

# 4次元サイバーシティの活用に向けたタスクフォース 中間取りまとめからの変更・追加内容

総務省国際戦略局宇宙通信政策課  
平成30年5月31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1 構成員名簿及びスケジュール

参考2 「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

---

# 宇宙×AIによる価値創造の重要性

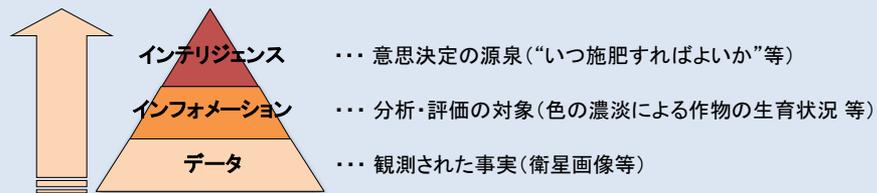
- 衛星データはセンサの高度化や衛星数の増加によりビッグデータ化。大量のデータを蓄積・利活用できるようになったことで、顧客への提供価値の高度化に期待。
- 地球規模の変化を素早く捉え、ビジネス等における意思決定に資するためにはAI等の技術の活用が不可欠。

## 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。

## 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

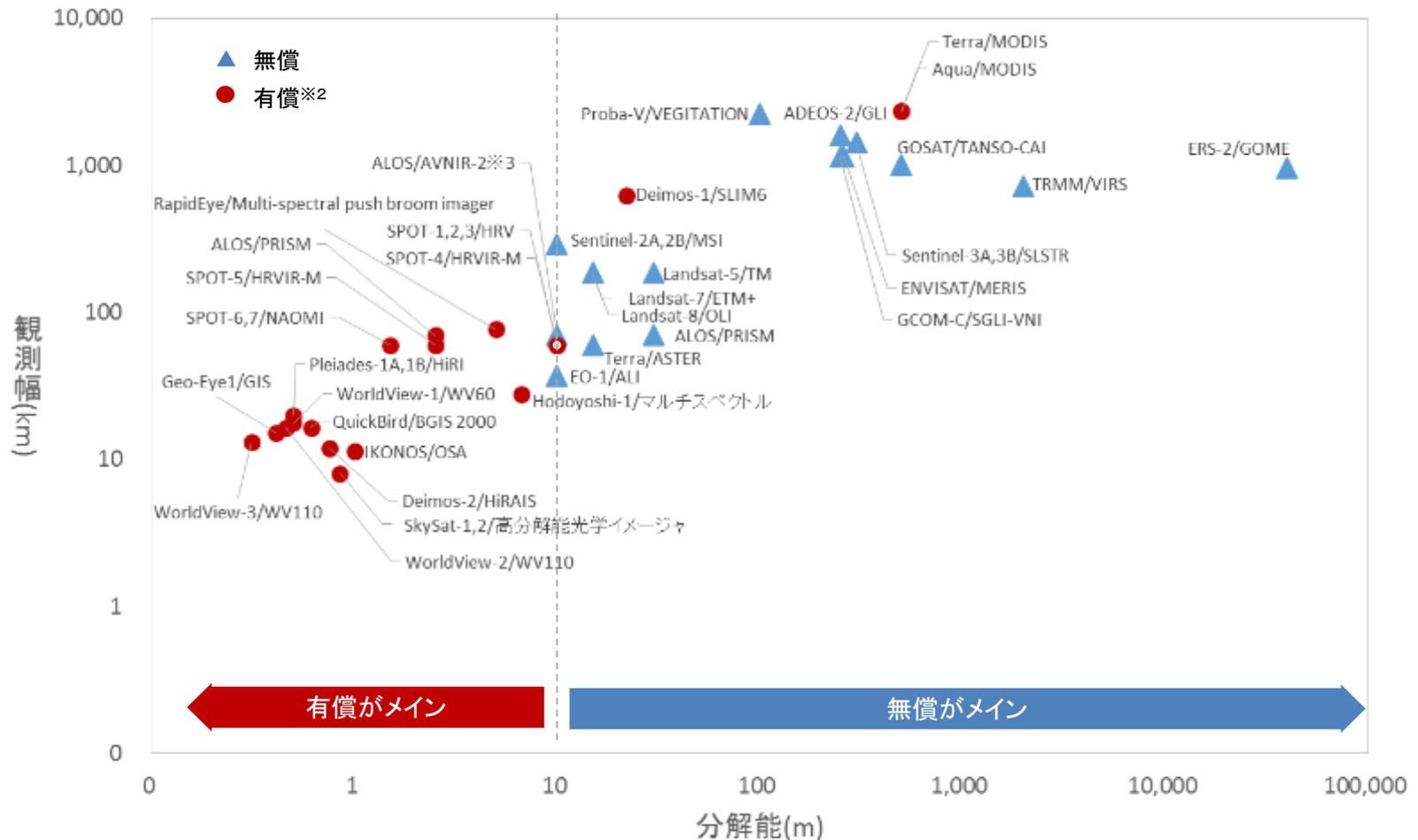
➤ 各国・地域とも、政府系衛星は充実。欧米地域では、民間系衛星も数多く運用。

## 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)※1</li> <li>• ALOS(運用終了)</li> <li>• GCOM-C</li> </ul> <p>※1 気象観測衛星。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EO-1</li> <li>• NOAA※1</li> <li>• Landsat(7,8)※2</li> </ul> <p>※1 気象観測衛星。 ※2 1~5は運用終了。6は打上げ失敗。</p>	<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>	

# 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。

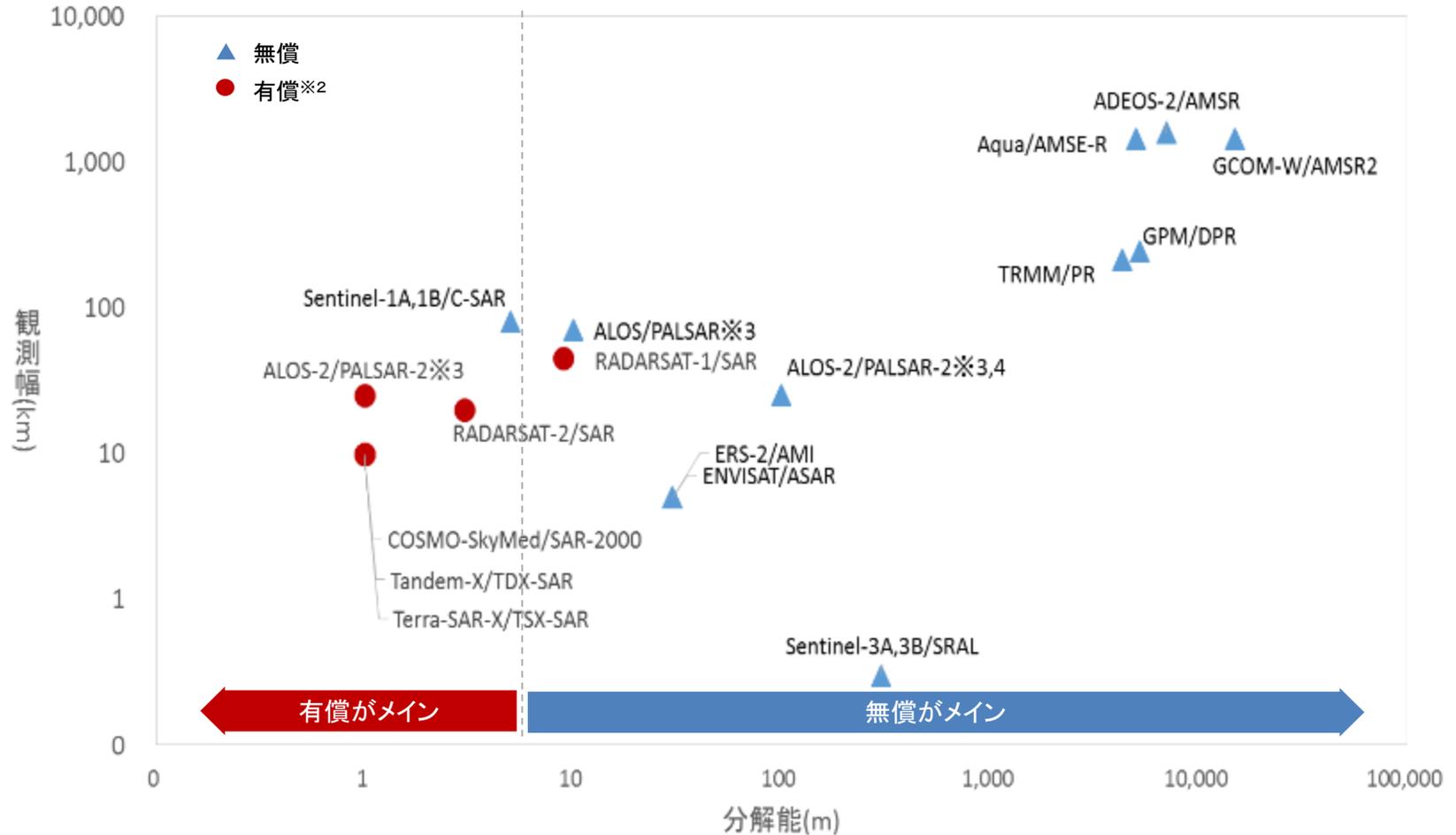
※2 宇宙技術開発株式会社ウェブサイト(<http://www.sed.co.jp/sug/contents/price/sample.html>)を参考に概算した結果、10万円程度が有償での最低価格。

※3 ALOS, ALOS-2は2018年度無償提供開始。本スライドで無償としてプロットしているのは、JAXAからの情報による。

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/>)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。

※3 ALOS, ALOS-2は2018年度無償提供開始。本スライドで無償としてプロットしているのは、JAXAからの情報による。

※4 ALOS-2/PALSAR-2の無償範囲は熱帯域に限定。

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/>) を元に作成。

## 第3章

# 4次元サイバーシティの活用イメージ

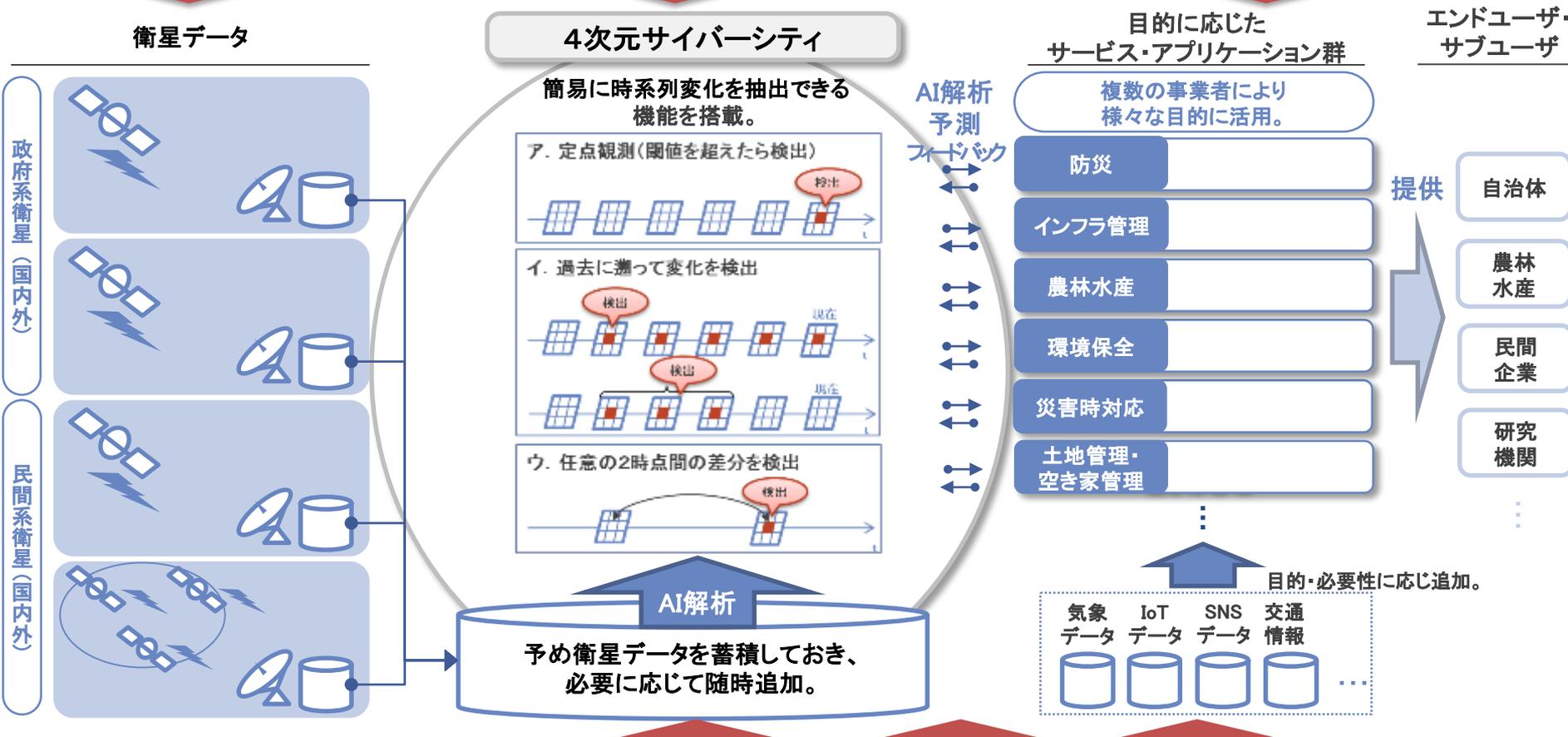
---

# 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

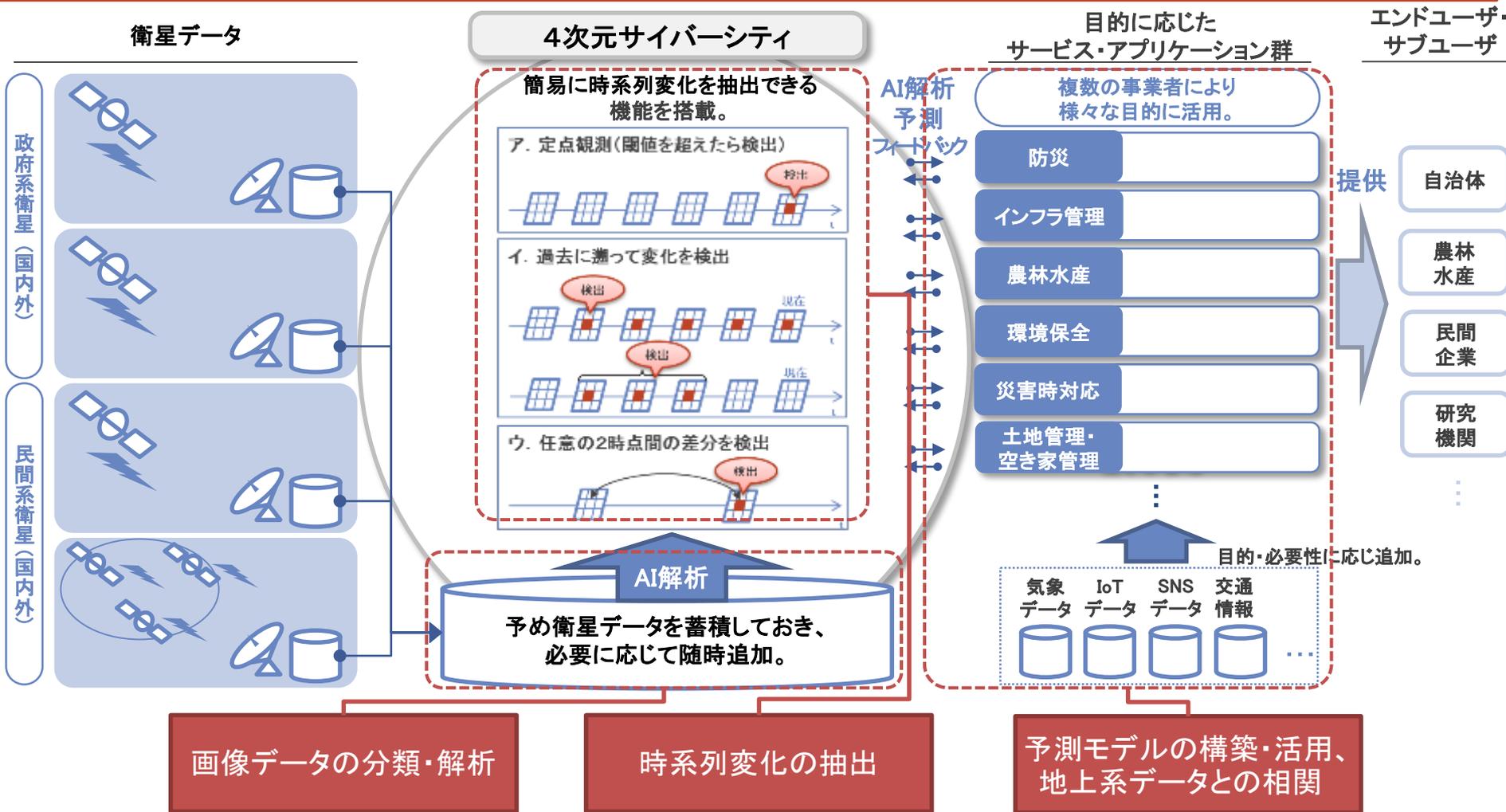
**③活用領域**  
4次元サイバーシティの活用ニーズが見込まれる領域



**④AI技術の適用**  
AI技術の適用による効率的で効果的な衛星データの活用

# ④ AI技術の適用

- AI技術を活用することで、解析結果を短時間・低コストで抽出することが可能。
  - 4次元サイバーシティにおいては、画像データの分類・解析や時系列変化の抽出への活用を想定。
  - さらに、目的に応じた予測モデル構築・改良、地上系データとの相関分析への活用を期待。

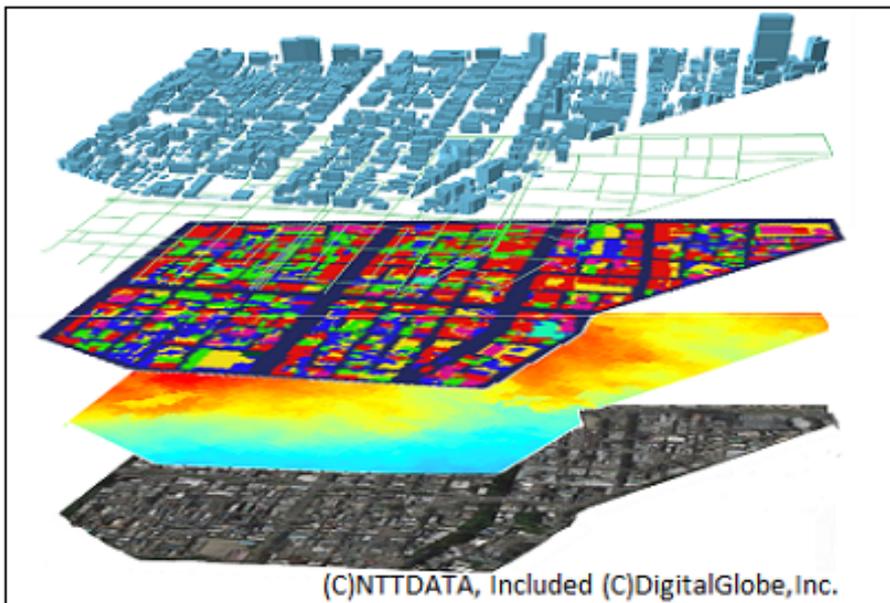


# ④ AI技術の適用 … 画像データの分類・解析

- 既知のエリアを教師データとして用いることにより、衛星データを元に、土地利用、土地被覆等の分類別に自動で色分けして地図に表示したり、地上の様々な物体の抽出・カウントに活用。
- さらに、分類・解析前の画像データ整備(例:雲等のノイズ除去)にも、AI技術の適用が期待。

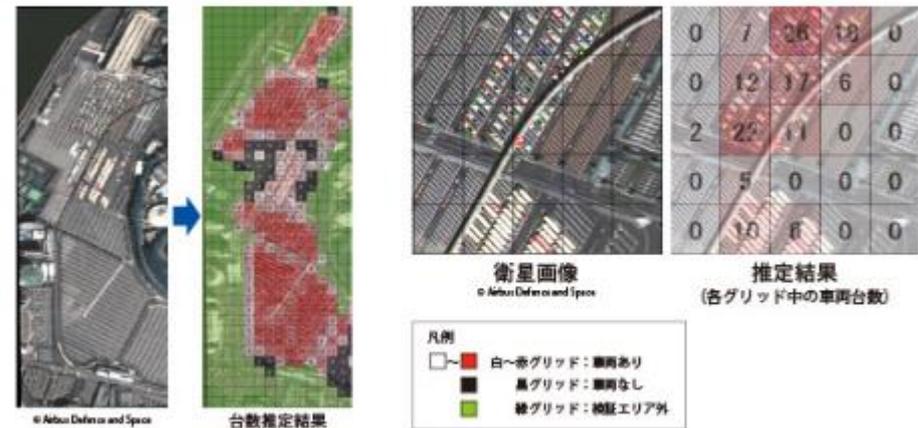
## 土地利用、土地被覆等の自動分類

- 対象地域を住宅地、工場、水域、草地、森林等に分類。



## 特定対象物の自動認識

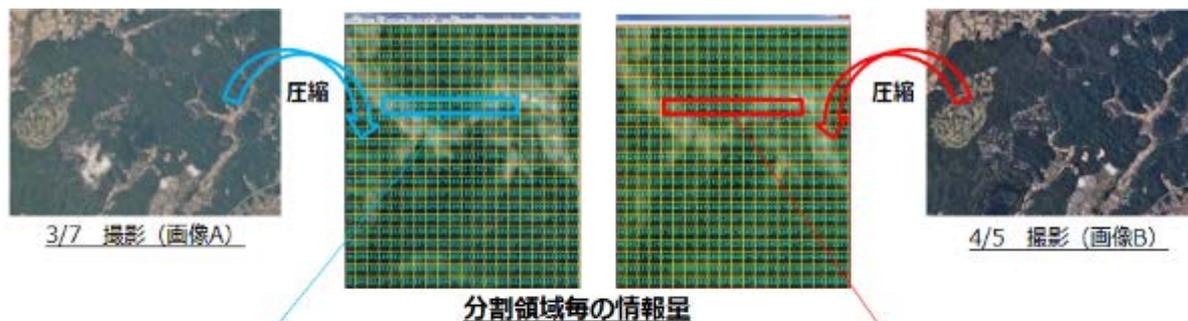
- 自動車や建造物等を抽出・カウント。



## ④ AI技術の適用 … 時系列変化の抽出

- 同一エリアを撮影したデータにより過去と現在とのデータの比較を行い、AI技術により時間差分を抽出。
- 土地利用の変化や森林減少の状況把握、災害時の被災エリア検出等を迅速に実現可能。

### 時系列変化の抽出

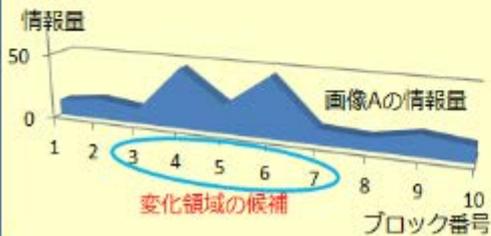


#### 【衛星画像特徴量の時間差分解析】

従来の色調や輝度に注目するのではなく、衛星画像をブロック分割し、ブロック単位に符号化情報を算出する。比較対象画像の符号化情報と比較し、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考えられる。

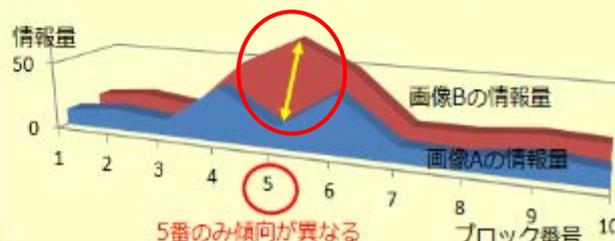
#### Step.1 : 画像Aにおける各領域の情報量分布を確認

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



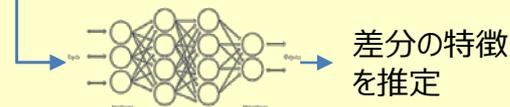
#### Step.2 : 画像Bと情報量分布を比較

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



#### Step.3 : 変化領域の変化内容推定 (現在検討中)

- 画像Aの5番の領域
- 画像Bの5番の領域



Step.2の変化範囲の画像をディープラーニングで、差分の特徴を抽出し、変化情報として記録

ビックデータ解析技術

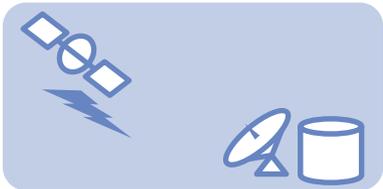
AI技術

# ④ AI技術の適用 … 予測モデルの構築・改良

- 衛星データと地上系のIoTデータ等と組み合わせることにより、AIが規則性や相関関係を学習。
- 構築された予測モデルを元に将来予測を提示し、結果のフィードバックを受けることにより精度を向上。

地上データ等と組み合わせた予測モデルの構築(農業の例)

衛星リモートセンシングデータ



圃場のIoTデータ



気象データ

過去の収量データ

⋮

## 予測モデルの構築

入力された過去データを元に規則性や相関関係を学習し、予測モデルを構築。



構築された予測モデルを元に、将来予測を実施。



予測結果の提示



フィードバック

効果的・効率質な作業計画

水位の調整



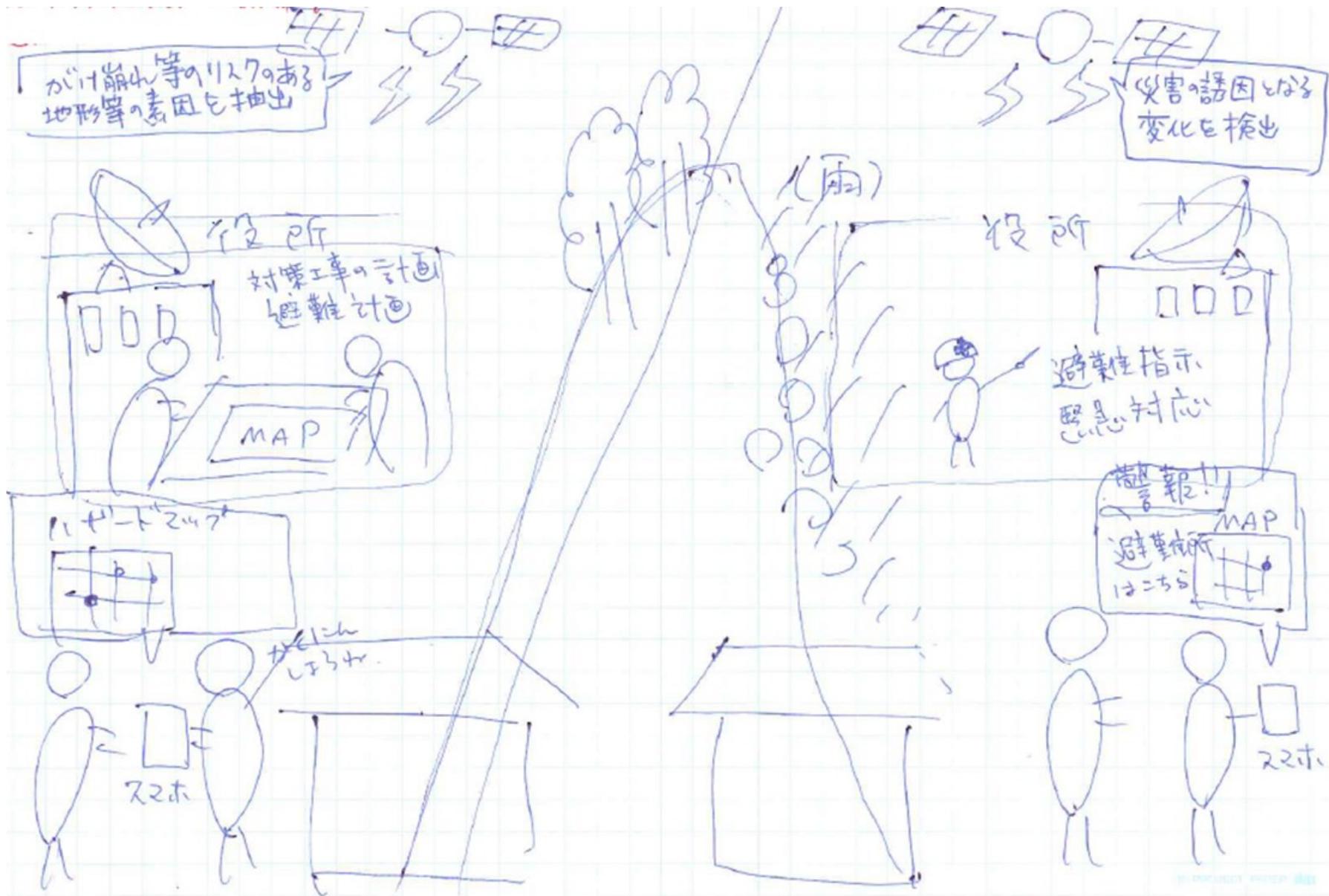
施肥や農薬散布の適量見極め



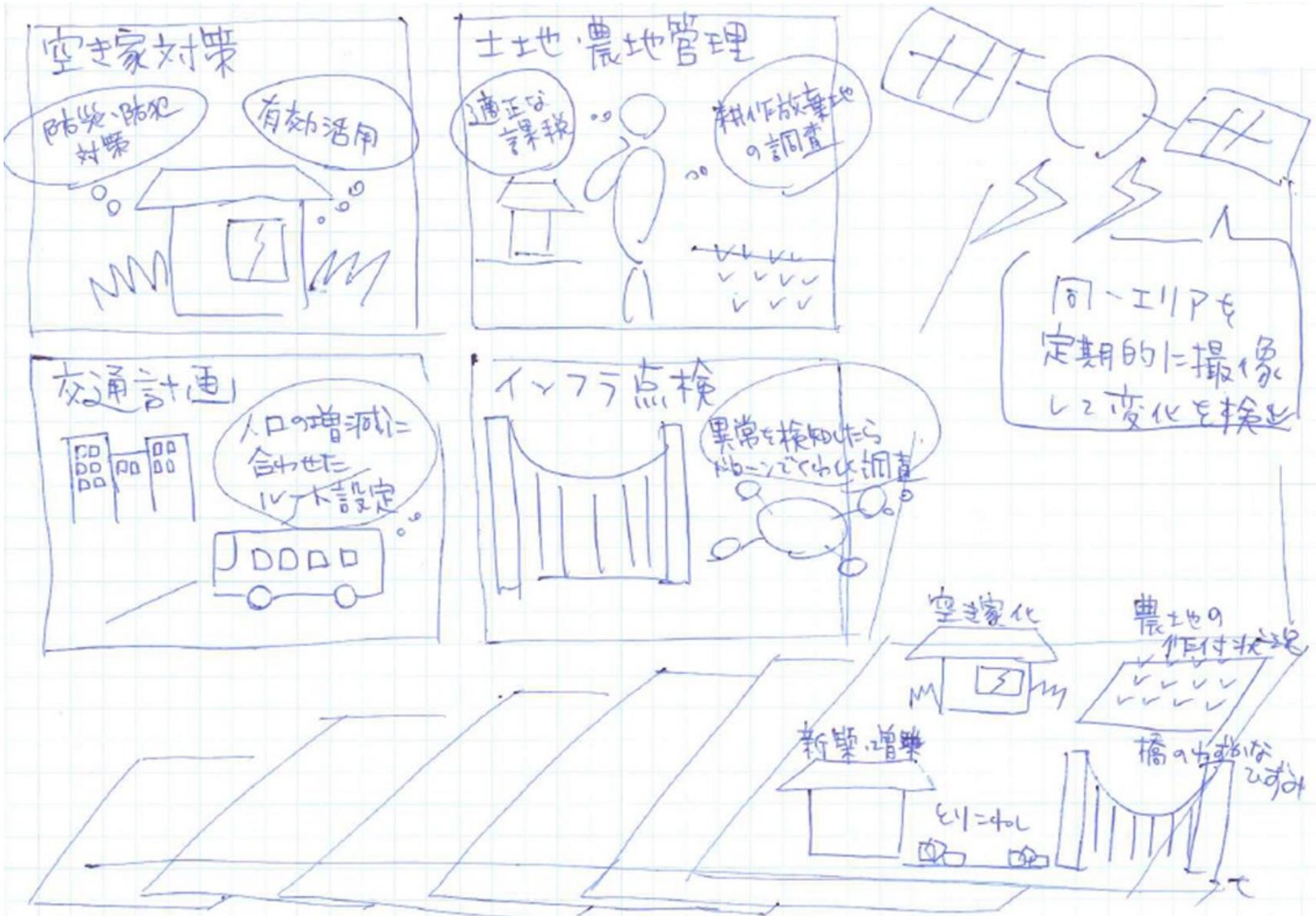
収穫タイミングの見極め



# 4次元サイバーシティを活用したユースケース例 ①防災・減災



# 4次元サイバーシティを活用したユースケース例 ②都市計画

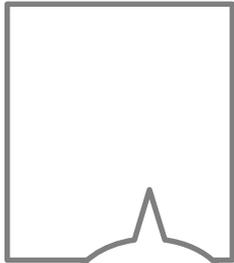


# 4次元サイバーシティを活用したユースケース例 ③農業



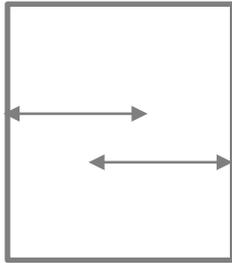
## 作物の品質管理

MAP



病気発生!

農薬散布・施肥計画

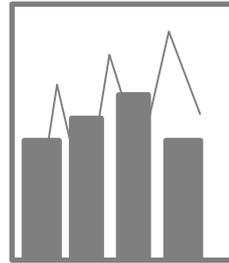


## 収穫時期の見極め

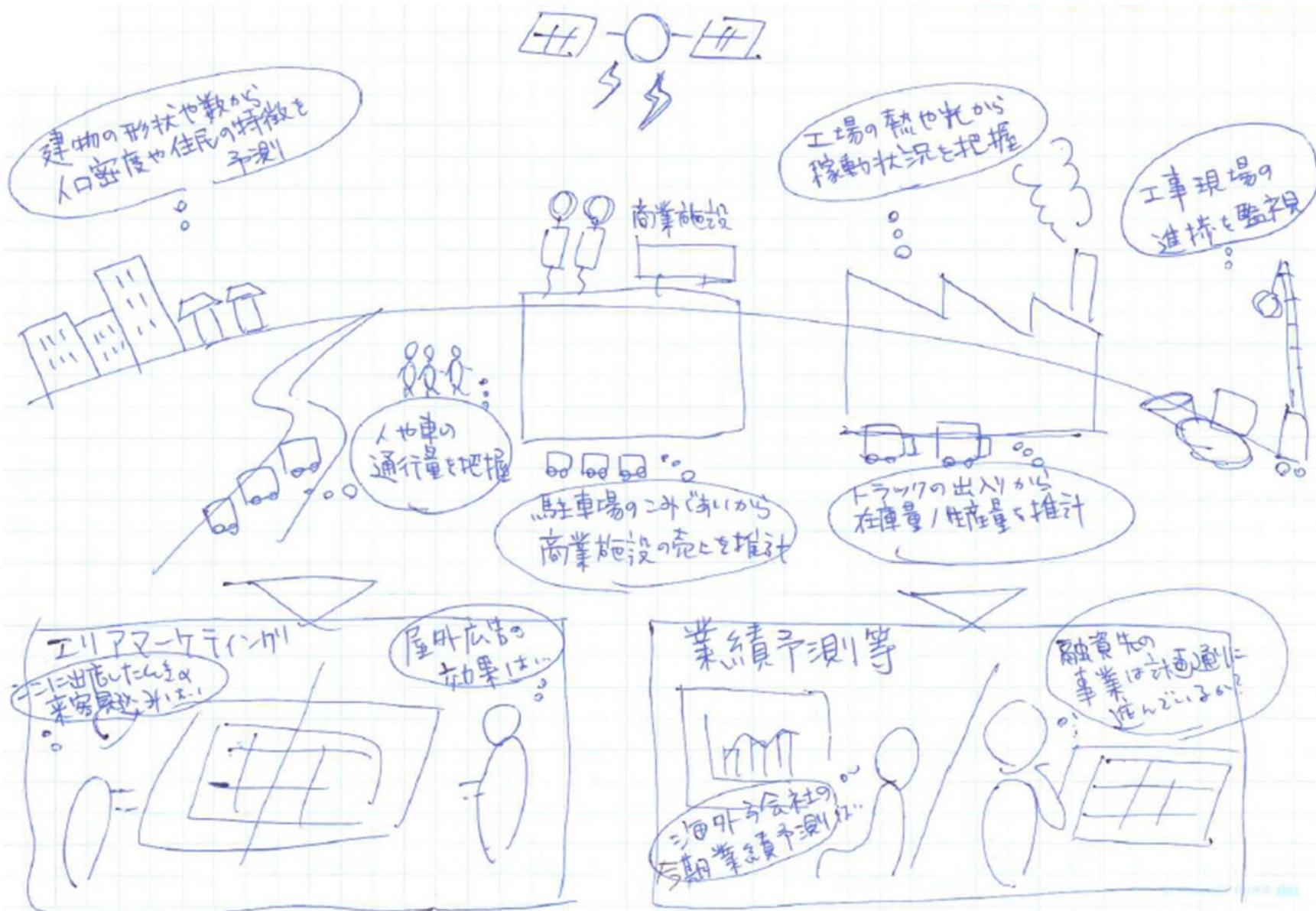
MAP



市場価格予測



# 4次元サイバーシティを活用したユースケース例 ④マーケティング等



## 第4章

# 今後の取組の方向性

---

# 衛星データの利活用促進に向けたロードマップ

	2018年度	2019年度	2020年度	
① マッシュアップによるソリューションのデザイン	民間企業とも協働し、関係府省庁・機関のリリースを総動員			
③ ユーザ拡大に向けた取組	関係府省庁・機関が相互に連携して、「人工衛星コンシェルジュ」を機能の試行・充実			
② スモールスタートによる先進事例創出	民間による利活用ビジネスの拡大			
④ 研究開発の推進	実証事業や民間による取組			
	ニーズや実証試験を踏まえた競争的資金による研究開発			
	宇宙利用において目指すべき方向性を 実現するため長期的な研究開発			

# (参考) 宇宙ベンチャー育成のための新たな支援パッケージ①

(平成30年3月20日 内閣府、総務省、外務省、文部科学省、経済産業省)

- 宇宙ベンチャー育成のため、政府・関係機関が一丸となって、パッケージで支援。
- 日本政策投資銀行(DBJ)、産業革新機構(INCJ)をはじめとし、官民合わせて、宇宙ビジネス向けに、今後5年間に約1,000億円のリスクマネー供給を可能とする。
- JAXA・民間企業の専門人材を集約したプラットフォームを創設し、宇宙ベンチャーとJAXA・民間企業との人材の流動性を高めることなどを通じて、人材・技術面からも支援。

## 1. 政府関係機関による宇宙ビジネス向けのリスクマネー供給拡大

日本政策投資銀行(DBJ)、産業革新機構(INCJ)をはじめ、官民一体となって、宇宙ビジネス向けにリスクマネー供給を拡大。

## 2. スタートアップ段階に対する民間資金供給の円滑化

宇宙ビジネスのスタートアップ段階に関心のある投資家等(エンジェル投資家、ベンチャー・キャピタル等)を組織化し、アイデアを持った個人・ベンチャー企業とのマッチングを円滑化するための、新たなプラットフォーム(「S-Matching」)を発足。

## 3. 宇宙ベンチャーの人材確保支援

宇宙ベンチャーでの勤務等を希望する、JAXA・民間企業の現役・OB研究者等の専門人材を集約したプラットフォームを創設し、宇宙ベンチャー企業との人材マッチングを支援。

## 4. 宇宙ベンチャーとJAXA等との人材交流を含めた技術協力

宇宙ベンチャー企業とJAXA等との出向等による人材交流を促進するとともに、事業化までをスコープとしたJAXAと民間企業とのパートナーシップ型の技術開発・実証を行う。

# (参考) 宇宙ベンチャー育成のための新たな支援パッケージ②

(平成30年3月20日 内閣府、総務省、外務省、文部科学省、経済産業省)

## 5. 国研技術と民間ビジネスの橋渡し支援

国立研究開発法人(JAXA、NICT、産総研等)が有する尖った宇宙関連の技術と民間ビジネスのマッチングを支援。

## 6. 衛星データのオープン&フリー化の推進と利用拡大のための実証拡充

政府衛星データのオープン&フリー化のためのプラットフォーム構築と、準天頂衛星の測位信号を含めた衛星データの利用拡大のための実証事業を本格的拡充。

## 7. 宇宙ビジネス・アイデアの事業化に向けた初期支援

宇宙ビジネス・アイデア・コンテスト「S-Booster」の実施を通じ、受賞したビジネス・アイデアについて、受賞後の事業実施可能性調査(F/S)の実施や特許等出願料など、事業化に必要な経費を支援。

## 8. 革新的ビジネスを行うベンチャー企業のためのビジネス環境整備

軌道上で新たなサービス提供(デブリ除去、燃料補給、衛星修理等)を企図するベンチャー企業や、宇宙資源開発を計画するベンチャー企業等のためのビジネス環境整備を進める。

## 9. 宇宙ベンチャー等の海外展開支援

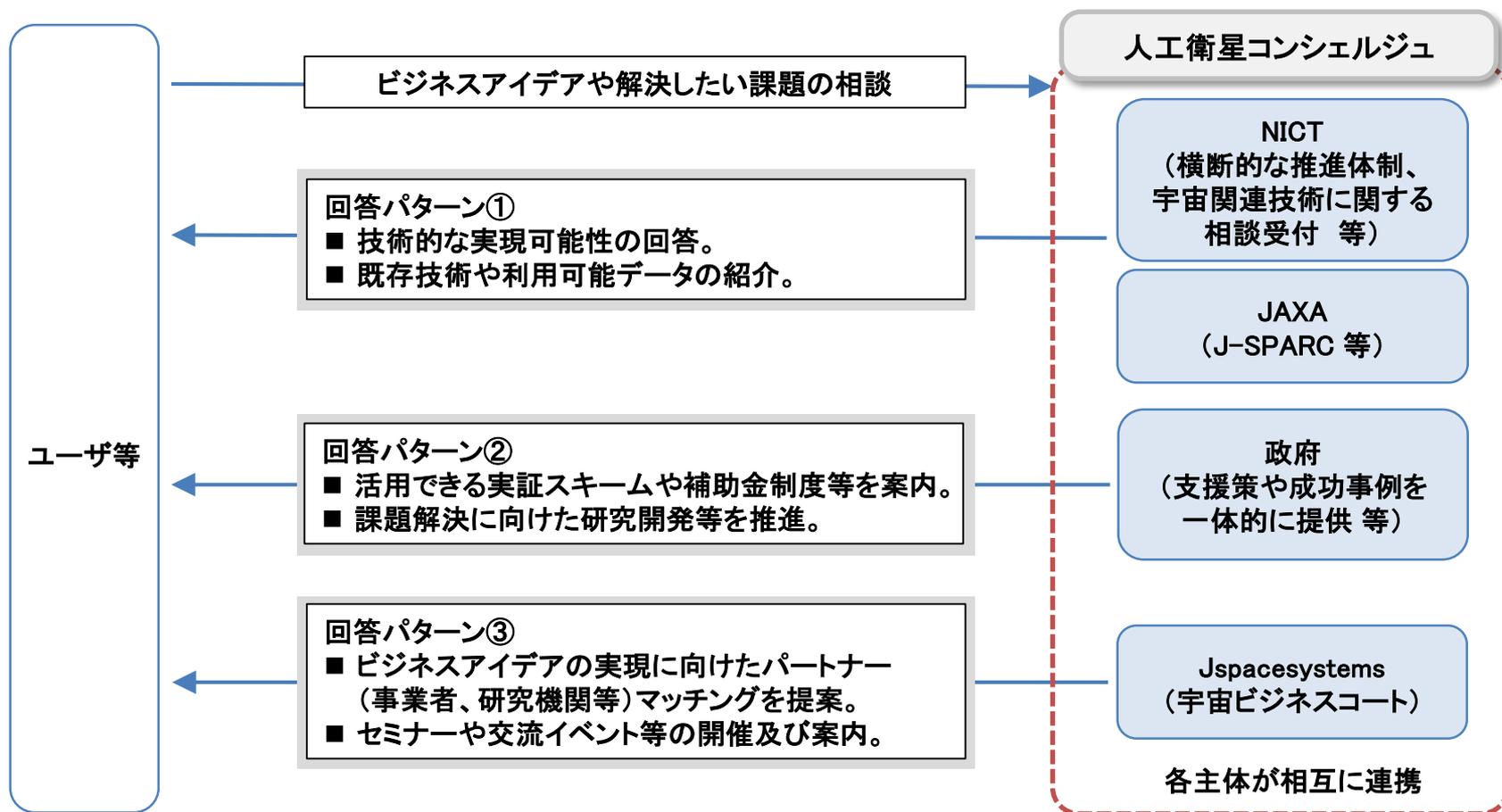
海外展開タスクフォースを通じた、新興国等への官民合同ミッション派遣による海外展開支援の強化。これにより、国連持続可能な開発目標(SDGs)実施にも貢献。(インドネシア、タイ、フィリピン、ルワンダ等)

## 10. 関係省庁・機関による総合的な情報提供強化

政府の支援策や成功事例を一体的に提供するための総合サイトの創設。

# 「人工衛星コンシェルジュ」の実現イメージ

- 短期的には、民間企業や自治体等のビジネスアイデアや解決したい課題等に対し、「人工衛星コンシェルジュ」が相談内容に対する回答やコメント、提案を返答。
- 相談内容によっては、NICTやJAXAとの共同研究、既存技術の社会実装への発展も期待。
- 長期的には、AIによるユーザと事業者等とのマッチング、自動応答技術の導入も視野。



# 衛星データの更なる利活用促進における残存課題

- **衛星データの安定的取得に関する予見可能性(①に関連)**

衛星データを、将来に亘って計画的・継続的に取得できることが担保されていない。

- **目的に応じたデータ取得(①及び④に関連)**

使用目的が、研究等に限定されている衛星データがある。

顕在化しているニーズに応えるために、十分な衛星データが取得できない場合がある。

- **産業ごとのニーズ掘り起こし(②及び③に関連)**

ワークショップやアイデアソン、宇宙関連の実証事業には、既に衛星データへの興味関心の高い人しか集まらない。

衛星データの民間活用を促進するには、“宇宙に興味のない人”へもアプローチすべき。

## 参考1

# 構成員名簿及びスケジュール

---

# 「宇宙利用の将来像に関する懇話会」 構成員名簿

(座長)	中須賀 真一	東京大学大学院工学系研究科 教授
(座長代理)	六川 修一	東京大学大学院工学系研究科 教授
	青木 一彦	スカパーJSAT株式会社 執行役員 宇宙・衛星事業部門 部門長補佐
	新井 邦彦	国際航業株式会社 宇宙・G空間推進室 室長 兼 地球観測データ利用ビジネスコミュニティ (BizEarth) 幹事代表
	池田 義太郎	株式会社アクセルスペース 事業開発・営業グループ長
	今給黎 哲郎	株式会社ジェノバ 技術統括
	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
	金谷 有剛	国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究開発センター長代理
	金本 成生	株式会社スペースシフト 代表取締役
	草野 完也	名古屋大学宇宙地球環境研究所 所長・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
	佐藤 将史	株式会社野村総合研究所 ICT・メディア産業コンサルティング部 上級コンサルタント
	辻 寿則	株式会社アストロテラス 代表取締役
	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
	久嶋 隆紀	株式会社商船三井 スマート SHIPPING 推進室 室長代理
	堀江 延佳	三菱電機株式会社 宇宙システム事業部 事業部長代理
	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ソーシャルビジネス開発部 係長
	三好 弘晃	日本電気株式会社 宇宙システム事業部 事業部長代理
	矢野 博之	国立研究開発法人情報通信研究機構 執行役
	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
(オブザーバ)	内閣府	宇宙開発戦略推進事務局
	内閣府	政策統括官(防災担当)付
	文部科学省	研究開発局宇宙開発利用課
	農林水産省	大臣官房政策課技術政策室
	経済産業省	製造産業局航空機武器宇宙産業課宇宙産業室
	気象庁	観測部気象衛星課
	環境省	地球環境局総務課研究調査室
	株式会社NTTデータ	経営研究所

# 「4次元サイバーシティの活用に向けたタスクフォース」 構成員名簿

(主査)	中須賀 真一	東京大学大学院工学系研究科 教授
(主査代理)	岩崎 晃	東京大学大学院工学系研究科 教授
	阿部 侑真	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 宇宙通信研究室 研究技術員
	荒井 誠	株式会社電通 宇宙ラボ 主任研究員
	石田 真康	A.T. カーニー株式会社 プリンシパル
	黒田 有彩	宇宙タレント
	齋藤 尚子	千葉大学環境リモートセンシング研究センター 助教
	酒匂 信匡	キヤノン電子株式会社 衛星システム研究所 所長
	洲濱 智幸	株式会社パスコ 衛星事業部システム技術部 副部長
	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
	三好 弘晃	日本電気株式会社 宇宙システム事業部 事業部長代理
	森信 拓	NTTコミュニケーションズ株式会社 経営企画部IoT推進室 担当部長
	八木橋 宏之	スカパーJSAT株式会社 衛星技術本部イノベーション推進部 部長代行
	柳原 尚史	株式会社Ridge-i 代表取締役社長
	吉川 真	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 准教授
	渡辺 公貴	株式会社タカラトミー 研究開発部 専門部長

(オブザーバ)

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局  
 内閣府 政策統括官(防災担当)付  
 文部科学省 研究開発局宇宙開発利用課  
 経済産業省 製造産業局航空機武器宇宙産業課宇宙産業室  
 気象庁 観測部気象衛星課  
 株式会社NTTデータ経営研究所

# タスクフォースの開催等のスケジュール

