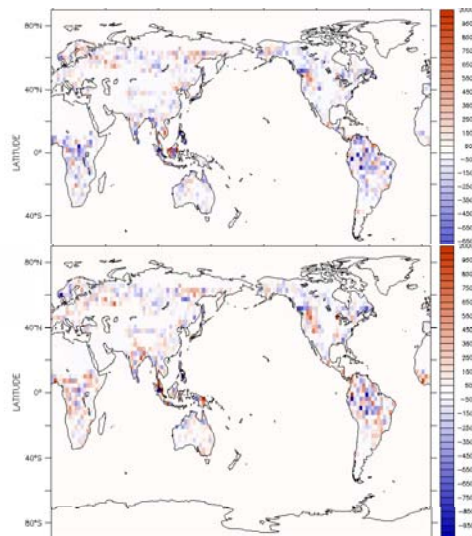
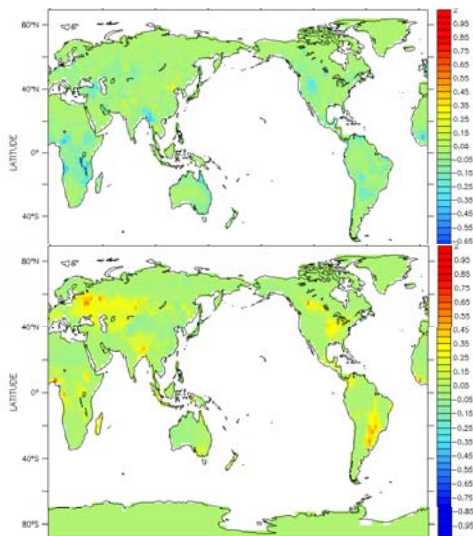
# MIROC-ESMにおける植生炭素の変化(2000年代から2090年代)

土地利用変化シナリオでの  
非農業用地の増減

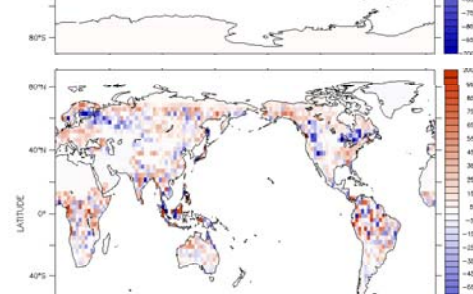
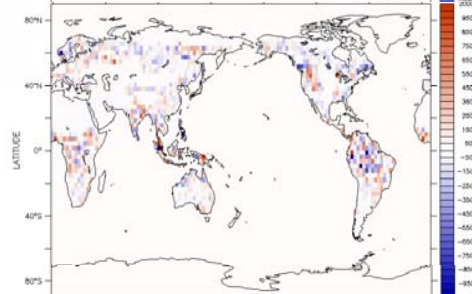
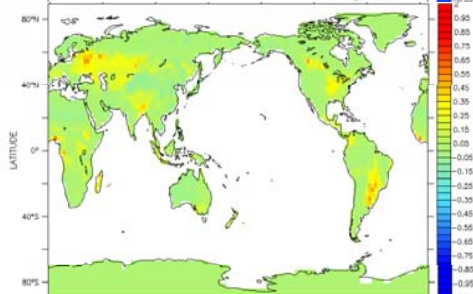
土地利用変化による  
植生炭素量の変化

CO<sub>2</sub>/気候の変化による  
植生炭素量の変化

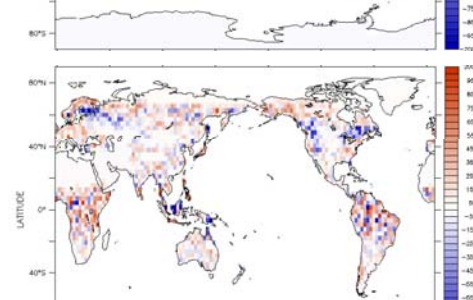
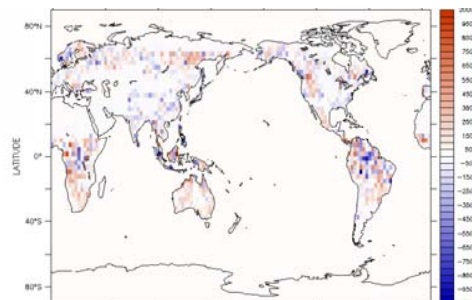
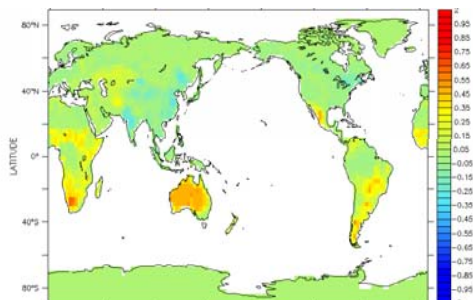
RCP3-PD



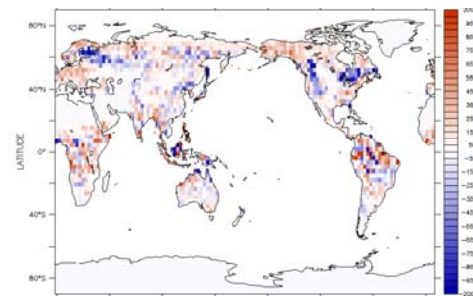
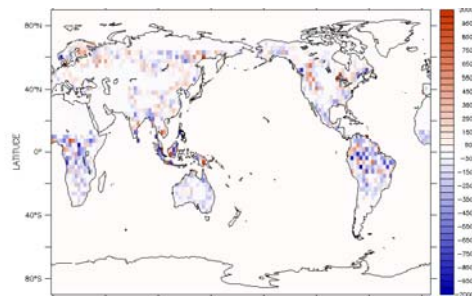
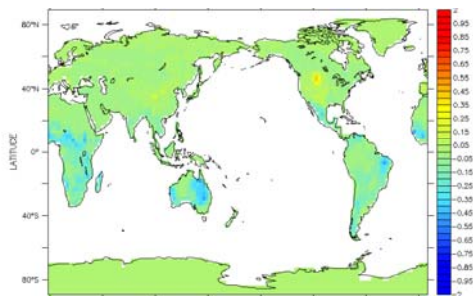
RCP4.5



RCP6.0

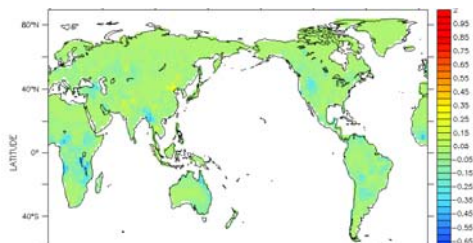


RCP8.5

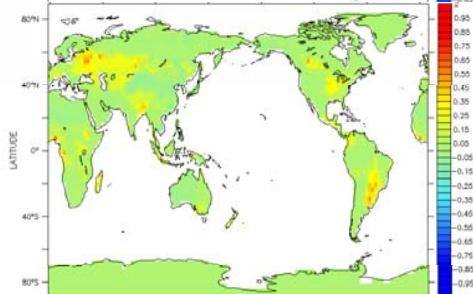


# MIROC-ESMにおける土壌有機炭素の変化(2000年代から2090年代)

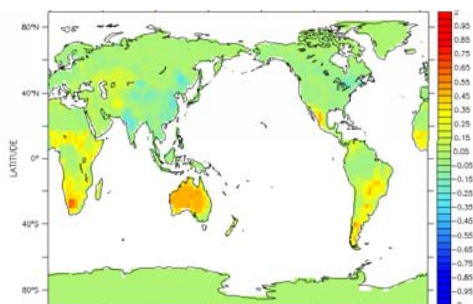
土地利用変化シナリオでの  
非農業用地の増減



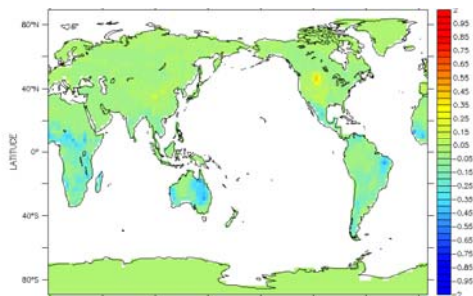
RCP3-PD



RCP4.5

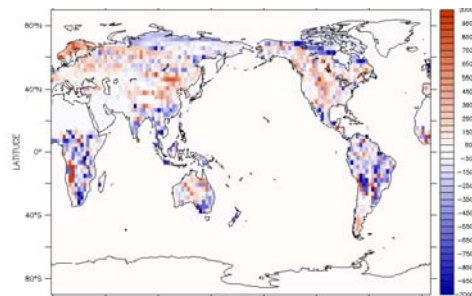
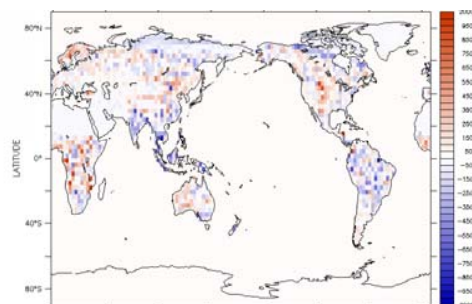
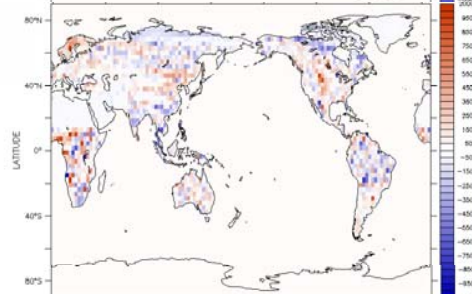
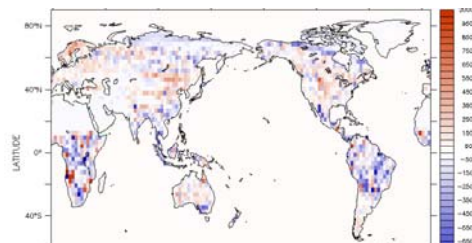


RCP6.0

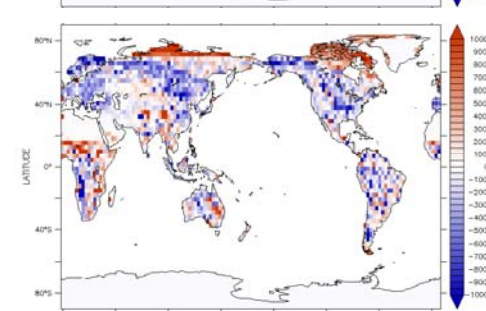
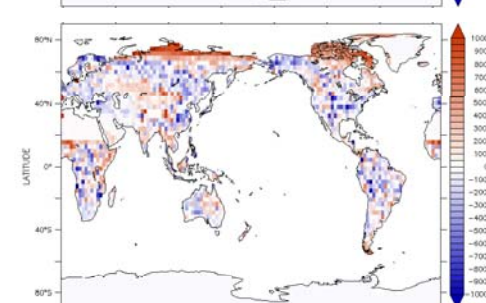
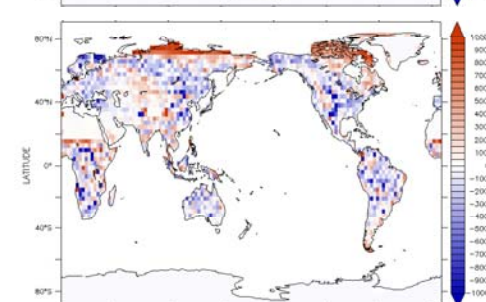
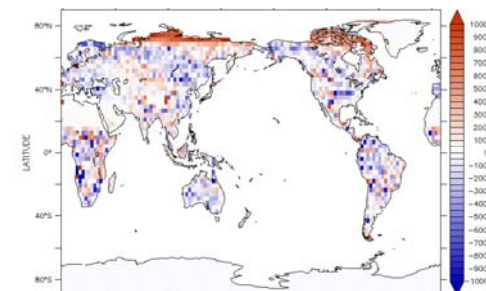


RCP8.5

土地利用変化による  
土壌炭素量の変化



CO<sub>2</sub>/気候の変化による  
土壌炭素量の変化



# 個体ベースモデルのアップスケーリング (SAS近似法、AR6に向けて)

## 植物集団の個体サイズ・年齢構造 による近似 (Size and Age Structured model, SAS)

個体群動態や生理生態の  
SEIBシミュレーションを  
数式で表す

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t} n(\mathbf{z}, \mathbf{x}, a, t)}_{\text{change in plant density}} = - \underbrace{\frac{\partial}{\partial z_s} [g_s(\mathbf{z}, \mathbf{x}, \bar{\Gamma}, t) n(\mathbf{z}, \mathbf{x}, a, t)]}_{\text{growth in stem}}$$

$$- \underbrace{\frac{\partial}{\partial z_a} [g_a(\mathbf{z}, \mathbf{x}, \bar{\Gamma}, t) n(\mathbf{z}, \mathbf{x}, a, t)]}_{\text{growth in active tissue}}$$

$$- \underbrace{\frac{\partial}{\partial a} n(\mathbf{z}, \mathbf{x}, a, t)}_{\text{aging of plant community}}$$

$$- \underbrace{\mu(\mathbf{z}, \mathbf{x}, \bar{\Gamma}, t) n(\mathbf{z}, \mathbf{x}, a, t)}_{\text{mortality}}$$

個体をサイズと  
年齢ごとに階層化



植生動態を偏微分  
方程式で表現

## SASの特徴

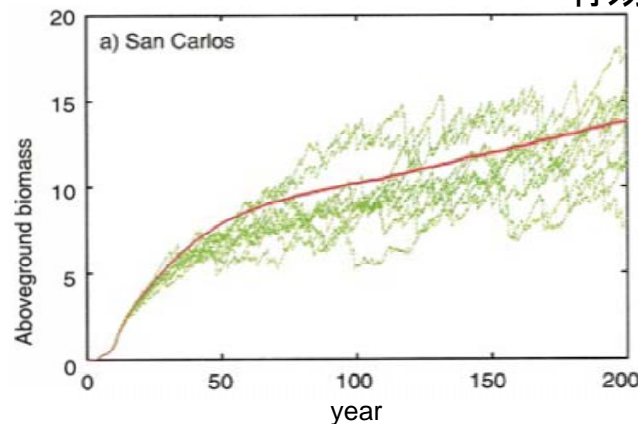
計算時間と記憶容量の飛躍的圧縮(従  
来の100分の1以下)

乱数を使わずに安定した計算結果

- シミュレーションは一回で済む
- 気候モデルとの結合に有効

モデル本来の特徴を損なわず、精度と  
速度が同時に向上

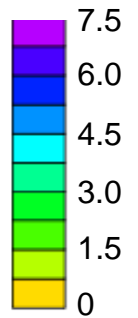
- フィールド・衛星データとの比較に  
有効



従来なら数十回の  
シミュレーション  
結果の平均で推測  
した挙動を、  
ダイレクトに出力

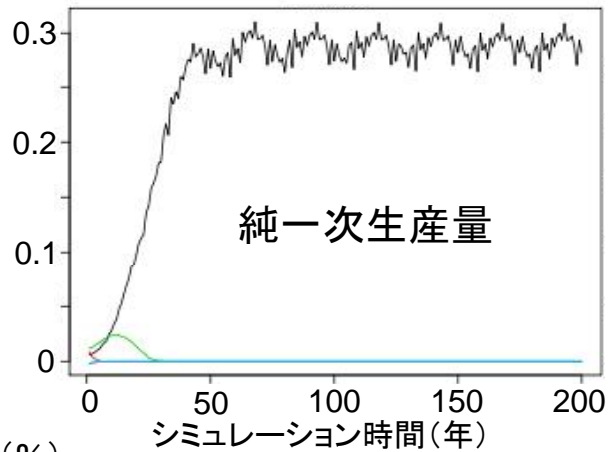
# 個体ベースモデルのアップスケーリング (モデルの挙動)

葉面積指数

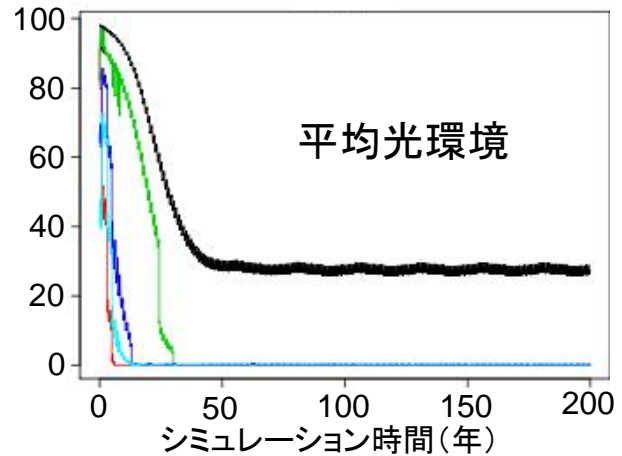


サイト・レベルでの検証  
(例: 北方林樹木)

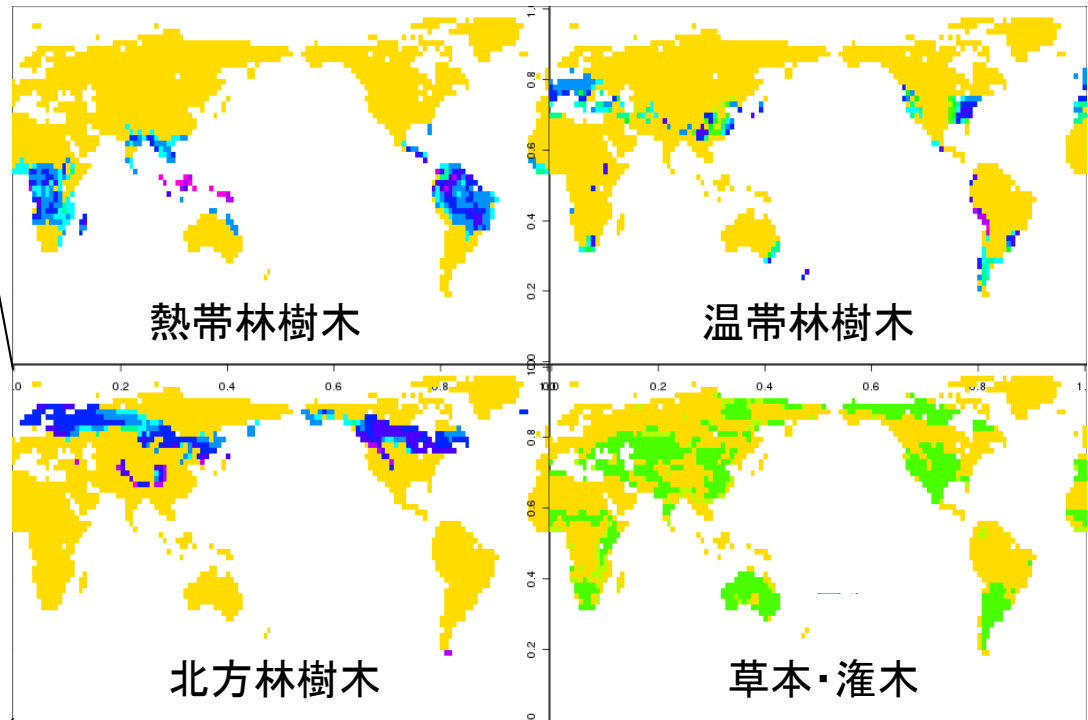
(kgC m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>)



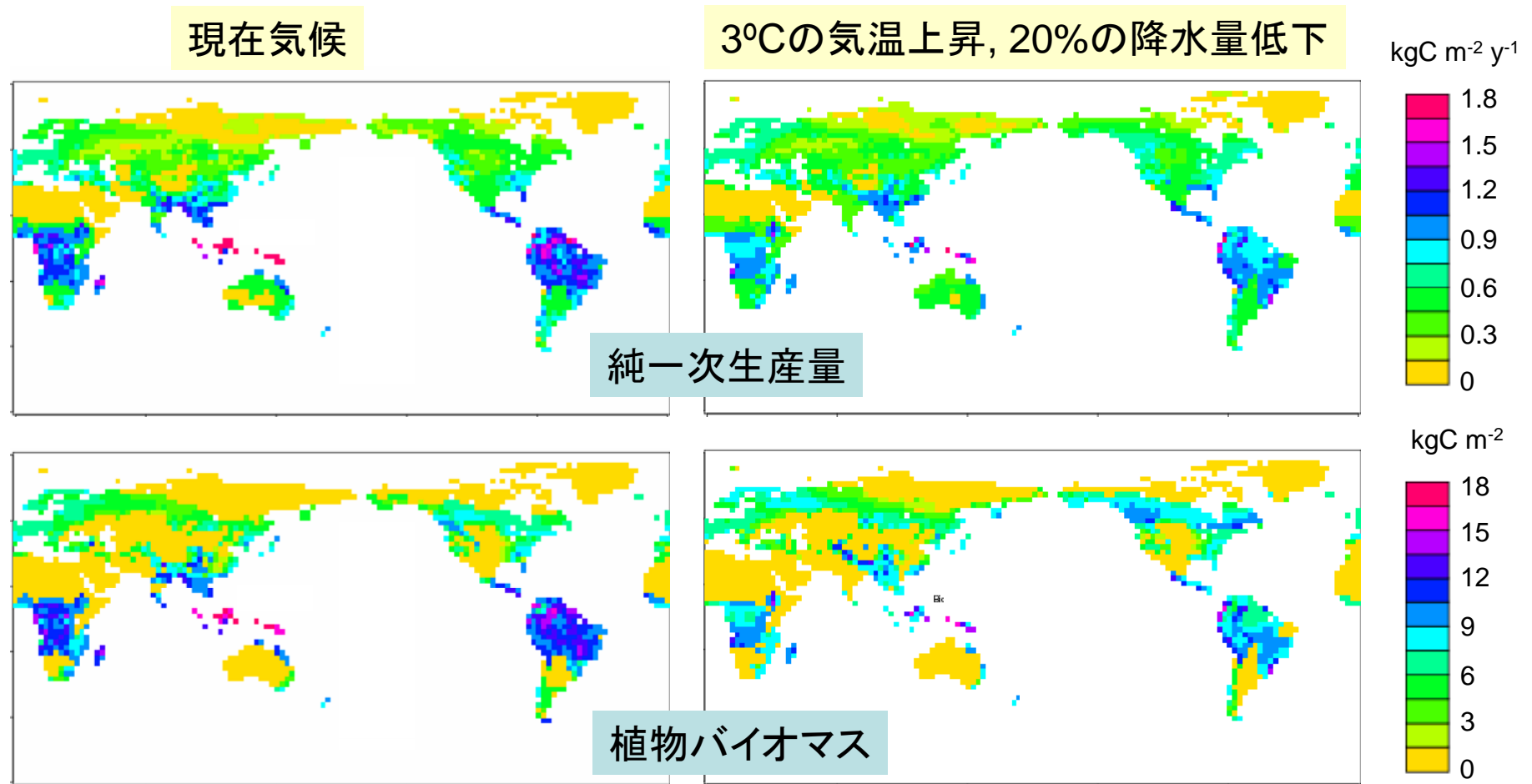
(%)



現在の各気候帯における  
植生分布(葉面積指数)



# 個体ベースモデルのアップスケーリング (全球スケールでの感度分析)





# 全球スケールにおける今後の展開（AR6に向けて）

簡略気候モデル(EMIC, Tachiiri *et al.*, 投稿中)との結合により...

## 様々なアンサンブル実験

生物化学的・社会経済的不確実性の統計解析が可能

## 古気候に関する長期間の実験

数千年にわたる地表面と気候の相互作用の再現

## 既存の長期大面積毎木調査データを用いた検証

例： 寒帯林(カムチャツカ)、亜寒帯林(大雪)、  
亜高山帯林(御嶽山)、冷温帯林(大山)、暖温帯林(対馬)