

# 自律移動ロボット将来ビジョン検討会 中間報告書

2022年3月

経済産業省/デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (DADC)

# 報告書の構成

## アーキテクチャ設計書（自律移動ロボット全体アーキテクチャ編 etc...）

### 1. 基本方針

### 2. ビジョン

#### 2.1 コンセプト

#### 2.2 ユースケース

##### 2.2.1 分野X

###### 2.2.1.1 課題分析

###### 2.2.1.2 TO-BEユースケース

###### 2.2.1.2.1 全体像

###### 2.2.1.2.2 ユーザーエクスペリエンス

###### 2.2.1.2.3 ビジネスモデル

###### 2.2.1.2.4 机上検証

###### 2.2.1.3 先進事例

#### 2.3 経済性分析

### 4. 検討体制及びプロセス

### 3. アーキテクチャ

#### 3.1 要求事項

#### 3.2 アーキテクチャ

#### 3.3 社会実装に向けた施策

##### 3.3.1 施策X

###### 3.3.1.1 概要

###### 3.3.1.2 課題

###### 3.3.1.3 国内外の動向

###### 3.3.1.4 取組の方向性

#### 3.4 ロードマップ

#### 3.5 課題一覧

---

# 1. 基本方針

# Society5.0の実現

自動運転車やドローン、サービスロボットといった自律移動ロボットの活用にデジタル技術を援用することで、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）の高度な融合を可能とし、**人間中心で社会的課題の解決と産業発展を同時に実現する将来ビジョンを描き、その実現に必要な取組を具体化する。**

社会的課題を解決しながら富を創出する取組を検討

自律移動ロボットとデジタルで



人間の作業の効率化



社会的課題を解決しながら

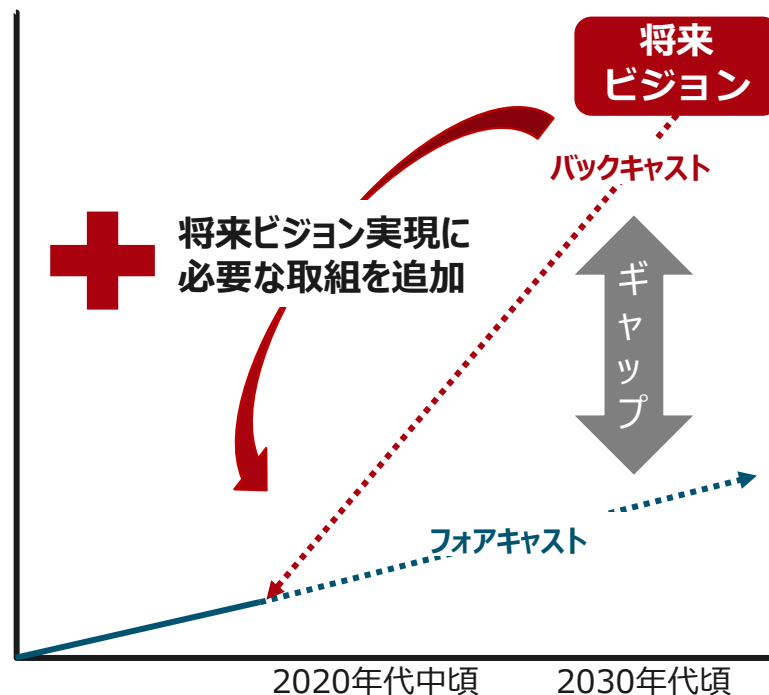
- ・ 富を創出
- ・ 人間の生活を豊かに

脱炭素の実現

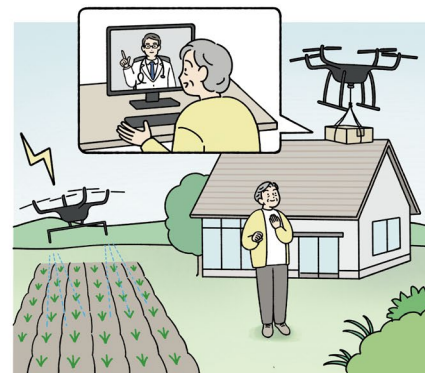
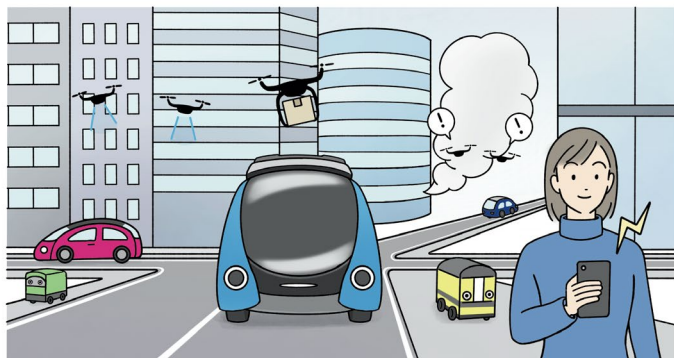
少子高齢化の時代に対応

各個人が  
最適な体験を享受

将来ビジョンからバックキャストして取組を検討



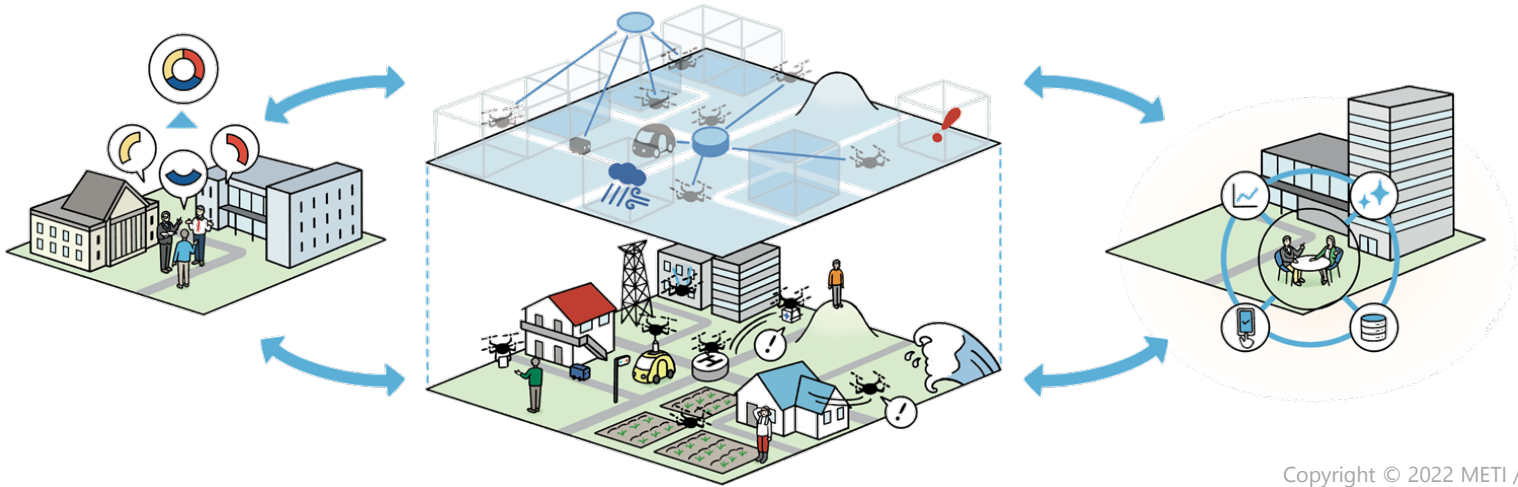
# Society5.0の実現に向けた取組



アジャイルガバナンス

デジタルツイン

as-a-Service



# 人間が行う作業を自律移動ロボットで代替することの限界

## 農業：圃場管理や農作業の代替



出典：photoAC

## インフラ保守：人間による点検の代替



出典：IBERDROLA

## 物流：既存物流網の補完

離島・山間部にニーズはあるが需要量は限定的



出典：ups

出典：Starship Technologies公式YouTube

大量かつ高密度の移動は発生しない

現在の延長線上で制度・技術改善を続ければ十分に対応可能

大量かつ高頻度のニーズはない

大きなビジネスが成立しない

現在のニーズをもとに人間の作業を自律移動ロボットで代替するという発想では、  
自律移動ロボットが活躍する場は限定的

➡ 自律移動ロボットが大量・高密度・高頻度に活躍する将来ビジョンは描く必要があるのか、必要があるとしても具体的に描くことが可能か。

# イノベーションが生活や働き方を一新してきた歴史

これまで、我が国においては、現在の生活や働き方のビジョンを牽引しながら主導的に実現するような牽引者・担い手が出現しておらず、生活や企業活動は外国の製品やサービスが前提となっている。その結果として、我が国産業は、どれだけ働いても富むことができない「デジタル小作人」となってしまったのではないか。



スマートフォンは  
便利そうではあるが、  
**ガラケーで十分**だろう。



iPhone  
Google Pixel  
...



**スマートフォン  
がないと  
生活できない。**



クラウドはセキュリティが不安  
**大企業はオンプレミス**  
だろう。



AWS  
Google Cloud  
Microsoft Azure  
...



**政府も大企業も  
クラウドを導入  
している。**

# 日本から自律移動ロボットが活躍する将来を実現できなかった場合

海外で実現した便利なイノベーションを輸入して、  
外国のドローンや自動走行車ばかりを利用

又は

少子高齢化に伴う人手不足のため、  
物流等が経済成長の足枷になるおそれ



出典：Tesla

Teslaの自動運転車



出典：Amazon

Amazon Prime Air



出典：Starship Technologies

Starshipの配送ロボ



人手不足で  
十分にモノを  
運べない。

日本の空も地上も  
外国のドローンや車  
ばかりで、ルールや  
インフラまで外国企  
業が提供している。



配送料が高い！  
配送が遅い！

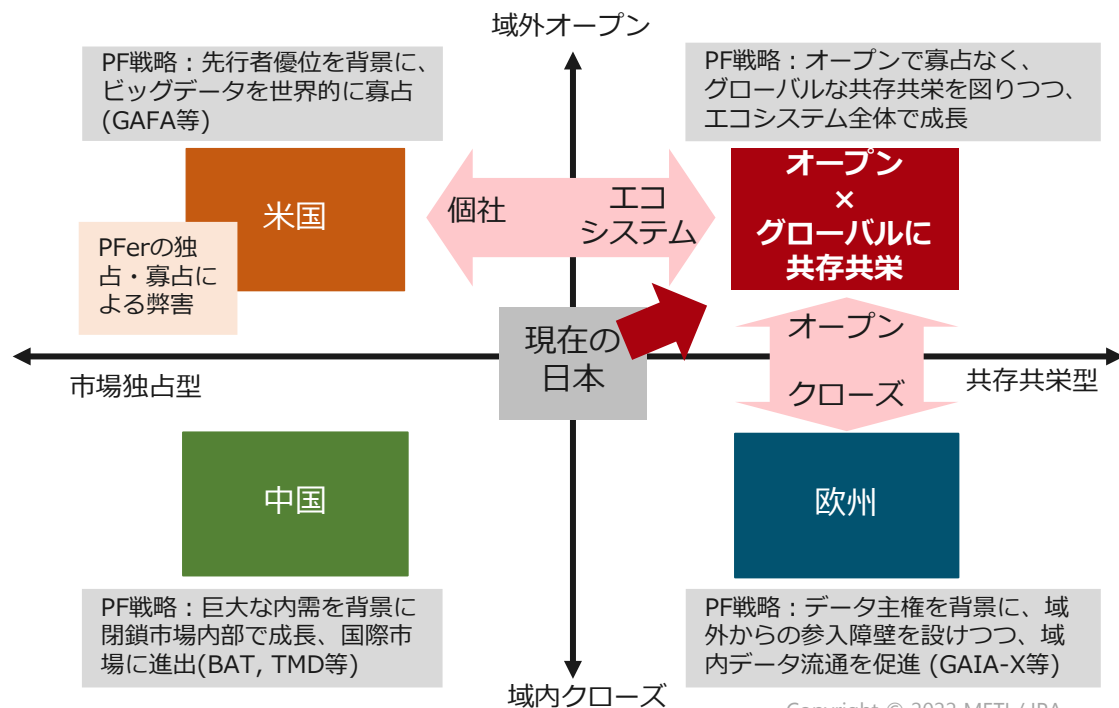




# グローバル競争の中で我が国産業が成長するための方向性について

特定の国や企業が利益を独占することなく、地域内外の国・企業等のプレイヤーが、デジタルインフラ（後述）の上で、ニーズに応じた提供価値を磨き、自由に最適な相手と取引して価値提供することで、**中小規模のプレイヤーも含めて皆が「公正に利益を享受して共存共栄」しながら、高い水準で「社会的課題の解決・経済発展」を実現するような価値共創型のエコシステム**をグローバルに構築することが重要。

欧州	<p><b>国を跨ぐ巨大な欧州の経済圏を統合</b>した上で、官主導で、社会的課題にフォーカスしたテーマを設定し、<b>域内企業に有利なルール</b>(デジュール・スタンダード)を設定することで、米中に対抗している。</p>
米国	<p>国内外で市場原理を徹底して追求する、という過程で成長した<b>グローバル巨大資本企業が市場を寡占</b>。</p>
中国	<p><b>巨大な内需とコスト安</b>を背景に、<b>官によって統制・保護しながら民間企業</b>を育て、外需獲得を目指している。</p>



# Society5.0において分野横断で共通して目指す世界のイメージ

## 1 社会、消費者、事業者の全ての課題解決や便益向上を実現

- 1 脱炭素や少子高齢化に伴う社会的課題を解決する
- 2 個別最適化された“コト”を「いつでも」「どこでも」「誰でも」享受できる
- 3 ニーズを叶える提供価値を大きく増やしなが、フィジカルでのコストを劇的に減らす

## 2 企業の壁を越えてエコシステム全体で成長し、貢献した事業者が適切に利益を享受

- 1 取引や提供機能の情報規格を統一するなどして各機能をモジュール化する
- 2 顧客と提供者を繋ぐプラットフォームを様々な企業が切磋琢磨しながら担う
- 3 機能を組み合わせた新しいサービスの迅速提供や最適な相手との直接的な取引を実現

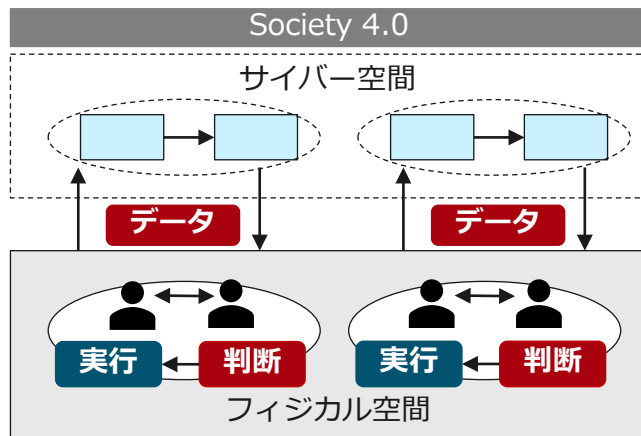
## 3 ステークホルダーのニーズを満たす最適なフィジカルの動きをサイバー上で導き実現

- 1 フィジカル情報を統一の情報規格（ID・属性等）でデジタル化してデータスペースを整備
- 2 データの入出力・参照を通じて実世界の取引や行為を制御するデジタルインフラを整備

# 社会、消費者、事業者の課題解決や便益向上を実現（一般論）

## As-Is

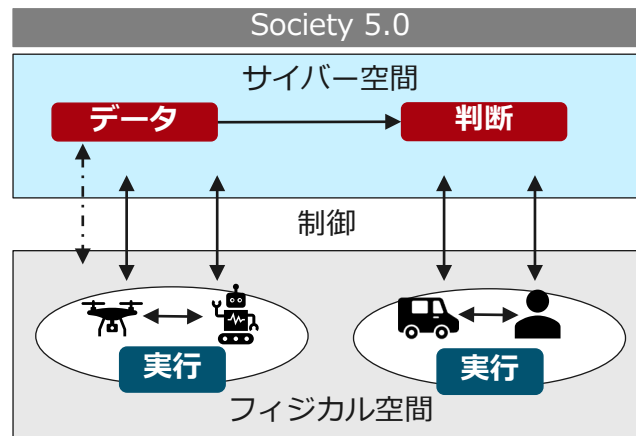
- (A) 少子高齢化による、**商圏（需要）と産業（供給）のギャップ発生**に伴い、社会的なインフラが非効率化
- (B) **規模の経済等を活かした低コスト化が産業競争の基調**であり、消費者は画一的な“モノ”を享受
- (C) **オペレーションの精度向上に多大な労力**を払って付加価値を向上



人からアクセスしてサービス・情報を取得し、人による判断でオペレーションを行う。

## To-Be

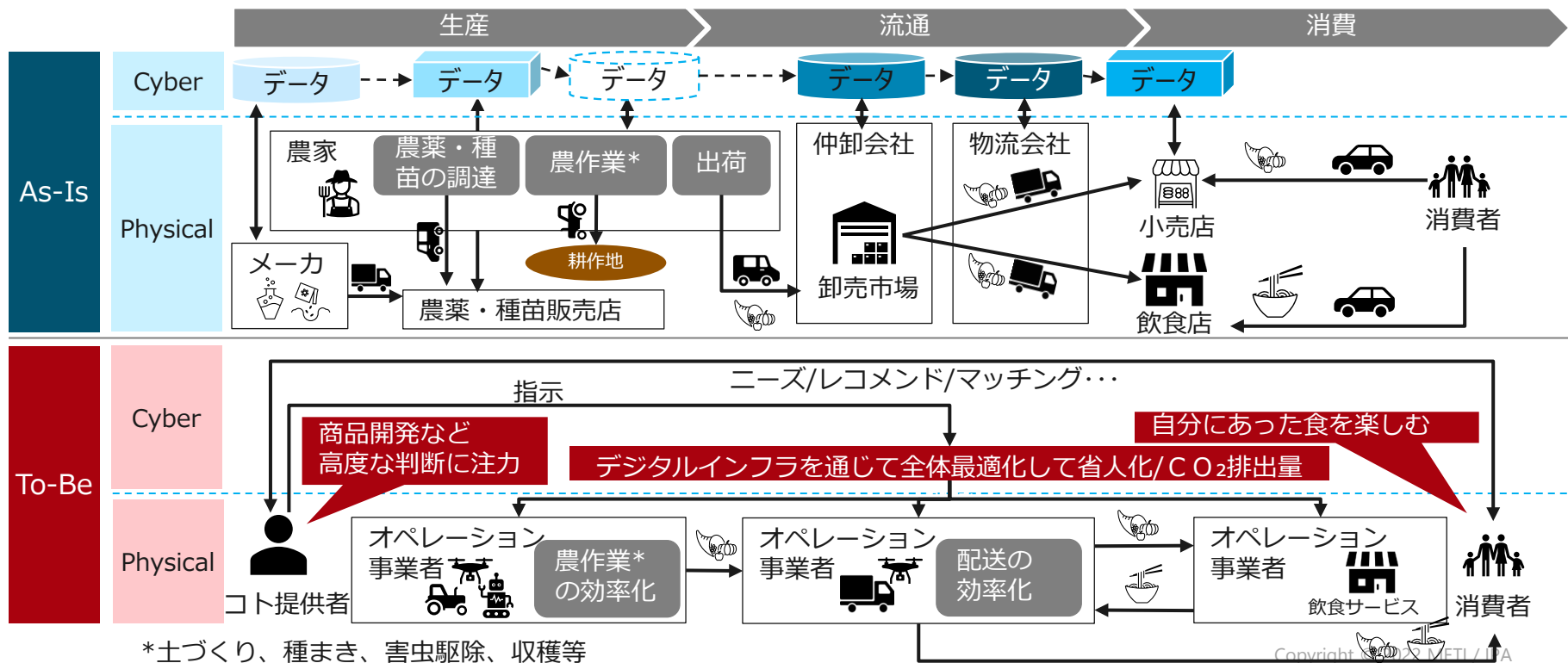
- (A) 人の制約を受けずに、**ロボットやAIを大きく活用しながら社会システム全体を効率化**して、脱炭素や少子高齢化といった社会課題を解決する
- (B) **マッチング精度を産業競争の基調**として、個別最適化された“コト”を「いつでも」「どこでも」「誰でも」享受
- (C) **オペレーションを自動化して高度な判断に注力**することで、提供価値を増大させながら、フィジカルでのコストを削減する



フィジカル空間の状況をサイバー空間上で把握して判断を行い、サイバー空間上でコミュニケーションを行いながら、フィジカル空間へ反映。

# 社会、消費者、事業者の課題解決や便益向上を実現（参考例）

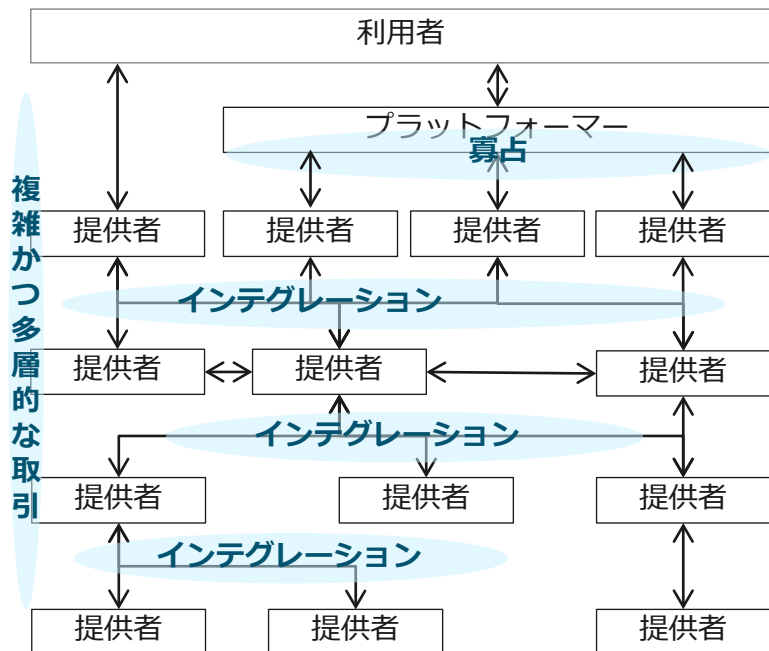
個別の配送や農作業を単に自律移動ロボットへ置き換えるだけでは効率的でない場合が多いが、「自分にあった食を楽しむ」ということを実現するための最適な形として、商流をダイレクトに結んだ上で、自動車やドローン、配送ロボット等を適切に組み合わせることで、供給網全体として圧倒的にパフォーマンスを上げるという発想で取り組むことが重要。



# エコシステム全体で成長し、貢献した事業者が適切に利益を享受（一般論）①

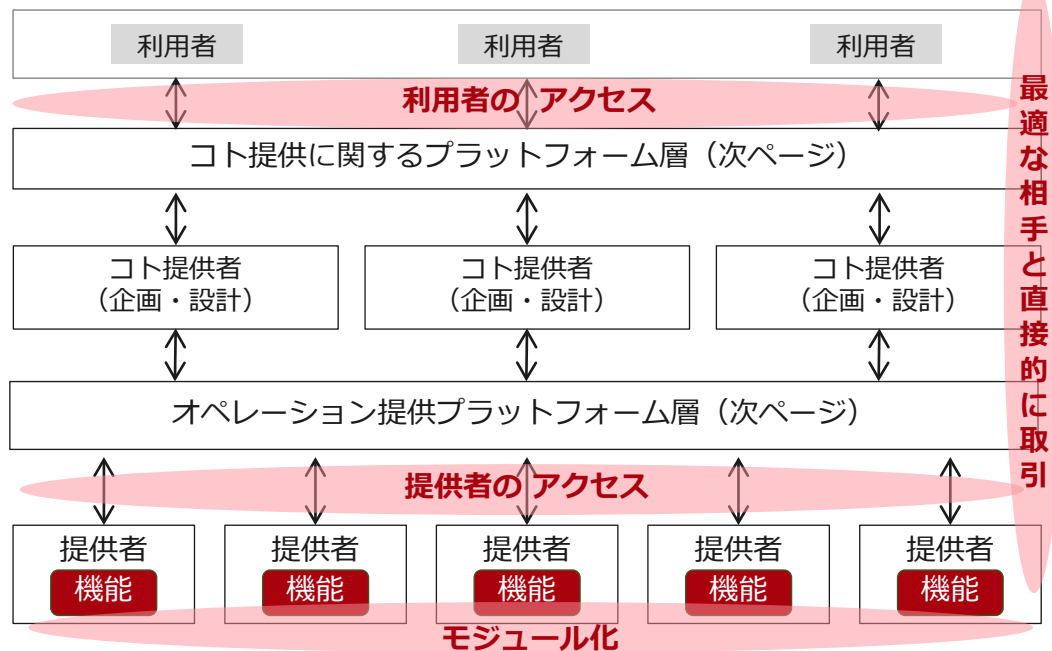
## As-Is

- (A) **機能のインテグレーションの労力**が大きく、個社で商品・サービスを開発・提供
- (B) **ネットワーク効果を活かして**、プラットフォームが寡占
- (C) **複雑かつ多層的な取引関係**で下請けが不利な状況

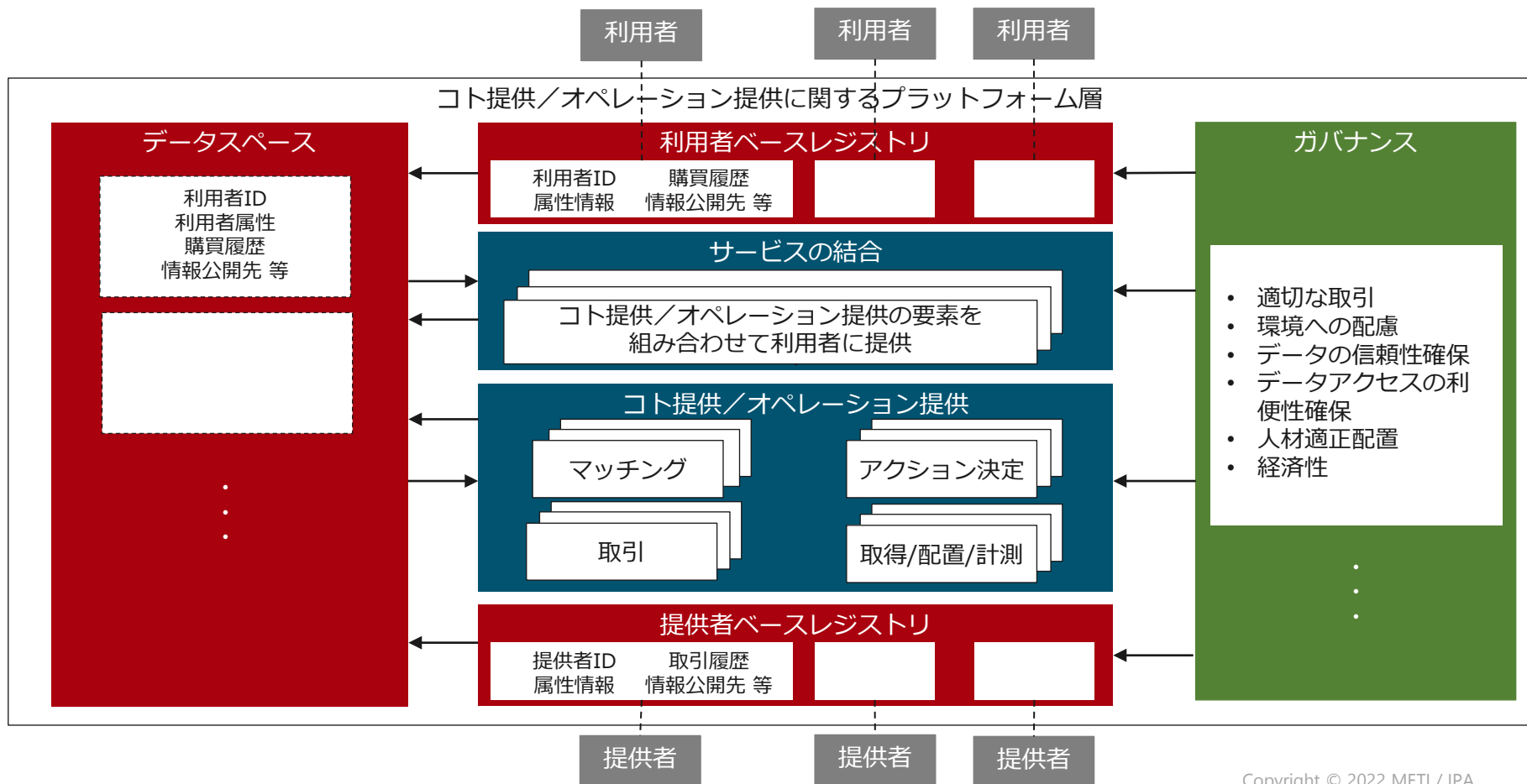


## To-Be

- (A) **機能のモジュール化**により、企業同士が強みを連携させて商品・サービスの開発・提供におけるイノベーションを加速
- (B) 同意の上で、**どの利用者・提供者にもアクセス可能とすることでネットワーク効果を薄めて**寡占を抑制し、プラットフォーム間の競争を促進
- (C) **最適な相手と直接的に取引**できるようにし提供者が適切に利益を享受

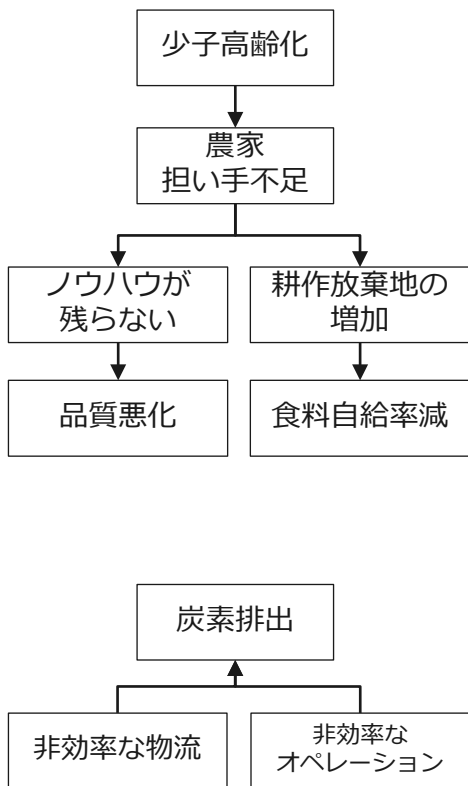


# エコシステム全体で成長し、貢献した事業者が適切に利益を享受（一般論）②

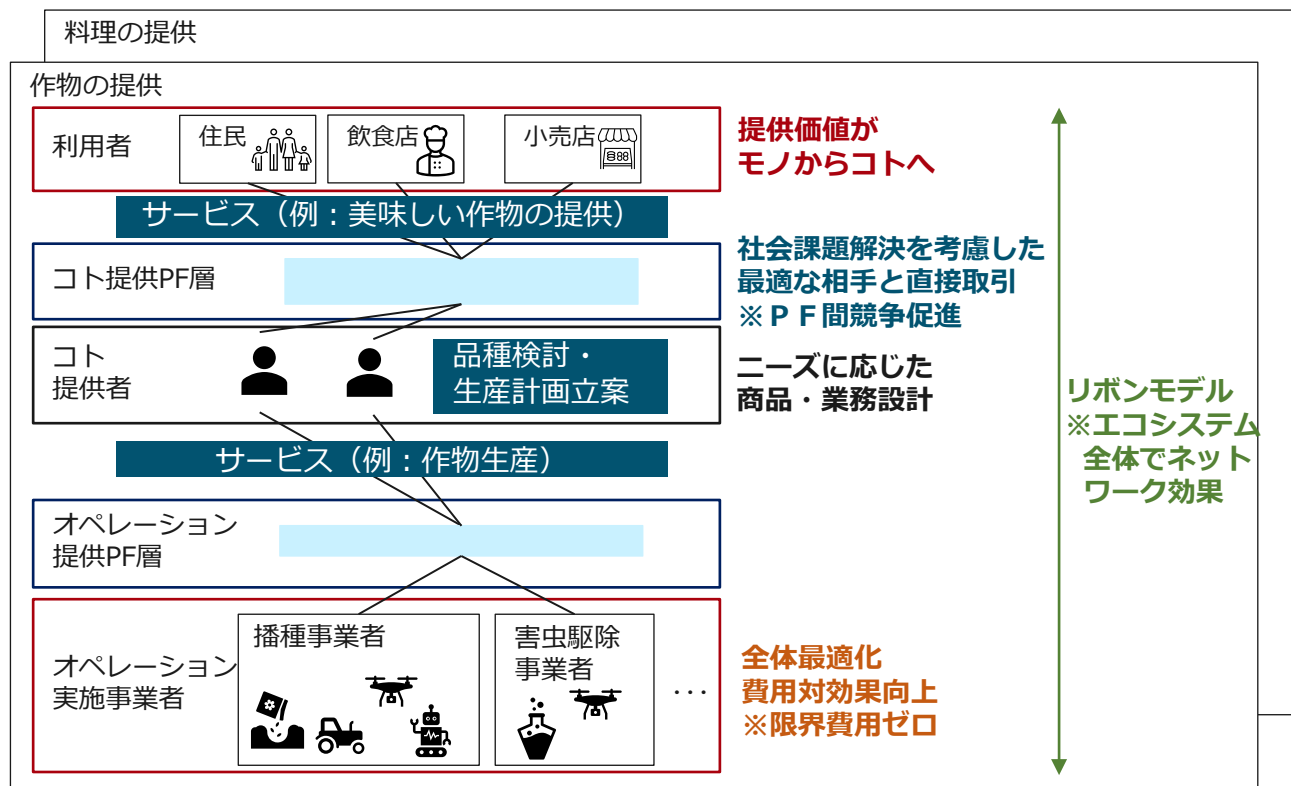


# エコシステム全体で成長し、貢献した事業者が適切に利益を享受（参考例）

## 社会課題



## 実現の仮説

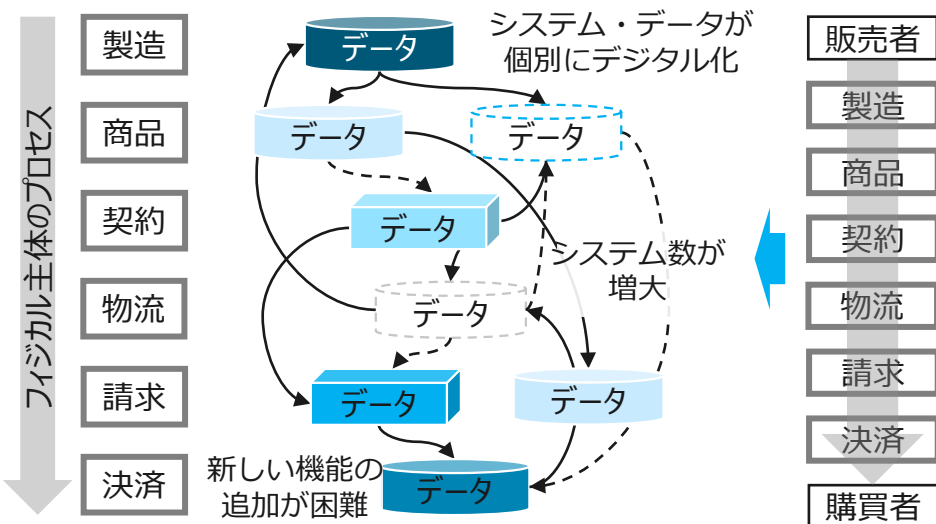


# 最適なフィジカルの動きをサイバー上で導き実現（一般論）

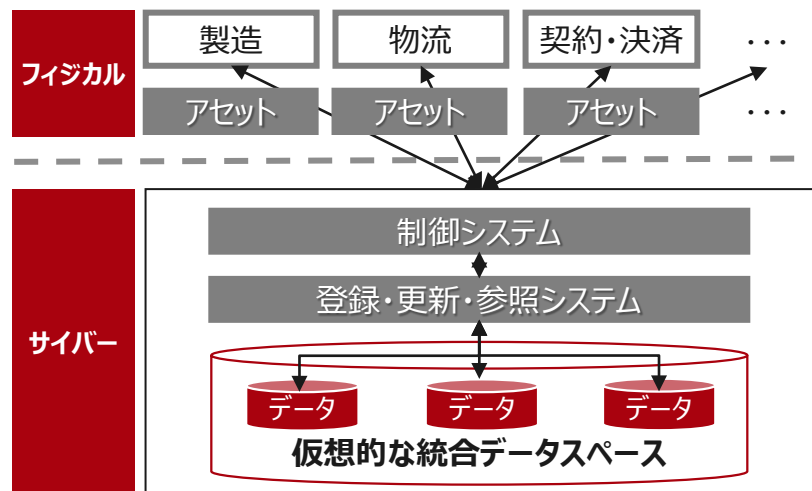
フィジカルとサイバーを融合させてSociety5.0を社会実装する際に、実世界での取引や行為をIT(デジタル)に置換していると、システム連携のための連携労力が大きく、データ・スペースの実現は難しい。

**ヒト、モノ、空間等のデータ化における情報規格(ID・属性等)を統一**する等して、インターネットのような**仮想的な統合データスペース**を設計し、**データの入出力・参照を通じて実世界の取引や行為を制御するデジタルインフラ**を整備し、データ・スペースを活用した**社会全体のデジタル化**を実現する。

## 現状： フィジカルをデジタルに置換

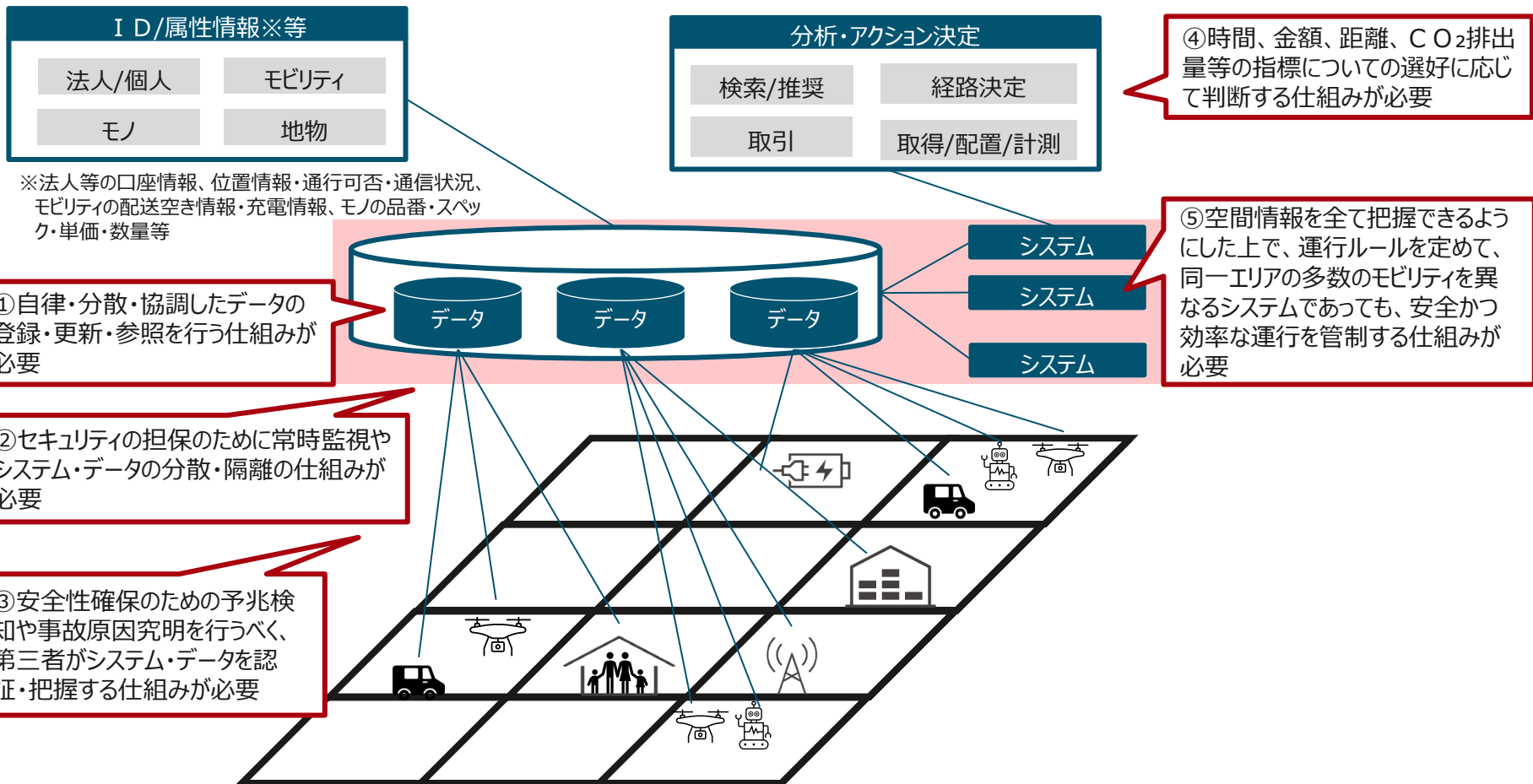


## 目指す将来像： サイバーとフィジカルの高度な融合





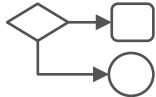
# フィジカルでの最適な活動をサイバー上で導き実現（参考例）



# 自律移動ロボットが活躍する将来ビジョンを描くことは可能か

各者が個別に自律運行に必要なサービスインフラを整備することは困難

運行支援基盤 情報基盤



長期・多額の  
投資が必要

IoTインフラ



認証

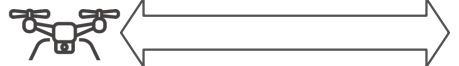


責任ルール



新しい  
ガバナンスが  
必要

リスクマネジメント



保険



コミュニケーション



社会全体で取り組むべきアーキテクチャを設計し、各者が役割を担うことが成功の鍵

- 1 ビジョン実現に必要な機能を具体化
- 2 協調領域と競争領域に機能を分類
- 3 機能の担い手や関係性をデザイン
- 4 必要な環境整備に関する取組を具体化
- 5 各担い手が自らの役割を遂行

---

## 2. ビジョン

# 報告書の構成

## アーキテクチャ設計書（自律移動ロボット全体アーキテクチャ編 etc...）

### 1. 基本方針

### 2. ビジョン

#### 2.1 コンセプト

#### 2.2 ユースケース

##### 2.2.1 分野X

###### 2.2.1.1 課題分析

###### 2.2.1.2 TO-BEユースケース

###### 2.2.1.2.1 全体像

###### 2.2.1.2.2 ユーザーエクスペリエンス

###### 2.2.1.2.3 ビジネスモデル

###### 2.2.1.2.4 机上検証

###### 2.2.1.3 先進事例

#### 2.3 経済性分析

### 4. 検討体制及びプロセス

### 3. アーキテクチャ

#### 3.1 要求事項

#### 3.2 アーキテクチャ

#### 3.3 社会実装に向けた施策

##### 3.3.1 施策X

###### 3.3.1.1 概要

###### 3.3.1.2 課題

###### 3.3.1.3 国内外の動向

###### 3.3.1.4 取組の方向性

#### 3.4 ロードマップ

#### 3.5 課題一覧

# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン	2.1	コンセプト
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析

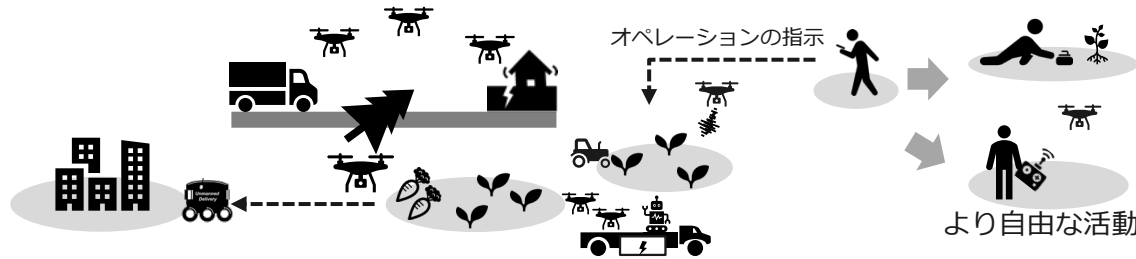
# 自律移動ロボットにより実現される社会

自律移動ロボットが活躍してデジタル完結・自動化・全体最適化が進む社会システムを構築し、人々は時間・場所の制約から解放されて価値ある活動に注力でき、エコシステム全体で成長して利益が適切に分配される社会を実現し、社会課題解決・産業発展につなげる。

## デジタル完結・自動化・全体最適化

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ

デジタル田園都市構想の実現に向けて

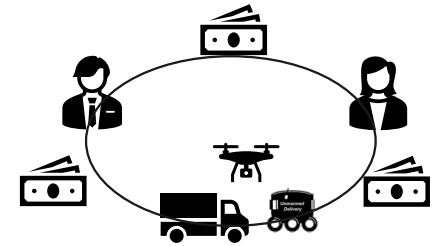


いつ・どこでも「コト」「モノ」を享受

産業の魅力向上・活性化

エコシステム全体で成長して利益を適切に分配

新しい資本主義の実現に向けて



収益の向上・共有

## 社会・利用者・事業者の課題解決・便益向上

- ・ 少子高齢化に伴う過疎化や労働力不足
- ・ 災害激甚化
- ・ インフラ老朽化

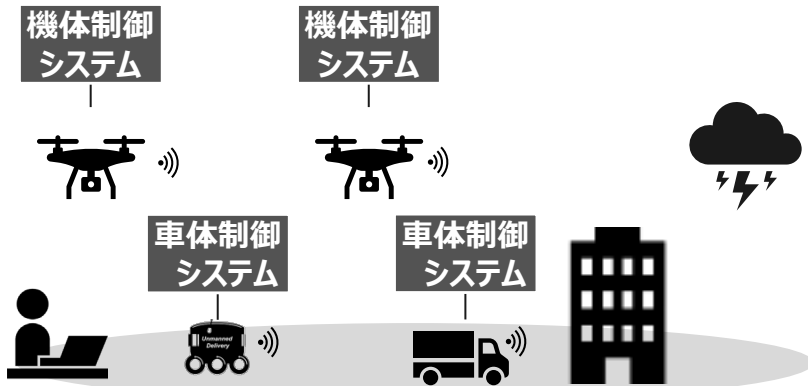
- ・ カーボンニュートラル
- ・ 感染症拡大

- ・ 海外プラットフォーマー依存
- ・ 相対的な生産性の低下
- ・ 国際競争力の低下

# デジタル完結・自動化・全体最適化

日本を含め世界中で、多くの企業が自動運転車、ドローン、自動配送ロボット等の**自律移動ロボットが個別に安全に運行するための開発競争**を促進。これに加え、システム・データの連携基盤（業務システムとの連携を含む）の整備により、**企業の壁を越え、自律移動ロボットの活躍によりデジタル完結・自動化・全体最適化して安全性・効率性・効果を飛躍的に高める社会システムを実現し、グローバルに展開する。**

## 人間によるオペレーション・個別最適化



## デジタル完結・自動化・全体最適化

「自律・分散・協調的な仕組み」を基調としつつ、必要に応じて「集中的な仕組み」を部分的に含められるアーキテクチャを想定



# 自律移動ロボットが移動しやすい社会の構築

人間がモビリティを運転して移動する社会から、モビリティが自律的に移動する社会に変革するためには、自律移動ロボット・関連システムが空間を空間的・時間的・意味的に広くデジタルの形で効率的かつ高品質に認識して判断・行動できる仕組みを整備していく必要がある。

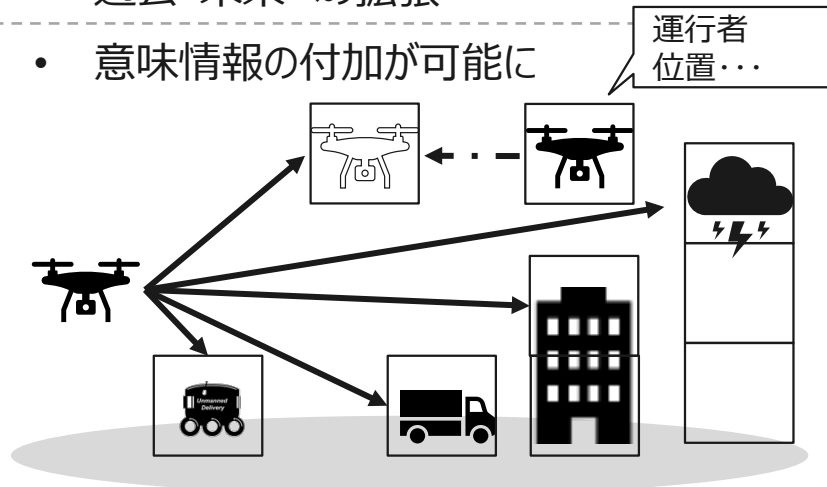
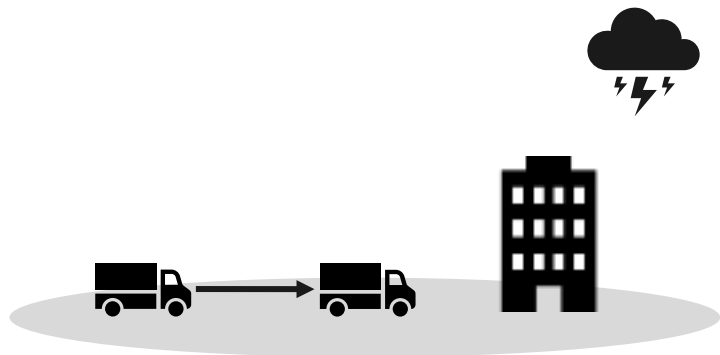
## 人間による運転

## モビリティの自律移動

空間情報

- |    |                  |
|----|------------------|
| 主体 | 人間が読みやすい情報       |
| 空間 | 二次元方向の情報ベース      |
| 時間 | 現在の情報がベース        |
| 意味 | 人間が見て解釈できる情報がベース |

- |    |             |
|----|-------------|
| 主体 | 機械可読な情報も必要  |
| 空間 | 高さ方向への拡張    |
| 時間 | 過去・未来への拡張   |
| 意味 | 意味情報の付加が可能に |





# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン	2.1	コンセプト
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析

```
graph LR; 2[2 ビジョン] --- 2.1[2.1 コンセプト]; 2 --- 2.2[2.2 ユースケース]; 2 --- 2.3[2.3 経済性分析];
```

# ユースケースの概観

※ …次ページ以降で詳述

	インフラ/公共						第一次産業			第二次産業		第三次産業					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	災害 対応*	警察	電気 ガス 水道*	運輸*	ごみ処理 清掃	環境 調査	農業*	林業	水産業	鉱業	建設 製造業	医療* 福祉	小売*	宿泊	飲食*	生活*	エンタメ*
運搬	避難所へ 物資輸送		バッテリー の運搬  水の運搬  ガスの 運搬	点検資材 の運搬  修繕資材 の運搬  代替輸送	ごみ・資源 回収		農作物の 輸送  農薬肥料 水散布	木材の 輸送	海産物の 輸送	資材搬出	資材搬入  作業補助	病室への 配膳  薬・検体 の配送  生活物資 輸送	商品 搬入出  手荷物 運搬	送迎  部屋への 案内  食事配膳	席案内  配膳	生活物資 輸送  洗濯 代行  ペット散歩 代行	バーチャル 旅行
調査	被害状況 把握  要救助者 捜索	危険運転 検知追跡  パト ロール	鉄塔電柱 の点検  電線点検  下水道の 点検  発電設備 の点検	線路の 点検  道路の 点検  橋梁の 点検	不法投棄 監視  人流調査  気象調査  公害調査  土地調査	水量調査	生育状態 把握	生育状態 把握	生育状態 把握  漁業被害 の検知	鉱脈調査	作業状況 監視  作業状況 監視  不審者 侵入検知	遠隔診療	防犯	清掃	酔客検知  食い逃げ 追跡	通学 見守り	トラブル 監視
作業	初期消火  応急処置  要救助者 救助  避難誘導		清掃	清掃			鳥獣対策	鳥獣対策	養殖池の 給餌  養殖池の 清掃  藻の除去			院内清掃 消毒  遠隔診療 補助	陳列	受付  ベッド メイク	調理	料理 代行  清掃 代行  雪下ろし 代行	空撮  広告宣伝  観光案内

1	基本方針				
2	ビジョン	2.1	コンセプト		
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース	2.2.1	災害対応
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析	2.2.2	電気・ガス・水道・運輸
				2.2.3	農業
				2.2.4	医療
				2.2.5	小売・飲食・生活
				2.2.6	エンターテイメント

# 災害対応に関する課題

ライフライン断絶時でも命を守るため、**強靱かつ柔軟な災害対策・被災者支援の仕組み**が必要。

## ライフラインの断絶

交通網や通信網、電力網等が**機能不全**となり、避難所や医療現場、救助現場への救援物資輸送が滞ることを想定した備えが必要

### 【地震】

熊本地震では、熊本県内の緊急輸送道路約2千kmのうち50箇所で行き止まりが発生

### 【豪雨】

異常豪雨時に通行止めとなる事前通行規制区間は、直轄国道だけで全国に約200箇所

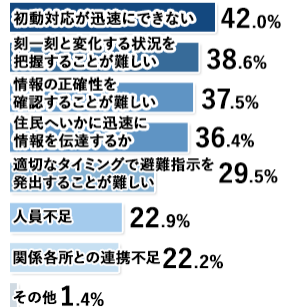
※1

首都直下地震では、発災後1週間で、食料約3,400万食、飲料水約1,700万Lの不足が見込まれ、**救援物資供給体制**に課題 ※2

## 情報不足

災害時は**正確な情報の把握が難しく**、迅速に適切な対策を判断することが困難

災害発生時に直面する課題は何ですか？（複数回答可）

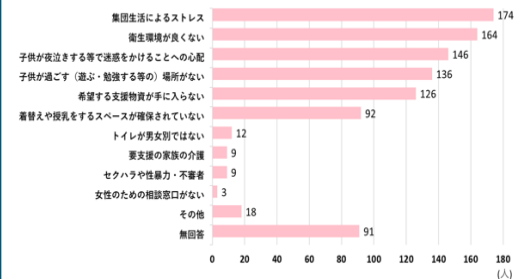


自治体の防災・災害担当者が考える課題 ※3

## 避難所生活での不安・不便

避難所生活は、衛生面・治安面のほか、娯楽が不足する等、肉体的だけでなく、**精神的負担も大きく**、**被災者への十分なケアが行えない**場面が存在

避難所での生活で不安・不便に感じたことは何ですか？（3つまで）



熊本地震で『育児中の女性』が避難所生活で不安に感じたこと ※4

空路やロボットの活用により、**ライフラインを途絶えさせない**仕組み

ロボットが迅速に被災地の情報を集め、**正確・迅速に判断**ができる仕組み

ロボットが**避難所での不安軽減やストレス緩和**に貢献する仕組み

※1 国土交通省  
 ※2 内閣府  
 ※3 株式会社Spectre  
 ※4 熊本市男女共同参画センターはあちにい

今後の災害・物流ネットワークについて  
 首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）～ 人的・物的被害（定量的な被害）～  
 『災害発生時の自治体の課題』防災・災害担当者の9割以上が「初動対応が重要」と回答するも、4割近くが「対策が不十分」  
 熊本地震を経験した『育児中の女性』へのアンケート報告書

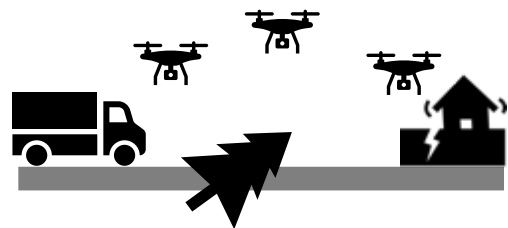
<https://www.mlit.go.jp/common/001214462.pdf>  
[https://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku\\_wg/pdf/syuto\\_wg\\_siryoyo01.pdf](https://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_siryoyo01.pdf)  
[https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000068\\_000016808.html](https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000068_000016808.html)  
[http://harmony-mimosa.org/aboutus/report/docs/jishin\\_kuju\\_report.pdf](http://harmony-mimosa.org/aboutus/report/docs/jishin_kuju_report.pdf)

# 災害対応に関するTo-Beユースケース

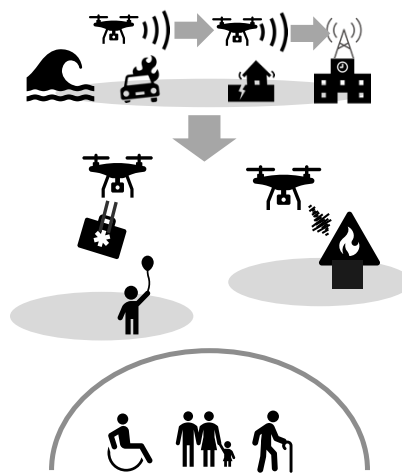
平時に物流・点検等のサービスを行なっている自律移動ロボットを**災害時に集中管理**して被害状況把握、避難誘導、物資輸送に利用することで、**早期の避難・救助・復旧が可能**となり、**人は被災者のケア・支援などに時間を使う**ことができる。

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ

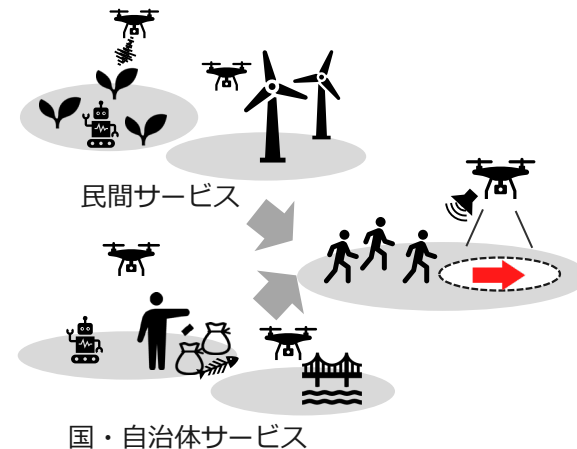
エコシステム全体で成長して  
利益を適切に分配



迅速な物資配送の実現



人は被災者のケア・支援を実施



平時に利用しているロボットの活用

# 災害対応に関するTo-Beユースケース

ロボットの活用により、**迅速かつ安全**に情報を収集・整理して、対策を講じることができる。

## 地震発生

### ■ ロボットの集中管理



A-1

各事業者の持つロボットを集中管制下に置き、**災害対応に最優先で充当**

### ■ 情報の一元管理（被害箇所・被災者等）

衛星やIoT機器も活用し  
広範囲に状況を把握



A-4

収集される**全ての情報をステークホルダーで共有**

### ■ 危険な救援作業を人にさせない



A-7

情報提供と  
避難呼びかけ

医療物資や  
ロープの投下

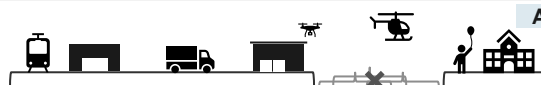
消火剤の  
散布

被災した通信  
基地局の代替

初動対応が**AIにより最適化**されて**自動実施**

## 数時間後

### ■ 円滑な支援物資供給



A-2

全国からの物資が避難所や罹災箇所**にシームレスかつ自動的に最適な供給**

### ■ 詳細な被害情報収集



A-5

狭隘箇所

高所・危険箇所

水中

磁気による埋設物検知

高性能特殊ロボが活躍し、**人手不足・労災を緩和**

### ■ 避難所支援・周辺警備

#### ○安全の確保

- ・安否確認
- ・離れた家族との会話
- ・要配慮者数の人数確認
- ・巡回警備

#### ○生活の支援

- ・救援物資のニーズ調査・配布
- ・ゴミの回収
- ・通信環境の提供（基地局の代替）
- ・娯楽の提供（プロジェクター代替等）

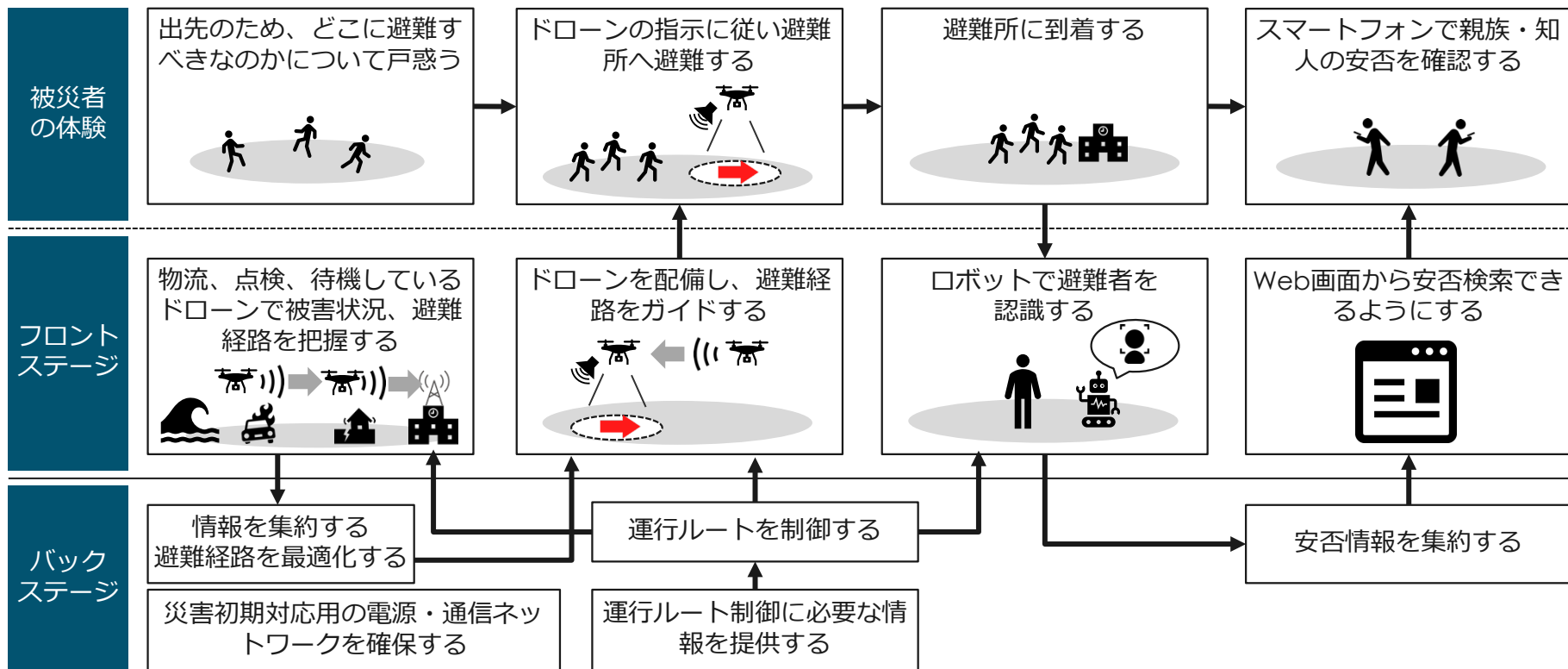
A-8



ロボットが避難所を支援

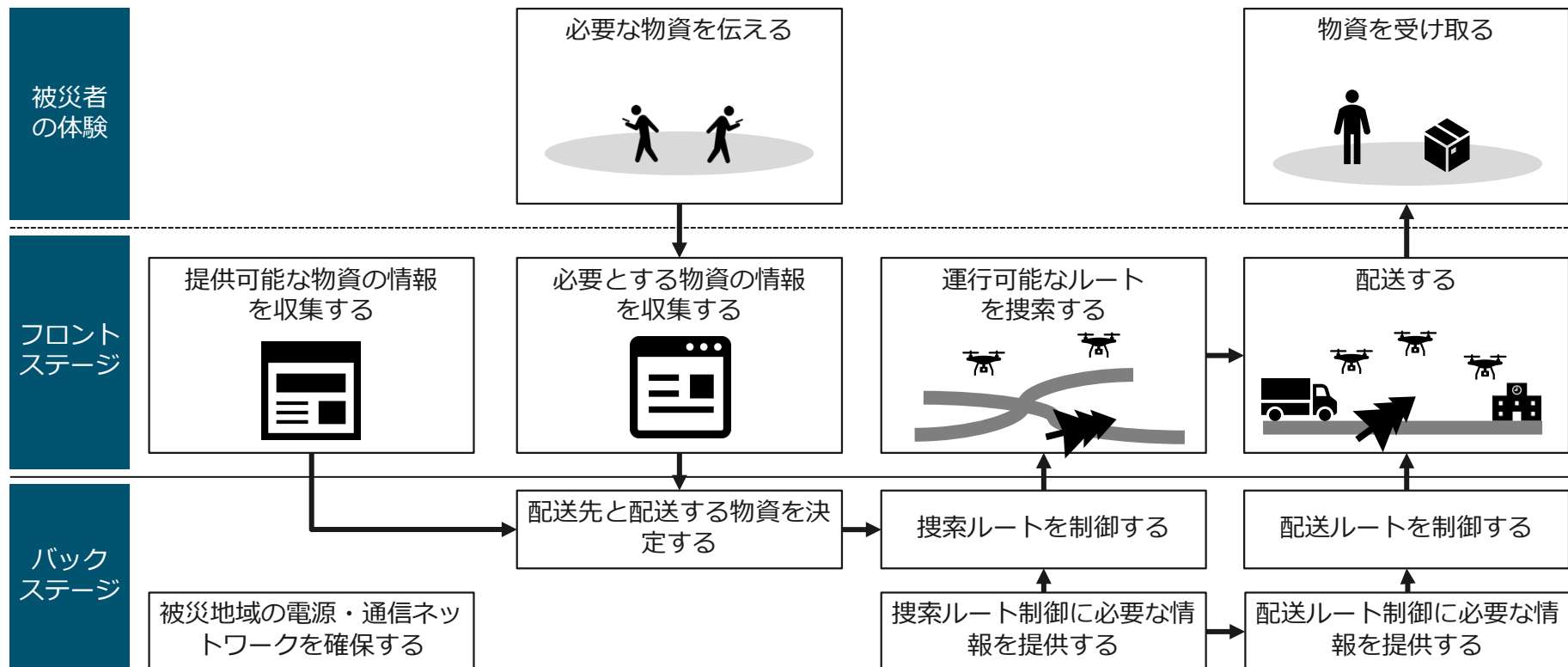
# 地震発生における避難時のユーザーエクスペリエンス

地震発生における避難対応において、自律移動ロボットを活用することで迅速な避難誘導、安否情報の迅速な収集が可能になる。



# 避難場所での物資取得に関するユーザーエクスペリエンス

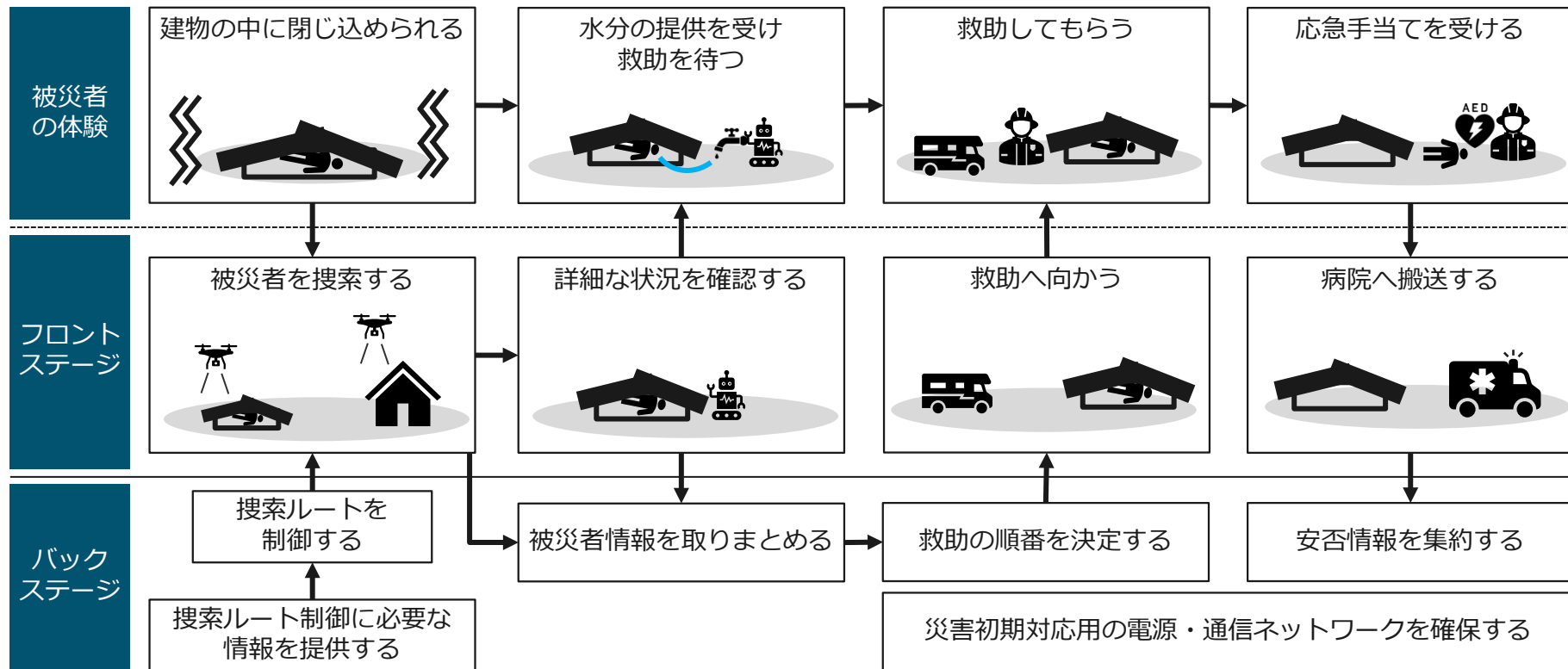
避難所への物資輸送において、提供可能な物資及び必要としている物資を収集し、自律移動ロボットにより走行可能な道路を把握し、避難所へ物資を届けることが可能になる。



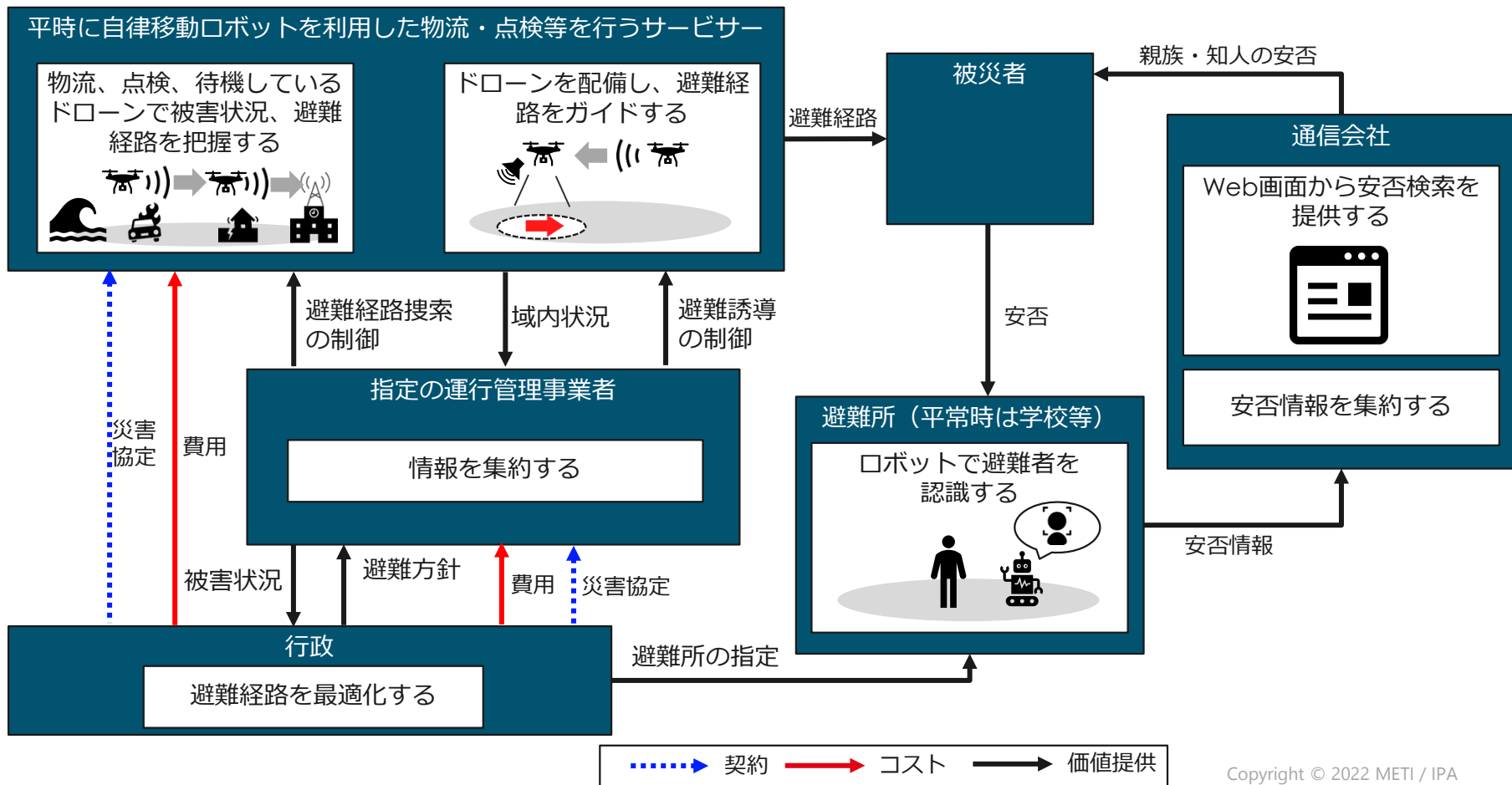


# 被災者捜索のユーザーエクスペリエンス

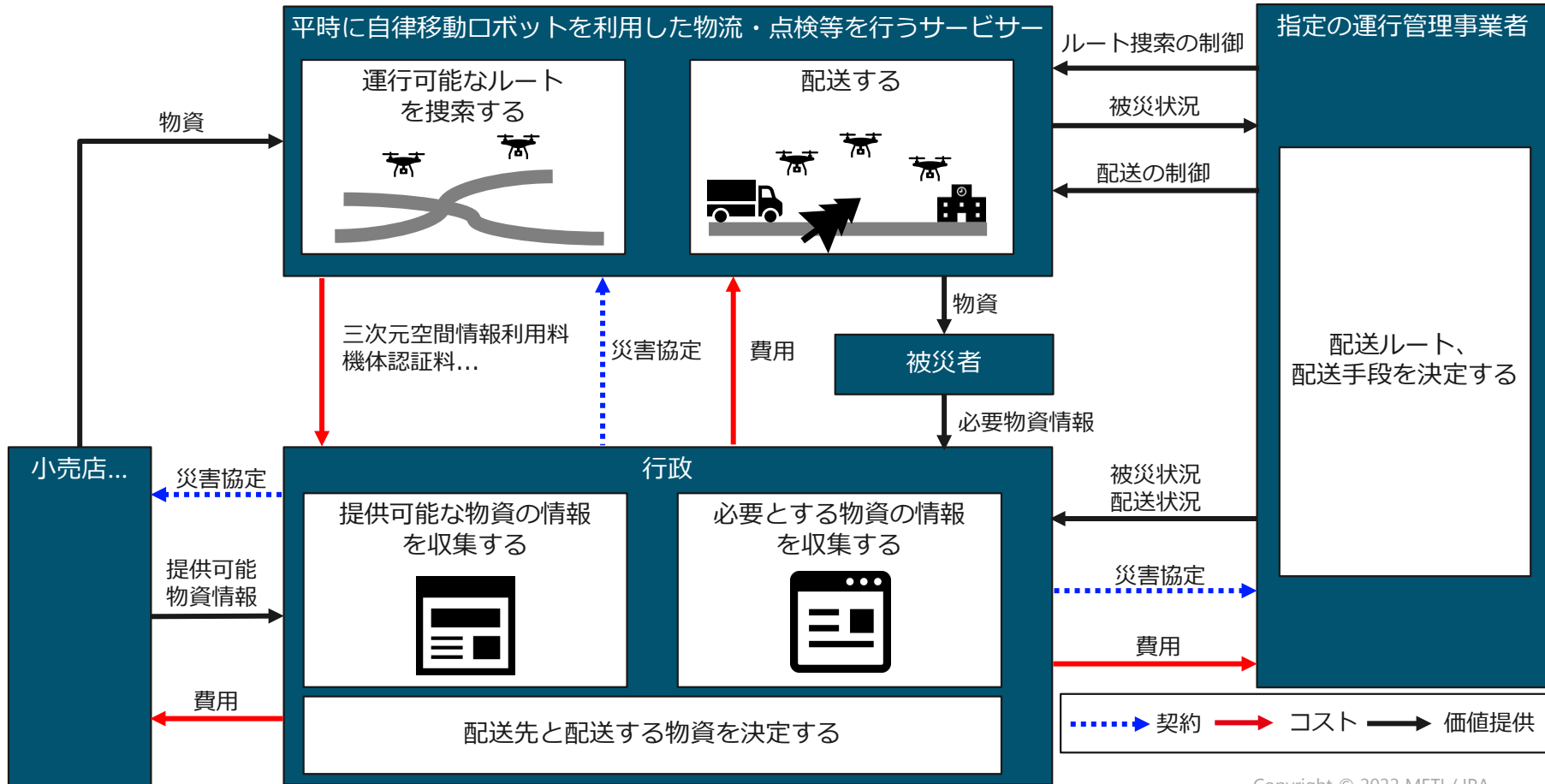
自律移動ロボットを活用して、被災者の捜索、状況の把握、救助の順番の決定、救助、病院への搬送、安否情報の把握が可能になる。



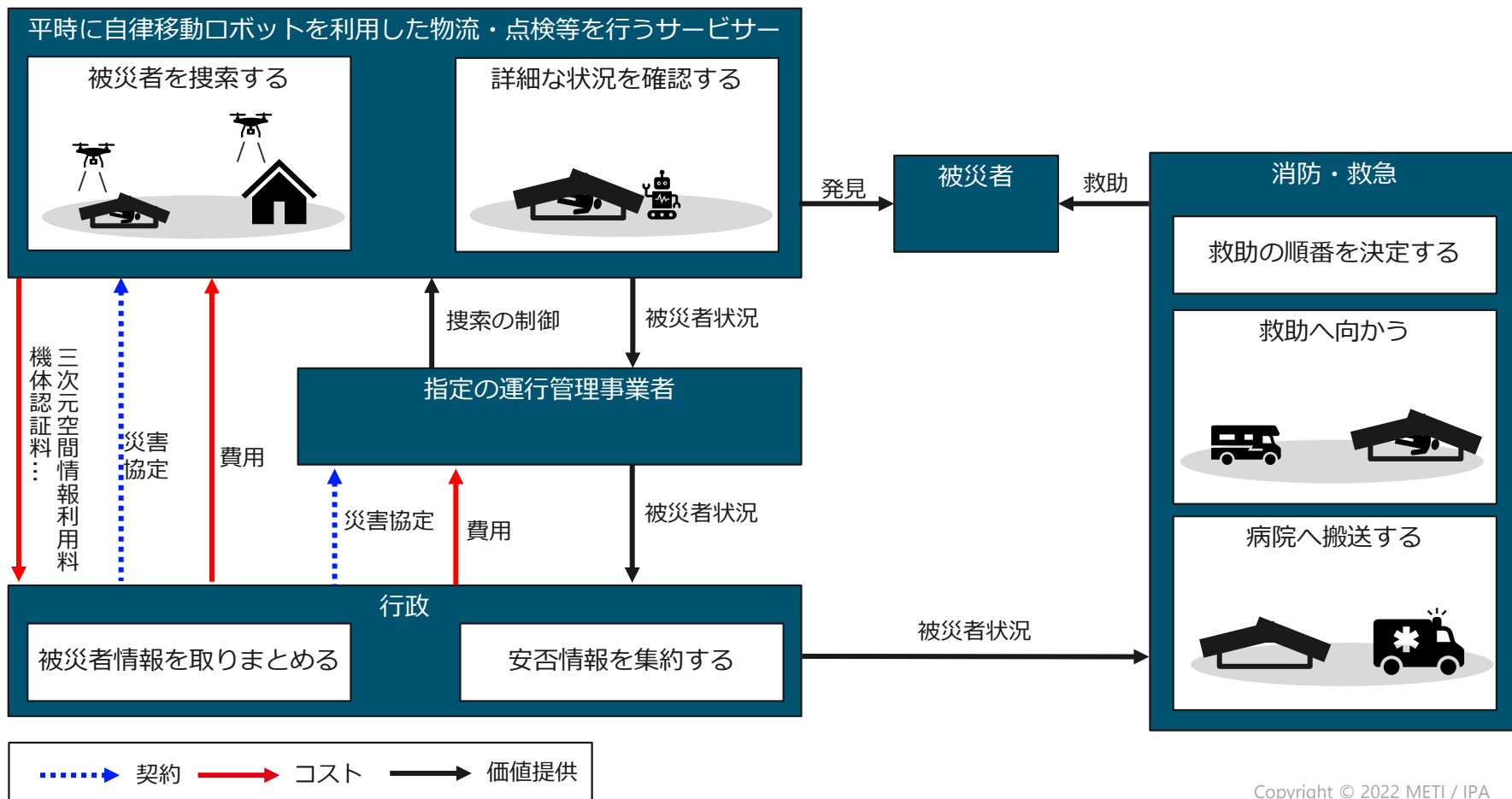
# 地震発生における避難時に関連するステークホルダー



# 地震発生における物資供給に関連するステークホルダー


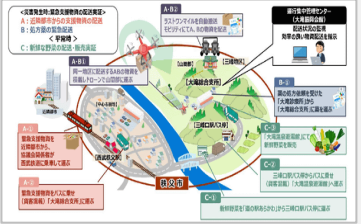
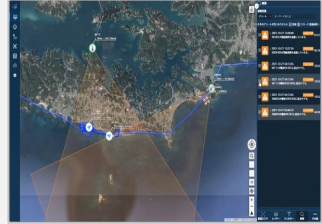


# 地震発生における救援作業に関連するステークホルダー



# 災害対応×自律移動ロボット 既存の取り組み

災害時に必要な、情報収集・意思決定・運行管理等のタスクを、一括管理/支援するソリューション提供が進む。加えて、ドローンによる空撮画像をAIにより画像処理し、救助者や対象物を検知する取組も存在。

ユースケース	初動対応	物資輸送	物資輸送	情報収集
	<ul style="list-style-type: none"> <li>避難者捜索</li> <li>映像のリアルタイム配信</li> <li>医療物資輸送</li> </ul>  <p>※1</p>	<p>複数のモビリティを、平時は物流手段として、災害時は緊急物資供給に活用</p>  <p>※2</p>	<p>可搬型ドローンポートとクラウドを連携させ、必要な情報を一元管理</p>  <p>※3</p>	<p>ドローンやヘリコプター等、複数機体を統合運航管理</p>  <p>※4</p>
フィールド	沖縄県南城市 (沖縄県総合防災訓練)	埼玉県秩父市	大分県日田市	全国13地域 (三重県志摩市等)
サービス提供	NTTドコモ	西武ホールディングス JP楽天ロジスティクス	Blue Innovation	KDDI ウイザークューズ(監視システム)
運航管理	NTTドコモ(通信) イームズロボティクス(操縦)	ゼンリン アズコムデータセキュリティ	Blue Innovation・ 京セラ・NTTドコモ	JAXA(シミュレータ) 国際航業(解析)
機体メーカー	イームズロボティクス	JP楽天ロジスティクス (機体提供)	ACSL	複数

※1 NTTドコモ お知らせ  
 ※2 ドローンジャーナル  
 ※3 ドローンジャーナル  
 ※4 国際航業ニュースリリース

沖縄県総合防災訓練にて、セルラードローンを用いた物資輸送、および映像伝送の実証実験に成功  
 秩父市生活交通・物流統合推進協議会、複数モビリティを融合した配送実証に成功  
 ブルーイノベーション、「災害用ドローンポートシステム」の実証実験を大分県日田市で実施  
 全国13地域をつなぐ運航管理システムのもと、複数のドローンによる災害調査の実証実験を実施

[https://www.nttdocomo.co.jp/info/notice/kyushu/page/181011\\_00.html](https://www.nttdocomo.co.jp/info/notice/kyushu/page/181011_00.html)  
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1183914.html>  
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1183496.html>  
<https://www.kkc.co.jp/cms/detail/news/20211124>

1	基本方針					
2	ビジョン	2.1	コンセプト			
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース	2.2.1	災害対応	
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析	2.2.2	電気・ガス・水道・運輸	
				2.2.3	農業	
				2.2.4	医療	
				2.2.5	小売・飲食・生活	
				2.2.6	エンターテイメント	

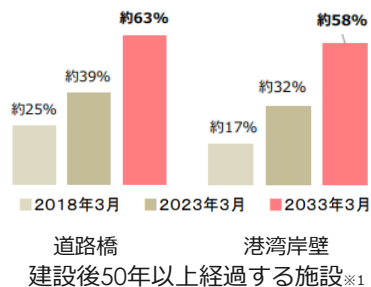
# 電気・ガス・水道・運輸に関する課題

ヒトからロボットへのシフトに加え、連続的なデータ収集・分析・活用による予知保全が必要。

## 加速する老朽化と技術人材の不足

高度経済成長期に建設された  
インフラの老朽化が進む。

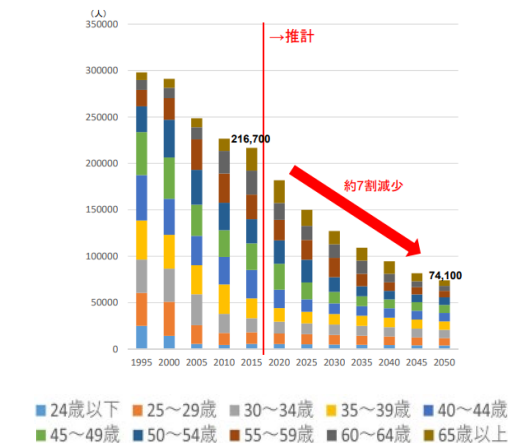
点検・巡視がなされていない施設が  
既に一定数存在している状態



2018年度以降30年間の  
インフラ維持管理・更新費の合計は  
**176.5～194.6兆円**と推定※2

既に人材不足の影響が深刻化。

社会への影響を最小限とするために、作業時間を  
深夜とする場合は、一層人材確保が困難



インフラの維持管理に携わる建設系技術者予測※1

## 点検危険箇所の状態把握

鉄塔や山間地、高架橋等の高所、  
プラントや水道管等の狭小エリアは、  
人手による目視での状況把握が困難であり、  
**労災リスクが高い**だけでなく、  
必要により**安全確保のための稼働停止が必要**



高架橋梁橋桁



斜面・法面



共同溝



栈橋の杭

高所、水中、地中にある構造物の例※3

人に代わり、ロボットが**効率的かつ  
自律的**に点検を行う仕組み

ロボット・センサーの活用により、劣化進行が  
連続的に追跡される**予知保全**の仕組み

作業をロボットが担うことで、**安全かつ  
稼働停止を伴わず**点検する仕組み

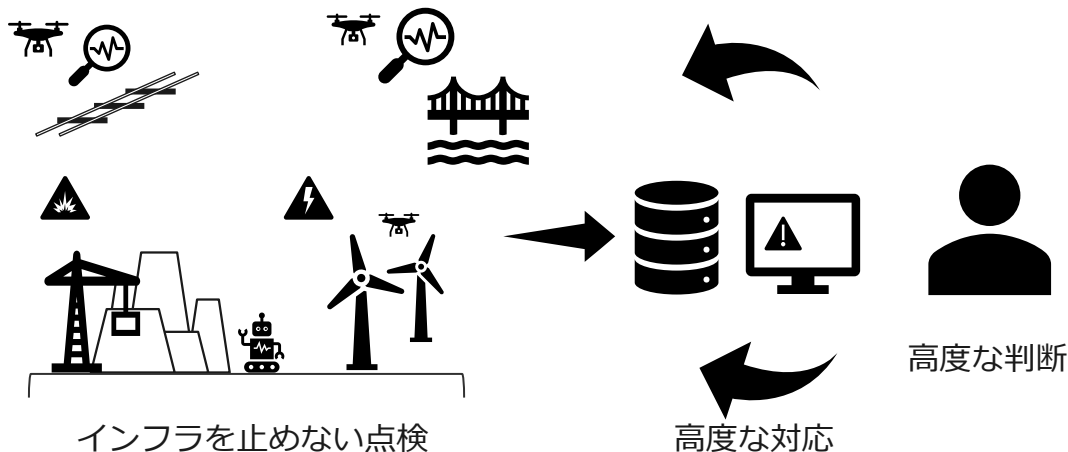
※1 国土交通省 「国土の長期展望」中間とりまとめ 参考資料  
※2 厚生労働省健康局水道課 今後の水道施設の新築等について  
※3 国土交通省 遠隔地等における物流サービスの現状分析 及び検討にあたっての問題意識について

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingkaai/content/001377610.pdf>  
<https://www.mlit.go.jp/common/000228597.pdf>  
<https://www.mlit.go.jp/common/001068998.pdf>

# 電気・ガス・水道・運輸に関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットが、平時から広域かつ高速に設備状態を把握しておくことで、データを活用した劣化進行の追跡、最適な措置が可能となり、点検に伴うダウンタイムが軽減されることに加え、人を危険作業や夜間作業から解放し、判断に注力することが可能となる。

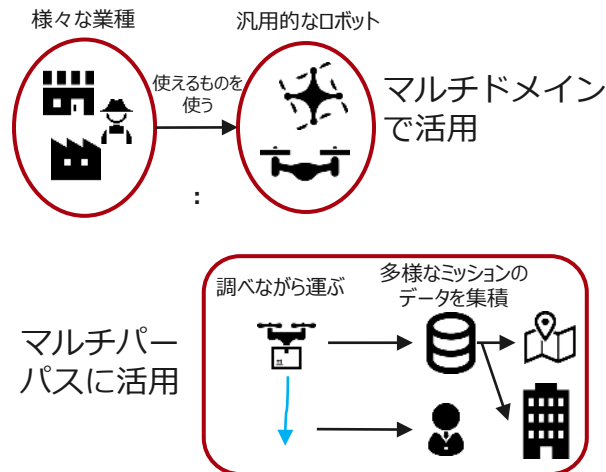
時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ



危険箇所・夜間作業からの解放

人は高度な判断・対処を実施

エコシステム全体で成長して  
利益を適切に分配



高機能ロボットの事業者間シェア



# 電気・ガス・水道・運輸に関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットや蓄積したデータの活用により、**点検効率の最適化・リスク低減・迅速な対応**が可能。

## 通常業務

## 定期点検

## 緊急点検

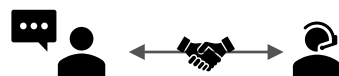
## ■ インフラ開発・維持

## ■ 安全・効率的な点検

## ■ ダウンタイム軽減

## ■ 迅速な駆けつけ・原因究明・復旧

オペレーション提供PF



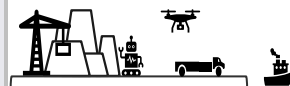
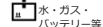
C/D-1

- ・利用者の目的に合わせ、**最適**なロボットオペレーション事業者を提案
- ・需給バランスを調整しながら、年間を通じて**作業量の平準化**を図る



C/D-3

地域の**ライフライン**  
維持コストを**低減**



C/D-4

- ・高所や危険箇所等、**高リスク箇所**へ**安全**に資機材を運搬
- ・物流ロボの**空き時間**を活用した運搬



C/D-5

空の道を活用しつつ、  
資機材を**スピーディー**に運搬



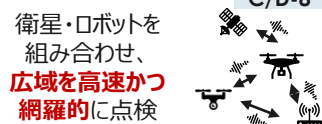
C/D-6

自動運転車を活用し、  
**輸送機能を維持**



C/D-7

開発に適した土地  
の調査を**広範囲**で  
**精密**に実施



C/D-8

衛星・ロボットを  
組み合わせ、  
**広域を高速かつ**  
**網羅的に**点検



C/D-9

センサー・画像認識を用いて  
**正確なデータ**を**連続的に**蓄積



C/D-10

蓄積した過去の点検データと比較することで、  
**迅速に異常箇所・原因を特定**



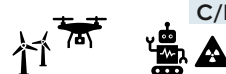
C/D-11

24hのロボット活用  
で施設の状態をより  
**高品質に維持**



C/D-12

ヒトが担っていた危険作業を  
ロボットが担い、**労災を抑制**



C/D-13

ヒトの立ち入りが必要な箇所も  
稼働を止めずに作業可能  
となり、**ダウンタイムが低減**



C/D-14

- ・各処置の**優先度判断を自動で行い**、**ロボット・システム間が自律的に連携・最適化**
- ・人の判断が必要な箇所は、**遠隔操作**で対応

オペレーション（ロボット）

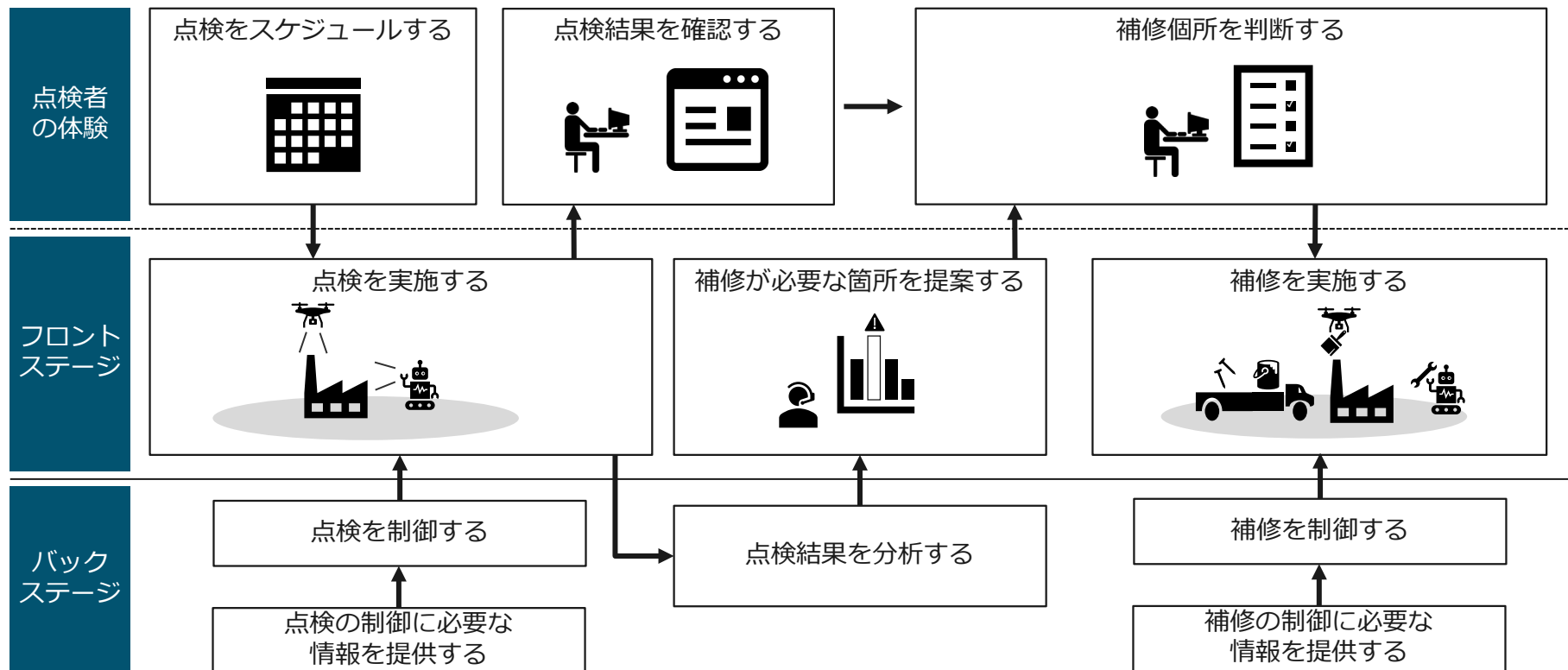
運搬

調査

作業

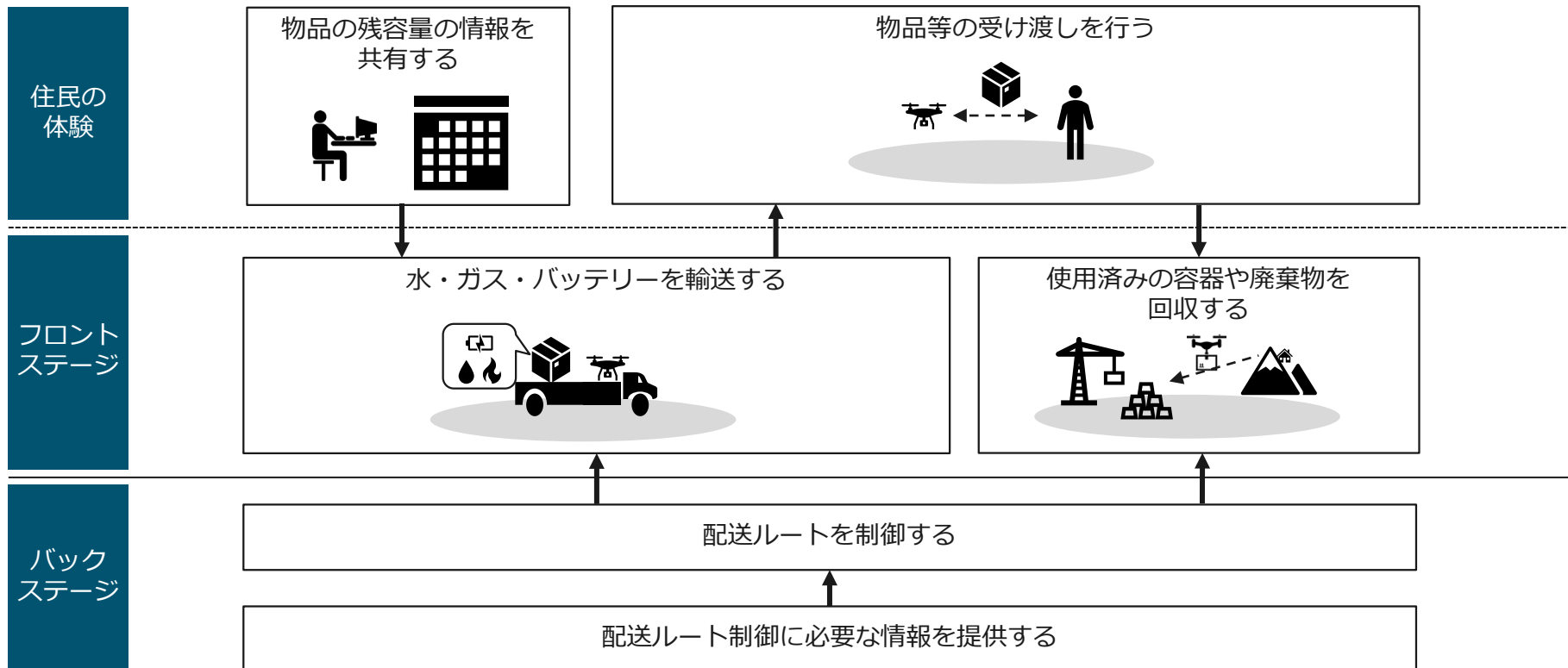
# 定期設備点検のユーザーエクスペリエンス

自動で高頻度に設備を点検し、補修が必要な箇所に都度対処することで、長期的な修繕コストを押さえつつ、危険作業も抑制できる。

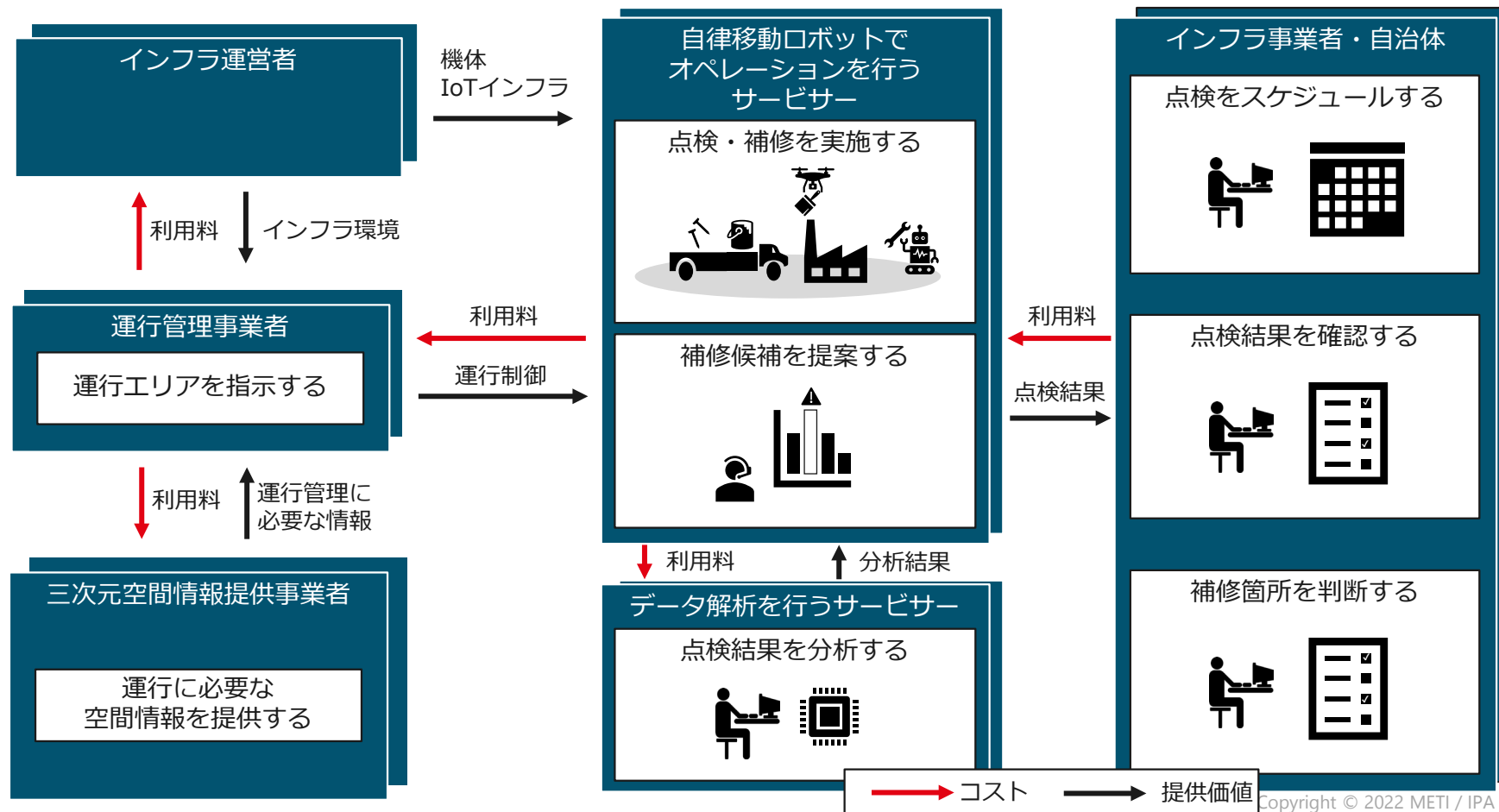


# 地域のライフライン維持のユーザーエクスペリエンス

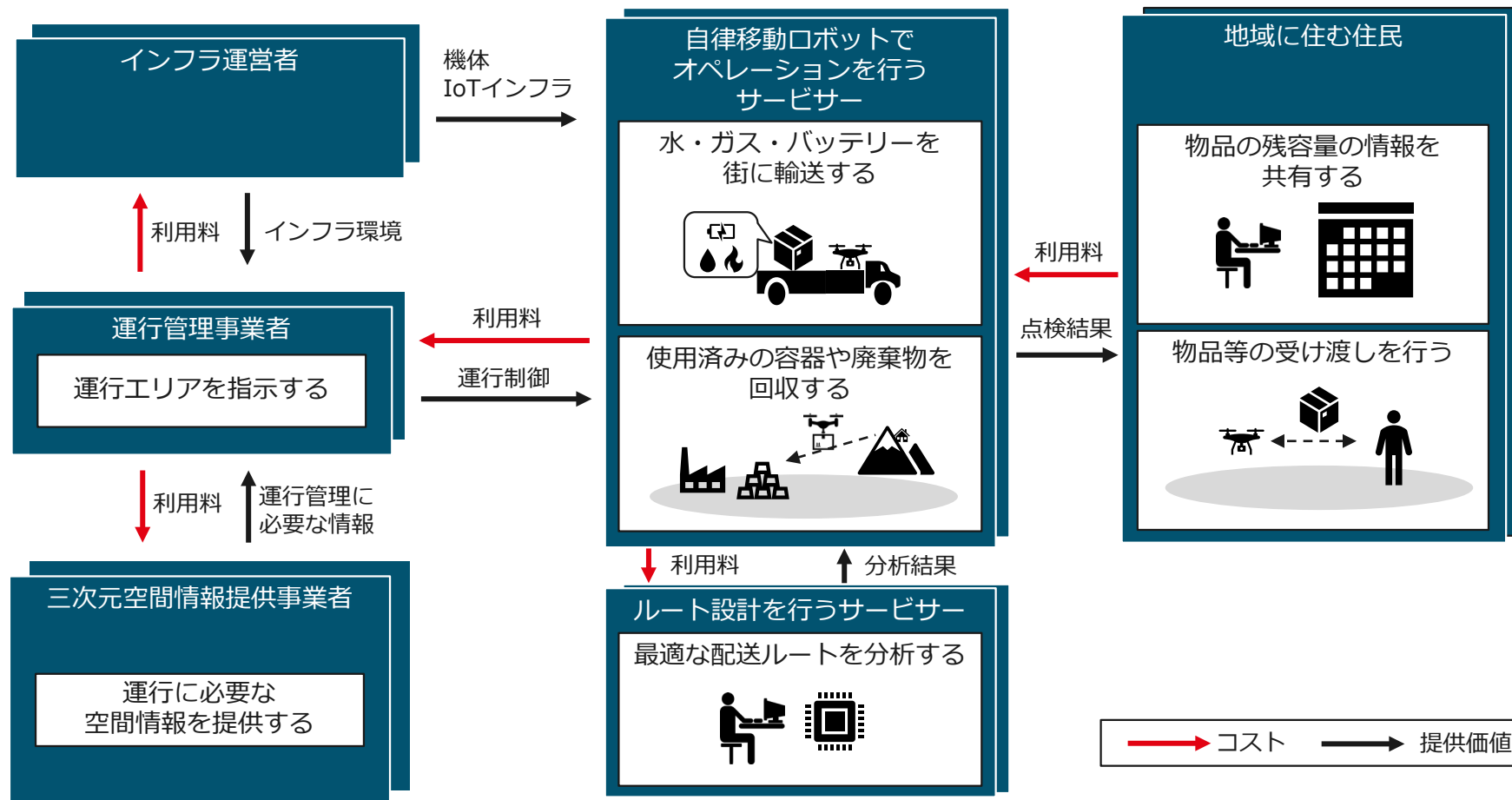
自律移動ロボットを活用することにより、従来ではコスト高になっていた山小屋や離島等のライフラインの維持に必要なコストが低減され、利用者の利便性も向上する。



# 定期設備点検に関連するステークホルダー



# 地域のライフライン維持に関連するステークホルダー



人手により実施してきた近接目視点検の代替として自律移動ロボットによる画像診断・接触検査の導入が進んでいる。一方で、ロボットが点検可能な対象が限られており、対象範囲の拡大が今後の課題。

ユースケース	<b>橋梁点検</b> 非GPS環境での打音検査 	<b>プラント点検</b> 情報収集・履歴管理の高度化 ・石油タンク点検 ・煙突点検 ・栈橋点検 	<b>送電線点検</b> 送電線上を航路（空の道）として活用 	<b>風力発電機点検</b> ルート作成から、診断、レポート作成までを自動化 
フィールド	※1 (実証実験)	※2 千葉県市原市 (コスモ石油千葉製油所)	※3, 4 埼玉県秩父市	※5 風力発電機67基 (Jパワー全国4地域8箇所)
サービス提供	(実証実験)	センシンロボティクス	グリッドスカイウェイ	Jパワー
運航管理	NEC	センシンロボティクス	グリッドスカイウェイ	KDDI
機体メーカー	ACSL	ACSL	ACSL、ルーチェサーチ	PRODRONE

※1 Tech Note  
 ※2 センシンロボティクスニュースリリース  
 ※3 グリッドスカイウェイHP  
 ※4 ACSL NEWS RELEASE  
 ※5 KDDI トピックス

ドローンを用いた打音検査：TECHNO-FRONTIER 2018国際ドローンシンポジウムレポート  
 センシンロボティクス、コスモ石油株式会社千葉製油所と共同で ドローンによる監視システムの実装化に向けた実証実験を実施  
 航路プラットフォーム 有責任事業組合のドローン目視外飛行の実用化に向けた実証に参画しました  
 グリッドスカイウェイ 再生可能エネルギー設備の点検効率化を推進  
 Jパワーから風力発電設備67基のドローン自動点検を受託、再生可能エネルギー設備の点検効率化を推進

<https://www.ipros.jp/technote/event-seminar-tf2018-nec/>  
<https://www.sensyn-robotics.com/news/cosmo-oil-chiba>  
<https://www.gridskyway.com/>  
<https://www.acsl.co.jp/news-release/1434/>  
<https://news.kddi.com/kddi/business-topic/2021/06/5177.html>

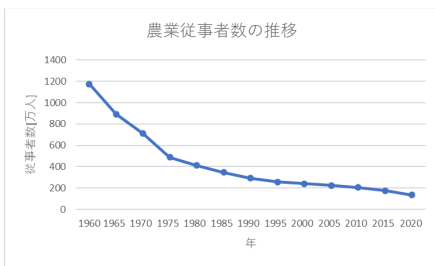
1	基本方針						
2	ビジョン	2.1	コンセプト				
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース	2.2.1	災害対応		
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析	2.2.2	電気・ガス・水道・運輸		
				2.2.3	農業		
				2.2.4	医療		
				2.2.5	小売・飲食・生活		
				2.2.6	エンターテイメント		

# 農業に関する課題

自律移動ロボット及びデータを活用して作業を自動化・効率化し、人は高度作業や指導、品種改良に集中することで、生産性向上に繋げる必要。

## 従事者の減少

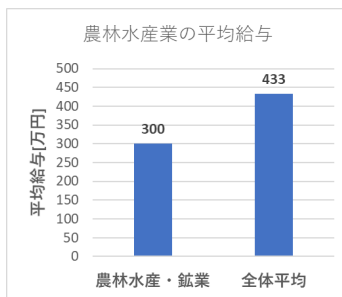
農業従事者が減少し続けており、今後さらなる担い手不足が懸念されている  
(2025年には、2010年比△22%見込み※2)



農業従事者の推移 ※1

## 労働生産性

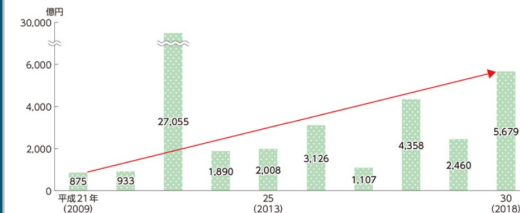
他業種に比べ平均収入が低く、**労働生産性の改善**が求められる



農林水産業と全体平均の平均給与額の比較 ※3

## 天候リスク

天候による農林水産関係の被害額は**近年増加傾向**にあり、2018年度は5,679億円である



資料：農林水産省調べ  
注：平成31(2019)年1月28日時点

農林水産関係被害額 ※4

ロボットが作業を行い、農業従事者は**判断や指示に集中**できる仕組み

ロボット・センサー等が収集した**データに基づき、生産計画を立案**することで、**収益を向上**する仕組み

天候被害が見込まれる場合、ロボットが**緊急に収穫・作物保護**等を行い、**天候リスクを低減**する仕組み

※1 農林水産省 農林業センサス累年統計 年齢別基幹的農業従事者数  
※2 農林水産省 農業構造の展望について  
※3 国税庁 令和2年分 民間給与実態統計調査  
※4 農林水産省 平成30年度 食料・農業・農村白書

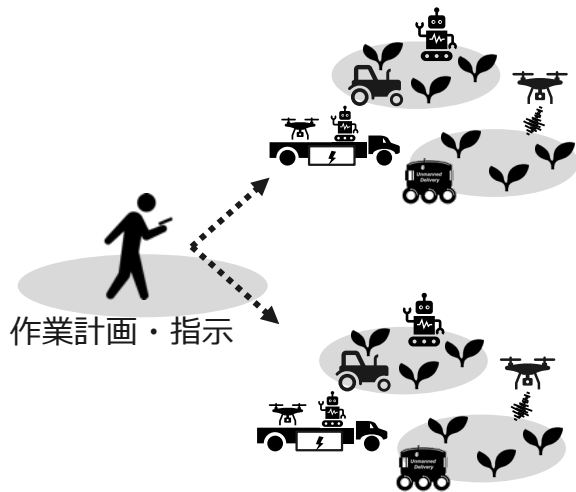
[https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11253184/www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/buka/H27/pdf/150128\\_04.pdf](https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11253184/www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/buka/H27/pdf/150128_04.pdf)  
<https://www.nta.go.jp/publication/statistics/kokuzeicho/minkan2020/pdf/000.pdf>  
[https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w\\_maff/h30/h30\\_hy/trend/part1/chap0/c0\\_1\\_01.html](https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h30/h30_hy/trend/part1/chap0/c0_1_01.html)



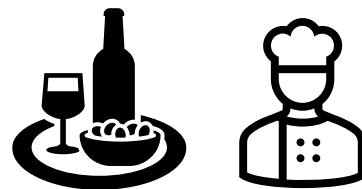
# 農業に関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットのオペレーションのモジュール化を図り、プラットフォームを介して組み合わせて利用することで費用対効果の高い農業サービスを実現し、オペレーターが相応の対価を得ながら、利用者は遠隔で多くの圃場管理や事業開発・経営などに専念することができる。

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ



遠隔で多くの圃場管理を実現



収穫した作物でレストランを経営



付加価値の高い農作物作り・品種改良

農業を行いつつ様々な活動を実現

エコシステム全体で成長して  
利益を適切に分配



利用者



農業サービス

稲作  
サービス

土作り  
サービス

...

プラットフォーム



オペレーター

モジュール化により成長を実現

ロボット・データにより、ハイリターン（収量増加）ローリスク（天候リスク低減）化が可能。

## ■ 生産の最適化（ハイリターン化）

コト提供者  
(農家)

- クラウドサーバーを管理するかのよう、**遠隔地から複数/大規模**の農地を一括管理
- 農家はヒトでしか出来ない部分（品種改良等）に注力し、**高機能化・差別化を図る**

G-1



情報



収穫物

## ■ 農業を身近な存在に

消費者

コト  
提供PF

PFを通じ、生育農作物の情報を提供  
スマホから好みの農家/ブランドへ出資

G-2

## ■ 天候リスクの低減（ローリスク化）

最適な生産計画（パッケージ）の提案



オペレーション  
提供PF  
(生産計画)

精緻な**データに基づき、**  
**想定収益・リスク等**を考慮した  
生産計画を検討・提案

G-3

区画	作物	作付面積	予想収量	最大収益	リスク評価
1	人参	...	...	20	B
2	大豆	...	...	50	C

データ: 需給バランス・環境（土壌・水・天気）  
先物価格・モジュール利用料等

ロボット/センサーが収集する  
地理情報等を活用し、AIが分析

モジュール化された農作業



オペレーション  
(ロボット)

農業に関する基本作業はモジュールサービス化され、  
**全てロボットが自動で実施**  
※ロボットはシェアされ、**アセット稼働率を最大化**

G-5

運搬		農業・肥料・水散布		収穫物運搬
調査		警備（鳥獣等）		収穫時期判断
作業		土作り作業		植付け作業

リスク低減パッケージ



オペレーション  
提供PF  
(リスク低減)

風水害や冷害、干ばつ等の天候被害に  
備えた保険商品（作業パッケージ）を提供。  
**金銭補償だけでなく、被害自体の軽減を狙う**

G-4

- 対台風パッケージ ¥.../a
- 不作時買取り補償 ¥.../kg

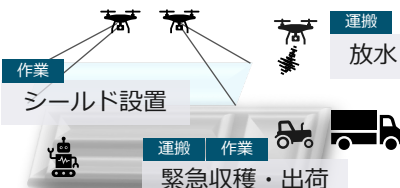
被害低減作業



オペレーション  
(ロボット)

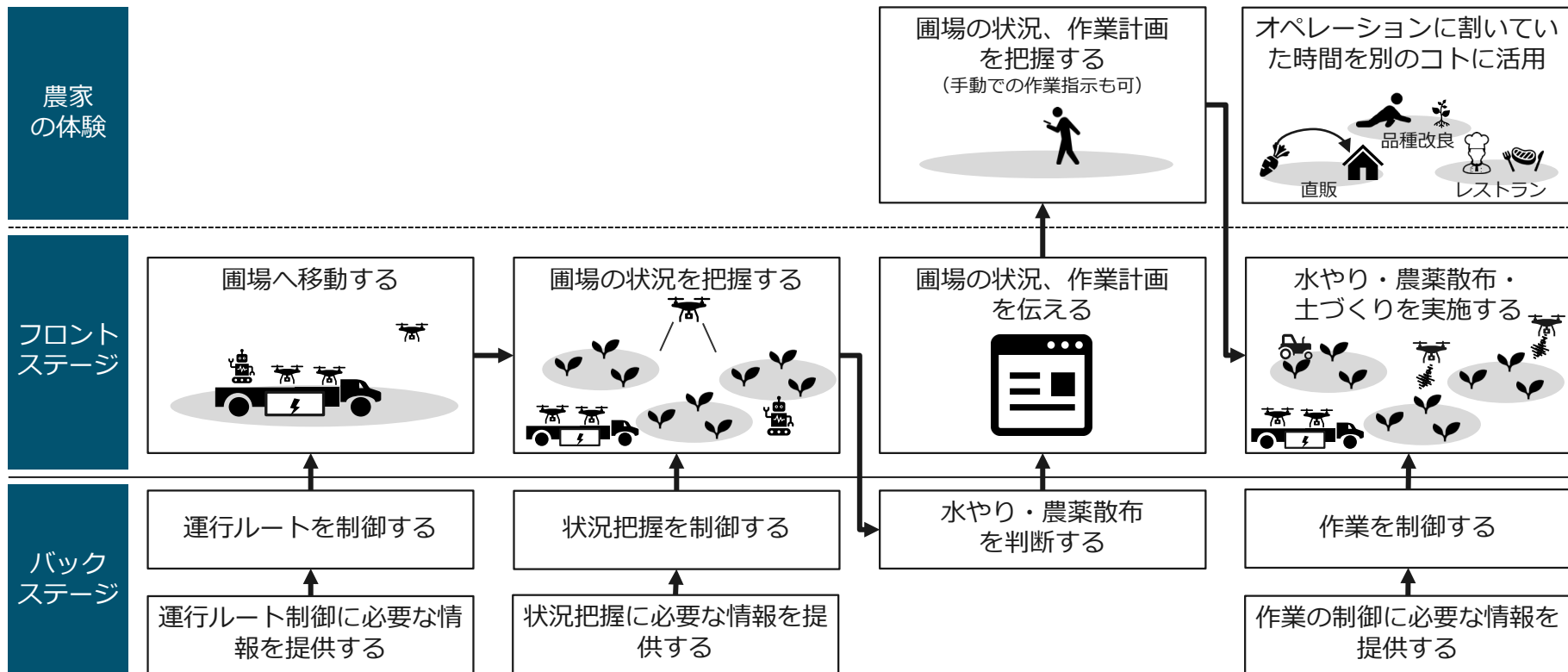
天候被害が見込まれる場所に  
**ロボットを集中投入**し、被害を軽減

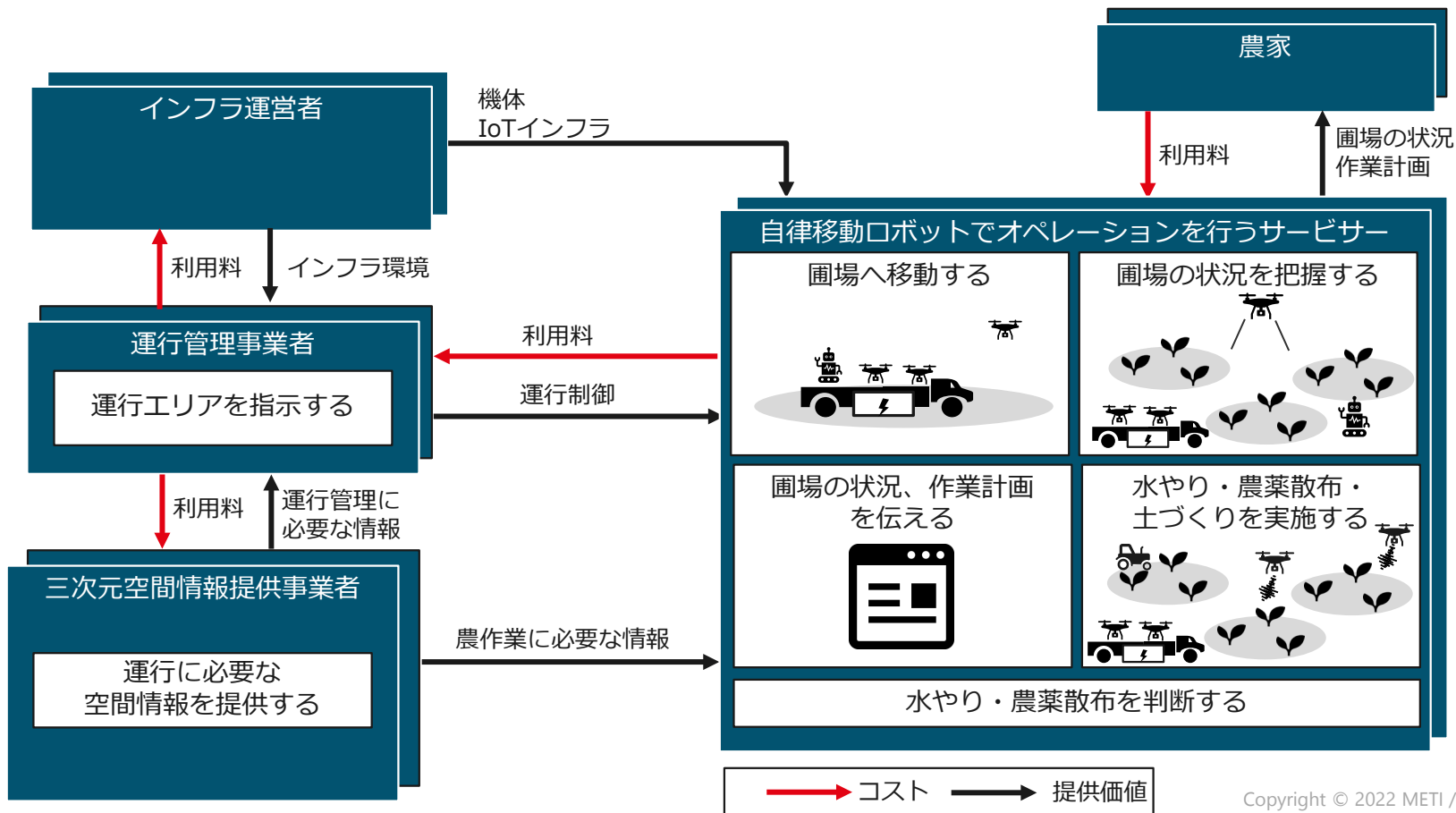
G-6



# 圃場管理におけるユーザーエクスペリエンス

農家の圃場管理において、重作業等のオペレーションを自律移動ロボットが行うことにより、今まで手作業でオペレーションに割いていた時間を価値ある別のコトに活用できる。





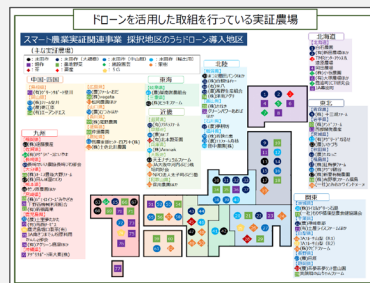
# 農業×自律移動ロボット 既存の取組

全国でスマート農業への活用が進み、特に農薬・肥料散布やセンシングにおいて盛んに導入されている。農業においては大規模化・自動化対象範囲の拡大が課題。新たなビジネスモデルが開発されつつある。

## ユースケース

### 農薬散布・センシング

日本全国でのスマート農業の取組状況



※1

### 農作物配送

15kg相当の野菜をドローンに積載し、農家間を經由しながら道の駅まで運ぶ実証実験



※2



※3

### 新ビジネスモデル

スマート農業提供の代わりに全量買取、マッチング



※4



※5

## フィールド

日本全国

北海道当別町

佐賀県、新潟県、石川県 等

## サービス提供

個人あるいは農業組合

ブルーイノベーション

オプティム

## 運航管理

なし、あるいは、営農管理用パッケージ製品

ブルーイノベーション

オプティム

## 機体メーカー

ciRobotics、DroneWorkSystem、イームズロボティクス、クボタ、プロドローン、TEAD、ヤマハ発動機 等

SkyDrive

オプティム  
(固定翼、マルチコプタ)

※1 農林水産省  
※2 当別町HP  
※3 農林水産省  
※4 株式会社オプティムHP  
※5 株式会社オプティムHP

スマート農業実証プロジェクトにおけるドローンの活用について  
ドローンを活用した農作物運搬実証実験について  
令和3年度農業分野におけるドローンの活用状況  
「農業×IT」の未来戦略 スマートアグリフード  
ドローン農薬散布防除サービス

<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/drone-147.pdf>  
<https://www.town.tobetsu.hokkaido.jp/soshiki/ct/234501.html>  
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/drone-176.pdf>  
<https://www.optim.co.jp/agriculture/smartagrifood>  
<https://www.optim.co.jp/agriculture/services/drone-connect>

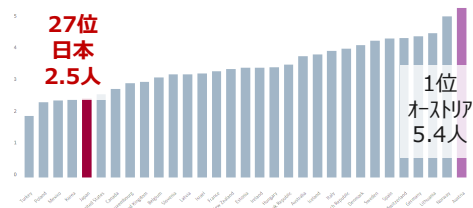
1	基本方針						
2	ビジョン	2.1	コンセプト				
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース	2.2.1	災害対応		
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析	2.2.2	電気・ガス・水道・運輸		
				2.2.3	農業		
				2.2.4	医療		
				2.2.5	小売・飲食・生活		
				2.2.6	エンターテイメント		

# 医療に関する課題

ロボット・IoTの活用により、**医療関係者の負担や感染リスクを低減**する仕組みが必要。

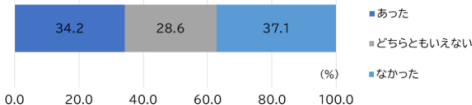
## 医療従事者の不足

・日本の人口あたりの医師数はOECD31か国中27位



国別の人口1000人当たりの医者数 ※1

・コロナ禍で、3割を超える看護管理者・病院が看護職員の不足を感じている



コロナ禍で看護職員の不足を感じた看護管理者・病院の割合※2

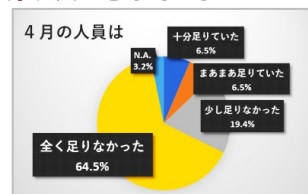
・2025年には約55万人の介護人材が不足 ※3

少ない労働力の中で  
**より多くの患者を担える**仕組み

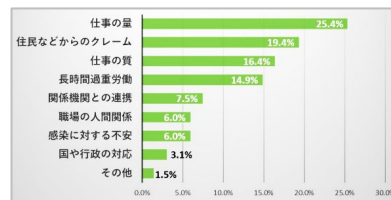
※1 OECD Data  
 ※2 公益社団法人 日本看護協会 看護職員の新型コロナウイルス感染症対応に関する実態調査【看護管理者・病院】集計結果概要  
 ※3 厚生労働省 第7期介護保険事業計画に基づく介護人材の必要数について  
 ※4 日本年金協会(4月)の保険料の増徴準備調査(中堅層版)  
 ※5 Library of Medicine Pandemic influenza preparedness and health systems challenges in Asia: results from rapid analyses in 6 Asian countries  
 ※6 総務省 令和3年労働力調査  
 ※7 厚生労働省 オンライン診療に対する医師の不安と患者の期待を元で作成  
 ※8 中央社会保険医療協議会 令和2年度診療報酬改定の結果検証に係る特別調査(R3)かかりつけ薬剤師調査

## 保健所の人手不足

コロナ禍において、**保健所の人員不足**が顕著となっており、特に**仕事量について職員がストレス**を感じている。



保健所人員の充足度合い※4



職員のストレス要因※4

保健所の**業務負担**を  
**低減**する仕組み

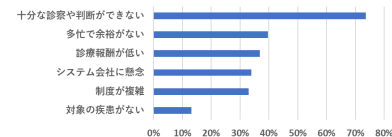
https://data.oecd.org/healthres/doctors.htm#indicator-chart  
 https://www.nurse.or.jp/nursing/practice/covid\_19/research/pdf/hpad\_research2020.pdf  
 https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou/12004000-Shakainogyokyo-Shakai-Fukushihikanka/000207318.pdf  
 https://www.jichiroren.jp/sy/sy/wp-content/uploads/2020/09/c942305662c4f37cc0604544ee5999.pdf  
 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20529345/  
 https://www.sourmu.go.jp/johotsu/sintoket/whitappaper/ja/r03/html/nd122320.html  
 https://mobile.tokyo-med.or.jp/pdf/20210313102.pdf  
 https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000860750.pdf

## 遠隔診療への対応遅れ

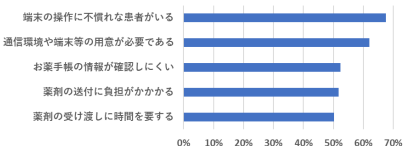
・**新たな感染症への備え**が求められている  
中程度以上のパンデミックによる経済損失は世界で**年間5,700億ドル** ※5

・**遠隔診療**に対応する医療機関は2021年4月の時点で**15.2%と低水準**。 ※6

○遠隔診療の課題 (板橋区医師会による調査) ※7



○遠隔服薬指導の課題 (保険薬局への調査) ※8

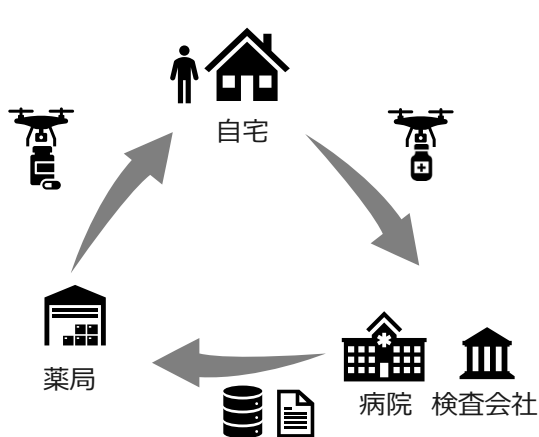


IoTの導入により、非接触でも十分な  
診療・服薬指導が受けられる仕組み

# 医療に関するTo-Beユースケース

遠隔医療と自律移動ロボットを組み合わせ、接触機会を低減することで、**感染症の拡大を抑制**しつつ、医療機関・患者・提供手段を全体最適・効率的にマッチングすることで、**医師不足や偏在を解消**し、家にいながら必要な医療を受けられるようになる。

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ

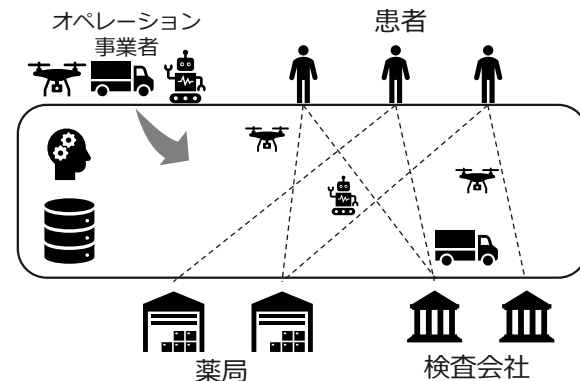


遠隔で完結する医療を実現



人は遠隔診療や服薬指導に注力

エコシステム全体で成長して  
利益を適切に分配



医療機関や配送手段を自動マッチング  
することで医療を効率化・省力化

ロボットの効率的運用



# 医療に関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットを活用することで、感染症流行下の**感染抑止**や**人手不足の解消**に寄与できる。

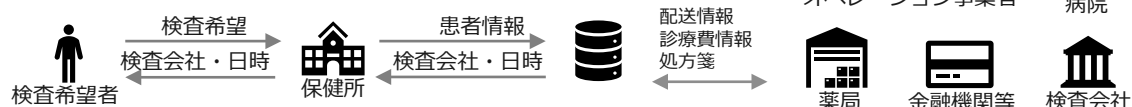
## 検査・診療

## 自宅療養

## 入院

### ■迅速・安全な検査・診療

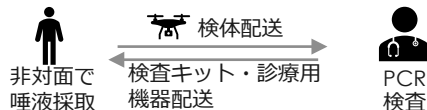
- 検査対象者・医療機関・配送事業者の**自動マッチング**で保健所の業務を軽減
- 医療・個人データを連携し**漏れなくデータを収集**、**患者の手間も削減**



L-1



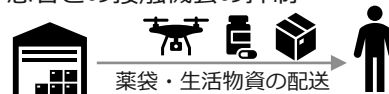
患者と**対面せず**に**検体採取・診療**し、  
外出による感染拡大リスクを低減



L-2

**薬袋・生活物資の自動配送**による

- 薬剤師の負担軽減
- 患者との接触機会の抑制



L-3

食事や日用品の配送による、  
**接触機会の抑制**・人手不足解消



L-4

- サーモカメラで体温を測定するなど診療を支援
- 顔色・心拍・動き等のバイタル状態監視により病状の急変に早期対応



L-5

- 遠隔診療環境**を整え、患者の負担を軽減
- 医師・薬剤師の**感染リスクを低減**
- 経過観察**により患者の安心感醸成

遠隔診療  
遠隔服薬指導  
定期経過観察



L-6

自動での清掃・  
消毒液散布による**感染抑制**



L-7

オペレーション  
提供PF

オペレーション（ロボット）

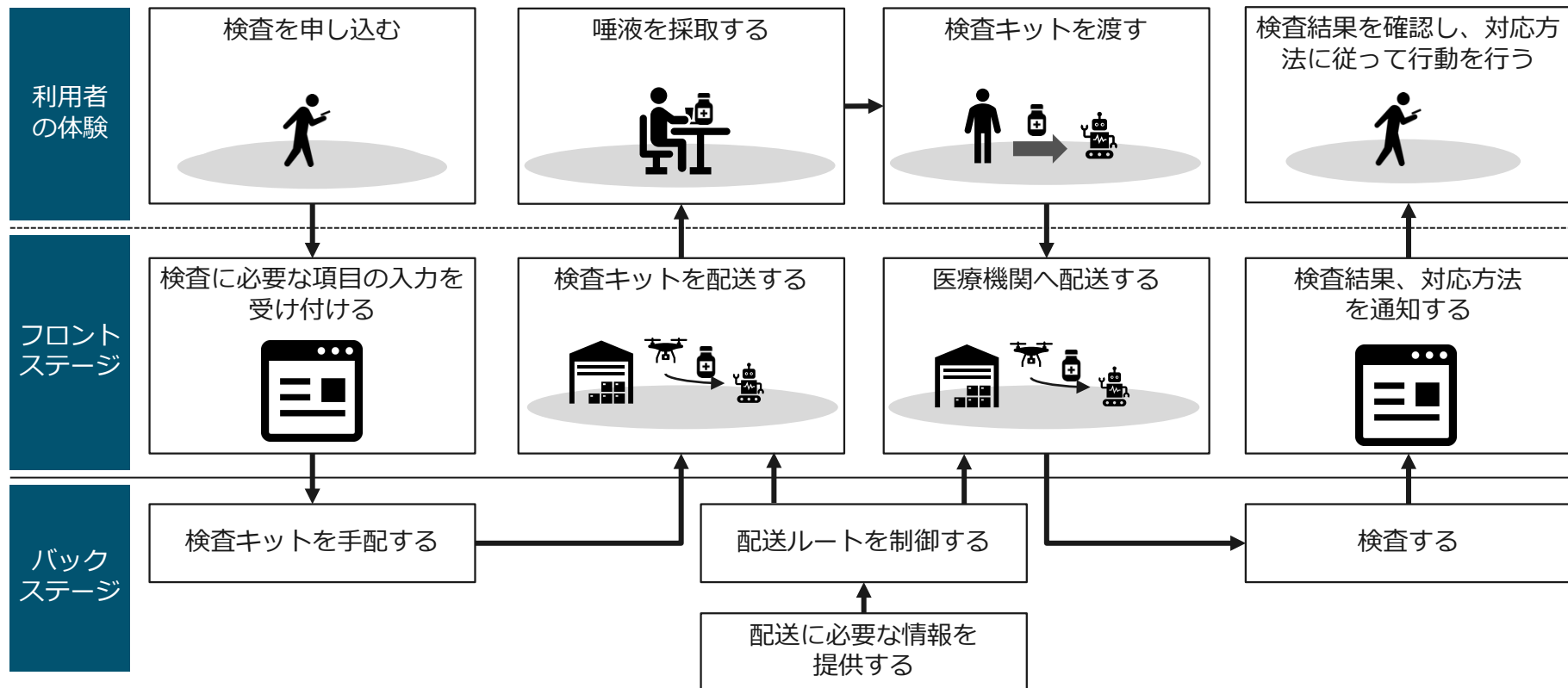
運搬

調査

作業

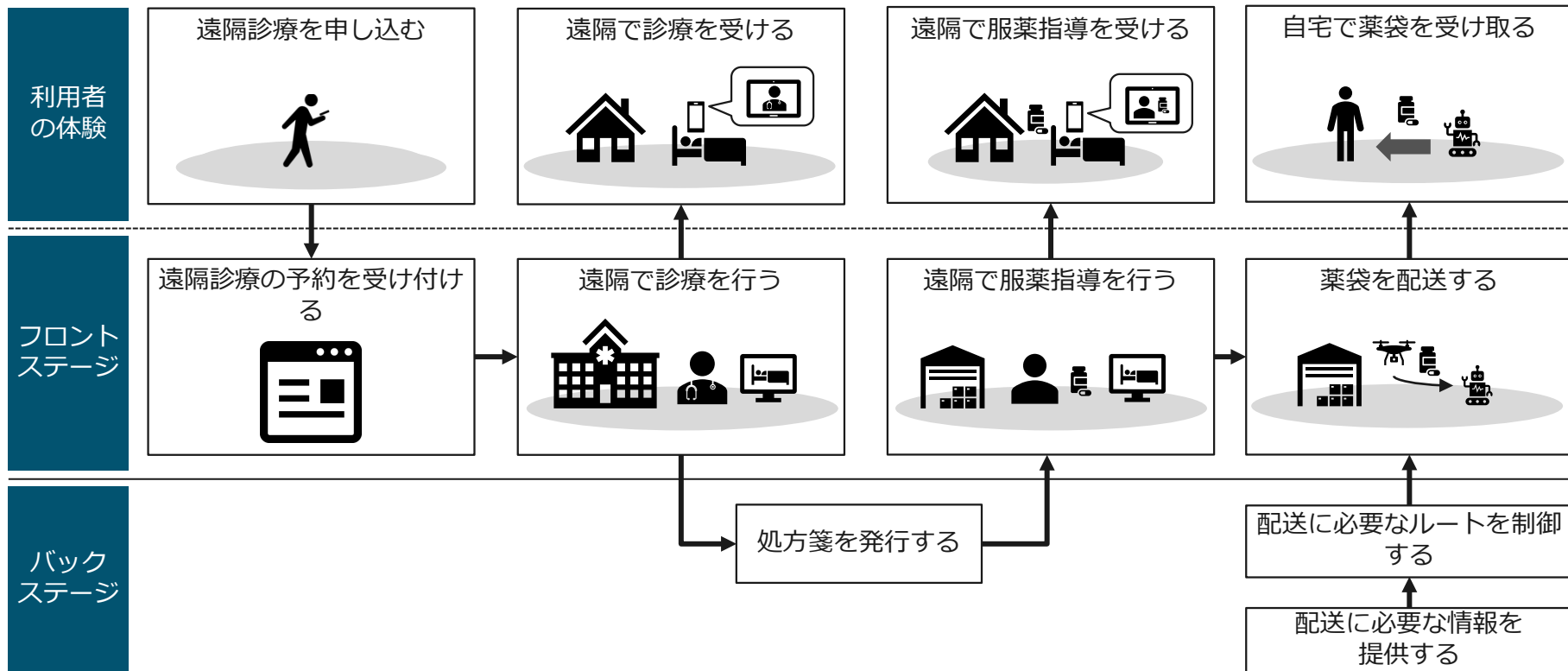
# 感染検査のユーザー体験

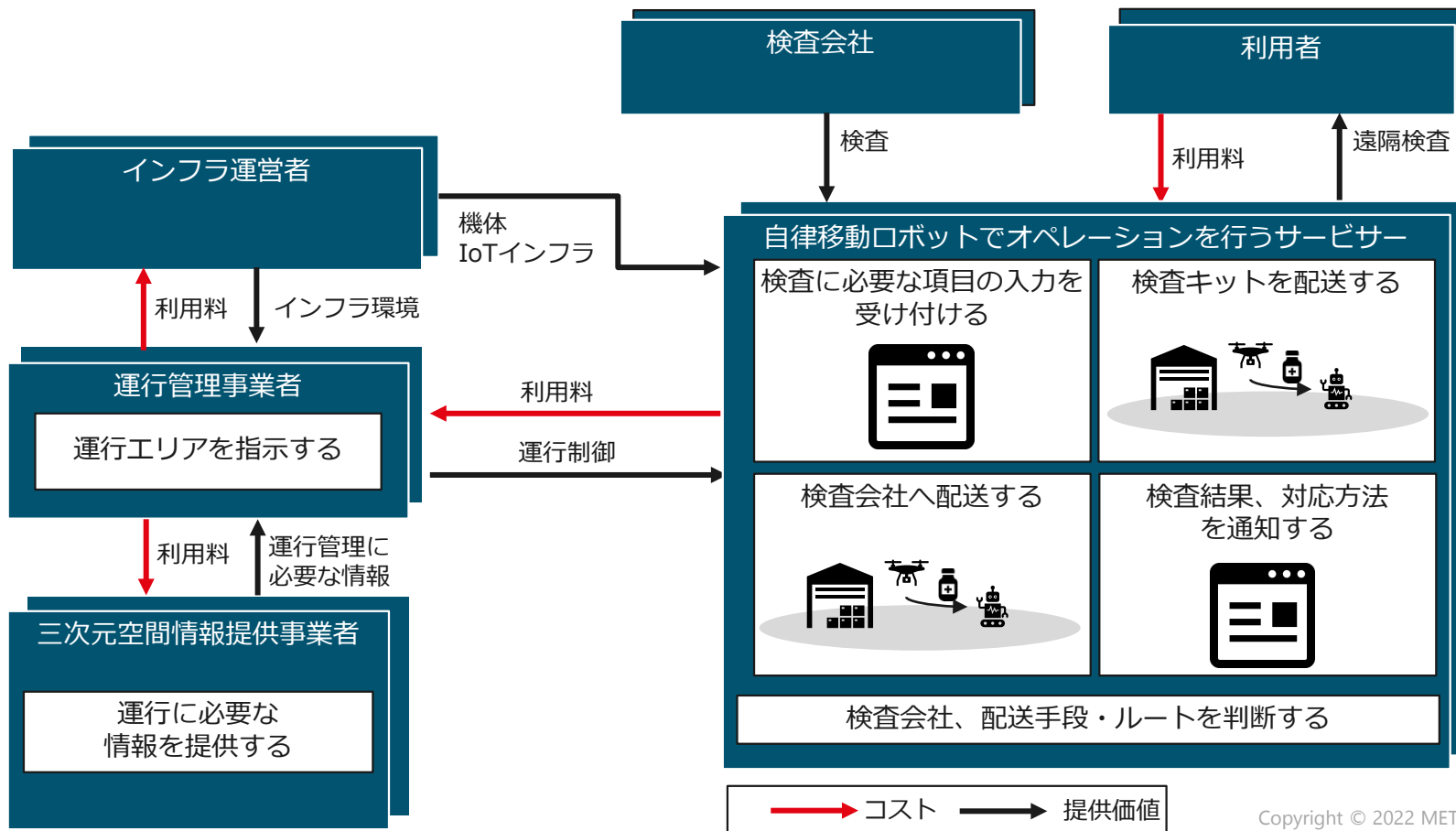
自律移動ロボットを活用し、非接触で診療することで、感染リスクを低減できる。

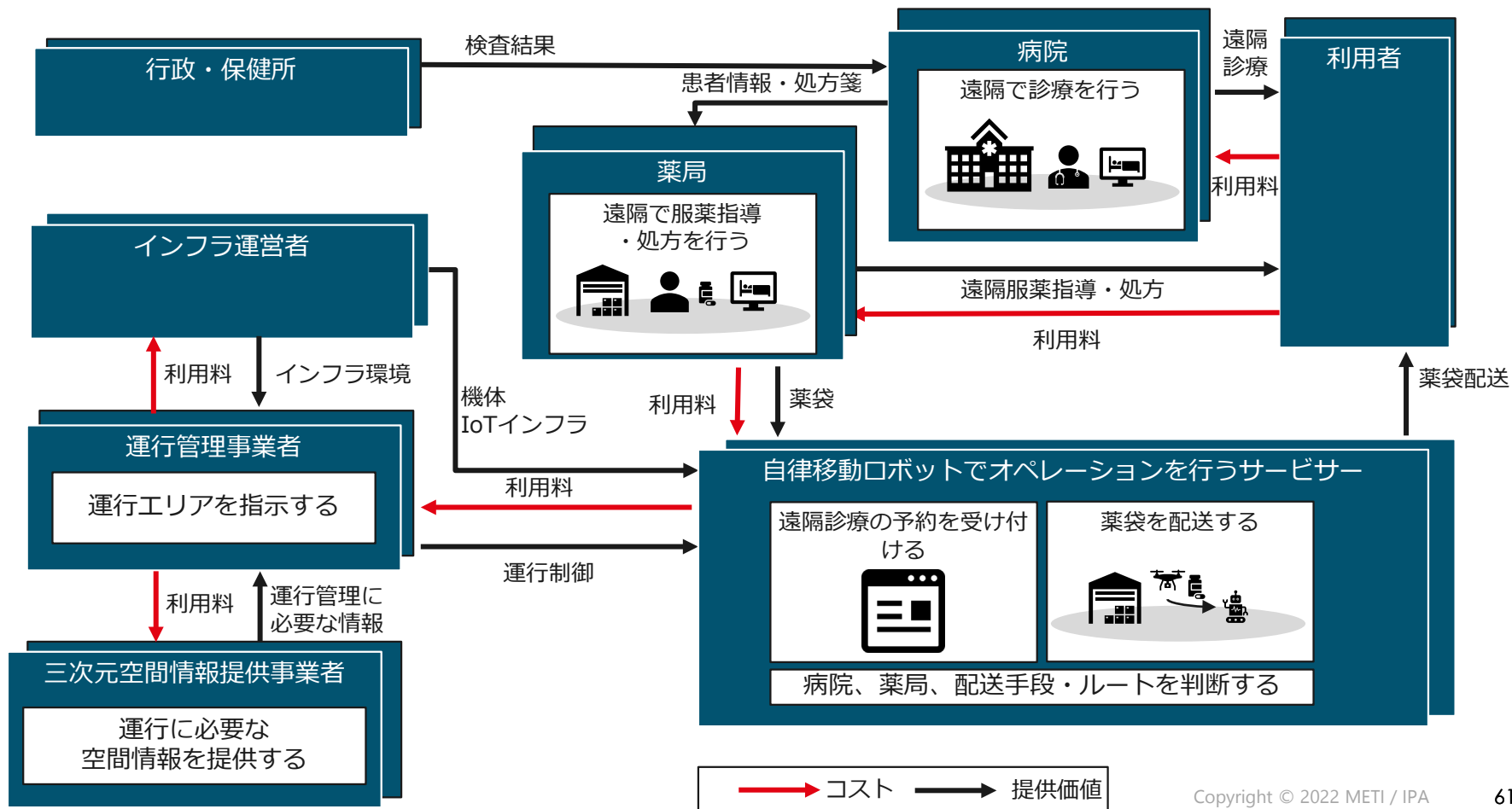


# 自宅療養のユーザー体験

自律移動ロボットを活用し、遠隔で診療・薬袋配送を行うことで、自宅療養時の不安解消につながる。







# 医療×自律移動ロボット 既存の取り組み

遠隔診療、オンライン服薬指導と連動した医薬品の配送を対象とした実証実験・実運用が開始されている。検体の運搬による患者と非接触を維持した状態での検査などへの活用も期待される。

## ユースケース

### 医薬品配送

3D地図を活用した  
医薬品配送



※1

### 血液検体搬送

無人航空機を利用した、医療  
過疎地域における、緊急血液  
検体の研究開発



※2

### 医薬品配送＋オンライン服薬指導

オンラインでの診療・服薬指導、  
医薬品配送までを一気通貫して  
非対面式で実施



※3

オンライン診療後に処方箋  
医薬品を配送し、服薬指導  
のデモンストレーションを実施



※4

## フィールド

石川県加賀市

広島県大崎上島町

愛知県美浜町、南知多町

北海道旭川市

## サービス提供

トラジェクトリー

広島大学、NTTドコモ、  
インフォコム名鉄グループドローン共同事業体  
知多厚生病院ANA、旭川医科大学  
アインホールディングス

## 運航管理

トラジェクトリー

NTTドコモ

KDDI

ANA

## 機体メーカー

ACSL

ciRobotics

プロドローン

エアロセンス

※1 加賀市プレスリリース  
※2 広島大学NEWS RELEASE  
※3 日本調剤ニュースリリース  
※4 日通総合研究所ニュースリリース

北陸初、「ドローン観光ビジネス」の可能性を探る「ドローン空撮体験ツアー」の実証実験を行います。  
ドローンを利用した医療過疎地域における緊急血液検体搬送の研究開発に係る実証実験の実施  
日本調剤、ドローンによる離島への医薬品配送の飛行実験に参画～非対面方式による一気通貫のオンライン診療実現に向けた体制を構築～  
国内初、オンライン診療・オンライン服薬指導と連動したドローンによる処方箋医薬品配送の実証実験について

<https://www.city.kaga.ishikawa.jp/material/files/group/101/DroneDemonstration.pdf>  
<https://www.hiroshima-u.ac.jp/system/files/90549/%E3%83%89%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%B3%E5%AE%9F%E8%A8%BC%E5%AE%9F%E9%A8%93.pdf>  
[https://www.nicho.co.jp/corporate/newsrelease/20201029\\_n1/](https://www.nicho.co.jp/corporate/newsrelease/20201029_n1/)  
[https://www.nittsu-socket.co.jp/wp-content/uploads/2020/07/news\\_drone\\_200710.pdf](https://www.nittsu-socket.co.jp/wp-content/uploads/2020/07/news_drone_200710.pdf)

1	基本方針						
2	ビジョン	2.1	コンセプト				
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース	2.2.1	災害対応		
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析	2.2.2	電気・ガス・水道・運輸		
				2.2.3	農業		
				2.2.4	医療		
				2.2.5	小売・飲食・生活		
				2.2.6	エンターテイメント		

# 小売・飲食・生活に関する課題

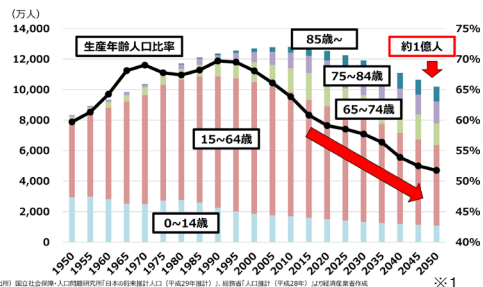
全ての住民がロボットの恩恵を享受でき、**豊かな生活ができる社会**の実現が必要。

## サービスに対する需要増加に対して、労働人口の減少によるサービスレベルの低下の懸念

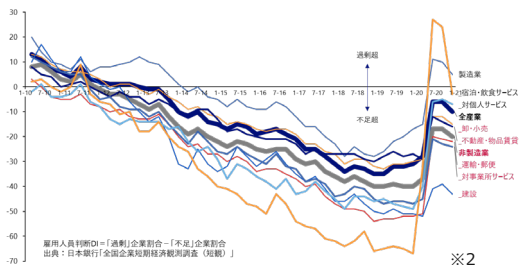
### 【サービスの供給側】

物流のラストワンマイルや清掃など、**人手不足により現状のサービスレベルが維持できない可能性**がある。特に、中山間地域などの地方部にて顕著に表れるなど、地域による格差にもつながる。

生産年齢人口は2030年には6,875万人となり、現在より500万人以上減少する



フィールドサービス分野では、既に慢性的な雇用人員不足感が高い



### 【サービスに対する需要】

コロナなどの影響により生活や働き方の変化もあり、特に物販のEC化率が大きく成長して**配送サービスの需要増加**に繋がっている。また、少量・多頻度・短納期の傾向にあり、ネットスーパーなどの個人の生活圏内での需要も高まってきている。



ロボットを活用して  
**労働人口減少を補う**仕組み

より生活に密着したロボットの浸透により  
**人々の生活が豊か**になるための仕組み

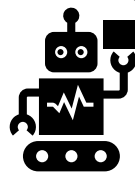
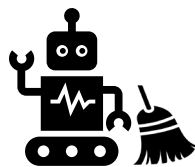
まちづくりに組み込まれていくことで  
公共・地域のサービスが**拡大**するしくみ



# 小売・飲食・生活に関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットが活躍することによって、**より自由・快適な暮らし**が可能になる。加えて、自律移動ロボットが必要なものを迅速に届くようになり、**モノを所有する必要性から解放**される。

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ



余裕



QoL



生産性

日常の様々なシーンでロボットが活躍

人はより自由・より快適な生活

エコシステム全体で成長して  
利益を適切に分配

広い家の所有がステータス



大容量の収納



広いキッチン



家事スペース

“所有”から“オンデマンド”へ



ロボットが  
1 km先のモノが1分で届ける世界

所有せずとも必要なときにすぐ届く

# 小売・飲食・生活に関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットが連携することで、生活関連の様々な活動が**人手を介さずにシームレスに実施**され、人々に**時間の余裕を生む**ことに加えて、**社会価値**（犯罪・事故の軽減等）も生む。

運搬

## ■ 買い物代行



様々なロボットが連携して、迅速に配達

M-1  
O-1  
P-1

調査

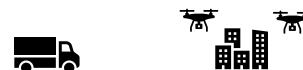
## ■ 通学見守り



子供の通学を見守り、不審者は通報

P-2

## ■ 混雑調査



自律移動ロボットが道の混雑状況を調査・共有

P-3

作業

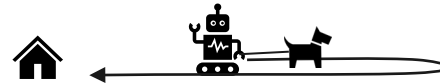
## ■ 清掃



自律移動により最適なルートで清掃

P-4

## ■ ペット散歩

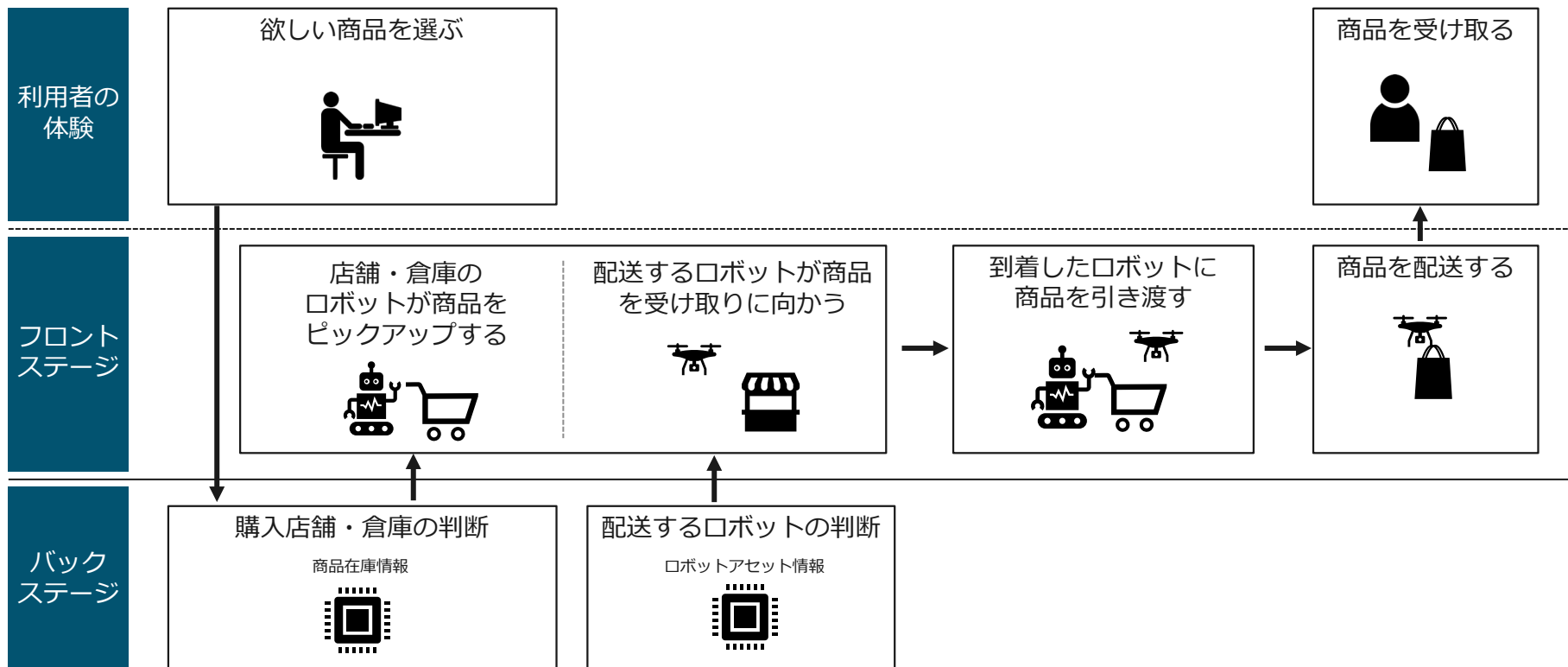


都合がつかない際にペットの散歩を実施

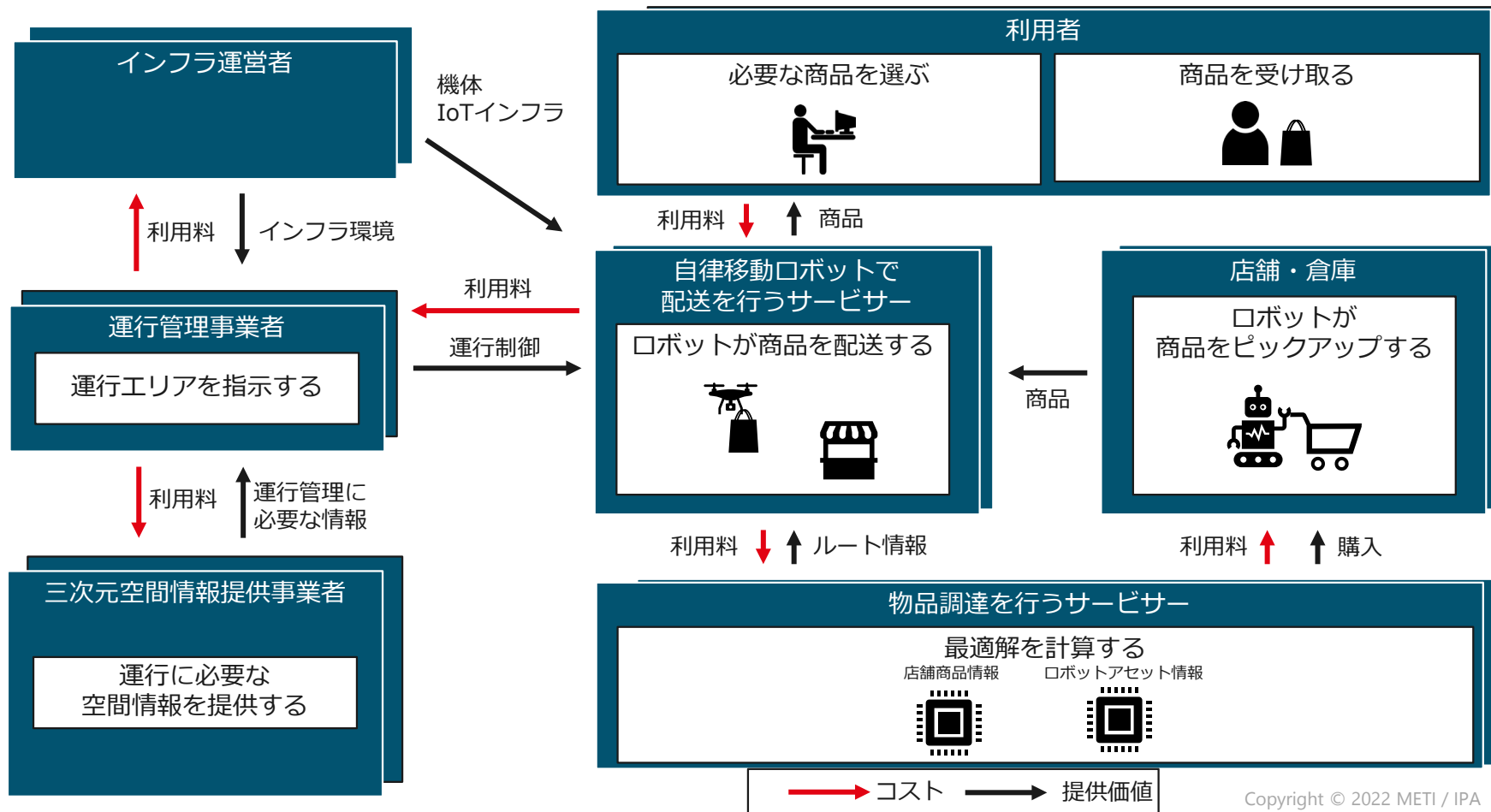
P-5

# 買い物代行に関するユーザーエクスペリエンス

様々な自律移動ロボットが相互に連携・最適化することで、**買い物の手間から解放**されることに加えて、必要なものが迅速に届き、**物やキッチン・収納等の家具・家財を所有する必要性が減る。**



# 買い物代行に関連するステークホルダー



# 小売・飲食・生活に関する先進事例

各地でフードデリバリーや商品の配送の実証実験が行われている。先進的な事例として、異なるロボット（ドローン・配送ロボット）を組み合わせた配送実証も行われている。

ユースケース	屋外デリバリー	施設内デリバリー	ロボットの組み合わせ	
	<p>アプリからの注文でお弁当を 病院へ配送</p>  <p style="text-align: right;">※1</p>	<p>ECサイトからの注文で マンションの屋上へ配送</p>  <p style="text-align: right;">※2</p>	<p>アプリからの注文を受け、 施設内の飲食店の商品を配送</p>  <p style="text-align: right;">※3</p>	<p>ドローンと配送ロボットを 組み合わせた郵便物配送</p>  <p style="text-align: right;">※4</p>
フィールド	神奈川県横須賀市	千葉県千葉市	愛知県常滑市 (イオンモール常滑)	東京都奥多摩町
サービス提供	出前館、吉野家	JP楽天ロジスティクス	三菱電機、イオンモール	日本郵便
運航管理	ACCESS	JP楽天ロジスティクス	三菱電機、イオンモール	日本郵便
機体メーカー	エアロネクスト	楽天、CIRC (共同開発)	Cartken	ACSL (ドローン) ZMP (配送ロボット)

※1 ドローントリビューン  
※2 ドローンジャーナル  
※3 ドローンジャーナル  
※4 ドローンジャーナル

ドローンで牛丼配達実験 日本初のオンデマンド配送を横須賀市でエアロネクストなど実施  
JP楽天ロジスティクスのドローンが超高層マンションの屋上に荷物を配送  
三菱電機とイオンモール、自律走行ロボットによる商品配送サービスの実証実験を開始  
日本郵便、日本初のドローンと配送ロボットが連携した荷物配送実験

<https://dronetribune.jp/articles/19612/>  
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/special/1184001.html>  
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1184017.html>  
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/special/1183993.html>

1	基本方針						
2	ビジョン	2.1	コンセプト				
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース	2.2.1	災害対応		
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析	2.2.2	電気・ガス・水道・運輸		
				2.2.3	農業		
				2.2.4	医療		
				2.2.5	小売・飲食・生活		
				2.2.6	エンターテイメント		

# エンタメに関するTo-Beユースケース

自律移動ロボットを活用することで、今まで活用されていなかった**新たな空間を利用した広告やアート**が作られ、人は**今までにない新たな体験**を楽しむことができる。

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ

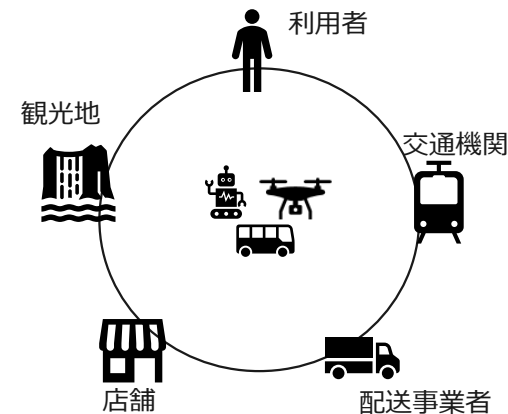
エコシステム全体で成長して  
利益を適切に分配



新たな空間を利用した広告を実現



新たな体験の享受



簡単に様々な体験を楽しむ

地域の活性化

# エンタメに関するTo-Beユースケース

広告やエンターテインメント分野に自律移動ロボットやデジタルを活用することで、**新たな「体験」の創出、空間への新たな利用価値の提供等、事業機会の創出、地方の活性化**を図れる。

運搬

調査

作業

## 広告

### ■ 都会上空での移動するアートや広告

Q-1

空間も活用しながら場所・時間に応じて広告を適宜変更して、**効果的な広告活動**を実現



Q-2

個人情報の扱いに留意しながら、広告に対する反応や人通りを観察し、**広告活動の効果向上**



Q-3

ドローンを組み合わせたアートなど**新しい空間の活用**の促進と**感動体験の生成**



出典：Intel

## エンターテインメント

### ■ 撮影やゲーム

Q-4

移動式屋根により観戦の質が向上



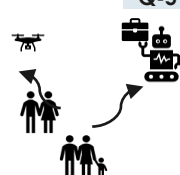
Q-6

イベントを**多角的に撮影**し好きな角度からの映像を提供



Q-5

**観光地での誘導、運搬**を行い顧客満足度を向上



Q-7

**VRと連携した新たなゲーム体験**を提供



Q-8

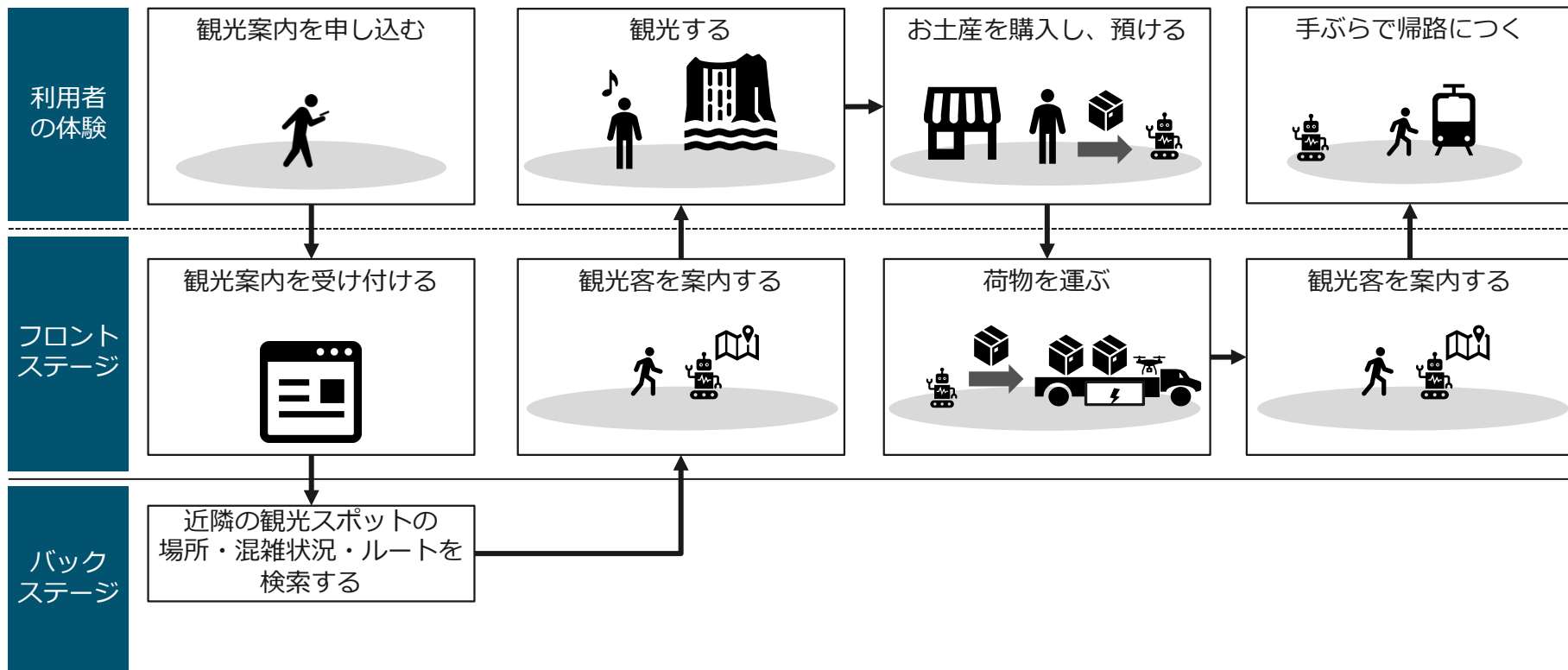
**人が近づけない場所からの写真撮影**により観光地の魅力を向上

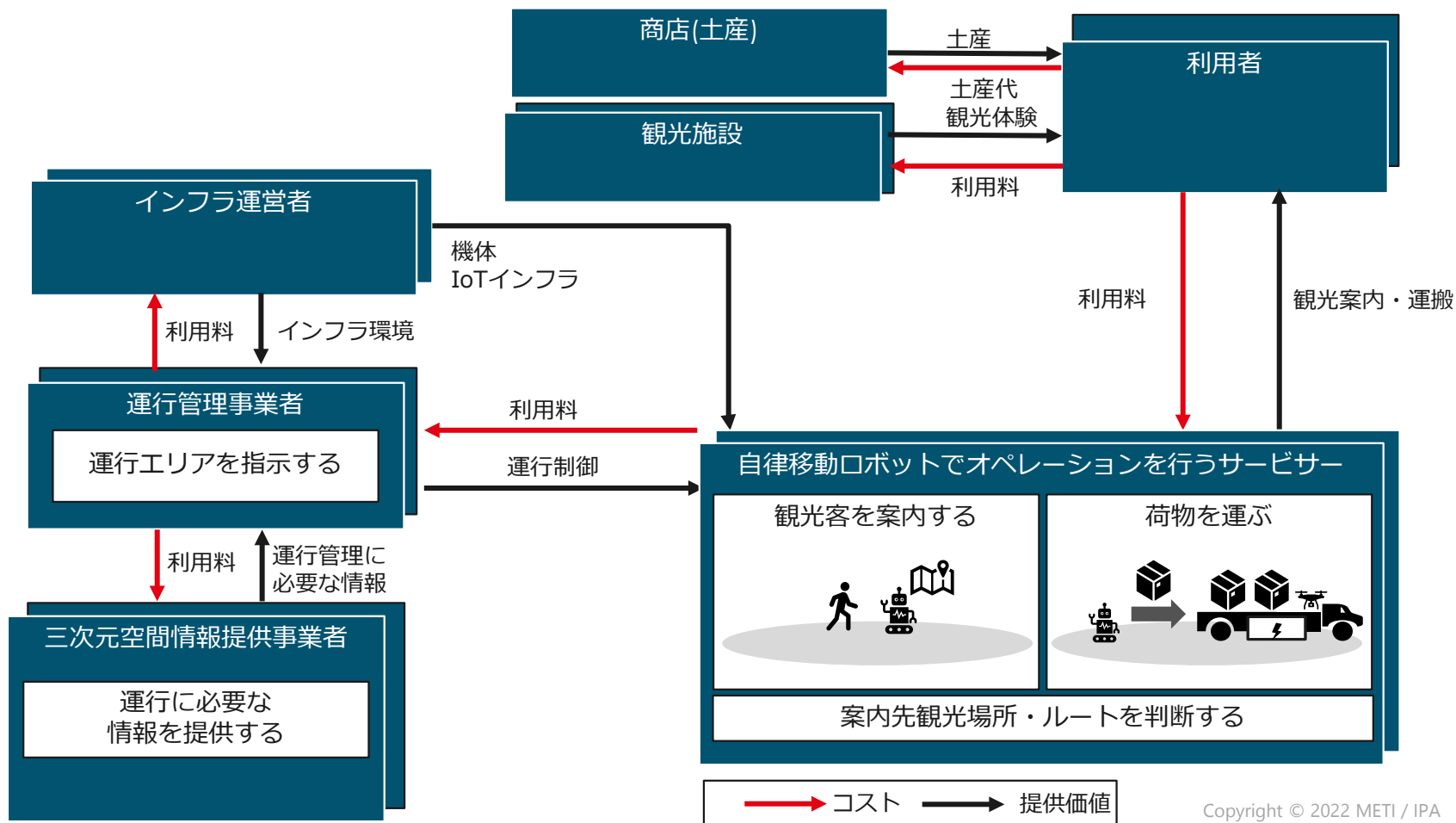




# 観光地での誘導・運搬のユーザー体験




ロボットを活用することで、観光先での煩わしい荷物運搬や混雑から解放され、より満足度の高い観光体験を得られる。





# エンタメ×自律移動ロボット 既存の取組

オンラインでの観光(映像配信)や、ドローンを使った名所の撮影等が盛んに行われている。ドローンを用いたデジタルショーのほか、スポーツ分野では、映像配信だけではなく戦術分析等にも利用されている。

ユースケース	オンライン花見	デジタルショー	サッカートレーニング空撮
	<p>全国の桜の名所を撮影し、配信/映像制作</p>  <p>※1</p>	<p>500機のドローンを制御し、空中に観光名所を描く等のショーを披露</p>  <p>※2</p>	<p>トレーニングを空撮し、戦術分析や配信に使用</p>  <p>※3</p>
フィールド	日本全国の桜の名所	シンガポール	サッカーチームキャンプ地
サービス提供	ドローンエンタテインメント	エイベックス・エンタテインメント	湘南ベルマーレ
運航管理	-	-	-
機体メーカー	ドローンエンタテインメント	-	-

※1 ドローントリビューン 「オンライン花見」開催は3月27日、ドローンエンタメが桜の空撮映像など生配信  
 ※2 ドローントリビューン 500機のドローンがマーライオンを投影！ シンガポールで「STAR ISLAND」のカウントダウン  
 ※3 ドローンジャーナル 湘南ベルマーレ、戦術分析のためトレーニングにドローンを導入

<https://dronetribune.jp/articles/19101/>  
<https://dronetribune.jp/articles/17139/>  
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1183912.html>

# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン	2.1	コンセプト
3	アーキテクチャ	2.2	ユースケース
4	検討体制及びプロセス	2.3	経済性分析

# アウトカム・効果指標の考え方

課題・ユースケースから**社会価値（少子高齢化、災害・感染症、生活の質）、経済価値（収益増加、安全性向上、労務費削減、設備費削減）**の視点でアウトカムを整理。**自律移動ロボット・デジタルシステムを活用しながら、その他のあらゆる手段も組み合わせてアウトカムの指標を改善する方法**を具体化する必要。

2.2.X 分野X（防災etc...）

課題



ユースケース

アウトカム・効果指標

社会価値

経済価値



少子高齢化



収益増加



安全性向上



災害・感染症



生活の質

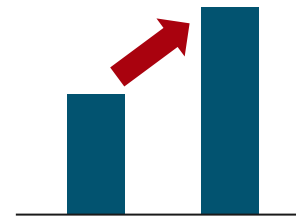


設備費削減



労務費削減

ユースケース実証・運用








様々な手段の活用  
運用の工夫








# 災害分野におけるアウトカム・効果指標例（社会価値）

	課題	対策	アウトカム		効果指標	関連ユースケース
社会価値	避難の遅れによる人命喪失	自律移動ロボットを活用した避難誘導	 災害・感染症	逃げ遅れの防止 避難方向の間違い防止	避難完了時間 避難所到着者数	A-1 A-7
	救助の遅れによる人命喪失	自律移動ロボットを活用した搜索支援	 災害・感染症	搜索遅れによる死亡者の低減	72時間以内の救助率	
	情報収集の遅れによる意思決定・対応の遅延	自律移動ロボットによる迅速な被災情報の収集	 災害・感染症	迅速な情報収集による早期復旧	ライフライン復旧日数	A-1 A-4
	ライフライン断絶による救援物資供給の遅れ	自律移動ロボットを活用した救援物資輸送	 災害・感染症	避難所へ必要な物資の迅速な供給	物資取得までの時間 必要な物資の取得率	A-1 A-2
	避難時の空き巣被害	自律移動ロボットを活用した監視	 災害・感染症	避難時の空き巣被害の低減	避難時の空き巣被害件数	A-8

# 災害分野におけるアウトカム・効果指標例（経済価値）



	課題	対策	アウトカム	効果指標	関連ユースケース	
経済価値	ライフライン復旧の遅延	自律移動ロボットを活用した被害箇所特定・資機材運搬	 収益増加	ライフラインの早期復旧	ライフライン復旧日数	A-1 A-3
	ライフライン復旧の人手不足		 労務費削減	作業員の低減	作業員数 ロボット化率	
	被害箇所特定にかかる足場等の設備設置費用		 設備費削減	足場等の設備費の低減	足場等の設備費の削減率	A-5
	復旧時の二次災害		 安全性向上	二次災害件数の低減	復旧による二次災害件数	
	保険金査定に時間・コストがかかる		自律移動ロボットによる被害の調査	 労務費削減	被害調査時間・コストの削減	被害調査時間 被害調査人員数

## 電気・ガス・水道・運輸分野におけるアウトカム・効果指標例（点検）





	課題	対策	アウトカム	効果指標	関連ユースケース	
社会 価値	危険箇所点検時の 労働災害の発生	危険箇所作業の 人手から自律移動 ロボットへの置き換え	 安全性向上	労災件数の低減	点検に伴う 労災件数	C/D-12
	点検に伴う 設備稼働停止	設備を稼働させたまま 自律移動ロボットが 点検を行う	 収益増加	点検による ダウンタイムの低減	点検による 稼働停止時間	C/D-13
経済 価値	設備故障時の 経済損失	自律移動ロボットによる 点検頻度増による 予兆保全	 収益増加	故障による ダウンタイムの低減	故障による 稼働停止時間	C/D-2 C/D-5 C/D-9 C/D-10 C/D-14
	点検技術者の 確保が困難	自律移動ロボットを 活用した点検の 自動化・支援	 労務費削減	作業員の低減 作業効率の増加	ロボット化率 作業員の点検時間	C/D-4 C/D-8
	点検のための足場等の 設備投資・設置時間 がかかる	自律移動ロボットを 活用した点検の効率化	 設備費削減	足場等の 点検設備費の低減	足場等の 点検設備費の 削減率	



## 電気・ガス・水道・運輸分野におけるアウトカム・効果指標例（配送）

	課題	対策	アウトカム		効果指標	関連 ユースケース
社会 価値	僻地・山間地では ライフラインが整備 できず生活が不便	自律移動ロボットによる ガス・水・バッテリーの配送	 生活の質	居住移転の自由 の維持	転入者数 転出者数 来訪者数	C/D-11
経済 価値	僻地・山間地ほど ライフライン維持に 要するコストが高額		 設備費削減	インフラ維持費 の削減	インフラ維持費 削減率	C/D-3






## 農業分野におけるアウトカム・効果指標例

	課題	対策	アウトカム	効果指標	関連 ユースケース
社会 価値	耕作放棄地の増加	自律移動ロボットの活用により遠隔から広範囲の圃場管理	 少子高齢化	耕作放棄地の減少	耕作放棄地面積
			 労務費削減	少数の人員で広域の圃場管理を実現	
経済 価値	労働生産性の向上が困難	自律移動ロボットによる精緻なデータ取得・活用による生産	 収益増加	生産効率向上	単位面積あたりの収穫量
			 設備費削減	就農者の収益向上	







G-1

G-3  
G-4G-5  
G-6

## 医療分野におけるアウトカム・効果指標例




	課題	対策	アウトカム	効果指標	関連ユースケース	
社会価値	検査・連絡等の 対応遅れによる不安		 災害・感染症	対応遅れによる不安の解消	連絡・診察・検査 までの所要時間	L-1 L-5
			 災害・感染症	感染拡大の防止	濃厚接触者数	
経済価値	感染症対応による 収益悪化	自律移動ロボットを 活用した遠隔による 検査・診療	 安全性向上	検査・診療時の 感染抑制	医療従事者の 感染者数	L-1 L-2 L-3 L-4
			 設備費削減	感染対策に利用 する防護服等の 費用削減	防護服等の 費用	L-6 L-7
			 収益増加	感染症対応による 人手不足の解消	1人あたりの 感染症対応者数	

## 小売・飲食・生活分野におけるアウトカム・効果指標例

	課題	対策	アウトカム	効果指標	関連ユースケース	
社会 価値	認知症患者の徘徊 通学時の不審事案	自律移動ロボット による見守り	 少子高齢化	認知症患者の徘徊者の早期発見 不審事案の抑制	不審事案数 認知症患者の徘徊時間	P-2
	買い物難民の増加	自律移動ロボット による買い物代行	 少子高齢化	買い物難民の削減	買い物困難者数	M-1 O-1 P-1
経済 価値		自律移動ロボット による移動販売	 収益増加	販売機会の増加	売上	M-1 O-1 P-1
	仕入れ・配達の コスト削減		 労務費削減	仕入れ・配達の 時間・人件費の 削減	仕入れ・配達時間 仕入れ・配達の人件費	M-1 O-1
		自律移動ロボット による仕入れ・配達	 設備費削減	仕入れ・配達の 車両コストの削減	仕入れ・配達の 車両等の設備費	M-1 O-1
	配達時の事故の増加		 安全性向上	配達時の 事故の削減	配達時の 事故件数	M-1 O-1

# エンターテインメント分野におけるアウトカム・効果指標例

経済  
価値

課題	対策	アウトカム		効果指標	関連 ユースケース
—	自律移動ロボットを活用した新たな「広告」	 収益増加	新たな広告ビジネスモデルの創出	自律移動ロボットを活用した広告費	Q-1 Q-2 Q-3
—	自律移動ロボットを活用した新たなエンターテインメント体験の創出	 収益増加	新たなエンターテインメントモデルの創出	自律移動ロボットを活用したエンターテインメント数	Q-4 Q-6 Q-7
—	自律移動ロボットを活用した新たな旅行体験の創出	 収益増加	新たな旅行モデルの創出	自律移動ロボットを活用した旅行モデル数	Q-5 Q-8

## 経済性分析における算定対象とする項目・算出式

今後、分野別に自律移動ロボットの活用による**経済性について経済価値を中心に分析**していく。その際には、**便益・費用項目毎に基本的な算出式を定めて試算**する。なお、便益の算出に当たっては、自律移動ロボットを活用することによる**効用増加・費用削減**に一定の前提を置く。

項目	便益費用項目	算定項目	基本的な算出式（例）
事業者の 便益	事業上の 効用増加	収益増加	施設の稼働時間向上（停止時間×単価）
	事業上の 費用削減	要員費・労働費の削減	削減数×人件費単価
		設備費の削減	施設数×維持費用
		燃料費・消耗品費の削減	削減量×燃料費
	消費者の機会増	移動時間・サービス提供待ち時間短縮	移動短縮時間×時間価値
	安全性の向上	人的損失、事故・犯罪損害額の減少	損失防止数×損失額
事業者のOPEX	機体	機体の維持費・人件費	維持管理費用の合計
	設備	充電ポート・データセンター等維持費	維持管理費用の合計
事業者のCAPEX	機体	機体の導入費用	項目別の購入費用合計
	設備	充電ポート・データセンター等の購入費用	項目別の購入費用合計

（注）費用便益分析では、OPEXはマイナス便益、CAPEXは費用に相当。

事業者の便益にはエコシステム全体の成長など大きな効果が期待できるものがあるが、ここでは明確に見込める効果に限定している。

---

## 3. アーキテクチャ

# 報告書の構成

## アーキテクチャ設計書（自律移動ロボット全体アーキテクチャ編 etc...）

### 1. 基本方針

### 2. ビジョン

#### 2.1 コンセプト

#### 2.2 ユースケース

##### 2.2.1 分野X

###### 2.2.1.1 課題分析

###### 2.2.1.2 TO-BEユースケース

###### 2.2.1.2.1 全体像

###### 2.2.1.2.2 ユーザーエクスペリエンス

###### 2.2.1.2.3 ビジネスモデル

###### 2.2.1.2.4 机上検証

###### 2.2.1.3 先進事例

#### 2.3 経済性分析

### 4. 検討体制及びプロセス

### 3. アーキテクチャ

#### 3.1 要求事項

#### 3.2 アーキテクチャ

#### 3.3 社会実装に向けた施策

##### 3.3.1 施策X

###### 3.3.1.1 概要

###### 3.3.1.2 課題

###### 3.3.1.3 国内外の動向

###### 3.3.1.4 取組の方向性

#### 3.4 ロードマップ

#### 3.5 課題一覧

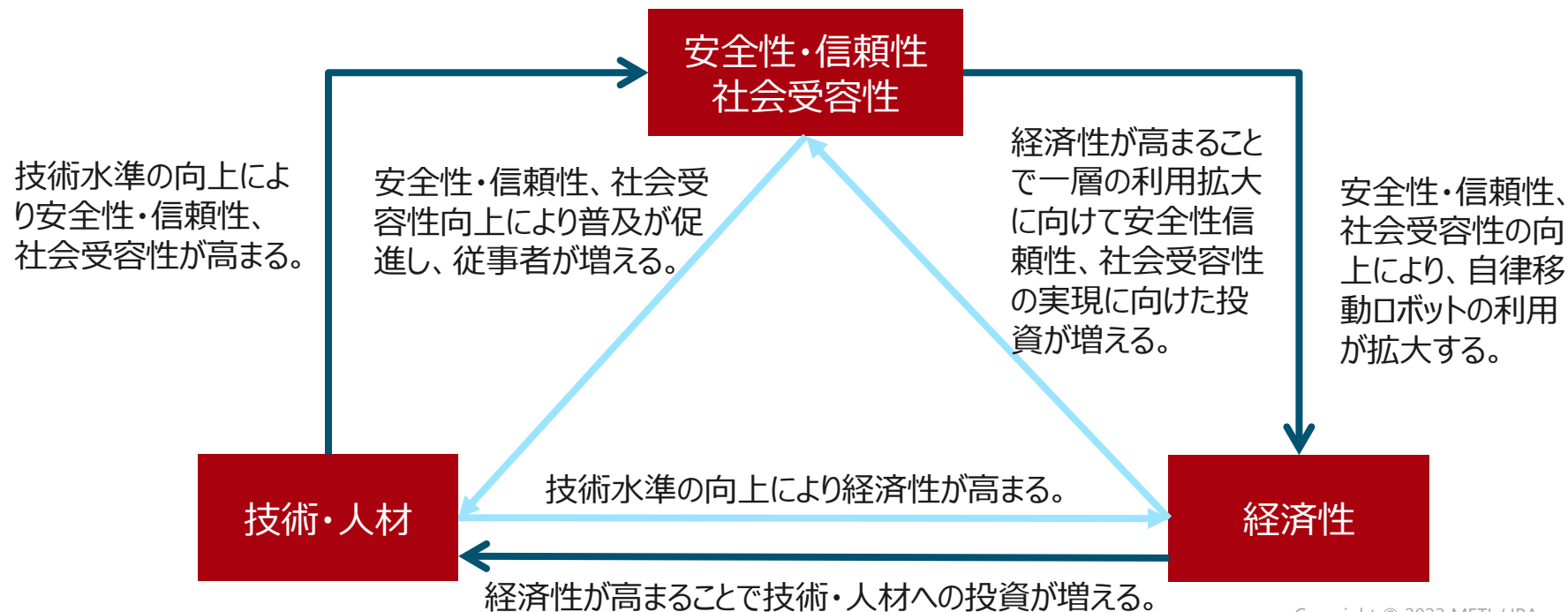


# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン		
3	アーキテクチャ	3.1	要求事項
4	検討体制及びプロセス	3.2	アーキテクチャ
		3.3	社会実装に向けた施策
		3.4	ロードマップ
		3.5	課題一覧

## 要求事項の概観

多様な自律移動ロボットを分野横断・多用途で活用することで、**安全性・信頼性、社会受容性、経済性、技術・人材**を相乗的に高める**ポジティブループ**を回していくことが重要。この際、**ユースケースの検討を通じて大きな経済性を確保できる可能性を高めることで、ポジティブループが回り始めていく**と考えられる。



# 安全性・信頼性に関する懸念・課題

## ステークホルダーの懸念

- 運用・管理ルールについて、**審査を受けている間にも技術は進歩**するため、スピーディーな事業展開の足枷となるおそれ。(エネルギー事業者)
- **ルール・認証の遅れが産業発展のボトルネック**となるおそれ。(商社)
- ルールの内容次第では**参入意欲の低下**に繋がるおそれ。(ドローン事業者)

- 多様なモビリティが高密度に運行されるようになると、区域分離が難しくなる。**ダイナミックに交通管理**することが重要。(研究開発機関)
- 厳格な運用ルールが必要な一方で、**柔軟さも必要**である。(メーカー)
- 自律させる領域と運航管理する領域の**線引きが困難**。(通信事業者)

- **データの信頼性**をどのように確保するかが重要。(認証事業者)
- ノード間接続時のI/F、認証等の**標準化**が必要。(メーカー)
- ID偽証等、悪意に対する**セキュリティ対策**が必要。(ドローン事業者)
- セーフティマネジメントシステムの**組織的管理**が求められる。(業界団体)

## ユースケース実現に向けた課題

### ルールベースの規律

- イノベーションが早く、ルール設定者と事業者の間で情報の非対称性が広がり、**網羅的に適切な行為規律を設定して認証することが困難**になるおそれ。

### 静的な一律の規律

- 自律移動ロボットが大量・高頻度・高密度に運行する場合には、**第三者と接触するリスクや墜落時に危害を与えるリスク**が高くなるおそれ。
- 他方で、**時間的・空間的に一律に規律すると、自律移動ロボットの活用を阻害**するおそれ。

### システムオブシステムズの信頼性確保が困難

- 多数のシステムが連携する中であって、**信頼できないシステムの存在が全体システムの信頼性を脅かす**おそれ。
- **外部からの攻撃**によりシステム全体の信頼性が脅かされるおそれ。

# 安全性・信頼性に関する要求事項

## ユースケース実現に向けた課題

### ルールベースの規律

- イノベーションが早く、ルール設定者と事業者の間で情報の非対称性が広がり、網羅的に適切な行為規律を設定して認証することが困難になるおそれ。

### 静的な一律の規律

- 自律移動ロボットが大量・高頻度・高密度に運行する場合には、第三者と接触するリスクや墜落時に危害を与えるリスクが高くなるおそれ。
- 他方で、時間的・空間的に一律に規律すると、自律移動ロボットの活用を阻害するおそれ。

### システムオブシステムズの信頼性確保が困難

- 多数のシステムが連携する中において、信頼できないシステムの存在が全体システムの信頼性を脅かすおそれ。
- 外部からの攻撃によりシステム全体の信頼性が脅かされるおそれ。

## ユースケースを実現する要求機能

### ゴールベースの規律

- 運用パフォーマンス（運行時間・距離に応じた事故件数等）を常時モニタリングする機能
- パフォーマンスに応じて対策を講じる機能

### 動的なリスクベースの規律

- 接触・危害のリスクに応じて、時間的にダイナミックに、空間的に細かい粒度でリスクを設定する機能
- 設定したリスクに応じて自律移動ロボットが運行する機能
- 設定したリスクに応じて継続的にルールを改善する機能

### システムオブシステムズの信頼性を確保

- サブシステム毎に、その機能性、安全性、セキュリティを自動認証する機能
- サブシステム同士が相互認証する機能
- 技術・システムの悪用、データの流出を防止するなど経済安全保障を確保する機能

# 社会受容性に関する懸念・課題

## ステークホルダーの懸念

- 地域の住民・企業等と協調して事業を進めるべきではないか（自治体）
- プライバシーに配慮した個人情報の取扱い等の社会受容性に関する領域は協調すべきではないか。（自治体・事業者）

- 不安全事故に関する、原因・対策・データの共有が必要ではないか。（航空事業者・保険事業者）
- 事故データ等の収集方法や管理など基本的な体制がまだ整備されていない。（建設事業者）
- 事故データやヒヤリハットなどのデータ蓄積が必要。（保険事業者）

- 過失割合の整理や円滑な示談交渉等の被害者救済に必要な要素について検討すべきではないか。（保険事業者）
- 公共空間での安全確保や事故発生時のステークホルダー間の責任分担について整理が必要ではないか。（研究機関・認証機関・ロボット事業者）

## ユースケース実現に向けた課題

### 外部環境に悪影響を与える運行

- 環境被害（騒音、景観悪化等）やプライバシー侵害への懸念から周辺住民の理解が得られないおそれ。
- 周辺住民が不安や被害に関する相談ができずに不審を抱くおそれ。

### 安全性・信頼性に対する不安

- 安全に関わる様々な情報が十分に共有されず、安全性・信頼性の向上に繋がられないおそれ。
- 自律移動ロボットが大量・高頻度・高密度で運行することにより、事故等の発生に対して、周辺住民が不安を抱くおそれ。

### 事故時の対応に対する不安

- 自律移動ロボットによる事故が発生した際に、迅速かつ必要十分に損害の回復がなされない可能性に対して周辺住民が不安を抱く。
- 安全確保や事故発生時の負担が明確ではないことにより、事業者が参入の障壁と考え、業界への参入が進まないおそれ。

# 社会受容性に関する要求事項

## ユースケース実現に向けた課題

### 外部環境に悪影響を与える運行

- 環境被害（騒音、景観悪化等）やプライバシー侵害への懸念から周辺住民の理解が得られないおそれ。
- 周辺住民が不安や被害に関する相談ができずに不審を抱くおそれ。

### 安全性・信頼性に対する不安

- 安全に関わる様々な情報が十分に共有されず、安全性・信頼性の向上に繋がらないおそれ。
- 自律移動ロボットが大量・高頻度・高密度で運行することにより、事故等の発生に対して、周辺住民が不安を抱くおそれ。

### 事故時の対応に対する不安

- 自律移動ロボットによる事故が発生した際に、迅速かつ必要十分に損害の回復がなされない可能性に対して周辺住民が不安を抱く。
- 安全確保や事故発生時の負担が明確ではないことにより、事業者が参入の障壁と考え、業界への参入が進まないおそれ。

## ユースケースを実現する要求機能

### 外部環境に配慮した運行

- 運行に対して責任を持つ主体を具体化・明示する機能
- 同主体が周辺住民、自治体などマルチステークホルダーとの対話を通じて、周辺住民の理解を得たエリア・時間で運行する機能

### 安全性・信頼性に関するアカウントビリティ

- 運行場所・運行者や事故情報・ヒヤリハット情報を含む運行に関する情報を共有する機能
- リスクマネジメントに関する判断基準・取組事項・パフォーマンスを共有する機能
- ステークホルダーとの対話も踏まえて、取組・パフォーマンスを改善する機能

### 事故時の迅速かつ必要十分な対応

- 事故時の責任関係や対応を明らかにする機能
- 事故時の責任を迅速かつ着実に履行する機能

# 経済性に関する懸念・課題

## ステークホルダーの懸念

- 全体最適を意識してシステム設計すべきではないか。(航空事業者)
- 異なるシステムが接続された際のリスクを回避するために結果として**ベンダーロックイン**されてしまうといった課題がある(ロボット事業者)
- オープンとクローズの部分を明確に分け、コアをクローズとして各事業者が勝負できるようにするといった仕組みとすべきではないか(保証機関)

- マルチドメイン、マルチパーパス、社会インフラ(地図、駐機場等)のシェア等の**コスト負担シェアの仕組みはマスト**と感じる。(鉄道事業者・保険事業者・メーカー)
- **コスト見合いが最大の課題**。(小売事業者・ロボット事業者・行政機関)
- 多様なサービスとユーザーを繋ぐ**仕組み**が必要ではないか。(自治体)

- モビリティ、運行管理システム、インフラは**各社個別に取り組むと、市場での普及に時間を要する**。(保証機関・地理情報事業者・電力事業者)
- 飛行に必要なデータの収集には膨大なコストがかかる。**技術支援、補助、共通基盤があると助かる**。(エネルギー事業者)

## ユースケース実現に向けた課題

### 個別のシステム毎の個別最適化

- 自律移動ロボットや業務システムが個別のユースケースに特化して独立しており、連携が難しいため、**市場ニーズに応じたサービスを迅速かつ安価に提供ができない**おそれ。
- 協調領域の設定や標準化が進まないことで、**相互運用性が低下し、業界活性化の妨げとなる**おそれ。

### 利用しにくいロボット

- ユースケースの高度化に伴い、自律移動ロボットを**所有・運用するコストが高くなり、その利用が進まず**、加えて、**サービスの種類・品質・使い勝手**が低迷するおそれ。
- 利用者と事業者の**最適なマッチングが達成できない**おそれ。
- **UI/UXが分かりにくい**ためにユーザーが**定着・増加しない**おそれ。

### 低い投資効率

- 需要の見通しが立たない中で、IoTインフラやデータ・システム等の整備に**回収リスクの高い長期・多額の投資が必要**となるため、その整備が進まないおそれ。

# 経済性に関する要求事項

## ユースケース実現に向けた課題

### 個別のシステム毎の個別最適化

- 自律移動ロボットや業務システムが個別のユースケースに特化して独立しており、連携が難しいため、市場ニーズに応じたサービスを迅速かつ安価に提供ができないおそれ。
- 協調領域の設定や標準化が進まないことで、相互運用性が低下し、業界活性化の妨げとなるおそれ。

### 利用しにくいロボット

- ユースケースの高度化に伴い、自律移動ロボットを所有・運用するコストが高くなり、その利用が進まず、加えて、サービスの種類・品質・使い勝手が低迷するおそれ。
- 利用者と事業者の最適なマッチングが達成できないおそれ。

### 低い投資効率

- 需要の見通しが立たない中で、IoTインフラやデータ・システム等の整備に回収リスクの高い長期・多額の投資が必要となるため、その整備が進まないおそれ。

## ユースケースを実現する要求機能

### システムオブシステムズでの全体最適化

- 異なる事業者が所有・運用する自律移動ロボットや業務システム同士を連携して利用できるようにする機能

### 利用しやすい“Robot as a Service”

- 自律移動ロボットの所有・運用者がノウハウ蓄積・規模の経済性の向上を図る機能
- 利用者が豊富な種類の中からニーズにマッチした品質のサービスを使い勝手よく安価に利用できるようにする機能

### 高い投資効率

- 大口の利用者が中期的な利用・整備を計画して公表・履行する機能
- IoTインフラやデータ・システム等を共用して稼働率・稼働範囲を高める機能



# 技術・人材に関する懸念・課題

## ステークホルダーの懸念

- 自律移動ロボットのインターフェースが標準化されていないため、汎用的なシステムに繋ぐことができていない。(ロボット事業者)
- 現状の規制・枠組み・慣習の刷新のための調整が困難。(交通事業者)
- 法規制で試せなかったり、次の取組に繋がられないことがある。サンドボックスのようなものがあると良いのではないか。(交通事業者・自治体)

- 人材育成の遅れが自律移動ロボット活用が進まない原因の1つではないか(ロボット事業者)
- 教育機関にドローン学科がないことが課題ではないか。(ロボット事業者)
- 人材育成や若手の参画に向けた動機付けが必要ではないか。(メーカー)

- 担い手が明確化されないと投資も進まない。(ロボット事業者)
- 規制緩和だけでなく国の集中投資が必要。(メーカー・ロボット事業者)
- ベンチャー育成含めて長期的目線で投資が不足。(ロボット事業者)
- ESG投資やSIB等を活用した民間資金の喚起が必要。(業界団体)

## ユースケース実現に向けた課題

### 新しい技術の導入が困難

- 一度構築したシステムを変更するコストが大きく、新たな技術革新を導入できなくなるおそれ。
- 技術がサイロ化して、全体を俯瞰して新しいアーキテクチャを設計できなくなるおそれ。
- 現状のルールや慣習等が産業の発展を阻害するおそれ。

### 人材不足

- 現状のままでは、ビジネスプロデューサー、エンジニア、マーケターをはじめとして多岐の分野に亘って、質・量ともに人材の不足が継続して、自律移動ロボット活用の足枷になるおそれ。

### 技術・人材への投資不足

- 自律移動ロボットの分野における技術・人材に対する、事業者・国の投資が不足するおそれ。

# 技術・人材に関する要求事項

## ユースケース実現に向けた課題

### 新しい技術の導入が困難

- 一度構築したシステムを変更するコストが大きく、新たな技術革新を導入できなくなるおそれ。
- 技術がサイロ化して、全体を俯瞰して新しいアーキテクチャを設計できなくなるおそれ。
- 現状のルールや慣習等が産業の発展を阻害するおそれ。

### 人材不足

- 現状のままでは、ビジネスプロデューサー、エンジニア、マーケターをはじめとして多岐の分野に亘って、質・量ともに人材の不足が継続するおそれ。

### 技術・人材への投資不足

- 自律移動ロボットの分野における技術・人材に対する事業者等の投資が不足するおそれ。

## ユースケースを実現する要求機能

### 新しい技術の導入を促進

- 個別機能のモジュール化やインターフェースにおけるデータモデルの標準化等を行うことで、全体のシステムを変更しなくともモジュール単位で新たな技術を導入できるようにする機能
- 常に全体のアーキテクチャを見直す機能

### 人材充実

- 人材要件を具体化する機能
- 経験や意欲を有する人材を獲得する機能
- 企業、自治体、大学、中・高・高専、専門学校等で人材を育成する機能

### 技術・人材への投資の拡充促進

- 自律移動ロボットの分野における技術・人材に対する投資を促す機能

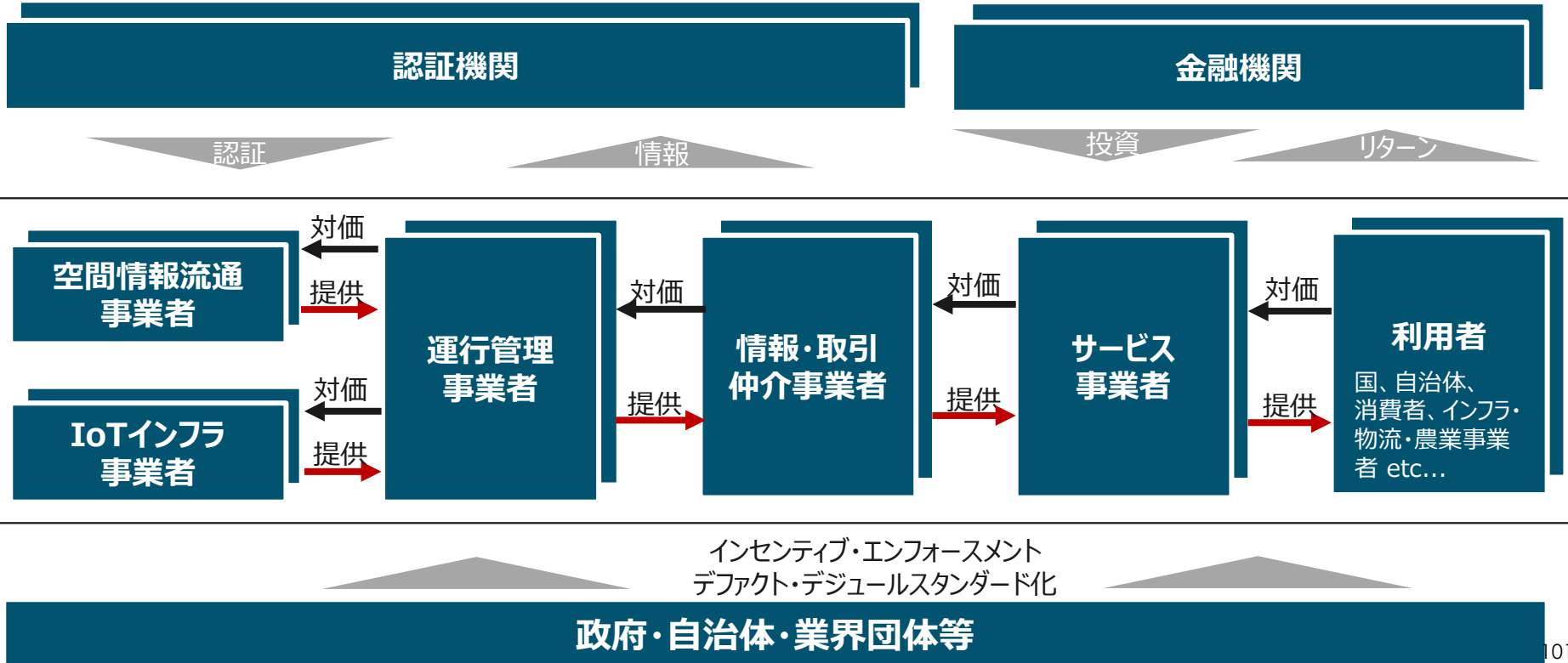
# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン		
3	アーキテクチャ	3.1	要求事項
4	検討体制及びプロセス	3.2	アーキテクチャ
		3.3	社会実装に向けた施策
		3.4	ロードマップ
		3.5	課題一覧



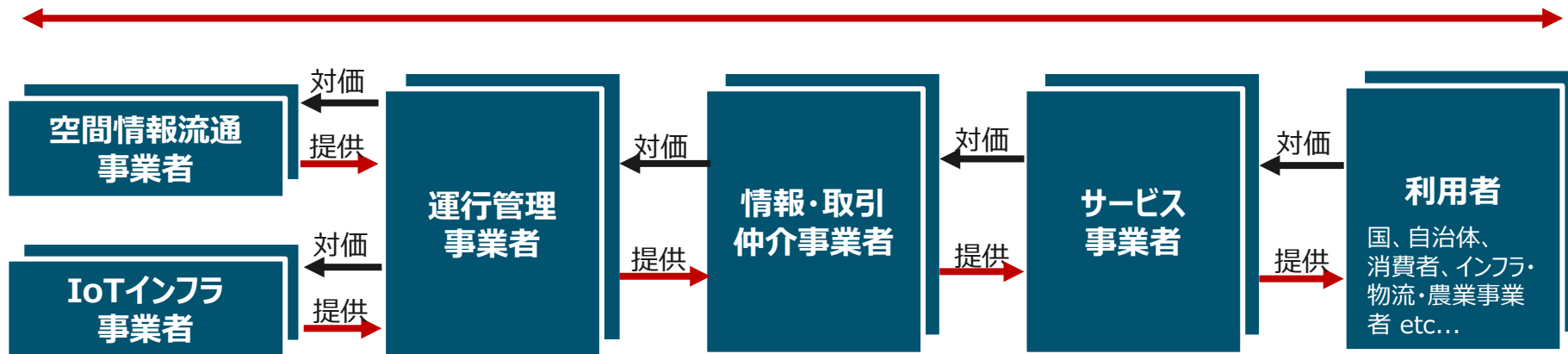
# サービスアーキテクチャのコンセプト

品質、安全性・信頼性、価格に優れておりニーズにマッチした多種多様なサービスが提供・利用されるために、組織・システムの認証、インセンティブ・エンフォースメント、投資の促進、デファクト・デジュールスタンダード化の在り方を具体化していく。



## 高い投資効率

リボンモデルのエコシステム全体での  
規模の経済性やネットワークの経済性



## システム オブ システムズでの全体最適化

全体最適化による安全性・効率性の向上

## 利用しやすい“Robot as a Service”

サービス需要の喚起  
提供者の習熟の経済性や規模の経済性

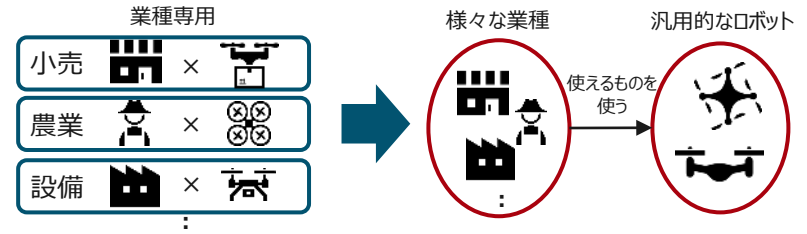
# サービスアーキテクチャの事業経済性（マルチモデル）

高い投資効率

利用しやすい“Robot as a Service”

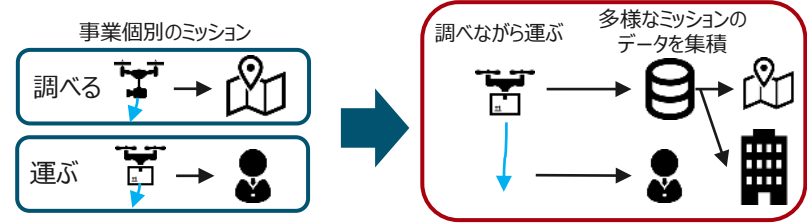
様々な業種やミッションへの対応（範囲の経済性）

マルチドメイン：多業種対応



参考：コンピュータにおける専用システム→共通・汎用化→クラウド化

マルチパーパス：多目的対応

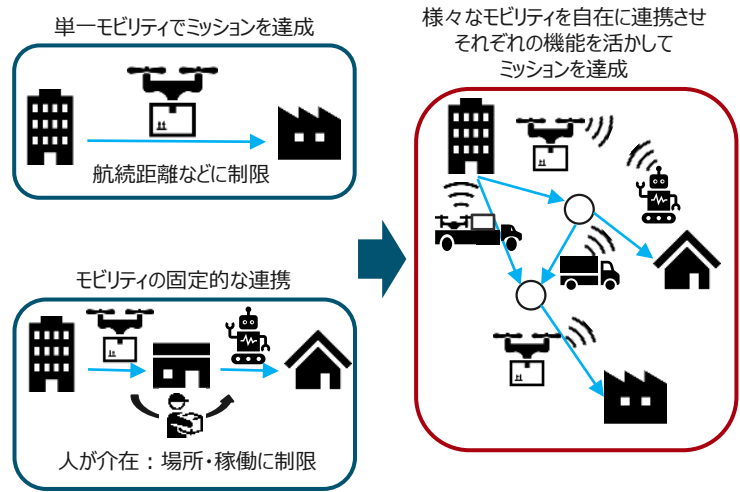


参考：コンピュータにおけるマルチプロセス化、ビッグデータ活用

システム オブ システムズでの全体最適化

多種多様な自律移動ロボットの組み合わせ

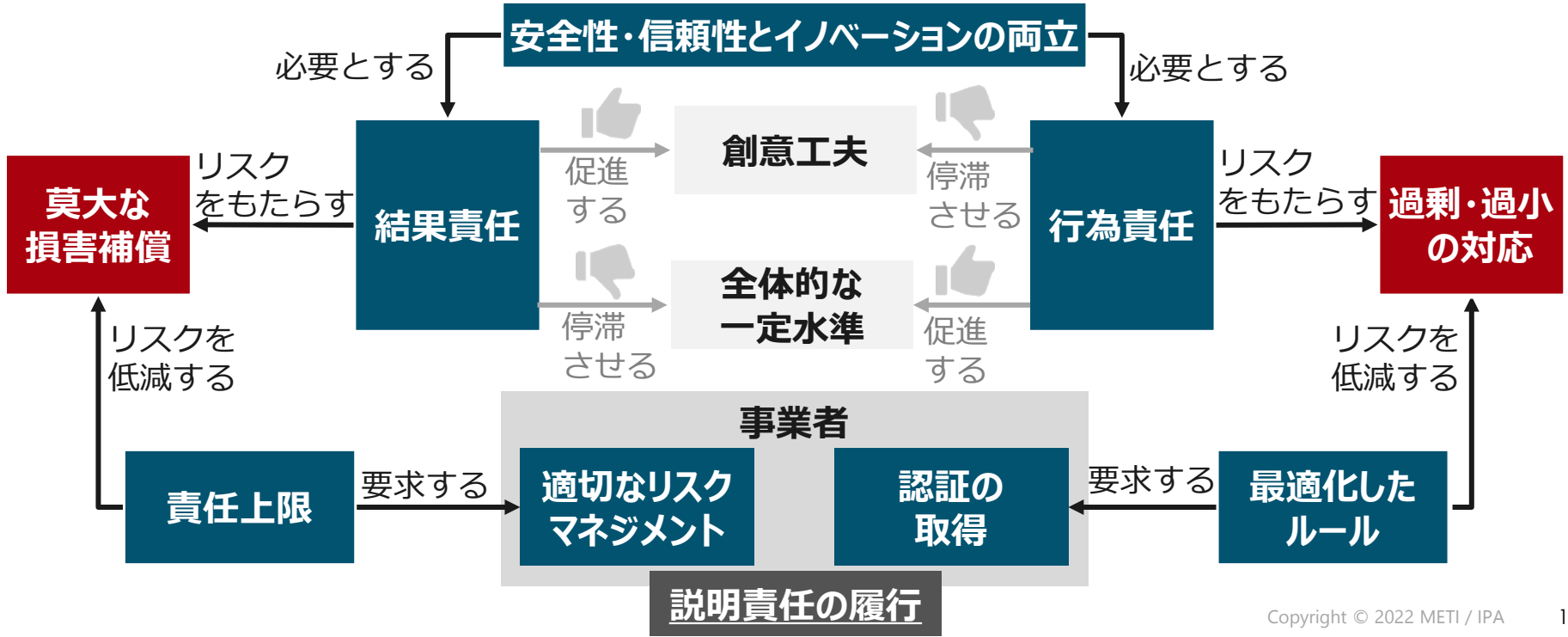
マルチモーダル：様々なモビリティの自在な連携



参考：コンピュータにおけるIoT(Internet of Things)

# ガバナンスアーキテクチャのコンセプト

様々なシステムが相互に連携して、各システムの更新頻度が高くなり、さらにはAIによる判断が増大していく中で、安全性・信頼性を高めながらイノベーションを促すガバナンスを実現するために、多様なステークホルダーで対話しながら、結果責任と行為責任の在り方を具体化していく。



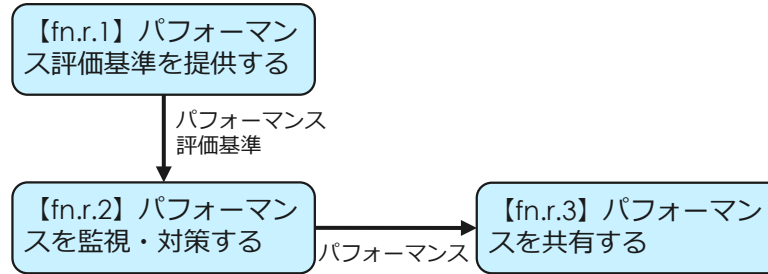


# 安全性・信頼性に関する要求と施策

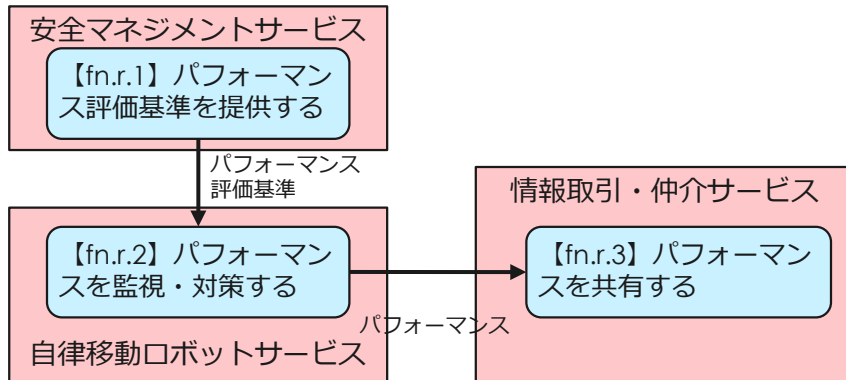
要求分類	要求機能	施策
ゴールベースの規律	● <u>運用パフォーマンス（距離に応じた墜落件数等）を常時モニタリングする機能</u>	1 運用パフォーマンスに基づく安全マネジメント
	● <u>パフォーマンスに応じて対策を講じる機能</u>	
動的なリスクベースの規律	● <u>接触・危害のリスクに応じて、時間的にダイナミックに、空間的に細かい粒度でリスクを設定する機能</u>	2 動的なリスク変化に応じた運行
	● <u>設定したリスクに応じて自律移動ロボットが運行する機能</u>	
	● <u>設定したリスクに応じて継続的にルールを改善する機能</u>	6 安全とイノベーションを両立するアジャイルガバナンス
システムオブシステムズの信頼性を確保	● <u>サブシステム毎に、その機能性、安全性、セキュリティを自動認証する機能</u>	3 サブシステムの急速な変化に対応する自動認証
	● <u>サブシステム同士が相互認証する機能</u>	4 動的な相互認証によるシステムオブシステムズの実現
	● <u>技術・システムの悪用、データの流出を防止するなど経済安全保障を確保する機能</u>	

# 施策1 運用パフォーマンスに基づく安全マネジメント

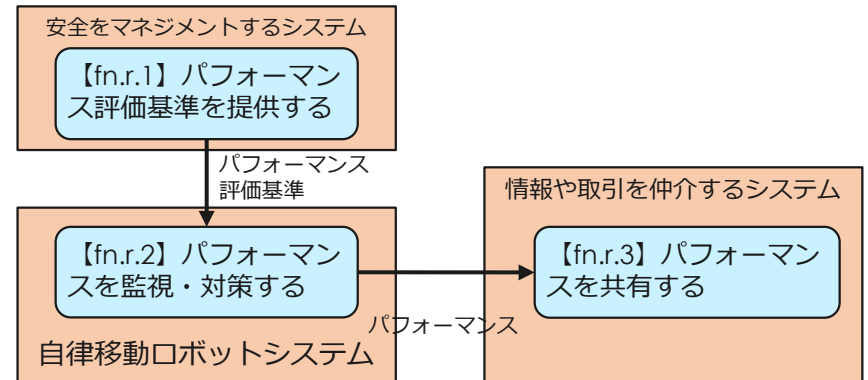
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint

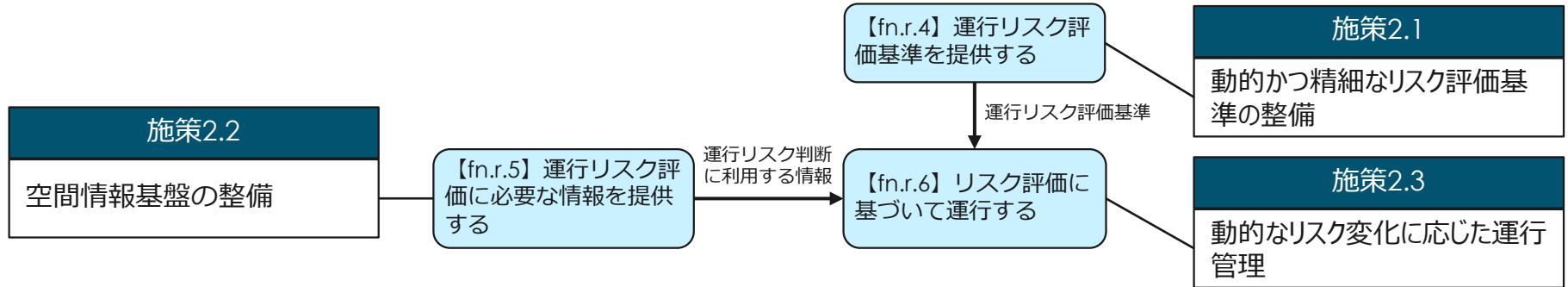


## Resources Viewpoint

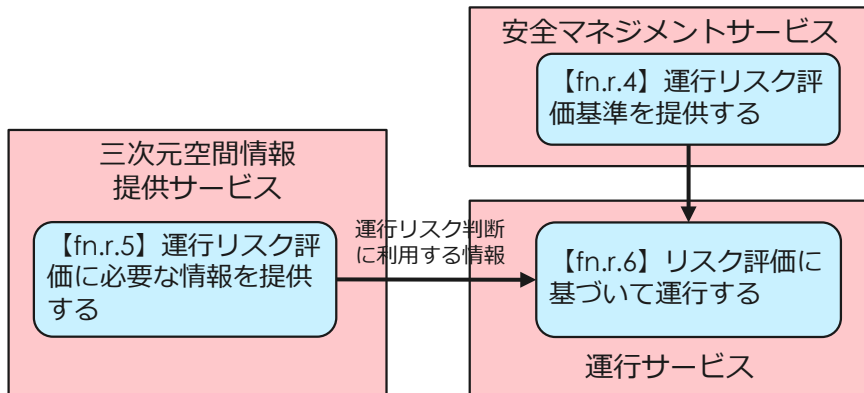


# 施策2 動的なリスク変化に応じた運行

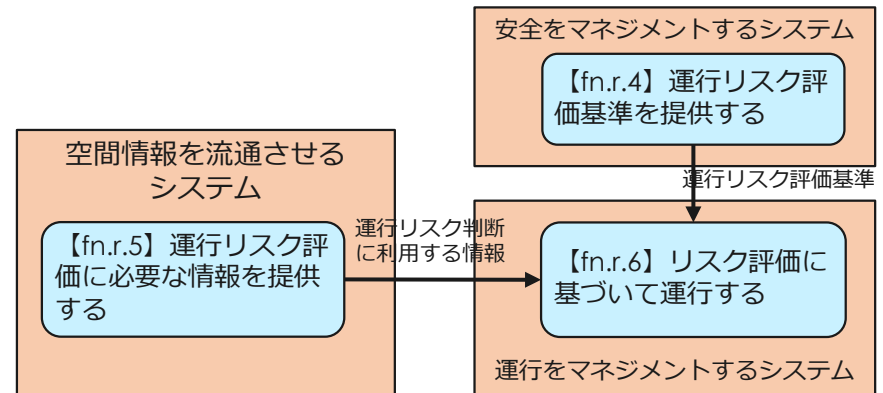
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint

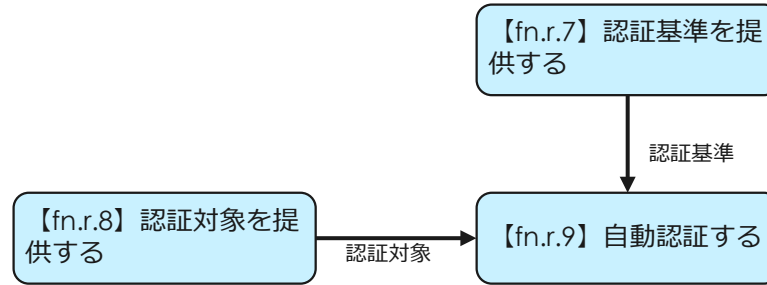


## Resources Viewpoint

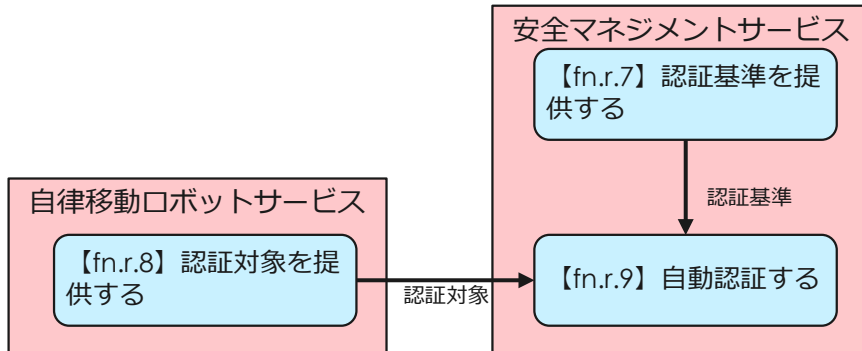


# 施策3 サブシステムの急速な変化に対応する自動認証

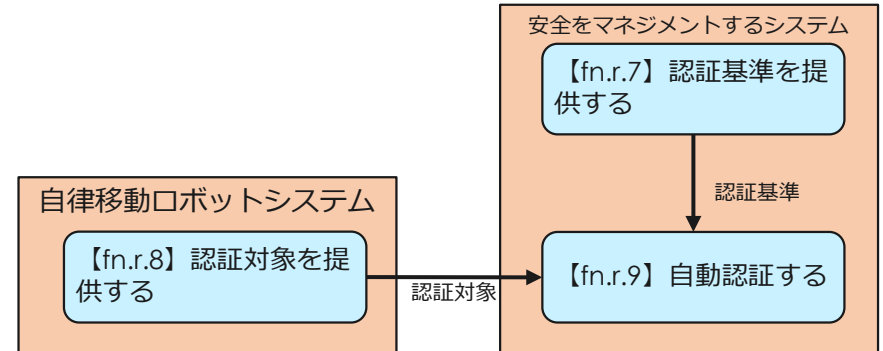
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint

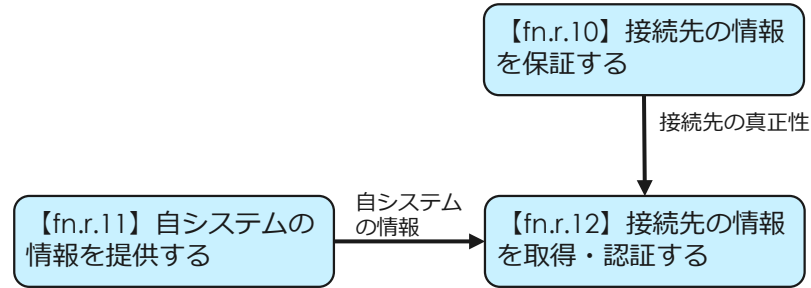


## Resources Viewpoint

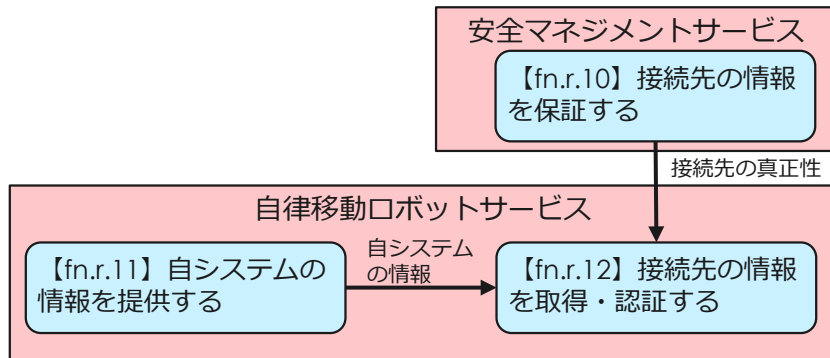


# 施策4 動的な相互認証によるシステムオブシステムズの実現

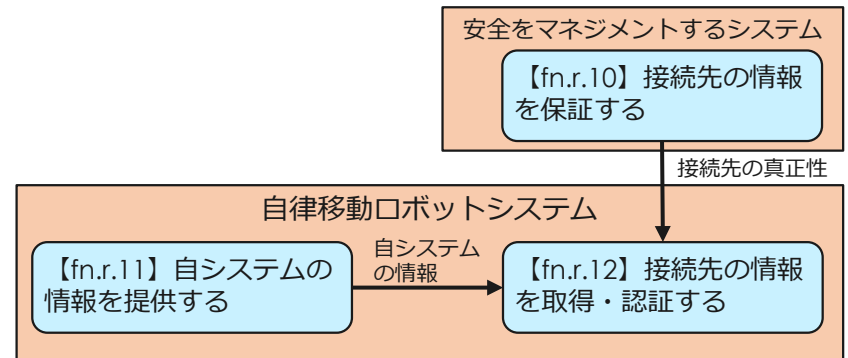
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint



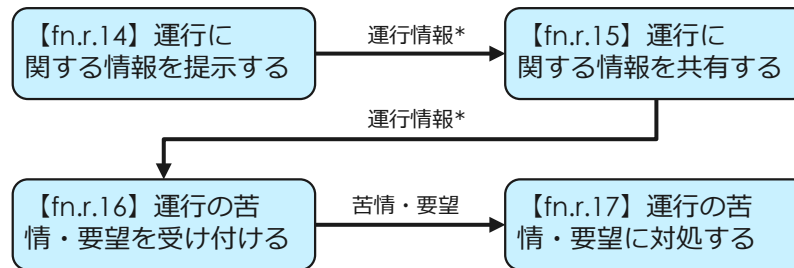
## Resources Viewpoint



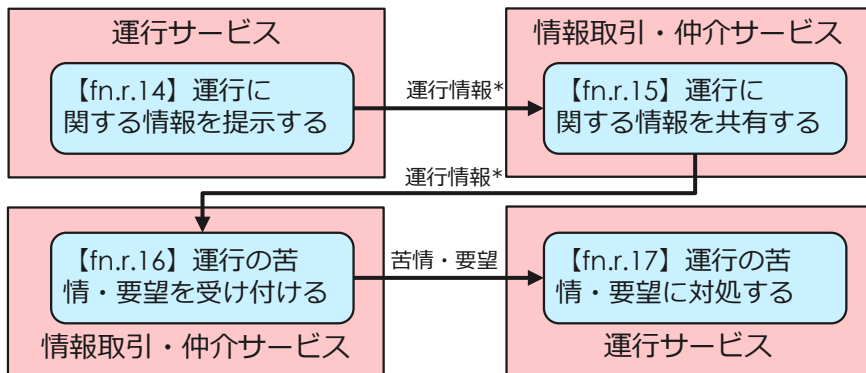
# 社会受容性に関する要求と施策

要求分類	要求機能	施策
外部環境に配慮した 運行	● <u>運行に対して責任を持つ主体を具体化・明示</u> する機能	5 ステークホルダーとの信頼関係構築
	● 同主体が <u>周辺住民、自治体などマルチステークホルダーとの対話を通じて、周辺住民の理解を得たエリア・時間で運行</u> する機能	
	● 運行場所・運行者や事故情報・ヒヤリハット情報を含む <u>運行に関する情報を共有</u> する機能	
	● リスクマネジメントに関する <u>判断基準・取組事項・パフォーマンス</u> を共有する機能	
	● <u>ステークホルダーとの対話</u> も踏まえて、取組・パフォーマンスを改善する機能	
安全性・信頼性に関する アカウントビリティ	● 事故時の <u>責任関係や対応を明らかにする</u> 機能	6 安全とイノベーションを両立する アジャイルガバナンス
	● 事故時の <u>責任を迅速かつ着実に履行</u> する機能	
事故時の迅速かつ 必要十分な対応		

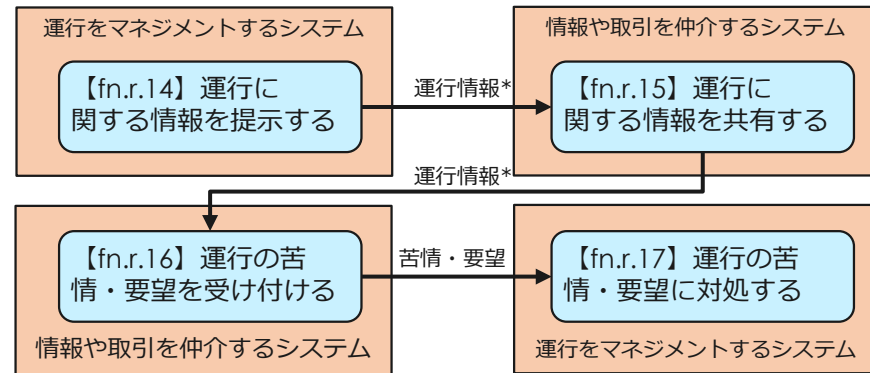
## Operational Viewpoint



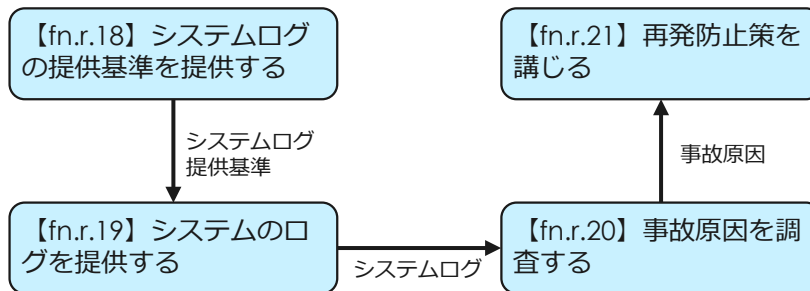
## Service Viewpoint



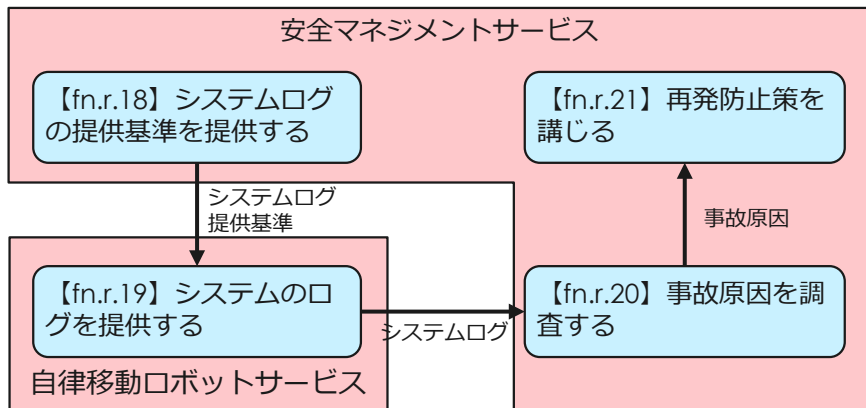
## Resources Viewpoint



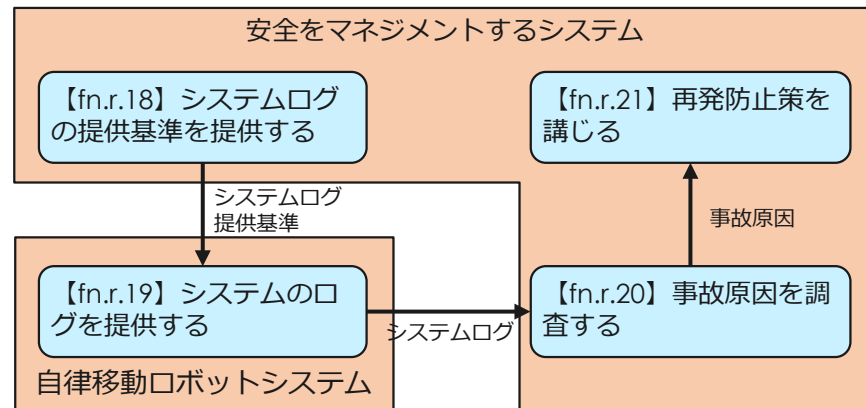
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint



## Resources Viewpoint

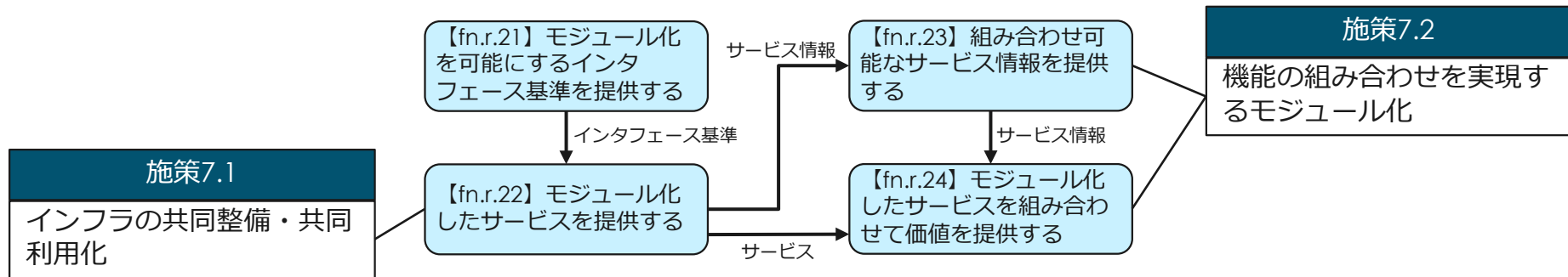




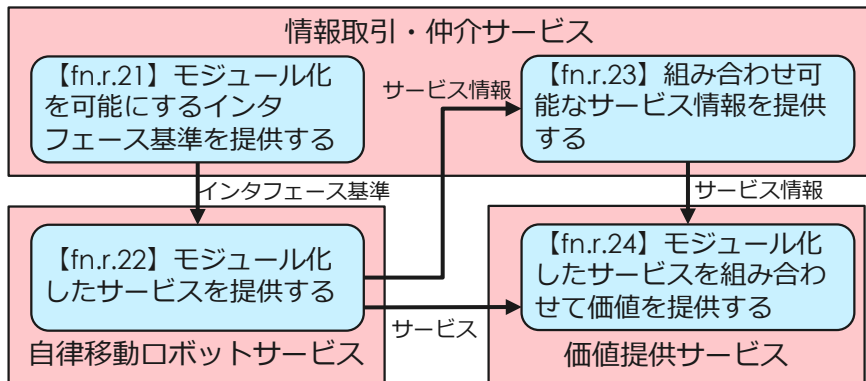
# 経済性に関する要求と施策

要求分類	要求機能	施策
システムオブシステムズでの全体最適化	●異なる事業者が所有・運用する自律移動ロボットや業務システム同士を連携して利用できるようにする機能	4 動的な相互認証によるシステムオブシステムズの実現
	●自律移動ロボットの所有・運用者がノウハウ蓄積・規模の経済性の向上を図る機能	7 Robot as a Serviceの実現
	●利用者が豊富な種類の中からニーズにマッチした品質のサービスを使い勝手よく安価に利用できるようにする機能	
	●大口の利用者が中期的な利用・整備を計画して公表・履行する機能	8 利用・投資を促進するインセンティブ・エンフォースメント
高い投資効率	●IoTインフラやデータ・システム等を共用して稼働率を高める機能	7 Robot as a Serviceの実現

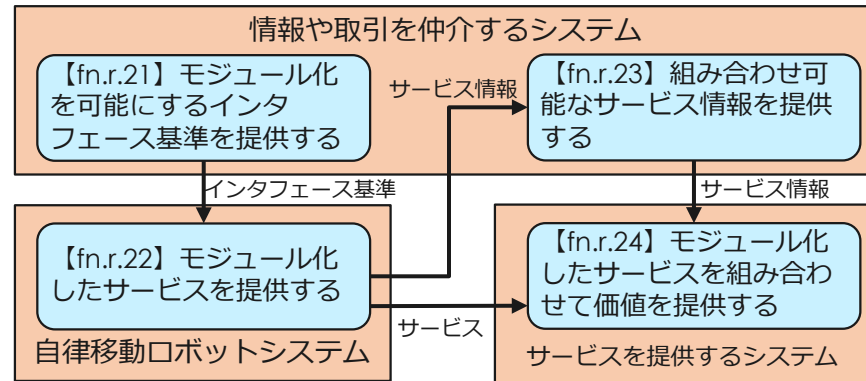
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint

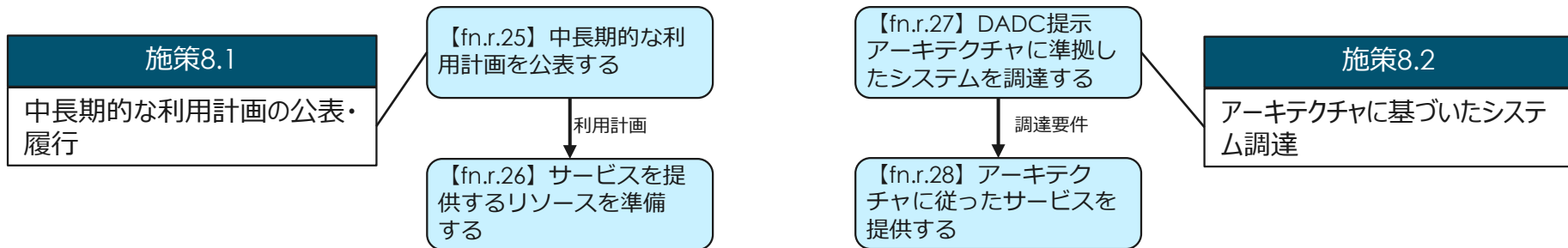


## Resources Viewpoint

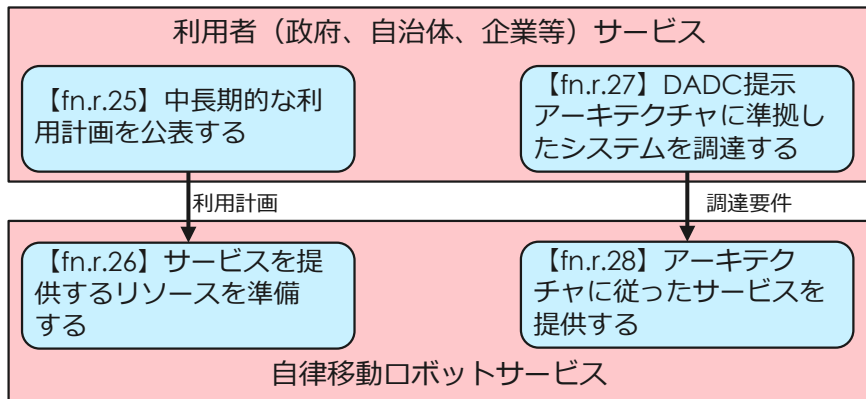


# 施策8 利用・投資を促進するインセンティブ・エンフォースメント

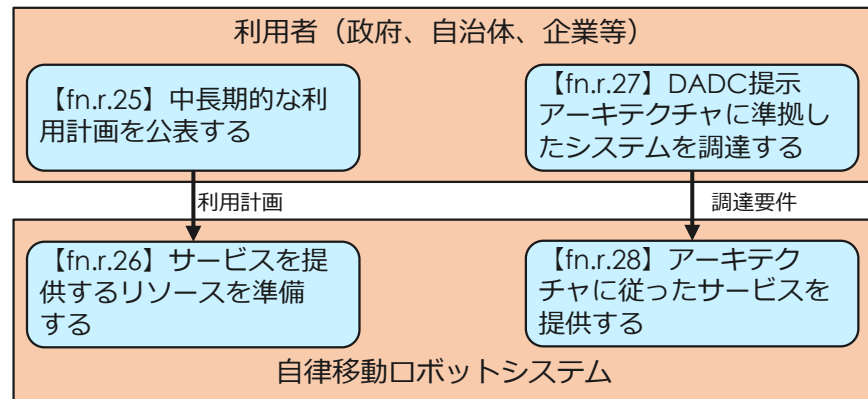
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint



## Resources Viewpoint

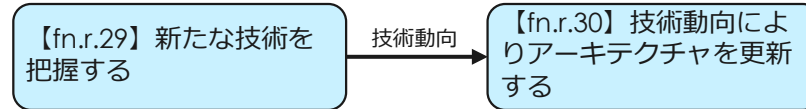


# 技術・人材に関する要求と施策

要求分類	要求機能		施策
新しい技術の導入を促進	● 個別機能のモジュール化やインターフェースにおけるデータモデルの標準化等を行うことで、全体のシステムを変更しなくとも <b>モジュール単位で新たな技術を導入</b> できるようにする機能	7	Robot as a Serviceの実現
	● <b>常に全体のアーキテクチャを見直す</b> 機能	9	アーキテクチャの継続的な更新
人材充実	● <b>人材要件を具体化</b> する機能	10	リーダー・アーキテクト・プロフェッショナルの育成
	● 経験や意欲を有する <b>人材を獲得</b> する機能		
	● 企業、自治体、大学、中・高・高専・専門学校等で <b>人材を育成</b> する機能		
技術・人材への投資の拡充促進	● 自律移動ロボットの分野における <b>技術・人材に対する投資を促す</b> 機能	8	利用・投資を促進するインセンティブ・エンフォースメント

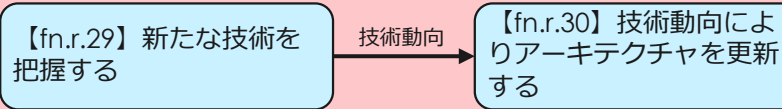
## 施策9 アーキテクチャの継続的な更新

### Operational Viewpoint



### Service Viewpoint

#### アーキテクチャ設計サービス

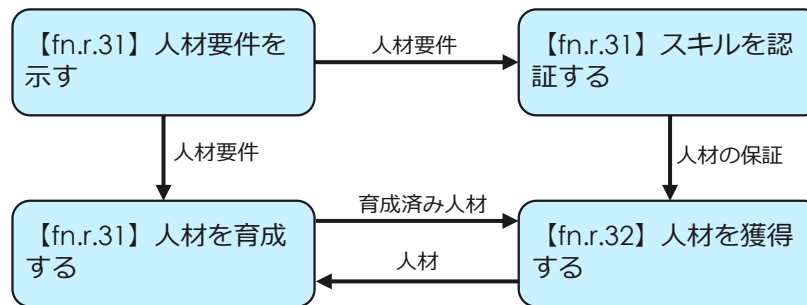


### Resources Viewpoint

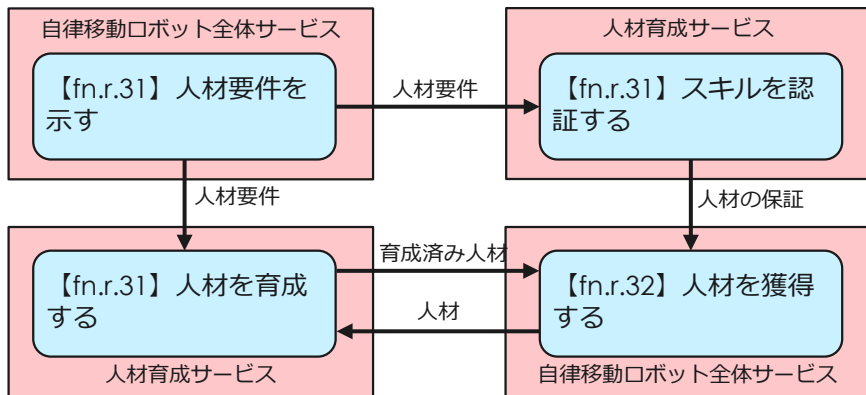
#### アーキテクチャ設計システム



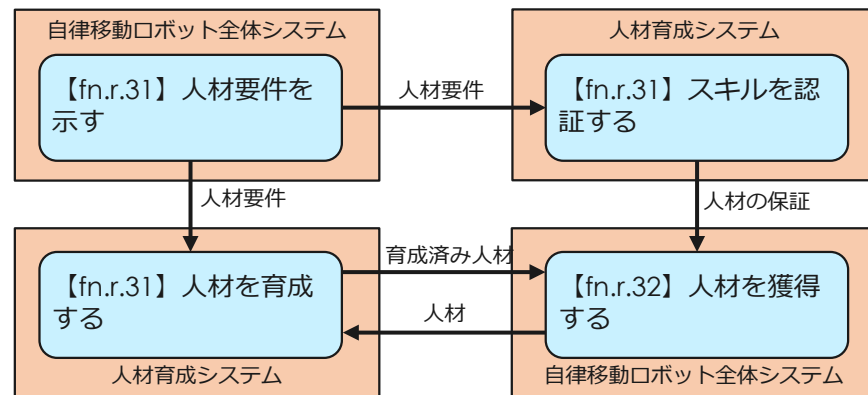
## Operational Viewpoint



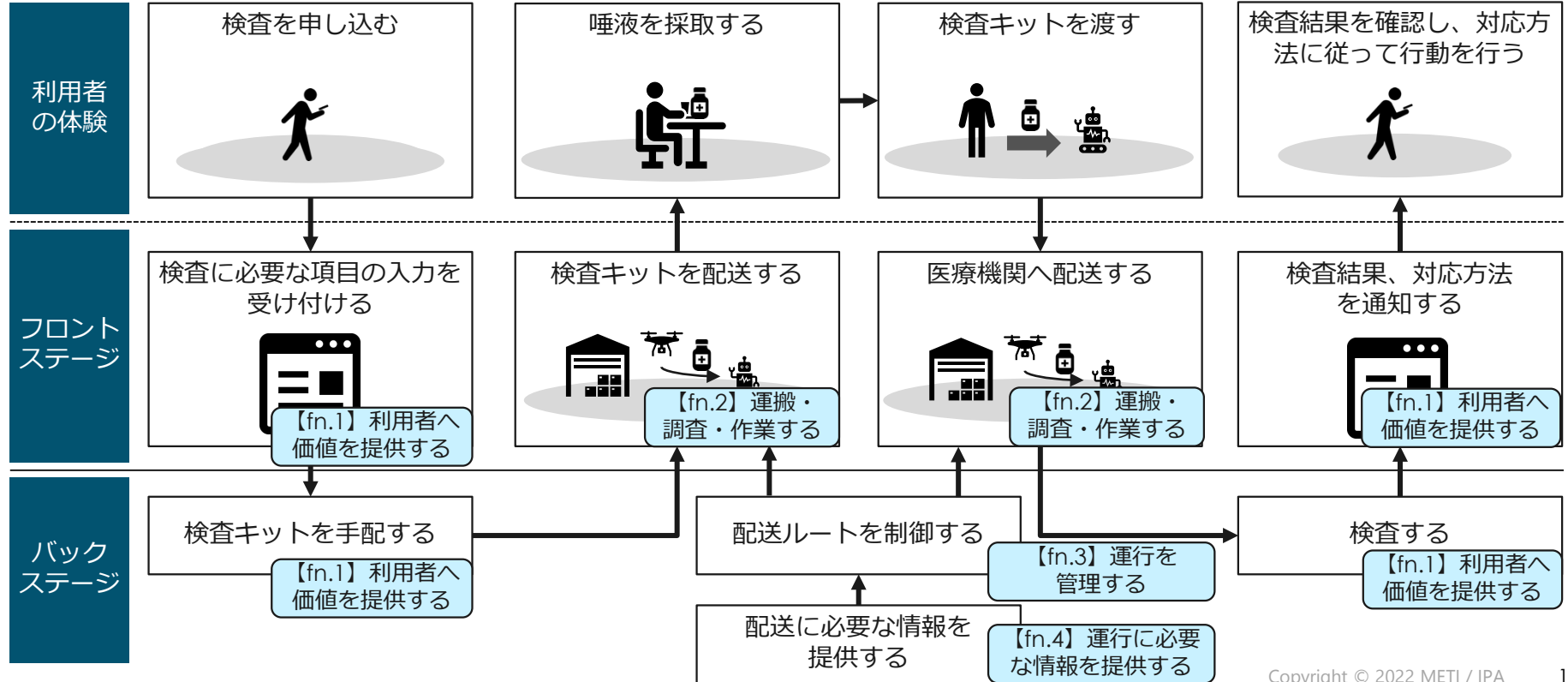
## Service Viewpoint



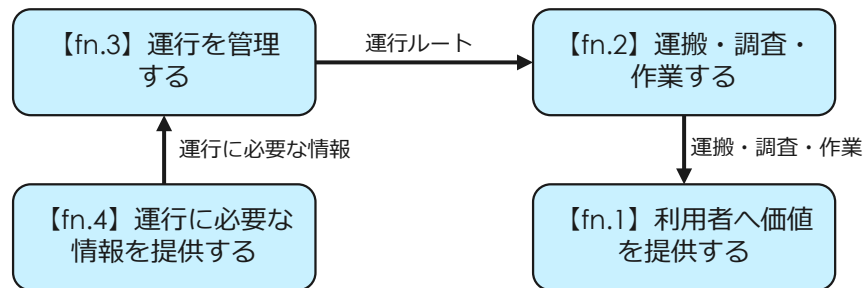
## Resources Viewpoint



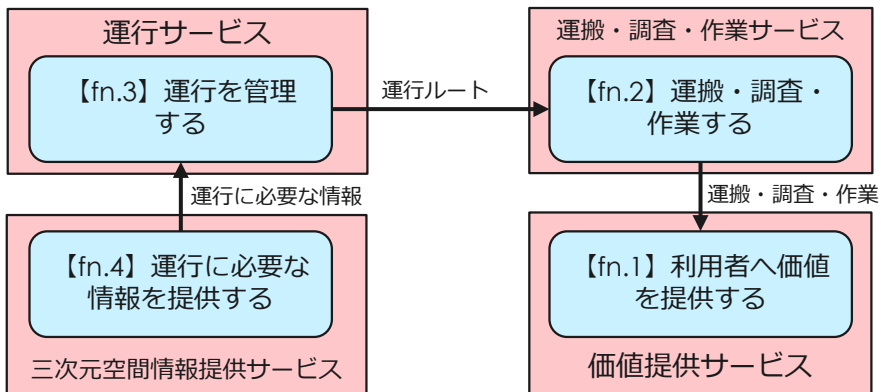
## ユースケース（代表例） 実現に必要な機能



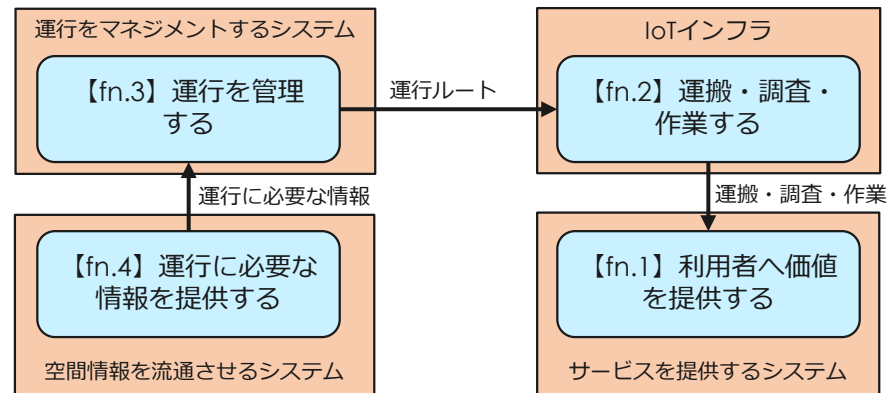
## Operational Viewpoint



## Service Viewpoint

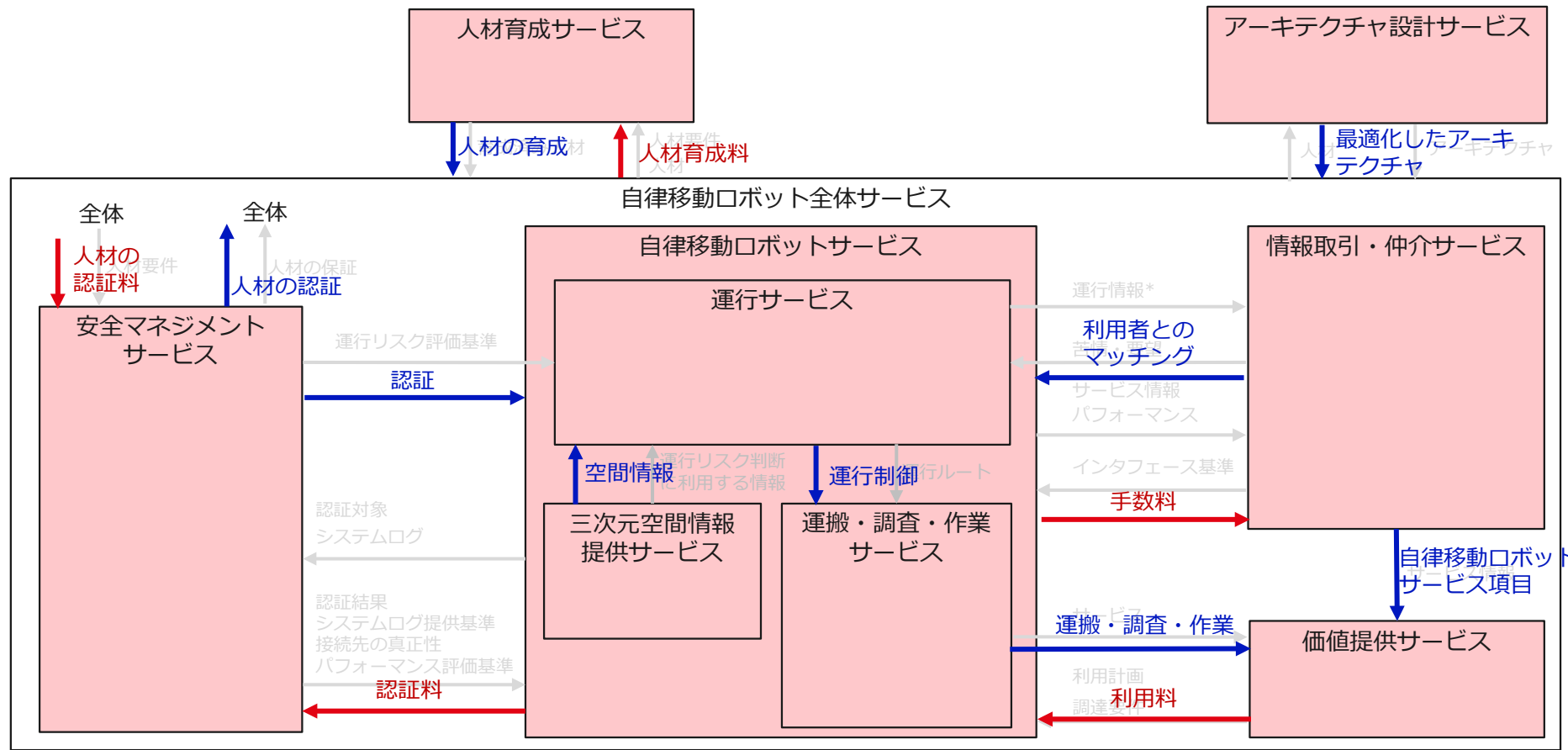


## Resources Viewpoint

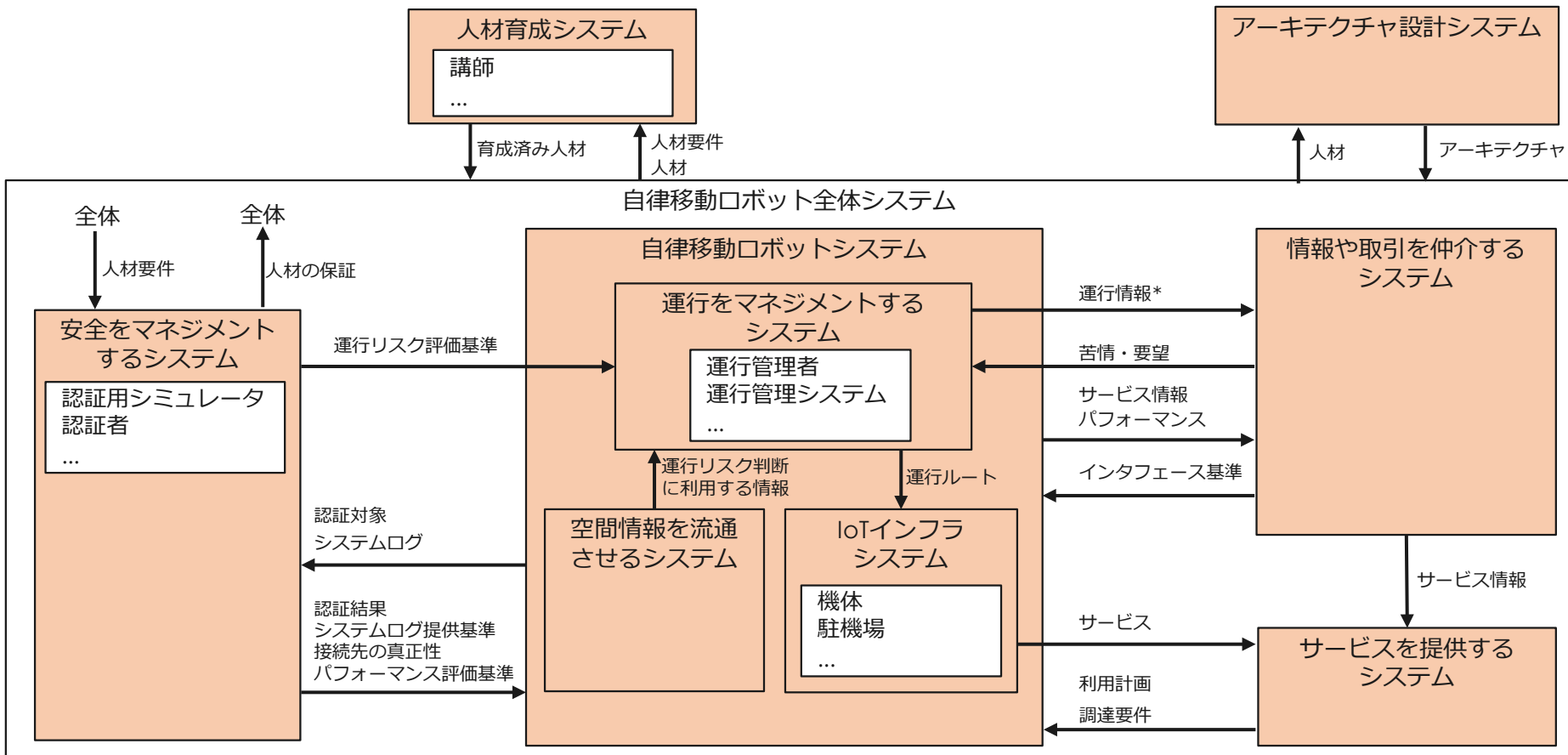




# 価値の流れ (Service Viewpoint)

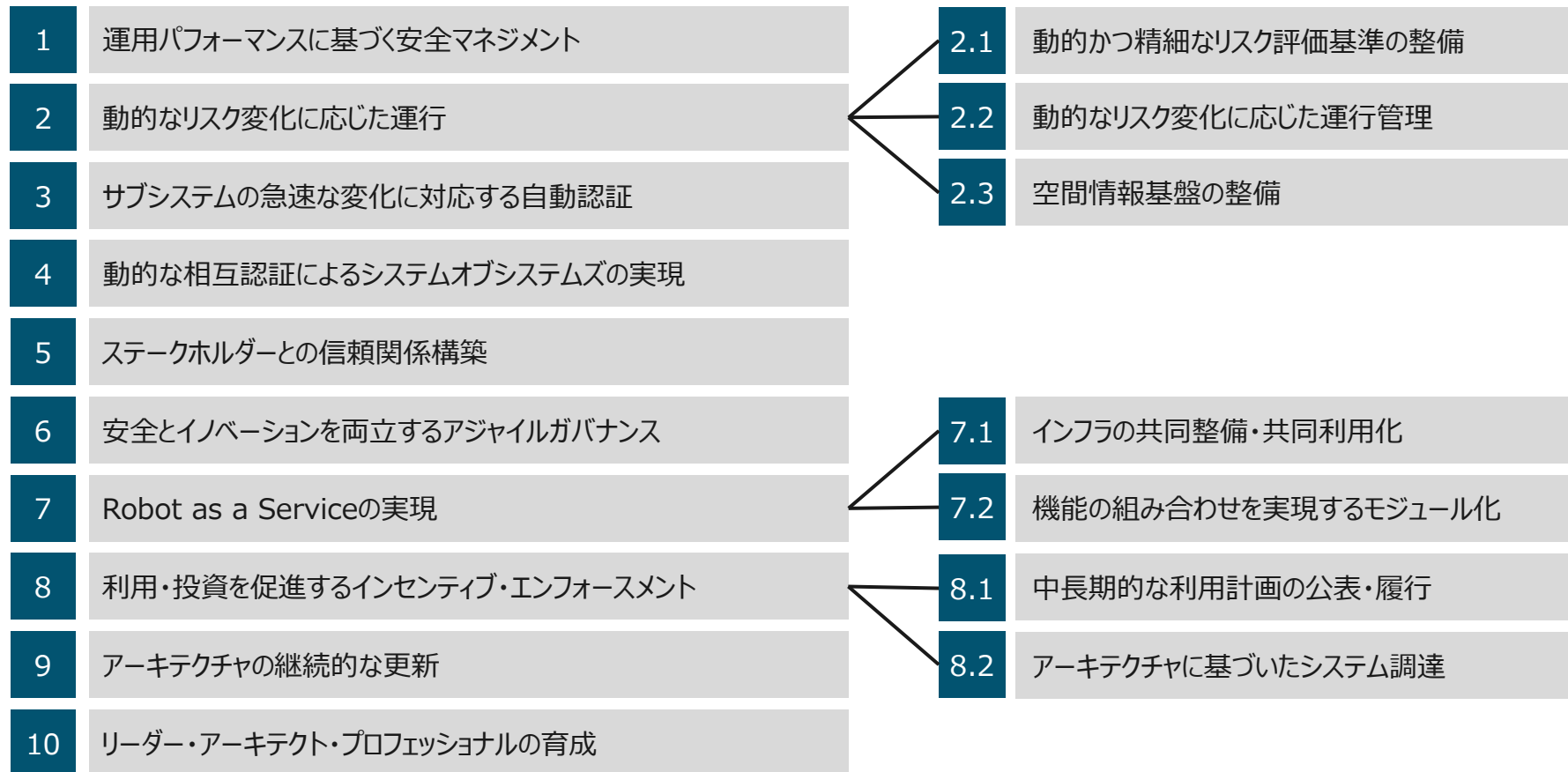


# 要求を実現するシステム (Resources Viewpoint)



# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン		
3	アーキテクチャ	3.1	要求事項
4	検討体制及びプロセス	3.2	アーキテクチャ
		3.3	社会実装に向けた施策
		3.4	ロードマップ
		3.5	課題一覧

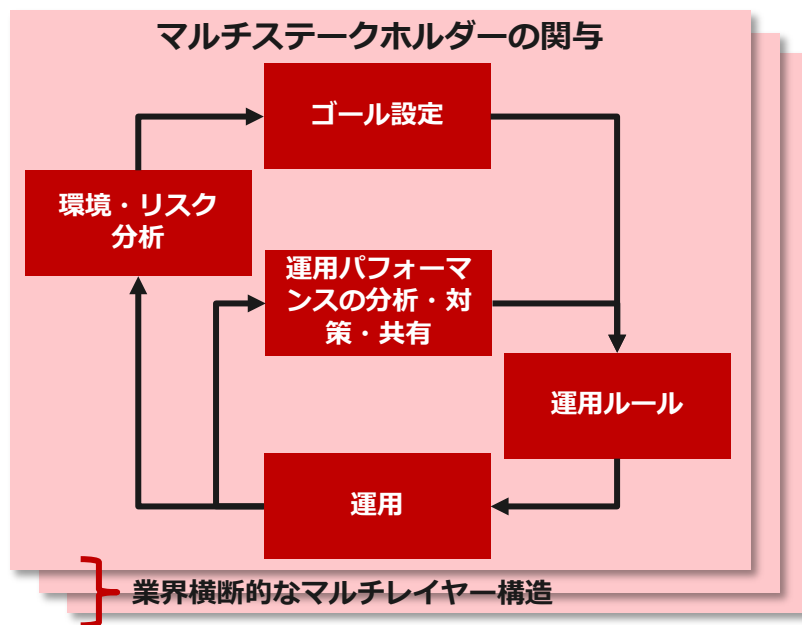


# 運用パフォーマンスに基づく安全マネジメントの概要

1

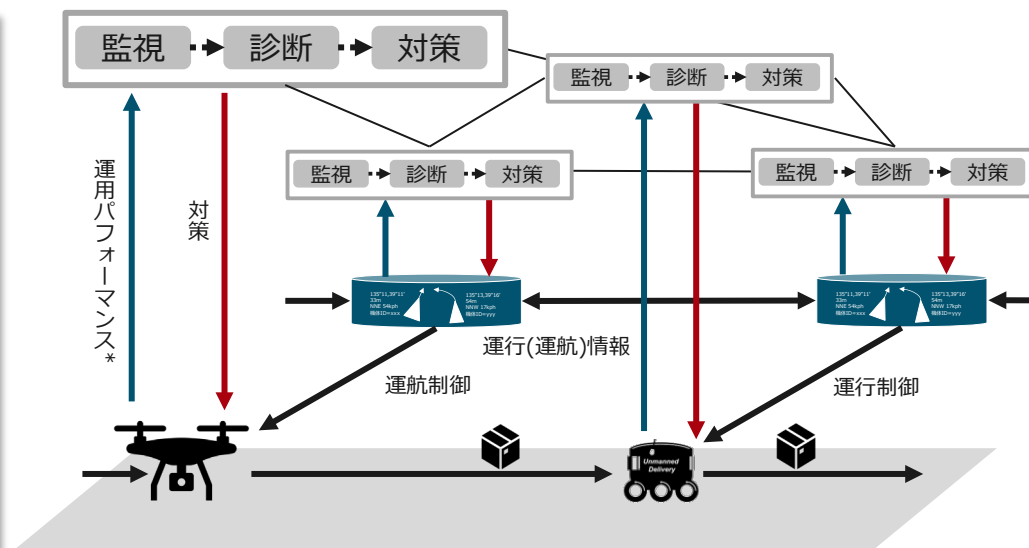
従来の一律で詳細な法規制に基づくガバナンスのみでは、様々なシステムが相互に連携する自律移動ロボットシステムの特徴である「事故の予見が困難」「原因特定が困難」「原因が複数存在」への対応が困難であることから、システム又はシステム全体の運用パフォーマンスを常時モニタリングして、その度合いに応じて対策を講じることを促す仕組みについて、技術開発・標準化・ガイドライン作成を行う必要がある。

## マルチステークホルダによる安全マネジメント



## 常時モニタリング

様々な要素のデータを常時取得・分析し、安全や社会の発展に活用



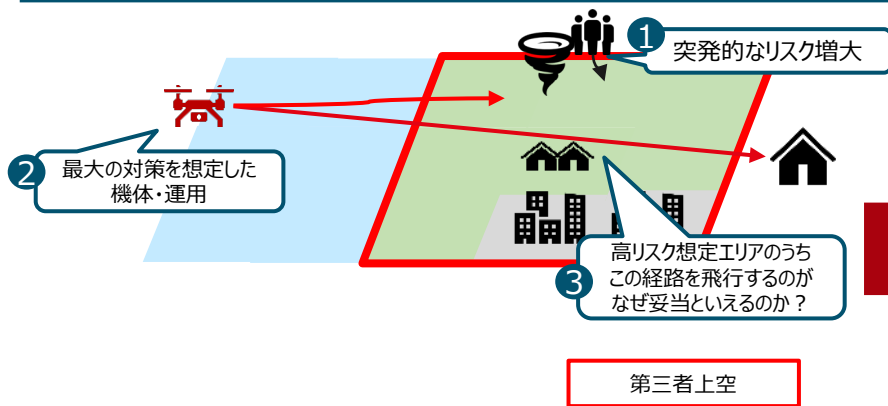
※運用パフォーマンス(KPI)の例：事故率・インシデント率・誤操作率・稼働率等

# 動的なリスク変化に応じた運行の概要

2

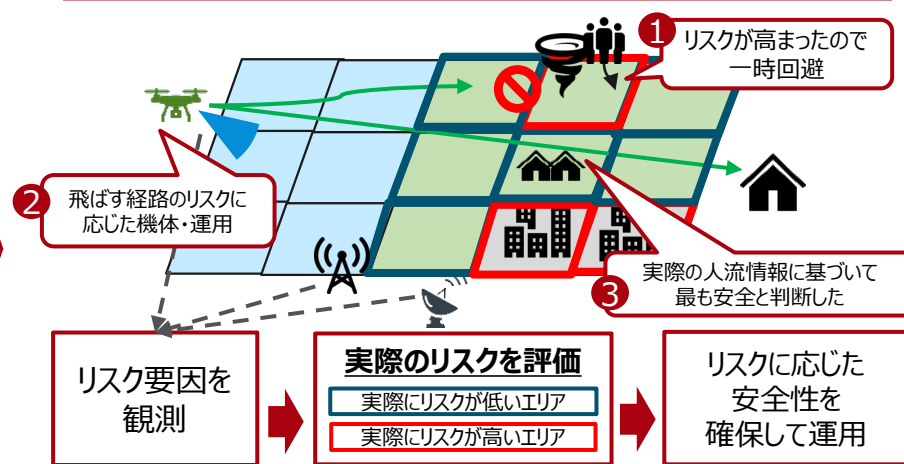
デジタル技術を活用して、システム全体の安全性・信頼性を高めながらイノベーションを促すため、**空中・地上のリスク要因を動的に観測し、デジタル技術を活用して時間的・空間的に精細にリスクを評価した上で、リスクに応じた安全性を確保して運用する仕組みについて、技術開発・標準化・ガイドライン作成**を行う必要がある。

レベル4(カテゴリーIII)の初期運用イメージ



- 1 突発的なリスク増大のおそれ
- 2 常に最大のリスクを想定した機体・運用(操縦者・体制)
- 3 安全対策の合理性を説明しにくく、住民の理解や許可承認等を得る活動が長期化・高コスト化するおそれ

動的で精細なリスク評価に基づく運用イメージ

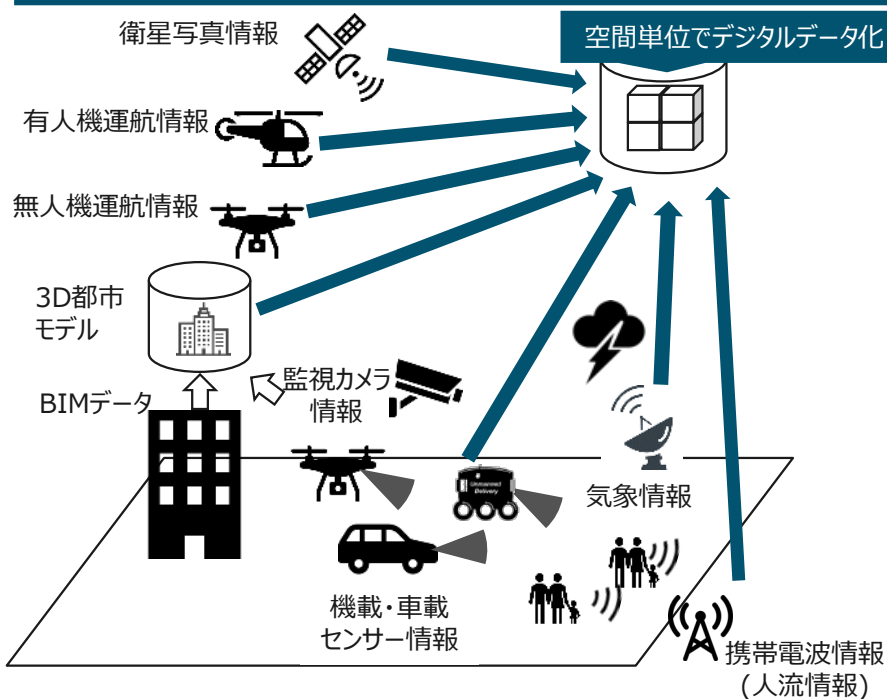


- 1 リスク増大を観測し、適切に運用することで安全性向上
- 2 実際のリスクに対応した機体・運用(操縦者・体制)
- 3 エビデンスに基づく安全対策となるため、合理性を説明しやすくなり、住民や規制当局等と対話しやすくなる(包括許可等)

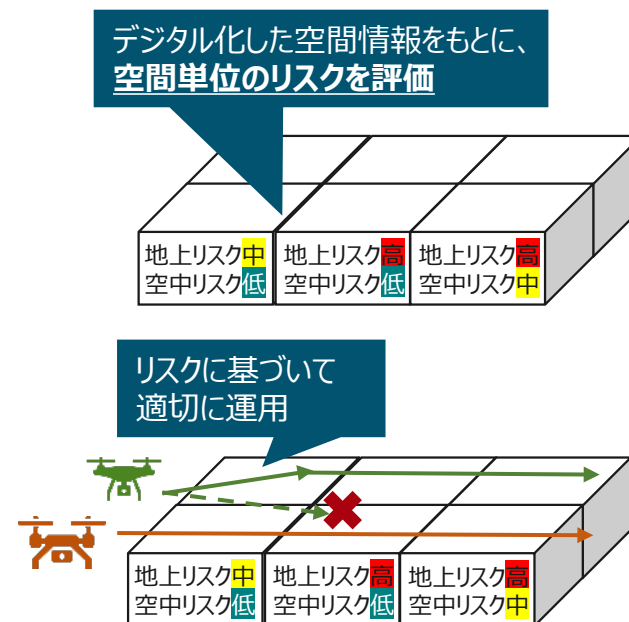
## 動的かつ精細なリスク評価基準の整備の概要 2.1

構造物や気象、電波、モビリティ(有人機・無人機)、地上の人流等の**空間情報を観測し、統合・共有する技術開発**を行い、**移動する空間のリスク評価基準を策定・標準化**した上で、**リスク評価に基づいて運用する技術開発・ガイドライン作成**を行う必要がある。

### 空間情報(リスク要因)の観測



### 空間のリスクの評価・運用



# 動的なリスク変化に応じた運行管理の概要 2.2

リスク評価に基づいた運用を実現するためには、地上リスク・空中リスクを低減するための技術開発も必要である。特に運航管理システムについては、**リスクの変化に応じたスケーラブルな管理の方法について、技術開発・ガイドライン作成**を行う必要がある。

## 地上リスク

- 人の多いエリアなど、地上リスクの高い場所を避ける経路設計
- より小型軽量の機体の利用、低速度での運用
- 機体やシステムの安全技術開発（冗長化、衝撃軽減装置など）
- 運用者、運用組織の技能育成

参考：SORA(特定運航リスクアセスメント)における地上リスク評価

機体サイズ	運動エネルギー	1m	3m	8m	>8m		
立入管理区域（目視内）	<700J	<34kJ	<1084kJ	>1084kJ			
運用エリア	第三者 上空	目視内 (VLOS)	Sparsely populated	1	2	3	4
		目視内 (VLOS)	Populated	4	5	6	8
		目視内 (VLOS)	Gathering of people	7	8	9	10
		目視外 (BVLOS)	Sparsely populated	2	3	4	5
目視外 (BVLOS)	Populated	5	6	7	8		
目視外 (BVLOS)	Gathering of people	8	9	10	11		

第三者進入の可能性が低い  
エリアの選択

小型軽量化・低速運用

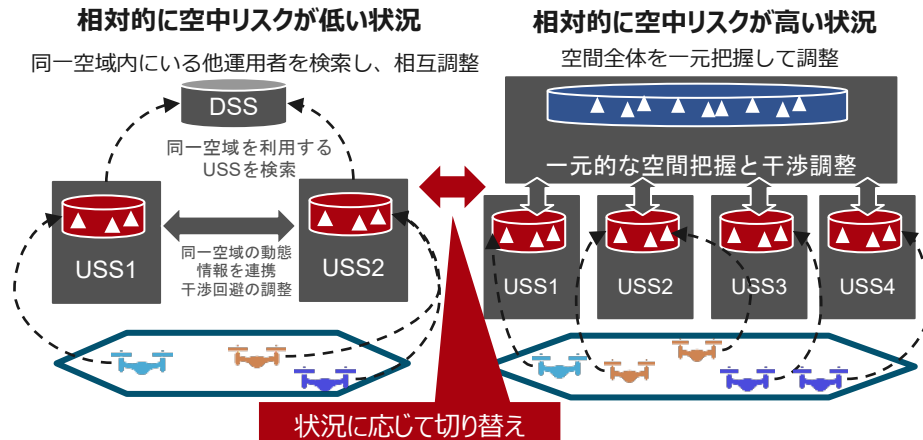
参考：SORAにおける安全運航目標(OSO：Operational Safety Objectives)

番号	カテゴリー
#1~10	無人航空機の技術的問題
#11~13	支援システムの機能低下
#14~20	ヒューマンエラー
#21~24	運航に不利な条件

各目標について、リスク度合いに応じた対応を実施  
(機体・システム・人・組織)

## 空中リスク

- 異常気象、他飛行体、災害現場上空など、空中リスクの発生源に接近しない経路を飛行する経路設計
- 機体の性能強化による検出・回避(DAA\*)性能の向上
- **運航管理システムによる相互調整**（下図）

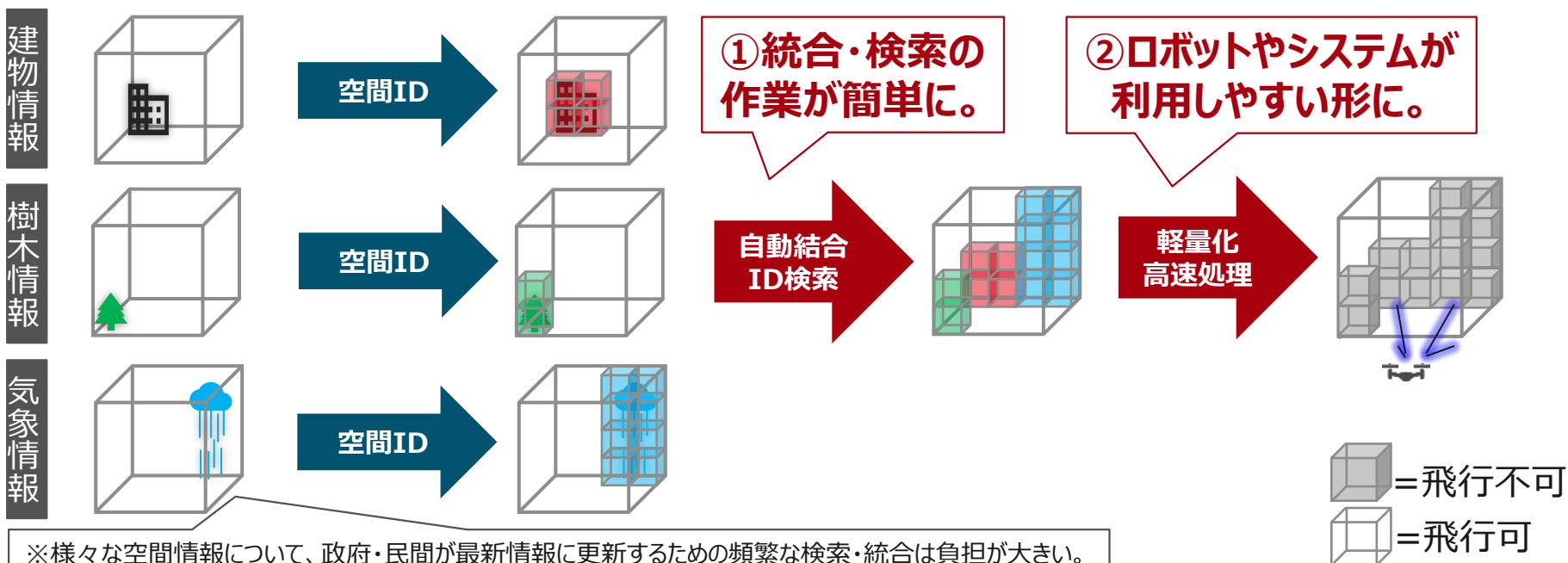


\*DAA: Detect and Avoid(検出と回避)



## 空間情報基盤の整備の概要 2.3

デジタル完結・自動化・全体最適化を実現し、自律移動ロボットの社会実装を進めるため、自律移動ロボット・システムが異なる種類の空間情報を簡易に統合・検索したり、軽量に高速処理できる仕組みとして、異なる基準に基づいた空間情報であっても一意に位置を特定できる3次元空間ID（点ではなく荒い区切りの箱状のグリッドで定義）を検索キー（インデックス）として導入し、**鮮度の高い様々な空間情報（時間情報含む）を高速に自動的に結合できたり、簡単に検索できるようにする技術開発・標準化**を行う必要がある。

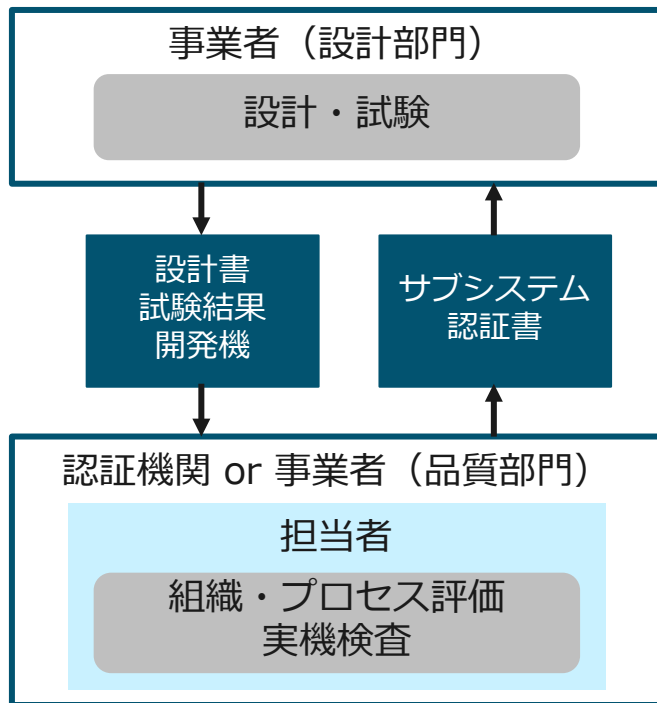


※様々な空間情報について、政府・民間が最新情報に更新するための頻繁な検索・統合は負担が大きい。また、人間が読む前提の空間情報は、情報量が多く、ロボット、システムによる高速処理が難しい。

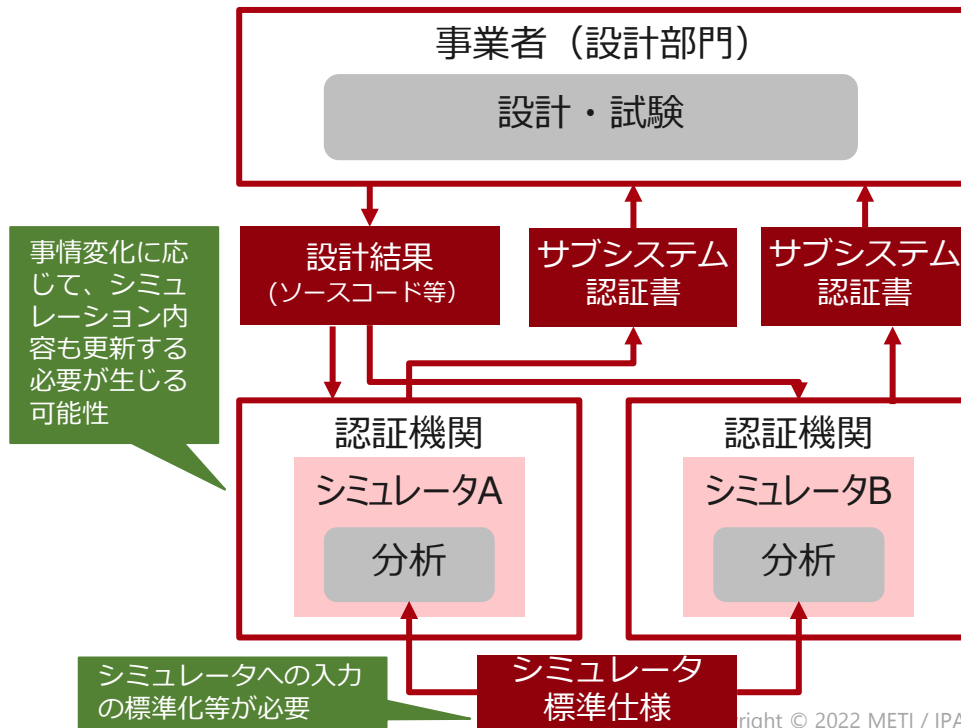
# サブシステムの急速な変化に対応する自動認証の概要 3

様々なシステムが相互に連携して、各システムの更新頻度が高くなり、さらにはAIによる判断が増大していく中で、システム全体の安全性・信頼性を高めながらイノベーションを促すため、シミュレーター等を用いてシステムの認証の自動化を促進する仕組みについて、技術開発・標準化を行う必要がある。

## As-Is : 認証



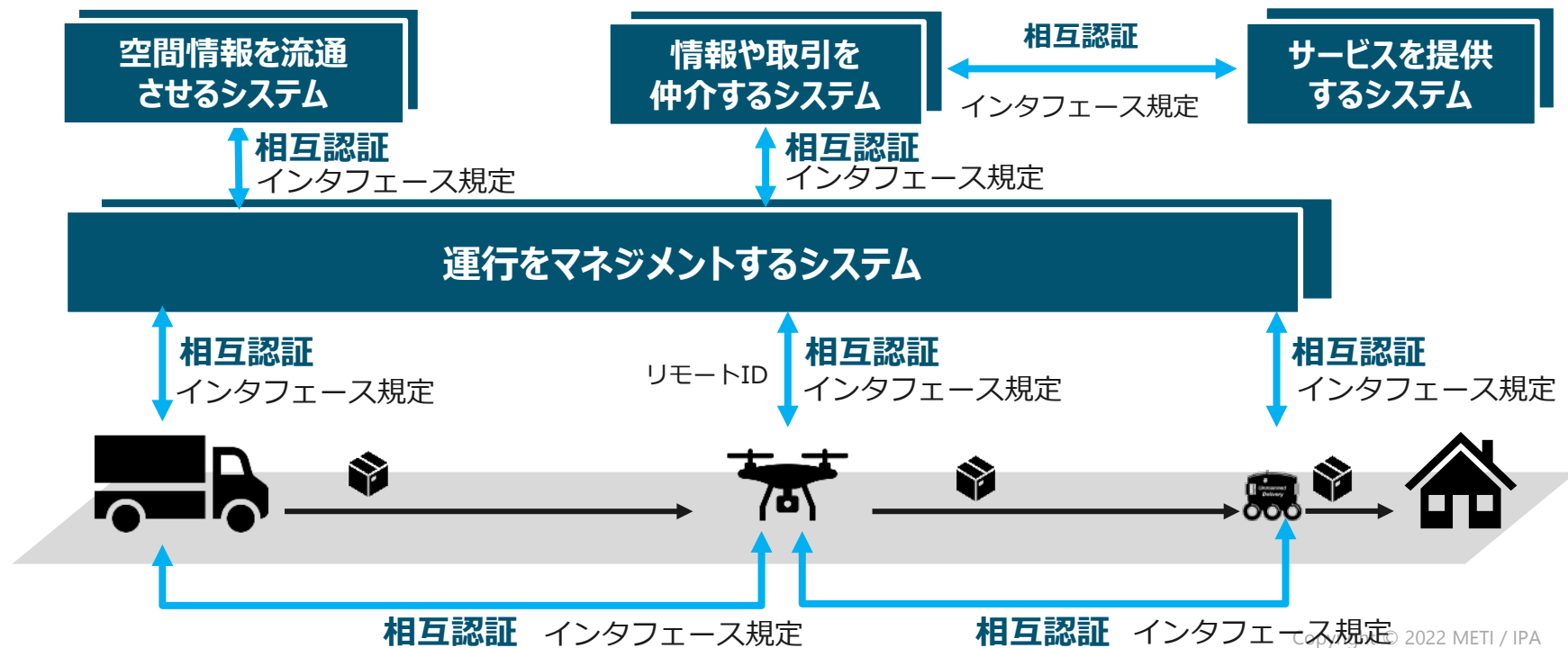
## To-Be : 自動認証



# 動的な相互認証によるシステムオブシステムズの実現の概要

4

様々なシステムが相互に連携して、各システムの更新頻度が高くなり、さらにはAIによる判断が増大していく中で、システム全体の安全性・信頼性を高めながらイノベーションを促すため、**システム同士が相互に認証する仕組み**（ドローンの場合はネットワーク型リモートID等）について、**技術開発・標準化**を行う必要がある。



# ステークホルダーとの信頼関係構築の概要 5

多様なステークホルダーからの信頼を高めながらイノベーションを進めるために、ステークホルダーと双方向の対話を行いながら、自律移動ロボットによるリスクと価値を共有するとともに、ステークホルダーの懸念の解消を促進する仕組みについて、検討・技術開発・ガイドライン作成が必要がある。

## AS-IS

### リスクの過大評価

会社を信用できるの？

危ないのでは？

事故が起これば？



### 価値の過小評価

自分には関係ない

不安の増大

価値認識の低下

不安・懸念を  
相談できない・  
解決されない

騒音

景観

プライバシー懸念

各種権利侵害

危険な飛行

不安・不信感の  
増大



事業への  
不信

多くのステークホル  
ダーが不信



利用の停滞→事業困難

## TO-BE

### 正しいリスク評価

事業者の健全性

実際のリスクに応じた運用

事故対応の取組

安全性・信頼性の説明



### 正しい価値評価

不便の解決

災害時の安心

より豊かな生活の実現

価値事例の見える化・共有

不安の  
軽減

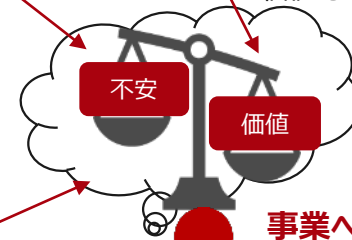
価値認識の向上

不安・懸念を  
相談でき、  
解決される

シビックテック等も  
用いながら相談可能



事業者・関係機関などへの  
対応指示



不安・  
不信感の  
増大防止

事業への  
信頼

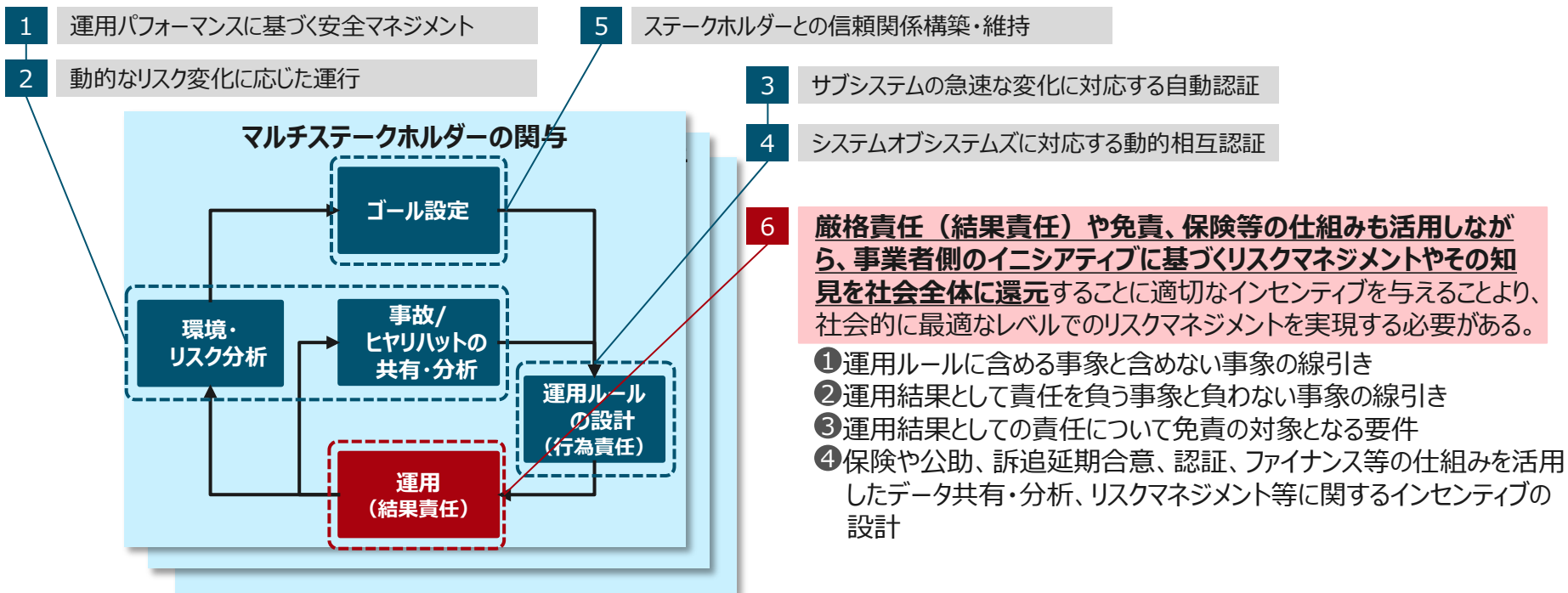
多くのステークホル  
ダーが信頼



利用の拡大→事業継続

# 安全とイノベーションを両立するアジャイルガバナンスの概要 6

多様なステークホルダーからの信頼を高めながらイノベーションを進めるために、事故に対する責任の在り方・分担やリスクに備える保険の仕組み、様々なステークホルダーが適切にリスクマネジメントを行うためのデータやソフトウェアの共有・認証等の仕組みについて、技術開発・標準化・ガイドライン策定が必要である。

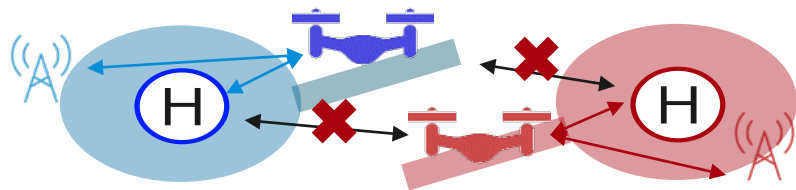


# インフラの共同整備・共同利用化の概要 7.1

デジタル完結・自動化・**全体最適化**を実現し、自律移動ロボットの社会実装を進めるため、**整備負担の大きいIoTインフラ（駐機場、リスク低減措置を講じたエリア、通信設備等）については、共同整備・共同利用を行うことができるように技術開発・標準化・ガイドライン作成を行う必要がある。**

## As-Is：個別の整備・利用

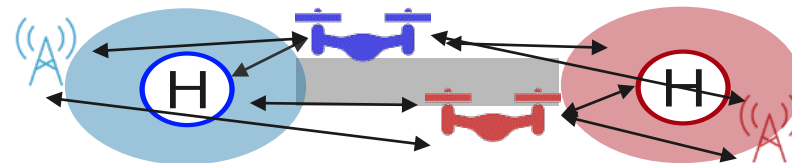
離着陸場、リスク低減措置がなされたエリア(航路)、電波などの設備と、それらを利用するための機体仕様などを個別に整備



- 個別にIoTインフラの調達・管理を行うことは**非効率**となるおそれ
- **1つあたりのIoTインフラの利用者数が限られる**ため、投資・費用回収が難しくなるおそれ
- 共同利用に移行しようとしても、**インタフェースの仕様等の違いにより、再投資**が必要となるおそれ

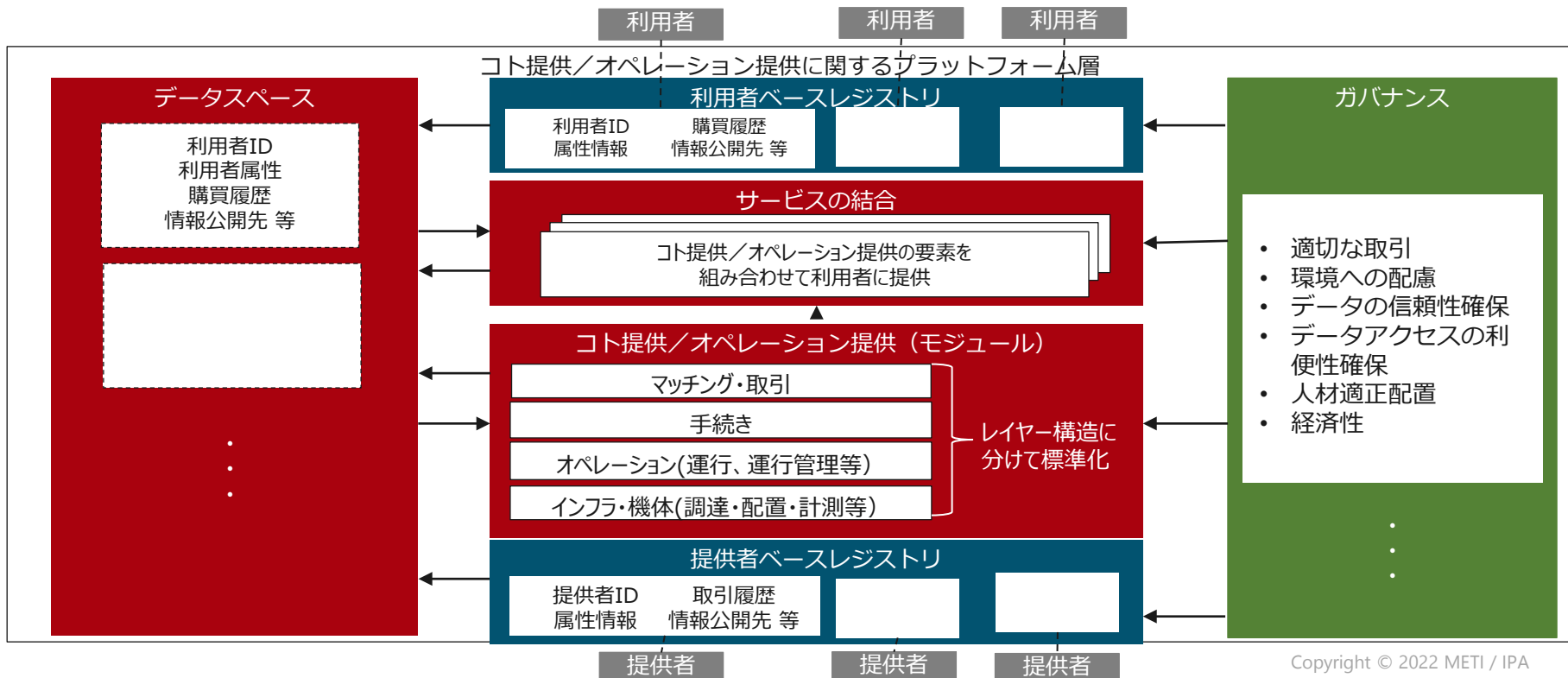
## To-Be：共同整備・利用

離着陸場、リスク低減措置がなされたエリア(航路)、電波などの設備を必要に応じて共同整備・共同利用できるよう、**仕様などを予め共通化**



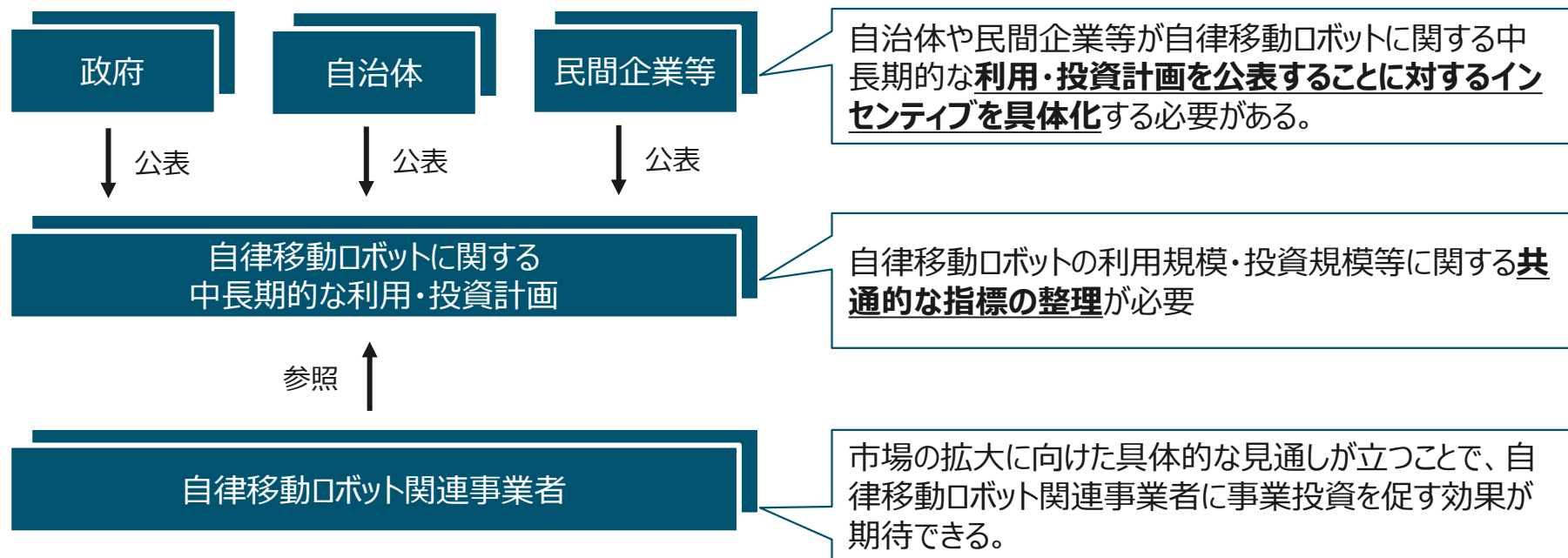
- IoTインフラの整備を業とする事業者は、**効率的なアセット調達・管理**を行うことができる
- **1つあたりのIoTインフラの利用者数が増える**ため、投資・費用回収が行いやすくなる

**デジタル完結・自動化・全体最適化**を実現し、自律移動ロボットの社会実装を進めるため、**システム全体のレイヤー構造・モジュール構造のアーキテクチャ**を設計した上で、**様々なモジュールを自由に組み合わせ**てサービスを提供できる仕組みについて、**研究開発・標準化・ガイドライン作成**を行う必要がある。



## 中長期的な利用計画の公表・履行の概要 8.1

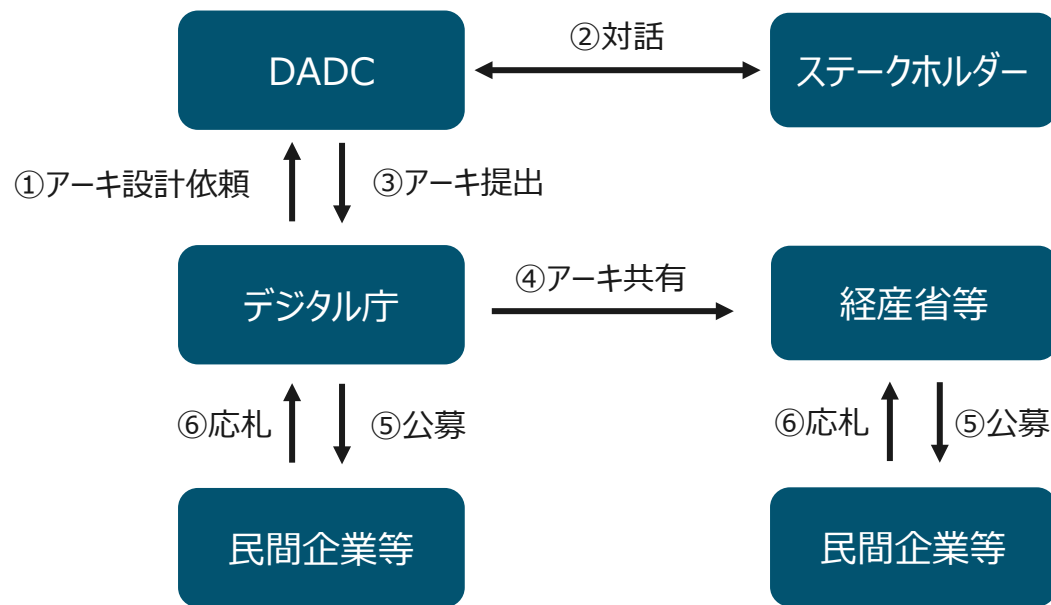
デジタル完結・自動化・全体最適化を実現し、自律移動ロボットの社会実装を進めるため、自律移動ロボットの利用状況を示す指標を設定した上で、政府・自治体・民間企業等に中長期的な利用・投資計画の公表・履行を行う仕組みを整備する必要がある。





## アーキテクチャに基づいたシステム調達の概要 8.2

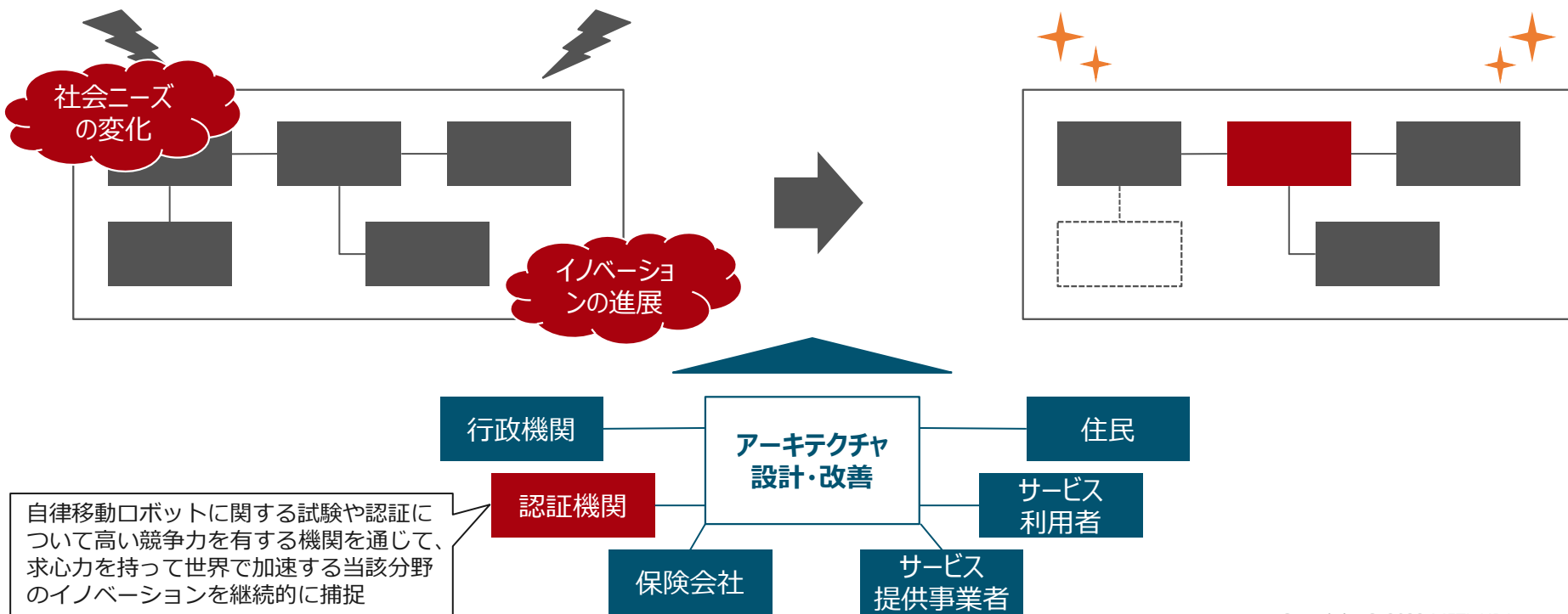
デジタル完結・自動化・全体最適化を実現し、自律移動ロボットの社会実装を進めるため、DADCが設計したアーキテクチャを踏まえて、政府が自律移動ロボットに関する情報システムを整備する仕組みが必要である。



自律移動ロボットに関する公募に当たっては、DADCが設計したアーキテクチャに準拠

# アーキテクチャの継続的な更新 9

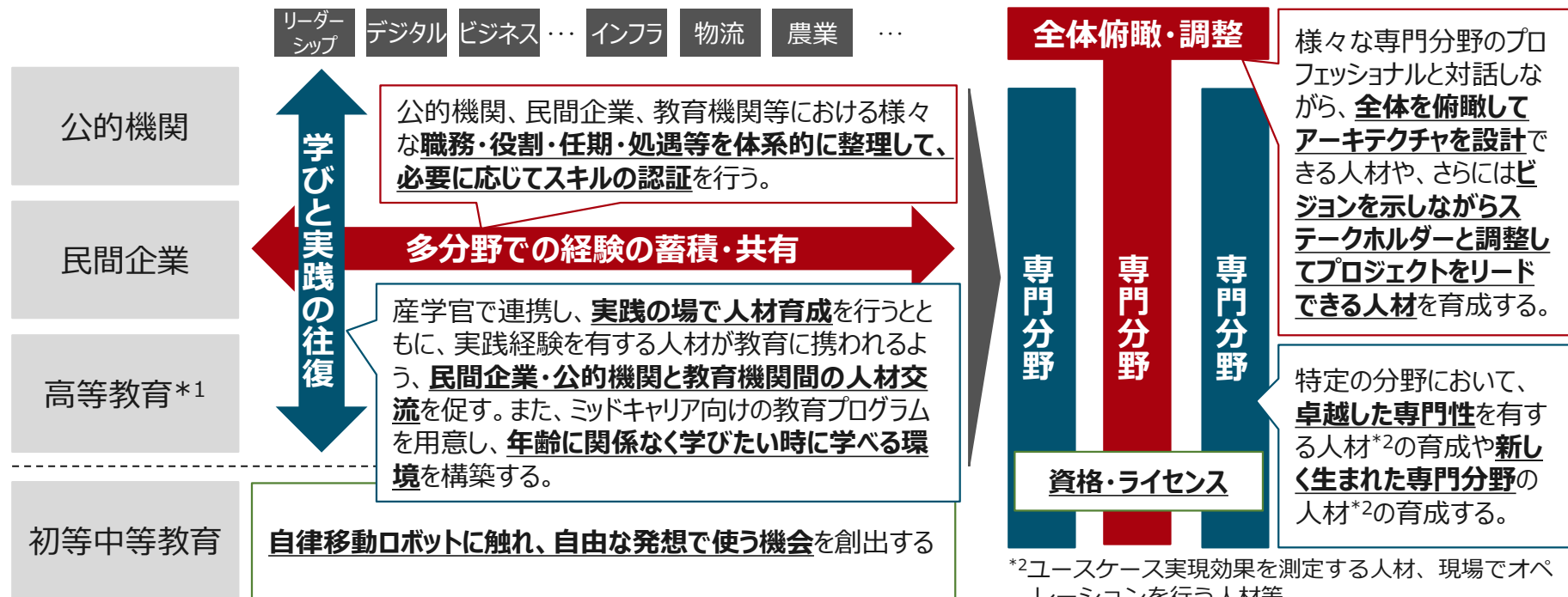
急激に進む社会ニーズの変化やイノベーションの進展を踏まえて、リーダーを中心にアーキテクトやプロフェッショナルが集まり、プロジェクト単位で、時代・場所等に応じて最適な形で自律移動ロボットの社会実装を進めるため、社会ニーズやイノベーションの動向を踏まえて、デジタル、サービス、ガバナンス等の観点から全体のアーキテクチャを見直し続ける仕組みを構築する必要がある。



# リーダー・アーキテクト・プロフェッショナルの育成の概要

10

急激に進む社会ニーズの変化やイノベーションの進展を踏まえて、**リーダーを中心にアーキテクトやプロフェッショナルが集まり、プロジェクト単位**で、時代・場所等に応じて最適な形で自律移動ロボットの社会実装を進めるため、**実践と学びの往復や多分野での経験の蓄積・共有、スキルの認証（資格等）を通じて人材育成・活躍の好循環**を生み出す仕組みを作る必要がある。



\*2ユースケース実現効果を測定する人材、現場でオペレーションを行う人材等

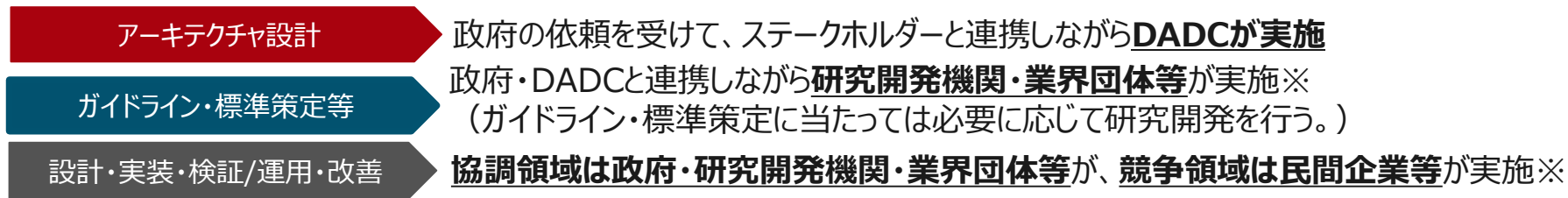
\*1大学、高等専門学校、高等学校

# 目次

1	基本方針		
2	ビジョン		
3	アーキテクチャ	3.1	要求事項
4	検討体制及びプロセス	3.2	アーキテクチャ
		3.3	社会実装に向けた施策
		3.4	ロードマップ
		3.5	課題一覧

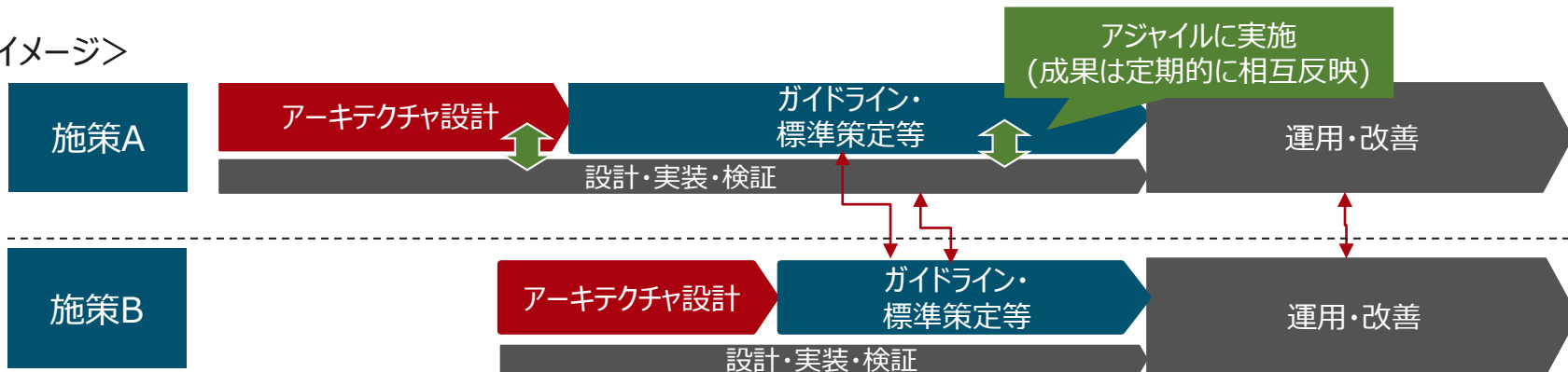
# アーキテクチャの実装（施策の実施）の具体的な進め方

自律移動ロボットのアーキテクチャに即して、ステークホルダが個別の施策の具体化して、デジタル完結・自動化・全体最適化を具現化する**自律移動ロボットを活用した社会システムを2025年度までに社会実装**して、その後は、運用・改善や普及を推進していくことが必要である。



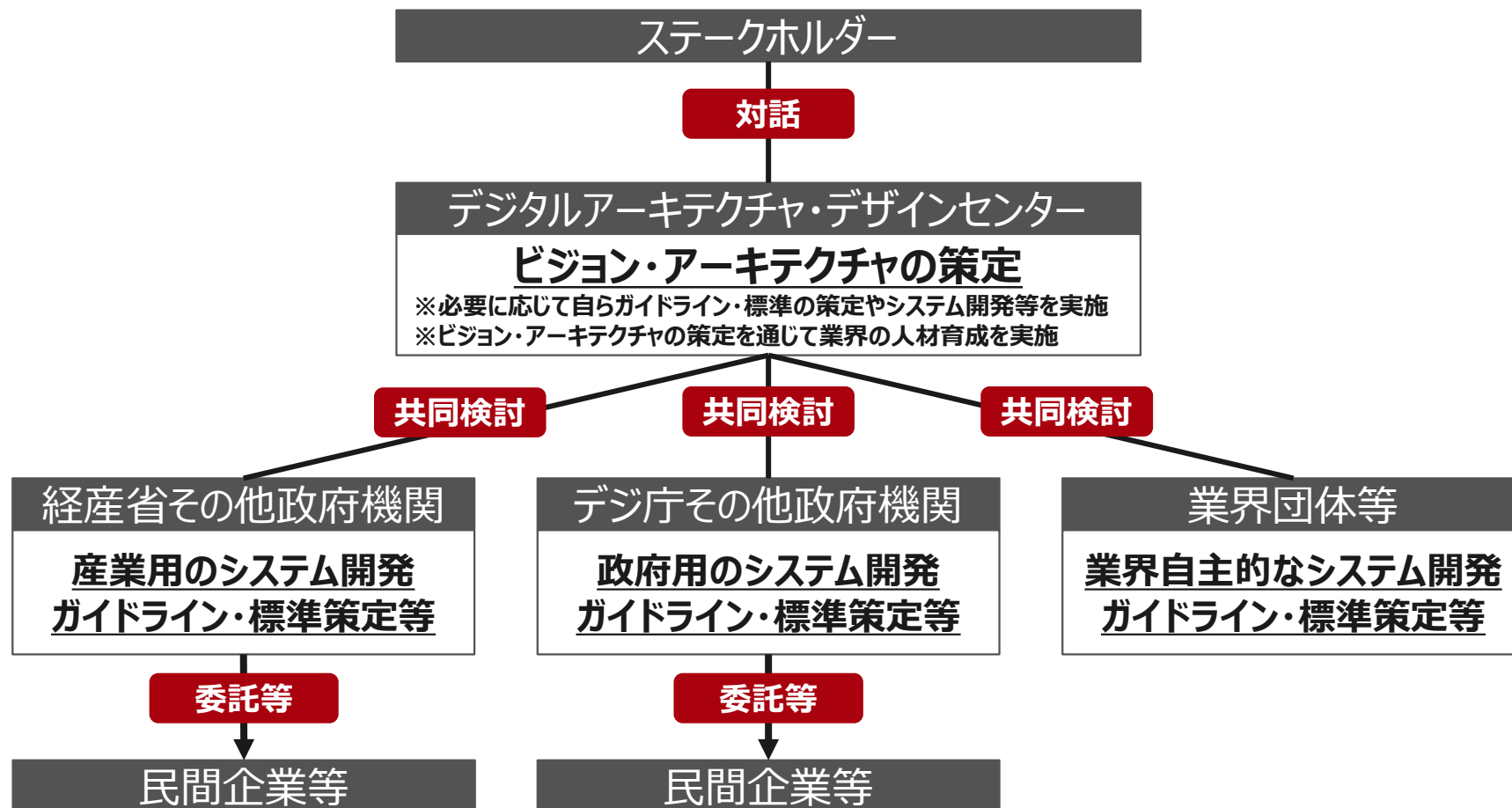
※施策間の連携が必要な場合はDADCがハブとなって連携を支援

<イメージ>

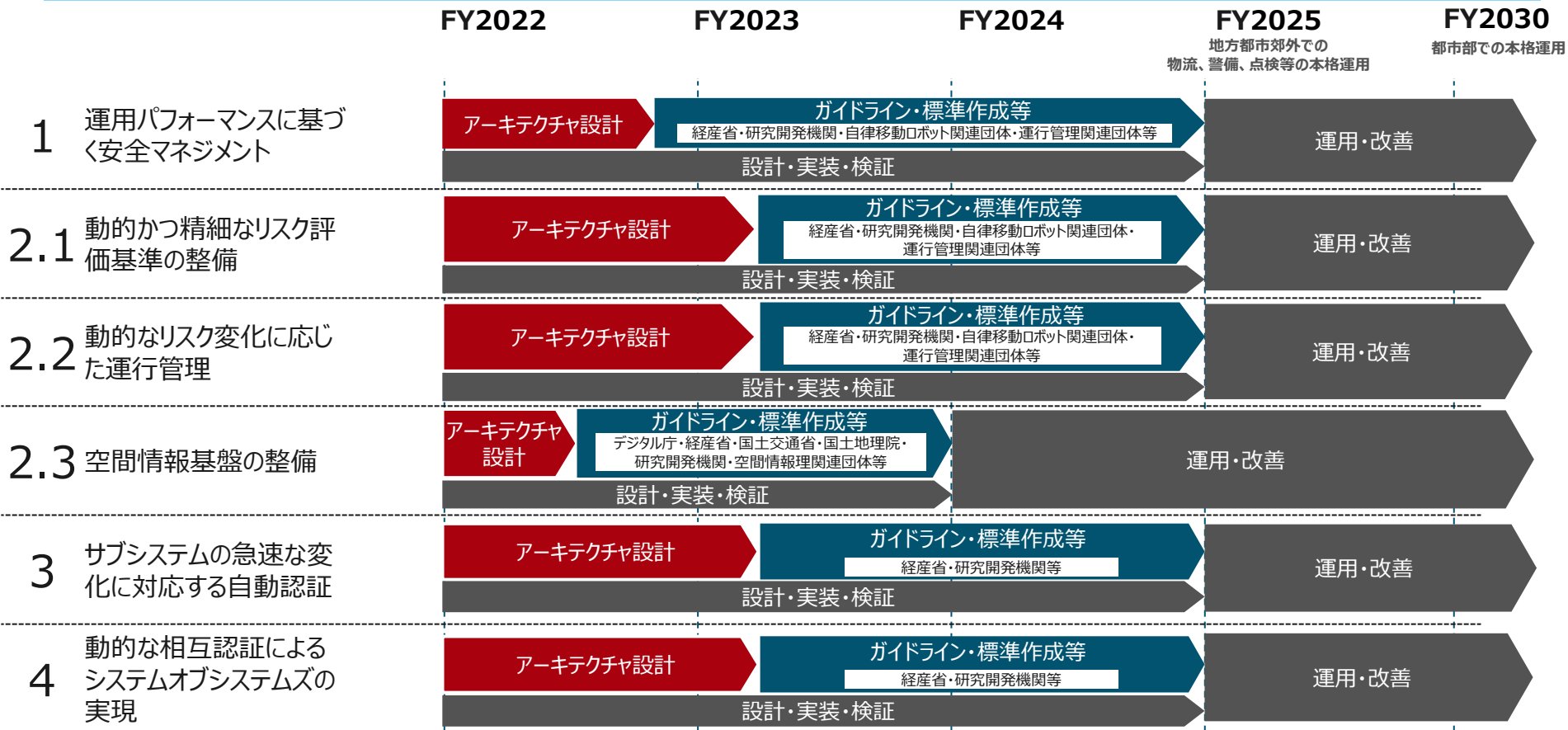


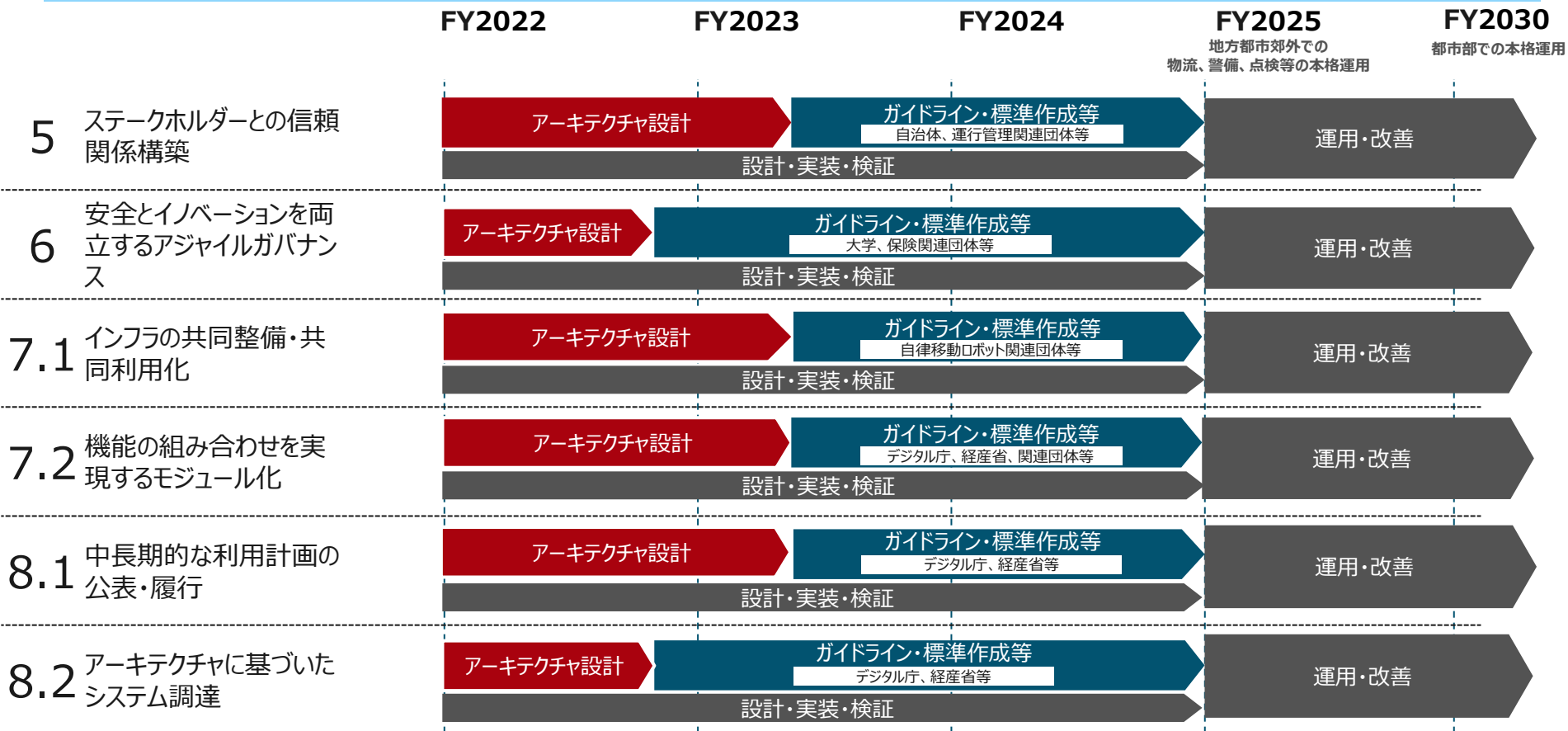
施策Aの開発状況を踏まえて実施

## アーキテクチャの実装（施策の実施）を行うための推進体制



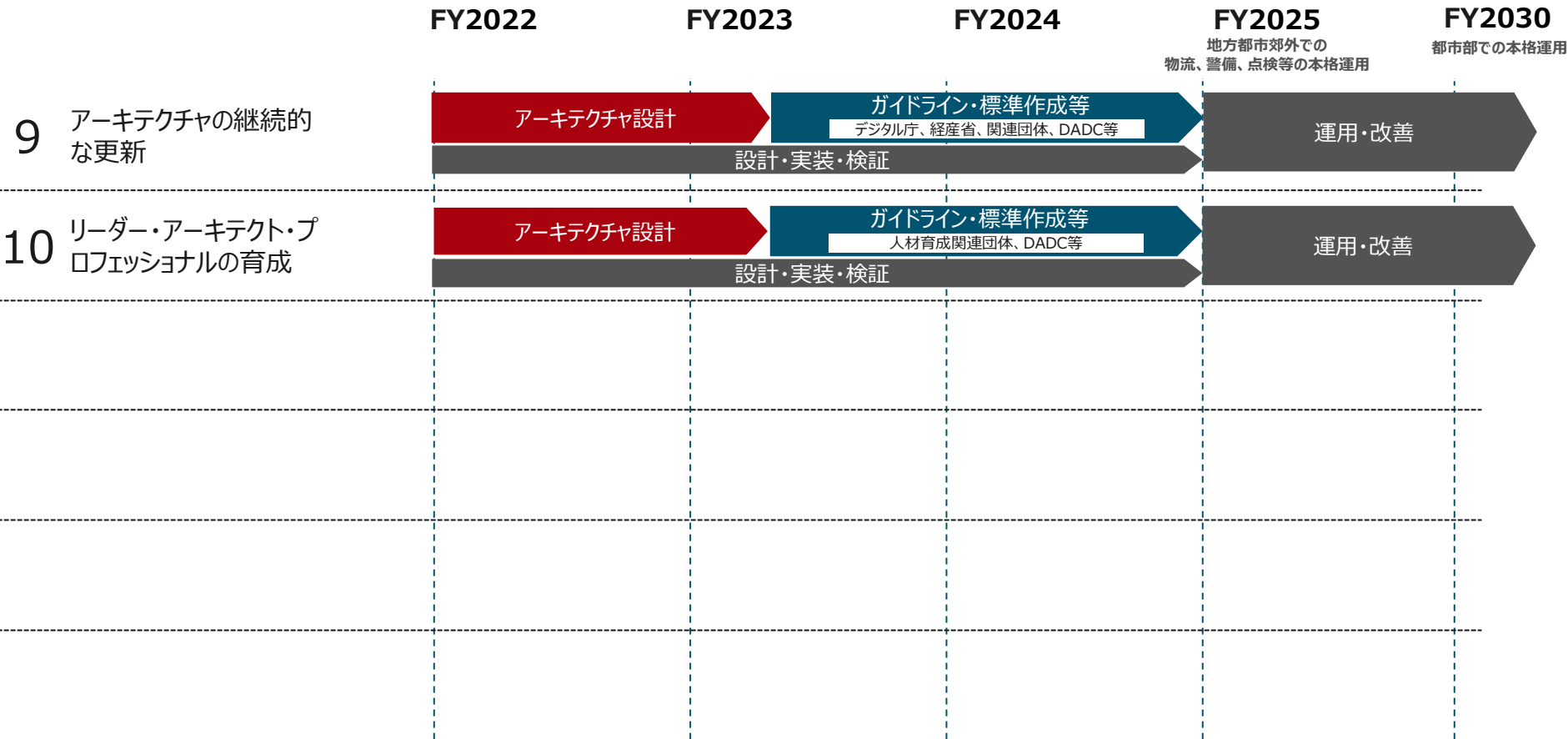
# ロードマップ<sup>①</sup> (1/3 : 安全性・信頼性)



ロードマップ<sup>o</sup> (2/3 : 社会受容性及び経済性)



# ロードマップ° (3/3 : 技術・人材)



---

## 4. 検討体制及びプロセス

# 報告書の構成

## アーキテクチャ設計書（自律移動ロボット全体アーキテクチャ編 etc...）

### 1. 基本方針

### 2. ビジョン

#### 2.1 コンセプト

#### 2.2 ユースケース

##### 2.2.1 分野X

###### 2.2.1.1 課題分析

###### 2.2.1.2 TO-BEユースケース

###### 2.2.1.2.1 全体像

###### 2.2.1.2.2 ユーザーエクスペリエンス

###### 2.2.1.2.3 ビジネスモデル

###### 2.2.1.2.4 机上検証

###### 2.2.1.3 先進事例

#### 2.3 経済性分析

### 3. アーキテクチャ

#### 3.1 要求事項

#### 3.2 アーキテクチャ

#### 3.3 社会実装に向けた施策

##### 3.3.1 施策X

###### 3.3.1.1 概要

###### 3.3.1.2 課題

###### 3.3.1.3 国内外の動向

###### 3.3.1.4 取組の方向性

#### 3.4 ロードマップ

#### 3.5 課題一覧

### 4. 検討体制及びプロセス

# デジタル庁からDADCに対するアーキテクチャ設計の依頼文

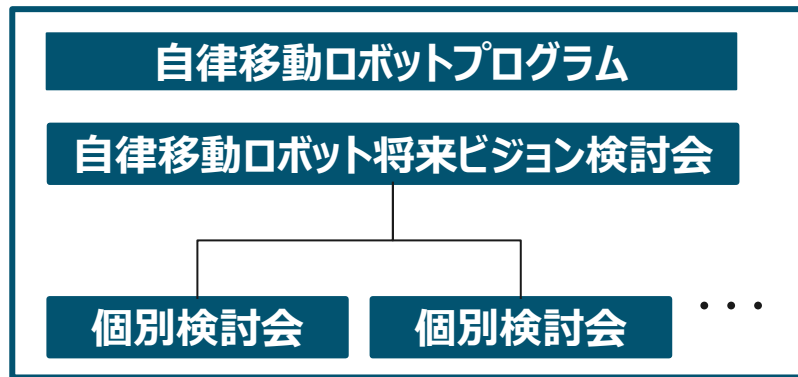
情報処理の促進に関する法律に基づき、デジタル庁からDADCに対して、自律移動ロボットのアーキテクチャ設計について検討を依頼。当該依頼を踏まえて、DADCは、経済産業省の支援のもとで、検討体制を構築して、検討を進めていく。

- ・ **自律移動ロボットのうち無人航空機及び車両（以下「無人航空機等」という。）について**、我が国において中長期的には年間500万フライトを上回るなど活用され、**社会的課題の解決や産業の発展につながる将来像を具体化**し、その実現に必要なベース・レジストリ、三次元空間地図、運行管理システム、飛行・運転制御システム、機体等状態管理システム、取得情報分析システムなど、**運用及び管理を行う者が異なる複数の関連する情報処理システムとの連携の仕組み（アーキテクチャ）を描いて令和4年7月までに提出**し、その後、整備すべきデータ連携基盤の具体的な仕様を作成すること。
- ・ その際、①**無人航空機等及び周辺環境に関するデータの収集及び伝達の仕組み**（三次元空間地図を相互にリファレンス可能とするために必要な基準の設定、三次元空間地図のリアルタイム性の確保やリアルタイム性を確保できない場合の代替となる仕組み、自律移動ロボットの利用者や所有者を認証する仕組み、自律移動ロボットが互いを認識するためのID等の仕組み、鳥や有人機等のリアルタイムでの飛行情報を把握する仕組み、様々な運行システムの運用を前提とした際に必要な標準通信規格の特定、APIやデータフォーマットの仕様の具体化、脆弱性情報、飛行禁止・停留可能区域情報、障害物情報（信号機、標識、電柱・電信柱の位置・形状、送配電線など）、通信環境情報（ある空間においてLTEが使用できるかどうか等）、運行者情報、資格情報、機体情報（空間座標、機種、ソフトウェアバージョン、電池残量、LTE通信（操縦・映像伝送）の可否など）、インフラメンテナンス関連情報（点検・修繕の計画・報告・修繕に関する情報など）、農業関連情報（播種、施肥、農薬散布、害獣監視、生育状況、収穫量に関する情報など）、物流関連情報（集荷、配達、所要時間に関する情報など）のデータ収集・伝達の仕組み等）**を含めた無人航空機等を利用するためのデジタルインフラ**、
- ・ ②自律移動ロボットを取り巻く環境の変化に柔軟にデータ連携基盤を対応させるために必要な、**環境・リスク分析、ゴール設定、システムデザイン、運用、評価、改善といったサイクルを、マルチステークホルダーで継続的かつ高速に回転させていくための仕組み**、
- ・ ③既に存するデータやシステムの実態を踏まえデータ入力・連携を可能な限り簡易に行えるようにするとともに、データ連携基盤を通じた運用がタイムラグなどを生じずに軽快に行えるようにするなど、データ連携基盤を使用するユーザーの**ユーザービリティを向上するための仕組み**、
- ・ ④**プライバシーやサイバーセキュリティを確保**（機微な情報の漏えい防止、データの悪用防止、データ改ざん等によるシステム全体への影響の防止等）するための仕組みについても検討を行うこと。
- ・ また、無人航空機等に関するISO規格や米国ASTM規格など**国際基準・標準の動向を把握し、整合を図る**こと。

## アーキテクチャ設計・検証/実証等の体制

DADCにおいて設計したアーキテクチャに基づいて、経済産業省・NEDO、デジタル庁において、実証・研究開発・調査研究を進めていく。DADCは、実証等の取組がアーキテクチャに即しているかについて確認するとともに、取組状況を踏まえてアーキテクチャの検証を行い、必要に応じて設計を見直していく。

### アーキテクチャ設計・検証



ロードマップに即して、施策の「アーキテクチャ設計」を順次実施していく。

ユースケースを用いた実証等を実施する場合には、アウトカム指標・目標を設定した上で、その実現に向けて自律移動ロボットのアーキテクチャに即し、スモールスタートで長期的にユースケースを運用し、課題・改善点を抽出することによってアーキテクチャの改善・具体化に繋げる。

### 実証・研究開発・調査研究等



ロードマップに即して、施策の「ガイドライン・標準作成等」を順次実施していく。

## 産学官の叡智を結集して取組を推進するための全体スキーム

## 司令塔

## デジタル庁

## 主な役割

- ・関係省庁との調整
- ・政府のシステムに関わるルールを整備
- ・政府のシステムの開発や運用を実施

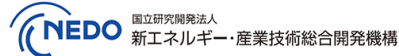
連携

## 主催省



## 主な役割

- ・産業に関わるルールを整備
- ・民間企業向けのシステムの開発や導入を支援
- ※NEDOと連携して実施



連携

## 関係省庁

- ・内閣官房
- ・警察庁
- ・総務省
- ・国土交通省
- ・国土地理院 等

情報処理の促進に関する法律  
第五十一条第一項第八号  
に基づく**依頼**

自律移動ロボットに関する  
アーキテクチャ等を**提出**

自律移動ロボットに  
関する検討を**支援**



自律移動ロボットプログラム

報告  
助言

検討会

【有識者 + 関係省庁】

自律移動ロボットに関する検討の具体化に  
優れたリーダーシップ・専門性を有する人材が**参画**

民間企業 / 教育機関



経済産業省

*Ministry of Economy, Trade and Industry*



Digital Architecture  
Design Center