

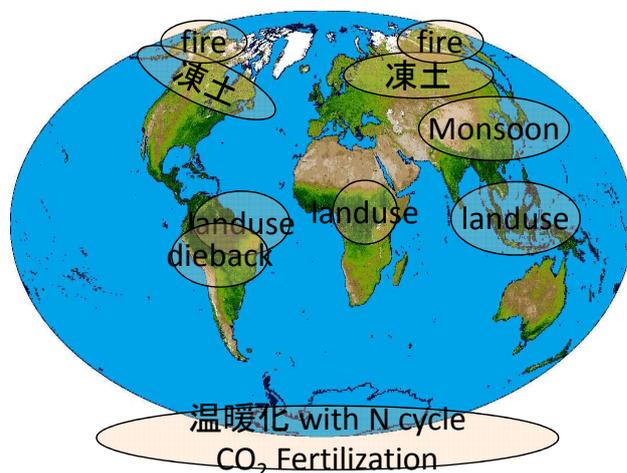
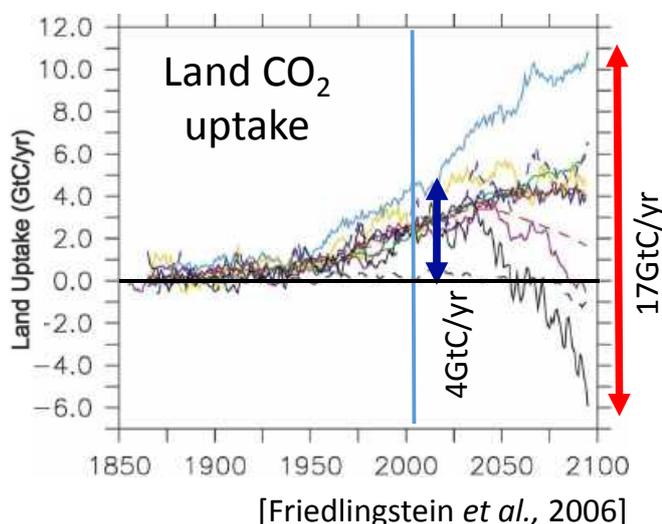
# 衛星データを複合利用したモデルデータ 融合による陸域炭素循環モデルの高精度化

研究代表者: 市井和仁 海洋研究開発機構  
研究分担者: 小林秀樹 海洋研究開発機構  
佐々井崇博 筑波大学  
植山雅仁 大阪府立大学  
累積予算額: 34,095千円 (H24-26; 3年間)

## 背景: 広域陸域炭素循環研究の重要性

陸域炭素循環の理解の向上が望まれている

1. グローバル:  
温暖化予測で高い不確実性
2. 環境変動のHotSpot:  
不確実な現状把握・将来予測

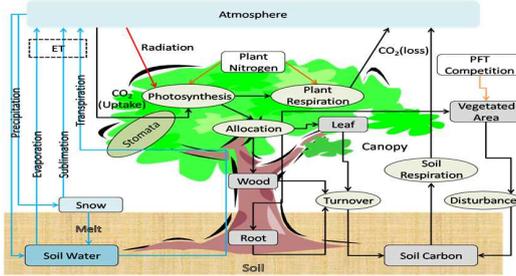


# 背景: 陸域炭素循環モデルの問題点

様々な観測(衛星・地上)をモデルに取り込む必要

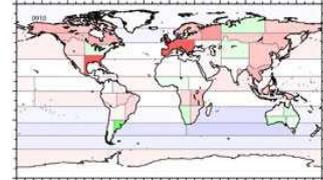
## 陸域炭素循環モデル (陸域生物圏モデル)

[e.g. BEAMS, VISIT, Biome-BGC]

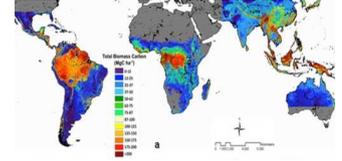
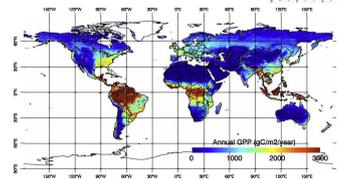


不十分な制約 少ない観測点  
少数の検証項目

## 近年の衛星観測プロダクト



CO<sub>2</sub>  
Budget  
(GOSAT)



光合成量[Ichii]

Biomass[e.g. NASA]

他: 葉面積指数, 展葉時期, 土壤水分  
蒸発散, 森林火災, クロロフィル蛍光

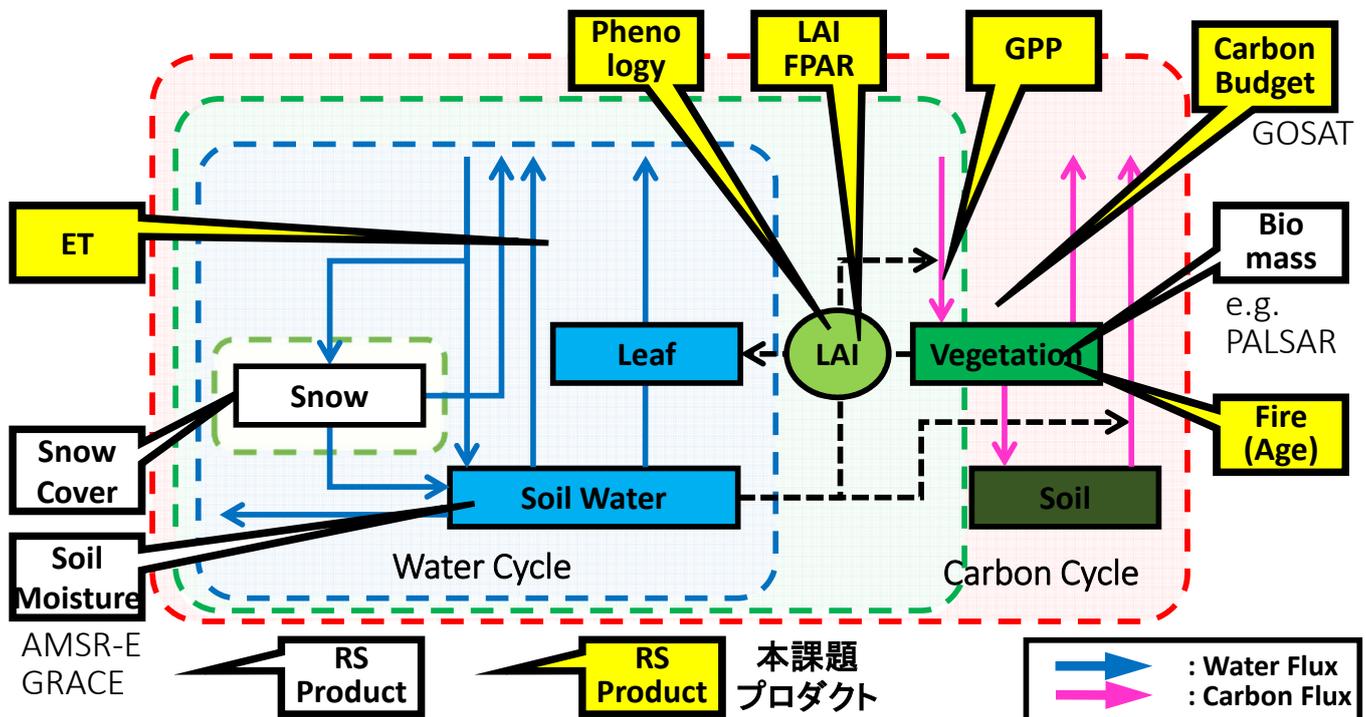
## 本課題の目的: 陸域炭素循環モデルの高精度化

- ①最新の衛星データを融合利用したモデル構築
- ②必要パラメータの広域データ構築
- ③今後推定が必要なパラメータの抽出

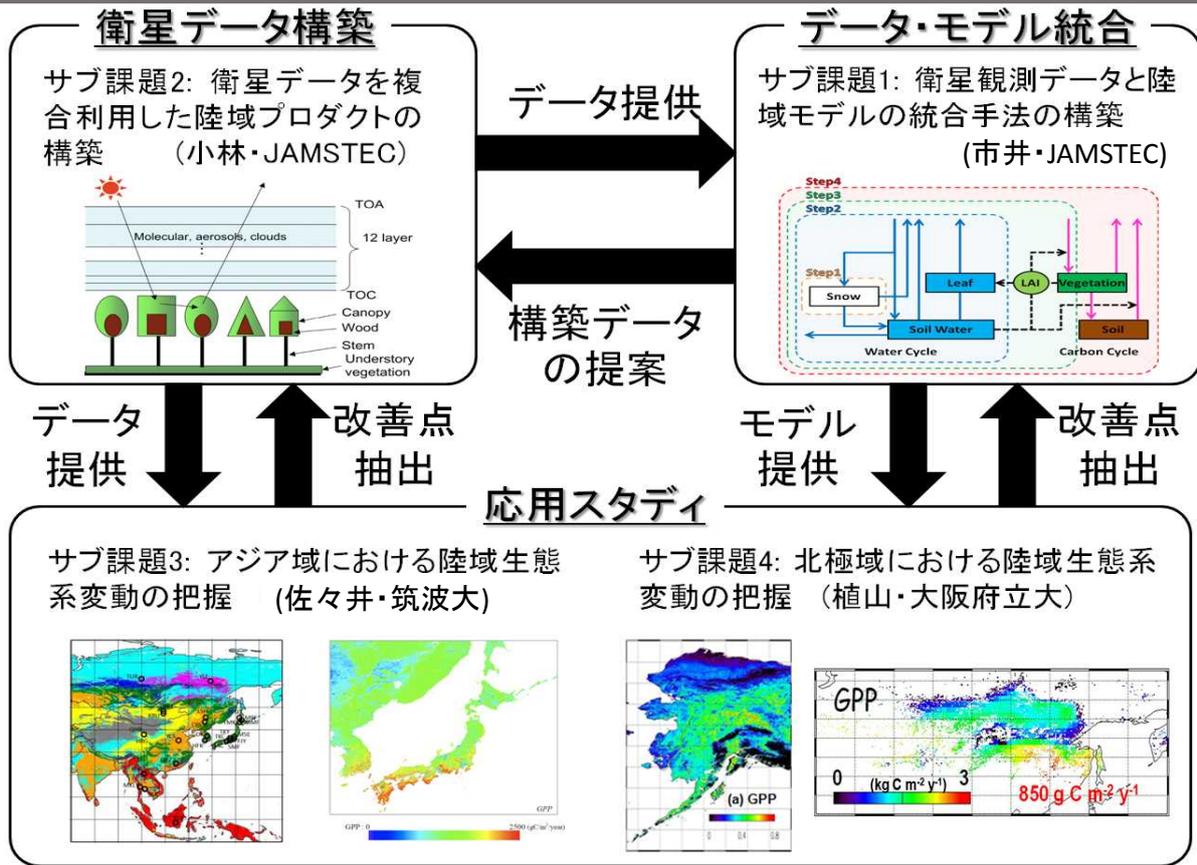
## 本課題概要

必要な衛星プロダクト構築⇒  
新陸域モデル(衛星・モデル融合型)⇒炭素循環解析

キーワード: 陸域炭素循環・リモートセンシング・モデルデータ融合・ホットスポット



# 研究体制: 衛星プロダクト構築(サブ2) → 陸域モデル構築(サブ1) → 陸域炭素循環理解(サブ3,4)

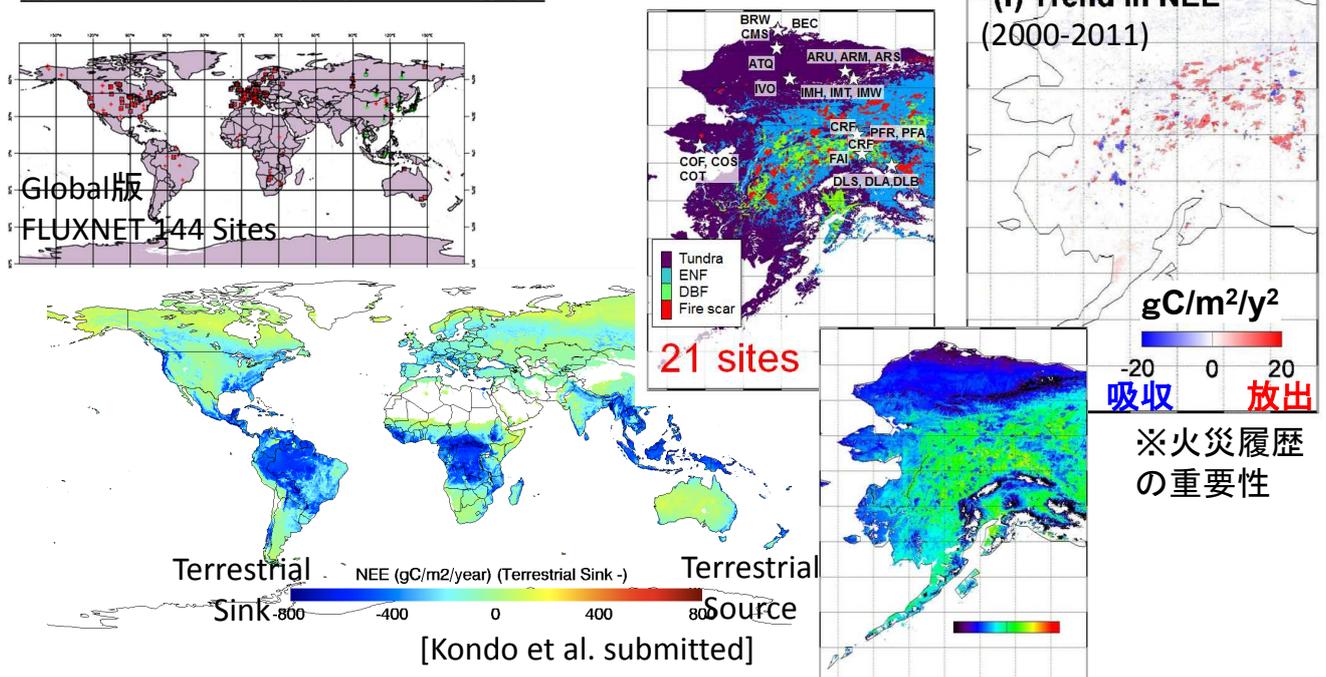


## 研究成果①: データ構築

[サブテーマ1,2,4]

### 1. 炭素・水・熱フラックスの広域データ構築 [全球、アジア、アラスカ]

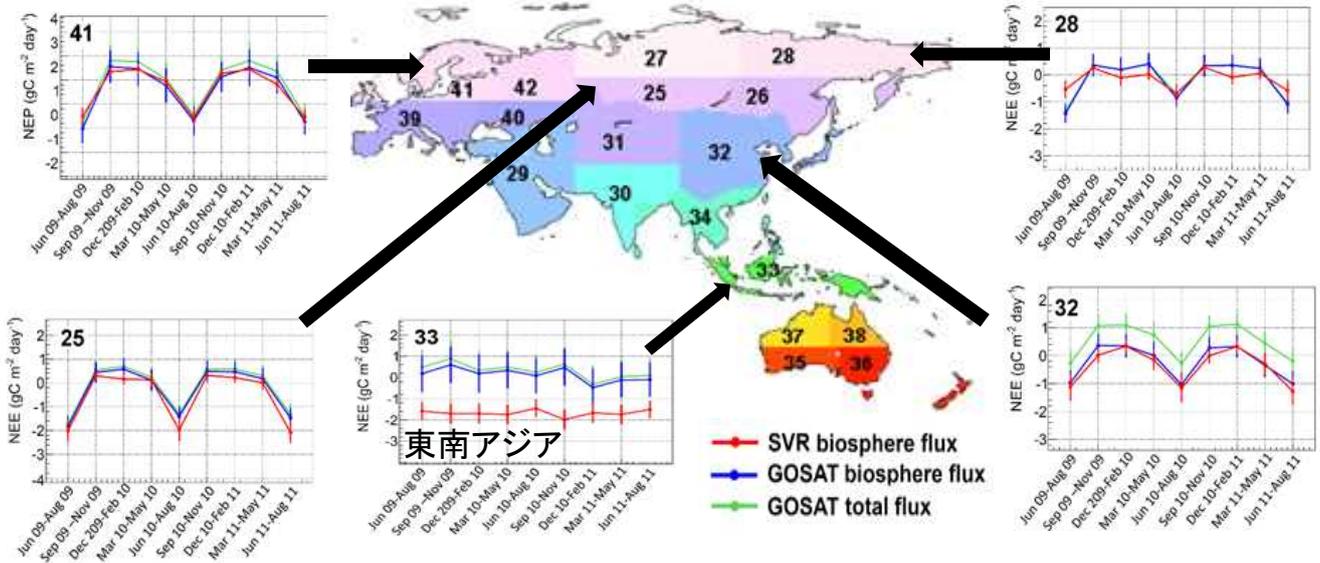
衛星データ+地上観測データの融合 → 広域プロダクト



- ☑ 全球・アラスカ・アジアで広域データを構築、火災履歴(林齢)! [Ueyama et al. 2013;2014]
- ☑ FLUXCOM (同種手法の国際相互比較)への参画、アンサンブルプロダクトの利用

## 2. 陸域炭素交換量データの評価

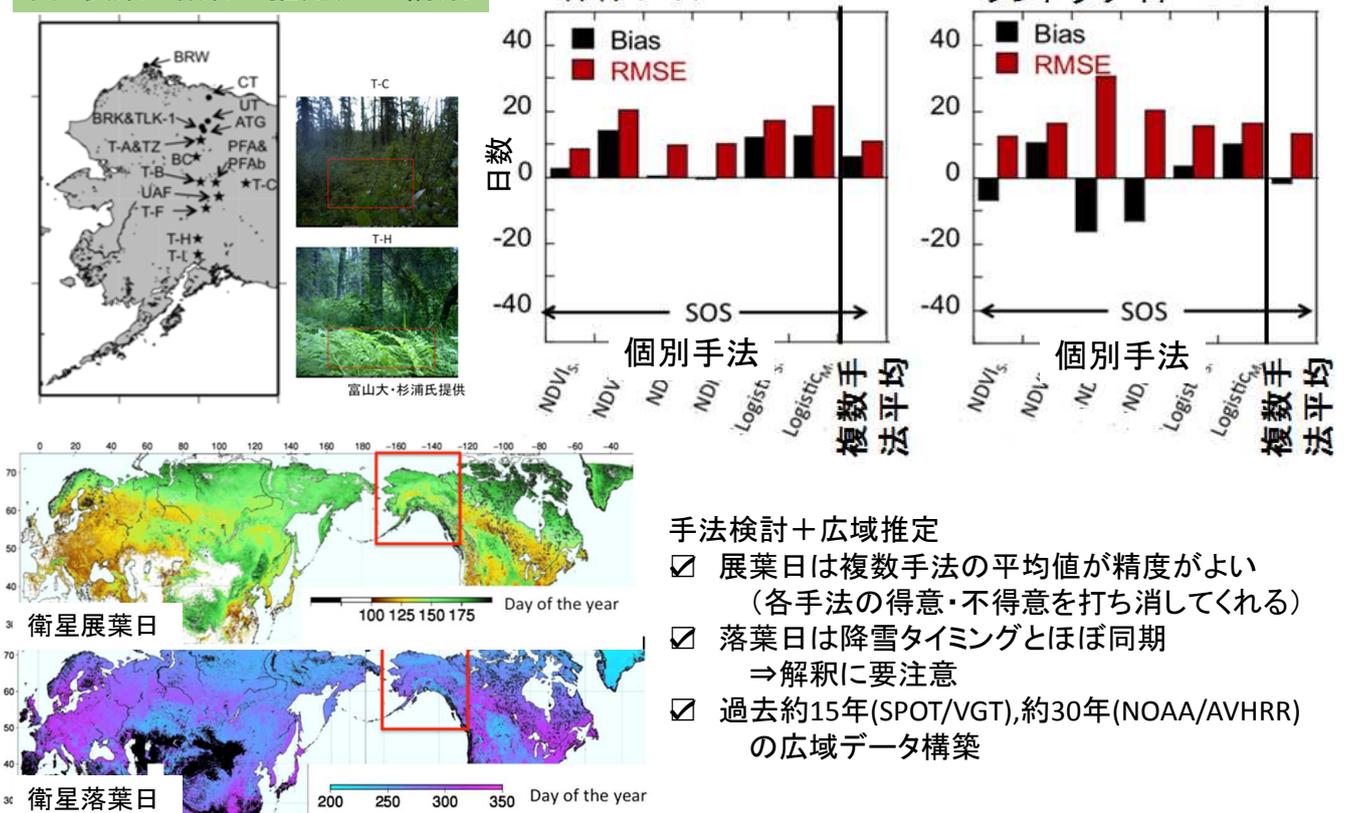
陸域炭素交換量の経験的推定結果(本課題広域化プロダクト)をGOSAT L4Aと比較し評価



- ☑寒冷域では一貫(経験的プロダクト→モデル制約へ利用可能)
- ☑熱帯域ではバイアス(経験的推定が過大吸収)  
→ GOSAT L4A, 本研究では推定値の定義の違いを埋める必要有

## 2. 展葉・落葉日、葉面積指数の構築

例: 展葉・落葉日推定法の構築



手法検討+広域推定

- ☑ 展葉日は複数手法の平均値が精度がよい (各手法の得意・不得意を打ち消してくれる)
- ☑ 落葉日は降雪タイミングとほぼ同期  
⇒ 解釈に要注意
- ☑ 過去約15年(SPOT/VGT), 約30年(NOAA/AVHRR)の広域データ構築

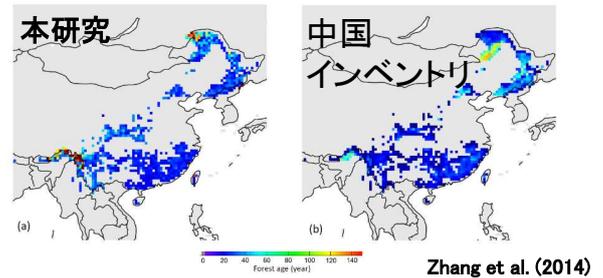
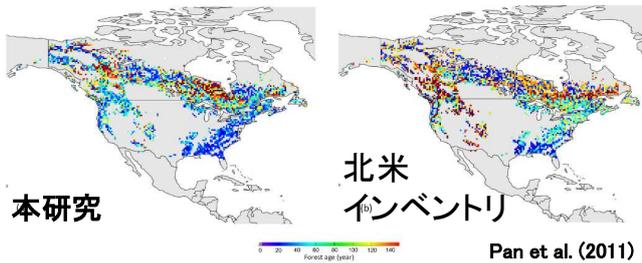
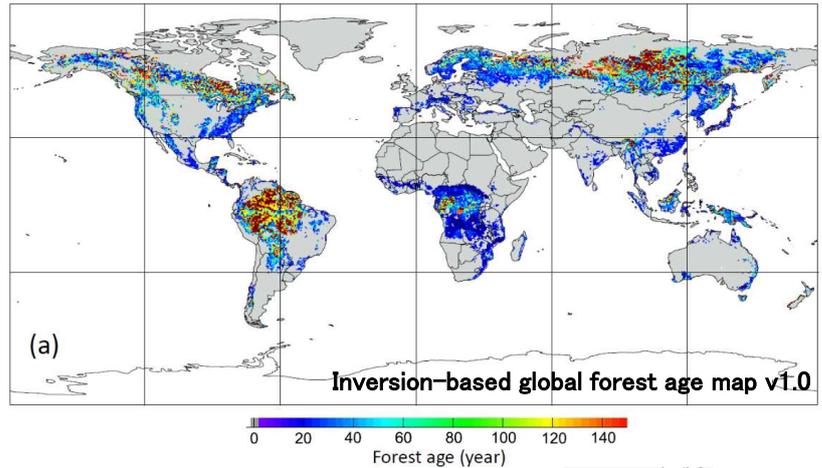
## 4. 林齢マップの構築

現状の陸域炭素収支把握に必要な  
だが、全球データは存在しない



間接的(モデル・観測を組み  
合わせた逆解析)な推定の試行

- ・Biome-BGCモデル
- ・火災プロダクト(面積)
- ・人為影響の大きさデータ



- ☑インベントリー+モデルの統合により推定
- ☑既存研究(北米・中国のみ存在)と類似の分布

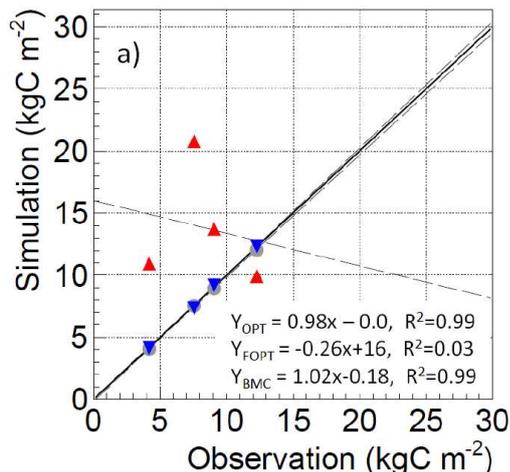
## 研究成果②: モデル・データ融合

### モデルパラメタ最適化実験 (サイトレベルで実験)

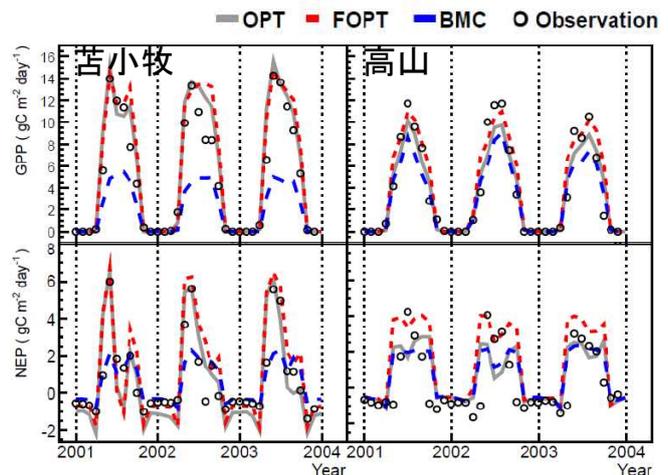
利用モデル: Biome-BGC

制約条件(観測値)

- ① 炭素フラックスのみ
- ② バイオマスのみ
- ③ 炭素フラックス+バイオマス



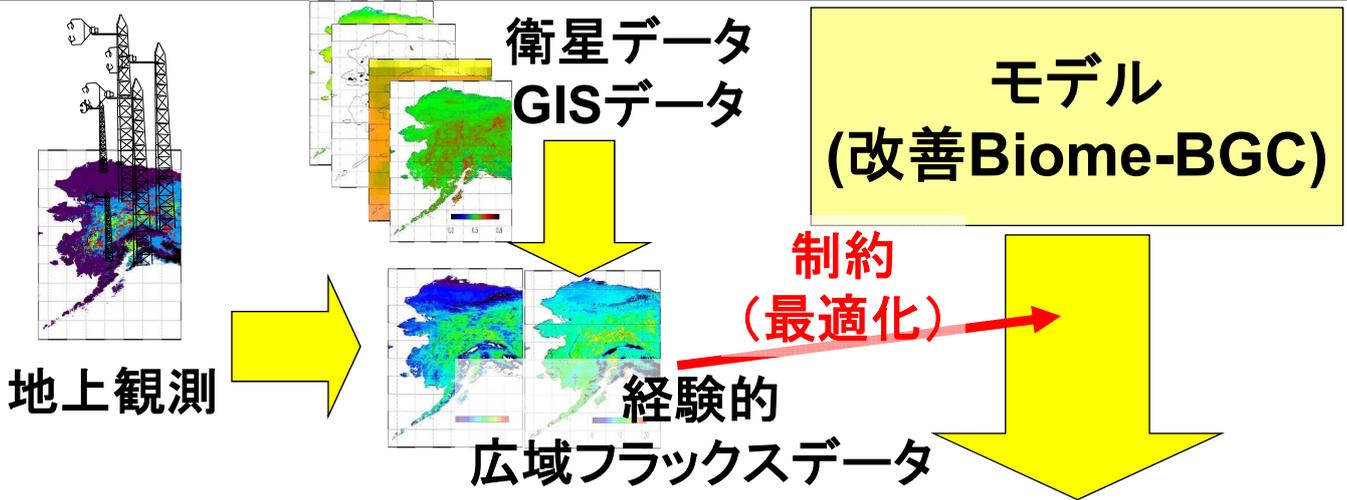
バイオマス量の再現性: 炭素フラックスのみの  
制約(▲)ではバイオマス量は再現不可



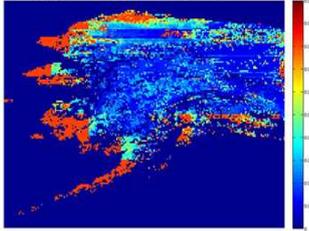
炭素フラックスの再現性: バイオマスのみの  
制約(---)ではバイオマス量は再現不可

- ☑モデルデータ融合ルーチンの確認
- ☑炭素フラックス+プール量の再現には、  
炭素フラックス  
プール量(バイオマスなど)  
の両者が必要。

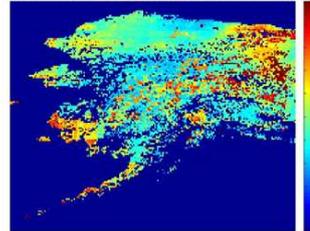
[Kondo et al. 2013]



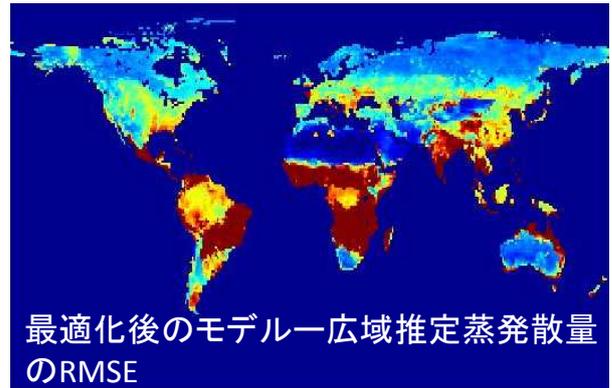
パラメータ最適化によって推定された  
最大気孔コンダクタンス(単位 m/s)



最適化されたパラメータを利用したモデルと  
広域プロダクトの蒸発散量のRMSE (mm/day)



- ☑モデルデータ融合のフレームワーク化
- ☑グローバル、地域(極域、アジア)での確認

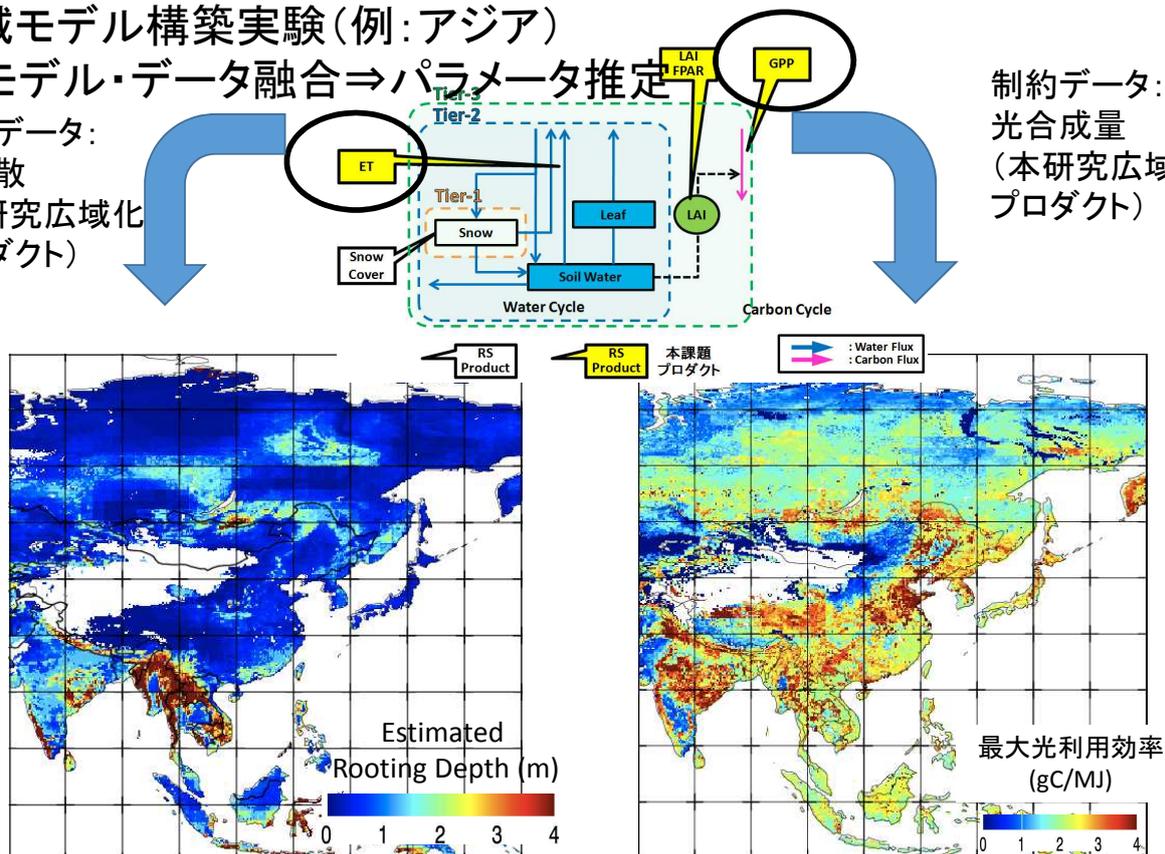


広域モデル構築実験(例:アジア)

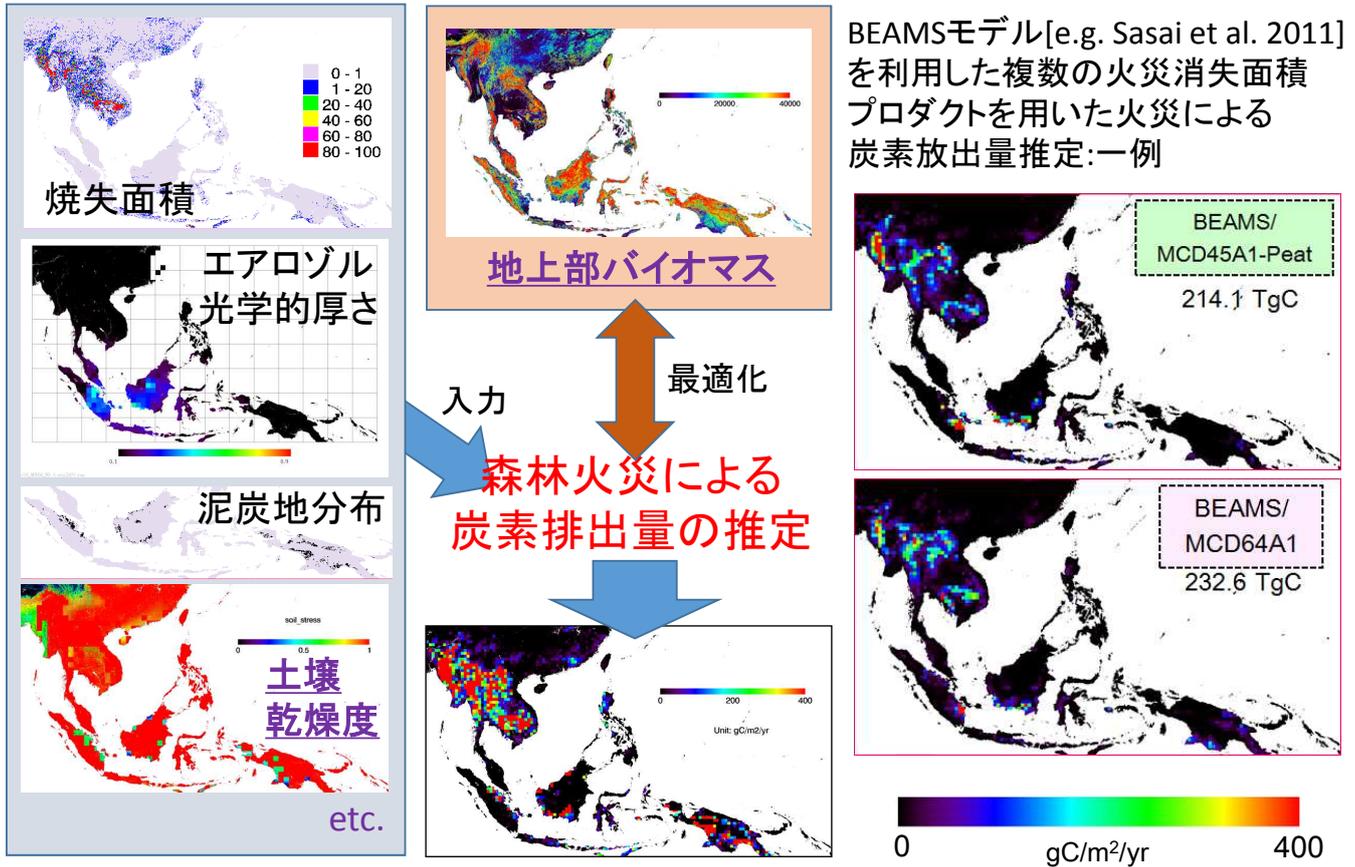
: モデル・データ融合⇒パラメータ推定

制約データ:  
蒸発散  
(本研究広域化  
プロダクト)

制約データ:  
光合成量  
(本研究広域化  
プロダクト)



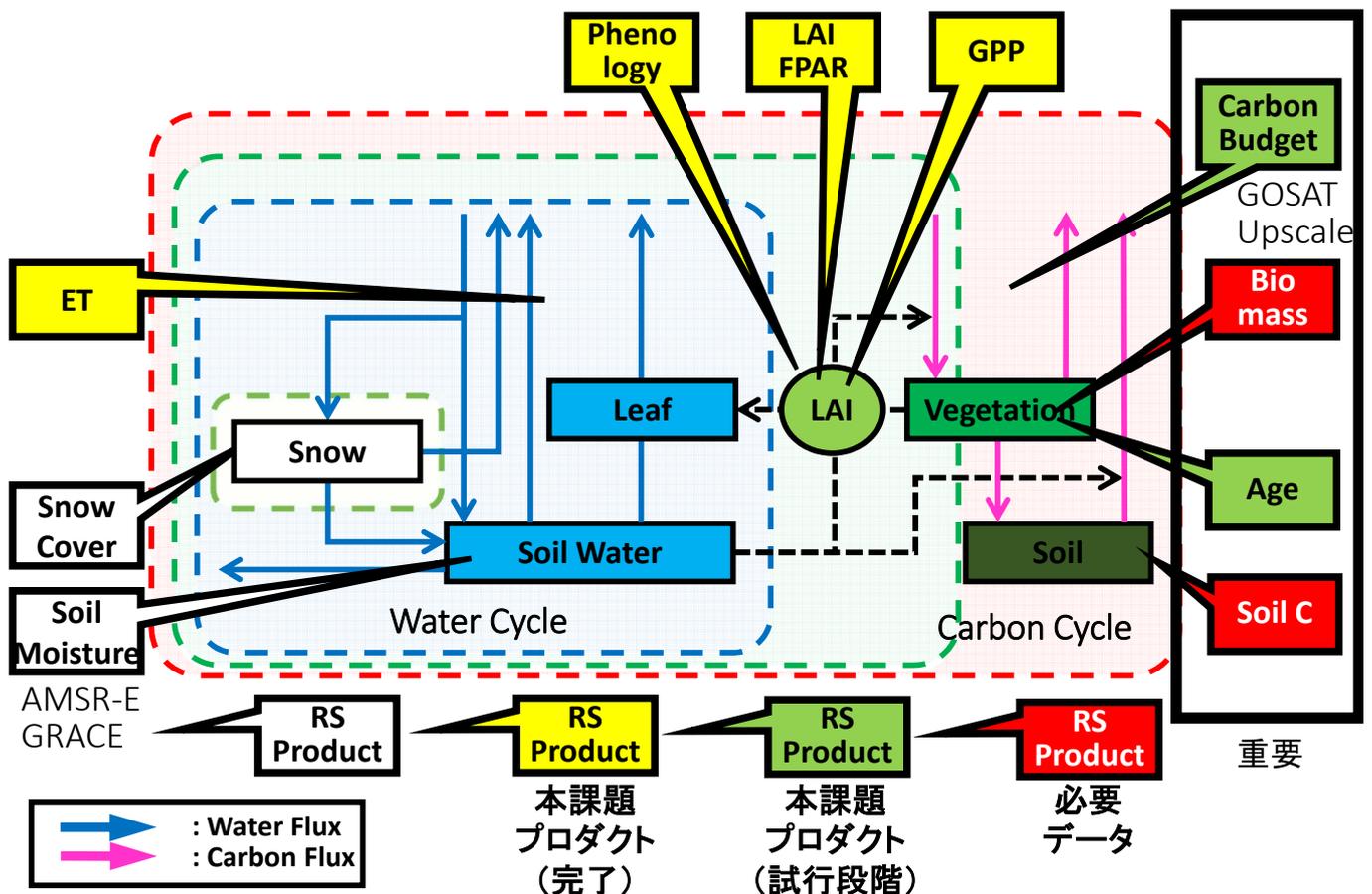
- ☑本研究開発フレームワークで不確実なパラメータの逆推定が可能



☑ 東南アジア火災CO<sub>2</sub>放出量推定、バイオマス等衛星データ重要

[Shi, Sasai et al., 2014]

## 整備すべき広域データ



# 科学的な意義

## [様々なデータ構築]

- ・地上観測＋衛星観測の広域フラックス・展葉、落葉の推定  
グローバル・アラスカ・アジアなど観測を有効利用  
⇒ アラスカ：火災履歴(or林齢)が炭素収支に重要
- ・陸域炭素収支プロダクト(広域化vsGOSAT L4A)  
手法のギャップを埋める(収穫・河川からの流出などの考慮)  
グローバル炭素循環を理解する手掛かり
- ・林齢(グローバル)は新たな試み

## [モデル・データの融合]

- ・再現性の向上  
広域化プロダクトの利用⇒格段に多い観測データ
- ・モデルからのパラメータ逆推定が可能  
見えないパラメータの推定  
他のモデルにも適用可能な汎用的手法

# 環境政策への貢献

- ・陸域炭素循環推定の高精度化、ホットスポット理解・警告  
炭素収支の理解・炭素管理へのデータ
- ・今後の地球観測計画(地上・衛星観測)へのフィードバック  
陸域炭素循環の理解にはどのような観測が必要か  
特にどのような項目の衛星観測が有効かを提示した