

# 森林・生態系の保全を支援する 衛星画像ソリューション

Satellite Imagery Solutions for Monitoring of Forest and Ecosystems

齊藤 甲次郎  
Saito Kojiro

坂口 英志  
Sakaguchi Hideyuki

近年、地球規模の気候変動を抑制するための森林保全や、生物多様性の損失を防ぐための生態系保全の活動が世界レベルで行われている。こうした保全活動を定量的に評価するためには、過去からの時系列的なデータが存在する衛星画像の解析によるモニタリングが有効である。

日立グループは、森林・生態系保全のため、画像の収集から処理、解析に至るまでの一貫した衛星画像解析ソリューションと、モニタリングシステムを提供している。

## 1. はじめに

地球規模の気候変動や生物多様性の危機に対応するため、気候変動枠組条約（気候変動に関する国際連合枠組条約）や生物多様性条約（生物の多様性に関する条約）の締約国会議（COP：Conference of the Parties）を中心に議論と対策が進められている。日立グループは、森林保全や生態系保全のモニタリングのための衛星画像ソリューションに取り組んでおり<sup>1)</sup>、衛星画像解析ソリューション（衛星画像のデータ販売とデータ解析サービス）とモニタリングシステムの提供を推進している。

ここでは、日立グループが取り組んでいる森林保全や生態系保全の活動の評価のための衛星画像ソリューションについて述べる。

## 2. 森林保全の評価のための衛星画像ソリューション

### 2.1 REDD+の手順

気候変動を抑制するための森林保全活動として、途上国で取り組まれているREDD+（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries plus：途上国での森林減少・劣化に由来する排出の削減と、森林炭素ストックの保全および持続可能な森林経営ならびに森林炭素ストックの向上）では、森林の保

全による炭素蓄積量の増加をクレジット化する概念が取り入れられつつある。REDD+では、気候変動枠組条約での取り組みと、自主的な取り組みが並行して進められている。現在は自主的なREDD+の取り組みが先行している状況にあり、中でも自主的規格の一つであるVCS（Verified Carbon Standard）が国際連合のREDD+の方法の検討に影響を与えている。以下に、VCSによるREDD+の大きな手順を述べる。

まず、過去からの森林状況を調べて炭素蓄積量を推定する。それを外挿することによってベースライン（REDD+プロジェクトを行わない場合の炭素蓄積量想定値）を描く。REDD+プロジェクトが開始されると、森林減少・劣化の抑制などによって森林から排出されるCO<sub>2</sub>が減少し、森林全体での炭素蓄積量が増加する（図1参照）。炭素蓄積量の実際の算定値とベースラインでの想定値との差分がVCSの認証機関に認証され、炭素クレジットが発行される。

REDD+プロジェクト事業者はクレジットを市場で取り引きすることで収入を得ることができ、これを資金とし

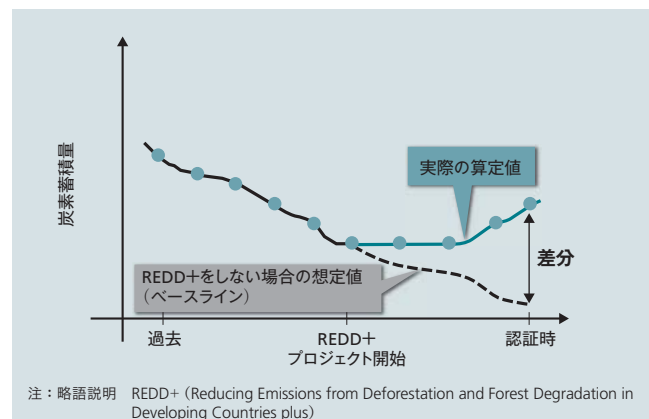


図1 | 炭素蓄積量の増加

REDD+を行うことにより、炭素蓄積量がベースラインでの予想値より増加する。その差分を算定して認証されるとクレジットが発行される。

て、プロジェクトにおける森林管理や認証、モニタリングにかかる費用を拠出する。

## 2.2 REDD+での衛星画像利用

2009年のCOP15の決議で、REDD+のモニタリングはリモートセンシングと現地調査を組み合わせる行うことが有効であると明文化された<sup>2)</sup>。VCSのREDD+のモニタリングでも同様に、リモートセンシングと現地調査が組み合わせられている。そのモニタリング手順の一例を図2に示す。VCSでのREDD+のモニタリングでは、方法論に基づき、ベースラインの策定とREDD+プロジェクトによる炭素蓄積量の増加量の評価という二つの目的のために衛星画像が利用される。

### 2.2.1 ベースラインの策定

VCSのREDD+の方法論では、ベースライン策定のためにリモートセンシングデータを用いることが規定されており、方法論の中には衛星画像の空間分解能や観測頻度などが細かく規定されているものもある<sup>3)</sup>。ベースライン策定の手順の一例を図2(a)に示す。

### 2.2.2 炭素蓄積量の増加量の評価

REDD+のプロジェクト開始以降は、森林保全の実施に

よる炭素蓄積量の増加量を定期的に評価する〔図2(b)参照〕。ベースライン策定の手順と同じように、衛星画像と現地調査を組み合わせるプロジェクト領域のバイオマス総量を算定し、炭素蓄積量の変化を算出する。

VCSのREDD+のモニタリング方法や、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル) のガイドライン<sup>4)</sup>などを踏まえた、日立グループが考える森林保全モニタリングのための衛星画像解析ソリューションを図3に示す。

#### (1) 衛星画像取得計画

REDD+のプロジェクト対象地域において、ベースラインとして想定した期間の衛星画像(主に中分解能衛星画像)のアーカイブが存在するかを調べ、直近の衛星画像の有無に応じて新規撮像が必要かを判断する。

#### (2) 画像収集

アーカイブあるいは新規撮像画像を取得する。

#### (3) 画像処理

(2)で得た画像に対してセンサー固有のひずみなどの補正や大気補正、オルソ(正射影)補正などの処理を行う。森林の時系列的な変化を調べるため、過去からの画像どうしの位置合わせも行う。

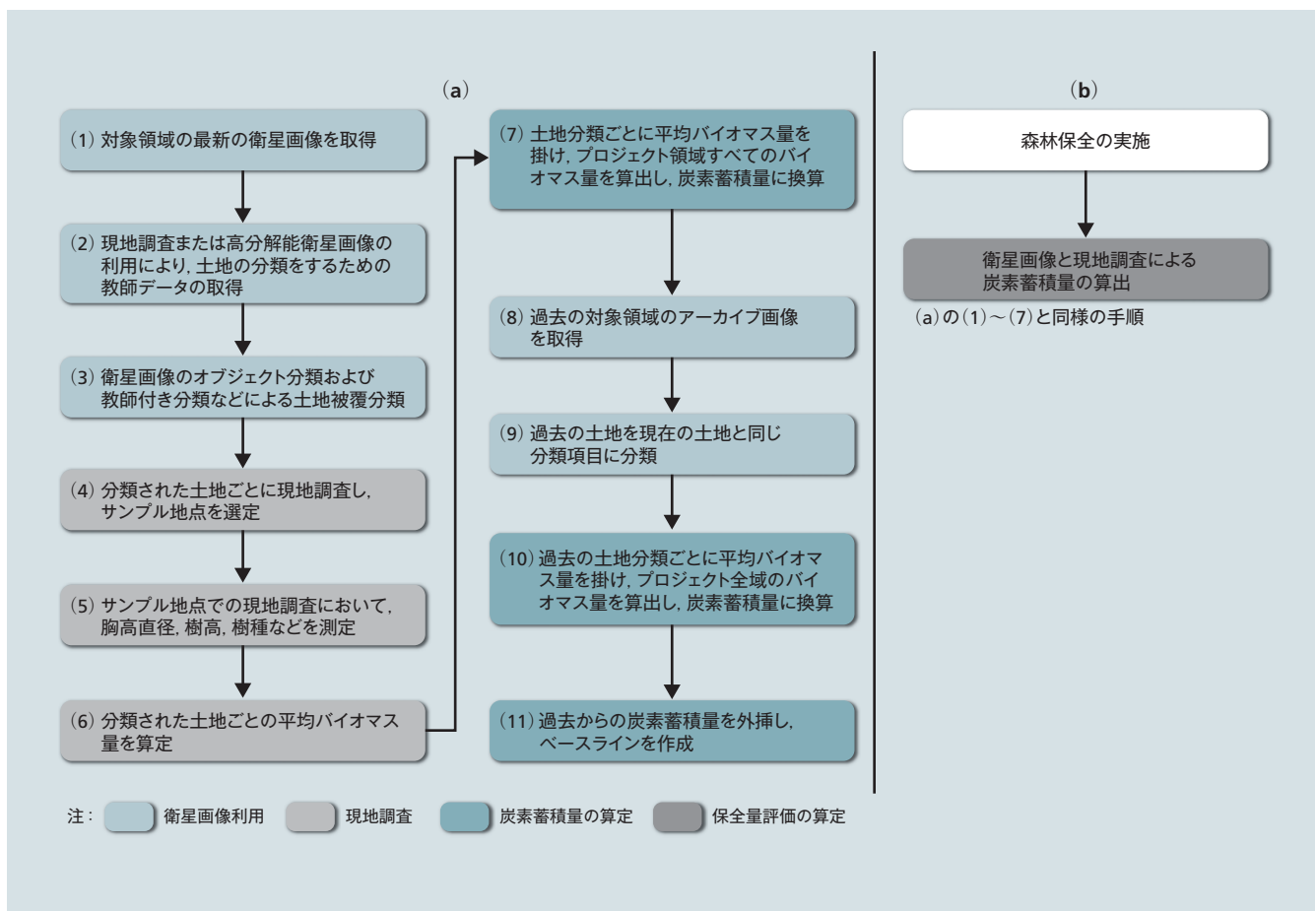


図2 | REDD+のモニタリングの手順の一例

ベースライン策定のためのモニタリングの手順を(a)に、炭素蓄積量の増加量評価のためのモニタリング手順を(b)にそれぞれ示す。

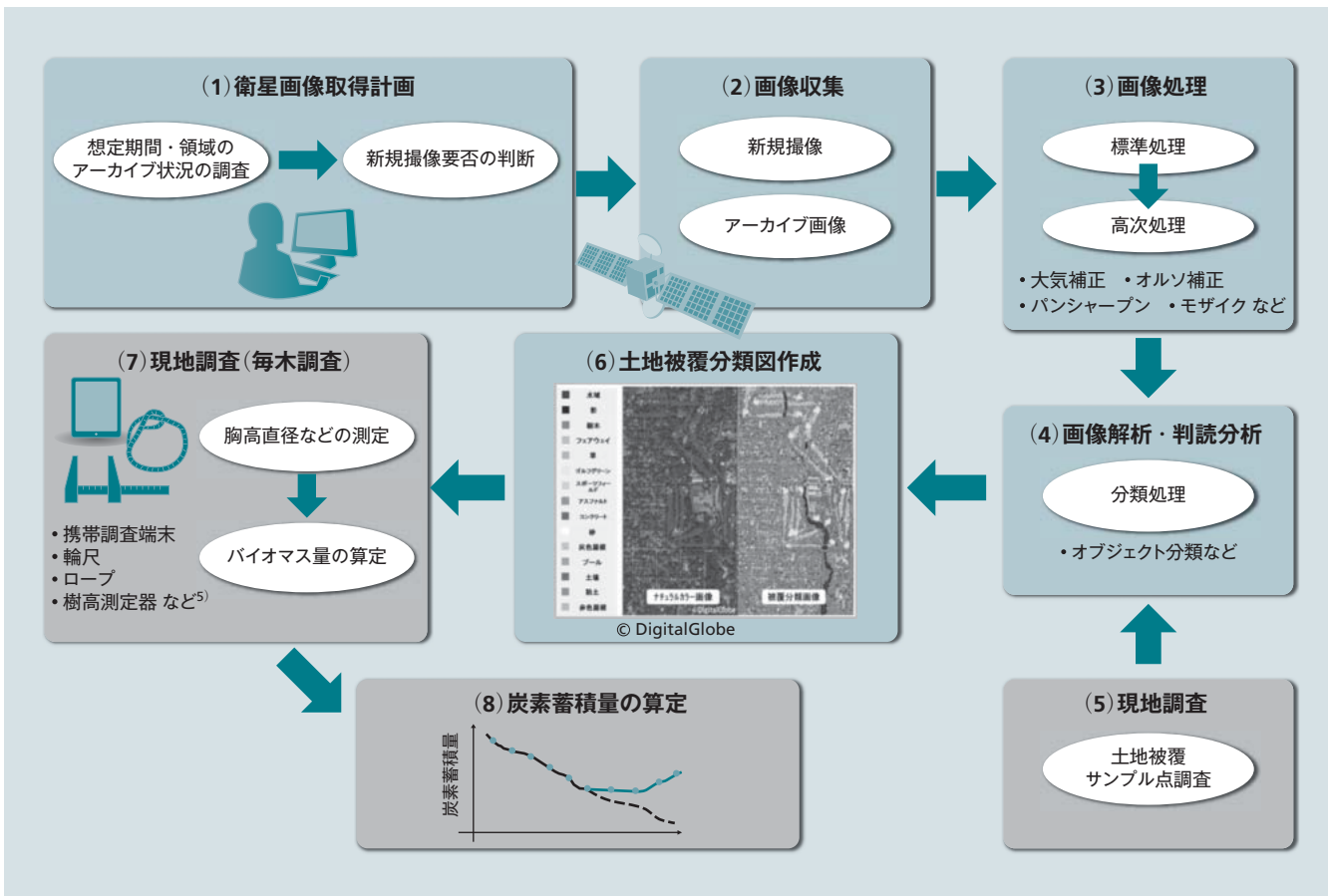


図3 | 森林保全のモニタリングでの衛星画像解析ソリューション

衛星画像（青色）と現地調査（灰色）を組み合わせ、炭素蓄積量の変化を算定する。日立グループの衛星画像システムの豊富な知見を生かし、森林保全モニタリングに貢献する。

#### (4) 画像解析・判読分析

画像にオブジェクト分類や教師付き分類などを施し、土地被覆状況を分類する。

#### (5) 現地調査

必要に応じて現地で土地被覆分類の精度検証や補正を行う。

#### (6) 土地被覆分類図作成

(4) と (5) の結果を合わせ、対象領域の土地被覆分類図を作成する。

#### (7) 現地調査（毎木調査）

現地でのサンプル点調査により、樹木の樹高や胸高直径データなどを得る。

#### (8) 炭素蓄積量の算定

(6) と (7) の結果を組み合わせ、樹木に蓄積されたバイオマス量を求め、炭素蓄積量の算定を行う。

以上の衛星画像ソリューションをシステムとして表したイメージを図4に示す。国の営林署などが所有する現地調査情報を中央センターのデータサーバに格納しておき、衛星画像プロバイダーから入手した衛星画像（主に RapidEye や DMC, SPOT などの中分解能衛星画像）と組み合わせ、森林図の作成や炭素蓄積量の算定を行う。日立グループが

培ってきた衛星画像利用システムの実績と知見を生かし、同図のような森林モニタリングシステムを構築することで、途上国の森林保全の評価を支援できる。

### 3. 生態系保全の評価のための衛星画像ソリューション

生物多様性条約のCOPで議論と検討が進められ、生物多様性を守るための生態系保全の取り組みが世界中で行われている。生物多様性にとって重要な生態系の一つである森林に加えて、サンゴ礁や藻場などの海洋生態系も多くの生物が暮らす重要な生態系である。こうした生態系のモニタリングにも、衛星画像を含めたりリモートセンシングデータの利用は有効であり<sup>6)</sup>、生物多様性の評価に寄与できる。

生態系保全のモニタリングのための衛星画像ソリューションは、森林保全のモニタリングと同様なものを想定しており、生態系保全においても衛星画像を効果的に活用できる。日立グループがアジア圏でのデータ販売権を持つ米国 DigitalGlobe<sup>※)</sup> 社の WorldView-2 は、マルチスペクトルで 2 m という高い分解能を持ち、透水性の高い Coastal バンド（観測波長帯 400～450 nm）を有している。World

※) DigitalGlobe は、DigitalGlobe 社の登録商標である。

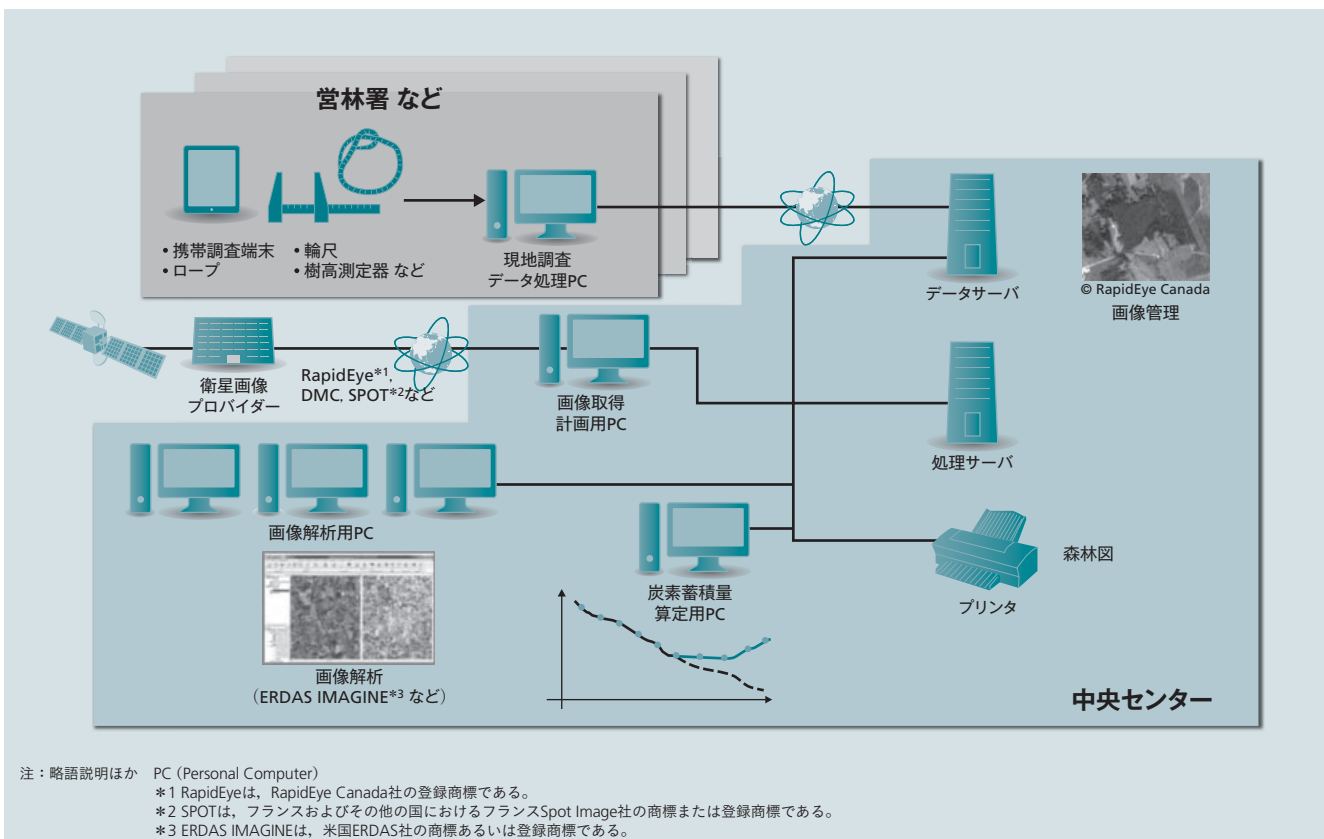


図4 | 衛星画像を利用した森林モニタリングシステムのイメージ  
 衛星画像プロバイダーから入手した衛星画像を解析・管理し、また、炭素蓄積量を算定する。



図5 | WorldView-2によるサンゴ礁の画像  
 透水性の高いCoastalバンドを持つWorldView-2の画像は、サンゴ礁などの沿岸域の生態系モニタリングに活用できる。

View-2のCoastalバンドとBlueバンド、Greenバンドを組み合わせて相対吸収量を測定することで、潜在的には水深20 mから30 mまで測定でき<sup>7)</sup>、サンゴ礁などの沿岸域の生態系のモニタリングに活用できる(図5参照)。

#### 4. おわりに

ここでは、日立グループが取り組んでいる森林保全や生態系保全の活動の評価のための衛星画像ソリューションについて述べた。

今後、森林保全や生態系保全が世界中でますます行われていくことが予想され、こうした保全活動の評価に日立グ

ループの衛星画像ソリューションがより一層貢献できるように取り組んでいく。

#### 参考文献

- 1) 坂口、外：地球資源に対する衛星画像ソリューション、日立評論、93、4、358～363 (2011.4)
- 2) UNFCCC COP: Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009 (2010)
- 3) VCS: Approved VCS Module VMD0007. Version 2.0, 8 September 2011. REDD Methodological Module: Estimation of baseline carbon stock changes and greenhouse gas emissions from unplanned deforestation (BL-UP) Sectoral Scope 14 (2011)
- 4) IPCC: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use (2006)
- 5) 独立行政法人森林総合研究所REDD研究開発センター：平成23年度REDDプラスに係る森林技術者講習会テキスト基礎講習(2011)
- 6) CBD: Sourcebook on Remote Sensing and Biodiversity Indicators, CBD Technical Series, No. 32 (2007)
- 7) DigitalGlobe: The benefits of the eight spectral bands of WorldView-2 (2010)

#### 執筆者紹介



齊藤 甲次郎

2011年日立製作所入社、ディフェンスシステム社 情報システム本部 エンジニアリング部 所属  
 現在、衛星画像を活用したシステムの設計開発、ソリューション開発の業務に従事  
 日本リモートセンシング学会会員



坂口 英志

2005年日立製作所入社、ディフェンスシステム社 情報システム本部 エンジニアリング部 所属  
 現在、衛星画像を活用したシステムの設計開発、ソリューション開発の業務に従事