

# 地球観測データの統合的利用のための国際連携

## — 全球地球観測システムの共通基盤の標準化 —

岩男 弘毅

さまざまな地球観測データが世界各国で個別に取得・加工・利用されている中で、それらの情報の統合的な利用を容易にするための全球地球観測システムが必要とされている。そのため国際的な合意のもとに組織された地球観測に関する政府間会合が全球地球観測システムのための共通基盤を構築した。複数の機関から共通基盤を構成する要素の提供の申し出があったが、政府間会合は構成要素のそれぞれについて公正な評価を行い、最適な構成要素を組み合わせた共通基盤を推奨した。特定の構成要素を選定して共通基盤を推奨することは、全球地球観測システムに関連するいくつかのデジュール標準を策定することに相当した。日本は独自の構成要素の提供を申し出なかった関係で、構成要素を評価するにあたって中立的立場をとり、デジュール標準の策定においてイニシアティブをとることができた。その結果、日本で広く利用されている方法のいくつかをデジュール標準に採用することができた。今回の経験は、一つの事例として、日本にとって今後の国際標準化活動のあり方を示唆している。

**キーワード:** 国際標準、デジュール、デファクト、全球地球観測システム、地球観測に関する政府間会合、全球地球観測システム共通基盤

## International cooperation for the utilization of earth observational data in an integrated manner

### – Development of *de jure* standardization of the common infrastructure for the global earth observation system of systems –

Koki IWAO

While each country separately obtains, processes, and utilizes earth observation data, there is a pressing need for a common infrastructure to facilitate integrated use of these resources. At an intergovernmental meeting, an international agreement was reached to construct a common infrastructure for the global earth observation system. Several organizations have submitted components for this infrastructure. These submissions were fairly evaluated, and the most suitable components were recommended for inclusion into the infrastructure system, at the intergovernmental meeting. Recommendation of specific infrastructure components establishes *de jure* standards for the global earth observation system. Since Japan has not offered its own components, it has been able to take a neutral stance on formulating *de jure* standards. Consequently, the standards widely used as *de facto* in Japan have been selected as *de jure* standards. This experience could be a model case for the development of a strategy for international standardization activity.

**Keywords:** International standard, *de jure*, *de facto*, global earth observation system of systems, intergovernmental group on earth observations, GEOSS common infrastructure

### 1 はじめに

東日本大震災では地球観測の分野における科学技術のあり方に関し、いくつかの教訓が得られた。まず、世界規模の地球観測連携の重要性である。日本が運用する陸域用地球観測衛星 (ALOS) が震災後 1 カ月余りしか経過していない 2011 年 4 月 22 日に観測を停止した。これにより日本は宇宙からの“眼”を一つ失うこととなった。しかし、各国が衛星を用いた震災地域の集中観測を行い、データの欠落を補い、有効なデータ共有が図られた<sup>[1]</sup>。このような、地球観測の国際連携やデータの共有により、科学データの信頼性が向上した。一方で、地球観測で得られた科学的

知見が地震対策の政策の現場で十分に活用されていなかったという指摘もある<sup>[2]</sup>。地球観測データから得られた知見を政策に反映させる仕組みの重要性が再認識された。

### 2 地球観測データの利用の現状

地球観測では、地上や海洋の観測網から航空機や気象衛星までを含む各種観測機器が用いられる。地球観測で取得されたデータをもとに予測モデルや変動シナリオ、各種情報サービスが提供される。地球観測の目的は、生物多様性、エネルギー、健康問題といった地域規模から全球規模の各種問題解決のためのデータ収集であり、最終

産業技術総合研究所 地質調査情報センター 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第 7  
Geoinformation Center, AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan E-mail: iwao.koki@aist.go.jp

Original manuscript received October 31, 2011, Revisions received April 16, 2012, Accepted April 16, 2012

的には環境政策、エネルギー政策といった意思決定に反映されることである。

これまでの地球観測では、陸域、海洋、大気といった観測対象ごとに地上から衛星までを用いた観測連携が行われてきた。例えば、世界気象機関では全球観測システムを構築し、静止気象衛星から極軌道衛星、地上気象観測網の連携を図っている<sup>[3]</sup>。また、国際連合食糧農業機関を中心に全球陸域観測システムも構築されている<sup>[4]</sup>。さらには、統合地球観測戦略パートナーシップという地球観測衛星を開発・運用する宇宙機関とグローバルな観測システム間の協力と調整の強化も行われてきた<sup>[5]</sup>。このように分野ごと、あるいは衛星観測分野において観測の連携は進んでいた。

ところが意思決定の現場では、さまざまな観測データを組み合わせる必要が多数生じる。例えば、洋上風力発電の建設を考える場合、大気のみならず、海洋のデータが必要になる。これまでの意思決定では、こういった観測が目的別に行われることが多かった。

政策貢献、意思決定の視点に立った地球観測データの統合的利用のための国際連携を実現するには、さまざまな組織が個々の目的のために行っている観測データやサービスを共通に利用可能とする基盤システムが必要となる。これを全球地球観測システム共通基盤(GCI)と呼ぶ。図1に全球地球観測システム共通基盤概念図を示す。

地球観測データの共通基盤システムには主に以下の3つの基本要素技術が必要とされる。一つ目はウェブポータル(GWP)である。ウェブポータルはユーザーがさまざまな

機関が提供する地球観測データやサービスを利用するためのウェブ上のインターフェース機能を提供する。二つ目はクリアリングハウス(CL)である。クリアリングハウスはインターネット上に分散管理された地球観測データやサービスを一斉検索し、利用できるようにする機能を提供する。3つ目はコンポーネント・サービスレジストリ(CSR)である。レジストリは地球観測データやサービスを登録するデータベースである。これら3つの要素を組み合わせることで地球観測情報の利用システムが構成される。図2に地球観測データの利用システムの全体構成を示す。

2009年時点においては、共通基盤の構成要素としてのウェブポータルとクリアリングハウスについて、私企業を含む3機関がそれぞれ独自に運用しており、レジストリについては米国ジョージメイソン大学が米国地質調査所(USGS)の委託を受けて運用していた。世界のユーザーはこれら複数機関が提供する構成要素をそれぞれ組み合わせて利用し、地球観測データやサービスにアクセスしていた。

ウェブポータルやクリアリングハウスが複数あることは、システムの冗長性の観点からは望ましい。しかし、ウェブポータルについては、操作方法や対応可能なオペレーティングシステムやウェブブラウザが異なる、ウェブブラウザ利用時に独自のプラグインを要求する、あるいはとても高性能のパソコンでないと動作が不安定になるといった使い勝手の悪さの問題が指摘されていた。また、クリアリングハウスについては検索手法の違いにより、本来存在するはずの

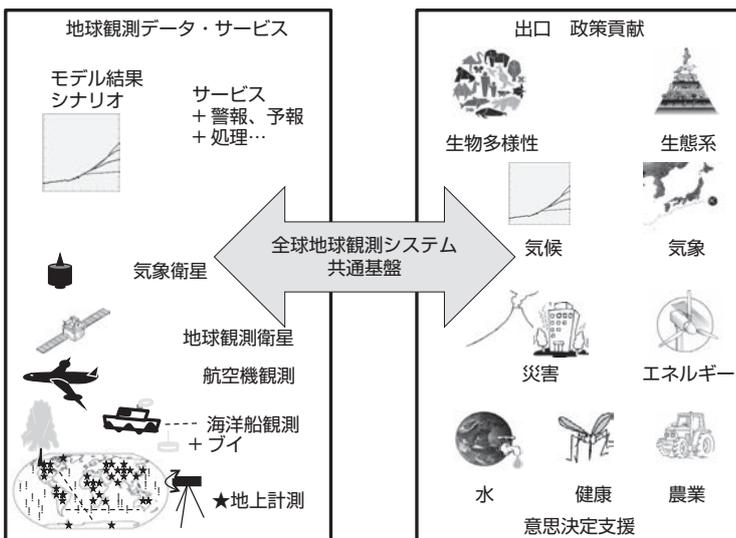


図1 情報とサービスの統合的利用における全球地球観測システム共通基盤の役割  
地球観測情報やサービスを国際的に連携し、ユーザーがさまざまな分野の政策決定に科学的知見を活用することを支援するシステム。

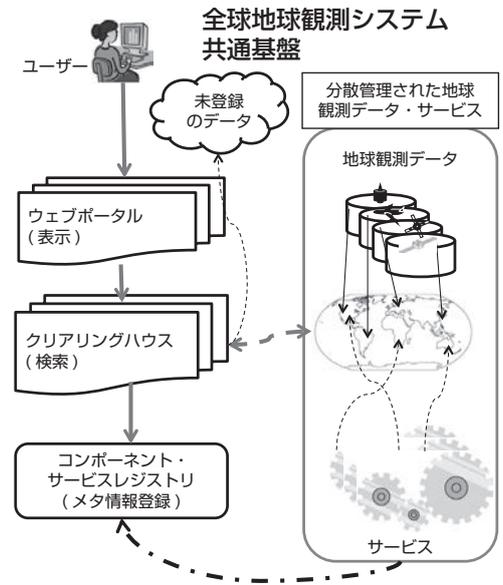


図2 標準化された共通基盤の構成とデータ・サービスへのアクセス  
共通基盤の主要構成要素はウェブポータル、クリアリングハウス、コンポーネント・サービスレジストリである。実際のコンポーネント(データ)やサービスは、各機関がそれぞれ分散管理し運用を行っている。

表1 地球観測の連携に関する国際的な議論の経緯

開催年	会議（開催地）	成果
2002年	持続可能な開発のための世界サミット RIO+10 (ヨハネスブルグ)	行動計画において地球観測の国際的な協力の枠組みの重要性を提起
2003年	G8 エピアンサミット (エピアン)	小泉首相（当時）が「全球地球観測システム」を提唱
2003年	第1回地球観測サミット (ワシントン)	持続的な複数システムからなる地球観測システムの発展へ向けて行動を起こすための政治レベルでの態度表明の重要性を説いた宣言文を採択 欧州委員会、日本、南アフリカ、米国が共同議長を務める臨時的地球観測作業部会設立
2004年	第2回地球観測サミット (東京)	全球地球観測システムの範囲と意図を定義した枠組み文書を採択
2005年	第3回地球観測サミット (ブリュッセル)	全球地球観測システム10年実施計画が策定されるとともに、国際組織「地球観測に関する政府間会合、通称 GEO」、およびその運営事務局が設立

データが検索結果に反映されない一方で、レジストリに登録されていないデータが検索結果に反映されている場合があるといった網羅性の問題が指摘されていた。これらの問題を解決するためには、システム提供機関や利用者であるさまざまな分野の意思決定者の双方から構成される、地球観測データを共有し各種政策に反映させるための国際連携の場が必要であった。

### 3 地球観測データの統合的利用のためのシナリオ

地球観測データの統合的利用を実現するため、世界各国の地球観測機関が提供するさまざまな観測データ・サービスの統合的な利用を可能とする共通基盤を構築することが最重要課題である。

地球観測データやモデル結果は数、量ともに現状でも膨大である。例えば産総研はアスター（ASTER）と呼ばれる地球観測機器で取得したデータをアーカイブしているが、2000年から2012年2月時点までのデータの数と量はそれぞれ約250万シーン、250テラバイトに達する。各国の保有する地球観測衛星の数は2012年に200機に達するとの試算もある<sup>6)</sup>。地球観測衛星には複数の地球観測機器が搭載されることが多く、例えばアスターが搭載されたテラ衛星には5種類の地球観測機器が搭載されている。したがって、これら膨大な地球観測データを一か所に集積し、管理することは現実的ではない。地球観測データやサービスは、それらを取得・加工した機関がそれぞれ分散管理するのが合理的である。その代わりに、各機関が提供するデータやサービスに関する情報を一か所に登録することとし、ユーザーは登録された情報をもとに各機関のデータやサービスにアクセスすることとする。各機関がすでに分散管理しているデータやサービスに対してアクセス可能とする共通基盤を構築することにより、既存のデータやサービスについて新たな仕様に基づき改変を求めず必要がなくなる。また、地球観測データの著作権やデータポリシーがそ

れぞれ異なるという運用上や政策上の理由からも分散管理が望ましい。

地球観測データの統合的利用を目的としたシナリオを、図3を用いて説明する。2章で紹介したとおり、全球地球観測システム共通基盤を通じ、各機関により分散管理された地球観測データやサービスへのアクセスが実現する。全球地球観測共通基盤は3つの要素で構成される。共通基盤の構築の要件としてはそれぞれの構成要素について、運用堅牢性が担保される必要がある。どこか一つの構成要素が財政上の理由から運用が困難になった場合、共通基盤が機能しなくなるためである。構成要素に関する要件としては、アクセスの容易さ、データの網羅性といった技術的要件とさまざまな目的をもったユーザーに対して使い勝手のよいシステムであることが要件としてあげられる。

## 4 国際的な連携活動

### 4.1 国際連携に関する経緯

地球観測の連携の重要性、さらに、科学的知見の政策

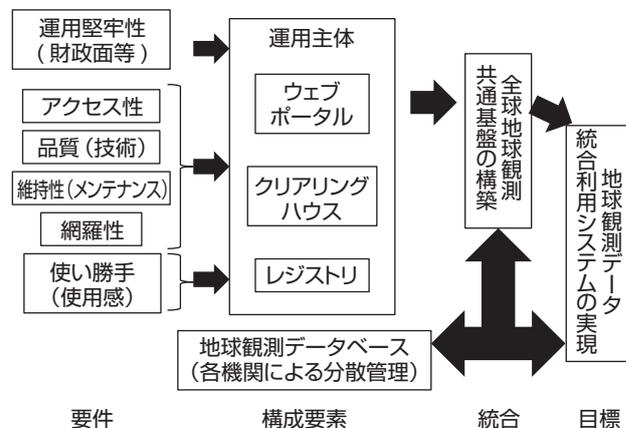


図3 地球観測データの統合的利用のためのシナリオ  
地球観測データの統合利用システムの実現を目標とした全球地球観測共通基盤の構築を行うに当たっての構成要素とその要件をシナリオとしてまとめた。

への反映の必要性に関する議論は2000年代初頭から提起されてきた。表1に地球観測のための共通の観測ネットワーク構築の国際的合意に至るまでの経緯をまとめた。2003年のエビアンサミットで小泉首相（当時）が全球地球観測システム（GEOSS）<sup>[7]</sup>を提唱したことが国際的な地球観測の連携の契機となった。

#### 4.2 全球地球観測システム

小泉元首相が提唱した全球地球観測システムは、地球を対象として各国がそれぞれ独自に有する衛星観測、航空機観測、地上観測、あるいは予測モデル等の地球を対象としたあらゆる観測システムや観測データ、予測モデル、サービスを連携させた全球規模の地球観測連携、すなわち「システム・オブ・システムズ」の構築を目指した。2005年にブリュッセルで策定された全球地球観測システム10年実施計画<sup>[8]</sup>は、地球観測の連携によって得られた科学的知見を政策の場に反映することを最終目標とした。具体的に9つの社会便益分野、すなわち、災害、健康、エネルギー、気候、気象、水、生態系、生物多様性、農業の各分野において10年以内に解決すべき喫緊の課題を設定した。

#### 4.3 地球観測に関する政府間会合

全球地球観測システムの実現のために「地球観測に関する政府間会合」（GEO）が2005年に国際的合意のもとに組織された。同時にその運営母体として地球観測に関する政府間会合事務局がスイスジュネーブに設置された。事務局は、全球地球観測システム実現のための作業計画<sup>[9]</sup>の策定、その進捗管理、地球観測事業への投資に関する国際調整等を任務とした。

この政府間会合は他の永続的な国連機関とは異なり、2015年までの課題解決を目的とした期限付きの組織とした。国連は決議に一定の拘束力があるのに対し、政府間



図4 地球観測に関する政府間会合への加盟国の分布（2011年10月時点）  
黒塗りの国が現在の加盟国、灰色は非加盟国である。国連加盟国193カ国（2011年）のうち87カ国と半分程度が参加する。スイスのように国連に加盟していない国が参加する一方で、アフリカからの参加が特に少ない。

会合の決議は拘束力をもたない。この政府間会合は2011年10月時点で87カ国の政府、および国連の専門機関等を含む61の国際組織・国際機関からのボランティアにより運営されている。現時点の政府間会合への加盟国を図4に示す。

政府間会合への各加盟国・加盟機関は、プリンシパルと呼ばれる者により代表される。日本政府では文部科学省が本業務を所管し、研究振興局担当の審議官が2012年時点での日本政府のプリンシパルである。政府間会合は拘束力のないボランティアな組織ではあるが、各加盟国・機関は積極的にその活動への参加を表明し、資金的貢献と人的貢献を行っている。その理由としては、一つには政府間会合が地球観測に関する国際的な運用調整機関として位置付けられることがあげられる。年に一度開催される政府間会合の総会と、3年おきに開催される政府間会合の閣僚級会合において各課題についての進捗が報告され、そこでの決議は各国の地球観測政策に直接的に反映される。なお、日本は文部科学大臣が閣僚級会合を担当することとなっている。各国の積極的な参加のもう一つの理由は、政府間会合の各加盟国・加盟機関で利用されている方式がいろいろな分野でデファクト標準となっているが、政府間会合がそれらをもとに統一したデジュール標準を策定する場となりうるためである。そのため、政府や公的機関のみならず、私企業も政府間会合の活動に対して技術援助等の支援を行う場合もある。ただし、私企業の場合は、メンバーシップはもたない。また、各国の地球観測に関連する公的機関は、加盟国のGEOへの貢献の一環として活動を行うこととなる。地球観測に関する政府間会合の組織を図5に示す。

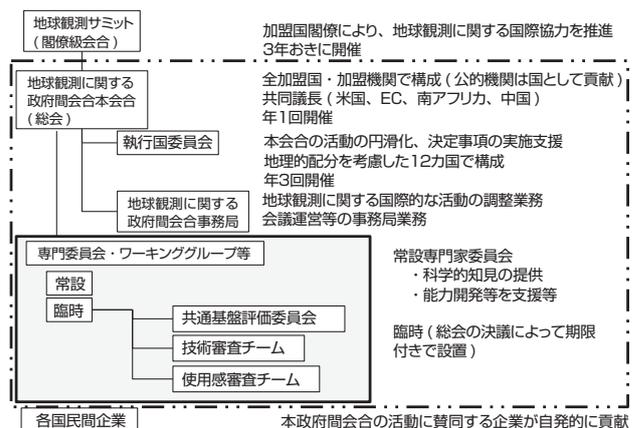


図5 地球観測に関する政府間会合の組織  
地球観測に関する政府間会合は年1回開催される全加盟国、加盟機関が参加する総会、3年おきに開催される閣僚級会合で、地球観測に関する国際協力を推進する。活動の円滑な運営を行うため、執行国委員会と調整役としての事務局が総会の下に位置づけられる。この他、科学的知見等を提供する常設の専門委員会や、今回の評価・選定を行うような臨時の委員会が総会の下に設置されることがある。

筆者は、政府間会合への人的貢献の一環で、産総研から日本政府を通じ2009年4月から2011年3月までの約2年間、専門家職員として政府間会合事務局の活動に従事してきた。この事務局は世界気象機関の建物内にあり、職員は準国連職員扱いである。筆者の在任期間中、米国からは地質調査所と海洋大気局、欧州からは欧州宇宙機関（ESA）、ブラジルからは国立宇宙研究所、南アフリカ政府、中国気象局、韓国気象局、および日本からは筆者の他に宇宙航空研究開発機構から職員が派遣されていた。これら派遣職員とともに事務局長を含む数名の直接雇用職員の総勢20名弱でこの事務局を構成した。

#### 4.4 共通基盤

全球地球観測の「システム・オブ・システムズ」の実現のため、世界各国の地球観測機関が提供するさまざまな観測データやサービスを利用可能とする共通基盤を構築することが地球観測に関する政府間会合にとって最重要課題であった。共通基盤の構築にあたっては、これまでどおり各機関が地球観測データやサービスをそれぞれ分散管理することを前提とした。共通基盤には各機関が提供するデータやサービスに関する情報を登録し、共通基盤を通じて各機関のデータやサービスにアクセスする。すでに各機関が運用している観測システムや情報システムの統合のようなことは求めないという全球地球観測システム（GEOSS）の基本理念<sup>[10]</sup>を採用した。

3章で述べたシナリオに沿って、共通基盤を3つの基本要素で構成した。すなわちウェブポータル、クリアリングハウス、コンポーネントおよびサービスレジストリである。これらの要素を組み合わせ、図3に示したような共通基盤全体を実現した。

#### 4.5 共通基盤構築に当たっての問題

理想的には、どのウェブポータルとクリアリングハウスの組み合わせを用いてもユーザーは同じ情報やサービスを利用できる。しかし、現実には既存のウェブポータルとクリアリングハウスの組み合わせ方によって検索結果や利用できるサービスが異なる場合が多数発生し、ユーザーに混乱が生じていた。

このような事態を受け、2009年の地球観測に関する政府間会合の総会では、混乱の原因を解明し、2章で述べた3機関がそれぞれ提供する既存のウェブポータルとクリアリングハウスについて評価・選定し、共通基盤としてのウェブポータルとクリアリングハウスを推奨することが決議された<sup>[11]</sup>。選定に要する期間は、翌年2010年の地球観測に関する政府間会合の閣僚級会合までという短期間であった。

以下この論文では、ユーザーの混乱の原因解明、および共通基盤を構築するために採用した評価手法とその結果を

紹介する。また、共通基盤の構築と地球観測分野において策定されたデジュール標準との関係を明らかにする。

共通基盤を構築することにより、地球観測データの一元管理が容易になり、統合的な検索が可能になるとともに、ユーザーの混乱が解消することが期待される。さらに、今回のデジュール標準の策定の経験が、今後国際標準を策定する際の日本の取り組み方に関するモデルケースを示唆することが期待される。

## 5 要件設定と構成の方法

### 5.1 共通基盤の構成要素の評価・選定のための要件

共通基盤の構成要素の評価・選定を行うにあたって以下のような要件を考慮した。1点目は、評価結果の公平性の担保である。ボランティアにウェブポータルやクリアリングハウスを開発・運用してきた機関に対して評価・選定を行うため、公平・公正な評価および結果に関する国際合意を担保することが要求された。2点目は、時間的制約である。評価報告書は地球観測に関する政府間会合閣僚級会合に先立ち、加盟国・加盟機関に提出する必要がある。このため、混乱の原因解明や各要素の評価は実際には1年に満たない期限の中で、検討する必要がある。3点目は、評価に用いる基準の設定である。通常システム評価では、例えば検索結果の表示に要する応答時間といった技術的な評価基準が設定される。今回の評価においても技術的な評価基準を設定した。

一方で、共通基盤を実際に利用するのは9つの異なる社会便益分野のユーザーである。その用途は多岐におよび、技術的な評価の組み合わせ結果が必ずしもユーザーの使用感を向上させることにはつながらない。インターネット回線速度の限られた途上国のユーザーと、インターネット網が整備された国のユーザーとでは共通基盤の使用感も異なることが想定された。通常インターネット検索では、テキストの検索結果が得られるだけであるが、共通基盤では衛星画像や地図といったデータのやり取りが必要となる。特に画像の表示に特殊な機能が加えられている場合には、検索結果が表示されるまでの使用感がウェブポータルごとに異なる可能性が考えられる。また、特殊なプラグインのインストールを要求するようなウェブポータルの場合、使用するパソコンの性能によっても動作の使用感が異なることが想定された。そのため、インターネット整備環境等ユーザーの作業環境に制約がある途上国のユーザーを含む9つの社会便益分野のユーザーの使用感についても評価基準を設定する必要がある。さらに、共通基盤は最低限2015年までの政府間会合の活動期間中は安定的に運用される必要がある。ウェブポータルやクリアリングハウス

等一つの機能が欠けても共通基盤が成立しなくなることから、安定した長期運用を担保する評価基準を設定する必要があった。

## 5.2 共通基盤の構築を行うための構成的方法

共通基盤の構築を行うため、地球観測に関する政府間会合事務局を中心とした共通基盤評価委員会を設置した。まず、評価結果の公平性を担保するため、政府間会合に加盟するすべての国や機関に評価委員会への専門家の参加を依頼した。国際合意形成を行ううえで、地理的バランスが重要視された。今回の構成要素の提供を申し出ているのは欧米の機関や組織である。独自技術の普及や標準化に関心の高いこういった地域からの評価委員会への参加申し出は委員会発足時点から予想された。一方で、アジア・オセアニア・アフリカといった地域からは構成要素の提供を申し出ている機関はなかった。さらに、途上国においては、欧米主導で決まったシステムを実際に利用する段階において、インターネット回線スピードに制約がある、あるいは実際にシステムを利用するには使用しているパソコンのスペックが不足し、利用に支障が生じることが考えられた。今回推奨したシステムが、加盟するすべての国で広く普及することを目指し、今回は特に、途上国に対し積極的な参加を求め、国際的な合意が担保されることを配慮した。ただし、評価委員は各プリンシパルから正式に推薦されたメンバーに限定した。これにより、政府間会合に加盟する国や機関を代表する意見を反映した結果であることを担保した。評価委員は以下の国や機関から推薦されたメンバーで構成した。なおカッコ内は参加人数であり、1名の場合は省略した。参加国：オーストラリア、オーストリア、ブラジル、中国、フィンランド、ドイツ、イタリア (2)、日本 (3)、マダガスカル (3)、パキスタン (2)、米国 (5)、欧州連合 (2)

参加機関：地球観測衛星委員会、欧州宇宙機関、欧州社会基盤プラットフォーム、欧州気象衛星開発機構、米国電気電子学会、米国環境保護局、欧州共同研究所、地理標準に関するオープンコンソーシアム、世界気象機関

上記 30 名の評価委員に加え、筆者を含む政府間会合事務局 2 名を評価委員会のメンバーとした。また、評価委員会メンバーを含む技術審査チームと使用感審査チームを政府間会合総会の下に設置した。この 2 チームは評価委員会が作成した技術評価項目や使用感評価項目に基づき実際に審査を行う。技術審査チームはブラジルと欧州共同研究所のスタッフで構成され、使用感審査チームは米国環境保護局のスタッフを中心として構成された。例えば、評価委員会が、検索応答時間を技術評価項目として設定し、技術審査チームは応答時間を計測するための条件や方法を検討し、実際の評価も行う。その結果を評価委員会に

報告することで評価結果のさらなる公平性を担保した。

今回、評価委員を募ったところ、利害関係を有する機関、すなわち共通基盤の構成要素であるウェブポータルを提供を申し出た欧州宇宙機関とクリアリングハウスの提供を申し出た米国地質調査所からの参加希望があった。政府間会合はボランティアな参加を前提とするため完全な排除はできないので、所属する機関が審査の対象となる場合は当該評価委員を議論から排除することとした。一方、日本は共通基盤の要素の提供を申し出ておらず、公正な立場からの発言機会が増すことが予想された。そこで、産総研から別途 3 名の専門家の参加を募り、調整役としての筆者と産総研からの専門家が連携を図ることにより円滑な議論を進めることができた。

2009 年 11 月下旬の政府間会合の総会から評価委員の正式な選出までに約 2 カ月を要した。評価委員が確定し、事前に電話会議およびメールでの意見交換を行った後、第一回の評価委員会会合を 2010 年 2 月政府間会合事務局内で開催した。会合では、この委員会の委託条項「Terms of Reference」を起草し、その中で技術、ユーザー使用感、長期運用性担保の 3 つの評価を評価対象と定めた。さらに、図 6 に示すとおり評価結果の報告書をまとめるまでの全体の流れを確認した。

評価に先立ち、混乱の原因解明を事前に行うとともに、毎週電話会議による審査基準に関する議論を続け、技術評価項目、ユーザー使用感評価項目のリストアップを行った。審査チームによる審査結果と、評価委員会による長期運用性担保に関する評価の総合評価により、評価委員会

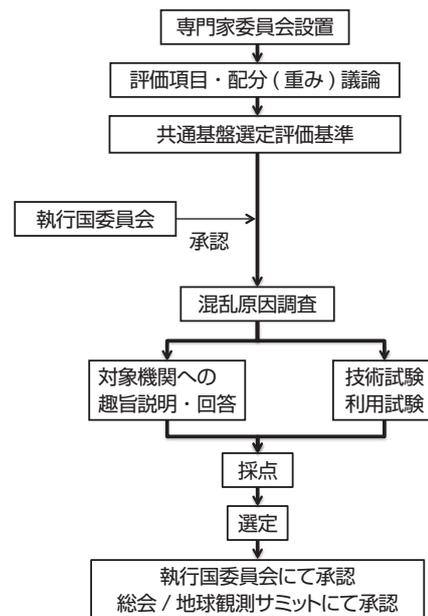


図 6 共通基盤の選定までの流れ  
評価委員会で設定した評価と承認の流れを示す。

表 2 共通基盤の選定評価基準表

評価項目	重み (%)	概要
技術	25	技術審査項目リストについての評価結果
使用感	25	ユーザー使用感の評価結果
長期運用		
財政面（提供機関）	10	2010-2015年の組織としての財政支援の確約
財政面（国または参加機関）	20	財政支援に対する加盟国や参加機関からの裏書
技術面	10	必須要求項目への対応の確約
システムの権利放棄	10	第三者機関へのシステム委譲が生じた際の権利放棄

が最終的な採点を行った。各評価項目および配点等の評価の詳細については、評価委員会から政府間会合執行国委員会に勧告の形で提出し、そこからの承認を得ながら進めた。

共通基盤としての評価を行うには、単独の要素技術の評価だけではなく、要素技術を組み合わせた際の動作も評価する必要がある。したがって、本来であればウェブポータルとクリアリングハウスについて各3機関が提供を申し出ていることから9通りの組み合わせの試験を行う必要がある。しかし、ウェブポータルとクリアリングハウスの組み合わせ方によって検索結果が異なる点についての原因解明を評価に先立ち進める中で、特定の組み合わせでしか共通基盤として機能しないことが判明した。そこで、時間的制約から、まずクリアリングハウスを評価・選定し、そのうえでウェブポータルを評価・選定するという2段階の措置をとることとした。また、評価試験のうち、特に使用感については、政府間会合に参加する多くのユーザーが集まる2010年5月に開催された政府間会合が主催するワークショップに間に合うよう準備を急いだ。ワークショップ期間中に使用感についての利用試験を行うことで、ネットワークやウェブブラウザが同じ条件下で、利用目的の異なるユーザーの使用感の違いを明確にするとともに、普段会議への出席が難しい途上国ユーザーの試験への参加を見込んだ。さらに、インターネット回線スピードが限られた途上国で会議が開催されたことから、このような条件下での共通基盤の使用感を関係者が評価することが期待された。使用感の評価については、インターネット上でのオンライン評価システムも準備し、全社会便益分野からの評価となるよう広くユーザーを募った。

評価基準については、技術、ユーザー使用感、長期運用性担保の3つの観点から総合評価を行うと定めたが、全体の配点の重みづけも決定する必要がある。表2に評価委員会が定めた評価項目とその配点割合を示す。評価委員会での議論の結果、技術とユーザーの使用感についてそれぞれ25%の配点と定めた。残りの50%は長期安定運用の担保に関する事項である。

技術評価は、必須項目とオプション項目で構成し、計

100項目以上の評価項目をリストアップした。ユーザーの使用感評価については、9つの社会便益分野すべてにおいて利便性を評価することを目標に、個別の評価項目をリストアップした。長期安定運用を担保するため4つの項目を設定した。1項目目は共通基盤の要素の提供を申し出た機関による2010年から2015年の財政的な支援に対する組織としての確約であり、10%を割りあてた。2項目目は共通基盤の要素の提供を申し出た機関が所属する政府間会合加盟国、あるいは加盟機関からの裏書であり、20%を割りあてた。私企業が要素を提供する場合も、いずれかの政府間会合加盟国・加盟機関が運用を担保（裏書）することを求めた。3項目目は共通基盤の要素を提供することになる機関による必須要求項目への対応の確約であり、10%を割りあてた。総合評価で選ばれたウェブポータルとクリアリングハウスは、技術評価で設定した必須項目をすべて満たしているとは必ずしも限らない。そこで、各機関に対してウェブポータルとクリアリングハウスの必須項目を満たすことを早急に行うことへの確約を求めた。4項目目は各機関がウェブポータルとクリアリングハウスとして開発したシステムの使用権の放棄であり、10%を割りあてた。ウェブポータルやクリアリングハウスを提供する機関が、何らかの理由でその運用ができなくなった場合に、第三者機関に円滑にシステム移管できることを担保するものである。

使用権の放棄に関する項目については、全システムのオープンソース化を求める意見がいくつか上がった。しかし、オープンソース化を求めることはせず、運用が不可能となった際に、移行が可能な状況を保証することの表記となった。これは、私企業の参加を考慮してのことである。その一方で、2項目目の政府間会合加盟国、加盟機関からの財政支援に関する裏書を求めることは、特に加盟国・加盟機関には属さない私企業に対して不利に働くことが考えられた。最終的に構成要素を提供する組織や私企業が、万一財政的に運用が担保できなくなった場合でも、加盟国・加盟機関が財政支援を確約することで、全球地球観測システムの基幹システムの安定運用を担保することが必要であると考えた。そこで、この項目には20%の重みをつけた。

今回の採点結果は一般には非公開とした。ただし、採

用されなかった機関を含む審査対象機関には、各機関の採点結果は求めに応じて開示可能とした。

## 6 評価結果

まず、ユーザーの混乱の原因説明を行ったところ、実際には特定のウェブポータルとクリアリングハウスの組み合わせでしか共通基盤として機能しないことが判明した。このことが、検索結果に違いをもたらす原因の一つと特定された。検索や表示に関する独自のシステムを各機関が開発し、それらの高速化等を行ったことにより、他の機関とのシステム連携が実現されていなかった。また、公式には一機関しか提供していないはずのレジストリについても、クリアリングハウスの提供を申し出た機関のうちいくつかは、独自のデータも検索可能としていることが判明した。これらの二つが、ウェブポータルとクリアリングハウスとの組み合わせによって検索結果や利用できるサービスが異なる理由であった。各機関に特化した機能や独自データを追加することで機能の独自性や利便性を追求した結果、汎用性が失われたと言える。

技術、ユーザー使用感、さらには、運用上の長期安定性を総合評価した結果、欧州宇宙機関と世界食糧機構が提供を申し出たウェブポータル、米国地質調査所が提供を申し出たクリアリングハウスを選定し、米国地質調査所が提供を申し出たレジストリを含むこれらの組み合わせを政府間会合の共通基盤として推奨した。評価結果報告書<sup>[12]</sup>は2010年に北京で開催された地球観測サミットにおいて承認された。結果的には、世界規模の地球観測をリードする欧米の機関が選抜された。

共通基盤の要素技術の評価・選定は結果として、地球観測情報やサービスへのアクセスを行うための仕様をデファクト標準に任せるのではなく、デジュール標準として選定することになった。すでに各機関が運用している観測システムや情報システムの統合のようなことは求めないのが全球地球観測システムの理念であることを考えると、ユーザーが実際にシステムを利用していく中で、汎用性の低い技術が淘汰され、デファクト標準が形成されることが望ましい。しかし、各国や各機関の利害にも発展しうる標準策定には今回のようなデジュール標準を選定するアプローチの方が有効であったと考える。

ウェブポータルに関しては、地球観測データを含む地理空間データの表示手法が標準化され、クリアリングハウスに関しては、地球観測データのメタデータの定義、さまざまな形式のデータを相互に利用できるようにする方式、データ検索の方式が標準化された。共通基盤の評価・選定の過程において、これらのデジュール標準が明示的に策定された。

## 7 考察

地球観測分野におけるデジュール標準が策定された今回の過程を振り返って、国際標準を作成するうえで留意した点をまとめる。

第1に、デジュール標準の議論を行うにあたって国際的な合意形成を促進する策定コミュニティを形成することに留意した。国際的に広く活用される技術と認知されるためには、各国の代表からなる技術専門家だけでなく、途上国を含む実務者・利用者が大きな影響力を発揮した。

第2に、時間的スピードに留意した。デジュール標準を決める必要が生じているということはさまざまな独自技術が世の中に存在し、そのことがユーザーに混乱を生じさせている可能性が高い。混乱を早期に収束させるために、明確な期限を区切り、限られた時間の中で最適なデジュール標準を決めたことがユーザーに確実に便益をもたらすことになった。

第3に、評価過程における公平性の担保に留意した。今回の例では、評価委員会とは別に審査チームを設置したこと、さらに政府間会合執行国委員会における評価指標の承認を経て実際の評価・審査を行うことで、評価結果の公平性の担保を幾重にも図った。国際標準を選定する過程において、このような評価の独立性や個々の審査の透明性の担保といった公平なプロセスにより、結果が広く受け入れられることになった。実際、今回選定されなかった私企業は、選定に関する不公平を表明することもなく、現在も政府間会合の活動支援を続けている。今回の評価が公正性を担保できたためであると考えられる。今回の評価・選定のプロセスは私企業のボランティアな参加を評価する際の指針とも位置付けることができるであろう。私企業にとっても今回の評価結果は世界中のさまざまな分野のユーザーによる評価をもとに行われており、自社の製品の利便性や問題点を整理するうえで有益な情報であったと考えられる。

国際的な技術開発を行う立場から考えると、この共通基盤の評価・構築の過程で決められた評価項目に関する配点の重みは、国際標準を検討するうえで、一つの指針を示したと言える。この共通基盤のように国際的にも広く利用されるシステムは、技術的な優位性よりも、汎用性の方が重視され、採用されるとその方式が国際標準となる可能性が高い。

今回の共通基盤の評価・構築は、欧米が推奨する地球観測に関するデジュール構築に関する国際合意形成の成功例としても位置付けることができる。例えばEUの科学技術研究開発制度である第7次研究枠組み計画（FP7）では、地球観測に関するすべての研究プロジェクトは、政府間会合へ貢献することが採択のうえでの必要条件と政策的に決められている。FP7は共通基盤に関する研究開発支援だけでなく、データやサービスの研究開発支援も積極

的に行い、結果として今回のようにFP7で開発した技術をデジュール標準に結実させることに成功している。日本においても公的な研究開発支援制度と一体となった国際標準化への体制を構築していくことが必要であろう。

その一方で、欧米から参加する専門家にとっては、彼らが所属する機関が提供を申し出たシステムが直接審査対象となることがあった。このため、第三者としての公平な立場をとりうる日本の意見が重要性を増した。実際には、日本においてもいくつかの技術はすでに広く利用され、デファクト標準化している。国際標準策定においては、国際的な動行を踏まえた公平公正な評価は必要ではあるが、今回のように日本で広く普及した技術を結果としてデジュール標準として採用できたことは、今後欧米主導の国際標準の策定の流れの中での日本の活動の指針になると考える。ただし、膨大な会議資料の中で特に注視すべき点を日本にしながら全てフォローすることは困難である。定例の会議は電話ベースで行われたが、地域的な条件からどうしても日本時間の深夜に開催されることとなる。国際交渉は1回の会議で決まるだけでなく、電話会議等の継続的な積み重ねが重要である。全体を統括する調整業務を行う側にも人員を配備し、特に重要な会議の際に適切かつ公正なコメントを日本から出せる体制を確保することで、国際標準化議論の中で、日本でデファクト標準となっていた要素技術をデジュール標準に組み入れることが今回できた。日本が国際標準策定の議論に加わる際には、このような体制の整備も必要ではないかと考える。

### 謝辞

2年間の国際機関への派遣を通じ、今回のような国際調整や国際標準化に関連する活動に従事する機会を得ることができた。このような機会を与えてくださった産総研および日本政府に謝意を示す。また、今回の成功は日本からの3人の専門家（産総研情報技術研究部門の関口智嗣氏（現在、情報通信エレクトロニクス分野副研究統括）、田中良夫氏、小島功氏）との連携なくしては実現することができ

なかった。あわせてこの場を借りて感謝の意を表す。最後に、地球観測に関する政府間会合事務局で共に調整役として活動したRob Koopman博士、José Achache事務局長をはじめ全事務局員、および今回の選定にかかわったすべての選定メンバーに感謝の意を表す。

### 参考文献

- [1] Supersite Tohoku-oki: <http://supersites.earthobservations.org/sendai.php>, 2012年3月最終アクセス
- [2] D. Normile: Japan disaster -scientific consensus on great quake came too late, *Science*, 332 (6025), 22-23 (2011).
- [3] Global Observing System: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS.html>, 2012年3月最終アクセス
- [4] Global Terrestrial Observing System: <http://www.fao.org/gtos/>, 2012年3月最終アクセス
- [5] Integrated Global Observing Strategy: <http://www.eohandbook.com/igosp/>, 2012年3月最終アクセス
- [6] (社)日本航空宇宙工業会: 産業競争力のための地球観測衛星戦略検討会報告書, 1-19 (2011).
- [7] What is GEOSS: <http://www.earthobservations.org/geoss.shtml>, 2012年3月最終アクセス
- [8] Group on Earth Observations: *10-Year Implementation Plan*, Brussels, Belgium (2005).
- [9] Group on Earth Observations: *GEO Work Plan 2009-2011*, Beijing, China (2010).
- [10] 柴崎良介: 全球地球観測システムGlobal Earth Observation System of Systems (GEOSS), ワークショップ21世紀の生物多様性研究資料 (2008).
- [11] Group on Earth Observations: *REPORT of GEO-VI*, Washington DC, USA (2009).
- [12] GCI Coordination Team: *GCI Coordination Team Report*, Beijing, China (2010).

### 執筆者略歴

岩男 弘毅 (いわお こうき)

1996年東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修了。2000年、同大学院にて学位取得（博士 工学）。アジア工科大学院（バンコク）、産業技術総合研究所（環境管理技術研究部門）、国立環境研究所のポストドクを経て、2007年より産業技術総合研究所情報技術研究部門地球観測グリッド研究グループに所属。2009-2011年度の2年間、地球観測に関する政府間会合事務局（スイス/ジュネーブ）にScientific and Technical Officerとして出向。2012年4月より地質調査情報センター地質・衛星情報整備企画室主幹。専門は衛星リモートセンシング/GIS技術を用いたグローバルデータセット（土地被覆図等）の作成、検証。



### 略語表

略語	正式名称	日本語訳
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer	アスター
CL	GEOSS Clearinghouse	全球地球観測システム・クリアリングハウス
CSR	Component and Service Registry	コンポーネント・サービスレジストリ
ESA	European Space Agency	欧州宇宙機関
GCI	GEOSS Common Infrastructure	全球地球観測システム共通基盤
GEO	(Intergovernmental) Group on Earth Observations	地球観測に関する政府間会合
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems	全球地球観測システム
GWP	GEO Web Portal	全球地球観測システムウェブポータル
USGS	US Geological Survey	米国地質調査所

## 査読者との議論

### 議論1 全般

コメント（小野 晃：産業技術総合研究所）

この論文は各国や各機関が個別に取得し加工した種々の地球観測データを、ユーザーが統合的に利用できるように情報システムを構築した内容であり、優れた「製品」化研究と思います。でき上がった製品を「システム・オブ・システムズ」と表現しているように、さまざまな要素を統合して製品を組み上げた過程は *Synthesiology* 誌にふさわしいものです。

### 議論2 地球観測データの統合の重要性

コメント（内藤 耕：産業技術総合研究所サービス工学研究センター）

多くの読者にとって、地球観測データの統合の重要性は十分に理解されているとは限らないので、論文の最初に「はじめに」としてその点の記述をお願いします。東日本大地震においてもさまざまな科学的データが政策決定に使われなかったこともありました。

回答（岩男 弘毅）

「はじめに」の章を追記し、今回の東日本大地震に関連し、科学的データが政策決定に使われなかったことについて触れました。

### 議論3 技術的な視点の追記

コメント（内藤 耕）

「構成的方法」で記述されている取り組みが今回の論文の最も重要なポイントと理解しています。原稿にはその内容の説明が書かれていますが、どのような取り組みによって、そして技術的な視点を含め何がポイントとなり、最終的な選定結果の国際合意に至ったのかを記述願います。

回答（岩男 弘毅）

ご指摘のとおり、「構成的方法」が最も重要なポイントになります。この取り組みにあたり、技術的に必要とされた要件を最初にまとめ、それらに対する取り組みを各要件に対応させて記述し、選定結果の合意につながるよう構成し直してみました。「構成的方法」についての修正に伴い、結果および考察につきましても対応がとりやすいように修正を行いました。

### 議論4 シナリオの記述

コメント（小野 晃）

原稿では、著者が GEO 事務局に入り、そこでフレームワークを与えられ、その中でシナリオを作成し、それを実施したという書きぶりになっています。*Synthesiology* では題材を著者が直接実施したことに限定せずに、GEO 事務局や GEO 自身が実施したことを含めて、より大きなシナリオを著者の視点から記述することができます。読者にとってはその方が全体を理解しやすく、有益と思います。

回答（岩男 弘毅）

全体のシナリオを説明するために新たに図 3 を追加し、この論文で内容を説明しました。

### 議論5 他分野におけるデータベースの統合との比較

質問（小野 晃）

この論文の主旨は、いろいろな主体が別々の基準で構築した複数のデータベースを、ユーザーがあたかも一つのデータベースを使っているのと同じような感覚で統合的に利用できるようなシステムを作っ

たと理解してよいでしょうか。

複数のデータベースの統合的な利用への要請は、地球観測分野以外でも多く見られることと思います。そこで、他分野と比較して、地球観測分野に特徴的な課題や解決の方法があるようでしたら著者の見解を伺いたと思います。

回答（岩男 弘毅）

ご指摘のとおり、今回の論文の主旨は、複数の機関が運用するデータベースを連携させた共通システムの構築を行い、統合的に利用できるようなシステムを実現したことです。

他分野との比較ですが、現存する複数のデータベースの統合の例として、産総研プレス記事「4 省の生命科学系データベース合同ポータルサイト *integbio.jp* を開設」と比較してみたいと思います（2011 年 12 月 12 日 発表 [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2011/pr20111212/pr20111212.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20111212/pr20111212.html)）。

この記事では、生命科学系データベースの統合を「カタログ、横断検索、アーカイブ、再構築」の 4 ステップで実現するとあります。

地球観測分野で今回実現を目指したのは主にカタログと横断検索です。カタログ（データベース単位のリンク集）が今回紹介したレジストリに相当すると思います。また、横断検索機能（複数のデータベースの中身を一括してキーワード検索する）は、クリアリングハウスに相当すると思います。このように異なる分野においてもデータベースの統合のステップには類似性が見られます。一方で、生命科学分野のデータベース統合における第 3 ステップであるアーカイブ（データベースのフォーマットの統一と権利関係の整理）は多少違いが見られると思われます。地球観測分野においてはデータベースのフォーマットを統一するよりも、その違いをクリアリングハウス側で吸収しようとしています。その際、およそすべての地球観測データは時間・位置情報を含む点で、検索条件を限定できることが特徴的と思われる。

地球観測データの権利関係の整理は重要課題として位置付けています。専門家委員会を総会の下に設置し、データ共有原則（地球観測データの共有化を促進）をまとめています。しかし、現状は、積極的にすべてのデータを公開すべき（フリー&オープン）という流れと、権利関係を尊重すべきという考えがあり、権利関係を尊重する考えの方が支配的で、現状の権利関係の整理も体系的には十分進んでいません。データのフリー&オープンを推進しているのは米国で、例えばランドサットという地球観測衛星データの完全無償化表明を皮切りに、積極的に地球観測データを無償公開しています（LANDSAT DATA DISTRIBUTION POLICY: [http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat\\_Data\\_Policy.pdf](http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat_Data_Policy.pdf)）。地球観測に関する政府間会合でもこのような流れを受けて、フリー&オープン化が可能なデータを GEOS Data-CORE と命名し、加盟国・加盟機関にデータ提供を呼びかけていますので、今後、権利関係の整理（積極的な無償化）もある程度進むことが期待されます。ただし、個別の研究者が行う現地観測データから各国の衛星画像まで、データの種類や権利関係が多様で整理にはまだ時間がかかるものと思われる。

第 4 ステップの再構築（横断検索よりもさらに高度な検索）に関連する活動としては、この論文では紹介しませんでした。対象とした 9 つの社会便益分野で利用されている用語の整理と意味付け（オントロジー）を行っており、生命科学系データベースの統合における再構築に準ずる効果が期待できるのではと思われます。また、地球観測では、データだけでなくサービスも連携を目指しており、例えばモデルウェブという活動に見られるように、複数のモデルを結合し、新たな目的に利用するといった活動も進んでいます（<http://www.uncertweb.org/>）。