海洋地球観測探査システムについて (資源開発の観点から)

追加検討課題

- (1) 衛星リモートセンシングデータ利用者からのご意見
- (2) 海底資源開発の関係者からのご意見

(1) 衛星リモートセンシングデータ利用者からのご意見

■ 新たな利活用拡大のアイデア

① 新規海外資源探鉱の初期段階における効果的活用

- ◆ 新規資源開発は一般に成功率が1%以下でありリスクが高い。海外企業（石油メジャー）は巨大で体力があるが、国内企業はなかなか新規開発に手が回らないため、衛星データを活用して開発の確実性を増す必要がある。
- ◆ リモートセンシング技術は、一般的には探鉱の予備調査に始まる初期段階に最大の活用効果があるが、特に辺境地における資源開発において、詳細調査対象地域の事前の絞込みに効果を発揮する。また、過去に探鉱が行われた地域であっても、既存地質データの統合化を行い、最新の探鉱の考え方を取り入れた上で再評価することが行われおり、広域をカバーする地表地質情報である衛星リモセンデータを基本的な資料として使うのが有効である。さらに、海外における資源開発では、現地から提供されるデータの信憑性を確認する必要があり、現地調査の前に活用される。
- ◆ 国内外の資源開発事業者は、早く、新しい情報が安く手に入る衛星のデータを利用しており、どこの国の衛星かは問わない。そのため、我が国の衛星データの有効活用を図るためには、国内の資源開発事業者だけではなく、海外の事業者に対しても訴求力を持たせるべきである。

② 事業化の段階から開発後の環境監視まで含めた継続的活用

- ◆ リモートセンシングデータは全ての段階の探鉱段階での地質評価に有効に利用される。探鉱の初期段階だけではなく、輸送ルートの検討、製錬施設や廃棄場等の施設設置計画、港湾・道路計画など、事業化の段階においても幅広い工程でリモセンデータが利用されている。再開発の際のコスト算定にも使用される。
- ◆ 特に近年、環境影響評価への貢献が注目されており、地形変化が植生等に及ぼす影響、河川・海域の汚染やパイプライン破損のモニタなど、環境管理が鉱区取得の条件にもなっている。また、開発終了後も数年間、環境モニタが義務として課されることがあり、今後厳しくなる方向。
- ◆ その他にも、探査・開発に起因する地盤沈下の被害把握のため、PALSARデータを用いた46日毎の定期観測が効果的である。さらに、最近では、油田埋蔵量の原油回収率を50%程度まで拡大（従来の方法では30%程度まで）するためのCO2利用の原油増進回収法（CO2 Enhanced Oil Recovery）が注目されており、その際の地盤変動確認にもPALSARデータが活用可能である。

③ 海域における資源探査・開発への応用

- ◆ 衛星データは海域の資源探査にも活用が期待される。例えば、定常的なオイルスリック（海面に広がる油膜）検出・解析は、重力・磁力・地震探査データ等と併用することで、海底油田探査における重要な情報を提供する事ができる。
- ◆ また、汀線変化を利用した水深図の作成や、工場からの温排水モニタリングなど、海域の環境把握・監視にも活用が可能。さらに、原油タンカーの事故などによる流出油の監視などにも貢献できる。

■ 今後の衛星技術に求めること

① 実運用を重視したセンサー仕様の設定

- ◆ センサーの精度や信頼性の向上とともに、資源開発ユーザーの使い勝手を向上させるための開発も行うべき。検討委員会等においては、研究者や開発側の意見でスペックが決められており、資源開発ユーザーの意見が取り入れられてない場合がある。
- ◆ 例えば、PALSARのオフナディア角（指向軸）は仕様上、10～51度まで設定可能となっているが、40度程度を超えるとサイドローブの問題で画像上にゴーストが多く、資源開発には使用しづらい。また、フルポラリメトリ観測に関しては、空間分解能や電力等の兼ね合いで、基本となるオフナディア角を21.5度付近に設定している。しかし、地質・資源探査目的であれば幾何学的歪みを生じさせないために、オフナディア角は大きい方が好ましく、35度～40度程度が適切であるという意見が多いため、今後、資源開発を目的としたSARセンサーを開発する際には、反映が求められる。
- ◆ 一方、ASTERセンサーは、計画・設計段階から資源開発ユーザーを対象として開発されており、狙いがはっきりしている。

② センサー性能を最大限発揮できる衛星システム設計

- ◆ 世界最先端のセンサーを開発しても、それを搭載する衛星システム側の制約で機能や性能を低下させる事は避けなければならない。
- ◆ 例えば、ハイパースペクトルセンサー（+マルチセンサー）については、資源開発ユーザーから早期軌道上実証を求める声は大きいですが、他センサーとの相乗りとなった場合には衛星システム設計の観点から種々の制約を受け、最大限の性能を発揮できない可能性がある。

（例：他の用途との兼ね合いで、仮に午後の軌道になれば大気の影響を受けやすく撮影の機会を逃しやすい。データ転送量の問題で圧縮が必要となり精度が劣化するおそれがある。重量の制約からハイパースペクトルセンサーとマルチセンサーが同時に指向軸を変動させる事になれば、もともと広範囲を観測可能なマルチセンサーの活用法としては疑問有り。）

③ ユーザーの希望が適切に反映される運用体制の構築

- ◆ ASTERの運用に関しては、元々資源探査を主目的として開発されていることもあり、そのユーザーの意見が適切に反映されている。
- ◆ 一方、PALSARについては、4偏波フルポラリメトリ観測が露岩地域以外（雲があるエリア）での地質構造調査のために有効と考えられるが、必ずしも資源開発が主目的ではない事もあり、資源の有望な南米や豪州地域のデータが非常に少ない状況となっている。また、特定のオフナディア角のデータのみを取得しているため、データ取得地域の間には間隙があり、折角のデータが利用しにくい状況となっている。

■ その他技術全般

① 日本の得意とするセンサーのシリーズ化による継続的な観測の実現

- ◆ LANDSATは70年代から同じフォーマットで画像を提供し続けており、継続性という観点で非常に利用価値が高い。日本の技術を宇宙外交に活用する際にも、例えば、相手国が日本の衛星画像を自前で受信・処理する設備を整備するにあたっては、日本の衛星の継続性が保証されていることが必須。
- ◆ また、資源探査という観点では短波長赤外のスペクトル分解能向上が重要であり、寿命を超えて運用中のASTERセンサーの後継として現在開発中のハイパースペクトルセンサーについても、2号機、3号機と継続して性能向上を図り、観測データの継続性を維持する必要がある。

② 世界各国と協調したデータ供給体制の構築と外交ツールとしての活用

- ◆ ハイパースペクトルセンサーは観測幅が狭いので、1機で全ての要求を満たす事は難しく、グローバルな協調を目指すべきである。同様のセンサー開発が海外でも進んでおり、それらと連携し、日本がグローバル観測の一極を担う体制を構築すべきではないか。その結果、複数衛星の画像が使用可能となり、ユーザーの希望にタイムリーに答え、最新の観測画像を提供する事ができる。その為には、データフォーマット等の世界標準化が必要。
- ◆ また、国レベルの資源争奪が激化する中、資源保有国は宇宙利用技術の獲得を望むところが多く、日本の宇宙技術を外交ツールとして活用する事ができる。

③ ユーザーフレンドリーなデータハンドリングシステムの実現

- ◆ 簡単、迅速に観測データを入手できる仕組みが重要。また、解析ツール、アプリケーションのオープンソース化により、高次処理を手軽に行えるようにし、より付加価値の高い情報を生み出す事ができる。
- ◆ 地理情報システム上で他の観測データと重ね合わせ・融合することにより、新しい価値が創出される。

④ 大容量データの伝送体制の確立

- ◆ 観測センサーのデータについては、今後益々大容量化すると考えられ、データ中継衛星後継機を含め、ダウンリンクの問題を解決する必要がある。非圧縮データに近い形でダウンリンクできる大容量データ伝送の体制確立が求められる。
- ◆ また、地上ネットワークが制約となる事が無いよう、例えば大容量データを高緯度受信基地(キルナ局等)にダウンリンクした後から日本までの地上回線網についても、検討を行う必要がある。

(2) 海底資源開発の関係者からのご意見

■ 方針や体制についての論点

① 全体の進め方

- ◆ 陸上資源の開発において、ターゲットの識別(地質図作成、物理探査の段階)から資源の推定、評価(多量のボーリング調査の段階)に進むものはわずかに 0.3%程度であるといわれている。海底資源の開発にあたっては、陸上と同様の考え方で対応すべき。具体的には、まず、どのような資源がどの程度賦存するかを知ることがその後の作業の大前提となる。そのうえで、如何にして資源を採取し、陸上まで持ってくるか、また、その際の環境対策についても検討する。そして、最適な採掘計画を策定し、それに基づき生産設備のスペックや環境コスト等を算定し、実用可能性評価(フィジビリティスタディ)を実施して、経済性が見込まれると判断した後、実際の生産設備の建設に移行することになる。
- ◆ 熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊など対象ごとに、それぞれの賦存状況に見合った探査や開発のシステムを考えるべきである。そのためには、探査や開発のシステム全体のコンセプトを作った上で、具体的な技術開発課題を明らかにしていく必要がある。例えば、どんなセンサーを何に載せて使うか、自律型無人探査機(AUV)に載せてどこまでできるかなど現状を整理し、それぞれを比較してまとめ、トータルシステムとして、必要な技術を整理することが必要ではないか。

② 国の役割、官民の連携と役割分担

- ◆ 排他的経済水域等に国民の財産というべき資源量がどの程度あるか地質学的データを集めるという点で、国費で調査する意義があり、その調査技術は国が持つべき。
- ◆ また、鉱業権を認めるかどうか審査するのに必要な環境影響評価技術などは国が持つべき。
- ◆ さらに、国が積極的に関与すべき分野としては、採鉱、掘削の基礎技術の開発など、リスクの高いものが想定される。

③ 国際連携と独自技術

- ◆ 日本の独自技術があれば特定の場所で資源を採り尽くしたとしても、その技術は他の場所でも使え、海外権益を確保しやすい。昔は資金さえ出せば権益を確保できたが、最近では技術供与が条件となっている(南アフリカのレアメタル、カザフスタン他)。
- ◆ 海外との連携を実現するためには、海外の企業や研究開発機関が日本と組みたくなくなるような日本独自の技術を確立し保持していくことが前提となる。
- ◆ 特に、近年の資源保有国による資源ナショナリズム、あるいは、一部の国による露骨な資源外交の展開に鑑みれば、今後、国において、資源・エネルギーの探査・開発に関する基盤技術を備えておくことは重要。

④ 人材の確保、育成

- ◆ 技術蓄積と人材育成のためには、フィールドでの実活動などを通じて、研究開発独法と関係企業、他の研究機関等とが連携して取り組む必要がある。

■ 海底熱水鉱床開発に関する論点

① 調査船等の設備

- ◆ 我が国には JOGMEC 所有の海底地質調査船が 1 隻しかなく、設備の老朽化等により調査の効率的な実施に支障をきたすことがある。
- ◆ 自律型無人探査機 (AUV)、遠隔操作無人探査機 (ROV) の積極的な利用を考えるべき。

② 調査技術 (リモートセンシング技術、計測技術、海底掘削技術、コア取得技術、船位保持・制御技術、海中測位技術など)

- ◆ 今持っている装置だけでなく、新たな計測装置の開発も必要。
- ◆ 活動を停止した熱水鉱床の発見技術も必要。
- ◆ リモセンも大事だが、最終的に開発に進むための決断には、50 から 100m 程度の間隔でボーリングをして、資源量を詳細に把握することが必要。
- ◆ 海底着座式のボーリングマシンをやわらかい泥のたまっているところや斜面に設置できるよう改良が必要。また、ねらった場所に設置するための船の保持技術も必要。
- ◆ コアの回収率を高める技術開発が必要。ライザーにすれば回収率が高まると思われるが、機器が大きくなり、既存の調査船に積むには船の改修が必要。

③ 資源開発技術 (採鉱技術、搬送技術等)、製錬技術

- ◆ 十分な賦存量が確認された場合、次のステップとしては、深海底での掘削・破碎作業を行う遠隔操作ロボットの開発や、揚鉱のためのシステム、海上支援船などが、必要となる。
- ◆ 近年の探査、掘削技術の進歩により、海底資源の商業掘削の障壁は以前より低くなっている。日本にも一部の技術は既に存在する (例: 工業技術院のプロジェクト「マンガン団塊採鉱システムの研究開発」で開発された集鉱機等)。

④ 環境影響評価

- ◆ 季節変動を調べたり、かく乱後のモニターをしたりするためには 5 年程度が必要。
- ◆ 外国企業が先行するパプア・ニュー・ギニアは環境規制がなく、内海という特殊な条件である。環境影響評価技術、外海での生産と環境規制を乗り越える技術では、日本が先に開発できるよう進めるべき。

■ メタンハイドレートに関する論点

① 省庁連携

- ◆ 米国では、Methane Hydrate R&D Actのもと、エネルギー省に省庁連携のコーディネータの設置が義務付けられるなど、省庁の連携が進んでいる。学際分野であるので、役所にコーディネータが必要ではないか。

② 研究開発計画

- ◆ 海洋産出試験の準備に時間がかかるので、早めに準備を始めるべき。仕様策定、場所選定、環境調査、資材調達、漁業関係者との調整などが必要。

③ センサー技術

- ◆ センサー開発の課題も多く、井戸の外でリアルタイムでガス漏れや環境変化、地盤変動をとらえるセンサーも必要。電力源、電装技術、コネクタなども課題。
- ◆ 例えば、第3期科学技術基本計画の後半で、センサー、電装技術、メタンハイドレート賦存域の海洋生態系の研究などを加え、2012年の第1回海洋産出試験に備えてはどうか。

④ 回収技術

- ◆ 減圧法での回収は世界初で成功しているが、検証が必要な課題も多く残されている。更なる回収技術の改良と技術開発が必要である。
- ◆ 減圧法と、熱を加える方法との組み合わせなど最適な回収方法の研究も課題。
- ◆ エネルギーとして実用化するには安定供給できることが必須。
- ◆ 商業生産の際、生産レートは民間事業者のニーズから決める必要がある。商業生産には最低数万 m³/日必要(カナダでの試験では2000-4000m³/日)。