

# 産業化の重要な視点

東京大学 中須賀真一

リモートセンシングの産業化を例に

- ① インフラストラクチャーと儲ける場所の明確化
- ② データの価値は何か、を検討
- ③ 量的効果をもたらす仕組み追及

# ①インフラと儲ける部分の明確化

- 継続性(長期にわたる提供+継続しつつ発展)重要
- データが確実に手に入ることの担保(社会インフラ化)
- 画像データ自体の価値 vs 付加価値・利用法の価値
  - 高分解能(1m以上) vs 中・低分解能(10m以上)
  - Sentinel2以降の10m分解能データ公開等への対応
  - どこで儲けるか?
- 「量の効果」: 同じ作業をまとめた方が効率的
  - 衛星、地上局等のハードウェア
  - 地上局運用、ネットワーク管理
  - データ加工(低次情報処理)、アーカイブ

ここまでは容易に到達でき、**最終段階(最も付加価値のつくところ)に力を注げる** ↓ **インフラ作り**

縦割り(用途ごと)ではなく横通し  
それぞれが「公的」から「産業化」or 産官連携で

資金還流

- 「付加価値+利用アイデア」の部分で競争、利用産業化

## ②データの価値は何か、の検討

### ● 現状のリモセンデータ

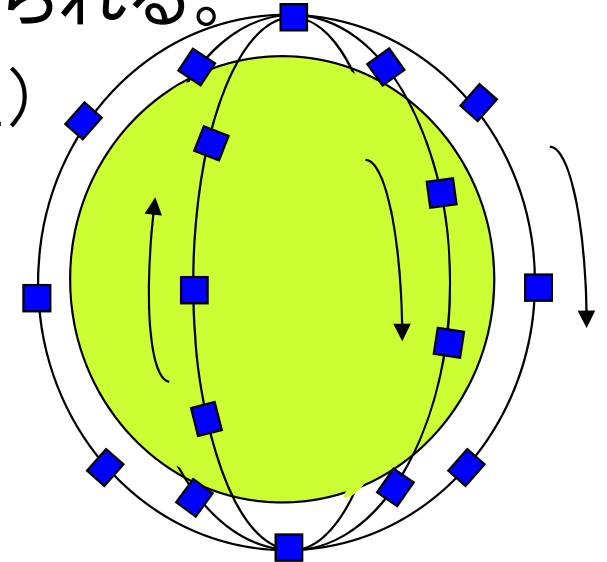
- 空間分解能追及：安全保障など一部には大きな価値
- 通常の中・大型衛星だと同じところを見るのは14日～42日に一回。「たまにしか見れない」「欲しい時・場所の絵が存在しない」「そもそも絵が撮ってもらえない」「しかも高い」

### ● 時間分解能向上：コンステレーションによる新しい世界

- 5機程度あれば、1日に1回は(晴れだと)見られる。
- 分解能は2.5～200m程度(用途ごとに多種)
- 画像の値段は安くする(垂れ流しの？)

### ● どんなメリットがあるか？

- 変化がわかる。
- 観測間隔が短くなる。
- 機会提供：多くのユーザーのほしいタイミングで撮れる。



# 「時間分解能向上」の公的利用

- 災害後の状況把握
  - 災害後の時間が短いほど粗い画像でも役に立つ
  - 継続した短い間隔での状況監視が必要
  - 準天頂のメッセージ通信などと協調した活動
- 海洋監視等
  - 安全保障、海賊監視等船舶監視
  - 短間隔の監視が必要
  - AISなどとの連携
- 農林水産業等の振興のために
  - 日々の変化の把握

もう一つ大事な要件：  
観測したデータが地上に降りてくるまでの時間遅れの最小化  
(リアルタイム性)  
⇒多数地上局、極域地上局、静止データ中継衛星(光通信も)

# 「変化の把握」の農林水産業への応用

---

- **農作物の日々の変化の把握**
  - － 小麦は収穫日の良しあしで20%程度収量変化
  - － 施肥、水まき、刈り入れなどのタイミング図る
  - － 作物の健康度合い、食害等のチェック⇒早期対策
  - － 休耕田、面積など田畑の管理データ
- **森林の管理データ(森林簿等)取得**
  - － 木の種類をスペクトラムで識別(限られた時期の観測必要)
  - － 森林管理データ取得(持ち主、樹種、間伐必要性、林積等)
  - － 災害後の状況の把握、松枯れなどの病気監視
  - － 桜前線・紅葉・雪形の変化の把握
- **水産資源の発掘と管理**
  - － 水温分布の調査で漁場の探索(すでにMODIS利用進む)
  - － 早期赤潮警報により養殖漁場の退避、アオコ監視

# 課題：小さな声をどうやって集約するか？

---

- **多くの研究者は存在し、研究成果もあり**
  - 科研費や補助金がついたら研究して論文まで
  - お金がなくなるとやめる（継続性なし）
  - 農業、林業、漁業、都市計画、産業廃棄物、etc.
  - 地方自治体でも、元気な人がいるときだけ実施
- **継続的で強いユーザーに仕立てあげる努力**
  - 小さな、分散したユーザーの声を集めて、強いコミュニティに仕立て上げていく必要性
  - ノウハウは海外への技術Transferへ
    - 例) 日本の農林水産業技術、災害対応等の輸出の一助にできないか（パッケージ化）

# ③量的効果をもたらす仕組み追及

- 衛星、地上局等のハードウェア⇒衛星数・地上局数増大
- 地上局運用、ネットワーク管理 ⇒世界で共通インフラ化
- データ加工(低次情報処理)、アーカイブ⇒標準化等
- データ利用者やそこへのサービス業者を増やす  
⇒「しきい」を下げる。末端まで配信する仕組みのインフラ化  
使えるメディアの低コスト化・携帯電話の利用等

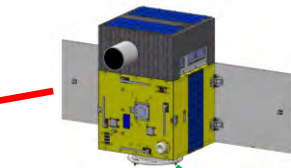
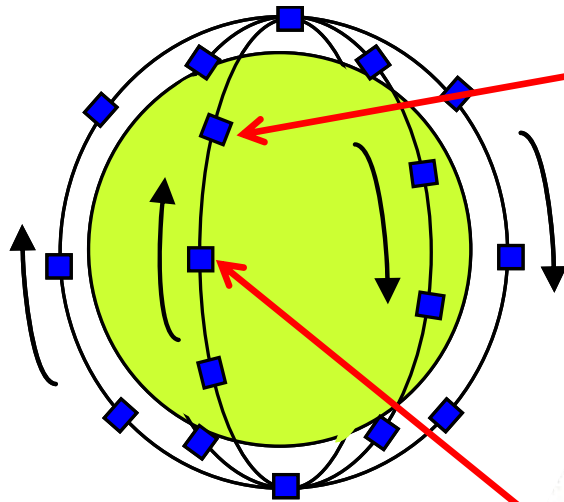
## 国際戦略の必要性

- ある国で役に立つことは他の国でも役に立つ
- 多くの国を巻き込んだ方が量的効果を狙える(Win-Win)
- それぞれの国の抱える特殊な社会問題解決への利用
- 標準化などの流れにうまく乗る・主導する・連携する
- うまくやれば、データだけでなく、同型の衛星や機器をたくさん売れる。「相手国が乗ってくる」仕組みづくりのアイデア。

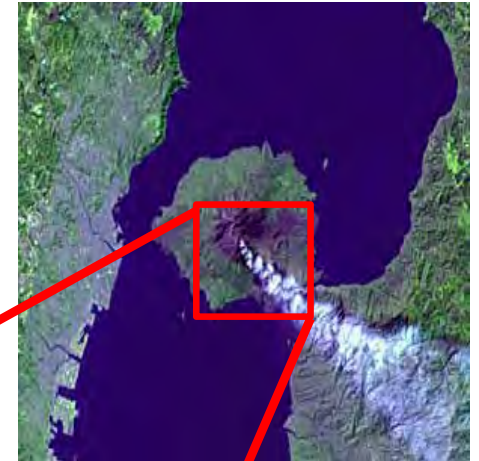
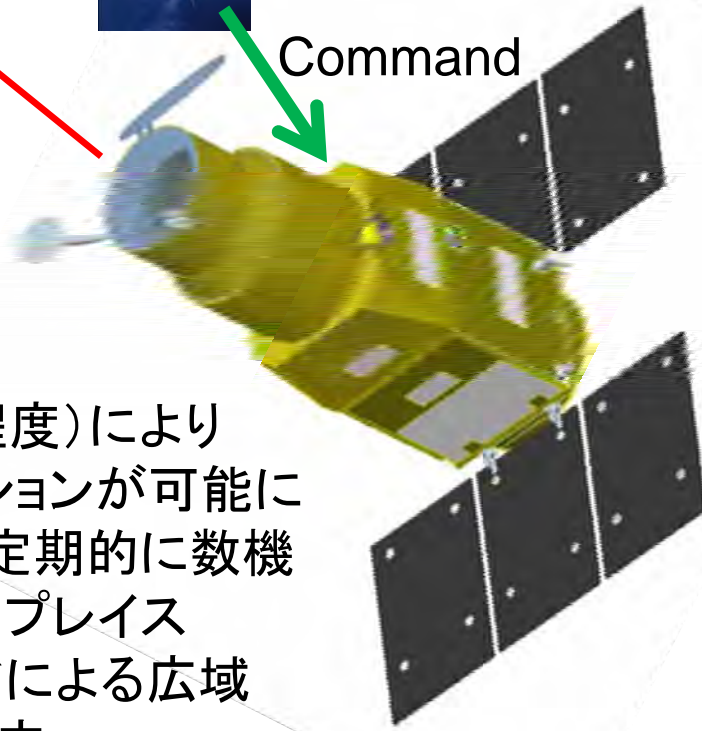
# ASEAN防災ネットワークのさらなる多数衛星化

## 多数のマイクロ衛星:

- 中程度～粗い可視画像 (2.5 - 200m)
- 数による頻繁な観測 (数時間から1日1回程)
- 可視以外は難しい



Command



- 撮るべき領域を高解像度で取得
- 詳細情報
  - 雲のない場所
  - 興味ある場所

## マイクロ衛星の貢献

- 低コスト(1機5億円程度)により多数のコンステレーションが可能に
- インフラを作った後、定期的に数機を新しいセンサーでリプレイス
- Leader-follower ペアによる広域観測と詳細観測の両立
- 海外への衛星売り込み時に衛星開発のキャパビル支援もペアで

## 数機の小型衛星:

- 高解像度 (submeter - 2.5m)
- 可視、SAR、ハイパースペクトラル

衛星数の増大は必須。増えるとさらに魅力が増す



# 「多数衛星を国際共同で」プロジェクト

---

- Disaster Monitoring Constellation (*SSTL*)
  - 5機,daily,分解能4~10m、SARバージョンも現る
  - DMC-3はGSD1m(パン)4m(マルチ), 3機でdaily
- RapidEye (*MDA, SSTL, DLR*等、1機7億円)
  - 5機,daily,分解能6.5m, 擬似Swath1500km
- CarbonSat Constellation(*OHB*、5機)
- AIS Constellation(*OHB*、12機 in 4軌道面)
- 海面高度計ミッション(*OHB*、4~12機)
- HumSat、QB50:50機のCubeSatに同一のセンサ搭載
- 広域Swathと高分解能の両立は困難⇒ヘテロコンステレーションによる補完

← これまでの大学衛星のレベル(ピコ、ナノサット: 数100m~数km)

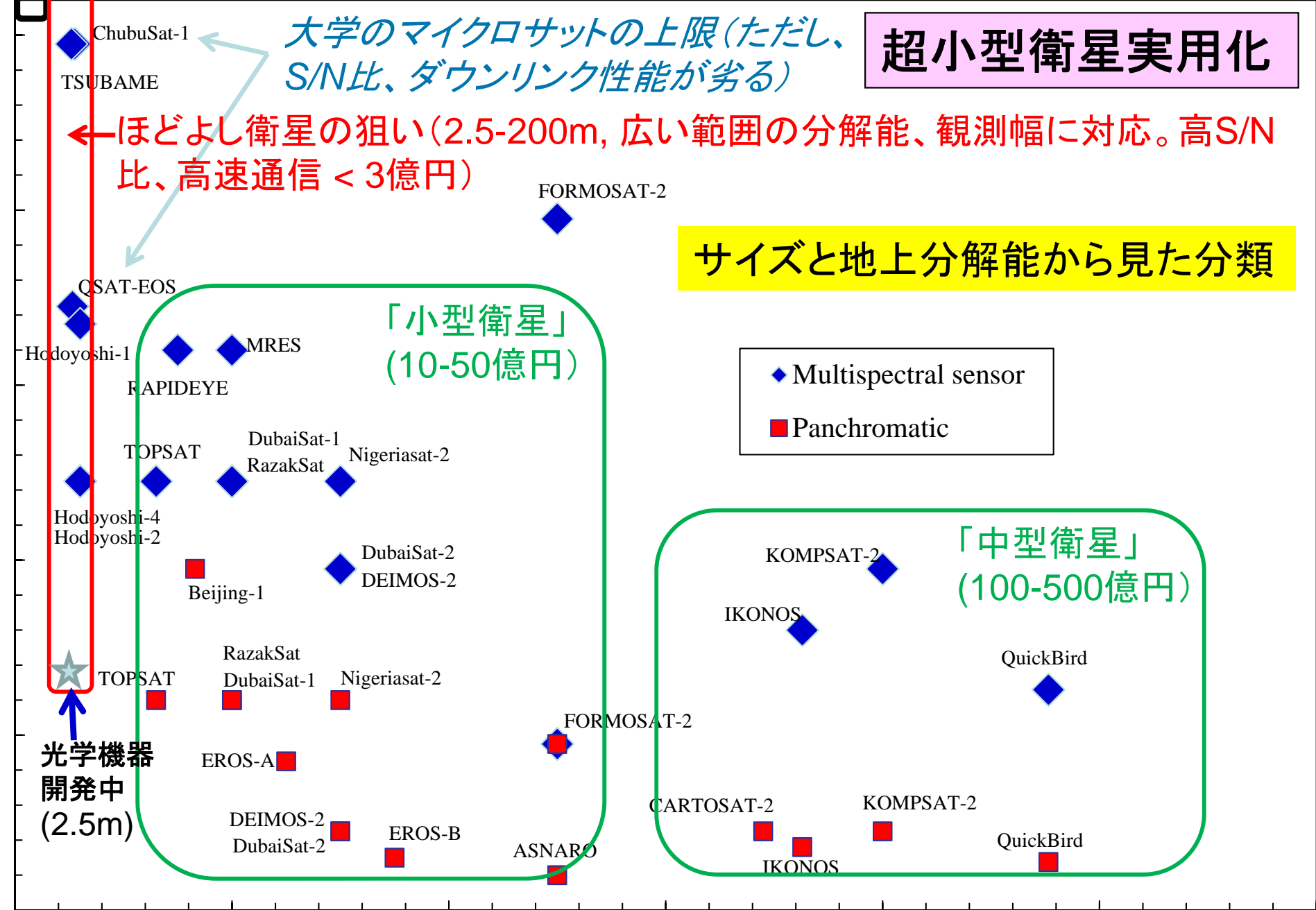
# 超小型衛星実用化

大学のマイクロサットの上限(ただし、S/N比、ダウンリンク性能が劣る)

← ほどよし衛星の狙い(2.5-200m, 広い範囲の分解能、観測幅に対応。高S/N比、高速通信 < 3億円)

## サイズと地上分解能から見た分類

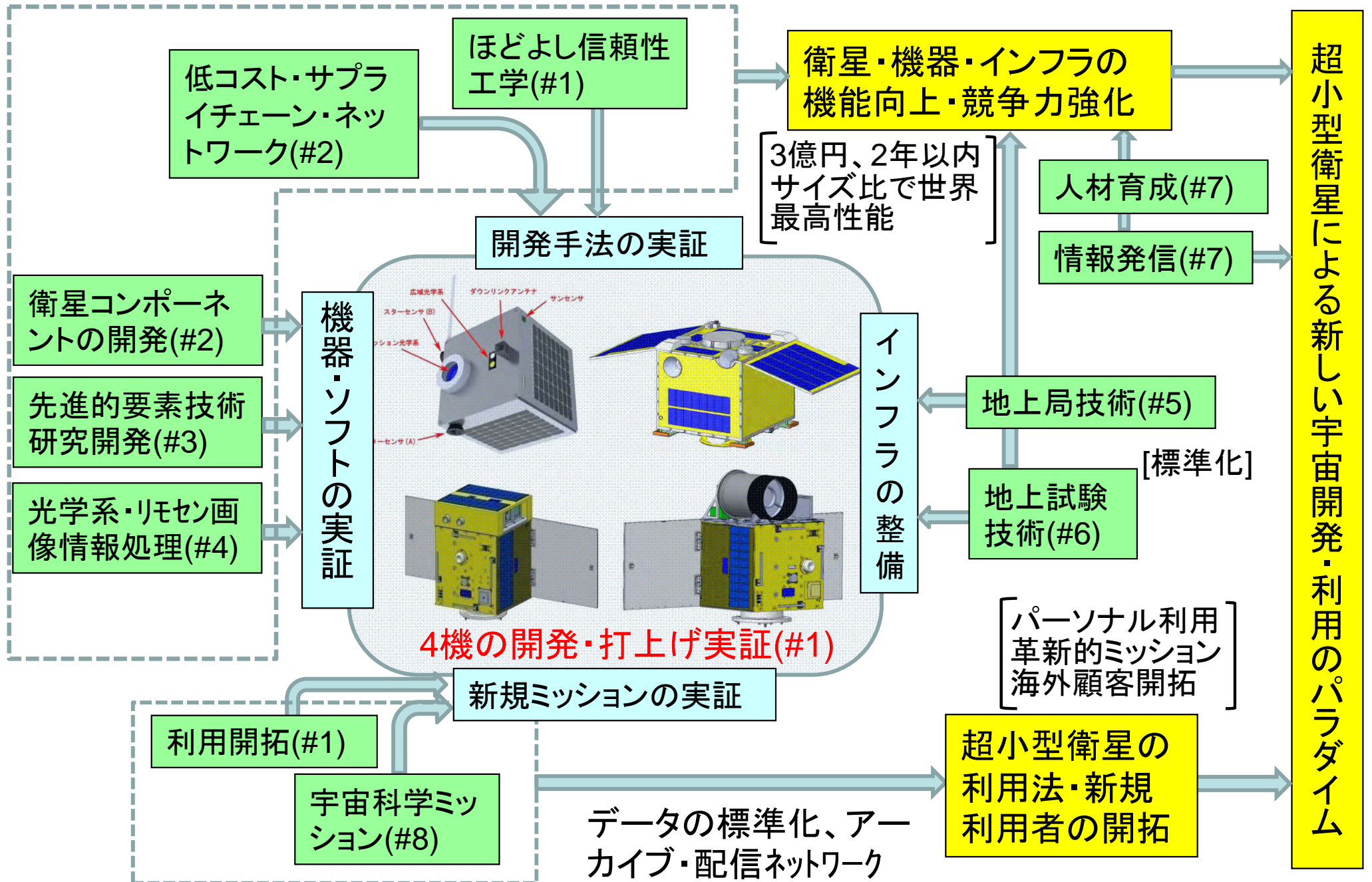
地上分解能 [m]



光学機器  
開発中  
(2.5m)

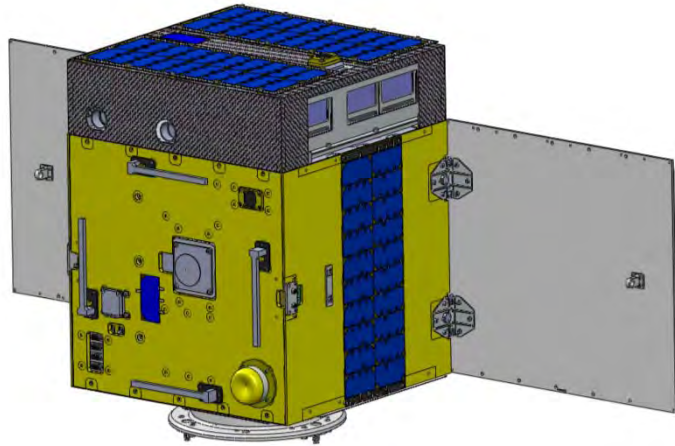
衛星重量 [kg]

# FIRST「ほだよしプロジェクト」の全体像



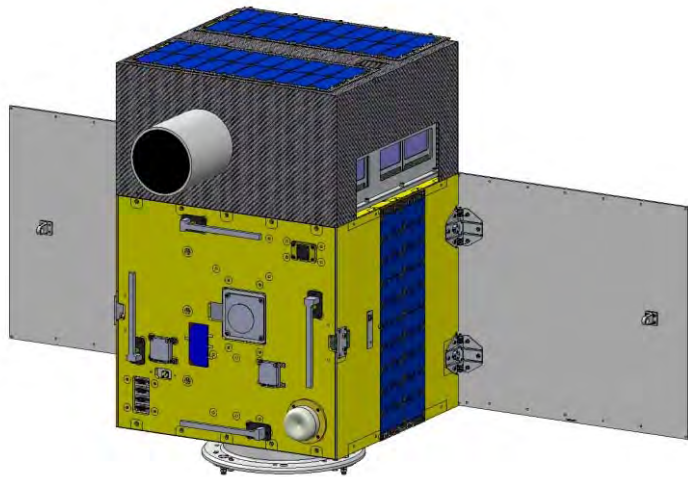
# 衛星開発現況 ～ほどよし3,4号～

ほどよし3号



バス機器、構造、ソフト等の標準化を追及

ほどよし4号



|       | ほどよし3号   | ほどよし4号   |
|-------|--|--|
| 寸法    | 0.5×0.5×H0.65m   | 0.5×0.6×H0.7m  |
| 重量    | 60kg   | 66kg   |
| 運用軌道  | 高度約600km 円軌道<br>太陽同期、降交点地方時10時～11時   |  |
| 姿勢制御  | 地球指向3軸制御   |  |
| 電力    | 太陽電池：2翼固定パドル+ホールドイマウント5面。<br>発生電力：最大約100W<br>消費電力：観測時平均：約50W<br>28V非安定バス。一部5Vバスも供給<br>蓄電：5.8AHリチウムイオンバッテリー |  |
| 通信    | テレメトリ・コマンド：Sバンド<br>コマンド：4 kbps、テレメトリ：4/32/64 kbps<br>ミッションデータダウンロード：Xバンド10Mbps<br>(4号機は100Mbpsも実験)         |  |
| 軌道制御  | デオービット用<br>H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> スラスタ  | 実験・デオービット用<br>イオンエンジン                                |
| ミッション | 中分解能光学カメラ<br>GSD：40mと200m  | 高分解能光学カメラ<br>GSD 5～6m級<br>機器実証<br>高速X帯送信機<br>イオンエンジン |
|       | Store & Forward, 機器搭載スペース<br>2機のヘテロ・コンステレーション  |  |

2013年DNEPRロケットで打上げ予定