

## 総合討論 (2)

### 「衛星データはどこまで使えるのか？」

#### 【発展途上国へのデータ補正法のガイダンス】

(露木) 栗屋さんや平田さんの話にもあったが、リモートセンシングということで、衛星や航空機を使って空から見て分かるはずだが、結局、地上調査が不可欠であり、その重要性が認識されている。REDD に適用していく場合、地上調査の方法をどうしたらいいか、あるいは地上調査の結果と衛星のリモートセンシングデータをどのように結び付けるかを考えなければいけないことがお分かりいただけたらう。

今日の講演では、平田さんからは森林の調査法の話が出て、栗屋さんからは現地調査をするために統計的に有意な形でプロットを設定しなければいけないということがあった。山形さんからは、モデルを使って点を面に広げるという話だったが、そのあたりで実際にリモートセンシングデータを使って REDD を行う現場では、地上と衛星をどのように結び付けるか悩んでいる方も多いと思うので、その点に関して質問があればお願いしたい。

(Q1：平石) 条約のネゴシエーションに深くかかわりすぎているせいかもしれないが、REDD を実現するのにどうしたらいいかという話に関係する。衛星を含めてリモートセンシングデータの解析の中で「補正」という言葉がしばしば登場する。REDD を実施するためには、補正なども含めたガイダンスを発展途上国に提供しないと、現実的に衛星データは使えないのだろうか。補正というものに、職人芸に近い印象を持っているのだが、それもできないと REDD は動かないのだろうか。

(露木) 島田さんはさまざまな補正をした PALSAR データを作りつつあるということだったが、何か意見はあるだろうか。

(平田) 私も長く交渉にかかわりすぎているのだが、端的に答えると、パッケージで出さないと途上国にはできないだろう。

REDD のスキームの中では、炭素蓄積変化をより透明で検証可能な方法でと言うのは簡単だが、実際の変化と分類した結果の誤差が大きいと、ここで求めようとしている炭素蓄積

は、特にクレジットに対して非常にグレーな部分が出てくる。そのグレーな部分を排除しない限りは、REDD のスキームに乗らない。従って REDD が動かないということになる。そのため、途上国のキャパシティビルディングのときに、特にレディネスの部分でやっていくときには、データの解析方法だけではなく、それぞれの国に応じた補正の方法をパッケージでキャパシティビルディングしていかないと、実際に REDD は動かないと思う。

(粟屋) 私もリモートセンシングに長くかかわってきているのだが、この問題は REDD とは全く無関係に、リモートセンシングのコミュニティの一番大きな課題である。非常に特殊な処理を自分でしなければ使えないと、使ってくれるユーザーが増えない。要するに、リモートセンシングが役に立たない理由の一つである。これはリモートセンシングのコミュニティ、データのディストリビューターが解決しなければいけない問題だ。

(島田) 私も全く同感だ。光学センサも、レーダもそうである。GIS という言葉をずっと前から言っていて、ある基準の座標系で表現しないと物事は進まないという話がある。最近の韓国やアルゼンチンでは、自分たちの衛星は GIS で動くデータにしないといけないということが最低条件である。それにするための一つのアプローチが「補正」という言葉だと思うので、衛星で取ったデータやリモートセンシングで取ったデータは、やはりパッケージにしたり、あるいはプロバイダー自身が補正したデータを提供することが最低限の仕事ではないか。

(露木) 齋藤さんは UNIFORM プロジェクトの中で、データをどのように配布し、結果をディストリビュートするのか。

(齋藤) 目的から考えると、火災の情報を早く消火隊に伝えることができれば、データの基は何でもいい。だから、まずデータプラットフォームを作る。そこには衛星からのデータももちろん入るし、地上パトロールに発見されたもの、UAV<sup>113</sup>で発見したものがあればそれを入れればいい。ユーザーにとってはデータの基が何であれ、どうでもいい。補正に関しては分からないが、GIS というシステムに落として実利用につなげることを、重点的に考える必要があると考えている。

---

<sup>113</sup> unmanned aerial vehicle : 無人航空機

## 【途上国への技術移転】

(Q1：平石) 私の質問がミスリーディングだったかもしれないが、補正を含めて比較して、誰がデータパッケージを作るのかという質問をしたかった。発展途上国が使えるデータをパッケージとして提供する可能性はもちろんある。発展途上国に能力がないからできないという結論に導きたくはないので、先進国はそれだけ大変になる。

(平田) 全くそのとおりで、REDD のスキームの中では、最終的には途上国が能力を向上し、自分の国で、自分の森林を管理することが大きな目的である。

リモートセンシングのデータは、森林劣化の度合いや森林タイプを分類してリファレンス・レベルを求めるだけではなく、その後、それを途上国政府の人がきちんと利用して、どこにどういう対策を打たなければいけないのかを空間的に把握するためのデータセットとしてある。Reducing emissions が達成されなければ REDD ではない。そのためには政府がきちんとガバナンスを取れることが大事だ。

それを考えると、我々が提供しなくてはいけないのは results ではない。リモートセンシングのコミュニティの責任も非常に大きいですが、影の問題などをうまく解決する部分は、例えばソフトウェアに組み込むことにより、途上国の人たちもリモートセンシングデータを空間情報として十分普通に使えるようになるところにまで我々は持っていかなければいけないと考えている。

(Q2：JICA 宮菌) 途上国がリモートセンシングの技術を使えるために、どのような形にしていくのかは、JICA でプロジェクトを行う場合も非常に難しい問題である。実際、誰に技術移転するのが一番いいのか、エンドユーザーは誰なのか、誰が裨益者になるのかというのは、我々がプロジェクトを形成する場合にいつも考えなければいけない。

私は先々週インドネシアへ調査に行ったが、インドネシアの LAPAN<sup>114</sup>にいる人は、「我々がデータを処理し、補正し、完成品を作り、それを実際のユーザーである林業省に渡すが、それを使うか使わないかを決めるのは林業省だ」と言う。一方で、林野庁の田中さんをチーフに、PALSAR を使った森林モニタリングの可能性についてのプロジェクトを、林業省を対象に実施してきた。それぞれの国の事情によって、誰にキャパシティビルディングをす

---

<sup>114</sup> National Institute of Aeronautics and Space : インドネシア国立航空研究所  
(<http://www.lapan.go.id/> インドネシア語)

ればいいのかが変わるというのが現状だろう。

今後はアフリカでの支援も考えているが、アフリカにはインドネシアの LAPAN のような機関がないところがほとんどだ。そうすると、林業省の人たちが直接リモートセンシングのデータを使って、自ら補正して、解析して使わなければならない、それには非常に時間がかかる。それぞれの国を見ながら、誰に対して技術移転をするのか、エンドユーザーは誰なのかをまずしっかり見極めた上でやっていかざるを得ない。

途上国でいろいろなパートナーとやってこられた経験から、今の技術を果たして誰に技術移転するのが一番いいのか、あるいはどのようなやり方がいいのか、考えはあるだろうか。

(平田) 今のご質問は非常に重要なポイントだ。それとともに、今、時代が非常に変わってきている。例えば Google Earth を使ったり見たりした人は結構多いかもしれないが、途上国でも「リモートセンシングは分からないが、Google Earth は見たことがある」という人が増えてきている。皆が意識しないような形で、リモートセンシングのデータがすんなり使えるエンジンやソフトウェアが開発されれば、かなり幅広い人たちがエンドユーザーになってくる気がする。一方で、現状で我々がそこまで十分対応しきれていない部分に関しては、実際に REDD の対策に取り組む、現場での計画を策定する人たちに下ろしていけることが、REDD のスキームの中では非常に大事なのではないか。

(粟屋) 私自身が海外でリモートセンシングを使っている例をそれほど知らないのですが、インドネシアを一つの判断基準として話をします。インドネシアでは政府の行政官が Landsat のデータの判読を行うので、そういうシステムをかなり早くに取り込んでいる。だから、技術移転の対象としては政府の担当者がある。

ところが、REDD のパッケージとして解析方法などを含めて途上国に渡すとなると、一番大きな問題は、リモートセンシングが広く普及していない理由に関係するのだが、解析の結果や精度がケース・バイ・ケースでかなりばらつく。行政官がそれに対応するのは難しいだろう。

現状では、判読という人間の判断である程度コントロールできるような形でかわしている。インドネシアでは、雲の影響で解析できないような例がいくらかでも出てくるが、彼らは、雲があるところは前回のものをそのまま使っている。数値解析をやるとそこがなかなか

か難しい。きちんと数値解析しても、前回とのずれはいろいろなところに出てくるのだが、判読はそこを適当にごまかしてしまう。そういうことを考えると、恐らく現地にコンサルのようなものを作るか、大学の適当なところで養成して政府に送り込むシステムを作らないと、発展途上国に REDD を任せるのはかなり難しいのではないか。

(山形) 私が紹介させていただいたリモートセンシングとモデルを組み合わせた炭素循環、あるいは炭素収支を推定するシステムは、基本的には科学的なアプローチである。10年ほど前からオーストラリア政府の依頼を受け、オーストラリアの NCAS (ナショナル・カーボン・アカウンティング・システム) の設計とレビューに、アドバイザーとして参加させていただいた。オーストラリアは、モデルとリモートセンシングを組み合わせた手法を、京都議定書の数値目標の達成判定のための森林炭素収支のシステムとして利用している。オーストラリアのシステム開発に関与して初めて分かったことであるが、科学的にはまだ完成していない段階にあるデータとモデルを組み合わせて、全体として機能する一つのシステムを作ってみると、他に推定する手法がない炭素収支の算定に大いに貢献できるということである。今、オーストラリアは、そこで開発されたシステムを国際協力の形で、外交に利用し、インドネシア政府にそのシステムを技術移転し、REDD の事業にも展開しつつある。このような戦略的な展開は、日本人はあまり得意ではないところであるが、一つずつの精度は悪くても、まずはグローバルに適応可能な全体のシステムを作って、実利用への展開をはかり、必要に応じて部分の精度を改良するアプローチは、今回のような国際問題に戦略的に対処する上では重要な視点だと感じている。

(島田) PALSAR の例で補正の話をしたが、勾配補正やオルソという言葉は一緒でも、やり方が違ってくる可能性はある。同じデータを提供しても、A パッケージ、B パッケージ、C パッケージによって結果が違ってくるということは極力避けなければいけない。しかし、だからといって、国際的に同じ手法であるという検証認定機関もないのが現状だ。標準の正解に対しては、ある部会の中で位置精度がどうだと言うのだが、それでは使えないので、オルソや勾配補正をしなければいけない。ではその精度はどうかというと、そこはばらついているのが現状なので、これはプロバイダー側が注意すべき点かもしれないが、その統一化を図っていくことがまず基本的なアプローチだろう。

我々はブラジルで違法伐採に関する仕事を始めたのだが、INPE<sup>115</sup>のデータを処理すると言ってきたスイスの機関のデータ、IBAMA<sup>116</sup>のデータを処理すると言ってきた別の機関のデータ、それから JAXA のデータが少し違っているという事例があって、片方はいいと言っているが、片方は違うと言っているということで、衛星に対する信頼性が失われてきたところが一時期あった。プロバイダー側としてそのようなことを考慮しなければいけない。

それから、どのような機関と付き合いなければいけないのかは、我々も今後考えなければいけない。ブラジルのように比較的簡単に森林の違法伐採が分かるようなところと、同じ考え方でインドネシアのように、伐採した後にフラットにしないところとでは、同じレーダでも見え方が違ってくる。さらに、インドネシアがうまくいったとして、アフリカはどうかというと、アフリカもまた伐採の仕方が違うので、同じレーダを使ってもケースや国によってアプローチが異なる。相手機関は JICA の仕事かと思うが、やる気のあるところを見つけてくれれば、あとはこちらの方で並行に使えるようなシステムにして、ショップリストを広げていくというアプローチが必要になってくると思う。我々としては、ぜひ一緒にやろうと言ってくれる機関を見つけてもらいたいと期待している。我々もそれに合わせて頑張っていきたい。

(斎藤) 衛星からのデータの最終的な受け取り手であるエンドユーザーを常に意識することは非常に重要なことだ。Google Maps の偉大なところは、衛星の写真と航空写真の組み合わせだ。しかし、一般ユーザーは別にそんなことを気にしない。見たい情報が Google に行けば見られて、アクセシビリティが非常に高く、ブラウザを開けばすぐにその写真が手に入る。ここで気を付けなければいけないのは、アクセシビリティとリライアビリティ(信頼性)をどのように確保するかという問題だ。これは、どのエンドユーザーにどのようなデータを配りたいかを念頭に置いて、常に配信の方法を検討していかなければいけないと思う。

火災の例で、共通のデータプラットフォームを作ったとする。そこに衛星からのデータ、歩いている人からの通報データ、UAV からのデータなど、いろいろなデータが入る。しかし、使うユーザーはエンドユーザーの消火隊である。消火隊はデータのソースがどこであ

---

<sup>115</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais : ブラジル国立宇宙研究所  
(<http://www.inpe.br/ingles/>)

<sup>116</sup> Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis : ブラジル環境・再生可能天然資源院 (<http://www.ibama.gov.br/>)

れ気にしないが、信頼性は非常に気にする。通報されたデータがいたずらであるかもしれない。衛星からのデータは誤検知であって、ただの山の噴火である可能性もある。そういうリライアビリティを常に検証しなければいけない。

ただし、完璧なものではない。どこかで妥協点を見つけて、こういう目的で使うのだから、このあたりは妥協して信頼性 90% で利用しようというような、目的を明確にして妥協点を見つけ、実利用に結び付けていくことは非常に重要だと思い、日々データプラットフォームの開発を行っている。

### 【森林の劣化と成長の測定】

(Q3：兵庫県立大学 佐々木) 森林面積の減少率の測定はある程度できており、発展できると思うが、これからの REDD プラスプロジェクトでは、森林減少だけでなく、森林劣化と炭素吸収量の増加も関わってくる。例えば、森林劣化や森林からの炭素吸収量の増加をどのように測定できるか。これからどのような方針で考えてやっていくのか。

(平田) 実は劣化の中でも見やすい劣化と見分けにくい劣化があり、間引き的な択伐や抜き切りは、普通の 30m 解像度では見にくい。かといって、実際に REDD を動かすとき、さらに高分解能を使うレベルには達していない。

劣化を評価するときには、やはり何段階かに攪乱のレベルを分けて、見分けられるところからカウントしていくことにならざるを得ないだろう。例えばサバ州のデラマコット・タンクラップで、低インパクト伐採とそうではないところで比較しているのを見ても、かなりシビアに伐られた森林は、Landsat でも劣化の度合いがよく分かる。だから、分かるものと分からないものがあるって、分からないものを何とかしようとするのは難しいというのが正直なところだ。

さらに、それぞれの森林タイプにおける成長モデルから予測して、その成長がどの程度か、それぞれの面積平均炭素蓄積を出すときに、成長するものだとアカウンティングしていくのが現実的な方法ではないか。

## 【衛星画像の信頼性】

(Q4：住友林業 大沼) 衛星画像で土地被覆分類をして結果が出てきたときに、検証のために現地踏査が必要になると思う。その現地踏査は、例えば衛星画像の10%ぐらいを網羅、5%を網羅などと、どのぐらいの量を網羅すれば分類結果がきちんと検証できたと言えるのか。栗屋先生からは格子点で調査するという話があったが、ご経験ではどのようなものか。

(栗屋) 大変難しい質問で、私も今それで悩んでいる。日本国内での森林の分類だが、端的に言うと、その土地被覆のサイズによってこれは変わる。簡単に言うと、1 シーンの中が全部森林であればそれほど点数は要らない。ところが、その中がずたずたでいろいろなものが混ざっていると分類精度自体も下がるので、点数を増やさざるを得ない。何パーセントぐらいが適当かと簡単に言うのは難しい。私の直感では、コストを考えると1%以上は恐らく無理だろう。従って、0.1~0.5%の間でできればすごいことだと感じている。