

# 被災領域の時系列データ整備を目的とした 異種地球観測データ管理システム

## The Various Satellite Data Management System for the Temporal Analysis of Disaster Areas

古田明広<sup>1</sup>・白木渡<sup>2</sup>・大林成行<sup>3</sup>

Furuta Akihiro, Shiraki Wataru, and Obayashi Shigeyuki

**抄録**：地球観測データを利用して地震、豪雨、火山噴火、等に伴う広域被災状況の早期把握と復旧状況のモニタリングを実施していくためには、単一の地球観測データのみを利用したのでは限界があり、仕様の異なる複数の地球観測データを融合利用することが効果的である。本論文では、被災領域の時系列データ整備を目的に異種地球観測データを利用していく際の問題点をユーザの視点から「データ検索・購入時」、「データ処理・解析時」、「データ蓄積・管理時」の工程別に取りまとめた。さらに、異種地球観測データの効率的な蓄積・管理を実現するシステム仕様を明確にするとともに、システムの全体構成および運用形態について検討した。

**キーワード**：自然災害、被災状況調査、地球観測データ、モニタリング、時系列分析、データ管理

**Keywords** : Natural Hazards, A disaster area investigation, Satellite data, Monitoring, Temporal analysis, Data management

### 1. はじめに

地震、津波、台風、洪水、火山噴火、等の災害発生時における被災状況調査では、上空からのリモートセンシングが情報収集の迅速性とデータの客観性を保つ上で効果的である。航空機やヘリコプターから撮影された空中写真は被災の種類やその規模および周辺環境へのインパクトを把握する際に欠かすことのできない情報として従来から広く利用されてきている。また、強風・豪雨・噴煙等といった地上の気象条件に左右されずに広域を繰り返し観測できる人工衛星を利用した宇宙からのリモートセンシングについても被災地の状況把握に関する検証事例が今まで多数報告されてきている<sup>1)</sup>。2000年に発行された国際的な災害管理の枠組みである「国際災害チャータ」では、大規模な災害発生時における各国の地球観測技術の協力体制が求められており、国内のみならず国際社会における災害管理への地球観測データの貢献が注目されている<sup>2)</sup>。

従来、衛星リモートセンシングは観測・収集される画像の空間分解能やプラットフォームの周期性に難があり、災害発生時における迅速な対応に生かすことが困難であった。しかしながら、近年では IKONOS や QuickBird、Orbview-3 等、複数の高分解能地球観測データの利用が可能になり、画像の空間分解能は格段に向上してきたと言える。また、2005年度中には光学センサと合成開口レーダを搭載した陸域観測技術衛星 (ALOS) の打ち上げが予定されている。ALOS では、

センサのポインティング機能と衛星通信技術を併用することにより、即時的な被災状況調査への対応が期待されている<sup>3)</sup>。

今日、時間分解能や空間分解能、観測方式 (光学センサ方式、合成開口レーダ方式、等) の異なる様々な地球観測データが災害対応に利用できるようになってきている。このような中、データ利用者は各地球観測データの特徴を把握して、各地球観測データの利点を考慮した役割分担のもと相互補間的な活用方法を検討していくが必要になると言える。

本研究では、災害対応において特徴の異なる地球観測データを融合利用していくことの有用性を指摘するとともに、異種地球観測データを利用していく際の問題点をデータ利用者の視点から整理した。また、被災領域の時系列データの収集・整備の効率化を目的とした異種地球観測データ管理システムの仕様を検討した。

### 2. 異種地球観測データの融合利用の利点と問題点

#### (1) 災害対応で衛星リモートセンシングが担う役割

##### a) 地球観測衛星技術のトレードオフの関係

航空機やヘリコプターによる観測と比較して人工衛星からの情報収集は観測の広域性、周期性 (定期性)、機体運用の簡易性、国際社会への貢献等が利点として挙げられる。また、従来、衛星リモートセンシングの弱点になっていたデータ収集のリアルタイム性や空間分解能の問題についても改善されつつある。

1 : 正会員 工修 香川大学大学院工学研究科信頼性情報システム工学専攻

(〒762-0007 香川県坂出市室町 2-5-20, Tel : 0877-44-3111, E-mail : furuta@comet.ocn.ne.jp)

2 : 正会員 工博 香川大学工学部信頼性情報システム工学科

3 : 正会員 工博 株式会社国土情報技術研究所 (香川大学工学部)

しかしながら、単独の地球観測衛星にこれらの利点が全て備わっているわけではない。例えば高空間分解能の地球観測衛星はポインティング機能等を巧みに利用することにより、天候が良好であれば被災領域を数日以内に観測できる特徴がある。しかしながら、一度に観測できる刈幅（範囲）は10km程度であり広域を繰り返し観測することには不向きであると言える。一方で、Terra/ASTER、SPOT/HRV等といった地球観測衛星は空間分解能こそ10m程度であるものの観測刈幅が60km以上であり繰り返し観測に適していると言える。NOAA/AVHRRやTerra/MODISに至ってはほぼ毎日同一地点の観測が可能であり、大規模な林野火災や火山噴火のモニタリングに利用されている。このように、各地球観測衛星技術の空間分解能と観測刈幅、時間分解能の間にはトレードオフの関係があると言える。

### b) 災害対応のタイミングと役割分担

災害対応を平常時、災害発生時、復旧時といった期間に分けた場合、各タイミングで求められる情報の種類やスピードは異なってくる。災害発生時には出来るだけ迅速でかつ詳細な被災状況把握が要求される。また、災害は何時発生するかわからないため、昼夜全天候下でデータ収集が可能な合成開口レーダ（SAR）の利用が不可欠となる。

一方で、平常時や復旧時においては、広域を対象に豊富な時系列データによる週単位、月単位での長期的なモニタリングが要求される。当然のことながら高い空間分解能でモニタリングが実施できることに越したことはないが、地球観測衛星技術のトレードオフの関係からも現段階では空間分解能が1m程度の高分解能で時間分解能の高い観測を実施することは困難な部分がある。繰り返し観測に適した中規模程度の地球観測データを利用していくことが妥当であると言える。

### c) 異種地球観測データの融合利用の効果

特徴の異なる複数の地球観測データを利用した災害対応の概念を図-1に示す。以下、異種地球観測データの融合利用を進めることで期待できる効果を述べる。

- ①被災状況を判読する場合、災害発生前後の画像を利用して変化を抽出するケースが多い。災害発生前の画像の観測時期は災害発生時期に近く同じ季節のデータを利用すると都合が良い。同一の高分解能衛星センサで都合よく災害発生前後に良好な画像が観測されていることは稀であり、仕様の類似した他の地球観測データを併用することが効果的となる。
- ②光学式、SAR方式ともに仕様の類似した地球観測衛星が並行して運用されているため、時系列データの収集の効率化が期待できる。また、災害発生時に被災地を迅速に観測できる確率が向上するとも言える。
- ③雲を透過した観測が可能なSAR方式で観測された地球観測データはマイクロ波の照射方向に対して地

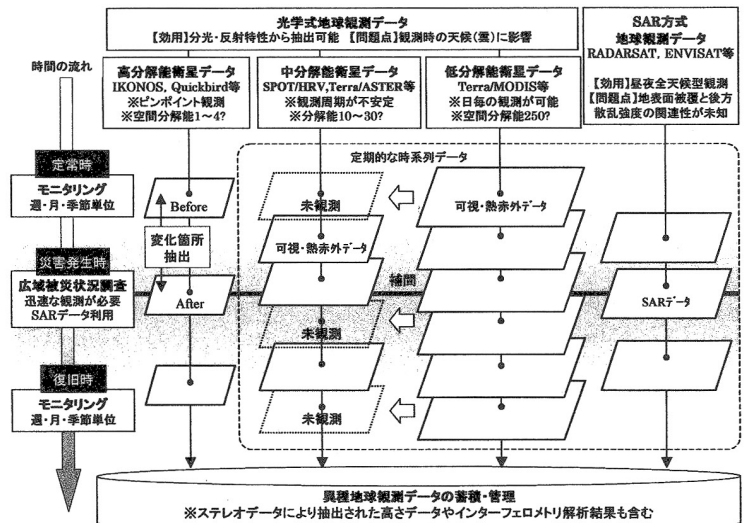


図-1 複数の地球観測データを利用した災害対応の概念

形の起伏に伴うレーダに特有な幾何学的特性があるため、画像判読が困難な場合がある。また、マイクロ波の後方散乱強度と地表面被覆の関連性は未知な部分が多い。このため、ほぼ同一時期に観測された光学式センサ画像を併用することでSAR画像の判読を支援できる。

### (2) 異種地球観測データを利用していく際の問題点

異種地球観測データを融合利用していく際には克服しなければならない種々の問題がある。ここでは、地球観測データを外部機関から入手するユーザの立場から「データ検索・購入時」、「データ処理・解析時」、「データ蓄積・管理時」の工程別で発生する問題点について取りまとめた。

#### a) データ検索・購入時

地球観測データの種類によりデータ提供の窓口が異なっている場合が多い。これは、地球観測データの受信がそれぞれの衛星を運営・管理している機関と個別の受信契約に基づいて行われているためである。このため、地球観測データ別にデータ検索システムが運用されることとなり、種類の異なるデータを一つ一つ検索する必要がある。異種地球観測データを横断的に取り扱うことが困難である。

#### b) データ処理・解析時

異種地球観測データを融合して処理・解析しようとする場合には、データ間におけるマッチングを精度良く実施する必要がある、オルソ処理を実施することが効果的であると言われている。しかし、データタイプにより、ファイルフォーマットが異なることや画像内の位置情報の表記が異なるため、GCPを選定し直す必要があるなど自動処理が困難な場合がある。光学式、SAR方式の地球観測データを併用する際には、観測方式が異なることから標高データを利用する等、光学式の地球観測データ間の幾何補正処理よりもさらに多くの時

間と労力を必要とする。また、観測時期や観測時の天候により大気の影響や太陽高度が異なるため、時系列分析を行う際には、大気補正等の補正処理の良否が分析結果に影響を及ぼす恐れがある。

### c) データ蓄積・管理時

災害発生時には、災害発生前後の画像を利用した変化箇所抽出が効果的である。このためには災害発生後に観測されたデータと仕様が類似した災害前データを即座にピックアップして利用できるようデータ蓄積・管理システムが要求される。現段階では複数のデータ観測履歴を横断的に蓄積・管理するようなシステムは殆ど運用されていない。

また、災害の復旧時の状況を継続的に蓄積していくことも将来の災害対策へ活かせる貴重な情報整備と成るが、このような情報の蓄積を対象とした被災領域毎におけるデータ蓄積・管理システムを運用している事例は非常に少ないのが現状である。

## 3. 本研究で提案するシステムの全体構成

### (1) 本システムの特徴

災害対応において特徴の異なる複数の地球観測データを融合利用していく場合の問題点の中でも、主に「データ蓄積・管理時」の工程で派生する問題の改善を目指して異種地球観測データ管理システムを提案した。以下、本研究で提案するシステムの特徴を取りまとめる。これらの特徴が本システムの要求仕様と成る。

#### a) 仕様の異なる地球観測データの一元管理

火山活動や地震等の災害発生時や災害発生の兆候が現れた場合には、注目領域に関する情報収集が実施される。この際、過去の観測データを遡って利用するケースも多い。本システムではデータの種類に関わらず注目領域に該当する既観測データをピックアップできるようにシステムで蓄積する全ての地球観測データを同一のメタデータで管理する形式を採用している。一度解析に利用されたデータは、再利用されることなく膨大な既観測データ群に埋もれてしまうケースが多いが本システムでは資源の有効利用も実現できる。

#### b) 異種地球観測データの横断的な検索・管理

災害発生時においては、災害発生前後に観測されたデータを利用して変化を抽出することが効果的であることは前述の通りである。災害発生前の状況を観測したデータを検索することは以外と手間の掛かる作業であり、仕様の類似した複数のデータを対象とする場合には多くの時間と労力を伴うものである。このため、複数の地球観測データの注目領域における観測履歴を一目で把握できるようなデータ検索システムが効果的であると言える。本システムでは、各地球観測データを「シーンの位置情報」、「観測時期」で管理する構

造としており、異種地球観測データの横断的な検索・管理を実現している。

### c) 取り扱う地球観測データの区分

将来、システムで取り扱う地球観測データの種別は更に多様化していくことが想定できる。本システムでは、取り扱うデータ種別を観測方式の違いから「光学センサ観測」、「合成開口レーダ観測」、「高次処理（高さデータ等が該当）」の3種類に分類している。さらに光学センサ観測は「高分解能観測」、「中分解能観測」、「低分解能観測」の3種類に分類している。この区分にしたがって新たなデータを格納していくことにより、仕様の類似したデータを同時に取り扱うことが可能であり、システムの拡張性を実現できる。

### (2) システムの各種機能

図-2に本システムの全体構成を示す。以下、各機能の特徴を示す。

#### a) データ検索機能

システム利用者が利用目的に合わせて検索項目を選択する。検索項目は「ランドマーク名」と検索するデータの「観測期間」である。ランドマーク名は主に自然災害の発生が懸念されている領域や主要な都市名等であり、各ランドマークの位置情報（緯度・経度）がデータベース管理機能の「ランドマーク位置情報管理テーブル」に格納されている。利用者は検索対象地点の詳細情報を事前に収集する必要は無く、地図上のランドマークを選択するのみで、該当データの検索が開始されることになる。

#### b) データベース管理機能

検索対象となる全データのメタデータとブラウザで画像が格納されている。メタデータは観測日、シーン緯度・経度（画像の四隅のデータ）およびデータの仕様に関する情報が示されている。データ検索機能で選択されたランドマークの位置情報（緯度・経度）を基準にして、データベースに格納された画像の四隅の緯度・経度とランドマークの緯度・経度を照合する。ラ

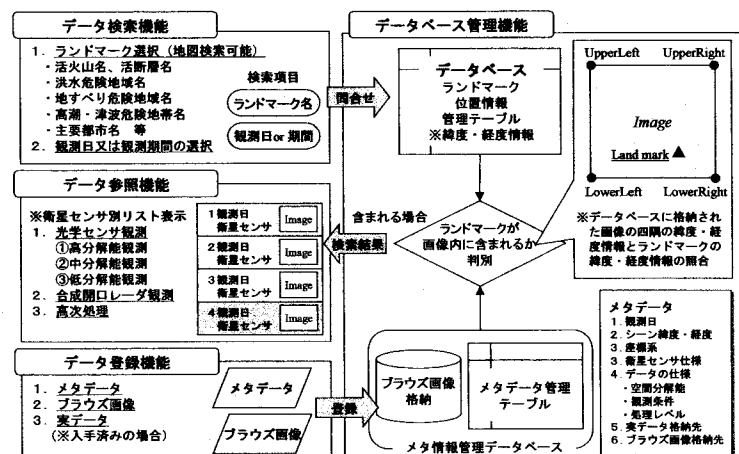


図-2 システムの全体構成

ンドマークが画像内に含まれていると判断されたデータが検索結果としてリスト表示される。

#### c) データ参照機能

検索結果が地球観測データ区分に従ってグループ化されてリスト表示される。データ毎の個別の検索結果ではなく、異種地球観測データの検索結果が同時に表示される点に本システムの特徴がある。従来のシステムには無いセンサ横断的なデータ検索が可能である異種地球観測データの時系列検索の効率化を図っている。

#### d) データ登録機能

データ登録機能では、システムで取り扱う地球観測データのメタデータとブラウザ画像を登録する機能である。「4. 運用形態」で述べるとおり、外部機関の地球観測データ提供サイトにおける観測履歴情報についてもデータ登録機能で取り扱うことも想定できる。なお、外部機関の観測履歴情報を利用に当たっては、データの著作権やその他多くの問題があることから十分な協議の上、実現に向けて進めていくことが必要であることは言うまでも無い。

### 4. システムの運用形態

システムで取り扱うデータの種別とシステム利用者の違いから図-3で示すような3つの運用形態を検討した。災害対応において本システムを効果的に利用していくためには、取り扱うデータの種別を増やすとともに、インターネット等を利用して多くのユーザが利用目的別にシステムを利用できる環境としていくことが方向性の一つと言える。

#### a) 運用形態1 (本提案システム)

限られたネットワークエリア内で限定されたユーザが利用する運用形態である。購入済みの地球観測データをシステムで取り扱う。異種衛星データの時系列整備を目的としたデータ管理システムである。

#### b) 運用形態2

限られたネットワークエリア内で限定されたユーザが検索・参照可能である運用形態である。購入済みの地球観測データおよび外部機関（地球観測データ提供サイト）で公開されている観測履歴情報を利用することを想定している。異種衛星データの保有状況管理とデータ購入の可否を決断する際の有用な支援システムとなる。常に最新の情報を複数のサイトから収集しなければならないことからシステム管理者の負担が大きい。また、外部機関の協力が不可欠である。

#### c) 運用形態3

インターネット環境において不特定のユーザが検索・参照可能な運用形態である。外部機関（地球観測データ提供サイト）で公開されている観測履歴情報を網羅的に利用する。災害発生時において地球観測デー

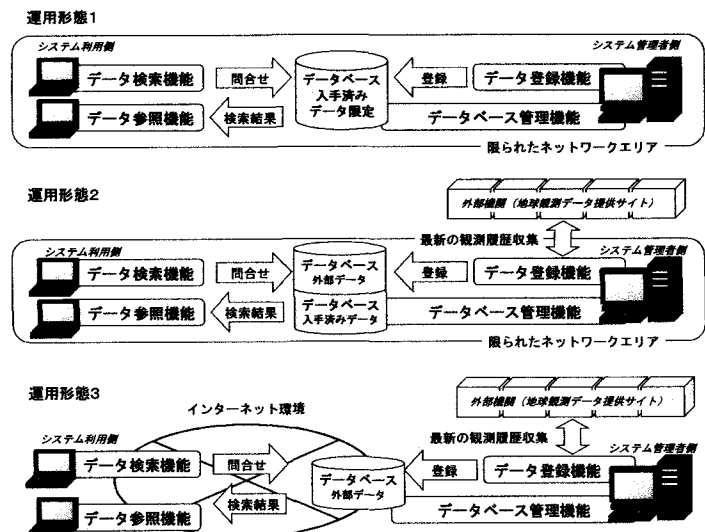


図-3 システムの運用形態

タの検索に関わる負担を低減でき、被災状況調査の効率化に資するシステム形態である。異種地球観測データの「データ検索・購入時」における問題を改善することにも役立つシステム運用形態であり、災害時のみならず様々な地球観測データの利用分野において異種地球観測データの時系列整備の効率化に役立つと言える。外部機関の協力が不可欠である。

### 5. まとめ

本研究では、災害対応における地球観測データの役割を整理するとともに、特徴の異なる地球観測データを融合利用することの効果を整理した。また、異種地球観測データを利用していく際のデータ蓄積・管理の効率化を目的としたシステム仕様を検討し、システムを構成する各種機能とシステム運用形態を提案した。

今日、災害対応の分野以外においても複数の地球観測データを融合利用していくことの必要性が指摘されてきている<sup>4)</sup>。本研究の内容が地球観測データの効率的利用に何らかの形で寄与できれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 竹田厚, 宝馨, 立川康人他: 自然災害防止・軽減のためのリモートセンシング技術の可能性, 自然災害科学, Vol.20, No.2, pp.131-160, 2001年.
- 2) 国際災害チャータ公式 Homepage : [http://www.disasterscharter.org/main\\_e.html](http://www.disasterscharter.org/main_e.html), 2005年.
- 3) 陸域観測技術衛星 (ALOS) 公式 Homepage : [http://www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/alos/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/alos/index_j.html), 2005年.
- 4) 小島尚人, 大林成行, 古田明広: 衛星データの画像特性評価情報提供システムの構築, 土木情報システム論文集, Vol.10, pp.43-52, 2001年.