

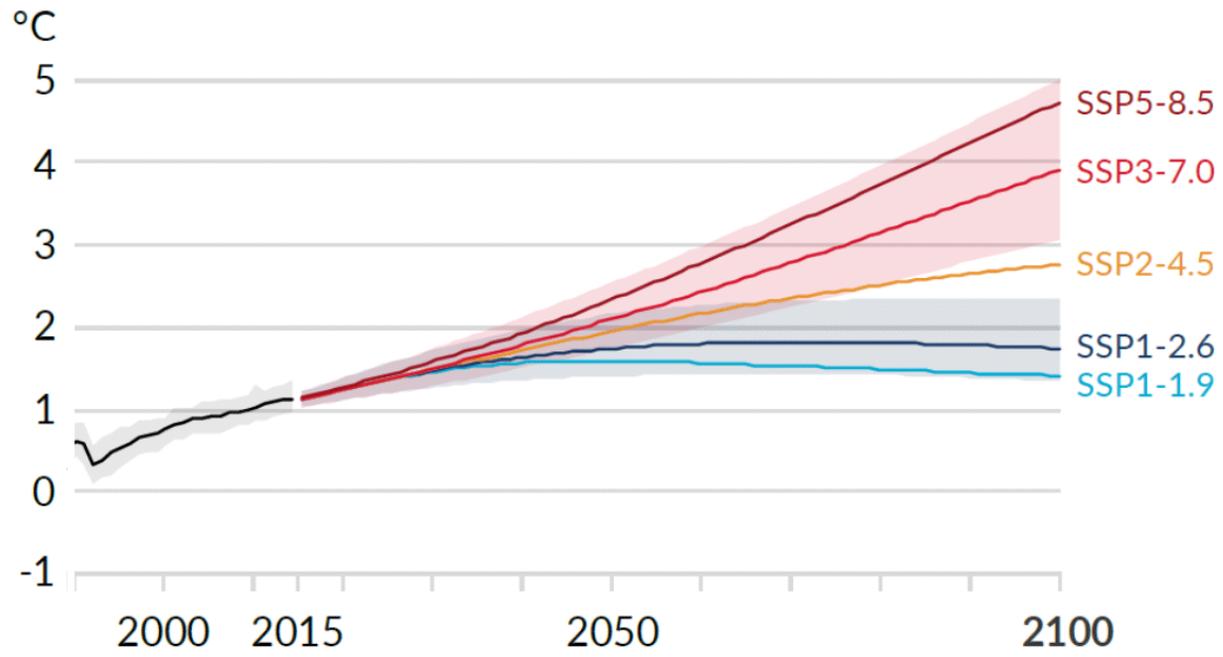


# 森林ビッグデータを活用したスギ林 の将来生産性の高精度予測

中尾勝洋

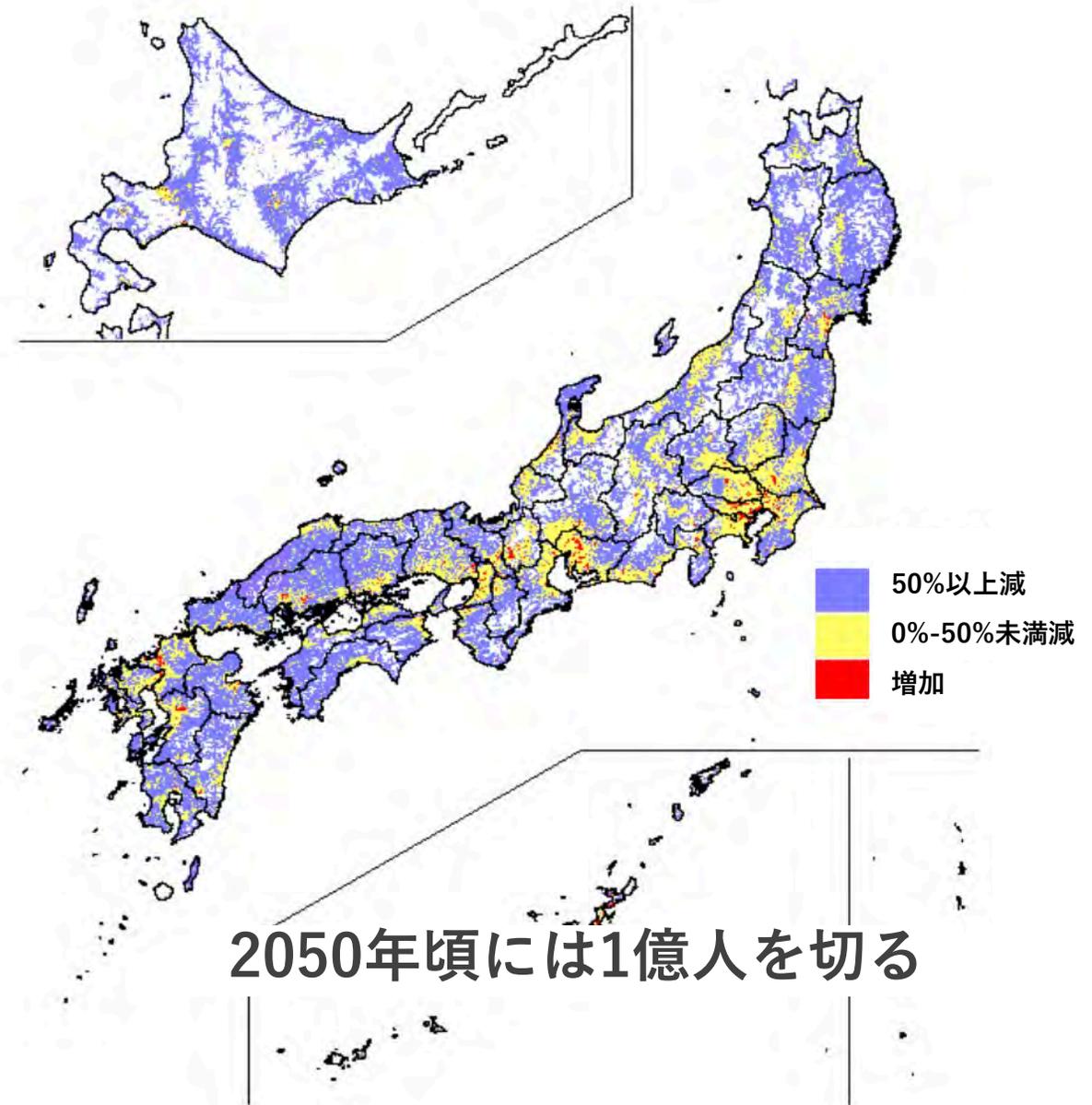
森林総合研究所関西支所

# 背景: 温暖化と人口減少



世界の平均気温の変化  
IPCC WG I AR6 SPM.8aより

今世紀末2.6-4.8°C上昇と予測



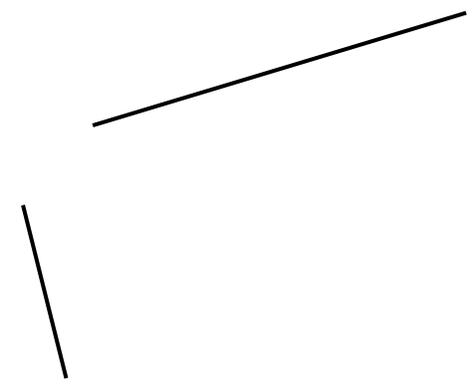
2050年頃には1億人を切る

2010年を100とした場合の2050年の人口増減状況  
総務省「国政調査報告」より

- 林業はどこで?
- 生産性と採算性: 地位と地利
- どんな森を次世代に渡すか



# スギ樹高成長(≡地位)の規定要因を 定量評価し、樹高成長を高解像度 で予測する枠組みの開発



高知県香美市



- 2つのモデル地域
- 詳しい情報はWebへ

🔍 森林ビッグデータ

ビッグデータからスギ林の将来の生産性を高精度で予測

2022年3月23日掲載

論文名	Assessing the regional-scale distribution of height growth of <i>Cryptomeria japonica</i> stands using airborne LIDAR, forest GIS database and machine learning (航空機LIDAR、森林GIS、機械学習モデルを用いた地域スケールにおけるスギ人工林の樹高成長の評価)
著者(所属)	中尾 勝洋 (関西支所)、壁谷 大介 (植物生態研究領域)、栗屋 善雄 (岐阜大学)、山崎 真 (高知県)、津山 幾太郎 (北海道支所)、山川 博美 (九州支所)、宮本 和樹 (森林植生研究領域)、荒木 真岳 (植物生態研究領域)
掲載誌	Forest Ecology and Management Volume 506 2022年2月 DOI: <a href="https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119953">10.1016/j.foreco.2021.119953</a> (外部サイトヘリンク)
	<p>気候変動が木材生産に及ぼす影響が懸念されています。一方、生産性に配慮した森林管理を行うことで、気候変動が木材生産に及ぼす影響を軽減できる可能性が示唆されており、それぞれの森林の生産性を評価することの重要性が増しています。</p> <p>本研究では、航空機LIDAR、森林GIS(林齢等)、環境情報(気候や地形等)からなる岐阜県郡上市(写真)と高知県香美市のビッグデータを活用し、生産性の指標となるスギ人工林の樹冠高成長について機械学習モデルを用いて高解像度(25m解像度のグリッド)で予測する手法を検討しました。その結果、スギ樹冠高成長が林齢、気候、地形などの要因から高い精度で定量的に推定できることを明らかにしました。さらに、構築したモデルにより20から100年次における樹冠高を予測し、両地域内のグリッドを4つの成長タイプ(高成長、晩熟、早熟、普通)(図1)に区分したところ、郡上市では気候条件、香美市では地形条件にそれぞれ応じて空間的に分布しており、気候条件に対するスギ成長の応答が地域間で異なる場合があることも明らかになりました。</p> <p>このように、対象となる地域内のスギ成長についてビッグデータを用いて定量的かつ空間的に評価し、将来の生産性を考慮した最適な森林管理を可能とする本研究の成果は、気候変動下における適切な森林管理や森林資源の持続的な利用につながるものです。(図2)</p>

- **地位:** 40年生時の上層木平均樹高
- **経験や慣例による判断:** 細やかな情報に難
- **推定方法の進歩:** 環境要因(Mitsuda et al. 2007)

LiDAR(伊藤ら2021)



佐賀県検定林

### スギ人工林地位指数曲線

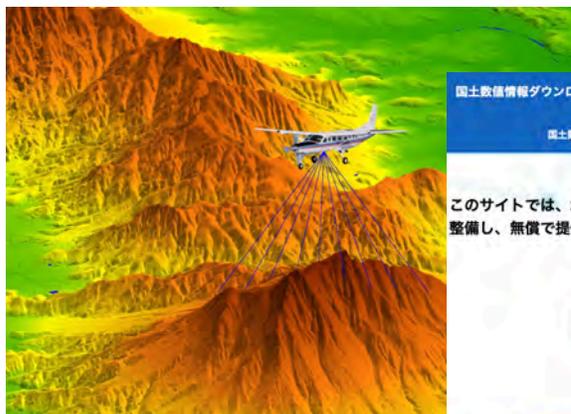
徳島スギ長伐期検討委員会報告書より

DEM	$R^2_u$	$R^2$	RME	Formula
GSI-100	0.153	0.202	2.707	$52.69 - 3.67 \times 10^{-3} \times \text{SRIA}$
GSI-50	0.621	0.665	1.735	$47.62 - 3.01 \times 10^{-3} \times \text{SRIA} - 6.58 \times 10^{-2} \times \text{VTEX100}$
CNT-50	0.458	0.522	1.850	$52.64 - 3.68 \times 10^{-3} \times \text{SRIA} - 4.65 \times 10^{-2} \times \text{VTEX100}$
CNT-25	0.311	0.392	2.199	$25.79 - 1.89 \times 10^{-3} \times \text{SRIA} + 1.03 \times \log(\text{UCA})$
CNT-12.5	0.651	0.692	1.618	$6.63 - 1.25 \times 10^{-3} \times \text{SRIA} + 3.50 \times \log(\text{UCAw})$

地形要因による地位の推定(Mitsuda et al. 2007)

## “森林ビッグデータ”:

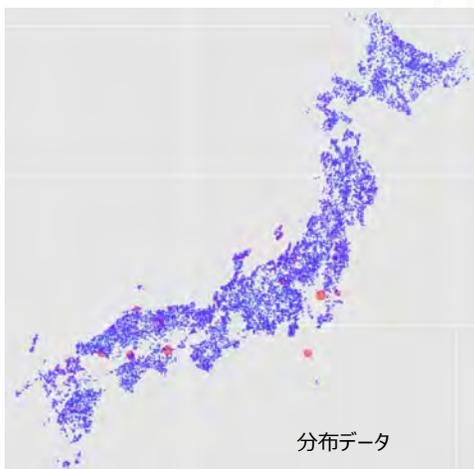
航空機LiDAR、森林GIS、環境要因など



国土地理院HPより



国土数値情報HPより

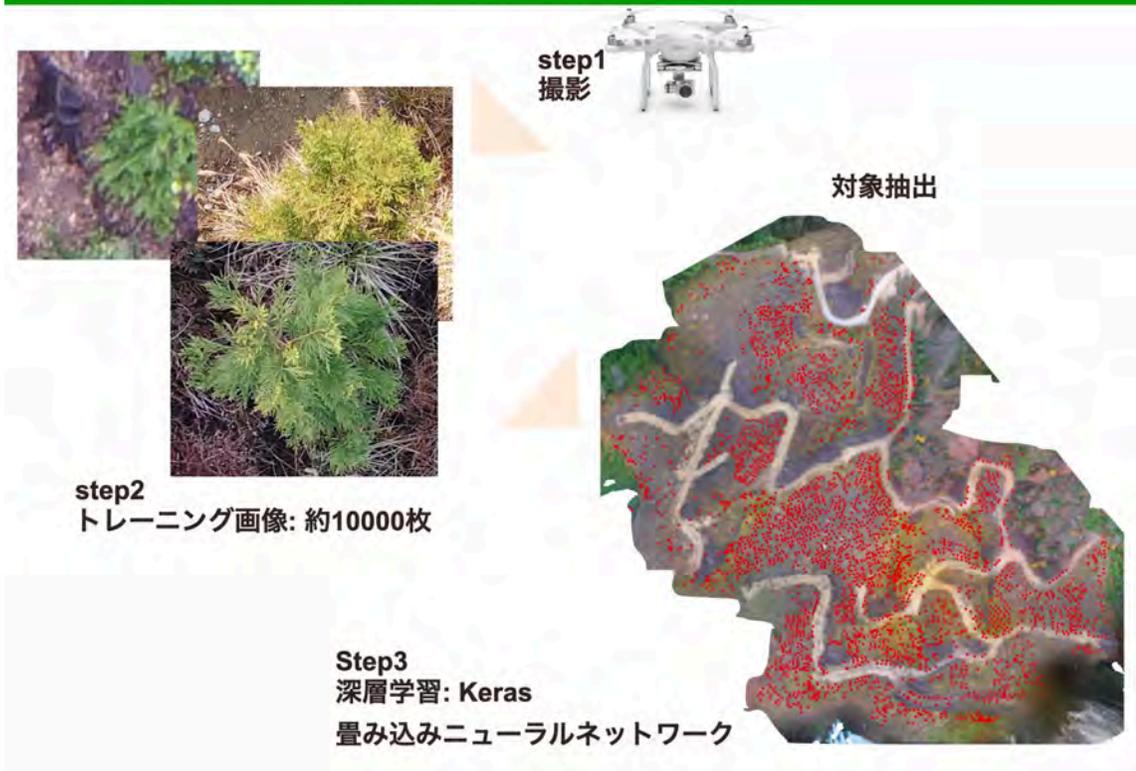


分布データ

## データマイニング:

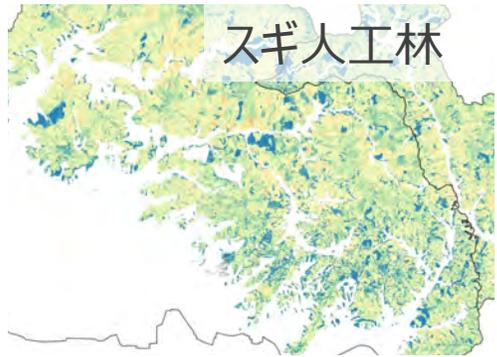
統計モデル、機械学習、AIなど  
→玉石混交の中から知見を得る

### 苗木位置の自動抽出

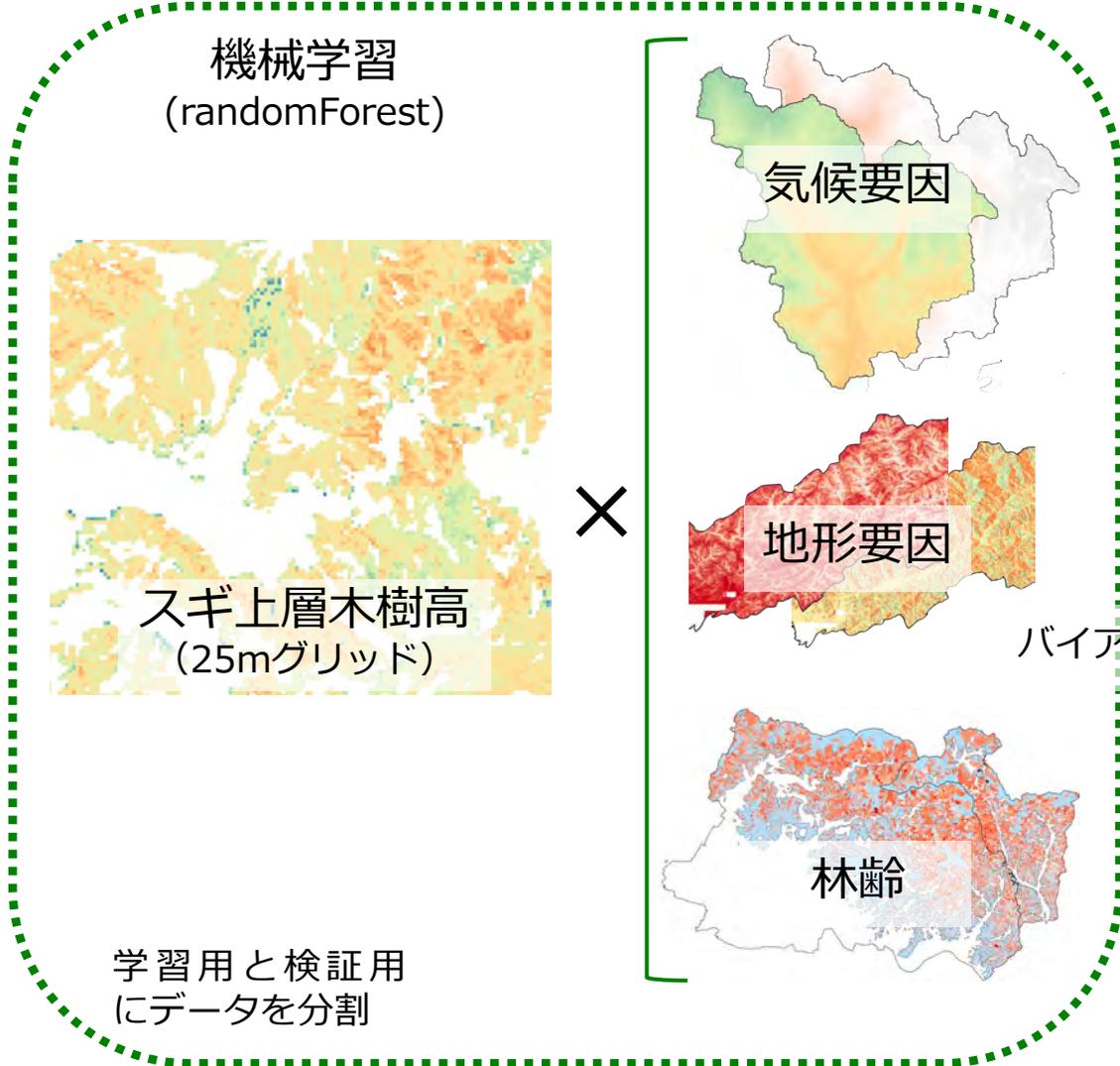


# 方法: 新たな枠組み

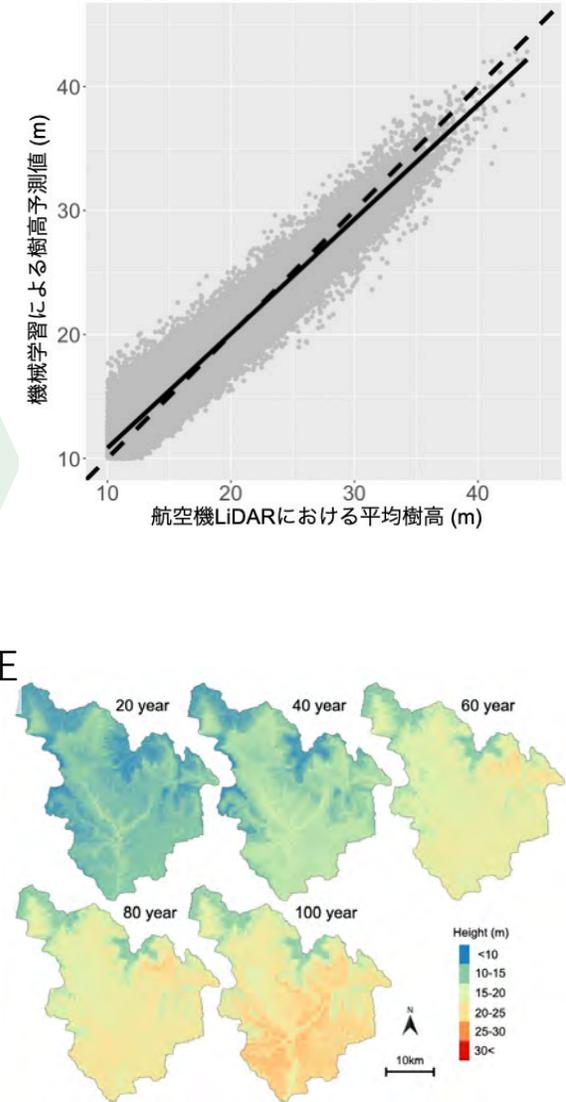
## 対象の抽出

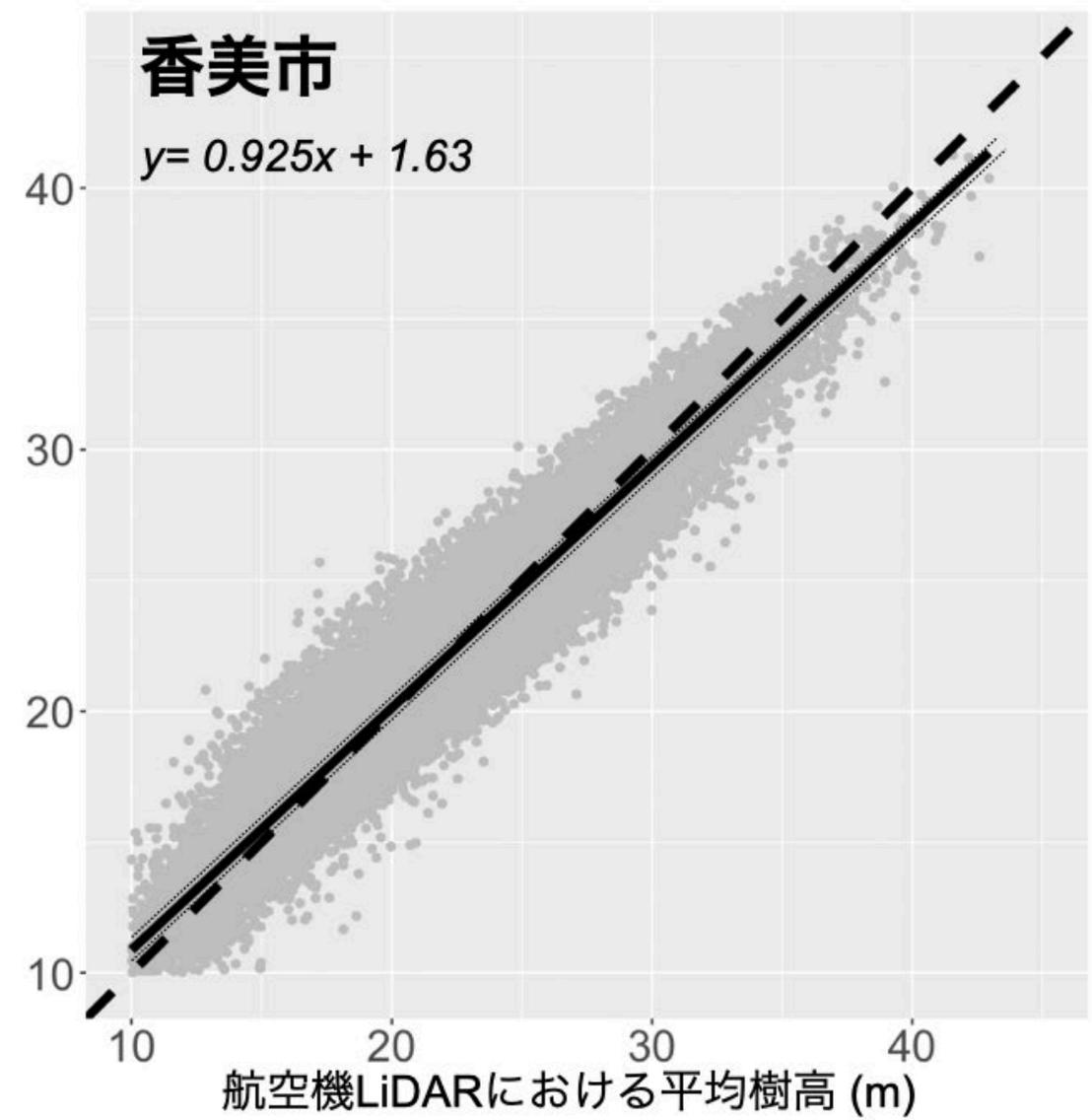
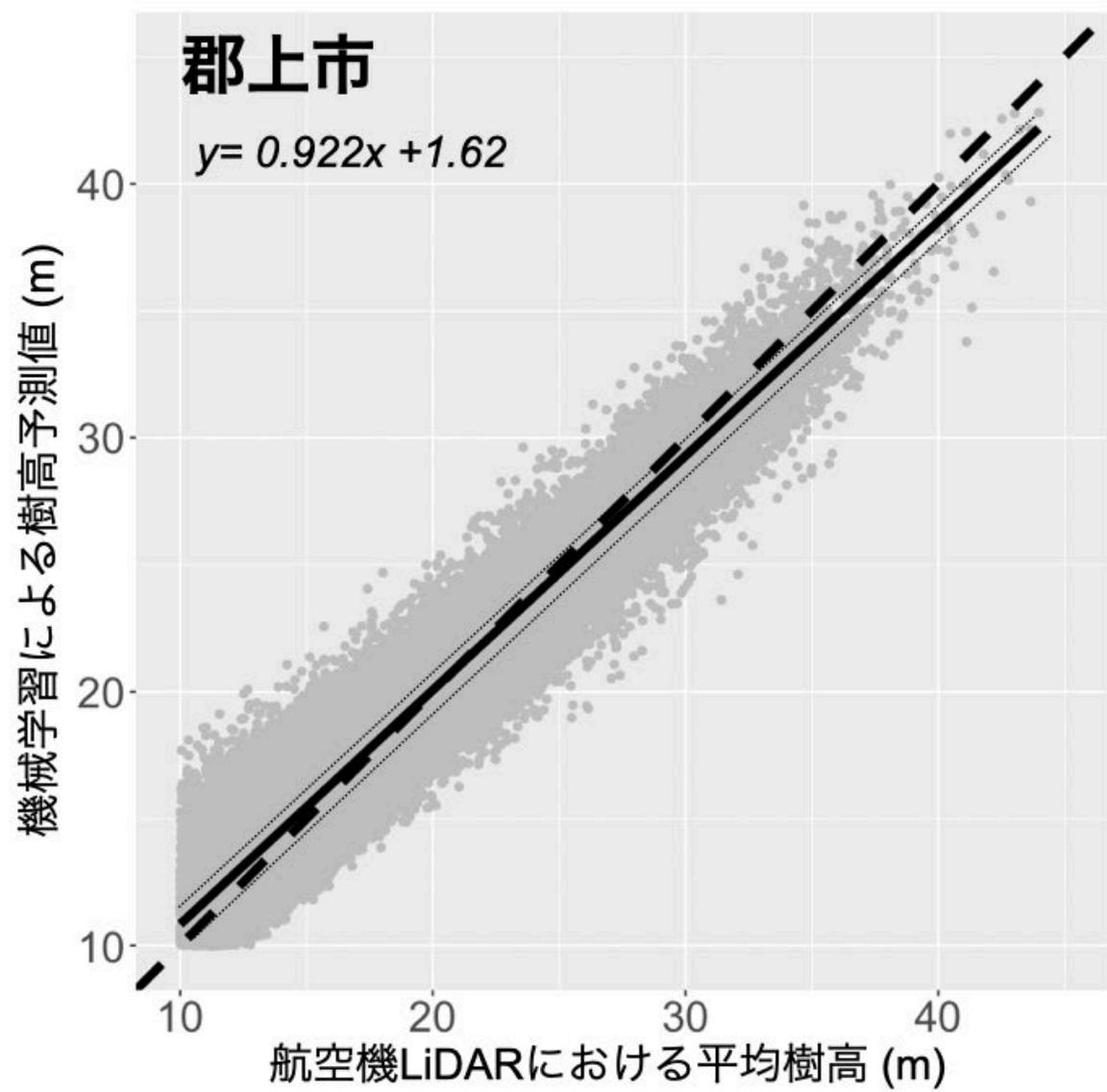


## 機械学習・精度検証



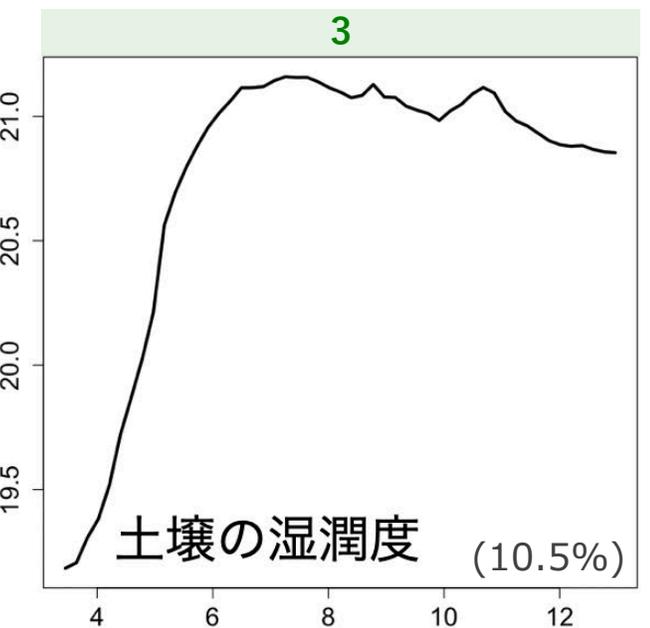
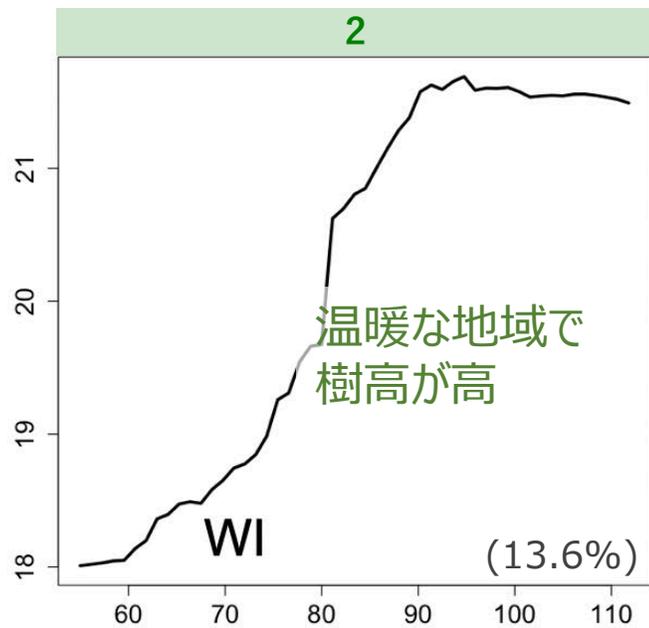
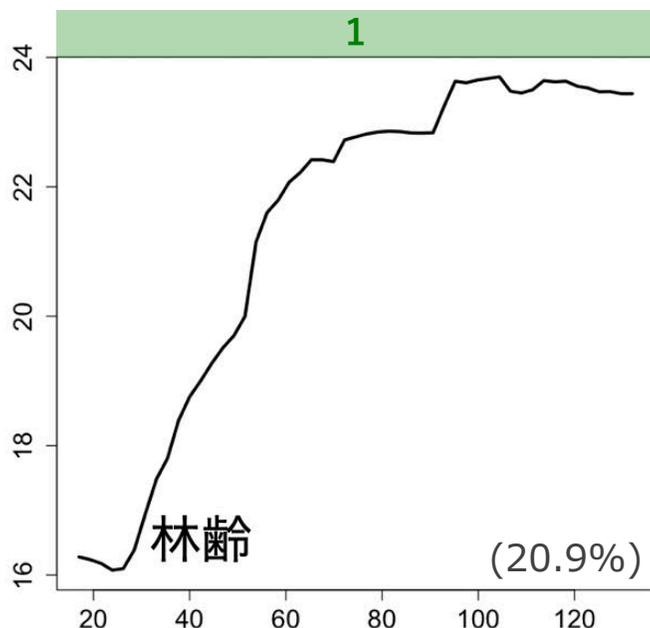
## 地図化・予測



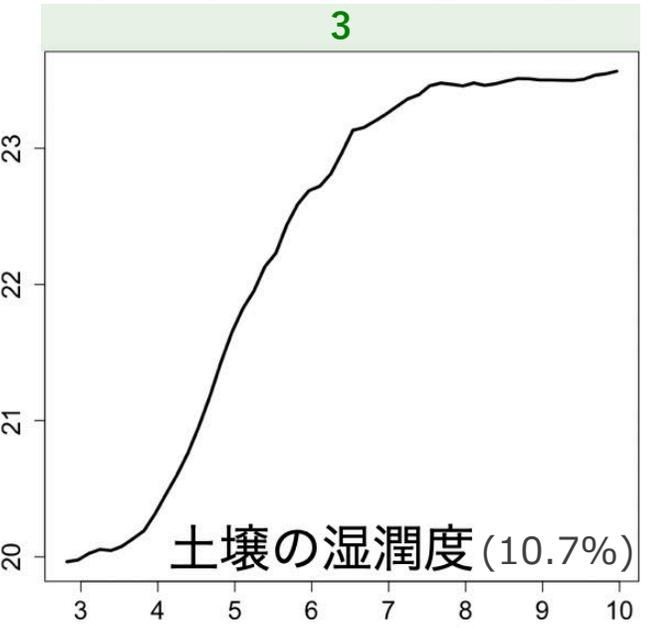
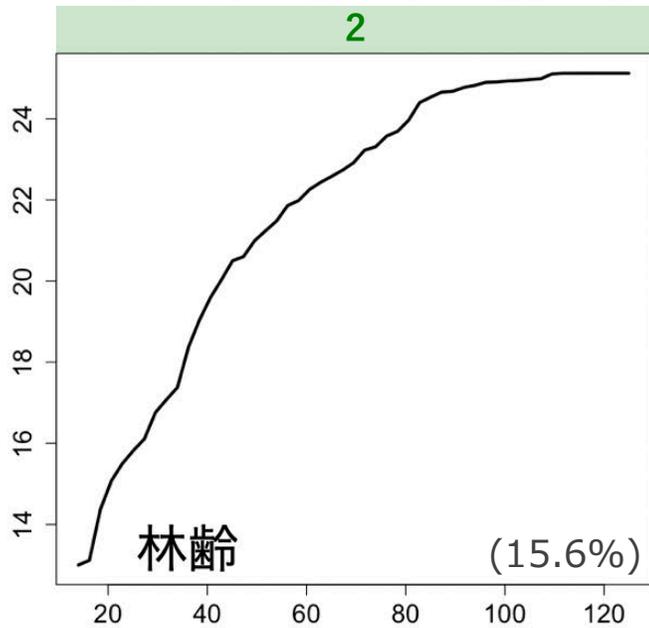
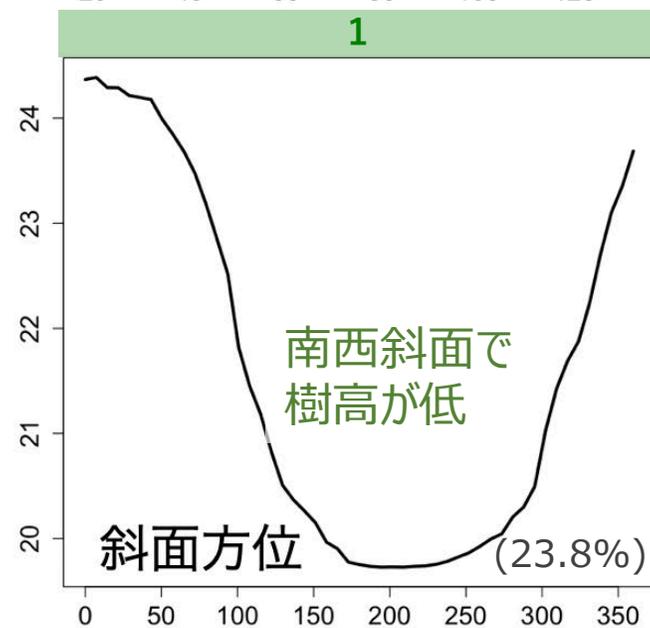


# 結果: 規定要因(上位3要因)

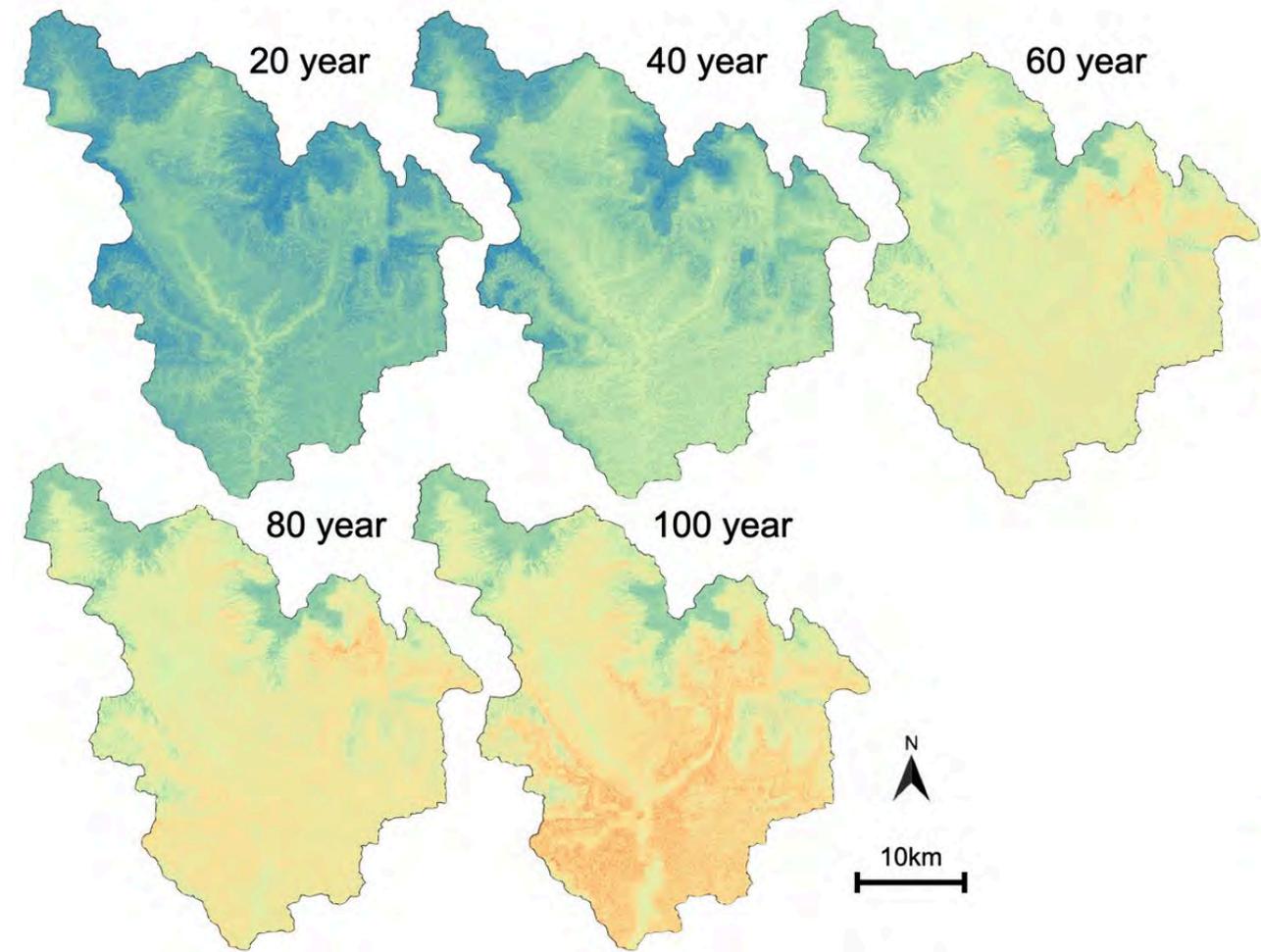
郡上市



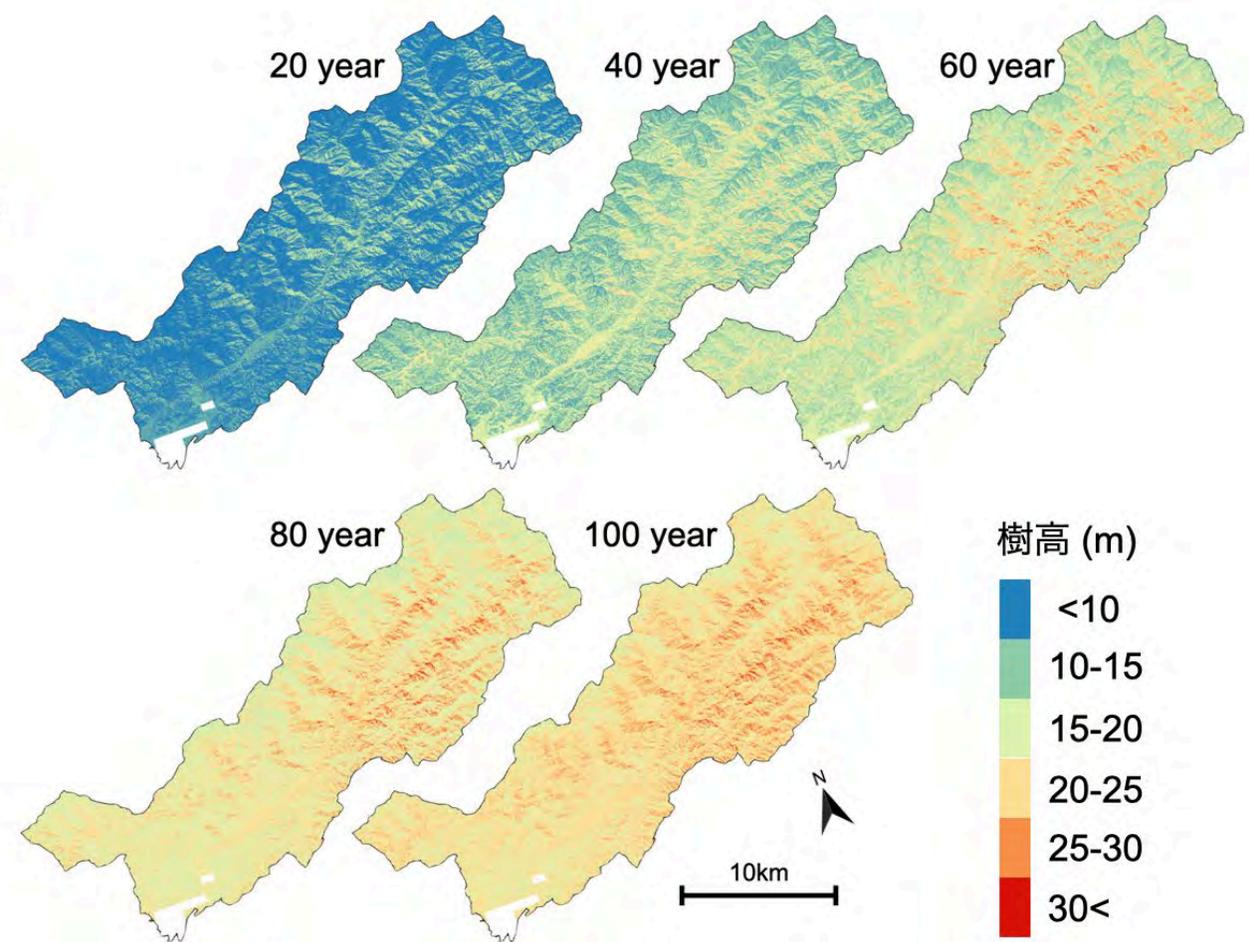
香美市



結果: 任意の林齢での樹高



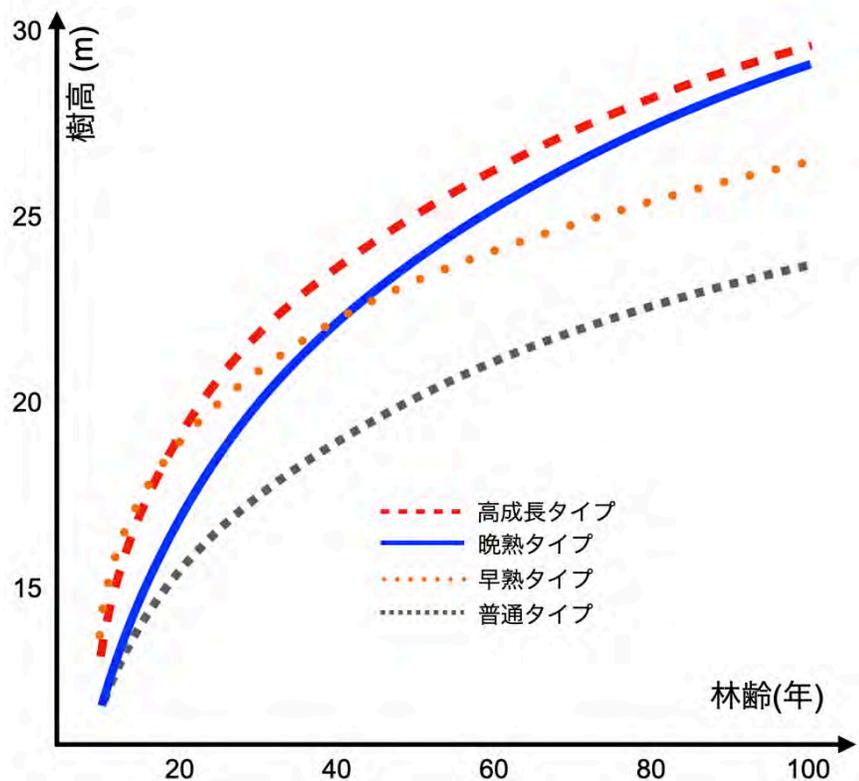
郡上市



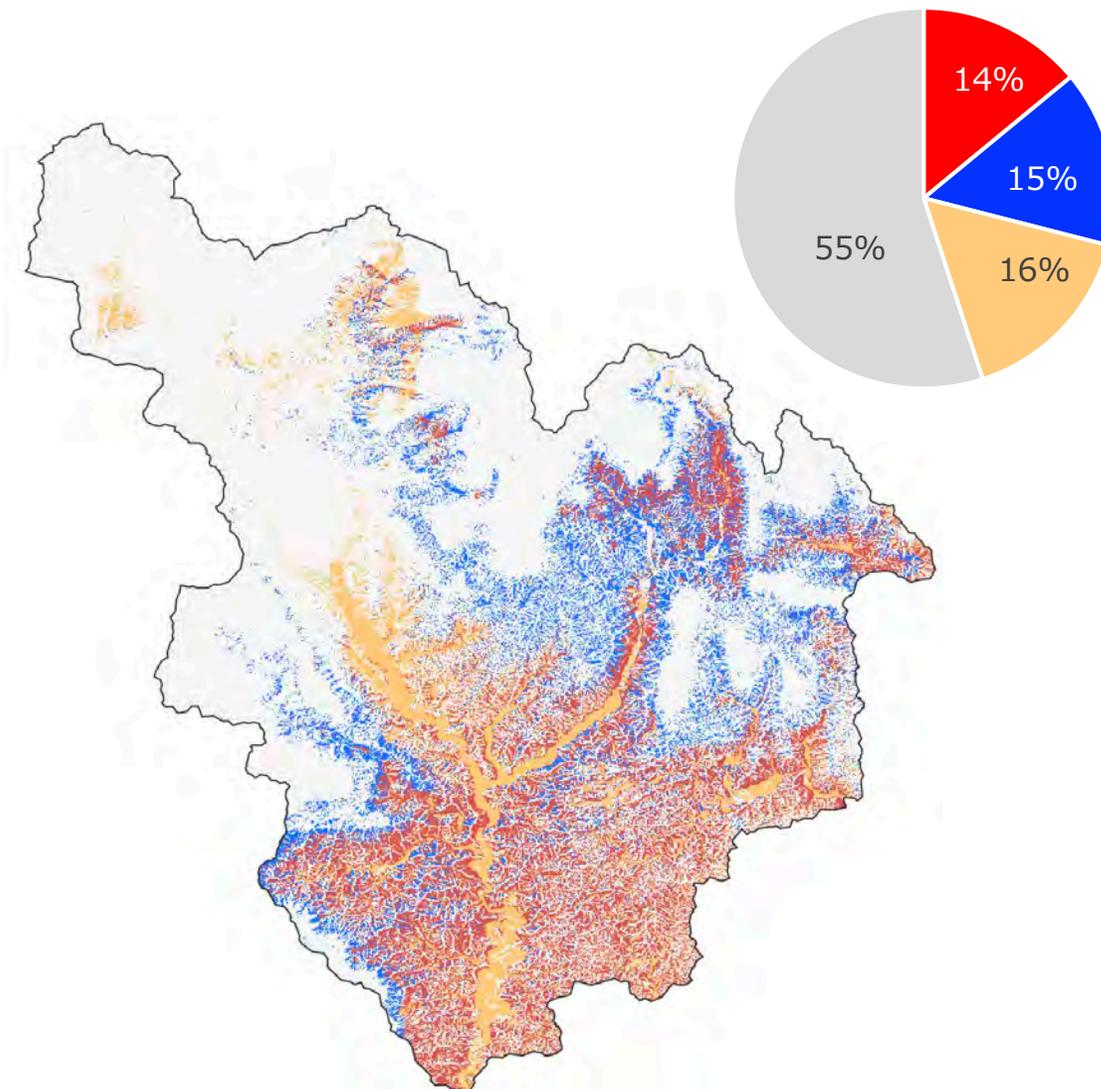
香美市

# 結果: 4つの成長タイプ

- 場所ごとに時間軸で: 25mグリッドでのソーニング
- 成長タイプ: 優劣ではなく、どう成長するか

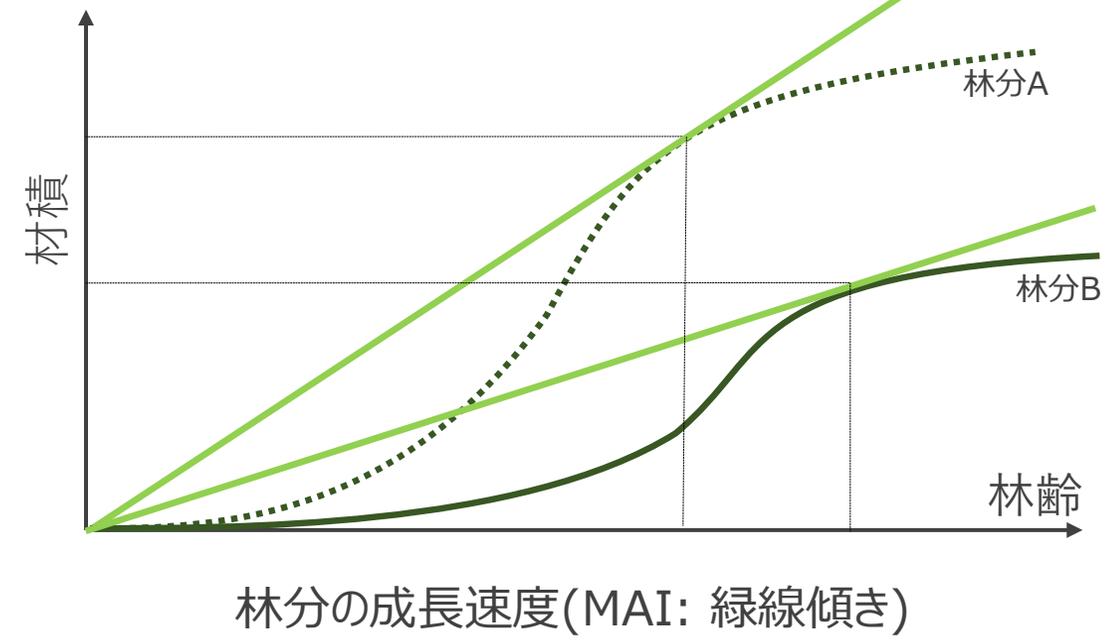


グリッドごとの成長様式を4タイプに分類

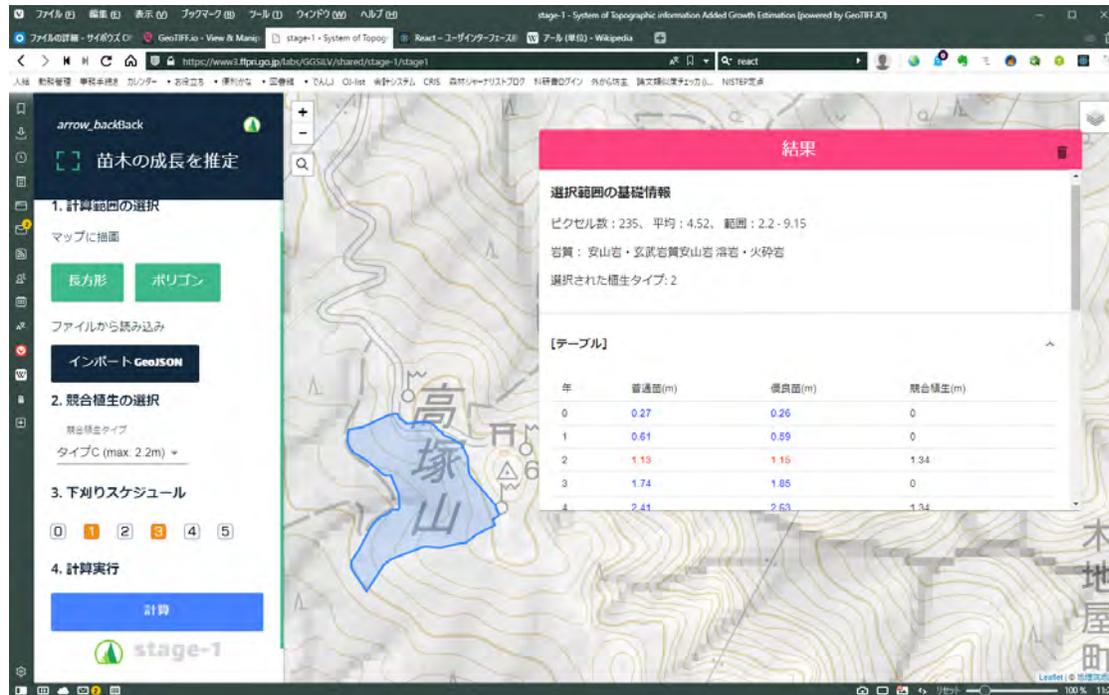


4タイプの分布と面積割合(郡上市)

- **新たな枠組み:** 森林ビッグデータと機械学習の組み合わせ
- **定量評価と成長予測:** 科学的知見に基づく高解像度のゾーニング
- **地位から成長速度へ:** 場所ごと、時間軸での予測情報



- プロジェクト進行中: 地位×地利
- 高度化: 科学的知見の集積
- 技術の実装化: I-Forests



I-Forests HPより

## 農林水産研究の推進 革新的環境研究(R5-R9年度) 日本全国の林地の林業採算性マトリクス評価技術の開発 【研究概要】

### 1. 研究目的

エリートツリー等のポテンシャルが最大限発揮される条件を明らかにし、また航空機LiDAR, GIS, 機械学習を組合わせて新たな地位推定および地利推定技術を開発し、これに基づいてマトリクス評価を行い、市町村などが適切にゾーニングを行えるように、成長後の人工林の林業採算性と炭素吸収量を高精度に予測する技術を開発する。

### 2. 研究背景

国内資源の充実、世界規模の情勢変化、また気候変動緩和のための森林や木質製品による炭素貯蔵の増加の要請により、国産材の生産増が求められている。このため、生産性と経済性の高い林地を特定して、エリートツリーなども用いつつ、主伐・再造林を推進することが重要である。



新しい地位と地利の推定技術

### 3. 研究内容

- ① 成長に優れた品種等のポテンシャルが最大限発揮される条件を解明し、適地で有効に活用するための技術開発を実施
- ② 新たな地位指標推定手法を活用した高精度な地位推定、および林地環境情報を活用した地位指標推定技術の高度化を実施
- ③ 地位と地利の二軸の評価を行い、将来にわたる林業採算性と炭素吸収量等を高精度に予測する技術開発を実施



優良系統活用技術と併せて林業採算性推定

### 4. 達成目標・期待される効果

#### 達成目標

- ・ 林業採算性推定ツールを開発
- ・ 成長に優れた品種等を有効活用するための技術を開発

#### 期待される効果

- ・ 市町村などが適切に採算性や炭素固定機能に基づき目標林型を適切に設定
- ・ 2050年エリートツリー等の90%活用目標に貢献



### 情報の”民主化”

→情報から何を生み出すかの勝負

### 得られる情報をどう使っていくか

→新たな”つながり”  
ユーザー視点

### ～ 2014年頃

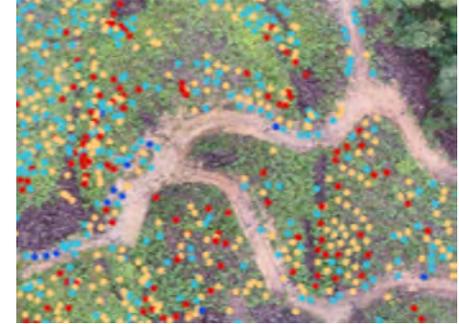
ドローンを飛ばすだけで優位



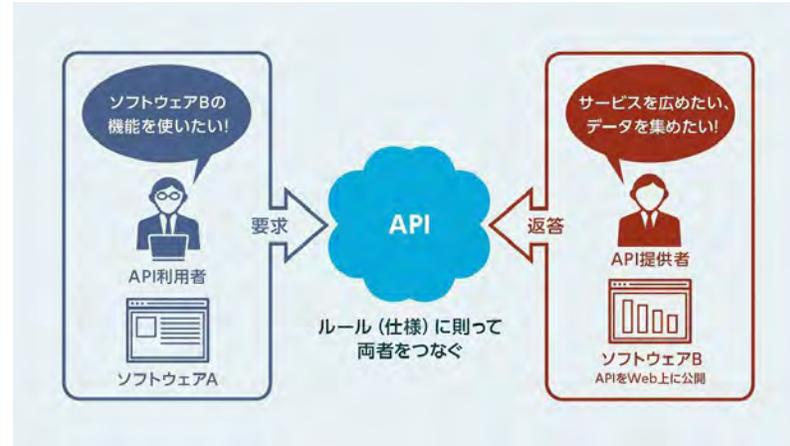
- ・ドローンの高性能化と低価格化
- ・サービスの多様化
- ・機械学習やAIの進歩

### 現在

空撮画像をどう使うか

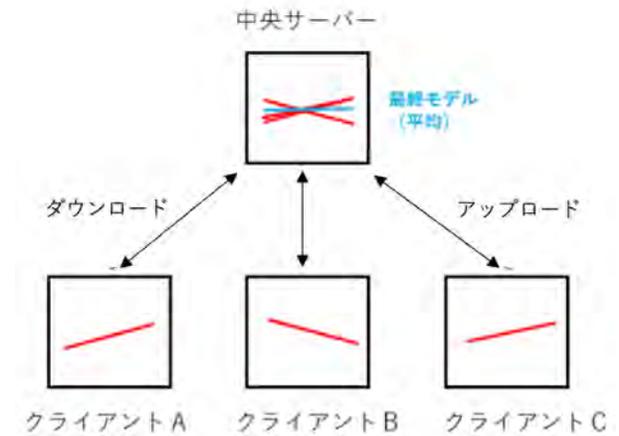


### API



<https://www.sbbit.jp/article/cont1/62752>

### 連合学習



<https://medtech-today.com/2020/12/08/post-583/>(一部改変)

# ありがとうございました

森林総研: 荒木眞岳・宮本和樹・山川博美・壁谷大介

共同研究: 岐阜大学流域圏科学研究センター (粟屋さん)

協力機関: 岐阜県森林研究所 (渡邊さん・久田さん)

郡上市役所・古川林業

高知県立森林技術センター(山崎さん)

交付金プロジェクト: 積極的長伐期林業を目指した大径材生産技術の開発

環境研究総合推進費: 気候変動影響予測・適応評価の総合的研究(S-18)

農林水産研究の推進 委託プロ: 日本全国の林地の林業採算性マトリクス評価技術の開発