

ICTを活用した 宇宙利用のイノベーション創出について

平成29年1月13日

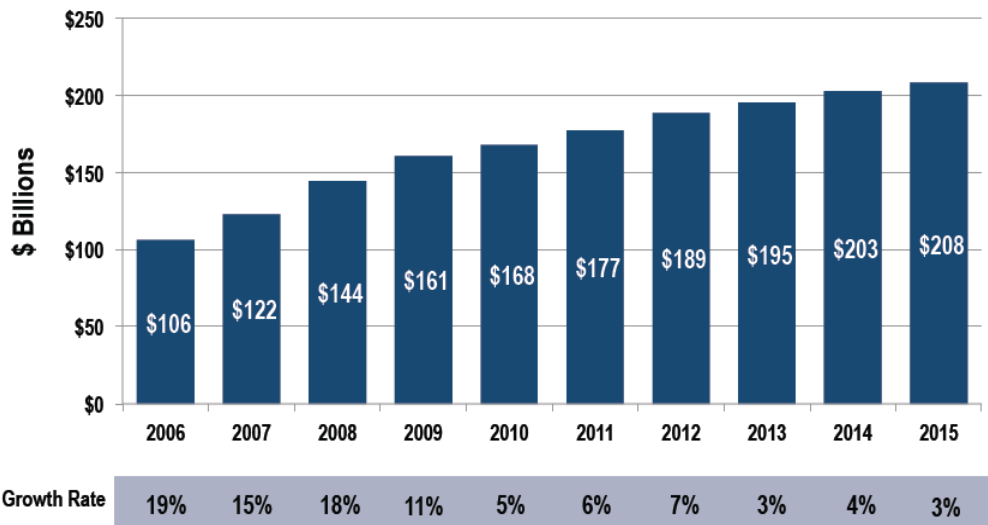
総務省情報通信国際戦略局

宇宙通信政策課

宇宙関連市場の現状

- 世界の宇宙産業市場は2,083億ドル(約22兆円;2015年)で、年成長率3%。
- 世界の宇宙産業市場のうち、政府向けが全体の7割、商用が3割を占める。
- 我が国の宇宙産業市場のうち9割弱は政府向けであり、世界と比較してより官需に依存傾向。
- 世界で運用されている人工衛星の機数では、通信・放送用途が半数以上を占め、リモートセンシング衛星が通信放送に次ぐ割合を占める。

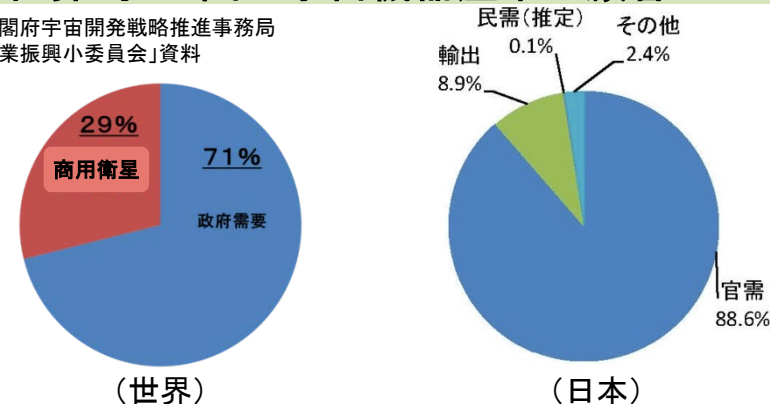
世界の宇宙産業の市場規模の推移



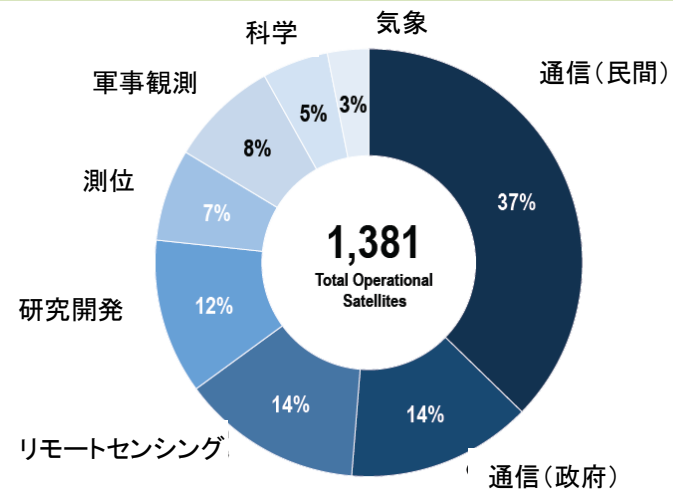
出典: “2016 State of the Satellite Industry Report”, June 2016, SIA/The Tauri Group

世界・我が国の宇宙機器産業の顧客

出典: 内閣府宇宙開発戦略推進事務局「宇宙産業振興小委員会」資料



運用中の人工衛星の機能別割合(2015年)



世界の宇宙機器企業(売上額上位)

- 世界の宇宙機器産業は、ロッキード、ボーイング、エアバス等、欧米企業が上位を独占。
- 我が国では、三菱電機が19位。

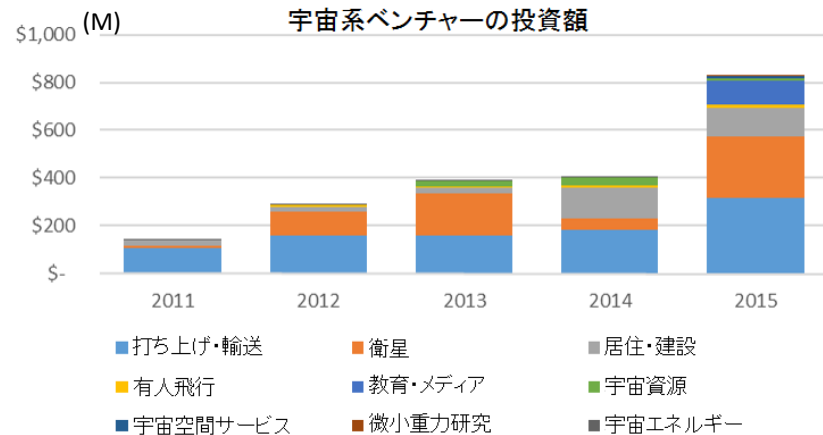
順位	企業名	売上額(百万\$)	事業概要
1	(米)ロッキードマーティン	11,440	衛星、ロケット、地上設備など
2	(米)ボーイング	8,673	衛星、ロケット、地上設備など
3	(欧)エアバス	6,428	衛星、ロケット、地上設備など
4	(米)ノースロップグラマン	5,008	衛星機器、地上設備製造、技術支援など
5	(米)レイセオン	4,629	衛星機器、技術支援、ソフトウェアなど
6	(米)ガーミン	2,760	GPS関連機器、ソフトウェア
7	(欧)タレスアレニアスペース	2,680	衛星、衛星関連機器など
15	(欧)アリアンスペース	1,311	ロケット打ち上げ
16	(米)スペースシステムロール	1,108	衛星製造
19	(日)三菱電機	930	衛星、衛星関連機器、地上設備製造など

世界における宇宙関連産業の新たな動き

- ▶ 近年、世界で宇宙関連事業に新規参入する企業が数多く設立。
- ▶ 世界の宇宙系ベンチャー企業への投資額は年間8億ドルを超え(2015年)、増加傾向にある。

サービス	企業名	創業年	国	売上等
通信	SpaceX	2002	米国	-
	LuxSpace	2004	ルクセンブルク	-
	Aprize Satellite	2004	米国	-
	Innovative Data Services	2006	米国	-
	Gom Space	2007	デンマーク	-
	03b Networks	2007	オランダ	-
	exactEarth	2009	カナダ	約10M カナダドル以上
	Kymeta	2012	米国	-
	OneWeb	2012	英国	-
	リモセン	Skybox Imaging	2009	米国
Planet Labs		2010	米国	-
Dauria Aerospace		2011	ロシア	-
Spire		2012	米国	-
Omni Earth		2014	米国	-
打上サービス	Blue Origin	2000	米国	-
	Garvey Spacecraft	2001	米国	-
	SpaceX (再掲)	2002	米国	約800M\$
	Masten Space Systems	2004	米国	約3M\$
	Rocket Lab	2007	NZ/米	-
	Stratolaunch Systems	2011	米国	-
	Generation Orbit	2011	米国	約2M\$
	Swiss Space Systems	2012	スイス/米	-
	Firefly Space Systems	2014	米国	-
宇宙旅行 (軌道輸送・ サブオービタル等)	XCOR Aerospace	2000	米国	-
	Virgin Galactic	2004	米国	約150M\$以上
	Booster Space Industries	2006	ベルギー	-
	SHIPinSPACE	2013	英国	-

サービス	企業名	創業年	国	売上等	
惑星探査 (火星・月面・ 小惑星資源)	Shackleton Energy	2008	米国	-	
	Astrobotic Technologies	2008	米国	-	
	Moon Express	2010	米国	-	
	Golden Spikes	2010	米国	-	
	Planetary Resources	2010	米国	-	
	Mars One	2011	オランダ	-	
	Deep Space Industries	2013	米国	-	
	Inspiration Mars	2013	米国	-	
	気象	Geo Optics	2005	米国	-
		Geo Met Watch	2008	米国	-
PlanetiQ		2012	米国	-	
ISS利用	Nano Racks	2009	米国	約3M\$	
	Urthe Cast	2011	カナダ	-	
	Zero Gravities Solutions	2013	米国	-	
宇宙服	Orbital Outfitter	2006	米国	-	
	Final Frontier Design	2010	米国	-	
打上仲介	Earth 2 Orbit	2008	インド	-	
	Nova Nano	2009	フランス	-	
	Space Flight	2010	米国	約0.2M\$	
	ECM Space Technologies	2010	ドイツ	-	



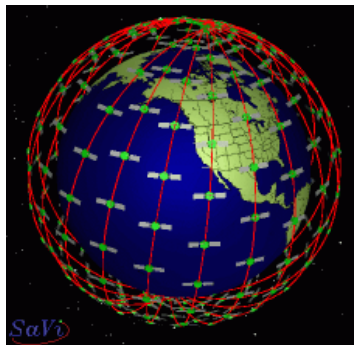
表は、内閣府『宇宙ベンチャー企業による宇宙利用拡大に関する動向調査 報告書』(2015年3月)のデータを元に編集したもの。

売上については、2013年、2014年のいずれかのもの。数字はHP等公開情報による

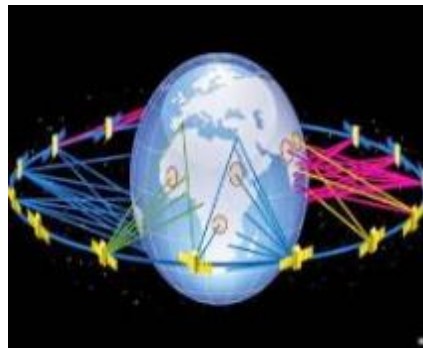
グラフ出典: Space Angels Networkホームページ

衛星コンステレーション計画

- ◆ 静止軌道(高度3.6万キロ)や低軌道に多数の衛星を配備することで、全球対応の通信網を構築する衛星コンステレーション計画が世界的に進展。
- ◆ Google等が出資するO3bは、インターネットアクセスのない30億人も含め全世界に通信環境を整備することを目的として2007年に設立。2014年からサービス提供を開始。
- ◆ OneWebは、周回衛星648機を配備することを目指す。大手Airbus等も出資。同社以外にも同種のビジネスが複数検討されている。



低軌道・周回衛星

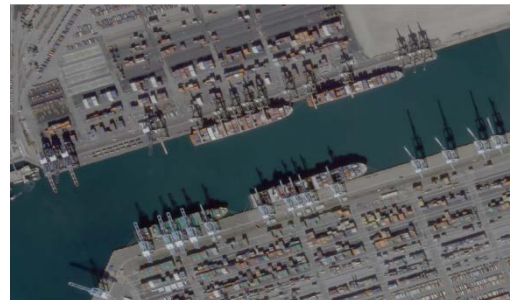


中軌道・赤道周回

(画像・データは公開資料から引用)

リモートセンシング衛星によるリアルタイム地球観測網

- ◆ 2014年Googleがシリコンバレー発ベンチャーSky Box社を5億ドルで買収(現在の社名はTerra Bella)。低軌道(高度500km前後)に多数の周回衛星を配備し、高頻度で地球観測(地表状況把握)を実施。
- ◆ 動画の撮像や数時間毎の変化の把握が可能となり、既存サービスとの連携により新たな顧客を見込む。
- ◆ このほか、PlanetLabs(米国NASAのOB)やSSTL(Surrey Satellite Tec Limited: 中国衛星を活用)など、米国を中心に同業ビジネスが展開。



(Terra Bellaのサービスイメージ 画像・は公開資料から引用)

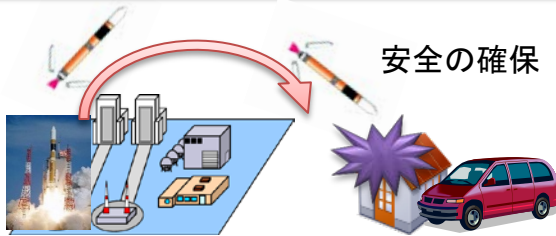
ロケット		リモートセンシング衛星			月面探査
インターステラテクノロジズ(株)	(株)カムイスペースワークス	(株)アクセルスペース	キャノン電子(株)	(株)ウェザーニューズ	(株) ispace
2013年、元ライブドア社長・堀江貴文氏が出資。北海道大樹町で6回打ち上げ実験。同年11月には、国内初の民間開発ロケット(江崎グリコのポッキーロケット)打ち上げ成功。	2006年、北海道大学や植松電機(北海道の宇宙部品メーカー)等の北海道民間企業により設立。カムイロケット(400kgf級)の打ち上げ成功。	東大発の衛星ベンチャー。2008年設立。三井物産やJSAT等が出資。本年8月、超小型衛星の宇宙実証を行うため、JAXAとの革新的衛星技術実証プログラムに関する契約を締結。	2012年から衛星ビジネス参入。100キロ以下1m分解能の超小型衛星の2016年以降の打ち上げを目指す。光学系は商用製品(EOS5D・PowerShot)を転用。	2013年11月にドニエプルロケット(ロシア)で、アクセルスペース等が開発した小型人工衛星の打ち上げに成功。北極海航路の運行支援や流氷情報などを海運会社に提供するほか、マラッカ海峡・中東沖における海賊被害防止対策に貢献。	2010年、月面探査を目標として設立。Googleによる国際宇宙開発レース「Google Lunar XPRIZE」に我が国で唯一応募し、2015年1月、中間賞(50万ドル)を獲得。東北大学等の研究機関とともに月面開発を目的とした「HAKUTO」プロジェクトも設立。

- 宇宙開発利用に関する宇宙条約等の実施や、我が国の宇宙産業の発達を推進するため宇宙関連2法を制定（平成28年11月16日公布）。

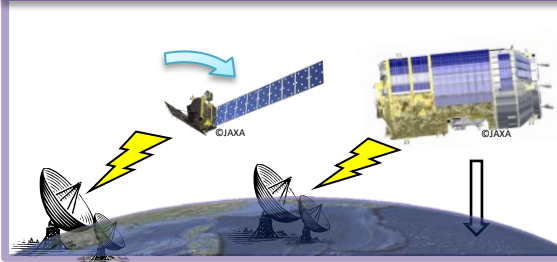
1. 宇宙活動法（人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律）

宇宙開発利用に関する諸条約の的確かつ円滑な実施と公共の安全の確保を図り、我が国の宇宙産業の健全な発達に資するための制度

1. 人工衛星等の打上げに係る許可制度



2. 人工衛星の管理に係る許可制度



3. 第三者損害賠償制度

打上げ実施者の負担

政府補償契約
(一定の金額)

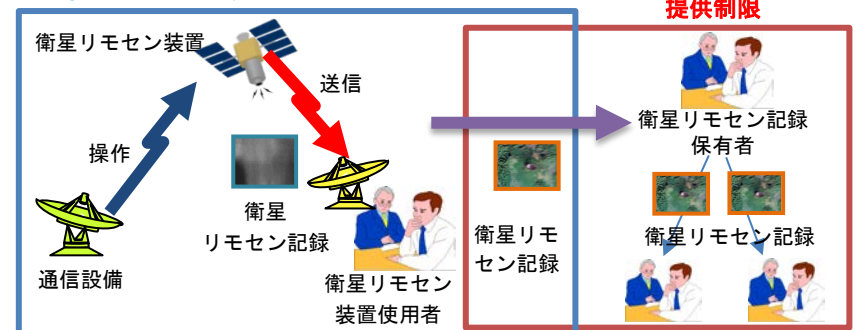
民間保険契約等
(ロケットの型式の設計、打上げ施設毎に定める金額)

事業者免責
(裁判所の斟酌)

2. 衛星リモセン法（衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保等に関する法律）

1. 衛星リモセン装置の使用の適正を確保するための制度を導入。
(例) 適格性確認、セキュリティ対策、使用終了時の措置等
2. 衛星リモセン装置により検出された衛星リモセン記録の提供に際して適正な取扱いを確保。
(例) 記録提供時の目的確認、提供先の制限等
3. 我が国及び国際社会の平和及び安全の維持のため特に必要があると認める場合等における衛星リモセン記録の提供を制限。

①衛星リモセン装置の使用に係る制度



②衛星リモセン記録の提供制限

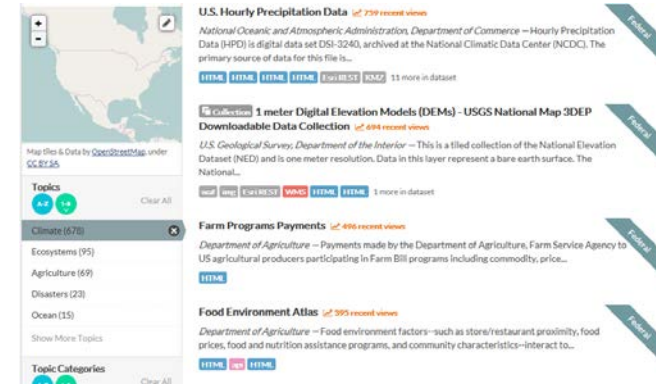


宇宙産業ビジョン

- 宇宙基本計画工程表(平成27年度改訂)において、「新規参入を促進し宇宙利用を拡大するための総合的取組」として、「宇宙機器・利用産業の将来動向や政府の関与の在り方に関する基本的視点(宇宙産業ビジョン)を整理することとされている。
- 平成29年春頃、とりまとめ予定。

Data.govによるオープンデータ

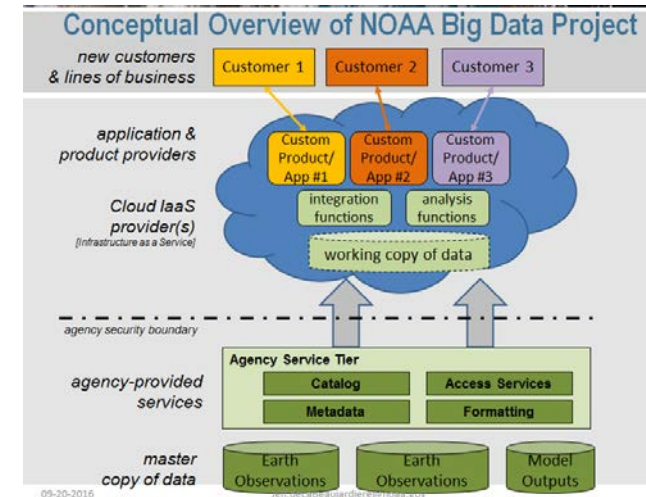
- ◆ 米国では、オバマ政権発足当初の2009年より、オープンデータ政策を推進。2013年5月、米国政府機関が保有するデータを原則オープンかつ機械読み取り可能な形での公開を義務づける大統領令を発令。
- ◆ 2009年5月、米国政府機関が保有する各種データのカタログサイト「Data.gov」立ち上げ。2016年12月現在、データセット数は192,883。NOAA(米国海洋大気庁)の気象衛星観測データ等を様々なデータ形式で公開。
- ◆ Data.govでは、従来の政府データ公開に加えて、一般ユーザによるデータ活用、アプリケーション開発を促進するためのAPI(注)による公開も一部のデータで実施。



(出典: Data.govサイト)

NOAAのビッグデータプロジェクト

- ◆ 2015年4月、NOAAは、1日あたり20テラバイト生成される衛星からの気象データに国民が自由にアクセスし、新たなサービスを創出するための環境をクラウドプラットフォーム上で提供するためのプロジェクトを立ち上げ。米国ICT企業5社(アマゾン、グーグル、IBM、マイクロソフト、オープンクラウドコンソーシアム)との連携を発表。
- ◆ 具体的に、現在、アマゾンのクラウドプラットフォームAWSにおいて、NOAAの次世代気象レーダー網(NEXRAD)のリアルタイムデータ及びアーカイブデータがオープン&フリーで提供されている。



NOAAプレゼン資料(2016年9月20日)より引用

(注)API (Application Programming Interface):

ソフトウェアやアプリケーションが持つ機能の一部を外部のソフトウェアやウェブサービスから簡単に利用できるようにしたインターフェース。APIによって提供されている機能は自分で開発する必要がないことから、プログラムの開発を省力化することが可能。

コペルニクス計画の概要

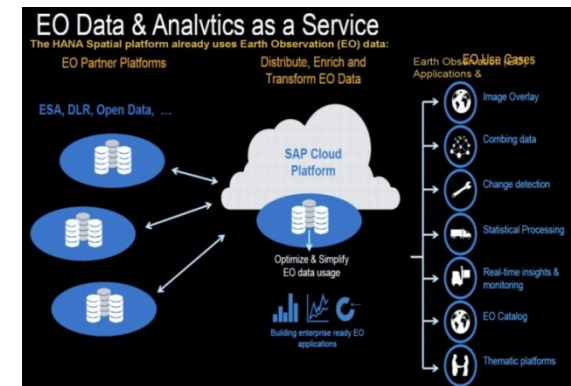
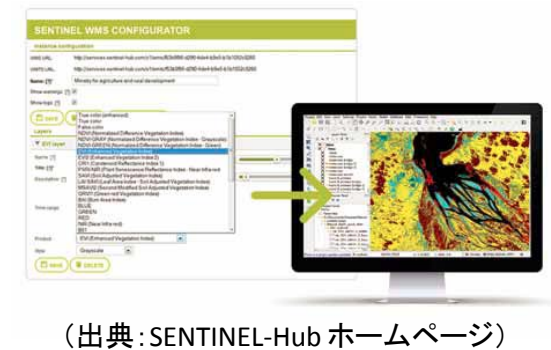
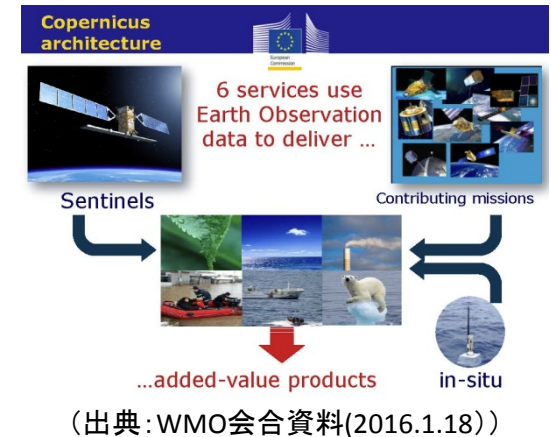
- ◆ コペルニクス計画は、欧州委員会とESA(欧州宇宙機関)が共同して、ESAや欧州各国が保有する地球観測衛星や地上設備等から取得される地球観測データを統合したデータ利用システムを開発・運営するプログラム。2012年12月、旧GMES計画からコペルニクス計画に改称。
- ◆ コペルニクス計画下で全地球レベルで取得される衛星画像等のデータは、EUの環境政策や安全保障政策等に活用。
- ◆ コペルニクス計画の新規衛星として、異なる種類のセンサーを搭載したセンチネル衛星(Sentinel-1~6)の整備を計画。現在、Sentinel-1A、1B、2A、3Aが運用中。
- ◆ センチネル衛星のデータは、原則無償で公開。

コペルニクス・マスターズ(商業アイデアコンテスト)

- ◆ 2011年5月、コペルニクス計画の革新的な商業アイデアを募集することを目的として、ESA等が共同でビジネスアイデアコンテストを設立。
- ◆ 2016年表彰では、スロベニアのソフトウェア会社のSinergise社の「Sentinel Hub」が大賞を受賞。
- ◆ Sentinel Hubでは、アマゾンが提供するクラウドサービス「AWS」を活用し、Sentinel-2衛星(マルチスペクトル光学衛星)の撮像データの処理、解析、配布サービスを提供。

観測衛星データプラットフォーム開発

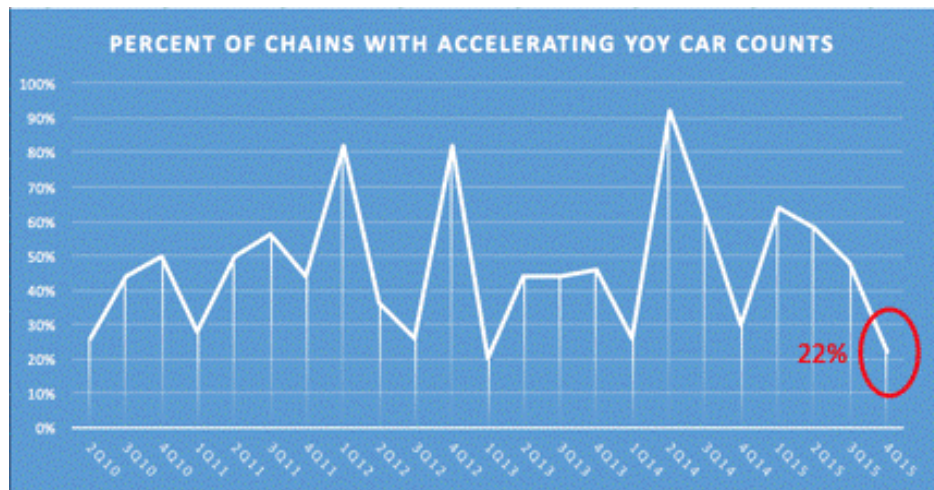
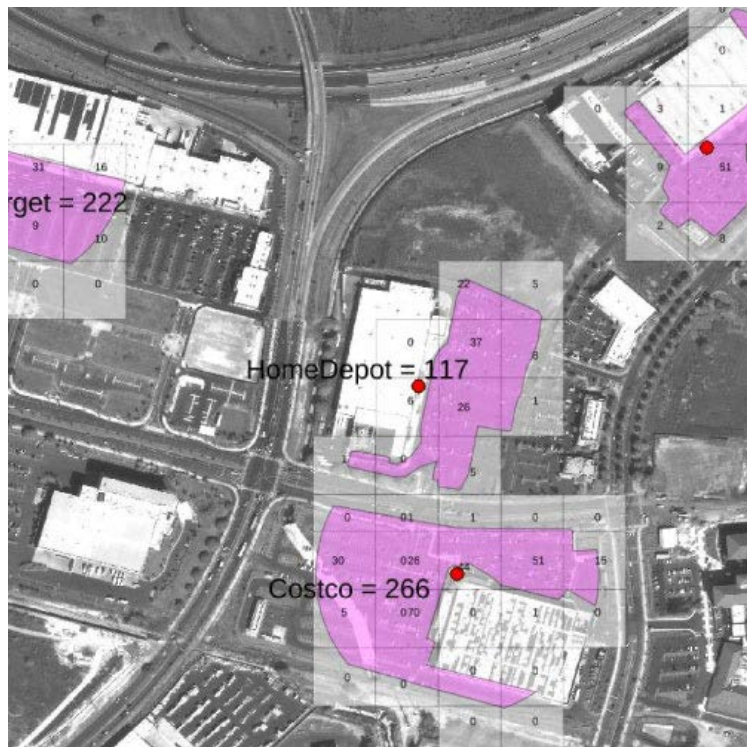
- ◆ 2016年11月、ESAはソフトウェア会社SAPとの間で膨大な地球観測データの迅速かつ効率的な活用を可能とする地球データ解析サービスを2017年第一四半期より提供(2016年末まで無料で試行提供)する旨発表。
- ◆ SAPが提供する「SAP HANA クラウドプラットフォーム」を活用。
- ◆ 本プラットフォームは、地球観測衛星データへのオープンなアクセスとAPIによるアプリケーション開発環境の提供により、異分野における新たなビジネス機会の創出を目的としている。



(出典: The Copernicus Value Chain Workshop資料 Dr. Engelbert Quack, SAP (2016.4 ブリュッセル))

宇宙分野のデジタルビジネスの事例①

～小売店舗の駐車場車両データを用いたマーケット情報分析～



クライアント：
 ・小売業
 ・ゼネコン・デベロッパー
 ・市場調査会社
 ・行政（地方自治体）等

Segment	Accel/Decel
Auto Parts	Deceleration
Department/Apparel	Acceleration
Discount	Deceleration
Electronics	Deceleration
Fast Casual Restaurants	Deceleration
Grocery	Deceleration
Home Improvement	Deceleration
Pharmacy	Deceleration
Sporting Goods	Deceleration
Super Stores	Deceleration

出所)Orbital Insight WEBサイトよりNRI作成

宇宙分野のデジタルビジネスの事例②

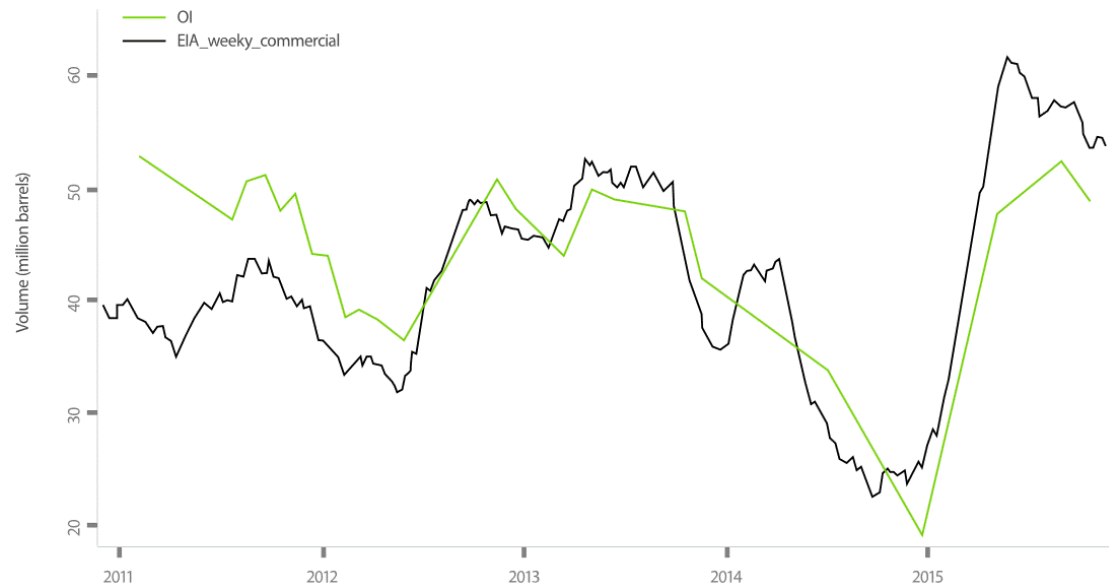
～オイル貯蔵インデックスのマーケット情報分析～



クライアント:

- ・エネルギー業
- ・行政(防衛)
- ・エネルギー系コンサル業 等

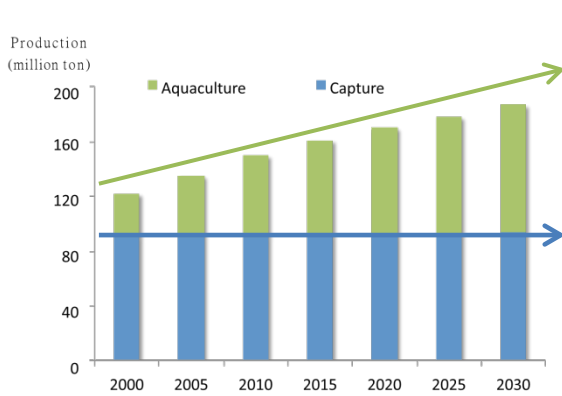
出所)Orbital Insight WEBサイトよりNRI作成



宇宙分野のデジタルビジネスの事例③ ～水産養殖業への活用事例～

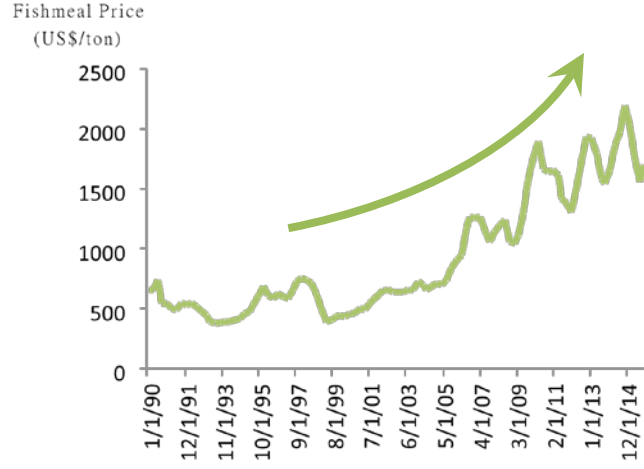
水産養殖業の市場動向

○水産養殖生産の世界の市場規模は13兆円。世界的なプロテイン需要を受けて急成長傾向にある。
○一方で、魚の餌代は需要逼迫により高騰を続け、生産コストの半分を占める。

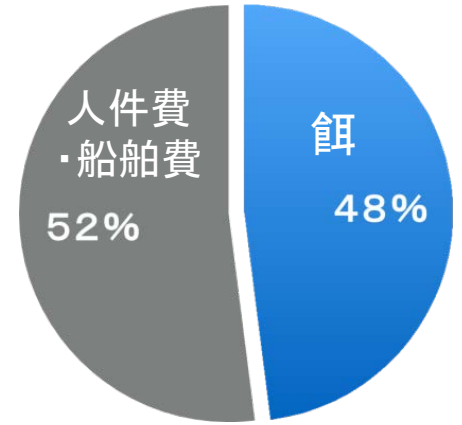


水産物漁獲高の推移

青:天然の漁獲高 緑:養殖生産量



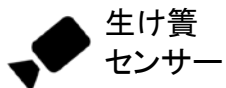
餌の原料価格の推移



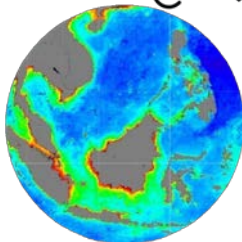
生産コストに占める餌代 ※サーモン養殖事業者

水産養殖業への宇宙データ活用事例

1 データ収集



・海洋環境
・魚群行動



・海面温度
・プランクトン分布
・赤潮発生状況

2 分析



生け簀内の定点観測データと衛星からの広域の海洋データを組み合わせ分析することにより、給餌量とタイミングを最適化

3 技術サポート



事業者向け
技術サポートの提供

背景・目的

- ◆ 近年、国内外で宇宙ビジネスに参入するベンチャーや非宇宙系企業が増加し、超小型衛星によるグローバル通信サービスや惑星探査プロジェクトに新規参入するなど、宇宙産業の裾野が拡大(参考資料参照)。
- ◆ IoT、ビッグデータ、AI、ネットワーク、センシング等、近年の情報通信技術(ICT)の急激な進化は、宇宙利用分野においても、新たなサイエンス、ビジネス、イノベーションの創造をもたらす可能性大。
- ◆ 我が国においては、平成28年度臨時国会において、宇宙関連二法案(宇宙活動法案及び衛星リモートセンシング法案)の審議が予定され、民間による宇宙ビジネスの本格参入に向けた法制度整備が進みつつあるところ。
- ◆ また、政府においては、宇宙産業の新規参入を促進し宇宙利用を拡大するための総合的取組として、「宇宙機器・利用産業の将来動向や政府の関与の在り方に関する基本的視点(宇宙産業ビジョン)」を整理する方針(宇宙基本計画工程表:平成27年12月 宇宙開発戦略本部決定)。
- ◆ 以上の観点から、宇宙分野のビジネス・イノベーションの創出に向けた宇宙とICTの連携(宇宙×ICT)の在り方や、国及び宇宙を含むICTの公的研究機関であるNICTにおける研究開発の推進方策等について検討し、世界に先駆けた超スマート社会(Society 5.0)の実現に資することを目的とする。

検討事項

- ◆ 宇宙×ICTが実現する新たなビジネス、社会像の検討
- ◆ 各宇宙分野(通信分野、リモートセンシング分野、宇宙環境計測分野、時空計測分野、宇宙探査分野 等)における重点研究課題の抽出
- ◆ 国及びNICTにおける役割、研究開発推進方策の検討 等

検討スケジュール(予定)

- ◆ 平成28年11月4日 : 懇談会立ち上げ、第1回会合開催
- ◆ 平成29年3月頃 : 中間とりまとめ
- ◆ 平成29年7月頃 : 最終とりまとめ

構成員

【座長】中須賀 真一

東京大学大学院工学系研究科 教授

【学識経験者】

- ・ 六川 修一 東京大学大学院工学系研究科 教授【座長代理】
- ・ 内野 修 国立研究開発法人国立環境研究所地球環境研究センター
衛星観測研究室衛星観測センターGOSATプロジェクト
検証マネージャ
- ・ 加藤 寧 東北大学電気通信研究機構 機構長
- ・ 草野 完也 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授
- ・ 坂井 丈泰 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
電子航法研究所 上席研究員
- ・ 永妻 忠夫 大阪大学基礎工学部・基礎工学研究科 教授
- ・ 吉川 真 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 准教授
- ・ 吉田 和哉 東北大学大学院工学研究科 教授

【ユーザ/ベンチャー】

- ・ 青木 一彦 スカパーJSAT株式会社宇宙・衛星事業本部
宇宙・防衛事業部 部長
- ・ 新井 邦彦 国際航業株式会社中央官庁事業推進室 地球情報担当部長
兼 地球観測データ利用ビジネスコミュニティ (BizEarth)
企画部 部長
- ・ 宇野沢 達也 株式会社ウェザーニューズ
減災プロジェクトリーダー (気象予報士)
- ・ 永島 隆 株式会社アクセルスペース 取締役
- ・ 金本 成生 株式会社スペースシフト 代表取締役
- ・ 来田 倍周 株式会社ジェノバ技術センター 課長
- ・ 佐藤 将史 株式会社野村総合研究所
社会システムコンサルティング部上級コンサルタント
- ・ 清家 康之 株式会社商船三井海上安全部船上ITグループ
グループリーダー
- ・ 辻 寿則 株式会社アストロテラス 代表取締役
- ・ Ferguson, Iain ロイズ・ジャパン株式会社 代表取締役社長
- ・ 三嶋 章浩 凸版印刷株式会社情報コミュニケーション事業本部
ソーシャルビジネスセンター渉外チーム 係長

【研究機関/メーカー】

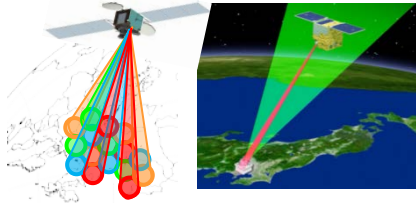
- ・ 安達 昌紀 日本電気株式会社 パブリックビジネスユニット
主席主幹
- ・ 門脇 直人 国立研究開発法人情報通信研究機構 執行役
- ・ 金谷 有剛 国立研究開発法人海洋研究開発機構 分野長代理
- ・ 塚原 克己 三菱電機株式会社宇宙システム事業部 事業部長代理
- ・ 内藤 一郎 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
第一宇宙技術部門衛星利用運用センター センター長
- ・ 中村 良介 国立研究開発法人産業技術総合研究所
人工知能研究センター地理情報科学研究チーム長

【オブザーバ】

- ・ 内閣府・文部科学省・農林水産省・経済産業省・環境省

宇宙

通信分野



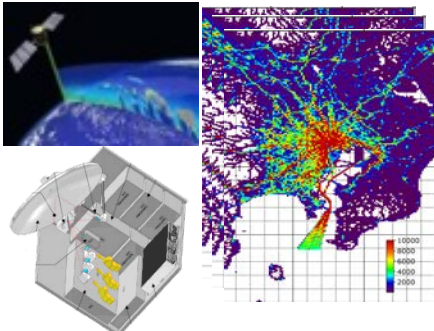
- ▶ 大容量通信に不可欠な電波・光衛星通信技術

時空計測分野



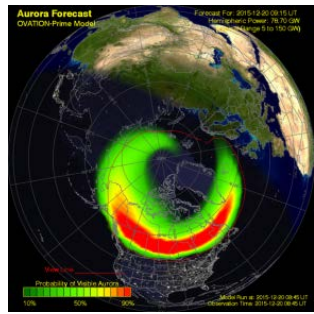
- ▶ 高精度な時間、位置測定技術

リモートセンシング分野



- ▶ 最先端の衛星センサー開発
- ▶ リモセンデータ解析技術

宇宙環境計測分野



- ▶ 安心・安全宇宙環境データ観測・解析技術



ICT

IoT



- ▶ IoTセンサーネットワーク技術

AI



- ▶ 脳機能に学んだ次世代人工知能

ビッグデータ

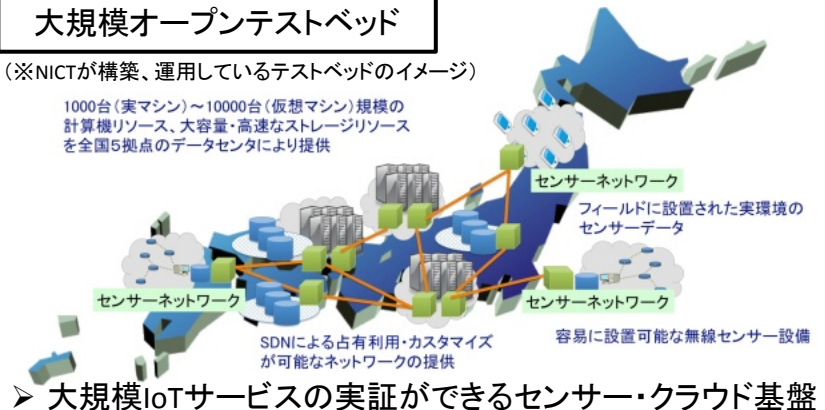


- ▶ シミュレーションと実測を組み合わせるビッグデータ同化

大規模オープンテストベッド

(※NICTが構築、運用しているテストベッドのイメージ)

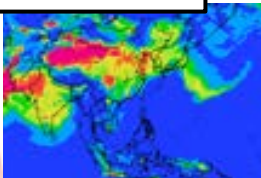
1000台(実マシン)~10000台(仮想マシン)規模の計算機リソース、大容量・高速なストレージリソースを全国5拠点のデータセンターにより提供



宇宙×ICTが創出するビジネス・イノベーションの推進方策を検討

(例)

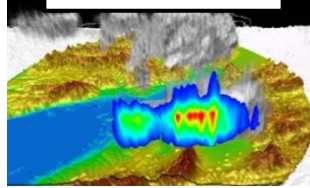
大気汚染予報



農業支援



災害予測



航路・海路情報支援



惑星資源探査



など