

# 4次元サイバーシティの活用に向けたタスクフォース 中間取りまとめ

4次元サイバーシティの活用に向けたタスクフォース  
平成30年5月17日

# 目次

---

第1章 検討の背景

第2章 衛星データ活用の現状・展望と課題

第3章 4次元サイバーシティの活用イメージ

第4章 今後の取組の方向性

参考 「宇宙利用に関するアイデアの募集」に対する応募アイデア

# 第1章

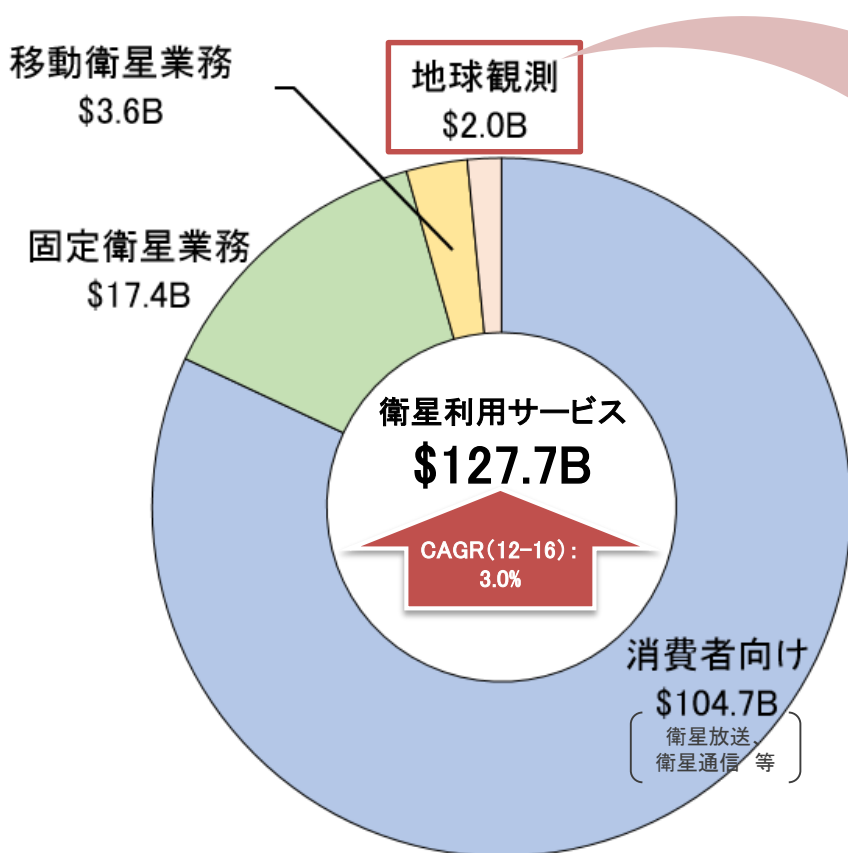
## 検討の背景

---

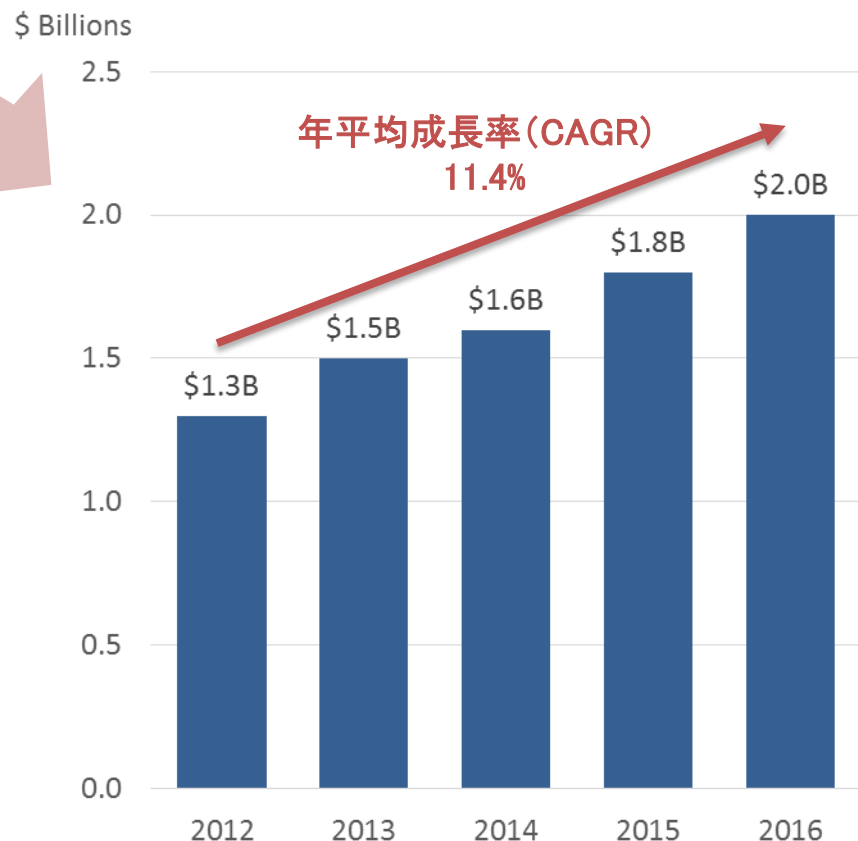
# 衛星データ利活用ビジネスへの期待の高まり

- 世界における衛星利用サービス市場は、通信・放送分野が大半。
- 近年は、リモートセンシング衛星による地球観測サービスの市場が急成長。
- 国内においても、平成28年11月の宇宙関連二法案の成立等を受け、今後の衛星データ利活用ビジネスの活性化が期待。

世界の衛星利用サービス市場の内訳(2016年)



世界の地球観測市場の推移(2012-16年)



# 政府保有衛星データの民間活用推進（海外動向）

- ▶ 欧米において、政府が保有するデータを公開し、民間における活用を促す動きが加速。

## 米国の動向

### USGSによるLandsatデータの一般公開

- 米国地質調査所(USGS)は、2009年からLandsatシリーズの衛星が取得したアーカイブデータを無償で公開。
- 2015年からは、広く一般に提供するためAmazon等複数の民間IT事業者のクラウドプラットフォームでも公開。

### NOAA Big Data Project (BDP)

- 米国海洋大気庁(NOAA)は、2015年に、政府のオープン・データ施策の一環として「NOAA Big Data Project(BDP)」を開始。
- NOAA保有の気象観測衛星(GOES、POES)等のデータの民間企業や研究者の利用促進を促すことで気候変動への対応力強化を目指すことを目的に、民間IT事業者5社(Google、Amazon、IBM、Microsoft、Open Cloud Consortium)のクラウドプラットフォーム上で無償公開。
- NOAAはあくまでデータ提供者であり、民間IT事業者がプラットフォームサービスを運営。
  - ✓ BDPパートナーは、プラットフォームの維持・開発を進めるとともに、3rdパーティのAP開発事業者を募集。
  - ✓ アプリケーション開発事業者は、プラットフォーム上で利用できるアプリケーションを開発。

## 欧州の動向

### Copernicus計画

- 欧州宇宙機関(ESA)とEUは地上、海上及び大気環境の監視と市民の安全向上を目指す全地球観測プログラム「Copernicus計画」を推進。
- この一環として地球観測衛星Sentinelシリーズ(Sentinel1~6)を運用中。
  - ✓ データ利用は研究・商用を問わず原則無償。
  - ✓ 2030年までに欧州の経済分野にて約300億ユーロの経済利益と約5万人の雇用創出を目指す。

### Copernicus DIAS

- データをクラウド上で統合的に利用できるプラットフォーム「Copernicus DIAS」の開発を推進中。
  - ✓ ESAから事業者にデータ提供するとともに事業費支援を予定。

### Copernicus masters

- 2011年から「Copernicus masters」というビジネスアイデアコンテストを実施、受賞アイデアには事業化に向けたサポートを、優秀なアイデアには賞金と衛星データを贈呈。

# 政府保有衛星データの民間活用推進（国内動向）

- 国内では、研究目的を中心に衛星データの利活用が進展。
- NICT、文部科学省及びJAXAは、気象衛星や地球観測衛星のデータを公開※。
- 今後の更なる産業利用促進に向けて、経済産業省が、政府衛星データのオープン&フリー化等を推進予定。

## 現在の主な衛星データ公開の取組

### NICTサイエンスクラウド ひまわり衛星プロジェクト

- 気象衛星による大容量データの分散アーカイブ及び公開等を通じた情報通信技術の開発及び実証実験を行うことを目的とし、科学研究用のクラウドシステムを構築。
  - ✓ データ及びアプリケーションの利用は非営利目的に限る。

### データ統合・解析システムDIAS(文部科学省)

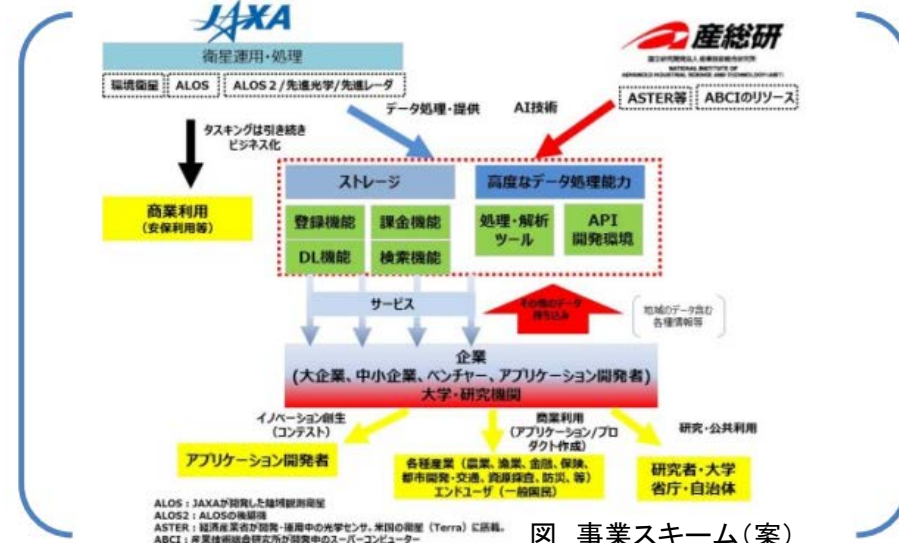
- 地球観測ビッグデータ(観測情報・予測情報等)を蓄積・統合解析し、気候変動等の地球規模課題の解決に資する情報システムとして開発。
  - ✓ データは、これまで、学術利用目的での提供。
  - ✓ 既に国際貢献や学術研究の場面で活用。
  - ✓ 平成28年度からは、民間企業等のニーズを踏まえ、産学官で活用が可能な地球環境情報プラットフォームの構築を推進。

### G-Portal (JAXA)

- JAXAの地球観測衛星及びセンサで取得された情報を処理し、インターネットを介してダウンロード可能。
  - ✓ 提供対象は、原則、無償配布対象の製品ののみ。
  - ✓ ただし、一部、研究者等の特定ユーザーだけが検索・ダウンロードできる製品も。

## 政府衛星データのオープン&フリー化及び利用環境整備(経済産業省)

- 政府衛星データのオープン&フリー化を行うとともに、AIや画像解析用のソフトウェア等を活用したデータプラットフォームの開発を推進。
  - ✓ 将来の民営化を前提に、当初は政府予算を投入し、下図の事業スキーム(案)で事業を実施することを想定。



出典：経済産業省「政府衛星データのオープン&フリー化及びデータ利用環境整備に関する検討会」報告書(平成29年10月27日)

※ そのほか、国立環境研究所が「GOSAT」のデータ([https://data2.gosat.nies.go.jp/index\\_ja.html](https://data2.gosat.nies.go.jp/index_ja.html))、千葉大学が「ひまわり」のデータ([http://www.cr.chiba-u.jp/databases/GEO/H8\\_9/FD/index\\_jp.html](http://www.cr.chiba-u.jp/databases/GEO/H8_9/FD/index_jp.html))を公開。

# 民間企業による衛星コンステレーションの構築

- 超小型衛星が低コストで打上げ可能になってきたことを背景に、国内外のベンチャー企業等により数十から数百機の衛星を連携させる「コンステレーション(星座)」の計画が数多く推進。

## 民間企業による衛星コンステレーションの事例

### Planet社(米)

- Planet社は、175以上の衛星(衛星名:Dove)を使って、1日で全陸地+島嶼部+近海部を撮影可能な常時地球観測体制を確立。
- 撮影後数時間でクラウド上に画像がアップロードされ、オンライン上で閲覧可能。

#### 主な仕様

衛星のサイズ	100 × 100 × 300 mm (5kg)
衛星数	175機以上
地上分解能	3.7m
観測幅	24km
再訪頻度	1日
観測波長帯	Blue / Green / Red / NIR

### アクセルスペース社(日本)

- アクセルスペース社では、50機の衛星(衛星名:GRUS)からなる地球観測網AxelGlobeの構築を目指す。
- これにより、1日1回、地球上の全陸地の約半分を撮影することが可能。
- 2018年に3機の衛星を打ち上げ、2020年までに10機以上、2022年には50機体制の完成を目標。

#### 主な仕様(予定)

衛星のサイズ	600 × 600 × 800 mm (100kg)
衛星数	50機(2022年予定)
地上分解能	パンクロマティック: 2.5m マルチスペクトル: 5.0m
観測幅	57km以上
再訪頻度	1日
観測波長帯	Blue / Green / Red / RedEdge / NIR

# 宇宙×AIによる価値創造の重要性

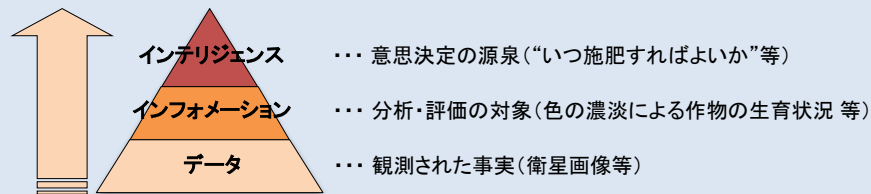
- 衛星データはデータ量の拡大と付加価値の高度化によりビッグデータ化。
- 地球規模の変化を素早く捉え、ビジネス等における意思決定に資するためにはAI等の技術の活用が不可欠。

## データ量の拡大

- 衛星に搭載されるセンサの高度化や衛星数の増加により、衛星から取得されるデータ量は拡大の一途。
  - ✓ 欧州宇宙機関(ESA)のSentinel計画では、軌道上の各衛星が最長15年間、1年につき1ペタバイト以上のデータをストリーミング。
  - ✓ アクセルスペース社の衛星コンステレーション計画「AxelGlobe」では、2022年までに50機の超小型衛星を軌道上に配置し、年間のデータ取得量は少なくとも8ペタバイトに及ぶ予定。
- 衛星コンステレーションによる広域かつ高頻度の観測の実現により、時系列に沿って大量のデータが蓄積・活用可能になる傾向。

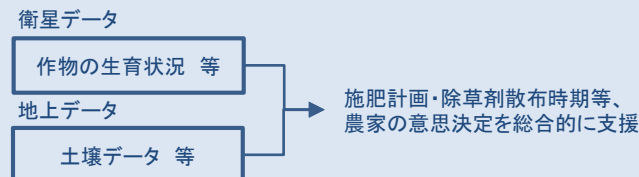
## 提供価値の高度化

- データ提供だけでなく意思決定に資する“インテリジェンス”の提供へ。



- 地上データと統合するなど付加価値をつけたサービスやソリューションの出現

<農業ソリューションの例>



AIを活用した効率的な時間差分抽出等が衛星データ利活用拡大の鍵。



# 「宇宙×ICTに関する懇談会」における提言

- 総務省において、宇宙利用に先駆的なイノベーションをもたらすサービスや産業を活発化するため「宇宙×ICTに関する懇談会」を開催。
- 「宇宙×ICT総合推進戦略」の一つとして、宇宙データ利活用推進戦略を提言。
- 宇宙データ利活用推進戦略の中で、「4次元サイバーシティ」の構築の潜在性・実用性を検討することが適当とされた。

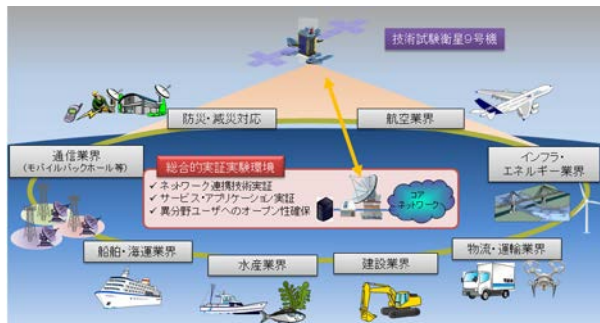
## ① 宇宙データ利活用推進戦略

- ◆ NICTテストベッドを活用した宇宙データと地上系データの連携による新たなビジネス・アプリケーション創出のための環境を整備。



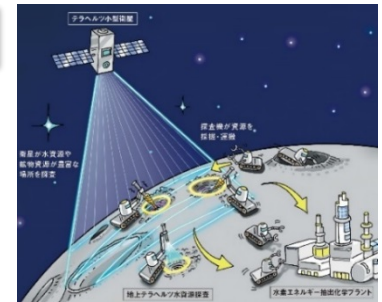
## ② ブロードバンド衛星通信推進戦略

- ◆ 2021年の打上げに向け現在開発中の技術試験衛星9号機(ETS-9)を活用し、衛星通信と5G・IoTとの連携サービス・アプリケーション開発のための環境を整備。



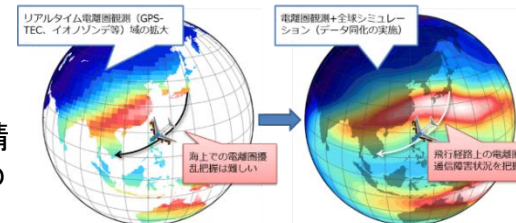
## ③ ワイヤレス宇宙資源探査推進戦略

- ◆ 非常に高い周波数帯(テラヘルツ技術)を用いて、月・惑星における資源探査を可能とする超小型ワイヤレスセンシング技術を開発。



## ④ 宇宙環境情報推進戦略

- ◆ 準天頂衛星等の測位サービスの海外展開に向け、測位精度の高度化を可能とするための電離圏モデル予測技術について研究開発を促進。

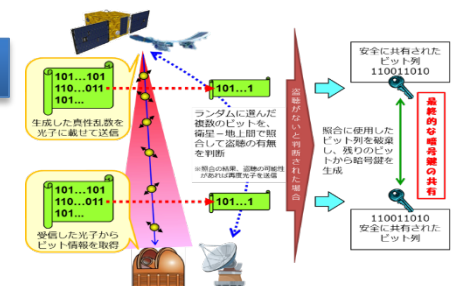


- ・ 全球モデルとの融合により、電離圏観測の空白領域を埋めることが可能となる。
- ・ 観測データを同化するることにより、全球モデルの再現精度が向上する。

出典:「宇宙×ICTIに関する懇談会(第4回)」NICT発表資料(平成29年2月1日)

## ⑤ 基盤技術研究開発推進戦略

- ◆ 人工衛星を標的としたサイバー攻撃から防御するための衛星回線向け暗号技術を開発。

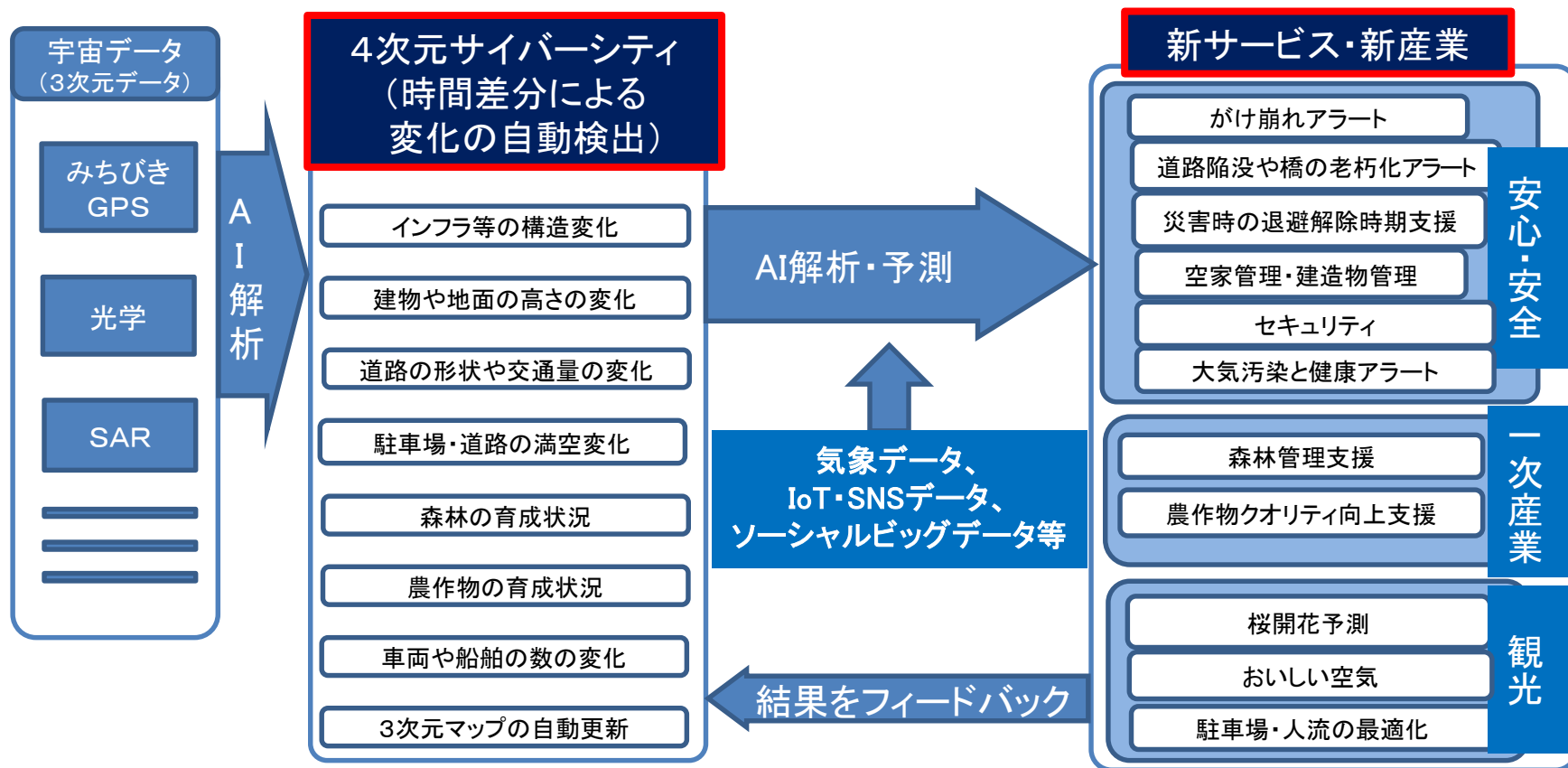


出典:「宇宙×ICTIに関する懇談会」報告書を元に作成。

# 宇宙×AIによる4次元サイバーシティの構築

- 宇宙データ(衛星による測位データや観測データ)を活用し、AI解析で変化の自動検出を行うことにより、3次元+時間差分からなる“4次元サイバーシティ※”を構築。
- 4次元サイバーシティと既存のデータとを組み合わせることにより、安心・安全や一次産業、観光等の促進に資する新サービス・新産業を実現。

※ 測位データや衛星データによる3次元空間の把握と、AI解析による時間的変化の自動抽出により、4次元(3次元+時間差分)的に様々な情報の把握を可能とするもの。



AI(Artificial Intelligence): 人工知能  
 GPS(Global Positioning System): 衛星測位システム  
 SAR(Synthetic Aperture Radar): 合成開口レーダー

## 第2章

# 衛星データ活用の現状・展望と課題

---

# 日米欧の主要な地球観測衛星

➤ 各国・地域とも、政府系衛星は充実。欧米地域では、民間系衛星も数多く運用。

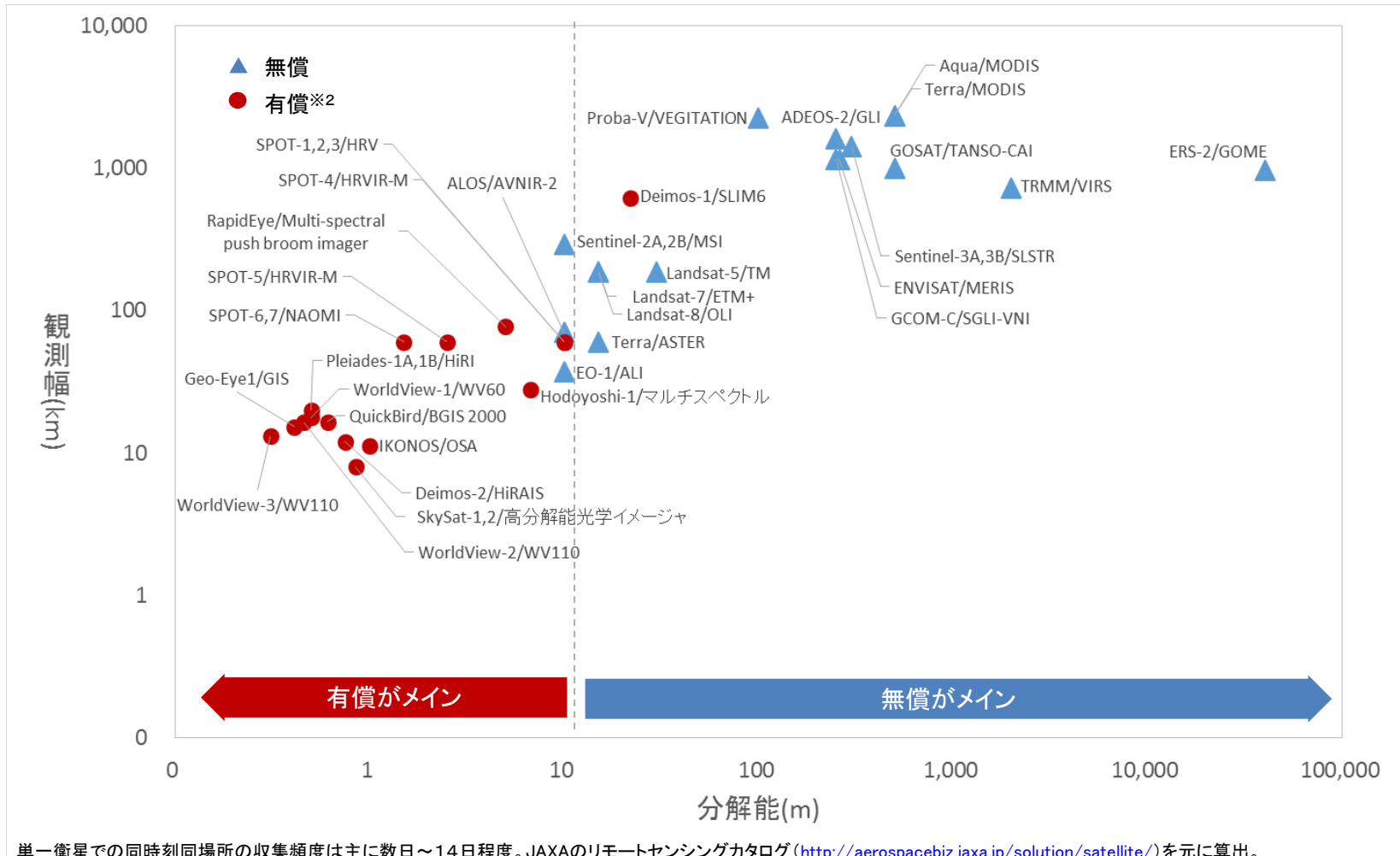
主な地球観測衛星一覧

	日本	米国	欧州	その他
政府系	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALOS-2</li> <li>• GCOM-W</li> <li>• GOSAT</li> <li>• ひまわり(8,9)※</li> <li>• ALOS(運用終了)</li> <li>• GCOM-C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EO-1</li> <li>• NOAA※</li> <li>• Landsat(7,8)</li> <li>• Landsat(5は運用終了)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COSMO-SkyMed(1,2,3,4)(伊)</li> <li>• Pleiades(1A,1B)(仏)</li> <li>• Proba-V(ESA)</li> <li>• Sentinel(1A,1B, 3A,3B)(EU)</li> <li>• Sentinel(2A,2B)(ESA)</li> <li>• Tandem-X(独)</li> <li>• Terra-SAR-X(独)</li> <li>• ENVISAT(ESA:運用終了)</li> <li>• ERS-2(ESA:運用終了)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FORMOSAT-2(台)</li> <li>• GPM(日・米)</li> <li>• RADARSAT-2(加)</li> <li>• Terra(日・米・加)</li> <li>• ADEOS-2(日・米・仏:運用終了)</li> <li>• RADARSAT-1(カナダ:運用終了)</li> <li>• TRMM(日・米:運用終了)</li> <li>• Aqua(日・米・伯)(AMSR-Eセンサは運用終了)</li> </ul>
民間系	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hodoyoshi-1</li> <li>• WNISAT(1,1R)</li> <li>• ASNARO(1,2)</li> <li>• CE-SAT- I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dove</li> <li>• Geo-Eye-1</li> <li>• Planet</li> <li>• QuickBird</li> <li>• SkySat(1,2)</li> <li>• WorldView(1,2,3)</li> <li>• IKONOS(運用終了)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deimos(1,2)(西)</li> <li>• RapidEye(独)</li> <li>• SPOT(6,7)(仏)</li> <li>• SPOT(1,2,3,4,5)(仏:運用終了)</li> </ul>	

※ 気象観測衛星

# 主要衛星の光学センサの性能※1

- 光学センサでは約10mの精度まで無償利用が可能。
- 有償なら約0.5mの精度の情報まで利用可能。



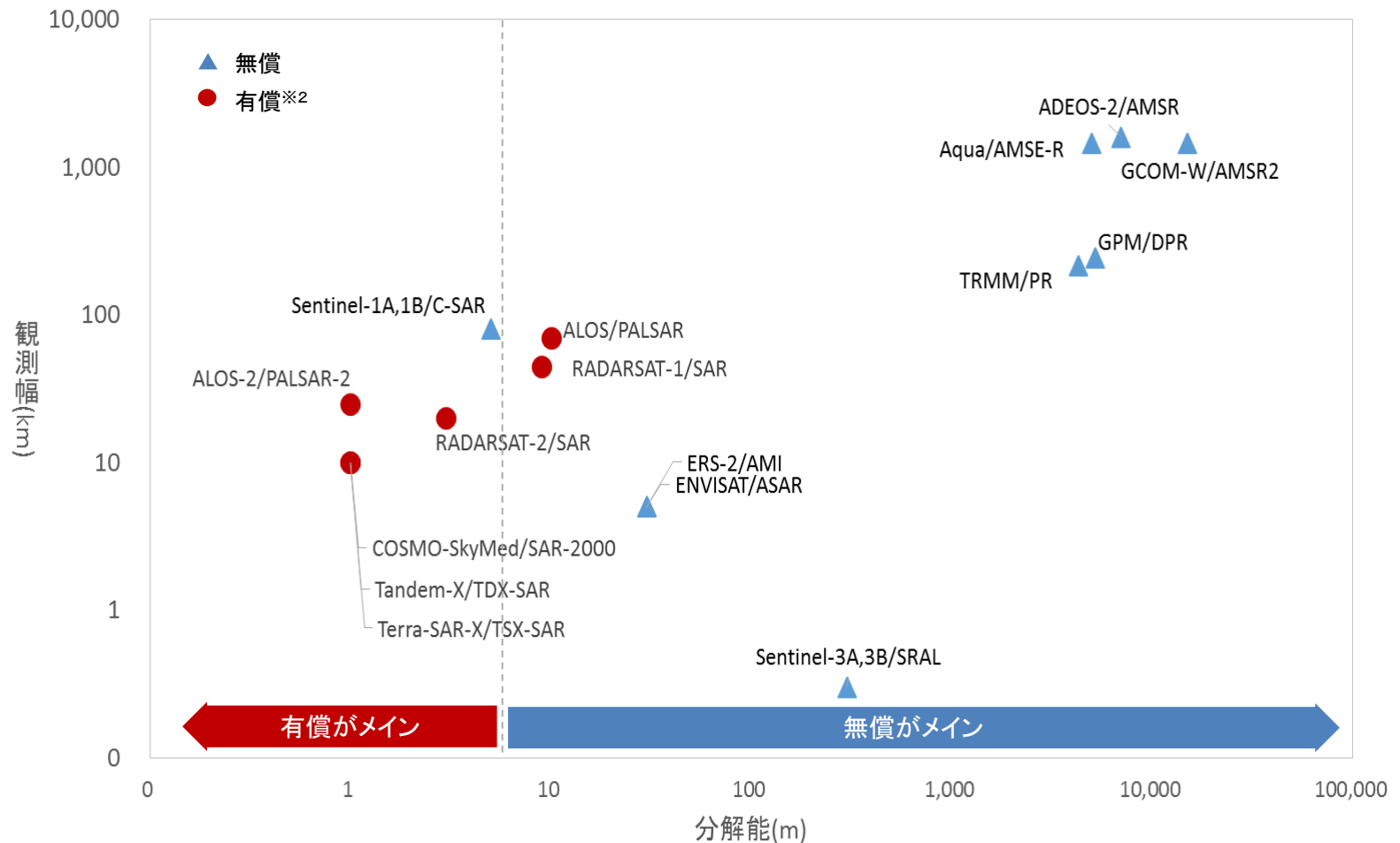
※1 単一衛星での同時刻同場所の収集頻度は主に数日～14日程度。JAXAのリモートセンシングカタログ(<http://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/satellite/>)を元に算出。

※2 宇宙技術開発株式会社ウェブサイト(<http://www.sed.co.jp/sug/contents/price/sample.html>)を参考に概算した結果、10万円程度が有償での最低価格。

出典: JAXAのリモートセンシングカタログ(<http://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/satellite/>)及びRESTECウェブサイト(<https://www.restec.or.jp/satellite/aqua>)を元に作成。

# 主要衛星のマイクロ波センサの性能※1

- マイクロ波センサでは約5mの精度まで無償利用が可能。
- 有償なら約1mの精度の情報まで利用可能。



※1 単一衛星での同時刻同場所の収集頻度は主に数日～14日程度。JAXAのリモートセンシングカタログ (<http://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/satellite/>) を元に算出。

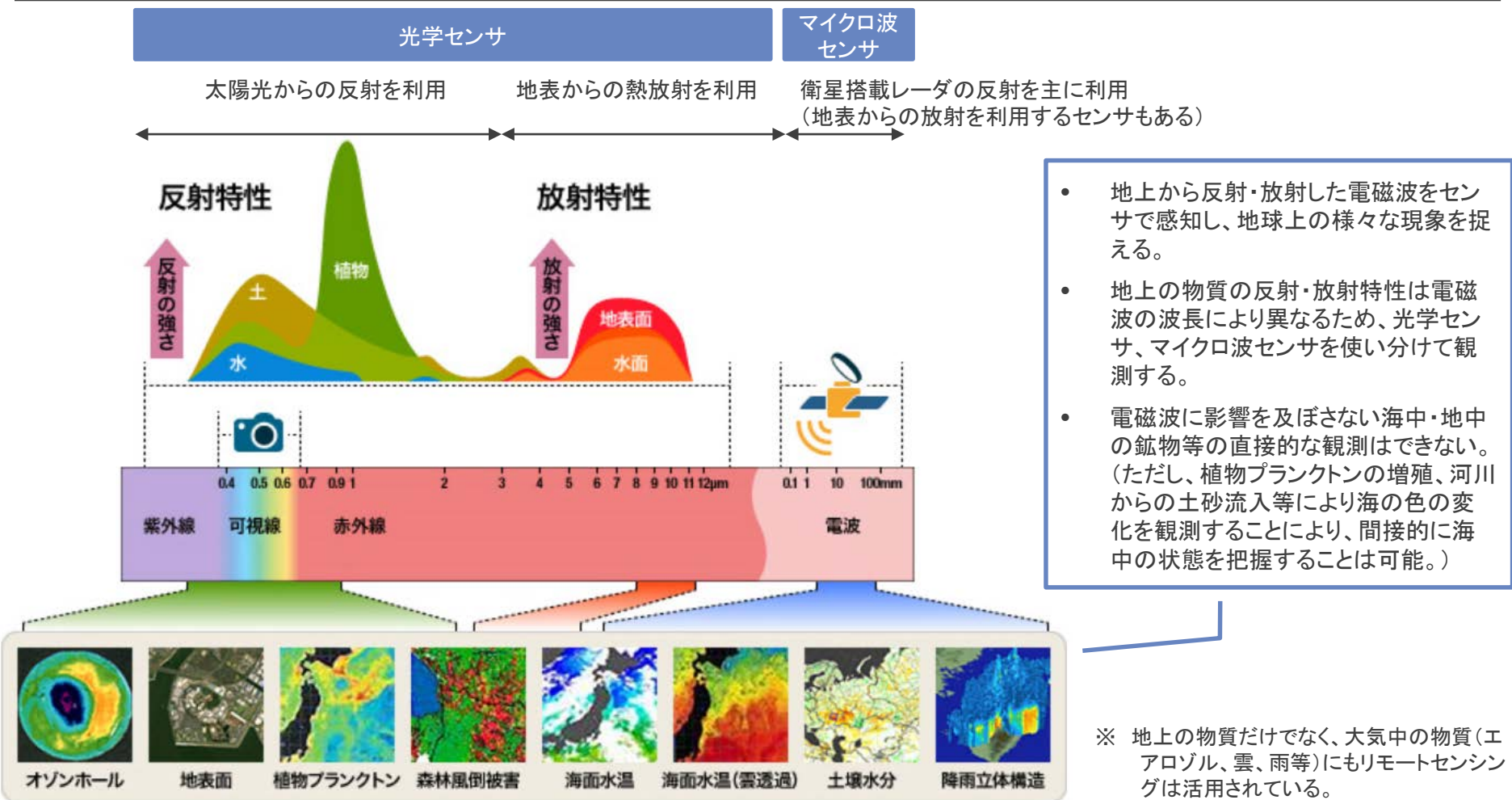
※2 宇宙技術開発株式会社ウェブサイト (<http://www.sed.co.jp/sug/contents/price/sample.html>) を参考に概算した結果、10万円程度が有償での最低価格。

出典: JAXAのリモートセンシングカタログ (<http://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/satellite/>) 及びRESTECウェブサイト (<https://www.restec.or.jp/satellite/aqua>) を元に作成。

# (参考) 衛星に搭載される主要なセンサの分類

- 地上のあらゆる物質は、電磁波を受けると物質の性質に応じた反射の強さや放射の強さを持つ。
- これらの特徴が、様々な分野でリモートセンシングで活用※。

リモートセンシング利用例



- 地上から反射・放射した電磁波をセンサで感知し、地球上の様々な現象を捉える。
- 地上の物質の反射・放射特性は電磁波の波長により異なるため、光学センサ、マイクロ波センサを使い分けて観測する。
- 電磁波に影響を及ぼさない海中・地中の鉱物等の直接的な観測はできない。(ただし、植物プランクトンの増殖、河川からの土砂流入等により海の色の変化を観測することにより、間接的に海中の状態を把握することは可能。)

※ 地上の物質だけでなく、大気中の物質(エアロゾル、雲、雨等)にもリモートセンシングは活用されている。

# (参考) 衛星に搭載される主要なセンサの分類

▶ 利用する電磁波の種類(光／マイクロ波)で大別すると、それぞれの特徴は下表の通り。

種類	観測方法※2	センサ	特徴	利用例
光学センサ	受動型	<ul style="list-style-type: none"> <li>光学画像センサ</li> <li>スペクトロメータ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マイクロ波センサより高い解像度を持つ画像データを収集できる</li> <li>細かい波長間隔で特定点のデータ(非画像データ)を取得できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂漠化した土地の識別、都市の表面温度・海面温度・エルニーニョ発生の把握等</li> <li>洪水氾濫状況と水稻の被害把握、鉱物マップ作成、乾燥地の植生把握、温室効果ガスの測定等</li> </ul>
	能動型	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライダー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レーダでの検出が難しい大気中の雲やエアロゾルや黄砂等の微量粒子、特定の原子、分子、イオンの濃度も観測できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>氷河の氷の高さ、大気中の雲、エアロゾル、黄砂等の把握等</li> </ul>
マイクロ波※1センサ	受動型	<ul style="list-style-type: none"> <li>マイクロ波放射計(画像型: イメージャ、非画像型: サウンダ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>光学センサでは観測が困難な雲の多い地域、昼夜問わず観測可能で、対象物の温度などがわかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林火災検知、気象予報の精度向上、漁場情報の提供等</li> </ul>
	能動型	<ul style="list-style-type: none"> <li>レーダ(例: 合成開口レーダ、マイクロ波高度計、マイクロ波散乱計、降雨・雲レーダ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受動型と同様に雲の多い地域や昼夜問わず観測可能で、対象物の位置情報がわかるだけでなく、形状などがわかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降雨観測(気象予報)、地形図作成(空中写真撮影が困難な離島含む)、ハザードマップ作成、地震の家屋倒壊率、洪水氾濫状況・水稻の被害・油汚染状況(例: メキシコ湾の原油流出)把握、洋上風力発電の資源推定、海上風推定、漁場探査等</li> </ul>

※1 一般的に、数100MHz～数10GHzの周波数(波長換算で0.001m(=1mm)～1m)の電磁波を指す。

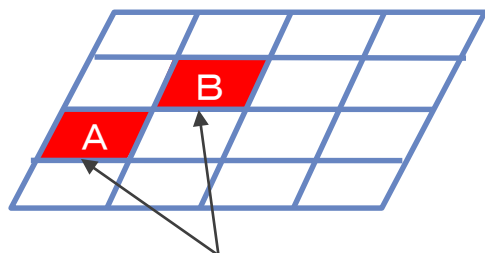
※2 ここで、受動型は、アンテナと受信機で構成され、観測対象自身から放射または反射・散乱される電磁波を観測するものを指し、能動型は、電磁波送信機と受信機、アンテナで構成され、電磁波を衛星センサから観測対象に向けて放射しその反射を観測するものを指す。



# (参考) リモートセンシングから得られる情報

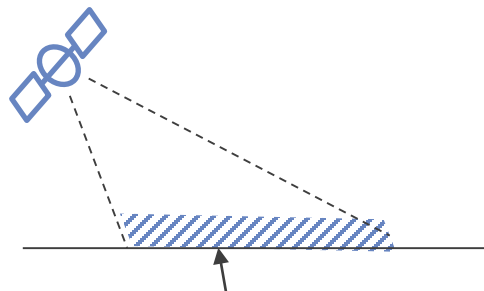
➤ 衛星や搭載されるセンサごとに、分解能・観測幅・回帰日数が異なるため、取得したいデータに応じた使い分けが必要。

(1) 分解能



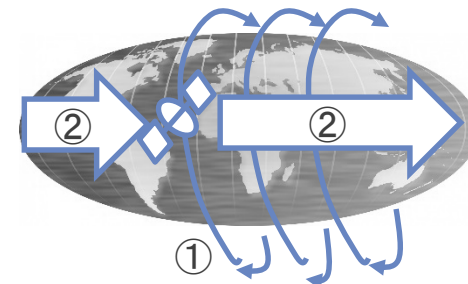
同じ区画内にある対象は区別できないが、区画A、Bの区別は可能

(2) 観測幅



一度に観測可能な領域

(3) 回帰日数

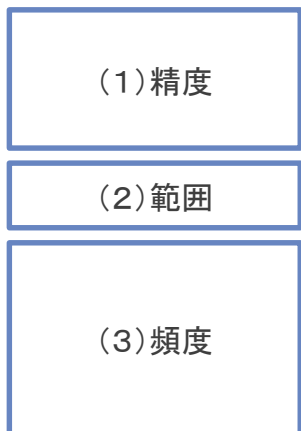
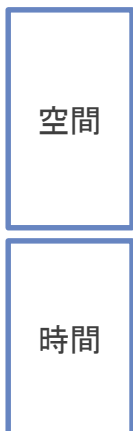
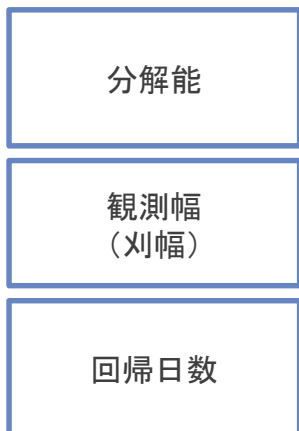


準回帰軌道では1日に何度も①方向に回転しながら数日かけて元の位置に戻る②の移動を行う

## 衛星やセンサの諸元

## 衛星から得られる情報

## 概要



- センサ特性(前頁にて説明)と地図データとの対応から地形、物質の形状や大きさ、広がり、標高情報を把握し、空間情報を抽出することができる
- センサで検知した電磁波の反射・放射・散乱等の波長の強度から対象物の特性を抽出することができる

- 一般的な地球観測衛星では同一時刻に撮影された画像を繰り返し取得可能なため、複数回の観測により時間情報を抽出することができる

## (参考) 衛星リモートセンシングにより捕捉可能な事象及び測定量

- 陸・海・空域ごとに、衛星センシングにより捕捉可能な事象及び測定量は、下表に例示するようなものが挙げられる。

捕捉可能な事象及び測定量(例示)

	形状	色	温度※ <sup>1</sup>	その他※ <sup>2</sup>
空域 (大気)	層状雲、対流雲、積乱雲等	雲、台風、火山灰等	降雨強度、雲頂の高さ、雲頂温度、大気温度等	地殻変動、黄砂、火山噴煙、大規模な山火事等
陸域	地表標高、地形変化、住宅、自動車等	雪面・海面・地面、土壌の肥沃度、都市部コンクリート、砂地、広葉樹林、牧草地、積雪等	土壌の水分量、雪・舗装面の表面温度等	土地の浸水状況、地質等
海域 (海上)	海面高度、波高、波浪、海流変動、船舶等	海、浅水域での水深、濁度、透明度、海藻、海草等	海面水温、海面塩分等	海面変位、海水、海上風(向き・速度)等

※<sup>1</sup> 温度測定から推定可能な事象も含む。

※<sup>2</sup> 形状、色及び温度を併せた複合的解析(例:画像の時間差分)から判別できる事象、又は形状、色及び温度以外の測定量から判別できる事象。

# 衛星データ利活用における現状と課題

## 衛星データ利活用の現状

衛星から取得できるデータは質・量とも充実してきているにも拘わらず、一部の専門家しか活用しきれていない。

## 将来像

課題解決や価値向上のツールの一つとして、専門知識がなくとも衛星データを幅広い領域で容易に活用可能。

## 現状の課題

### ①データ利用環境の整備が進んでいない

- 必要なデータのありかや利用方法が明らかでない。
- データ処理に掛かる時間・コストの負担が大きく、処理済データの公開が進みづらい。
- 継続的にデータ取得できる見込みがたたない。

### ②データ解析に専門知識を要する

- 非宇宙系事業者が扱うためには高次の付加価値処理されたデータが必要。
- 効率的な変化量抽出が実現されていない。

### ③衛星データの利活用領域が限定的

- 幅広い領域で役立つ可能性のある多様な衛星データがあるにも拘わらず、衛星データの利活用先が十分に理解されていない。
- そもそも、衛星データが利用可能であることすら、専門家や研究者以外の人には、あまり知られていない。

## 目指す姿

### ①多様な衛星データ等にアクセス可能な環境

- 必要なデータへのアクセスや所望の情報の利用が可能になる。
- 期間の空白なく、計画的に十分な頻度・精度で処理済データが取得できる。

### ②簡易に解析を実施できるツールやAIの活用

- 画像解析等の専門知識がなくとも、簡易に時系列変化を抽出できるツールやAIが活用できる。
- 必要に応じ、複数のデータを統合し、横串で分析・解析できる。

### ③幅広い領域における利活用ビジネスの創出

- 幅広い領域における具体的なユースケースを確立する。
- 多くの事業者によって様々な地上系データ等と組み合わせたサービス・アプリケーションが生まれる。

# 「宇宙利用に関するアイデアの募集」に対する応募結果

- 政府が、目指すべき方向性や短期的に取り組むべき方策について、「4次元サイバーシティの活用に向けたタスクフォース」での検討に先立ち、広く宇宙利用に関するアイデアの募集を実施。アイデア募集に対する応募結果は下表のとおり。

<参考:募集内容>

- 宇宙データ(衛星による測位データや観測データ)の利活用による新サービス・産業等について

(募集期間:平成29年12月26日～平成30年1月23日)

例1 既存又は近い将来的に利用可能となる3次元空間を把握するデータ(測位、光学センサ、SARのデータ等)の利用方法(4次元サイバーシティの最適な形態を含む。)や4次元サイバーシティと既存データ(地上系データ及び3次元空間を把握するデータ以外の宇宙データ)との組合せにより創出される新サービス・新産業に関するもの

例2 宇宙データの利活用を推進・高度化させるための研究開発の在り方や研究機関の役割

表 応募アイデア一覧

応募者 <sup>※1</sup>	個人・団体	アイデア名	分野
ForesTrade	団体	地球スケールの津波の規模及び到達時間の見える化四次元空間MiracleEarth	防災
アジア航測株式会社	団体	土砂の移動監視と崩壊リスク融合による予兆アラート(災害予測)	
個人①	個人	衛星を使ったがけ地のモニタリング・崩壊予知・警報発信	インフラ管理
千葉県役所 <sup>※2</sup>	団体	自治体における衛星データの利活用モデル	
IMESコンソーシアム	団体	屋内空間におけるGNSSに同期した時刻インフラの実現	
個人②	個人	衛星を使った都市の3Dモデリング	農林水産
個人③	個人	気象・大気環境・食料生産統合予測システムの構築	
三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 <sup>※3</sup>	団体	衛星データを活用したキレイな空気指標とそれを用いたビジネス	環境
個人④	個人	衛星データを用いたPM2.5, オキシダント等越境汚染予測	
野村総合研究所	団体	宇宙データ利活用促進のための推進組織構築	組織整備
個人⑤	個人	宇宙データ利活用を念頭に置いた新しい組織・体制	
個人⑥ <sup>※4</sup>	個人	「宇宙利用推進センター」の設立	
NTT空間情報株式会社	団体	衛星画像ビックデータ解析ソリューション	データ解析

※1 団体及び個人から、14件の応募。(ただし、1件はアイデア名等の一覧への掲載も不可。)

※2 資料非公開及びプレゼンテーション不可。 ※3 資料非公開。 ※4 プレゼンテーション不可。

## 第3章

# 4次元サイバーシティの活用イメージ

---

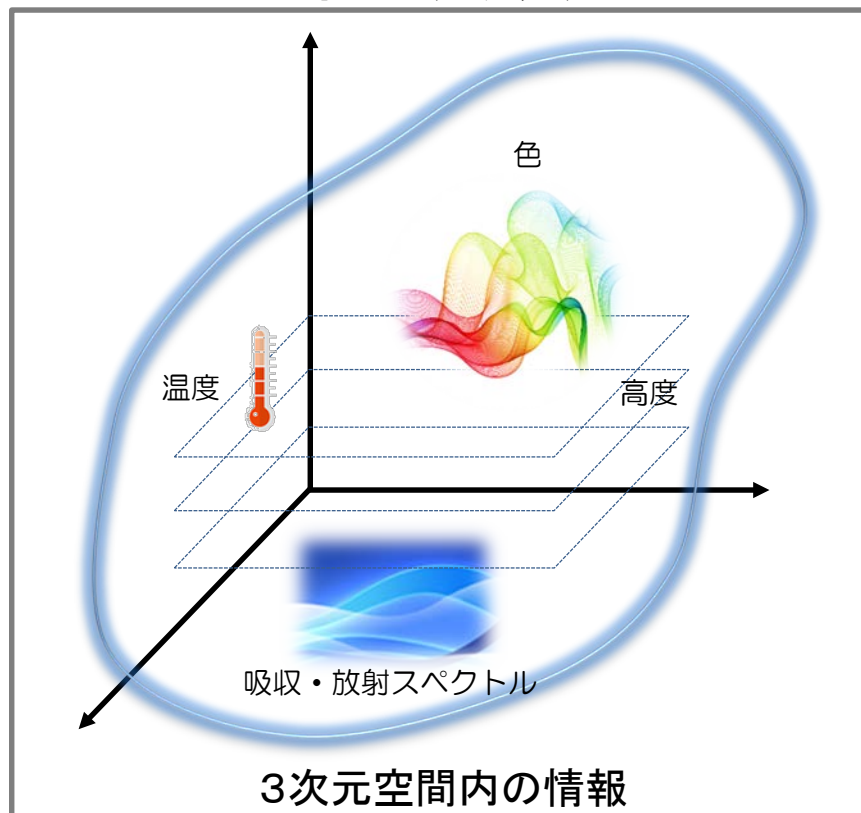
# 4次元サイバーシティの定義

- 衛星データによる3次元空間内の情報の把握※1と、AI解析による時間変化の自動抽出等※2により、4次元（3次元+時間軸）的に様々な情報の把握を可能とするもの。

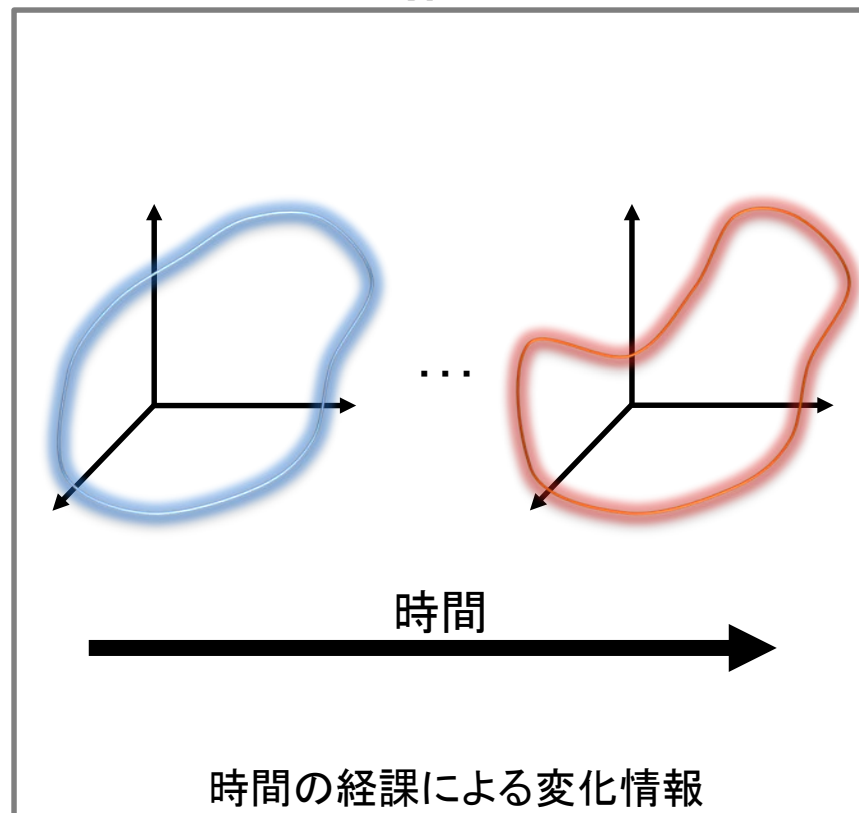
※1 水平方向+高さ、色、温度、周波数等。

※2 AI抽出に依らないもの、時間差分ではなく時刻情報と組み合わせるものを含む。

空間軸（3次元）



時間軸



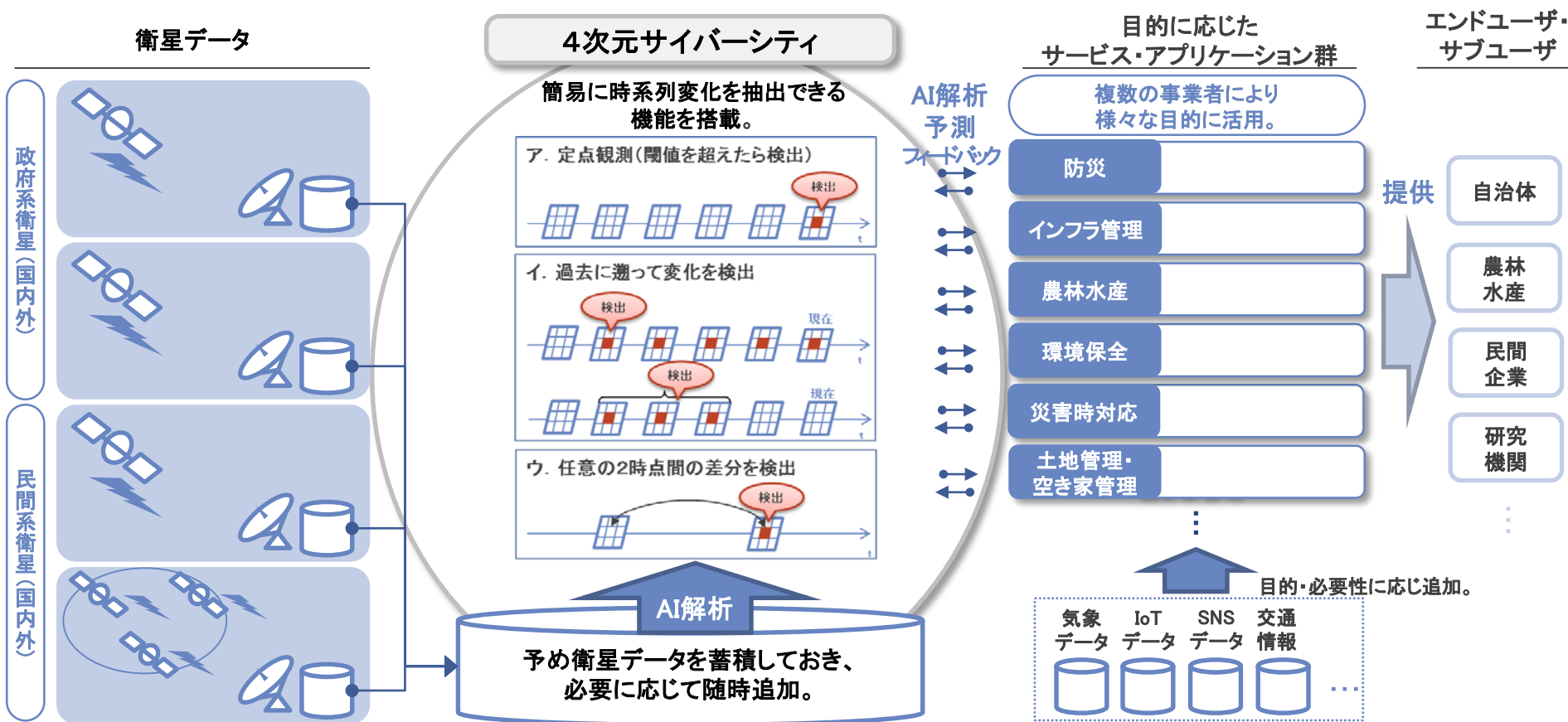
3次元空間と時間軸を融合して、サイバー上で情報を分析・抽出できる仕組み。

**4次元サイバーシティ**

# 4次元サイバーシティの活用イメージ

- 国内外の政府系／民間系衛星から取得できる衛星データを蓄積・随時追加。
- 画像解析等の専門知識がなくとも、簡易に時系列変化を抽出<sup>※</sup>できる解析機能。
- 当初は、ニーズのあるサービス・アプリケーションの実現に必要なデータ・機能を具備。
- 必要に応じ、複数の衛星からのデータを取得。
- 将来的には、複数の事業者により、様々な目的に応じた新しいサービス・アプリケーションの創出が期待。

※ AI抽出に依らないもの、時間差分ではなく時刻情報と組み合わせるものを含む。

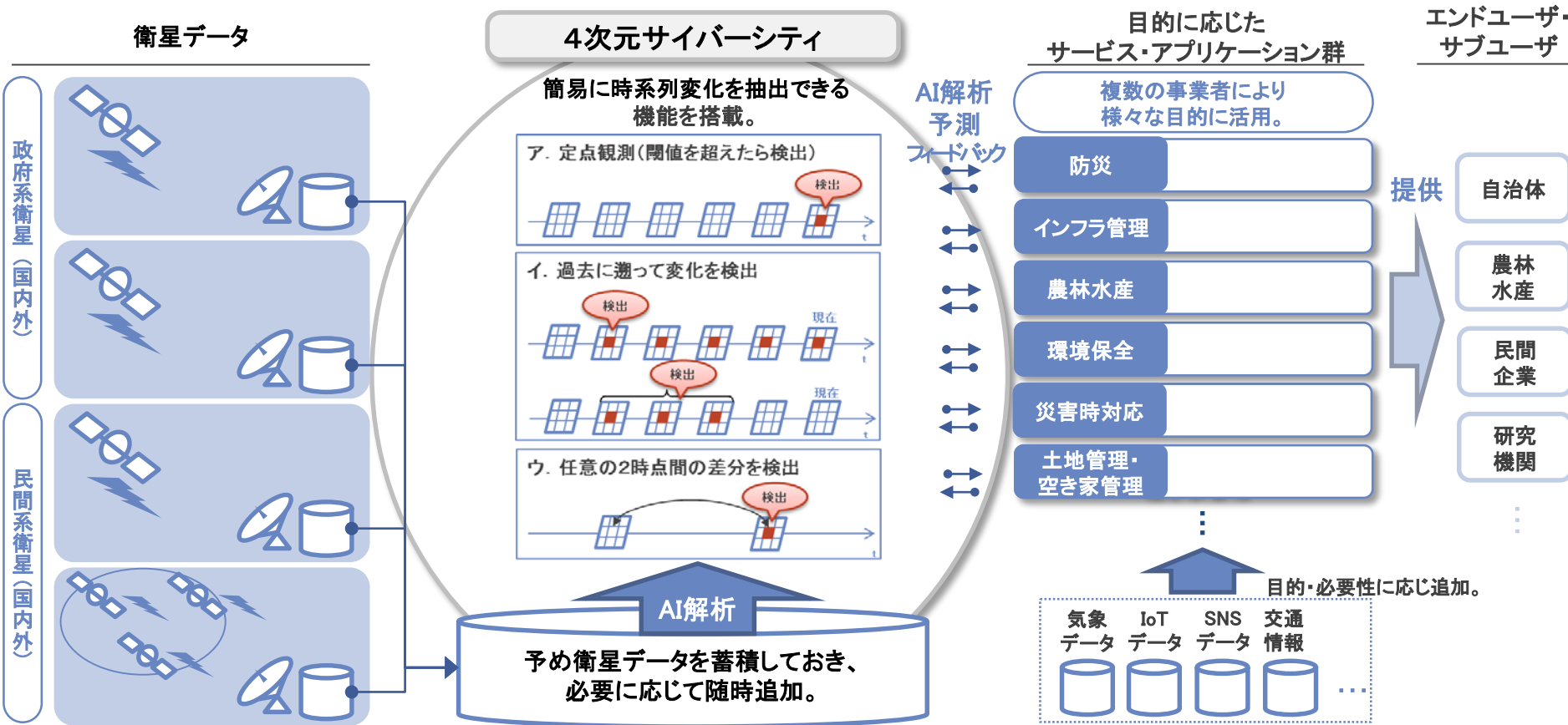


# 4次元サイバーシティ実現の方向性

**①データの範囲**  
4次元サイバーシティに蓄積するデータセットの範囲

**②解析機能と提供方法**  
様々な目的・事業者に転用するために持つべき機能

**③活用領域**  
4次元サイバーシティの活用ニーズが見込まれる領域





# ①データの範囲 … 主要なデータ源

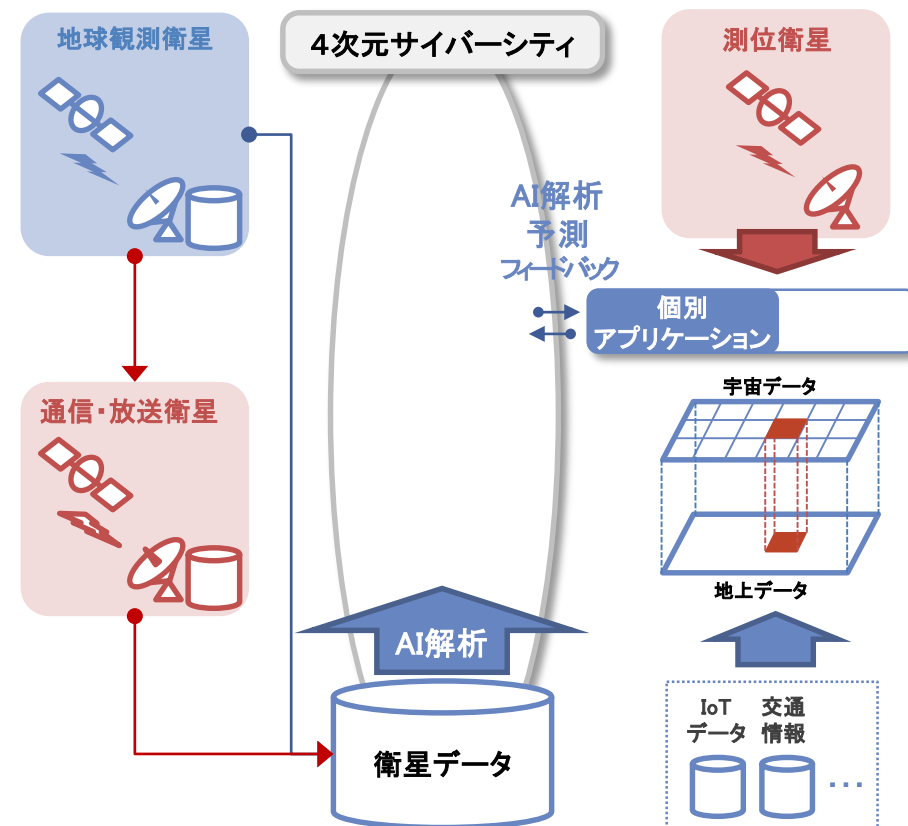
## ● 地球観測衛星を主要なデータ源として想定。

- 測位衛星のデータは、4次元サイバーシティの構築においてではなく、個別サービス・アプリケーション側で活用。
- 通信・放送衛星は、地球観測衛星等のデータの通信路として利用することが適当。

衛星の分類

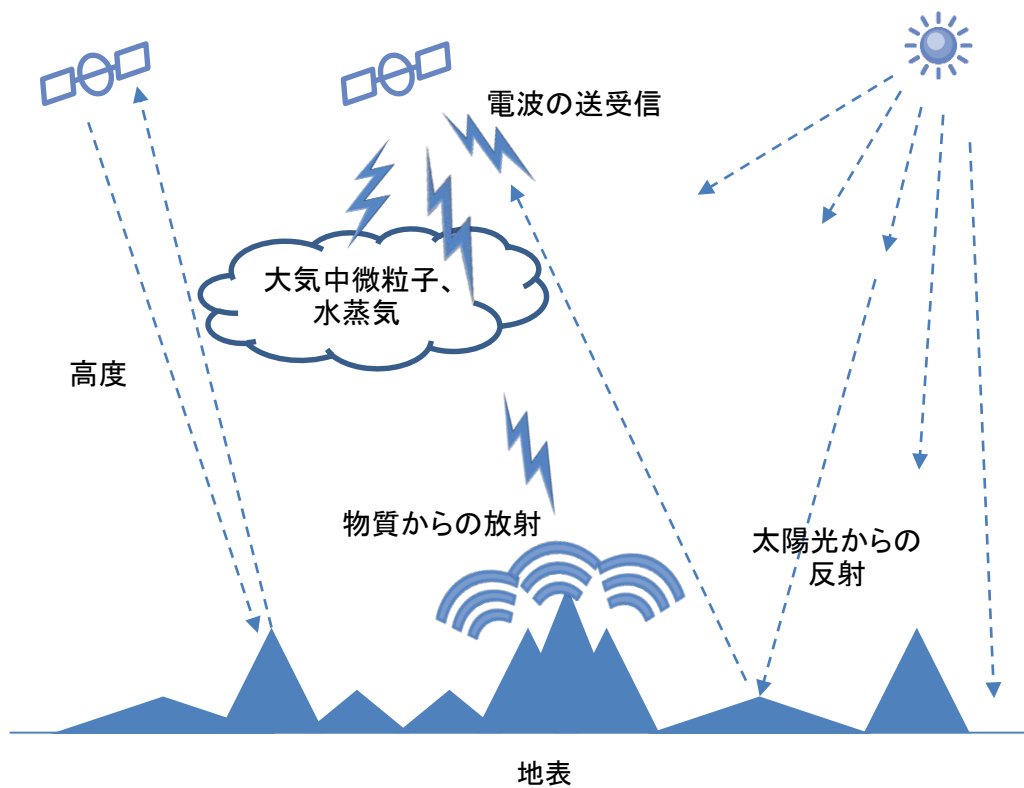
	目的	主な衛星
<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">           主要なデータ源            地球観測衛星         </div>	電波、可視光及び赤外線を捉える各種センサを搭載し、宇宙から、大気、植生、地形等地球表面付近の状態を観測。	ALOS-2(日) GCOM-C(日) Landsat(米) Sentinel(欧) …
測位衛星	衛星からの受信電波により、地球表面付近の位置(x,y,z)と時刻の情報を提供。	みちびき(日) GPS(米) ガリレオ(欧) …
通信・放送衛星	電波を用いた無線通信・放送を提供。	

測位データ活用イメージ



# ①データの範囲 … データの種類

- 衛星から捉えられる地球上の事象のうち、3次元空間の把握のために有益なデータが対象。
  - 物理的形狀だけでなく、色や温度などの性質を捉えるのに必要なデータを含める。
  - そのほか、汚染物質の濃度測定や樹種の判別には、ハイパースペクトルセンサも有効。



種別	捉えられる事象例
形状	地形標高、海面高度、波高、船舶
色	雲、雪面・海面・地面、海
温度	大気温度、雪・舗装面の表面温度、海面水温
その他	黄砂、地質、海上風

# ①データの範囲 … 頻度・精度等

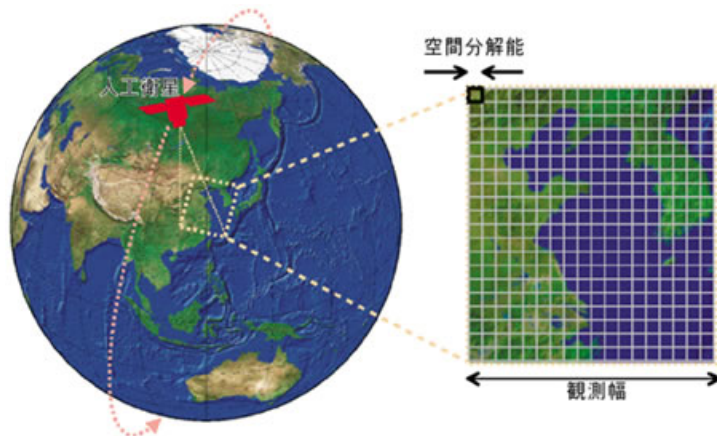
- 必要なデータの取得頻度や精度は、個別のニーズやデータの利用条件等による。
  - 必要な更新頻度は概ね1日～数日を想定。目的により1時間程度も視野。
  - 実現可能なユースケースについては、個別のニーズに立脚したデータセットから、スモールスタートするのが適当。

## 衛星リモートセンシングの特徴

衛星軌道と搭載センサが、観測できる頻度・幅・精度に影響。

## 求められるデータ

必要となるデータの種類、更新頻度、観測幅や精度等は、活用目的や事業者、拠出可能額や技術レベルにより異なる。



自動車を検出できる精度が必要…

広域における状況把握が必要…

橋梁の僅かな歪みを検出したい…

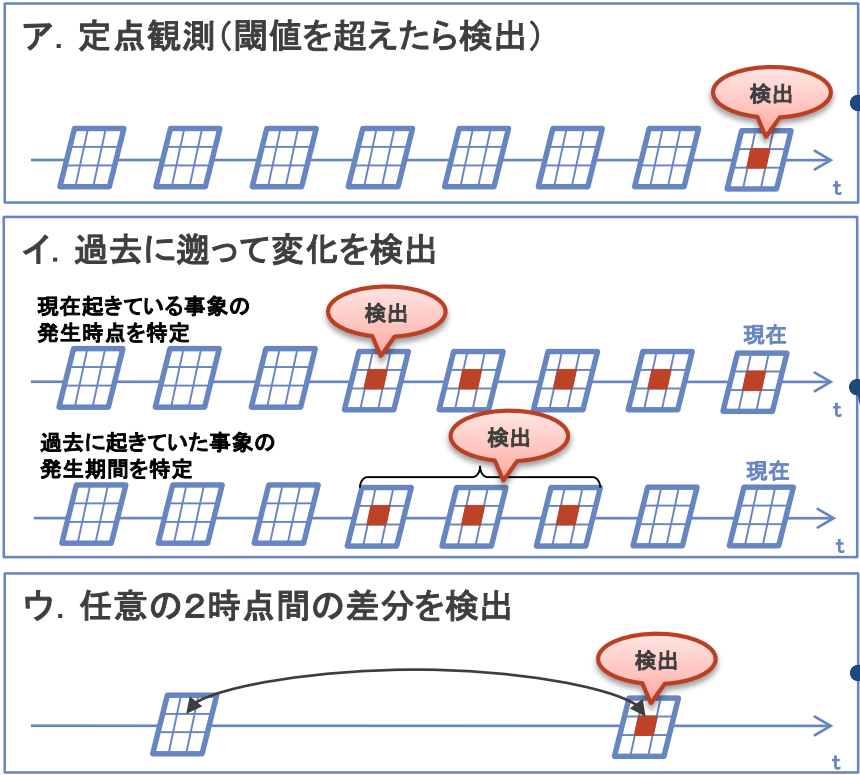
情報を毎日アップデートしたい…

5年前からの変化状況を追いたい…

## ②解析機能と提供方法

- 将来的に、複数の事業者により、様々な目的に応じて活用可能とするために持つべき機能を搭載。
  - 共通的に持つ解析機能として、時系列で必要な変化を抽出できる機能を搭載。
  - サービス・アプリケーション提供者が活用しやすいように、ニーズに直結した情報への昇華や付加価値創造の検討、データ提供方法の設計が重要。

### 4次元サイバーシティにおける解析機能



### 想定される活用シーン

- がけ崩れや川の氾濫、雪害等の予兆となる変化を検知したら周辺地域に注意喚起。
- 橋梁や道路、ダム等の大規模インフラを定期的に観測し、形状の歪み等を検知。
- 農作物の成長を定期的に観測し、作付けや収穫の時期を知らせたり、病気の発生をいち早く発見。
- 植生の分布を定期的に観測し、樹高の推定や地形、森林蓄積量の把握を効率的に実施。
- 農作物が不作の年において、要因となりうる過去の異常がなかったか調査。
- 農業委員会による利用状況調査等において、作付け状況や耕作放棄地の把握を効率的に実施。
- 土壌汚染や水質汚染が起こった際に、汚染が始まった時期を突き止め、影響範囲を特定。
- 黄砂やPM2.5の分布や濃度等の予測精度向上。
- 津波等による広範囲の浸水被害が起きた際、被害地域特定のために災害発生前時点との比較を実施。
- 空き家や更地の変化状況について効率的に検知し、有効な土地活用計画や税務面による活用展開。
- 見頃の予測が困難な自然現象(例えば、流水や渦潮。)の予測精度を向上。

### 活用領域

- 防災
- インフラ点検
- 農林水産
- 環境
- 災害時対応
- 土地管理・空き家管理
- 観光

### ③活用領域

#### ● 4次元サイバーシティの活用ニーズが見込まれる領域は、多岐に亘る。

- 当初は、先進的ユースケースのサービス・アプリケーションから、整備するデータや解析機能を絞込み。
- 4次元サイバーシティの概念は、将来的に実用化・有効性が見込まれるユースケースにも横展開可能。

#### 活用ニーズが見込まれる領域(例)

活用領域		活用領域	
防災	土砂災害	<p><b>応募アイデア</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人工衛星からの観測により、ミリ単位でのがけ地の変異・傾斜異常・包水量などが判れば、崩落の危険性予測や警報の発信が可能。</li> </ul> <p><b>応募アイデア</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>広域監視エリアでベースラインを作成し、土砂移動常時監視を行うと同時に同エリアにおける崩壊リスク素因を融合することにより、その重なりから崩壊リスクの予兆を捉える。</li> </ul>	
	津波	<p><b>応募アイデア</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高頻度衛星等コンステレーションを活用し、地震発生時の津波映像からそのベクトルにより津波の規模及び速度を解析し、地球のあらゆる場所での到達時間を見える化。</li> </ul>	
災害時対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>被災前のデータとの比較により、浸水等の被害状況の迅速な把握、建物の倒壊状況等の判別による被災者支援施策の早期化、地震後の地形等への影響調査等の各フェーズにて衛星データ活用による業務の迅速化・効率化に活用。</li> </ul>	環境	
都市計画・インフラ管理	<p><b>応募アイデア</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人工衛星からの光学映像・レーダー撮影観測により、建物の形状や外形寸法をリアルタイム測定し、新築のCADデータと合わせてバーチャル都市の3Dデータを構築・活用。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>建物の建築や取り壊し、また農地の作付け状況等の変化について効率的に把握し、有効な土地活用計画や交通計画、税務面による活用展開。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁や道路、ダム等の大規模インフラを定期的に観測し、形状の歪み等を検知。</li> </ul>	<p><b>応募アイデア</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人工衛星からの光学映像・レーダー撮影観測により、建物の形状や外形寸法をリアルタイム測定し、新築のCADデータと合わせてバーチャル都市の3Dデータを構築・活用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>黄砂やPM2.5の分布や濃度等の予測精度向上。</li> <li>土壤汚染や水質汚染が起こった際に、汚染が始まった時期を突き止め、影響範囲を特定。</li> </ul>
			<p><b>農業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農作物の成長を定期的に観測し、施肥の計画を立てたり作付けや収穫の時期を知らせたり、病気の発生をいち早く発見。</li> </ul> <p><b>農林水産</b></p> <p><b>林業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>植生の分布を定期的に観測し、樹高の推定や地形、森林蓄積量の把握を効率的に実施したり森林資源の効率的な調査に活用。</li> </ul> <p><b>水産業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>牡蠣などの養殖業において、水温、プランクトン、海流の状態等の把握による品質管理に活用。</li> </ul>
		<p><b>マーケティング*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星データから建物の築年数や周辺の交通状況等を把握し、統計データ等と組み合わせてエリア特性を分析した結果を、流通業や小売業、不動産業、金融業等に向けて提供。</li> </ul>	

※衛星データを活用したマーケティングを指す。衛星データの利活用促進のためのマーケティング・市場形式については、第4章に示す。

# (参考) 想定ユースケース例(1)防災...がけ崩れ警報発信

- 災害は素因(斜面の状況等)と誘因(豪雨等)とが合わさり起こることから、リスクのある地形等を抽出した上で、降水量等をリアルタイムで監視。
- がけ崩れの予兆となる異常な変異等を検知したら近隣住民に向けて警報を発信。

## 概要

### サービスの 実現方法

- がけ崩れ等の災害リスクのある地形等(形状や地質、変異等)の素因を、衛星データにより精度良く抽出し、監視対象に設定。
- 監視対象地区をリアルタイムで監視し、誘因となる事象を検知したら警報を発信。

### 想定される 効果

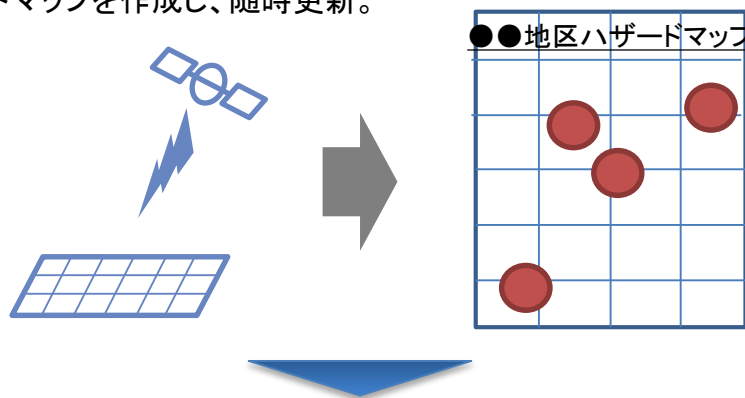
- 人手での実地調査と比較した調査コスト削減、調査危険箇所のカバー率向上。
- 崩落リスク予測の精度向上による的確な警報の発信、避難指示の実現。

### 実現にあつた 課題

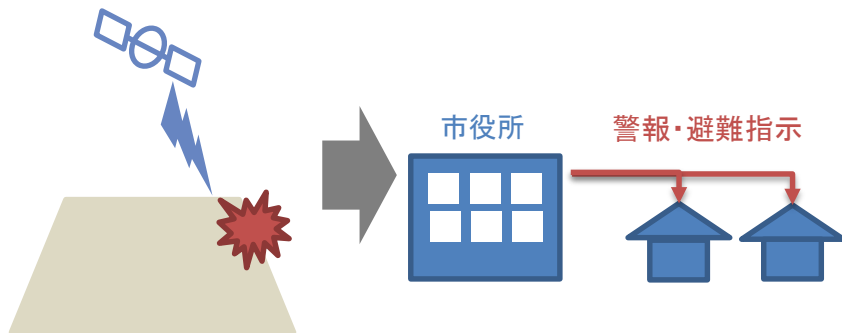
- ミリ単位でのがけ地の変位把握の実現性。
- 警報発令に必要なリアルタイム監視(1時間に1回程度を想定)の対象及び実現性。

## 実現イメージ

- 災害リスク素因のある地形や地質・変異等を抽出しハザードマップを作成し、随時更新。



- リアルタイムで監視し、がけ崩れの予兆となる異常を検知したら近隣住民に向けて警報を発信。



# (参考) 想定ユースケース例(2) 都市計画...土地利用状況の把握

- 建物の建築や取壊し、空き家の状況、農地の作付け状況等の変化について効率的に把握し、有効な土地活用計画や交通計画に活用。
- 建物の変化の状況把握は、固定資産税の適正な課税等にも活用可能。

## 概要

### サービスの実現方法

- 過去との差分抽出により、建物の建築や取壊し等の変化を抽出。
- 家から放射される熱や光を衛星で観測することで空き家の推定も。
- バス路線や道路保守計画における優先度判断、固定資産税の適正な課税に活用。

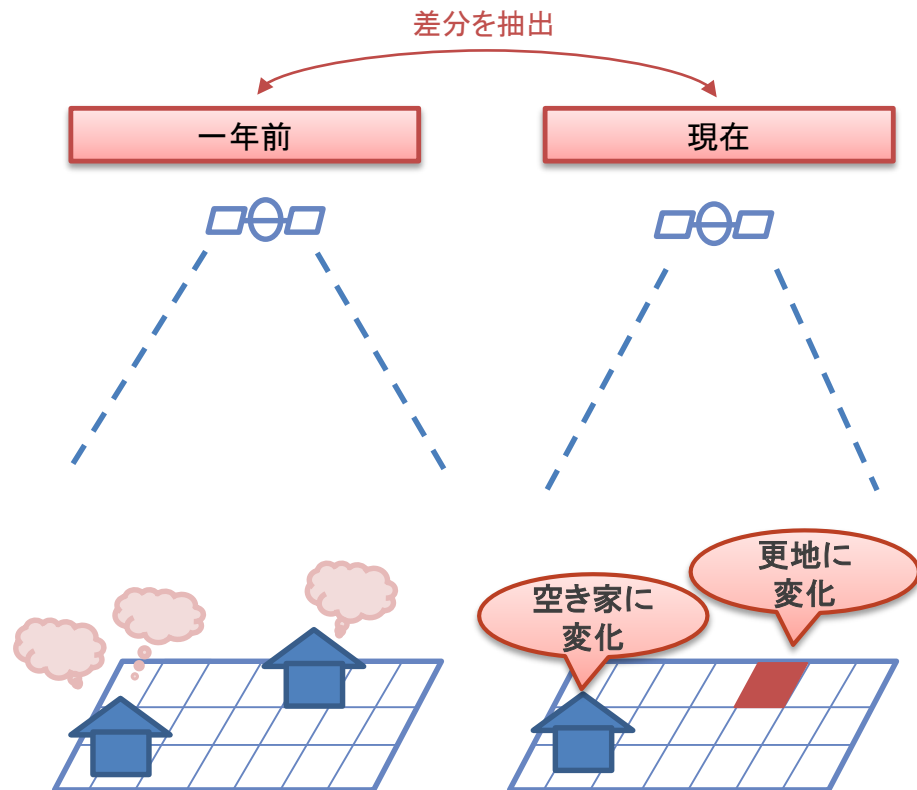
### 想定される効果

- 人手による現地調査のみを実施した場合と比較して、大幅な調査コストの削減と正確性向上が期待。

### 実現にあたっての課題

- 差分抽出に必要なタイミングにおける同エリア画像のアーカイブが必要。  
(固定資産税の課税の場合、1月1日時点の土地利用状況の把握が必要。)  
(作付け状況の調査については、作付け時期におけるデータが必要。)

## 実現イメージ



## (参考) 想定ユースケース例(3) 農業... 営農情報サービス

- 施肥の計画を立てたり作付けや収穫の時期を知らせたり、病気の発生をいち早く発見するための情報を提供。
- 農地の精密な地形データを、ドローン自律飛行や農機具自動操縦の基盤データとして活用。

### 概要

#### サービスの実現方法

- 農場の精密な地形データを衛星データから作成。
- 農作物の生育状況を定期的に観測し、必要な情報を提供。

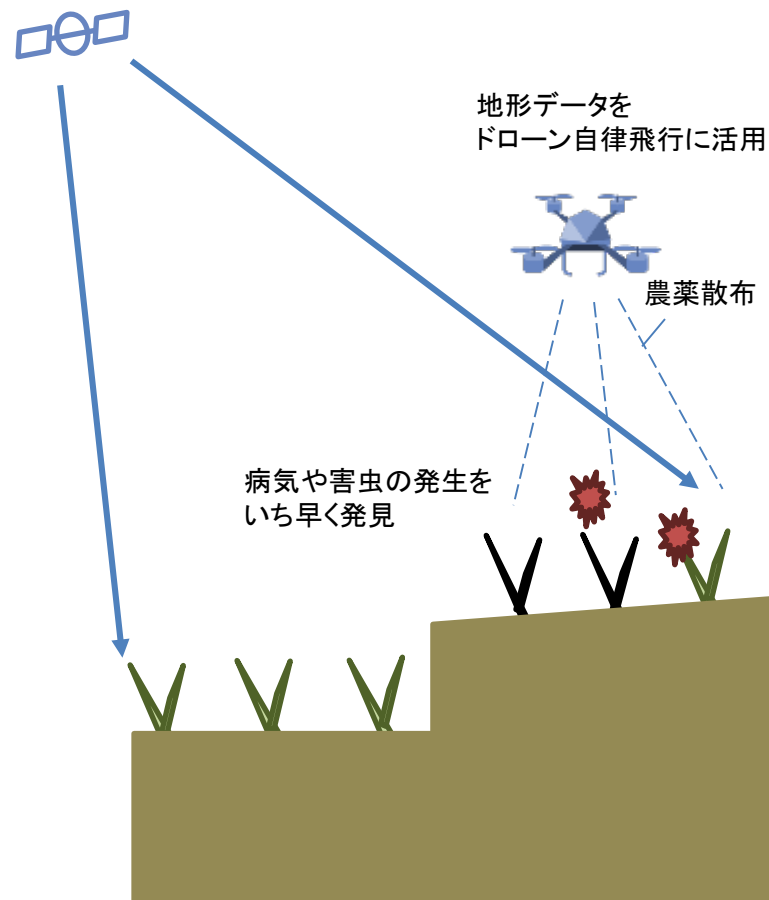
#### 想定される効果

- 人手による生育状況見回りと比較して、効率的に広範囲の状況把握が可能。
- 人の目より精度高く病気等の発見を実現。
- ドローン自律飛行や農機具自動操縦による日々の農作業コストの大幅削減。

#### 実現にあたっての課題

- 費用対効果を十分に見込むためには、一定規模以上の農場である必要。
- 施肥計画や作付け・収穫判断に資する情報提供にあたり、農業の専門知識を踏まえたインテリジェンスの構築が必要。

### 実現イメージ





## (参考) 想定ユースケース例(4) マーケティング... エリア評価

- 建物の築年数や周辺の交通状況等を把握し、エリア特性を分析してエリアレポートを作成。
- 流通業や小売業、不動産業、金融業等に向けた提供を想定。

### 概要

#### サービスの実現方法

- 衛星データから建物の築年数や周辺の交通状況等を把握。
- 政府のオープンデータ等の様々な統計データ等を組み合わせることにより、建物の不動産価値や周辺住民の特性、交通状況等を推定。

#### 想定される効果

- 新規エリアに出店を検討する小売業等が効率的に現地のエリア情報を取得可能。
- 競合企業の出店場所のエリア情報を取得することにより、競争戦略策定にも活用可能。

#### 実現にあたっての課題

- エリア評価に必要な情報を有するためには、過去からの十分なアーカイブデータ、高頻度の更新や高解像度の衛星データが必要。

### 実現イメージ

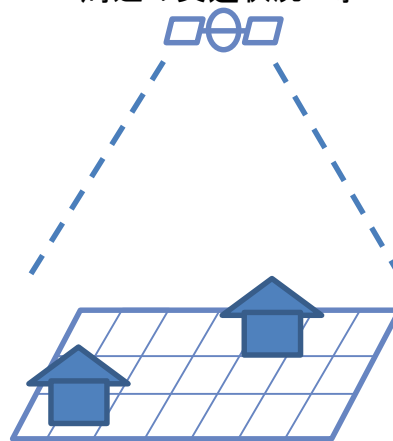
#### 衛星から取得

- 建物の築年数  
(過去データを遡り建築時期を検出)
- 周辺の交通状況 等



#### 様々な統計データ等

- 不動産鑑定評価基準
- 周辺施設の種類や距離
- 人口密度
- 通行量調査データ
- ...



建物の築年数や周辺の通行量等から  
エリアレポートを作成

## 第4章

# 今後の取組の方向性

---

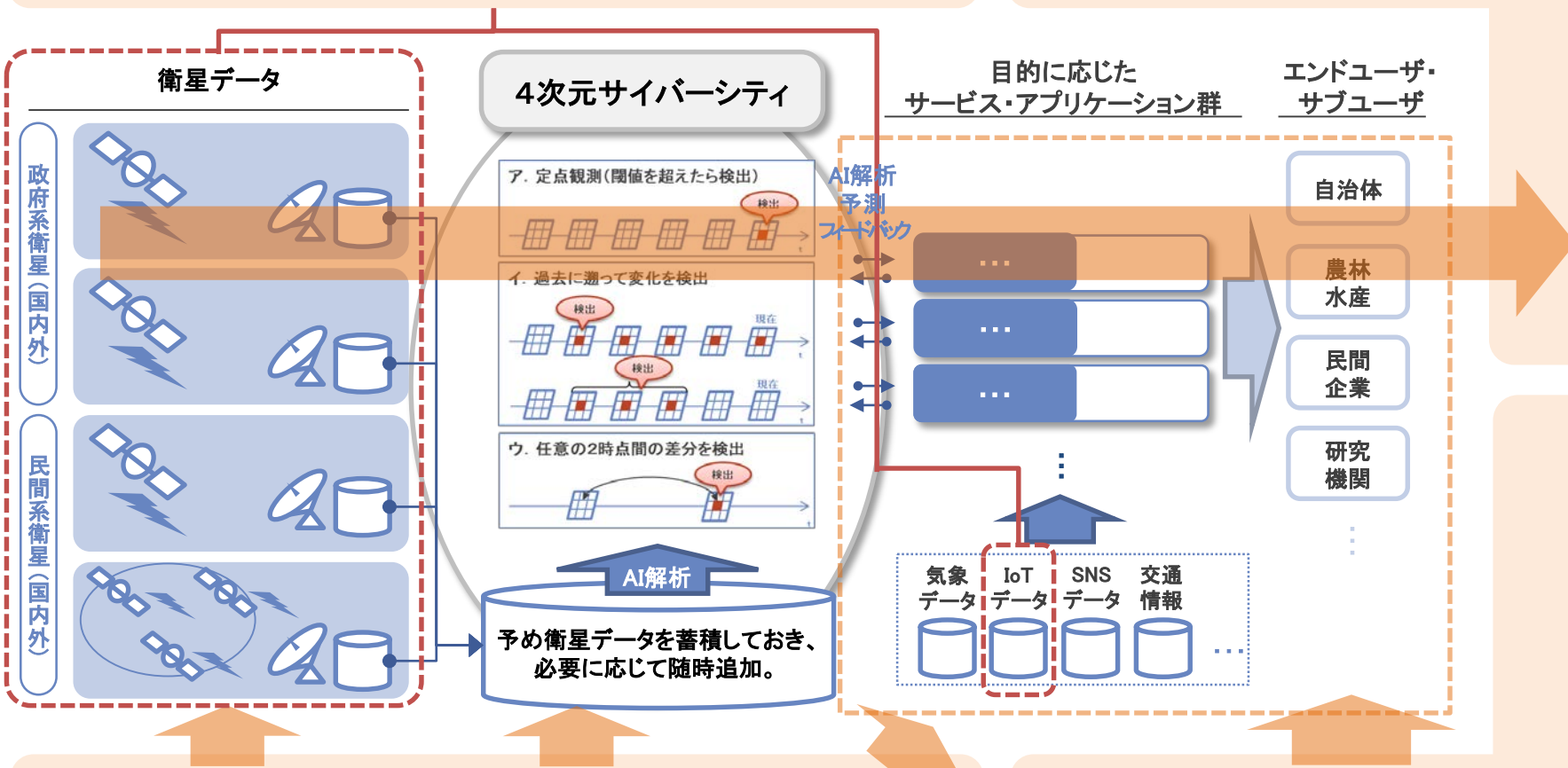
# 4次元サイバーシティ活用に向けた基本的な考え方

## ①マッシュアップによるソリューションのデザイン

- 利用目的に応じて、複数のデータや検証基盤を自由に組み合わせてソリューション（サービス・アプリケーション）をデザイン。

## ②スモールスタートによる先進事例創出

- 具体的なユースケースをいち早く確立するため、まずは一点突破型で先進的な活用事例を複数創出。



## ④研究開発の推進

- 衛星データ利活用ビジネスの中長期的な成長のため、データの取得や処理、解析の高度化・効率化に向けた研究開発等を推進。

## ③ユーザ拡大に向けた取組

- 幅広い領域における利活用ビジネスの拡大に向け、非専門家向けの相談窓口やビジネスマッチングの場の提供、経営層への提言等を推進。

## ①マッシュアップによるソリューションのデザイン

- 利用目的に応じて、複数のデータや検証基盤を自由に組み合わせて、ソリューション（サービス・アプリケーション）をデザイン。
- 政府系衛星データを蓄積・更新するデータ基盤等を活用。
  - ✓ NICTサイエンスクラウド ひまわり衛星プロジェクト（ひまわり8号データのリアルタイムデータ及び過去データを公開）
  - ✓ 文部科学省 データ統合・解析システムDIAS（地球観測データ、気候変動予測データ等）
  - ✓ 経済産業省 政府衛星データのオープン&フリー化及び利用環境整備
  - ✓ そのほか、有無償の民間の衛星データや、海外のデータも必要に応じて活用。 等
- 利用目的に適した検証基盤を活用。
  - ✓ NICT総合テストベッド（IoT関連技術を含め、技術検証と社会実証の一体的な推進が可能な検証プラットフォーム）
  - ✓ 民間のIT事業者が担うクラウドサービス。
- サービス・アプリケーション提供者や有償で衛星データを提供する事業者等が、自ら解析基盤やアーカイブを整備・運用することも想定。

## ②スモールスタートによる先進事例創出

- 具体的なユースケースをいち早く確立するため、まずは一点突破型で先進的な活用事例を創出。
- まずは、利活用可能な既存の衛星やデータを対象。
  - ✓ 衛星データの活用に資する研究開発の推進も、並行して検討。
- アプリケーション開発者及びエンドユーザ・サブユーザを巻き込み、一点突破型で先進的な活用事例を複数創出。
  - ✓ 実証実験やスモールスタートの環境として、テストベッドを活用。
  - ✓ 成果の見込める具体的なサービス案について、実証事業を推進(宇宙データ利用モデル実証事業、データ利活用型スマートシティ推進事業、衛星データ統合活用実証事業費を活用)。
  - ✓ 新事業の創出に向け、優れた技術やアイデアの具現化を促進(I-challenge!を活用)。
  - ✓ 奇想天外で野心的な技術課題に挑戦する独創的な人材を支援(異能vationを活用)。

### ③ ユーザ拡大に向けた取組

- 幅広い領域における利活用ビジネスの拡大に向け、非専門家向けの相談窓口やビジネスマッチングの場の提供、経営層への提言等を推進。
- ウェブサイト等における利用者向け窓口サービスの開設
  - ✓ 「人工衛星コンシェルジュ」
  - ✓ 専門人材・AIによる質問回答の仕組み
- アイディア創出やマッチングの場づくり
  - ✓ 個人・ベンチャー企業等と、投資家・事業会社とのビジネスマッチングの場の提供や、衛星データ利用等に関するビジネスコンテストの開催
  - ✓ 課題解決までコンサルティング・伴走する仕組み
- 衛星データの専門家や、宇宙と非宇宙とをつなぐ人材の育成
- 周知・啓発活動
  - ✓ 経営層に周知するための提言活動(短期的:デジタルビジネス、中長期的:環境経営)
  - ✓ どぶ板営業や非宇宙系産業を対象としたアウェイでのキャラバン
  - ✓ 若年層や一般に向けた啓発活動

## ④ 研究開発の推進

- 衛星データ利活用ビジネスの中長期的な成長のため、データの取得や処理、解析の高度化・効率化に向けた研究開発等を推進。
- 研究開発のテーマ設定は、シーズ発ではなく、ニーズや実証実験から得られた知見を踏まえることが適当。
  - ✓ 衛星関連技術自体の研究開発に加え、得られたデータの有効活用を促すような研究開発も必要。
- 将来的・潜在的なニーズも踏まえた衛星データの活用に資する研究開発を推進。
  - ✓ より精度の高いリモートセンシングデータ取得に向けたセンサや衛星。
  - ✓ 地球観測衛星のデータを適時・効率的に利用可能とする通信衛星。
  - ✓ 衛星のビッグデータやSARデータの処理に要する時間・コストの低減。
  - ✓ 季節変化や大気状態の違いを補正。
- 衛星データの加工を高度化するための研究開発を推進。
  - ✓ AIによる時間差分の自動抽出や画像解析アルゴリズム（構造物の判別や移動体のベクトル算定を含む。）。
  - ✓ その他の宇宙データや地上系データとの組合せ及びtry & errorによる予測モデル・活用モデルの精度向上。
  - ✓ 複数の衛星データを補完的又は代替的に組み合わせた協調観測。
  - ✓ スペクトルから汚染物質の濃度や樹種の判別。
  - ✓ 光学センサの時間差分の高分解能化。
  - ✓ 物理モデルの併用による衛星データの補完。

# 4次元サイバーシティの活用に向けた推進グランドデザイン

➤ 4次元サイバーシティ推進にあたっては、各府省庁のリソースやスキームを総動員し、民間企業とも協働。

衛星データ

解析・検証

推進スキーム

## ① マッシュアップによるソリューションのデザイン

NICTサイエンスクラウド  
ひまわり衛星プロジェクト  
科学研究用

データ統合・解析システム  
DIAS(文部科学省)  
国際貢献・学術研究  
(今後は民間活用も)

海外政府等の  
オープン&フリーデータ

JAXAの  
オープン&フリーデータ

有償データ

NICT総合テストベッド

政府衛星データの  
オープン&フリー化及び  
利用環境整備  
(経済産業省)

事業者の解析基盤  
(サービス・アプリケーション  
の提供者等)

## ② スモールスタートによる先進事例創出

宇宙データ利用モデル  
実証事業(内閣府)

データ利活用型スマートシ  
ティ推進事業(総務省)

衛星データ統合活用  
実証事業(経済産業省)

I-Challenge!(総務省)

異能vation(総務省)

民間による取組

## ④ 研究開発の推進

競争的研究資金  
(総務省)

## ③ ユーザ拡大に向けた取組

S-NET・S-Booster・  
S-Matching  
(内閣府)

人工衛星コンシェルジュ  
(関係府省庁・機関)

地球観測データ利用ビジ  
ネスコミュニティ  
(BizEarth)





## 参考

「宇宙利用に関するアイデアの募集」に対する応募アイデア

---

# 地球スケールの津波の規模及び到達時間の見える化

## 四次元時空間 MiracleEarth (ForesTrade)

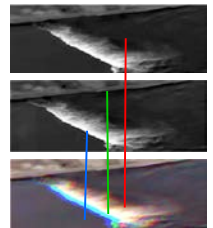
### 背景・課題

首都圏直下型・東海東南海地震、更には大雪・集中豪雨等の異常気象、又テロ・防犯へのリスク分析による対策・回避は喫緊の最重要課題である。又2020年東京五輪・パラリンピックで国内外から多くの人々が東京に集中する中「地球規模で見える化する四次元時空間」であらゆる場所のすべての移動体車、人他を含む過去・現在の活動状況把握を行い更にシミュレーションにて事前のリスク分析から未来を自ら見つめ対策・回避までを通した被害最小化可能な世界で最も人類において重要なストレスの無い「人と社会を結ぶ超スマートコミュニティ」を創り上げる事が重要である。この一環として本アイデアでは東日本大震災を教示とし**地球パンゲアスケールの津波の規模及び到達時間の見える化を行う。**

### 実現イメージ

【地球スケール津波規模及び到達時間の見える化】高頻度衛星等コンステレーションを活用し地震発生時の津波映像(速度のある移動体はセンサー画像にずれがありずれから解析)からそのベクトルにより津波の規模及び速度を解析し地球のあらゆる場所での到達時間の見える化を行う。(例:チリで発生した津波の衛星画像から東京などへの規模や到達時間を解析、又この現象を活用することで洋上風力の発電力=風の強さを分析することもできる)

出典:大船渡、陸前高田を襲う津波 =岩手県警が公開-東日本大震災



$$\Delta t_3 \Delta t_2 \Delta t_1$$

【四次元時空間MiracleEarth】我々の生活空間に存在する膨大なカメラ群から、静的情報や動的情報を自由に観ることのできる①**小型衛星等を含むの高精細エクサ(10<sup>18</sup>)バイト級情報取得**②**テロ映像情報統合**③**人物活動解析等の4次元時空間情報基盤を構築する。同時にリスク対策を行う為刻々と変化する都市の活動状況を常に的確に把握し、データベース、予測技術と合わせて現在・過去・未来の状況を表現することにより、災害復旧・復興支援、交通制御、高齢者支援、犯罪捜査・テロ対策、などに活用し、未来社会を変革する情報基盤技術を実現する。**



### 実現方法・時期

【実現方法】これまでの実績を生かした産官学融合コンソーシアム  
 【時期】2018年1月～2020年3月

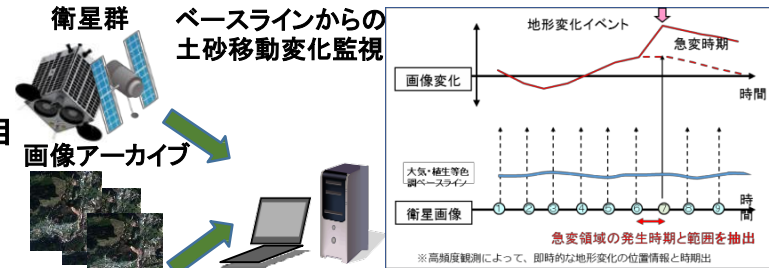
# 土砂の移動監視と崩壊リスク融合による予兆アラート(災害予測) (アジア航測株式会社)

## 背景・課題

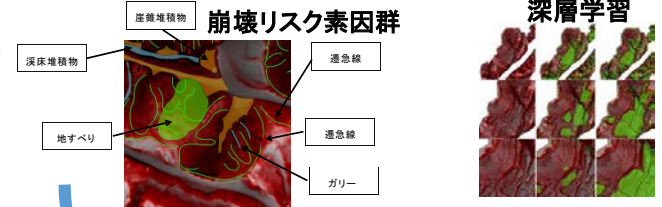
- ・国内外異常気象などに起因する激甚な土砂災害が広大な山地斜面や流域で発生している。もし集中豪雨や地震などの前に土砂災害につながる予兆を事前に把握できれば、対策を施し被害を最小限に止める事や復旧への初動を早める事が可能になる。災害は素因(急斜面等)に誘因(豪雨等)が合わされ起こる事から**本アイデアはその素因の一つに高頻度低価格衛星のコンステレーション活用が可能な時代を先取りし土砂移動の常時監視を加える事で崩壊リスクをリアルタイム監視し、災害リスクの予兆を捉える事にある。**

## 実現イメージ

- ・【土砂移動常時監視】高頻度衛星画像を活用し植生の季節変化などの影響を考慮した平常時の画像ベースラインを作成の上、土砂移動変化領域を効率よく抽出するため更に画像間幾何補正、雲域の抽出を機械学習等により自動抽出し変化領域を監視する。



- ・【崩壊リスク】毎年多くの被害をもたらしている土砂災害を予防・軽減するには、災害リスクのある場所を精度良く抽出することが重要で、航空レーザ(Laser Profiler)計測による詳細地形データから作成した地形現図(赤色立体地図)と判読データをもとに深層学習を適用し、災害地形の自動抽出を行い更にその崩壊リスクを広域に展開する。



- ・【土砂移動常時監視と崩壊リスクの融合】広域監視エリアでベースラインを作成し土砂移動常時監視を行うと同時に同エリアにおける崩壊リスク素因を融合しその重なりから**崩壊リスクの予兆**を捉える。

## 実現方法 ・時期

- ・【実現方法】アジア航測における砂防・地質・の技術者でリモートセンシング、GIS等を活用した地形判読及び衛星等を活用した土砂災害の研究実績と深い知見を有した技術者が携わり、又超小型衛星の開発打ち上げ、更には新たな衛星打ち上げ事業を行っているアクセルスペース他必要な団体との連携にて実施していく。

【時期】2018年1月～2019年12月(2年)

予兆アラート



# 衛星を使ったがけ地のモニタリング・崩壊予測・警報発信

(個人①)

## 背景・課題

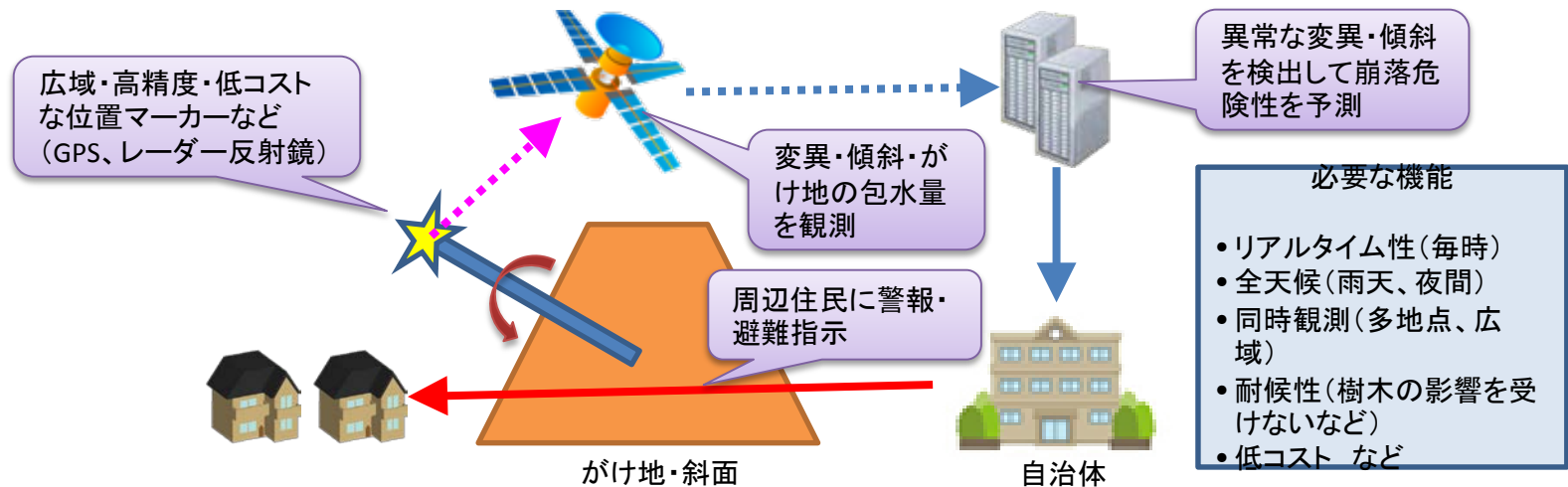
横浜市には土砂災害警戒区域内に約9,800箇所の崖地が存在しています。

土砂災害警戒情報の発表とともに避難勧告を一斉に発令する区域を選定し、大雨により崖崩れの発生が予想される際には、その区域内に居住される方々に対して、速やかな避難行動を促すこととしています。

しかしながら、数多くの崖地の調査には時間がかかり、その現況を常に把握することは難しく、また、降雨時に全ての箇所の崩落の喫緊性を人力で判断することは不可能です。そこで、人工衛星やIoTを活用し、リアルタイムでがけ地の異常のモニタリング・崩壊予測・警報発信システムが必要とされています。

## 実現イメージ

人工衛星からの観測により、ミリ単位での崖地の変異・傾斜異常・包水量などが判れば、崩落の危険性予測を行い、警報を発することができます。



## 実現方法・時期

想定される観測方法

- レーダーによる地形測定、差分解析
- GPS、レーダー反射鏡、光学マーカによる位置変異測定
- メッシュでの累積降水量測定、将来降水量予測

# 【屋内空間におけるGNSSに同期した時刻インフラの実現】

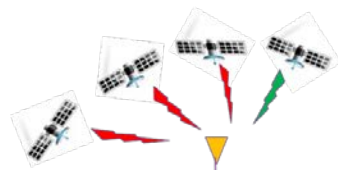
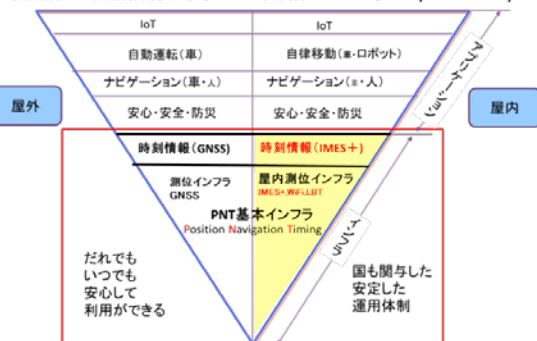
(IMESコンソーシアム)

## 背景・課題

GNSSは、世界中でPNT(Position・Navigation・Timing)インフラとして、不可欠なインフラとなっている。次世代通信、IoT、インダストリーX.0等、次世代の基盤産業となる分野において、位置と時刻タイミングは、さらに重要なインフラ情報となってくるが、屋内空間で屋外と同様にGNSS信号の恩恵を享受できていないことが、産業推進の大きな妨げになっている。

## 実現イメージ

位置情報 + 時刻情報配信によるIMESの高度化⇒IMES+ (Time Synchronization)



## IMES Plusとは？

従来のIMESと同様にGNSS信号による屋内位置情報送信に加えて時刻・タイミングを送信する。



屋外のGNSS信号をIMES-Plusメッセージとして、既設のTV共聴網を介して、屋内空間に放送する。各部屋などの屋内空間では、IMES-Plus信号に変換して放送する。小型化されたGNSS受信機 (IMES対応) は、当該信号を受信することで、屋内位置情報、時刻、タイミング (1μ秒以下) の利用が可能。

## 実現方法・時期

既に原理実証試験は終了し、1μ秒以下の同期精度が得られている。信号仕様は、IS-IMES-Plusとして策定中

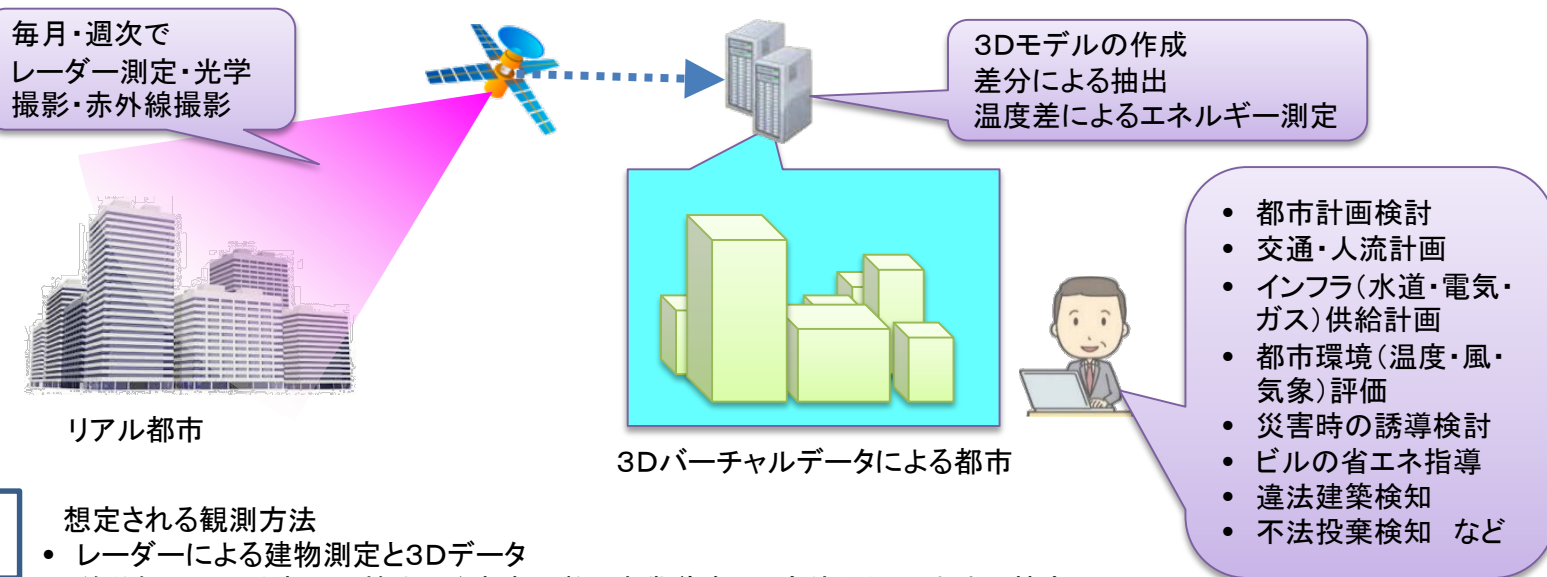
	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度
IMES+実用化に向けたロードマップ	原理実証開発 1μ(マイクロ)秒以下の同期性能確認	商用開発	実用化	
	IMES+仕様書策定 (IS-IMES+)	IMES+仕様公開		

## 背景・課題

都市構造や建物構造、インフラデータ、人口動態などを全て三次元のデータベースに置き換えて街そのものをコンピュータ上のサイバー空間に再現する「バーチャル・ジャパン」の構築により、都市計画や交通・エネルギー・インフラ計画の最適化や、ヒートアイランドなどの環境や気象評価や、災害時の避難誘導などの活用が期待されています。しかし、全ての建物や建築物のCADデータが存在するわけではなく、古い構造物については、建物の外形や寸法などは現地の実測により再現しなくてはなりません。そこで、衛星などの撮影データから、建物などの外形寸法を測定再現したり、ビルや交通量などの活動量を測定することが期待されています。

## 実現イメージ

人工衛星からの光学映像・レーダー撮影観測により、建物の形状や外形寸法をリアルタイム測定して、建築確認申請で提出された新築のCADデータと合わせて、バーチャル都市の3Dデータを構築・活用します。さらに、車の駐車情報、滞留情報の観測による交通量や建物への流入量の検出、室外機の温度観測によるエネルギー消費の測定など、都市の活動量も測定してバーチャル都市のデータとして活用します。



## 実現方法・時期

想定される観測方法

- レーダーによる建物測定と3Dデータ
- 差分観測による車両の検出、駐車車両数、渋滞道路、入庫待ち行列地域の特定、
- 室外機の温度差観測による、当該建物でのエネルギー消費量の推定
- 差分解析による不法建築、不法増築の検知。不法投棄の検知。取り壊し・更地の検知。

# 【気象・大気環境・食料生産統合予測システムの構築】

(個人③)

## 背景 ・課題

大気環境および食料生産は、気象条件に大きく依存しており、これらの予測システムを完成させるためには、正確な気象予測が不可避である。また、気象・大気環境・食料生産は、相互に関連するので、お互いを利用できるような統合システムを開発する必要がある。大気環境と食料生産の関係では、大気汚染物質マップと農作物マップと重ね合わすことができれば、農業が環境に与える影響を評価することができる。

## 実現イ メージ

現在、気象予測地上観測および衛星データを統合利用した数値解析が行われているが、大気環境・食料生産予測の分野ではこのような予測体制はできていない。大気環境においては、都市の多くで気汚染物質を測定しており、発生源について工場および農地からの測定がなされている。観測対象は汚染物質濃度であり、衛星からの観測で理論的に求められる。しかしながら、高精度な衛星センサを開発し、地上解像度を高める必要がある。食料生産は、作物の作付面積を求める必要があり、栽培作物判定は、数式で回答を求めるのは困難である。また、植物の緑葉は光学的に類似しておりマルチバンドスキャナでの判別は困難であり、判別可能にするためにハイパースペクトル画像センサが必要である。教師データとして、作付け作物が判っている圃場とこれらの衛星観測データを集められれば、深層学習等のAI技術により広域の作物マップを作成することができる。美土里ネットでは全国の農地圃場ポリゴンを完成させており、各JAおよび農業共済等はこの農地ポリゴンに作付作物情報を付加し利用している。これらの機関に生育状況把握のために衛星データを提供し、これらの機関から各ポリゴンの作付作物名の情報を得ることができれば、AIによる作物判別が可能となる。

## 実現方法 ・時期

共同研究体制を組織する。10年以内の実現を目指す。

# 【衛星データを用いたPM2.5, オキシダント等越境汚染予測】 (個人④)

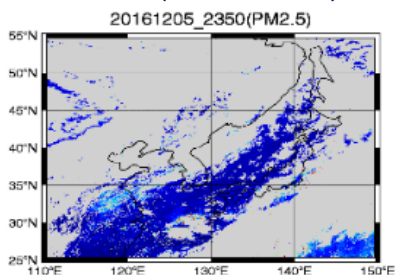
## 背景・課題

日本の都市部における大気汚染予測を行うにあたり、国外からの越境汚染の評価が重要になる。時空間高分解能の静止衛星観測を用いることで、突発的な越境汚染を2~3日前から予測することが可能になる。

## 実現イメージ

### 衛星観測

ひまわり8号からのPM2.5  
量導出(©東北大学)

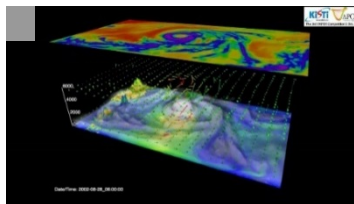


韓国GEMS衛星  
(2019年打上)



同化  
+

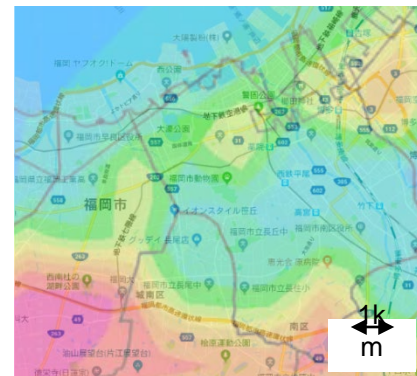
領域モデル  
(WRF-CMAQ)



予測



都市大気質分布予測  
(例:福岡市中心部の水蒸気量)



## 実現方法・時期

PM2.5については2018年度中にシステムを確立させて、2019年度以降韓国GEMS衛星も用いたオキシダントの予測も合わせて行う。また環境省「そらまめ君」等の地上据え置きセンサ、小型IoTセンサ等ポータブル測器による観測も参照・同化し、精度を上げる。



# 宇宙データ利活用促進のための推進体制構築

## 背景・課題

- 国として衛星データ利用の推進体制や役割分担が不明確
  - 宇宙データの利活用促進については、関連する各省庁において推進を図っていくことが望まれているものの、取組みを推進する組織や機能が不明確で、類似の取組みが各省庁によって別々に推進されているため民間企業等の混乱をまねく
- 衛星データ利用に関する技術実証から事業化までつなげていく仕組みの不足
  - 宇宙データの利活用に関しては、データのオープンフリー化(経済産業省)や実証事業(内閣府、総務省等)の取組みがあるものの、実際に事業化(サービス化)までつながっている事例は少ない
  - また実証実験等は単年度での取組みとなるため、その後の事業化までフォローしていく仕組みが存在しない

## 実現イメージ

## 実現方法・時期

衛星製造・打ち上

運用

データ利用環境整備  
研究開発

実証事業

事業化支援

事業化

- 近年民間も含め数多くの衛星が製造・打ち上げられている
- データのリソースは拡充傾向にある

- データ利用のユースケース作りのために、貴省以外にも内閣府、経産省等を中心に実証事業等の動きが広がりつつある

- 一方で実証事業で取組まれた事業を具体的に事業化するフェーズは企業努力に委ねられている
- 実サービス利用の事例を増やすためには、実証後の支援メニューの拡充やシームレス化が必要である

個別の取組みはあるが、事業関連連携が希薄で実サービス創出につながりにくい

他省庁との役割分担・協力や貴省内の既存の事業との連携等を考えた上で、事業化まで繋げる取組みをシームレスに提供する組織・機能を検討

オープンフリー化

実証事業

経済産業省事業

経済産業省事業

コミュニティ形成

ビジネスコンテスト

内閣府事業

内閣府 S-NET等

連携・差別化

連携・差別化

連携・差別化

プラットフォームを利用した研究開発  
民間データ活用

地方自治体・ITベンチャー等の  
巻き込み

衛星データ利活用に特化した支援  
I-Challenge等への受渡し  
ITベンチャー等の巻き込み

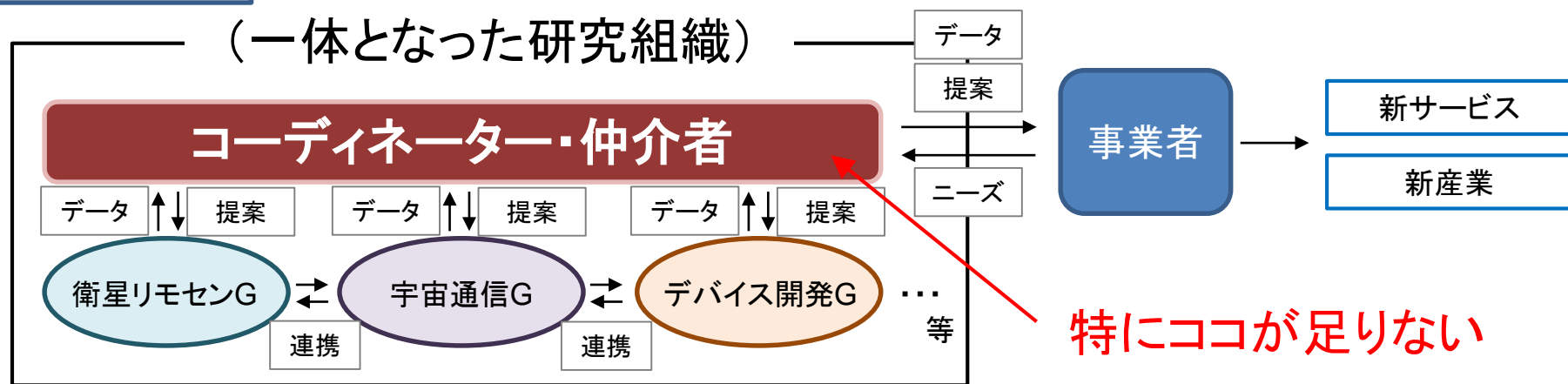
# 【宇宙データ利活用を念頭に置いた新しい組織・体制】

(個人⑤)

## 背景・課題

- 宇宙データの扱いには一定の専門性とコストが必要であり、データ利用のハードルが高い。
- 商業的なサービスには、継続的なデータ提供が必要。
- 被宇宙事業者が扱えるような宇宙データの hochu 処理サービスを提供できるような仕組みが必要。
- これら課題が足かせとなり、日本の宇宙産業は国際社会の中で遅れを取っている。
- **研究者の実態：基礎研究からデータ利活用までを全て行うことは現実としてかなり厳しい。**  
(この問題は分野に関係なく起きていると思われるが、データの取り扱いに高い専門性が要求される宇宙データ利活用分野においては特に厳しい状況にある。)

## 実現イメージ



## 実現方法・時期

- 研究組織内に、宇宙に関する研究を行っている複数の研究グループを俯瞰的に捉える部署を設置。
- その部署は外部事業者と研究グループとの仲介をし、データの説明や提案を行う。
- また、外部事業者からのニーズをくみ上げ、研究グループに伝える。
- さらに、複数の研究グループ間の連携を促進させる。

# ～ 宇宙利用のワンストップサービス ～ 「宇宙利用推進センター」の設立

(個人⑥)

## 背景・課題

平成20～23年にJAXA産学官連携部/産業連携センターへ出向し、非宇宙業界からの相談窓口や、オープンラボ制度等の担当を通じて感じたのが、宇宙業界へ参入を希望する非宇宙業界の関係者が多数存在するものの、どこに話を持って行くべきか、どのようにアイデアをブラッシュアップすれば実現できるかわからないという声が多いということでした。JAXAには産学連携促進の意志はあるものの、整理や規模が十分とは言い難く、また研究機関としての限界もあり、さらに培われた経験も異動等により蓄積されない現状がありました。宇宙利用者のさらなる拡大のために、日本全国の希望や意志、能力をすくい上げ、具現化を後押しする、日本全国を網羅する組織的なネットワークの構築が必要な時期が到来しており、今こそ利用促進の専門組織としての十分な規模のセンター機能の充実が求められます。

## 実現イメージ

### 宇宙利用のワンストップサービスを実現する「宇宙利用推進センター」を設立。

企業も秘密保持の観点から相談しやすい公的機関とする。支援パートナー制度を常設し、関連企業・組織、関連業種の経験者に登録してもらい、適切な人員を案件ごとに割り当て、支援を受ける。

- 宇宙ビジネスへの参入希望企業等を対象とする相談窓口を常設。関連企業・組織の紹介、関連情報提供、ニーズ/シーズのマッチング等を行う。さらに各種DBを構築し運営する。
- 国内外組織への売り込み支援。支援パートナーの協力を得て的確な組織への売り込みの後押しをする。
- 宇宙利用に関する調査・研究。国内外の情報収集や、事例、将来予測、現状、ニーズ/シーズ、Lessons & Learned、海外文献翻訳等を行う。成果は窓口業務やセミナー、売り込み等で活用。
- 宇宙環境利用支援。小型衛星、航空機・小型ロケット実験、蛋白質高品質結晶化等実現の橋渡し
- 宇宙ビジネスアイデアコンテストの開催。アイデア発掘と、アイデアを具現化する企業への橋渡し。
- 参入希望企業、コンサル企業、各地の科学館向けに定期的なセミナー開催。受講者がアイデアを持って相談窓口へ相談し、具現化をめざす。アイデア化には地元の科学館にも一部支援を仰ぐ。
- 積極的な情報発信。メルマガ、SNS、ホームページを通じた情報提供、イベント開催やメディア・企業等とのコラボレーションを行い、機運を盛り上げる。海外展開を意識した情報発信。
- 海外の利用機関との協力推進(DBの共通化、規格の統一、情報交換等)



## 実現方法・時期

- ① JAXA、宇宙関連企業、関連団体等からの出向者主体で準備事務局を設立する。※ある程度体制を整えたくうえで活動を開始することが望ましい。
- ② 活動の方向性や内容、規模などを検討。(①の後、半年～1年)
- ③ 国内外の協力機関、企業、組織等とのネットワーク形成。(①の後、1～1.5年 → その後も常時維持・拡大)
- ④ 支援パートナー募集要項検討、募集開始。研修会実施。(②の後、半年～1年)
- ⑤ 宇宙利用推進センターの活動開始。相談窓口の開設。(①の後、1～1.5年)

赤矢印はセンター業務  
青矢印は支援パートナー業務  
黄矢印は希望者の動き

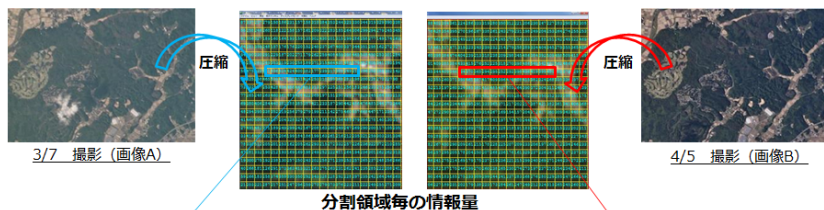
# 衛星画像ビッグデータ解析ソリューション

(NTT空間情報株式会社)

## 背景・課題

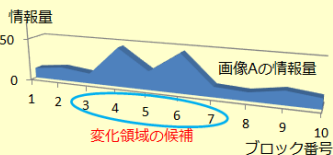
衛星画像を利用することで、継続的に広大な面積に対してモニタリングを行うことができ、経済活動状況の把握、災害時の被災状況の把握など、様々な用途に利用が可能である。しかし既存の技術では、計算機コストが大きく、また撮影時の日照条件や季節変化に大きく影響を受けるため、膨大な衛星画像ライブラリを対象に効率的・効果的に解析を行うことが出来なかった。

## 実現イメージ



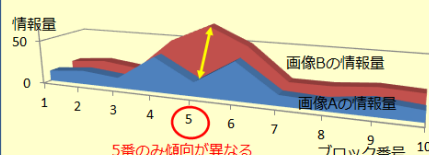
### Step.1: 画像Aにおける各領域の情報量分布を確認

山、谷の形がハッキリしている（隣接領域と情報量が大きく異なる）領域を変化領域の候補とする



### Step.2: 画像Bと情報量分布を比較

Step.1の候補領域の中で、山、谷の形（情報量の分布傾向）が画像A/画像Bで異なる領域を変化領域として検出



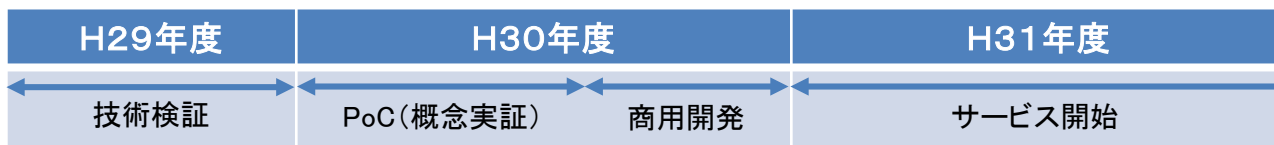
## 【衛星画像特徴量の時間差分解析】

従来の色調や輝度の相違点に着目するのではなく、衛星画像をブロックに分割し、そのブロック単位に符号化情報を算出し、比較対象となる画像の符号化情報と比較する。情報量の分布状況に変化がある場合、地形が変化していると認められる。

本方式は、動画圧縮技術を基にしており、解析スピードが非常に速い。衛星画像の解像度にもよるが、日本全国の差分解析を1日で実行することが可能である。

また機械学習とは違い、教師データ、およびGPUなどの大規模な計算機も必要としない。

## 実現方法・時期



平成30年度において、ビジネスタートゲットを定めたPoCの実施、および商用開発を行い、平成31年度のサービス開始を目標とする。