

# 大規模公有林を対象とした衛星データ利用森林GISの開発

信州大学農学部AFC\* 助教授 加藤正人

## 1 はじめに

本研究はシステム開発と現場への適用・普及である。約61万haを管理する大規模公有林である北海道有林を対象に、衛星データを利用した森林GISの開発に取り組み、全ての道有林管理センターにシステムを導入した。

北海道の森林管理分野における衛星データの取り組みは、1980年代からLANDSATデータを用いて伐採跡地などの林地開発箇所抽出について実施されてきた。しかし、当時は地上解像力が30mと低く、価格も1シーン約50万円と高価であることから業務への活用はできなかった。一方、森林GISは地図と森林調査簿をコンピュータ上で一体管理するシステムであり、GIS導入と維持にかかる費用は極めて高価になるものの効率的な森林管理が期待できることから、現在一部の県で民有林の森林計画業務に用いられている。

筆者らは1990年から、森林GISのデータベース作成と森林管理への応用、衛星データとGISとの統合、パソコン版GISの出先機関への運用などを提示し、北海道行政における運用を働きかけてきた。しかし、北海道の民有林面積が237万haと他県と比べて大きいことや遠距離にある出先機関の数が多いため莫大な導入経費と運用体制が必要であり、導入の障害となっていた。最近になって、コンピュータの性能向上により、安価なパソコンをベースにしたGISやリモートセンシングのソフトが市販され、出先機関で出力や修正が容易になったことから、導入できる状況になってきた。

こうした背景から、面積が約61万haと一般民有林に比べて小さく、管理が北海道庁内にある道有林管理室と、出先の13の道有林管理センターと4林務署で系統的に管理している道有林を対象にすれば、研究機関で蓄えてきたノウハウと入力機材を利用して、特別な財政措置を行わなくても、北海道有林の資源管理に地図情報の整備と出先機関へ衛星画像を付加した森林GISが導入できるとの結論に達し、平成8年度から取り組みを開始した。

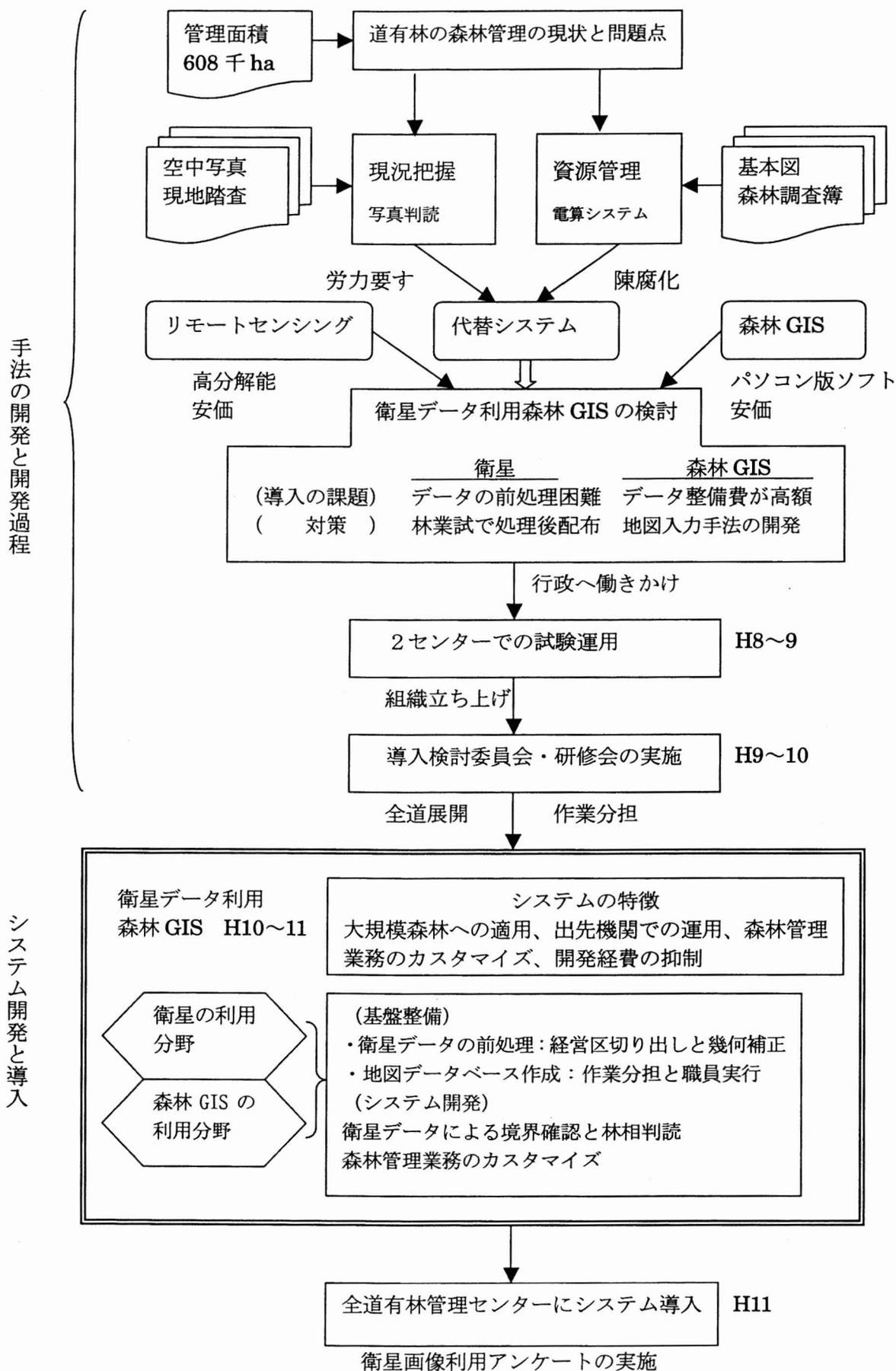
本研究の目的は、衛星データを利用した森林GISを大規模公有林である道有林の森林管理業務に、導入・支援するためのシステム開発である。システムの特徴は大規模森林への適用、出先機関の道有林管理センターでの運用、衛星データ付加による境界確認と林相判読への利用、森林管理業務のカスタマイズ、開発経費の抑制にある。平成11年度末に全ての道有林管理センターに衛星データ利用森林GISが導入されたことは、今後、国有林や他の都府県、市町村有林、大学演習林など経費節減の中でGIS化に取り組もうとしている関係機関の参考になると考える。

## 2 システム開発の経緯と導入

システム開発の経緯と設計から導入までのフローを図1に示す。道有林の森林管理の現状を明らかにした上で、森林現況の把握と資源管理システムの問題点を解決する代替システムとして、衛星データ利用森林GISの導入を考えた。現場導入に際してはまとまりのある経営区ごとに段階的に進めることとし、先行的に岩見沢と旭川の2センターに森林GISを試験運用した。

この成果をもとにして、本庁の道有林管理室に働きかけて、全道展開を行うための道有林GIS導入検討委員会が立ち上がり、森林GISが必要なものとして位置づけられた。また、システムの操作研修会を出先の道有林管理センターで実施した。

\*アルプス圏フィールド科学教育研究センター



図一 1 システム開発の経緯と設計・導入のフロー

導入の最大の障害であった 1130 枚の基本図の地図データ整備については、林業試験場でスキャナーによる効率的な入力方法を開発し、労力は職員実行による作業分担の仕組みをつくることで対応可能となった。地図入力役割と作業分担は、道有林管理室からの指示で現場の道有林管理センターが林班と小班区画の地図トレース、修正・編集を行い、林業試験場では機材と場所と手法を提供した。また、各センターの職員が林業試験場でGIS操作の研修を兼ねて入力作業を行った。こうしてGISの基盤が出来上がったことから、平成11年度に全ての道有林管理センターにシステムが導入された。

### 3 衛星データ利用森林GISの開発

衛星データの基盤整備に関して、平成9年度から宇宙開発事業団の衛星リモートセンシング推進委員会より最新の衛星画像の提供を受け、林業試験場で画像の幾何補正と座標合わせの処理と分類画像を作成し、道有林管理室と岩見沢道有林管理センターに提供した。2センターの職員から衛星データと森林GISの利用分野について聞き取り、GISの基本的機能で対応できない森林管理業務のカスタマイズに、平成9年度から取り組んだ(表-1)。これらの機能はGIS操作がより身近になること、来客者や住民に対して林分内容を分かりやすく説明する場合に有効であった(図-2)。

衛星データによる境界確認と林相判読について一例を紹介する。図-3はIRS衛星のPAN画像と林班界と小班界とを重ね合わせた画像である。隣地との境界や林道周辺の林況を判読することができる。また、PANとLISSとを組み合わせて林相判読用の6mの合成カラー画像を作成することができ、トドマツが緑、広葉樹が赤で表示され、容易に造林地の現況判別することができる。システムが出来上がったことから、衛星データの追加・更新も可能である。平成12年には空中写真並みの1mの高分解能IKONOSデータ利用も可能になったことから、現況確認としてのオルソ画像利用の場はさらに広がると考える。

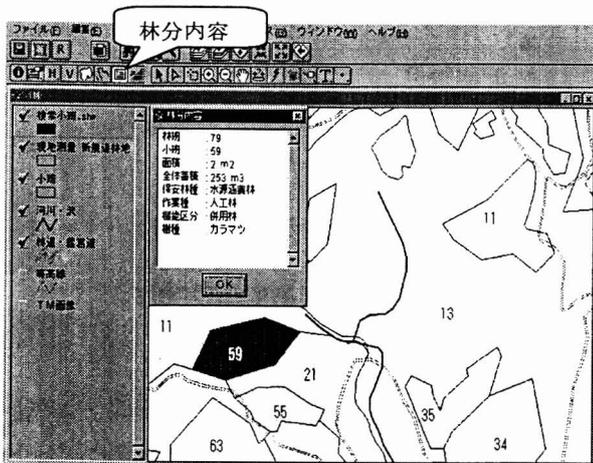
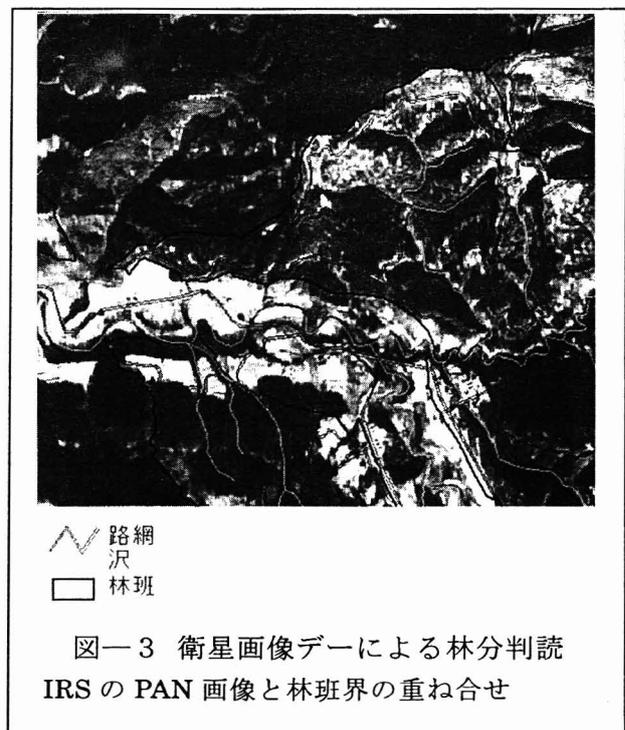


図-2 林分内容表示アイコン  
一般住民に対して林分内容をコード番号ではなく日本語で表示する



表—1 衛星データ利用森林GISの開発

開発したアイコン	開発年度	目的
森林管理業務のカスタマイズ		
不必要なアイコンの整理	H9	導入時の操作簡略
林班検索、林道検索	H9	切り図対応で時間短縮
人工林の成績区分の表示	H10	人工林のチェックと確認
現地実測図の作図	H10	作図の工程省略
2地点の横断面図	H10	地形・傾斜判読、
小班の林分内容表示	H10	外部来庁者への説明
衛星画像の表示		
IRS: PANオルソ画像	H9~10	境界確認
SPOT: HRV、IRS: LISSカラー画像	H11~	林相判読

表—2 衛星画像利用アンケート結果

質問事項	回答・意見等
1. 画像を見た印象 空中写真との比較	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 6 m解像度のIRS/PANは空中写真と比べると画像が不鮮明</li> <li>・ 人工林と天然林の区分はできるが、人工林の成績判定は困難</li> <li>・ ディスプレイでは、利用縮尺は1/15,000ぐらいが限度</li> <li>・ 空中写真と衛星画像の使用目的はそれぞれ異なる</li> <li>・ GISの林小班区画と衛星画像との間にズレがある</li> </ul>
2. 使っている分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地検討会や利活用行事での資料</li> <li>・ 林道や経営道の正確な位置の把握</li> <li>・ 管内概要等のパンフレットやホームページに活用</li> </ul>
3. 道有林の森林管理に 使えそうな分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 経営区全体を見ることで、地形の様子と人工林の配置状況を把握</li> <li>・ 沢の状況、土場、集材路等の位置の把握と路網等の配置設計</li> <li>・ 画像がもっと鮮明なら、層化区分、裸地の発見に使用可能</li> <li>・ 災害発生時（気象害等）の位置・規模の把握</li> <li>・ 最新画像と過去画像との比較（林分の変化抽出）</li> <li>・ 冬と夏の画像データを重ねれば、天然林のNL比の計算</li> <li>・ マクロ的な指標を求めるような分野</li> </ul>
4. 問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 画像が空中写真ほど鮮明でない</li> <li>・ 画像容量が大きいので、表示に時間がかかりプリンタ出力が困難 例えば市町村単位などに分割するなどの検討が必要</li> <li>・ 衛星画像自体に付加情報（二酸化炭素の吸収度など）が無い限り、応用可能な分野が少ない</li> </ul>
5. 要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 空中写真と同レベルの鮮明度にしてほしい</li> <li>・ オルソフォトのデータ整備を進めて、GISと重ねてほしい</li> <li>・ 現在、センターのオルソは80年代撮影の人工林の周辺部のみしかなく、センター全域をカバーしてほしい。</li> </ul>

#### 4 システム導入の評価

本システムの評価を行うため、導入後の利用アンケートを実施し、考察する。

##### 1) 衛星画像利用アンケート

導入後のシステム評価の一環として、各道有林管理センターに提供した衛星画像の森林管理の利用分野に関して、空中写真と比較して見た画像の印象、道有林の森林管理に使えるような分野、問題点、要望についての衛星画像利用アンケートを平成13年度に道有林管理室を通じて実施した(表-2)。

6m解像度のIRS画像を見た印象では、空中写真より鮮明度に欠け、利用縮尺は15千分の1くらいが限度との回答であった。システム作成当初に岩見沢と旭川の道有林管理センターで実施した利用ニーズより、運用してみると実用面では厳しい回答であった。

使っている分野として、管内概要等のパンフレットやホームページへの活用、現地検討会や利活用行事での資料や林道の正確な位置の把握など、広域をビジュアルに画像表現できる利点を生かしている。

森林管理に使えるような分野として、経営区全体の地形判読、沢、路網、人工林と天然林の配置状況の把握、2時期の画像データによる変化箇所抽出では冬期に落葉する広葉樹と針葉樹のNL比について回答があった。

問題点として、空中写真より鮮明度が劣ること、画像容量が大きいことによる表示時間や印刷の困難性がある。出先に整備されたノートパソコンの能力にも関係するが、表示した成果物の保存の仕方や容量を小さくした画像データ(jpg画像)として提供・支援する必要がある。

要望として、空中写真並みの解像度の優れた衛星画像の利用ニーズが高い。衛星画像はデジタルのマクロな現況把握技術であり、技術革新が進んだとはいえ、詳細な現況把握という点では提供した衛星画像の解像度は空中写真判読より劣る。このため、見慣れている空中写真をオルソ画像化して、森林GISと重ねて利用したいという要望が多かった。平成12年には空中写真並みの1mの高分解能IKONOSデータ利用も可能になり、13年度も複数の高分解能衛星の打ち上げが予定されていることから、緊急性のある災害の被害把握や森林GISと組み合わせた人工林の成績区分と境界確認などへの利用が促進されると考える。今後も、これら問題点や要望に対して画像の提供と現場へのサポートを行うことが、システムの向上と衛星画像の実用化につながると考える。

##### 2) システム導入への評価

一般に、GISシステムの導入・運用に関しては、1)システムの設計・開発・カスタマイズ、2)導入費用、3)人材育成、4)データの更新、以上の4点が大きな問題となる。システム設計・開発に関してはメーカーと行政の間にイメージのギャップがある。道有林システムでは、GISと森林管理の実務に詳しい林業試験場がこれを埋めるように開発を主導し、2センターへの試験導入、職員への聞き取り調査を行い、実務での必要事項を明らかにしつつ、GISのカスタマイズを行った。

導入費用は最も経費のかかるデータ入力に関して、林業試験場で入力手法を開発した。さらに、道有林管理室と道有林管理センター、林業試験場が連携して地図情報の整備を、職員実行と臨時職員2名分の賃金で行えた。ソフトの導入は基本のGISソフトの購入費用のみであったことから、導入費用全体としては委託発注と比較した場合の約10分の1であった。出先機関が多く、面積の大きい北海道有林で特別な予算措置を行わずに導入できたことから、本論の手法は県有林や市町村有林、大学演習林への導入に応用できると考える。

3番目に人材育成に関して、データ整備に各センターの職員が関わったことにより、GISの操作に習熟した職員が多く育った。これにより、GISの「利用者の育成に時間がかかり、利用者が限られてしまっている」という状態を回避でき、GISを活用できる人材を育成できたと考える。

4番目に、データの更新について、外部に作業を委託する場合には、継続的に費用が発生するこ

とになり、導入したシステムの運用と維持の面から大きな問題になる。道有林システムの場合は、GISデータ入力で人材育成しつつ大きな予算措置を伴わずに導入したことから、今後システムの運用が更新作業を含めて行われれば、大きな費用を必要とせずにデータ更新もできる可能性が開けてきた。また、システム開発からデータ更新に関して地元研究機関の参画が必要である。GISの開発・導入・更新は運用段階で行政担当者と委託会社だけの結びつきで動く場合が多い。熊本県林務水産地図情報システムと東海大学との連携のように地元の大学や、県の森林技術センターが設計段階から参画することで、技術レベルが下がらずに、研修講師や運用していく中で、出てくる課題への対応など技術的支援が可能である。

以上、研究機関が主導でシステム開発を行ったことにより、GISの開発と運用で発生する多くの問題を解決し、実務に耐えるシステムができたと考える。

## 5 おわりに

本研究はシステム開発と現場への適用・普及である。61万haを管理する道有林を対象に衛星データを利用した森林GISの開発に取り組み、全ての道有林管理センターにシステムを導入することができた。また、開発したシステムを道有林技術者に対し、操作研修を実施して利用ニーズを聞き取り、職員実行による地図情報の整備とシステム開発を行ったことから極めて安価にシステムを現場に導入することができた。データ整備に各センターの職員が関わったため、GISの操作に習熟した職員が育ったことは今後の運用を進めていく上で大きな副産物である。何より、デジタル情報化時代を迎える中で、出先機関に最先端の森林管理の道具が整備されたことは、若手職員の士気高揚につながったと考える。これらの成果を踏まえ、平成12年度からは北海道の一般民有林176万haの資源管理を担当する森林計画課と連携して、林業指導事務所用のパソコン版森林GISを既存の宗谷支庁と上川支庁北部に加え、全道に展開した。

本研究の開発と実用化を進めるにあたり、道有林管理室照査係と各道有林管理センターの職員にご協力を仰ぎ、衛星画像の提供で宇宙開発事業団の衛星リモートセンシング推進委員会から支援を受けた。この場を借りて厚くお礼申し上げる。

## <引用文献>

- (1) 北海道水産林務部道有林管理室経営管理課(1999)道有林地図情報システムの構想について。道有林技術情報 26:14~25.
- (2) 加藤正人(1990)衛星リモートセンシングとGISの統合に基づく森林管理。リモセン誌 10(3):109~117.
- (3) 加藤正人(1993)衛星リモートセンシングとGISの組み合わせ技術によるトドマツ小班データベースへの適用。日林誌 75(2):154~158.
- (4) 加藤正人(2001)IRSデータによる森林現況の把握。日林誌 83(3):211~219.
- (5) 加藤正人(2001)衛星データの実利用を目指した西興部森林火災のモニタリング。リモセン誌 21(4):377~387.
- (6) 加藤正人・対馬俊之(2002)大規模公有林を対象とした衛星データ利用森林GISの開発。日林誌 84(4):231~238.
- (7) 木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原哲(1998)森林GIS入門—これからの森林管理のために—。100pp, 日本林業技術協会, 東京