# 月面インフラWG

## フロンティアビジネス研究会　シンポジウム資料

2026年7月23日

# 月面インフラWG構成メンバー

**◆ 参加企業(50音順、敬称略)**

- 宇宙システム開発株式会社（SSD）
- 株式会社大林組
- 株式会社関電工
- 株式会社きんでん
- 株式会社JSOL
- スカパーJSAT株式会社
- 三菱ケミカル株式会社
- 株式会社三菱総合研究所
- 三菱電機株式会社
- 有人宇宙システム株式会社（JAMSS）
- ヨシモトポール株式会社

**◆ WGリーダー**

- 氏名：　佐藤 郁也
- 所属：　株式会社三菱総合研究所
  防災・レジリエンス政策本部原子力イノベーショングループ
  兼　フロンティア政策本部フロンティア戦略グループ

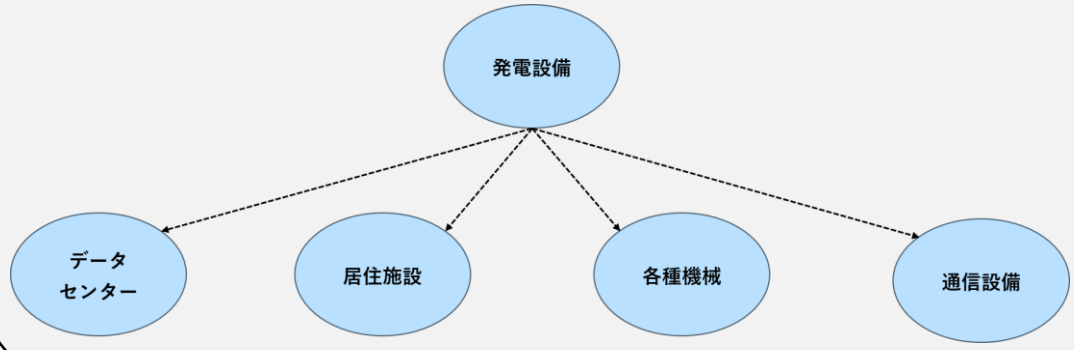
**◆ サブリーダー**

- 氏名：　小田 観世
- 所属：　株式会社大林組 原子力本部 先進技術部

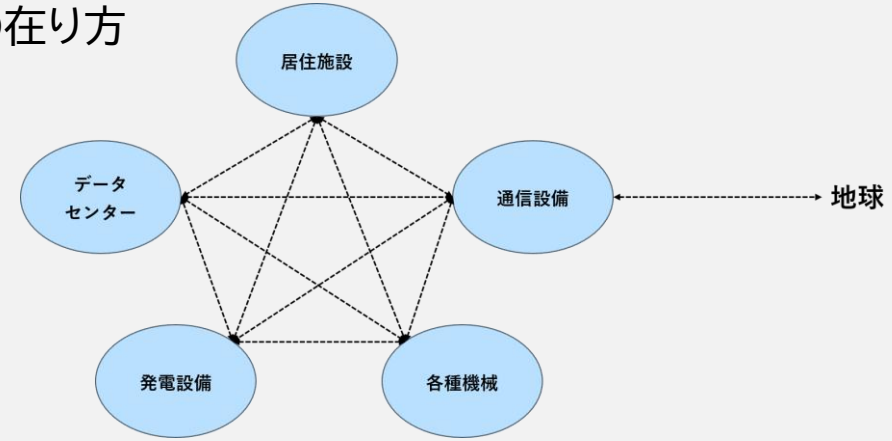
# 月面インフラWG 今期の基本方針

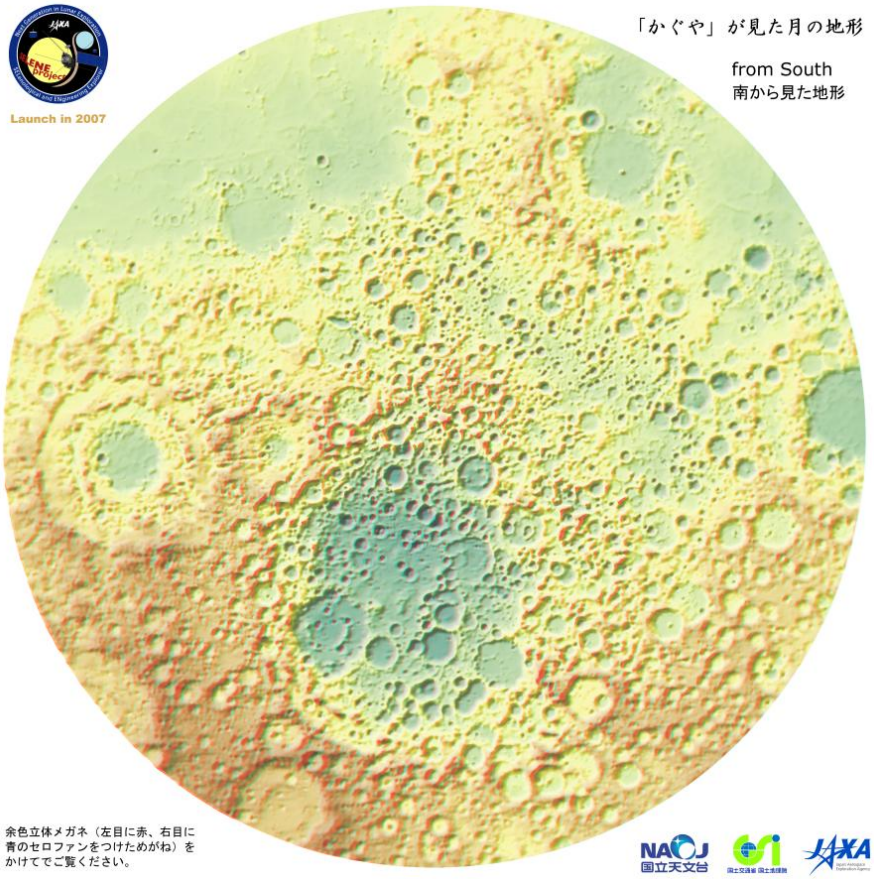
**全体の方向性：月（特に南極）の地理も踏まえたインフラの在り方を具体的に考えてみる**

テーマ①：各アセットへ十分な電力を供給するための望ましい発送電インフラ




テーマ②：月面間通信の在り方、全体マネジメントの在り方




出所）https://www.gsi.go.jp/chirijoho/chirijoho41003.html

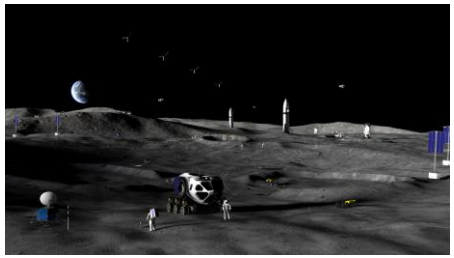
# 月面インフラに関する最新の動向　－海外－

- 2026年5月26日、米国NASAがMoon Baseの計画を発表
- 3段階のフェーズにて持続的な活動拠点構築

Phase 1



Phase 2



Phase 3



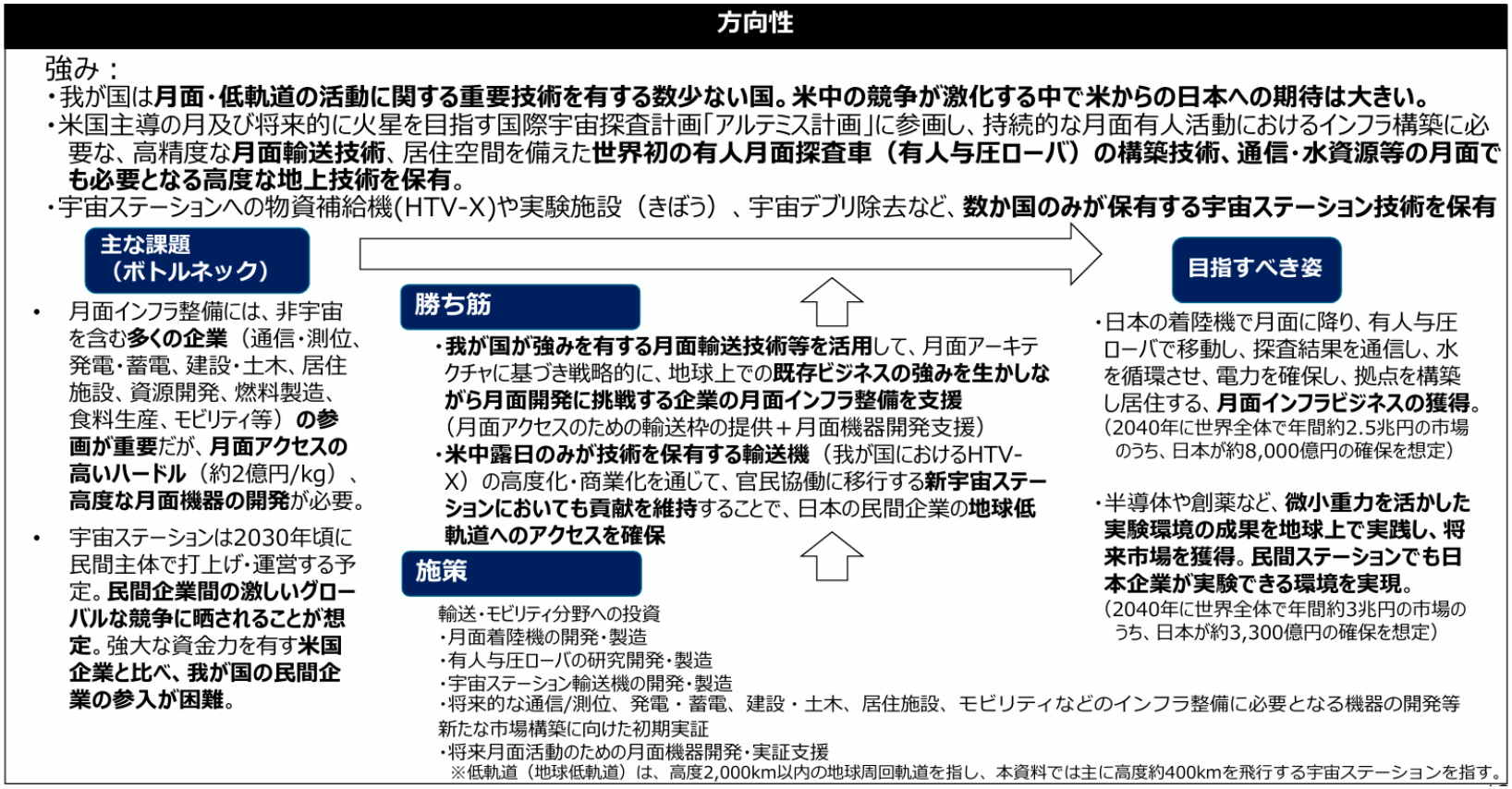
| フェーズ | 電力<br>（Power） | 通信・測位・航法・時刻<br>（Communications, PNT） |
|---|---|---|
| **Phase 1**<br>現在～2029年<br>（実証・学習） | 初期の電力技術実証と放射性同位体ヒーターユニット（RHU）の実証を行い、月の夜を越えてシステムが生存できることを確認。 | 通信中継衛星・観測衛星を軌道上に配備し、基地建設の様子を世界へ発信。初期の通信・測位・航法・時刻（PNT）技術を実証し、月の夜を越えて稼働できることを確認。 |
| **Phase 2**<br>2029～2032年<br>（初期居住） | 改良型の太陽光発電と初期の原子力電源（核分裂炉・RTGを含む可能性）を展開。太陽光発電の増強と月面原子力電源能力を実証。 | 月面～軌道間の地表通信システム（通信ノード）を強化・整備し、月南極全域で信頼性の高い高品質な接続を確保。 |
| **Phase 3**<br>2032年～<br>（持続的な有人活動） | 長い月の夜を通じて安定・信頼性の高い電力を供給する、運用可能な核分裂月面電源（fission surface power）を確立。ISRU（その場資源利用）を活用。 | Phase2までに構築した通信網を運用・拡張し、継続的な有人活動を支える接続を維持（ページ上では新規の個別構築項目としての記載なし）。 |

出所）https://www.nasa.gov/moonbase-phases/

# 月面インフラに関する最新の動向　－国内－

- 2026年7月21日、「戦略17分野における「主要な製品・技術等」の官民投資ロードマップ」が日本成長戦略本部で決定、航空・宇宙分野において「月面探査・低軌道技術」について記載。
- 官民投資額は2040年度までに5.6兆円と想定。

⇒月面インフラの整備に関する戦略・課題が記載




月面探査・低軌道技術における方向性

出所)https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/nipponseichosenryaku/pdf/rm2026.pdf

# あるべき電力・通信インフラの姿の検討

- 電力・通信いずれも基盤インフラとして、供給停止・不安定になることは月面活動にとって致命的
- 電力・通信インフラのあるべき姿を検討する上で、必要な観点として以下の3点を整理

  ①相互に支えあいながらの安定基盤の構築

  ②電力・通信に加えて熱も考慮した相互構築

  ③適切なエネルギー・通信需給バランスの設定

電力・通信インフラにおける主な要素

| 電力 | |
|---|---|
| 発電 | 太陽光発電<br>原子力電池<br>核分裂発電 |
| 送電 | 有線送電<br>無線送電（マイクロ波、レーザー） |
| 蓄電 | 二次電池（リチウムイオン電池、全固体電池）<br>再生型燃料電池 |

| 通信 | |
|---|---|
| 有線通信 | 光ファイバー<br>Ethernet |
| 無線通信 | Wi-fi<br>3GPP LTE/5G NR<br>衛星リレー通信 |

# 基盤インフラとして目指すべき要素の整理①

**①相互に支えあいながらの安定基盤の構築**

- **電力・通信いずれも安定した基盤を構築する上で以下のような考慮が必要**
- **安定供給を目指しつつ、お互いがお互いを運用するために必要なリソースを提供**

**⇒双方を同時に、段階的に構築していくことが必要**

**通信機器に対する確実な電力の供給**

| 電力インフラ構築に向けた考慮事項 | |
|---|---|
| 供給安定 | ● 必要な機器に必要な電力を供給できる、(過剰供給回避を含む)需給調整が可能である |
| 品質安定 | ● 電圧変動(交流なら周波数変動)などの電力品質の変動が少ない |
| 環境耐性 | ● 放射線耐性、真空環境での熱除去など環境への耐性を有している |
| 適切配置 | ● 各機器の特徴、地形などの物理的制約を踏まえた適切な機器配置を行う(有線・無線送電、原子炉など) |

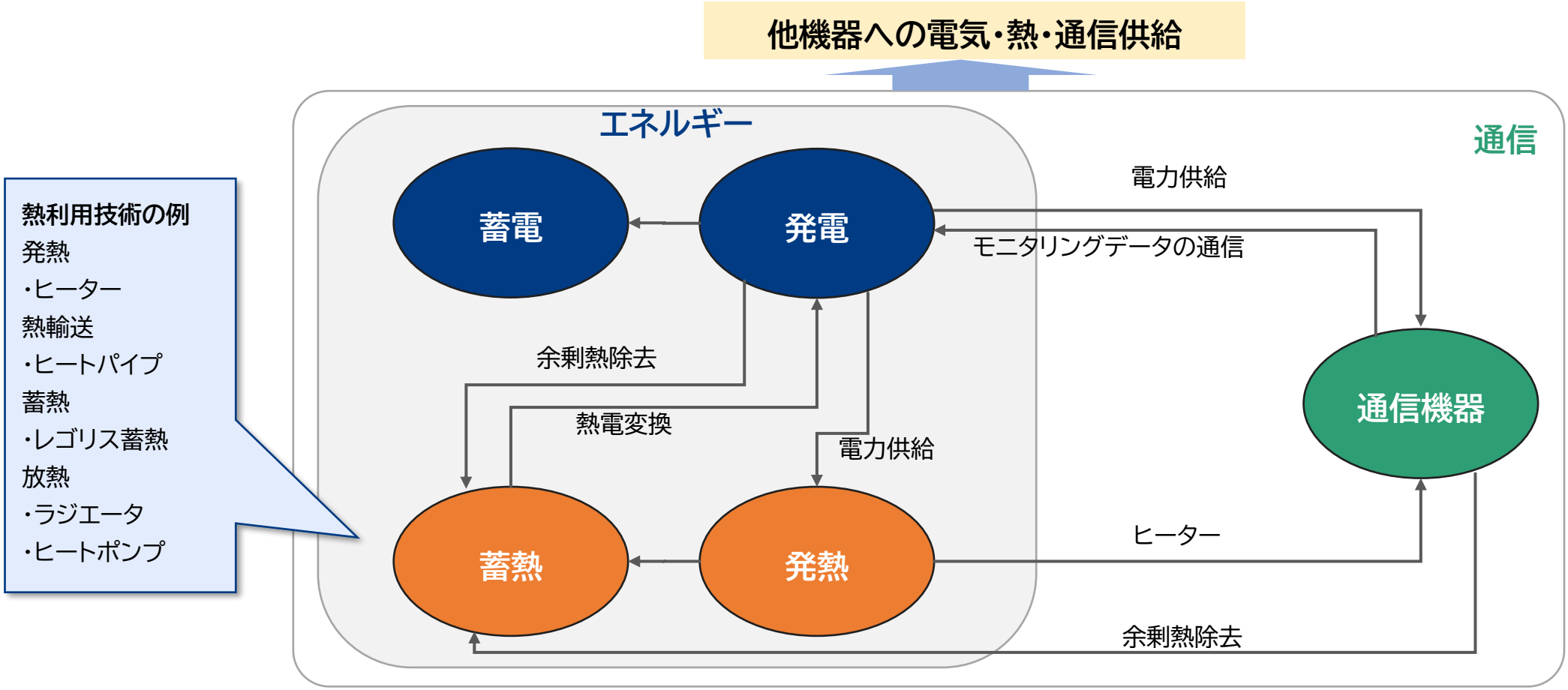
| 通信インフラ構築に向けた考慮事項 | |
|---|---|
| 供給安定 | ● 切断などが生じない安定した通信を供給する |
| 品質安定 | ● 通信遅延などの通信品質の変動が少ない |
| 環境耐性 | ● 放射線耐性、真空環境での熱除去など環境への耐性を有している |
| 適切配置 | ● 各機器の特徴、地形などの物理的制約を踏まえた適切な機器配置を行う(通信規格、通信可能距離等) |

**電力機器のモニタリングデータの確実な伝送**

# 基盤インフラとして目指すべき要素の整理②

## ②電力・通信に加えて熱も考慮した相互構築

- 電力・通信いずれも熱の除去が課題、一方で熱自体もエネルギー源・各機器の温度維持源として必要な要素の一つ
- 熱も需給要素として取り入れたインフラの在り方を考えるべき

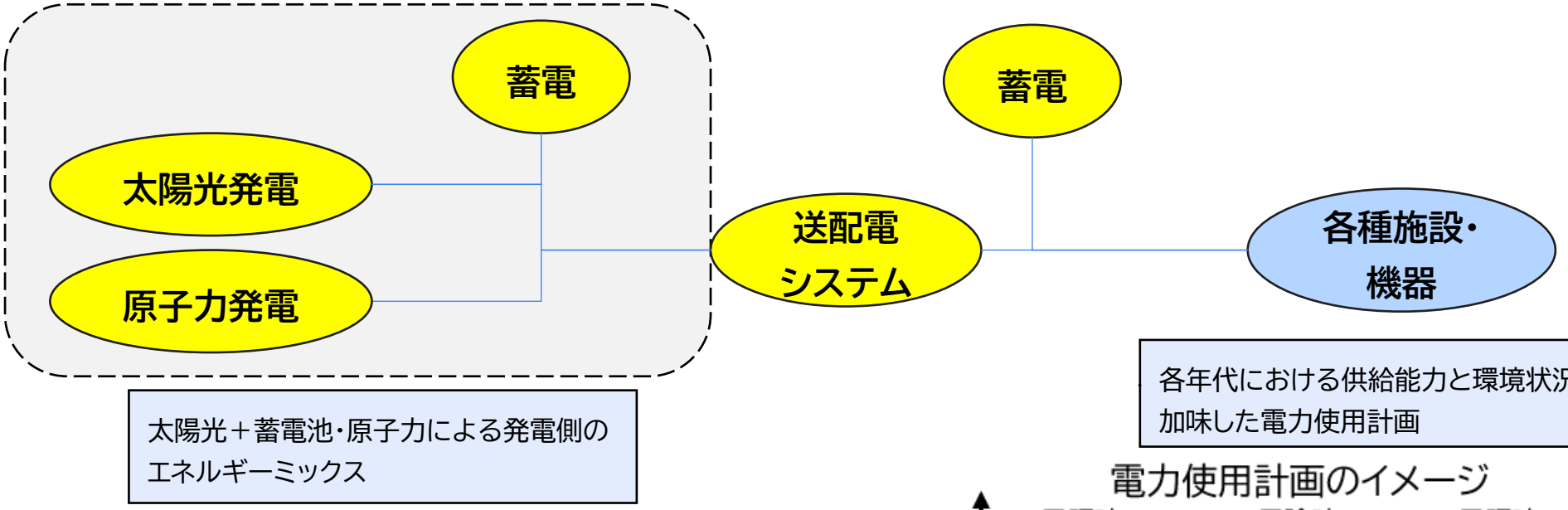


# 基盤インフラとして目指すべき要素の整理③

## ③適切なエネルギー・通信需給バランスの設定

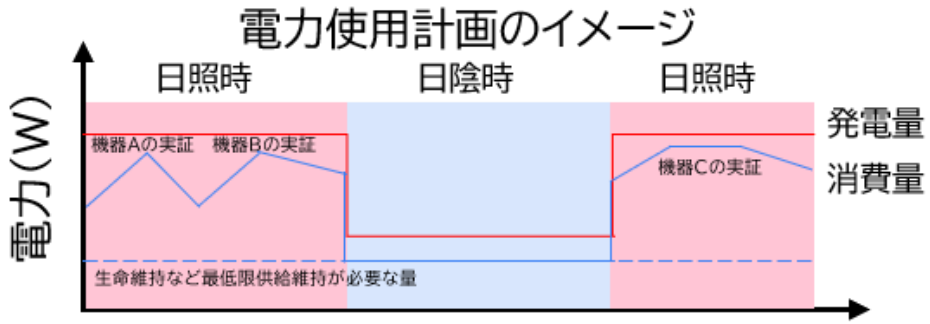
- 供給側のバランス調整が重要な一方で、電力・通信共に供給側で調整できる範囲には限界がある
- 特に電力・通信網が十分に確立されていない初期フェーズでは、需要側の使用計画の策定が不可欠

電力におけるイメージ




太陽光＋蓄電池・原子力による発電側のエネルギーミックス

各年代における供給能力と環境状況を加味した電力使用計画



# 基盤インフラとして目指すべき要素の整理③

## ③適切なエネルギー・通信需給バランスの設定　－供給側のバランス調整－

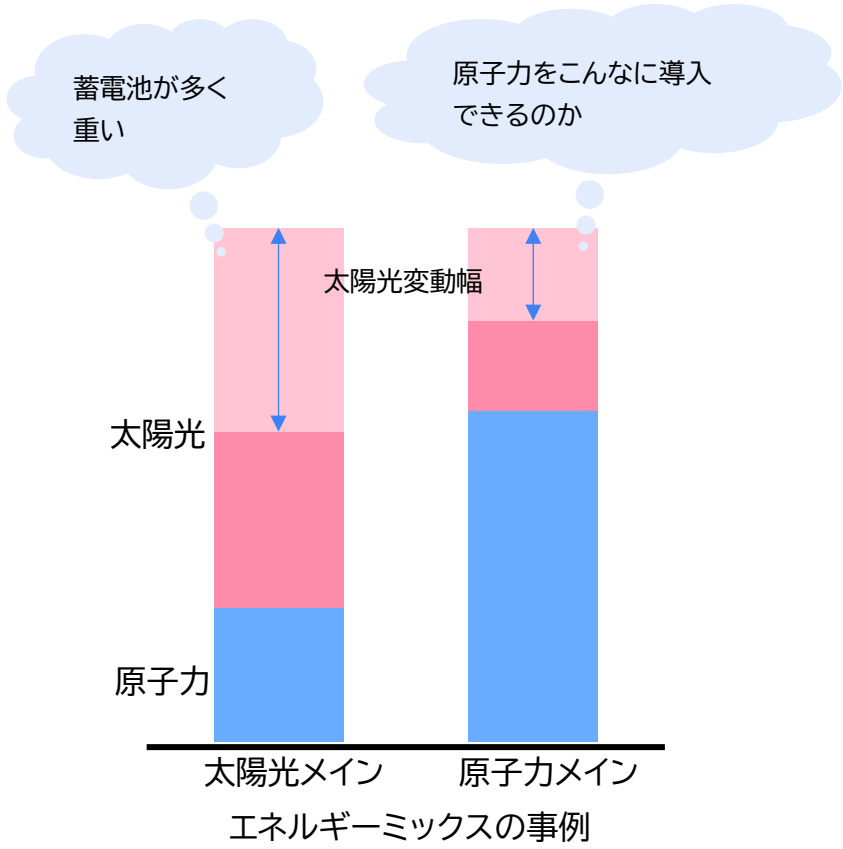
- 各フェーズごとに投入される技術・規模が異なる
- 各フェーズに合わせたエネルギーミックスの検討が必要

電力におけるエネルギーミックスの例と検討に必要なパラメータ

**設置場所**
・太陽光発電を多く設置できる日照条件の良い地点か
・原子力の遮蔽が可能な立地があるか

**重量**
・システム全体の重量をどれだけ削減できるか

**導入可能時期**
・各システムがいつ頃月面に導入できるのか



エネルギーミックスの事例

**必要電力量**
・昼間・夜間それぞれでどれだけの電力量が必要か

**余剰電力量**
・過剰な電力供給とならないか、余剰電力を抑える調整力があるか

※供給電力量が過剰な場合、電力系統に接続されている機器に悪影響を及ぼす可能性がある

# 基盤インフラとして目指すべき要素の整理③

## ③適切なエネルギー・通信需給バランスの設定　－供給側のバランス調整－

- エネルギーミックスの検討例：余剰電力・システム全体重量の変化をパラメータとした場合の検討
- 以下のシナリオA,B,Cどれが適切かを一意に決めることは困難

⇒設置場所や導入可能時期など他パラメータも加味して検討が必要

**B.蓄電池導入量大、原子力0基の場合**

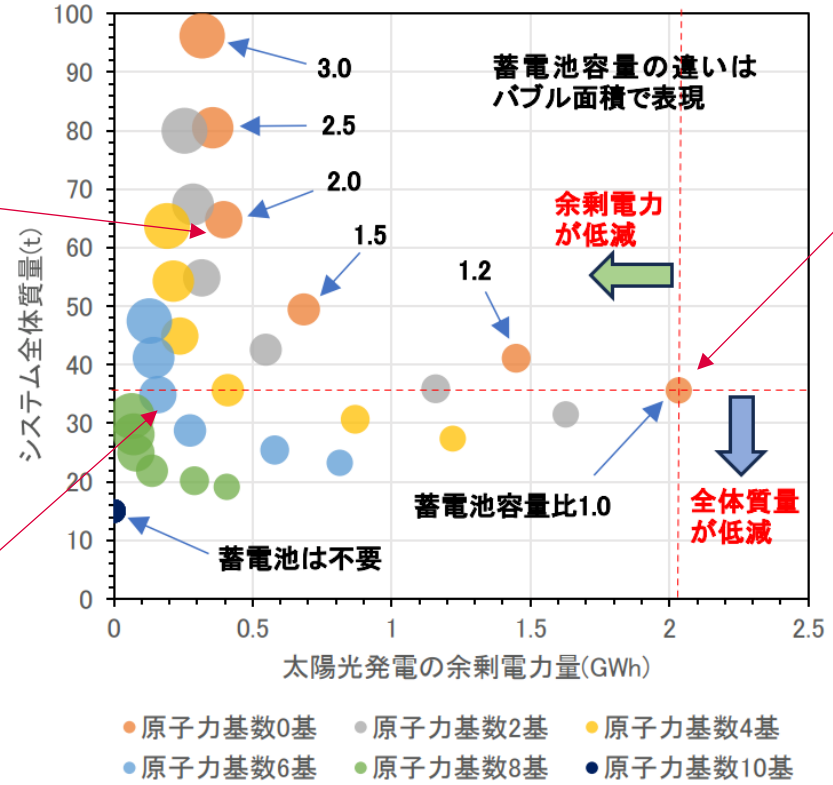
〇太陽光発電による余剰電力は減少

×電力システム全体重量が増加

**C.蓄電池導入量大、原子力6基の場合**

〇余剰電力を抑えたまま重量が削減

×原子力の複数設置に要する時間大




**A.蓄電池導入量小、原子力0基の場合**

〇早期の導入が可能

×太陽光発電による余剰電力が大幅に増加

出所)和田洋介, 日野吉彦(大林組)、月面における安定電力確保のための原子力エネルギー活用の利点と課題(その2)

# 基盤インフラとして目指すべき要素の整理③

## ③適切なエネルギー・通信需給バランスの設定　－需要側のバランス調整－

- 常に電力・通信が必要な機器・施設、多少の断絶・遅延は許容される機器・機能を分類
- 必要電力量/通信量、電力供給時間/通信頻度などをニーズに基づき整理の上、電力/通信使用計画として策定していくことが必要

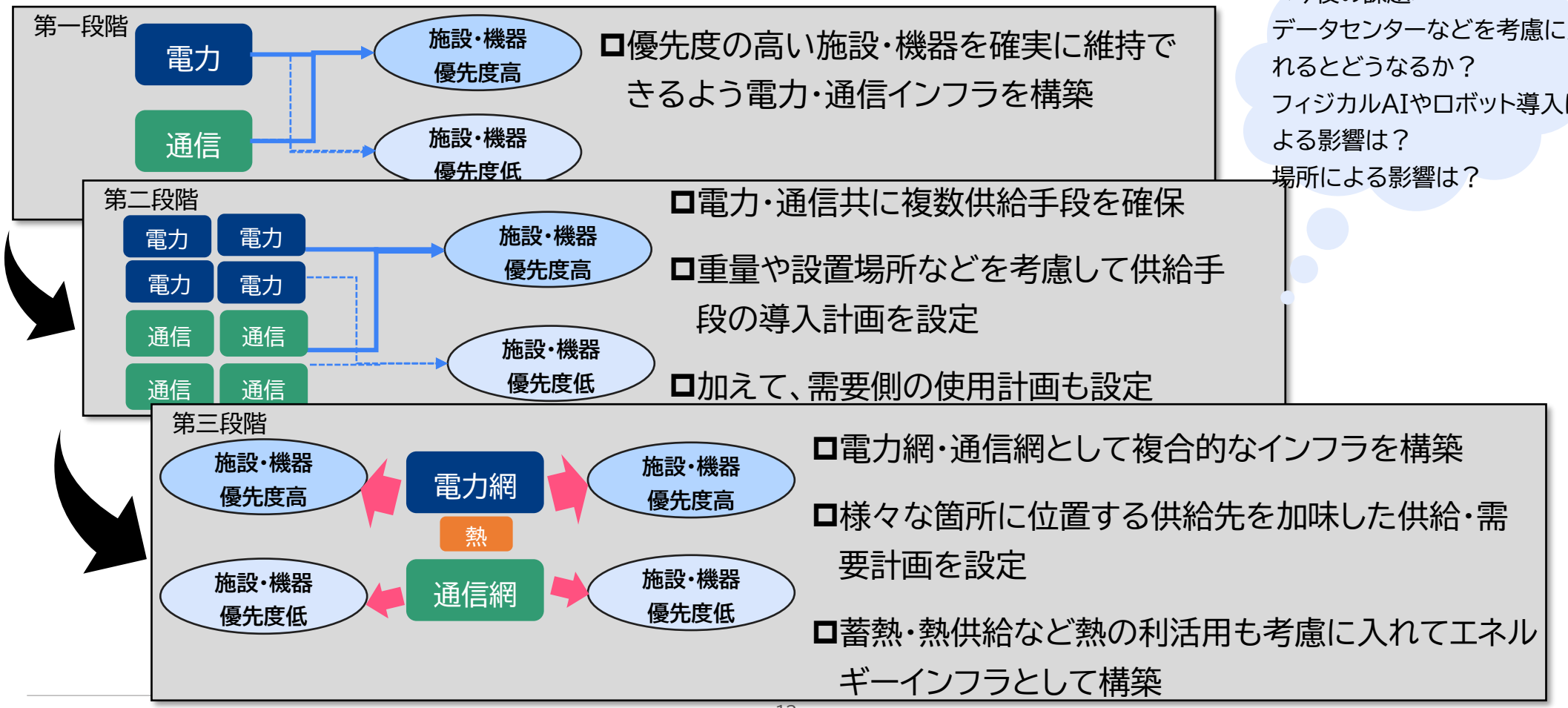
| | 電力 | 通信 |
|---|---|---|
| **最低限必要**<br>＝断絶が許されない | 確実・安定な電力供給が必要<br>● 通信・測位や生命維持関連の機器 | 確実・安定なデータ通信が必要<br>● 地球側との通信<br>● 酸素漏洩など生命維持への影響度が高いデータ |
| **優先度大**<br>＝断絶した場合、復旧に時間を要する | 一定以上の電力供給が常に必要<br>● プラントやローバーなどの待機電力<br>● 科学観測機器 | 安定したデータ通信が必要<br>● 電力などのテレメトリデータ<br>● その他プラント・施設の安全系に関わるデータ<br>● 環境データの一部（放射線など） |
| 優先度小<br>＝常に供給し続ける必要がない | 常時の電力供給は不要<br>● プラントやローバー、建設機械などの稼働電力 | 常時通信は不要、遅延を許容もしくはまとめてダウンリンク<br>● 科学観測データ<br>● 稼働安定優先度の低い機器のテレメトリデータ |

# あるべき電力・通信インフラの姿(案)の整理

- インフラ構築に向けて考慮が必要なパラメータは多岐にわたる

⇒まずはパラメータ数を抑えて段階的に構築していくことが重要

- データセンターやフィジカルAIなどの導入によりインフラ構築の在り方がどうなるか今後検討が必要




<今後の課題>
データセンターなどを考慮に入れるとどうなるか？
フィジカルAIやロボット導入による影響は？
場所による影響は？