



季節性克服が「カギ」だった！ 落葉林をもつ熱帯林： カンボジアでの研究成果

清野嘉之

(研究コーディネータ 林業生産技術・国際研究担当)

常緑林と落葉林が混在する熱帯林

- 熱帯季節林の多様な景観を特徴づける常緑・落葉性

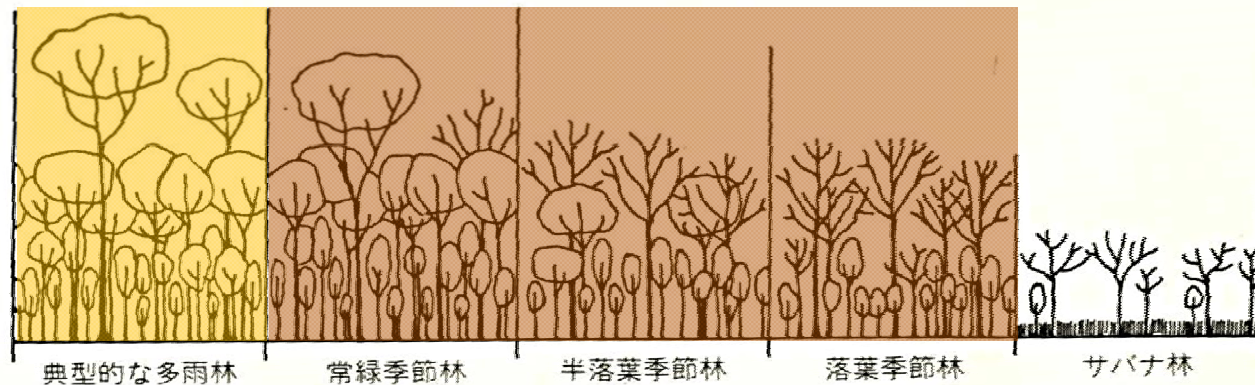


図2 赤道多雨気候(左)から乾燥気候(右)に向かった森林型の変化。乾季の状態を示す。

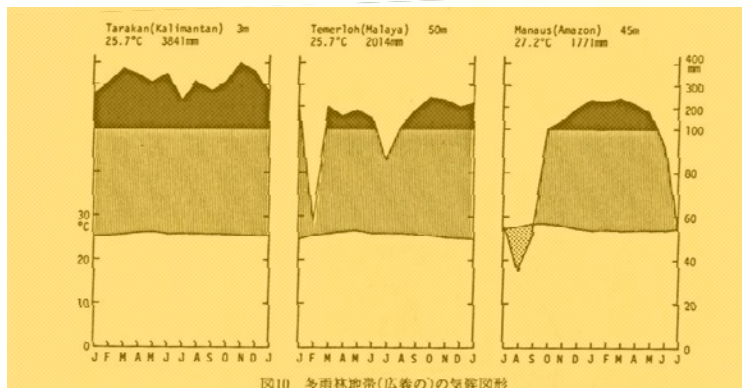
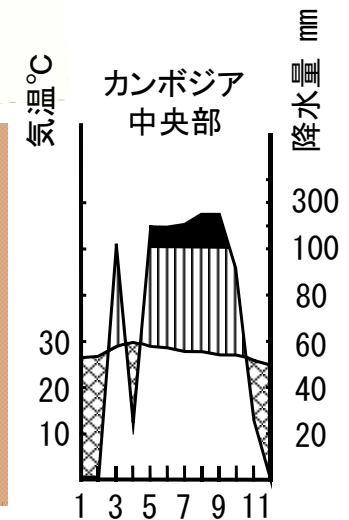
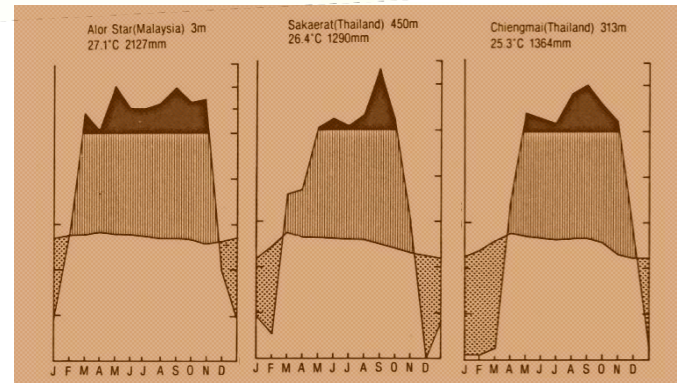


図10 多雨林地帯(広義の)の気候図形



(吉良 1983, 熱帯林の生態)

(荒木ら 2009, 森林立地)

同等の降雨条件下にも常緑と落葉

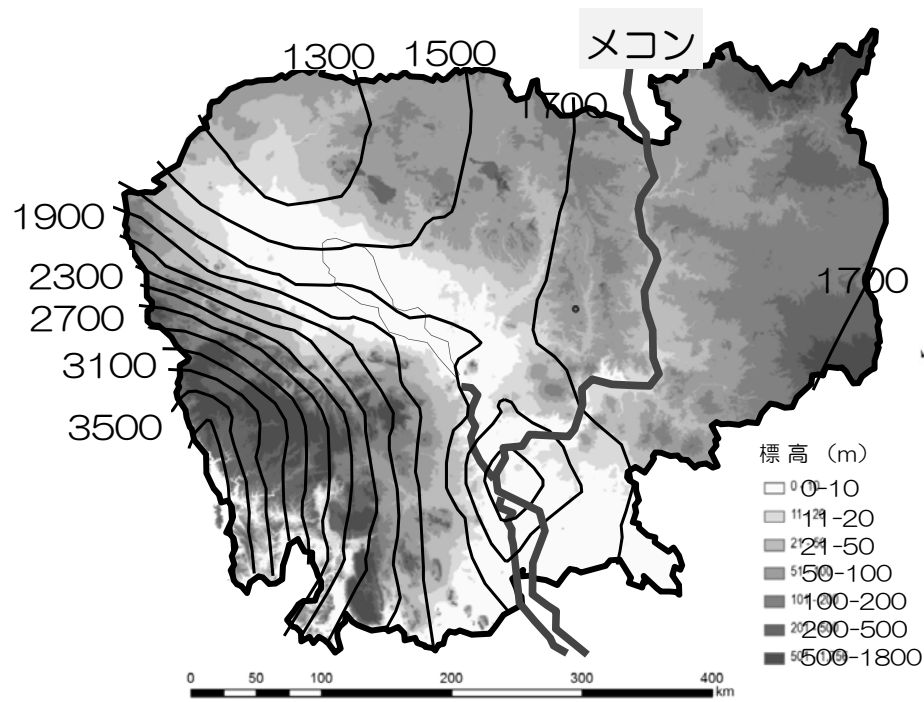


図. カンボジアの年降水量分布図
(単位; mm) (荒木ら 2009, 森林立地)

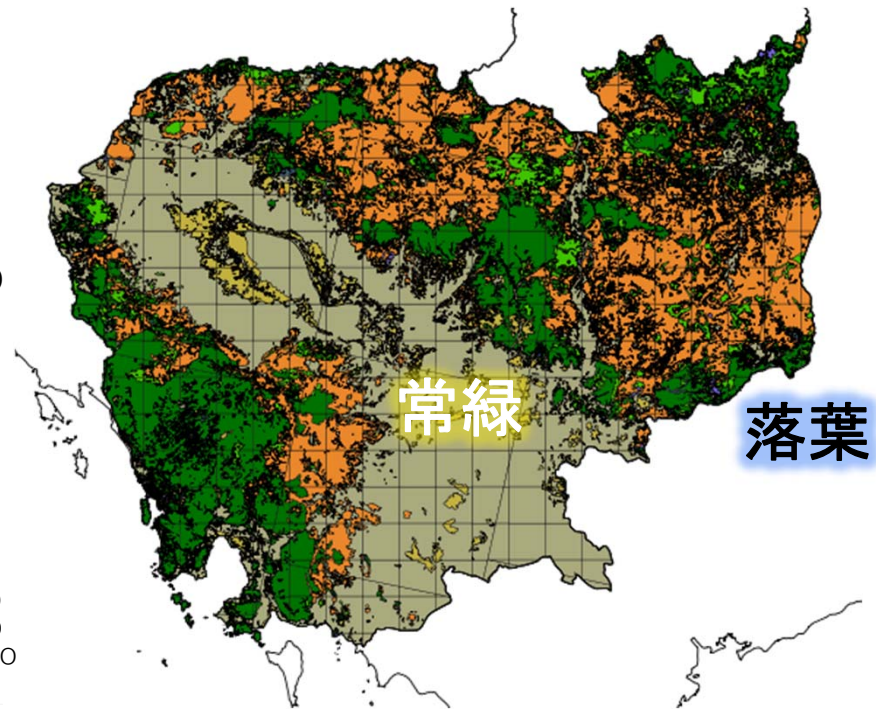


図. カンボジアの森林分布図
(JICA 2002)

- なぜ常緑と落葉が混在するのだろうか？

常緑林



半常緑林



落葉林



淡水湿地林



ヒース林



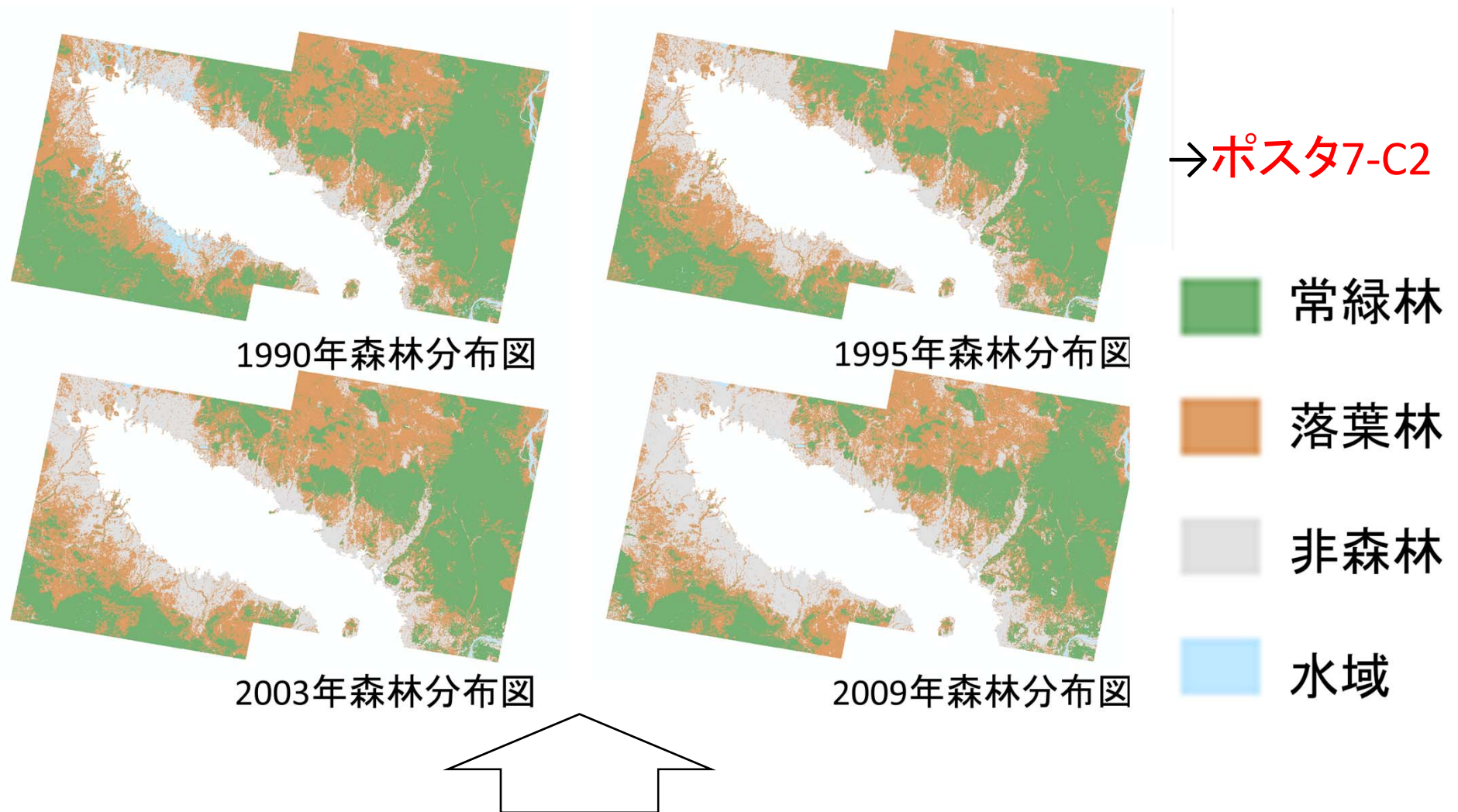


人工林(ゴム林)



落葉林

森林面積変化の把握手法の開発

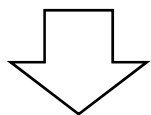


カンボジア政府発行 2010年森林分布図＋時系列衛星データ

森林面積と樹木データを用いた森林炭素変化量の算定手法

長期調査プロット
の整備と維持

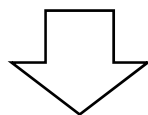
毎木調査データ



樹木データ

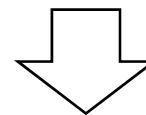
落葉林木式の開発

主要森林タイプの樹
木バイオマス推定式

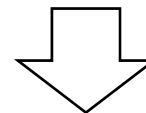


ALOS/PRISM自動判読
上層高計測手法の開発

調査プロットデータ
のバイアス評価

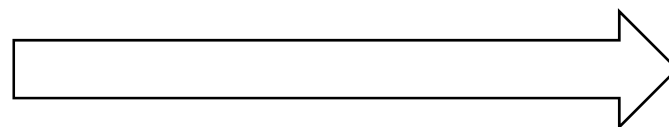


主要森林タイプの
平均バイオマス



森林炭素変化量

森林面積
変化データ

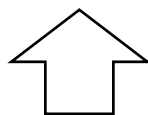


時系列地図データ

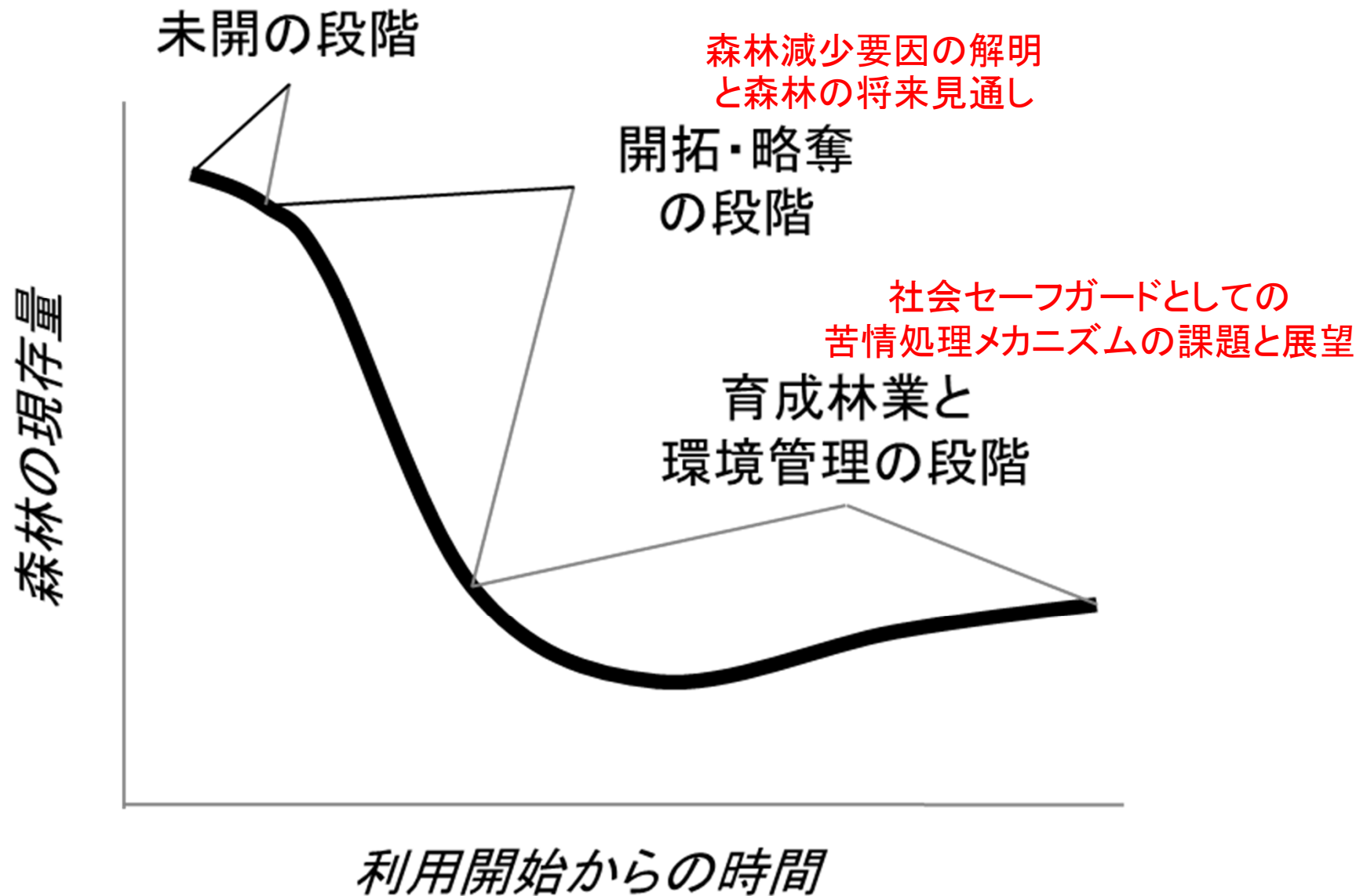
森林面積変化の
把握手法の開発

枯死木・リター・
土壌炭素変化量

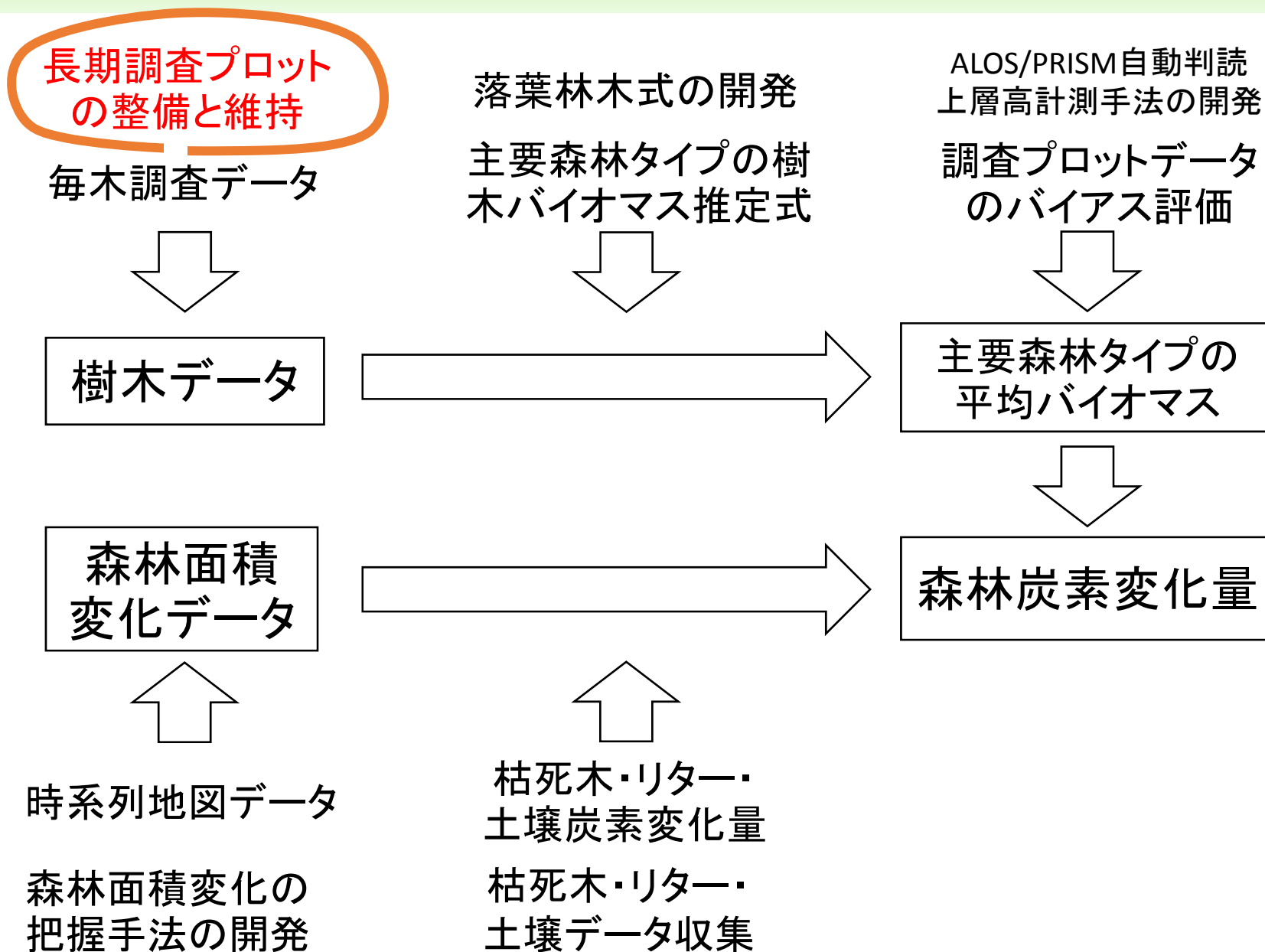
枯死木・リター・
土壌データ収集



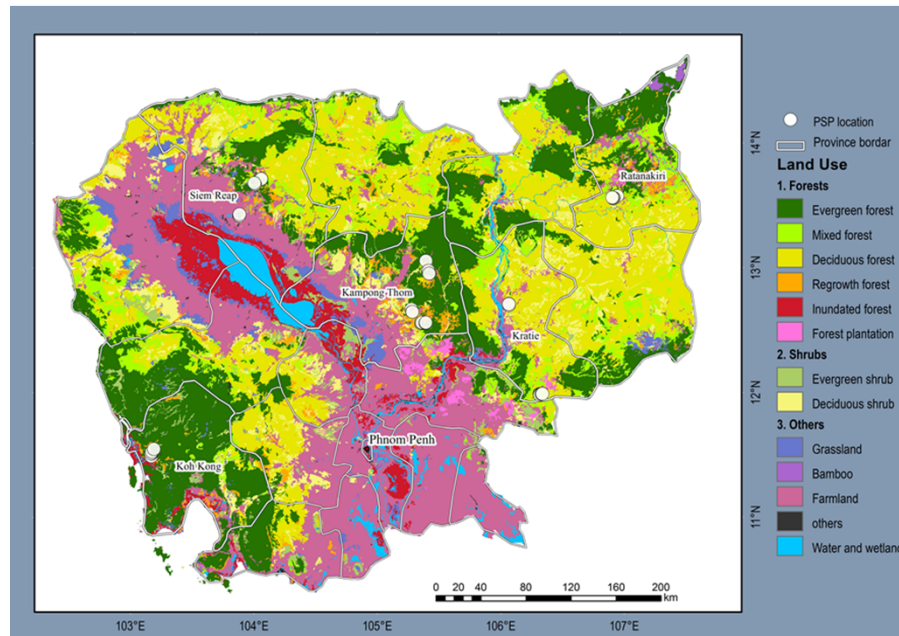
森林減少要因の解明と社会セーフガード



森林面積と樹木データを用いた森林炭素変化量の算定手法



長期調査プロットの整備と維持

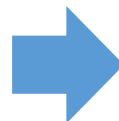


州	プロット数	1998	2000	2003	2004	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kampong Thom	32 (28)	FAO	世界銀行	九州大学		九州大学		九州大学		九州大学		九州大学
Koh Kong	20	FAO	世界銀行		九州大学	九州大学			九州大学			
Siem Reap	20	FAO	世界銀行				九州大学		九州大学			
Kratie	20 (4)	FAO	世界銀行					森林総研		森林総研		森林総研
Ratanakiri	20 (12)	FAO	世界銀行					森林総研		森林総研		森林総研
Kratie	4 (4)							森林総研		森林総研		森林総研
Mondorkiri	4 (4)							森林総研		森林総研		森林総研

(2012年時点)

初期データを利用して、
森林バイオマス炭素量を
国レベルで初めて推
定しました。

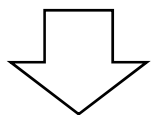
→ポスタ8-C3



森林タイプ	面積 (2006年) km ²	平均バイオマス炭素量 (2000-2001年) Mg-C/ha	バイオマス 炭素量 Tg-C
常緑林と半常緑林	36689	163.8±7.8	601.0±28.7
落葉林	46921	56.2±6.7	263.9±31.3
合計			864.9±42.5
炭素量は平均値±標準誤差			

森林面積と樹木データを用いた森林炭素変化量の算定手法

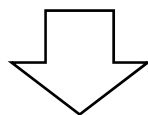
長期調査プロット
の整備と維持
毎木調査データ



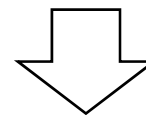
樹木データ

落葉林木式の開発

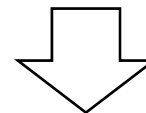
主要森林タイプの樹
木バイオマス推定式



ALOS/PRISM自動判読
上層高計測手法の開発
調査プロットデータ
のバイアス評価

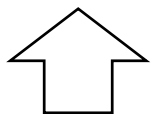


主要森林タイプの
平均バイオマス

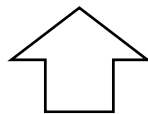


森林炭素変化量

森林面積
変化データ



時系列地図データ
森林面積変化の
把握手法の開発

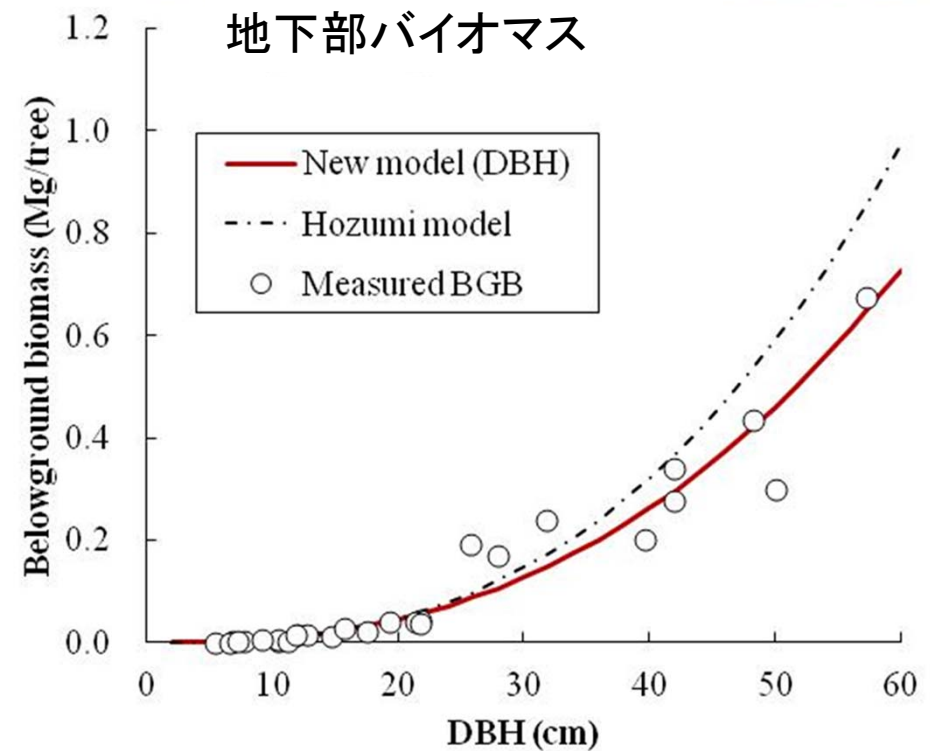
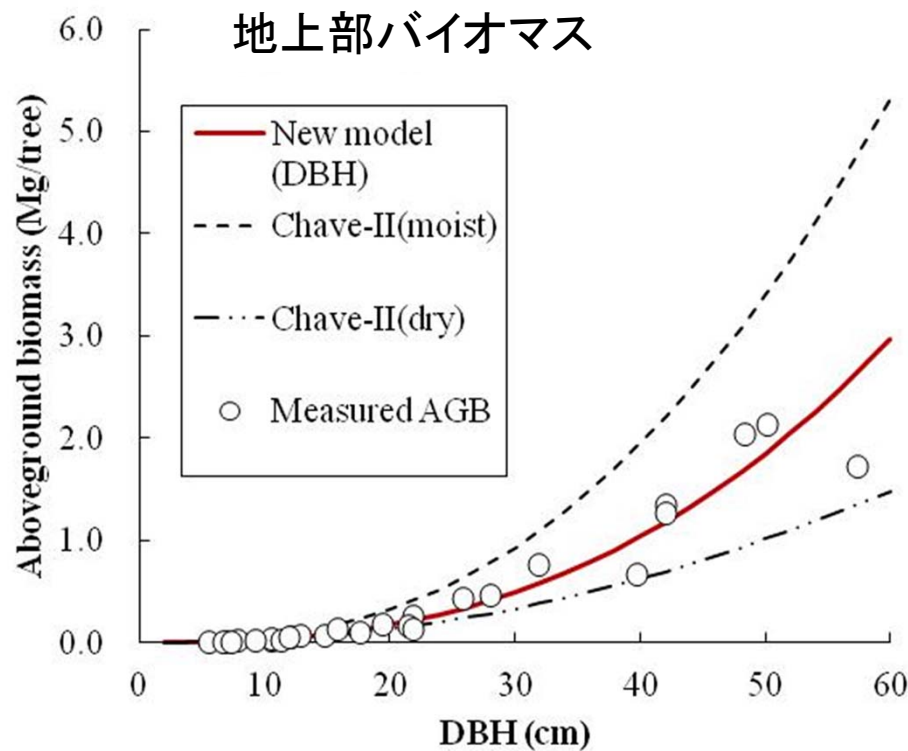


枯死木・リター・
土壌炭素変化量
枯死木・リター・
土壌データ収集

落葉林木式の開発： 根のサンプリングを工夫しました

$$\text{個体バイオマス (kg)} = \exp(-2.645 + 0.949 \times \ln(\text{DBH}^2 H))$$

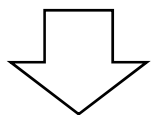
($R^2 = 0.985$)



→ポスタ9-C4

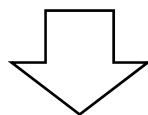
森林面積と樹木データを用いた森林炭素変化量の算定手法

長期調査プロット
の整備と維持
毎木調査データ



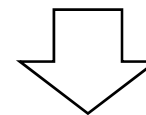
樹木データ

落葉林木式の開発
主要森林タイプの樹
木バイオマス推定式

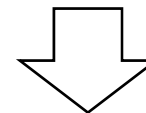


ALOS/PRISM自動判読
上層高計測手法の開発

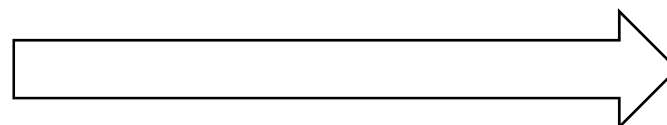
調査プロットデータ
のバイアス評価



主要森林タイプの
平均バイオマス



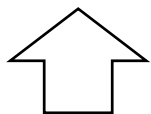
森林面積
変化データ



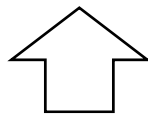
森林炭素変化量

時系列地図データ

森林面積変化の
把握手法の開発



枯死木・リター・
土壌炭素変化量
枯死木・リター・
土壌データ収集



ALOS/PRISM自動判読上層高計測手法の開発

平均炭素量 [tC/ha]	上層高計測 (コンポントム・クラティエ州)	地上調査プロット(全国)
常緑林	140 (± 123)	164
落葉林	66 (± 60)	56

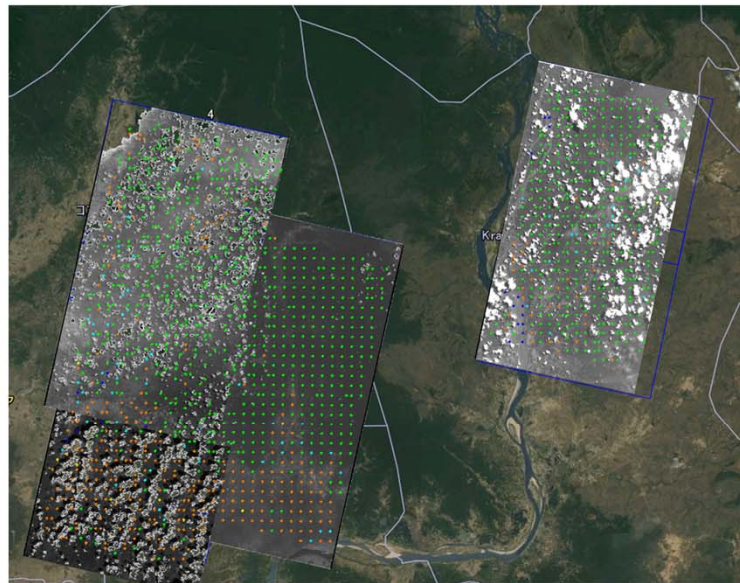
バイアス?



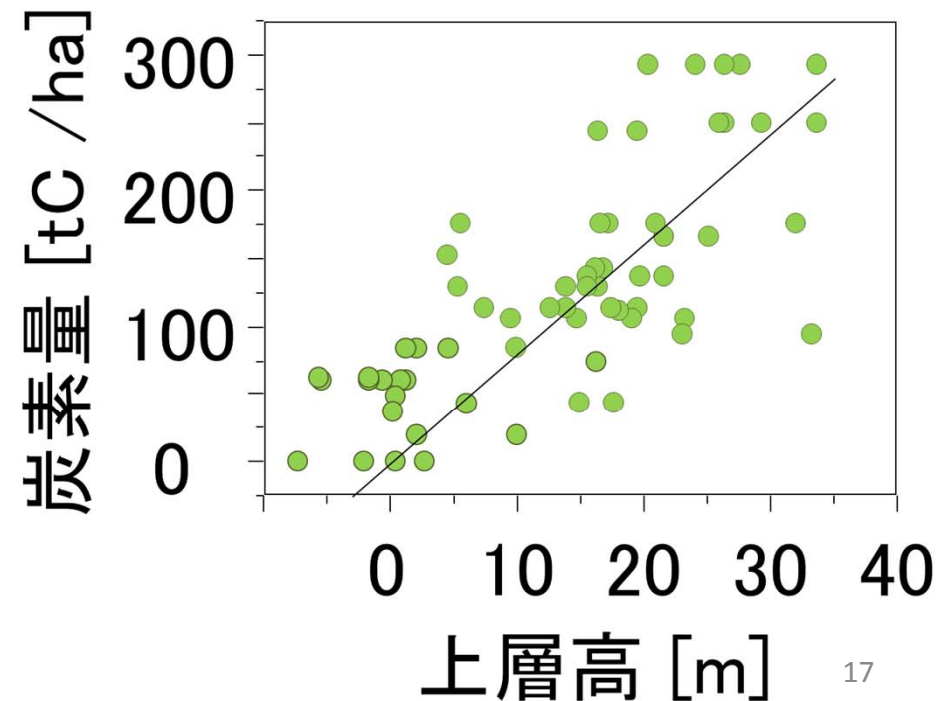
上層高の系統的計測

広域の炭素量を、等間隔で抽出して推定する
「系統的サンプリング」が可能になりました。

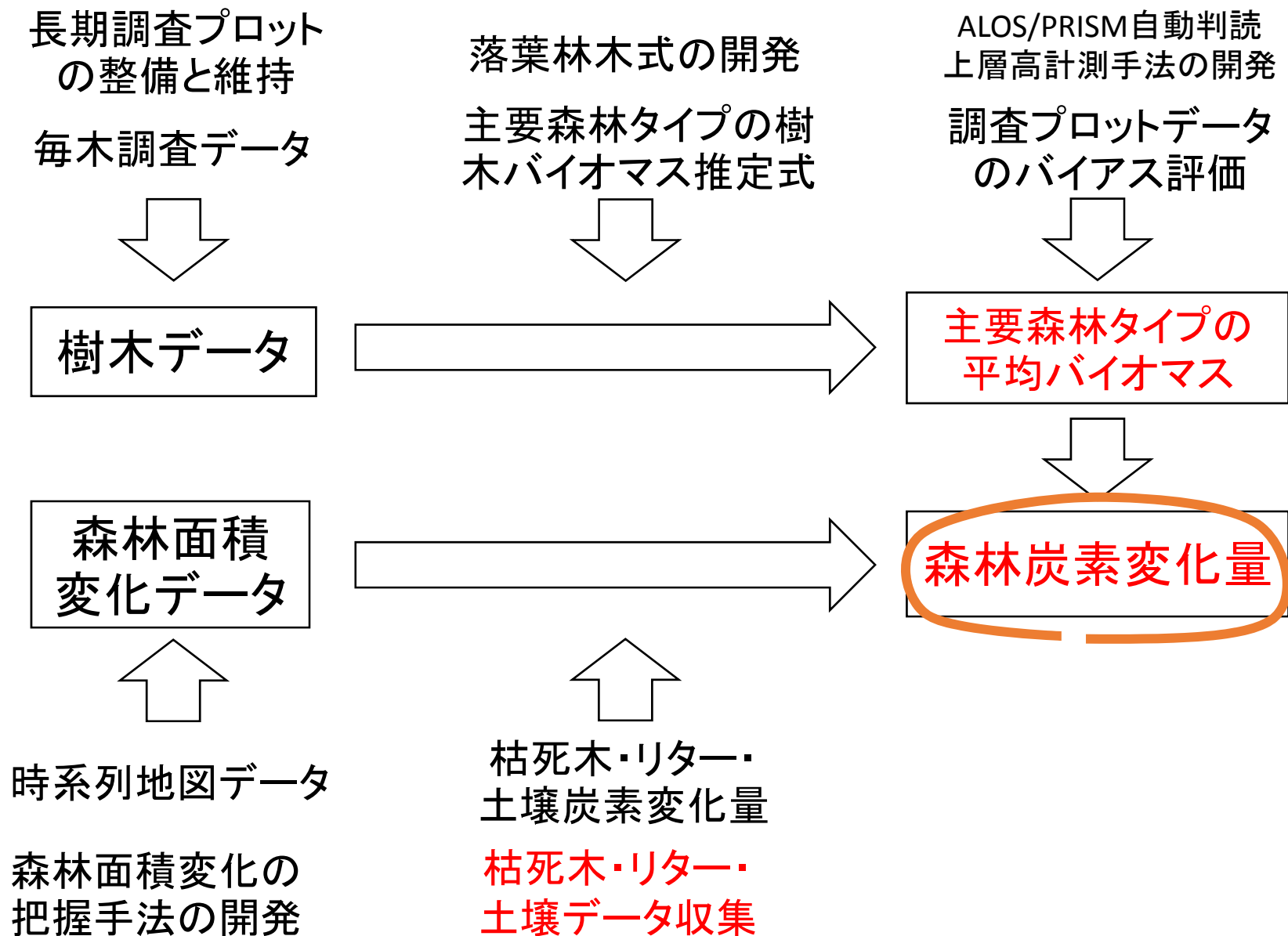
→ポスタ10-C5



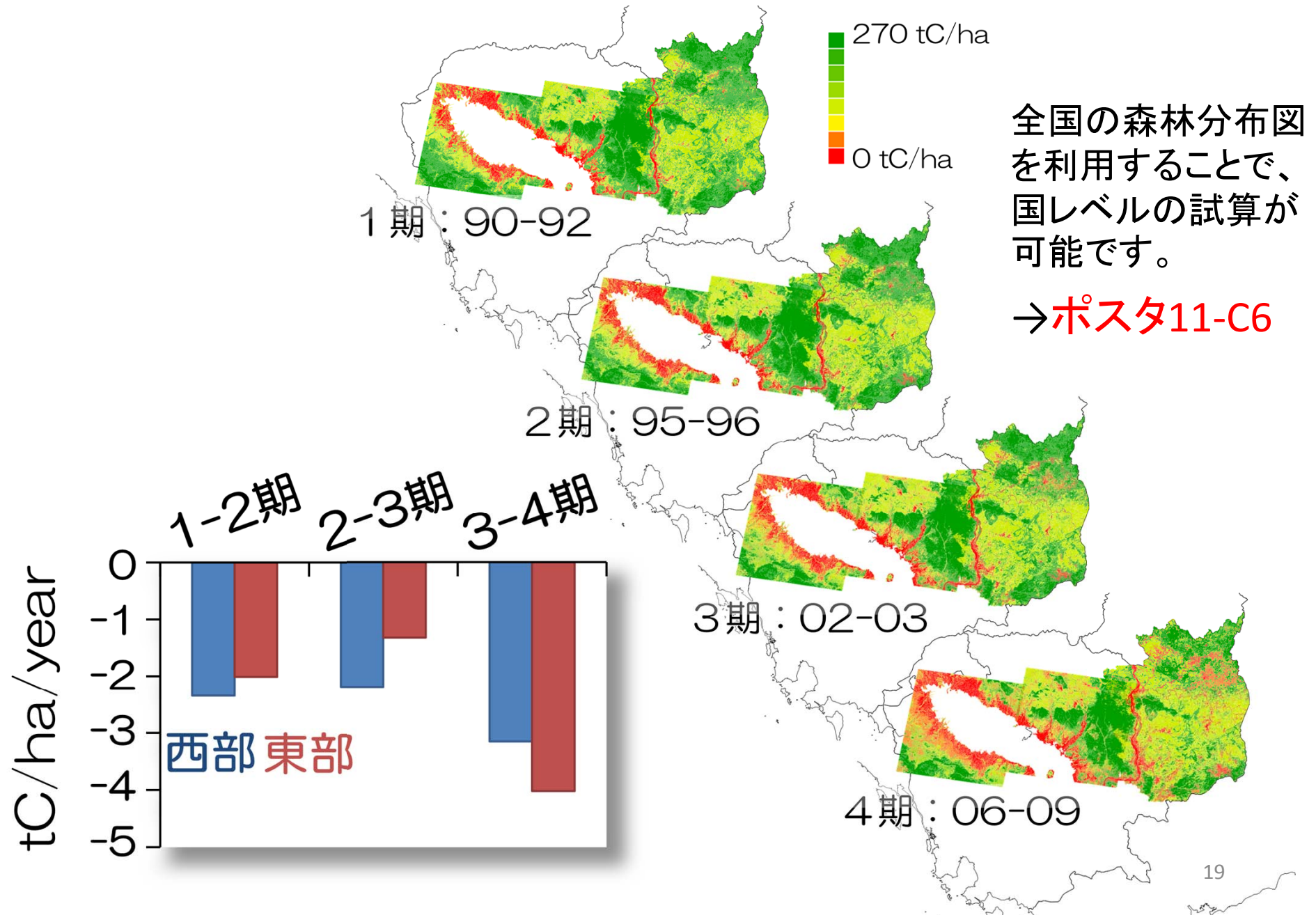
カンボジアにおける
系統的計測地点



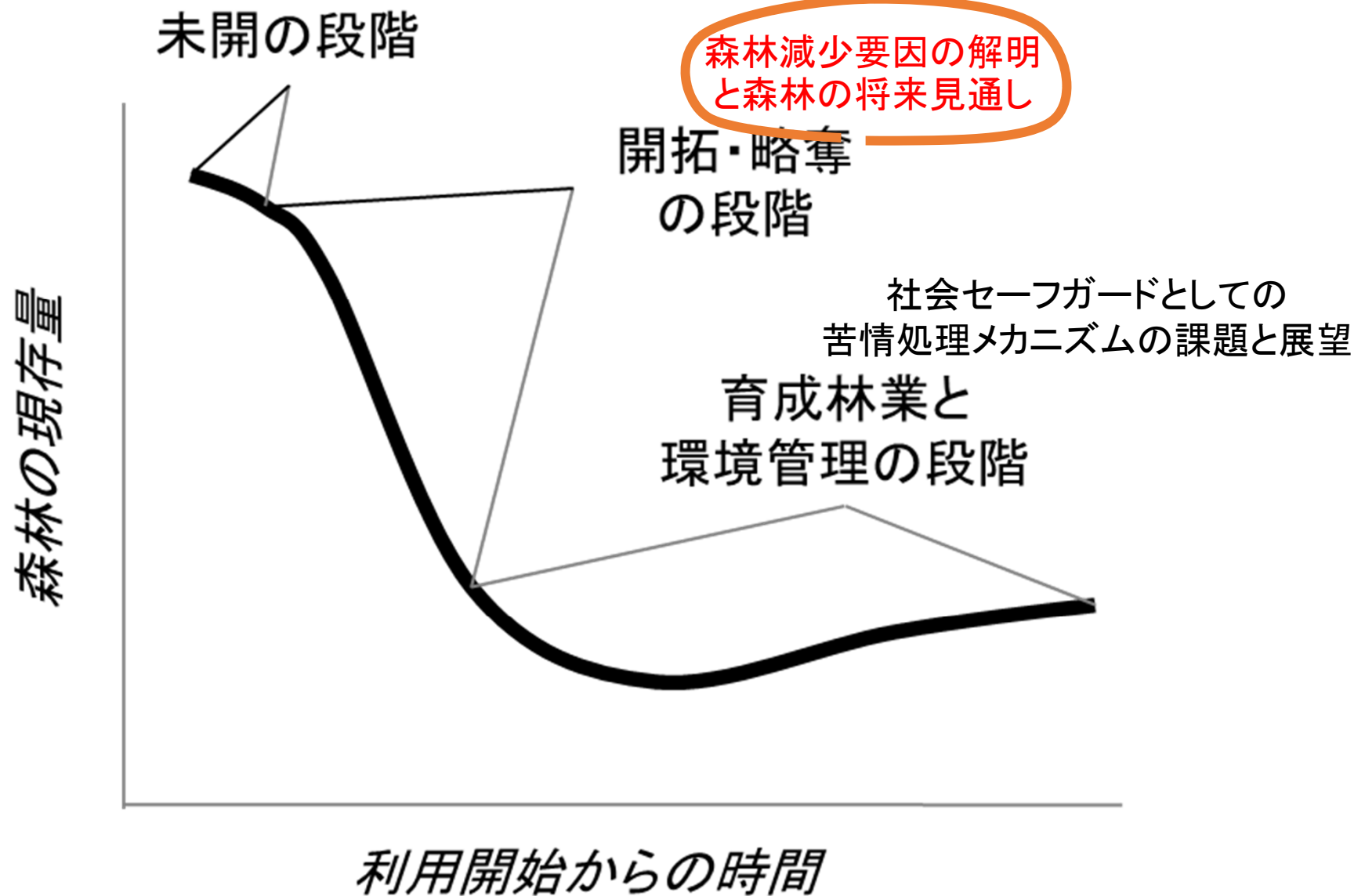
森林面積と樹木データを用いた森林炭素変化量の算定手法



準国レベルで森林炭素の変化量を初試算



森林減少要因の解明と社会セーフガード

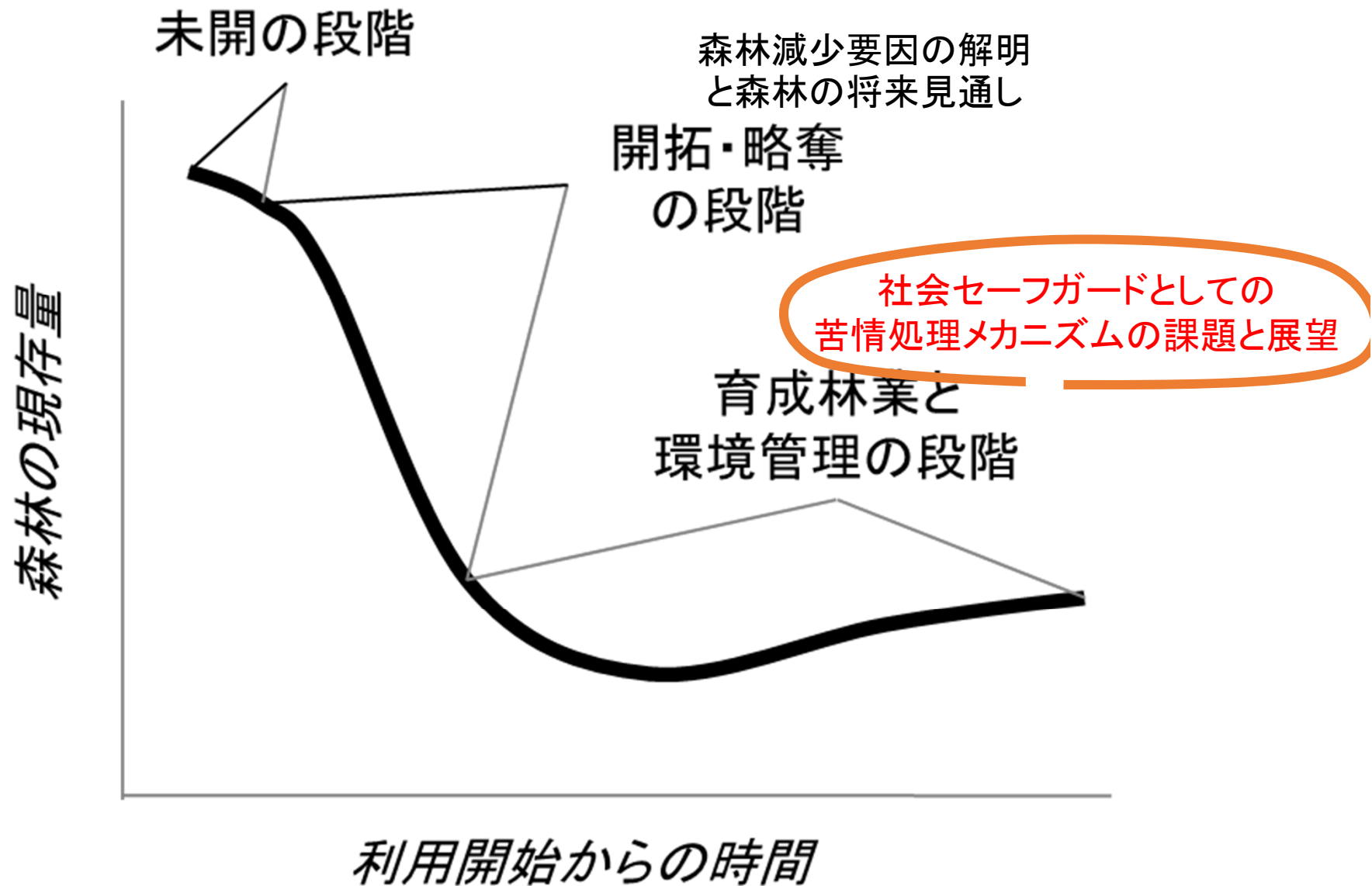


国レベルの森林減少要因の解明

変数	固定効果 推定	ランダム 効果推定	一般FGLS (固定効果)
 人口(千人)	-316.01**	-317.92**	-274.19**
所得(百万KHR)	-1.99	-2.26	-2.54**
稲耕作面積(ha)	-0.28	-0.31	-0.28
 農業総生産(百万KHR)	-0.10***	-0.09**	-0.08**
工業総生産(百万KHR)	0.05	0.04	0.010
世帯別住宅面積(m ²)	790.93	754.33	597.04
 林地開発許可(ELC)	-22,426*	-21,037***	-21,305**

有意な変数を使い、森林の将来も見通しました。→**ポスタ12-C7**
21

森林減少要因の解明と社会セーフガード



REDD+パイロットプロジェクトに見る 苦情処理メカニズムの課題と展望

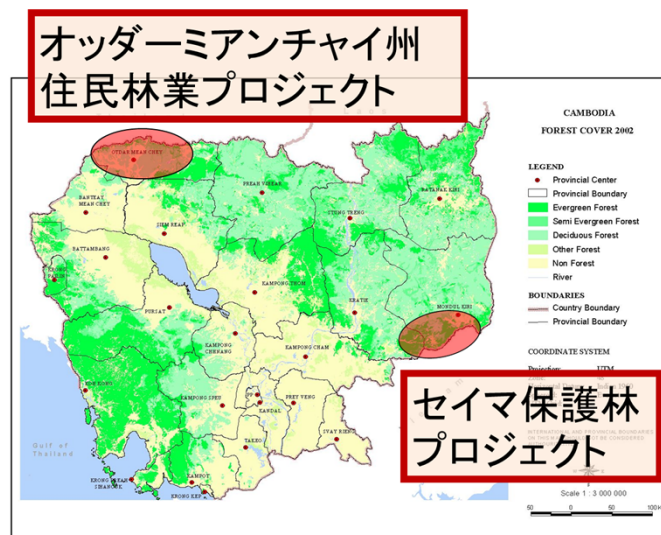
社会セーフガードへの取り組み
の現状と課題を分析。

➡ REDD+の地域社会への影響について、事後把握と対処が重要であることを明らかにしました。

➡ その手段である「苦情処理メカニズム」について、先進的プロジェクトを分析し、既存制度の活用と実効性強化が課題であることを明らかにしました。

- 外部アクターが関わる苦情の処理
- 不服申し立て制度、ハイレベルの行政部局による調停
- 炭素利益の分収に関わる苦情の処理

→ **ポスタ13-C8**



まとめ

1. 長い乾季をもつカンボジアで、森林面積と樹木データを用いた森林炭素蓄積変化量の算定手法を開発し、準国レベルの森林炭素の変化量を初めて試算しました。今後、全国の森林分布図を利用することで国レベルの試算が可能です。
2. 計量経済学のパネル分析手法を用い、カンボジア国の森林減少の主要因が人口増加、農業総生産の増加、大規模林地開発の増加であることを明らかにしました。将来予測も試みました。
3. 社会セーフガードへの取り組みとして重視されている「苦情処理メカニズム」について、先進的REDD+パイロットプロジェクトの事例分析より、既存制度の活用とその実効性の強化が課題であることを明らかにしました。



論文一覽

- 1) Samreth V, Chheng K, Monda Y, Kiyono Y, Toriyama J, Saito S, Saito H, Ito E (2012) Tree biomass carbon stock estimation using permanent sampling plot data in different types of seasonal forests in Cambodia. JARQ 46(2):187-192
- 2) Ito E, Toriyama J, Araki M, Kiyono Y, Kanzaki M, Tith B, Keth S, Chandrarity L, Chann S (2014) Physicochemical surface soil properties after litter removal manipulation in a Cambodian lowland dry evergreen forest. JARQ 48 (2):195 – 211
- 3) Toriyama J, Ohnuki Y, Ohta S, Kosugi K, Kabeya N, Nobuhiro T, Shimizu A, Tamai K, Araki M, Keth S, Chann S (2013) Soil physicochemical properties and moisture dynamics of a large soil profile in a tropical monsoon forest. Geoderma 197-198:205-211
- 4) Toriyama J, Ohta S, Ohnuki Y, Imai A, Ito E, Kanzaki M, Hirai K, Araki M, Kiyono Y, Chann S (2013) Physicochemical properties and carbon storage of forest soils on Cambodian basalt: A preliminary study with a density fractionation approach. JARQ 47(2):217-226
- 5) Michinaka T, Miyamoto M, Yokota Y, Sokh H, Lao S, Ma V (2013) Factors affecting forest area changes in Cambodia: An econometric approach. Journal of Sustainable Development, Canadian Center of Science and Education 6 (5):12-25
- 6) Michinaka T, Matsumoto M, Miyamoto M, Yokota Y, Sokh H, Lao S, Tsukada N, Matsuura T, Ma V (2015) Forecasting Forest Areas and Carbon Stocks in Cambodia Based on Socio-Economic Factors. International Forestry Review 17(1), in press.
- 7) Ehara M, Hyakumura K, Yokota Y (2014) REDD+ initiatives for safeguarding biodiversity and ecosystem services: harmonizing sets of standards for national application. Journal of Forest Research 19(5):

ありがとうございました。

この研究はREDD推進体制緊急整備事業（林野庁補助金）の一環として行いました。