

月面産業の構造をデザインする

～月面アーキテクチャ検討会は何を目指したのか～

慶應義塾大学大学院
システムデザイン・マネジメント研究科
研究科委員長/教授 白坂成功
shirasaka@keio.jp

<Previous>

東京大学大学院工学系研究科 航空**宇宙工学**専攻

慶應義塾大学大学院SDM研究科 博士 (**システムエンジニアリング**学)

三菱電機株式会社 **宇宙ステーション補給機** (HTV) 他

内閣府ImPACTプログラム プログラムマネージャ

<Present>

慶應義塾大学大学院 SDM研究科 教授

システム**アーキテクチャ**、**“システムxデザイン”**思考、**方法論**研究

IPA**デジタルアーキテクチャ**・デザインセンター 有識者会議座長

一般社団法人**スマートシティ**・インスティテュート エグゼクティブアドバイザー

浜松市 **フェロー**、尾道市 **アドバイザー**

ISO JTC1/SC7 WG42 **「アーキテクチャ」** 国内**主査**

Synspective inc. -founder、Industrial-X 社外取締役

JAMBE 顧問、BizEarth 会長、DEOS協会 理事長

UXインテリジェンス協会 理事、**JAXURY**委員会 理事

各種政府委員会委員

内閣府 **宇宙政策**委員会委員、内閣官房 **デジタル市場**競争会議委員

内閣府 **Create Japan**ワーキンググループ 委員

デジタル庁デジタル田園都市国家構想実現に向けた

地域幸福度 (Well-Being) 指標の活用促進に関する検討会

経産省 産業構造審議会 **製造産業分科会** 分科会長

経産省 産業構造審議会 **グリーンイノベーション**プロジェクト部会WG3 座長

経産省 **モビリティDX**検討会 SDV・データ連携WG 委員

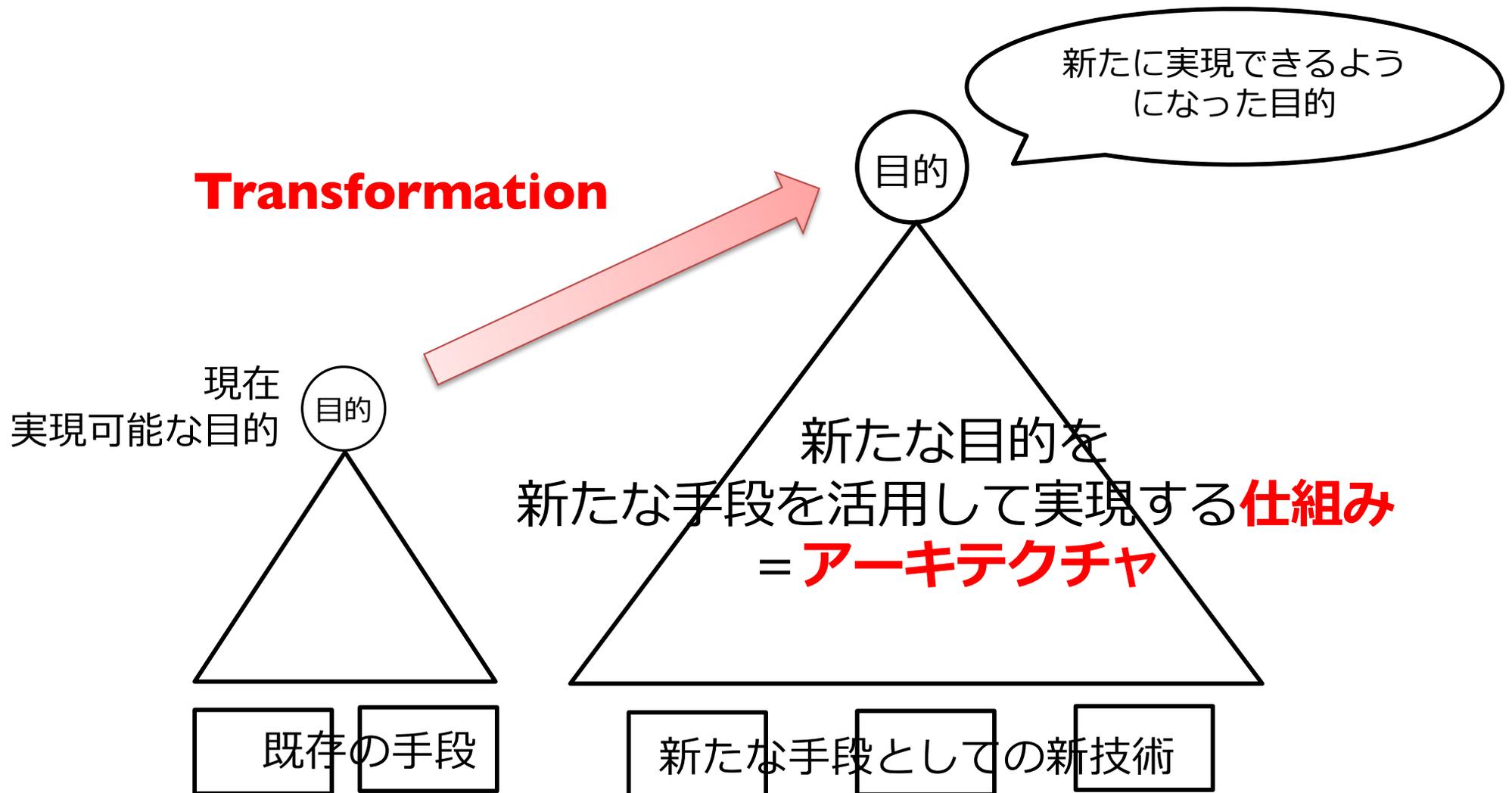
国交省 **スマートシティ**モデル事業等推進有識者委員会



shirasaka@keio.jp

技術による革新

技術を活用した Transformation



**なぜ月面産業アーキテクチャの
検討が必要なのか？**

なぜ月面の産業アーキテクチャ？

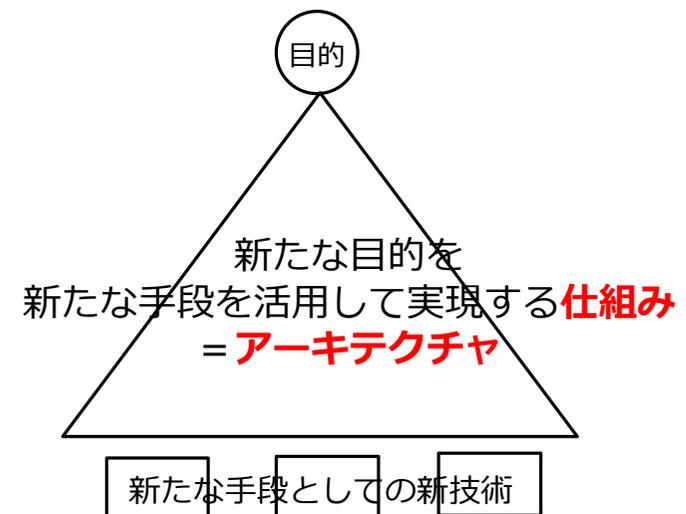
- 宇宙ステーション
 - まず、国の研究として開発
 - その後に、民間による商業化



かなり、苦戦

- あらかじめ商業化を考えていたら、もっと違ったはずという当時の反省
- 月面活動では、最初から商業化の仕組みを考える

システムアーキテクチャとは？



アーキテクチャ？

ITアーキテクチャ

システムアーキテクチャ

ソリューションアーキテクチャ

アーキテクチャ（建築）

コミュニティアーキテクチャ

ビジネスアーキテクチャ

色々なアーキテクチャがあるけど、要するに何？

システムの定義

「システムとは、定義された目的を成し遂げるための、相互に作用する要素 (element) を組み合わせたものである。これにはハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、人、情報、技術、設備、サービスおよび他の支援要素を含む」

(INCOSE*. 2015. "INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities Ver. 4.0." John Wiley & Sons.)

※INCOSE : International Council on Systems Engineering
<http://www.incose.org>

システムとは、ソフトウェアやITのことではなく、複数の要素から構成されるあらゆるものである
(ビジネス、組織、ルール、コミュニティ、シティ等)

システムの定義

「システムとは、定義された目的を成し遂げるための、相互に作用する要素（element）を組み合わせたものである。これにはハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、人、情報、技術、設備、サービスおよび他の支援要素を含む」

(INCOSE*. 2015. "INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities Ver. 4.0." John Wiley & Sons.)

ITアーキテクチャ

アーキテクチャ (建築家)

(情報処理) システムアーキテクチャ

コミュニティアーキテクチャ

ソリューションアーキテクチャ

ビジネスアーキテクチャ

つまり、“ある範囲”をシステムとしてみたときの
アーキテクチャが○○アーキテクチャ

システムアーキテクチャの定義

システムが存在する環境の中での、システムの基本的な概念又は性質であって、その構成要素、相互関係、並びに設計及び発展を導く原則として具体化したもの (JISX0170:2020)

要するに、

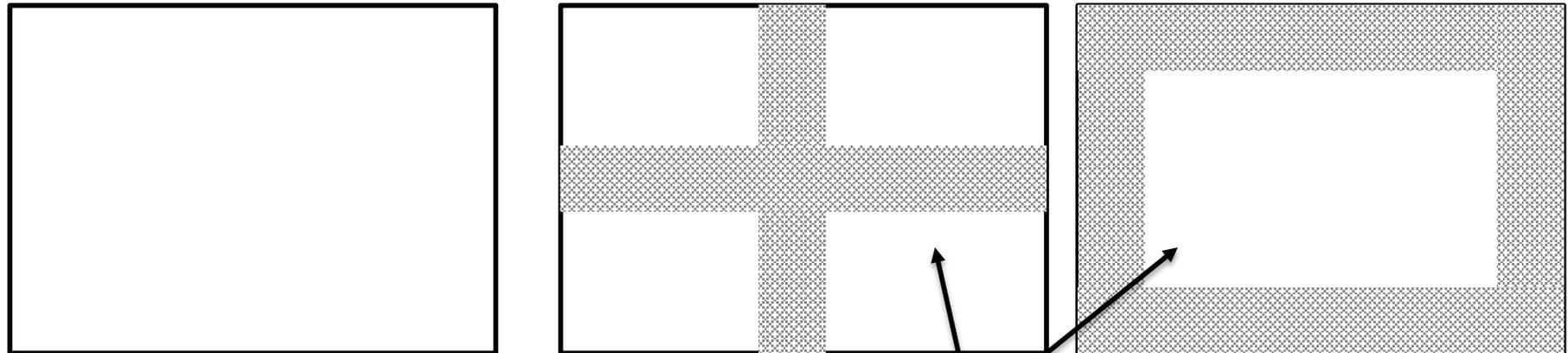
- 全体がどのように目的を実現しているのかの基本的なコンセプト/構想 (実現の方向性) やシステム性質、そしてそのための原則

目的を実現する仕組み、それを実現するための原則/設計思想/Will

アーキテクチャとは

Ex. 街というシステムのデザイン

- 目的：「住みやすい街」をデザイン
 - 「住みやすい」 = 自由に移動できる
 - 「住みやすい」 = 安全に自由に移動できる
 - ⇒ 「車とそれ以外を分ける」



「車とそれ以外を分ける」という大きな方向性は満たしているが、実際には使いやすさなどは大きく異なる。

ミッションレベルのアーキテクチャ と産業アーキテクチャ

ミッションレベル アーキテクチャ

目的：ミッションの実現

NASA/JAXAの描くアーキ
テクチャはミッションアー
キテクチャ



産業 アーキテクチャ

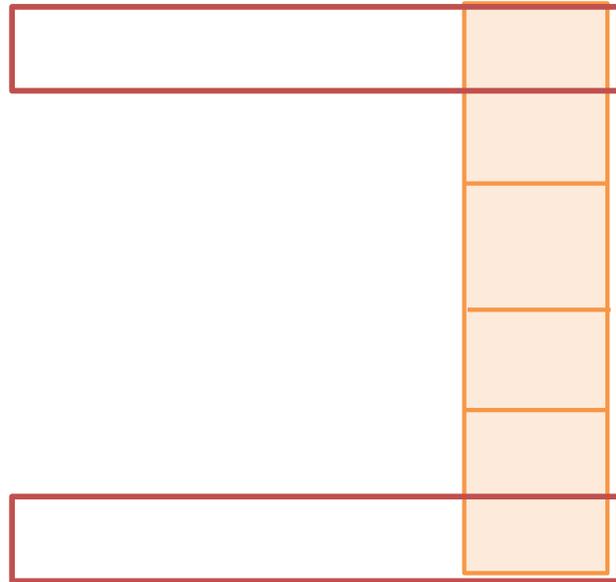
目的：産業の仕組みづくり

米国のNIST, 独仏CEN-
CENELECなどがスマート
グリッド産業を作るのに始
めた概念。日本でもMETI
の元でIPA DADCが実践

デジタル化による 産業アーキテクチャのレイヤー化

既存産業のレイヤー化

既存の産業を細分化した非競争領域の誕生と
プラットフォーム化



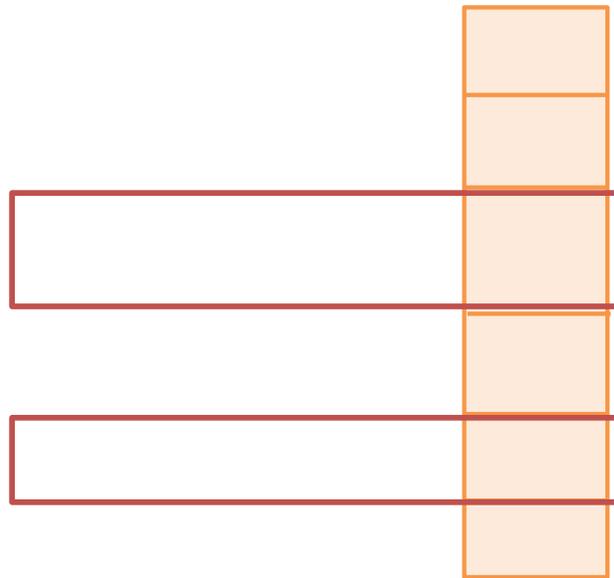
タスクの細分化・明確化

非競争領域のプラットフォーム化

専門性が不要なためマルチサイドプラットフォーム

既存産業のレイヤー化

既存の産業を細分化した非競争領域の誕生と
プラットフォーム化



出典：KMユナイテッド Website

タスクの細分化・明確化

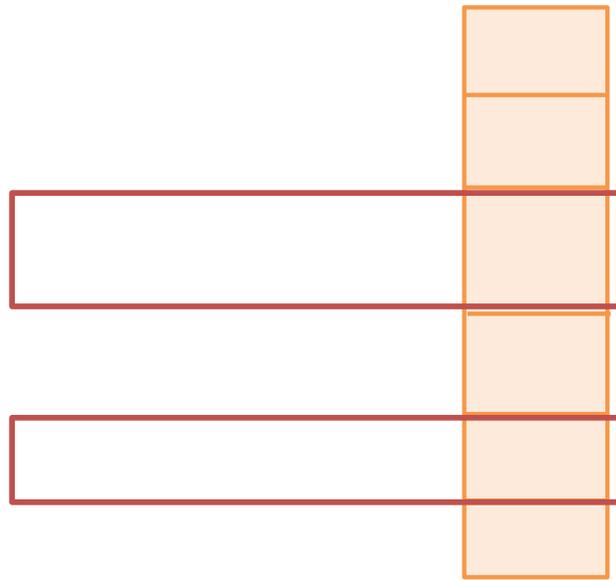
非競争領域のプラットフォーム化

専門性が必要なため、雇用して育成を実施

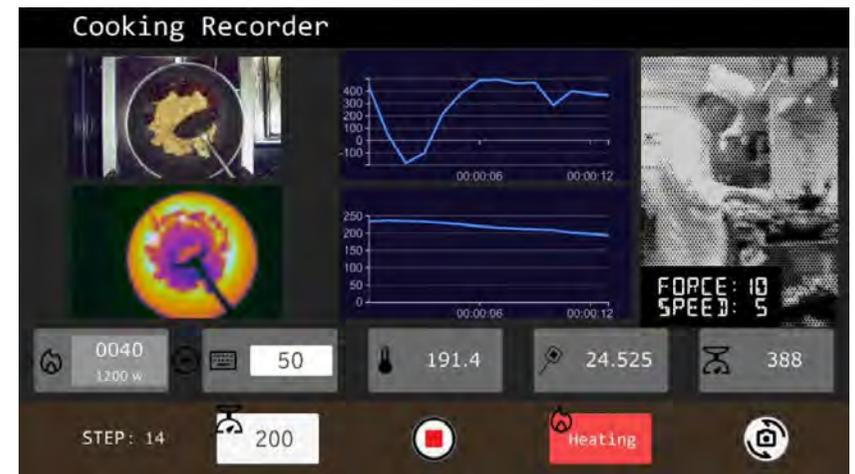
shirasaka@keio.jp

既存産業のレイヤー化

既存の産業を細分化した非競争領域の誕生と
プラットフォーム化



録食 : ROKU-SHOKU



<https://roku-shoku.com/>

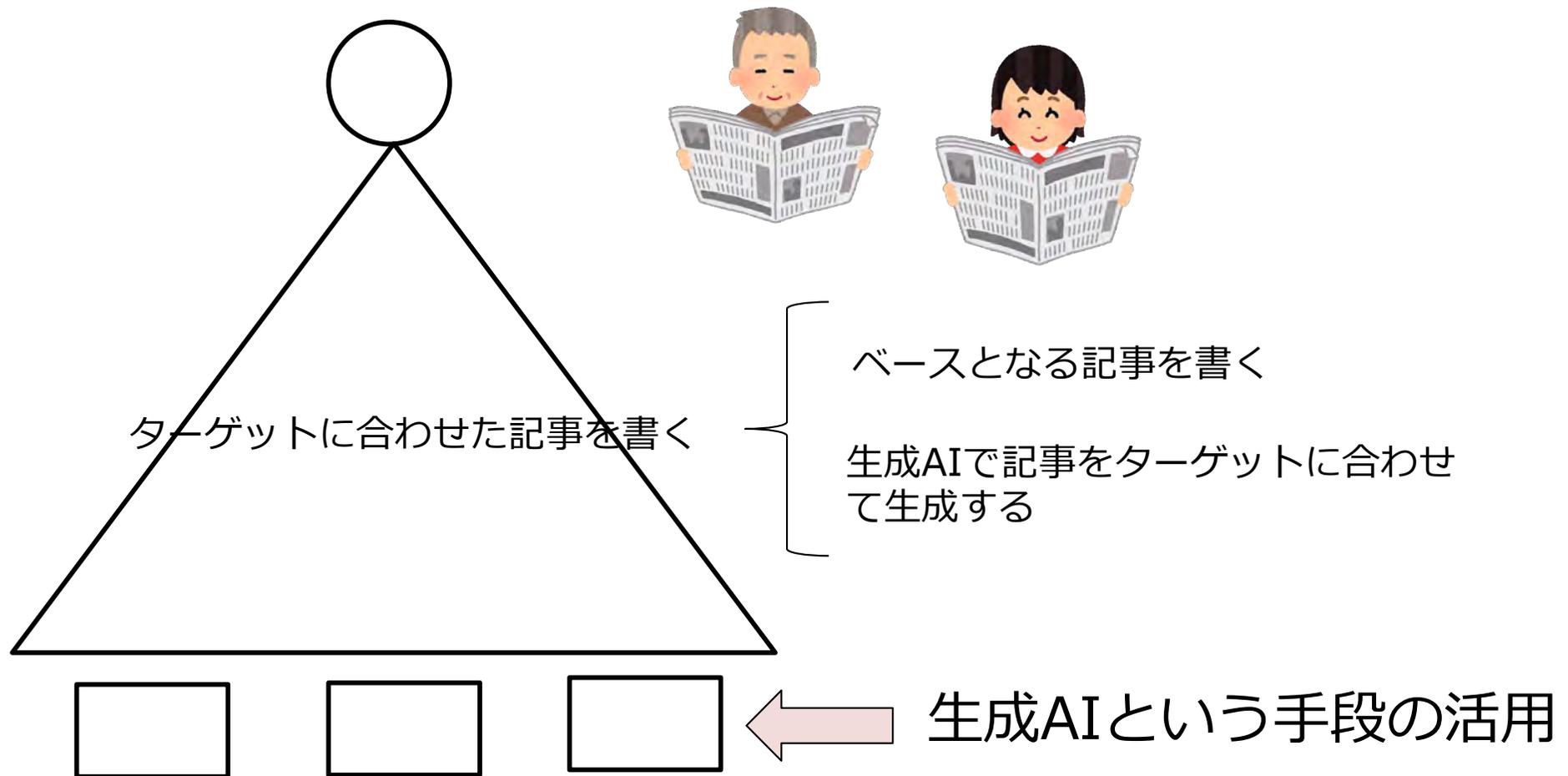
新技術によるタスクの細分化・明確化

非競争領域の創出とプラットフォーム化

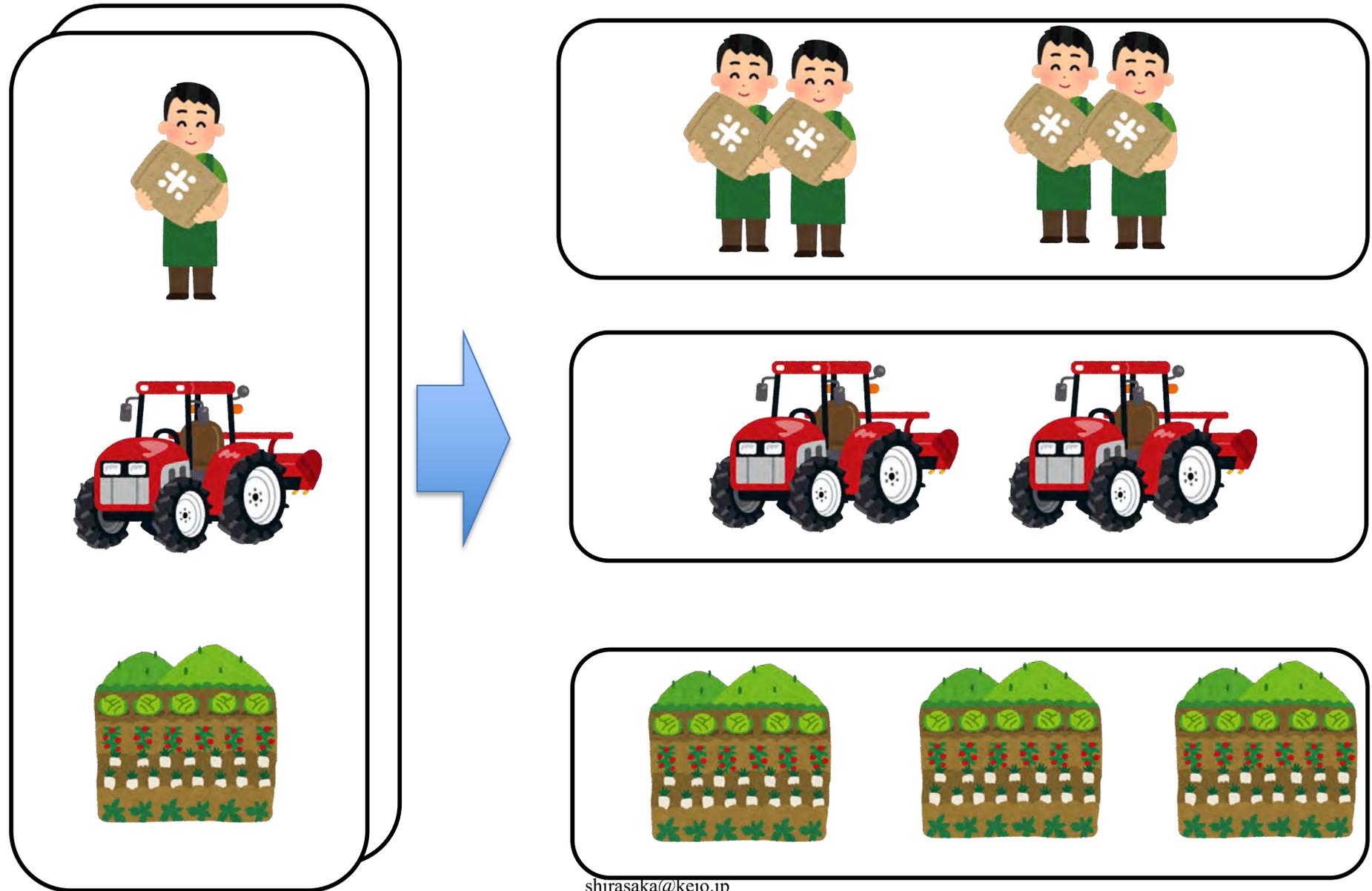
専門性が不要なためマルチサイドプラットフォーム

例えば、生成AIを新聞に組み込むと

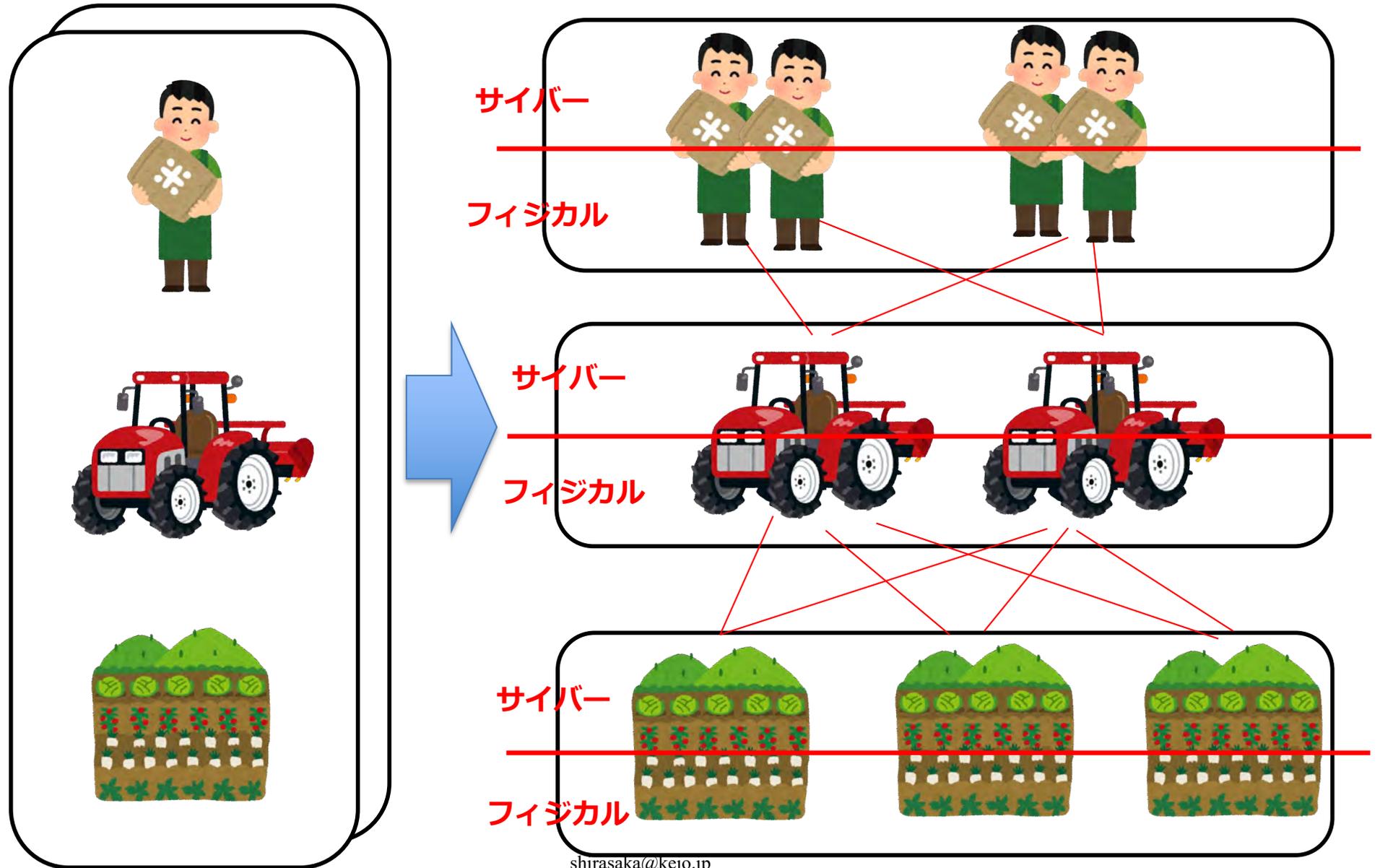
元となる記事は一つであっても、見る人によってその人にあった見せ方や文章を動的に生成。過去の記事も、時代とともに動的にアップデート。



垂直統合のレイヤー化

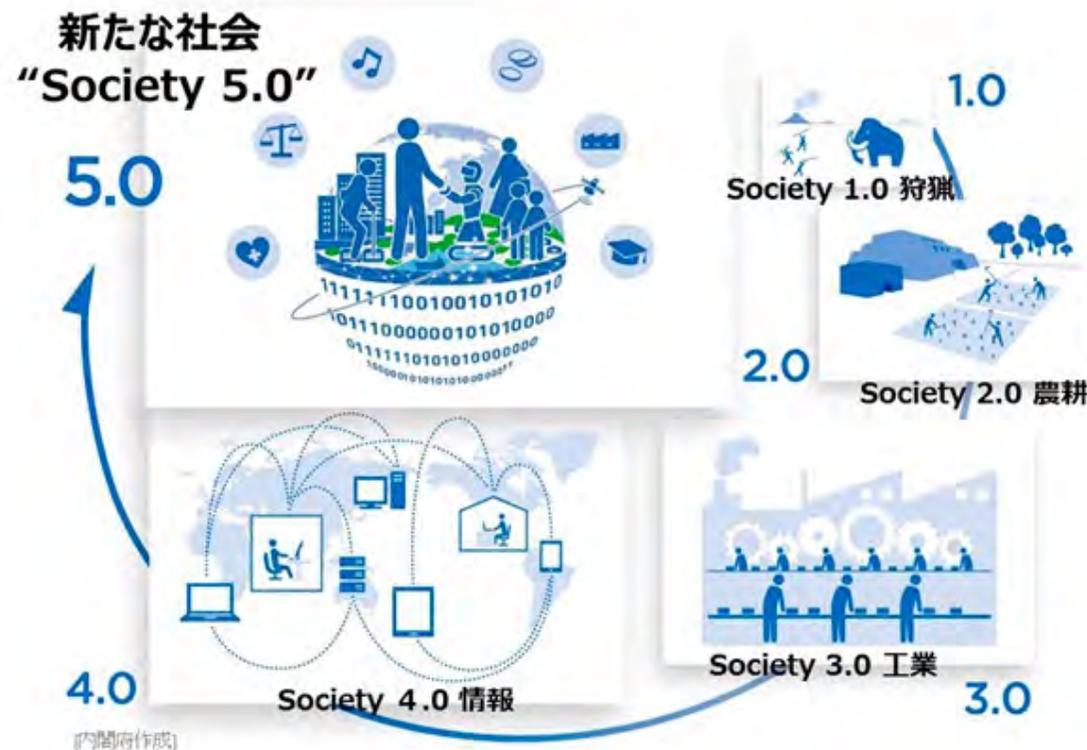


垂直統合のレイヤー化



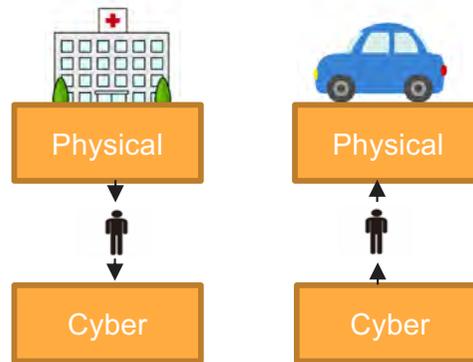
Society 5.0

サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）



Society 5.0

Society4.0



Society5.0

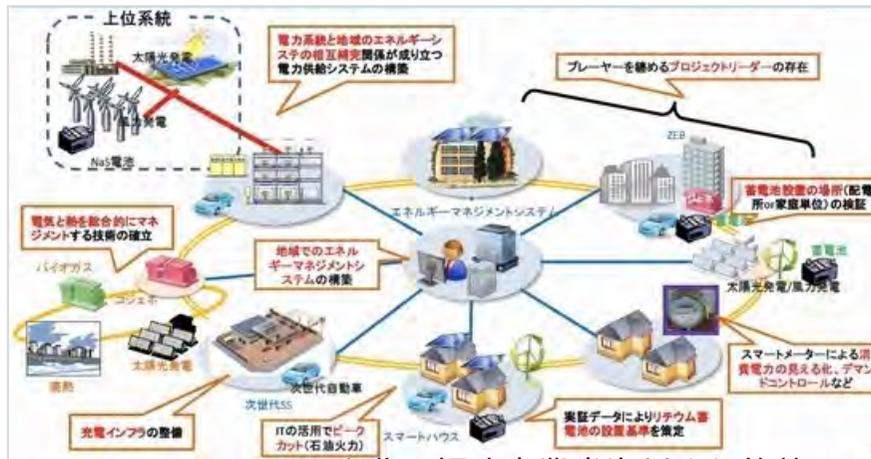


人を介さずAI等でリアルタイムに進化

サイバーを経由してこれまでと違うものが動的につながる
System of Systems

System of Systems

地球上では、すでにあるものが後からつな
がり始めている



出典：経済産業省資料より抜粋



出典：テキサスインスツルメント資料より抜粋



出典：「インダストリー4.0 実現戦略報告書」より抜粋

chirasaka@keio.jp

地球上でのSoSの実現

Society5.0産業として新たなデジタルアーキテクチャ

「既存の競争領域」に、横通しの「協調領域」が被さること
で、「新たな競争領域」を生み出す。



協調領域を活用した新ビジネスが可能とするレイヤー構造を
持った産業構造への変化 (水平と垂直のアーキテクチャ)

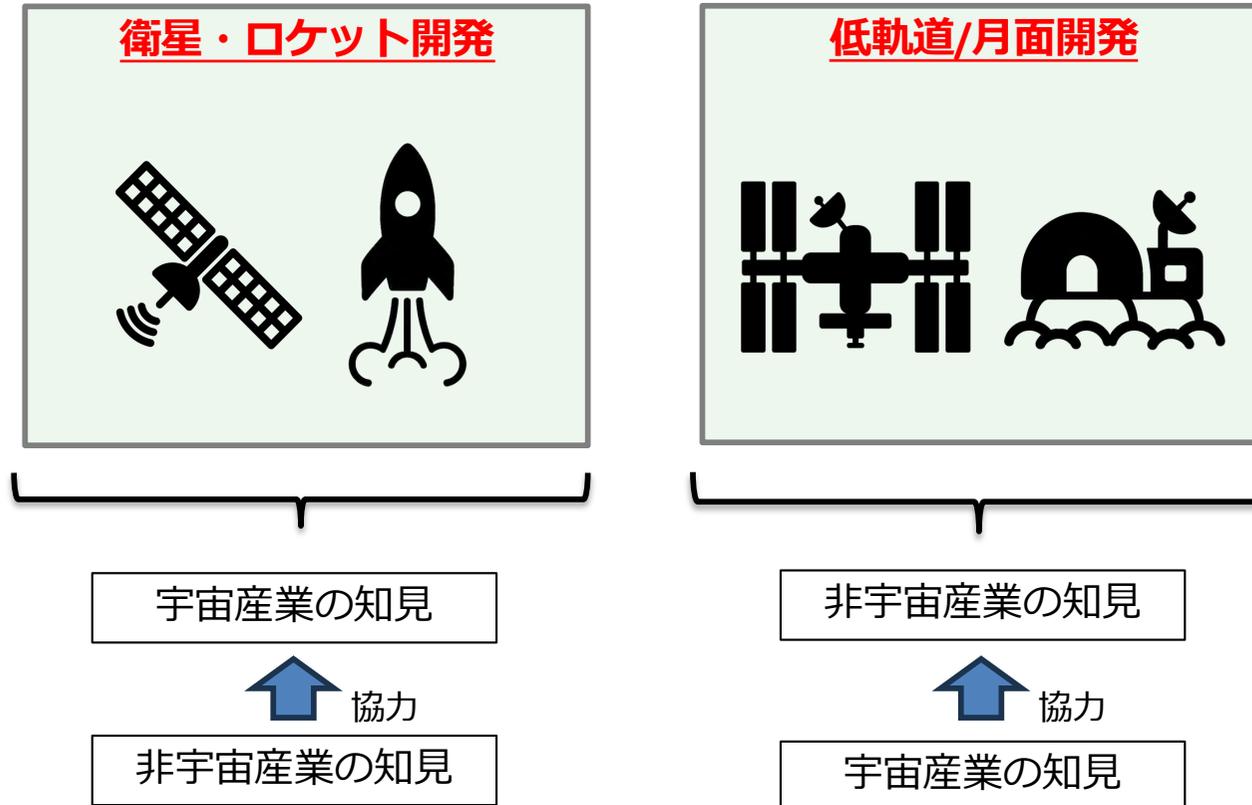
将来を考えると

- 宇宙空間に人が滞在すると、人が生活する上で必要となるものはすべて必要となる。しかし20年先のため、多くの企業が参入できていない。将来のブルーオーシャンは確実にあるので、早くスタートすることが必要。



仕向地としての宇宙

宇宙産業と非宇宙産業の関係

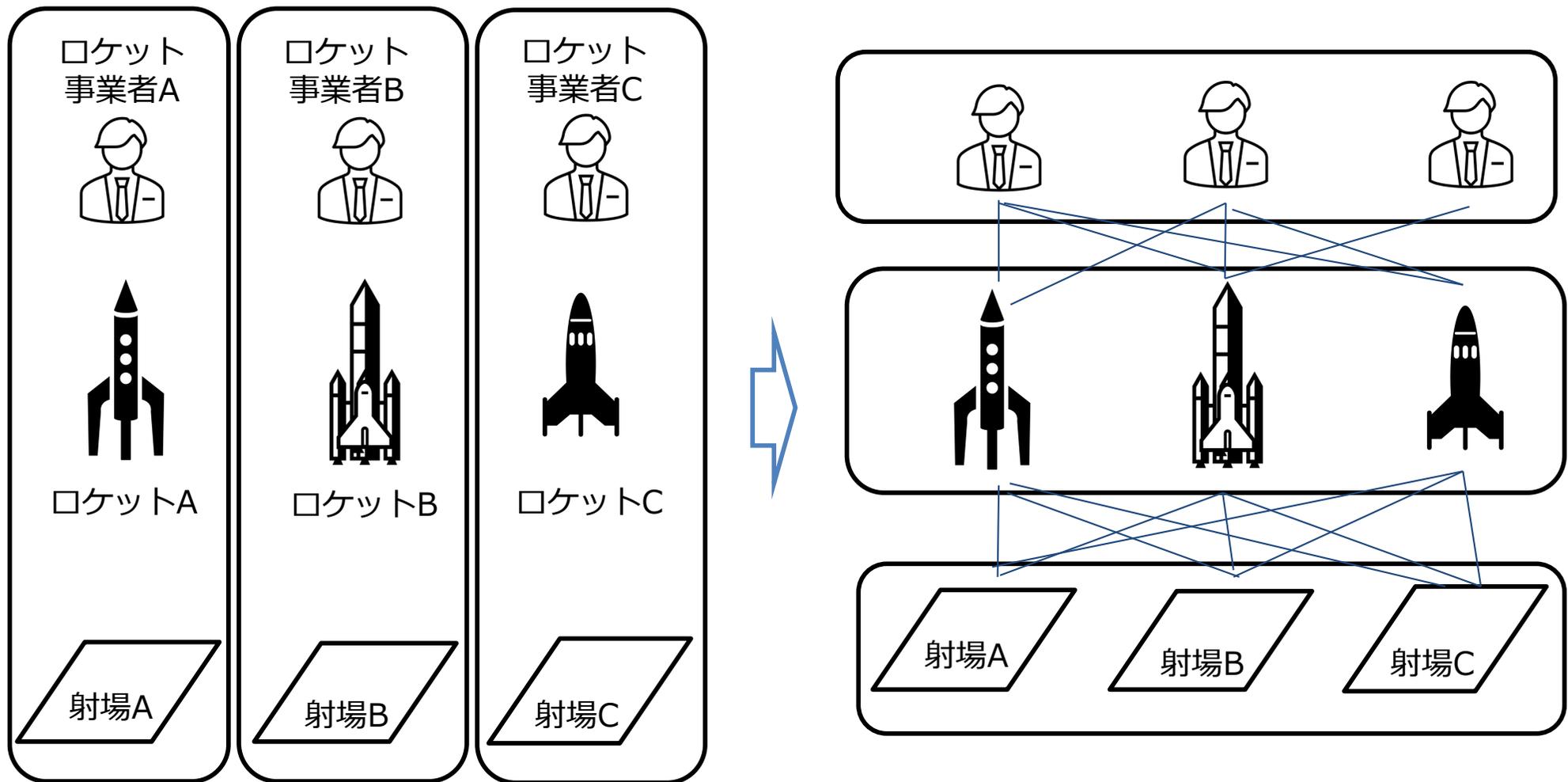


宇宙ビジネスの産業化

- 「宇宙」という特殊性
 - これまでの宇宙開発：「宇宙技術」という特殊な技術が中心
 - 新たな経済圏：地球上にある技術を宇宙に持って出ることが中心。そこに宇宙開発の知見を活かす

- 「ミッション」から「産業」へ
 - これまでの宇宙開発：技術開発を通じたミッションの実現
 - 新たな経済圏：産業構造の実現

技術の成熟によるレイヤー化



地球におけるホテルサービス

宇宙開発でこれから必要になるところ

ホテル内部のサービス

ホテルの運営

ホテルの
企画・設計

ホテルの
内部設備・備品

ビル等の建物

水・電気などのインフラ

土地/不動産

宇宙開発ではほとんどがこの範囲

地球におけるホテルサービス

体験設計の活用範囲

ホテル内部のサービス

ホテルの運営

ホテルの
企画・設計

ホテルの
内部設備・備品

ビル等の建物

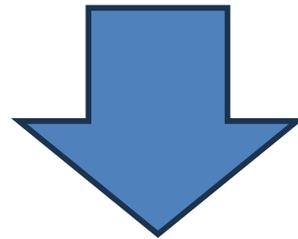
水・電気などのインフラ

土地/不動産

宇宙における体験設計

これまで

- 訓練を積む宇宙飛行士が使うことを想定
- 実験機器等が中心



これから

- 旅行者等の一般の人たち（特に初期は、富裕層）が使うことを想定
- 滞在に関わるあらゆるもの

旅行・住まい・健康・環境技術が宇宙市場を変える： 宇宙と地球をつなぐ快適ECLSS×ECLSS（エクルス）の挑戦とは？



基調講演

「宇宙で暮らす時代へ：宇宙居住を目指した生活関連技術の宇宙応用と異分野融合の試み」
木村 真一（東京理科大学 総合研究院 スペースシステム創造研究センター センター長）

講演1 「快適ECLSS×ECLSSで産学官連携のイノベーションを加速する」
野中 朋美（早稲田大学理工学術院 教授）

講演2 「宇宙での「生きる」を支える循環技術：ECLSSの進化と未来」
桜井 誠人（JAXA宇宙航空研究開発機構 研究領域主幹）

講演3 「宇宙で健康を保つ：運動・スポーツ科学の新たな挑戦」
宮地 元彦（早稲田大学スポーツ科学学術院 教授）

講演4 「宇宙ビジネスの次の一手：宇宙の暮らしが市場になるとき」
白坂 成功（慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 委員長・教授）

パネルディスカッション

「宇宙で暮らす時代の幕開け：快適ECLSS×ECLSS研究が拓く未来市場と産業創出」



2025.07.20 16:00 – 19:30

SHIBUYA QWS スクランブルホール



<https://shibuya-qws.com/event/qws-academia-250720>

「渋谷QWS 快適ECLSS」で検索



一般社団法人 EX Gravity

低重力の体験(User Experience)をデザインするための
実践・ノウハウ収集をするデザイナーのための団体

EX Gravity セミナー 2025

低重力空間での体験をデザインする方法

6月13日(金) 17:30 ~ 19:00

(90分) ※開場 17:00~



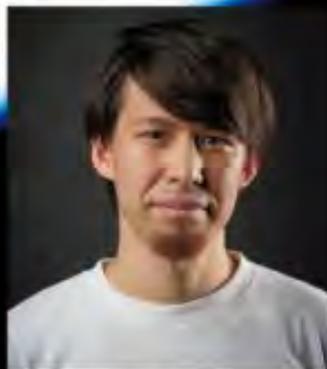
慶應義塾大学大学院
システムデザインマネジメント研究科
委員長・教授

白坂 成功



早稲田大学理工学術院
創造理工学部 教授

野中 朋美



宇宙デザイナー 東大先端研 AAD 研究員
KO6 Design Dept. 主宰
宇宙ベンチャー DigitalBlast 所属

山下 コウセイ



EX Gravity プロジェクトメンバー
株式会社たきコーポレーション CDO
デザイナー

藤井 賢二

会場

X-NIHONBASHI
TOWER

東京都中央区日本橋室町 2-1-1 日本橋三井タワー 7 階
東京メトロ銀座線「三越前」駅 A7・A8 出口直結

主催：慶應義塾大学 SDM 研究科白坂研究室

協力：EX Gravity 担当：藤井 (kenji_fujii@taki.co.jp)

Space x Experience Design Projects

EX Gravity

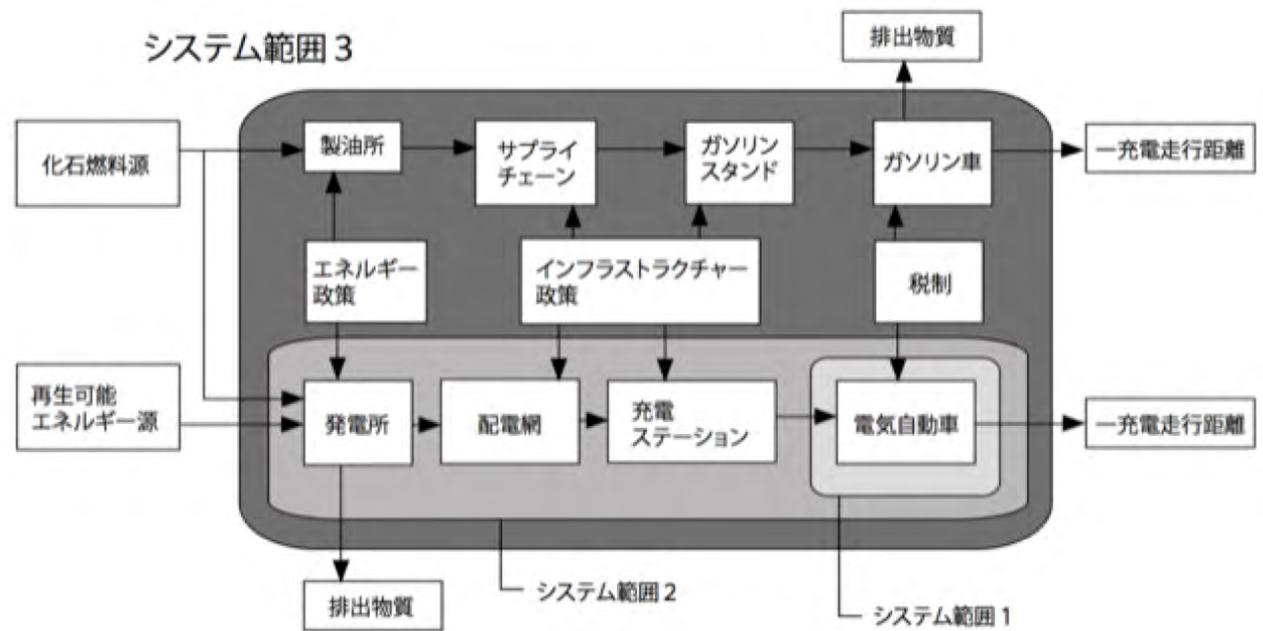
アーキテクチャ検討時の注意点

アーキテクチャ検討時の注意点

設計対象範囲が変わった



Engineering Systems(2011)



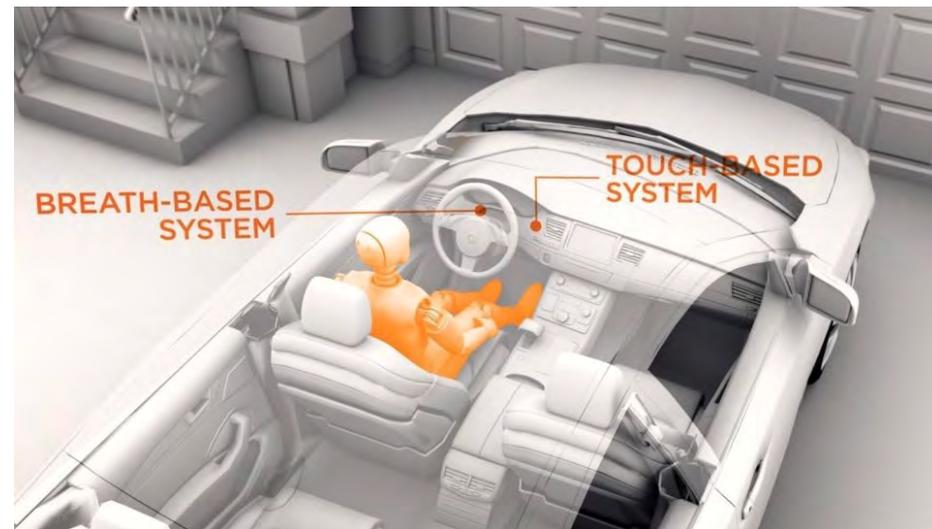
法とアーキテクチャ

アーキテクチャを決めることで、人の行動を律することができる (参考：ハーバード大学 レッシグ教授)

- 「酒気帯び運転禁止」



出典：いらすとや



出典：TABI LAB

<https://tabi-labo.com/147260/non-alcohol-car>

アーキテクチャにより人を律すると、人の合意を経ることなく行動を制限させることが可能

法で対応するのか？
アーキテクチャで対応するのか？

アーキテクチャ検討時の注意点

変化への対応



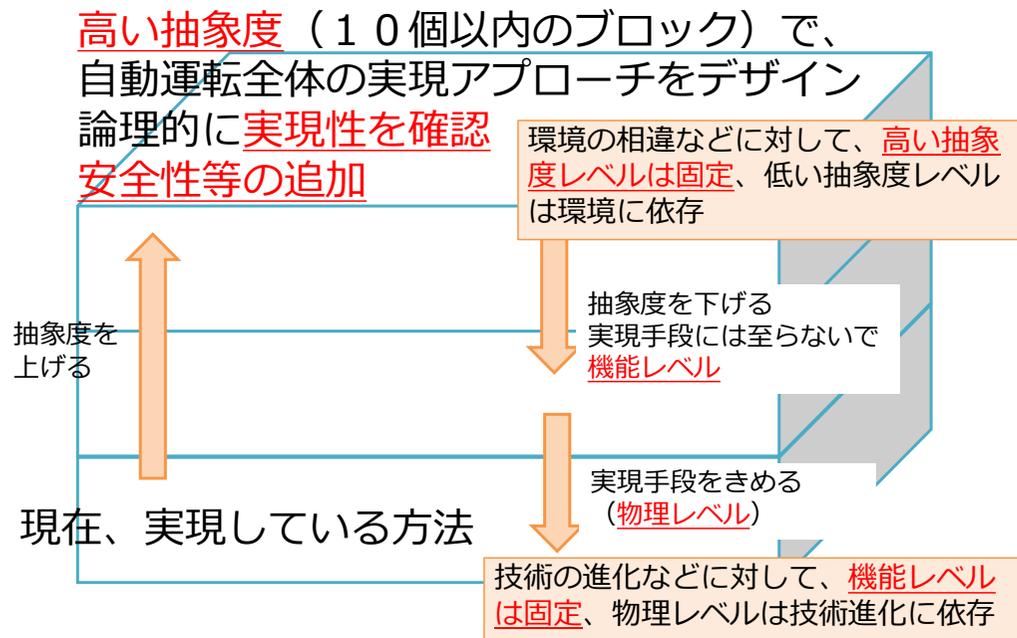
VUCAワールド

Volatility: 変動, Uncertainty: 不確実
Complexity: 複雑, Ambiguity 曖昧

- これまでの常識・前提が通用しない
- “自分が知っている”と思っているものが実際は知っていない

shirasaka@sdm.keio.ac.jp 25

変化に対応しやすいアーキテクチャ



変化をしてもいかにそれを再検証を少な
く受け入れられるようにできるのか

ハードローとソフトロー

動的に変化していくことを考慮したアーキテクチャ

様々なレベルでのアーキテクチャ

産業アーキテクチャ

ミッションアーキテクチャ

System of Systems アーキテクチャ

個別システム
アーキテクチャ

個別システム
アーキテクチャ

エンター
プライズ
アーキテ
クチャ

UAF (Unified Architecture Framework)

	Taxonomy Tx	Structure Sr	Connectivity Cn	Processes Pr	States St	Interaction Scenarios Is	Information If	Parameters Pm	Constraints Ct	Roadmap Rm	Traceability Tr	
Metadata Md	Metadata Taxonomy Md-Tx	Architecture Viewpoints ^a Md-Sr	Metadata Connectivity Md-Cn	Metadata Processes ^a Md-Pr	-	-			Metadata Constraints ^a Md-Ct	-	Metadata Traceability Md-Tr	
Strategic St	Strategic Taxonomy St-Tx	Strategic Structure St-Sr	Strategic Connectivity St-Cn	-	Strategic States St-St	-			Strategic Constraints St-Ct	Strategic Deployment, St-Rm Strategic Phasing St-Rm	-	Strategic Traceability St-Tr
Operational Op	Operational Taxonomy Op-Tx	Operational Structure Op-Sr	-	-	-	-			-	-	-	-
Services Sv	Service Taxonomy Sv-Tx	Service Structure Sv-Sr	-	-	-	-			-	-	-	Service Traceability Sv-Tr
Personnel Pr	Personnel Taxonomy Pr-Tx	Personnel Structure Pr-Sr	Personnel Connectivity Pr-Cn	Personnel Processes Pr-Pr	Personnel States Pr-St	Personnel Interaction Scenarios Pr-Is	Logical Data Model, Physical schema, real world results	Measurements Pm-Me	Competence, Drivers, Performance Pr-Ct	Personnel Availability, Personnel Evolution, Personnel Forecast Pr-Rm	Personnel Traceability Pr-Tr	
Resources Rs	Resource Taxonomy Rs-Tx	Resource Structure Rs-Sr	Resource Connectivity Rs-Cn	Resource Processes Rs-Pr	Resource States Rs-St	Resource Interaction Scenarios Rs-Is			Resource Constraints Rs-Ct	Resource evolution, Resource forecast Rs-Rm	Resource Traceability Rs-Tr	
Security Sc	Security Taxonomy Sc-Tx	Security Structure Sc-Sr	Security Connectivity Sc-Cn	Security Processes Sc-Pr	-	-			Security Constraints Sc-Ct	-	-	
Projects Pj	Project Taxonomy Pj-Tx	Project Structure Pj-Sr	Project Connectivity Pj-Cn	Project Activity Pj-Pr	-	-			-	Project Roadmap Pj-Rm	Project Traceability Pj-Tr	
Standards Sd	Standard Taxonomy Sd-Tx	Standards Structure Sd-Sr	-	-	-	-	-	Standards Roadmap Sr-Rm	Standards Traceability Sr-Tr			
Actuals Resources Ar	-	Actual Resources Structure, Ar-Sr	Actual Resources Connectivity, Ar-Cn	-	Simulation ^b		-	-	Parametric Execution/Evaluation ^b	-		
Dictionary * Dc												
Summary & Overview SmOv												
Requirements Rq												

産業アーキテクチャまでは明示的にはカバーしてない

進め方

米国のNISTがスマートグリッド産業を作るの進め方を見ると、、、

進め方

1. ステークホルダーからの情報収集
 - どのようなビジネスを考えているのかの情報（ピース）を集める
2. 少人数でのアーキテクチャ設計
 - 集めた情報（ピース）をつなぎあわせながら、Will（意思）を埋め込んだアーキテクチャを設計する
3. ステークホルダーとの合意形成
 - それを元に合意形成をおこない、ルール形成、民間の独自活動、民間の活動支援の方向性を合わせる
4. リファレンスアーキテクチャの発表と標準化の実施

月面活動に関する アーキテクチャの検討について

内閣府宇宙開発戦略推進事務局

2025年3月25日

進め方

国内ヒアリング、海外動向調査

1. ステークホルダーからの情報収集
 - どのようなビジネスを考えているのかの情報（ピース）を集める
2. 少人数でのアーキテクチャ設計
 - 集めた情報（ピース）をつなぎあわせながら、Will（意思）を埋め込んだアーキテクチャを設計する
3. ステークホルダーとの合意形成
 - それを元に合意形成をおこない、ルール形成、民間の独自活動、民間の活動支援の方向性を合わせる
4. リファレンスアーキテクチャの発表と標準化の実施

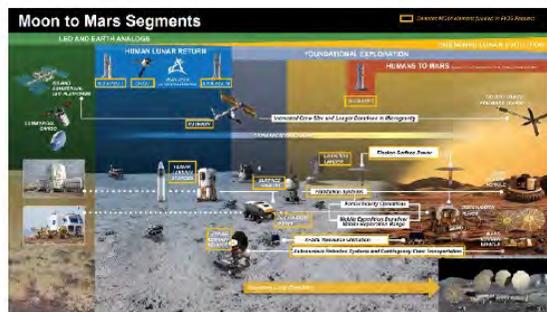
海外動向：月面活動に関する最近の主な取り組み

- アメリカは、NASAを主体としたアルテミス計画、Moon to Mars(M2M)などの月面・火星探査計画や、DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) を主体としたLunA-10を通じて、国際協調と産業振興を進め、持続可能な月探査を目指している。



アルテミス計画

- NASA主体の、米国主導・国際協力による月面探査プロジェクト
 - SLS (Space Launch System)、Orion宇宙船、Gateway、CLPS (Commercial Lunar Payload Service)、HLS (Human Landing System) 等のプログラム
- 最初の有人月面着陸 (Artemis III) は2027年実施予定

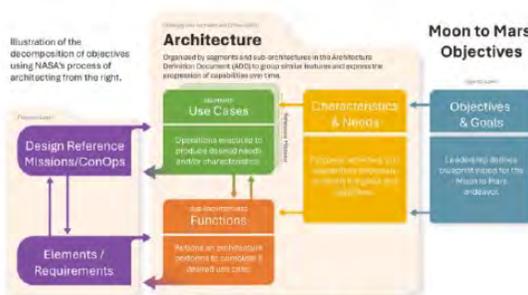


アルテミス計画の全体イメージ (出典：NASA)



Moon to Mars Architecture (M2M)

- NASA主体の、月面および火星探査計画の透明性向上と参画機会の提供を目的としたアーキテクチャ検討
- 意義として、「科学的知識の追求」、「国力の確立と経済成長」、「次世代の鼓舞」の3つを提示



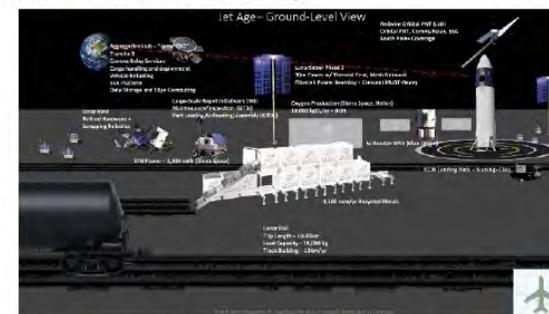
M2Mアーキテクチャの全体イメージ (出典：NASA)



10-Year Lunar Architecture (LunA-10)

- DARPA主体の、M2Mを補完する産業アーキテクチャ検討
- 「共同運用可能なスケーラブルなシステム開発」および「2030年までに将来的な月のユーザが収益化可能なサービス創出」を目的とした検討を実施。分野は電力、ISRU、通信・測位、輸送・モビリティ、建設・ロボティクス等、多岐に渡る

※ISRU (in situ resource utilization : 現地で入手可能な資源を利用)



LunA-10/Jet Age (2035~) の月面活動イメージ (出典：DARPA)

進め方

1. ステークホルダーからの情報収集

- どのようなビジネスを考えているのかの情報（ピース）を集める

2. 少人数でのアーキテクチャ設計

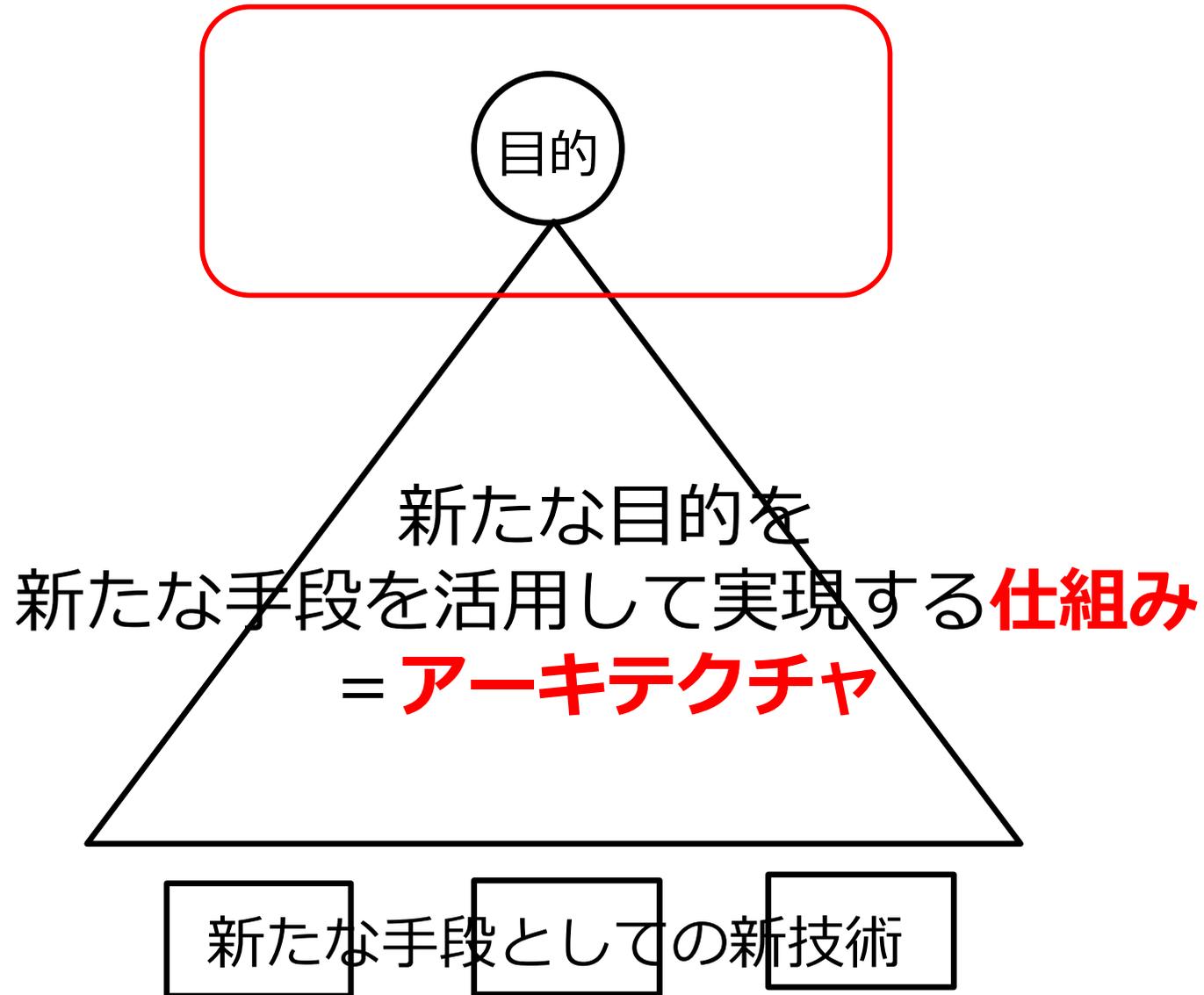
- 集めた情報（ピース）をつなぎあわせながら、Will（意思）を埋め込んだアーキテクチャを設計する

3. ステークホルダーとの合意形成

- それを元に合意形成をおこない、ルール形成、民間の独自活動、民間の活動支援の方向性を合わせる

4. リファレンスアーキテクチャを発表

検討の実施



検討の実施

2040年代に想定される月面活動の例

将来の月面活動を見通すための仮説 (2/2)

- 月面活動の将来像や日本の貢献分野を見通すにあたり、国際的ロードマップ等を参考に2040年代以降に民間人による観光や深宇宙、月以遠へ向かうロケット等への推進供給産業が始まると仮定。※ISECG (27の宇宙機関の国際宇宙探査協働グループ)

アーキテクチャ検討の想定年代

年代	①黎明期(前半)	②黎明期(中盤)	③黎明期(後半)	④成長期	⑤成熟期
	2020年代後半	2030年代前半	2030年代後半	2040年代以降	—
主な計画等	ISECGロードマップ:Phase 1 Artemis II~Artemis IV	ISECGロードマップ:Phase 2A Artemis V~Artemis VII以降	ISECGロードマップ:Phase 2B	ISECGロードマップ:Phase 3 (ロードマップに明示的な年代の記載なし)	-
LunA-10における時代想定	Exploration Age / Foundational Age (自給前提・技術実証の時代 / 大型モビリティ・MVELレベルの実証が登場する時代)	Industrial Age (大型物資輸送・投資回収・ISRU完全稼働が始まる時代)	Jet Age (and Beyond) (月100tの酸素生産・マルチサイト(赤道+極)での活動・地球からの輸送量減少が始まる時代)		-
将来想定される月面活動の例	無人機(衛星・ローバ・ランダ・その他設置機器)による月面での科学・探査活動				
	宇宙飛行士による月面での科学・探査活動				
				深宇宙で科学・探査活動を行う実施主体への推業供給 民間人(非宇宙飛行士)による月面観光	
活動状況	官需 <ul style="list-style-type: none"> 黎明期の更に初期段階であり、無人機による活動が中心 また、短期間の有人探査も始まっている。 	官需 <ul style="list-style-type: none"> 黎明期の中盤であり、今後の月面活動の基盤となるインフラ・モビリティ・拠点等の実装・実証が進められている。 	官需 <ul style="list-style-type: none"> 黎明期の後半であり、月面での有人探査活動が本格化。 今後の月面活動の基盤となるインフラ・モビリティ・拠点等の実装・実証が進められている。 	官需 <ul style="list-style-type: none"> 成長期ではインフラ・拠点の設置・拡張が進み、宇宙飛行士の長期滞在が実現している。 宇宙飛行士に続いて、民間人の訪問(富裕層の観光等)が始まる。 	官需 <ul style="list-style-type: none"> 成熟期では月面産業が更に発展し、更なる滞在期間の長期化や滞在人数の増加が実現。 民間人の滞在・往来(富裕層の観光等)が増加。
月面上の活動人数	4人~			40人~100人程度	数百名~
活動者の属性	宇宙飛行士	宇宙飛行士	宇宙飛行士、産業従事者(インフラ関係等)	宇宙飛行士、産業従事者(インフラ関係等)、民間人	宇宙飛行士、産業従事者(インフラ関係、観光業等)、民間人
有人探査における活動拠点	Gateway(+南極ランダ)	Gateway(+南極ランダ)	Gateway+南極拠点	Gateway+南極拠点+広範囲に複数拠点	Gateway+南極拠点+広範囲に多数拠点
活動範囲	月南極(ランダ)周辺	月南極(ランダ)+周辺数百~数千km	月南極拠点+周辺数千~数万km程度	月南極拠点、複数拠点+周辺数千~数万km程度	月南極、多数拠点+周辺数千~数万km程度
滞在日数/頻度	最大14日間(昼:越夜なし)/年1回	14~42日間(昼+夜+昼:越夜1回)/年1回	14~42日間(昼+夜+昼:越夜1回)/年1回	数百日以上(長期滞在)/年複数回	数年/年複数回

※ISRU (in situ resource utilization : 現地で入手可能な資源を利用)

出典：内閣府 「月面活動に関するアーキテクチャの検討について」

shirasaka@keio.jp

検討の実施

2040年代に想定される月面活動の例

2040年代に想定される月面活動の例

- 2040年代に想定される月面活動の例として、委託調査においては主に科学探査（無人・有人）、推薬供給、観光を想定



科学探査（無人）

無人機（衛星・ローバ・ラング・その他設置機器）による月面での科学探査活動

- 月面天文台：月面で低周波宇宙電波を観測する。
- 月震計：月震計を多点配置し、月の内部構造を分析する。
- サンプルリターン/狭域：限られた範囲（極域など）の詳細探査をローバやロボット等により実施する。
- サンプルリターン/広域：広域（衝突盆地など）から岩石をローバやロボット等により採取する。



推薬供給

深宇宙で科学・探査活動を行う実施主体への推薬供給

- 火星探査を含む深宇宙探査や各種月面活動を行う実施主体に対して推薬を供給する。
- 推薬生産・供給自体は無人で行い、水資源のあるエリア及び長期滞在拠点を中心とした活動がなされることを想定する。



科学探査（有人）

宇宙飛行士による月面での科学探査活動（左記の無人での科学探査と連携しながら実施）

- サンプルリターン/狭域：限られた範囲（極域など）の詳細探査を宇宙飛行士が実施する。
- サンプルリターン/広域：広域（衝突盆地など）から岩石を宇宙飛行士が採取する。



観光

民間人（非宇宙飛行士）による月面観光

- 短期滞在：月面環境の体験や探査遺跡の見学等を行う。長期滞在拠点を中心とした範囲を移動し、短期間の滞在を行う。
- 長期滞在：月面環境の体験や探査遺跡の見学、天体観測等を行う。長期滞在拠点を中心とした範囲（より広範囲）を移動し、越夜を含む長期の滞在を行う。

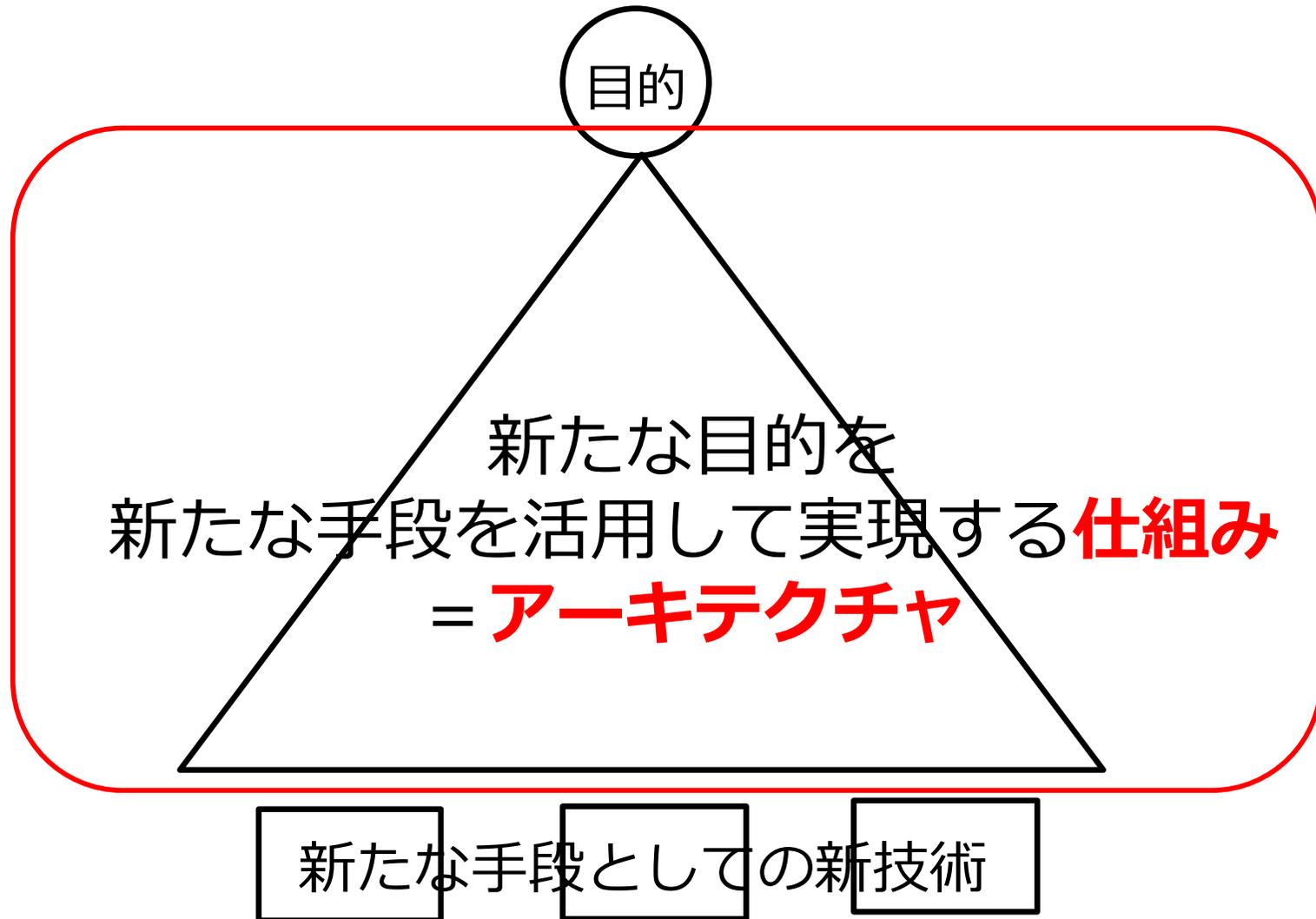
※一部のステークホルダから月面活動の4分野の一つとして、観光について期待が示されたため想定の対象としたが、必ずしもビジネスモデルやエビデンスを含め十分な議論が行われたわけではない。

7

出典：内閣府 「月面活動に関するアーキテクチャの検討について」

shirasaka@keio.jp

検討の実施



“Will”として、科学と産業の連携による成長

検討の実施

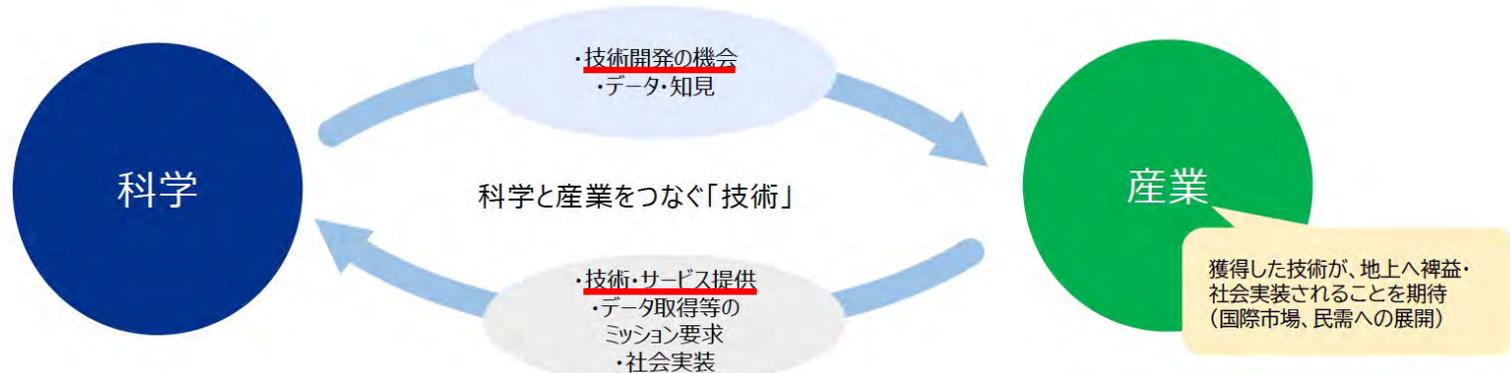
日本の貢献に関する検討

科学と産業の連携の考え方

- 科学と産業が連携し、技術開発、データ共有、共同実証を通じて、月面事業を共に推進するサイクルを回していくことで、より高度な科学の実現や段階的な月面産業の発展・市場の獲得に繋げていく。

① 科学→産業

- 科学がミッション要求を公開し、産業側における技術開発の機会を提供することで、産業側の成長（足場固め）が実現
- 獲得したデータおよび知見を産業側への提供・移管することで、産業側の成長（足場固め）が実現



科学ユーザーをアンカー・ナンシーとして

- 産業が技術やサービスのプロバイダとなり、科学がリスクを取れるユーザーとしてそれらを利用する
- データ取得・共有や共同での技術開発・実証等のミッション要求を出し、月面における事業においてそれらを利用する
- 得られた成果を社会に還元（社会実装）する

② 科学←産業

12

出典：内閣府 「月面活動に関するアーキテクチャの検討について」

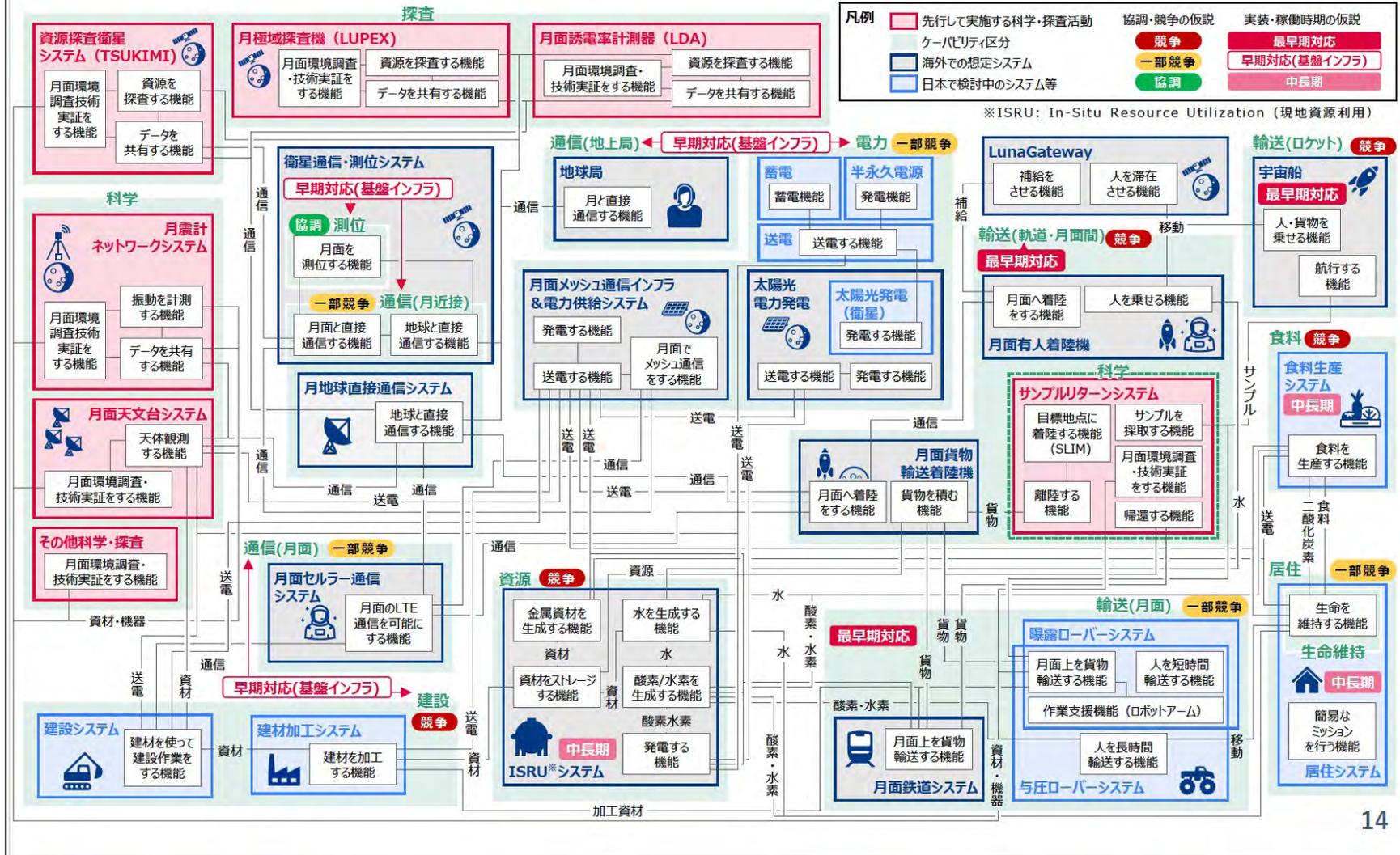
shirasaka@keio.jp

検討の実施

水平アーキテクチャ

月面活動に関するアーキテクチャ案

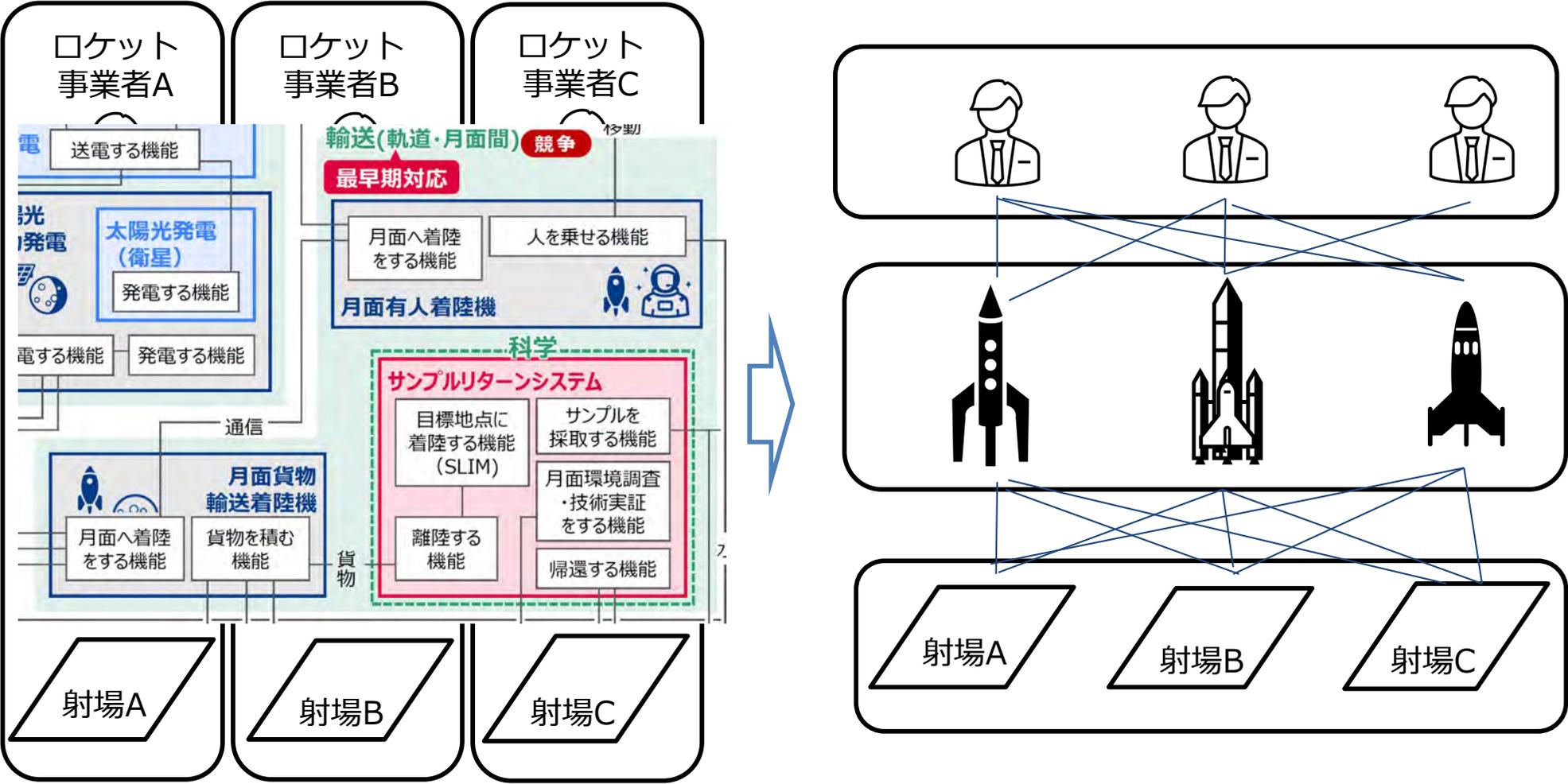
月面活動に関するアーキテクチャ案



出典：内閣府 「月面活動に関するアーキテクチャの検討について」

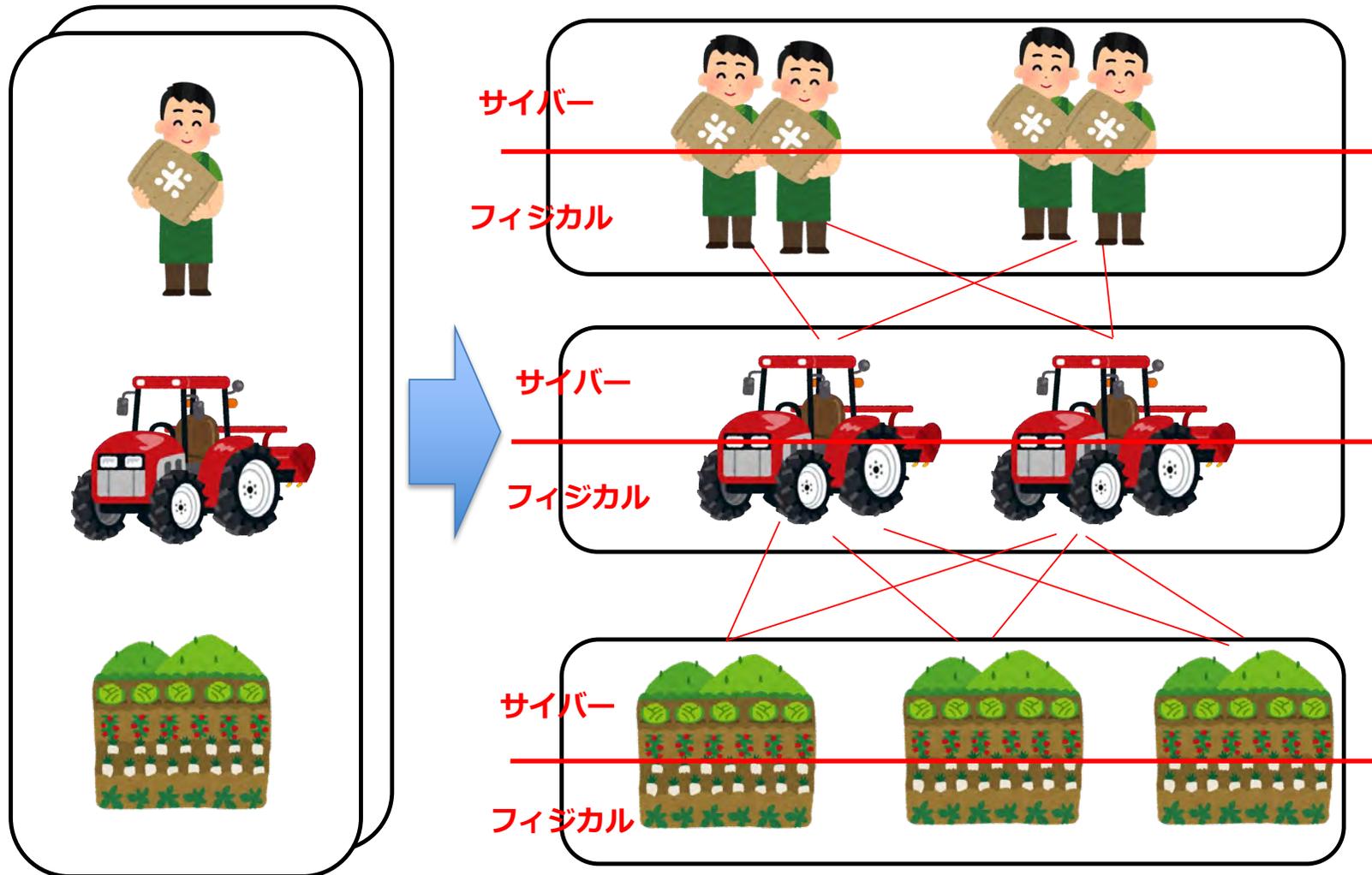
shirasaka@keio.jp

検討の実施



垂直アーキテクチャは検討未実施

検討の実施



ソフトウェアプラットフォームによる
垂直アーキテクチャも検討未完了

まとめ

- 月面産業のアーキテクチャを早めに検討することが必要
- アーキテクチャとは、目的を実現する仕組み
 - ミッションレベルのアーキテクチャではなく、産業のアーキテクチャをデザインすることで産業化を促進
- 月面活動アーキテクチャの取り組み
 - ある範囲での活動を実施
 - 産業アーキテクチャのデザインはNext Step

Design the future!

www.sdm.keio.ac.jp

日吉駅前 協生館

