

宇宙開発の未来共創2021 フロンティアビジネス研究会公開シンポジウム

フロンティアビジネス研究会 将来像検討WGでの活動報告

将来像検討WGの参加企業

将来像検討WGは将来における月ビジネスの将来像を検討するWGであり、以下に示す全14社にて検討を実施している。

- 株式会社ispace
- 株式会社OUTSENSE
- 株式会社オスカープロモーション
- シー・エス・ピー・ジャパン株式会社
- スカパーJSAT株式会社
- 住友商事マシネックス株式会社
- 株式会社セック
- 一社)宙ツーリズム推進協議会
- 高砂熱学工業株式会社
- 電通宇宙ラボ
- 凸版印刷株式会社
- 三菱電機株式会社
- 有人宇宙システム株式会社(JAMSS)
- 株式会社三菱総合研究所

今年度の検討内容

今年度の目標は「2030年代をターゲットとした月面社会の有機的なエコシステムを描くこと」と設定。「自社の描く将来像」だけでなく、「自社技術の他産業への展開」や「自社の将来像実現のために必要な他産業の技術」の抽出、既存の課題の解決につながる月面産業全体でのエコシステムを検討した。

課題と各社が提供可能なリソースを整理

Step1

課題と解決への方向性を議論

1. 自社が描く将来像
 2. 他産業/他業種への関り
 3. 他産業/他業種からの関り
- 各社が描く将来像に対する課題と、各社が提供可能なリソースを抽出

Step2

課題解決のエコシステム形成

各課題と各社が保有するリソースを整理し、対応している部分を抽出

	課題	提供可能な技術・知見
資源・エネルギー	月面資源(H ₂ O)の利活用	資源マッピング・地形データの提供【ispace】
建設・居住	月面資源(レゴリスなど)を建築材料として利用	建築材料の知見【CSPJ】 材料・工法の新規開発支援【OUTSENSE】
通信・測位・観測	通信インフラ・ネットワークの整備	月面近傍でのデータ利用【三菱電機】 管理システム【セック】
エンタメ	官も含む文化発信・ルール整備	官公庁・文化庁等での業務実績【凸版】
食料	食料自給 地球への技術還元	食品生産時のエネルギー供給【高砂熱学】 宙(そら)グルメブランディング【電通】
月面輸送	月面車等を使用した交通	レーダ・LIDAR技術を用いた交通の高度化【三菱電機】

エコシステムの図示

2030年代の月面社会像を描く



- 産業分野別に技術課題を軸とした月面社会のエコシステムを具体化・見える化
- 各社の事業領域や関心領域を中心に、他社との関係性も考慮したうえで作成

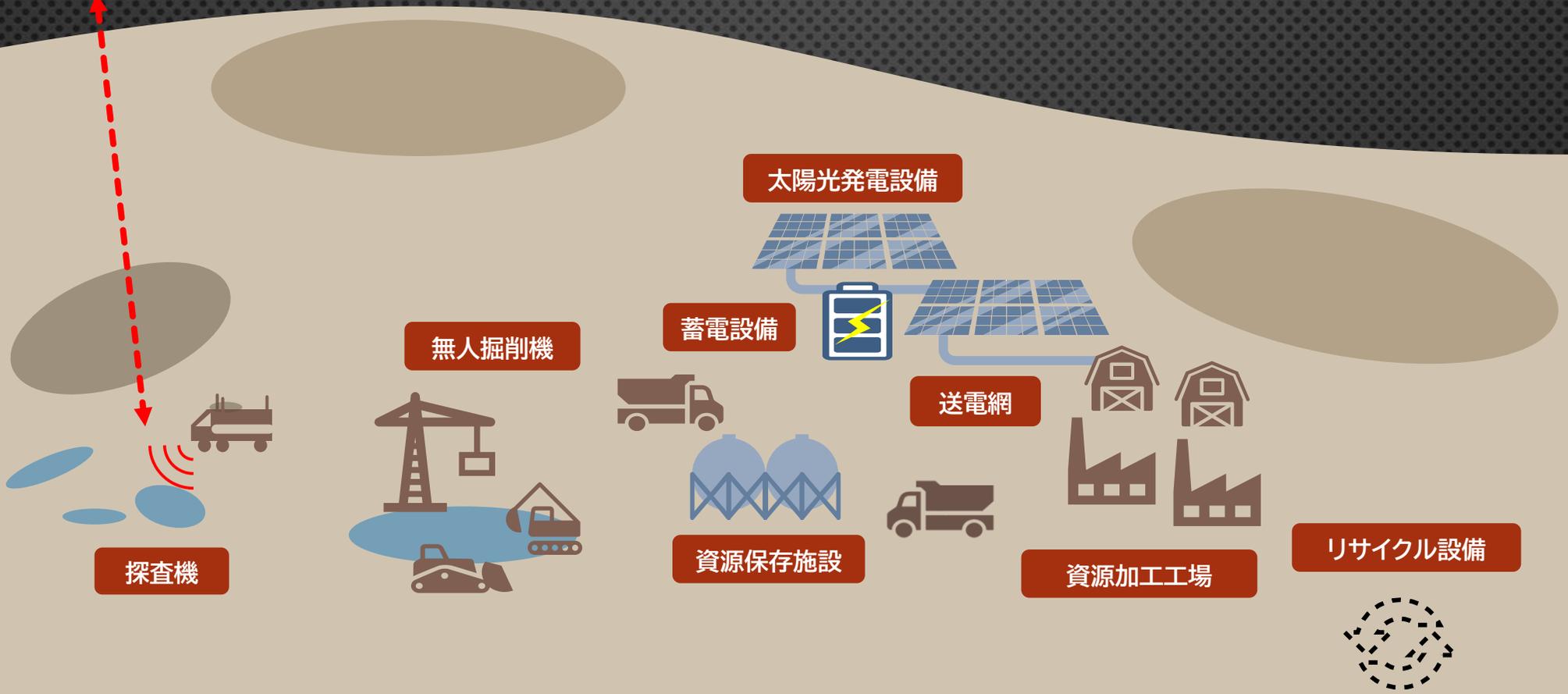
アウトプットの構成

本資料では各産業領域ごとに以下に示す3種類スライドを用いて将来像及び他産業領域との協業の可能性を整理した。

ページ数	概要	アウトプットイメージ
1枚目	<ul style="list-style-type: none"> 2030年代頃に月面で実現していると想定されるモノ・施設・コンテンツなどを事業分野別に記載 当該年代にて実現が想定される産業ごとのバリューチェーンを整理 事業分野は「資源・エネルギー」「情報・通信インフラ」「建設・居住」「交通・輸送」「食品・農水業」「エンタメ・観光」の6分野を設定 	
2枚目	<ul style="list-style-type: none"> 各事業分野におけるバリューチェーンをSTEP別に記載し、対応する技術的課題を中心に記載 各課題に対する他事業分野からの解決策提供事例も記載 他事業分野は地上の業種分類(製造業、建設業、IT産業など)を色分けして整理 	
3枚目	<ul style="list-style-type: none"> 2枚目にて整理した技術課題解決に関する協業の可能性の具体例を明記 詳細な具体例の他、「バリューチェーンに対応する協業が想定される時期」や「協業による想定される対象産業への恩恵・寄与」についても併せて整理 	



資源・エネルギー



1. 探査
2. 採掘・採取
3. 運搬・保存
4. 利用・消費
5. 廃棄・再利用



資源・エネルギー



【情報・通信産業】
水資源をはじめとした各種資源の探査
資源の掘削・運搬・消費に至るエコシステム構築

【製造業(建機)】
採掘用無人機
開発・運用

【建設業】
採掘・貯蔵等に必要インフラ
工事、各種設備・施設等の建設

【建設業】
月面構造物に関する知見

Step1
探査

- ✓ 探査場所の特定
➢ 資源の賦存量と位置データ
- ✓ 高性能無人探査機の開発
➢ 小型化・自立化・長時間稼働など
- ✓ 安定的な電力エネルギーの供給

Step2
採掘・採取

- ✓ 掘削技術の開発
➢ ドリルなどの小型・軽量化と出力確保の両立

Step3
運搬・保存

- ✓ 月面資源の保管技術
➢ 小型かつモバイルな保管装置の開発

Step4
利用・消費

- ✓ 月面の水資源を利用したエネルギー生成

Step5
廃棄・再利用

今後要検討

【製造業】
月面用の太陽電池・バッテリーの開発

【情報・通信産業】
無人化技術
(FA技術活用等)

【建設業】
レゴリスの建材利用

【建設業】
月面での電力網構築



資源・エネルギー



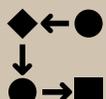
【建設業】

採掘・貯蔵等に必要なインフラ工事
各種設備・施設等の建設

★協業は月面探査に続くStep2段階を想定★



レゴリス質の
月面特有の掘
削技術の開発



建材に必要な
資源及び建設
フローの定義



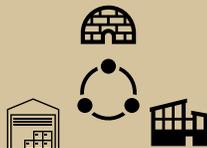
資源の保管等
に必要な各種
構造物の建設



採掘した月面
資源の建材利
用技術の開発

建機メーカーと連携し、無人での資源の採掘や採取技術の開発

資源・エネルギー分野への寄与



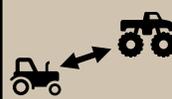
- インフレータブル/モジュール式構造物や大型施設など資源活用の目的に合わせた様々な構造物の建設が実現

【情報・通信産業】

水資源をはじめとした各種資源の探査
資源の掘削・運搬・消費に至るエコシステム構築

★協業はStep1の初期段階を想定★

(※一方で、共有側が情報・通信や測位・航法のインフラを所有する時期が未定であることが懸念)



探査に用いる
月面機間の共
有情報伝達



資源探査での
取得情報の分
析拠点へ伝達



月面探査機の
自動運転技術
のための通信



資源探査に用
いる月周回衛
星の軌道把握

自動運転車メーカーなどと連携し、月面上での自動運転技術の開発

資源・エネルギー分野への寄与



- 月面探査機の自動運転、拠点や分析施設及び探査機間の通信などにより効率的な資源探査が実現



建設・居住



1. 適地選定
2. 建材製造・輸送
3. 有人インフラ整備
4. 環境改善



建設・居住



【情報・通信産業】
月面観測による地盤・地質データをもとに、建造物の適地を選定及び建築工法検討に貢献

【情報・通信産業】
敷地の選定における調査・検討建築用無人機開発・運用

【製造業(建機)】
建設のための無人建機開発・運用

【建設業】
空間の機能・構造設計の評価

Step1
適地選定

- ✓ 地質・地盤データなどの月面データ取得

Step2
建材製造・輸送

- ✓ 無人加工技術・工場の開発

Step3
有人インフラ整備

- ✓ 作業の効率・安全性確保
➢ 無人施工・無人メンテナンス技術の開発
- ✓ 地球-月面間での遠隔・コミュニケーションインフラの整備

Step4
環境改善

- ✓ 居住エリア、作業エリアなどの最適配置、限定空間における人口配置
- ✓ 安全かつ快適な居住環境の構築・維持・居住者のQOLの向上を目指した環境

【輸送・交通産業】
建材の輸送、労働者の輸送

【素材産業】
3Dプリンタ用建材の可塑性として微生物を活用

【メディア・コンテンツ産業】
エンターテインメント空間を有する施設建設に関する知見やノウハウの提供

【インフラ産業】
宇宙空間を介した通信サービス提供



建設・居住



【情報・通信産業】 敷地の選定における調査・検討 建築用無人機開発・運用

【輸送・交通】 建材の輸送、労働者の輸送

★協業はStep1の初期段階を想定★

(※一方で、共有側が情報・通信や測位・航法のインフラを所有する時期が未定であることが懸念)

★協業はStep3の段階を想定★

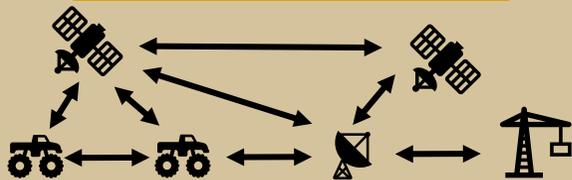
敷地選定・建設活動に係る共有情報伝達	月面機・管制事務所間の共有情報伝達	建設活動に係る自動運転車への通信	月面機に用いる月周回衛星の軌道把握

資源保管庫から現場への資源輸送	建材の現場への輸送	コンクリートミキサー車等の輸送能力提供	現地への労働者の輸送

- ・測位サービス事業者との協業による高精度測位情報の把握
- ・月面地図提供事業者との協業によるマッピング

月面ローバー開発企業や自動車メーカーとの協業による輸送の実現

建設・居住分野への寄与



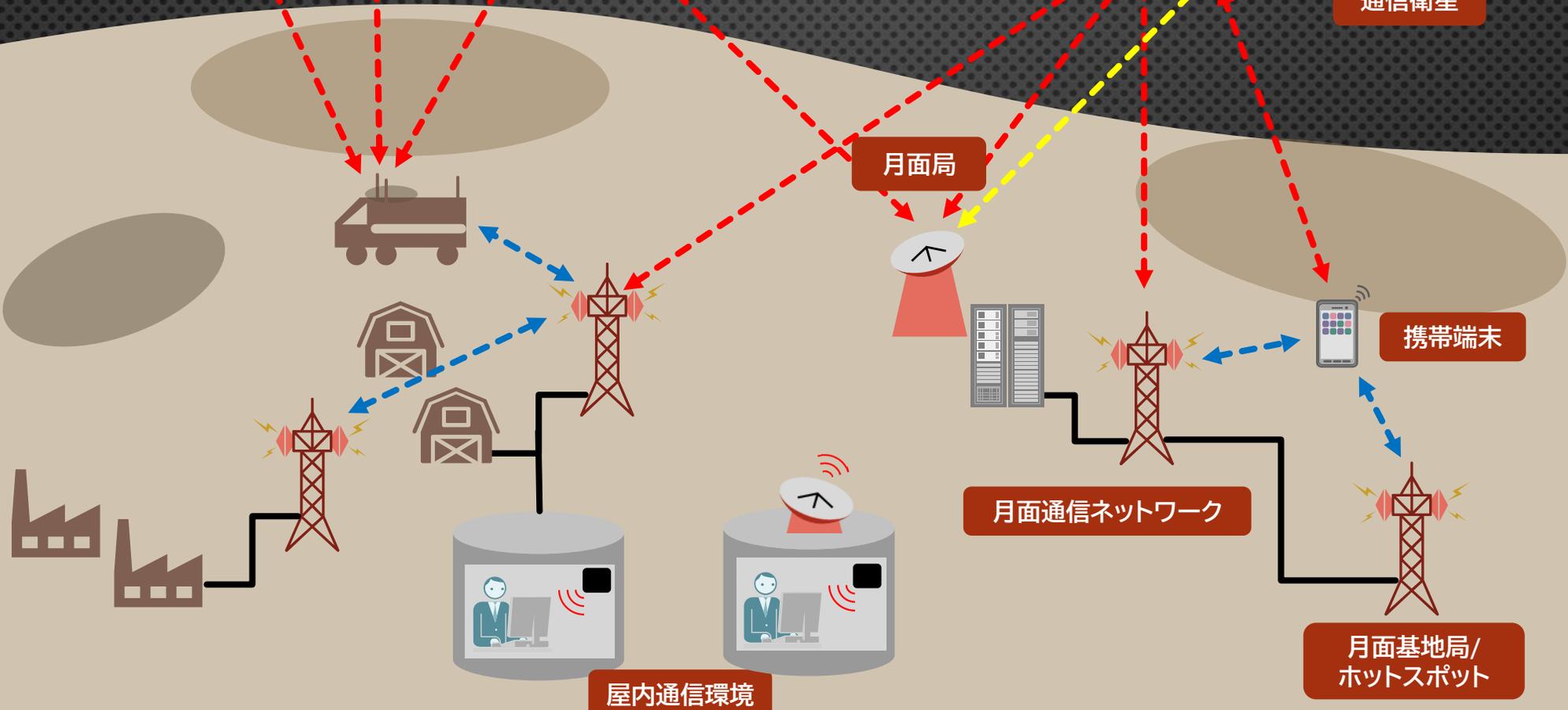
- ・月面探査機の自動運転、拠点や管制事務所間及び探査機間における通信などにより効率的な建設活動が実現

建設・居住分野への寄与



- ・建設現場に置いてさまざまな建材と資材が必要となるため、スムーズなインフラ整備によって、急速な発展が実現

情報・通信インフラ



1. 通信・測位網設計

2. 通信・測位網整備

3. 通信・測位サービス提供

4. 通信・測位サービス活用



情報・通信インフラ



【メディア・コンテンツ産業】
「きぼう」船内の番組スタジオをベースに、さらに月周回軌道や月面上の番組スタジオ設置への展開

【建設業】
効率を重視した施設の最適配置計画

Step1

通信・測位網設計

- ✓ 「静止衛星軌道」に変わる新しい軌道利用
- ✓ 整備すべき衛星・月面局の機数や諸元の決定に必要なニーズ予測データ

Step2

通信・測位網整備

- ✓ 機器の小型化(地球近傍と月近傍では投入できるリソースが異なるため)

Step3

通信・測位サービス提供

- ✓ 月面での発電や通信状況を考慮したルートファインディング技術の構築

Step4

通信・測位サービス活用

- ✓ 測位が困難
➢ 測位衛星網・電波塔の構築
- ✓ ノイズの影響(地磁気がないために生じる)

【輸送・交通産業】
建材の輸送、労働者の輸送

【情報・通信産業】
管理するためのシステム、観測制御機

【メディア・コンテンツ産業】
月面版デジタルツインの構築:基礎データを基にしたセンシング結果の見える化やVR等へのデジタル化



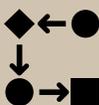
情報・通信インフラ



【建設業】

効率を重視した情報・通信インフラ施設の最適配置計画

★協業はStep1及び2段階を想定★



効率的な建設プランの策定



地上局・電波塔・データセンタ等の建設支援

建機メーカーや建設業者と連携し、情報・通信インフラ構築

情報・通信インフラ分野への寄与



・ 建設技術を活用し、月面に情報・通信インフラを構築

【輸送・交通産業】

建材の輸送、労働者の輸送

★協業はStep2段階を想定★



基地局設置に係る建材の現場への輸送



現地への労働者の輸送



基地局設置に係る輸送能力の高度化

エネルギー分野の関係者と連携し、確実な基地局へのエネルギー供給を実現(必要に応じて基地局自身で発電可能な機構の構築)

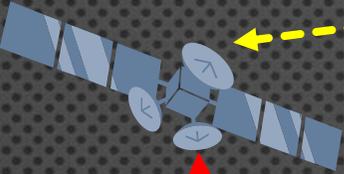
情報・通信インフラ分野への寄与



・ 月面上での輸送・交通産業の関わりによって、より効率的な月面上の通信インフラ網の構築



エンタメ・観光



月-地球コミュニケーション施設



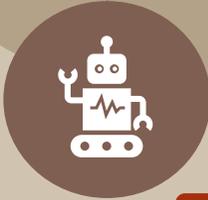
ローバレース



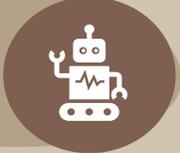
月面観光

VR・データ活用

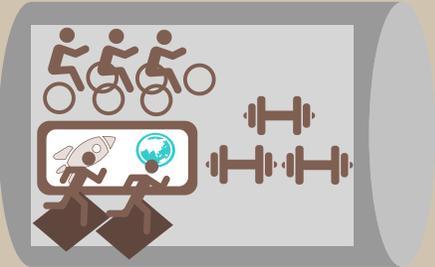
地球での月面エンタメビジネス



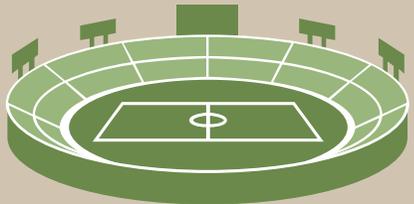
遠隔操作



娯楽施設



月面エクササイズ



月面スポーツ

1. ニーズ・ウォンツ把握
2. インフラ整備
3. サービス提供
4. 高度化



エンタメ・観光



【建設業】
エンタメ・スポーツに関わる施設の建設

【情報・通信産業】
バックエンドのシステムの
設計・運用

Step1

ニーズ・ウォンツ把握

- ✓ 月の特性を活かすコンテンツ開発
 - 1/6の重力、レゴリス、スペースマンシップスピリット等の利用

Step2

インフラ整備

- ✓ 中継やリアルタイムの場合の遅延対策
- ✓ 映像の通信量が増大に伴う、遠距離の大容量通信技術の開発
 - 光通信の実装等

Step3

サービス提供

- ✓ エンターテインメントコンテンツ実施に伴う安全面の確保

Step4

高度化

- ✓ アバター技術の発展
 - 触覚伝送に関わるlatency等

【情報・通信産業】
月・月近傍での人のための通信サービス提供能力



エンタメ・観光



【建設業】

エンタメ・スポーツに関わる施設の建設

★協業はStep1の初期段階を想定★



最適配置計画の立案(人流を考慮)



ホテル、観光スポット等の娯楽施設(月面の真空、放射線環境や温度条件に適合するような施設設計・整備)

初期段階から各分野との横断的な協業が必須であり、建機メーカー等と連携して、無人から有人施設の配置設計へと発展

エンタメ・観光分野への寄与



- ・ 安全性と効率を重視した施設配置の実現
- ・ 効率的な建設および維持管理・運営の実現

【情報・通信産業】

月・月近傍での人のための通信サービス提供能力

★協業はStep2の段階を想定★



高精細映像の伝達



月-地球間のインタラクティブ・エクスペリエンス



月面スポーツでの競技者、競技機の位置把握



地形データの2D・3D可視化、センシングや静的データ表示、簡易シミュレーション、VR表現、地上での仮想再現環境構築



デジタルツインサービス(動的・静的データ活用)



視覚・聴覚・臭覚を遠隔共有可能な超臨場感没入型空間の構築

リモセン企業との協業による、月面観測にもとづいてより詳細かつ高精度な地盤・地形データの取得

エンタメ・観光分野への寄与



- ・ インフラ整備のユースケースから、必要な情報通信・測位・航法の要求機能・性能を特定
- ・ ソリューションの検討・開発・導入の実現



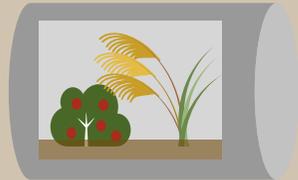
食品・農水産業



人工肉培養プラント



畜産・水産・養蚕プラント



植物プラント



嗜好品



遠隔調理システム



栄養管理システム

ブランド食品

省エネ技術

1. 栽培・生産

2. 加工

3. 消費

4. 地球への還元

4. 月面でのリサイクル



食品・農水産業



【メディア・コンテンツ産業】
ユニークなスペースグルメを地球と月へ提供するためのブランディング構築のアシスト

【エネルギー産業】
食の培養・生成におけるエネルギー供給

【情報・通信産業】
育成・加工・消費の各過程での効率化

Step1
栽培・生産

- ✓ 臭気・圧力制御・放熱制御技術の開発
- ✓ 省エネ、空間制約下での収納性向上
- ✓ (微生物や植物を自動で育てるためのセンサ技術を持つ会社の協力)

Step2
加工

- ✓ 微生物を使った食品生産や肉を培養する技術を持つ会社の協力

Step3
消費

- ✓ 栄養のバランスかつ「豊かな食生活」(調理方法や食事環境)の整備

Step4
地球への還元

今後要検討

Step4
月面でのリサイクル

今後要検討

【情報・通信産業】
無人化技術
(FA技術活用等)



食品・農水産業



【メディア・コンテンツ産業】
ユニークなスペースグルメを地球と月へ提供するためのブランディング構築のアシスト

★協業はStep4の地球への還元段階を想定★



月面をはじめ、宇宙に関する様々な情報を伝えるインフルエンサーの育成とマネジメント



SNSやウェブをはじめとする様々なメディアを通じたスペースグルメの情報発信

包装(パッケージ)資材メーカーとの協業による、月からの安全な食品保存・輸送

食品・農水産業分野への寄与



- ・ 月面でしか育成・調理出来ない食品や料理を地球へ還元する際のブランディングにより食品・農水産業の発展に寄与

【情報通信産業】
育成・加工・消費の各過程での効率化

★協業はStep1の初期段階を想定★
(※一方で、共有側が情報・通信や測位・航法のインフラを所有する時期が未定であることが懸念)



育成の無人化のためのIOT的利用



加工作業の自動化のための状況把握・操作指示情報の伝達



消費活動における情報の伝達(レシピ、食レポ)



食品生産履歴管理及び食品輸送における通信提供

IoTセンサーメーカーとの協業による月面でのセンサ技術の活用

食品・農水産業分野への寄与

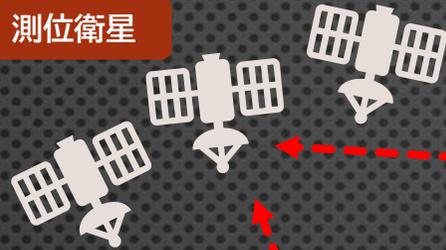


- ・ 食物の栽培・精算、加工、消費にわたって、操作指示や食レポなどの情報伝達手段として通信を提供することでより柔軟かつ効率的な食品・農水産業の発展に寄与



輸送・交通

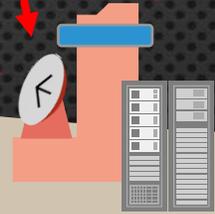
測位衛星



輸送船



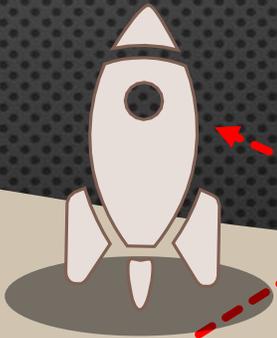
運航管理施設



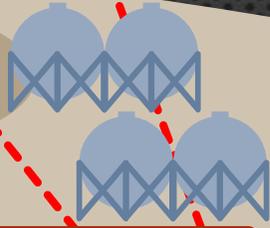
月面局



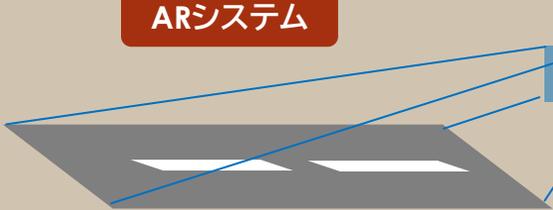
離発着パッド



燃料ステーション



ARシステム



月面輸送車



- 1. 月-地球間輸送
- 2. 月面着陸
- 3. 月面輸送
- 4. 小型化・高度化



輸送・交通



【製造業】
既存の補給船や月着陸実証機で用いられる技術の活用

【情報・通信産業】
月圏(Cis Lunar, Lunar Orbit)・月面上のモビリティへのカバレッジ提供と情報共有

Step1
月-地球間輸送

- ✓ 輸送における技術水準の明確化

Step2
月面探査

- ✓ 輸送ニーズの詳細化するためのデータ
- ✓ データ分析技術の開発
➢ データ・クラウド関連事業者等との連携
- ✓ 整備すべきインフラ選定に必要なデータ

Step3
月面上輸送

- ✓ 荷物の事前の耐久テストや積み込み、効率的輸送技術の開発
- ✓ 多様な輸送方法の開発
(安価な輸送方法や高価だが早い輸送方法など)

Step4
小型化・高度化

- ✓ 誘導制御の精度向上
- ✓ 運行管理システム導入
- ✓ 小型かつモータイルなエネルギー源の確保
➢ VR、ロボット、遠隔操縦システム、ローバーの高度化できる企業とのコラボ

【エネルギー産業】
ロケット燃料の提供
(水素・酸素)

【メディア・コンテンツ産業】
月面ローバを活用した観光等のエンタメコンテンツ展開

【製造業】
地上用の車載機器やレーダー・LiDARの月面での応用による交通の高度化



輸送・交通



【メディア・コンテンツ産業】
月面ローバを活用した観光等のエンタメコンテンツ展開

★協業はStep3段階を想定★



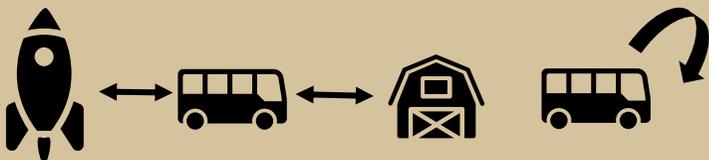
ポートと居住区画の移動手段運用
ノウハウ提供



「観光地」の開拓とツアー提供

エンタメ事業者との連携による、観光事業として月面ローバを活用

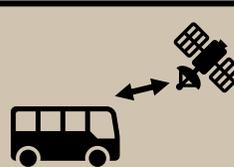
輸送・交通分野への寄与



・ 月面ローバを活用した観光事業が実現

【情報・通信産業】
月圏(Cis Lunar, Lunar Orbit)・月面上のモビリティ
へのカバレッジ提供と情報共有

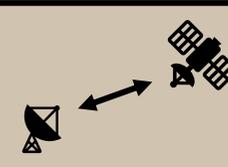
★協業は全て(Step1~4)の段階を想定★



月面ローバへの通
信・測位網提供



離発着ロケットへの
誘導情報提供



軌道上の宇宙機に対
する通信・測位網提供

通信インフラ事業者との連携による、通信・測位網の活用

輸送・交通分野への寄与



・ 月面ローバや離発着を行うロケット、軌道上の宇宙機に対する
通信網と測位情報の提供により安全・効率的な交通網が実現

まとめ

- 今年度は「2030年代をターゲットとした月面社会の有機的なエコシステムを描くこと」を目標と設定し、各産業領域ごとの課題の抽出、解決のための協業の可能性等、様々な観点から検討を実施してきた。
- 月ビジネスは個別の産業による独自発展の可能性は少なく、様々な産業の協業によって大きな飛躍が期待されているが、それらの実現はこれまで宇宙に携わってきた企業だけでなく、新規参入する企業の参画が必須である。
- 月ビジネスの未来像を検討してきた「将来像検討WG」での活動は一旦今年度で完了し、将来像検討WGにて検討しきれなかった課題は新しく立ち上げを予定している「地球-月経済圏・SDGs WG」にて一部検討の場を引き継ぐ予定である。

将来像検討 WG

2030年頃の月ビジネスの将来像・月面社会の有機的なエコシステムを検討するWG

- ・ 各産業ごとに想定される技術課題
- ・ 他産業との協業の可能性
- ・ 他産業への技術・知見の活用

地球-月経済圏・SDGs WG

地球-月が一体となった経済圏がどのように発展し、地上の人々にどのような影響があるのか検討を行うWG

- ・ 月面経済圏を形成する産業の検討
- ・ 地球-月経済圏で地上の生活に還元する価値を検討
- ・ 宇宙開発とSDGsとの関係性の検討