

リモートセンシングとプロセスモデルを用いた森林炭素監視システムの開発

山形与志樹

国立環境研究所 地球環境研究センター



THE UNIVERSITY OF TOKYO



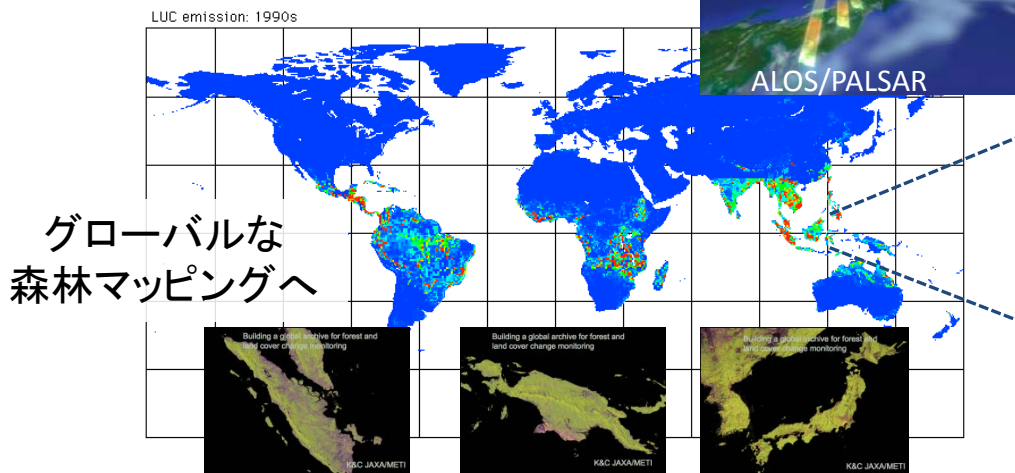
MITSUBISHI RESEARCH INSTITUTE, INC.



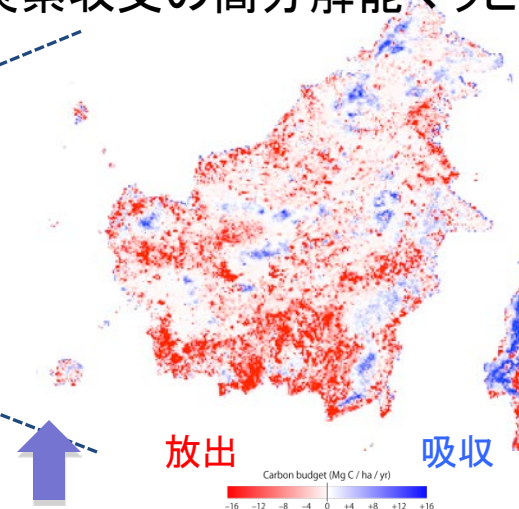
森林炭素監視システムの概要

(環境省地球環境研究総合推進費)

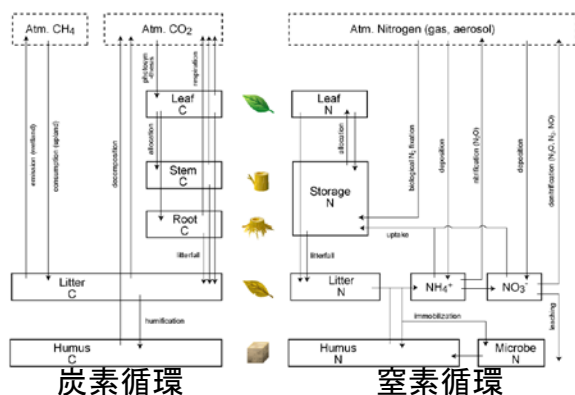
人工衛星による観測



成果① 森林/非森林の分布と炭素収支の高分解能マッピング



陸域生態系モデル

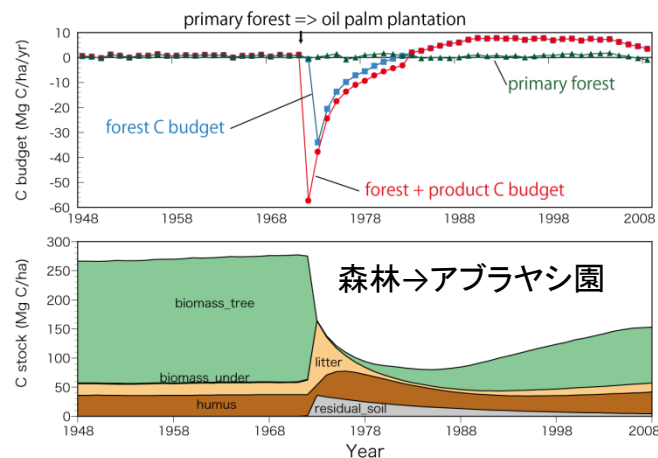


現地観測に基づく高度化

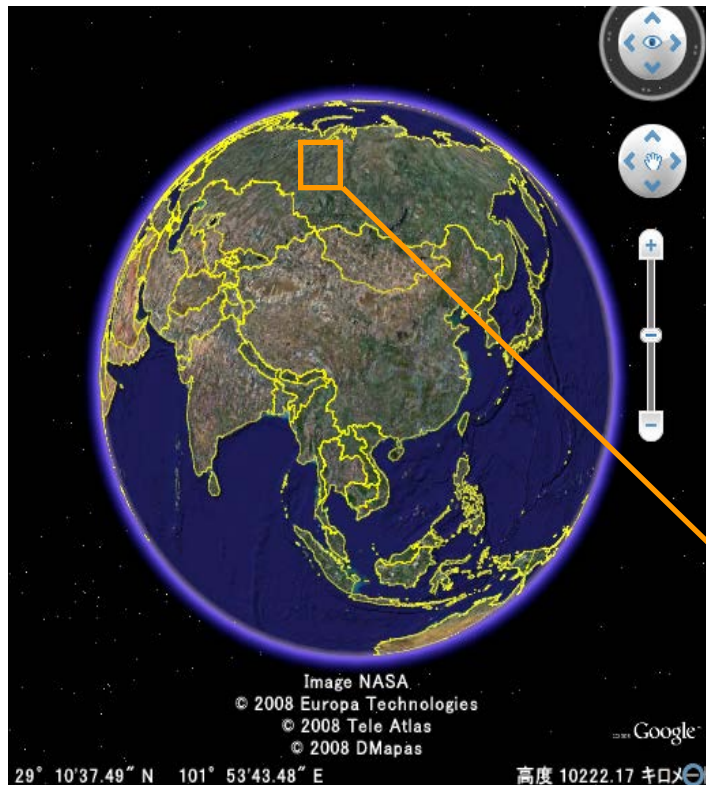


インベントリに基づく検証

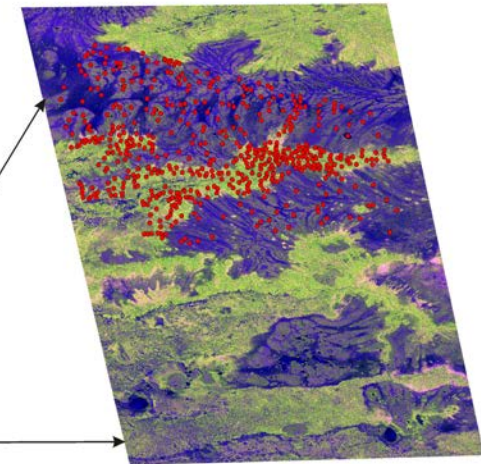
成果② 土地利用転換に伴う炭素収支シミュレーション



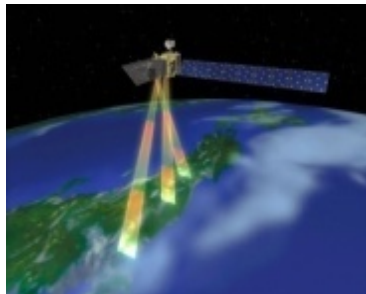
SAR/光学 森林減少・森林劣化検出(シベリア)



The target
Icha-Tara test site
South of boreal region



Spatial distribution of ground
observation plots (440) at
ALOS/PALSAR, scene
2007/07/16:
R-HH
J-HV
B-HH/HV



ALOS/PALSAR-based study:

- Forest biomass estimation
- Boreal forest monitoring (land-cover change analysis)
- Tracking Carbon

地上部観測によるバイオマス分布(シベリア)

Upland deciduous forest



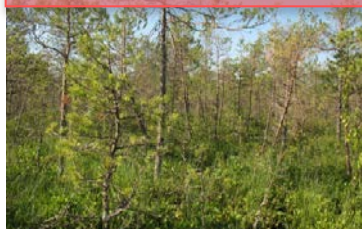
Mixed forest



Peat swamp forest



Forested peatland



Open peatland (fen)



Wet grassland (reed bush)



Dry grassland (meadow)



Ridge-hollow-pool bog

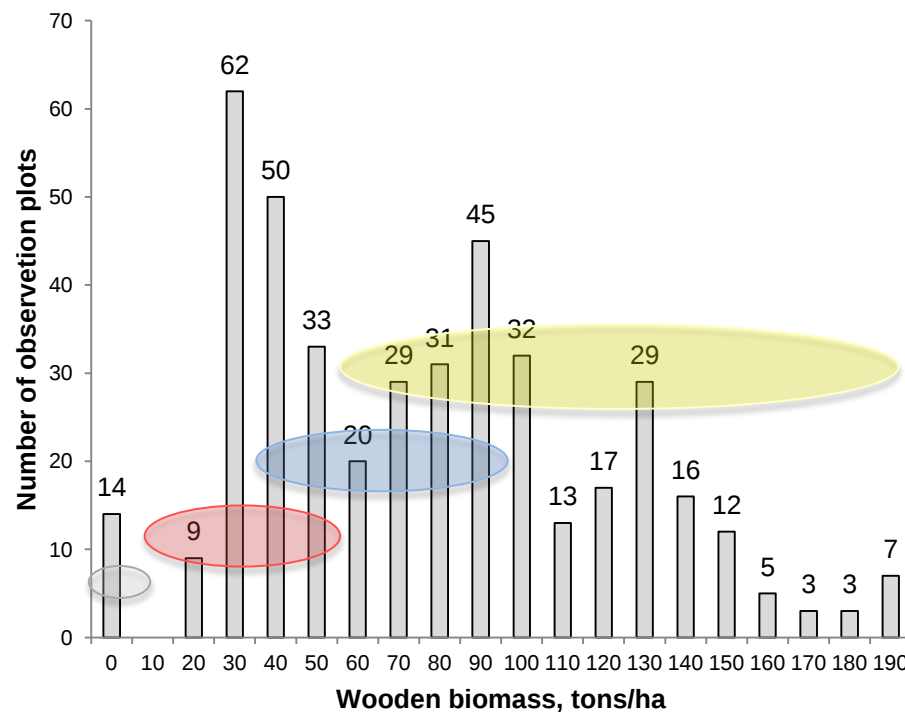


440 observations:

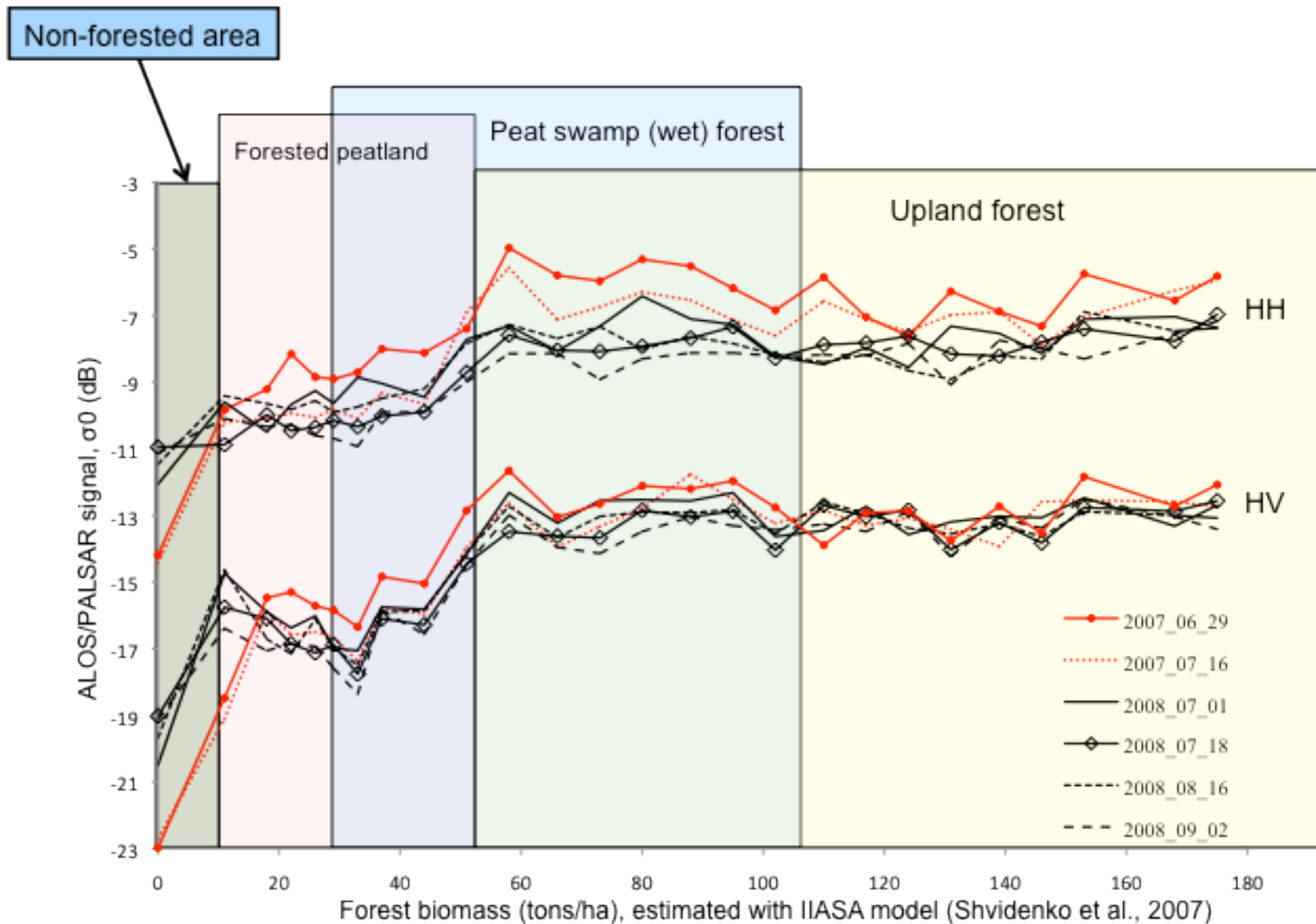
Average biomass 73 (SD ± 44) tons/ha.

Middle range biomass values dominate in the data set.

All analyses performed excluding open water fraction.



ALOS/ PALSARの後方散乱: 生態系ごとの寄与(シベリア)



ボルネオ島の森林/非森林面積マップ



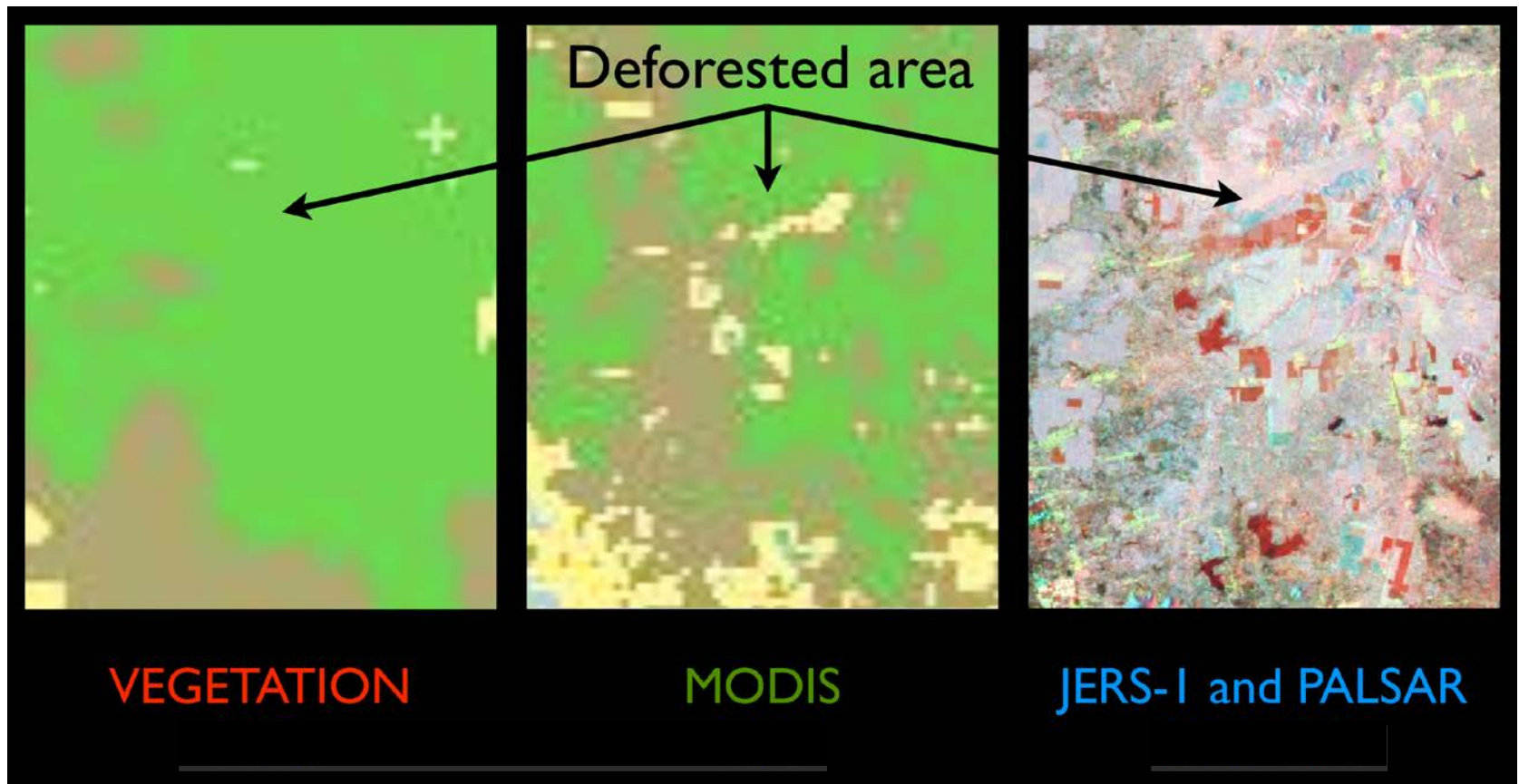
インドネシアは、2000年から2010年における森林の減少面積が、ブラジル、オーストラリアに次ぐ世界第三位（FAO, 2010）

マレーシアとインドネシアの2カ国で、世界のパーム油生産量の80%以上のシェアを誇る

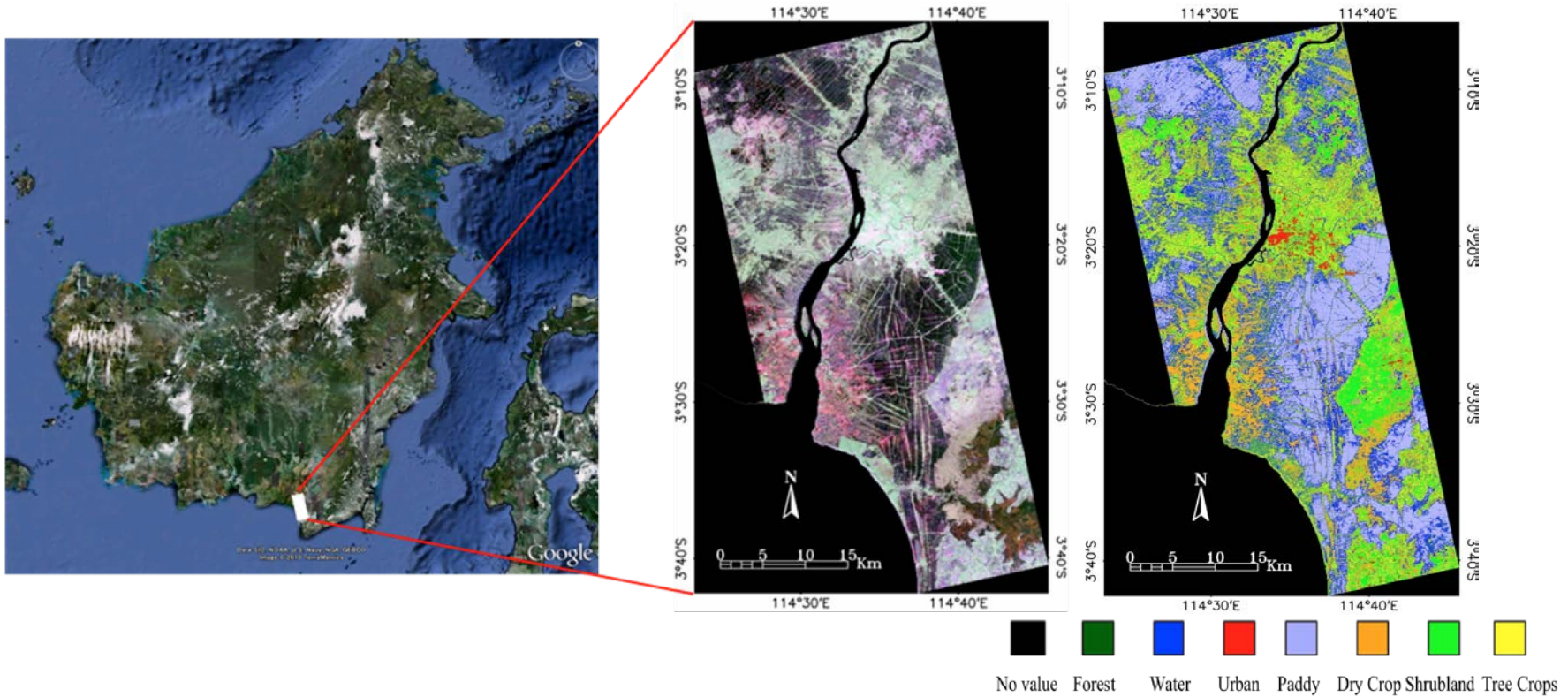
パーム油生産のためのアブラヤシプランテーションの面積増加が著しい

森林/非森林面積のマッピング

1983年から2008年までのボルネオ島における森林/ 非森林のマッピングを
PALSAR、MODIS、AVHRR、SPOT Vegetation の画像を用いて行った。

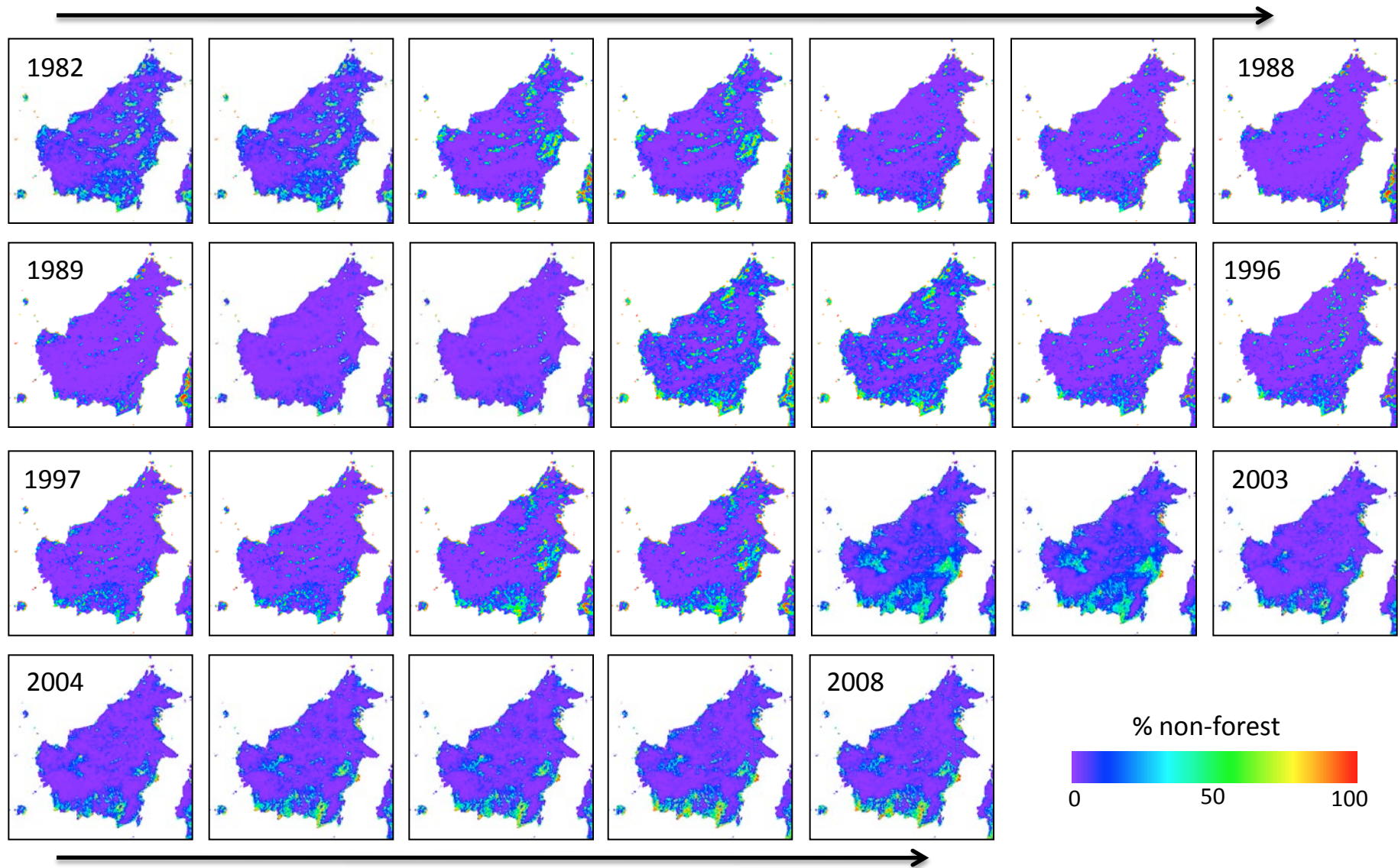


ALOS /PALSAR L-band データの有効性の検証



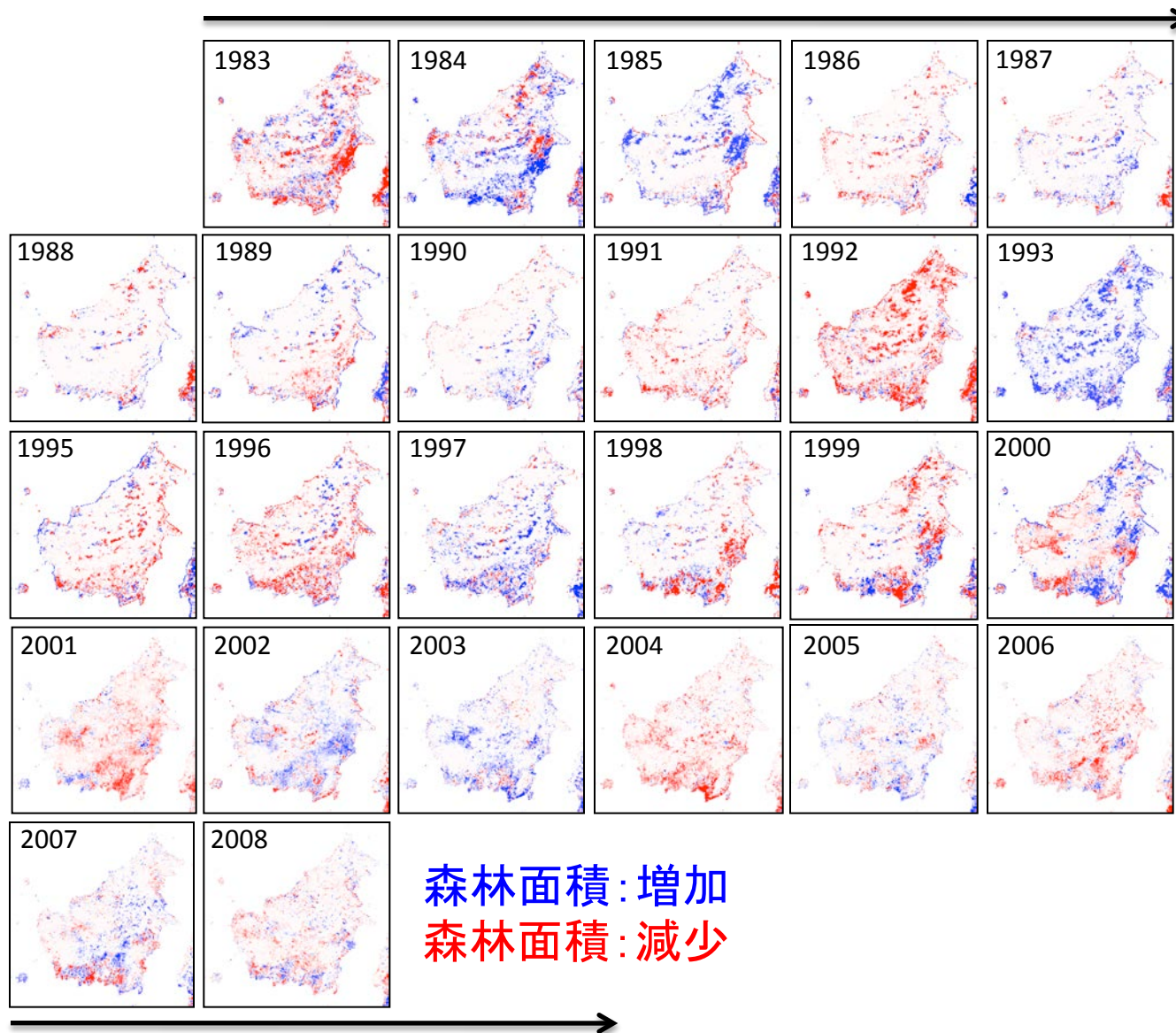
PALSAR から得られた13次元のデータを使った土地被覆分類は、従来よりも高精度であった

ボルネオ島における森林・非森林の割合

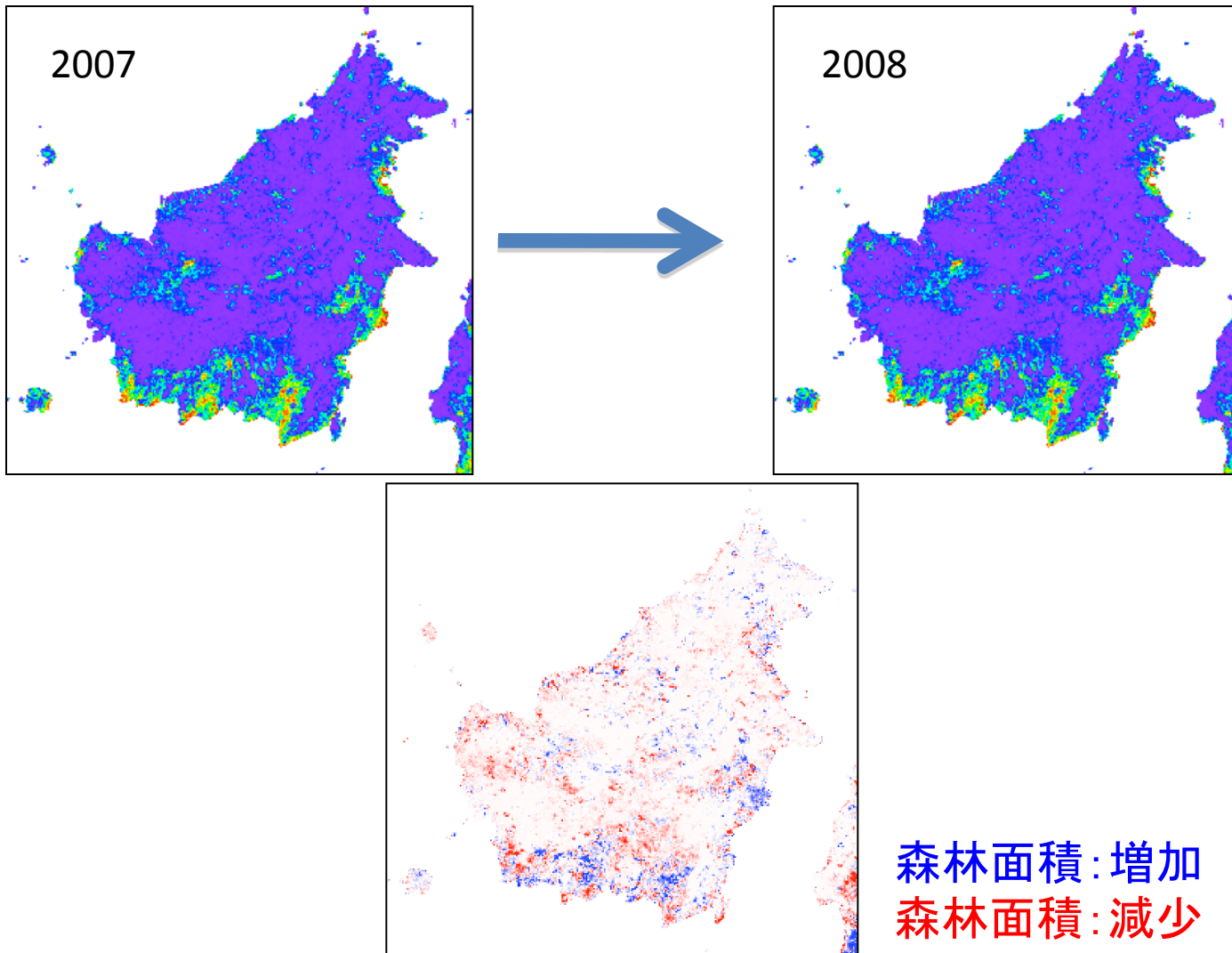


(data by W. Takeuchi of IIS, University of Tokyo)

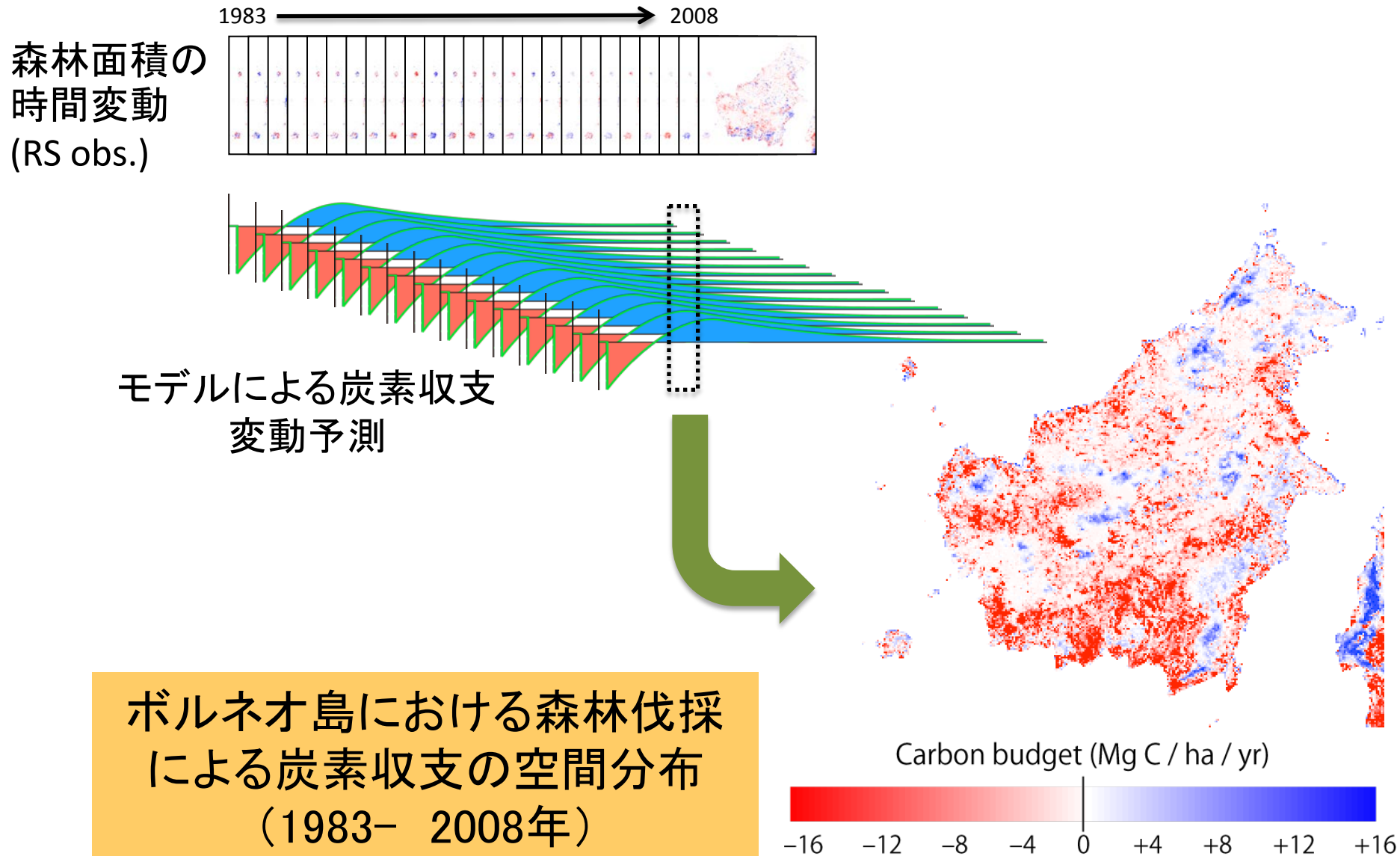
ボルネオ島における森林減少面積の抽出結果



ボルネオ島における森林減少面積の抽出



ボルネオ島における森林伐採による炭素放出量推定



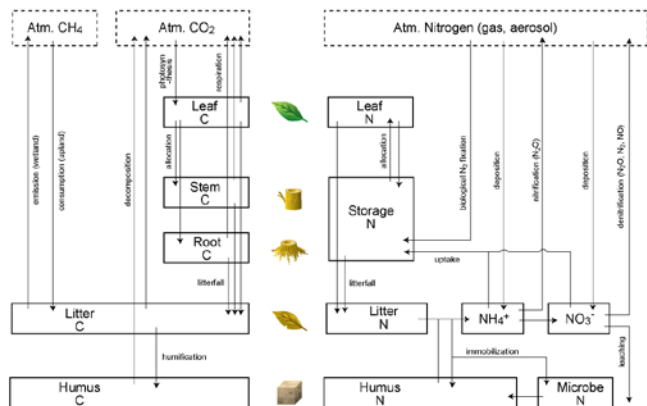
(Yamagata et al., 2010, Earthzine)

植生攪乱と陸域生態系モデルに関する研究

VISIT

陸域炭素循環モデル

目的: 森林減少・劣化に伴う炭素放出量を推定するモデル開発

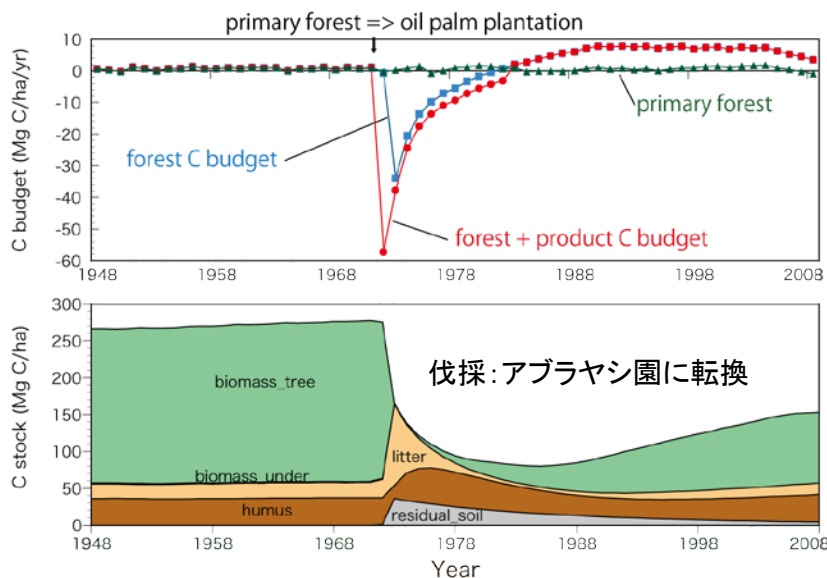


代表的な植生タイプにおける調査

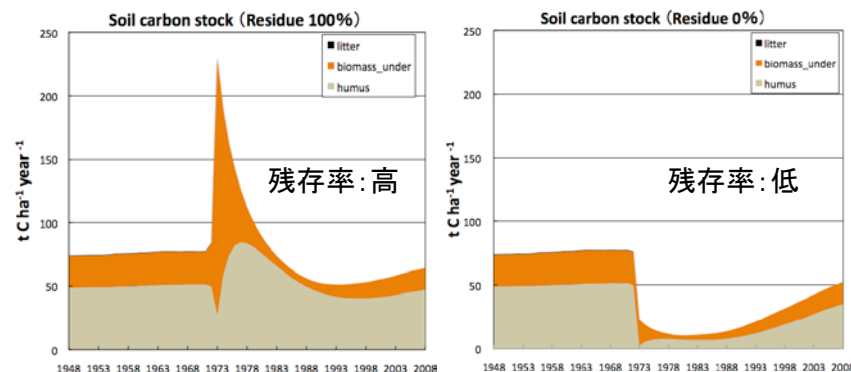


観測データ

既存モデルによる試行



主要プロセスに関する感度実験

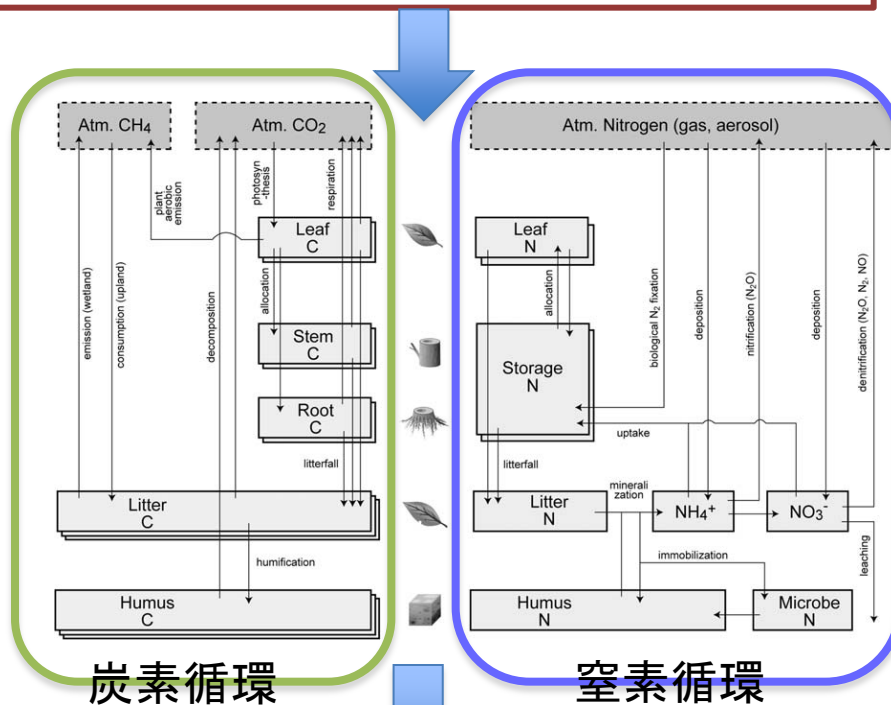


例: 伐採時の残渣残存率が土壌炭素量に与える影響

陸域生態系モデルVISIT

VISIT (Vegetation Integrative Simulator for Trace gases)

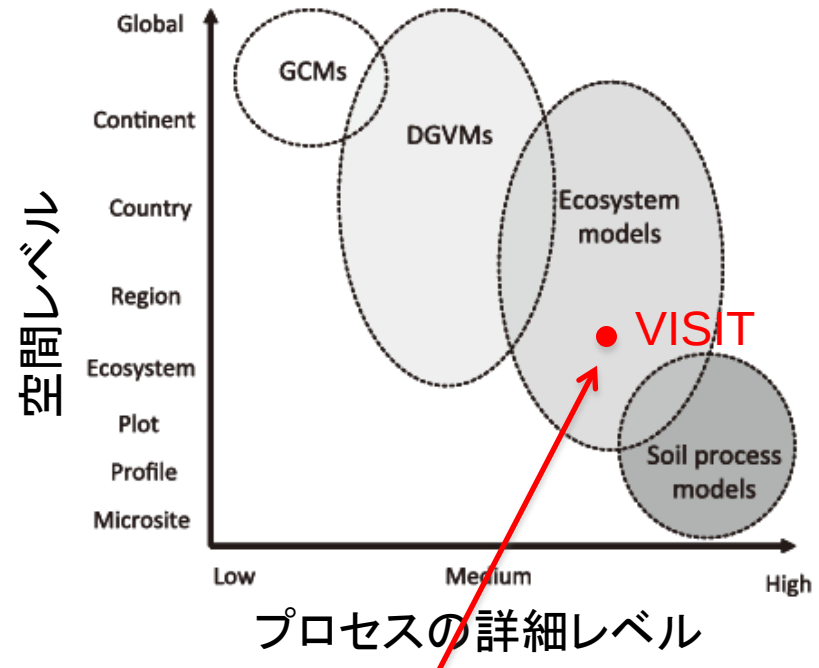
日射、気温、降水量、風速、気圧など
14項目の日単位の気象データ



炭素循環

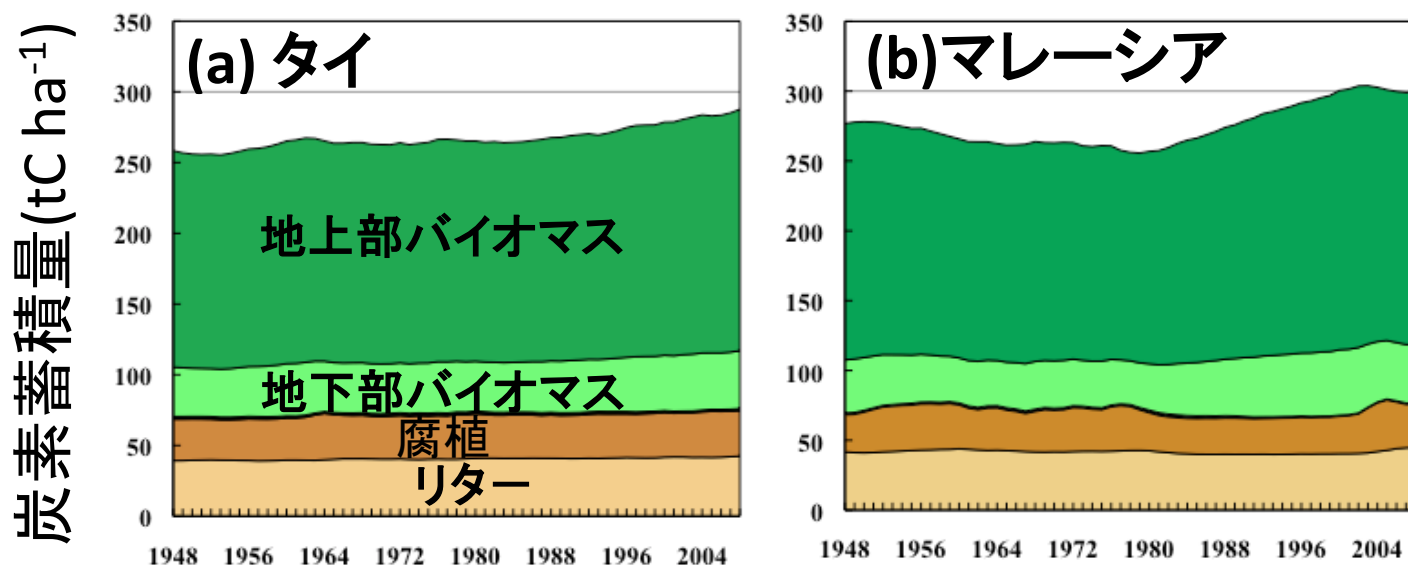
窒素循環

温室効果ガス(CO₂, CH₄, N₂O)の発生量
生態系純生産量(NEP)、生態系一次総生産量(GPP)
地上部バイオマス量、土壌炭素量、土壌呼吸量



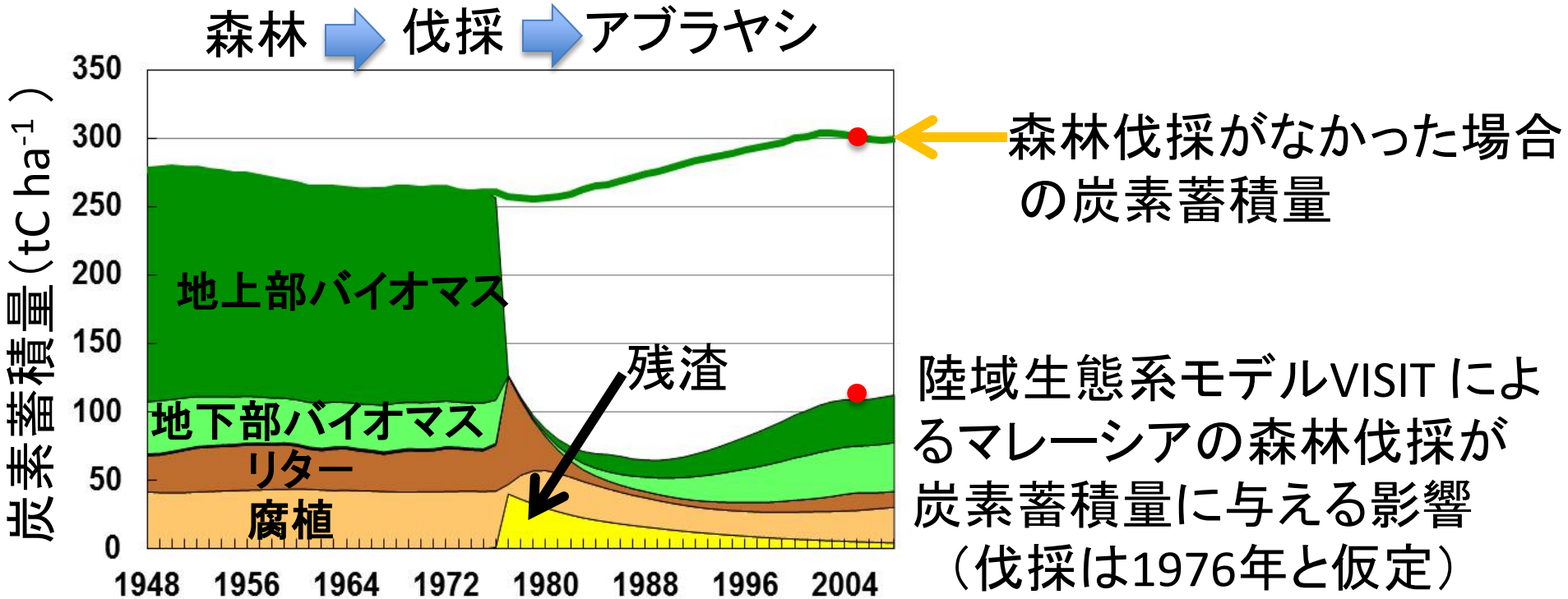
VISIT は植物-土壌の相互作用を検証できるモデルである

タイとマレーシアの熱帯林の炭素蓄積量



$\text{t C ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$	VISIT ¹	Field data	Year of data	VISIT ¹	Field data	Year of data
GPP	32.5	35.6 ²	2002	26.5	32.6 ⁴	2003
	34.5	39.6 ²	2003	26.6	32.8 ⁴	2004
	31.8	nd	2004	31.5	32.0 ⁴	2005
NEP	1.0	-1.8 ²	2002	-1.9	-0.4 ⁴	2003
	2.5	0.9 ²	2003	-1.9	2.4 ⁴	2004
	0.69	nd	2004	0.3	2.8 ⁴	2005
SR	18.2	nd	2001	20.1	18.1 ⁵	2001
AGB	160.4	226.3 ³	1993	182.8	201.5 ⁶	1998

アブラヤシプランテーションの炭素蓄積量



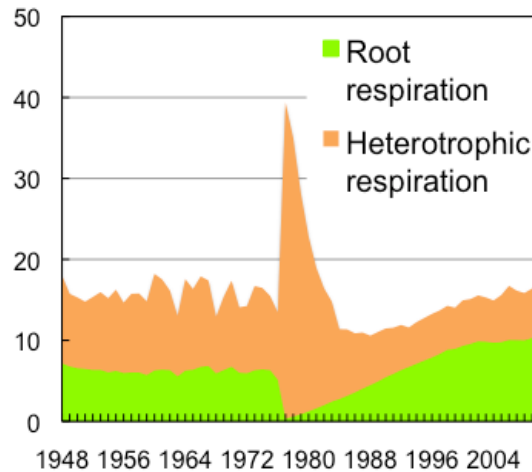
アブラヤシ移植後30年の炭素蓄積量は、森林の**約35%**と非常に小さいことが推定された。

Adachi et al.(2011) Biogioscience

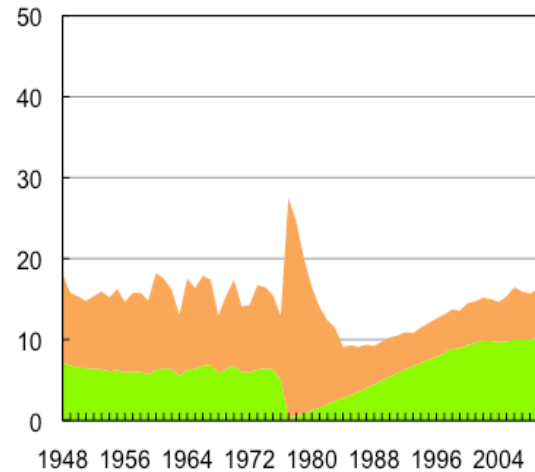
残渣量が土壌からの炭素放出量に与える影響

土壌からの炭素放出量 (tCh⁻¹ year⁻¹)

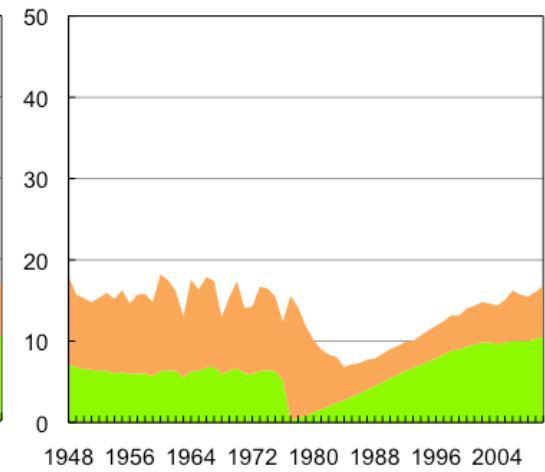
(a) 残渣量: 100%



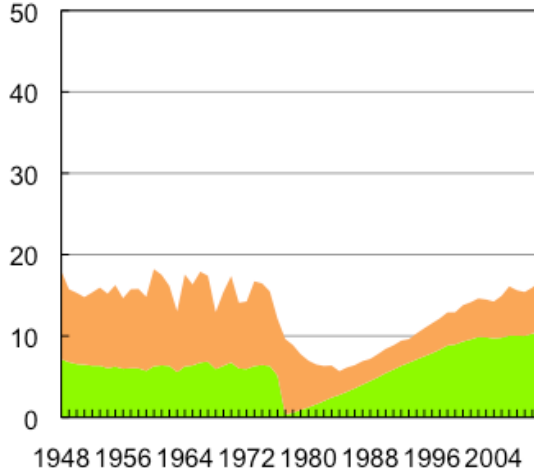
(b) 残渣量: 60%



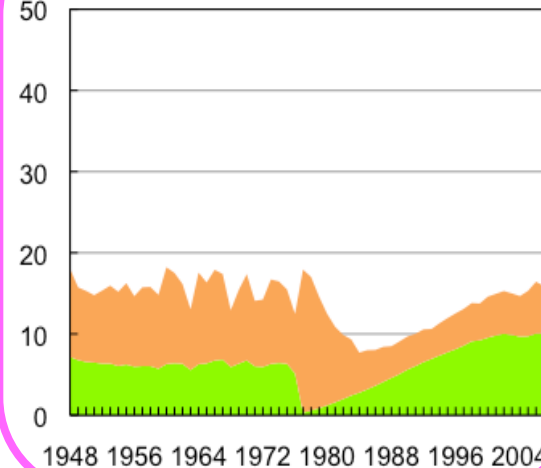
(c) 残渣量: 20%



(d) r残渣量: 0%



(e) 残渣量: 33%



森林を伐採した際にどれくらい残渣を残すかによって、土壌からの炭素放出量が変化した。

森林伐採による炭素放出量

2-yr period (1977–1978) 10-yr period (1977–1986)

Proportion remaining			Cumulative C flux induced by land use change (tC ha ⁻¹)				
Leaf (%)	Stem (%)	Root (%)	(a) Harvest (tC ha ⁻¹)	(b) 60 % of Harvest	(c) SR in 2 years ^a	Total C flux ((b) + (c))	Total C flux ((a) + (d))
100	100	100	0.0	0.0	74.4	74.4	209.3
80	80	80	36.9	22.1	63.2	85.3	218.4
60	60	60	73.8	44.3	52.1	96.4	227.6
50	50	50	92.3	55.4	46.5	101.9	232.3
40	40	40	110.7	66.4	40.9	107.3	236.8
20	20	20	147.7	88.6	29.7	118.3	246.1
0	0	0	184.6	110.8	18.5	129.3	255.3
0	40.7	0	123.6	74.2	35.0	109.2	239.6
No disturbance (Forest)			0.0	0.0	31.6	31.6	175.9

Disturbance year was 1976.

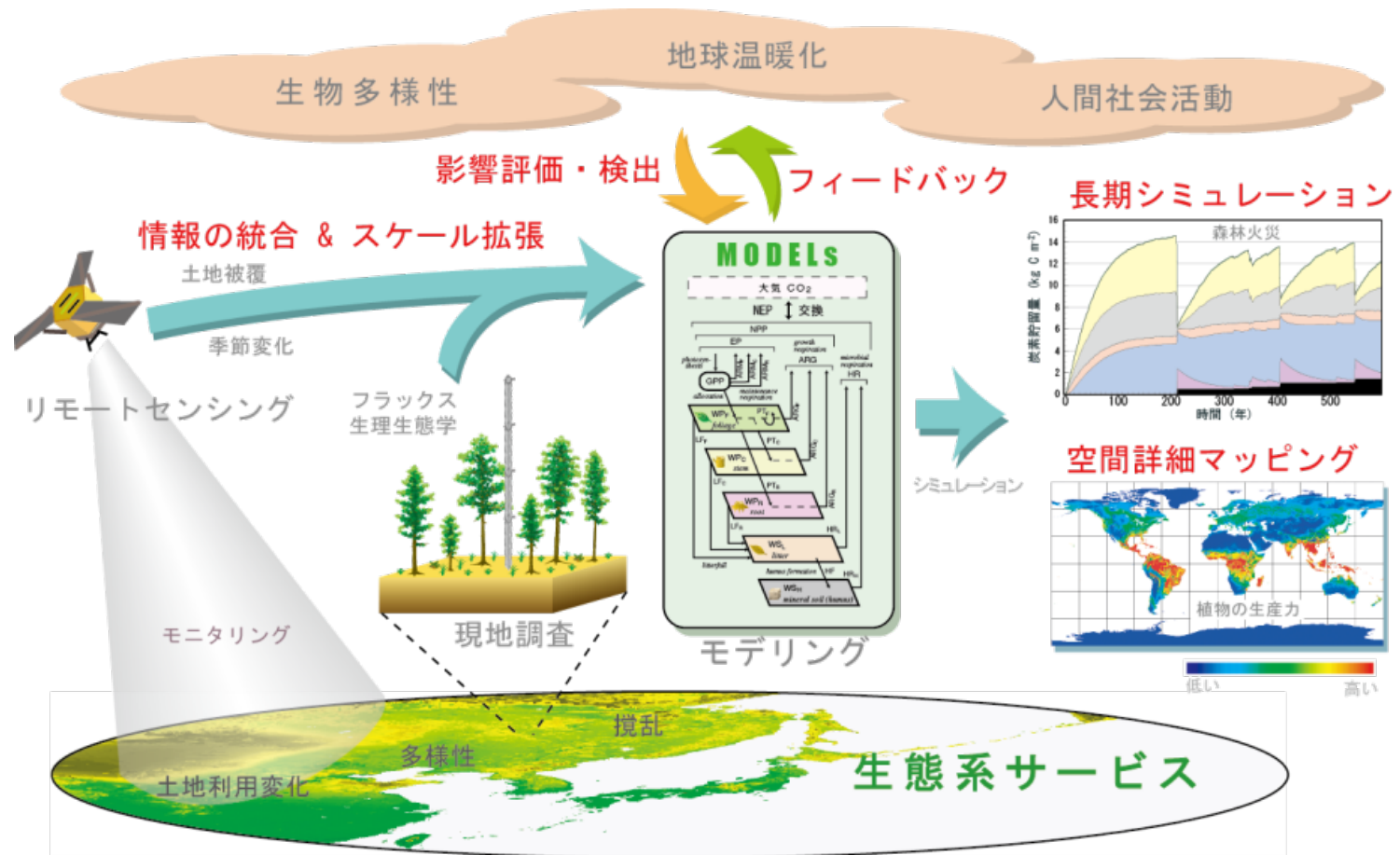
Harvest carbon was assumed to be released to the atmosphere, with 60% in 1 year and 100% in 10 years.

^a 1977 to 1978

^b 1977 to 1986

伐採の際の残渣量と、生態系外に持ち出されて消費された炭素を考慮に入れると、どの割合であっても森林に比べて大きな炭素の放出源になっていることが示唆された。

今後の課題：フラックス観測とプロセスモデルを組合せた炭素蓄積量変化の推定



- 森林劣化の影響評価
- 多様なデータと比較検証
- 高度なデータ利用法の検討(同化)