

## 太陽地球系観測メタデータベースの Grid Service 移行を考慮した Web Service 実装について

木村 映善<sup>1</sup>、村田 健史<sup>1</sup>

近年の計算機の処理能力と通信技術の発展により、従来ではなしえなかった大規模なデータの分析が可能になった。これにより、広域地球科学分野では、大量のデータを横断的収集、解析できる事への要望が高まっている。特に太陽地球系観測分野では各地で観測された観測データを一括して検索できるようにメタデータベースを構築してきた。しかし、実際のデータの公開にあたっては、データサイトの管理ポリシーから公開に伴うデータのアクセス権限の設定の煩雑さ、セキュリティの脅威について消極的な傾向にある。そこで、Grid Computing において実現されるヘテロな環境をセキュアに統合することを検討した。現状のシステムをスクラップ&ビルドすることなく段階的に移行させるため、本稿では機能単位にシステムを分解し、それぞれを Web Service として実装しなおすことにより、Web Service を基盤としつつ Grid Computing への移行の橋渡しを試みた。

### The Design of Web Service implementation for Solar-Terrestrial Physics meta-database with the vision of integrating grid computing environment.

Eizen Kimura<sup>1</sup> and Ken T. Murata<sup>1</sup>

The up growth of computing power and the network technology in recent years enables the large-scale data analyze. Cross-over search and analysis are required in the earth science field, we have developed meta-database so that the researcher can query collectively with the solar terrestrial observation data. In charge of public presentation of the data, site managers show the negative tendency because of the complicatedness of access control setting and the worry for the threat of security from the granting the download from anywhere. We plan to make these systems to shift gradually into the grid computing environment for unifying the heterogeneous systems in security manner. There are still many legacy implementations to make the transition to grid computing. We watched the movement of grid computing is driving with the web service technology and restructured current system with web service implementation as the transitional implementation for the grid computing.

Key word: Web Service, Grid Computing, Solar-Terrestrial Physics, Meta database

#### 1.はじめに

近年の計算機の処理能力と通信技術の発展により、従来ではなしえなかった大規模なデータの分析が可能になったことから、広域地球科学分野では大量のデータの観測、管理、公開が進められている。しかし、我が国では観測データの取得と蓄積は進んでいるものの、そのデータの利用、特に横断的なデータの取得が出来るような環境の整備がなされておらず、国内の高速なコンピューティング環境と高速ネットワークを利用した大規模な解析が困難な状況にある。観測データベースの横断的検索、公開が難しい理由として、この広域地球観測分野及び宇宙観測分野では観測を行った研究機関、グループ事に観測データの管理、公開の責任や権限のポリシーがまちまちであること、観測データのデータフォーマットが統一されていない事が主要な原因である<sup>1)</sup>。そこで筆者らは分散したデータベースを統合的に検索できるメタデータベースの構築と様々な観測データを同一のフォーマットに収斂させていく試みを行ってきた。各地に散在している太陽地球系物理(Solar-Terrestrial Physics: STP)観測データを横断的に検索、取得するためのメタデータベース

システム STARS(Solar-Terrestrial Analysis and Reference System)を愛媛大学総合情報メディアセンターにおいて開発してきた<sup>2)</sup>。その一方で異質な動的な性質をもつシステム間のインターネットでの協同作業を可能にする Grid Computing 技術が注目されつつある<sup>3)</sup>。Grid Computing 環境においてはユーザーは地理的に分散した計算資源をあたかも一つの計算機資源にアクセスしているかのように利用することが容易である。本稿は横断的検索を実現するインタフェースの実装に焦点を当て、分散データベースシステムを将来の情報基盤と目される Grid Computing 環境に移行するにあたって、現状の分散データベースシステムにおける問題点、本システムの Grid Computing における位置づけの定義、そして Grid Computing 環境に移行する為の過渡期としての Web Service の実装について論じる。

#### 2. STARS の現状と問題点

##### 2.1 STARS における各種エンティティ

##### 2.1.1 STARS によって管理される STP データ

STARS の管理対象となっている STP(Solar-Terrestrial

Physics)データは科学衛星観測と地上観測からなる。特に1992年より始まったISTP計画(International STP計画)では10以上の衛星と地上観測が数年間に渡って行われた。なお、これらのデータは原則的には時系列データで構成されている。

### 2.1.2 ISTP データ解析者、観測データの所属

STP観測データの多くはISTP等の大規模プロジェクトにより行われた観測の結果として出力されたものである。これらのデータは一つの衛星計画(Mission)下に複数の観測機器が搭載され、これらの観測機器の管理者として観測班(Team)が受け持つ構成で表されていることがわかっている。それぞれのTeamの観測機器の設計からデータ管理までの一連のプロジェクトをPI(Principle Investigator)及びCo-I(Co-Investigator)が統括する。そして複数の研究者、データ解析者(User)よりなる研究グループ(Group)があり、これらグループは複数のTeamに参加する。観測データの所有権は各観測班(Team)が所有する。

### 2.2 公開ポリシー

公開ポリシー(Open Level)は5段階に分けることが出来る<sup>2)</sup>。一般公開(General)、観測計画内公開(Mission)、観測班(Team)内公開、研究グループ内公開(Group)、ユーザー公開(User)である。前述のデータ解析者、観測データ所属のn分木で表現されたアクセス権限を定義する為にSTARSのメタデータベースの中でデータ解析所属者データベースを作成し、公開ポリシーと観測データの所属、データ解析者の所属の組み合わせで最終的なデータのアクセス権限を決定している(図1)。

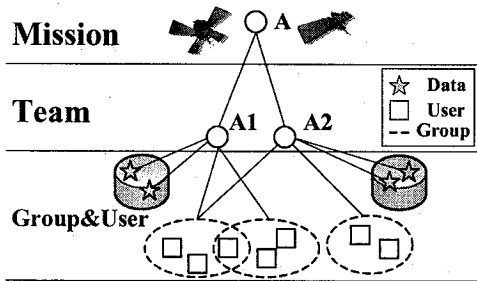


図1 STPデータとSTPデータ解析者所属概念図

### 2.3 STPデータの検索と取得

利用者はSTARSのアカウントを利用してログインし、検索対象となるデータセンターの選択、データ期間を指定し、検索を行う。検索結果が返った後、STARSのログインアカウントが対象データのデータサイトへのアクセス権限を有すればそのデータサイトへのftpアクセスの為にID/Passwordがダウンロードに渡され、該当ファイルのダウンロードが出来る(図2)。

### 2.4 本方式の問題点

現在のSTARSには主にセキュリティと管理の観点の

二つの大きな問題がある。ユーザが観測データサイトにSTARSメタデータベースによる認証を得た上のアクセスであるとは言え、平文でID/Passwordが流れるftpを利用しており、容易にトラフィック解析され攻撃の対象になる事が予想される。よりセキュアな転送プロトコルの実装、もしくはftpの対象となるユーザーを制限して欲しい旨の要望が、データサイトの管理者より出ている。

またSTARSのメタデータベースへのデータ情報、ユーザーアクセス権限設定の登録は手作業に近い状態である。データの重複のチェックなども人的作業を伴い、この登録のインターフェースを定義し、半自動的に行えるような環境の提供を希望されている。また国際的学術連携を実現する為に、データの共通フォーマットの定義をするのみならず、国際的連携を実現する為のインターフェースの策定も要請されている。

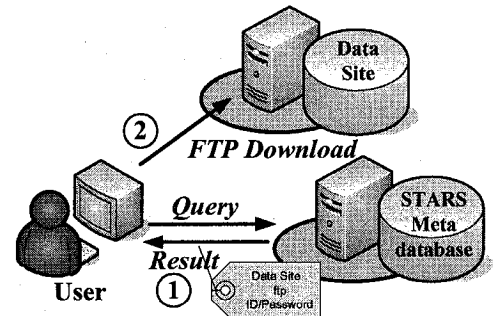


図2: 従来のSTARS検索、ダウンロード

### 3. Grid Computingの応用研究について

#### 3.1 STARSのGrid Computingの中での位置づけ

Gridとして認められる為の三つの条件<sup>4)</sup>としては1)分散した資産をコーディネートできるもの、2)オープンスタンダードなプロトコルやインターフェースを使用したもの、3)単純には得られない質の高いサービスを提供するものと定義されている、とあり、STARSは分散したデータサイトを検索し、ダウンロードできるサービスを提供しているという観点から2番目を除いて全ての要件を満たしているといえる。またGridは大別してコンピューティンググリッド、データグリッド、PCグリッド、ビジネスグリッドがあり<sup>5)</sup>、その中でもSTARSはデータベース検索のフロントエンドとしてGridポータルとして位置づける事が出来る。分散しているデータベースを巨大なストレージとして扱う仮想ファイルシステム<sup>6)</sup>として構築することも考えられなくはないが、データサイトのサイトはレガシーな環境から移行する事は困難であり、非現実的であることから、従来の環境はそのままに外界とのDemarcation Pointに位置するSTARS-WS(Web Service)が外部へWeb Serviceもしくはグリッド環境へ統合する形でサービスを提供する形態を取る方針に決定した。

#### 3.2 グリッドの基盤技術としてのWeb Service

グリッドのミドルウェアである Globus Grid Toolkit は Grid の基本サービスとしての OGSi の実装を経て、Version3 から Web サービスを WSDL を拡張した GWSDL(Grid WSDL)を実装することで Web サービスを Grid の基盤とする試みを行ったが、Version4 からは Web サービスの仕様を拡張し、Web サービスの方から Grid Computing への親和性を高めていくアプローチを取った。

即ち、WSRF (Web Service Resource Framework)<sup>7)</sup>という規格を制定し、WS-Addressing<sup>8)</sup>をベースに OGSi のリファクタリングとして Web サービス規格に WS-ResourceProperties<sup>9)</sup>、WS-ResourceLifetime<sup>10)</sup>、WS-RenewableReferences、WS-ServiceGroup、WS-BaseFault、WS-Notification family of specifications<sup>11)</sup>の仕様拡張を提唱している。

そしてそれらの仕様は Web サービスにおける WSDL2.0<sup>12)</sup>、WSDM (Web Services Distributed Management)<sup>13)</sup>との策定とも連動して、Web サービスと Grid Computing が交差しつつある。そこで、本研究は WSDL2 及び WS-Addressing をサポートする Web サービスシステム上で開発を行い、そこから仕様を拡張して Grid Computing にインテグレーションしていくロードマップを採用した(図3)。

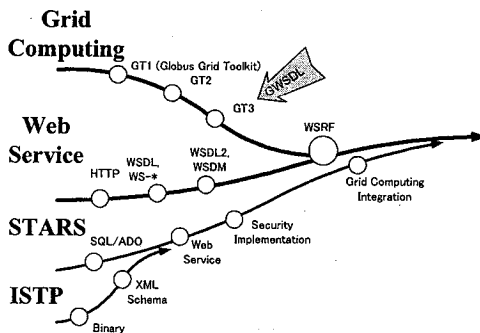


図3. STARS-WS のロードマップ

#### 4. STARS-WS の設計

##### 4.1 STARS-WS システムのサーバの配置

###### 4.1.1 システム概要

本システムでは従来は STARS メタデータベースとメタデータベースクライアントの 2 層構成であったものを、Grid Computing 環境への移行を視野に入れ、データダウンロードエージェント層、メタデータベース層、Web サービスポータル層、Web サービスクライアント層の 4 層構成に分離するように設計した(図4)。グリッドポータルサイトはアプリケーション層、運用管理ツール、基本ミドルウェア層、OS/ハードウェア層より構成されている<sup>3)</sup>。アプリケーション層は本システムをベースとして例えば検索や、ダウンロードされたデータを AVS Express 等の可視化ツールに付する事が出来るデータ形式に変換する等、本システムをベースとして拡張されたユーティリティ Web サービスとして位置づけられる。これは Web サービスポータル層に該当する。運用管

理層は、ユーザー管理、サーバ管理に大別される。ユーザー管理はメタデータベースの利用者アカウント、データサイト、データファイルへのアクセス権限の管理を、サーバ管理は Web サービスを提供するサーバ群の設定に関連する。これらは主にメタデータベース層にマッピングされる。そして基本ミドルウェア層はセキュリティ、システム管理、データ管理、課金管理等を統括するフレームワークであるが、現状は Web サービスを提供するサーバの Web サービスフレームワーク、例えば Tomcat<sup>14)</sup>や ASP.NET<sup>15)</sup>上で独自に実装することになるが、これらは OGSi<sup>16)</sup>、OGSA<sup>17)</sup>の Reference Implementation である Globus Grid Toolkit<sup>18)</sup>等の Grid ミドルウェア上に各サービス管理を移行するようにする。

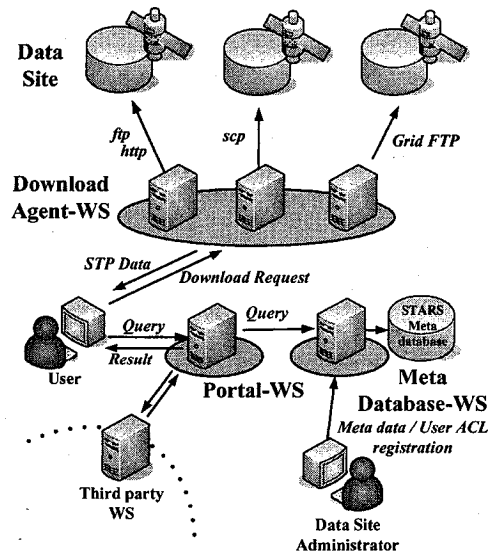


図4 STARS-Web Service の全体像

###### 4.1.2 ダウンロードエージェント層

データダウンロードエージェント層は、Web サービスポータル層から見ると Web サービスであると同時に、データのダウンロード先であるデータサイトに対してはエージェントである<sup>19)</sup>。ダウンロードエージェント Web サービス (DLAgentWS) とポータル Web サービス (PortalWS) が稼動しているサーバは公開鍵認証局よりそれぞれのサーバのホスト公開鍵証明書を発行してもらい、そして DLAgentWS は PortalWS の公開鍵証明書を入手し、その公開鍵証明書によって署名された書類を信用することで認証の委譲を行う。即ち、利用者は PortalWS で STP データを検索した上で、ダウンロードしたいファイルの一覧を作成し、PortalWS に XML 書類として転送し、PortalWS にその XML 書類を署名してもらい Web サービスを利用して PortalWS のホスト秘密鍵で署名された XML 文書を受け取る。この時に第三者に引き続き利用されないように、発行時のクライアントの IP アドレスと署名された文書の有効期限として発

行時より数分先に進めた時刻を埋め込む。利用者は引き続き、DLAgentWSに対してWebサービスでのダウンロード要求に先ほど署名済みのXML文書を添付して渡す。DLAgentWSは受け取った書類がPortalWSによって署名されたものであることの確認、クライアントのIPアドレス、有効期限の照合を行い、検証にパスすればダウンロード要求リストに記述されているファイルを利用者に引き渡す為の処理に入る。

ダウンロードエージェント層はWebサービスでのSTPデータダウンロード要求に応じてデータサイトよりダウンロードを開始する。データのダウンロードはアクセスするデータサイトによってftp/scp/http/grid-ftp<sup>20)</sup>など様々なプロトコルでダウンロードを行う。ダウンロードはFacadeパターン及びAbstract Factoryパターンより構成されたダウンロードサービスクラスにより同様のインタフェースで操作することが可能になる。ダウンロードされたデータは、前述のクラスによって一時ファイルにダウンロードされ、WebサービスのSOAP ReplyメッセージにDirect Internet Message Encapsulation(DIME)<sup>21)</sup>を利用して添付<sup>22)</sup>する。SOAP1.2での添付<sup>23)</sup>ではMIMEベースのSwA(SOAP Message with Attachment)<sup>24)</sup>、DIMEの両方がサポートされているが、パフォーマンスに優れていることからDIMEによる添付を採用した。利用ユーザーから見ればデータの検索、ダウンロードがWebサービスで一本化でき、データサイト管理者から見るとダウンロードの許可をダウンロードエージェントに対してのみ設定すれば良い。その為管理、セキュリティ上受け入れやすい環境が構築出来る。現在はデータセンターの管理上の制約からデータグリッドへの速やかな移行は難しいが、データグリッドに移行した場合はこのダウンロードエージェント層がデータグリッドへのアクセスゲートウェイとして位置づけられ、メタデータベース層、Webサービスポータル層への影響の波及は吸収されることになる。

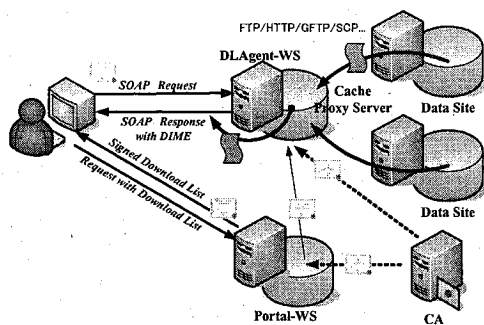


図5 ダウンロード層の概要

#### 4.1.3 メタデータベース層

従来はメタデータベースクライアントとSQLステートメント発行による検索、ユーザー情報を含むデータのやり取りを行っていた部分である。これもSQLステートメント及びその結果が平文でインターネット上に流れるという問題があり、Webサービスのポータル層の背後に

設置することでデータベースの詳細を外部から隠蔽する事が可能になる。Webサービスのポータル層へはユーザーの検索要求をWebサービスとして提供し、データセンターの管理者へはメタデータ登録、ユーザー権限登録の為のWebサービスを提供する。またメタデータベース同士の同期、レプリケーション、そして海外のメタデータベースとの情報交換のゲートウェイとしても位置づけられる。従ってWebサービスポータルとデータサイト管理者向けに2種類のWSDLが公開される。

#### 4.1.4 Webサービスポータル層

Webサービスポータル層はグリッドコンピューティングでの広義の定義でいうWebブラウザでのサービス提供という側面とダウンロードエージェント層とメタデータベース層から提供されるサービスをユーザーの検索、ダウンロードのインタフェースとして提供されるWebサービスの側面と2つの面を持つ。

Webブラウザでのサービス提供はWSIA(Web Services for Interactive Applications)<sup>25)</sup>、WSXL(Web Services Experience Language)<sup>26)</sup>、WSRP(Web Services for Remote Portals)<sup>27)</sup>といったWebサービスのコンポーネント化、そのコンポーネントをもとにしたMVC(Model-Control-View)モデルの構築、そしてポータルサービスにおけるポートレット化を提供する。またWebサービスについては通常のWSDLによる認証、検索、データダウンロードのインタフェース公開に加え、WSXLベースのインタフェース提供により、本サービスをModel層のレベルに位置づけた上で、様々な二次的データの生成、加工のサービスを第三者が開発することが可能になる。

#### 4.2 Webサービスのインタフェースの定義

先述したように本研究ではSTARSメタデータベースへのアクセスの為にサービスへのアクセスのインタフェースとしてWeb Serviceを採用することにした<sup>28)</sup>。STP分野におけるWeb Serviceを取り入れた先行事例としてCDAWeb(Coordinated Data Analysis Web)<sup>29)</sup>、及びポータルサービスSSCWeb(Satellite Situation Center Web)<sup>30)</sup>があり、そのサービスもWSDL<sup>31)</sup>で公開されている。しかし、これらのWebサービスでは異なるセキュリティ、管理ポリシーよりなるヘテロなSTPデータサイトの疎結合を目指したものではない。ヘテロなデータサイトの連携を実現するにあたって、問題になるのは利用者の認証の委譲である。現在STPデータの所在は相互にレプリケーションされたメタデータベースがあるが、ここに認証機能とダウンロード機能を全て結合した状態で実装すると、1)データダウンロードの最適化の為にDLAgentASをネットワーク的に分散して配置できない。2)認証サーバに認証の為に負荷が集中する。3)DLAgentASが認証サーバに認証の為に通信できる状態である必要がある。しかしファイアウォールの関係で必ずしもDLAgentとPortalWS間にネットワーク上の相互通信性があるとは限らない。といった問題が考えられる。その為に本システムではセッション情報を維持した

Web サービスは構築せず、メッセージごとに認証情報を付与してその都度認証する事、サーバーをまたいだ認証、認可は4.1.2節で論じたようにホストの公開鍵証明書への信頼による委譲で実現することとした。

ダウンロード要求、ダウンロードデータ、メタデータベースの検索結果等の情報はXML Schemaを用いてXML文書の構造を定義し、DLAgentWS、PortalWS、MetaDatabaseWSで提供するWebサービスはWSDLとしてそれぞれ実験サイトで公開する予定である。

#### 4.4 負荷分散への考慮

従来はユーザーがメタデータベースで検索した後、実ファイルのダウンロードはデータサイトより直接行っていたが、Webサービス化した場合はデータサイトではなくWebサービスのサイト経由でSOAPメッセージの添付という形で入手することになる。その為、従来のWebアプリケーションに用いてきた負荷分散の手法の適用が可能になる。1)サーバ負荷分散装置の導入によってWebサービス要求を複数のポータルWSサーバに分散する。2)ダウンロードの要求があった場合、ポータルWSサービスは複数のDLAgentWSがあればラウンドロビンでDLAgentWSグループから順番に返していく単純な形から利用者ごとにネットワーク的に最寄のDLAgentWSサーバを返す事が出来る。3)DLAgentWSサーバ上のftp/httpダウンロードモジュールにプロキシの設定を行い、ダウンロードをキャッシュプロキシサーバ経由で行うようにする。プロキシのキャッシングを利用して一度要求があったデータファイルは次回リクエスト時からデータサイトに取りに行かず直接応答する。標準技術を利用しているので事情に応じていずれかの層で適切な負荷分散手法を選択することが可能である。

#### 5. STARS-WSの実装

STARS-WSは4章で先述した通り、ダウンロードエージェント層、メタデータベース層、Webサービスポータル層の3つのシステムで構成されている。現在は全てのWebサービスは.NET Framework及びASP.NET上で構築されている。ダウンロードエージェント層を受け持つサーバではデータを取得する為のFTP/HTTP/SCPダウンロード用モジュールが構成され、FTP/HTTPモジュールは同じサーバ上で動作しているdelegateプロキシサーバを経由して通信する事によりキャッシング処理も行っている。Webサービスでは利用者のダウンロード要求に応じる為にWSE2.0(Web Services Enhancements)を利用して、SOAPメッセージ上に添付された署名付のダウンロード要求XML文書を取り出し、署名検証、文書内容の検証を行った後、ダウンロードモジュールを呼び出し、ダウンロード対象ファイルを一時ファイルに保存した後、応答メッセージにDIME形式で添付して返している。メタデータベース層ではSQLServer2000でメタデータベースを構築している<sup>2)</sup>。データベースへのアクセスにはADO.NET(ActiveX Data Object)を利用しているが、こ

の結果としてのDataSetを4.2節で論じたように、XML Schemaで定義されたXML文書の形にして返す。ここでの認証情報は従来のSQL呼び出しで利用していたデータベースのID/Password情報をWS-Securityに従ってノンスとタイムスタンプを加えてハッシュしてダイジェスト作成したものをSOAPメッセージに載せることで認証を行っている。ポータル層のWebサービスは前述のメタデータベースのWebサービスを用いて、利用者の認証、検索を行う。利用者がダウンロードを選択する時には、ポータルサービス経由で取得したデータのURI(Universal Resource Identifiers)を列挙した要素の入ったXML文書をポータルサービスに渡して署名をしてもらい、添付ファイルの形で受け取る。そしてダウンロードエージェント層のWebサービスは利用者からその署名つき処理を添付で受け取り内容を検証してWebサービスの提供を行う。

#### 6. 考察

以上、本稿では駆け足で太陽地球系観測メタデータベースのWeb Service技術の実装について論じてきた。異なるドメインでのID、アカウント、属性、認証の連携を目指した構想としてWS-Federation及びLiberty Allianceの仕様策定が推進されている。これらの技術は社会基盤を構成する壮大なフレームワークであり、完成した暁には本研究のアプローチは無為に帰するという見方があるかも知れない。しかし、PKI(Public Key Infrastructure:公開鍵基盤)の整備が進みつつある今でもPGP(Pretty Good Privacy)が利用されているように対象ドメインが異なることで棲み分けが出来ている例がある。本研究の主眼は学術研究の連携の為に研究者の所有リソースに対する優先的権利を確保しつつ相互情報公開を推し進めていくことである。動きの速い研究世界では長大なシステムは敬遠される為、不可欠な分散システムのセキュリティ基盤のコンパクトな実装を行い、速やかな展開を行う事にある。学術界において合意の得られた部署で認証を統括して行い、認証の委譲をXML文書への署名の妥当性の確認によって行うという必要最低限に留めた。XML署名は標準的手法を用いている為、事前に合意を得ることが出来れば合意に基づいてWSDL及びXML Schemaによるデータのモデルを用意し対応することでサービスの拡張も容易である。またその一方で、データ観測サイトでは従来のftpサーバによる情報提供の形態から移行できないという現場の事情がある。レガシー環境に極力手を加えずに移行出来るようにftpを代理ダウンロードし、WebサービスのDIME添付として提供するエージェントの開発を行った。このように現場の諸々の事情に即した開発を行い、またサービスの変更、拡張が速やかに出来るようにするには簡潔な分散システムの認証手法でなければ難しいと考えた次第である。

#### 7. むすび

本稿では太陽地球系観測メタデータベースの現状と課題について論じた。さらにGrid Computingへの移行

を見据えて Web Service と Grid Computing の動向を検討した結果、Web Service の実装を行い、今後の Web Service の標準規格の漸進に合わせて行くことで Grid Computing への移行を推進していく事を選択した。本稿を執筆中も Web Service 関連技術はなおも策定が進みつつあり、特に WS-Security、WS-Policy の動向がどのようになるかを見守っている。現在は STARS の Web Service の実装及び本サービスによってやり取りされる STP 情報のデータフォーマットの標準化作業に取り組んでいる。さらに NASA 等 Web サービスで公開している研究組織とも共同研究を進めて行きたいと考えている。

#### 文献

- 1)内閣府政策統括官(科学技術政策担当)総合科学技術会議事務局フロンティア担当、地球環境情報の世界ネットワーク構築に関する報告書, Feb.2003
- 2)国際太陽地球系物理観測の広域分散データベースシステム, 村田健史, 電子情報通信学会論文誌(B), pp.1331-1343, Vol.J86-B, No.7, Jul. 2003
- 3)I. Foster, C.Kesselman, and S.Tuecke, "The anatomy of the Grid," Int. J.Supercomputer Application, vol.15, no.3, pp.1-25, 2001
- 4)Ian Foster, "What is the Grid: A Three Point Checklist", Grid Today, July 20, 2002.
- 5)産業技術総合研究所グリッド研究センター, "グリッド—情報社会の未来を紡ぐ—産総研シリーズ", 丸善, 2004
- 6)建部 修見, 森田 洋平, 松岡 聡, 関口 智嗣, 曾田 哲之, 「ペタバイトスケールデータインテンシブコンピューティングのための Grid Datafarm アーキテクチャ」, 情報処理学会論文誌:ハイパフォーマンスコンピューティングシステム, 情報処理学会, Vol.43, No.SIG 6 (HPS 5), pp.184-195, 2002年9月
- 7)Karl Czajkowski, et al "From Open Grid Services Infrastructure to WS-Resource Framework: Refactoring & Evolution" <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-resource/gr-ogsitowsrf.html>, 3/05/2004
- 8)WS-Addressing, an XML serialization and standard SOAP binding for representing network wide "pointers" to services. <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-add/>
- 9)WS-ResourceProperties <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-resource/ws-resourceproperties.pdf>
- 10)WS-ResourceLifetime <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/wsresource/ws-resourcelifetime.e.pdf>
- 11)WS-Notification family of specifications (WS-BaseNotification, WS-Topics and WSBrokeredNotification) <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-pubsub/WS-PubSub.pdf>
- 12)"The Web Services Description Language", vers

- ion 2.0 draft. <http://www.w3.org/TR/wsdl>.
  - 13)OASIS WSDM Management Using Web Services and Management Of Web Services Working Groups.
  - 14)Apache Jakarta Tomcat <http://jakarta.apache.org/tomcat/>
  - 15)ASP.net <http://www.asp.net/>
  - 16)Open Grid Services Infrastructure (OGSI) V1.0 <http://forge.gridforum.org/projects/ggf-editor/document/draft-ogsi-service-1/en/1>
  - 17)OGSA:Open Grid Services Architecture <http://www.ogsadai.org.uk/>
  - 18)"The globus project." <http://www.globus.org/>, 2002.
  - 19)Web Service Architecture W3C Working Draft 8 August 2003 <http://www.w3.org/TR/2003/WD-ws-arch-20030808/>
  - 20)The Grid FTP Protocol and Software <http://www.globus.org/datagrid/gridftp.htm>
  - 21)Henrik Frystyk Nielsen, Henry Sanders, Direct Internet Message Encapsulation (DIME), INTERNET-DRAFT draft-nielsen-dime-01, February 01, 2002
  - 22)Henrik Frystyk Nielsen, Erik Christensen, "WS-Attachments", INTERNET-DRAFT draft-nielsen-dime-soap-01, June 17, 2002
  - 23) SOAP 1.2 Attachment Feature <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-soap12-af-20040608/>, W3C Working Group Note 8 June 2004
  - 24)SOAP Messages with Attachments, <http://www.w3.org/TR/SOAP-attachments> W3C Note 11 December 2000
  - 25)WSIA:Web Services for Interactive Applications <http://www.oasis-open.org/committees/wsia/>
  - 26)WSXL:Web Services Experience Language <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-wsxl/>
  - 27)WSRP:Web Services for Remote Portals <http://www.oasis-open.org/committees/wsrp/>
  - 28)Web Service Activity <http://www.w3.org/2002/ws/>
  - 29)Coordinated Data Analysis Web (CDAWeb), <http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>
  - 30)Satellite Situation Center Web (SSCWeb) <http://sscweb.gsfc.nasa.gov/>
  - 31)Web Service Description Language(WSDL) 1.1 <http://www.w3.org/TR/wsdl> W3C Note 15 March 2001
- 筆者所属
1. 愛媛大学総合情報メディアセンター 情報基盤部門 〒790-8577 松山市文京町3 愛媛大学総合情報メディアセンター  
Center for Information Technology, Ehime university  
Email:ekimura@cite.ehime-u.ac.jp