

伐採造林届出の効果的運用に向けた
各種伐採把握システム利用の手引き

令和5年3月

林野庁

目 次

はじめに

対象とする方	1
手引きの目的	1
手引きの構成	1
手引き内で用いている用語	2
第1章 まえがき	3
1.1. 伐採造林届出制度	3
1.1.1. 伐採および伐採後の造林の届出等の制度の概要	3
1.1.2. 制度の適用範囲	3
1.1.3. 本事業で対象とする範囲	3
1.2. 伐採把握システムの概要	3
第2章 各種伐採把握システムの特徴と入手方法、選び方	4
2.1. 各種伐採把握システムの特徴、入手方法	4
2.1.1. FAMOST	4
2.1.2. 森林変化情報提供サービス	6
2.1.3. ALOS-2/PALSAR-2 データを利用した森林伐採検知	9
2.1.4. GRASP EARTH-Forest	10
2.1.5. Google Earth Engine を用いた森林変化モニタリングシステム	12
2.2. 伐採把握システムの選び方	13
2.2.1. 自治体の特徴パターン	13
第3章 伐採造林届出制度の流れに応じた利用方法	15
3.1. 基本的な利用方法	15
3.1.1. FAMOST の基本的な利用方法	15
3.1.2. 森林変化情報提供サービスの基本的な利用方法	23
3.2. 伐採造林届出制度の流れに応じた利用方法	26
3.2.1. 届出のあった箇所に隣接する伐採の確認	27
3.2.2. 伐採履行状況の確認	30
3.2.3. 無届伐採の確認	32
第4章 付録	34
4.1. 各種衛星画像の概要	34
4.2. 衛星画像解析等技術の概要	35
4.3. 各種伐採把握システム	38

はじめに

この手引は伐採造林届出制度の運用に当たる市町村職員や、市町村に助言・指導する都道府県職員を対象に作成しました。伐採把握システムは衛星画像を用いて伐採された場所を検出します。ご利用には、次のような動作環境が必要です。

【動作環境】

- ・インターネットが利用可能な PC
- ・ LGWAN では動作しません
- ・使用する PC の OS バージョンが Windows 10 以降
- ・ Microsoft Edge や Google Chrome などのブラウザがインストールされていること

また、必要に応じて次のプログラム、資料等があると効果的な運用が可能です。

- GIS (QGIS 等)、森林クラウド
- 保安林の範囲
- 林地開発許可の範囲
- 森林経営計画の範囲

対象とする方

- ・伐採造林届出制度の運用に携わる市町村職員
- ・伐採造林届出制度に関し市町村に助言・指導する都道府県職員

手引きの目的

この手引は市町村職員や、市町村に助言・指導する都道府県職員が伐採造林届出制度の確実な運用や円滑化を図るため、伐採把握システムによる効率的効果的な運用に役立てていただくことを目的としています。

手引きの構成

- この手引は伐採造林届出制度や伐採把握システムの概要を説明し、いくつかの伐採把握システムをご紹介します。
- ご紹介する伐採把握システムの中から、どのシステムを選択するのが良いのか説明します。
- 伐採箇所データの作成等、基本的な利用方法、伐採造林届出制度の流れに応じた利用方法について、事例を交えて説明します。
- 最後に保安林の伐採、森林経営計画による伐採等、伐採造林届出以外の利用について説明します。

手引き内で用いている用語

- 伐採地：伐採跡地のこと、伐採把握システムで抽出された伐採地を指すこともある
- 地図データ：伐採把握システムで抽出された伐採地の位置や範囲を示す地理空間情報のこと
- 伐採造林届出制度：伐採及び伐採後の造林の届出等の制度
- 伐採造林届出：伐採及び伐採後の造林の届出
- 伐採報告：伐採に係る森林の状況の報告
- AI判読：森林専門技術者の伐採地目視判読結果を教師データとしたAIモデルによる判読

第1章 まえがき

1.1. 伐採造林届出制度

1.1.1. 伐採および伐採後の造林の届出等の制度の概要

森林所有者などが森林の立木を伐採する場合、事前に伐採及び伐採後の造林の計画の届出を行うことが義務づけられています。提出先は該当の森林が所在する市町村の長となっています。この制度は森林の伐採及び伐採後の造林が市町村森林整備計画に適合して適切に行われ、健全で豊かな森林を作することを目的とした制度です。

提出のタイミングは、①「伐採及び伐採後の造林の届出」については、伐採を始める 90 日から 30 日前。②「伐採に係る森林の状況報告」については、伐採を完了した日から 30 日以内。③「伐採後の造林に係る森林の状況報告」については、造林を完了した日から 30 日以内、となっています。

1.1.2. 制度の適用範囲

ただし、地域森林計画対象森林であっても、①保安林に指定されている場合や、②森林経営計画がたてられている森林において当該計画に定められている伐採をする場合には、別の手続きが必要となります（「保安林である場合」は、事前に都道府県へ許可申請・届出が必要となり、「森林経営計画がたてられていて、当該計画に従って伐採する場合」は、市町村への事後の届出が必要となる）。

よって、「伐採および伐採後の造林の届出等の制度」の対象は、

- ① 地域森林計画対象森林（国有林を除く）
 - ② 保安林を除く
 - ③ 「森林経営計画がたてられている森林で、当該計画に従って伐採する場合」を除く
- 上記3つの条件を全て満たす森林ということになります。

1.1.3. 本事業で対象とする範囲

「伐採および伐採後の造林の届出等の制度」では、「伐採」と「伐採後の造林」を包含した制度となっていますが、本事業で対象とするものは、「伐採」に関する部分のみであり、「伐採後の造林」については、本事業では対象としません。

1.2. 伐採把握システムの概要

本書で用いている「伐採把握システム」とは、インターネットサイト上で衛星画像を用いて、伐採跡地の検出を行った結果を閲覧や図形情報ダウンロードなどの方法で情報提供するシステムやサービスと定義しています。衛星画像の閲覧サイトや、伐採跡地の目視判読結果のみを提供する委託事業は含みません。

第2章 各種伐採把握システムの特徴と入手方法、選び方

2.1. 各種伐採把握システムの特徴、入手方法

2.1.1. FAMOST

(1) 概要

FAMOST は、林野庁により開発された衛星画像を用いた伐採状況等確認プログラムです。

Google Earth Engine と無償利用可能な衛星データを組み合わせて、森林変化抽出箇所を特定するプログラムで、簡易な操作と高速処理によって効率的かつ低コストで伐採状況を確認しようとするものです。(FAMOST : Forest and Agriculture Monitoring Observation with Satellite の略。以降、「FAMOST」と記載します)

FAMOST の利用は特段のソフトウェアは必要なく、プラットフォームとなる web ページにアクセスすることで利用することができます。

(2) 伐採跡地の把握方法

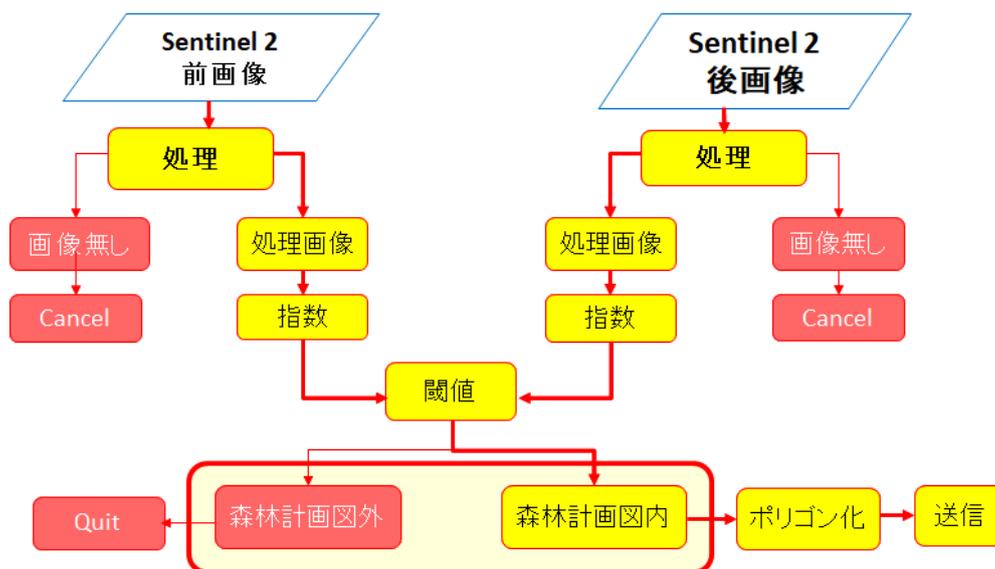


図 2.1.1 FAMOST での伐採跡地の把握方法

FAMOST では期首（前画像）画像と期末（後画像）の画像の各ピクセルの輝度値や植生指数など各種の指数の値を比較し、その差がある一定値（閾値）を超えたピクセルを、森林が伐採され伐採跡地となったものとして抽出する仕組みです（図 2.1.1）。

例えば、森林部分を上空から見ると、森林が成立している林分は、林冠の濃い色により暗く見えます（輝度が低い）。それに対して伐採跡地は地面の色により森林が成立している部分より明るく見えます（輝度が高い）。この明るさの差が輝度の差であり、期末画像の輝度が期首画像より高くなった部分が伐採跡地として抽出する候補となります。

また国土数値情報や5条森林ポリゴンなどを使い非森林域をマスクし、非森林域で発生した土地被覆の変化を伐採跡地と誤抽出することを避けています。

(3) 使っている衛星画像とその特徴

使っている衛星画像とその特長を表 2.1.1 に示します。

表 2.1.1 FAMOST で使用している衛星画像の特徴

衛星名	方式	有償無償	地上分解能	回帰日数
Landsat-8 / 9	光学	無償	約 30m	16 日
Sentinel-2A / 2B	光学	無償	約 10m	10 日(*)

*Sentinel-2 の回帰日数は 10 日ですが、2023 年 2 月現在 Sentinel-2A と 2B の 2 機体制で運用されているため、実質 5 日間隔で撮影されることとなります。

(4) FAMOST の特長

▼優れた点

- *プログラム、衛星データの利用を含め無償で利用できます。
- *プログラムのインストール等は必要なく、FAMOST のサイト・URL にアクセスするだけで利用できます。
- *Google Earth Engine を通して利用するため衛星データを自前で準備する必要がありません。
- *光学衛星は雲の影響を受けますが、期首、期末とも期間内の複数の画像を合成することによって雲のない合成画像を作成し、雲による影響を避けています。
- *期首・期末の期間、期首と期末の間隔を自由に設定できます。
- *Sentinel-2 を利用した場合、回帰日数(撮影間隔)が実質 5 日間のため、短期間での変化抽出ができる可能性があります。
- *操作が比較的簡単です。

▼劣る点

- *輝度の差で伐採跡地を抽出する方式のため、期末画像として落葉期を指定すると、誤抽出が多く発生する可能性があります。
- *機能は絞られています(伐採跡地の抽出機能と抽出域の KML 形式での出力機能のみ)。

▼検出特性

- *伐採跡地として検出した部分が、実際に伐採跡地である率(適合率)が概ね良好で、より確からしい抽出を行っています。
- *反面、誤抽出が少なくなるように調整されているため、その影響で抽出漏れの伐採跡地もあり、再現率はやや低い傾向にあります。

* 伐採直後の植生回復の少ない状態では良好な検出結果となります。

▼お薦めの使い方

- * 長期にわたる伐採の進行状況の確認。
- * 自治体（市町村）内での伐採の状況の確認。
- * 直近の森林変化の確認。

▼入手方法

日本森林技術協会のホームページの「無断伐採の把握体制の整備」のページ「https://www.jafta.or.jp/contents/jigyو_consulting/21_list_detail.html」を参照の上、FAMOST(ユーザー型)へのリンク（<http://jp-famost.appspot.com/>）へお進み下さい。

2.1.2. 森林変化情報提供サービス

(1) 概要

株式会社パスコが提供する森林変化把握システムです。システムの概要を図 2.1.2 に示します。

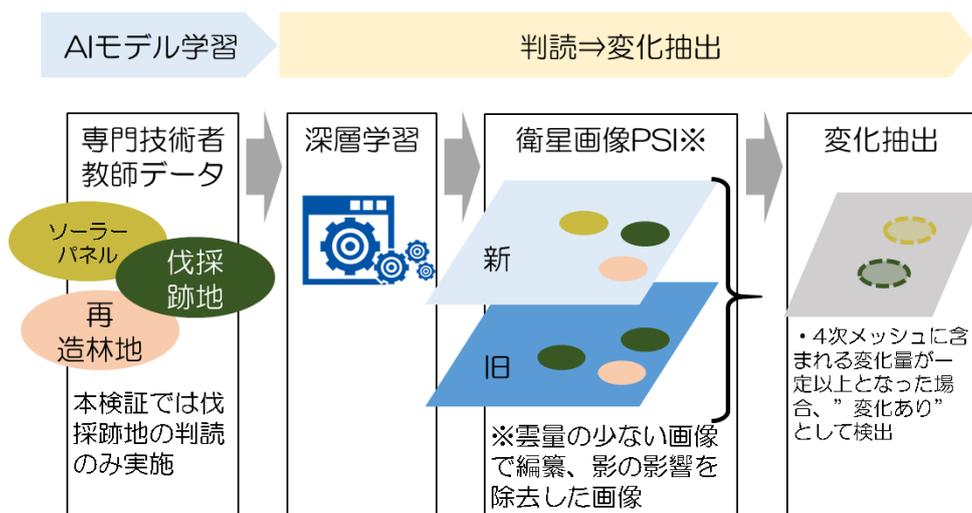


図 2.1.2 伐採跡地判読方法および変化抽出方法

(2) 伐採跡地の把握方法

使っている衛星画像は SPOT6/7、解像度 1.5m です。伐採跡地の判読方法は森林専門技術者の伐採地判読結果を教師データとした AI モデルによる判読です。

(3) 森林変化情報提供サービスの特徴（優れた点、劣る点）

▼優れた点

- * 提供される伐採跡地面積：0.1ha 以上の伐採跡地情報を提供します。

- * 情報内容（図形）：AI が判読した伐採跡地範囲を図形情報（shp）として提供します。
- * 情報内容（属性）：伐採地面積、元となった衛星画像の撮影時期、地図 2 次メッシュ番号が提供されます。
- * 情報提供方法：判読範囲の図形が滑らかで、比較的正確です。

▼劣る点

- * 情報更新頻度と周期性：変化情報の更新頻度が低く、かつ不定期なため、数か月に 1 回などの定期的かつ短期間での伐採地確認は不向きです。
- * システム機能：各種表示機能（拡大縮小表示、衛星画像との重ね合わせ表示、属性情報表示など）、編集機能（属性情報へのコメント追加など）、入出力（shp ファイルのエクスポート、shp ファイルのインポート）、検索（面積閾値などによる属性情報の絞り込み検索）ができます。図形情報の編集や衛星画像データのダウンロードはできません。今後、地番検索機能などを追加する予定です。

▼検出特性

- * 伐採跡地らしいものを漏れなく検出する方向で調整されていますので、抽出漏れが少なく、再現率が良好です。
- * その反面、伐採跡地ではない場所も伐採跡地として抽出してしまう誤抽出もあります。
- * 誤抽出もありますが、抽出した箇所が実際に伐採跡地である適合率と伐採跡地を漏れなく抽出する再現率とのバランスが良好です。

▼その他情報

- * 林地開発による伐採が行われた後、太陽光発電に利用されている場所など、伐採地以外の情報も提供しています。

▼お薦めの使い方

- * 小面積伐採地の場所を知りたい。
 - ・ 伐採地は 0.1ha から対応しています。
 - ・ 小さな面積でも現地伐採地の形状に近い図形データを提供します。
- * 伐採地の抽出に手間をかけたくない。
 - ・ 伐採地情報はサービスサイトに搭載されます。
 - ・ ユーザーが衛星画像を使った抽出操作を行う必要はありません。
- * 他の GIS で利用したい。
 - ・ 伐採地の図形データは shp ファイル形式でダウンロード出来ます。
 - ・ shp ファイル形式は一般的な GIS で取り扱い可能です。

▼入手方法

(株) パスコホームページの「システム・サービス等に関するお問合せ」からご連絡ください。<<https://www.pasco.co.jp/contact/>>

製品名は「森林変化情報提供サービス」もしくは「ミテミル森林」です。

本サービスは有償です。

2.1.3. ALOS-2/PALSAR-2 データを利用した森林伐採検知

(1) 概要

宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」）と森林総合研究所（以下「森林総研」）、茨城県、和歌山県などが協力して、2018 年より衛星データを利用した伐採検知技術の検討が進められています。この検討には、JAXA が運用している ALOS 2（だいち 2 号）衛星に搭載されている合成開口レーダー・PALSAR-2 の観測画像を利用しています。検討の結果、十分な精度で伐採地を検知できることがわかり、2021 年 1 月に JAXA と森林総研、茨城県の 3 者で協定を締結し、茨城県の森林クラウドへ伐採検知情報を実装する検討を進めています。

ただし、2023 年 3 月時点で、本伐採検知技術を用いたサービスの提供はありません。2023 年現在、茨城県のみで、結果を JAXA から茨城県の森林クラウドにアップロードし、茨城県内の市町村に提供する形で実証中です。

(2) 伐採跡地の把握方法

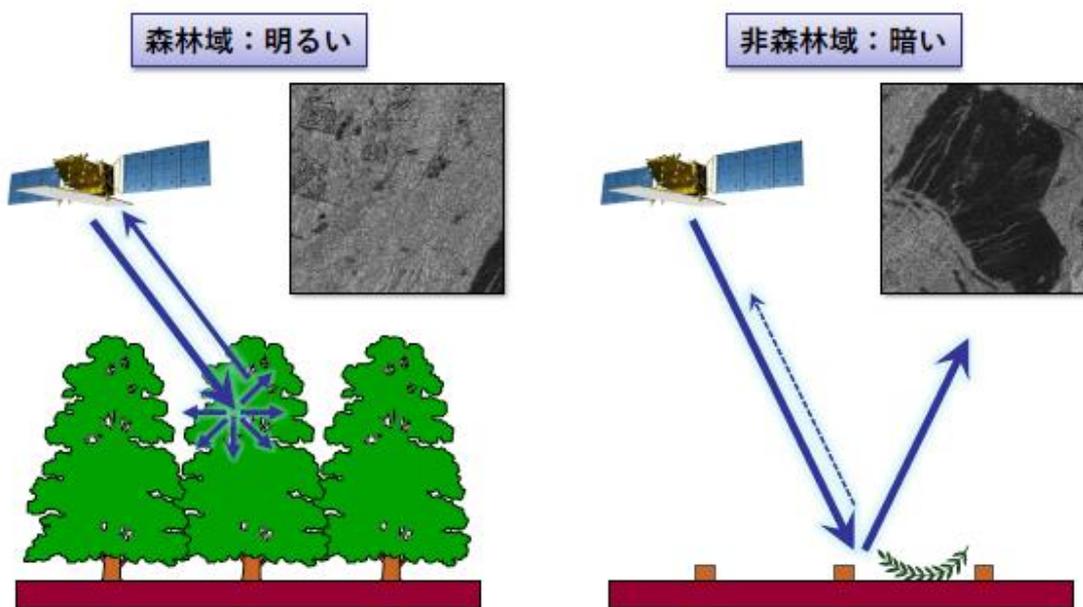


図 2.1.3 森林域と非森林域（伐採跡地）での PALSAR-2 マイクロ波の散乱

森林域と非森林域（伐採跡地）とは、PALSAR-2 の送信したマイクロ波の散乱の状況が異なります（図 2.1.3）。散乱の状況のうち、HV 偏波成分と呼ばれるものを画像化(HV 偏波画像)したとき、明るい部分が森林域となり、暗い部分が非森林域となります。

そのため 2 時期の HV 偏波画像を比較して暗く変化している箇所を伐採跡地として抽出することができます。

(3) サービスの特徴（優れた点、劣る点）

▼優れた点

- *合成開口レーダーである PALSAR-2 は自らマイクロ波を送信し地表面を観測します。マイクロ波は雲や雨の影響を受けにくいという特徴があるため、雲に覆われていても地表面を観測できるという利点があります。
- *JAXA で伐採跡地の抽出をし、その結果を茨城県の森林クラウドにアップするため、市町村の担当者は茨城県の森林クラウド上で、その成果を利用することができます。

▼劣る点

- *合成開口レーダー画像の課題の一つとして、地形の影響をうけることがあげられます。
- *合成開口レーダー画像は光学センサ画像に比べて一般に分かりにくい画像になります。
- *2023年3月現在、茨城県のみで実証中であり、サービスの提供はありません。

(4) おすすめの使い方・入手方法

2023年3月現在、茨城県のみで実証中であり、その他の地域においては、巻末に資料として掲載している「ALOS-2/PALSAR-2 データを利用した森林伐採検知の推奨手順とその行政利用の手引き」を参照し、検知処理を行うこととなります。

2.1.4. GRASP EARTH-Forest

(1) 概要

株式会社 Ridge-i が提供する災害対策と二酸化炭素抑制を目的とした森林変化把握システムです。Google Earth Engine を使用し、森林伐採の進行状況を可視化しています。無償版では2018年と2021年の比較ができ、有償版では任意の期間を指定し、いつ、どこで森林伐採が行われたかをモニタリングすることが可能です。

(2) 伐採跡地の把握方法

Sentinel-2（欧州宇宙機関 ESA）の無償衛星データを利用し、任意の期間を指定し、期首・期末のそれぞれ前後15日間の観測画像から、解析用に雲が少ない画像を生成する技術を適用し、従来の手法と比較して検出精度向上を図った上で、変化箇所の検出を行います。

(3) 「GRASP EARTH - Forest」の特徴（優れた点、劣る点）

▼優れた点

- *日本全国や海外も含め、地図上の目的の範囲を任意に指定することができ、目的の範囲の森林変化を可視化することができます。
- *住所検索や NDVI（正規化植生指数）の時系列変化量のグラフ表示も可能です。
- *ポリゴンや四角で囲ったエリアの変化をグラフで可視化することもできます。
- *別途ユーザーの希望に応じて定期的なレポートで伐採地の検出件数や炭素換算量など

森林変化を報告します（有償）。

▼劣る点

*変化箇所のポリゴンのダウンロードは有償です。

▼その他情報

*森林伐採状況を可視化し、持続可能な森林管理を支援します。

*衛星以外の情報を用いたソーラーパネルや駐車場用地の適地検出等も行っています（有償）。

▼お薦めの使い方

*GRASP EARTH Report for Forest という森林伐採が行われた箇所を定期的に確認できるレポート（PDF形式）を自治体向けに提供します（有償）。

*自治体などで所有している森林保護地域のデータを組み合わせることで、森林保護地域における違法伐採箇所の発見や、森林伐採計画から超過した伐採量の概算の比較データとしての利用など、SDGsに資する支援として活用できます。また、森林伐採が行われた箇所の位置情報に加え、樹種の情報なども組み合わせることで、当該森林伐採における炭素吸収量を推定することも可能です（有償）。

▼入手方法

（株）Ridge-iのホームページで無償版が確認できます（図 2.1.4）。

<<https://ridgei.users.earthengine.app/view/grasp-earth-forest>>

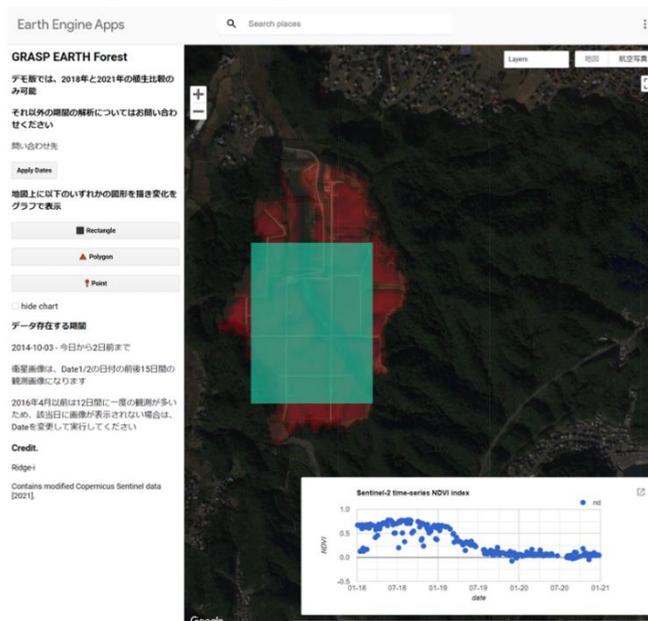


図 2.1.4 GRASP EARTH-Forest のプラットフォームのサンプル画像

お問い合わせ・申し込み等は（株）Ridge-iのサイトよりご連絡ください。
<<https://deep-space.ridge-i.com/contact>>

2.1.5. Google Earth Engine を用いた森林変化モニタリングシステム

一般財団法人リモートセンシング技術センター（RESTEC）が提供する森林変化把握システムです。

（1）概要

- * Google Earth Engine（無償プラットフォーム）を利用しています。
- * Sentinel-2（欧州宇宙機関 ESA）の無償衛星データを利用しています。
- * 衛星画像の解析が不要。インターネットがあれば誰でも使用可能です。

（2）伐採跡地の把握方法

- * Sentinel-2 画像の期首・期末の期間を指定し、雲量指定などの機能を用いて任意の時期の森林変化を抽出します。
- * NDVI、 GSI などのスペクトルデータデータを使用しています。
- * 変化箇所の色付けを行うことによるラスタ閲覧が可能となっています。

（3）「Google Earth Engine を用いた森林変化モニタリングシステム」の特徴（優れた点、劣る点）

▼優れた点

- * 前後、期間指定、雲量指定などの機能があります。
- * 70回／年以上の森林変化抽出が可能です。
- * 他の地図データ（行政改・林班図）と比較が可能。
- * 要望があれば、林班図等との重ね合わせ表示に対応します。自由なシステム構築と柔軟なカスタマイズが可能なオンプレミス対応です。

▼劣る点

- * 変化箇所のポリゴン出力やリスト表示、ズームイン等機能は付いていません。
- * 閲覧用の雲無し画像などの提供は行っていません。
- * カタログなどによる公表は行っていません。
- * 社会実装のためには有償サービスとなります。

▼お薦めの使い方

- * 森林の変化抽出のみならず、副次的に土砂災害発生後の対策に利用可能です。

▼入手方法

* コンサル等を通して RESTEC にお問い合わせ下さい<<https://www.restec.or.jp/>>。

2.2. 伐採把握システムの選び方

伐採把握システムは機能や伐採地情報の提供方法などが異なります。そこで、自治体の状況や伐採地情報の用途に応じた選択方法について説明します。

【伐採把握システム選択の流れ】

- 自治体の特徴を確認します (図 2.2.1)。
- 用途や条件でシステム選択します (表 2.2.1)。

2.2.1. 自治体の特徴パターン

自治体の特徴パターンは「伐採届の件数」と「デジタル化状況」の指標で整理することができます。

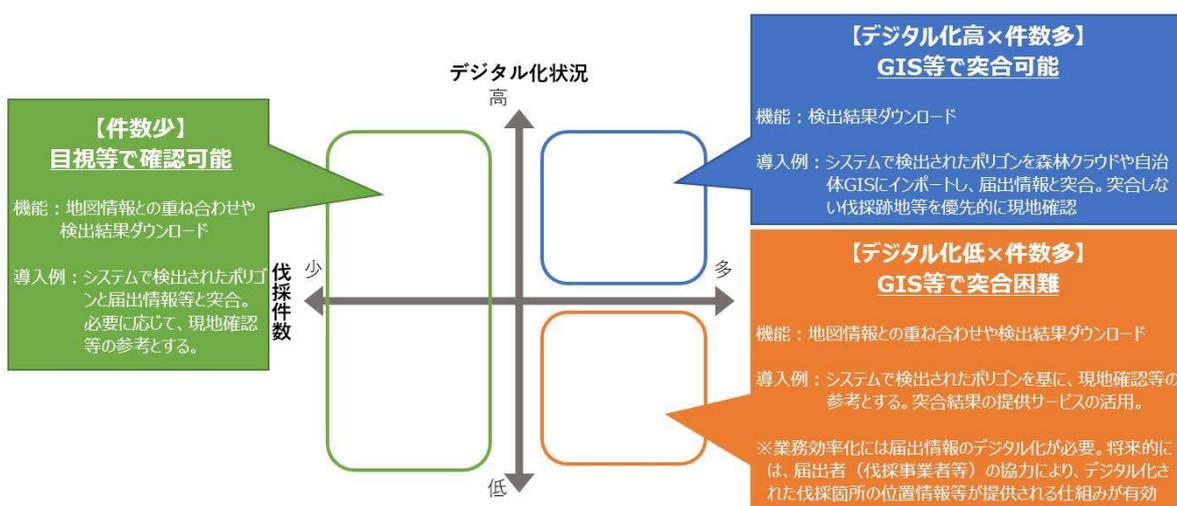


図 2.2.1 パターン図

伐採届の件数が少ない自治体であれば、伐採届情報のデジタル化が進んでいなくても、システムが検出した伐採情報と伐採届の突合作業にそれほど労力がかからないため、簡素な機能を有する伐採把握システムの活用でも事務の効率化が期待できます。

一方で、伐採届の件数が多く、GIS や森林クラウド上で伐採届情報をデジタル化して管理している自治体については、きめ細やかなサービスの提供が可能な伐採把握システムを導入することにより、伐採状況と伐採届情報を GIS や森林クラウドを利用して効率的に突合することができるようになるため、事務作業の大幅な効率化が期待できます。

伐採届の件数が多く、伐採届情報のデジタル化が進んでいない自治体については、システムで検出された伐採地を現地確認の参考とすることが考えられます。また、伐採届情報のデジ

タル化を行うことで、事務作業の大幅な効率化が期待できます。

表 2.2.1 システム特徴整理表

システム名	システム機能					伐採地検出		利用料	その他
	地図表示	リスト表示	属性編集	検索	データ出力	最小検出面積	期首期末指定		
FAMOST	○	○	—	—	○ Kml	0.25ha	○	無償	
GRASP-EARTH Forest(デモ版)	○	※2	—	○	※2	0.1ha	—	デモ版無償 レポートサービス有償	レポートサービス 伐採地以外の 情報提供可能
RESTEC	○	—	—	—	—	0.01ha	○	基本は有償	
森林変化情報提供サービス	○	○	○	△※1	○ shp	0.1ha	—	有償	伐採地以外の 情報提供可能

※1 現在、検索結果の絞り込み検索が可能です。地番検索機能を開発予定です。

※2 検出された伐採地の面積など属性情報や図形データの出力は有償のレポートサービスで対応します。

第3章 伐採造林届出制度の流れに応じた利用方法

3.1. 基本的な利用方法

伐採把握システムのうち、FAMOST と森林変化情報提供サービスについて、システムを起動した後に、伐採箇所データをどのように作成、閲覧、入手することができるか概略の方法を説明します。

なお、詳細な操作の方法などは、各システムのマニュアル等を参照して下さい。（※森林変化情報提供サービスは契約後に操作マニュアルを入手できます。）

ここでは基本的な利用方法として、以下について、簡単に説明します。

【基本的な利用方法】

- 伐採箇所データの作成
- 伐採箇所データの閲覧（リスト、地図データ、画像）
- 伐採箇所データの入手
- 衛星画像上での伐採箇所の見え方

3.1.1. FAMOST の基本的な利用方法

(1) 伐採箇所データの作成

ブラウザで URL : <http://jp-famost.appspot.com/> にアクセスします（図 3.1.1）。

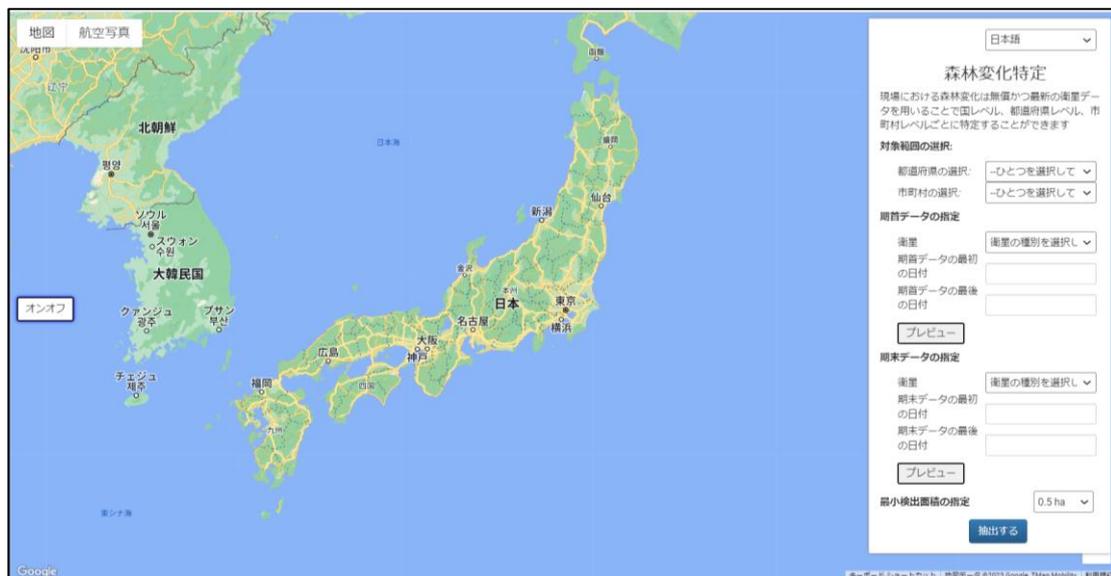


図 3.1.1 FAMOST の起動時の画面

画面右側のメニューリストで抽出条件を入力します。

(対象範囲の選択)

- * 都道府県/市町村の選択
(期首データの指定)
- * 衛星の種別を指定
- * 期首データの最初の日付と、最後の日付を指定
(期末データの指定)
- * 衛星の種別を指定
- * 期末データの最初の日付と、最後の日付を指定
(最小検出面積の指定)
- * 0.25、0.5、1.0、1.5 ha から選択する

入力例：

入力例として以下の条件で条件設定をした場合を示します（図 3.1.2）。

市町村：宮崎県・都城市

期首データ：Sentinel-2 / 2020/6/1 ～ 2020/8/31

期末データ：Sentinel-2 / 2021/6/1 ～ 2021/8/31

最小検出面積：0.25 ha

図 3.1.2 抽出条件の設定 (例)

条件設定が整ったら「抽出する」をクリックします。

インターネット経由で変化抽出のプログラムが走り始め、しばらくすると、画面が条件設定用画面から抽出結果画面に変わります (図 3.1.3)。

抽出結果画面の背景は Google map の地図ですが、画面左上の選択ボタンから「航空写真」を選ぶこともできます。

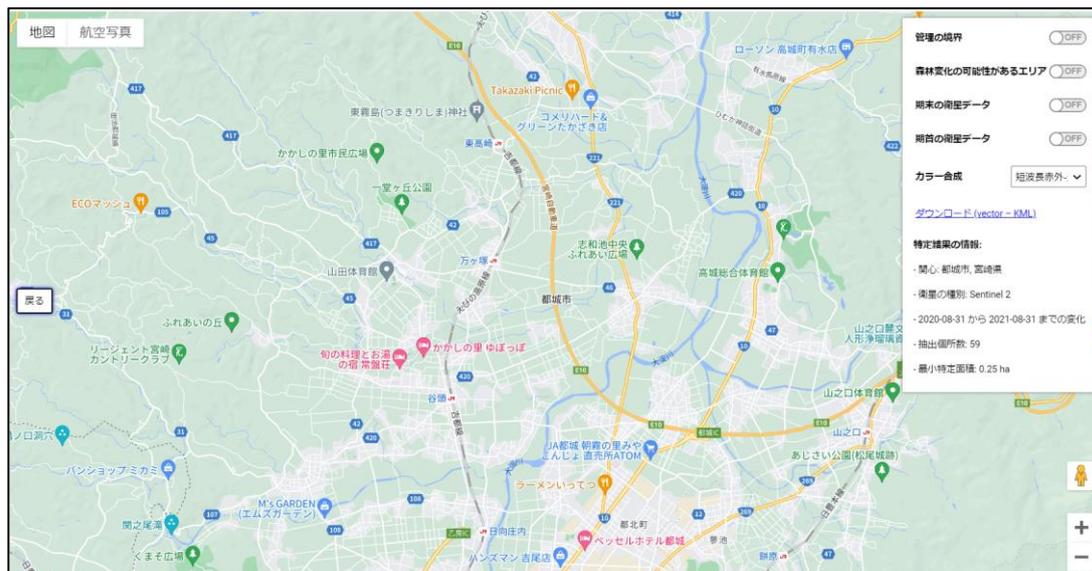


図 3.1.3 抽出結果画面の初期画面（背景「地図」表示の場合）

画面右には、抽出条件の一覧、抽出箇所数などが表示されます。

(2) 伐採箇所データの閲覧（リスト、図形、画像）

「抽出結果画面」の右側にあるメニューから「森林変化の可能性があるエリア」を ON にすると、伐採箇所として抽出されたエリアが赤いポリゴンでしめされます。同時に画面右のメニュー下部に、抽出されたポリゴンのリスト表示がされます（図 3.1.4）。



背景：航空写真の場合

伐採箇所のポリゴン

伐採箇所のリスト

図 3.1.4 伐採箇所データの閲覧（背景「航空写真」を選んだ場合）

背景に期首および期末の衛星画像を選ぶこともできます。

(3) 伐採箇所データのダウンロード手順

「抽出結果画面」の右側にあるメニューにある「ダウンロード(Vector-KML)をクリックすることで、対象とした市町村全域の抽出結果が KML 形式でダウンロードできます(図 3.1.5)。ダウンロードしたファイルは「ダウンロードフォルダ」に保存されます。

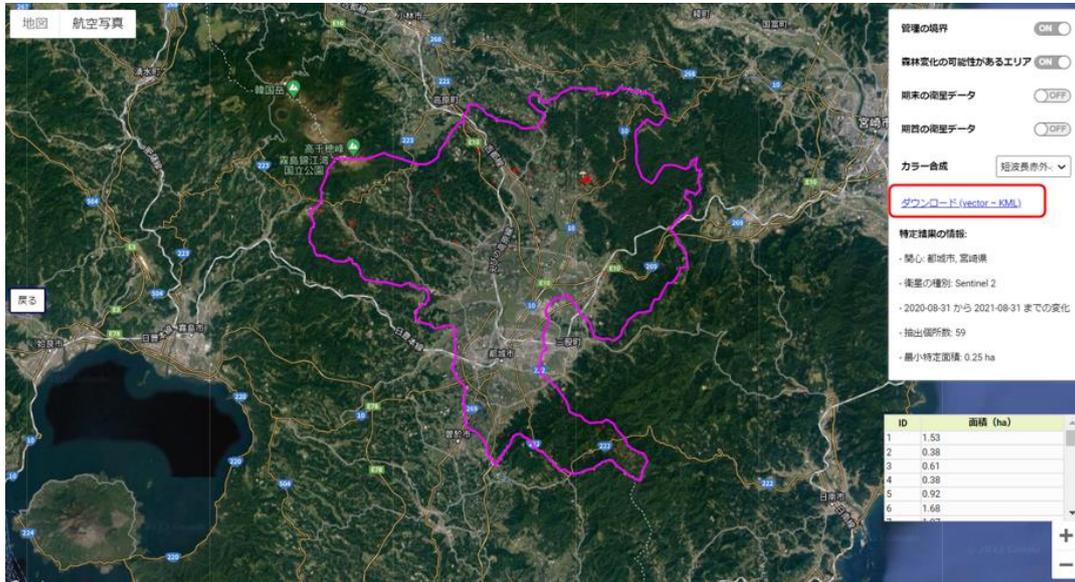


図 3.1.5 伐採箇所データのダウンロード

(4) 衛星画像上での伐採箇所の見え方

Landsat と Sentinel-2 の衛星画像の FAMOST システム上での見え方を、以下に示す Google map 「航空写真」で伐採箇所を表示した箇所(図 3.1.6)と同じ箇所で、衛星ごと・カラー合成ごとに表 3.1.1、表 3.1.2 に示します。



図 3.1.6 伐採箇所を Google map の「航空写真」で表示した例

Landsat と Sentinel-2 は、赤、緑、青の可視光以外に、近赤外、短波長赤外を持っていますので、人間の目で見たとような色使いのカラー合成以外に、近赤外や短波長赤外を用いて、伐採箇所をより区別しやすく表示することが可能となります。

この伐採箇所を衛星ごと・カラー合成ごとに FAMOST で表示した画像を表 3.1.1、表 3.1.2 に示します。

表 3.1.1 Landsat 画像上での伐採箇所の見え方

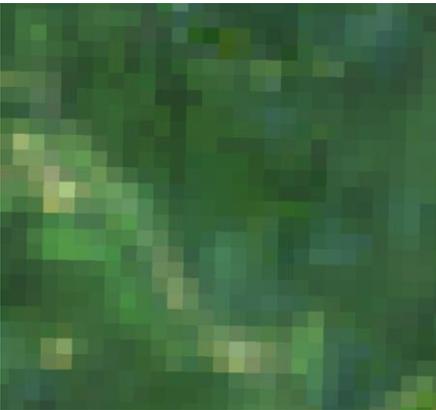
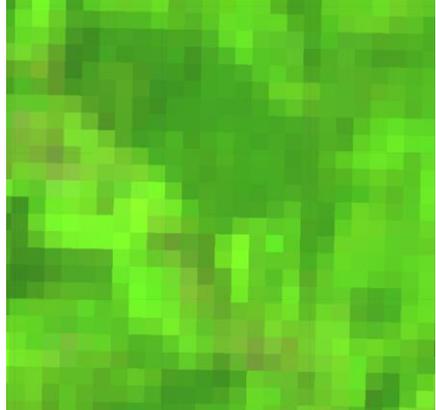
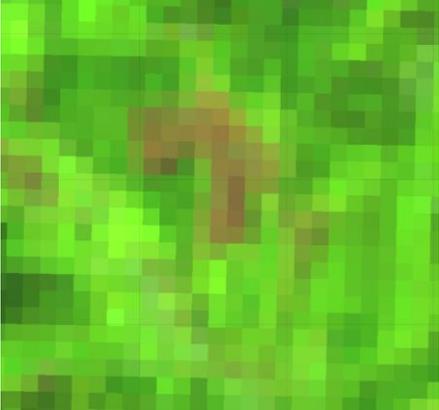
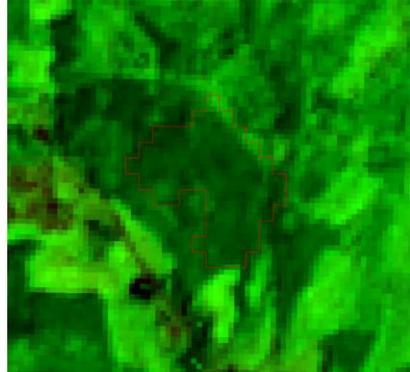
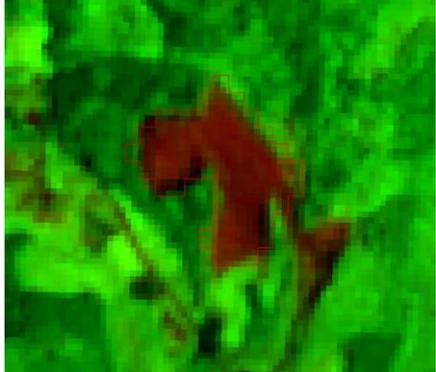
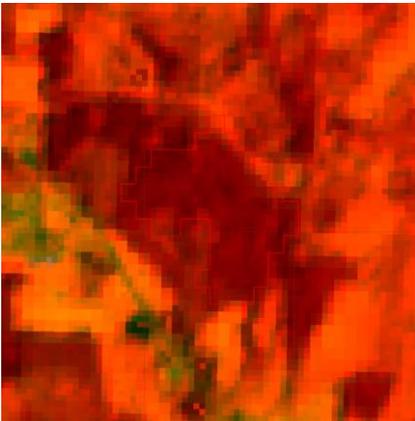
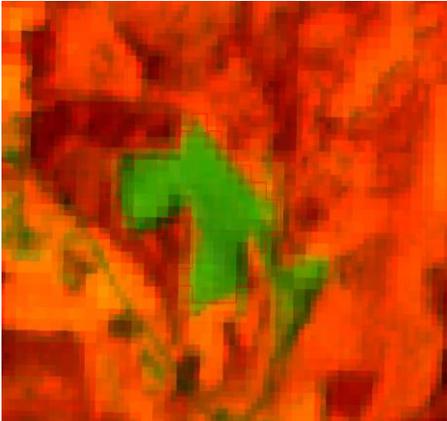
カラー合成	期首画像 (2020 年)	期末画像 (2021 年)
RGB = 赤 緑 青 (トゥルー カラー合成)		
RGB = 短波長赤外 近赤外 赤		
RGB = 近赤外 短波長赤外 赤		

表 3.1.2 Sentinel-2 画像上での伐採箇所の見え方

カラー合成	期首画像 (2020 年)	期末画像 (2021 年)
RGB = 赤 緑 青 (トゥルーカラー合成)		
RGB = 短波長赤外 近赤外 赤		
RGB = 近赤外 短波長赤外 赤		

3.1.2. 森林変化情報提供サービスの基本的な利用方法

(1) 伐採箇所データの作成

伐採箇所データの作成は不要です。契約内容に応じた伐採箇所等のデータがセットされています。

「PSI 画像」は約 1 年分の伐採箇所です (図 3.1.7)。

「新規撮像画像」は衛星画像撮影間隔が 1 年未満の伐採箇所です (図 3.1.7)。

【PSI 画像の表示切替】

【新規撮像画像の表示切替】



図 3.1.7 PSI 画像の表示切替、新規撮影画像の表示切替

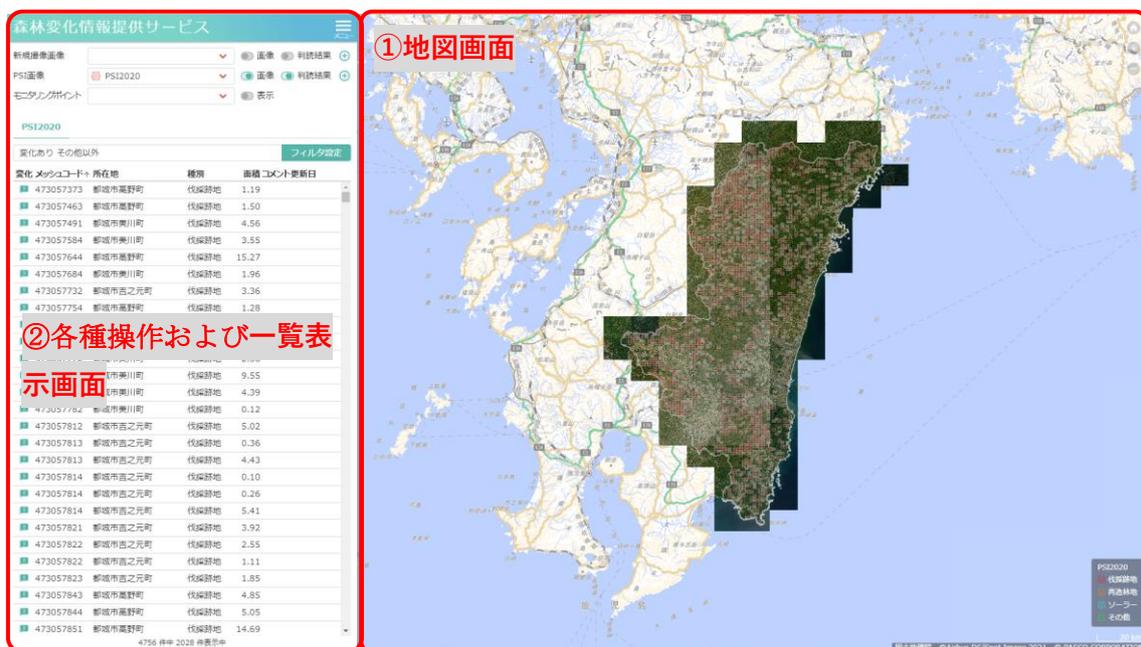


図 3.1.8 地図画面及び各種操作および一覧表示画面

(2) 伐採箇所データの閲覧（リスト、図形、画像）

見たいメニューから見たい情報を選ぶと、伐採地等の一覧が表示されます。

一覧をダブルクリックすると、衛星画像上に伐採箇所の図形情報が拡大表示されます（図 3.1.9）。

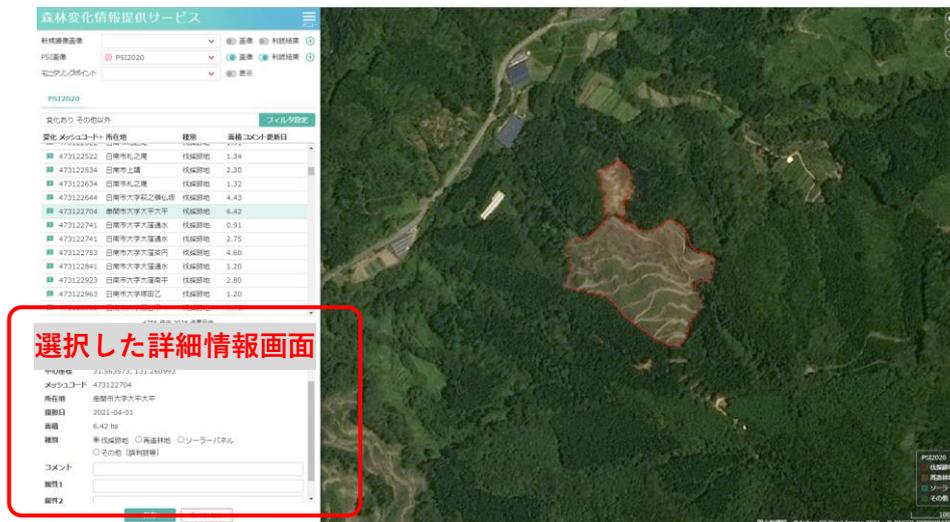


図 3.1.9 情報選択中の画面表示

(3) 伐採箇所データのダウンロード手順

メニューから「判読結果のダウンロード」を選ぶと、伐採箇所の shp ファイルがダウンロードできます（図 3.1.10）。

shp 形式なので、そのまま他の GIS で用いることができます。



図 3.1.10 shp ファイルのダウンロード画面

(4) 衛星画像上での伐採箇所の見え方

森林変化情報提供サービス画面上では、伐採跡地部分は以下に示すように見えます。



図 3.1.11 AI による伐採地判読結果(赤色部分) 図 3.1.12 SPOT6/7 衛星画像での伐採地の見え方

3.2. 伐採造林届出制度の流れに応じた利用方法

伐採届出制度のフローに合わせ、どのタイミングで伐採把握システムを利用すれば、効果的かつ効果的な使い方が可能か、推奨する利用方法について説明します。説明する利用方法は以下の3つのタイミングです(図 3.2.1)。

伐採及び伐採後の造林の届出等の制度フローチャート

1 伐採及び伐採後の造林の届出

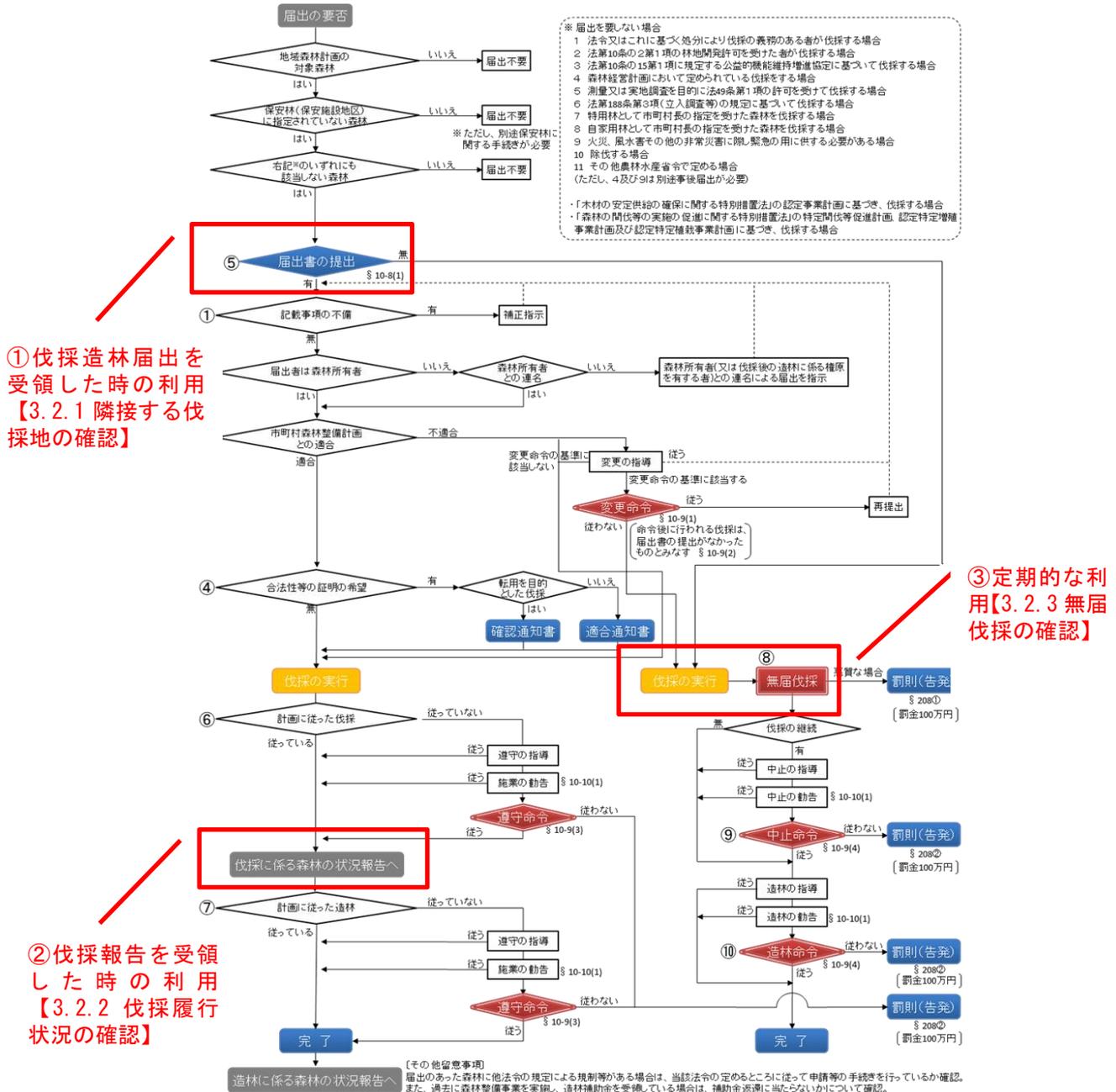


図 3.2.1 伐採造林届出制度の流れに応じた伐採把握システムの利用

(出所) 伐採及び伐採後の造林の届出等の制度に関する市町村事務処理マニュアル 令和4年12月改正 林野庁森林整備部計画課

3.2.1. 届出のあった箇所に隣接する伐採の確認

伐採造林届出受領時に伐採把握システムを用いた「隣接する伐採地」把握方法について説明します。

伐採造林届出は地番単位や年度単位などで提出されることがあり、そのような場合、伐採造林届出の受領時に隣接する伐採済みの範囲確認が難しく、また伐採済みの個所を含めると届出面積よりも大きな範囲の場合もあります。

(1) 手順

伐採把握システムを利用することで、伐採地範囲を地図データ化していない場合でも「隣接する伐採地」の把握が可能となります。なお、森林クラウド上で伐採届出範囲を管理している場合は、そちらの利用をお勧めします。

【伐採把握システム上での確認手順】

1) 伐採把握システムで直近の伐採地情報を抽出

※ 期間を絞った抽出が出来ないシステムもあります。その場合は直近の伐採地情報を選択してください。

2) 届出があった場所を探す

※ 住所検索ができるシステムについては当該機能の利用が有効です。住所検索ができないシステムについては、届出に添付された森林の位置図や、システムの背景地図を参考にして届出があった場所を探してください。

3) 伐採地抽出結果の有無を確認する

※ 伐採地抽出結果や衛星画像上で、伐採造林届出があった箇所に「隣接する伐採地」があるか確認してください。

(2) 確認例

■FAMOST

図 3.2.2 に、FAMOST での確認例を示します。

Sentinel-2 を用いた抽出で、期首が 2020 年画像、右が期末画像 2021 年の画像になります (RGB=赤、緑、青)。

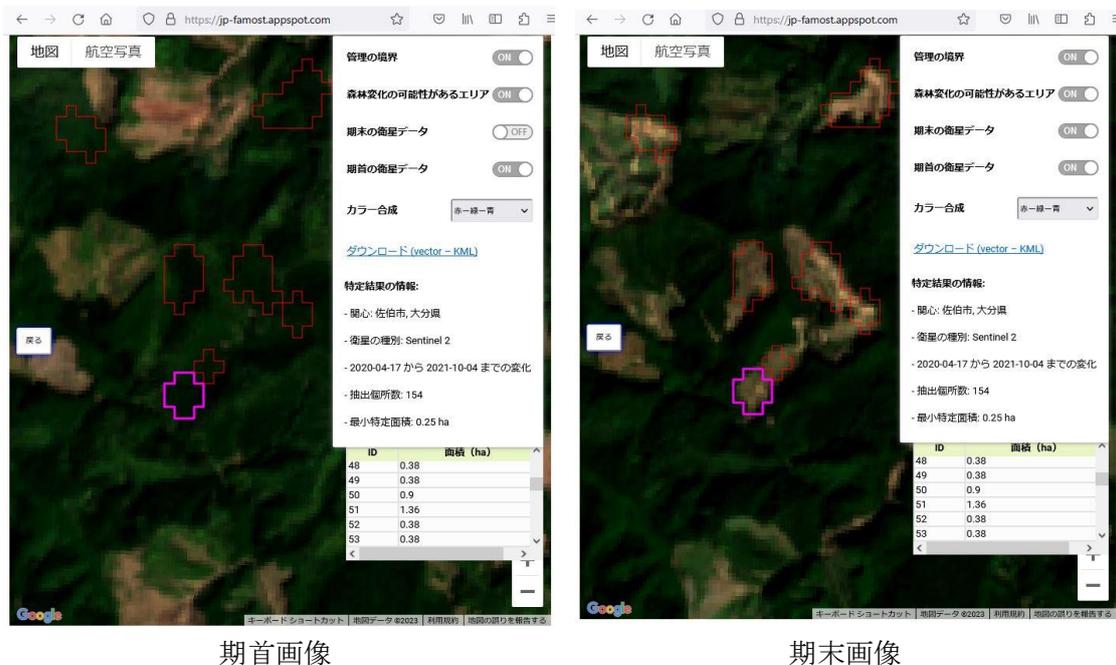


図 3.2.2 FAMOST の検出結果

両画像とも人間の目を見たのと同じような色合いで見えるカラー合成の画像ですので、濃い緑色に見える部分が森林域で、茶色に見える部分が伐採跡地になります。

期首画像で、森林であった部分（緑に見える部分）のうち、期末画像で非森林になった部分（茶色に見える部分）が、期首から期末の間に伐採が起きたと思われる部分になります。

画面では、伐採が起きたと思われる部分が、赤い細いポリゴンで表示されています（濃いマゼンタのポリゴンは、抽出されたポリゴンのうち、ポリゴン一覧で選択したポリゴンになります）。

■ 森林変化情報提供サービス

図 3.2.3 に、森林変化情報提供サービスでの確認例を示します。

衛星画像は、色合い等、カラー空中写真と同じような見え方をします。森林が緑、伐採跡地が茶色から薄緑が混じった色のように見えますが、図 3.2.3 では、伐採跡地のうち、森林変化情報提供サービスの AI が「新たに発生した伐採跡地」と判断した部分に薄い赤色を被せて表示しています。

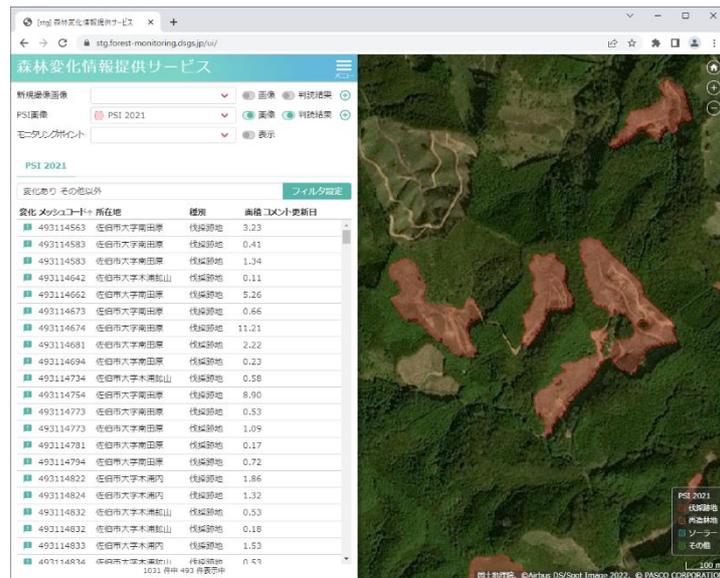


図 3.2.3 森林変化情報提供サービスの検出結果

3.2.2. 伐採履行状況の確認

伐採報告¹の受領時や、伐採予定期間経過後、伐採履行状況を確認する方法について説明します。

(1) 手順

伐採把握システムを利用することで、現地に行かずに伐採地抽出結果や衛星画像上で伐採の履行状況を確認することができます。更に、森林クラウドや GIS で伐採届出範囲を管理している場合、届出のあった範囲と伐採地抽出結果を重ねて表示することができるので、確認作業が効率化できます。

以下に GIS や森林クラウドでの確認手順を示します。

【伐採報告を受領した際に GIS や森林クラウドを利用して伐採履行状況を確認する手順】

- 1) 伐採把握システムで直近の伐採地情報を抽出
- 2) 抽出された伐採地情報をダウンロードする
 - ※ システムに応じた機能を利用ください
- 3) 森林クラウドや GIS にとりこむ
 - ※ お使いの森林クラウドや GIS に応じた機能を利用ください
- 4) 伐採届出範囲(地図情報)と伐採地抽出結果を重ねて表示
- 5) 伐採地の抽出結果を確認
 - ※ 伐採報告があった場所を拡大表示し伐採届出範囲(地図情報)と伐採地抽出結果が重なっていることを確認してください。
 - ※ 誤抽出の場合もあるので衛星画像での確認もお勧めします。
- 6) 伐採届範囲と伐採地抽出結果が重なっているものの中で、まだ伐採報告が提出されていない箇所があれば、伐採報告を提出するよう伐採者に催促することとなります。

¹ 令和4年4月以降、伐採実施後に伐採報告が必要となりました。

(2) 確認例

図 3.2.4 は、伐採届出情報と伐採把握システム（森林変化情報提供サービス）での伐採検出結果とを GIS を用いて突合表示したものです。

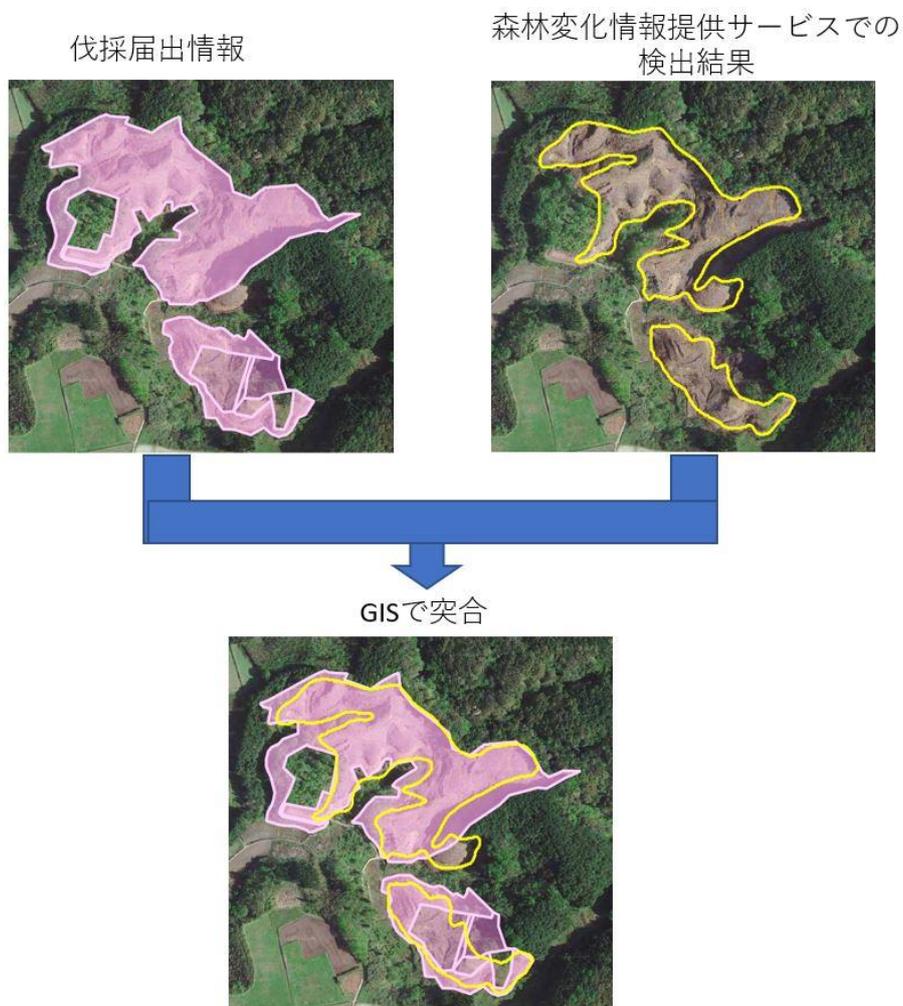


図 3.2.4 伐採履行状況の確認例

上段左の図は、GIS に取り込んだ伐採届出情報のポリゴンを示しています（ピンクで表示）。上段右の図は、GIS に取り込んだ伐採把握システム（森林変化情報提供サービス）での伐採検出結果をしめしています（黄色のラインで表示）。

伐採届出の位置情報と伐採把握システムの検出結果双方を GIS に取り込み突合し（下段の図）、伐採された区域が伐採届出通りなのか確認します。

また伐採が確認されたにもかかわらず、伐採報告が提出されていない箇所があれば、伐採者に伐採報告の提出を促します。

3.2.3. 無届伐採の確認

数か月に1回など定期的に無届伐採を確認する方法について説明します。

(1) 手順

適切に届出された伐採届の位置情報等がデジタル化され、GIS や森林クラウドで管理されていると、無届伐採のチェックが容易となります。以下に GIS や森林クラウドでの確認手順を示します。

【GIS や森林クラウドでの確認手順】

- 1) 伐採把握システムで直近の伐採地情報を抽出
 - ※ 期間を絞った抽出が出来ないシステムもあります。その場合は直近の伐採地情報を利用してください。
- 2) 抽出された伐採地情報をダウンロードする
 - ※ システムに応じた機能を利用ください。
- 3) 森林クラウドや GIS にとりこむ
 - ※ お使いの森林クラウドや GIS に応じた機能を利用ください。
- 4) 無届伐採の確認
 - ※ 伐採届出範囲（地図データ）と伐採地抽出結果を重ねて表示し、伐採地と伐採造林届出範囲が重ならない箇所が無届伐採の可能性がります。
 - ※ 保安林など他の手続きによる伐採の可能性もあるので、保安林エリアなどの地図データがあれば、それらも重ねて表示し、伐採届出制度の対象範囲の森林を確認されることをお勧めします。
- 5) 無届伐採の可能性のある森林について、森林所有者に状況を確認します。

(2) 確認例

図 3.2.5 は、伐採履行状況の確認の時と同様に、伐採届出情報と伐採把握システム (FAMOST) で検知された伐採跡地を GIS で突合表示したものです。

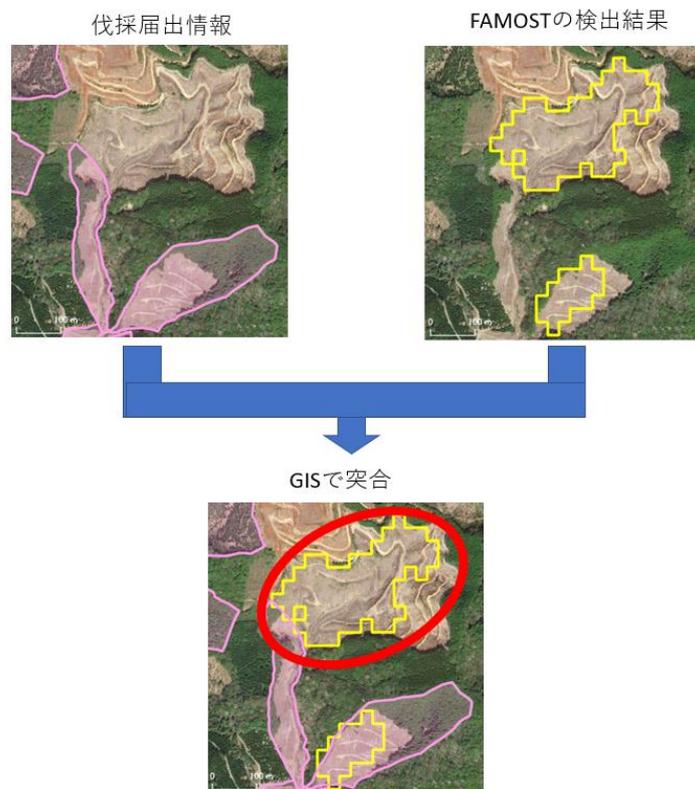


図 3.2.5 無届伐採の確認例

上段左は、伐採届出情報の位置を GIS に取り込み示しているものです (ピンクで表示)。上段右は、伐採把握システム (FAMOST) での伐採抽出結果を GIS に取り込み示しているものです (黄色で表示)。伐採届の位置情報と伐採把握システムの検出結果を GIS に取り込んで重ね合わせることで、伐採届が提出されないまま伐採が行われた可能性がある箇所を見つけることができます (下段赤丸印で示す箇所)。

このような伐採届が提出されていないまま伐採が行われた可能性がある箇所については、森林所有者に状況を確認します。

ただし、保安林内の伐採、森林経営計画が立てられている森林で当該計画に従って行われる伐採、林地開発許可による伐採、国有林の伐採は伐採届出制度とは別手続きになり、伐採届出制度としての伐採届は提出されません。そのため、保安林の位置情報、森林経営計画の区域、林地開発の位置情報、国有林の区域のデータを GIS に取り込み、伐採届による伐採と区別することが望ましいです。なお、保安林と国有林の区域は国土数値情報ダウンロードサービスから入手することが出来ます。(https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html)

第4章 付録

4.1. 各種衛星画像の概要

本事業に関係する各種衛星、衛星画像について以下に簡単に記載する。

Landsat-8 / Landsat-9 : 米国 NASA と地質調査所 (USGS) が運用する光学の地球観測衛星。公共利用衛星であり無償で利用できる。可視域が4バンド、近赤外から短波長赤外域が4バンド、パンクロマチックが1バンド、熱赤外2バンドを有する。解像度は、パンクロマチック(15m)と熱赤外(100m)を除く各バンドは30mである。回帰日数は16日。観測幅が広い(Landsat-8では185km、Landsat-9では140km)ので、広域の観測が可能である。

Sentine-2 : 陸域観測を主目的とした光学衛星で欧州宇宙機関(ESA)が運用している。無償で利用できる。可視域から短波長赤外まで13バンドを有する。解像度は、基本的には10mだが、20mと60mのバンドもいくつかある。回帰日数は10日。2023年2月末現在、Sentinel-2A と Sentinel-2B の二機体制で運用されており、実質的には同じ場所を5日に1回の割合での撮影が可能である。観測幅が290kmとLandsatよりさらに広く、広域の観測が可能である。

SPOT-6 / SPOT-7 : AIRBUS Defence & Space (旧 Astrium)社が製造・打上げ・運用する商業衛星。可視域3バンド(赤・緑・青)に近赤外1バンド、パンクロマチック1バンドを有する。解像度は可視・近赤外が6m、パンクロマチックが1.5mである。観測幅は60km。回帰日数は26日となっている。

ALOS-2 (だいち2号) : JAXA が運用する陸域観測技術衛星。ALOS-2 (エーロス・ツー)、または「だいち2号」と呼ばれる。マイクロ波を利用したレーダー観測を行う。Lバンド合成開口レーダー (SAR) を搭載している。光学衛星では天候により雲に遮られ地上の撮影ができないことがあるが、レーダー観測では全天候で観測ができる。森林の樹高測定し、森林高からバイオマスを推定する手法が有望視されている。解像度は観測モードにより異なり、3mから100mと幅がある。回帰日数は14日。

衛星名	方式	バンド数	解像度
Landsat-8/9	光学	11	30m (15m*)
Sentinel-2	光学	13	10m-20m-60m
SPOT-6/7	光学	5	6m (1.5m*)
ALOS-2	合成開口レーダー	5*	3m~100m

* Landsat-8/9 : パンクロマチックの解像度は15m。

* SPOT-6/7 : パンクロマチックの解像度は1.5m。

* ALOS-2 : 観測モードの数が5。

参考文献

- *一般財団法人 リモート・センシング技術センター ホームページ
- *「森林リモートセンシング 第3版 -基礎から応用まで-」 加藤正人編著

4.2. 衛星画像解析等技術の概要

本事業ではリモートセンシング技術を利用しているが、利用する上で知っていた方が望ましい概念や技術・用語のうち、本事業に関わりのあるものについて以下に簡単に説明する。

■衛星リモートセンシング

人工衛星を使って地球環境を観測する技術であり、大気圏外から観測した電磁波のエネルギーを画像に換え、地表面の情報を取得する技術である。

■地球観測衛星

地球観測衛星とは、電磁波（可視光・近赤外線、赤外線、電波）を用いて地球を観測する人工衛星である。地球を観測するための観測センサを搭載している。

森林分野で多く利用されている地球観測衛星の多くは、地上高度 500～800 km を、太陽同期軌道で、周期 100 分程度で地球を南北に一周、約 10 日から約 40 日程度間隔で同一場所を観測している（回帰日数）。

気象衛星「ひまわり」も地球観測衛星の一種であるが、赤道上空約 3,600km、軌道周期約 24 時間の静止軌道の衛星である。

地球観測衛星は、一つの衛星が、仕組みや機能の異なる複数のセンサを搭載している場合もあるので、衛星名だけでなく、衛星名にセンサ名を加えて区別する必要がある場合もある。

■光学センサ

リモートセンシングセンサのうち、太陽光が地表面で反射する強さを数値に換算して観測するセンサ。光学センサを搭載する衛星を光学衛星と通称することもある（光学センサと後述する合成開口レーダーの両方を搭載する衛星もある）。センサの種類を「受動型」と「能動型」に分類する場合は「受動型センサ」にあたる。

可視光域から近赤外域まで（センサによっては短波長赤外域・赤外域まで）をいくつかの波長域帯に分けて、その強さを観測する。

Landsat シリーズの各センサ、Sentinel-2、SPOT-6/7 などが搭載している光学センサがこれにあたる。

光学センサを用いるリモートセンシングの長所は、気象条件等が良ければ、良好な画像データが得られ判読しやすいことである。短所は、観測地に雲があると、地表を観測できないことである。

■カラー合成

リモートセンシングのデータはあくまで数値データであるが、光学センサで観測された波長域帯から3つを選択し、それをRGBに割り当てることでカラー合成画像として視覚化できる。以下にカラー合成のうち、特に名前を付けて呼ばれる3種類について記載する。

(1) トゥルーカラー合成

そのとき、RGBの順に、可視光の赤域帯、緑域帯、青域帯の波長域帯を割り当てると、人間の目で見た時と同じような色合いで表示され「トゥルーカラー合成」と呼ばれる。

リモートセンシングになじみのない人にとっては違和感の少ない見え方になるが、可視光域の赤域帯、緑域帯、青域帯、の3つはお互いにバンド間の相関が高いため、後述するフォールスカラー合成（RGBに近赤外域帯域や短波長赤外域帯域を加えた合成）より、情報量は劣る。

(2) フォールスカラー合成

人間の目では見えない近赤外域帯や短波長赤外域帯をRGBに割り当てたカラー合成を「フォールスカラー合成」と呼ぶ（そのうち、RGBの順に近赤外域帯、赤域帯、緑域帯を割り当てた組み合わせを指して特に「フォールスカラー合成」と呼ぶ場合もある）。

RGBに、短波長域帯、近赤外域帯、可視光赤域帯の3つを選んだ場合、可視光域の3つを使ったトゥルーカラー合成の場合より、各バンド間の相関が低くなるため、カラー合成した画像は、情報量が多く、判読に適している（可視光域の赤域帯、緑域帯、青域帯は各バンド間の相関が高い）。

(3) ナチュラルカラー合成

RGBのうち、Gに植生からの反射が強い近赤外域帯を使い、森林域が明るい緑色で表示されるよう組み合わせたフォールスカラー合成を「ナチュラルカラー合成」と呼ぶ場合もある。

人間の目で見たような色合いではないが、植生や森林域が明るい緑で表示されるため、リモートセンシングになじみのない人にも違和感はそれほど大きくない。

■合成開口レーダー

地球を観測する衛星のうち、衛星みずから電波を出してその反射波を合成するセンサは「能動型センサ」に分類されるが、この代表的なものに合成開口レーダー（SAR; Synthetic Aperture Radar）がある。

これは、衛星から発射された電波が、地表の形状によって反射の仕方が異なることを利用するなどして、地表の起伏や粗さ・細かさ、植生の密集度や種類、森林の樹高推定、さらには森林高からバイオマスを推定する手法が有望視されている。

SARを搭載する衛星の例としてはJERS-1(光学センサも搭載)、ALOS-2:(赤外カメラも

搭載)、Sentinel-1 などがある。

合成開口レーダーを用いたリモートセンシングの長所は、SAR が用いるマイクロ波は雲を透過し進むため、全天候性・雲などの天候の影響がなく、また夜間でも地表の画像を得ることができることである。

短所は、得られたデータの分析が難しく、画像化したデータの見ただけではその意味付けが分かりにくいことである。

■植生指数

観測される各波長帯の特性を利用し、植生についての情報を抽出するための指標を、植生指数という。植生指数は、異なるバンド間の演算によって算出するものや植生のスペクトル情報を解析して算出するものなど多くの物が提案されている。そのうち NDVI (Normalized Difference Vegetation Index : 正規化植生指数) はその中でも代表的なものである。

植物の葉に含まれるクロロフィルは、可視域の赤の波長帯を強く吸収し、葉の細胞構造は近赤外の波長帯を強く反射する。この特性を利用し、近赤外帯と可視赤色域の2つの波長帯のデータを用いて算出される指標が NDVI である。NDVI は、以下の式によって算出される。

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

NIR : 近赤外域の観測値

RED : 可視赤色域の観測値

植物の葉が多いほど NDVI の値は高くなる。一般的に NDVI は植生の活性や量を示すとされているが、あくまでそれらと相関が高い指数であって活性や量そのものをしめしているわけではないことに注意する必要がある。

参考文献

* リモートセンシングデータ解析の基礎 ; 長谷川均著

* 森林リモートセンシング 第3版—基礎から応用まで— : 加藤正人編著

* 一般財団法人リモート・センシング技術センター ホームページ

4.3. 各種伐採把握システム

(1) FAMOST (林野庁/日本森林技術協会)

FAMOST については、(一社) 日本森林技術協会のホームページ内、「無断伐採の把握体制の整備」 https://www.jafta.or.jp/contents/jigyo_consulting/21_list_detail.html に、その概略が掲載されている (サイト内検索から「無断伐採の把握体制の整備」で検索して下さい)。

当該ページから、マニュアル「森林変化点抽出プログラム利用方法」(R4年3月時点版 Ver3.0) をダウンロードできる。

次ページ以降に、当該ページよりダウンロードしたマニュアルを引用・掲載する。

なお、引用したマニュアルには、抽出結果をダウンロードした時のファイル形式は GEOJSON 形式と記載されているが、2023年3月時点では、KML 形式に変更されている。

(2) 衛星を活用した森林変化情報提供サービス (パスコ)

株式会社パスコによる「衛星を活用した森林変化情報提供サービス」のパンフレットを次ページ以降に掲載する。

(3) JAXA/森林総合研究所/茨城県のシステム

次ページ以降に、(国研)宇宙航空研究開発機構／(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所／茨城県 のシステムの利用手引き「ALOS-2/PARSAR-2 データを利用した森林伐採検知の推奨手順とその行政利用の手引き」(2023年3月3日版) を掲載する。

(4) GRASP EARTH-Forest (Ridge-i)

GRASP EARTH-Forest は、株式会社 Ridge-i が提供する森林変化把握システムである。GRASP EARTH FOREST のレポート「2021 GRASP EARTH Report for Forest」を次ページ以降に掲載する。

森林変化点抽出プログラム利用方法

(R4年3月 時点版 Ver3.0)

※ 本プログラムは、Google Earth Engine (GEE)のクラウドサービスを利用し、任意の2時期の衛星画像から、変化が大きかった地点を抽出するプログラムです。

林野庁計画課

(一社) 日本森林技術協会

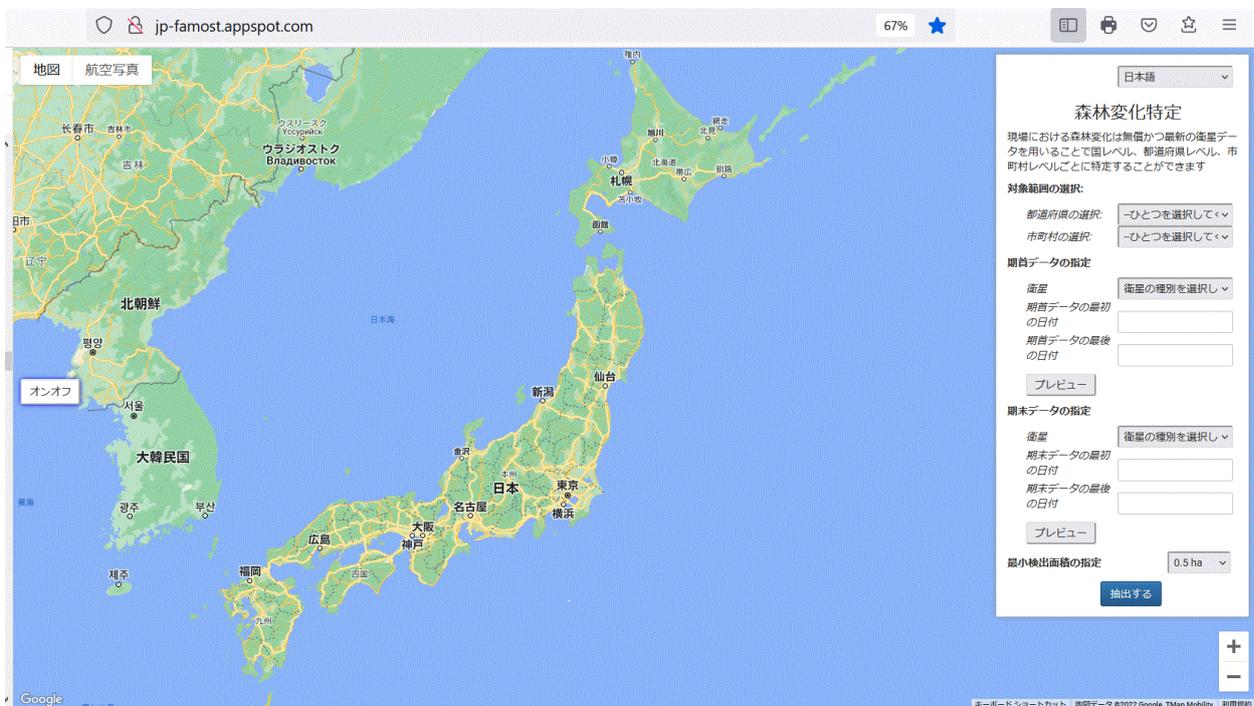
森林変化点抽出プログラムの使用方法

プログラムの URL は以下になります。Firefox 、GoogleChrome  や Microsoft Edge  などのブラウザで、この URL にアクセスしてください。

<http://jp-famost.appspot.com/>

1. 初期画面

URL にアクセスすると、以下のような画面が表示されます。使用する PC によっては、**抽出条件の指定画面の下部が見切れて表示されないことがあります**。その場合は、メニューバーの「表示」→「拡大」の設定等により、拡大・縮小率を調整し、ボタンまで表示されるように設定してください。



- ☑ 抽出作業に関する全ての設定は右側に表示されているウィンドウで行います。そのため、一般的に利用されているソフトウェアのようなメニューバーなどはありません。

2. 変化抽出条件の指定

1) 都道府県・市町村の指定

このプログラムでは、市町村単位での抽出が可能です。プルダウンから、都道府県名、市町村名の順に指定してください。都道府県名は北からの順、市町村名は文字コード順です（市町村コード順や50音順には並んでおりません）。

2) 使用する衛星画像と、変化を抽出したい「期首（事前）」「期末（事後）」のそれぞれの期間の指定

① 使用する衛星画像の種別を指定

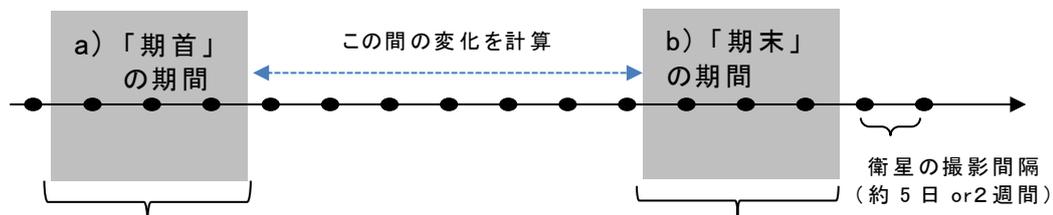
衛星画像は「ランドサット-8」、「センチネル-2」が使用可能ですのでいずれかを選択してください。ただし、期首と期末で選択できる衛星は同じになります。

両衛星の違いは下表を参照ください。

	Landsat-8	Sentinel-2
地上分解能	30m	10m
撮影（回帰）頻度	約2週間	約5日
★ 選択可能期間	2013年 4月11日以降	2015年 6月23日以降

② 抽出したい前後の時期の指定

< 抽出時期の指定のイメージ >



- ・雲の影響を避けるため、「期首」と「期末」のそれぞれの期間は、6月1日～9月30日など、対象地域の着葉期の2～3ヶ月以上に設定し、期間に余裕を持たせて下さい。
- ・「期末」に選択する着葉期間も、地域の植生の展葉や落葉のパターンを「期首」と同様に反映させるために、同じ時期で指定してください（例：6月1日～9月30日）。

a)で「期首」の時期を、b)で「期末」の期間をそれぞれ指定してください。カレンダーで指定した期間に撮影された画像が、抽出の計算に使用されます。日付の入力は、カレンダーからの選択のほか、直接入力（半角で「年-月-日」（例：2017-04-01））も可能です。

（参考）日付指定の下にある  をクリックすると、衛星画像の閲覧が可能です。

※注意※

- 衛星画像については約 5 日または 2 週間ごとに撮影されており、時期の指定の間隔が衛星の撮影間隔より短いと、使用可能な画像が存在しない場合があります。また、使用可能な衛星画像の数が少ないと、雲の影響等により変化が抽出できない可能性が高くなりますので、できるだけ間隔に余裕を持たせて指定してください。
- 前・後で着葉の状態が異なる時期を指定した場合や、降雪期を指定した場合は、土地利用の変化でなく落葉や降雪による変化を抽出する可能性があります。

3) 抽出する最小面積の指定

ここで指定した面積以上のまとまりを持つ変化箇所が抽出されます。0.25ha、0.5ha、1.0ha、1.5ha が選択可能です。

※注意※

- 最小面積の指定が小さいほど精度が低くなりますので、その点をご理解の上、抽出の目的に合わせて面積を設定してください。



○ 抽出の計算の開始

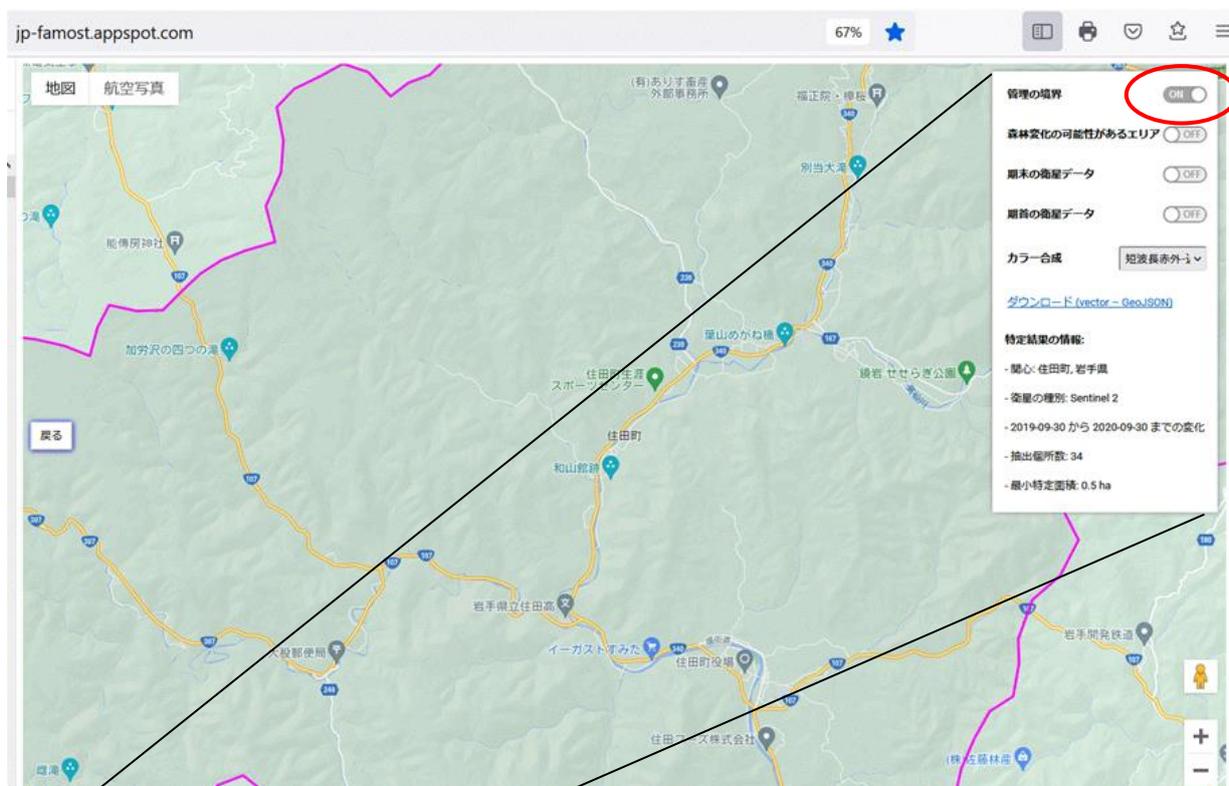
これら全ての条件の選択が完了したら、 ボタンをクリックしてください。計算が開始され、数 10 秒～数分で結果が表示されます。

※注意※

- PC・インターネット環境のほか、計算する市町村域の広さや形状等によって、所要時間が異なります。
- ウィンドウの上で処理中のマークが回転します。それが出ている場合は、再度指定し直して「抽出する」を選んでください。

3. 抽出結果の表示とダウンロード

最初は地図のみ表示されます（結果は表示されていません！）。右側の操作ウィンドウにおいて、閲覧したいデータの表示をオンにしてください（下の図は管理の境界のみを表示させたもの）。



市町村界を表示



←市町村界を表示させます

←抽出結果のポリゴンデータを表示 ※P5の①参照

←「後」の時期の衛星（合成）画像を表示

←「前」の時期の衛星（合成）画像を表示

←衛星画像の表示色を切り替え ※ P5の③参照

←抽出結果データをまとめてダウンロード ※②参照

① 抽出結果データの表示

抽出結果のポリゴンデータの表示をオンにすると、右図のような赤線で表示されます。



② 抽出結果データのダウンロード

なお、抽出結果のポリゴンデータは、表示色切り替えの下部のリンクから、GEOJSON 形式（ベクターデータの形式の一種）で保存できます。保存したデータは、他の GIS ソフトに取り込んで利用することが可能です。

③ 衛星画像の表示色の切り替え

赤-緑-青、短波長赤外-近赤外-赤、近赤外-短波長赤外-赤、近赤外-赤-緑の 4 パターンから選択できます。

それぞれのカラー合成の表示イメージは以下のとおりです。

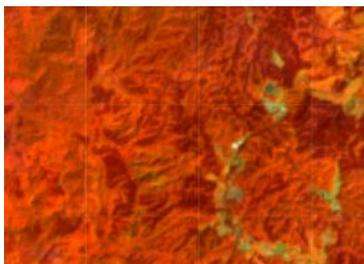
・赤-緑-青（視覚イメージに近い）



・短波長赤外-近赤外-赤（特に植生が緑色で表示）



・近赤外-短波長赤外-赤（特に植生がオレンジで表示）



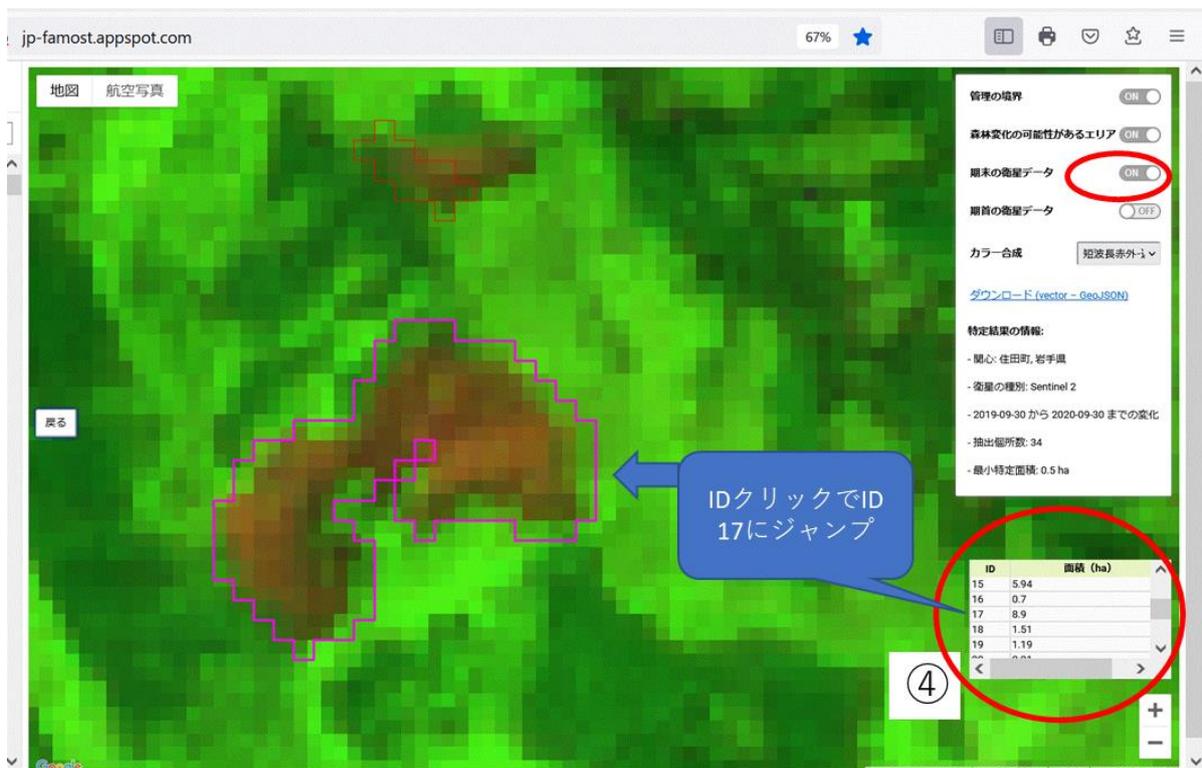
・近赤外-赤-緑（特に植生が赤色で表示）



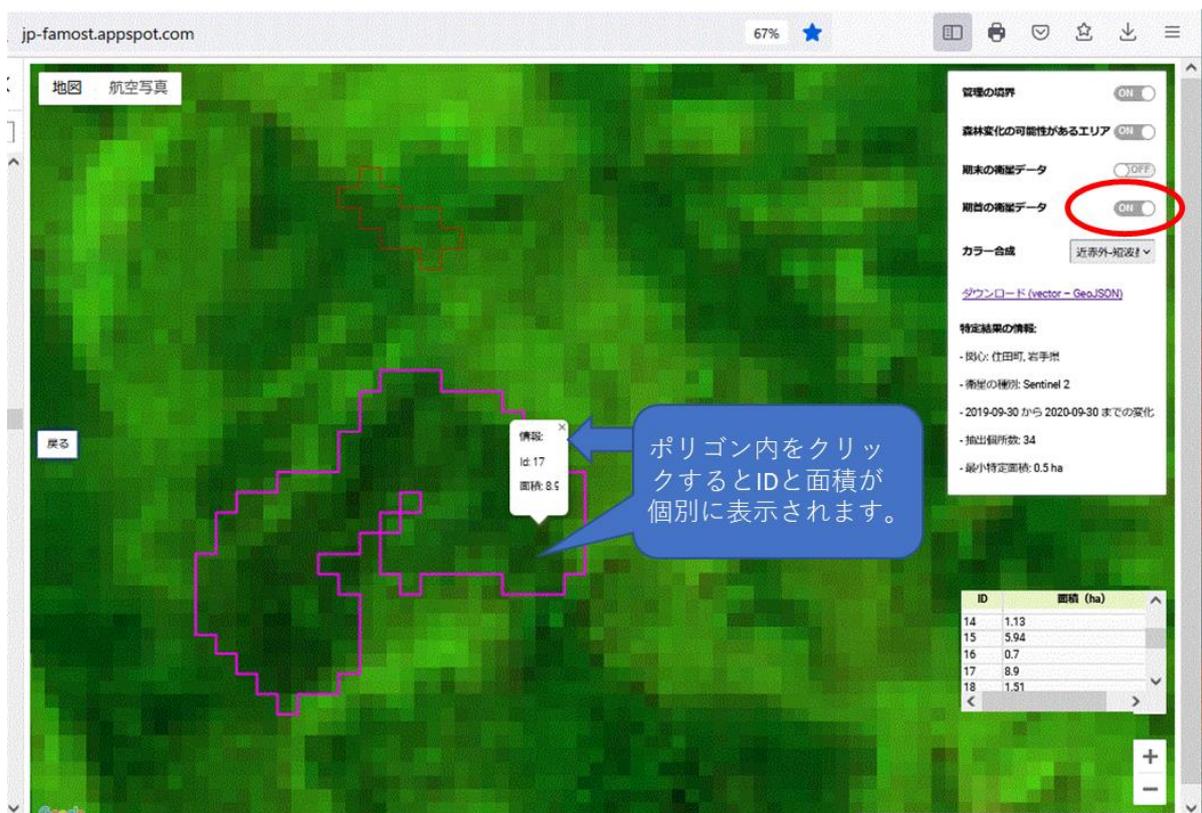
④ 令和 3 年度機能追加（検出箇所のリスト化及び該当 ID にジャンプ）

- ・画面右側に変化検出箇所のリストを表示させました。
- ・それぞれの ID 番号をクリックすると、その ID のポリゴンにズームインすることができます。

ID	面積 (ha)
1	0.54
2	4.38
3	1.03
4	1.03
5	0.54



(岩手県住田町の事例：2019年と2020年の間に見られた変化箇所の個別表示)



(2019年の合成画像ではこの場所は森林であったことがわかります。)

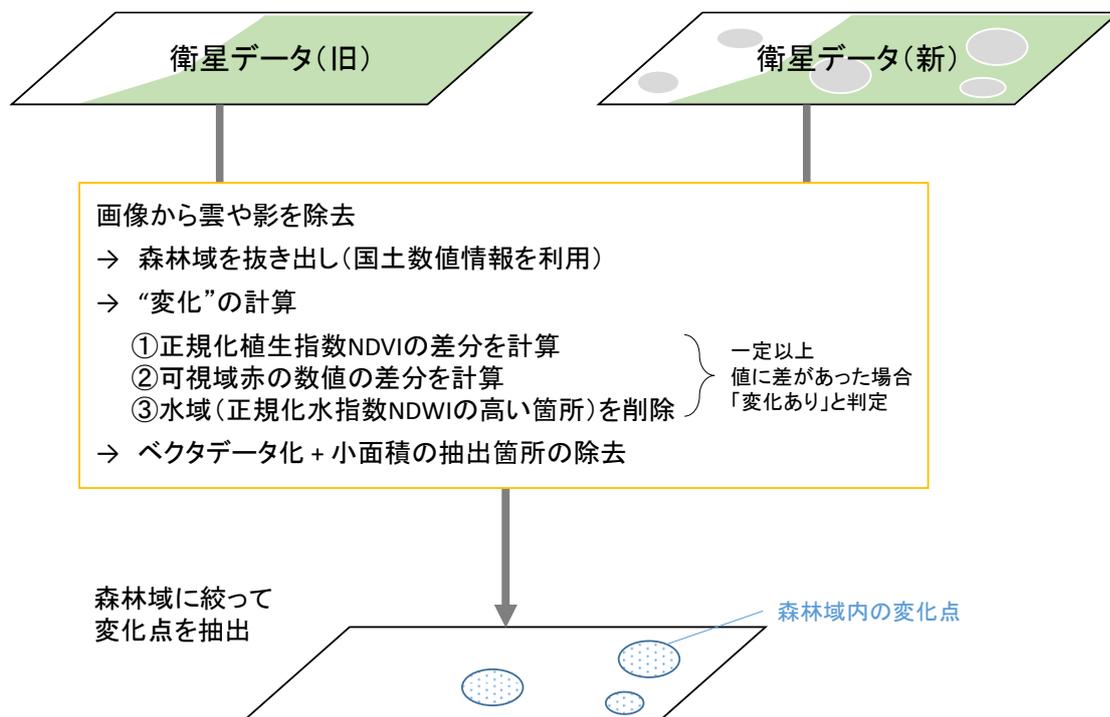
使用の際の留意事項

- 抽出結果には、伐採地のみならず、林地崩壊や他の用途への転用、農地等森林以外の変化箇所について含まれている可能性があります。
- 初期設定では国土数値情報を用いて森林域のフィルターをかけ、それ以外の領域で抽出された結果は機械的に削除する仕組みを用いています。そのため国土数値情報と実際の森林域にズレがある場合は、正しく抽出された結果がこのフィルター処理により機械的に消去される可能性があります。これを改善するために、各都道府県が管理している森林計画区対象区域界を用いる方法が有効です。
- 現時点のプログラムは、民有林・国有林の区別なく一括して森林域として取扱って計算するものとなっていますので、抽出結果には両方の変化点が含まれます。
- 積雪や冬季の山影などが誤抽出に大きく影響します。期首・期末の時期を指定する際に、できる限り開葉の時期以降から落葉の時期以前までを指定することを推奨いたします。
- 使用している衛星画像の地上解像度が影響し、抽出された変化地点の面積は、現場実測面積と完全には一致しません。抽出結果については、森林変化が生じている可能性がある場所を指示しているとお考えください。
- 画像を取扱う関係上、通信量が大きくなりますので、通信量の増大にご注意ください。

本システム利用時にはプログラムの不具合などが生じる場合があります。また、Google クラウド技術を用いているため、Google 側のシステム変更により、予告なくシステムが利用できなくなる可能性もあります。操作方法がわからない、処理結果画面でエラーが表示される、などお困りの際は以下のヘルプデスクにメールをお送りください。なお、メールのタイトルに「FAMOST 問合せ」と記載いただくと助かります。

FAMOST ヘルプデスク : famost@jafta.or.jp

【参考】本プログラムにおける抽出の計算方法のイメージ



※上図の計算を、Google Earth Engine のクラウドサービスを利用して実施。森林域に関して、都道府県が管理している森林計画区対象区域のデータを用いることで誤抽出をスクリーニングする精度が向上します。

森林の状況を適確に把握するための森林資源モニタリングの適切な実施や、皆伐および再造林の確実な実施を支援することを目的とした、衛星画像とAI判読技術を用いた変化情報提供サービスです。

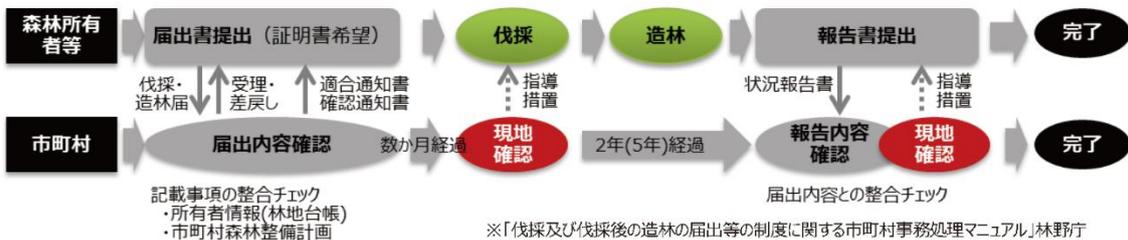


- 森林計画の進捗把握
- 事業や制度の確実な実施管理
- 災害対策
- 森林資源の長期モニタリング

森林計画制度 ・地域森林計画 ・市町村森林整備計画 ・森林経営計画	伐採および 再造林届出制度	林地開発許可制度	病獣害防除
森林経営管理制度	森林整備事業 造林補助	保安林制度	山地災害対策

サービス化の背景

- ✓ 拡大造林期に植栽された人工林資源が本格的な利用期に。それに伴い**皆伐増加や伐採面積も増加**。
- ✓ 伐採跡地は土壌流出が起りやすくなり**土砂災害発生危険性が高まるため、速やかな再造林が重要**。
- ✓ 2017年度施行の**改正森林法**により、森林所有者は伐採・造林届に加え、**再造林後の状況報告も義務化**。
- ✓ これにより**市町村は**、状況報告書の記載内容と伐採造林届や各種計画との照合や、**現地確認が必要に**。
- ✓ **奥地の山林は**、人目に触れることが少ないため、**無届伐採や盗伐等の発見も遅れがちに**。
- ✓ **現地確認の手間やコストを省略化し、伐採・造林に関する届出制度の継続的運用実現が課題**。



サービス概要

① 森林変化情報をメールで受取り

② 専用サイトにアクセス

森林変化情報提供サービス
 専用サイト
 変化情報
 衛星画像

地図表示画面（基本画面）
 表示レイヤの制御
 伐採地検出結果と伐採届の重量表示
 ツール群の呼び出し

伐採及び造林届出登録画面
 伐採届一覧のアップロード ※一括更新により全置換
 選択中の伐採届に移動
 伐採届の位置を地図上で修正
 Excel・CSV等で一覧表を出力

◆主な機能

- 森林変化情報検出のメール通知
- 森林変化情報閲覧・ダウンロード機能
- 衛星画像の閲覧機能
- お客様所有の情報（伐採届等）をアップロードし、ポイント表示する機能
※個人情報アップロードできません。

衛星×AI判読による森林変化情報の抽出

森林変化情報は、衛星画像の判読成果を蓄積し、2時期の差分をとることで、変化情報とします。検出される変化情報は、**皆伐跡地・再造林地**を対象とします。

◆利用衛星の仕様

衛星 : SPOT-6/7
解像度 : 1.5m(パンシャープン)
観測幅 : 60km



◆AIによる森林状況の判読

撮影されたシーン毎に、AIによる森林判読を実施
目視判読と同等の精度を担保。

AIによる判読結果

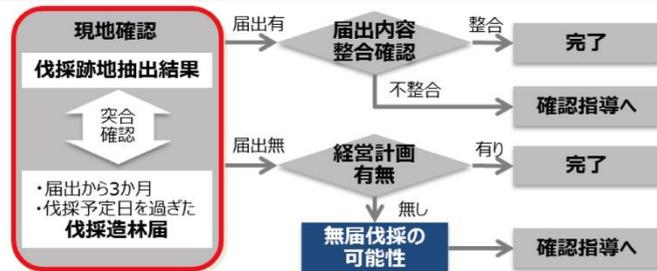


目視判読結果



サービスの特長

① 伐採造林届出制度：皆伐および再造林後の現地確認が効率化



✓2017(平成29)年に森林法が改正されました。
✓**状況報告**と**現地確認**が必要です。

② 森林経営計画・森林整備計画：伐採や再造林の進捗確認



皆伐跡地
3ha以上：5か所
1ha以上：4か所
※画像範囲内

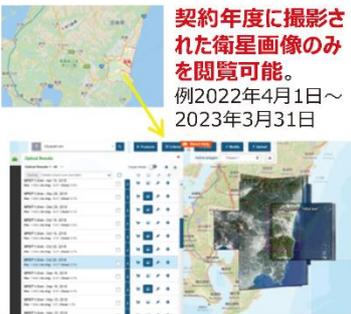
再造林地
1ha以上：3か所
※画像範囲内
※植林後数年以上経過

1年間の伐採地や再造林地の集計に便利です。

サービスプランと料金

サービス内容

- ① **森林変化情報提供**：契約後に撮影された衛星画像を用いて、契約地域の森林変化を最低2回/年～提供致します（天候状況によって提供回数は変動します）。
- ② **専用サイト利用**：森林変化情報提供サイトを利用できます。
- ③ **衛星画像閲覧**：衛星画像（画像範囲、閲覧期間、プランで異なる）を専用サイトで閲覧できます。ただし、ダウンロードは不可。

サービス内容	プラン	スタンダード	プレミアム
	①森林変化情報提供		○
②専用サイト利用		○	○
③衛星画像閲覧		○ 対象地域全体の衛星画像 毎年入替え(過去年は閲覧不可)	◎ 対象地域全体の衛星画像 毎年蓄積(2015年からのアーカイブ画像も全て閲覧可能)
		 <p>契約年度に撮影された衛星画像のみを閲覧可能。 例2022年4月1日～2023年3月31日</p>	 <p>2015年から撮影された衛星画像を閲覧可能。 例2015年6月1日～2023年3月31日</p>
5条森林面積 (ha)	年間料金 (税抜)		
		スタンダード	プレミアム
～ 20,000		390,000円	620,000円
20,001～ 40,000		620,000円	1,070,000円
40,001～ 80,000		1,070,000円	1,970,000円
80,001～ 120,000		1,520,000円	2,860,000円

※120,000ha以上は別途お見積もり
※都道府県単体利用の場合も別途お見積もり

株式会社パスコ

<http://www.pasco.co.jp>

- PASCOロゴは、株式会社パスコの商標または登録商標です。
- 本文に記載のその他の会社名および製品名は、各社の商標または登録商標です。
- 本カタログは予告なく変更する場合がございます。詳しくは左記窓口までお問合せください。



ALOS-2/PALSAR-2 データを利用した 森林伐採検知の推奨手順と その行政利用の手引き

2023年3月3日

(国研) 宇宙航空研究開発機構

(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所

茨城県

目次

1. 目的	2
2. 背景	2
3. 使用データ	2
3.1 ALOS-2/PALSAR-2 データ	2
3.2 その他のデータ	4
3.3 使用ソフトウェア	4
4. 伐採検知方法	5
4.1 原理	5
4.2 処理手順	5
4.3 属性情報	9
5. 高度化のためのオプション	9
5.1 異なる観測方向画像の併用	9
5.2 信頼性情報の追加	12
6. 行政における利用	13
6.1 森林クラウドでの利用	12
6.1.1 茨城県の森林クラウド	13
6.1.2 森林クラウドでの作業方法	14
6.2 伐採地の現地確認	15
6.2.1 現地確認をする理由	15
6.2.2 現地確認方法	15
6.2.3 現地確認の具体的な手順	16
6.2.4 調査票の例	18
6.2.5 調査結果の事例	20
6.3 茨城県での利用結果例	20
参考文献	21

1. 目的

本手引き書は、地方自治体における伐採地の監視業務の効率化に資するため、ALOS-2（だいち2号）衛星に搭載された合成開口レーダ PALSAR-2 の観測画像を利用した伐採検知の推奨手順、および伐採検知情報の行政での利用手順を示すことを目的としている。おもに茨城県における検討結果にもとづいており、その際に得られた知見を他の地方自治体でも活用できるよう情報共有することを意図している。そのため、本手引き書の主な読者としては、地方自治体の林務職員や森林クラウド等の森林管理システム構築に携わる事業者を想定している。なお、本手引き書にしたがって得られる伐採検知結果には誤差も含まれるため、一部に伐採地でない場所が検知されたり、本来は伐採地である場所が検知されない場合もありうる点には留意いただきたい。

2. 背景

森林の公益的機能が無秩序な伐採により損なうことのないよう、法による規制がおこなわれている。そのため地方自治体では、無許可・無届けの伐採や届けと異なる伐採がおこなわれないよう監視が必要になるが、定員削減の影響などから、きめ細かい監視は難しくなりつつある。一方で近年は、都道府県や市町村、森林組合などが各々で管理していた森林情報を、インターネットのクラウド上で一元的に管理するための「森林クラウド」が普及しつつある。そこで、衛星データから広域の伐採地を検知して森林クラウドに登録する仕組みができれば、それと伐採届とを突合することで違法性のある伐採地の効率的な把握が期待できる。

こうした背景から、宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」）と森林総合研究所（以下「森林総研」）、茨城県、和歌山県などが協力して、2018年より衛星データを利用した伐採検知技術の検討を進めてきた。この検討には、2014年よりJAXAが運用しているALOS-2衛星に搭載されているPALSAR-2の観測画像を利用している。検討の結果、十分な精度で伐採地を検知できることがわかり、2021年1月にはJAXAと森林総研、茨城県の3者で協定を締結し、茨城県の森林クラウドへ伐採検知情報を実装する検討を進めている。

本手引き書は、その成果をとりまとめ、その手法を他の自治体などにおいても活用されることを意図して作成した。

3. 使用データ

3.1 ALOS-2/PALSAR-2 データ

ALOS-2衛星に搭載されているPALSAR-2は、ALOS/PALSAR（2006～2011年運用）の後継センサであり、2014年からJAXAによって運用されている。合成開口レーダであるPALSAR-2は自らマイクロ波を送信して、地表面で後方散乱された信号を観測して画像化するセンサである。マイクロ波は雲や雨の影響を受けにくいという特徴があるため、雲に覆われていても地表面を監視できるという大きな利点がある。

PALSAR-2には、図3.1.1に示す3種類の観測モードがある。このうち広域観測モードは広範囲を一度で観測できるため、例えば国際協力機構（JICA）とJAXAが運用している熱帯林の伐採検知システムであるJJ-FAST（<https://www.eorc.jaxa.jp/jjfast/>）で利用されている。観測幅は350kmと広いものの画像の分解能が50mと粗いため、JJ-FASTでは面積が2ha未満の伐採地は

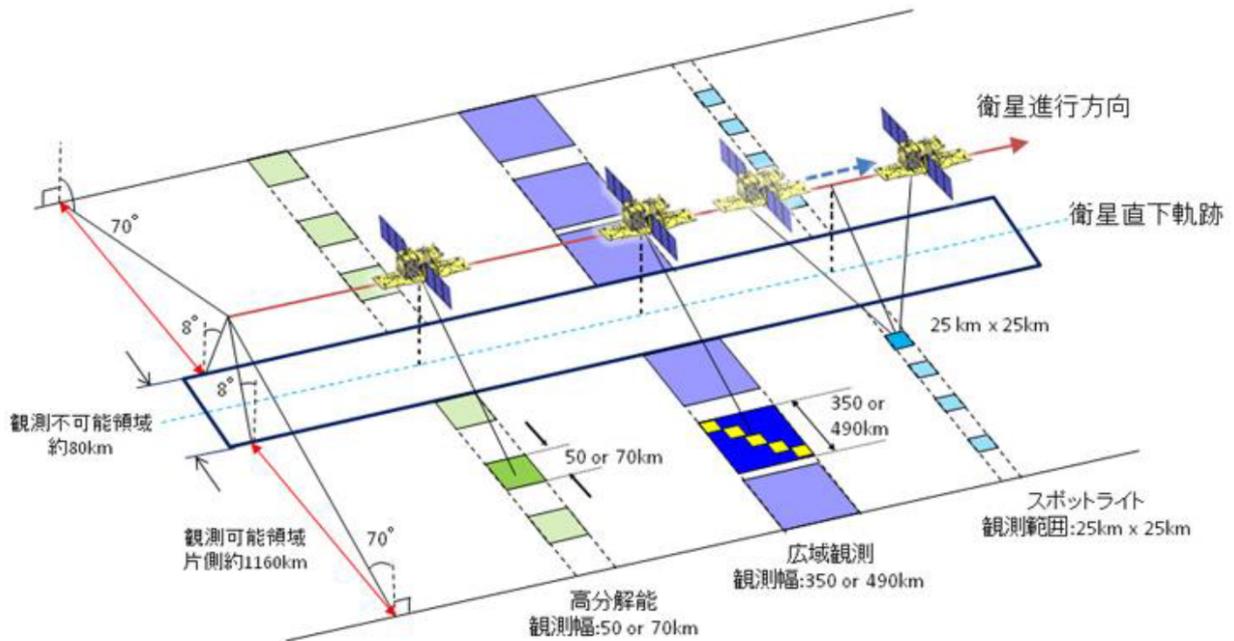


図 3.1.1 PALSAR-2 の観測モード

検知対象外としている。しかし日本の森林では、より小面積の伐採地が多いことから、高分解能の画像の利用が推奨される。ただし、スポットライトモードは 25km 四方の限られた範囲の情報しか得られないため、日本国内で利用するには高分解能モードで観測された画像の利用が推奨される。高分解能モードの中でもいくつかの分解能の設定があるが、例えば 50km の観測幅を分解能 6m で観測した画像が多く利用されている。

PALSAR-2 は、こうした観測モードの選択に加えて、送受信するマイクロ波の偏波の種類も選択できる。マイクロ波の波面の方向から水平偏波 (H) と垂直偏波 (V) の 2 種類があり、送信と受信のそれぞれにおいて偏波の種類を選択できるため、HH、HV、VH、VV の四種類が存在する。PALSAR-2 で一般的に利用しているのは HH 偏波であるが、森林観測には HV 偏波が適している。これは、樹冠部でマイクロ波が散乱されるために偏波によらず森林域の PALSAR-2 画像は明るくなる一方で、伐採後の地面では HV 偏波の後方散乱は極めて小さくなり、森林域と非森林域の区別が明瞭となるためである。なお HH 偏波は、伐採後に林地残材がある状態で明るく変化することがあり、早期に違法伐採を検知する必要がある熱帯地域などで需要がある。しかし日本国内では、早期警戒の用途より確実な検知の用途の需要が高いと想定し、本手引き書では HV 偏波を利用している。日本国内では、HV 偏波を含め 4 偏波のすべてを同時取得する観測を年一回程度の頻度で実施しているため、少なくとも一年間隔での伐採検知情報を得ることができる。もちろん、対象地域によっては、より高頻度に HV 偏波の観測がおこなわれている場合もある。

PALSAR-2 データの入手にあたっては、以下の各担当窓口より有償にて購入できる。

- 株式会社パスコ ALOS 利用推進グループ (<https://alos-pasco.com/>)
- 一般財団法人 リモート・センシング技術センターソリューション事業第一部 (<http://www.restec.or.jp/>)

購入にあたっては、処理レベル 2.1 の幾何補正（オルソ補正）ずみのプロダクトが、使いやすくお勧めできる。また JAXA では、HV 偏波を含む 4 偏波の高分解能モード画像を幾何補正（オルソ補正）して全球で接合（モザイク）した画像を作成して、以下のサイトをつうじて無償公開している。

- JAXA 地球観測研究センターALOS 利用推進研究プロジェクト
(https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/dataset/fnf_j.htm)

この全球モザイク画像は、25m 分解能であるためやや粗く、観測からデータ公開まで時間差があるといった短所はあるものの、無償でデータを利用できる。

3.2 その他のデータ

都市や農地などの非森林域を伐採検知の対象から除外するため、森林地図を利用して対象範囲を定義する必要がある。この森林地図は、目的に応じて選択する必要がある。森林クラウドなどの行政での利用を想定すると、地方自治体が森林管理のために整備している小班界を示す GIS データを用いることが推奨される（都道府県によっては森林管理の最小単位として"小班"以外の呼称を用いている場合もある）。こうしたデータは定期的に更新されるため、できるだけ最新のデータを利用することが望ましい。

PALSAR-2 データを利用して伐採検知処理をおこなうと、ある程度の誤検知箇所も発生してしまう。そうした誤検知箇所は、特定の地形条件の場所で発生することがわかっている（4.2 節に記述）ため、その地形条件を特定するための標高データが必要となる。標高データとしては、国土地理院が公開している基盤地図情報数値標高モデルの 10m メッシュデータが推奨され、以下のサイトから入手できる。

- 国土地理院 基盤地図情報ダウンロードサービス (<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>)

また、PALSAR-2 データから検知された個々の伐採地の所在地（住所）を特定するためには、市町村や町丁字の境界を示す GIS データが必要になる。それには、統計ポータルサイトである「政府統計の総合窓口 e-Stat」から入手できる小地域（町丁・字等別）の境界データが利用できる。

- 政府統計の総合窓口 e-Stat (<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?type=2>)

上記 URL から「国勢調査」を選択することで入手できる。なお、例えば伐採地の地理座標（緯度経度等）の情報のみが必要で、住所情報は必要としない場合には、こうした GIS データの利用は不要となる。

3.3 使用ソフトウェア

伐採検知処理には、主に GIS ソフトを利用する。市販ソフトとしては ArcGIS (ESRI, USA) などの他に、QGIS (<https://qgis.org/ja/site/index.html>) などの無料のソフトを利用することもできる。また、PALSAR-2 画像を小領域に分割するセグメンテーション処理のためのソフトも必要となる。代表的なものでは eCognition (Trimble Inc., USA) が挙げられる。なお、こうしたソフ

トウェアを利用せずに、独自にプログラミングして同様の処理をおこなうことも可能である。

4. 伐採検知方法

4.1 原理

PALSAR-2 の送信したマイクロ波が森林に斜めに入射して散乱される際は、樹冠部における体積散乱が偏波によらず支配的となる。また、伐採跡地では地面での表面散乱が支配的となる。樹冠部の体積散乱では枝などで何度も散乱される際に偏波面がランダムに変化するため HV 偏波成分も大きくなるが、地面での表面散乱ではそうしたことは起こりにくく、HH 偏波に比べると HV 偏波成分は小さくなる。そのため、2 時期の HV 偏波画像を比較することで、暗く変化している箇所を伐採地として抽出できる (図 4.1.1)。

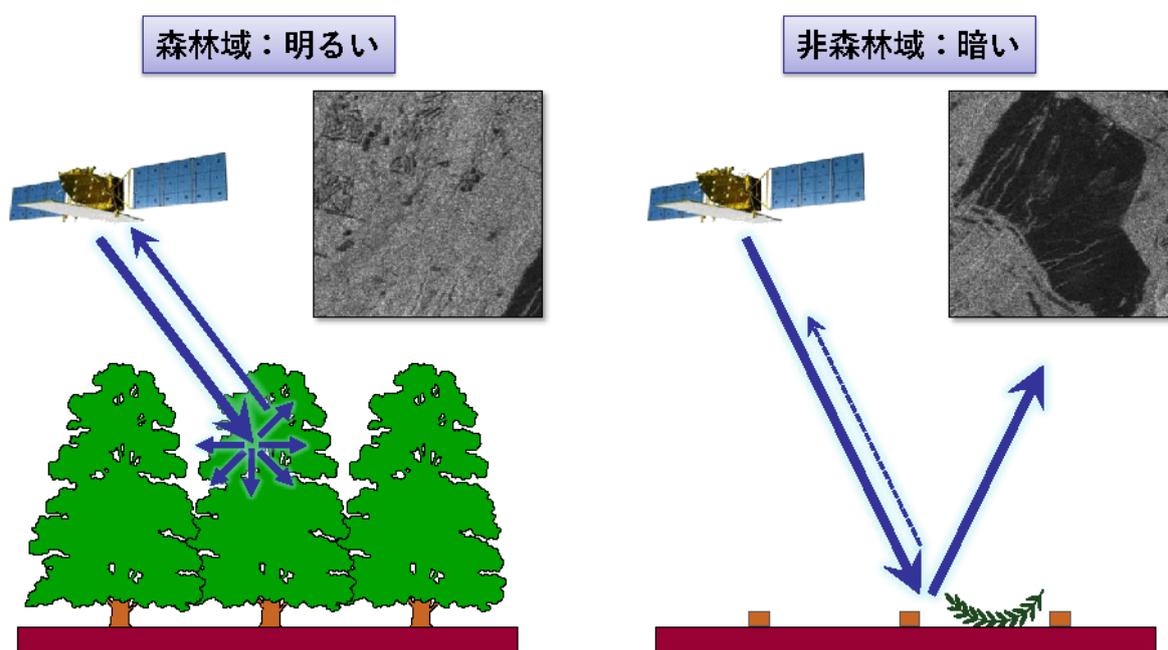


図 4.1.1 森林域と非森林域（伐採跡地）での PALSAR-2 マイクロ波の散乱

4.2 処理手順

図 4.2.1 に、伐採検知処理のながれを示すとともに、以下、この図に沿って手順を紹介する。

PALSAR-2 画像準備：2 時期の PALSAR-2 の HV 偏波画像を準備する。ここでは、各々の画像を期首・期末と呼ぶこととする。4.1 節に記載のとおり、2 時期の PALSAR-2 画像間で暗く変化した箇所を伐採地として抽出するため、期首から期末にかけての期間に発生した伐採が検知されることになる。

画像スタック：2 時期の PALSAR-2 画像を、2 つのレイヤーのそれぞれにスタックすることで、1 つの画像ファイルとして統合する。

非森林域マスク：PALSAR-2 画像の明るさの変化は、例えば建設工事や農耕地の季節変化などにもなっており、非森林域でも発生しうる。そうした箇所を誤って伐採地として検知しないよう、非森林域を処理対象から除外するためのマスク処理をおこなう。ここで、処理対象にする森林域

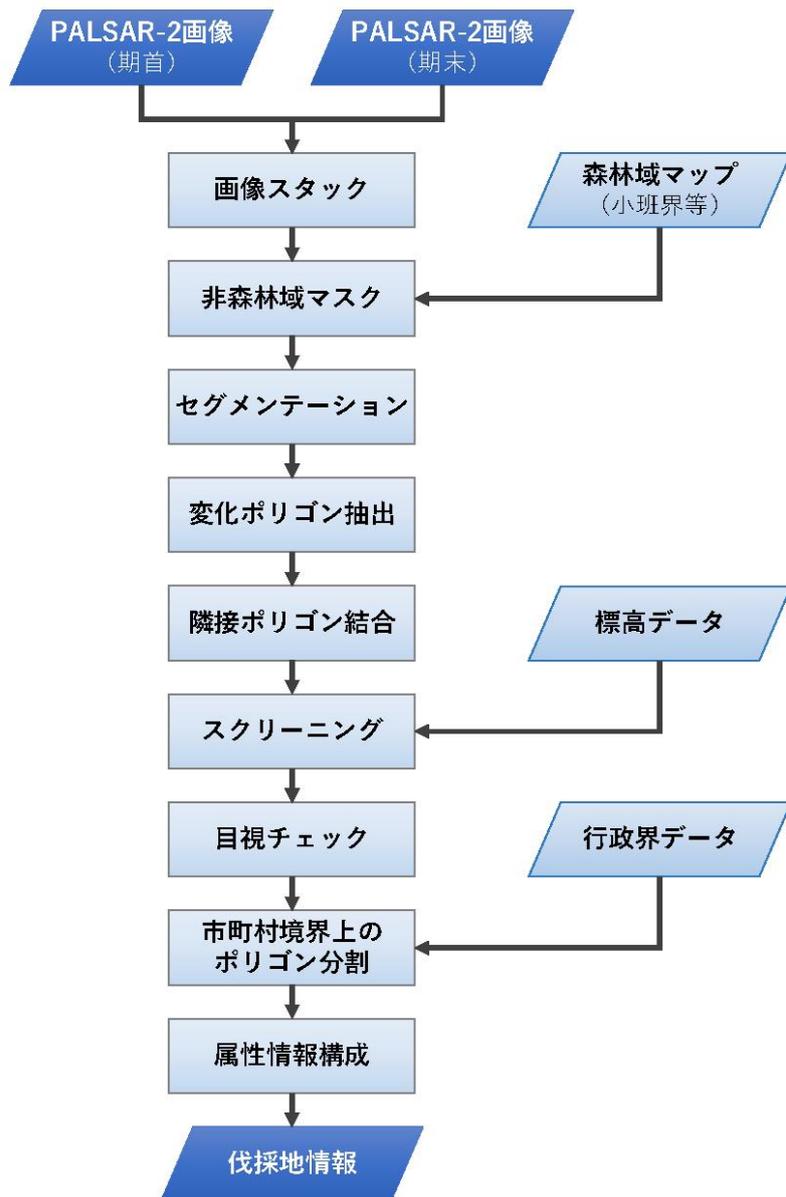


図 4.2.1 伐採検知処理のながれ

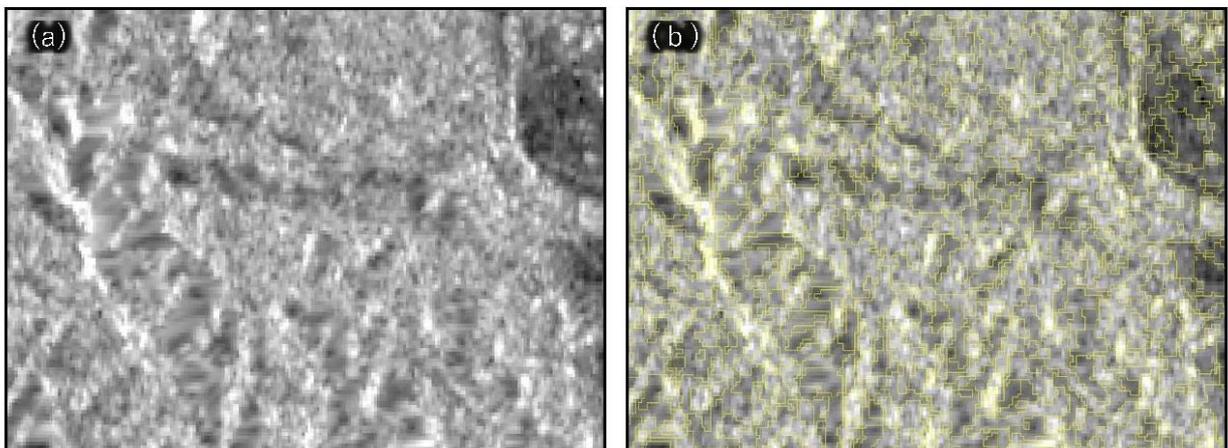


図 4.2.2 処理手順にそった PALSAR-2 画像例 (次ページにつづく)
 (a) 期首 PALSAR-2 画像、(b) セグメンテーション結果 (黄線)、

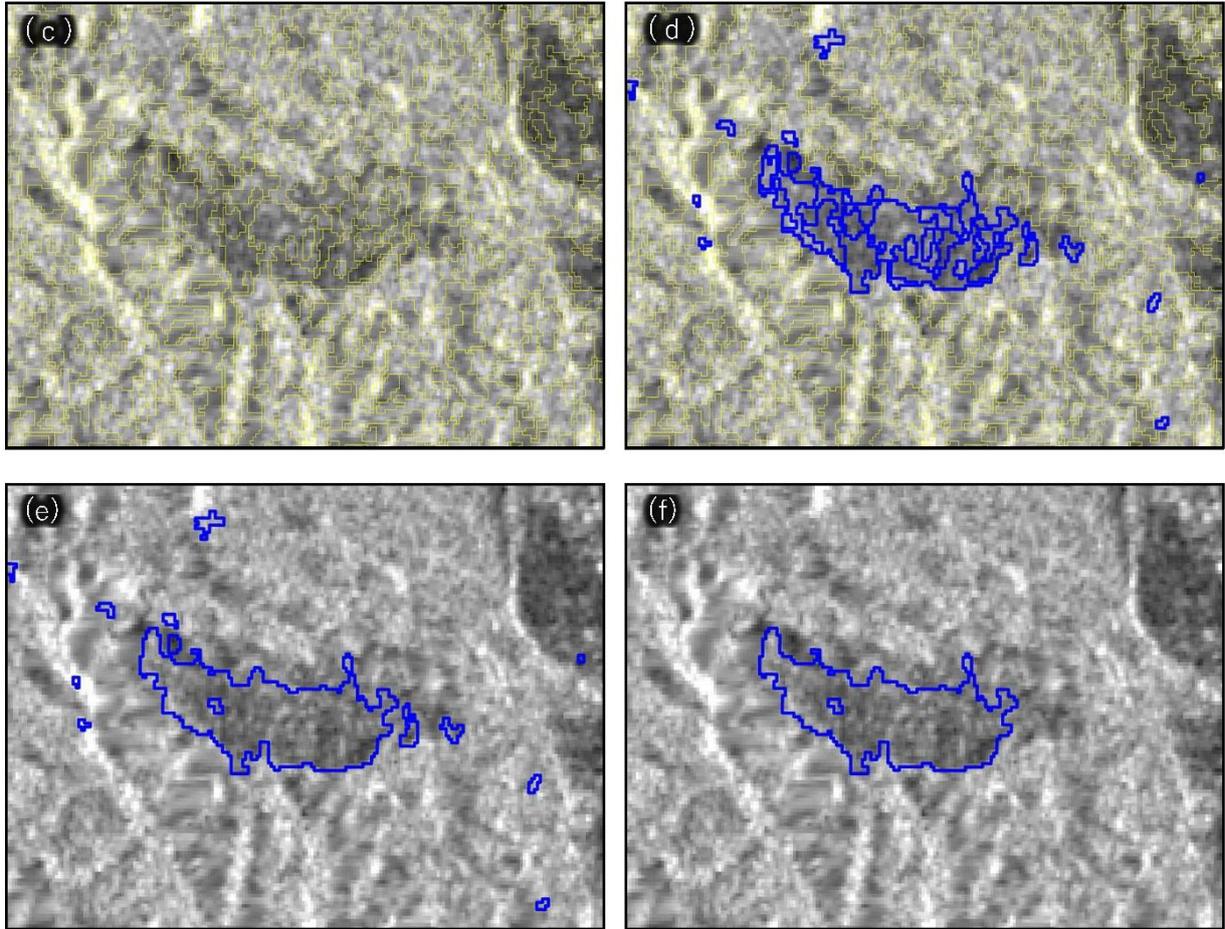


図 4.2.2 処理手順にそった PALSAR-2 画像例 (つづき)

- (c) 期末 PALSAR-2 画像、(d) 変化ポリゴンの抽出結果 (青線)、
 (e) 隣接ポリゴンの結合、(f) スクリーニング後の伐採地ポリゴン。

を定義するためのマップは目的に応じて選択することになるが、3.2 節に記載したとおり、小班界などの森林管理区域を示す GIS データを利用するのが一般的である。

セグメンテーション：PALSAR-2 など合成開口レーダの画像には、スペckルと呼ばれるごま塩状のノイズがのっている (図 4.2.2)。そのため、単純に 2 時期の PALSAR-2 画像の差分により変化箇所を抽出すると、小面積の誤検知が大量に発生してしまう。そこで、画像の特徴が似ている範囲をひとまとまりにするセグメンテーションと呼ばれる処理をおこなう。この処理により、PALSAR-2 画像を小領域のポリゴンに分割し、2 時間期間の変化の有無は、それぞれのポリゴン単位で確認することで、微小なノイズの影響を低減することができる。

変化ポリゴン抽出：セグメンテーションにより作成した各々のポリゴンについて、2 時間期間で暗く変化したものを抽出する。そのため、期首・期末それぞれの PALSAR-2 画像の画素値の平均を、各々のポリゴンに対して計算する。その平均値について、以下の式により、後方散乱係数と呼ばれる物理量に換算する。

$$\sigma^0 = 10 \cdot \log_{10} \langle DN^2 \rangle - 83.0 \quad (1)$$

ここで、 σ^0 は後方散乱係数(dB)、 DN は各々のポリゴン内の画素値の平均をあらわす。そして、期首から期末にかけて後方散乱係数が-3dB 以上低下していたポリゴンを変化ポリゴンとして抽出する。ここで-3dB という閾値は経験的に設定したもので、変更することも可能である。例えば-2dB など小さい閾値にすれば、わずかな変化でも抽出されるようになり、伐採地が多く検知される一方、ノイズの影響などによる誤検知も増える。反対に-4dB など大きい閾値にすると、大きな変化しか抽出されないため本物の伐採地のみ検知される可能性が高くなるものの、検知の漏れも増える。-3dB という閾値は、そうしたバランスを考慮して設定したものである。

隣接ポリゴン結合：大面積の伐採地などでは、セグメンテーションの際に1つの伐採地が複数のポリゴンに分割される場合がある。そこで、隣接した場所に連続して抽出されている変化ポリゴンを結合し、1つのポリゴンを作成する。

スクリーニング：こうして抽出した変化ポリゴンには、本物の伐採地ではない変化が誤検知された箇所も含まれている。その要因は大別して2つある。1つは、合成開口レーダ画像に特有のノイズであるスペckルの影響で、セグメンテーションの際に小面積のポリゴンに分割された箇所では、ポリゴン内の画素の平均値を利用したにしても、少なからずノイズの影響を受けてしまう。そこで、面積が0.3ha未満のポリゴンは削除(スクリーニング)する。もう一つの要因も合成開口レーダ画像に特有のもので、傾斜地においてレイオーバなどと呼ばれる画像の歪みに起因するものである。こうした歪みを持つ画像を幾何補正(オルソ補正)すると、図4.2.3に示すように、直線状のひっかき傷のような箇所が生じてしまう。こうした箇所では地表面の状態を把握することは難しく、実際の変化とは関係ない明暗が生じるため、誤検知が生じる。こうした箇所はマイクロ波が照射された側の斜面で発生するため、マイクロ波の局所入射角(地表面の法線とマイクロ波入射方向とのなす角度、図4.2.4参照)が小さいという特徴がある。そこで、局所入射角が30°未満の箇所にあるポリゴンは削除する。すなわち、以下の2つの条件に応じてスクリーニングを実施する。

- 面積0.3ha未満のポリゴンを削除
- 局所入射角30°未満のポリゴンを削除

目視チェック：このようなスクリーニングを経ても、必ずしも全ての誤検知が削除されない可能性がある。そこで、より確実に誤検知を削除するため、作業員が目視により変化ポリゴンとPALSAR-2画像とを確認し、誤検知を判断されるポリゴンを削除することが望ましい。判断基準として、先述した、引っかけ傷状のエリアにおいて抽出された変化ポリゴンを削除する。具体的には、図4.2.5に例示するように、直線状の明暗が交互に見られる箇所にあるポリゴン、または、そうした箇所の端部(尾根や谷に対応)で画像が明るくなっている箇所にあるポリゴンである。こうしたポリゴンを、手動で削除する。

ポリゴン分割：伐採検知情報を市町村別に管理する必要がある場合は、市町村境界をまたがって検知されたポリゴンを分割して、それぞれ別個に管理する必要がある。3.2節に記載した市町村境界データを利用し、そうしたポリゴンを分割する。なお、市町村別に情報を管理する必要がない場合、こうした処理は不要である。

属性情報構成：ユーザの利便性の向上のため、各ポリゴンの属性情報に、市町村名、丁町字名、期首・期末のPALSAR-2画像の観測日などの情報を記入する。典型的な属性情報について、4.3

節で紹介する。

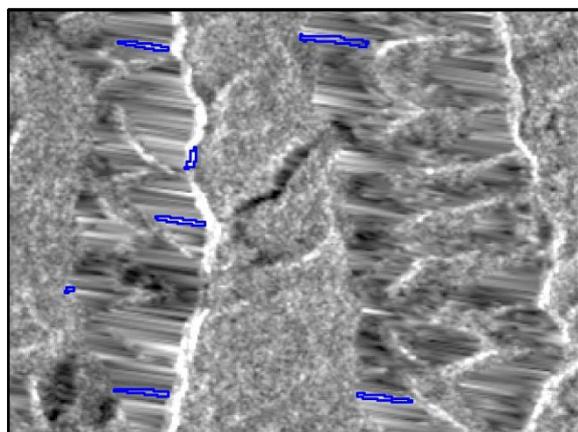


図 4.2.3 誤検知ポリゴンの例

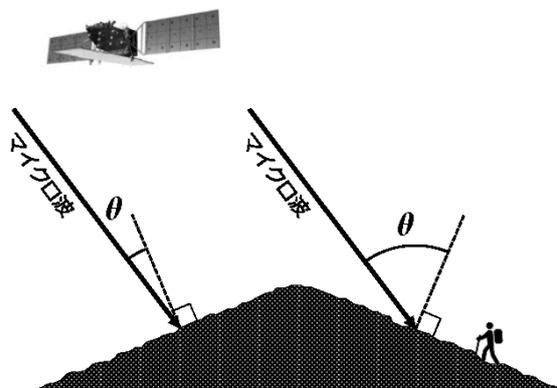


図 4.2.4 局所入射角の概念図

4.3 属性情報

ユーザの利便性のため、伐採地を表す各ポリゴンに位置情報や PALSAR-2 観測日などの属性情報を付与することが望ましい。表 4.3.1 に、茨城県森林クラウドで使用している属性情報を示す。必ずしもこの例に沿う必要はないため、ユーザの利便性を考慮して適切な属性情報項目を設定することが望ましい。なお、この表にある「信頼性」については、5.2 節に記載する。

5. 高度化のためのオプション

5.1 異なる観測方向画像の併用

PALSAR-2 をはじめとした合成開口レーダ画像を利用するうえでの課題の一つに、地形の影響が挙げられる。合成開口レーダはマイクロ波を斜め方向に照射し、地表面で後方散乱された信号を観測しているため、標高の高い地点からは早く信号が戻ってくることになり、地物が実際より衛星に使い側に表示された画像になる。これに起因して、斜面が縮んで表示されるフォアショートニングや、山の頂上と麓の位置関係が逆転して表示されるレイオーバー、衛星から遠い側の斜面にマイクロ波が照査されない影の部分が生じるレーダシャドウといった現象が発生する。

地形に応じて生じる画像の歪みを幾何補正（オルソ補正）すると、図 4.2.3 のような引っかき傷状のエリアが生じてしまう。加えて、マイクロ波を照射した側の斜面、すなわち局所入射角が小さい斜面では後方散乱される信号が大きくなり、森林と伐採地の区別をつけにくくなる。図 5.1.1 は、PALSAR-2 画像から検知された伐採地の正誤と局所入射角との関係を調べた結果である（4.2 節に記載のスクリーニングの処理を実施前のデータを評価）。ここでは、Sentinel-2 衛星搭載の光学センサ画像を利用して検証データを作成して評価した。この図から、局所入射角が小さいほど誤検知が多くなり、特に 30° 未満では大半が誤検知となっている。このため、4.2 節に記載のとおり、局所入射角 30° 未満のエリアで検知されたポリゴンを削除するのは、誤検知箇所を低減するためには効果的である。

しかし、こうしたエリアでは伐採地の検知が難しいため、未検知箇所が多く生じてしまう。こうした未検知の低減には、マイクロ波を異なる方向から照射して観測した複数の PALSAR-2 画像

表 4.3.1 伐採検知情報の各ポリゴンに付与する属性情報の例

フィールド名	記載内容	説明
ID	個別の伐採地を識別するID	市町村コード(5桁)_衛星観測日1(8桁)-衛星観測日2(8桁)_通し番号(4桁)
緯度	伐採地中心の緯度	緯度を(度分秒ではなく)十進法表示、測地系 = JGD2011
経度	伐採地中心の経度	経度を(度分秒ではなく)十進法表示、測地系 = JGD2011
市町村	市町村名	「e-Stat政府統計の総合窓口」の境界データを参照
大字	伐採地中心の大字名	「e-Stat政府統計の総合窓口」の境界データを参照
林班	伐採地中心の林班名	森林計画図を参照
小班	伐採地中心の小班名	森林計画図を参照
隣接	隣接伐採地の有無	隣の市町村に連続している伐採地の有無：1=有、0=無
観測日1	1回目の衛星観測日	伐採検知に利用した衛星画像の1回目(期首)の観測日
観測日2	2回目の衛星観測日	伐採検知に利用した衛星画像の2回目(期末)の観測日
面積	伐採地の面積	単位 = ha
全面積	隣の市町村に連続している伐採地の総面積	単位 = ha、隣接フィールドが0(隣接伐採地なし)の場合は面積フィールドと同じ値を格納
信頼性	本物の伐採地であることの信頼性	A~Dの4段階評価で、Aが最も信頼性が高く、Dが最も信頼性が低い $\left[\begin{array}{l} \text{信頼性の計算式：信頼性} = 0.013 \times \text{入射角}(\text{°}) - 0.101 \times \gamma \text{0変化}(\text{dB}) + 0.030 \times \text{全面積}(\text{ha}) - 0.481 \\ \text{ランク付け：A} = 1 \sim 0.9, \text{B} = 0.9 \sim 0.6, \text{C} = 0.6 \sim 0.3, \text{D} = 0.3 \sim 0 \end{array} \right]$
γ0変化	2時期の衛星画像の明るさの変化	衛星画像の明るさ(後方散乱係数)の変化をデシベル(dB)単位で表示、信頼性の計算に利用
入射角	レーダ電波の地面への入射角	衛星の電波が地面に入射する角度を度(°)単位で表示、信頼性の計算に利用

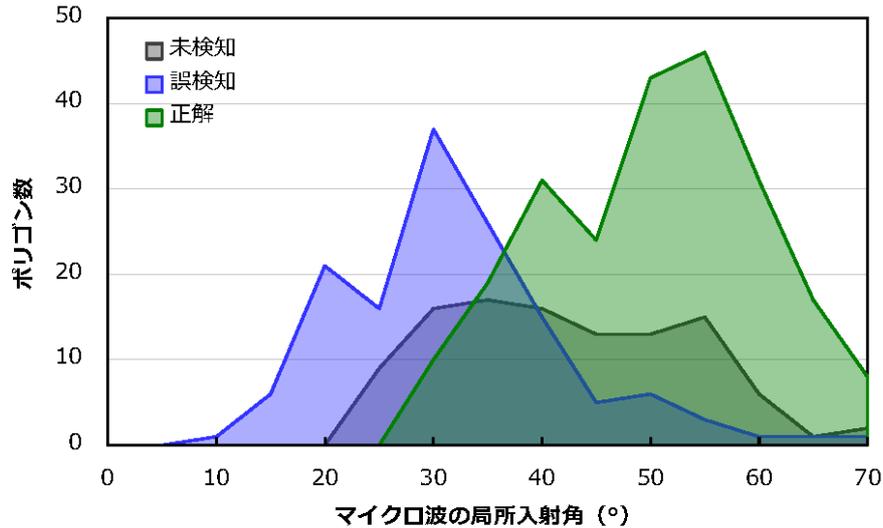


図 5.1.1 マイクロ波の局所入射角と伐採検知結果の正誤の関係

を併用することが有効である。ALOS-2 には、南から北へ通過する昇交軌道と、逆方向の降交軌道とがあり、さらに PALSAR-2 は進行方向に対して右側を観測することと左側を観測することができる。昇交軌道の右側観測および降交軌道の左側観測は、マイクロ波を西側から照射するので西側斜面に未検知が多く発生する。一方、昇交軌道の左側観測および降交軌道の右側観測は、マイクロ波を東側から照射するので東側斜面に未検知が多い。こうした異なる観測条件の PALSAR-2 画像を併用することで、未検知箇所の低減を期待できる。表 5.1.1 は、1 ペアだけの PALSAR-2 画像を利用した場合と、異なる観測方向の 2 つのペアを利用した場合の精度を、茨城

表 5.1.1 未検知箇所の低減効果確認のための精度検証結果

昇交軌道 2018年9月4日 ～2019年4月30日 西→東		検証データ			ユーザ 精度	降交軌道 2019年1月24日 ～2019年5月2日 東→西		検証データ			ユーザ 精度
		伐採地	非伐採地	計				伐採地	非伐採地	計	
検出結果	伐採地	89(121)	23	144	84.0%	検出結果	伐採地	29(37)	9	46	80.4%
	非伐採地	88					非伐採地	46			
	計	177					計	75			
プロデューサ精度		50.3%				プロデューサ精度		38.7%			

昇交軌道+降交軌道 2019年1月24日 ～2019年5月2日		検証データ			ユーザ 精度
		伐採地	非伐採地	計	
検出結果	伐採地	55(158)	32	190	83.2%
	非伐採地	20			
	計	75			
プロデューサ精度		73.3%			

県北部で比較した結果である。ここでも、Sentinel-2 衛星画像から作成した検証データを利用している。ユーザ精度と誤検知箇所の少なさの評価、プロデューサ精度は未検知箇所の少なさの評価に用いる指標である。この表から、東西両方向からの観測画像を併用することで、プロデューサ精度の向上、すなわち未検知箇所が低減される効果が確認できる。

ここで、PALSAR-2 を利用した伐採検知における誤差対策についてまとめる。誤差には誤検知（実際には伐採地ではない箇所を誤って検知する誤差）と未検知（実際には伐採地の箇所を検知できない誤差）の 2 種類があるが、それぞれに対して以下に挙げる対策が有効である。誤検知に対しては、図 4.2.1 に示した「スクリーニング」および「目視チェック」が有効である。誤検知が発生しやすい観測条件（局所入射角）に応じたスクリーニングの他、図 4.2.3 に示すような誤検知箇所は目視で比較的容易に確認できるため、目視チェックが有効となる。未検知については、先述のとうおり、異なる観測方向の PALSAR-2 画像を併用することで、できるだけ、観測条件（局所入射角）の影響で解析できない範囲を少なくする対策が有効である。もちろん、誤検知および未検知を完全になくすことはできないものの、これらの対策による大幅な精度改善が期待できる。

5.2 信頼性情報の追加

PALSAR-2 を利用した伐採検知情報については、実際の伐採地と一致する可能性は、各々の検知箇所によって異なっている。例えば、5.1 節に先述したとおり、マイクロ波の局所入射角が小さいエリアで検知された伐採地は、誤検知である可能性が高くなる。また、検知された伐採地の面積が大きい場合や、2 時期の PALSAR-2 画像の後方散乱係数の変化が大きい場合に、実際の伐採地を正しく検知している可能性が高いことがわかっている。

このような特徴を利用することで、個々の伐採地情報が正しい検知結果である可能性を相対的に評価して、信頼性の指標を付与することができる。そうした情報は、伐採検知情報にもとづいた現地確認に際して、優先順位をつける必要がある場合などに有効と考えられる。信頼性は、例えば茨城県では以下の式により算出している。

$$R = 0.017 \cdot \theta - 0.082 \cdot \Delta\gamma^0 + 0.032 \cdot S - 0.617 \quad (2)$$

ここで、 R は信頼性、 θ は局所入射角（°）、 $\Delta\gamma^0$ は 2 時期の PALSAR-2 画像の後方散乱係数の変化量（dB）、 S は検知された伐採地の面積（ha）をあらわす。信頼性は 0 から 1 の間の数値で計算され、値が大きいほど信頼性が高いことを示す。この式は、図 4.2.1 に示した「スクリーニング」および「目視チェック」を実施する前の伐採検知情報に対して、Google Earth などの高解像度の衛星画像を確認することで正誤を判定し、その結果にもとづいて重回帰分析をおこなうことで作成した。

実際に茨城県の森林クラウドに登録する伐採検知情報では、ユーザの利便性のために、連続的な数値ではなく A から D までの 4 段階評価に置き換えて信頼性情報を付与している。図 5.2.1 に示す事例のうち(a)では、検知面積が 38.4ha、後方散乱係数の変化量が-5.7dB と大きい値であったため、信頼性は 1.0、4 段階評価で A と評価された。いっぽう(b)の事例では、面積が 0.41ha、変化量が-3.0dB と小さい値であったため、信頼性は 0.36 で D 評価という低い評価となった。6.3 節に後述する現地確認の結果では、信頼性の高い A および B とされた検知箇所について、すべて

の箇所では実際の伐採が確認されている。このような信頼性情報を付与することで、例えば、すべての検知箇所の現地確認がおこなえない場合でも、確認箇所の優先順位を検討するための参考情報として利用することもできる。

なお、観測条件と信頼性の関係性については地域により異なる可能性があるため、対象地域に応じて信頼性の計算式（式2）を作成することが望ましい。その手順としては、まず、PALSAR-2画像から検知された個々の伐採地に対して正誤を判定したデータセットを作成する。判定には、現地確認がもっとも確実な方法だが労力を要するため、Google Earth の利用や、Sentinel-2、PLANET など光学衛星画像の目視判読により判定する方法が現実的である。次に、そのデータセットから、正誤と観測条件との間の関係式を重回帰分析により作成する。その関係式が、信頼性の計算式となる。

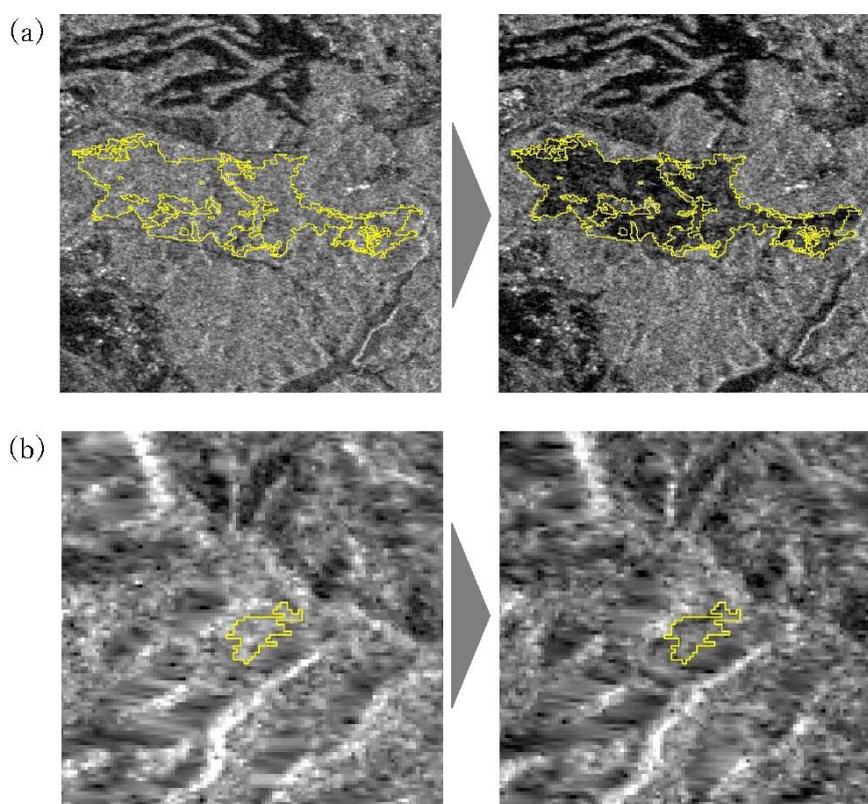


図 5.2.1 信頼性情報の例、(a)信頼性が高い例、(b)信頼性が低い例

6. 行政における利用

6.1 森林クラウドでの利用

6.1.1 茨城県の森林クラウド

茨城県では、平成 29 年度に県内の市町村と共同で茨城森林クラウドシステムを整備し、平成 30 年度から運用を開始している。整備前は県と市町村が伐採情報を共有する手段として、紙媒体が主だったが、情報伝達に多くの時間と労力を費やすこと、図面等の複写と転記を繰り返すため、情報が欠落しやすい等の課題があった。また、近接する箇所では一定期間内に開発行為が行われる場合には、一体性のある開発なのか、林地開発許可制度の対象になるのか、判断する必要がある

が、その確認をするためには過年度の伐採届出やその他の図面を比較するなど、非常に煩雑な作業を要していた。そこで、森林クラウドを導入することにより、伐採届出及び林地開発等の対象箇所の位置情報や時系列などを森林クラウド上で確認が可能となり、森林に関する各種情報を一元的に管理できるようになったことから、情報共有の体制は格段に効率化された。

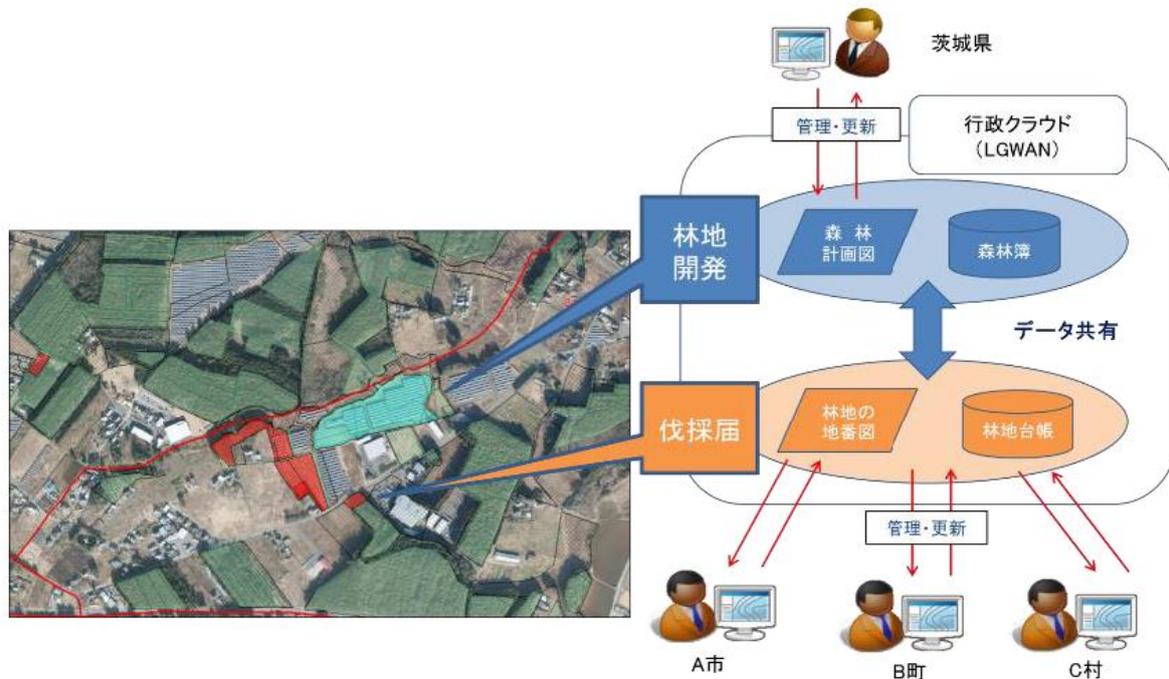


図 6.1.1 森林クラウドの運用状況

6.1.2 森林クラウドでの作業方法

ここでは、伐採検知情報の提供があった際の県及び市町村の作業方法について、茨城県の森林クラウド（図 6.1.2）を例に説明する。

衛星データ処理により作成した伐採検知情報を森林クラウドに登録（対象レイヤの追加）することにより、森林クラウドを通じて各市町村に情報を共有する。市町村は森林クラウド上で提供のあった情報を追加し、既に登録している伐採届等の情報と照らし合わせることで、定期的な監視が可能となり違法性のある伐採地を効率的に把握することができる。その情報を基に、現地調査を実施し、実際の情報を収集することにより、適正な行政指導や森林の管理に活用される。また、林務担当職員が不足している市町村では、伐採地の把握や現場指導の体制も十分でない状況にあるため、業務の効率化及び省力化が図られる。

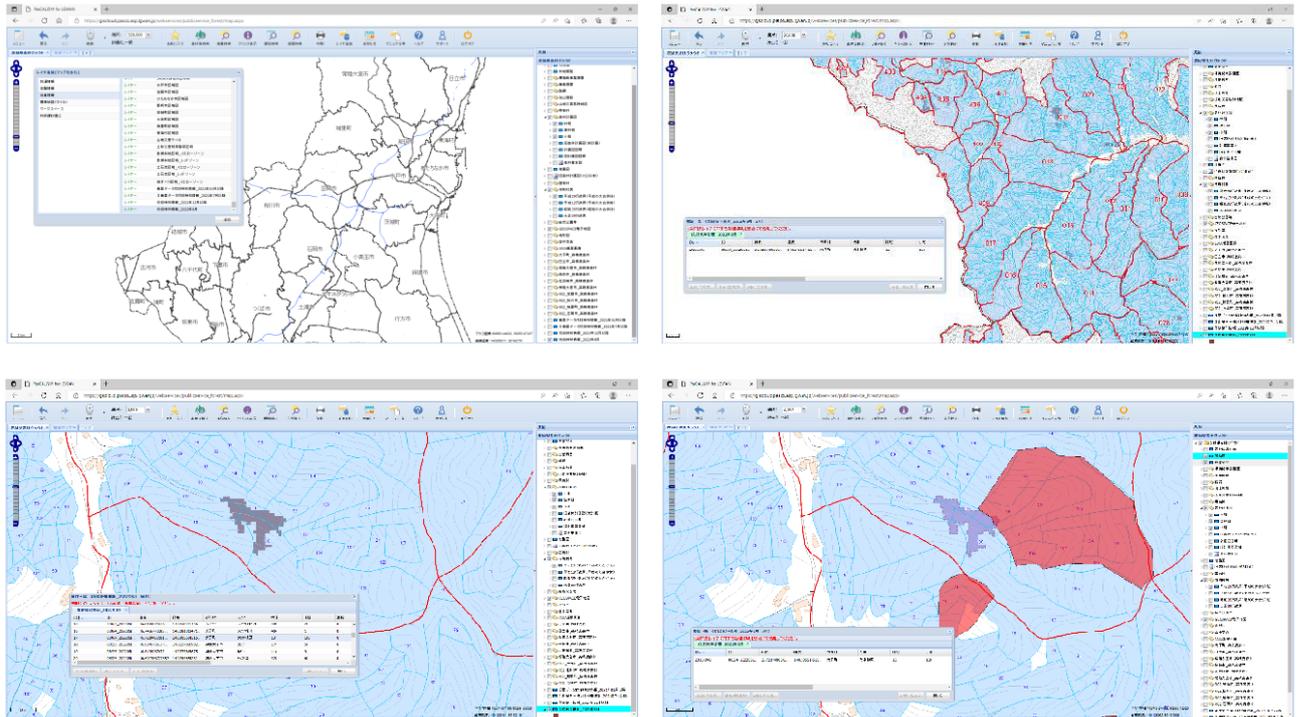


図 6.1.2 森林クラウドを活用した伐採検知情報の確認（茨城県での画面例）

6.2 伐採地の現地確認

6.2.1 現地確認をする理由

伐採地検出は 2 時期の衛星画像の差を利用することで求められる。しかし衛星データにはノイズが含まれるため 2 時期の差が明確でない場合や小面積の場合には誤検出や検出漏れが発生する。検出漏れを少なくするためには、閾値を下げる必要があるため誤検出が増える。このため検出された伐採地は 100%存在するとは限らないため、現地で確認する必要がある。

6.2.2 現地確認方法

ここでは、衛星情報を入手した際にその情報を確認する方法を説明する。

a) 書類調査 申請時の資料、写真、図面

衛星画像からの検知情報は GIS データとして配信される。そこで検知情報を受け取った際には、まず伐採届、許可申請などと突合することである。これらの突合は、森林クラウドを含む GIS ソフトウェアで行うことができる。この際、留意することは、申請書類での位置、面積、伐採時期である。特に、伐採時期については衛星からの情報は衛星画像の取得時期の影響を受け、また申請書類も申請時期と伐採時期が離れている場合があるので注意が必要である。

b) 現地調査

書類による確認を行った結果、伐採地がこれらの書類にない場所にあった場合には現地で確認をする必要がある。検知された伐採地がこれら書類と一致していれば、それは伐採が行われてい

るものと見なせるものの、衛星情報が誤検知している場合もあるので、可能な限り現地での確認を行ったほうがよい。

現地調査は、自動車や徒歩で現地に行き目視で状況を確認し、写真撮影、GNSS を用いた測位を行う。到達が困難な伐採地はドローンの利用が有効である。

c) 聞き取り調査

申請がない伐採地などの場合には、周辺で事業を実施している事業者などへの聞き取りも有効である。

d) その他 通報など

ある場所で伐採が行われているなどの通報があった際に、衛星画像での現地情報と突合する。

6.2.3 現地確認の具体的な手順

ここでは、現地確認の具体的な手順について説明する。

a) 事前準備

① 場所の確認

通常、衛星からの伐採情報は GIS データとして配信されるため、その位置は GIS ソフトウェア上で容易に確認できる。テキストファイル、シェープファイル、geojson など外部フォーマットでデータを受け取った場合には GIS ソフトウェアにインポートする必要がある。伐採情報は、森林計画図と重ね合わせるなどして林班、林小班などの位置と同時に樹種、林齢、所有者などを確認する。ドローンの利用を予定している場合には、ドローンの発着に適した場所を地形図、空中写真、Google mapなどで確認する。

② 図面作成

森林計画図に伐採地情報をプロットしたものを作成する。印刷の際には、通常の図面と同様の縮尺で構わないが、伐採地全体の形状が分かる縮尺で、かつ主要道路から現地までの林道、作業道などが確認可能な縮尺にすると便利である。複数の伐採地を確認する場合にはなるべく一筆書きで回れるように計画を立て、それに合わせた図面を作成する。ドローンの利用を予定している場合にはドローン発着予定地をプロットしておく。

③ 必要書類の準備

ドローンの飛行申請書など必要な書類があれば準備する。また現地で確認する書類（伐採届、林地開発許可など）があれば控えを準備する。

④ 調査票作成（6.2.4 に調査票の例を示す）

調査票に必要なアイテムは、以下の通りである。

検出情報

伐採地 ID、住所（市町村名、字名）、位置（緯度経度、19 座標系での XY 値など）、衛星観測日（期首、期末）、衛星から得られた伐採面積、画像（期首衛星画像、期末衛星画像、国土地理院地図、Google Earth）

行政情報

対象制度：伐採届／経営計画／林地開発／保安林

伐採に係る制度対応状況：計画の提出、実績の報告、伐採の完了日、伐採の種類（皆伐：転用の有無、間伐）

現況確認結果

組織、担当者

確認方法：現地調査、書類調査、聞き取り、その他（ ）

土地利用：現況（伐採方法、再生林の有無など）、過去（伐採前）

現地写真：地上からの写真（可能ならば多方向から）、ドローンからの写真（可能ならば多方向から）

検出結果の評価：合致／非合致／条件付き合致（理由、条件など）

コメント：現地の状況、合致や非合致の状況、事業者の確認、所感など

現況確認結果記入日時：

⑤アクセスの確認

地図上で車道、林道、作業道など検知された伐採地までのアクセスを確認する。特に複数の現地を確認する予定がある場合には効率的良く周れるような計画を立てる。ドローンを利用する予定がある場合には、離発着に利用可能な開けた場所があるか確認する。

⑥ドローン撮影

ドローン撮影の予定がある場合には現地の飛行に関する規制を確認し必要ならば飛行許可などを申請する。また事前に離発着可能な場所を確認するほか、機材についてもアプリやファームウェアのバージョンを確認するなどの準備を行う。

b)実施

①移動手段

自動車を用いた移動が効率的である。このため事前に通行可能な林道などを確認する。複数の現場を確認する際には効率的に回れるルートを計画する。

②ツールを利用して現地確認

基本的には地図上にある検知された伐採地を目視（双眼鏡等を含む）で確認し、写真を可能ならば複数の方向から撮影して記録する。この際 GPS や方位センサ付きのカメラで記録すると整理する際に便利である。

③GNSSによる位置測定

伐採地の区域内において地図上で確認できる場所で GNSS による位置測定を行う。可能ならば外周を歩いてトラックデータを取得するとおおよその形状を地図上にマッピングできる。

④マッピング

伐採地の面積や形状を確認したい場合には測量を行う。③の GNSS で外周を歩く際には伐採地の頂点などにおいて平均化 (Averaging)、RTK (リアルタイムキネマティック)、PPK (後処理キネマティック) など精度の高い GNSS 測量を行えば、コンパス測量を代替することも可能である。伐採地が広域にわたる場合にはドローン撮影が有効である。

⑤ドローン撮影

ドローンを利用することにより調査をより効率的に行うことが可能である。伐採の有無を確認するだけならば手動操作による飛行からの通常撮影で十分である。通常撮影でも複数の方向から撮影することにより地形図を見比べることで地図上に大まかなマッピングを行うことができる。伐採面積や伐採地の形状を確認したい場合には計画飛行を実施し、その写真を SfM 処理してオルソ写真を作成することが有効である。

c)調査結果の解析とまとめ

①現地資料の解析

現地で取得したメモ、写真、ドローン写真、GNSS 測量の結果などは調査票 (現地照会票) にまとめる。調査票にない項目については別紙に整理する。

②GNSS データの後処理 (PPK 測位を行った場合)

PPK 測位等を行った場合には後処理を行い正確な位置を確認する。

③SfM 処理、DSM やオルソ画像作成 (ドローンで計画飛行を行った場合)

ドローンで計画飛行を行った場合には、SfM 処理ソフトウェアを用いて処理を行いオルソ写真などを作成する。必要ならばオルソ写真から伐採地をデジタル化し、GIS データを作成する。

④マップ整理

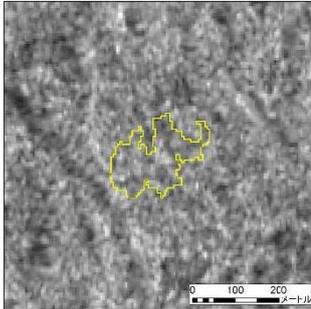
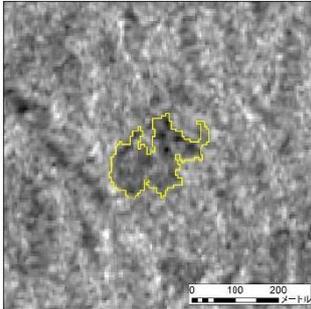
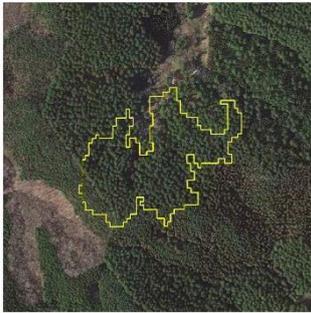
現地で撮影した写真、ドローン写真などから地形図の読図によりプロットが可能な場合には、伐採地を地図上にプロットする。

⑤森林クラウドや GIS へ情報入力

可能であれば森林クラウドや GIS へ調査結果を入力し、情報が共有できる形で整理するのが望ましい。

6.2.4 調査票の例

衛星データを利用した伐採地検出手法の開発 **現況照会票**

検出結果	
伐採地 ID	08212-19-002
市町村名	常陸太田市
字名	
緯度	36°
経度	140°
衛星観測日 1	2018-09-04
衛星観測日 2	2019-07-23
伐採地面積	2.35ha
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>衛星画像 1</p>  <p>0 100 200メートル</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>衛星画像 2</p>  <p>0 100 200メートル</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>国土地理院地図</p>  <p>常陸太田市</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>GoogleEarth</p>  </div> </div>	

行政情報	
対象制度	伐採届 / <input checked="" type="checkbox"/> 経営計画 / 林地開発 / <input checked="" type="checkbox"/> 保安林
伐採に係る 制度対応状況	計画の提出：平成 31 年 2 月 27 日 実績の報告：平成 31 年 2 月 27 日 伐採の完了：－ 伐採の種類： <input checked="" type="checkbox"/> 皆伐 (転用有・ <input type="checkbox"/> 無) / <input type="checkbox"/> 間伐

現況確認結果	
組織・担当者	常陸太田市農政課 XXXXXXXXXX
確認方法	<input checked="" type="checkbox"/> 現地調査 / <input type="checkbox"/> 書類調査 / <input type="checkbox"/> 聞き取り調査 / その他 ()
土地利用	現況：皆伐後、スギ及びヒノキを植栽済み。 過去：ヒノキ林
現地写真	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>伐採跡地の北端からの様子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>伐採跡地の東端からの様子</p> </div> </div>
検出結果の評価	<input checked="" type="checkbox"/> 合致 / <input type="checkbox"/> 非合致 / <input type="checkbox"/> 条件つき合致
コメント	実際の伐採範囲と衛星の検出範囲はほぼ合致していた。 地元森林組合による施業が確認された。
確認結果記載日	2019 年 12 月 12 日

6.2.5 調査結果の事例

地上からの確認



ドローンからの調査結果



6.3 茨城県での利用結果例

茨城県の運用する森林クラウドにおいて、2021年11月より伐採検知情報を定期的に登録することで利用実証を進めている。2022年12月までに、約3ヶ月間隔で5回の情報登録が実施されており、そのうち最初の3回については市町村による利用結果を取りまとめ済みである。ここで、その結果を紹介する。

2021年11月から2022年6月にかけて登録した3回の伐採検知情報は、茨城県全体に分布する594ヶ所がであった。それらについて、茨城県が伐採届などの行政情報と突合したところ、408

ヶ所（68.7%）では行政情報の登録が確認され、186ヶ所（31.3%）では確認されなかった（図 6.3.1a）。確認された行政情報の内訳としては伐採届が大半を占めていたが、林地開発許可なども含まれていた。また、これら 594ヶ所の伐採検知情報のうち 215ヶ所については、市町村職員による現地確認等が実施された。その結果、195ヶ所（90.7%）では実際に伐採が確認された（図 6.3.1b）。ただし、このうち 27ヶ所（12.6%）については、検知情報と実際の伐採地の間に面積の相違や位置のずれなどが見られた。さらに、この現地確認において実際の伐採地と合致したか否かに対して、5.2 節に述べた信頼性情報との関係も確認した（図 6.3.1c）。その結果、信頼性の高い A や B 評価の検知箇所ではすべて実際の伐採地と合致しており、非合致の検知箇所はすべて、信頼性の低い C や D 評価であった。この結果から、現地確認箇所の優先順位をつけるなどの目的で信頼性情報を利用することが、有効であると考えられる。

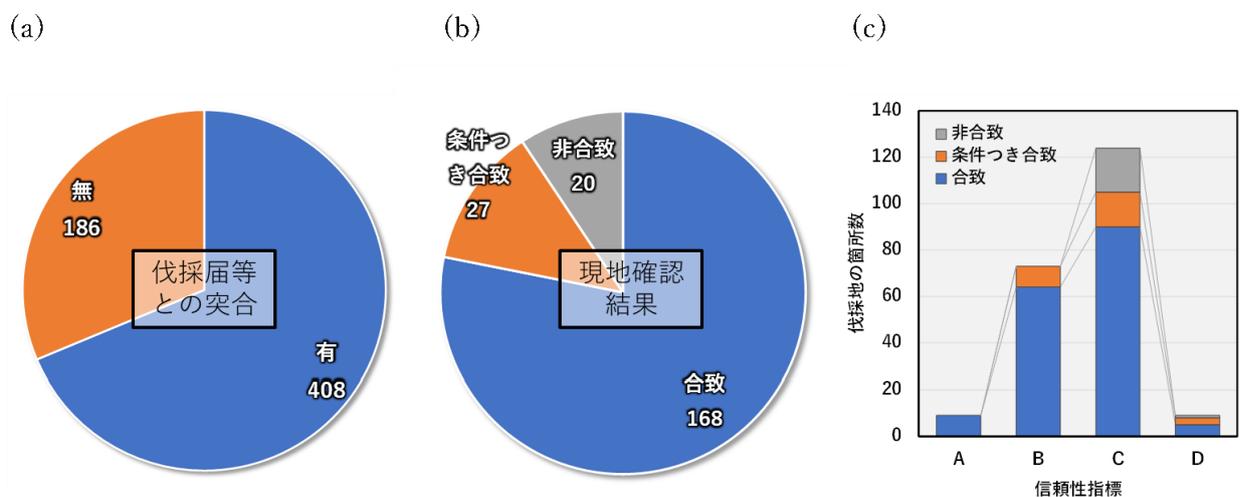


図 6.3.1 伐採検知情報の利用実証結果、(a)行政情報との突合結果、(b)現地確認等の結果、(c)現地確認結果と信頼性情報との関係

その他に、市町村職員へのアンケート調査や個別のヒアリング調査も実施したところ、衛星データを利用した伐採検知情報の有効性について、おおむね肯定的な意見が寄せられた。しかし一方で、伐採検知情報の利用における利便性向上に関する要望も寄せられた。例えば、現状の茨城県森林クラウドは PC 画面での閲覧を前提としており、現地確認に際してタブレットやスマートフォン等の端末で画面を確認できない。こうした端末での閲覧にも対応し、さらに GNSS（GPS 等）と連携することで森林クラウドの地図上で現在地を表示できる機能等への要望があった。また、現地確認の結果を森林クラウド上で登録・管理する機能への要望も寄せられている。伐採検知情報の普及の促進には、こうした利便性の向上が、今後必要となるだろう。

参考文献

- 林真智・田殿武雄・落合治・濱本昂・平山颯太・齋藤英樹・高橋正義・鷹尾元・山野邊隆・松浦和司・福田研介・伊藤拓弥（2021）森林クラウドでの利用に向けた ALOS-2/PALSAR-2 による伐採検知技術の高度化，日本森林学会誌 103 巻 3 号: p. 215-223,

<https://doi.org/10.4005/jjfs.103.215>

山野邊隆・関根直樹（2020）人工衛星データによる伐採地検出と市町村業務への活用の可能性. 森林計画研究会会報 第 478・479 合併号: p. 22-27.

2021
GRASP EARTH
Report for **Forest**

対象エリア：
静岡県浜松市

目次

観測対象エリア・期間	P2
観測結果	P3
よくあるご質問	P7
GRASP EARTH Report ラインナップ	P8

観測対象エリア・期間

期間

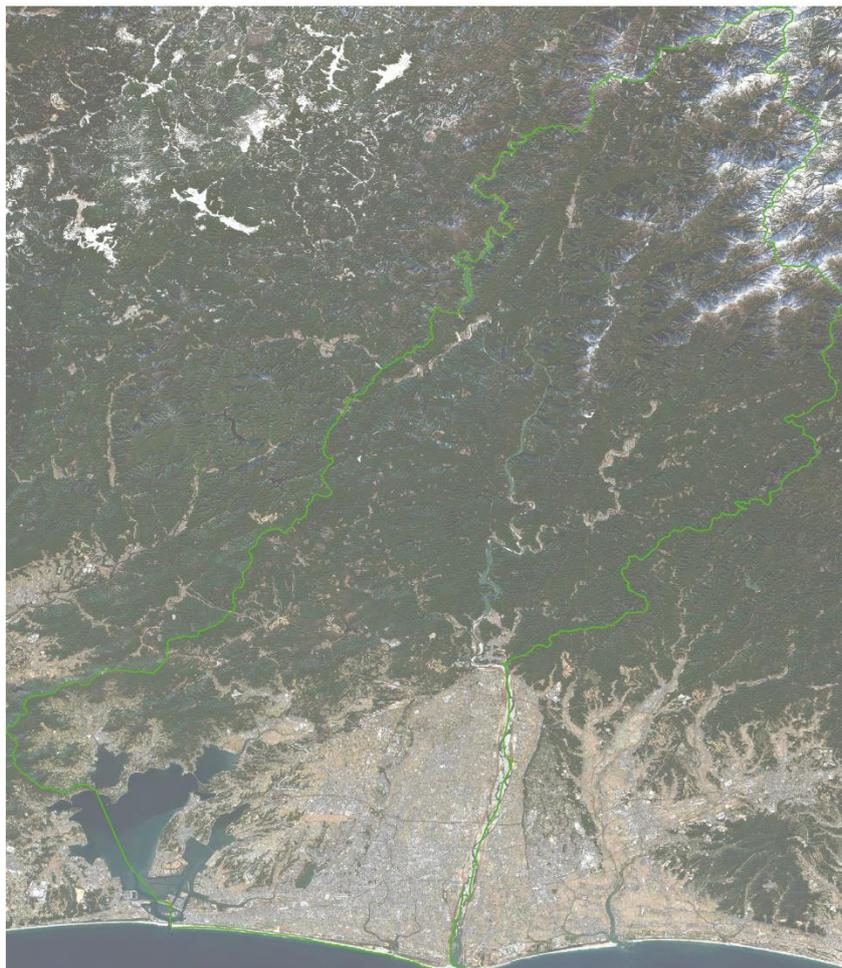
2021年1月～2021年12月

対象エリア

静岡県浜松市全域

留意事項

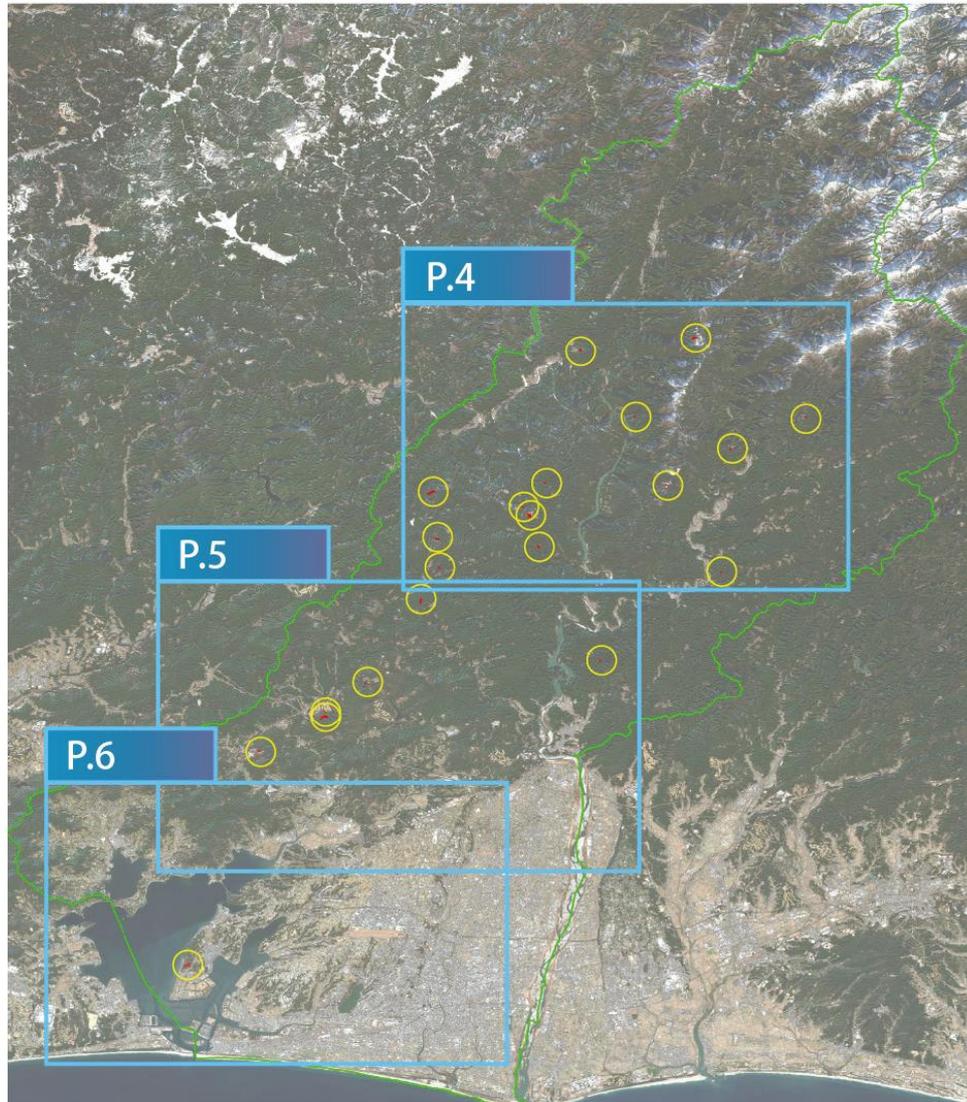
- ・森林伐採面積が1ha以上の箇所のみ抽出しています。
- ・衛星データによる観測結果に関して、現地での調査は行っていません。



背景画像: Copernicus Sentinel data [2022] ©ESA
緑線は浜松市市域

浜松市全体

画像中の赤い領域は、観測された森林伐採箇所を表しています。
黄色い円は、森林伐採箇所の視認性を上げるために描画しています。



背景画像: Copernicus Sentinel data [2022] ©ESA



21箇所

森林伐採箇所
(1ha以上)



1,013 t

炭素換算量(年間)

※36～40年生の人工林と仮定
(https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/ondanka/20141113_topics2_2.html)



45.30 ha

森林伐採面積

浜松市天竜区周辺

画像中の赤い領域は、観測された森林伐採箇所を表しています。



背景画像: Copernicus Sentinel data [2022] ©ESA

ID	緯度、経度	森林伐採面積(ha)	炭素換算量 (ton/年)	ID	緯度、経度	森林伐採面積(ha)	炭素吸収量 (ton/年)
1	(35.019, 137.805)	1.087	24.3	5	(34.995, 137.805)	1.087	24.3
2	(35.005, 137.792)	1.422	31.8	6	(35.005, 137.792)	1.422	31.8
3	(35.000, 137.796)	4.143	92.7	7	(35.000, 137.796)	4.143	92.7
4	(34.981, 137.801)	2.125	47.5	8	(34.981, 137.801)	2.125	47.5
レポート購入時に閲覧可能				9	(34.981, 137.801)	2.125	47.5
5	(34.995, 137.805)	1.087	24.3	10	(34.995, 137.805)	1.087	24.3
6	(35.005, 137.792)	1.422	31.8	11	(35.005, 137.792)	1.422	31.8
7	(35.000, 137.796)	4.143	92.7	12	(35.000, 137.796)	4.143	92.7
8	(34.981, 137.801)	2.125	47.5	13	(34.981, 137.801)	2.125	47.5

浜松市北区周辺

画像中の赤い領域は、観測された森林伐採箇所を表しています。



背景画像: Copernicus Sentinel data [2022] ©ESA

ID	緯度、経度	森林伐採面積 (ha)	炭素吸収量 (ton/年)
17	(34.883, 137.674)	1.023	22.9
16	(34.879, 137.674)	5.197	116.2
18	(34.900, 137.699)	1.178	26.3
15	(34.859, 137.636)	1.195	26.7
レポート購入時に閲覧可能			

ID	緯度、経度	森林伐採面積 (ha)	炭素吸収量 (ton/年)
14	(34.883, 137.674)	1.023	22.9
13	(34.879, 137.674)	5.197	116.2
12	(34.900, 137.699)	1.178	26.3
11	(34.859, 137.636)	1.195	26.7
10	(34.883, 137.674)	1.023	22.9
9	(34.879, 137.674)	5.197	116.2
8	(34.900, 137.699)	1.178	26.3
7	(34.859, 137.636)	1.195	26.7

浜松市西区周辺

画像中の赤い領域は、観測された森林伐採箇所を表しています。



レポート購入時に
全エリア閲覧可能

背景画像: Copernicus Sentinel data [2022] ©ESA

ID	緯度、経度	森林伐採面積(ha)	炭素吸収量 (ton/年)
1	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
レポート購入時に閲覧可能			

ID	緯度、経度	森林伐採面積(ha)	炭素吸収量 (ton/年)
2	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
3	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
4	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
5	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
6	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
7	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
8	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
9	(34.732, 137.593)	3.042	68.0
10	(34.732, 137.593)	3.042	68.0

よくあるご質問

Q1 レポートは年単位で提供される のですか？

年間レポートとして提供することも可能ですし、四半期ごと、直近5年間など、お客様のニーズに合わせてレポートをご提供することが可能となっております。

Q3 レポートの購読はいくらかかりますか？

1レポートあたり18万円でご提供いたします(対象エリアは1,500km²未満)。面積1,500km²を超過する場合や、レポート内容のカスタマイズに関しては別途お見積りいたします。

Q5 最新で何日前のデータを入手 することができますか？

最短で2日前に撮影されたデータを使用した解析が可能です。
※天候や衛星運用により影響を受ける場合がございます。

Q2 海外での森林伐採の進行状況も 見ることができますか？

はい、日本に限らず、世界中あらゆる地点に関してレポートをご提供いたします。

Q4 レポートの内容を二次利用・転載 しても問題ありませんか？

画像に関しては、画像ソースのクレジットを明記の上、「powered by Ridge-i」と記載することで二次利用可能です。

詳しくはWebフォームまたはメールにてお問い合わせください。

Webフォーム : DeepSpaceお問合せ
メール : contact@ridge-i.com

GRASP EARTH Report ラインナップ

森林伐採状況だけでなく様々な業界にお役立ちいただけるレポートを取り揃えております。衛星データから観測できる様々な地表面の変化をレポート形式にて提供可能です。



都市開発状況観測レポート

道路や工場、住宅などの新規建設時期、場所、件数を把握することができます。



浸水被害地域特定レポート

浸水被害状況の査定や保険金支払い業務の効率化を支援することができます。



農作物生育状況レポート

作物の生育状況を可視化し、各耕作地での収穫量を予測することができます。



地盤沈下リスクレポート

地盤の隆起、沈下状況を可視化し、地盤変動リスクを把握することができます。



伐採造林届出の効率的運用に向けた各種伐採把握システム利用の手引

令和5年3月

業務受託：一般社団法人日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地 TEL：03-3261-5281（代表）