

社会インフラとしての リモートセンシング衛星の整備について(案)

平成25年5月17日

内閣府宇宙戦略室

1. 基本的な考え方

◆ これまでのリモートセンシング衛星開発・整備の課題

- 関係省庁・機関(JAXA含む)が、単発の衛星開発(例:ALOS、ASNARO)を実施しており、同一・同種のセンサによる継続的なデータ提供が担保されていない。
- 衛星画像は市場性があるものであり、海外では官民連携(PPP)により衛星を整備、運用や画像データ販売は民間。防衛等を中心とする利用省庁が購入という現状。
- 防衛等の利用省庁は、主に海外から画像購入(年約100億円)という実態。
- 開発省庁・機関(JAXA含む)が衛星メーカーに開発委託する仕組みの場合、メーカー支援にはなるが、利用に結びつかない結果となる恐れあり。
- 開発費と運用費を主に政府が負担し続ける構造。
- 国際災害チャーター及びセンチネルアジアは、災害発生時のベストエフォート・ベースでのデータ無償提供が基本であり、緊急時のデータ提供が義務となっていない。
- 相手国の産業創出に寄与していない。
- 現在、日本が提供できる衛星データはない。

◆ 社会インフラとしてのリモートセンシング衛星政策の方向

- 同一・同種のセンサによる継続的なデータ提供と撮像頻度の向上(1日1回以上)を実現する複数衛星によるコンステレーションを整備。
- 官民連携(PPP)で衛星システムを段階的に開発整備・運用。
- 画像データの販売及びサービス提供は、国内民間企業が担当し利用省庁や一般ユーザーに販売。
- リモートセンシング・ソリューション産業の育成
- ユーザーのニーズを知る衛星運用画像提供事業者(オペレータ)に詳細な仕様設定や工程管理等を行わせるように政府が支援することで、利用に結びつけ、利潤を上げる仕組みとする。
- 開発費・運用費の政府負担を将来的に軽減。
- 継続的な有償によるサービス提供とすることで、緊急時に対応できるシステムとする。
- 技術供与等により相手国の人材や産業の育成を図り、我が国衛星システムの海外展開を行う。

世界のリモートセンシング衛星の現状

	アメリカ	フランス	ドイツ	イタリア	イスラエル	日本
安全保障 利用を中心とした 政府専用 衛星	<ul style="list-style-type: none"> • KeyHole (光学) • Lacrosse (レーダー) 	<ul style="list-style-type: none"> • Helios (光学) 	<ul style="list-style-type: none"> • SAR-Lupe (レーダー) 		<ul style="list-style-type: none"> • Ofeq (光学) • TecSAR (レーダー) 	<ul style="list-style-type: none"> • IGS (光学、レーダー)
安全保障 と民生両 用の商業 衛星	DigitalGlobe社 <ul style="list-style-type: none"> • GeoEye-1 (光学) • IKONOS (光学) • WorldView-1,-2 (光学) • QuickBird (光学) 	SPOT Imarge社 <ul style="list-style-type: none"> • Pleiades-HR (光学) • SPOT (光学) 	Infoterra社 <ul style="list-style-type: none"> • TerraSAR-X (レーダー) • TanDEM-X (レーダー) 	e-geos社 <ul style="list-style-type: none"> • COSMO-SkyMed (レーダー) 	<ul style="list-style-type: none"> • EROS (光学) 	なし

出典：世界の宇宙インフラデータブック2013衛星編(2013年3月一般社団法人日本航空宇宙工業会)

世界の安全保障機関における2種類の リモートセンシング衛星システムの利用

	安全保障利用中心の政府専用衛星	安全保障と民生両用の商業衛星
衛星画像の機微性・利用者	<ul style="list-style-type: none"> • 非常に高い • データにアクセスできるのは政府内の限定された者のみで、軍関係者でも利用できる者はごく一部 	<ul style="list-style-type: none"> • (一般的には)低い • 政府関係者は利用可能 • 一般ユーザも各国が個別に定めるデータポリシーの下で利用可能
主な用途	<ul style="list-style-type: none"> • 偵察(相手に当方の行動を知られないことが原則) 	<ul style="list-style-type: none"> • 監視、地図作成
撮像の優先度	<ul style="list-style-type: none"> • 当該国が独占的に使用 	<ul style="list-style-type: none"> • データポリシーで定められるが、一般的に安全保障機関の優先度が高い
データポリシー	<ul style="list-style-type: none"> • 従来からデータへのアクセスが厳しく制限されている 	<ul style="list-style-type: none"> • 民間企業によるデータ提供、データ配布等が一般的なためルールの設定が必要(例:法律やガイドライン)

2. 本事業の意義

1. 我が国の海洋監視等の安全保障能力及び防災・災害対策の強化（機微性の低い衛星画像の利用、海外衛星依存からの脱却、撮像機会の確保等）
2. 海洋監視等での日米関係の強化
3. 官民連携による衛星開発・運用の効率化
4. 衛星データ利用産業の振興
5. 我が国宇宙システムの海外展開による宇宙産業基盤の維持、向上
6. ASEAN諸国が保有する衛星との連携運用等による「ASEAN防災ネットワーク構築構想」への貢献

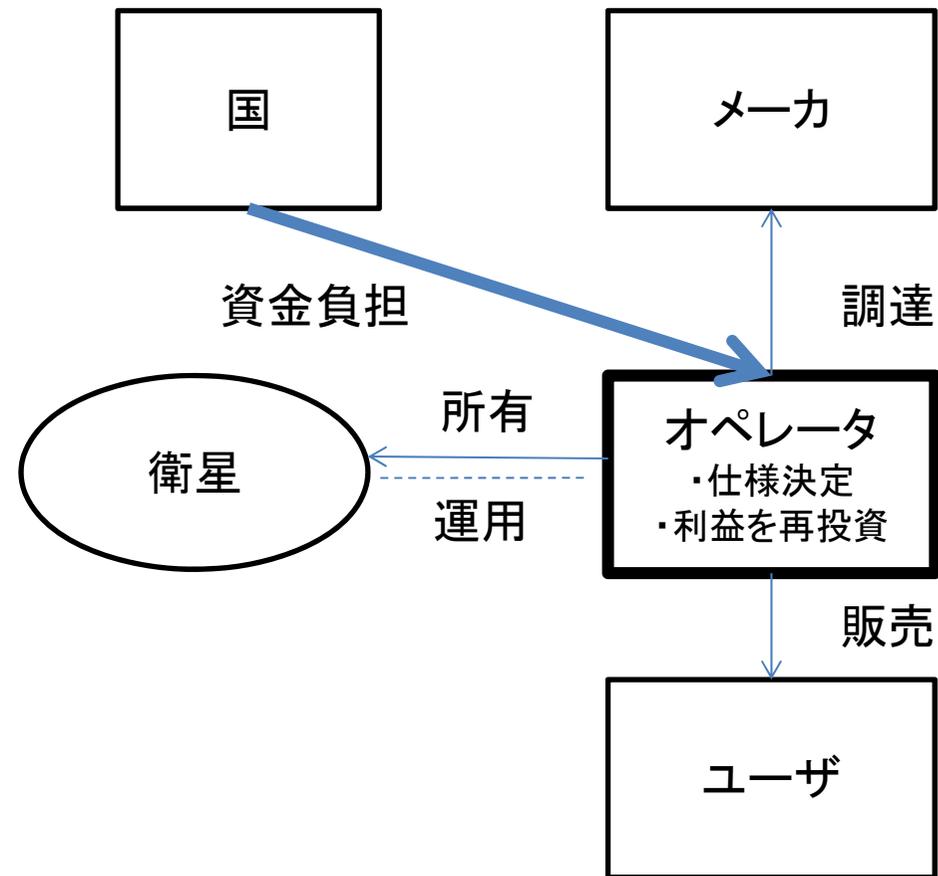
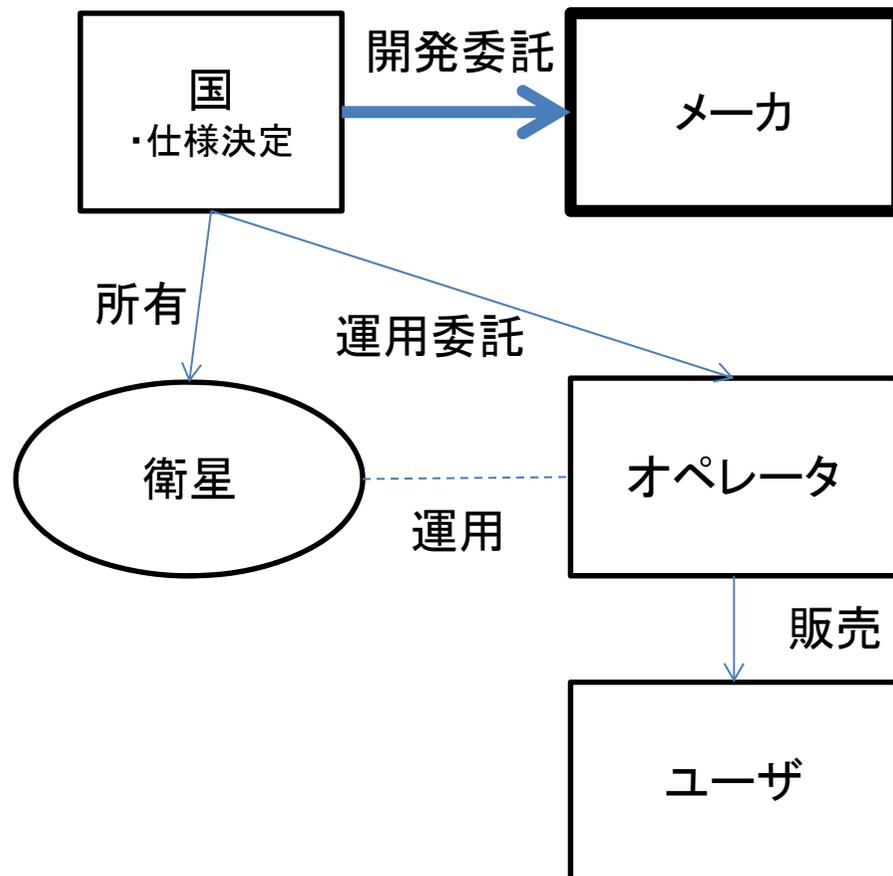
3. 衛星運用画像提供事業者(オペレータ)中心のビジネスモデルへの転換

(従来)

- 衛星は政府が所有し、運用を民間に委託。
- 最大のユーザである政府機関に提供する際には原価とする必要があり、産業発展の見込みがないため、運用経費は開発した政府が負担し続ける。
- 衛星メーカーの支援という政策では、利用拡大が必ずしも実現しない。

(今後)

- 衛星はオペレータが所有、運用し、サービスを提供。
- 衛星仕様はユーザニーズを把握するオペレータ自身が設定し、必要な衛星を調達する。
- 利益を運用経費や次世代の衛星開発に再投資し、政府の開発負担を軽減するサイクルを生む。
- オペレータを支援する政策に転換して、利用拡大に繋げる。



4. アジア太平洋地域各国の災害対応能力の向上と 相手国の人材育成や産業・雇用の創出等の協力の推進

◆ 現在の国際災害チャーターとセンチネルアジア

- 災害時に無償で衛星データが提供される一方、ボランティアベースのベストエフォートの協力であるため、ユーザーがデータを入手できる保証はない。入手できる場合でも要請からデータ取得まで数日程度要することが一般的であり、緊急の災害対応には不十分。
- 高分解能画像が欲しくても、中分解能しか手に入らないことが多い。
- 提供されるデータが、実際の防災担当者が利用できる形に加工、解析されたものが少ない。
- これまでは、発災前には入手出来ないため、災害前後の比較が難しい。
- 現在、日本から提供できる新規撮像の衛星データは無い。

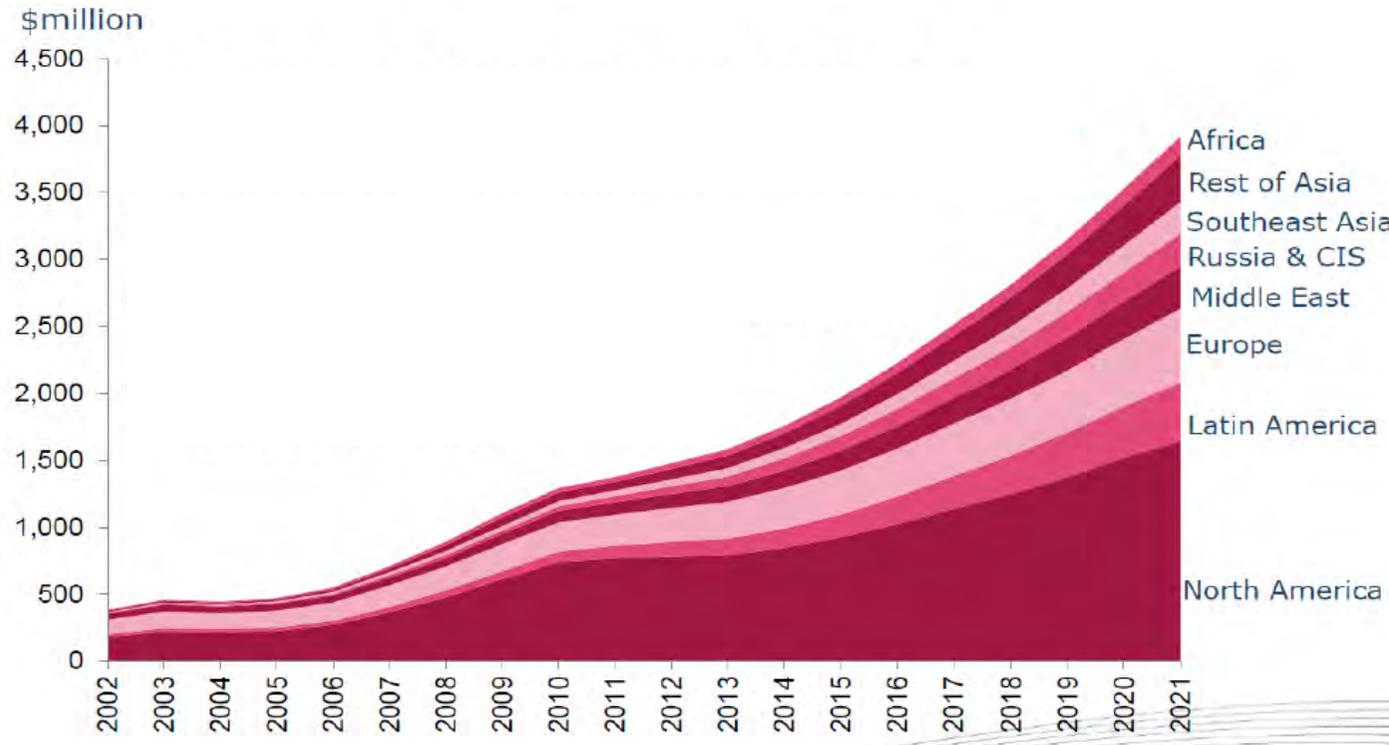
◆ 今後の新たな協力の方向

- ユーザのニーズに合わせたスペック(撮像頻度、分解能、観測幅)の設定と適時の画像提供を行うシステム(有償)
- 現地での画像データの解析、提供サービス機能を有する民間企業の育成を支援
- 継続的なデータ提供が可能な基盤と体制による支援

5. リモートセンシング分野の衛星画像ビジネスの目標

(宇宙政策委員会第4回資料)

- Euroconsult社による2012年調査結果
 - 衛星画像市場(2021年予測): \$4B
 - \$4Bのシェア1/3(日米欧で等分)を目標として、\$1.3B=約1000億円

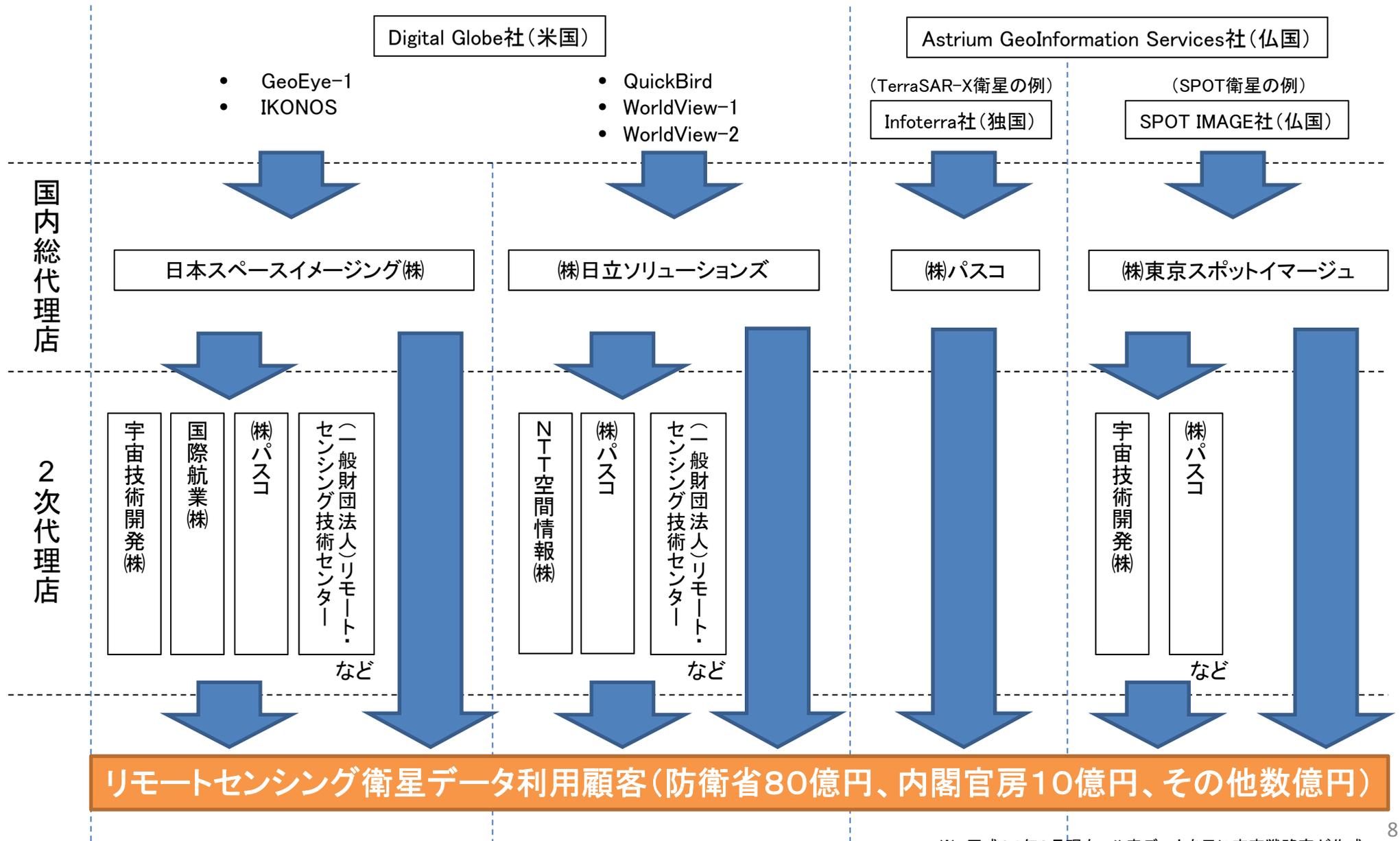


出典：Euroconsult, Satellite-Based Earth Observation, Market Prospect to 2020, 2012 Edition

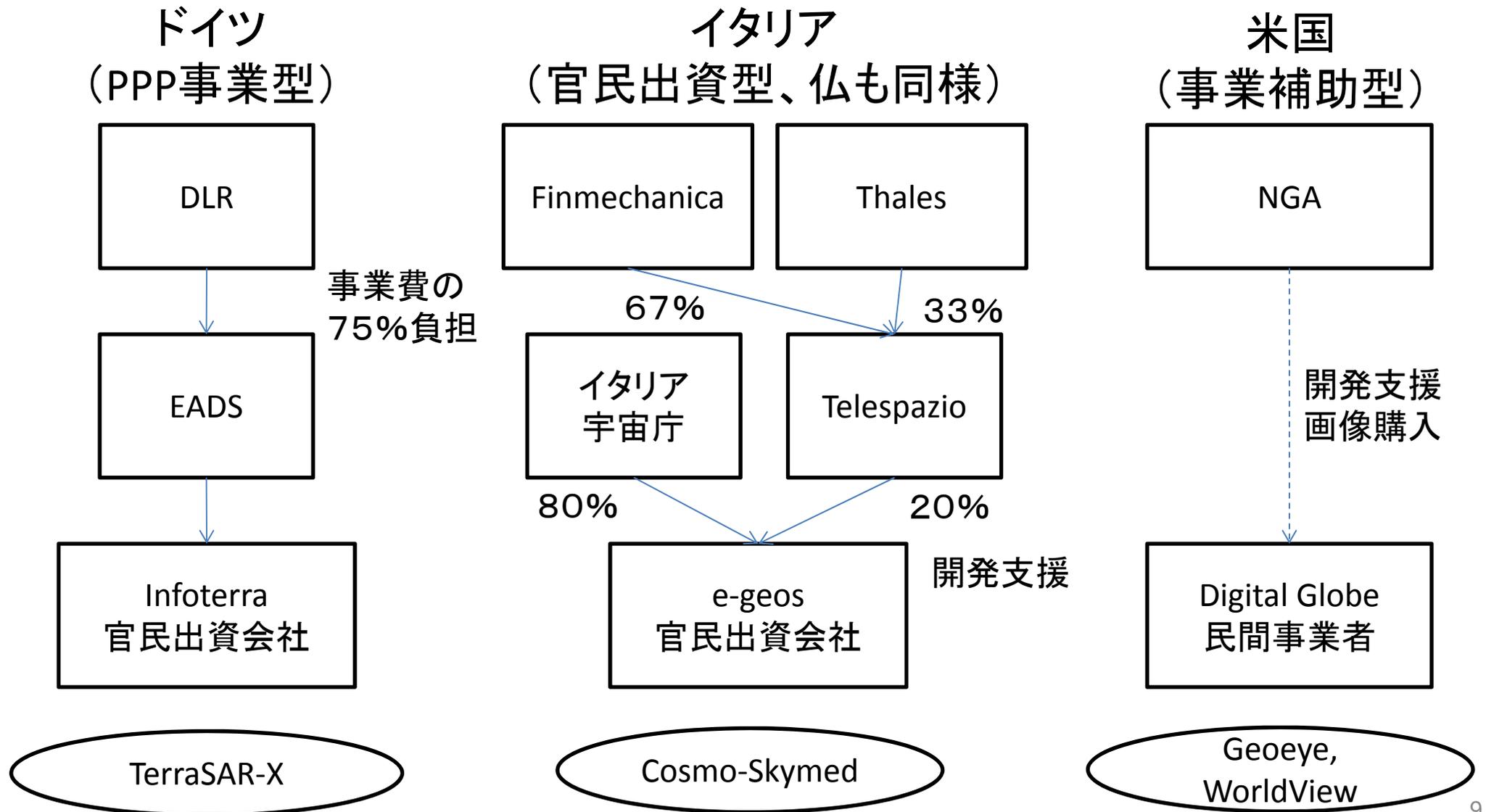
- **国内市場は現在、約100億円前後**

出典：日本スペースイメージング(株)作成資料

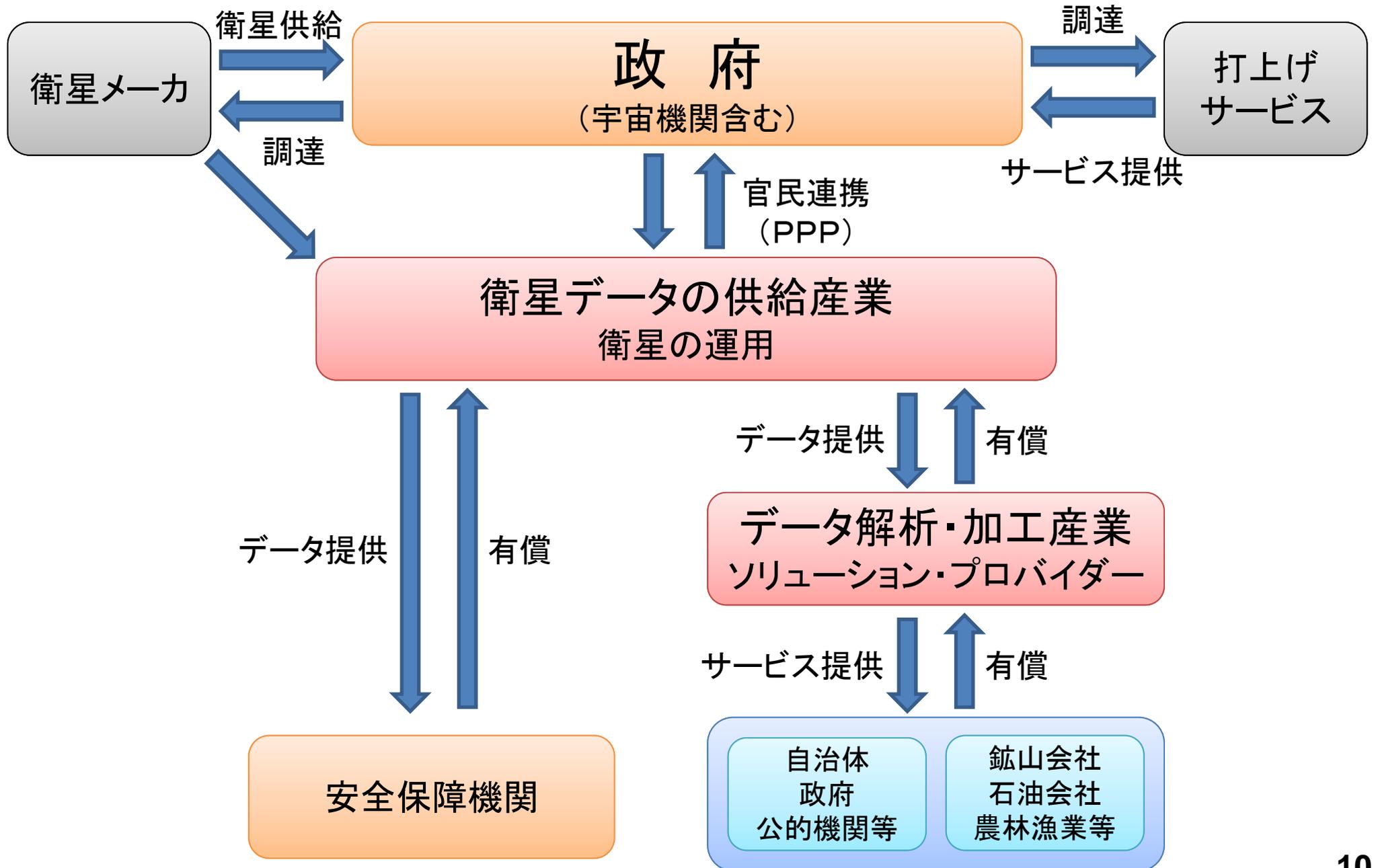
6. 我が国のリモートセンシング衛星データの利用の現状



7. 各国の政府とオペレータの関与



8. 現在のリモートセンシング衛星関連の産業構造



9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ① 国別衛星コンステレーション ～

アメリカの例

➤ QuickBird衛星、WorldView-1衛星、WorldView-2衛星によるコンステレーション

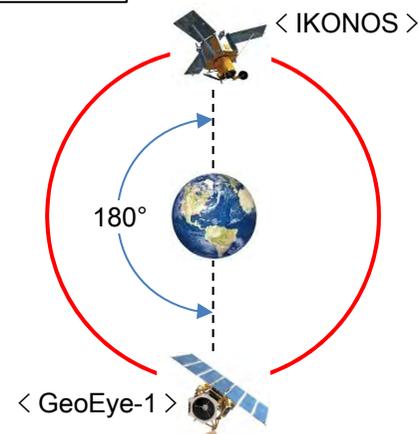
- Digital Globe社は、3機の高分解能光学衛星(QuickBird衛星、WorldView-1衛星、WorldView-2衛星)を運用し、ほぼ毎日、同一地域の撮影が可能。
- 3機の衛星の撮影計画を同一システムで一括コントロールすることにより、広範囲、多地域でのコンステレーション撮影を実現。
- 衛星の軌道高度を高くすること、及び衛星の撮影機動性を高めることの組み合わせにより、衛星の再訪時間を短くして、撮像頻度を確保。(WorldView-2)



< QuickBird >	< WorldView-1 >	< WorldView-2 >
分解能: 0.67m(パンクロ)	分解能: 0.5m	分解能: 0.46m(パンクロ)
センサ: 光学パンクロ 光学マルチ	センサ: 光学パンクロ 光学マルチ	センサ: 光学パンクロ 光学マルチ
軌道高度: 482km	軌道高度: 496km	軌道高度: 770km

➤ IKONOS衛星、GeoEye-1衛星によるコンステレーション

- Digital Globe社(旧GeoEye社)は、2機の高分解能光学衛星(IKONOS衛星、GeoEye-1衛星)のコンステレーションを運用。
- 2機の衛星を同一軌道上で180° 反対側を周回させる運用。
- 日本では、11日中6～7日上空を通過し、高頻度撮影が可能。



< IKONOS >	< GeoEye-1 >
分解能: 0.65m(パンクロ)	分解能: 0.41m(パンクロ)
センサ: 光学パンクロ 光学マルチ	センサ: 光学パンクロ 光学マルチ
軌道高度: 681km	軌道高度: 681km

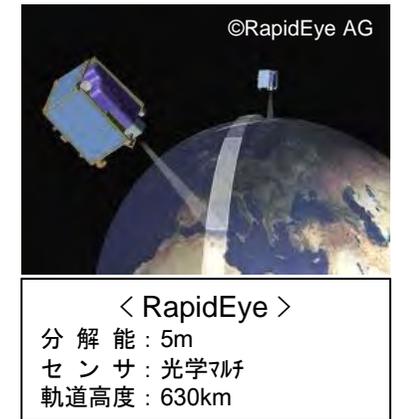
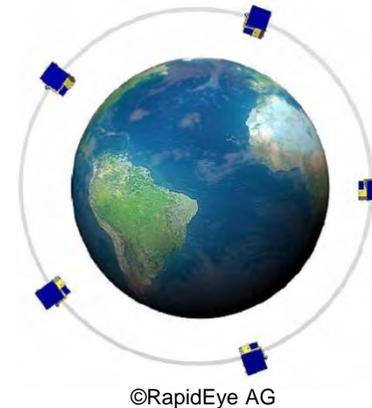
9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ② 国別衛星コンステレーション ～

ドイツの例

➤ RapidEye衛星のコンステレーション

- DLR(ドイツ航空宇宙センター)及びRapidEye AG社は、5機の同一仕様の小型光学衛星(RapidEye衛星)のコンステレーションを運用。
- 5機の衛星を同一軌道上で均等に配置。
- 高頻度撮影(同一地域を毎日撮影)が可能。広範囲の撮影(1日に400km²以上の画像収集)が可能。



➤ TerraSAR-X衛星とTanDEM-X衛星によるコンステレーション

- DLR及びInfoterra社は、2機の同一仕様のXバンド合成開口レーダー衛星(TerraSAR-X衛星、TanDEM-X衛星)のコンステレーションを運用。
- 2機の衛星は、数キロから200m未満に至るまでの距離で編隊飛行を行う軌道。
- インターフェロメトリック(干渉)SARによる高分解能データを取得。



＜ TerraSAR-X ＞
＜ TanDEM-X ＞
分解能：1m
センサ：Xバンド合成開口レーダー
軌道高度：514km

出典：DLRホームページ

9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ③ 国別衛星コンステレーション ～

■ ■ フランスの例

➤ SPOT-6衛星、SPOT-7衛星、Pleiades-1A衛星、Pleiades-1B衛星によるコンステレーション

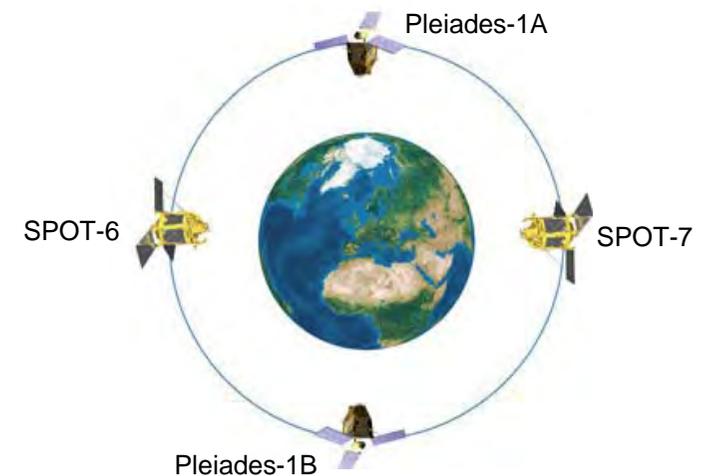
- CNES(フランス国立宇宙研究センター)及びSPOT Imarge社は、4機の光学衛星(SPOT-6衛星、SPOT-7衛星、Pleiades-1A衛星、Pleiades-1B衛星)のコンステレーションを運用予定(SPOT-7衛星は、2014年打上げ予定。その他の衛星は打上げ済み。)
- SPOT-6衛星とSPOT-7衛星、Pleiades-1A衛星とPleiades-1B衛星を、同一軌道上で、それぞれ180° 反対側を周回させる運用。
- 高分解能(0.5m)のPleiades衛星と、広観測幅(約60km)のSPOT衛星の組み合わせ。
- 同一地域を1日1回撮影可能。
- 毎日広範囲(約600万km²)を撮影可能。



< Pleiades-1A,-1B >
分解能: 0.5m(パンクロ)
センサ: 光学パンクロ、光学マルチ
軌道高度: 694km

< SPOT-6,-7 >
分解能: 1.5m(パンクロ)
センサ: 光学パンクロ、光学マルチ
軌道高度: 694km

※SPOT-7は、2014年打上げ予定



出典: Astrium Geoinformation Service社HP

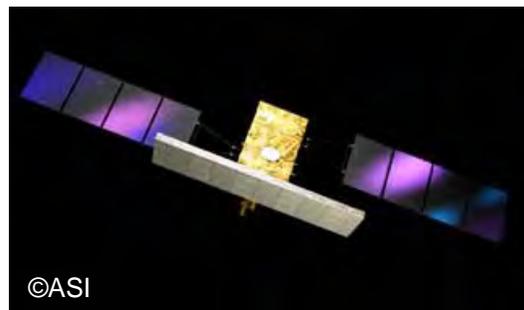
9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ④ 国別衛星コンステレーション ～

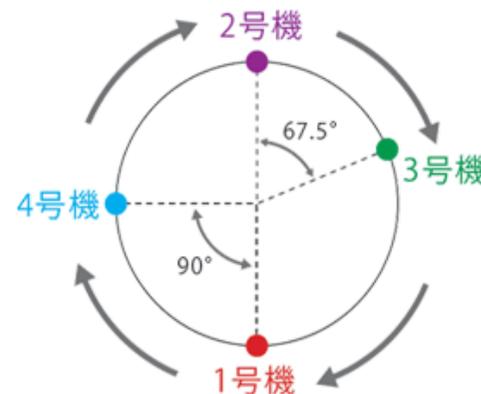
イタリアの例

➤ Cosmo-SkyMed衛星のコンステレーション

- ASI(イタリア宇宙機関)及びe-GEOS社は、4機の同一仕様のXバンド合成開口レーダー衛星(COSMO-SkyMed-1、-2、-3、-4)のコンステレーションを運用。
- 4機の衛星を同一軌道上で運用。
- 16日間の回帰日数で、軌道・撮影角度・撮影方向を統一したデータを最大4回撮影可能。



< COSMO-SkyMed1～4 >
分解能：1m(非公開の軍事用観測モード有)
センサ：Xバンド合成開口レーダー
軌道高度：620km



出典：JSIホームページより

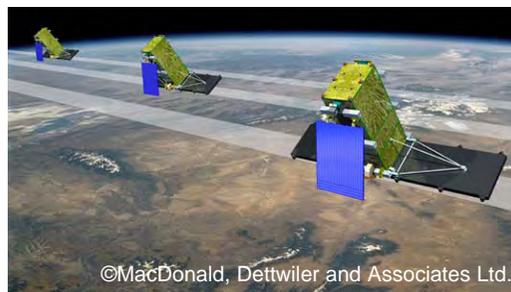
9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ⑤ 国別衛星コンステレーション ～

🇨🇦 カナダの例

➤ RADARSAT衛星のコンステレーション

- CSA(カナダ宇宙庁)は、RADARSAT-2の後継として、衛星データの観測頻度を確保し、海洋監視、災害対策、環境モニタリングなどの利便性を向上するため、3機のCバンド合成開口レーダー衛星(RADARSAT Constellation)によるコンステレーションを運用予定(2018年に打上げ予定)。
- 同一地域で1日平均1回(1日1回のデータ取得について全世界の約95%をカバー)のデータ取得が可能。
- また、上記のRADARSAT Constellation衛星には、合成開口レーダーとは別のペイロードとして、カナダ国防省が独自にAIS(船舶自動識別システム)受信機を搭載し、運用する計画。



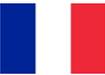
< RADARSAT Constellation >
分解能: 1×3m
センサ: Cバンド合成開口レーダー
軌道高度: 592km



< AISによる船舶監視利用イメージ >

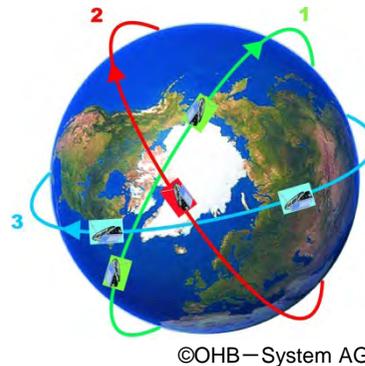
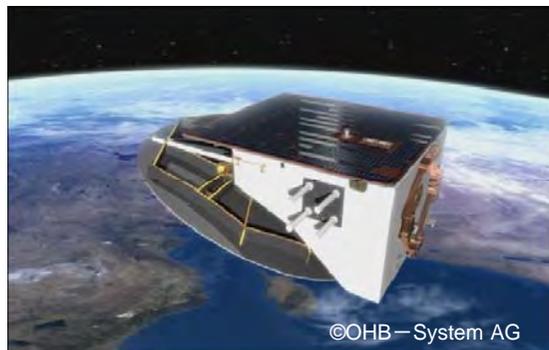
9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ① 2国間連携 ～

 ドイツーフランスの例 

➤ SAR-Lupe衛星(独)とHelios衛星(仏)による連携

- 2002年に政府間協力協定を締結。
- ドイツ連邦政府軍の軍事偵察衛星SAR-Lupe(Xバンド合成開口レーダー衛星)5機とフランス軍の軍事偵察衛星Helios(光学衛星)2機を共同で運用。



- 同一仕様の小型レーダー衛星5機を3つの軌道面に配置するコンステレーション

< SAR - Lupe >

分解能: 1m
センサ: Xバンド合成開口レーダー
軌道高度: 470km

< Helios >

分解能: 0.5m
センサ: 光学(詳細不明)
軌道高度: 不明

※出典: 社団法人日本航空宇宙工業会「平成22年世界の宇宙インフラデータブック衛星編」

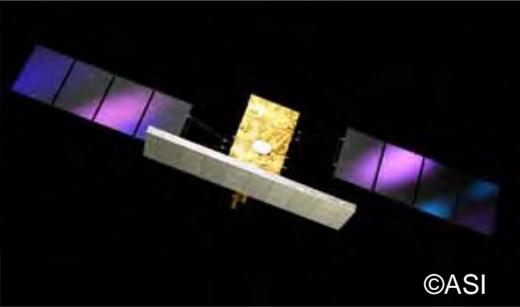
9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ② 2国間連携 ～

■ ■ フランスーイタリアの例 ■ ■

➤ Pleiades衛星(仏)とCOSMO-SkyMed衛星(伊)による連携

- 2004年に衛星システム開発と利用において仏伊間協力協定締結。
- フランスの開発する2機の高分解能光学画像衛星(Pleiades-1A、-1B衛星)とイタリアの開発する4機のXバンド合成開口レーダ衛星(COSMO-SkyMed-1、-2、-3、-4衛星)で、軍民両用の光学／レーダー衛星システム(ORFEO: Optical and Radar Federated Earth Observation)を構築。

 <p>©CNES</p>	 <p>©ASI</p>
<p>< Pleiades-1A,-1B > 分解能: 0.5m(パナクロ) センサ: 光学パナクロ、光学マルチ 軌道高度: 694km</p>	<p>< COSMO-SkyMed1～4 > 分解能: 1m(非公開の軍事用観測モード有) センサ: Xバンド合成開口レーダー 軌道高度: 620km</p>

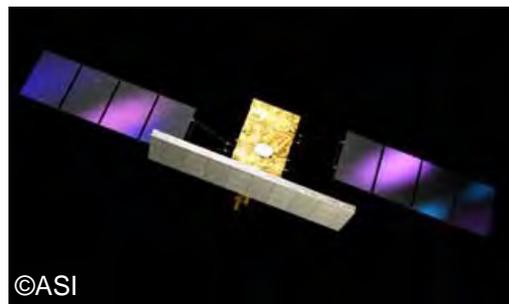
9. リモートセンシング衛星に関する各国の状況

～ ③ 2国間連携 ～

🇮🇹 🇦🇷 イタリアーアルゼンチンの例 🇦🇷

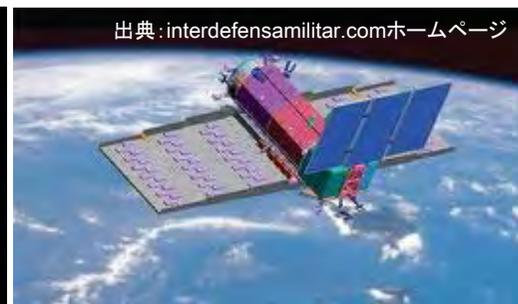
➤ COSMO-SkyMed衛星(伊)とSAOCOM衛星(アルゼンチン)の連携

- 2005年にイタリアアルゼンチン間で協力協定を締結。
- イタリアの開発する4機のCOSMO-SkyMed衛星と同一軌道に、Lバンド合成開口レーダを搭載するCONAE(アルゼンチン宇宙活動委員会:非軍事の宇宙開発部局)のSAOCOM衛星2機を投入し、Xバンド、Lバンドのレーダによる災害観測のシステム(SIASGE: Italian-Argentine Satellite System for Emergency Management)を構築予定。(2013年打上予定。)



©ASI

< COSMO-SkyMed1~4 >
分解能: 1m(非公開の軍事用観測モード有)
センサ: Xバンド合成開口レーダ
軌道高度: 620km



出典: interdefensamilitar.comホームページ

< SAOCOM-1A,-1B >
分解能: 10m
センサ: Lバンド合成開口レーダ
軌道高度: 620km