

# GEO Gridから サイエンス・クラウドへ

**小島 功**

**産業技術総合研究所  
情報技術研究部門**

# 概要

## GEO Grid <http://www.geogrid.org>

- ▶ 経産省保有の衛星センサのアーカイブを核とした、科学やビジネス利用促進のための分散IT基盤

- ◉ OGC(Open Geospatial Consortium)標準

- ◉ 分散技術（グリッド技術）

- ▶ 応用例

## GEO Gridからクラウドへ

- ▶ 方向性

- ▶ ケーススタディ

- ▶ 今後の課題等

## GEO Gridとは (<http://www.geogrid.org>)

グリッド技術を用いて地球観測衛星データの大規模アーカイブを提供し、さらに各種観測データベースやGISデータと統合したサービスを安全かつ高速に提供し、しかもこれらをユーザが簡単に使えることを目指したシステム

● 産総研における地質・地球観測と情報部門の共同プロジェクト

## ● 応用例：地滑り予測とハザードマップの作成



# GEO Gridのアプローチとアーキテクチャ

## GEO Gridのアウトカム

災害情報の  
共有化

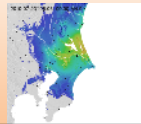
政策・意志  
決定支援

科学・技術  
研究開発

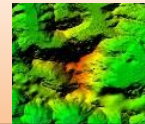
ビジネス

## 応用サービス群の 構築と提供

QuiQuake



ASTER  
標高モデル  
(DEM)



火砕流  
シミュレーション



その他

地理標準(OGC)規格の**基本サービス群**をWeb上で提供

## IT基盤(コア)技術 次世代分散技術 (グリッド・クラウド)

異種・分散  
データベース  
統合システム

異種・分散  
カタログ検索

セキュリティ  
ユーザ管理

その他

次世代の分散処理技術(グリッド・クラウド)で連携

(コア)コンテンツ:  
経産省保有の衛星センサデータ  
産総研の地質データ等



データサービス

衛星データ

地質データ

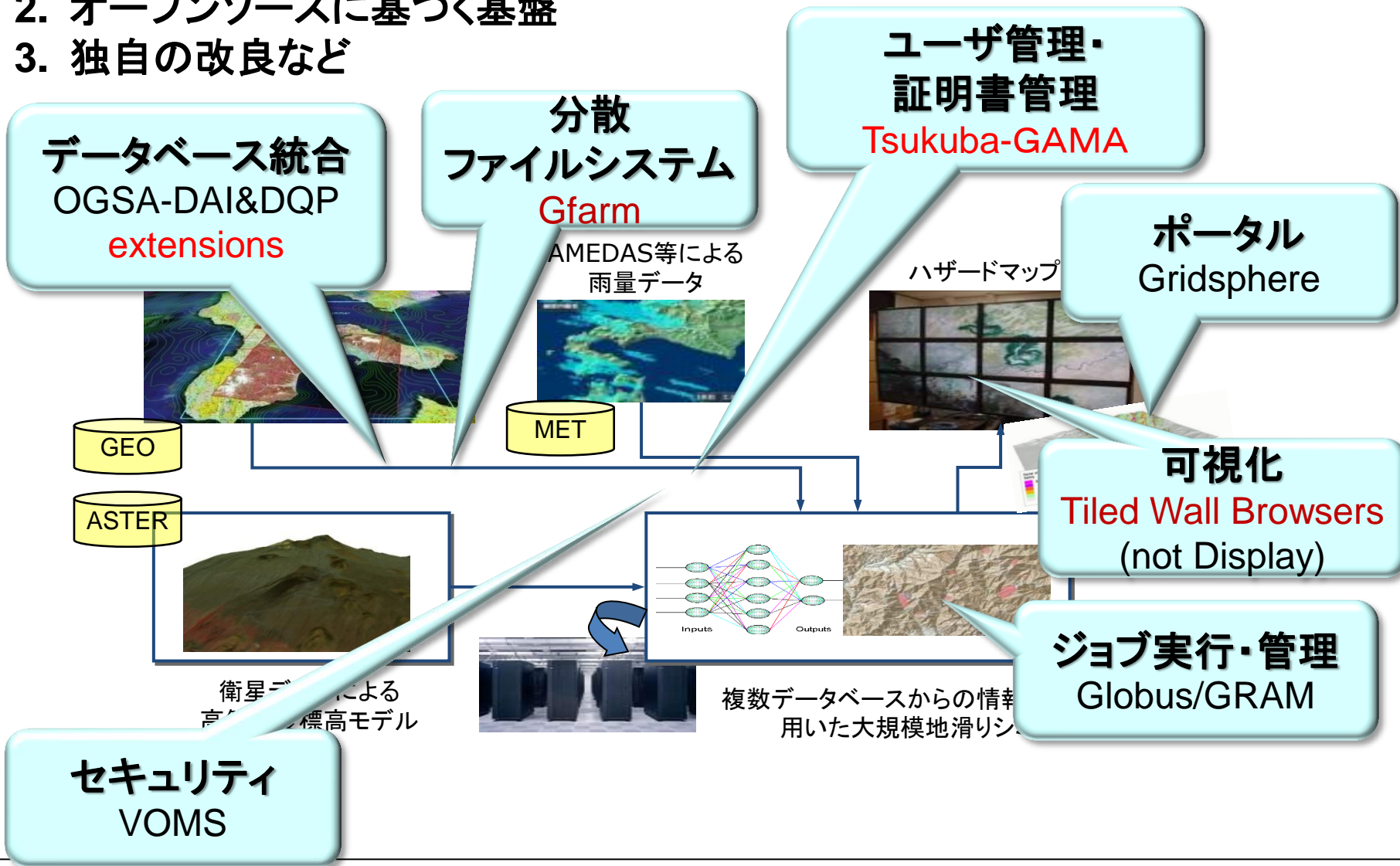
計算サービス





# GEO Grid : 基盤技術

1. いわゆる「グリッド・コンピューティング」に基づく基盤
2. オープンソースに基づく基盤
3. 独自の改良など



## OGC標準サービス：

- 地理空間情報のための一連の標準として普及
  - ▶ WMSサービスだけで数百は公開されていそう
- いわゆるREST型(HTTP GET/POST)
  - ▶ インターネット上でのサービス構築に有利
- GEOSS（政府間会合）へのコミット

**CSW (Catalog Service Web)**  
メタデータ検索

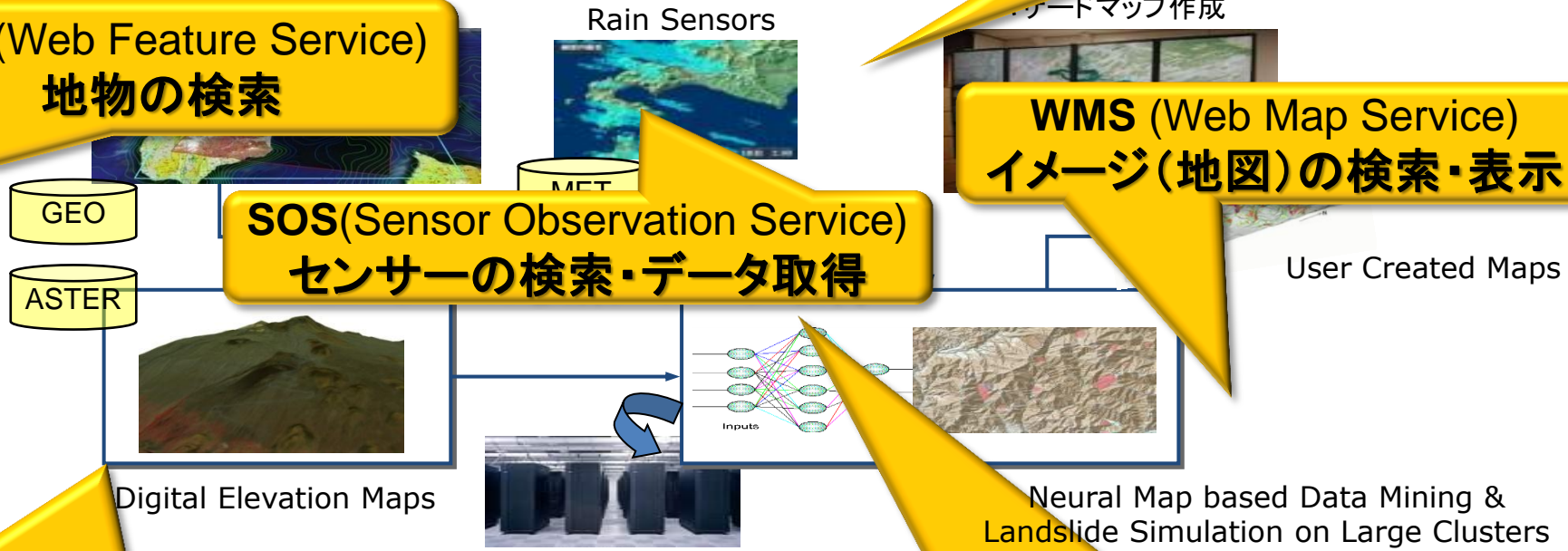
**WFS (Web Feature Service)**  
地物の検索

**WMS (Web Map Service)**  
イメージ(地図)の検索・表示

**SOS (Sensor Observation Service)**  
センサーの検索・データ取得

**WCS (Web Coverage Service)**  
ベクタデータの検索

**WPS (Web Processing Service)**  
データ解析処理等の呼び出し



# GEO Gridのシステムの的な特徴

## 分散・並列：

- ▶ 分散（並列）計算、
- ▶ 分散ファイルシステム、
- ▶ 分散データベース等で構築

## セキュリティ：

- ▶ 証明書と仮想組織に基づく堅牢なセキュリティ
- ▶ データ保護

## 大規模：

- ▶ ASTER衛星画像データだけで800TB以上、
- ▶ 約180万シーン

QuiQuake/QuakeMap - 地震動マップ即時推定システム -- Mozilla Firefox

http://qq.ghz.geogrid.org/

概要 手法 トップ | RSS | English

# QuiQuake / QuakeMap

- 地震動マップ即時推定システム -

最近の大きな地震    最近の地震

2010-12-06T16:30+09:00 M5.7

図の拡大  
KML ダウンロード  
(利用方法)

powered by GEO Grid, AIIST

日時	2010-12-06T16:30
震央 (経度, 緯度)	(143.2, 40.8)
マグニチュード	M5.7
震源の深さ	10 [km]
画像範囲	UL:(139,42.66666667) - LR
GeoTIFF ダウンロード	<a href="#">PGV_INT</a> (...ファイルフォーマット)

地震動マップ即時推定システム (QuiQuake: Quick estimation system triggered by observation records) とは、産業技術総合研究所 (AIST) の Global Earth Observation Grid (GEO Grid) の災害軽減研究の一環として、計画) や効果的な地震災害対応のための基盤情報として活用しても開されると速やかに日本全国の地震動マップ (約250mメッシュ単位) です。

地図から探す

日付から探す

December . 2010

<<< << < Today > >> >>>

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
			1	2 (1)	3 (1)	4
5	6	7	8	9	10	11

## Application

# 地震動マップ即時推定システム

## QuiQuake

<http://qq.ghz.geogrid.org/>

Copyright (c) 2009 GEO Grid, AIIST. All rights reserved.      お問い合わせ: geogrid\_vo@m.aist.go.jp

http://qq.ghz.geogrid.org/#tab1

# 地震動マップ即時推定システム (QuiQuake) とは？

地震後速やかに最大地動速度と計測震度を自動的に計算し、ホームページおよび標準のインターフェイスで公開するサービス

**社会的なニーズ:** 国・自治体の被害全容把握や、企業(本社・支社だけでなく、サプライヤーなども含めた)の道路網被害状況把握等に使える、広域かつきめの細かい地震動情報が即時に必要。

**問題:** 地震計の数が少なく、ない地点での揺れが正確にはわからない。

**方法:** 産総研が保有する地形・地盤分類(250mメッシュ)のマップと組み合わせ、地震計のない地点の震度をシミュレーションによって速やかに求める。マップはOGC標準のインターフェイスでサービス公開する。

**アウトプット:** 自治体や企業を含め、広く社会で利用できるWebサービスの提供



# QuiQuakeの処理の流れ

アウトカム  
災害情報の共有化  
政策・意志決定支援

GEO Gridのアウトカム

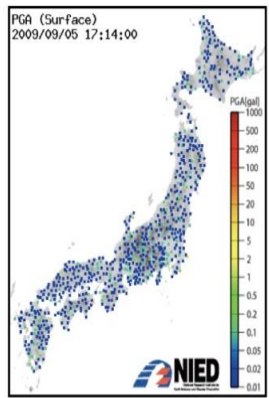
応用サービス群の構築と提供

地理標準(OGC)規格の基本サービス群

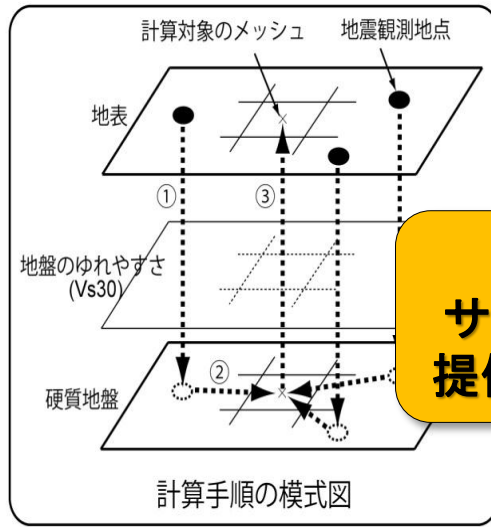
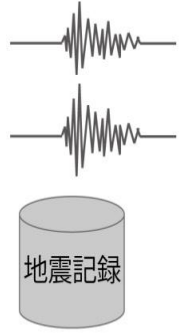
IT基盤(コア)技術  
次世代分散技術(グリッド・クラウド)

次世代の分散処理技術で連携

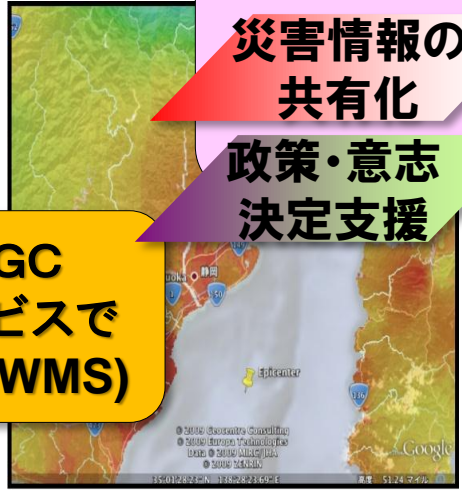
(コア)コンテンツ:  
経産省衛星センサ  
産総研の地質データ等



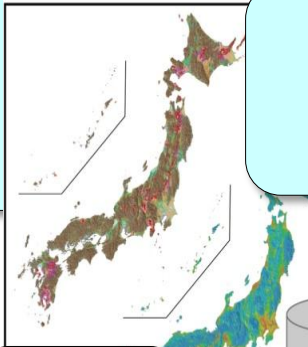
強震観測網 (防災科学技術研究所)



OGC  
サービスで  
提供(WMS)



Google Earth (WMS) での利用



250mメッシュ  
に基づく地盤のゆれ  
(Vs30 マップ)

分散  
データ  
連携

高性能  
計算  
GEO Grid クラスタ

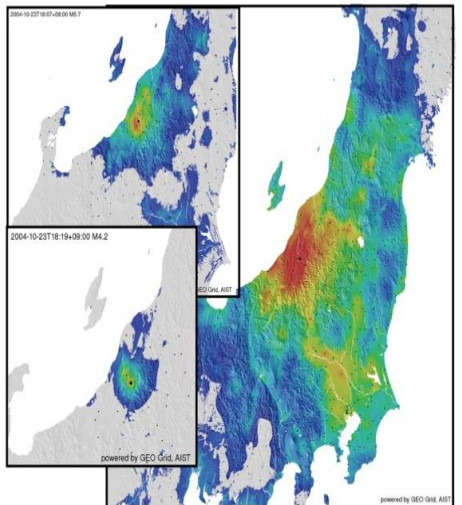


サーバ

WMS

html

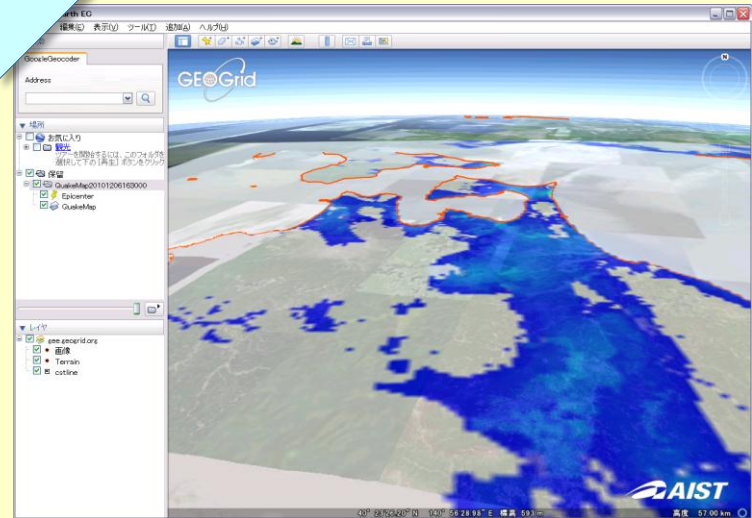
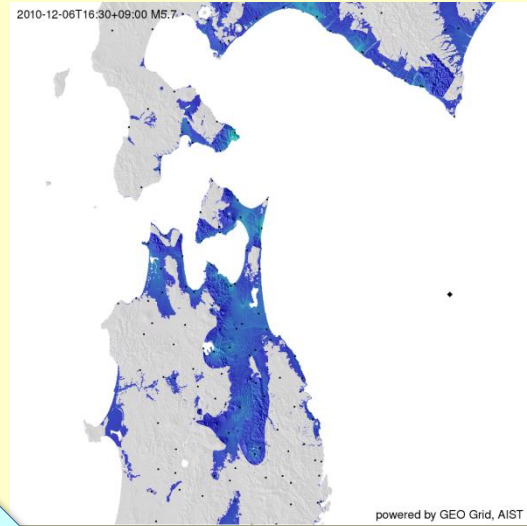
PNG, GeoTIFF



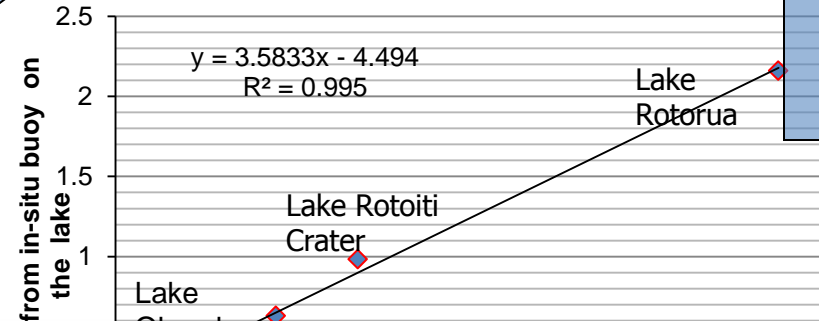
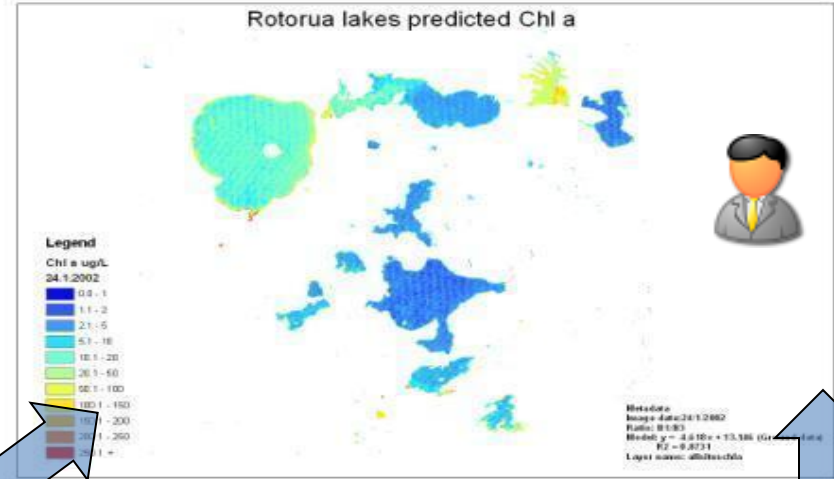
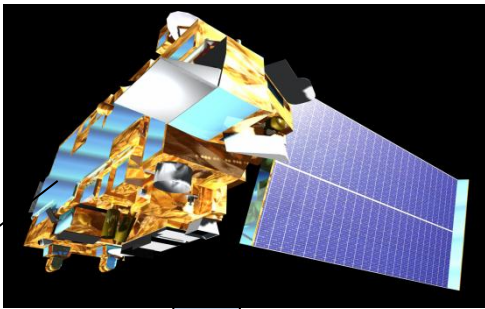
地震動マップ (PGV, 計測震度)



単なる地震計のみの情報



QuiQuake

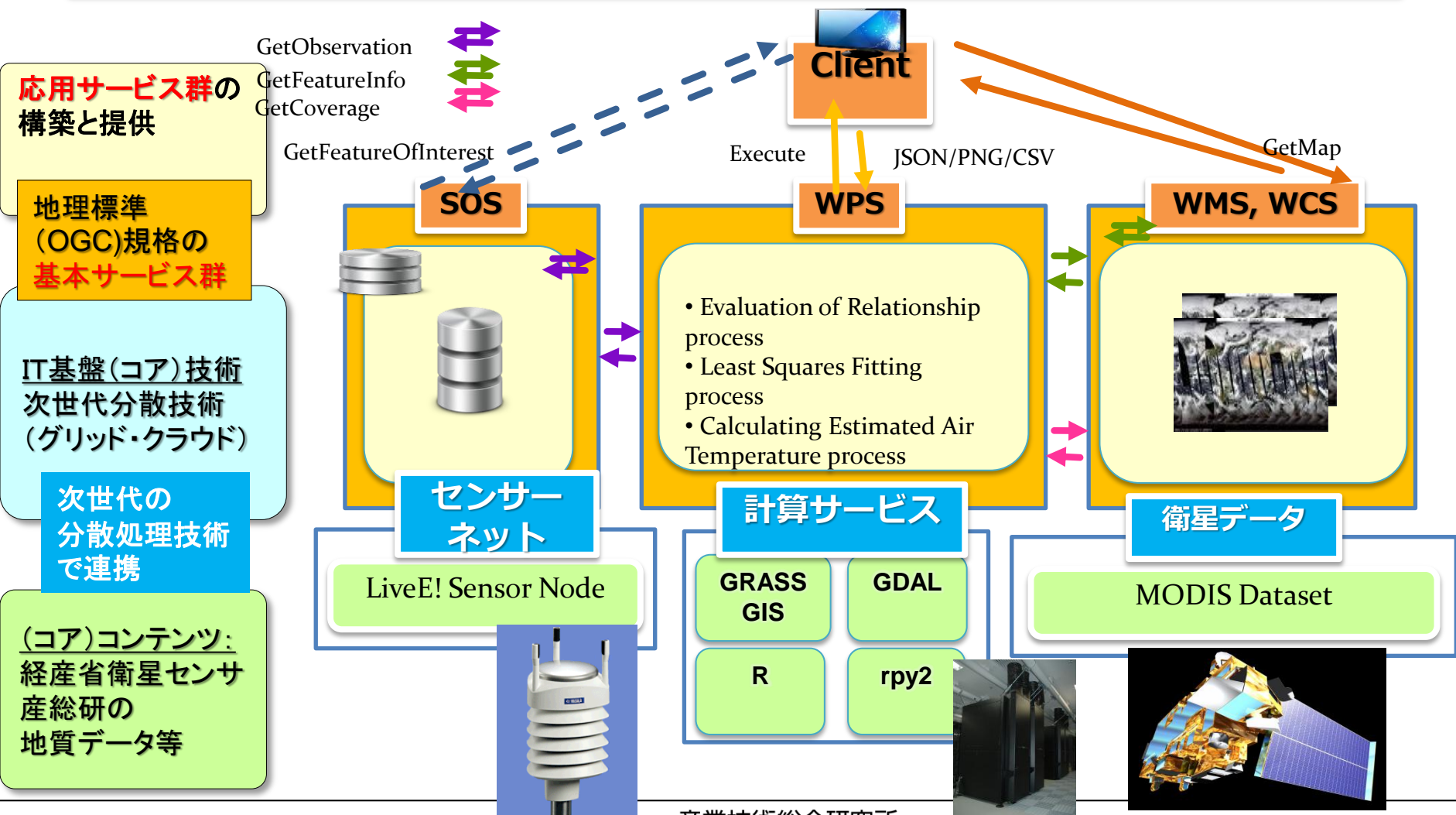


# Application Satellite Field Data Integrator(SFI) MODISデータとLiveE!(センサ)の統合

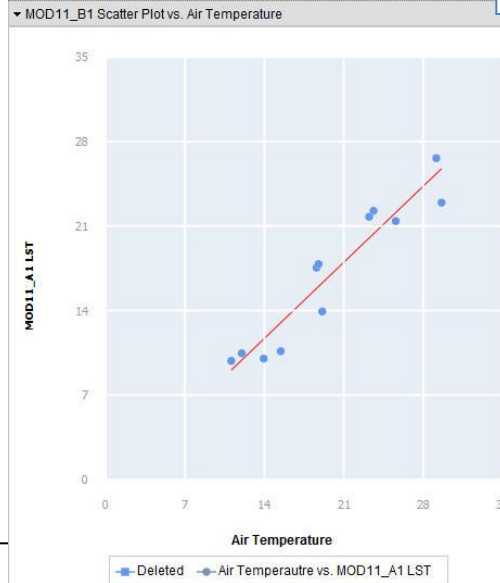
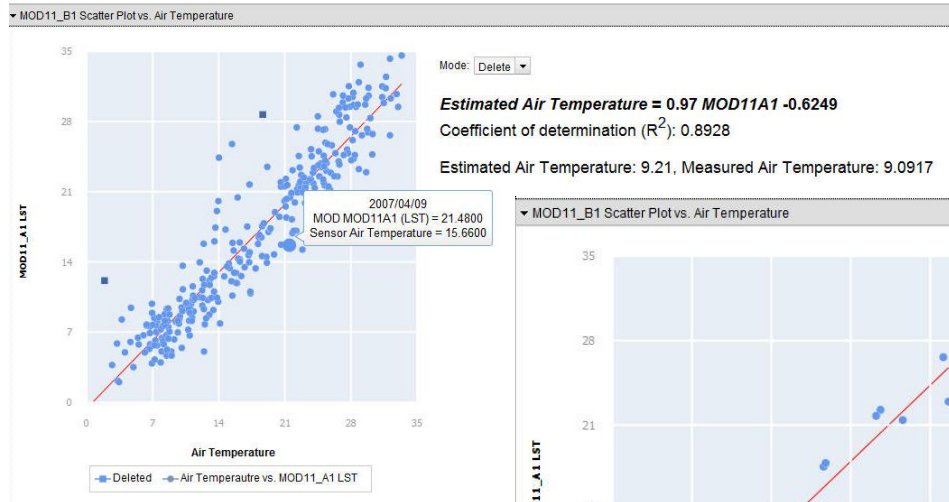
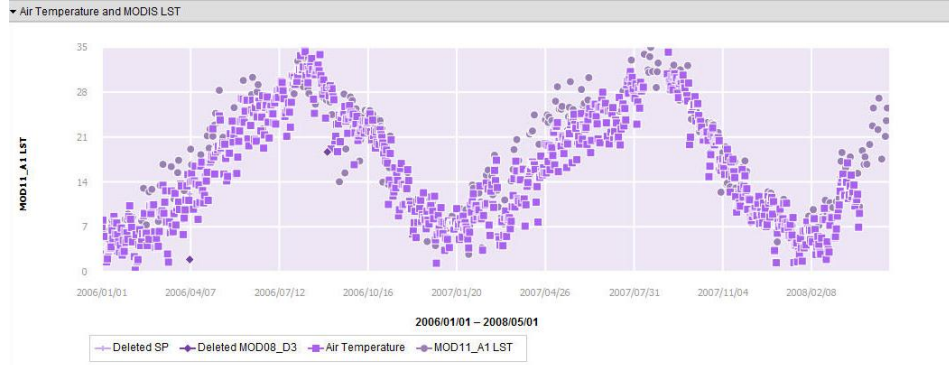


# Satellite Field Data Integrator (SFI) の処理

各サービスをOGC標準のサービスで実装し、相互に連携



# プロトタイプシステム



Observation Sites:

Mizushima 
  Industrial School 
  Data Center 
  Pedagogy 
  Child Museum 
  Kasumi livee-datacenter

Observation Period to Process:

From:   UTC+09:00  
 To:   UTC+09:00

Plot Ranges:

Min. Air Temperature:     
 Max. Air Temperature:

QA Filter:

Data QA:

Processing Air Temperature Map Parameter:

Scene:  h29v05  
 Process Date:

WMS Preview:

## Air Temp. Map

## Scatter plot & Evaluation equation

# サイエンス・クラウドへ

# Eサイエンスの背景

## Eサイエンス： 第4の科学

- 実験科学→理論科学→計算科学→これら全部を計算機上で統合

センサ・測定装置などの発展によるデータの大規模化

- 次世代のシーケンサ
- 高解像度の望遠鏡や衛星センサ
- 高精細な医療画像など

**大量データに基づく科学を支援する基盤技術が必要**

地理的・組織的に分散した膨大なデータを効率的に管理・処理

→新たな知見の創出へ



# 現状と動向

## ●ひとまずGoogleに聞いてみる

- ▶ 科学研究の活動がアウトソースされつつある

## ●一方でWeb上にないローカルなデータも膨大

## ●クラウドに代表される新しい基盤&技術

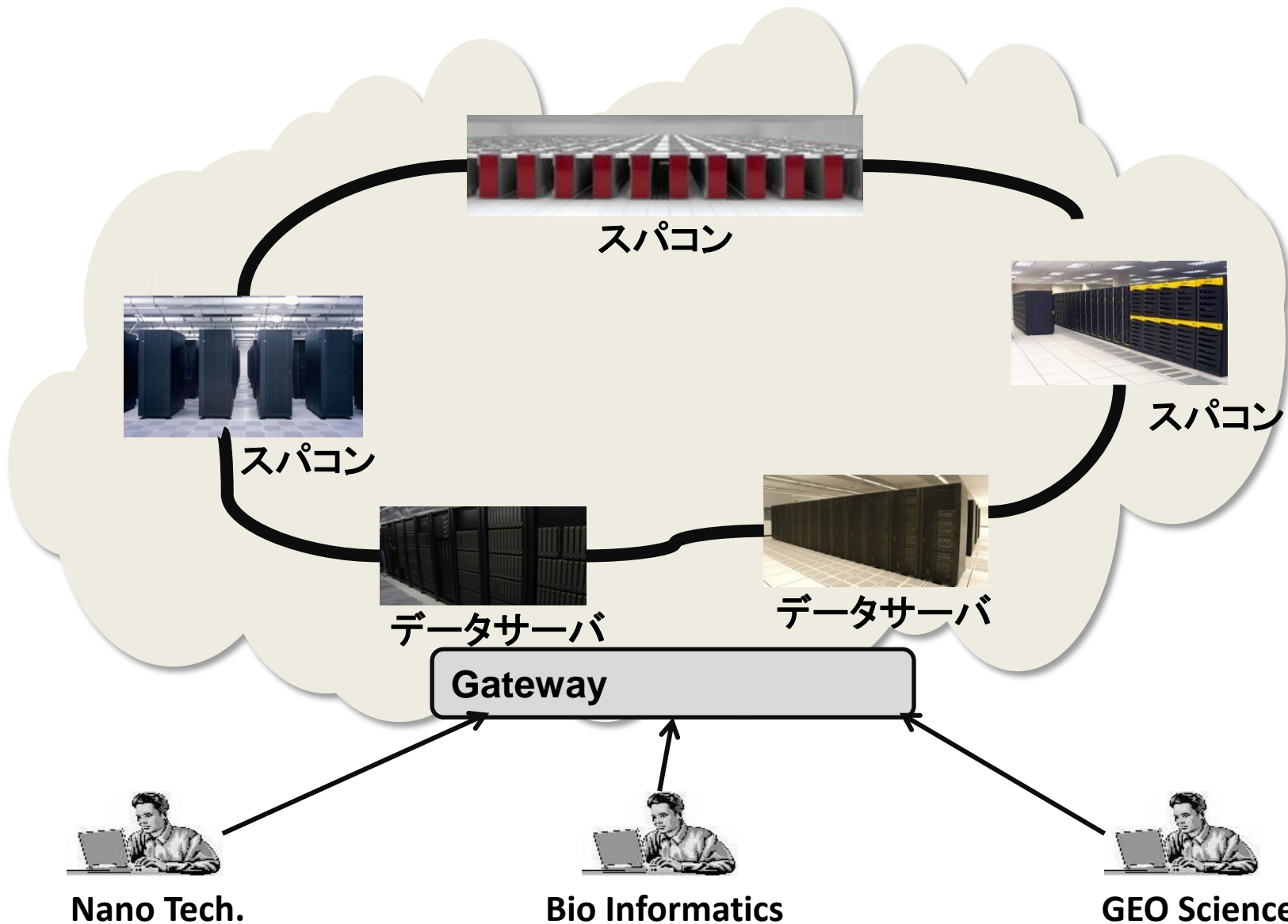
- ◎ 貴重な情報もアウトソース
- ◎ 必要な時に必要なだけ(Pay-as-you-Go)
- ◎ 大規模・並列プログラミングの新たなモデルやツール
- ◎ 仮想化、

## ●新しい科学研究基盤技術の可能性&必要性

# サイエンスクラウドの実現に向けて：

- 大規模で柔軟な高性能計算サービスの提供
  - 必要な計算機を必要なだけ利用できる(Pay-as-you-go)モデルに基づく計算サービス
  - アウトソーシングによる応用研究者の計算機維持管理からの解放
  - 最新の並列化技術等によるアプリケーションの高速化
- 大規模なデータの効果的な管理、統合
  - データ量の爆発的増大に対しスケールする基盤：ペタ( $10^{15}$ )バイトーエクサ( $10^{18}$ )バイト級のデータの格納管理
  - 広域・分散したデータの統合：インターネットで相互接続された世界中にまたがったデータ統合
- データ管理と計算の効果的な連携による科学・技術基盤
  - データの分散配置の効率化による性能向上
  - 広域にまたがったユーザやデータの安全な連携

# サイエンスクラウドのイメージ

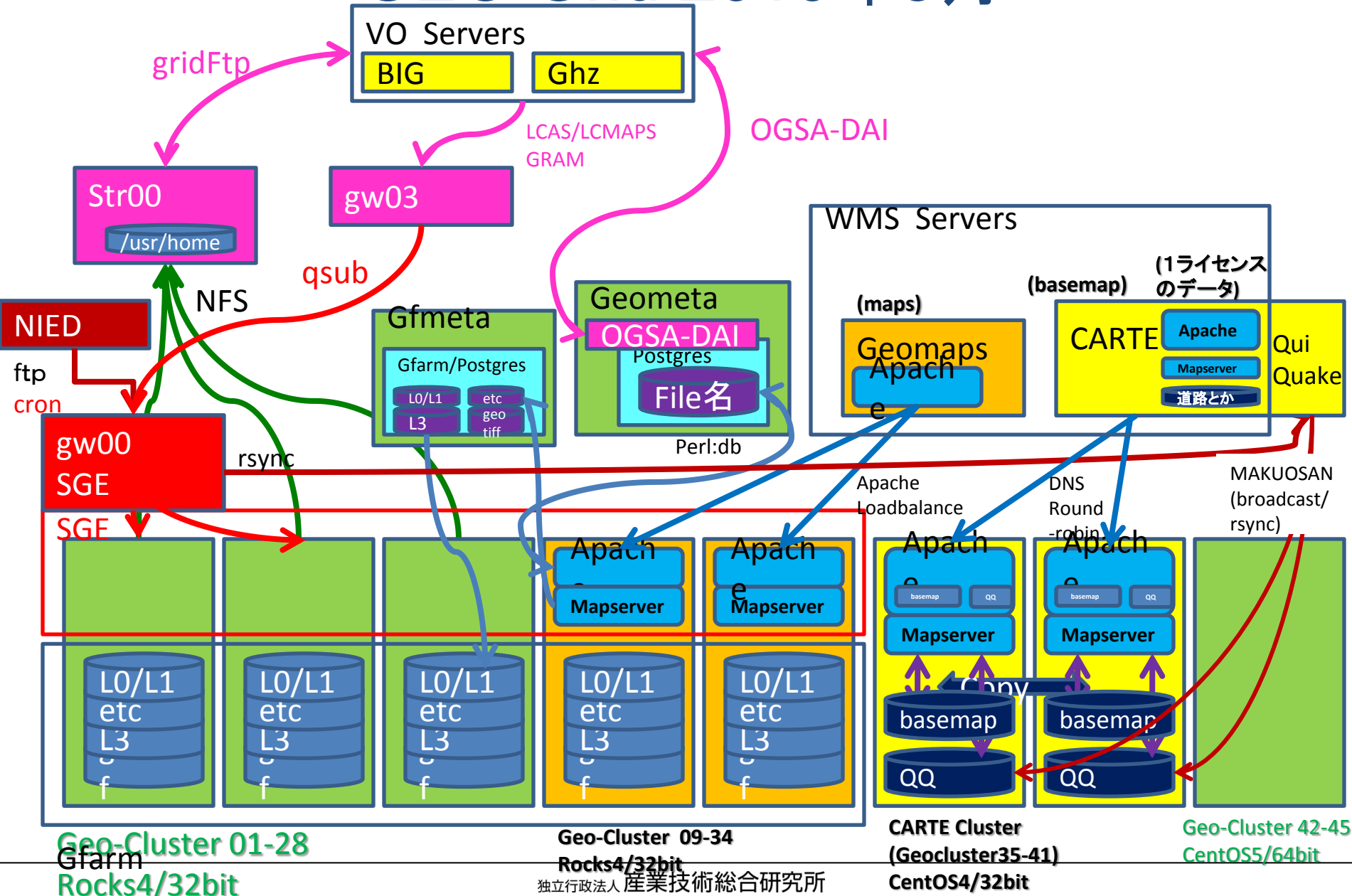




# GEO Grid における「クラウド」化 Hardware and Infrastructure level



# GEO Grid 2010年5月



● Scalability: データサービスと計算サービスをひとまず明確に分離。

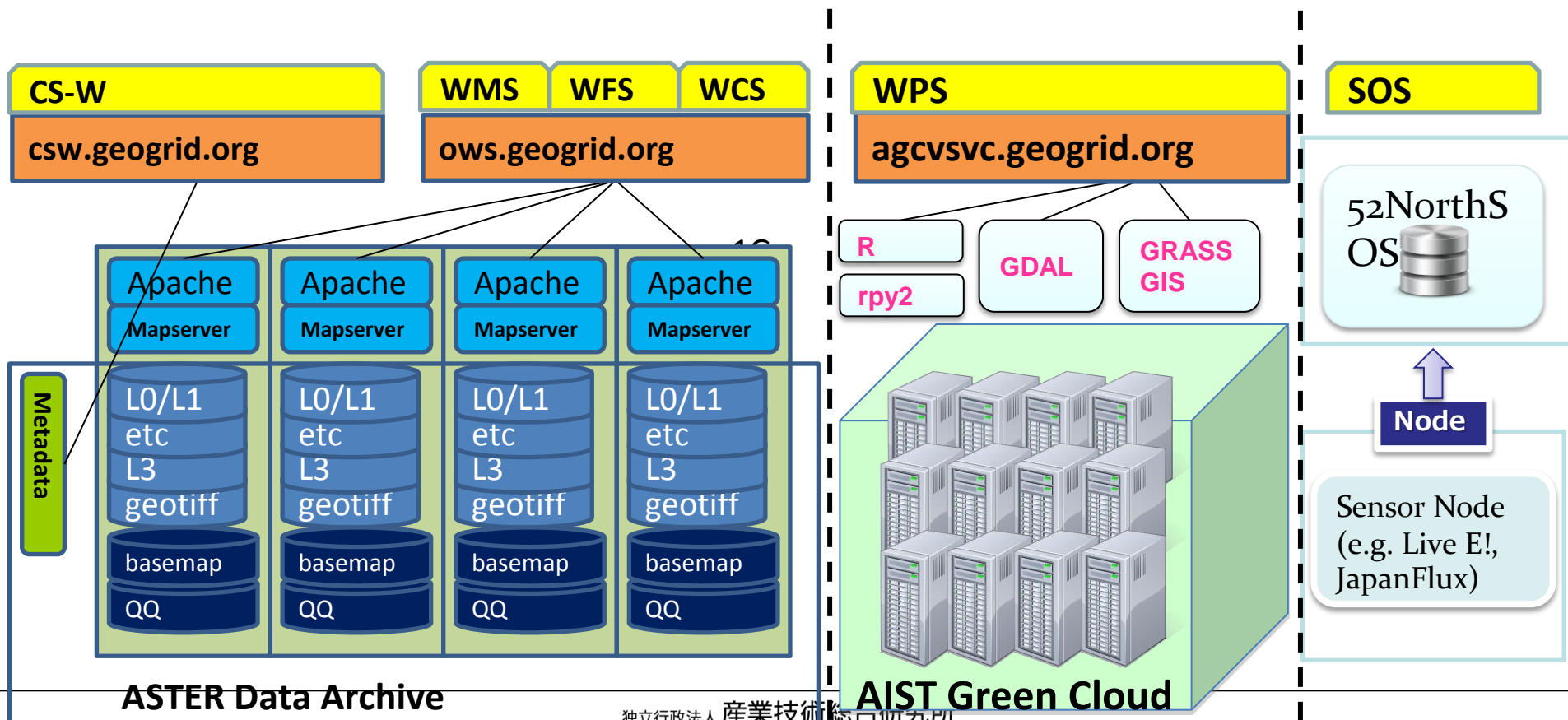
- データの増加に対するスケーラビリティ
- 計算の増加に対するスケーラビリティ

● Elasticity for Computing: 計算サービスについては、仮想クラスタ上で提供.

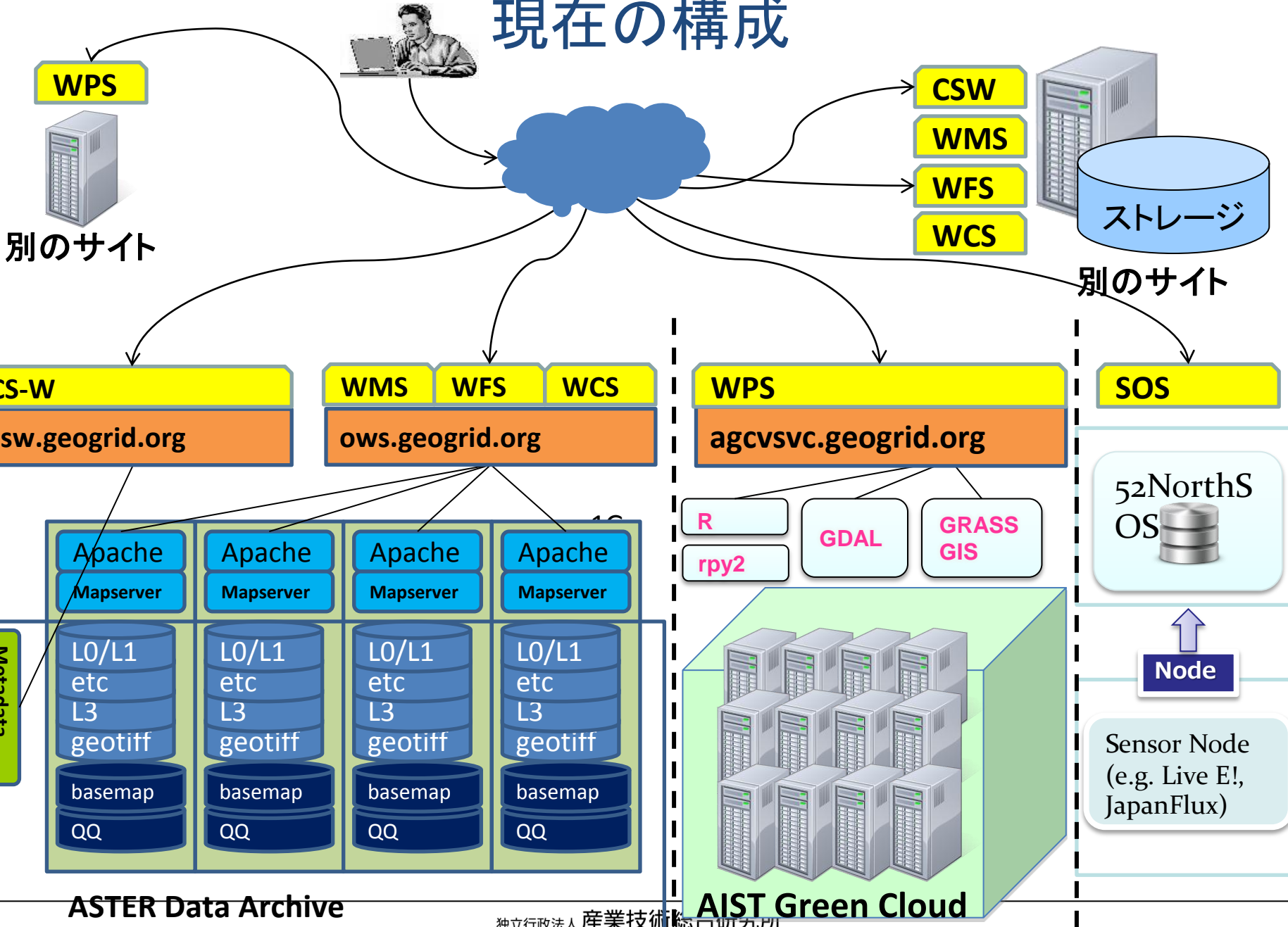
- ▶ 計算サービスの仮想マシンイメージを作成し、他の仮想クラスタ上でも簡単に実行できるようにする。
- ▶ 足りなかったら外部のクラウドに、

● データ、ネットワークに関しては今後の課題

# 現在の構成



# 現在の構成

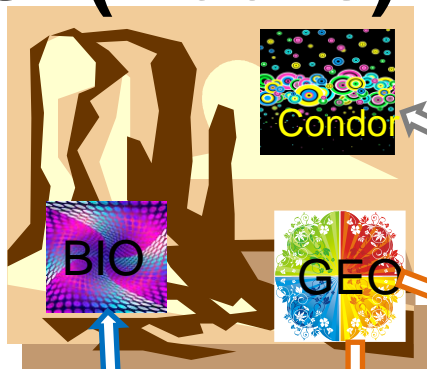


# GEO Gridにおける「クラウド」化 Software/Service level ケーススタディ

# PRAGMAにおけるクラウド間の相互連携

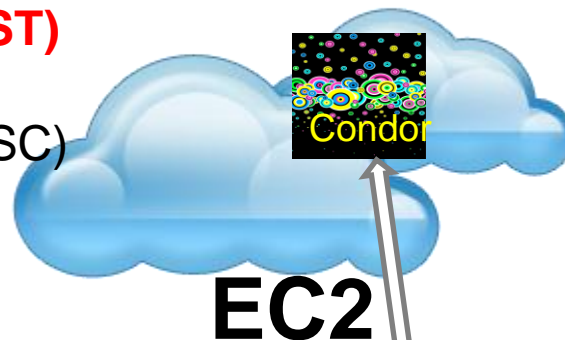
<http://goc.pragma-grid.net/wiki/index.php/Virtualization>

## AIST(Rocks)



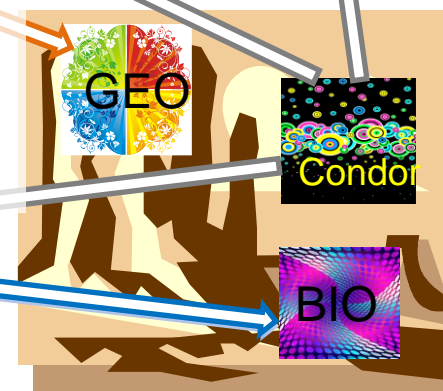
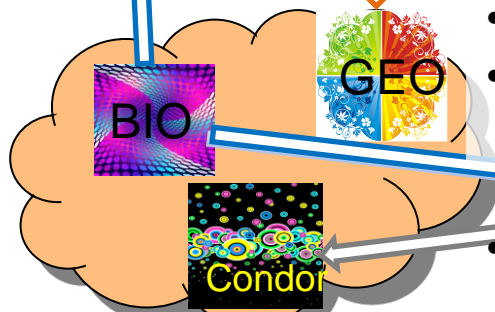
3 Experiments, 5 applications

- Bloss, **GEO Grid(AIST)**
- F-Motif (NCHC)
- Autoduck, Blast (SDSC)



Easy migration  
Only a few changes  
required

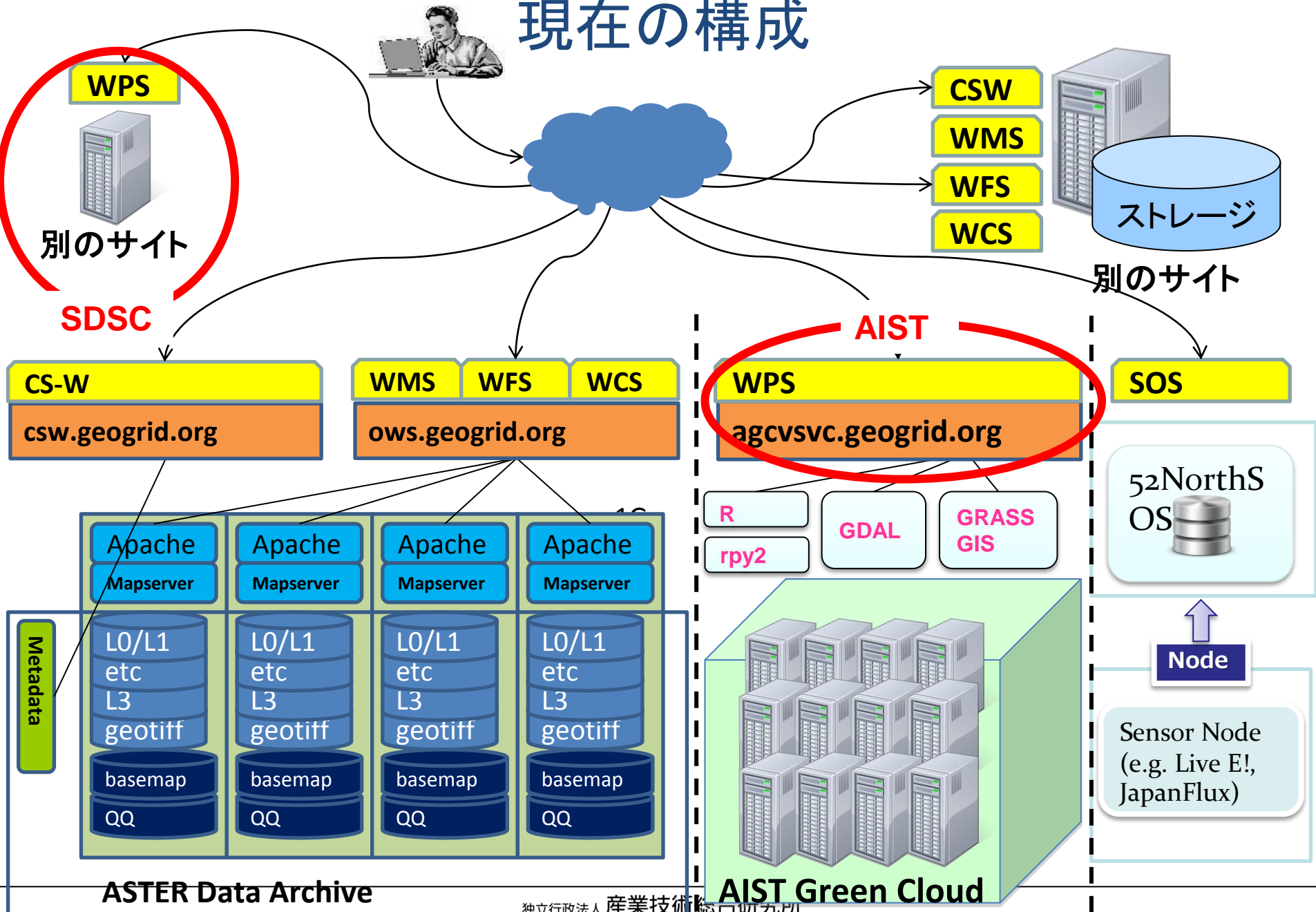
- Hostname, IP, Gateway
- For different platforms, attach compatible kernel module
- Can be automated



## NCHC (KVM)

## SDSC (Rocks)

# 現在の構成



# Satellite Field Data Integrator (SFI) の処理

WPS サービスをVMでラップし、別のクラウドで立ち上げ、処理

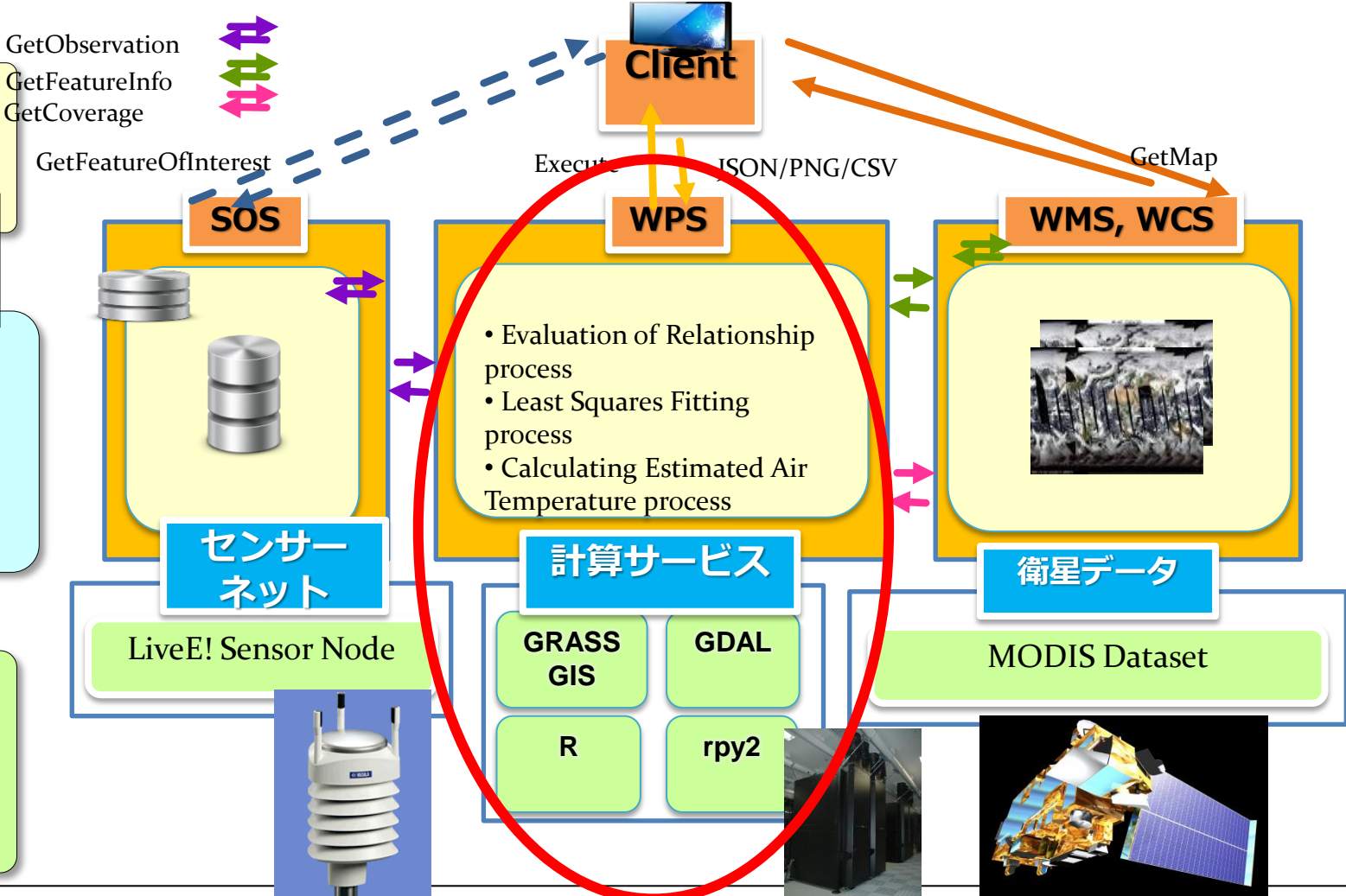
応用サービス群の構築と提供

地理標準 (OGC)規格の基本サービス群

IT基盤(コア)技術  
次世代分散技術 (グリッド・クラウド)

次世代の分散処理技術で連携

(コア)コンテンツ:  
経産省衛星センサ  
産総研の地質データ等





# 概要

## ● OGC WPS (Web Processing Service)が導入されているVMを作成

- ▶ WPS=インターネットからアクセスできる必要性がある。
- ▶ Configファイルなどホスト依存の情報を動的に変更等

## ● 実験：

1. AISTのWPSにリクエストを送る。
2. SDSCでVMをboot →WPSサービスが軌道
3. SDSCのWPSサービスにリクエストを送る。

## ● 仮想化(VM)により、実行場所に依存しないOGCサービスの実行が可能

# 今後の課題

## 技術的課題 — 計算モデル・資源管理 —

### ● ハードの台数や非均質性を意識せずに使えること。

#### ▶ グリッドでは**非均質性**への対応が課題

◎ アプリケーションのインストール、動作確認やシステム設定を1つずつ確認する必要があった。

#### ▶ アプリケーションの配備を容易にする技術の開発が必要

◎ **Build Once, Run Everywhere**

### ● MPI? MapReduce? Others?

#### ▶ MPIユーザをどうする？

#### ▶ 並列プログラミングの容易さ

#### ▶ 性能

### ● メタスケジューラ、モニタリング等

▶ ユーザの要求（SLA）に応じた適切なスケジューリングと、動作の状況を監視するモニタリング技術の開発が必要。

## 技術的課題

### — ネットワーク・セキュリティ系 —

#### ● ベストエフォートなインターネットで十分？

▶ 光パスによる帯域保証

◎ ネットワークもクラウドリソースの対象に

#### ● スパコンのネットワークの仮想化

▶ IB, Myrinet, 10/100G

◎ マルチテナントによる影響をどう扱うか

#### ● セキュリティ？

▶ GSI=大きな成果：（一方で）常にPKIベースの認証が必要か？

◎ 保証レベルに応じて様々な認証スキームに対応すべき

◎ ID連携(サービス間の連携・クラウド間の連携)

## 技術的課題は何か？ — ストレージ系 —

### ● 複数のスパコンからシームレスに見えるストレージの実現

- ▶ データの入出力やVMイメージの共有に使う。
  - ◎ S3みたいなクラウドストレージ？
  - ◎ 共有／広域ファイルシステム？
  - ◎ バックエンドで陰にファイル転送を行ない、シームレスにファイルが見えるようにする等
    - ✦ Open Globus

### ● 10万～100万コアの大規模スパコンに見合う

### 高性能・大容量のストレージ&データベース

- ▶ Hadoop. Google File Systemなど.
- ▶ Gfarm？
- ▶ Key Value Stores?(Hbase,Hive,Cassandra, etc)
- ▶ Column Oriented Databases?(Greenplumなど) ,Netezza
- ▶ 性能保証？

# データ：サイエンス・クラウドの基本

## 計算ノード+データサービス：GEO Grid

- データのある場所での計算にならない
  - ◎ 計算のホットスポットが大きい場合
    - ✦ DBやファイルでフィルタして計算サービスへ送る
  - ◎ データ上でやりたい計算が複雑でない場合
    - ✦ DB上の組み込み関数的な処理でデータ側で処理可能

## データを分散して保有するクラスタ

データのある場所で計算できるが、応用によっては性能とのバランスが取れない

- ◎ 全量処理のような場合には、データのある場所でのプログラム実行が優位。
  - ✦ MapReduce with Bigtable/Hbaseなどの利用。

**一長一短＝良いバランス＋異種性の吸収？**

# データ指向：

## ● 大量のデータが各組織で保有される。

- ▶ クラウド的なサービスで提供されるが、すべてが一か所のクラウドにアウトソースされる可能性は低い。（複数の銀行のような状況）
- ▶ それらを効果的に連携する必要がある。

## ● データのlocalityを十分意識した計算機環境やネットワークが重要

- ▶ サービスや処理の連携：色々なところにボトルネックが発生しうる

何らかのMetricsがほしい、

# Amdahl数による応用の分類

● Amdahl数: Jim Grayが利用を提唱。

▶ データ指向の計算機に必要な性質を数値化。

⊗ IO(Disk): One bit of IO/sec per instruction/sec (BW)

⊕ 単純には、 $DISKIO \times 8 / CPU \text{ clocks } 1.5GB \times 8 / 3GHz \times 8 = 0.5$

⊗ Memory: One byte of memory per one instruction/sec (MEM)

⊕  $24GB / 8 \times 3GB = 1$

最近はさらに  
Powerを  
考慮

System	CPU count	GIPS [GHz]	RAM [GB]	diskIO [MB/s]	Amdahl	
					RAM	IO
BeoWulf	100	300	200	3000	0.67	0.08
Desktop	2	6	4	150	0.67	0.2
Cloud VM	1	3	4	30	1.33	0.08
SC1	212992	150000	18600	16900	0.12	0.001
SC2	2090	5000	8260	4700	1.65	0.008
GrayWulf	416	1107	1152	70000	1.04	0.506

Slide from:

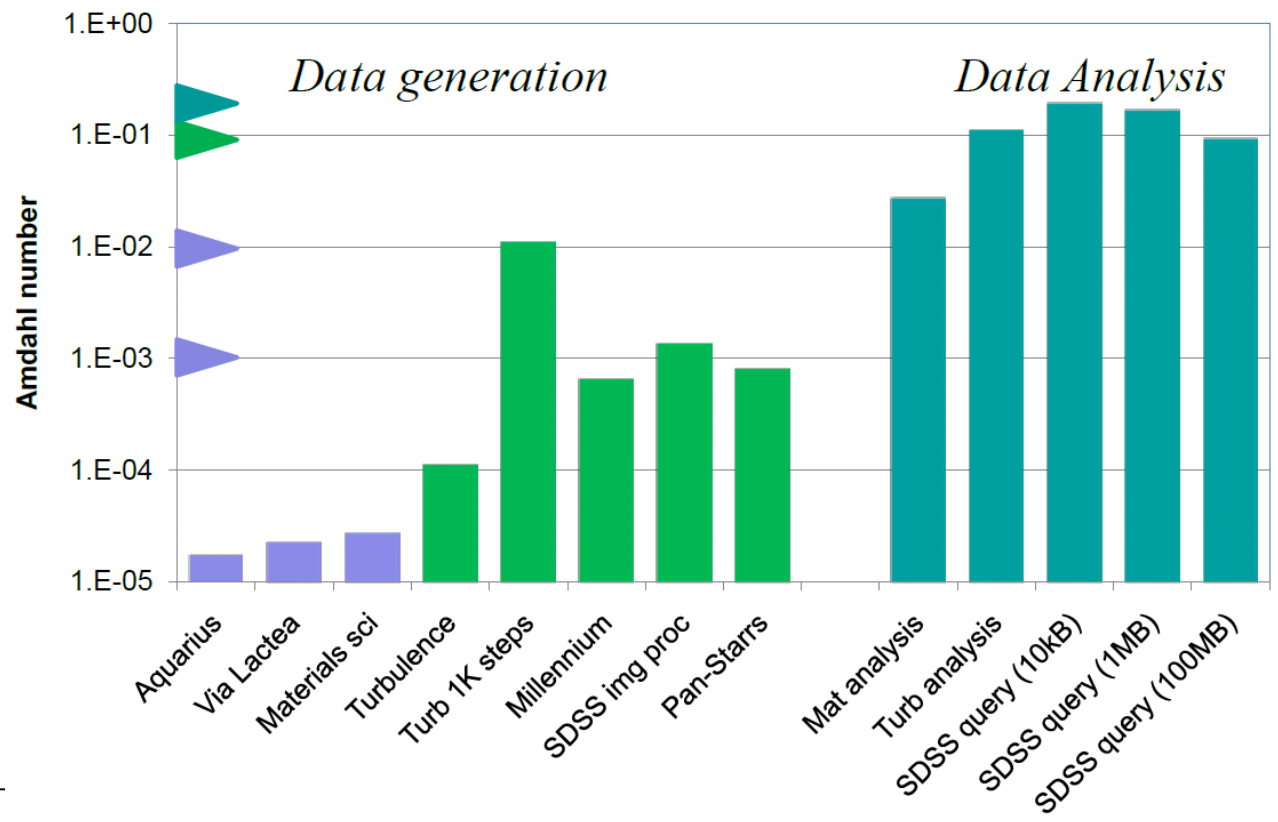
A.Szalay: Amdahl's Laws and Extreme Data-Intensive Computing



# Application Profile(slides from A.Szalay)

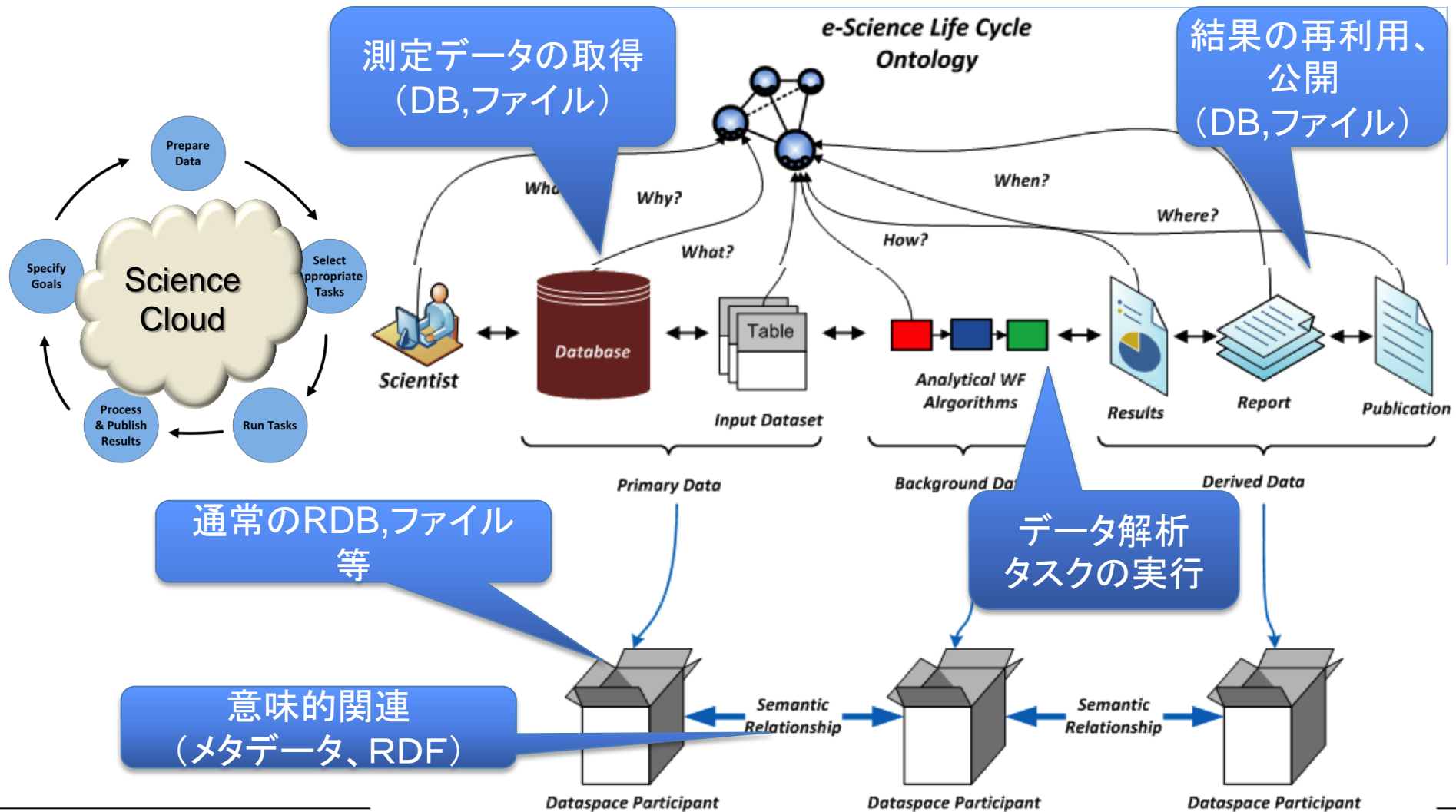
## 🌐 データ解析処理：0.1前後

- ▶ ランダムアクセス等(転送速度がさらに落ちる)も含め、  
 応用のプロファイリングによるミスマッチの発見も重要



# サービスレベルの課題： アウトソースの動機となる付加価値の提供

## クラウドにおける科学のライフサイクルの支援



# まとめ

## ● GEO Gridの紹介

- ▶ 分散・並列技術による基盤
- ▶ OGC標準の支援
- ▶ 大規模

## ● サイエンス・クラウドへ

- ▶ GEO Gridにおける現状と方向
- ▶ 今後の課題など

## ● 色々な側面や課題があり混沌

- ▶ 似た動機を持つ組織や、応用を持つ企業等と共に考えていきたい。