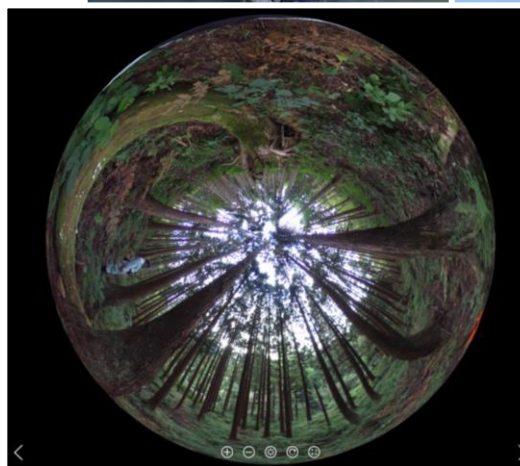


石川県における スマート林業の 取り組み



石川県農林総合研究センター 林業試験場

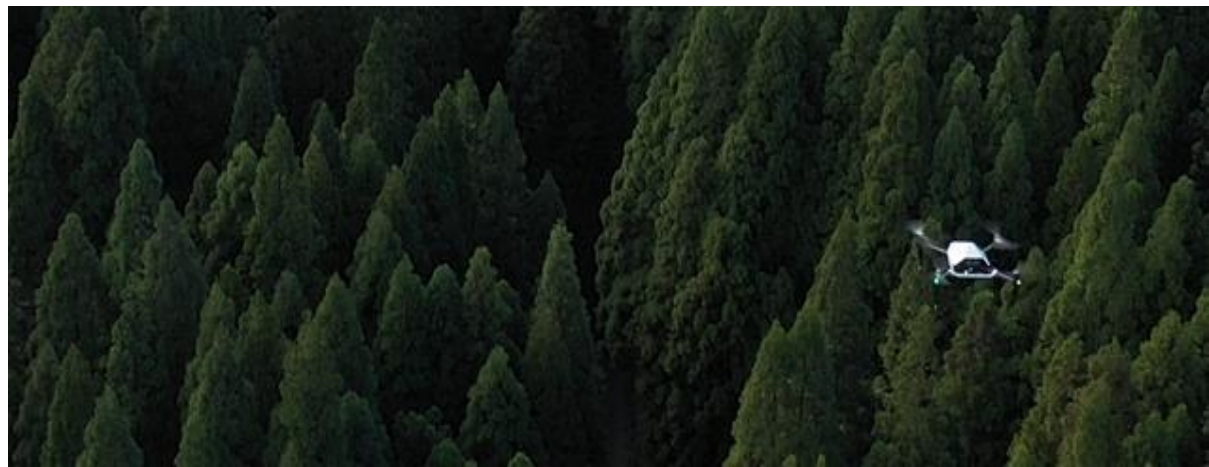
いしかわスマート林業推進協議会

「知」の集積と活用の中 スマート林業研究開発プラットフォーム

矢田 豊

内 容

- I. **スマート林業実践対策事業、「その後」**
- II. **森林調査業務へのAIの活用**
- III. **UAV調査のための研修**
- IV. **おわりに**



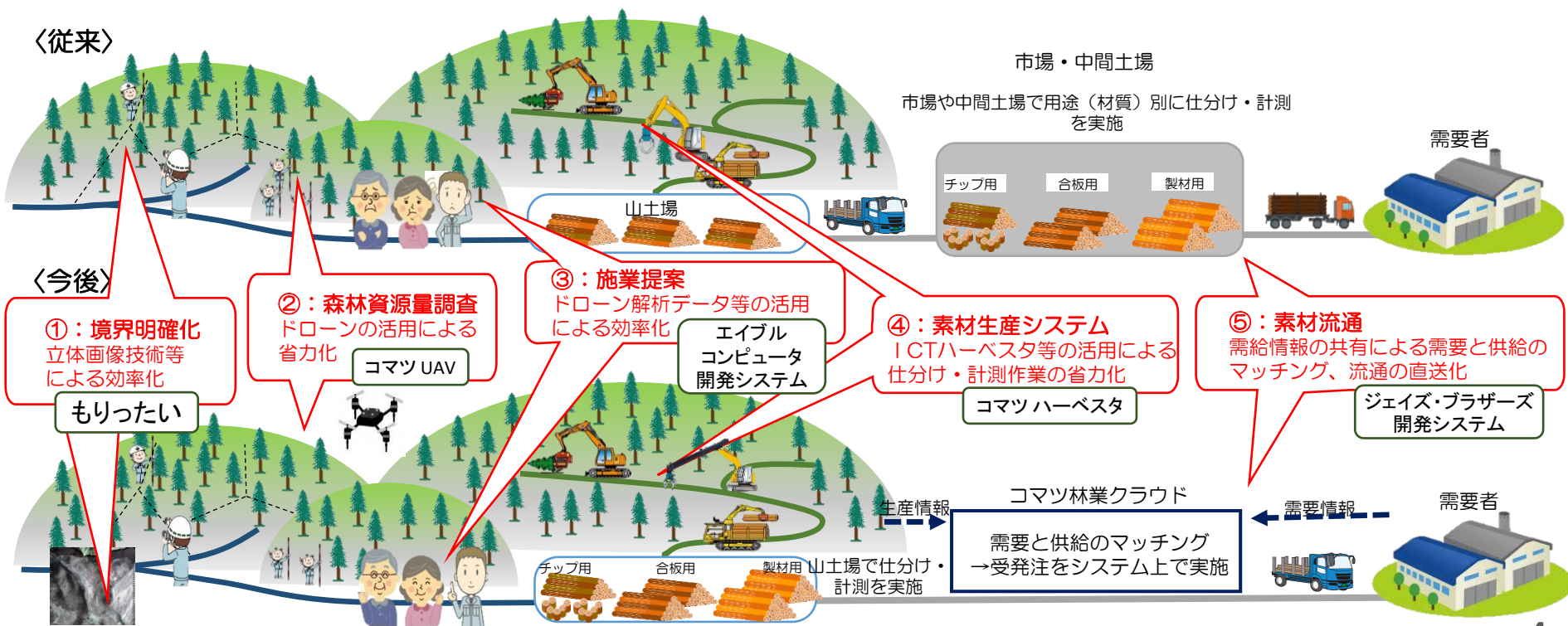


Ⅰ．スマート林業実践対策事業、「その後」

- 1) いしかわスマート林業推進協議会の取り組み(H30～R2)
- 2) 同協議会、R3からの取り組み
- 3) スマート林業研究開発プラットフォーム等 研究支援組織

石川県版スマート林業の取り組み (～R2)

- 人工林資源が充実する中（10齢級以上が約7割）、主伐・再造林を進めるには、林業の低コスト化をすすめ、森林所有者への還元額を増加させることが重要
- 石川県、県森連と「林業に関する包括連携協定」を締結しているコマツのICTを活用した「スマート林業」により、コストの3割削減を目指す
- ①境界明確化、②森林資源量調査、③施業提案、④素材生産システム、⑤素材流通にポイントを置き、取り組みを推進



2) いしかわスマート林業推進協議会、R3からの取り組み

石川版スマート林業の人材育成

- 実証の成果をもとに、今後は県内の林業現場での実装を目指す
- R3からは、引き続きコマツの協力を得ながら、林業の各段階の取り組みをブラッシュアップするとともに、県内全ての林業者がドローンやICTなどを自在に操れるよう、新たに「スマート林業人材」の育成を本格的に開始



※コマツの協力により、木場潟公園東園地「研修圃場」等にスマート林業の訓練機器（高性能林業機械シミュレータ、ICTハーベスタ実機、ドローン等）を配備

STEP3：あらゆる林業現場でスマート林業を実践

STEP2：林業現場での実践研修

- ・林業現場でのICTハーベスタ等高性能林業機械の操作研修
- ・ドローンによる資源量情報を活用した伐採収益計算
- ・ICTを活用した伐採現場での丸太生産情報の管理



伐採収益計算



生産管理

STEP1：研修圃場でのスマート林業機器の操作研修

- ・ドローンやICTハーベスタ等の操作技術の習得



3) スマート林業研究開発プラットフォーム等 研究支援組織

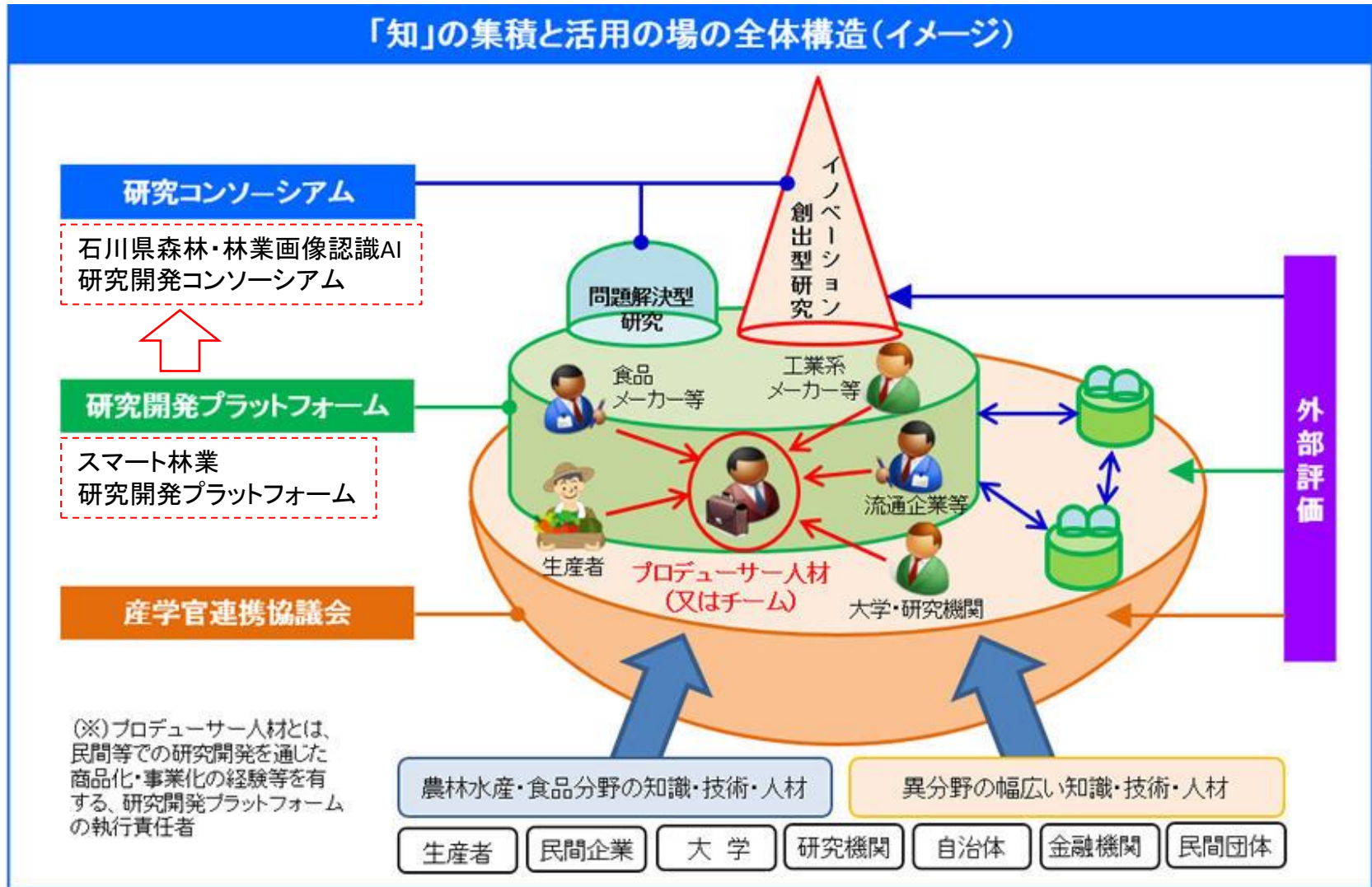
石川県におけるスマート林業関連の取り組み(概要)

事業名(実施主体/委託元等)	H30 R元 R2 R3～
<u>スマート林業実践対策</u> (いしかわスマート林業推進協議会/林野庁補助事業)	
<u>AI技術を活用した森林施業集約化のための効率的調査技術の開発</u> (石川県森林・林業画像認識AI研究開発コンソーシアム/生研センターイノベーション創出強化研究推進事業 応用研究ステージ)	
<u>森林画像情報にAIを活用し林業DXを現場実装するためのWebアプリの実用化</u> (石川県森林・林業画像認識AI研究開発コンソーシアム/生研センターイノベーション創出強化研究推進事業 開発研究ステージ)	
<u>スマート林業技術の研究・開発・普及</u> (石川県/～R2: 内閣府地方創生推進交付金、R3～: 森林環境譲与税)	
<u>スマート林業技術を活用した能登地方型山村復興モデル事業</u> (石川県森林組合連合会、中能登森林組合/農林中金 森力事業)	

3) スマート林業研究開発プラットフォーム等 研究支援組織

知の集積と活用
産学官連携協議会

<https://www.knowledge.maff.go.jp/>



<https://www.knowledge.maff.go.jp/about.html> 掲載図に加筆

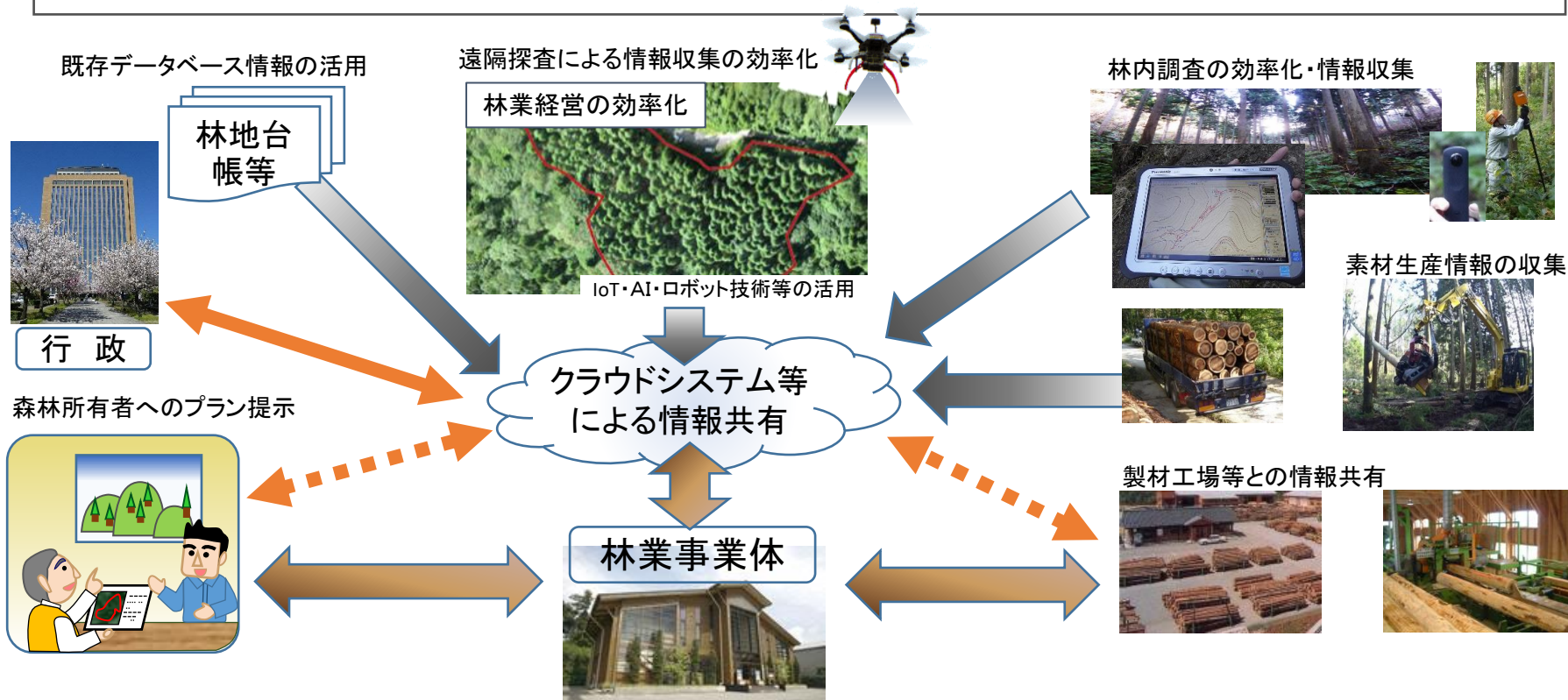
農林水産省「知」の集積と活用の方 産学官連携協議会

スマート林業研究開発プラットフォーム

【事務局】 石川県農林総合研究センター 【プロデューサー】 矢田 豊 (yada@pref.ishikawa.lg.jp)

【参画機関】 石川県、(学)金沢工業大学、石川県森林組合連合会、(株)エイブルコンピュータ、
(株)ジッタ、(株)小松製作所

林業のスマート化(DX)を実現するための研究開発を推進することにより、林業の成長産業化や地方創生に資する成果を得る。



スマート林業・林業DX関連の研究開発を検討されている方は、ご連絡を！



森林産業

コミュニティ・ネットワーク

(FICoN)

ファイコン

FICoN は、Forest Industry Community Network の頭文字をつないだ略称です。

ファシリテーター: 鮫島 正浩 東京大学名誉教授
副ファシリテーター: 酒井 秀夫 東京大学名誉教授
事務局: 片岡 厚 森林総研研究コーディネーター

[参画プラットフォーム]

◆ 地域創生に資する森林資源・木材の需要拡大に向けた研究開発プラットフォーム

◆ 持続的な林業生産システム研究開発プラットフォーム

◆ スマート林業研究開発プラットフォーム

◆ 薬用系機能性樹木の栽培と利用のための研究開発プラットフォーム

◆ きのこと類の生理・生態の科学的基盤とそれらを応用した技術研究開発プラットフォーム

◆ 農林水産業のためのナノテクノロジーを用いた新素材開発・新用途開発プラットフォーム

◆ 中層・大規模木造建築推進のための研究開発プラットフォーム

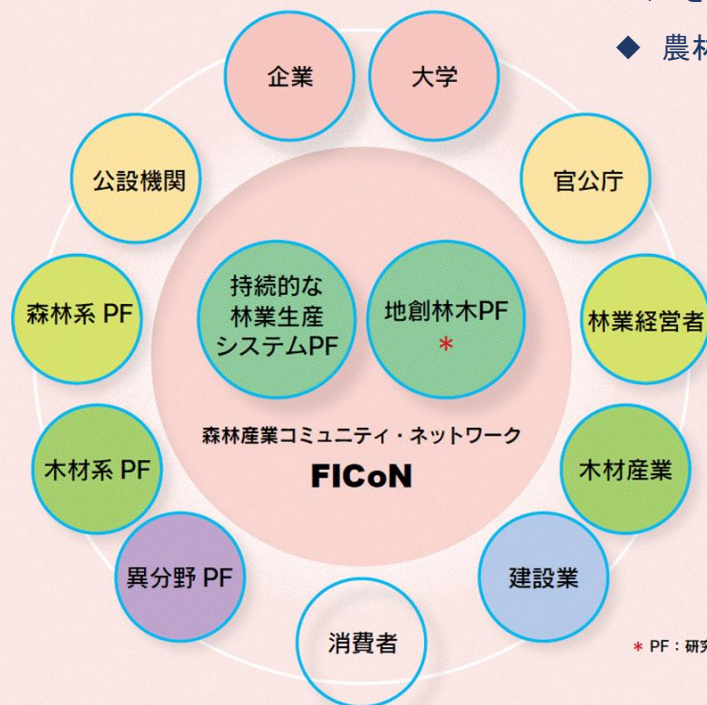
◆ 木質バイオマス燃焼灰利用研究プラットフォーム

◆ 樹木類への生物被害に関する連携研究開発プラットフォーム

◆ 優良な林業用種苗の生産・普及に関するプラットフォーム

◆ 林内人力作業支援機械研究開発プラットフォーム

◆ 木質外被研究開発プラットフォーム



* PF: 研究開発プラットフォーム

<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/ficon/>

森林GISフォーラム



Forest GIS Forum
森林GISフォーラム

文字の大きさ: ㇏ ㇏ ㇏

Forest GIS Forum
森林GISフォーラム

森林GISフォーラムは、森林GISの応用と普及を目指した産官学連携の組織です

NEWS 最新のお知らせ

すべての情報 新着情報 イベント情報 ニュースレター

2022年01月28日 イベント情報
森林GISフォーラム 学生コンテスト2022

2022年01月29日 イベント情報
森林GISフォーラム 2021年度 東京シンポジウム

2021年12月1日 トピックス
ウェブサイトをリニューアルしました

2021年09月16日 イベント情報
賛助会員資料（朝日航洋、国際航業）

PICK UP 重要なお知らせ

森林GISフォーラム 令和2年度 東京シンポジウム



CONTENTS
コンテンツ

〉 会長挨拶
 〉 活動内容
 〉 組織図
 〉 入会方法
 〉 賛助会員

新日本製鐵株式会社
 アシアナ航空株式会社
 日本航空株式会社
 eoriジャパン
 日本航空株式会社
 CORE
 国際航業
 国土交通株式会社
 KOMATSU
 SIM
 jitsuta
 日本航空株式会社
 日本航空株式会社
 住友林業
 日本航空株式会社
 日本航空株式会社

ページトップ

アーカイブ
 トピックス
 行事開催記録
 ニュースレター

コンテンツ
 〉 会長挨拶
 〉 活動内容
 〉 組織図
 〉 入会方法
 〉 賛助会員

インフォメーション
 〉 森林GISフォーラムについて
 〉 賛助会員
 〉 お問い合わせ・入会申し込み
 〉 個人情報取り扱い
 〉 森林GISフォーラム規程

森林GISフォーラム事務局
 〒305-8687
 茨城県つくば市 松の里 1
 国立研究開発法人 森林総合研究所
 森林管理研究部 地域資源開発研究室 内
 ☎ 029-879-8314 ☎ 029-874-3720

森林GISフォーラムYouTubeチャンネル

Forest GIS Forum
森林GISフォーラム

© 2008 - 2022 Forest GIS Forum.

<https://fgis.jp/>

設立: 1990年代

II. 森林調査業務へのAIの活用

生物系特定産業技術研究支援センター
イノベーション創出支援研究推進事業

森林画像：スマート林業の普及 → 効率的収集が可能に

AIを適用！

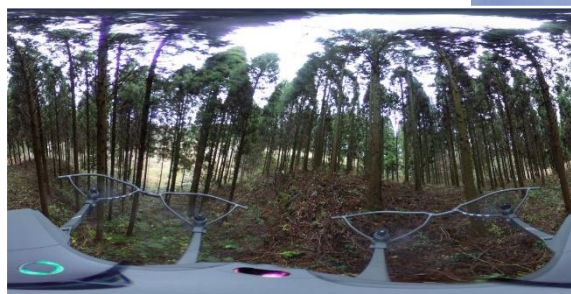
➡ 現場実装を目指す！

1) AIの使い途

2) Webアプリ概要

3) AIの特徴

4) 現場実装を見据えたAI研究開発



1)AIの使い途

目 標

- ・森林境界明確化の支援や資源情報を把握するための画像認識AIエンジンおよび必要機能を組み込んだ、森林組合職員等が使いやすいWebアプリの実用化

効果・貢献

- ・作業効率の向上による施業実施面積増加と収支改善 → 森林所有者の所得増
- ・施業面積増加による、森林炭素固定量の増加

スマート林業研究開発プラットフォーム

石川県森林・林業画像認識AI研究開発コンソーシアム





[1] UAV取得データを活用した 樹種判別と森林境界明確化支援技術の開発

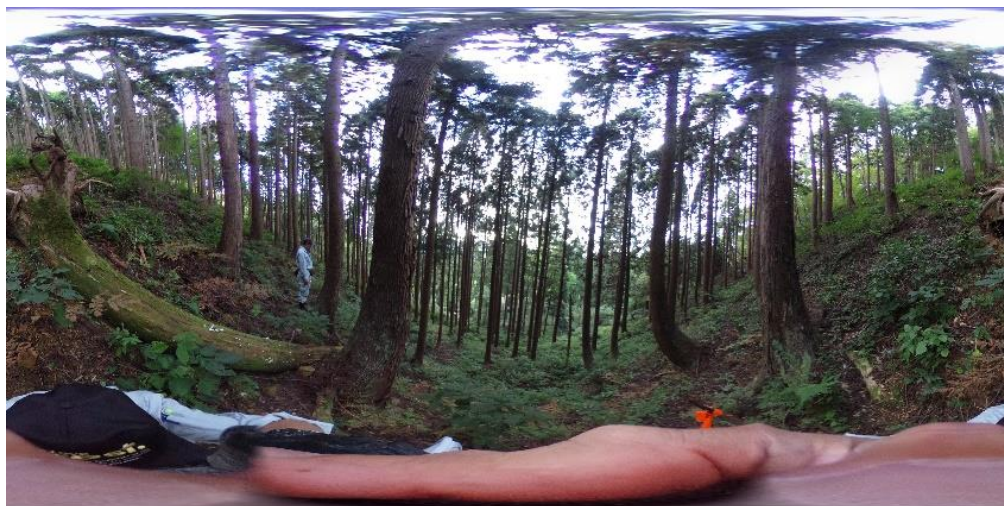


UAV空撮画像 → AIにより林相界の判別

森林境界の判読作業を半自動化

森林所有界の明確化作業の効率を飛躍的に向上

[2]全天球画像を活用した 人工林材積・材質等推定技術の開発



低価格専用カメラや小型UAVにより撮影した
林内**全天球画像** → AIにより**材積**や**A材・B材・C材比**等を
推定

森林上空からの調査情報を補完

→ 低コストかつ高精度な森林調査システムを実現



[3]コナラ等天然生林の 資源量推定技術の開発



UAV空撮により作成した3Dモデル→**樹高**
対象樹種の樹冠範囲の**面積合計**

(材積等推定のためには、対象樹種の樹冠範囲の特定が必要)

材積等を推定

UAV空撮画像 天然生林内のコナラ等の識別：熟練が必要

コナラ等を自動判別可能なAIエンジンを開発

これまで、人手不足等により調査が進まなかった

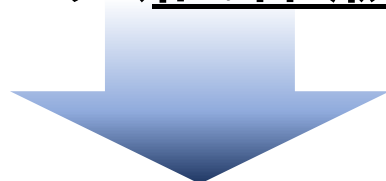
天然生林内におけるコナラ等の資源量推定システムを開発

2)Webアプリ概要

イノベーション創出強化研究推進事業 [応用研究ステージ] (H30～R02)

代表機関: 石川県農林総合研究センター 研究統括: 矢田 豊

Webアプリ(試作版)を開発



イノベーション創出強化研究推進事業 [開発研究ステージ] (R03～R05)

代表機関: (学)金沢工業大学 研究統括: 松井 康浩

Webアプリ(製品版)を開発

試作版の画面(一部)をご紹介します

林相区分・森林境界明確化支援

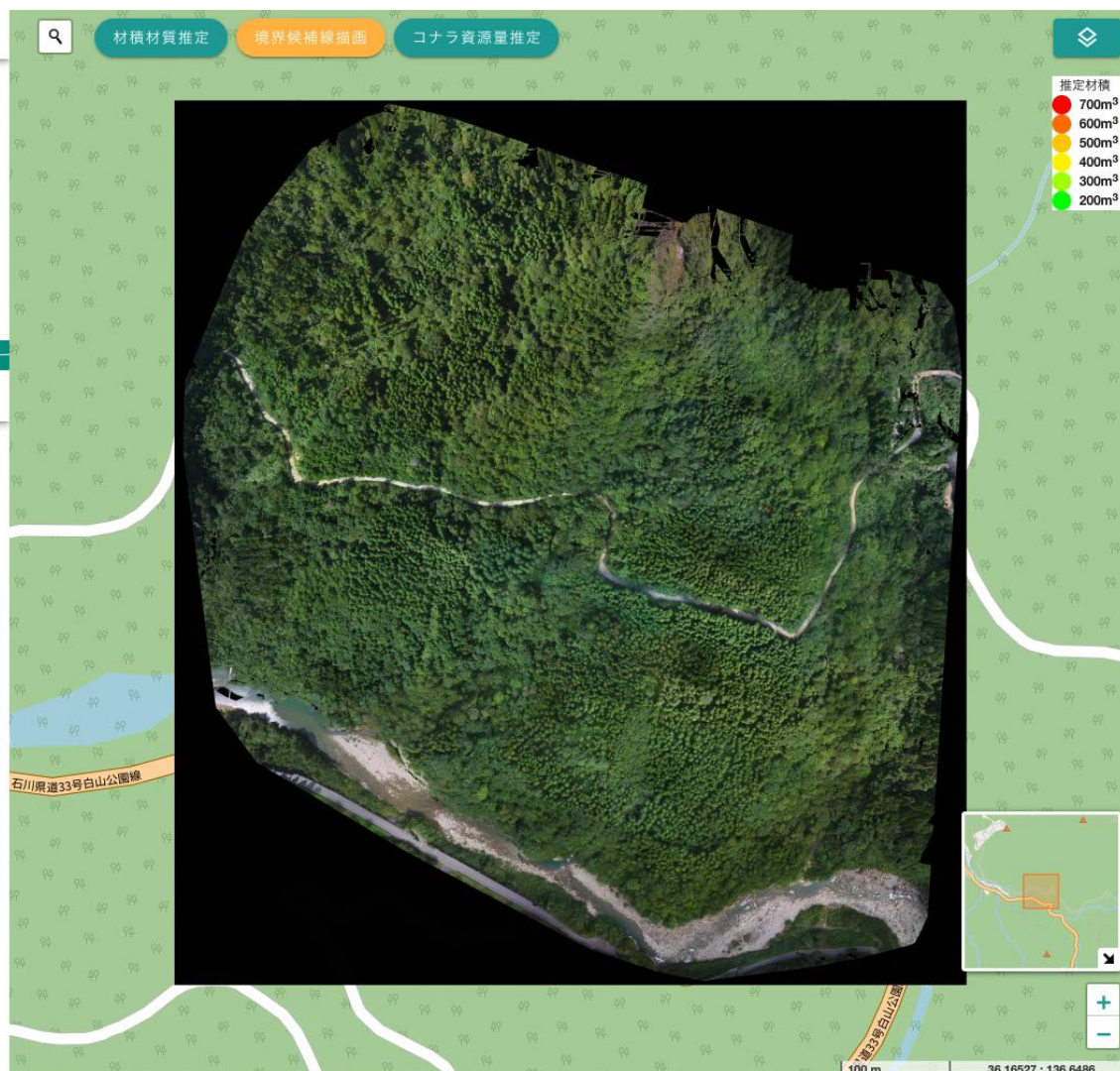
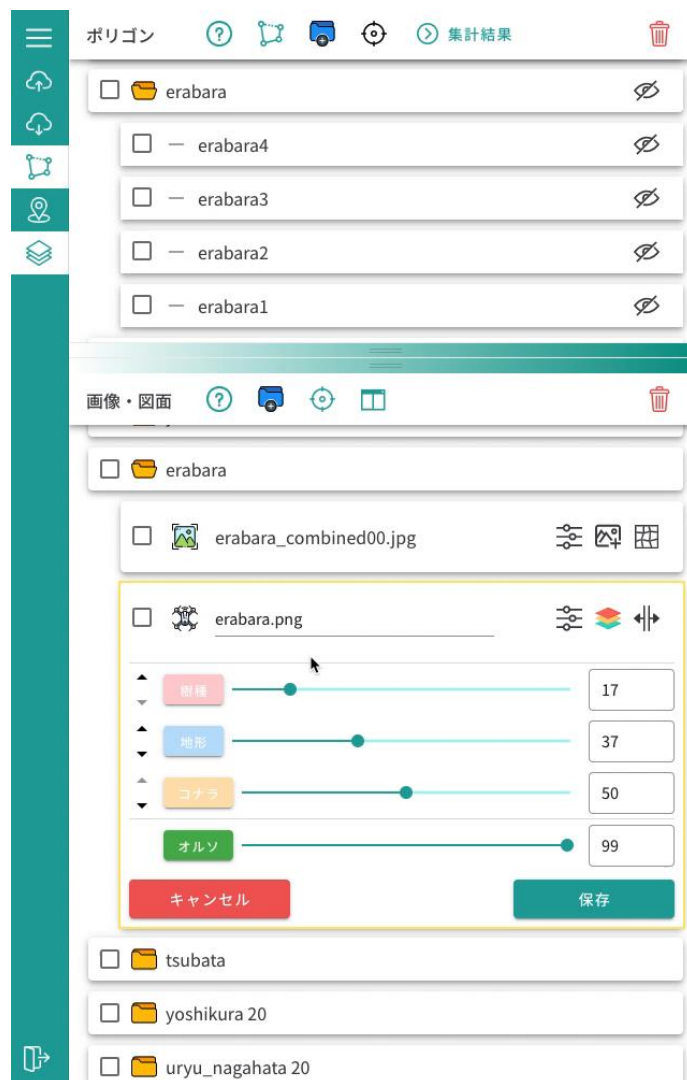
The screenshot displays a web application interface for forest management. The main area is a map showing a forest with a river and a road. The map is overlaid with a grid of small trees. A legend on the right indicates the estimated volume of the forest (推定材積) in cubic meters (m³), with a color scale from 200m³ (green) to 700m³ (red). The map also shows a road labeled '石川県道33号白山公園線' and a river labeled '手取川'.

The sidebar on the left contains several sections:

- ポリゴン (Polygon):** A list of polygons with checkboxes and eye icons. The items are: kurikara04, kurikara02, furuyadani, shijukuin, erabara, erabara4, erabara3, erabara2, and erabara1.
- 画像・図面 (Image/Map):** A section for managing images and maps. It includes a checkbox for 'erabara' and a list of files: 'erabara_combined00.jpg' and 'erabara.png'.
- 調整 (Adjustment):** A section for adjusting the map's appearance. It includes sliders for 'コナラ' (Kunara), '樹種' (Tree Species), '地形' (Topography), and 'オルソ' (Ortho), each with a value of 50.

At the bottom of the sidebar are buttons for 'キャンセル' (Cancel) and '保存' (Save).

林相区分・森林境界明確化支援



※ 国土交通省国土地理院が管理する航空レーザ測量データを使用

林相区分・森林境界明確化支援

The screenshot displays a web application interface for forest management. The main area shows a map with color-coded forest types and a sidebar with controls.

Left Sidebar:

- ポリゴン (Polygon):** A list of polygons with checkboxes and delete icons. The list includes:
 - erabara
 - erabara4
 - erabara3
 - erabara2
 - erabara1
- 画像・図面 (Image/Map):** A list of images with checkboxes and delete icons. The list includes:
 - yoshikuraB
 - erabara
- erabara_combined00.jpg:** A slider control with a value of 0. Buttons: キャンセル (Cancel), 保存 (Save).
- erabara.png:** A slider control with a value of 36. Buttons: キャンセル (Cancel), 保存 (Save).

Map Area:

- Buttons:** 材積材質推定 (Volume/Material Estimation), 境界候補線描画 (Boundary Candidate Line Drawing), コナラ資源量推定 (Oak Resource Estimation).
- Legend:** 推定材積 (Estimated Volume) with a color scale from 200m³ (green) to 700m³ (red).
- Map Features:** A river, a road, and a small inset map showing the location of the main map area.
- Bottom Bar:** 50 m scale bar, coordinates 36.16413 : 136.64972, and buttons: キャンセル (Cancel), 保存 (Save).

林相区分・森林境界明確化支援

The screenshot displays a web application interface for forest management, divided into a sidebar and a main map area.

Sidebar (Left):

- ポリゴン (Polygons):** A list of polygons with checkboxes and edit/delete icons. The list includes:
 - shijukuin
 - erabara
 - erabara4
 - erabara3
 - erabara2
 - erabara1 (highlighted)
 - yoshikuraB_hyoka
- 画像・図面 (Image/Map):** A section for managing images and maps, including:
 - erabara
 - erabara_combined00.jpg (with a slider set to 19)
 - erabara.png (with sliders for 樹種 (Tree Species) at 50, 地形 (Topography) at 64, コナラ (Oak) at 50, and オルソ (Ortho) at 70)

Main Map Area (Right):

- Buttons:** 材積材質推定 (Volume/Material Estimation), 境界候補線描画 (Boundary Candidate Line Drawing), and コナラ資源量推定 (Oak Resource Estimation).
- Map:** A topographic map showing forest boundaries and terrain. A polygon is selected, and a dialog box is open for editing it.
- Dialog Box:** A modal window for editing the selected polygon, with fields for 多角形名 (Polygon Name) and フォルダ (Folder), and buttons for キャンセル (Cancel) and 保存 (Save).
- Legend:** A vertical color scale legend on the right side of the map, labeled 推定材積 (Estimated Volume), with values ranging from 200m³ (green) to 700m³ (red).
- Scale and Coordinates:** A scale bar indicating 50m and coordinates 36.16342 : 136.65208 are shown at the bottom right.

人工林材積、A材・B材・C材比の推定

ポリゴン

- yusenji_hyouka
- ushitsu_hyouka
- kurikara
 - kurikara01
 - kurikara03
 - kurikara04
 - kurikara02
- furuyadani
- shijukuin

全写真

- kurikara
 - 36.67°N, 136.82°E
 - 36.66°N, 136.82°E
 - 36.66°N, 136.82°E
 - 36.66°N, 136.82°E

緯度	経度	推定材積 (m³)	A材比 (%)	B材比 (%)	C材比 (%)
36.67°N	136.82°E	436.41	100	0	0
36.66°N	136.82°E	230.47	100	0	0
36.66°N	136.82°E	280.37	100	0	0

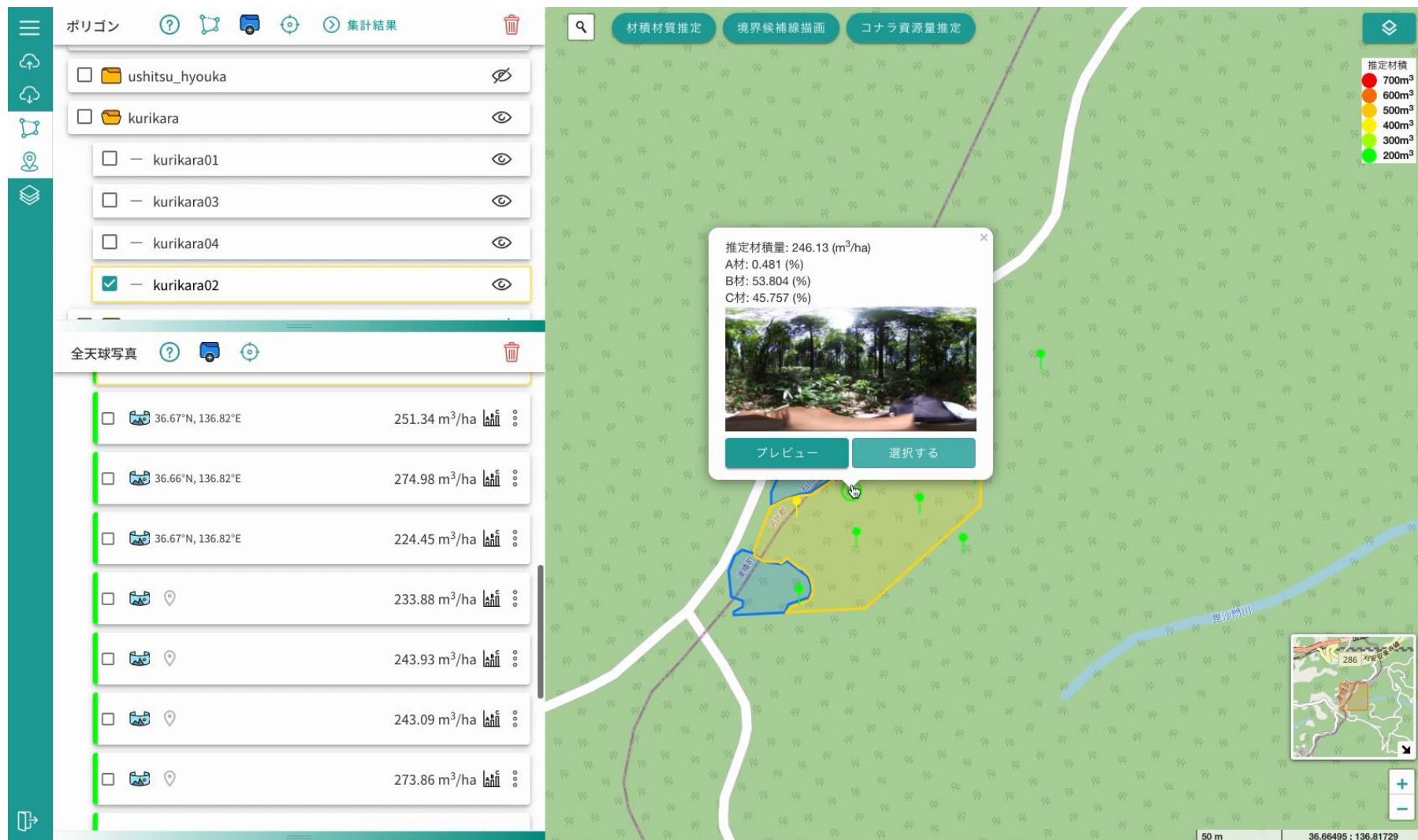
ここにファイルをドラッグして開始するか、クリックして閲覧します。

キャンセル アップロード

Theta

名前	サイズ	種類
Thumbs.db	356 KB	書類
R0011876.JPG	4.1 MB	JPEGイメー
R0011875.JPG	4.1 MB	JPEGイメー
R0011873.JPG	4 MB	JPEGイメー
R0011874.JPG	3.9 MB	JPEGイメー
R0011872.JPG	3.8 MB	JPEGイメー
R0011871.JPG	4.2 MB	JPEGイメー
R0011869.JPG	4 MB	JPEGイメー
R0011870.JPG	4.2 MB	JPEGイメー
R0011868.JPG	4.2 MB	JPEGイメー
R0011866.JPG	3.9 MB	JPEGイメー
R0011867.JPG	3.9 MB	JPEGイメー
R0011865.JPG	3.9 MB	JPEGイメー
R0011863.JPG	4.3 MB	JPEGイメー
R0011864.JPG	4.2 MB	JPEGイメー
R0011861.JPG	3.9 MB	JPEGイメー
R0011862.JPG	4.2 MB	JPEGイメー
R0011860.JPG	3.8 MB	JPEGイメー

人工林材積、A材・B材・C材比の推定



Webアプリ → リモートワーク

- Webアプリ ≡ クラウドアプリ
- Webブラウザで使用: PCへのインストール作業等不要
- 1Mbpsの通信環境で使用可

※大容量のドローンオルソ画像: クラウド間のやり取りで処理可

リモートワーク完全対応！

「リモート林業: 初級版」の1事例

「在宅林業」？
新たな雇用形態の可能性？

今年度～ 実証運用開始！

- 各地での精度評価（調査実施にご協力をお願い）
- 精度に課題があった場合、ご協力をいただきながら、
学習データを収集

→ AIエンジン・インターフェース
等のアップグレードを実施

- **ご希望の方は連絡願います**



【連絡先】

石川県農林総合研究センター林業試験場 矢田

TEL:076-272-0673 E-mail:yada@pref.ishikawa.lg.jp

3) AIの特徴

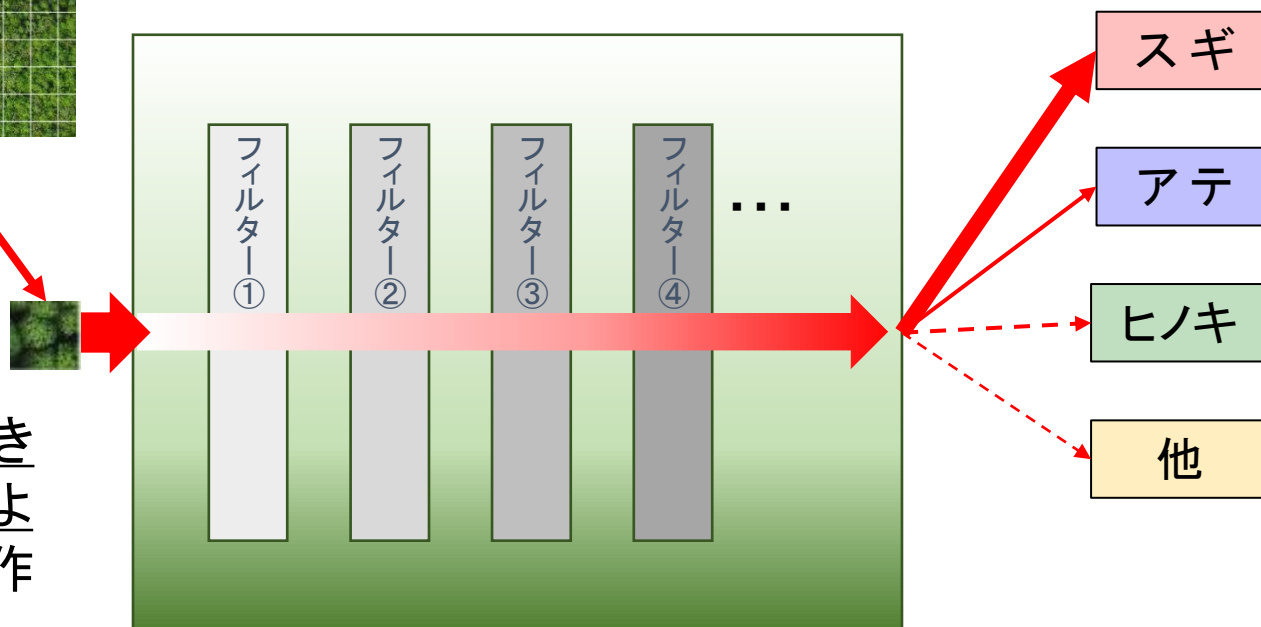
AI(深層学習)による画像分類

【オルソ画像の樹種分類の例】



- ・開発者は特徴量等を確定(プログラム)する必要なし
→ 判定理由を説明不能
- ・膨大な学習データが必要

※熟練者であれば
(明確には定義はでき
なくても)判別できるよ
うな、「違い」の分類作
業等に、特に有効



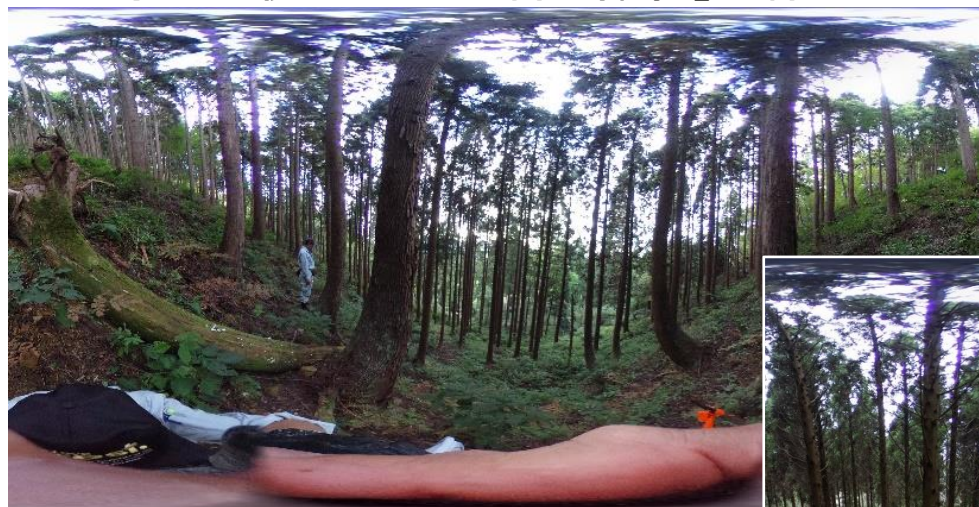
AIの特徴

① (本研究の場合、)各推定要素に対し、1,000組以上の学習データセットが必要に

② 本質的でない要素は、「自動的」に無視して推定

【全天球画像による材積等推定の例】

AIの学習に使用した「手持ち撮影」画像



AIエンジン
開発



「UAV撮影」画像を処理すると...

UAV林内全天球画像による材積等推定結果

		材積 (m ³ /ha)	原木品質の比率(%)		
			A材	B材	C材
TLS等、熟練者		694	0	46	54
地上	THETA SC (125点/0.5ha)	675 (-2.7%)	0 (0%pt)	39 (-7%pt)	60 (6%pt)
	THETA SC (63点/0.5ha)	668 (-6.9%)	0 (0%pt)	38 (-8%pt)	62 (8%pt)
UAV	THETA SC (80点/0.5ha)	623 (-10.3%)	0 (0%pt)	53 (7%pt)	47 (-7%pt)
	OMANI (120点/0.5ha)	640 (-7.8%)	0 (0%pt)	48 (2%pt)	52 (-2%pt)

- ・ 材積推定値の誤差は、ほぼ10%以内
- ・ 原木品質の誤差も10%pt以内(10%単位であれば一致)

4)現場実装を見据えたAI研究開発

- ①「AIエンジン」開発担当、学習データセット収集担当、アプリ開発担当、現場実装担当を分離
- ② 学習データセットの収集・整備を(スマート系機器等活用し)効率的に実施
- ③ 開発の早い段階から想定ユーザーに意見を聴きながらアプリ開発を実施

Ⅲ. UAV調査のための研修

1) 石川県「あすなろ塾」のUAV研修

2) 研修の内容

3) 研修の留意点



1)石川県「あすなろ塾」のUAV研修

「あすなろ塾」ドローン操縦士育成(H30～)



あすなろ塾:石川県が実施する林業技術普及のための研修(総称)

対象:石川県内全森林組合、民間事業体、石川県林業普及指導員

H30:10人 R元:12人 R3:18人(予定)

日程:座学(3日)、実習(2日)、OJT(5日)

内容:UAVによる森林資源量調査の計画・実施

R2年度～:「目視外飛行等承認申請」等を目指した
OJT等フォローアップ研修も実施

Ⅲ. UAV調査のための研修

2)研修の内容

講師：県林試、県森連（、金沢森組）

↑ H29にコマツレンタル(株)の講習受講

いしかわスマート林業推進協議会が実施

(基礎)

UAVの構造・飛行原理

材積測定の方法

UAV運用に関する法令



現場で実践研修(OJT)



(飛行計画)

飛行計画の理論

ソフトの使い方



(操縦訓練)

1. シミュレータ
2. 練習機
3. 実機



技能修得

2)研修の留意点

森林資源量調査等UAV研修に、 特に必要な研修項目、留意点

- 1) 山地・森林対応の飛行計画作成法
- 2) 森林地帯における離着陸地点確保の考え方
- 3) 効率的な作業遂行(天候対応他)
- 4) 目視飛行の順守等、法令順守・安全確保

【留意点】

- 5) 指導者2名の場合、研修生6名程度が理想
- 6) OJT(実地研修)等の充実

目視範囲を広く確保しやすい離着陸地点

- 1)隣接する畑地内の農道等
- 2)皆伐地、幼齢林等
- 3)土場、待避所、分岐点等
- 4)稜線、斜面上部の車道凸型曲線部等
- 5)空撮範囲の谷向の車道
- 6)空撮範囲に直線的に向かう車道

※必要に応じて、使用許可を取得/監視員を配置

※大型機使用の場合、遠距離飛行が可能
(特に目視距離で有利)

→遠い位置の良好な離着陸地点が使用
可能に



IV. おわりに

I. スマート林業実践対策事業「その後」

- ✓ 現場実装を見据えた研究開発事業を実施
- ✓ スマート林業実践対策事業の成果を活用・発展
- ✓ スマート林業研究開発PFなど、研究支援組織

II. 森林調査業務へのAIの活用

- ✓ 「森林画像」へのAIの適用事例を紹介
- ✓ AIの特性を認識しつつ、活用を検討

III. UAV調査のための研修

- ✓ 「協議会」が継続的に研修を実施
- ✓ 森林調査のための研修の留意事項

スマート林業技術を現場実装するために

- ① 行政：実需者⇔開発/提供者との連携・調整
- ② 採用する新技術の本質を見極める
- ③ 実際に現場実装可能かどうかを、常に意識

謝 辞

- ・本報告の機会を与えていただいた関係各位
- ・調査・研究の実施にご理解・ご配慮・ご協力いただいている森林所有者・管理者各位、県・市町ご担当各位、
- ・「知」の集積と活用の中場[®]スマート林業研究開発プラットフォーム関係各位、
- ・日頃よりご指導・ご鞭撻いただいている皆様、

厚く御礼申し上げます。

今回の報告内容の一部は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行ったものです。

ご視聴、ありがとうございました。