

6. 自然災害・地図作成・資源探査部会報告（自然災害）

6-1. はじめに

自然災害領域では、風水害、地震、火山災害、大規模山火事の4分野について検討を行った。これらの4つの分野における問題は、いずれも、直接的に人命や資産の損失に関わることで、また、地球上の多くの地域で発生することから、その優先度は極めて高い。人類の福祉ならびに社会経済の双方の観点から重要な課題である。これらのうち優先的に取り組むべき分野は、状況に応じて変化する社会の要請に応えられるように、かつ予想される被害の大きさと防災・事後対策のためのコストを勘案し、柔軟に決められる必要がある。また、今回の国際観測計画策定(GEOSS)では、日本とアジアの国々との連携による観測ネットワークの構築を目指すことも重要な課題である。以上の視点から、自然災害の領域では、特に、風水害と地震災害の2分野に優先度を置くこととした。

1) 風水害：近年の気候変動の顕在化から、アジア地域では台風、サイクロンによる大規模洪水、また一方で渇水による旱魃のために大きな社会経済的影響を受け、その影響範囲も広い。このことから、自然災害の領域では、まず風水害に対する取り組みが優先される分野と考える。

2) 地震災害：アジア地域において大規模地震災害や津波災害により多くの人命や資産が失われている。特に、環太平洋の地震多発地帯や中央アジア地域などは、ひとたび発生したときに甚大な災害が発生する。このことから、地震災害に対する取組みも優先される分野と考える。

前者において、日本は、衛星観測技術、地上自動観測ネットワーク技術の分野、ならびに風水害発生予測モデル技術の分野での貢献が期待できる。後者においては、これまでの地震災害の経験に基づく高精細な発生予測観測ネットワーク技術の分野において、また基礎的な地球科学技術分野において貢献が期待できる。さらに、両者において、衛星通信技術による災害情報通信の高速化や情報共有化など、高度情報技術の分野でも貢献が期待できる。なお、報告書の作成においては、

I. 風水害分野

II. 地震災害分野

III. 火山災害分野

IV. 大規模火災分野

としてまとめ、さらに、自然災害分野に共通する考え方を

V. 自然災害分野における地球観測のあり方(総論)としてまとめた。また、分野ごとの課題優先度を作成した。

6-2. 風水害分野

風水害に関する地球観測の課題については、次の3つに分類して、観測ニーズ、現状、問題点と課題(ギャップ)、具体的な取り組み、重点化の視点などを考える。

異常気象現象の探知

風水害の被災状況把握

風水害の予測と被害防止・軽減策

6-2-1. 災害素因把握の現状

風水害は、極端な気象・海象現象、すなわち、強風、竜巻、豪雨、低気圧による潮位の上昇などが原因となって生起するものであって、洪水、山腹崩壊、土砂流出、土石流、高波・高潮などによって、多くの人命や資産が失われ、農林業をはじめ種々の生産の場に被害を与える。特に、大規模な風水害を広域にわたってもたらす台風(サイクロン、ハリケーン)は、東南アジアから北東アジア、南アジア、カリブ海沿岸などにおいて大きな脅威となっている。

気象・海象の定常監視によるこうした異常気象現象(極端事象)の探知が重要であるとともに、河川の水位・流量などの水文観測、海岸・海洋の波浪といった観測を複合的に行う観測網等が望まれる。地上観測網の充実と、それを補完する人工衛星や航空機からの地球観測・地域観測により、風水害による被災状況の把握、予測、被害防止・軽減策を的確に行うことが可能になる。

6-2-2. 気象関係の定常的観測システムの現状等

アジア地域を含む世界の気象観測網は、世界気象機関(WMO)による全球観測システム(GOS)により展開されている。これらの観測システムは、全球の大気・海洋状態を統一基準、高品質で観測し、気象解析・予測及び災害防止のための警報などを作成することを目的としている。データのほとんどは、指定されたフォーマットで全球通信システム(GTS)を通じて、世界185の関係機関間においてリアルタイムに共有されている。

GOSにおいては、地上での降水量観測のほか、気温、気圧、風、水蒸気量等の地上・海上鉛直プロファイル観測データを提供している。一方こうした観測とともに、衛星を使ってこれらの観測データや海面の波浪データを全球的に取得することが新たなニーズとなっている。WMOでは、衛星の利用のさらなる推進を目指して「WMO宇宙計画」を立ち上げている。

WMOは、気象データのみならず、河川流量などの水文観測データの収集と配信についても国際協力事業を1993年から進めている。これは、世界水循環観測システム(WHYCOS)と呼ばれるもので世界銀行の

協力を得て、水文および気象データを、衛星を介して世界各国の関係機関等の間において準リアルタイムで収集・配信しようとするものである。また、VMO等の支援を得て、全球流出データセンター（GRDC）が全世界の水文観測データを収集、配信している。これはリアルタイムの防災と言うよりも、世界多河川多地点の長期時系列データを防災に活用できるという観点から、地球観測データをGRDCのような組織に集積して防災に役立つデータセンターとして機能を拡充していくことが必要である。

これらのシステムの現状における課題のひとつとしては、途上国や紛争国の観測データが十分かつ安定的に得られていないことである。気象・水文観測の重要性は認識されているものの、財政的理由や人材育成の不十分さから、定常的な観測地点が減少傾向にあり、風水害の監視、状況把握といった観点からも重要な課題である。

国内においては、気象庁では(1)地上気象観測網、(2)高層気象観測網を日本全域に展開している。すなわち、行政目的にかなう、我が国に災害をもたらす気象の監視及び数値予報の初期値作成に利用しこれらの観測データや数値予報結果をもとに注意報等の各種防災気象情報の作成・提供を行っている。気温、降水量などの気象要素について、地上における観測網を全国約1300カ所（このうち、降水量以外は、気温・風向風速・日照時間840地点、積雪210点、気圧・相対湿度160カ所）で実施している。また、(3)静止気象衛星観測により、東アジア全域、オセアニアを対象として、赤道上の静止気象衛星から、可視・赤外センサを用いて地球上の雲の状態などを観測している。台風による高潮・高波、地震による津波などについては、全国88カ所（沿岸波浪11地点、潮位78地点）において(4)沿岸波浪観測を行っている。

6-2-3. 人工衛星による風水害の監視・観測

気象観測、特に雨雲や降水に関する観測は、洪水災害や土砂災害の予測に重要であり、人工衛星による観測が有効に利用されている。静止気象衛星による雲分布の連続画像により、台風（ハリケーン、サイクロン）や雨域の移動を把握する事が可能であり、種々の水害の防止・軽減に大きく貢献している。また、1997年に開始された日米協力による熱帯降雨観測ミッション（TRMM）が、降雨の構造・特性の3次元情報の提供に飛躍的向上をもたらした。こうした情報を気象レーダや降水量観測網と組み合わせることで、降雨の定量的監視能力や予測精度の向上に結びつける努力が必要である。また、土地利用・被覆、地形・地質、地表面・土壌水分などが、降水流出の解析予測のための水文学モデルの物理パラメータを与える貴重な情報を提供している。

豪雨・洪水災害の際には、雲の存在が衛星からの地表面観測を妨げる。また、災害は、昼夜を問わず発生する。こうした観点から、雲を透過し、夜間で

も観測できる合成開口レーダ（SAR）のようなセンサが有用である。

6-2-4. 今後の地球観測項目（解決すべき今後10年間の重点問題）

(1) 異常気象現象の探知 観測網の高度化

気象水文の地上観測が弱体化する傾向にある。途上国においては、これらの観測よりも経済成長、国土開発、人口問題などへの対処が重要であり、観測に対する投資が十分になされていない状況にある。観測システムの維持更新、新技術の導入のためには、人材育成も極めて重要である。また、人工衛星による観測も必ずしも十分とは言えない。

こうした現状の把握とそれを補うための観測網整備計画を、当初2年ぐらいで行い、それと並行して人材育成プログラムを実施するとともに、6年、10年といった中長期の計画を実施して、観測施設の復活・新設等の事業の逐次着実な展開を図ることが肝要である。具体的な取り組みとして、以下のような項目が挙げられる。

運輸多目的衛星による日本・東アジア・西太平洋域を中心とする気象衛星観測の実施

極軌道気象衛星リアルタイムデータの国際交換実施

東アジア・北半球西太平洋諸国の地上・海上観測ネットワークの充実

アジア・オーストラリアモンスーン全域での観測協力・連携体制の構築

CEOPなどの経験、蓄積を生かしたデータの共通化、共有化

TRMM後継機（GPMなど）の早期実現

アジア地域レーダ拠点観測と既存レーダデータの国際交換および有効利用と日本の気象レーダのドップラーレーダ化

GPS水蒸気稠密観測データの国際交換および有効利用

航空機自動観測データの交換および利用を促進

アジア地域気候・水循環観測データセンターの設立

気象予測モデルとデータ同化システムの高度化

(2) 風水害の被災状況把握---自然災害頻発地域における重点観測

自然災害は毎年どこかで必ず発生しており、頻発地域をターゲットとして既存の衛星、地上観測により、観測や情報の共有が可能である。当面すぐに実施しうる観測計画として、既存のシステム利用による集中自然災害監視プロジェクトのようなものを開始できないであろうか。また、中期（今後6年間）の災害関連人工衛星ミッションとして、ALOSの本格運用とその応用がある。世界各地で生起する災害についてJAXA-ALOSが主導的に観測情報収集・発信ができるはずであり、それを風水害の被災状況把握への応用を検討するプロジェクトが必要になる。具体

的な取り組みとして、以下のような項目が挙げられる。

河川水位、流量に関する地上観測の推進
衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立
に向けた、技術開発の推進
既往の水管理システム、流出モデルとの結合
国際洪水ネットワーク (IFNet) グローバルフラッドアラートシステム (GFAS)
陸域観測技術衛星 (ALOS) の早期運用

(3)風水害の予測と被害防止・軽減策 地球観測データと予測・対策技術の統合化

風水害の要因となる気象現象、水文現象を予測し、防災対策を事前にあるいは即時的に行う場合に、これらの現象を的確に記述したコンピュータモデルによるシミュレーション技術が重要である。その際、地形、土地利用・土地被覆、人口・資産分布などの地理情報が必要である。すなわち、現象のモデリング技術と、気象・水文観測データ、種々の地理情報の統合化により、風水害の予測（計画予知とリアルタイム予知）ができるとともに、被害防止・軽減のための対策を効果的に行うことができるようになる。

特に、アジアの途上国においては、地上観測システムの整備、各種地図・主題図などの地理情報の更新が不十分であり、地球観測データの有用性と必要性は極めて高い。具体的な取り組みとして、以下のような項目が挙げられる。

モデリング技術の開発
予警報・防災情報伝達システムの開発
ハザードマップの作成
既往の水管理システム、流出モデルとの結合
国際洪水ネットワーク (IFNet) のグローバルフラッドアラートシステム (GFAS)
陸域観測技術衛星 (ALOS) の早期運用
災害関連衛星計画の推進 (今後 10 年間)

総合地球観測戦略 (IGOS) の地質学・地球科学的災害 (Geohazards) テーマを推進する。ただし、風水災害関連は今のところ含まれていないので、IGOS の水循環テーマとも連携して豪雨・台風・洪水などの極端事象に関する観測・研究を推進する。

TRMM のフォローアップ及びその後継である全球降雨観測計画 (GPM) により複数の衛星観測により 3 時間毎に全球降雨マップを準リアルタイムで作成し、豪雨及び関連災害の監視・予測・軽減のための研究を実施する。

陸域観測技術衛星 (ALOS) は、自然災害監視、地図作成、資源探査、地域観測を 4 大目的とするミッションであり、特に、自然災害監視における機動的な観測体制、災害状況の即時的データ配信などの実行可能性を集中的に検討する。

国際洪水ネットワークと地球洪水警報システム (今後 10 年間)

2003 年 8 月から活動を開始した国際洪水ネットワーク (IFNet) の目的は、洪水を管理し、洪水がもた

らす人命の損失及び資産被害を減少させるための対策を調整し、効果を改善することにより、貧困の悪循環を断ち切ること、途上国が持続可能な開発を実現することを支援し、経済的安定に寄与することである。世界気象機関 (WMO)、アジア開発銀行 (ADB) の国際機関を始め洪水に係る施策やプログラムを有するその他さまざまな機関との個人 (2003 年末現在 257 機関と個人) が参加している。

地球洪水警報システム (GFAS) は、洪水被害緩和のため、国土交通省及び宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、国際建設技術協会が協力し、IFNet を利用したプロジェクトの一つである。このシステムでは、JAXA 及び米国航空宇宙局 (NASA) が構想中の全球降雨観測計画 (GPM) を含む地球観測衛星のデータ提供を受け、世界の河川の流域雨量をリアルタイムでデータ収集し洪水発生予測を自動的に行うシステムを開発する。このシステムにより、特にテレメータ雨量観測網を持たない途上国の洪水警報を支援することを目指している。その構想は、今のところ下記のようになっている。

衛星による降雨観測

GPM 主衛星及び副衛星群による観測データが地上局に送信され、データ処理システムにかけられたのち、全世界の 3 時間毎の降水マップ (準リアルタイムデータ) が作成される。この地球全体の降水分布データはインターネットを通じて公開される。

確率雨量の算定と観測雨量

世界には、熱帯雨林地帯から温帯モンスーン地帯、亜乾燥地帯と様々な気候があり、地形・植性も多様であるため、どの程度の雨が降れば洪水になるかは、それぞれの地域によって異なる。しかし、確率で雨量を評価することにより、警報を出す基準雨量を算出することが可能である。

GFAS の第一段階では、世界の確率雨量を算出する。この計算には、流域毎の継続的な雨量データが必要となる。過去のデータは各国の気象機関でストックされており、もし継続的なデータがない場合は、精度は低いですが既に熱帯雨量観測のデータが約 5 年分存在するので、どの国においても対応可能である。

第二段階では、各国の気象機関にアンケート調査を実施し (気象庁や WMO と協力して行う予定)、警報対象流域、対象流域毎の基準雨量確率を決定する。第三段階においては JAXA から配信される衛星雨量データを自動的に確率評価し、関係機関にインターネットを通じて警報を出すシステムを構築することである。今現在 GFAS のパイロット事業を展開すべくパイロット事業地域の選定中である。

6-3. 地震災害分野

6-3-1. 災害素因把握の現状

地震災害においては、発生地域、人口密集度、建物強度等様々な要素が複雑に絡んで災害規模が決定

される。例えば、中東での地震では、建物の強度が低いため、その崩壊による被災が常に課題となっている。

自然災害の素因の把握においては、基本的には観測を展開する地域の地形、地質、地盤特性、社会特性等を事前に評価した上で、特に途上国での観測網については、地震・火山・気象といった観測を複合的に行う観測網等が望まれる。

6-3-2. 地震・津波現象の把握とデータ交換

国内では、全国地震活動監視のための観測については、気象庁が、地震の震源要素（緯度・経度・深さ・規模（マグニチュード））決定のため全国約180カ所で「地震観測」を、また震度（地震による揺れの大きさ）については全国約600カ所で震度観測を実施している。これは、我が国に災害をもたらす地震を24時間監視し、これらの観測データや処理結果にもとづく各種防災情報の作成・提供は、防災行政上の施策に活かされるとともに、地震の活動評価等、地震調査研究の推進にも利用している。

（独）防災科学技術研究所では、強震観測網（K-NET）による強震動観測（被害をおこすような強い地震動の観測）を、全国に約25kmの間隔で約1000カ所に建設した強震動観測施設及び観測データの収録発信システムによりおこなっており、その成果は耐震工学に関する研究や日本列島の地震被害のリスク評価などに利用されている。また、同研究所では、全国的に約20kmの間隔で約700カ所（2003年3月末現在）に建設した観測施設において高感度地震観測網（Hi-net）と基盤強震観測網（KiK-net）の両方を展開し、地震観測施設及びデータ収集（気象庁と共同）発信システムを設置している。このうち、Hi-netは、微小地震観測、人体に感じない非常に微弱な地震動をも検知し観測するもので、観測データは24時間連続的に防災科学技術研究所に収集され、自動的に震源パラメータを特定して地震活動を調べ、リアルタイムに気象庁や大学にも伝送され、気象庁では、大学等の観測データも含め、波形検測と震源決定を行い、気象庁が発表する各種防災情報に活用するとともに、地震調査研究推進本部へ本邦及び周辺地震活動評価のための資料を提供している等、常時監視や教育・学術研究に役立てられている。また、KiK-netは、強震動観測施設であり、K-NET同様、耐震工学に関する研究や日本列島の地震被害のリスク評価等に利用されている。さらに、広帯域地震観測網（F-net）は、広帯域地震計（ゆっくりとした地震動なども正確にとらえる地震計）で構成される全国70カ所で実施されている観測網であって、遠く離れた震源から伝わってくるゆっくりとした揺れも検知可能である。観測データは、24時間連続的に防災科学技術研究所に収集され、地震断層が破壊する過程や、地球内部の構造に関する研究などに利用されている。

国内においては、東海・関東地域を重点的に対象

とする観測網も展開されている。気象庁では、東海地震予知のため、東海地域で地殻変動の観測（歪計19カ所、傾斜計1カ所）及び地震活動の観測（地震計、ケーブル式海底地震計一式（4点））を行っている。また、観測強化地域に指定されている南関東を対象として、地殻変動観測（歪計15カ所）及び地震活動の観測が強化されている（地震計、ケーブル式海底地震計一式（4点））。防災科学技術研究所においても、関東・東海観測網として、関東・東海地域で地震活動や地殻変動の観測を68観測施設（地震計56カ所、傾斜計42カ所、歪み計9カ所）で実施している。

東アジアから南アジア、オセアニアにわたって、日本、韓国、中国、パキスタン、インド、タイ、ベトナム、インドネシア、オーストラリア、ニュージーランド、フィジー、トンガの関係機関が参加して、国際地震観測網（International Seismic Network）が展開されている。スーパープレートとプレート移動及び地震との関係を解明するための広帯域地震計観測網であって、インターネットを介してデータを共有することになっている。

世界各地にて発生する地震については、IRIS（地震学研究所連合）が全球的に地震観測網を展開しており、この観測網にて観測された地震情報の提供をインターネット等によって行っている。

津波については、太平洋を取り巻く沿岸の北米、南米、アジア、オセアニアの諸国及び太平洋域の各国等（オーストラリア、チリ、カナダ、中国、コロンビア、クック諸島、コスタリカ、韓国、エクアドル、エルサルバドル、フィジー、フランス、グアテマラ、インドネシア、日本、メキシコ、ニュージーランド、ニカラグア、ペルー、北朝鮮、フィリピン、ロシア、サモア、シンガポール、タイ、アメリカ）が、太平洋津波組織を構成し、津波災害の軽減に取り組んでおり、国際津波情報センター（ホノルル）において津波観測・監視、情報発表を行っている。

気象庁は、日本海で発生する地震に対する津波予測等の情報を沿岸各国に提供する業務をすでに開始しているが、2005年からはさらに、北西太平洋域で発生する地震に対する沿岸各国への情報提供業務を開始することとしている。

6-3-3. 人工衛星による自然災害監視・観測（地震災害・火山災害共通項）

人工衛星を利用した全球測位システム（GPS）が、地殻変動などの地表面の変化を精度よくとらえることができるので、上述の地上観測ネットワークとともに地震・火山活動に関する貴重な情報を提供している。

災害生起の突発性と、人工衛星による観測のタイミング・頻度（時間分解能）、画像の粗さ（空間分解能）、対象とする事象に適切な周波数（スペクトル分解能）とが一致しないことがあり、人工衛星観測の広域性、経済性、踏査不可能地帯の可観測性といっ

たメリットが災害監視・予測・管理に十分活かされていないということが現状の問題である。

6-3-4. 今後の地球観測項目（解決すべき今後 10 年間の重点問題）

恒常的監視体制の構築（事前の措置）

地震・津波による被害を軽減するためには、陸域と海域からの観測を強化（地震計・GPS 津波計など）により、観測空白域のない均一な定常的・長期的観測網を整備・運営し、その発生メカニズムの解明に努めるとともに、観測成果及びそれに基づく防災情報を住民に速報する体制の構築が重要である。

防災活動の支援に資する被害推定予測等の情報共有体制の構築（事前の措置）

災害発生前からの地震による強震動・津波被害予測のみならず、地震発生直後からの地震動予測、地震被害推定、津波到達予測などによる被害推定等を行い、これを情報共有・利用する体制を構築し、防災初動体制の立ち上げ等の支援を行うことが重要である。

発災時の緊急情報収集と情報伝達

災害対策の情報は、災害の各フェイズで異なり、必要な情報が適時に的確に災害の対応部署や被災者に届けられることが被害軽減に必要不可欠である。例えば、大災害発生後 10 時間をピークに災害発生から 4 日間は、救命・救助（人命救助）のために被害状況に関する情報が必要である。また、3 日をピークに 10 時間から 1 ヶ月は、避難所の開設、疎開などの社会フローを復活させる活動（物資補給、災害復旧）のために道路状況などの詳細状況が必要となる。

被害軽減に特に重要な 10 時間をピークとする災害初期情報の収集・伝達は災害規模に比例して困難となるが、これを打開する災害監視・情報伝達システムの確立が必要である。リモートセンシングは広域の情報収集能力が高く、災害規模が大きく被災地が広範囲に及んでいる場合は、現地へのアクセスが不可能な場合の情報収集に適している。

災害初期情報の収集は時間的制約が厳しい上に、リモートセンシングデータに現れる災害状況を示すシグナルが地震、火山噴火、水害、土砂災害と災害ごとに異なることもあり、確度の高い情報を短時間のうちに発信するには、リモートセンシング技術の高度化と災害研究の専門家による必要情報の抽出・判定・評価が必要不可欠となる。

この判定・評価に際し、地震計ネットワーク等のリアルタイムの観測情報と、例えば、地滑り予測図や過去の衛星データなどの事前の災害評価情報を参照して、短時間のうちにダブルチェックを行うことにより情報の確度を高めることも必要である。

究極的な衛星による災害監視・観測システム（長期的な問題）

災害生起の突発性と、人工衛星による地球観測の時間分解能、空間分解能、スペクトル分解能とを一致させ、人工衛星観測の広域性、経済性、踏査不可能地帯の可観測性といったメリットを災害監視・予測・管理に十分に活かそうとすることにより、理想的・究極的には、高分解能の静止・軌道衛星の実現が推進され、それに多様なセンサが搭載できることが望ましい。

災害関連衛星計画の推進（事前、発災時、復興における問題）

総合地球観測戦略(IGOS)の地球災害(Geohazards)テーマを推進する。陸域観測技術衛星(ALOS)は、自然災害監視、地図作成、資源探査、地域観測を 4 大目的とするミッションであり、特に、機動的な観測体制、災害状況の即時的データ配信など、衛星による自然災害監視・管理の理想的な姿を描いている。このような理想を実現化し、それを推進、発展させていくことがきわめて重要である。防災課題における国際貢献が、我が国ならではの最優先課題の一つとして位置づけ、積極的な展開を図る。

アジアを中心とする陸域災害監視ネットワークシステム（事前、発災時、復興における問題）

近年アジア各国は、日本の製造業の進出、食料の供給元等で重要度が増加している。これらの国では、経済発展により首都を中心とする過度の人口集中や山間部等の災害に対して比較的脆弱な地域についても開発が進み、前述の自然災害に対する対策が以前にも増して重要になってきている。気象や津波などアジア、環太平洋地域への予報・現況通報システムはあるが、陸域災害の被災状況を監視・発信するシステムはなく、システムの構築によってアジア各国の安定に貢献でき、ひいては日本の安全に帰結する。

6-4. 火山災害分野

6-4-1. 災害素因把握の現状

火山災害においては、発生地域、人口密集度、建物強度等様々な要素が複雑に絡んで災害規模が決定される。例えば、火山噴火においては、火山そのものが観光地であることや噴火の性質（例えば爆発型、溶岩流出型）によって被災の性格がことなる。

自然災害の素因の把握においては、基本的には観測を展開する地域の地形、地質、地盤特性、社会特性等を事前に評価した上で、特に途上国での観測網については、地震・火山・気象といった観測を複合的に行う観測網等が望まれる。

6-4-2. 火山現象把握とデータ交換

気象庁では、火山活動の監視のため、活動の活発な 25 の火山において、震動、地殻変動等の観測を行い、行政目的にかなう火山活動の監視及びこれらの観測データや処理結果をもとに火山情報の作成・提供を行っている。

防災科学技術研究所においては、火山噴火予知研究のため、硫黄島、伊豆大島、富士山、三宅島、那須山において地震、地殻活動等の観測を行っている。また大学等においても、それぞれの研究目的に応じて、有珠山をはじめ、岩手山、浅間山、伊豆大島、阿蘇山、霧島山、桜島等において震動等の各種観測などを実施している。

さらに今後、火山観測研究の強化を掲げた第7次火山噴火予知計画において、火山監視観測の一層の強化を進めるとともに、火山噴火予知の高度化を目指した基礎研究の推進を含む各種の実験観測を実施することとしている。

すなわち以下の項目は、火山噴火予知の観点からの中期ニーズといえよう。

(1)火山活動を把握するための観測の強化

必要に応じ関係機関の協力を得ながら、火山監視・情報センター（気象庁）における監視観測体制を強化。

電子基準点及び必要に応じて設置するGPS観測点を活用して活火山及びその周辺での地殻変動をリアルタイムで監視

南方諸島及び南西諸島の海域火山について、航空機による定期巡回監視を引き続き行う。海域火山の活動が活発化した場合には、航空機や無人観測船等による機動的観測を実施。

(2)実験観測の推進

噴火の準備過程や火山流体の移動・蓄積に伴う現象の発生過程の解明などの「基礎研究の推進」に対応するため、高精度の多項目総合観測の整備を引き続き行い、各種の実験観測を実施。

火山体の構造や火山活動状況の定量的な把握及び噴火ポテンシャル評価のため、小型、軽量の可搬型記録機器の開発を行い、計画的に集中総合観測や共同観測を実施。さらに、集中総合観測と連携した長期間の緻密自然地震観測により、火山体深部構造を把握。

国際ネットワークとしては、火山灰情報センター（VAAC）が、世界に9カ所あり、航空機の航路上に浮遊する火山灰の監視にあっている。火山の噴火によって上空に噴き上げられ浮遊する火山灰から、航空機の安全運行を確保するため、領域の火山灰の実況や予測を含んだ航空路火山灰情報を発表し各航空関係機関に提供している。東京の他、ロンドン（イギリス）、ツールーズ（フランス）、アンカレッジ（アメリカ）、ワシントン（アメリカ）、モントリオール（カナダ）、ダーウィン（オーストラリア）、ウェリントン（ニュージーランド）、プエノスアイレス（アルゼンチン）にVAACがある。

二国間協力としては、例えば、我が国（JICA）とフィリピン国との間で地震・火山観測網計画が実施された。フィリピンは、環太平洋地震・火山帯に位置

しており、列島には多くの活断層が形成されているため頻りに火山の噴火や地震が発生し、建設物の倒壊や津波によって、大きな被害をうけることも少なくない。フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCOS）は、地震計を設置した全国35カ所で、日々、地震や火山活動の監視・観測活動にあっているが、地震観測所の絶対数が少なく、高感度の地震計を保有していないこと、さらに観測機器の多くが老朽化していることから、地震の検知能力はきわめて低い状態におかれていた。また、観測データの収集・処理・解析システムが未整備のため地震情報の有効な活用ができない状況にあった。

JICAによれば、我が国の無償資金協力として、フィリピン周辺で発生する地震活動の把握やデータの分析の改善を目的としてPHIVOLCOS本部、既設の地震観測所、火山観測所34カ所を対象に機材の更新、データ解析システムの整備が行われ、これによって同国の地震火山活動の監視能力は著しく進展したとしている。

6-4-3. 人工衛星による自然災害監視・観測（地震災害・火山災害共通項）

人工衛星を利用した全球測位システム（GPS）が、地殻変動などの地表面の変化を精度よくとらえることができるので、上述の地上観測ネットワークとともに地震・火山活動に関する貴重な情報を提供している。世界に9カ所ある火山灰情報センターによる国際航空路の安全監視のためにも、人工衛星による火山灰雲の観測データが用いられている。

災害生起の突発性と、人工衛星による観測のタイミング・頻度（時間分解能）、画像の粗さ（空間分解能）、対象とする事象に適切な周波数（スペクトル分解能）とが一致しないことがあり、人工衛星観測の広域性、経済性、踏査不可能地帯の可観測性といったメリットが災害監視・予測・管理に十分活かされていないということが現状の問題である。

6-4-4. 今後の地球観測項目（解決すべき今後10年間の重点問題、地震災害・火山災害共通）

恒常的監視体制の構築（事前の措置）

火山による被害を軽減するためには、観測を強化（地震計・GPSなど）により、観測空白域のない均一な定常的・長期的観測網を整備・運営し、噴火メカニズムの解明に努めるとともに、観測成果及びそれに基づく防災情報を住民に速報する体制の構築が重要である。

防災活動の支援に係わる被害推定予測等の情報共有体制の構築（事前の措置）

災害発生前からの火山噴火による各種被害予測のみならず、火山噴火直後からの火山灰、溶岩流、火砕流などによる被害推定等を行い、これを情報共有・利用する体制を構築し、防災初動体制の立ち上

げ等の支援を行うことが重要である

発災時の緊急情報収集と情報伝達

災害対策の情報は、災害の各フェイズで異なり、必要な情報が適時に的確に災害の対応部署や被災者に届けられることが被害軽減に必要不可欠である。例えば、大災害発生後 10 時間をピークに災害発生から 4 日間は、救命・救助（人命救助）のために被害状況に関する情報が必要である。また、3 日をピークに 10 時間から 1 ヶ月は、避難所の開設、疎開などの社会フローを復活させる活動（物資補給、災害復旧）のために道路状況などの詳細状況が必要となる。

被害軽減に特に重要な 10 時間をピークとする災害初期情報の収集・伝達は災害規模に比例して困難となるが、これを打開する災害監視・情報伝達システムの確立が必要である。リモートセンシングは広域の情報収集能力が高く、災害規模が大きく被災地が広範囲に及んでいる場合は、現地へのアクセスが不可能な場合の情報収集に適している。

災害初期情報の収集は時間的制約が厳しい上に、リモートセンシングデータに現れる災害状況を示すシグナルが地震、火山噴火、水害、土砂災害と災害ごとに異なることもあり、確度の高い情報を短時間のうちに発信するには、リモートセンシング技術の高度化と災害研究の専門家による必要情報の抽出・判定・評価が必要不可欠となる。

この判定・評価に際し、地震計ネットワーク等のリアルタイムの観測情報と、例えば地滑り予測図や過去の衛星データなどの事前災害評価情報を参照して、短時間のうちにダブルチェックを行うことにより情報の確度を高めることも必要である。

究極的な衛星による災害監視・観測システム（長期的な問題）

災害生起の突発性と、人工衛星による地球観測の時間分解能、空間分解能、スペクトル分解能とを一致させ、人工衛星観測の広域性、経済性、踏査不可能地帯の可観測性といったメリットを災害監視・予測・管理に十分に活かそうとすることにより、理想的・究極的には、高分解能の静止・軌道衛星の実現が推進され、それに多様なセンサが搭載できることが望ましい。

災害関連衛星計画の推進（事前、発災時、復興における問題）

総合地球観測戦略(IGOS)の地球災害(Geohazards)テーマを推進する。ALOS は、自然災害監視、地図作成、資源探査、地域観測を 4 大目的とするミッションであり、特に、機動的な観測体制、災害状況の即時的データ配信など、衛星による自然災害監視・管理の理想的な姿を描いている。このような理想を実現化し、それを推進、発展させていくことがきわめて重要である。防災課題における国際貢献が、我が国ならではの最優先課題の一つとして位置づけ、積

極的な展開を図る。

アジアを中心とする陸域災害監視ネットワークシステム（事前、発災時、復興における問題）

近年アジア各国は、日本の製造業の進出、食料の供給元等で重要度が増加している。これらの国では、経済発展により首都を中心とする過度の人口集中や山間部等の災害に対して比較的脆弱な地域についても開発が進み、前述の自然災害に対する対策が以前にも増して重要になってきている。気象や津波などアジア、環太平洋地域への予報・現況通報システムはあるが、陸域災害の被災状況を監視・発信するシステムはなく、システムの構築によってアジア各国の安定に貢献でき、ひいては日本の安全に帰結する。

6-5. 大規模火災分野

全世界の森林・灌木地帯・草原で発生する火災は、年間に約 351 万 ha (2000 年)を焼損している。米国では 1 件の火災で、116,600ha (1999 年)が焼損した例がある。森林火災は人命や資産を奪い、経済を混乱させ、放出ガスによって地域的あるいは世界的に大気の組成を変え、気候変化を生じさせる恐れがある。日本では森林火災によって年間に 1,009ha (1999 年)が焼損している。焼損面積が大きい近年の森林火災では、1 件の火災で 133ha(2000 年)が焼損している。日本は、森林火災の規模が小さいため、焼損による直接的被害が社会経済に及ぼす影響は少ないが、2000 年 5 月にシベリアで発生した森林火災のガスが北日本に流れ込んだ例などのように、国境を越えた被害が予想される。また、1997 年～1998 年にインドネシアで発生した大規模な森林火災に伴って、多量の煙霧が国境を越え、近隣のマレーシアやシンガポール、フィリピン南部まで及び、人々の健康被害や産業活動への影響等が国際的な問題となった。大規模火災分野の観測は、将来予想される我が国を含めた国境を越えた国際的な被害軽減に貢献できると考えられる。特に、日本とインドネシア政府の呼びかけで、「持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD)」で 2002 年に発足したアジア森林パートナーシップ(AFP)でも、森林火災予防が違法伐採、荒廃地の回復とともに主要な活動目的とされている。

6-5-1. 災害素因把握の現状

森林火災発生の第一要件は、容易に着火する可燃バイオマスの存在である。灌木、枯枝、落葉、枯草、泥炭などが、落雷や人為的行動によって着火して、火災が発生する。火災の拡大は、湿度や風速などの気象条件に大きく影響され、これに地形効果が相乗して延焼速度と方向が定まる。

森林火災を低減するための情報として、被災前に被災のポテンシャルを把握するために、1)可燃バイオマスの賦存量と状態、2)落雷などによる着火の可能性、を得る必要がある。火災発生後は、初期消火または効率的な消火活動・防災対策のために、3)火

災の検出と状況把握，4) 延焼予測のための情報，5) 火災が発生している地域の人口・資産・インフラ等の情報，が必要となる。これらの情報の収集とその処理および現地対策機関への情報伝達のシステム化は，恒常的に大規模森林火災に見舞われている米国で進んでいる。

6-5-2. 森林火災に必要な情報および観測システムの現状

森林火災に対する情報収集は広域にわたるため，人工衛星による監視・観測が多用されている。ここでは，原則として人工衛星以外の観測システムを述べる。

(1) 可燃バイオマス

可燃バイオマスの賦存量は，前回の森林火災からの経過年月または現地地上調査によって算定される。米国，カナダ等では，林床の可燃バイオマスが蓄積した森林に対して，所定の火入れを行い，立木を生かした状態で可燃バイオマスを除去している。火災ポテンシャルの重要な要素となる可燃バイオマスの乾湿状況は，気象データを用いて算定される。

(2) 落雷などによる着火

着火の原因は，落雷，放火や，焚き火，タバコ，焼き畑のための火入れ，プランテーション開墾のための火入れ等の失火があげられる。地中海沿岸地域での火災の原因の 1 - 5%は落雷によるものであり，他のほとんどが人為的な失火である。気象情報を用いて予測できるのは落雷のみで，人為的な失火の直前予測は困難である。

(3) 火災の検知と状況把握

主要な情報取得手段として衛星リモートセンシングの画像データを利用する火災検知システムが，主要国で開発されている（次章参照）。また，状況把握には衛星のみならず航空機からの観測データも利用されている。

(4) 延焼予測システム

森林火災のポテンシャルの算出には，可燃バイオマスの賦存量とその乾湿状況，落雷発生のポテンシャル，気象情報（特に風向・風速）および数値地形データ（DEM）が必要である。森林火災は，地形に沿って移動する洪水氾濫などと異なり，可燃バイオマス賦存量と地形，気象条件との相互作用によって延焼範囲が定まる。気象条件のうち，特に，風向と風速が重要なファクターとなる。米国農務省森林局の森林火災研究所は，森林火災の発生と延焼を予測するモデルを開発している。このモデルは，メッシュ間隔が 9 m から 30.5 m の DEM（標高データ）を用い，粗い間隔の風向・風速の実測値または予測値を入力とし，100 m 以下の間隔の格子上的風向・風速を予測している。これによって，谷底，斜面中腹，尾

根上，それぞれでの風向と風速の計算が可能となり，きめ細かな延焼シミュレーションが可能となる。

(5) 放出ガス

1997 年から 1998 年にインドネシアで多生した森林火災は，1997 年 12 月末までに 264 千 ha を焼損した。このような大規模な森林火災に伴って，多量の煙霧が国境を越え，近隣のマレーシア，シンガポール，フィリピン南部におよび，人々の健康被害や産業活動への影響等，国際的な問題となった。

放出ガスの濃度の把握では，大気中の二酸化炭素等ガスの分布と時間変化の測定が重要である。しかし，火災現場に直行して観測することが困難なことから，観測機材を現場で動かすインフラの整備が不十分なことから，放出ガスの濃度の把握は，研究を除いて殆ど行われていない。アジアでは，インドネシアで一部実施された例とシベリアで一部実施された例があるのみである。

放出ガスの社会的影響の把握は，インドネシア火災の際に一部で実施されたが，放出ガス濃度が調査されていないことと，人口分布等社会データ GIS 等が整備されていないことから，健康への影響と輸送機関への影響の定量評価は十分になされていない。

(6) 火災が発生している地域の人口・資産・インフラ等の情報

火災の検知と状況把握，延焼予測に基づいて，消火活動・防災活動が行われる。これらの活動に必要な道路などのインフラ情報，守るべき住民・資産，インフラの分布位置を考慮して，対策活動の意思決定がなされる。人口・資産・インフラがデータベース化されていると，意思決定に必要な情報が，容易かつ迅速に得られる。

(7) 生態系影響の把握

火災による焼損部の生態への影響の把握は，現地地上調査や，航空機や衛星に搭載されたセンサ画像を用いて定量的な解析が行われている。また，20 年にわたる植生回復の調査も一部行われている。

6-5-3. 人工衛星による森林火災の監視・観測

多くの国の森林火災の担当機関が森林火災の監視と観測を行っている。国際災害軽減戦略（ISDR: International Strategy for Disaster Reduction）の基，各国の担当機関は，監視と観測の結果を GFSC（Global Fire Monitoring Center）に提供しており，全世界の森林火災の現況は，GFSC の Web サイトから入手できる。また，米国の森林火災の状況は，NIFC（National Interagency Fire Center）の Web サイトから入手できる。GFSC および NIFC の現況の情報は，地球観測衛星の光学センサ画像を用いて検出した森林火災のホットスポットの位置や焼損範囲を衛星画像上に示したものが大半を占める。

アジアにおいては，シベリアからモンゴル，中国，

タイ、インドネシアにかけて大規模森林火災がたびたび発生している。その被害を最小限にとどめることは、アジア太平洋地域の木材資源や森林環境の維持・増進にとって極めて重要な課題である。また、森林火災は、国境を越えた被害を及ぼすため、近隣諸国での情報の共有化が必要であり、第三国機関からの情報として、迅速かつ信頼性の高い情報を提供する必要がある。そのために、森林総合研究所と農林水産技術会議波事務局が、日夜観測されている人工衛星データをリアルタイム処理し、森林火災発生箇所をいち早く検出し、被害の低減に役立てることなどを目的として、「東アジア地域の森林火災を集中観測するシステム」を開発し運用している。このシステムは、タイと日本で受信されている米国の気象観測衛星（NOAA）や夜間の光を観測する米国空軍の DMSP（Defense Meteorological Satellite Program）衛星などのデータを APAN（アジア太平洋高度ネットワーク）の日・タイ間及び日・米間のネットワークを通じてリアルタイムで受け取り、高速演算処理して、アーカイブする農林水産衛星画像データベースシステム（SIDaB）に、森林火災を集中観測する検知処理システムを加え、準リアルタイムで東南アジア地域の森林火災検出を可能にした日本ではじめてのものである。この観測システムは、まず、両衛星のデータを基本地図座標に自動的に投影変換する。次に、NOAA 衛星では夜間の熱バンドデータから高温部をホットスポットとして抽出し、DMSP 衛星では、夜間の光のデータから、都市部などの光を除き、新たな光を抽出する。両者は、夜間の火災発生箇所を示すと考え、位置座標ファイルと画像を作成するものである。

6-5-4. 今後の地球観測項目（解決すべき今後 10 年間の重点問題）

(1) 可燃バイオマスと森林火災ポテンシャルの評価

LiDAR（レーザーレーダ：Light Detection And Ranging）や空間分解能の高いハイパースペクトルセンサを用いて、可燃バイオマスの賦存量の測定と樹種の同定技術を確立する必要がある。LiDAR は高精度の DEM の作成と樹高の測定が同時に可能である。ハイパースペクトルセンサは、樹種のみならず樹木の活性度と可燃バイオマスの乾燥状態に関する情報抽出が期待される。火災ポテンシャルの高い地域においては、高回帰（2 回/月）で観測を行うとともに、住民等への啓蒙のために、観測結果を図化して公表することも必要である。ハイパースペクトルセンサデータは、高頻度に利用するため、価格も含め容易にアクセスできることが必要である。

(2) 火災の検知と状況把握

火災の検知と状況把握を行う運用システムに地球観測衛星の画像データが多用されている。これらの地球観測衛星およびセンサの後継機を確保し、画像データの供給を継続することが必要である。特に、

明確な後継計画が定まっていない Terra 衛星 MODIS（中分解能分光放射計）と ASTER（Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer）の後継機の投入が必要である。また、雲被覆率の高い熱帯雨林では、SAR が焼損の観測に有効であるので、C バンド SAR および L バンド SAR の不断の継続運用が必要である。

(3) 延焼予測システム

火災ポテンシャルの計算および延焼シミュレーションの精度向上が必要である。現地の所管事務所レベルで火災ポテンシャルの計算や延焼シミュレーションを容易に行うためには、製品寿命の短い現代のコンピュータシステムの更新に要する経費と労力を考慮すると、ラップトップコンピュータ程度のコンピュータで動作するソフトウェアシステムが必要である。このようなシステムで、重要な計算ファクターである風向と風速のうち、山風・谷風や火災によって励起される風を許容できる時間と精度で計算できるものはないが、すぐに可能となると考えられる。

精度の高い延焼予測システムを構築するためにメッシュ間隔 30m 以下の DEM が必要である。スペースシャトル SRTM（Shuttle Radar Topography Mission）で世界の森林地帯をカバーする 30m メッシュの DEM が得られている。SRTM による 100m メッシュの DEM は、2004 年末までに公開が予定されているが、30m メッシュの DEM の早期公開が望まれる。

(4) 放出ガス

放出ガス濃度に関しては、衛星や航空機に搭載されたハイパースペクトルセンサのデータを用いて、二酸化炭素を含む一部のガス成分を広域観測することが可能となる。また、可搬型放出ガス濃度の観測システムを、現地地上調査のスポット観測のために開発すべきである。このシステムは、衛星や航空機搭載システムの校正データ取得にも利用可能である。

放出ガス移流拡散シミュレーションモデルは、既存の放射線物質の移流拡散モデル等の応用によって構築可能と思われるが、可燃バイオマスの賦存量から算定されるガス放出量算定が、予測精度に大きく影響する。

放出ガスの濃度の把握とシミュレーション技術によって、ガス成分の濃度等の実時間での観測や推定が可能となり、放出ガスの社会的影響を定量的に把握する手法の開発が進展する。しかし、人間への影響評価の確立が手法開発の要点になると考えられる。

(5) 情報伝達

大規模森林火災では、影響が多国に及び場合はいうまでもないが、一国内に収まる場合においても多数の関連機関が、相互に連携・協力して対処しなければならない。機関と機関との情報伝達の混乱を避けて効率的に行うために、数値データを含む伝達情報のフォーマットを統一する必要がある。

(6)生態系への影響の把握

森林火災による生態系への影響把握は、焼損域の植生分布の把握と植生回復の評価が中心となる。現地調査およびリモートセンシング技術を利用した植生分布の把握手法は確立している。植生回復の評価は、長期間の観測を要するので、この間のリモートセンシングデータの継続的利用が保証されることが重要である。

6-6. 自然災害分野における地球観測のあり方（総論）

陸域観測技術衛星（ALOS）の理想を現実に

ALOSは、自然災害監視、地図作成、資源探査、地域観測を4大目的とするミッションであり、特に、機動的な観測体制、災害状況の即時的データ配信など、衛星による自然災害監視・管理の理想的な姿を描いている。このような理想を実現化し、それを推進、発展させていくことが極めて重要である。我が国ならではの最優先課題の一つとして防災課題における国際貢献を位置づけて積極的な展開を図る。

アジアを中心とする陸域災害監視ネットワークシステム

近年アジア各国は、日本の製造業の進出、食料の供給元等で重要度が増加している。これらの国では、経済発展により首都を中心とする過度の人口集中や山間部等の災害に対して比較的脆弱な地域についても開発が進み、前述の自然災害に対する対策が以前にも増して重要になってきている。気象や津波などアジア、環太平洋地域への予報・現況通報システムはあるが、陸域災害の被災状況を監視・発信するシステムはなく、システムの構築によってアジア各国の安定に貢献でき、ひいては日本の安全に帰結する。

地球規模、地域規模の観測や情報の共有の必要性

- (1)地震、火山、森林火災、農林災害、豪雨、洪水、竜巻など陸域の災害事象は地域性、局所性が強い。先進国では観測体制、災害対応体制が比較的充実しているが、開発途上国では不十分であり、先進国による観測の支援、周辺国からの情報提供が必要である。
- (2)地震による遠地津波、火山の噴火・噴煙、森林火災によるヘイズ、異常気象による干害・寒波・集中豪雨、大陸河川・国際河川の洪水、大気汚染・酸性雨、黄砂などは、国境を越えた広域災

害であり、原因事象の発生源と災害事象の生起場所が大きく離れていることも少なくない。このような場合には、発生源の観測および情報が災害の予知・予測さらには防災活動に極めて有用である。

それぞれの分野で欠落している地球規模、地域規模の観測や情報、対象地域

- (1)高空間分解能データ。災害事象は局所的なものから広域的なものまでであるが、被害を受けるのは人間であり、人間のスケール(1m~数m)の空間分解能が必要である。人間の居住域である都市域や河川の空間的広がり、地形や波の高さの精度においても1mオーダーの精度が必要である。
- (2)高時間分解能(高頻度観測)データ。災害事象により人命や資産の甚大な被害の可能性があるため、その監視・予測・対応は一刻を争う。一衛星による多重トラック連続観測(アングル可変であることが必要)、多衛星による補完的連続観測。
- (3)観測データのユーザへの即時配信も必須。
- (4)夜間、荒天時でも観測できること(マイクロ波観測)。災害は時と場所を選ばない。(ただし、地震が起こらない地域、人が住んでいない地域などもある。)

地球規模、地域規模の観測や情報の共有によって、今までにないどんな社会的利益が生まれるか。

- (1)広域災害事象に対する予知・予測の精度向上、対応策の準備の早期化、ひいては自然災害の大幅な減少。
- (2)国際連帯による防災戦略の構築。災害安全保障。

途上国の能力開発

途上国の能力開発、人材育成は重要であり、貢献できる項目として、たとえば、以下のようなものが挙げられよう。

- (1)災害事象の観測・監視・予測の技術移転。
- (2)地域を限定した応用プロダクトとしてのハザードマップの作成技術の移転。
- (3)災害状況把握・災害対応・危機管理のためのリアルタイム情報伝達、予警報技術の移転。
- (4)極端事象の時空間生起頻度、災害危険度のグローバルマッピング技術の移転。

6-7. 課題分析表

(「観測ニーズ」及び「重点化の必要性」の高いものは 示す)

分類	観測ニーズ	現状	ギャップ (問題・課題)	具体的な 取り組み	重点化 の必要 性	重点化の視点 (留意事項)
異常気象現象の探知	気象・海象の定常監視による極端事象の即時の時系列データ 台風(サイクロン,ハリケーン)の発生と移動の即時的データ	WMOの全球観測システム(GOS) 地上気象観測網,高層気象観測網を日本全域に展開 気温,降水量等の気象要素について,地上における観測を全国約1300カ所(このうち,降水量以外は,気温・風向風速・日照時間840地点,積雪210地点,気圧・相対湿度160地点)で実施 静止気象衛星,極軌道気象衛星,TRMMなどの地球観測衛星による雲・降水観測を実施 東アジア,東南アジアの一部で気象レーダによる観測を実施 赤道西部太平洋と一部インド洋でのTAO/TRITON観測網実施 航空機自動観測データの試験的な交換および利用を開始 ESCAP 台風委員会などの国際協力	静止気象衛星ひまわり後継の運輸多目的衛星が打ち上げられていない アジア,東南アジア域には極軌道気象衛星リアルタイムデータの交換網がない TRMM衛星の運用が終了し,詳細な全球降水観測が中断する 日本の気象レーダはトッピングレーダ化されていない GPS衛星を用いた水蒸気稠密観測データの交換および利用が進んでいない 航空機自動観測データの交換および利用が不十分 包括的な観測データセンターがない	運輸多目的衛星による日本・東アジア・西太平洋域を中心とする気象衛星観測の実施 極軌道気象衛星リアルタイムデータの国際交換実施 東アジア・北半球西太平洋諸国の地上・海上観測ネットワークの充実 アジア・オーストラリアモンスン全域での観測協力・連携体制の構築 CEOPなどの経験,蓄積を生かしたデータの共通化,共有化 TRMM後継機(GPMなど)の早期実現 アジア地域レーダ拠点観測と既存レーダデータの国際交換および有効利用と日本の気象レーダのトッピングレーダ化 GPS水蒸気稠密観測データの国際交換および有効利用 航空機自動観測データの交換および利用を促進 アジア地域気候・水循環観測データセンターの設立 気象予測モデルとデータ同化システムの高度化		WMO/WCRP/UNESCO-IHPなどの国際プログラムによる研究観測のリード体制が重要 IGOS水循環テーマと連動 各国の現業・研究機関および大学との連携・協力体制の構築 発展途上国での観測および研究体制構築のための能力開発が不可欠 東アジア,東南アジア地域との連携強化 観測データの共有と公開を促進するデータシステムの共有化が不可欠 衛星観測と地上(海上)観測の一体化体制 静止軌道上からの災害の「ホットスポット」の連続動画観測衛星
異常気象現象の探知	竜巻の発生に関わるデータ強風観測データ	米国などではレーダ観測網 Tornado Watchなどの早期発見システム	現象が速く局所的	竜巻常襲地域における観測,予警報体制の強化		竜巻発生監視システム
風水害の被災状況把握	リアルタイム雨量データ リアルタイム河川水位・洪水流量データ	WMOの世界水循環観測システム(WHYCOS) 全球流出データセンター(GRDC)の河川水位流量データベース 河川水位,流量の観測は,日本国内1級水系109河川においてリアルタイムでのレポート観測がなされているが,観測地点は必ずしも多くない2級水系での観測は進んでいない 東南アジア諸国での観測は,非常に少ない 衛星データの河川流量への翻訳システム開発が進んでいない	国際的データベースのリアルタイムでの更新は不可能である 地上観測網が密な地域(国)と疎な地域(国)がある 衛星から豪雨洪水時の河川の状況を観測・監視するのに十分な空間分解能,時間分解能がない 衛星データの水管理指標,河川流量への翻訳システムが確立されていない	河川水位,流量に関する地上観測の推進 衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立に向けた,技術開発の推進 既往の水管理システム,流出モデルとの結合 国際洪水ネットワーク(IFNet)グローバルフラットアラートシステム(GFAS) 陸域観測技術衛星(ALOS)の早期運用		WMO/UNESCO IHPなどの国際プログラムによる研究観測のリード体制が重要 衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立に向けた,技術開発の推進 既往の水管理システム流出モデルとの結合 静止軌道上からの災害の「ホットスポット」の連続動画観測衛星 IGOS水循環テーマと連動

風水害の被災状況把握	土砂災害 / 斜面災害に関するデータ	河床変動、貯水池堆砂はそれぞれの場所で把握 GPS による地表変化のモニタリング 地中センサによる地すべりモニタリング 雨量土壌指数など土砂災害発生に関する指標が実用化されつつある	複雑地形の山腹斜面で生起する現象 土壌、地質データが不十分 植生との関係、植生によって地表土層の状態が不明	国際土砂イニシャティブ (INSO IHP) 国際学会による土砂関係プロジェクト 国際斜面災害研究機構 (ICL) 陸域観測技術衛星 (ALOS) の早期運用	IGOS Geohazards プログラムの一環 WMO/INSO IHP や国際学会などの国際プログラムによる研究観測のリード体制が重要 世界各地で土砂・地すべり災害、貯水池堆砂は深刻な問題 静止軌道上からの災害の「ホットスポット」の連続動画観測衛星
風水害の被災状況把握	海岸・沿海災害、海岸侵食に関するデータ	台風による高潮・高波、地震による津波などについては、全国 87 カ所 (沿岸波浪 11 地点、潮位 77 地点) において沿岸防災気象観測を行っている 沿岸の潮位、波高の観測は、国内の主要な港湾でなされているのみ東南アジア諸国での観測は、非常に少ない 衛星データの海域の潮位、波高データへの翻訳システム開発が進んでいない	低平地の標高データの精度が不十分 海岸地形の変遷	沿岸の潮位、波高の観測に関する地上観測の推進 衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立に向けた、技術開発の推進 既往の水管理システム、波浪予測、潮位予測モデルとの結合 陸域観測技術衛星 (ALOS) の早期運用	衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立に向けた、技術開発の推進 既往の水管理システム、波浪予測、潮位予測モデルとの結合 IGOS 海洋データと連動
風水害の被災状況把握	水域環境災害、水質保全、生態系保全、生物多様性に関するデータ	河川湖沼水質、流量の観測は、国内においてはある程度の定期観測がなされているが東南アジア諸国での観測は、非常に少ない 衛星データの河川湖沼水質への翻訳システム開発が進んでいない	進行の速い現象、遅い現象があり、季節性もある 生物生態 衛星データの水管理指標、河川湖沼水質への翻訳システムが確立されていない	河川湖沼水質に関する地上観測の推進 衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立に向けた、技術開発の推進 既往の水管理システム、水質予測モデルとの結合 陸域観測技術衛星 (ALOS) の早期運用	世界各地の湖沼や海岸域の水質悪化、環境破壊 衛星データの水管理指標への翻訳システムの確立に向けた、技術開発の推進 既往の水管理システム、水質予測モデルとの結合 IGOS 水循環データと連動 UNEP, ILEC (国際湖沼環境委員会) などと連携 IGBP 等との連携
風水害の予測と被害防止・軽減策	洪水・土石流・土砂流出・土砂生産の予測、水起因の地すべりの監視と予測に関する各種データ	グローバルな地形情報がデジタル化されているので広域的なモニタリングに利用可能 素過程のモニタリングはかなり高度化している 先進国では予報システムが整備されている	衛星観測、気象・水象観測と既往の水管理システム、流出モデルとの結合が不十分 モデル間の連結におけるスケールの違い 山腹斜面や小さい流域に必要な詳細な地形情報がデジタル化されていない 予測精度が十分でない 途上国において	モニタリング技術の開発 予警報・防災情報伝達システムの開発 ハザードマップの作成 既往の水管理システム、流出モデルとの結合 国際洪水ネットワーク (IFNet) のグローバルプラットフォーム (GFAS) 陸域観測技術衛星 (ALOS) の早期運用	世界で頻発する気象災害・洪水災害 WMO/WCRP/ UNESCO-IHP などの国際プログラムによる研究観測のリードする体制が重要 IGOS 水循環データと連動 各国の現業・研究機関および大学との連携・協力体制の構築 発展途上国での観測および研究体制構築のための能力開発が不可欠

			予報システムが確立していない			東アジア, 東南アジア地域との連携強化 観測データの共有と公開を促進するデータシステムの共有化が不可欠 衛星観測と地上(海上)観測の一体化体制 国連防災世界会議(2005年1月, 神戸)
風水害の予測と被害防止・軽減策	雪崩・融雪 出水に関わる積雪・気温・日射などの空間分布と時間変化	雪氷圏における我が国の研究者による長年の主導的な取り組み	複雑地形での積雪評価	衛星観測の地上検証地点として降雪, 積雪, 融雪, 氷河のモニタリング観測		IGOS 水循環テーマと連携
地殻変動・地震活動の把握(地震の実時間監視)	地殻変動観測ネットワーク 地震観測ネットワーク 地形変化観測津波観測ネットワーク(重要度)	GPS を利用した観測網 GEONET による地震および火山活動に関する常時観測(国土地理院) IRIS による地震観測網(全世界)と解析結果の公開 東南アジア・オセアニア(日本, 韓国, インドネシア, オーストラリア, フィジー, トンガ)国際地震観測網(International Seismic Network) 地震の震源要素の決定のため全国約180カ所, 震度観測を全国約600カ所で実施(気象庁) 強震観測網(K-NET), 高感度地震観測網(Hi-net), 基盤強震観測網(Kik-net), 関東・東海観測網, インドネシア(JISNET)・太平洋域(SPANET)広帯域地震観測網(防災科技研) 大学・研究機関等の高感度地震観測網約1千カ所の地震データの準リアルタイム統合処理による地震活動把握(気象庁) 太平洋津波組織による津波情報交換と国際津波情報センターによる監視・情報発表 北西太平洋域での地震に伴う津波情報を沿岸各国へ提供(気象庁計画)	衛星による実時間監視の精度は不明 実時間供用に耐える観測データ解析アルゴリズムが必要 地表面温度の変化と地震予知の関係を示す研究はあるが精度は不明 海域における観測点の不足 国際連携観測網が不十分	観測空白域のない均一な定常的・長期的観測網の構築 合成開口レーダ(SAR)を用いたインターフェロメトリ技術の応用 衛星リモートセンシングとGPSなどの統合利用による実時間監視システムの構築 陸域観測技術衛星(ALOS)による災害監視, 地形変化把握 我が国(JICA)フィリピンとの間で地震・火山観測網整備計画 我が国(防災科研)とインドネシアで地震観測網の整備計画 我が国(防災科研)と韓国との地震観測データの流通計画 統合地球観測戦略(IGOS)の地質学・地球科学的災害テーマ アジア太平洋域国際地震・火山観測網(DAPHNE-project)を計画(防災科研など) 世界的データ交換・共有体制の構築		実時間監視システム 地震動予測 被害の防止・軽減 衛星監視と地上監視の融合 我が国の国際貢献

地震被災状況の把握	被災情報の把握と救援活動 (重要度)	従来の衛星では空間分解能が低く、状況把握が困難な場合が多い	高分解能、高頻度の観測を以下に実施するか	高分解能による詳細な状況把握 陸域観測技術衛星 (ALOS) による災害監視	被災状況把握の精度向上 国境を越えた監視システム (地震国日本の国際貢献) 復興支援 航空機・ヘリコプターなどによる現地被災状況把握と衛星観測の連携
地震予知 (地震による被害の防止・軽減)	発生メカニズムの解明と集中観測網 (重要度)	東海地域における地震・地殻変動観測データの気象庁へのオンライン集中と 24 時間監視	活断層や地殻活動の挙動把握がリモートセンシングでは困難 地表面温度の変化と地震予知の関係を示す研究はあるが精度は不明 発生機構解明のために必要な地震・地殻変動・地球電磁気等観測点の絶対数の不足	陸域観測技術衛星 (ALOS) による災害監視, 地域観測 将来的発生域における集中的観測	観測・実験・理論研究の連携推進
火山活動の実時間監視	火山観測 (震動, 地殻) の常時監視網と警報の発出 (重要度)	活動の活発な 25 火山において, 地震, 地殻変動等の観測 (気象庁) 火山活動の監視および観測データや処理結果をもとに火山情報作成・提供 GPS を利用した観測網 GEONET による地震および火山活動に関する常時観測 (国土地理院)	火山が活動中の場合, 近寄れないので基本的に衛星による監視が必要 衛星による実時間監視の精度は不明 噴火口が視認できない場合の状況把握	衛星リモートセンシングと火山現地における各種センサーや GPS の統合利用による実時間監視システムの構築 陸域観測技術衛星 (ALOS) による災害監視, 地形変化把握 合成開口レーダー (SAR) を用いたインターフェロメトリ技術の応用 我が国 (JICA) とフィリピン, インドリとの間で地震・火山観測網整備計画	実時間監視システム 火山噴火予知 被害の防止・軽減 衛星監視と地上監視の融合
火山噴火による大気状況の把握	大気中の火山灰観測 (重要度)	国際ネットワークとして火山灰情報センター (VAAC) が, 全世界に 9 カ所あり, 航空機の航路上に浮遊する火山灰の監視	大気環境, 地球環境への影響評価 航空機の航路の安全確保	VAAC による大気中火山灰の監視と情報共有 陸域観測技術衛星 (ALOS) による災害監視	大気化学, 地球環境的視点 地球環境的観点および社会経済的な影響の評価 国境を越えた監視システム 測定器の民間航空機・自動操作小型飛行機への搭載
噴火予知 (火山噴火による被害の防止・軽減)	メカニズム解明のための観測 (重要度)	防災科学技術研究所においては, 火山噴火予知研究のため, 硫黄島, 伊豆大島, 富士山, 三宅島, 那須山において地震, 地殻活動等の観測 火山バグドマップの作成 火山活動度に応じた機動的な観測網の維持・強化	噴煙の方向と到達範囲 (風向・風速に依存) の予測が困難 噴火の推移の予測が困難	火砕流・溶岩流の流動予測システムの研究 陸域観測技術衛星 (ALOS) による災害監視, 地域観測 合成開口レーダー (SAR) を用いたインターフェロメトリ技術の応用	火砕流・溶岩流などの流体力学, 災害科学の進展 火山噴火影響範囲における人口分布等社会データ GIS 等の整備が不可欠

火山噴火による被害からの回復の把握	火山噴火被害地の回復の評価(重要度)			衛星による被災地の回復の長期監視		通常の衛星による地域観測システムとの融合 焼失材積量等の経済的評価も重要
火災の実時間監視と延焼予測	火災地域の場所、面積の実時間把握と警報の発出(重要度)	基本的には国単位 一部、衛星データによる実時間監視 一部、火災ポテンシャルマップの作成 一部、気象データ、可燃物マップとDEMを用いた延焼予測モデルを利用 インドネシアで衛星データを利用した監視を日本が指導的に実施	遠隔地が多く、基本的に衛星による監視が必要 実時間監視(観測時間間隔、観測データの解析結果の現地対策機関への配信)は不十分 途上国では、監視システムが不十分で、世界的には空白域が多い	衛星リモセンによる実時間監視システムの構築 火災ポテンシャルマップの作成 延焼予測システムの構築		衛星監視と地上監視の融合 実時間監視・延焼予測システム 道路網、消火用水源の位置等のGISデータの活用 社会経済的な影響の評価 以上4項目を統合した発災時対策意思決定モデル 消火システムとの連携 国境を越えた監視システム
放出ガス濃度の把握	大気中の二酸化炭素等ガスの分布と時間変化(重要度)	研究を除いて殆ど行われていない アジアではインドネシアで一部実施 パプアで一部実施	火災現場に直行して観測することが困難 観測機材を現場で動かすノウハウが不十分	可搬型観測システムの開発 長期的にはGOSAT-Markの開発によるガス濃度監視 放出ガス移流拡散シミュレーションモデルの構築		民間協力・民間活力の活用 観測機器の電力・消耗品の最小化 二酸化炭素・メタンの連続測定器の民間航空機・自動操作小型飛行機への搭載
放出ガスの社会的影響の把握	健康影響の実時間予測(重要度) 陸上・海上・航空輸送機関への影響の実時間予測(重要度)	インドネシア火災の際の一部で実施	ガス成分の濃度等を実時間で観測することが困難 人間への影響評価が確立していない ガスによる視程低下を定量的に見積もる方法が確立していない	大規模森林火災の健康影響評価システムの確立 放出ガス移流拡散シミュレーションモデルの構築		人口分布等社会データGIS等の整備が不可欠
生態系影響の把握	火災地の植生分布把握と植生回復の評価(重要度)	パプアで20年間の火災跡地の回復評価(衛星) インドネシアで現地観測	生態系影響のデータ蓄積が不十分	衛星による植生回復の長期監視 生態系モデルによる評価システムの構築		通常の衛星による植生観測システムとの融合 焼失材積量等の経済的評価も重要
可燃物マップの把握	森林火災ポテンシャル評価と延焼予測に 必須不可欠、また、消失によるCO ₂ の放出量の評価(重要度)	一部、局地的な可燃物マップの作成例はあるが、グローバルなマップは未構築	樹種の特異性・活性度・立体的構造および水分含有量の評価のために必要な高空間画像データによる高頻度観測が難しい	分解能(5-30m)マルチバンド衛星による高回帰(2回/月)の組織的な解析処理		高空間分解能マルチバンド衛星画像への容易なアクセス
森林火災ポテンシャルの評価	火災警報の発令(重要度)	オーストラリアでFFFシステムを構築	火災の要因が人為も含め多岐に渡るため難しい	気象モデルと生態系モデルの結合による予報モデルの構築		モデルと観測の結合