

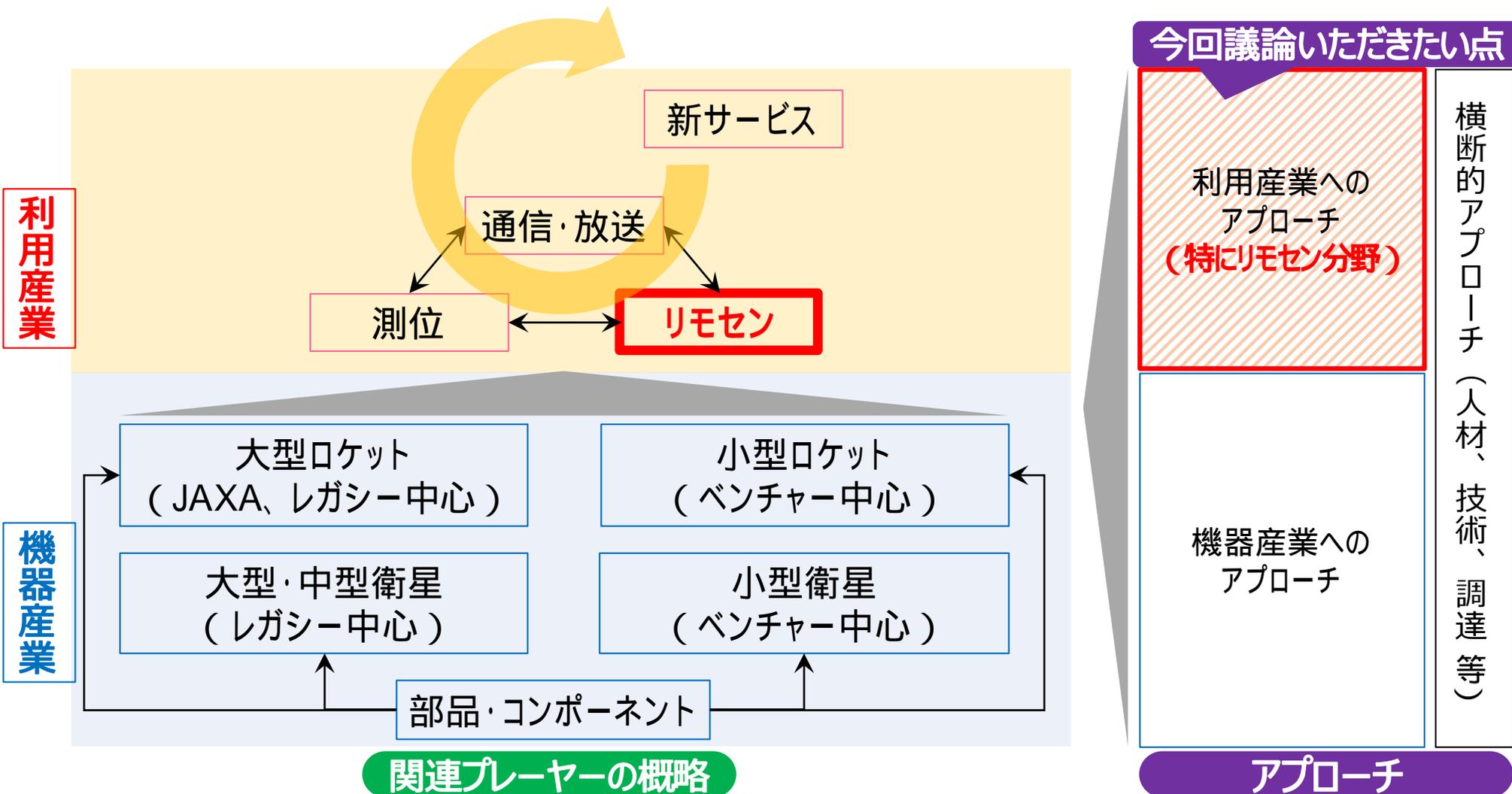
我が国の宇宙利用(リモセン)産業の課題、 現状及び対応の方向性検討における論点

平成28年11月16日

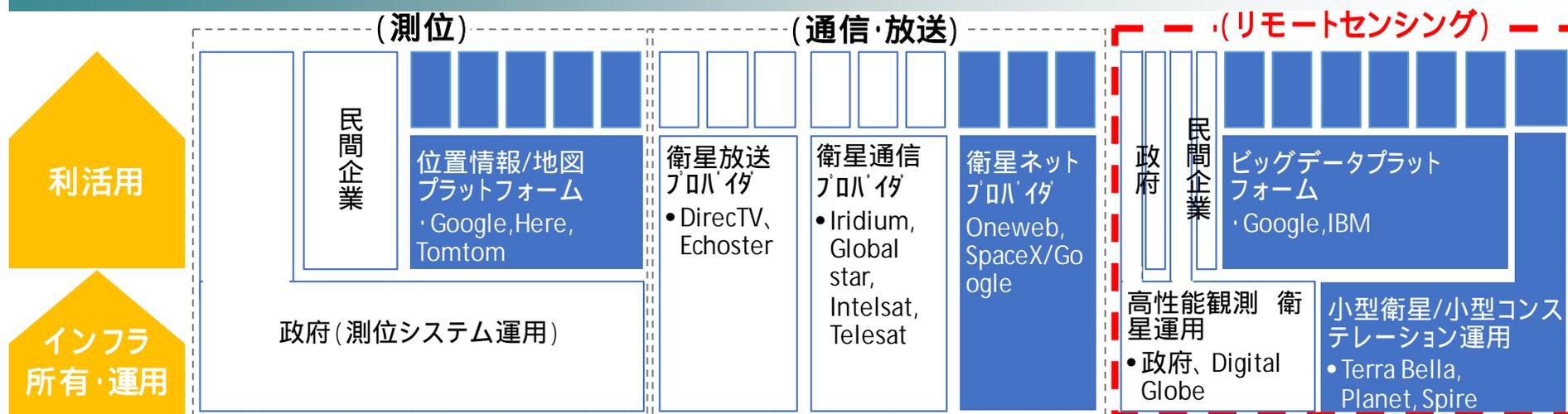
内閣府 宇宙開発戦略推進事務局

日本の宇宙産業構造の概略とアプローチ

- u 第4回宇宙産業振興小委員会では、利用産業のうち、測位分野について重点的に議論。
- u 本日は利用産業の中の、特にリモセン分野について議論いただきたい。



宇宙利用産業の構造とリモセン市場の世界的動向

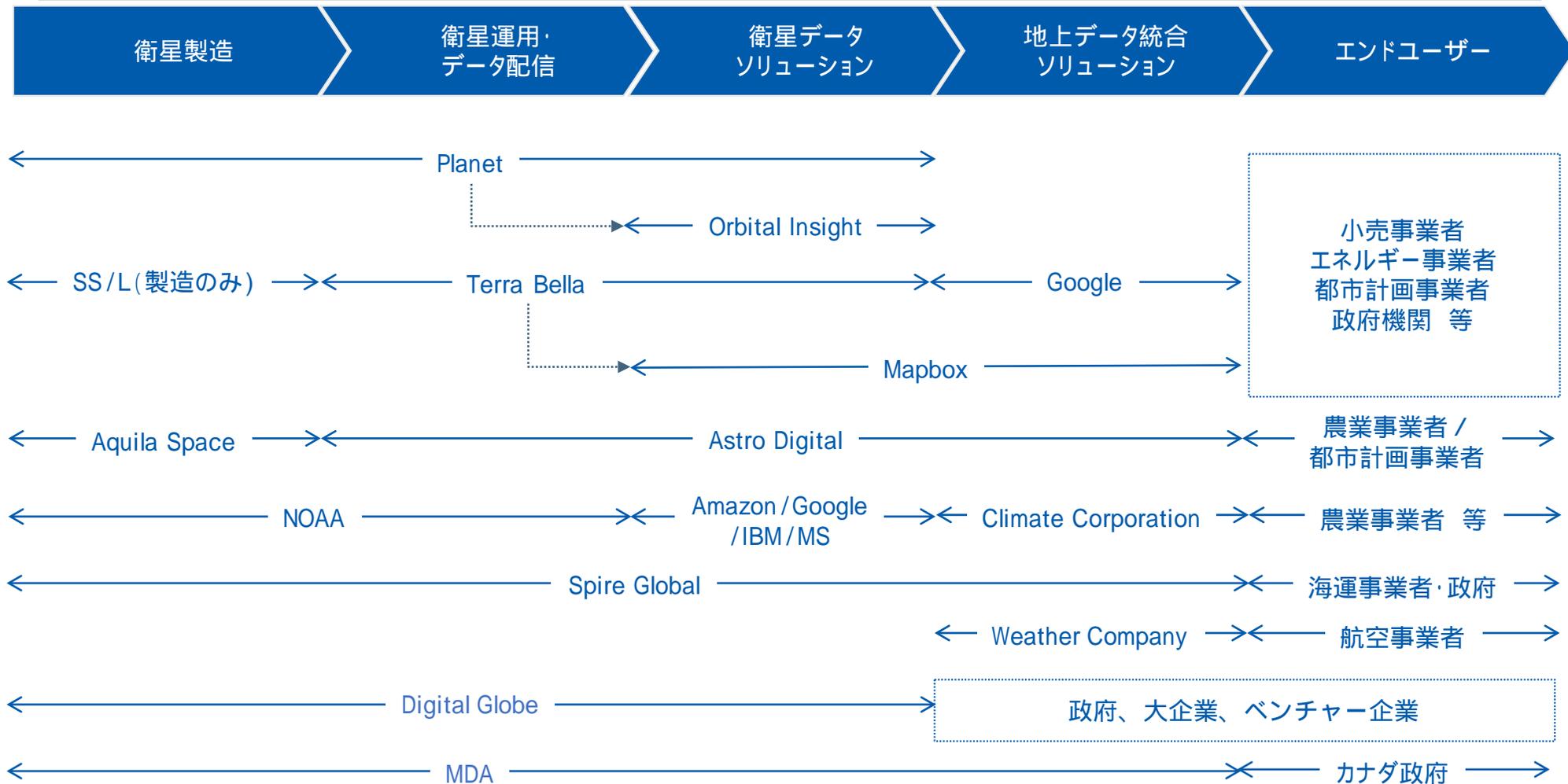


【リモセン市場の世界的動向】

- ρ 2014年の市場規模は1,600億円、前年度比12%成長の市場
 - 商用目的の小型リモセン衛星は現在約40個
 - 米国政府は、安全保障面でも民間サービスを利用する流れ
- ρ データ利活用のアプローチ
 - データプラットフォームの構築 (NOAAやコペルニクス等)
 - オープン&フリー戦略 (政府は画像を無償開放し利用産業拡大を目指す)
- ρ 小型・超小型衛星技術の向上
 - 小型・超小型衛星のコストダウンが実現
 - コンステレーションによりリアルタイム性が大幅に向上
- ρ 今後の方向性
 - 単なるデータ売りから付加価値を加えたソリューション/ナレッジビジネスへ
 - 他産業との連携、IoT・ビッグデータ・人工知能等との連携

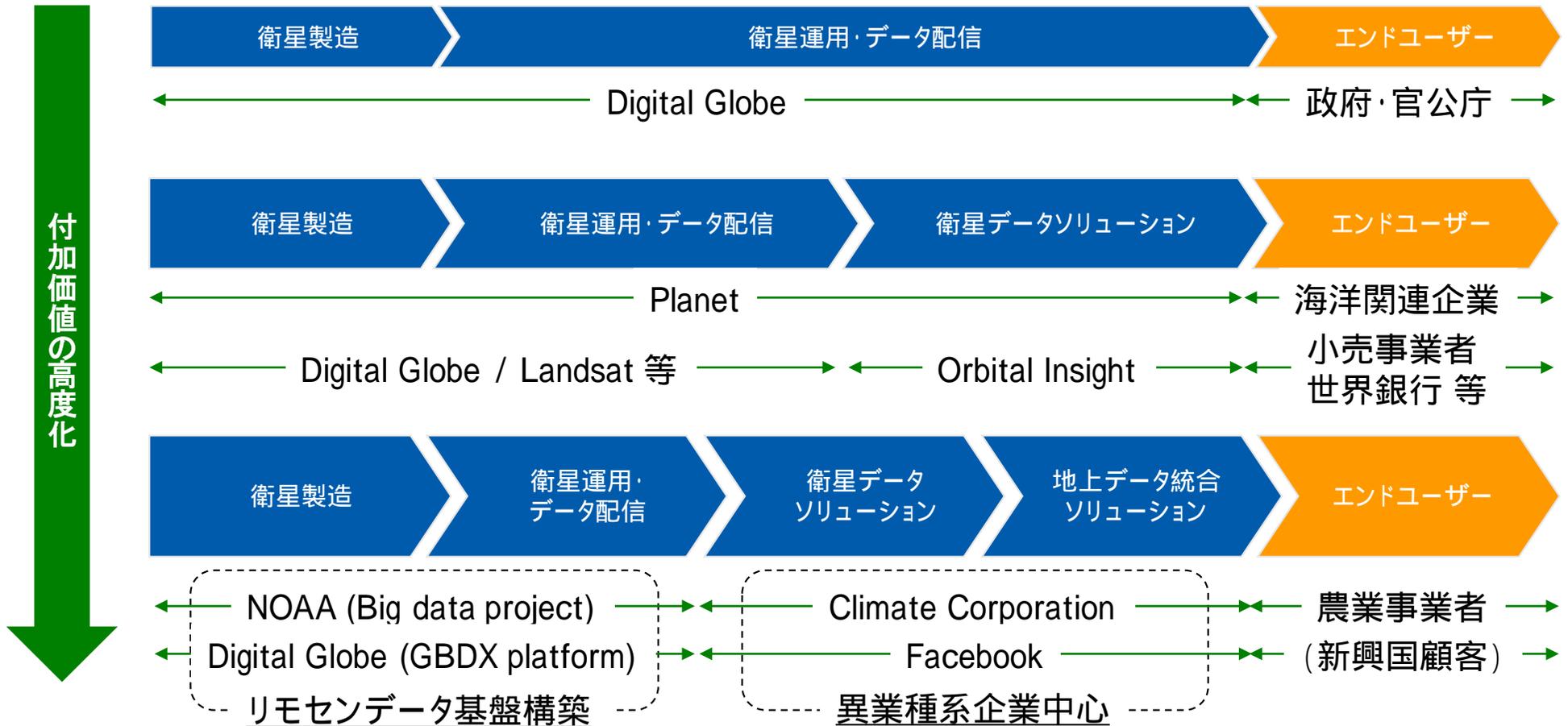
リモセン産業のバリューチェーン(米国の例)

- u 米国のリモセン産業では、エンドユーザーにソリューションを届ける仕組みと事業者が存在。
- u 衛星データと地上データを統合したソリューションが展開されることで、エンドユーザーも多様な広がりを持つ。



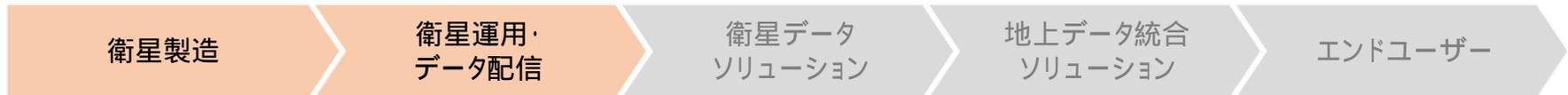
リモセン産業におけるバリューチェーンの多層化

- 単純な衛星データの配信を超えて、衛星データを活用したソリューションや地上データと統合したソリューションをエンドユーザーに提供する事業展開が活発化。
- 従来は衛星製造側のプレーヤーからのアプローチによるソリューション開発が主流であったが、最近ではエンドユーザー側からの動きも存在。

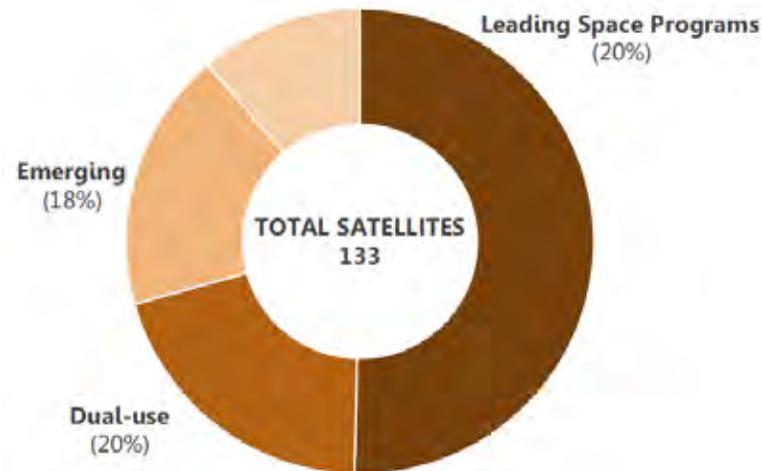


従来の衛星リモセン産業の状況

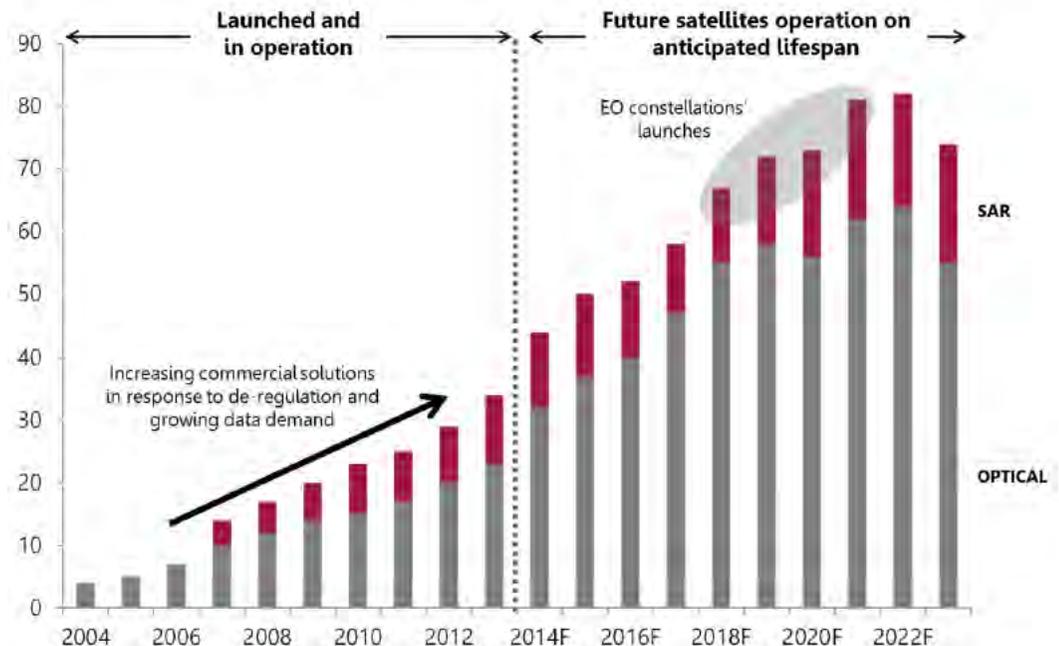
- 過去10年間で、全世界では約280億ドルが投資され、133基のリモセン衛星が打ち上げられた。今後10年間で、さらに約290基の打上げが見込まれる。
- 世界のリモセン画像ビジネスの規模は約15億ドルで、そのうち安全保障用途が約6割、残る4割を民生及び商業利用が占める。米国の防衛調達が増えつつある傾向の中、米国以外の防衛市場が短期的には市場を牽引し、中長期的には非防衛市場が拡大していく見込み。



オペレーター打上げによるリモセン衛星

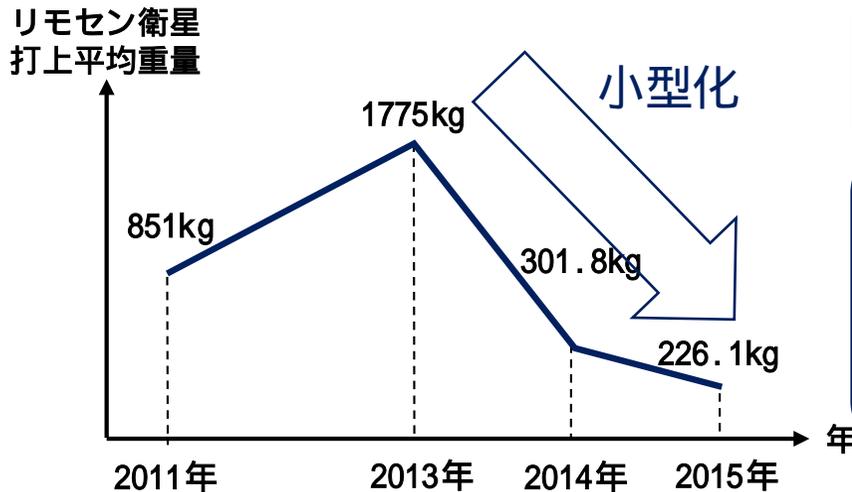
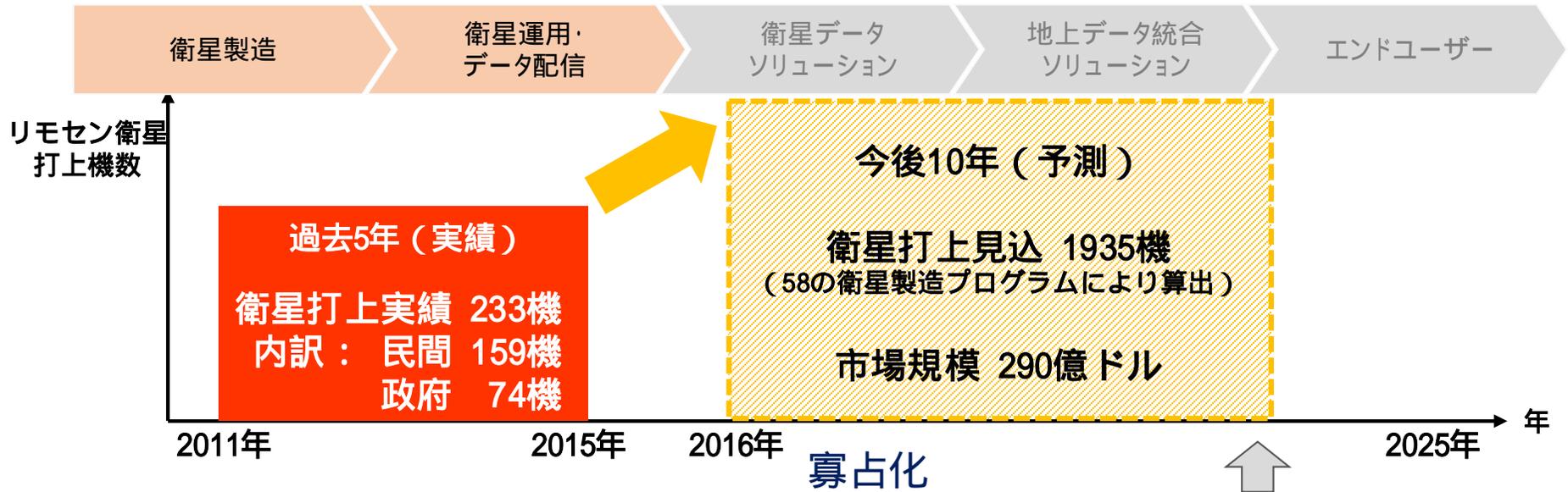


商用リモセン衛星の打上げ実績及び将来見込み



小型リモセン衛星の普及動向

- 近年新たな動きとして、小型衛星の需要が増加しており、2 / 3が商業打上げ。
- 今後10年で290億ドルの市場が見込まれ、上位5社が半数を占めるとの予測。



このうち、上位5社のリモセン衛星製造の売上は150億ドルに上り、市場の52%を占めると予測

リモセン衛星製造数 上位5社

- 1位 Airbus Defence and Space
- 2位 Thales Alenia Space
- 3位 三菱電機
- 4位 Labochkin
- 5位 Lockheed Martin

リモセン産業の構造と必要な環境整備等

リモセン産業において、それぞれの段階で必要となる環境整備等は以下のとおり。段階に応じた対応策を講じることが重要。



多様で利用しやすい衛星データの整備の整備

衛星データの解析による付加価値の創造

他分野のデータの融合による付加価値の創造

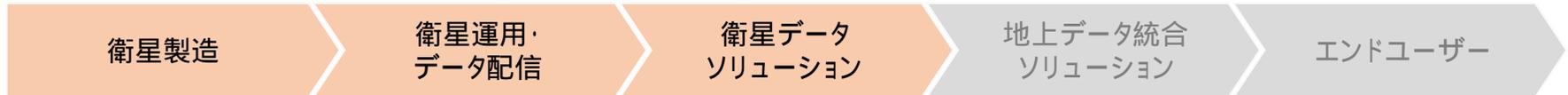
衛星データ提供側とユーザー側のつなぎ、利用開拓

衛星データ利活用促進のための需要の下支え等の支援

多様で利用しやすい衛星データの整備の整備

小型リモセン衛星事業者(1)(米国・Planet社)

- U 2010年にNASAエイムズ研究所出身者により設立されたベンチャー企業。約4kgの超小型光学衛星Dove(分解能3~5m)によるコンステレーション(将来的に150機程度)を構想。
- U 撮像頻度を飛躍的に向上させることで、地表の変化を抽出することが可能となり、様々な分野において新たな産業の創出が期待される。



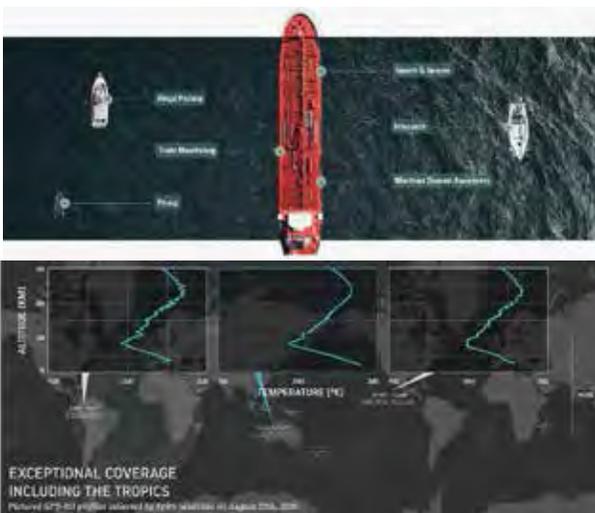
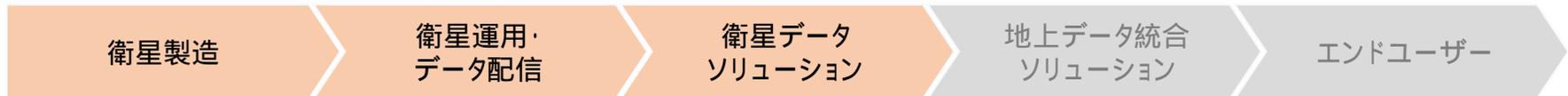
Planet HPより

サービス分野	サービス事例	主な顧客(例)
農業	<ul style="list-style-type: none"> 育成状況監視 収穫時期の予測 等 	<ul style="list-style-type: none"> AGRIAN Climate Corporation 等
防衛・軍事	<ul style="list-style-type: none"> 海洋状況監視(南シナ海等) 	<ul style="list-style-type: none"> 米国政府 等
エネルギー インフラ	<ul style="list-style-type: none"> 建設工事状況監視 パイプラインモニタリング 等 	<ul style="list-style-type: none"> 石油開発会社 エネルギー関連会社 等
金融 ビジネスインテリジェンス	<ul style="list-style-type: none"> 資源開発状況監視 交通状況監視 等 	<ul style="list-style-type: none"> 金融機関 物流業者 等
森林	<ul style="list-style-type: none"> 森林アセット管理 生育状況監視 	<ul style="list-style-type: none"> 自治体 等
地図・GIS	<ul style="list-style-type: none"> 地図情報のアップデート 都市開発状況の監視 	<ul style="list-style-type: none"> 地図製作会社 等

多様で利用しやすい衛星データの整備の整備

小型リモセン衛星事業者(2)(米国・Spire社)

- u 2012年に設立されたベンチャー企業。約4kgの超小型衛星によるコンステレーション(現在17機、将来的には100機程度を配置予定)。海洋状況監視や気象観測に強み。
- u 2016年9月、商用衛星で取得した気象データ活用に関するNOAAのパイロットプログラムに採択。



Spire HPより

サービス分野	サービス事例	主な顧客(例)
海洋	<ul style="list-style-type: none"> 海洋状況監視(北極海航路の監視、不審船監視等) 衛星AISを活用した船舶のモニタリング 気象データの提供 	<ul style="list-style-type: none"> 政府機関 海運会社 コンテナターミナル 等
気象観測	<ul style="list-style-type: none"> GPS-RO及び赤外カメラを活用した気象情報の提供 	<ul style="list-style-type: none"> NOAA 等

AIS(自動船舶識別装置): VHFを利用した船舶を識別する装置で、300総トン以上の国際航海をする船舶と500総トン以上の非国際航海をする船舶にAIS装置の搭載が義務付けられている

GPS-RO(GPS Radio Occultation): 大気を通過したGPS信号から、気温や湿気による屈折角を測定するセンサ

(参考) 国際連携によるリモセン衛星の星座

- 英国SSTLの子会社DMCiiは、4ヶ国の政府・企業が保有する衛星による国際星座「DMC」を構築し、欧州・南米・アフリカ等でグローバルにサービス提供を展開。
- 政府間・企業間での星座の1つの例。

衛星製造

衛星運用・
データ配信

衛星データ
ソリューション

地上データ統合
ソリューション

エンドユーザー

Disaster Management Constellationの実施体制

国 運用者	名称	型	光学センサ	打ち上げ年
	Nigeria NASRDA Nigeriasat-NX	SSTL-100i	22m MS	2011
	Nigeria NASRDA Nigeriasat-2	SSTL-300	2.5m Pan 5m MS 32m MS	2011
	UK DMCii UK-DMC2	SSTL-100i	22m MS	2008
	Spain Deimos Deimos-1	SSTL-100i	22m MS	2008
	China BLMIT Beijing-1	SSTL-150i	32m MS 4m Pan	2005

サービス運用体制

- 各国の政府・企業がそれぞれ衛星を保有
- DMCiiは星座運用の計画設計、画像処理、解析サービスを担当

年間売上

- サービス売上げは各国の政府・企業と折半
- 年間売上は約2000万ユーロ(2013年)
- 毎年+40%のペースで売上げ規模が増加

Disaster Management Constellationの主な顧客とサービス概要



精密農業支援事業者：高適時性要求への対応

- 小型衛星の観測データと地上データを照合し作物成長地図を作成し、精密農業をサポート。
- 肥料の量や収穫時期の判断材料として活用。



政府等：国土・森林情報提供

- 欧州の地球観測計画の一環として、サハラ砂漠以南のアフリカ大陸48か国を1年間に渡って観測。
- 森林資源の管理や、食糧安全保障等に活用。

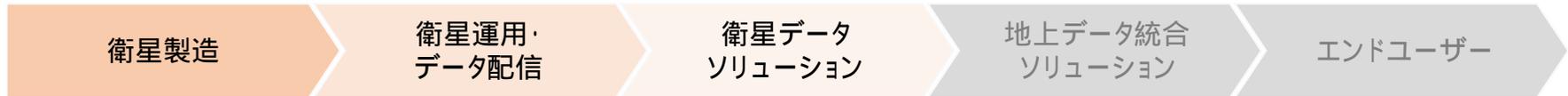


被災国・国連等：被災状況把握データ提供

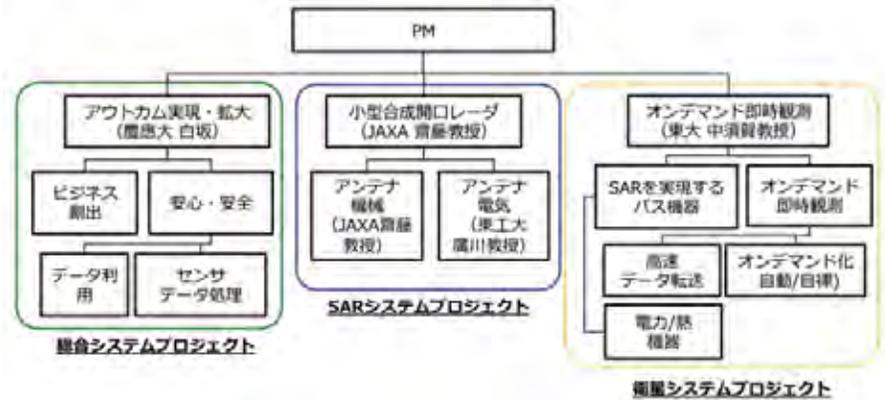
- 国際協力枠組み「国際災害チャータ」に参画
- 洪水や震災等の大規模災害時に、被災国及び国連等に被災地域のデータを迅速に提供

多様で利用しやすい衛星データの整備 我が国における小型リモセン衛星の動向 (SAR)

- u 小型衛星やMDAへの関心の高まりから、小型SAR衛星の開発にも注目が集まる。
- u 我が国でも、内閣府の革新的研究開発推進プロジェクト (Impact) において小型SAR衛星の開発が進められている。



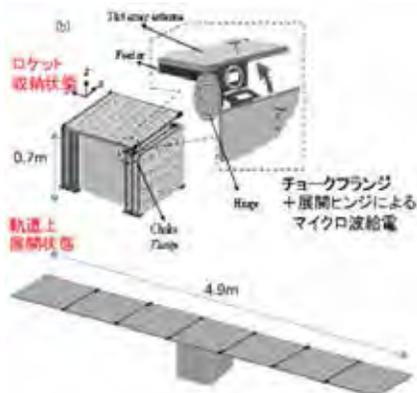
我が国の小型SAR衛星の開発体制 (Impact)



(参考) 他国のSAR衛星の開発状況

衛星名	国・地域	概要
NovaSAR-S	英国	製造: SSTL、EADS 重量: 約400kg 分解能: 6m ~ 状況: 開発中
TecSAR	イスラエル	製造: Israel Aerospace Industries Ltd 重量: 約300kg 分解能: 1m ~ 状況: 運用中
TerraSAR-X	ドイツ	製造: EADS 重量: 約1,230kg 分解能: 1m 状況: 運用中
RADARSAT Constellation Mission	カナダ	製造: MDA 重量: 約1,400kg 分解能: 1.3m 状況: 開発中

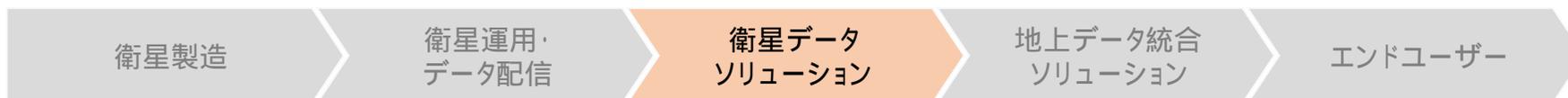
【目標】
重量: 100kg級
分解能: 1m級
価格: 20億円未満



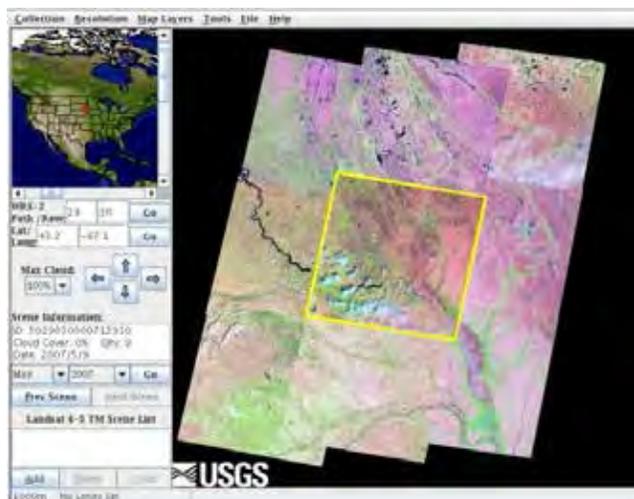
衛星データの解析による付加価値の創造

リモセン衛星データプラットフォーム(1)(米・Landsat)

- U Landsatの観測データ(Landsat Level 1 Data Products)は2008年後半から無償で一般公開されている(オープン&フリー)。
- U オープン・データ化の取り組みにより、データ無償公開以前と比較して、データ利用量はおよそ100倍に増加。



GloVisの画面例



Landsat Level 1 Data Productsで用意されているツール群

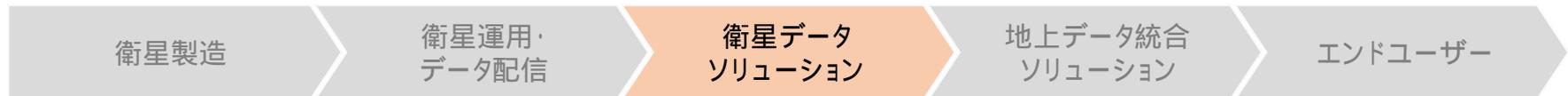
ツール	概要
EarthExplorer	地理的に情報検索をすることができる。
Global Visualization Viewer (GloVis)	Web上でのビューワーに特化したオリジナルツール。
LandsatLook Viewer	より高速でのオンライン閲覧を実現するビューワーのプロトタイプ。

出所) 米国地質調査所より作成

衛星データの解析による付加価値の創造

リモセン衛星データプラットフォーム(2)(米・NOAA BDP)

- NOAA Big Data Project(BDP)は、米国商務省及び米国海洋大気庁(NOAA)が主導する、オープンデータ化により、新たな産業領域の育成と新規雇用の創出を狙う取組。
- 衛星データをはじめとする、NOAAが有する膨大かつ高品質の地球環境データを、民間の大手クラウド事業者5社のプラットフォームを通じて無償で公開。
- 複数企業の参入によりデータ活用の利便性向上やデータベースの発展に市場原理を導入。



NOAA BDPでのデータ提供イメージ



NOAAがデータを提供し、民間事業者がプラットフォームサービスを提供

(AWS Earth Observations in the Cloud Event 2015
におけるプレゼンテーション資料より作成)

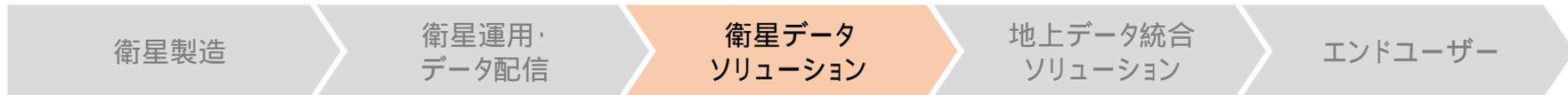
NOAAが想定する活用例

分野	想定活用例
消費財・小売	<ul style="list-style-type: none"> 将来の湿度水準を分析し、保湿性の高いローションを開発(消費財メーカー) 翌年の作物収穫量予測し、需要に応じた供給量を確保(食料品店)
石油・ガス	<ul style="list-style-type: none"> ハリケーンの規模を予測し、洋上掘削設備の設計の信頼性を向上(石油会社) 海洋気候を把握し、安全性を確保(現場従業員)
保険	<ul style="list-style-type: none"> ハリケーン被害のリスクを分析し、サービスに乗り出すべき地域を判断(損害保険会社) 悪天候時は運転しないドライバーを予測・特定し、顧客に応じた最適かつ競争力のある料金プランを設計(自動車保険会社)。
運輸・船舶	<ul style="list-style-type: none"> 暴風雨が発生した際に、最適なりルーティングをリアルタイムで実施(船舶輸送会社) 正確な冬季の天候予測により、運行遅延のリスク低減と金銭的損失をコントロール(航空会社)

衛星データの解析による付加価値の創造

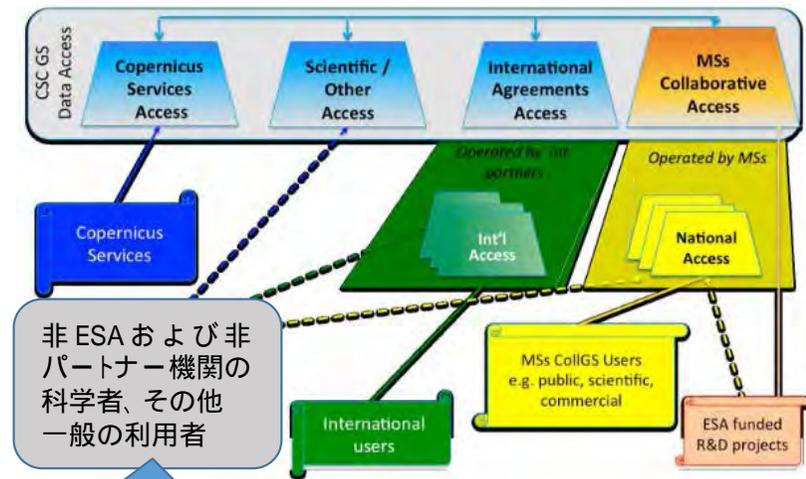
リモセン衛星データプラットフォーム(3) (欧州・Copernicus Sentinel Data Hub)

- u Copernicus計画で運用中の人工衛星コンステレーションSentinelsが収集するデータを、一般向けにWebサイトにて無償で提供。
- u Sentinel-1およびSentinel-2の一部のデータを、検索・閲覧・ダウンロードできる他、Sentinel-3のデータについても、ベータ版が別に公開されている。



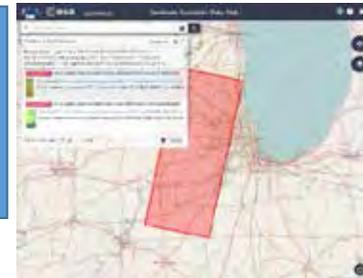
Sentinel-1/2の概要

	Sentinel-1	Sentinel-2
搭載センサー	合成開口レーダー (C-SAR)	高解像度光学画像センサー
目的	<ul style="list-style-type: none"> 陸地及び海洋の24時間監視。 ERS-2、Envisatの後継となることを期待されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 高解像度の地上観測画像を供給。 SPOT、Landsatの後継となることを期待されている。
観測内容	<ul style="list-style-type: none"> 全天候下において中高解像度の画像を常時観測。 	<ul style="list-style-type: none"> 最新鋭のMSI (複合帯域撮像装置)により、高解像度の画像を供給。
リビジット周期	6日間 (1A,1Bがそれぞれ12日間で周回)	5日間 (2A,2Bがそれぞれ10日間で周回)



非ESAおよび非パートナー機関の科学者、その他一般の利用者

Sentinel Scientific Data Hubの想定利用層：非ESAおよび非パートナー関係者に対するオープンプラットフォームとして位置づけられる。

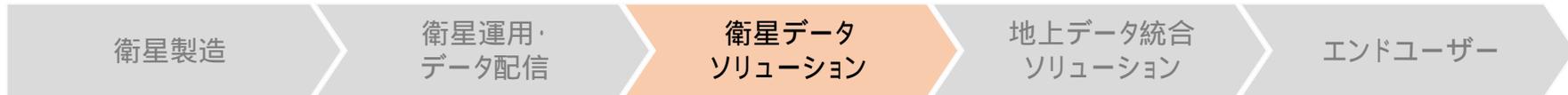


出所)ESAより作成

衛星データの解析による付加価値の創造

リモセン衛星データプラットフォーム(4)(日本・MADAS)

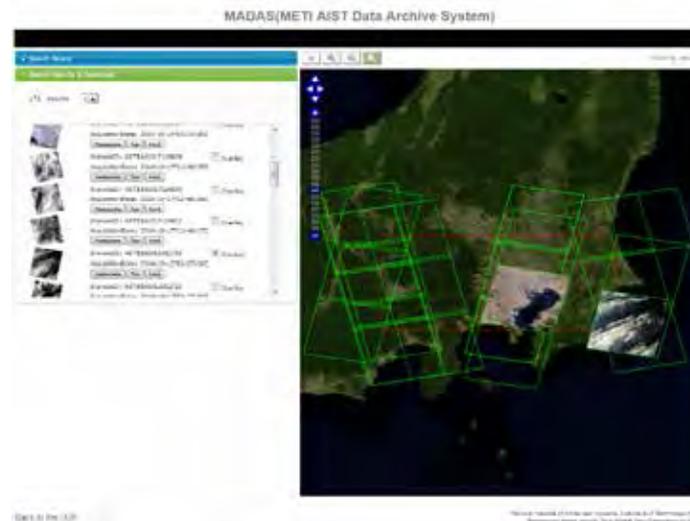
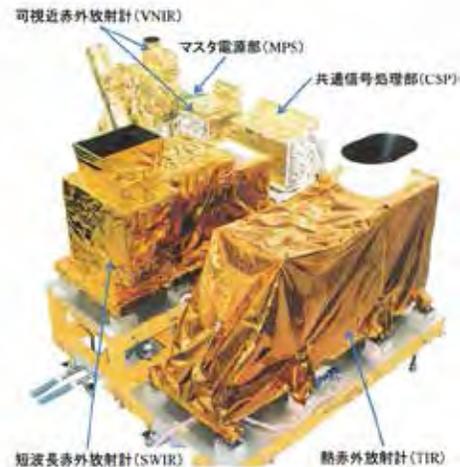
- U NASAが運用中の地球観測衛星TERRAに搭載された、経済産業省開発の光学センサーASTERによる観測データを、インターネット上で一般向けに無償で提供。
- U ASTERの空間分解能はLandsatの空間分解能より高くバンド数も多い(可視近赤外域:分解能15m/3バンド、短波長赤外域:分解能30m/6バンド、熱赤外域:分解能90m/5バンド)。



ASTER

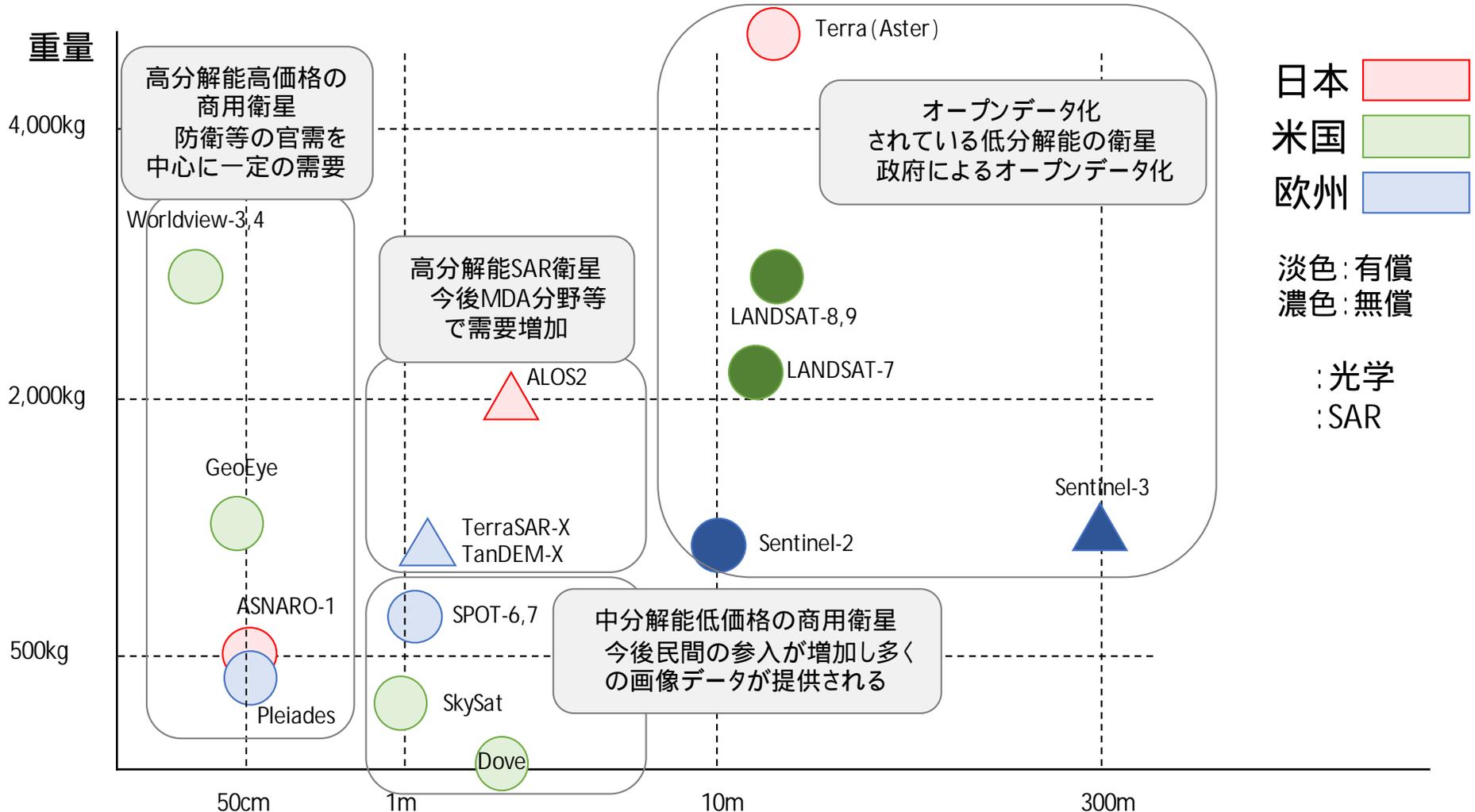
MADASのデータ検索画面

ASTERデータの活用状況



各国リモセン衛星の比較

リモセン衛星は、オープンデータ化されている低分解能の衛星、価格の安い中分解能の商用衛星、官需を中心とした高額な高分解能の衛星等に大分される



他分野のデータの融合による付加価値の創造 付加価値ビジネスの展開事例(1)(米国・Orbital Insight社)

- Orbital Insightは衛星の画像データ等を活用して各種ソリューションやアプリケーションを開発し、サービス提供を行う米国発のベンチャー企業。
- 自社では衛星を保有しておらず、他社から衛星データを調達するとともに、各種地上データと併せて分析を行うことでソリューションを展開。

衛星製造

衛星運用・
データ配信

衛星データ
ソリューション

地上データ統合
ソリューション

エンドユーザー

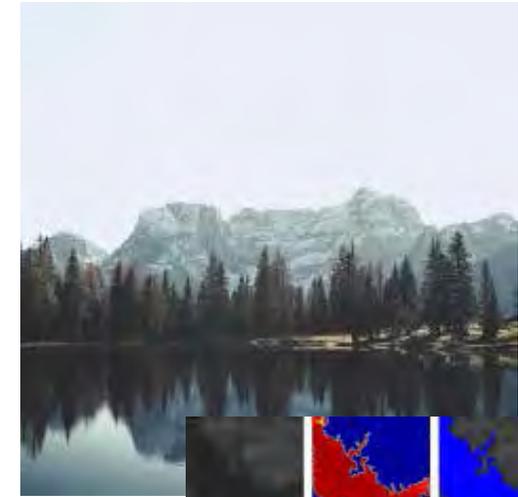
衛星画像を解析し、世界的規模で石油備蓄量を把握。エネルギー関連企業、政府、投資家等へ迅速に需給ステータスを通知。



商業施設の駐車場での通行量等を衛星画像から把握。顧客の嗜好・習慣のパターンを分析し、24時間以内にユーザーへ提供。



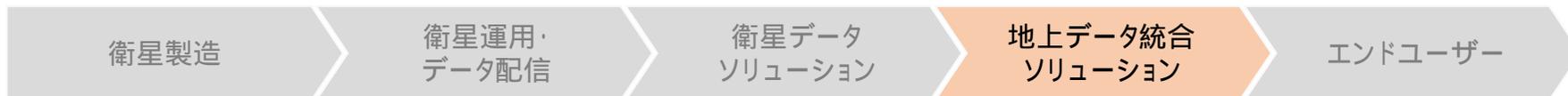
衛星画像から得られたデータを分析し、水資源の貯蔵量のトレンドや干ばつ情報等を把握、通知するサービス。



他分野のデータの融合による付加価値の創造

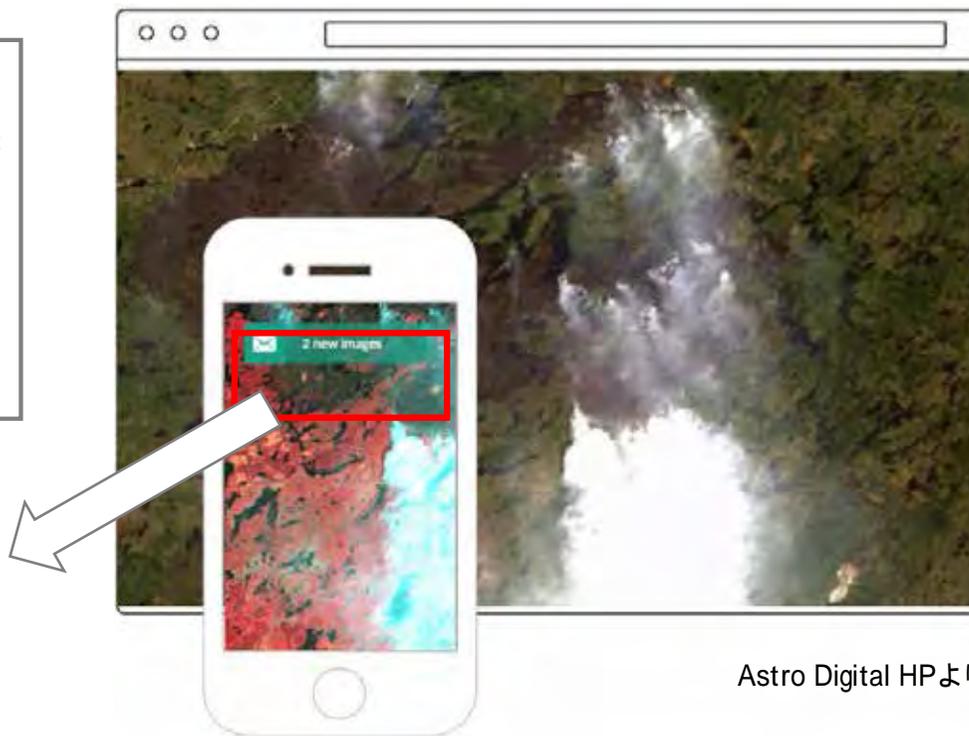
付加価値ビジネスの展開事例(2)(米国・Astro Digital社)

- U 2014年に設立。ユーザー志向のプラットフォーム作りに注力し、衛星データを活用したソリューションを提供。
- U 将来的には、連携するAquila Spaceの開発する小型衛星を活用し、衛星の製造からサービス提供までを一貫して行う予定。



- Astro Digitalの提供する「リアルタイムアラート」は、山火事や洪水等の自然災害監視を行うサービス。
- 山火事等の自然災害をリアルタイムに捉え、ユーザーに異常を通知すると同時に災害の状況等を衛星画像を用いて提供するサービス。

山火事等の自然災害の発生をリアルタイムに捉え、ユーザーの使用する端末に通知を行う。

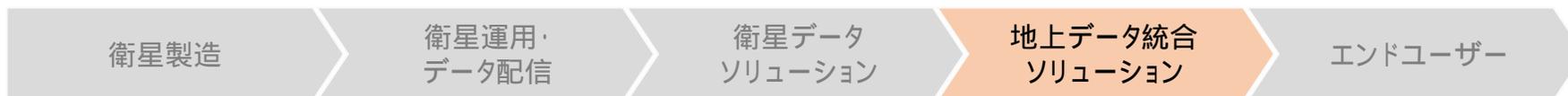


Astro Digital HPより

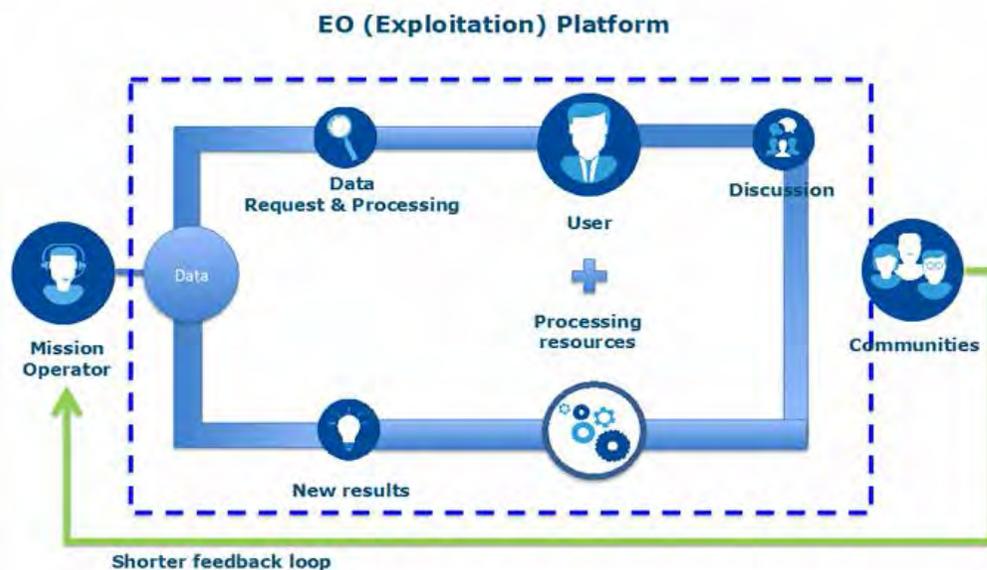
衛星データ提供側とユーザー側のつなぎ、利用開拓

(1) ESA・Thematic Exploitation Platform

- ESAは、6分野に関するテーマ開拓プラットフォーム TEP (Thematic Exploitation Platform)を立ち上げた。ユーザーに対して衛星リモセンデータを用いたソリューションサービスを提供。
- 6分野の内の1分野であるSupporting our Aquaculture and Fisheries Industries(SAFI)は、沿岸分野のTEP(C-TEP)枠内で展開する、養殖業・漁業向けデータ提供サービス。



TEPのオープンデータ・プラットフォーム

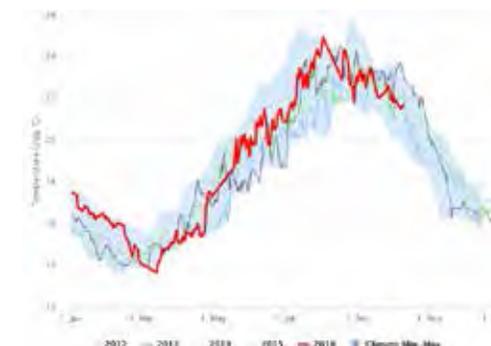
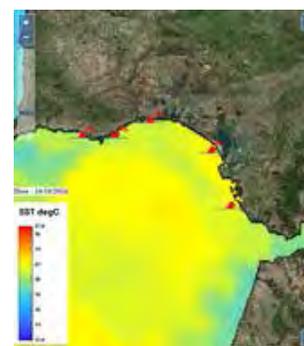


出所) ESA TEP WEBサイト

TEPのカバーする6分野

- 地上災害
- 沿岸
- 森林
- 水資源
- 極地方
- 都市・インフラ

SAFIの提供するデータ例(海水温)



出所) ESA WEBサイト