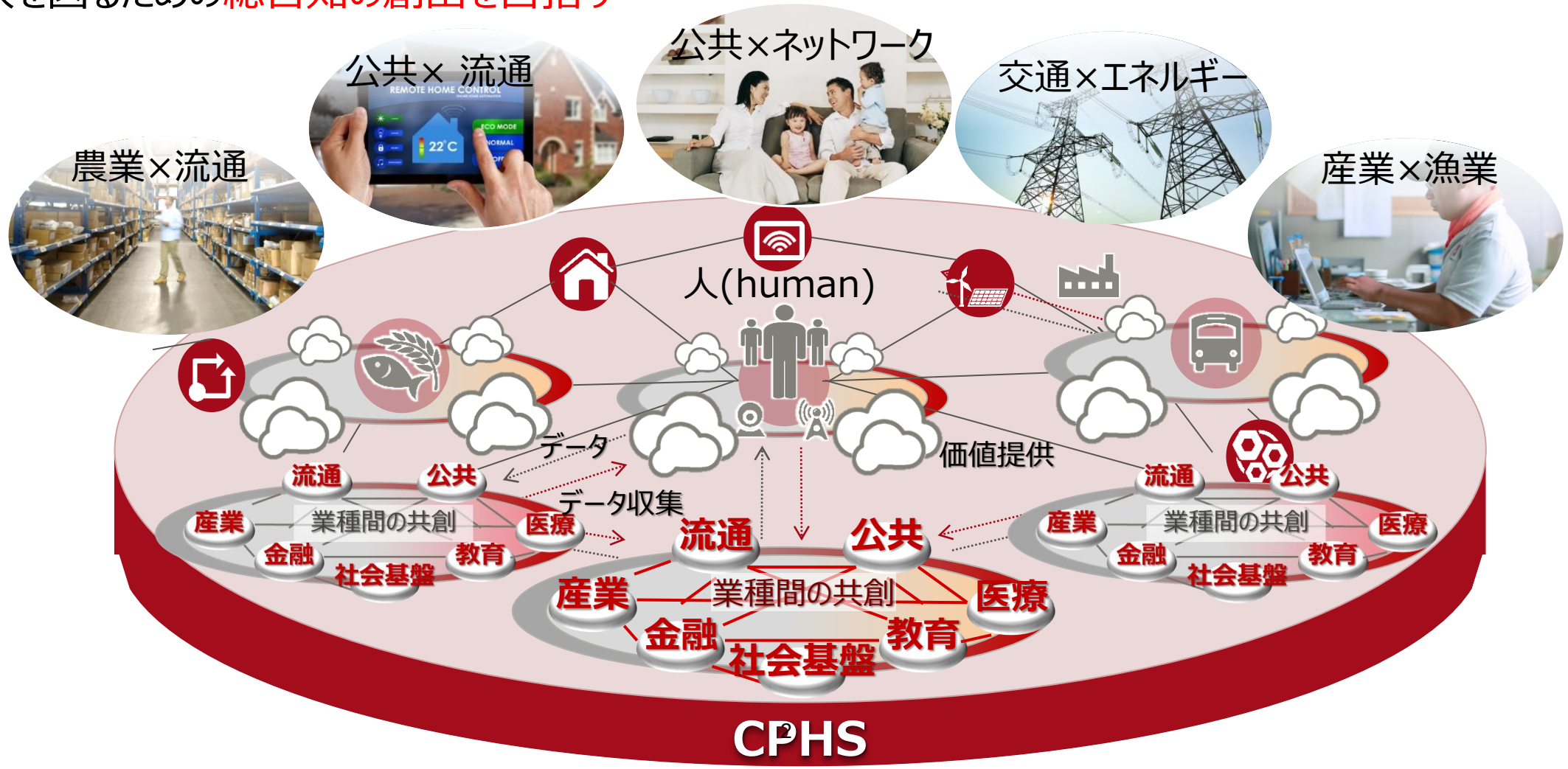
システム・オブ・システムズ(SoS)分科会
活動状況について

2024年2月20日
システム・オブ・システムズ分科会

目的：SoSを軸とした総合知の活用と未来社会の実現に向けて

Society5.0という未来社会の実現に向け、社会の様々な領域の共創や人間系を含めた共創により新たな価値を創出していくために、CPHS（Cyber-Physical Human Systems）の観点からSoSを議論し、課題解決を図るための総合知の創出を目指す



SoS分科会 メンバー一覧

※敬称略

No	所属		氏名
主査	東京大学	(学術協議会メンバー) 大学院情報理工学系研究科　システム情報学専攻	藤田　政之
1	慶応大学	(学術協議会メンバー) 大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 附属　システムデザイン・マネジメント研究所	鈴木　羽留香
2	株式会社日立製作所	研究開発グループ　サービスシステムイノベーションセンタ	高橋　由泰
3	株式会社三井住友銀行	デジタル戦略部	市原　紘平
4	東芝デジタルソリューションズ（株）	ＩＣＴソリューション事業部　Ｏ＆Ｍ・ＩｏＴソリューション＆サービス部	田村　滋
5	横河電機株式会社	マーケティング本部　イノベーションセンター企画管理部　オープンイノベーション グループ	奥田　有紀
6	横河電機株式会社	マーケティング本部イノベーションセンタープロジェクトデザイン部オペレーショナルエクセレンス グループ	鎌田　健一
7	横河電機株式会社	マーケティング本部イノベーションセンタープロジェクトデザイン部オペレーショナルエクセレンス グループ	熊谷　渉
8	電脳バンク株式会社		浦田　敏
9	富士通株式会社	ソフトウェアオープンイノベーション事業本部	粟津　正輝
10	富士通株式会社	富士通研究所　コンバージングテクノロジー研究所	増本　大器
11	富士通株式会社	富士通研究所　コンバージングテクノロジー研究所　ソーシャルデジタルツインCPJ	植木 美和
12	富士通株式会社	技術戦略本部　調査分析統括部	宮前　義彦
13	富士通株式会社	ソフトウェアオープンイノベーション事業本部　Tech Standardize統括部	澤田　順一
14	富士通株式会社	ソフトウェアオープンイノベーション事業本部　Tech Standardize統括部	柳沼　義典
15	富士通株式会社	ソフトウェアオープンイノベーション事業本部　Tech Standardize統括部	更科　渉
16	富士通株式会社	ソフトウェアオープンイノベーション事業本部　Tech Standardize統括部	蜂谷　彰悟

※緑網掛けは前回報告の2023年７月以降に新たに参画したメンバー

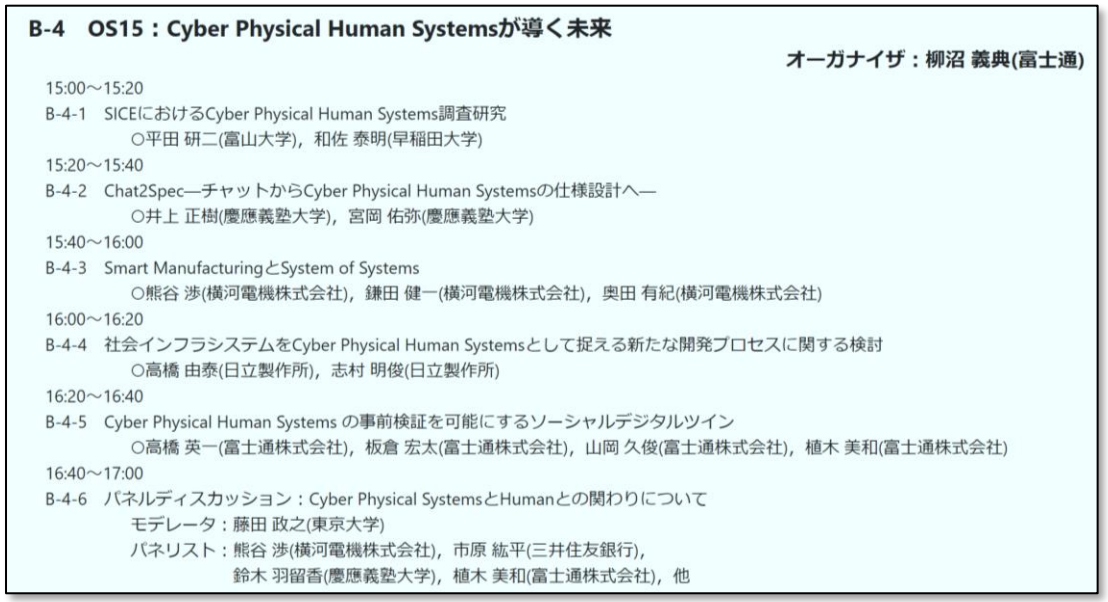
スケジュール

- システムオブシステムズ(SoS)分科会
  - 先端技術を包括的に捉えた CPS と人間を繋ぐ CPHS Cyber Physical Human Systems としてのシステムオブシステムズ研究が重要
  - 課題に関して参加メンバーや各分野の専門家からヒアリングを行い、委員間で意見交換や討論を行う
  - その結果を踏まえ、提言や具体的な施策に関する活動計画としてまとめることを目指す

タスク	タスク概要	2023年 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	2024年 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
スコープ整理	・SoSの対象範囲の明確化 ・参加者同士の認識共有 ・有識者による講義等による理解の深化	SoS基礎・手法学習 有識者講義 (企業、大学) HUMANの軸検討	
横幹コンファレンス発表		OS企画 /論文寄稿	▼横幹コンファレンス発表 (仮)横幹コンファレンス発表▼ OS企画 /論文寄稿
詳細検討／実装	・実践対象の抽出 ・統合ルールの検討 ・フィールドワークの実施 ・教訓の導出	▼中間報告 事例研究	フィールドワーク ケーススタディ/ フレームワーク検討 掘り下げ
成果物作成	・教訓資料の取り纏め ・検討結果および提言資料の取り纏め	SoS1次まとめ (SoS/CPHSとは、事例)	提言書作成

横幹連合コンファレンスでの企画セッション実施報告

- 第14回横幹連合コンファレンス（12/16,17@東大本郷）において、SoS分科会を中心に、企画セッション「**Cyber Physical Human Systems が導く未来**」を実施
  - 発表５件と、パネルディスカッション１件
  - **SoS分科会**と、**計測自動制御学会のCPHS調査研究会**の２グループが融合し、Humanというキーワードで、CPHSという目的に向けて議論を始める良い機会となった
  - CPHSは難しい問題、解を出すには時間を要する
  - 今後、２グループでの情報交換を行いCPHSの理解を進め、具体事例をベースとした議論を通じて**CPHS のアーキテクチャ記述と、その共通項の抽出**を試みたい



B-4　OS15：Cyber Physical Human Systemsが導く未来

オーガナイザ：柳沼 義典(富士通)

15:00～15:20
B-4-1　SICEにおけるCyber Physical Human Systems調査研究
　　○平田 研二(富山大学)，和佐 泰明(早稲田大学)
15:20～15:40
B-4-2　Chat2Spec―チャットからCyber Physical Human Systemsの仕様設計へ―
　　○井上 正樹(慶應義塾大学)，宮岡 佑弥(慶應義塾大学)
15:40～16:00
B-4-3　Smart ManufacturingとSystem of Systems
　　○熊谷 渉(横河電機株式会社)，鎌田 健一(横河電機株式会社)，奥田 有紀(横河電機株式会社)
16:00～16:20
B-4-4　社会インフラシステムをCyber Physical Human Systemsとして捉える新たな開発プロセスに関する検討
　　○高橋 由泰(日立製作所)，志村 明俊(日立製作所)
16:20～16:40
B-4-5　Cyber Physical Human Systems の事前検証を可能にするソーシャルデジタルツイン
　　○高橋 英一(富士通株式会社)，板倉 宏太(富士通株式会社)，山岡 久俊(富士通株式会社)，植木 美和(富士通株式会社)
16:40～17:00
B-4-6　パネルディスカッション：Cyber Physical SystemsとHumanとの関わりについて
　　モデレータ：藤田 政之(東京大学)
　　パネリスト：熊谷 渉(横河電機株式会社)，市原 紘平(三井住友銀行)，
　　鈴木 羽留香(慶應義塾大学)，植木 美和(富士通株式会社)，他

SoS分科会状況

進捗状況

- システムオブシステムズ(SoS)分科会進捗状況
  - CPHS（Cyber-Physical Human Systems）の観点からSoSを議論
  - 藤田先生より
    →ボトムアップのアプローチで企業の方々の目線で事例を収集し、SoSの構造および、システムと人の関わりを「アーキテクチャ」として表現。複数事例の研究を進める事で法則性（業種ごと、人間の行動ごと、etc）があるか見出したい。
  - 内部で３チームに分かれ事例研究を実施。システムと人の関係性をArchiMateを用いてアーキテクチャ図におこし、どのSoSのパターンにあてはまるか、人とシステムの関わり方に法則性があるか議論した（成果物は別シートにて紹介）

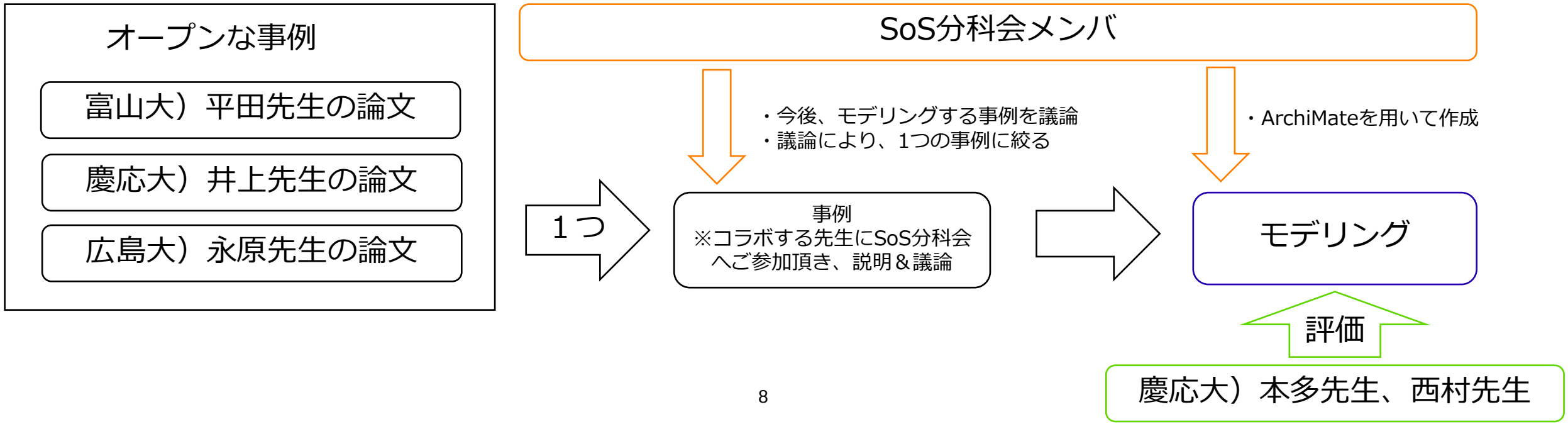
① チームA：千葉県市原市五井・曽我地区のコンビナートにおけるカーボンニュートラルの実現に向けた共同検討

② チームB：SIP4D（基盤的防災情報流通ネットワーク）

③ チームC：スマートアイランド・スマートシティ（長崎県五島市、徳島県美波町）

今後の進め方

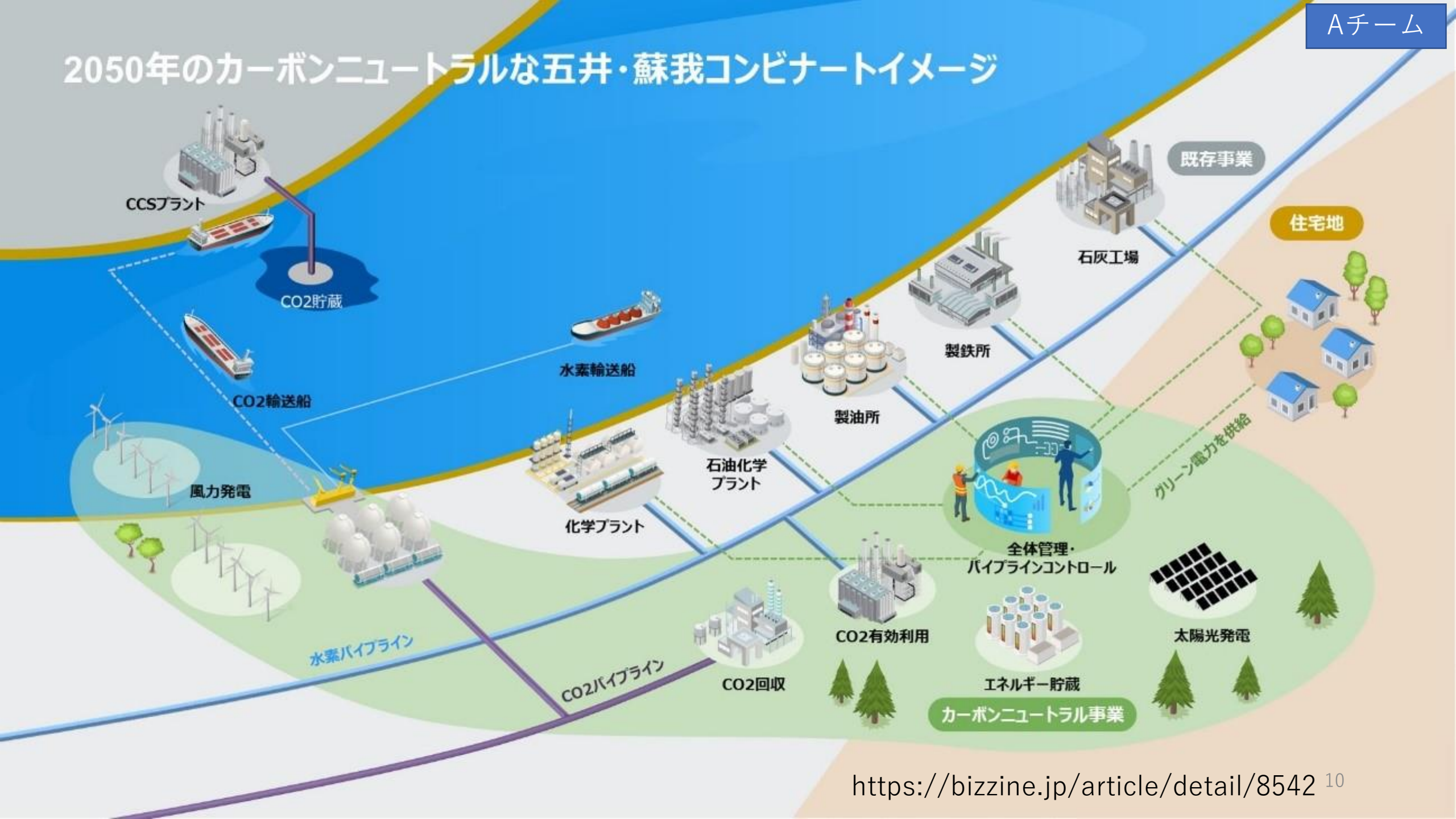
- これまでの課題：インターネットで調べた事例・情報をもとにアーキテクチャ図を作成したため想像も含まれる。
- 解決策案：横幹連合コンファレンスで知り合った大学の先生方にオープンな事例を紹介頂き、それを研究・モデル化することで、より
  リアルで具体的なモデルを作成できるようになり、精度があがる。ヒアリングなどもできれば人の要素もより具体化できる。
- 実行案：横幹連合コンファレンスで知りあった大学の先生方とコラボする。
  - 大学の先生方が発表された事例から1つピックアップし、 ArchiMateを用いたモデリングを行う。
    →どの事例を深堀し、ヒアリングを行うか、分科会で議論し、決める。
  - ピックアップした事例を大学の先生から改めて分科会で発表して頂く。
  - オープンな事例のモデリングを分科会で実施する。
  - 1～２事例の研究が出来たら、アーキテクチャの造詣が深い慶応大）本多先生、西村先生にもお話を伺ってみたい。



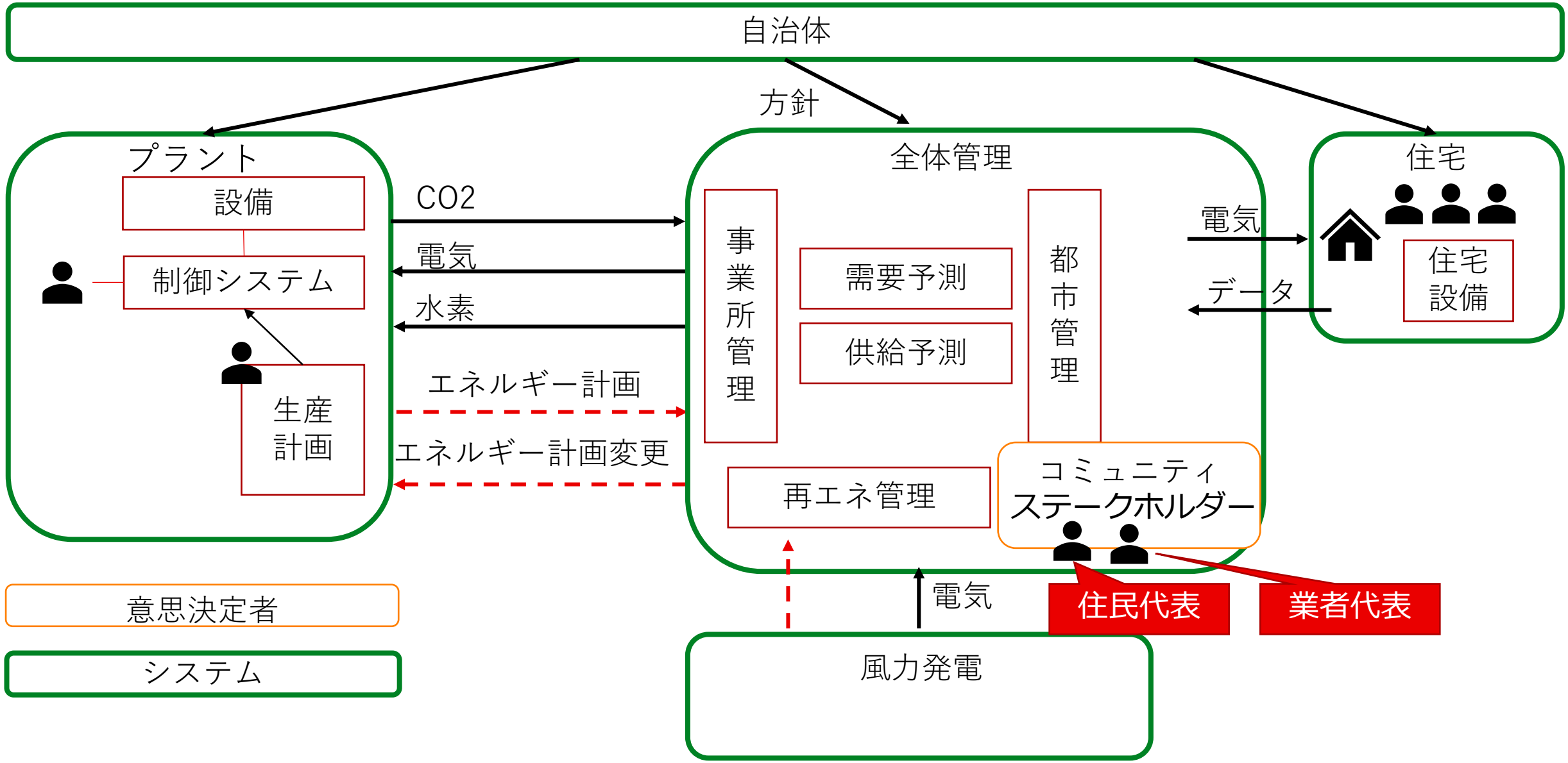
CPHSのアーキテクチャ記述
成果物（Aチーム）

Aチーム

2050年のカーボンニュートラルな五井・蘇我コンビナートイメージ

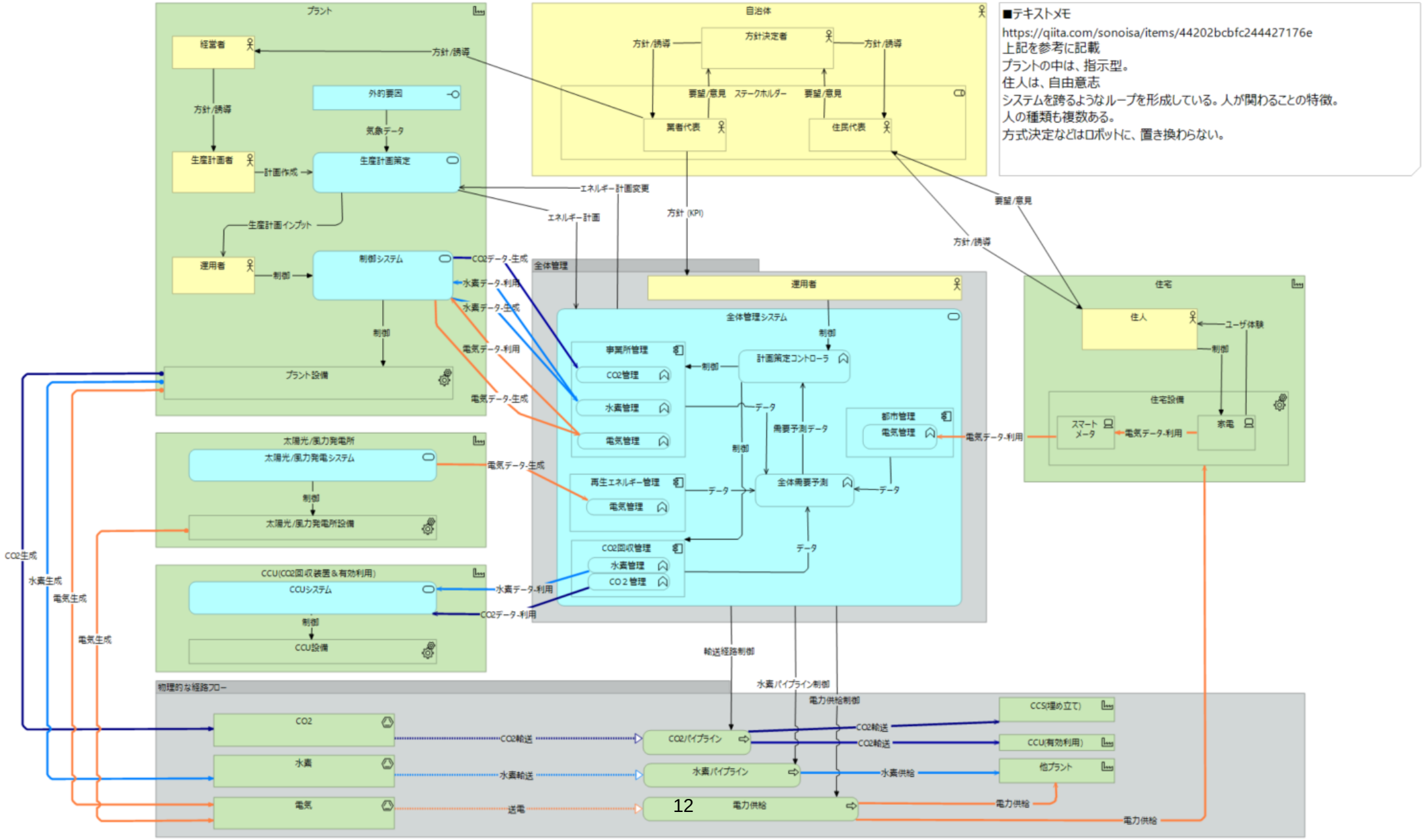


https://bizzine.jp/article/detail/8542


自治体
方針
プラント
設備
制御システム
生産
計画
CO2
電気
水素
エネルギー計画
エネルギー計画変更
全体管理
事業所管理
需要予測
供給予測
都市管理
再エネ管理
コミュニティ
ステークホルダー
住民代表
業者代表
電気
データ
住宅
住宅
設備
電気
風力発電
意思決定者
システム

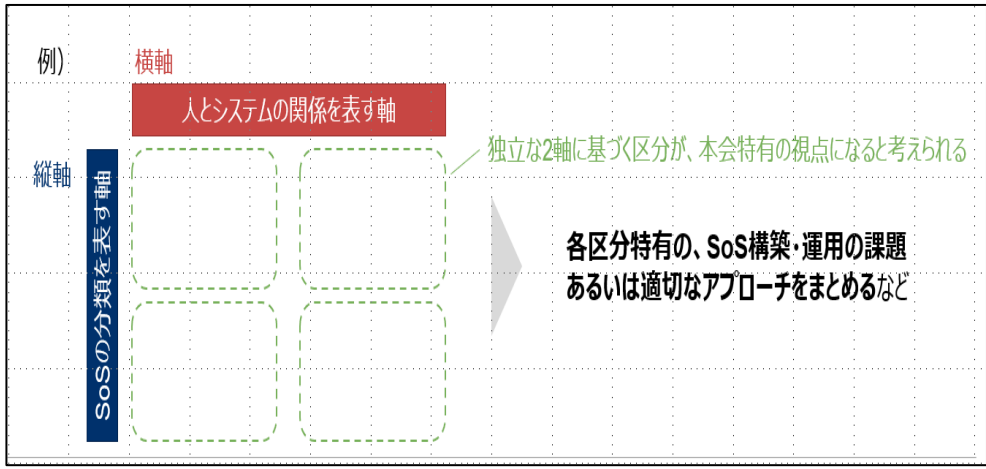
ArchiMateによるアーキテクチャ図

Aチーム



2024/1/24 Aチーム
※軸のイメージ

Aチームのモデルについて議論・分析
- どのSoS分類に属するか
- どのような人とシステムの関係を表す軸があるか



← 人とシステムの関係を表す軸 →

命令
(強い指示)

誘導

SoSの分類を表す軸

指揮命令

軍隊

要請承認

協力

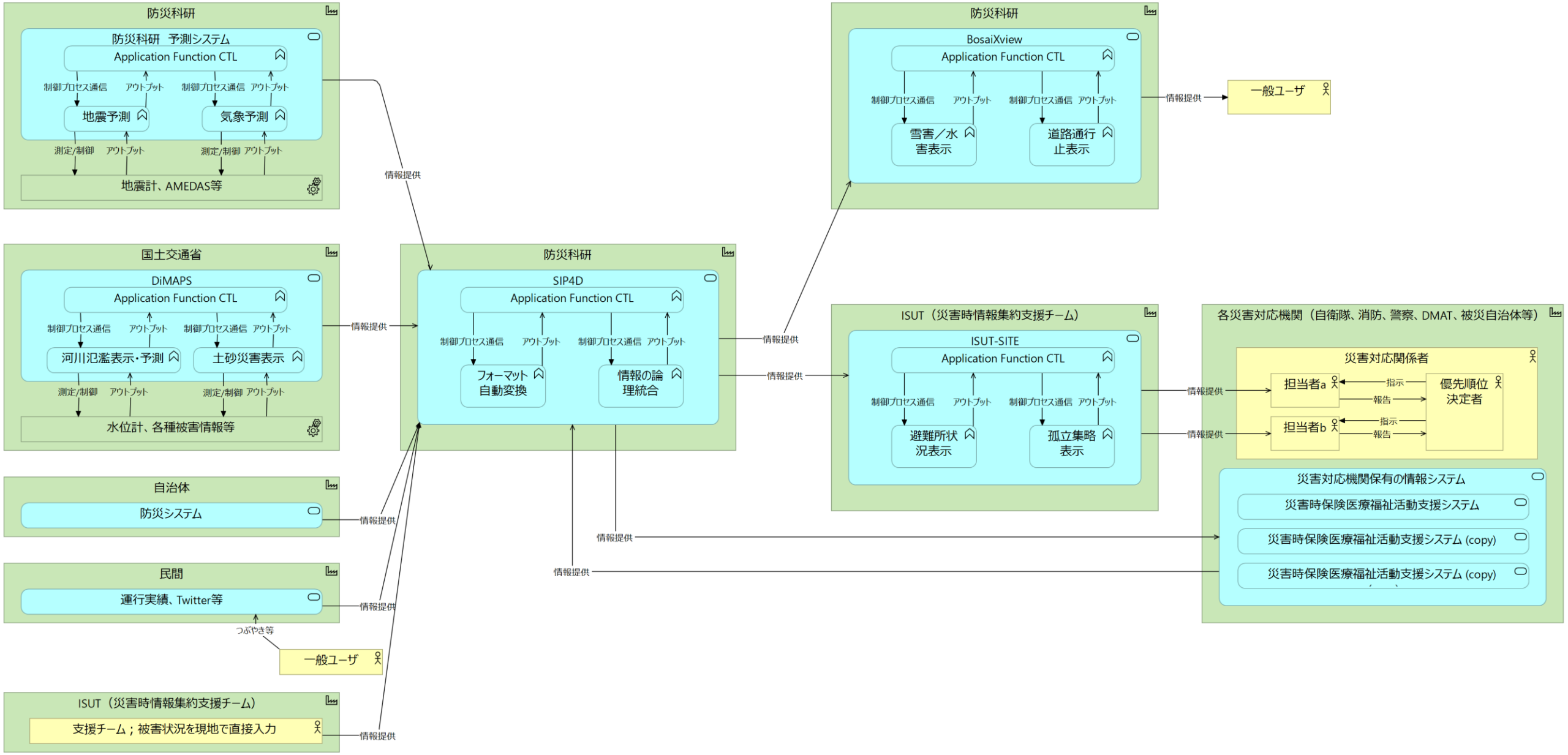
仮想

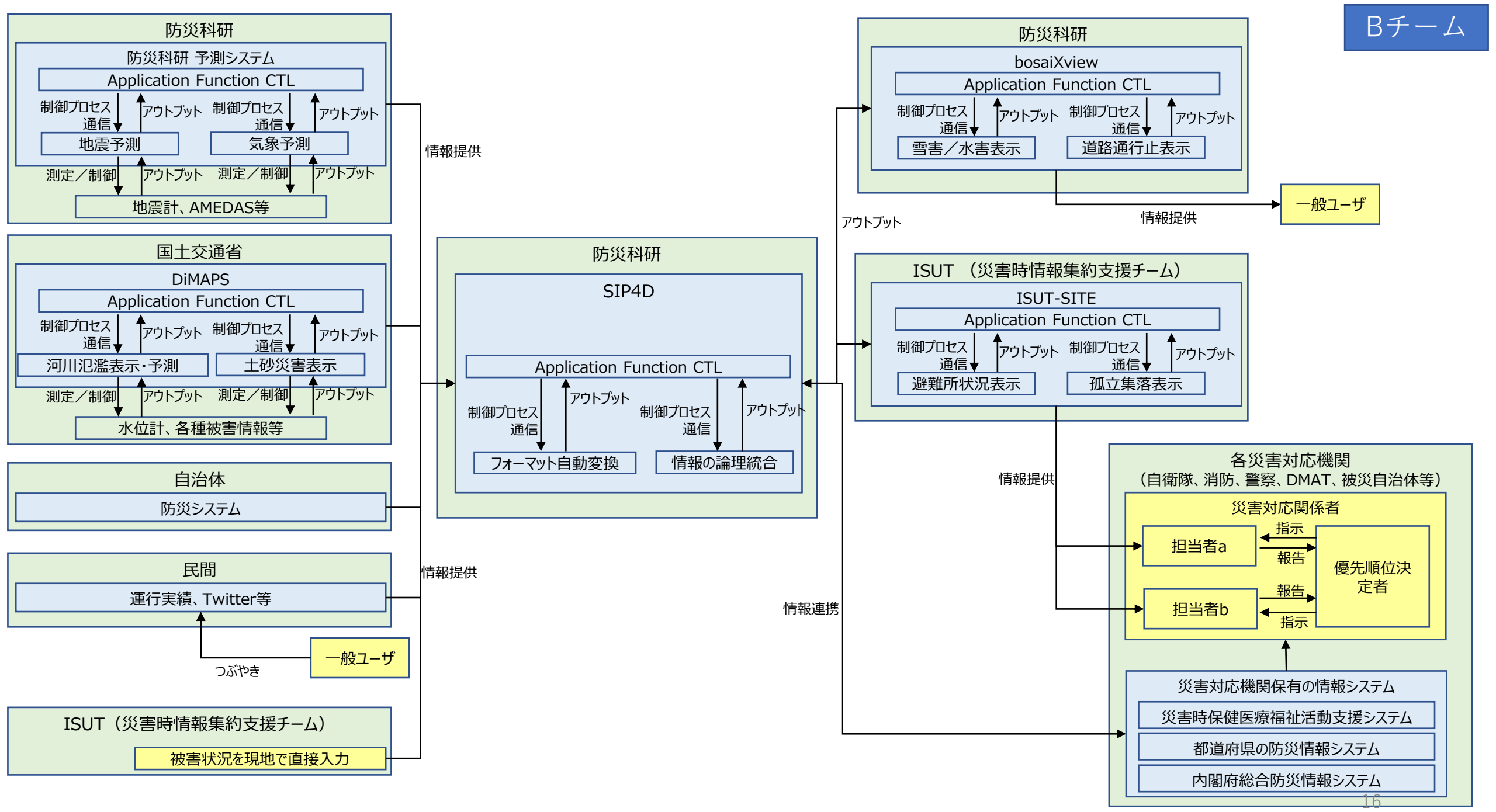
自由度が高い

CPHSのアーキテクチャ記述
成果物（Bチーム）

ArchiMateによるアーキテクチャ図

Bチーム




Bチーム
防災科研
防災科研 予測システム
Application Function CTL
制御プロセス
通信
アウトプット
地震予測
気象予測
測定／制御
地震計、AMEDAS等
国土交通省
DiMAPS
河川氾濫表示・予測
土砂災害表示
水位計、各種被害情報等
自治体
防災システム
民間
運行実績、Twitter等
一般ユーザ
つぶやき
ISUT（災害時情報集約支援チーム）
被害状況を現地で直接入力
情報提供
防災科研
SIP4D
フォーマット自動変換
情報の論理統合
防災科研
bosaiXview
雪害／水害表示
道路通行止表示
一般ユーザ
ISUT （災害時情報集約支援チーム）
ISUT-SITE
避難所状況表示
孤立集落表示
情報連携
各災害対応機関
（自衛隊、消防、警察、DMAT、被災自治体等）
災害対応関係者
担当者a
担当者b
指示
報告
優先順位決定者
災害対応機関保有の情報システム
災害時保健医療福祉活動支援システム
都道府県の防災情報システム
内閣府総合防災情報システム

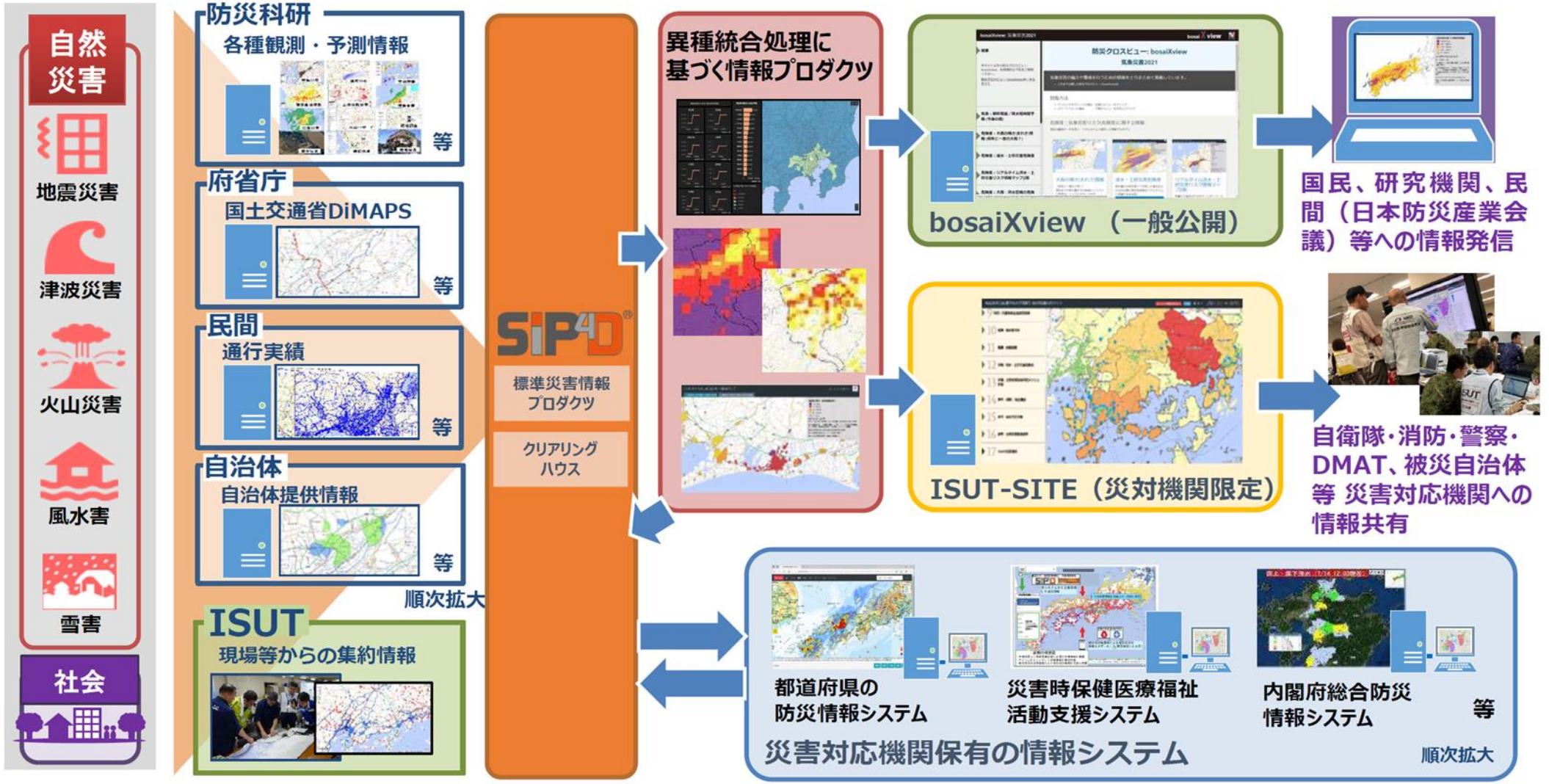
参考にした資料、Webサイト

- SoS分科会事務局が用意した、ArchiMateのモデル図サンプル（本資料のP3～P4)
- Bチームでこれまで議論してきたポンチ絵、ArchiMateのモデル図（本資料のP5～P8）
- SIP4Dシステム連接概要説明資料のP5（https://www.sip4d.jp/download/）(本資料のP9)
- 国土交通省DiMAPSのリーフレット（leaflet.pdf (mlit.go.jp)
- 内閣府ISTU（ISUT（災害時情報集約支援チーム）：防災情報のページ - 内閣府 (bousai.go.jp)）

など

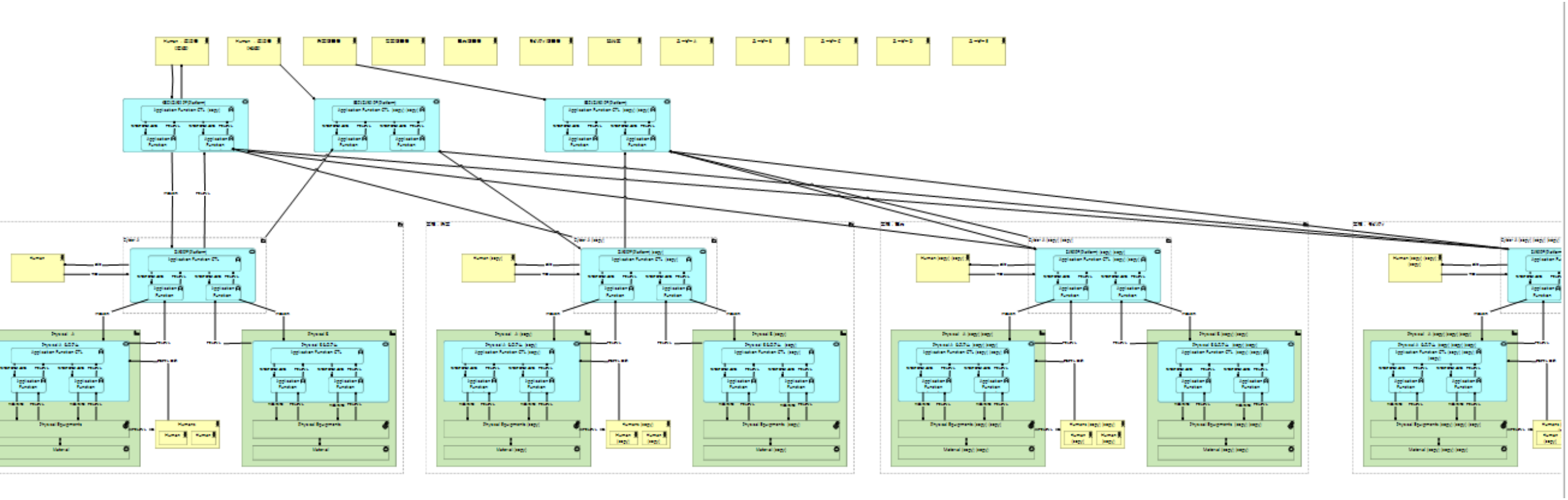
SIP4Dシステム連接概要説明資料のP5
（https://www.sip4d.jp/download/）

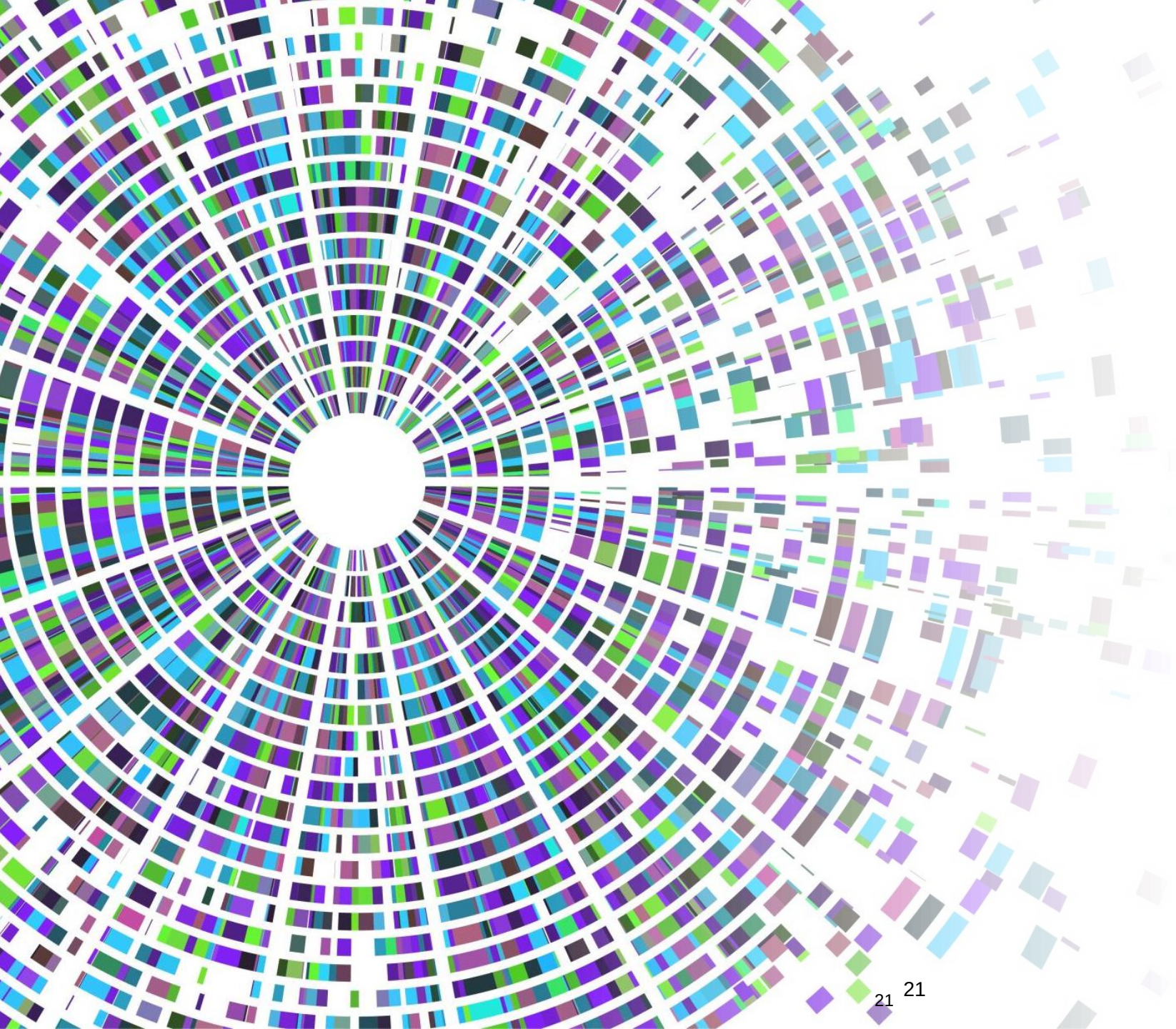
SIP4Dを介した情報共有フロー



CPHSのアーキテクチャ記述
成果物（Cチーム）

ArchiMateによるアーキテクチャ図





背景

21

課題認識について

SDGs（持続可能な開発目標）17の目標を参考に取り組むターゲットを定義

エネルギーをみんなにそしてグリーンに

➢すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネ ルギーへのアクセスを確保する

飢餓をゼロに

➢飢餓に終止符を打ち、食料の安定確保と栄養状態の改善を達成するとともに、持続可能な農業を推進する

気候変動に具体的な対策を

➢気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る

事例：都市OS

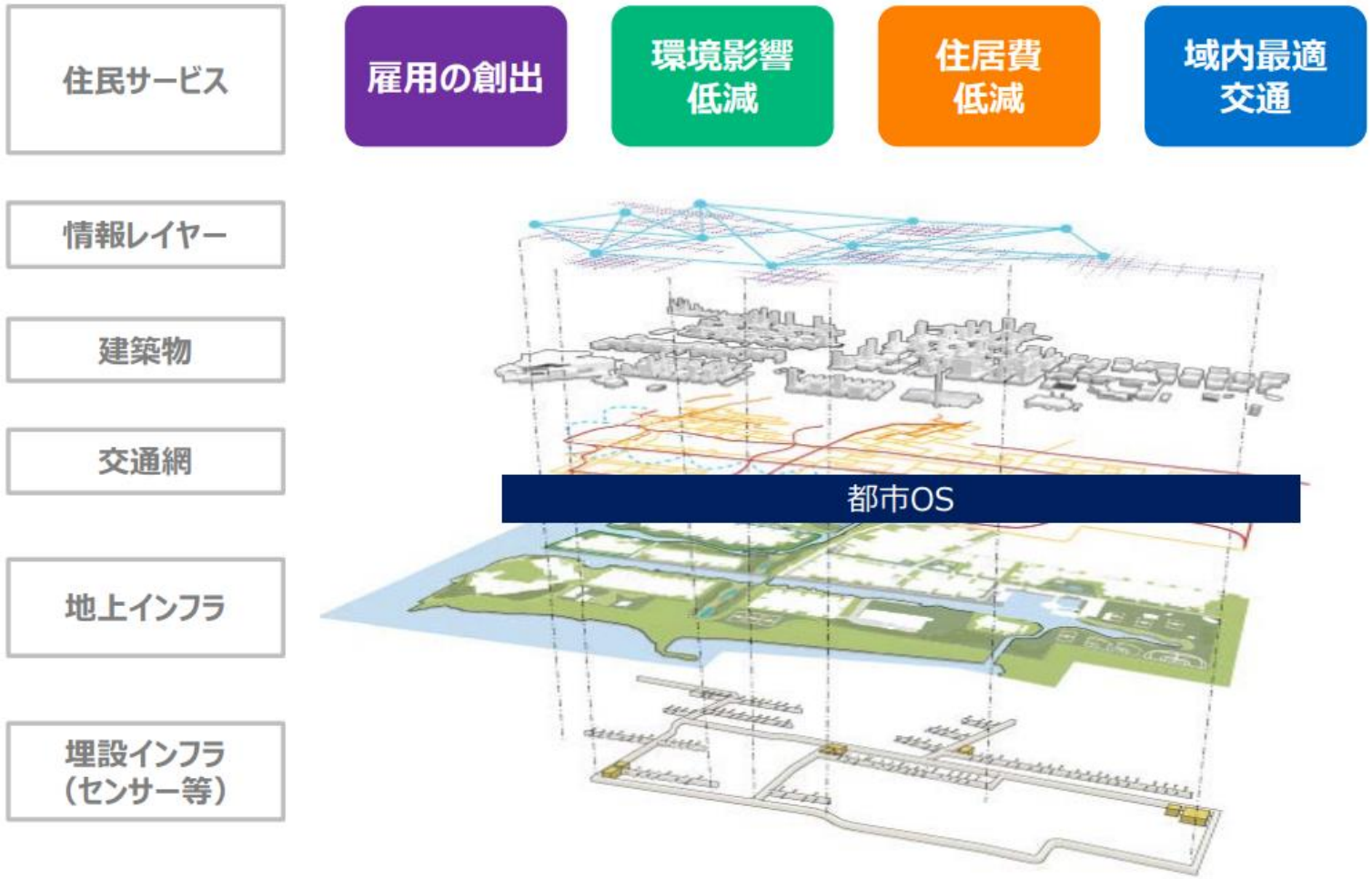
出典：内閣府資料「スーパーシティとデータ連携基盤について」）

23

事例：都市OS

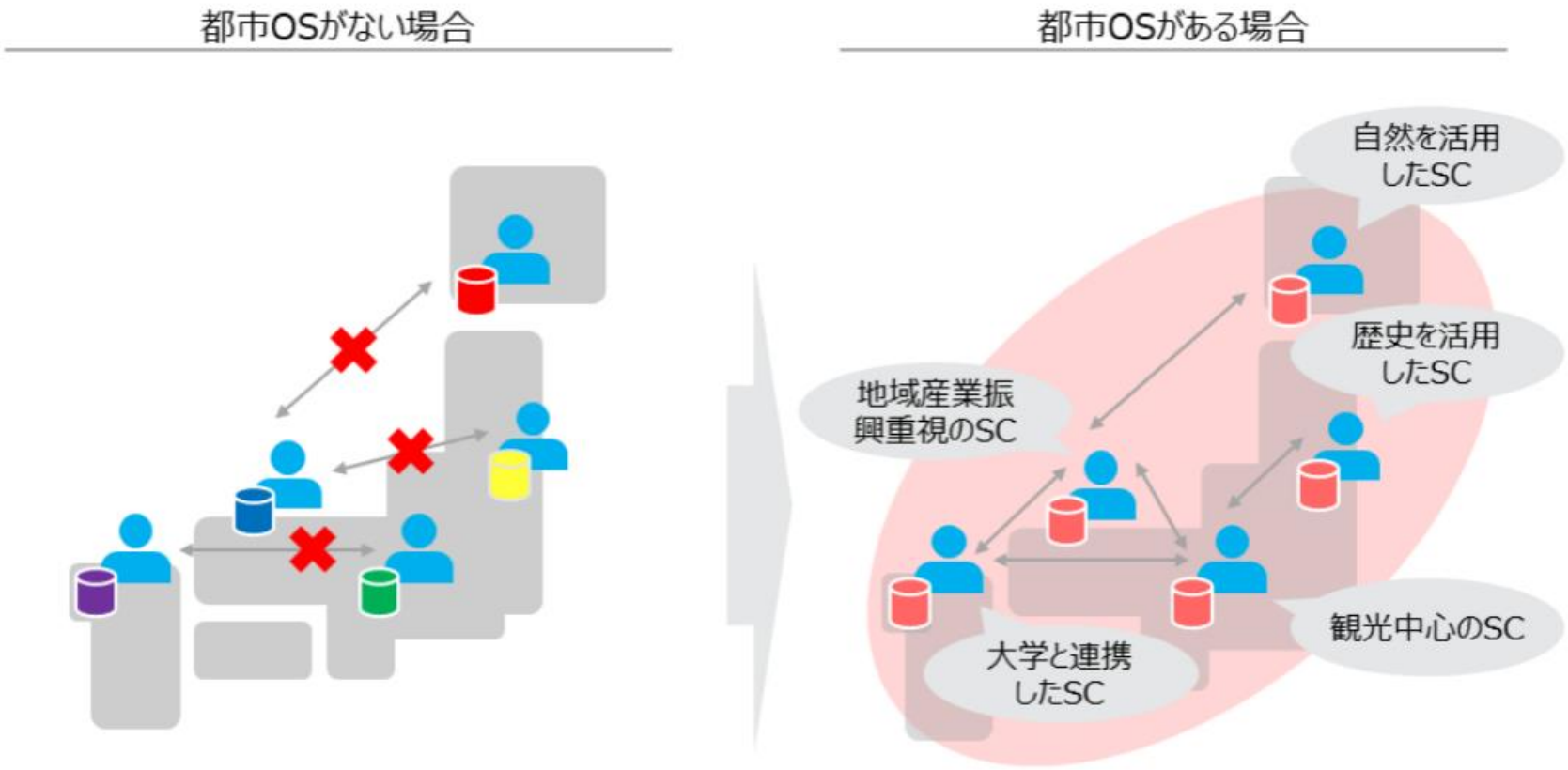
参考：海外のスマートシティ（トロント）

カナダ・トロントにおいては、Google系列のまちづくり会社Sidewalk Labs（サイドウォーク・ラボ社）が、都市OSを軸にまちの構造全体を設計・最適化（基本構想を策定中）



出典：内閣府資料「スーパーシティとデータ連携基盤について」）

事例：都市OS



- 各地域のITシステムがバラバラで**データやサービスが自由かつ効率的に連携・流通しない状態**
- 良いサービスができても、その展開にも常に初期開発と同額の費用が発生することとなり、結果として**広がりが生まれず実証止まりとなってしまう**

- 各地域に都市OSというプラットフォームが実装されることにより、**自由かつ効率的なデータやデータの連携・流通が可能**
- 各地域は、システムに労力やコストを割くことなく、**地域の資産や特性を生かしたスマートシティを推進可能**

図 2.2-2　都市 OS により地域間で自由かつ効率的にデータやサービスが連携・流通

出典：[都市OSとは？導入事例、スマートシティ実現に向けた課題と解決策を解説 | 株式会社unerry]

25

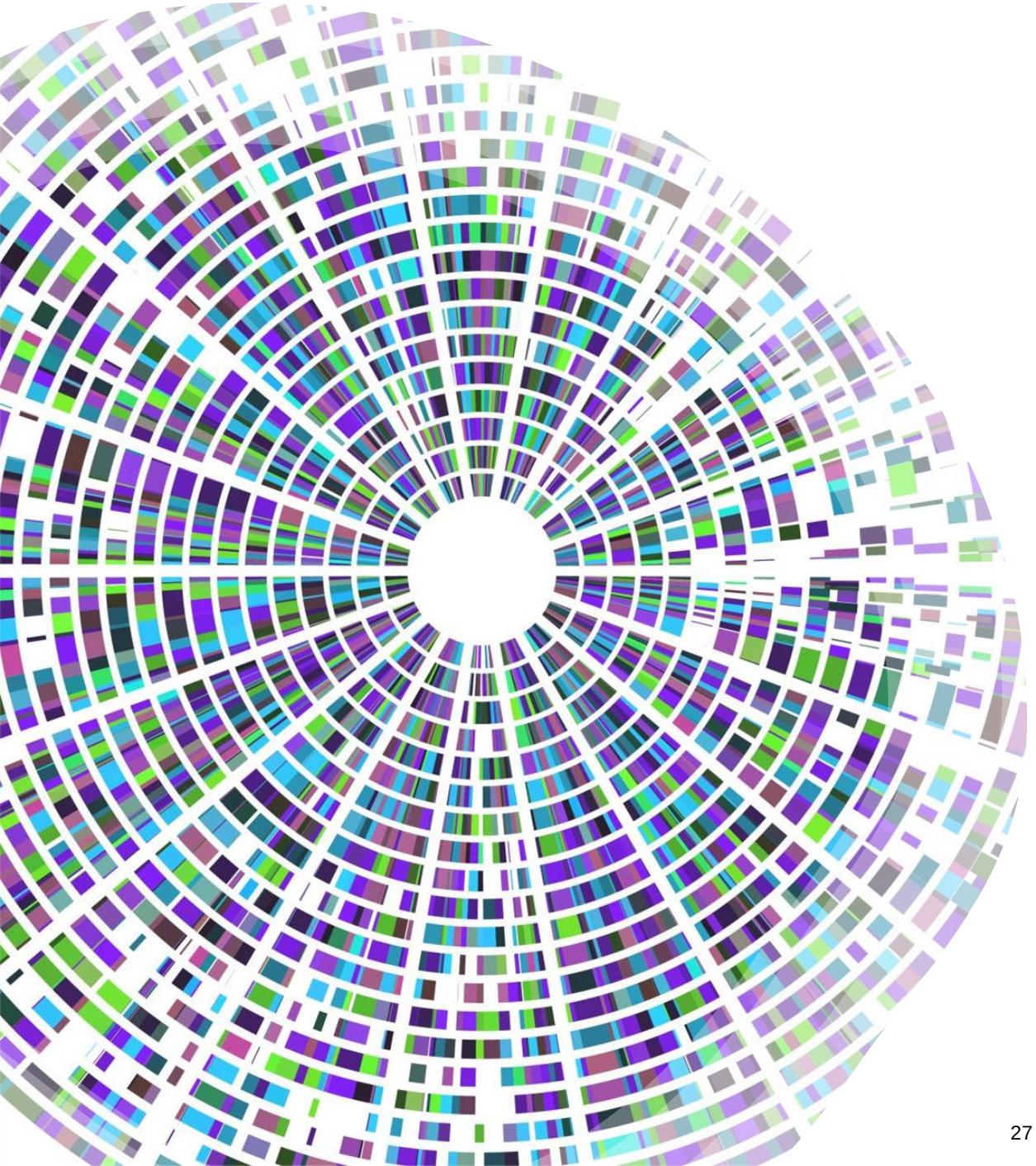
課題

【スーパーシティ構想の主な課題10分野】

- 行政手続き
- 物流
- 支払い
- 行政
- 医療・介護
- 教育
- エネルギー
- 環境・ゴミ
- 防災・緊急
- 防犯・安全

農業、漁業、スマート・モビリティなどのインダストリーカットでのカテゴライズではないため、経済界を巻き込み協力を得ることが難しい状況

26



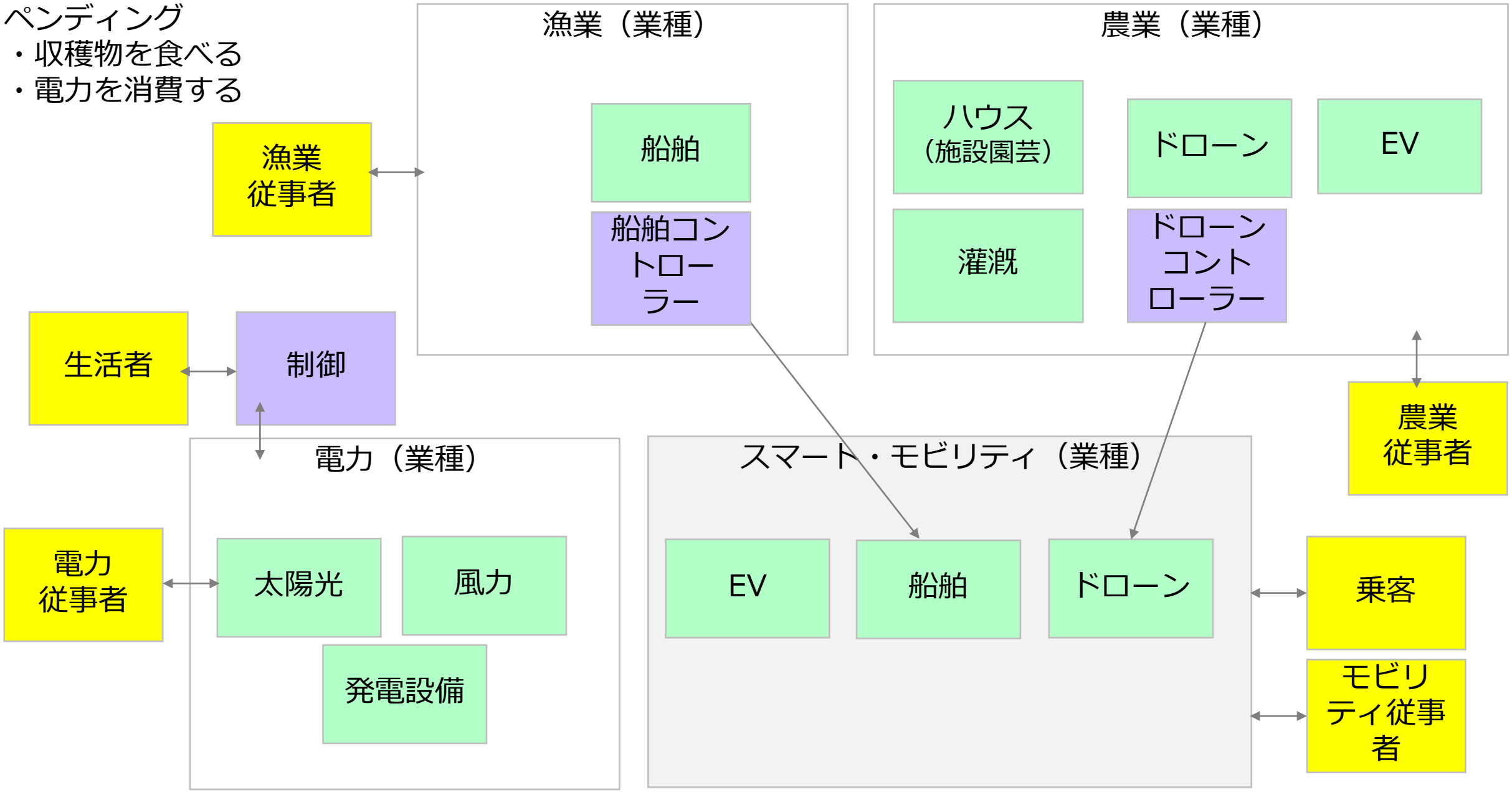
Cチーム・ワーク

27

前回検討版

Cチーム

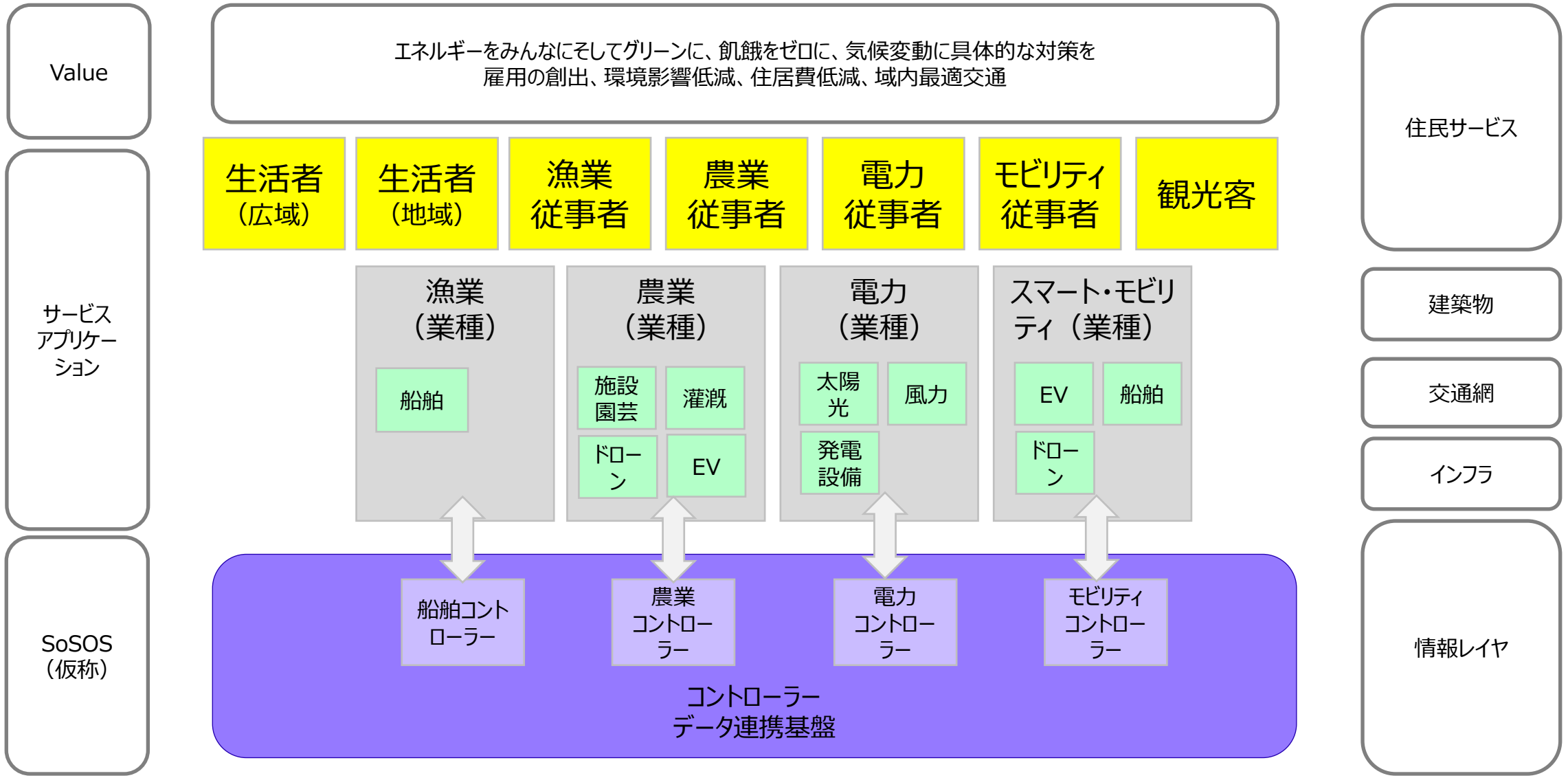
ペンディング
・収穫物を食べる
・電力を消費する



28

構造化版（検討用）

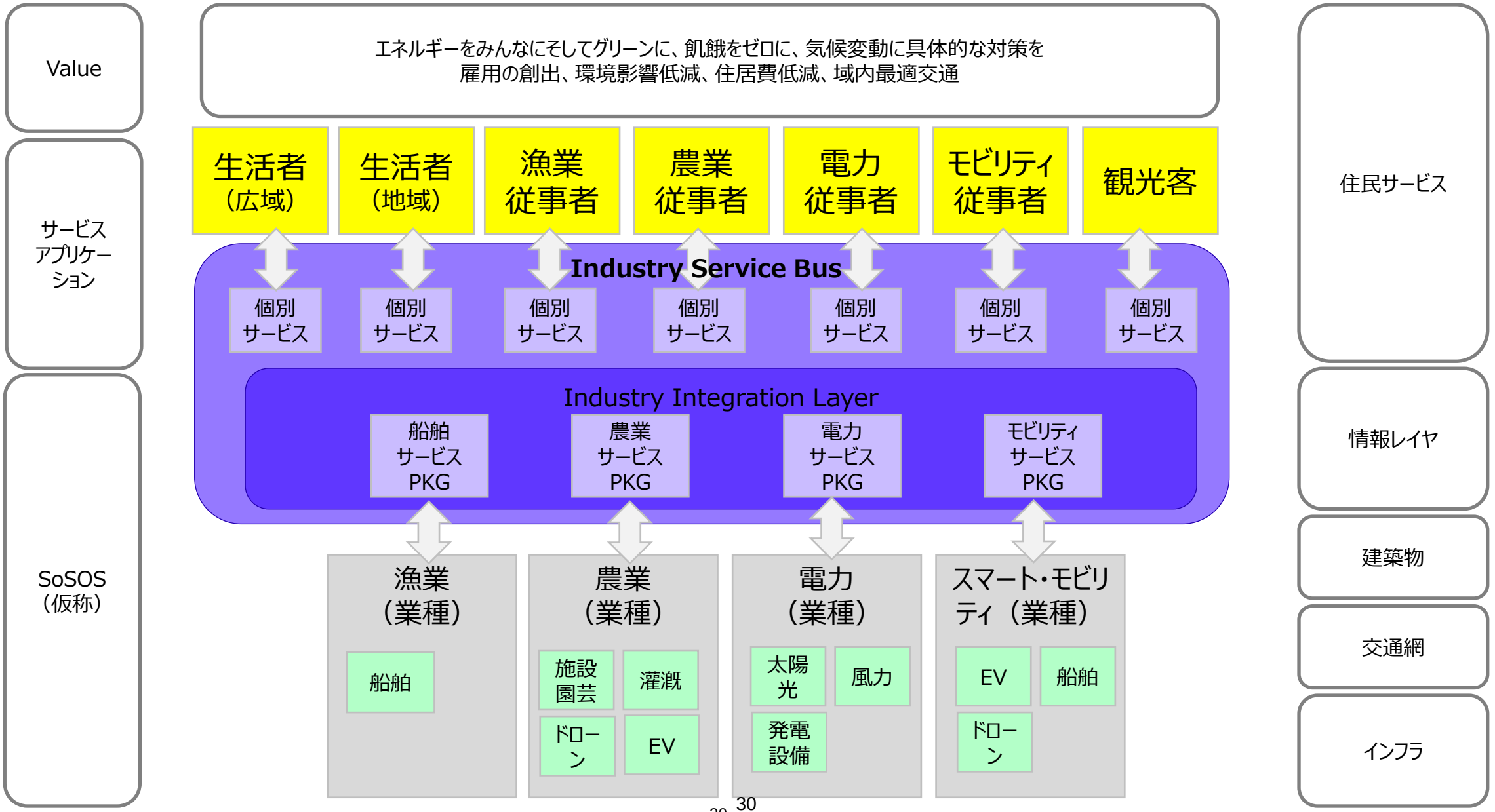
データ連携基盤をベースとした「スーパーシティ」の図に合わせると以下のイメージ
⇒SoSによるインダストリーの統合が住民サービスに繋がるイメージが想起できない



29

構造化版（検討用）

SOA（Service Oriented Architecture）ベースのイメージについて以下に示す



30

チームC（ボツ）

スマートシティ、スーパーシティを考慮したシステム図

Value

サービス
アプリケーション
ション

SoSOS
（仮称）

エネルギーをみんなにそしてグリーンに、飢餓をゼロに、気候変動に具体的な対策を
雇用の創出、環境影響低減、住居費低減、域内最適交通

生活者
（広域）

生活者
（地域）

漁業
従事者

農業
従事者

電力
従事者

モビリティ
従事者

観光客

Industry Service Bus

個別
サービス

個別
サービス

個別
サービス

個別
サービス

個別
サービス

個別
サービス

個別
サービス

Industry Integration Layer

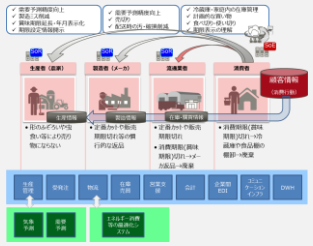
船舶
サービス
PKG

農業
サービス
PKG

電力
サービス
PKG

モビリティ
サービス
PKG

ヒューマン（ユーザー）に
最適化された動的な資
源の割り当て



漁業
（業種）

農業
（業種）

電力
（業種）

スマート・モビリ
ティ（業種）

業種〇
（業種）

住民サービス

情報レイヤ

建築物

交通網

インフラ

31

チームC

スマートシティ、スーパーシティを考慮したシステム図

Value

サービス
アプリケーション
ション

SoSOS
（仮称）

エネルギーをみんなにそしてグリーンに、飢餓をゼロに、気候変動に具体的な対策を
雇用の創出、環境影響低減、住居費低減、域内最適交通

生活者
（広域）

生活者
（地域）

漁業
従事者

農業
従事者

電力
従事者

モビリティ
従事者

観光客

Industry Service Bus

個別
サービス

Industry Integration Layer

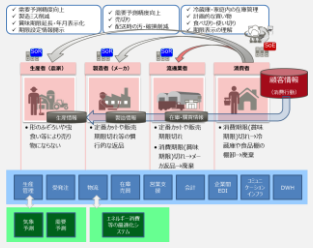
船舶
サービス
PKG

農業
サービス
PKG

電力
サービス
PKG

モビリティ
サービス
PKG

ヒューマン（ユーザー）に
最適化された動的な資
源の割り当て



漁業
（業種）

農業
（業種）

電力
（業種）

スマート・モビリ
ティ（業種）

業種〇
（業種）

住民サービス

情報レイヤ

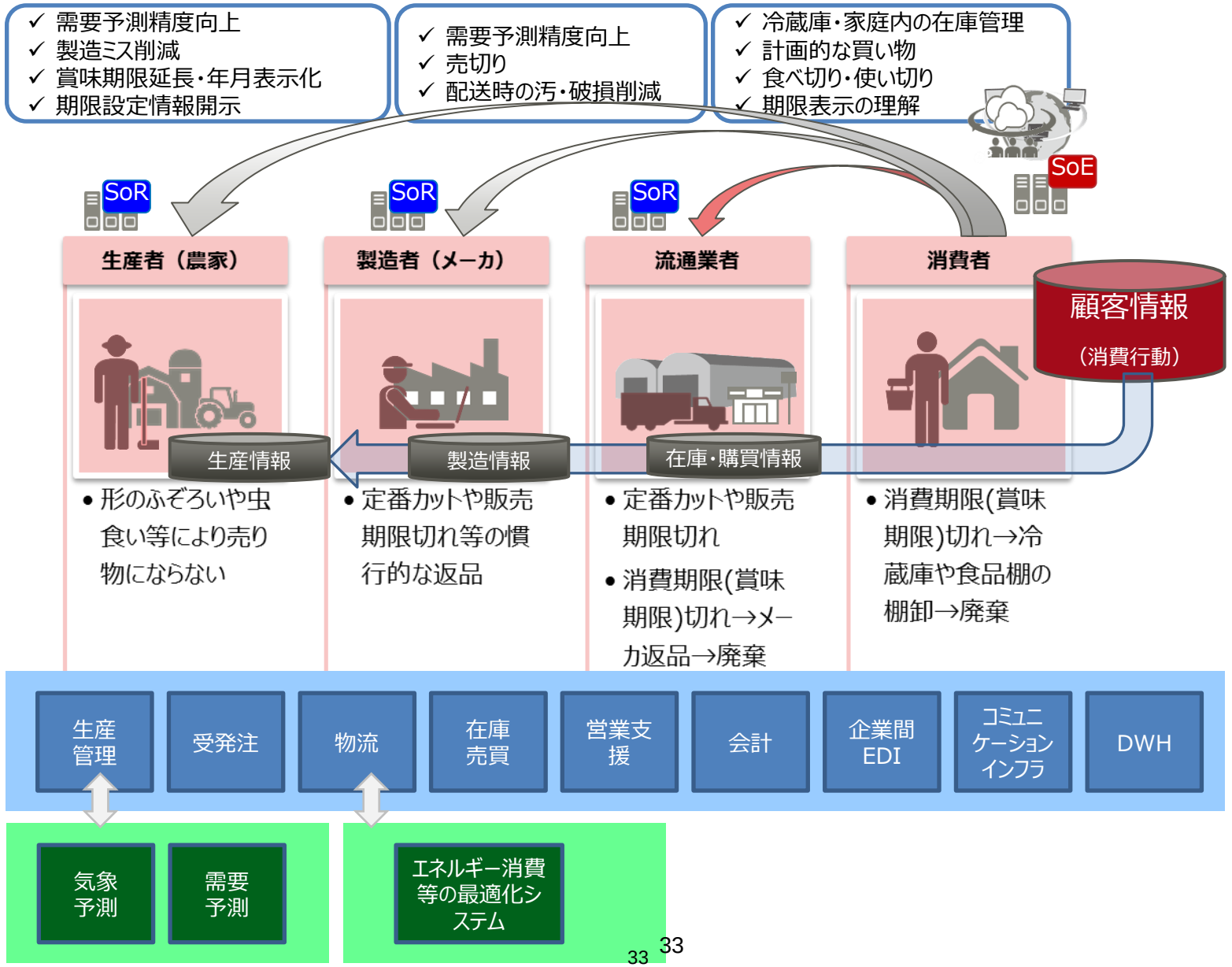
建築物

交通網

インフラ

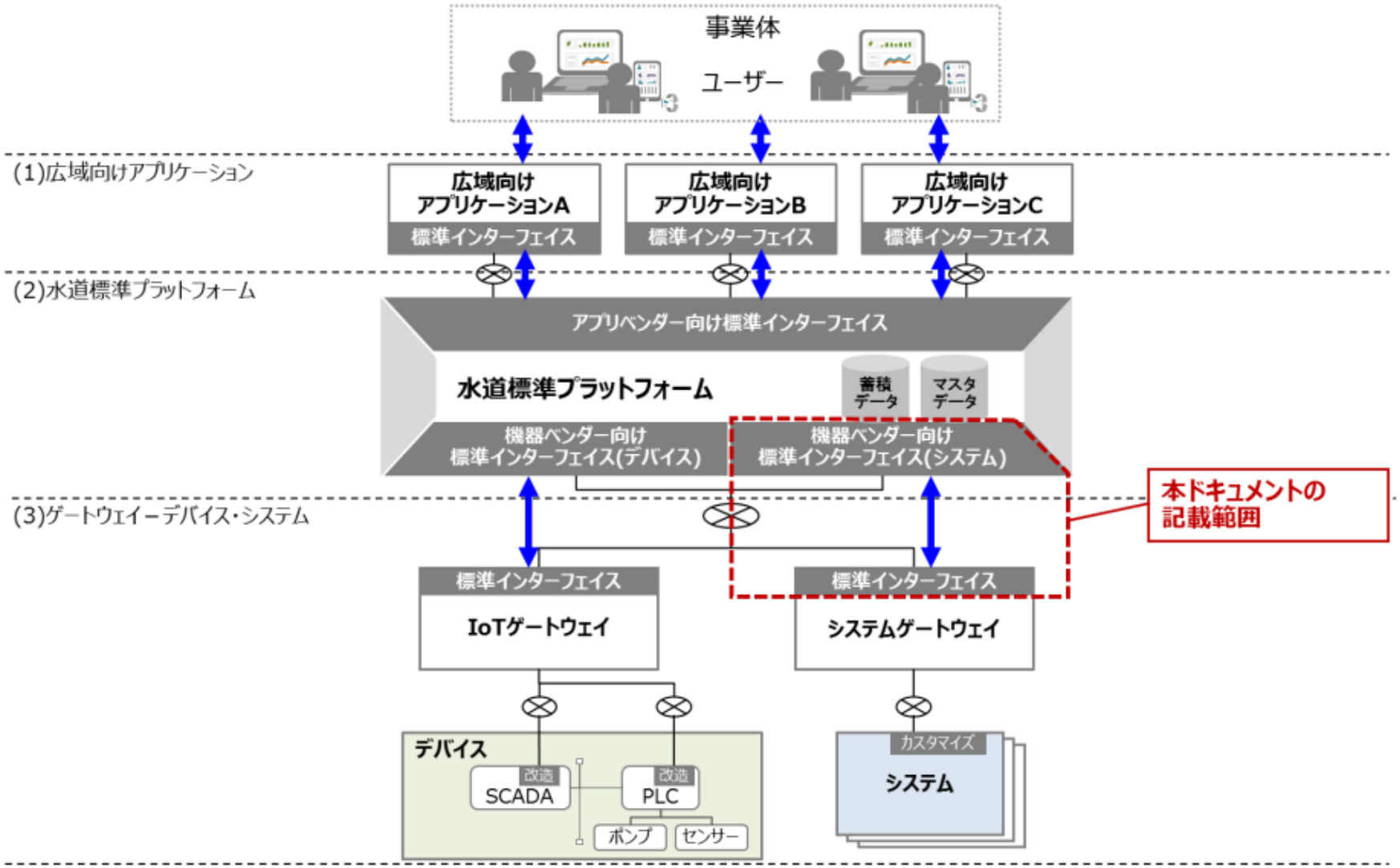
32

食品廃棄の取組み施策の文脈：



33

水道情報活用システムにおける標準インターフェイスの例：機器ベンダー向け標準インターフェイス(デバイス)仕様

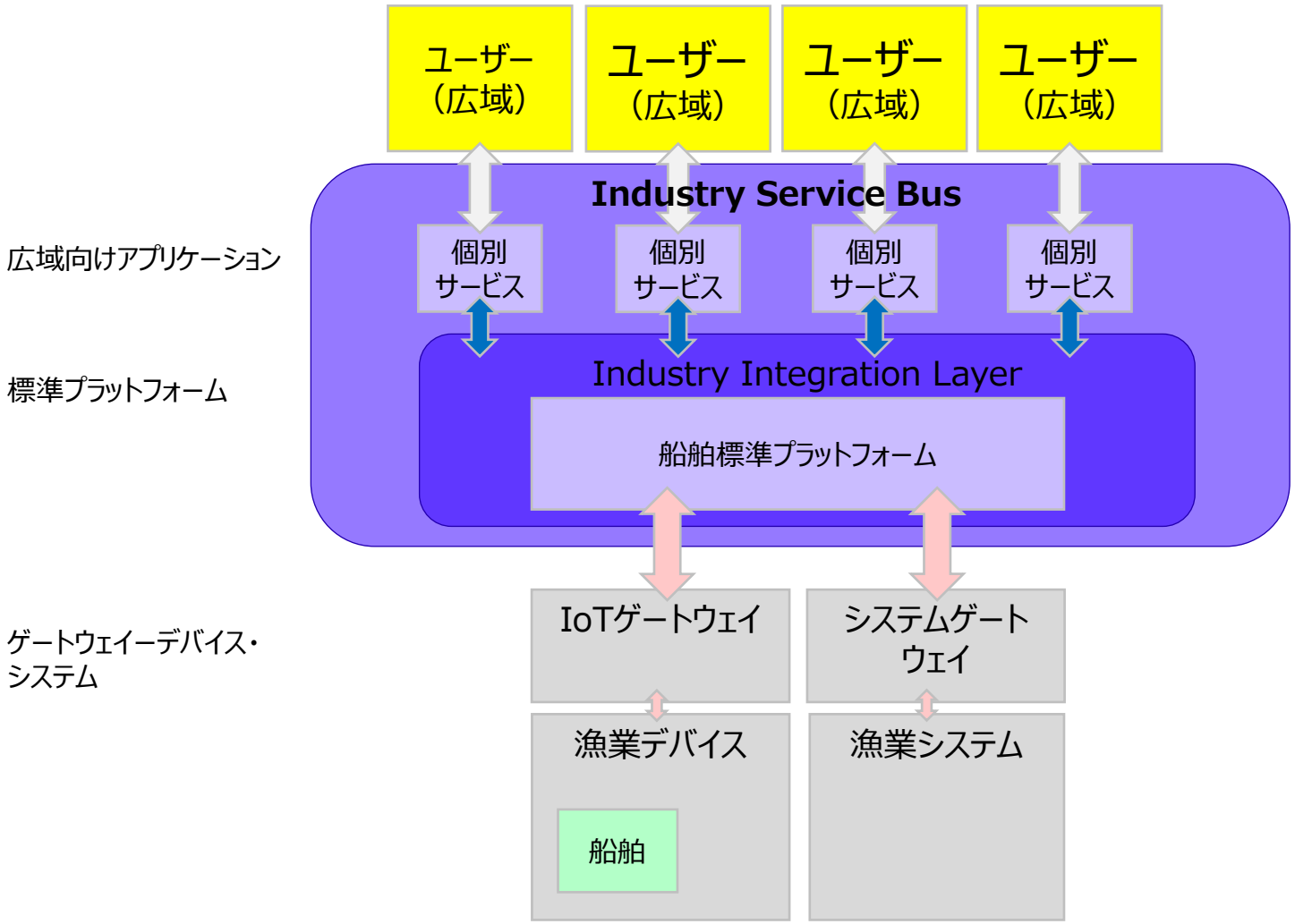


水道供給事業（上水道）におけるI/F仕様標準化の取り組み（https://www.j-wpf.jp/stdspec/）

34

チームC

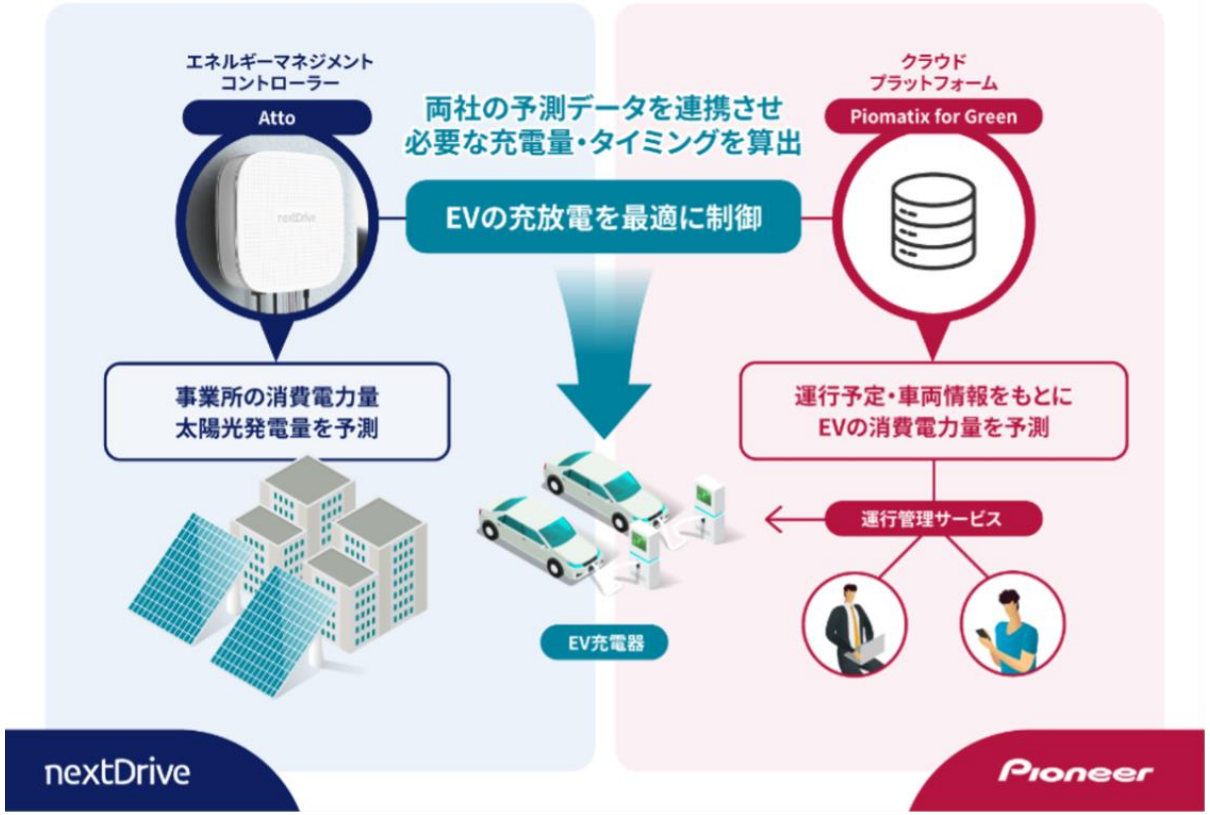
水道情報活用システムを参考とした漁業関連システム図

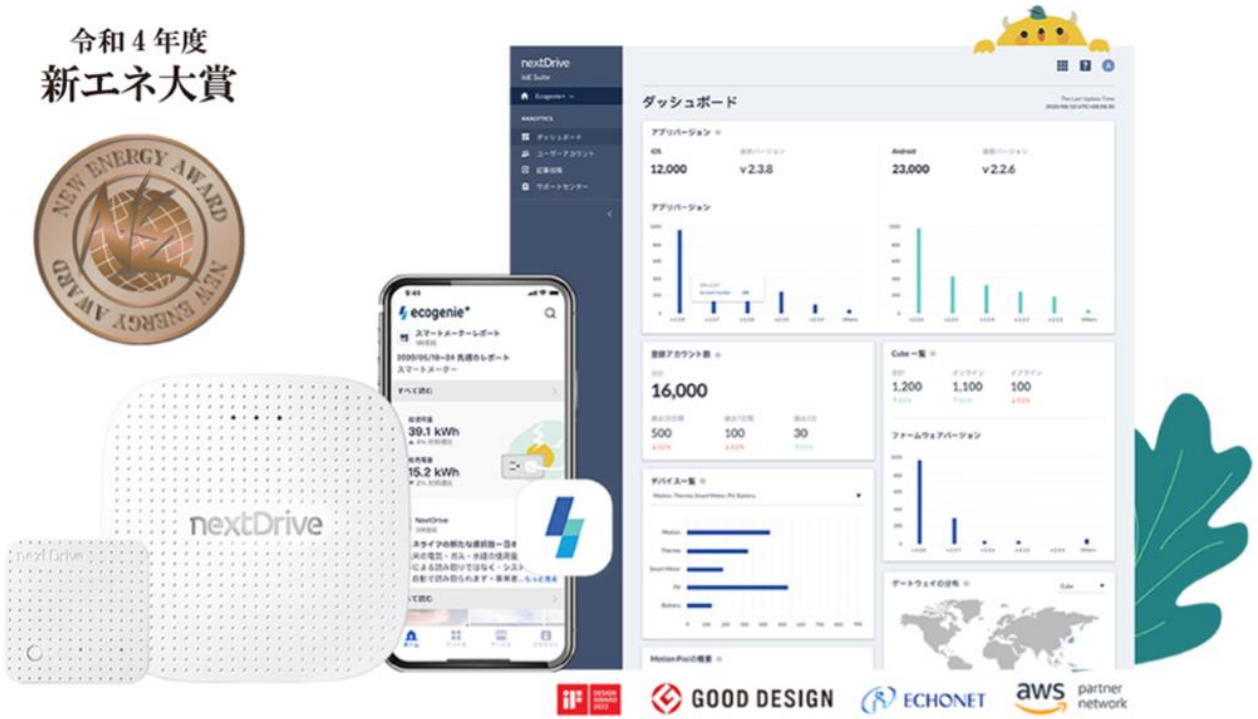


35

nextDrive

- NextDriveは、“未来の移動体験を創ります”の企業ビジョンのもと、ソリューション企業への変革に向けた取り組みを強化しているパイオニア株式会社（本社：東京都文京区、代表取締役兼社長執行役員：矢原 史朗、以下「パイオニア」）と、移動データと電力データを掛け合わせることによりEV関連のエネルギーマネジメントを最適化する「EV充放電制御システム」の開発を行います。
- 本協業では両社の技術を活用し、車両の移動データと電力データを掛け合わせることでEV関連のエネルギーマネジメントを最適化し、それらの課題を解決する「EV充放電制御システム」の開発を行います。

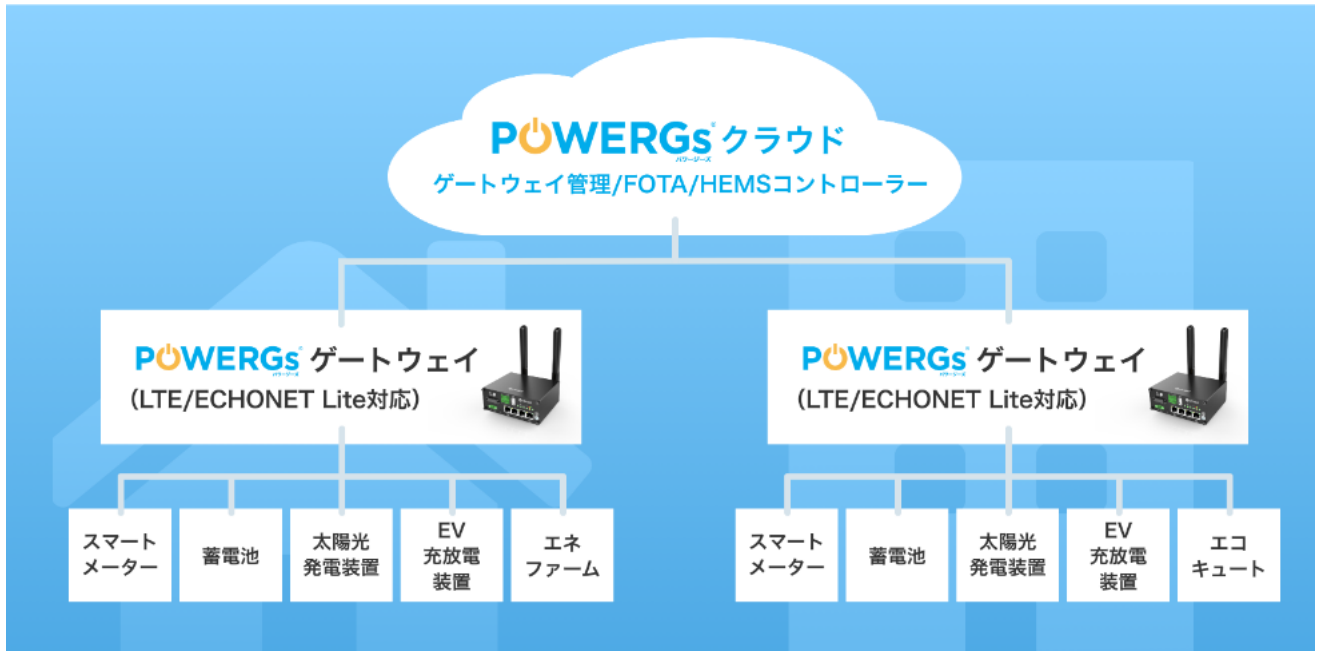




36

POWERGs™（パワージーズ）

- あらゆる機器をネットにつなぎ電力やCO2の見える化に必要なデータを確実に収集
  - ハードウェア・通信インフラ・クラウドをワンストップで提供
  - LTE回線での安定・高品質通信
  - 蓄電池、EV充放電器など各機器との接続
  - クラウドからゲートウェイを設定することによる効率化と各種ソフトウェア拡張性



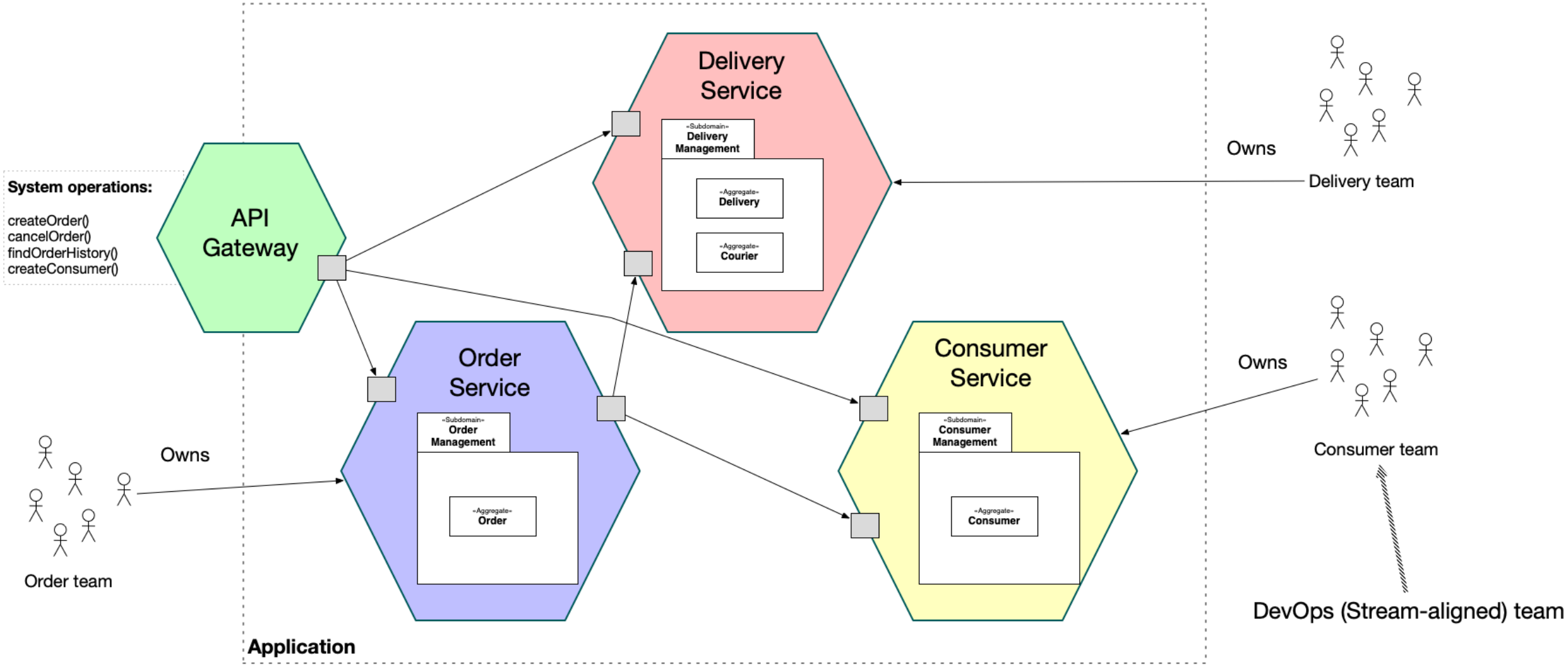
37

ヒューマン（ユーザー）に最適化された動的な資源の割り当ての検討

- 食品廃棄削減に向けたサプライチェーンの最適化（デマンドチェーン高度化）
- 電力需要家の電力消費量情報を、Industry service busレイヤにフィードバックし、それに応じて発電量を調整する
- 気象情報により漁に出られない地域の情報をIndustry service busレイヤにフィードバックし、漁に出られる地域での漁獲量を調整する

38

課題


System operations:
createOrder()
cancelOrder()
findOrderHistory()
createConsumer()
API Gateway
Delivery Service
«Subdomain»
Delivery Management
«Aggregate»
Delivery
«Aggregate»
Courier
Order Service
«Subdomain»
Order Management
«Aggregate»
Order
Consumer Service
«Subdomain»
Consumer Management
«Aggregate»
Consumer
Application
Owns
Delivery team
Owns
Consumer team
Owns
Order team
DevOps (Stream-aligned) team

39

参考：モデル化の進め方

①SoS化する

前回、藤田先生から
ご説明頂いたもの。

システムとシステムの
階層のイメージおよび
システム間の連携を
表現したい。

SoSの図（naive）Cyber-Physical-Humanへ

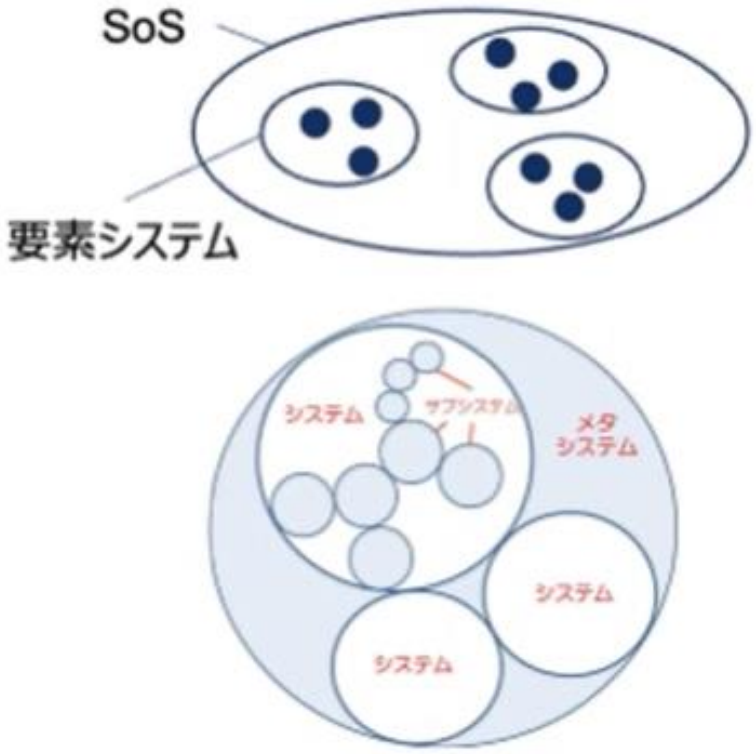


図２　System of Systems の構造[7]

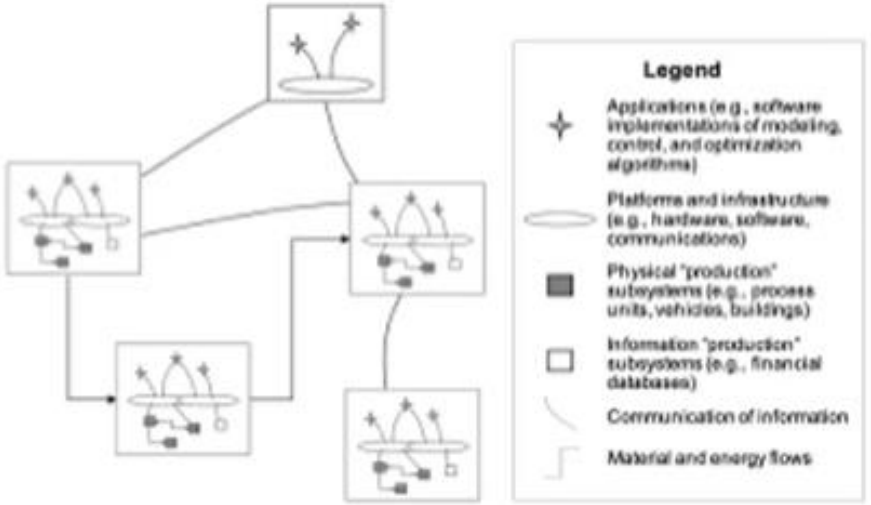


Figure 1. A schematic representation of a system of systems. Each component system may consist of applications, platforms, and "production" elements, the last of which can be physical systems or information systems—dynamics are very different in the two cases. Component systems may be integrated through information and/or material/energy interconnections. Additional component systems may be employed for coordination and control (the top system), and coordination can also occur among production systems.

2

①SoS化する

SoSアーキテクチャ

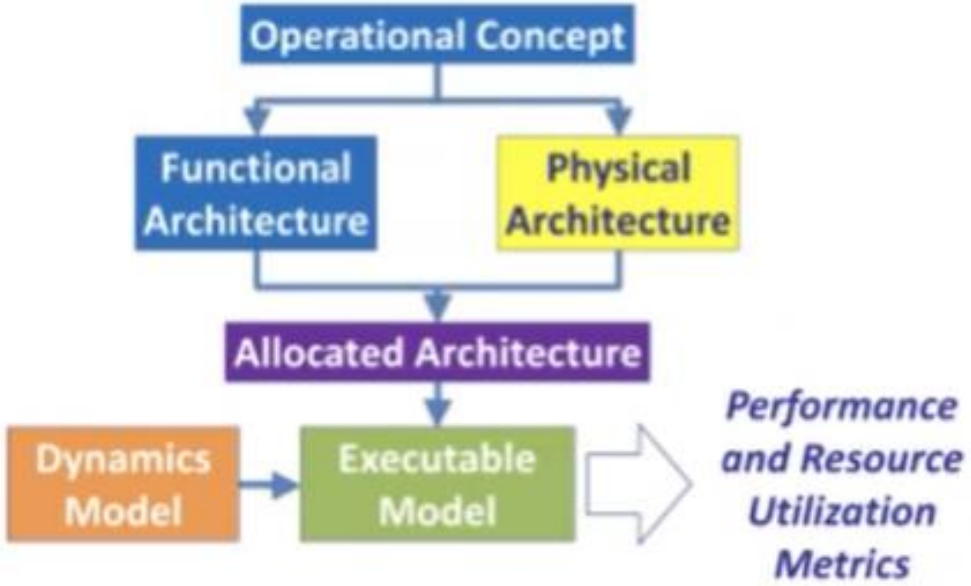


Figure 1. Reference process for synthesizing SoS architectures

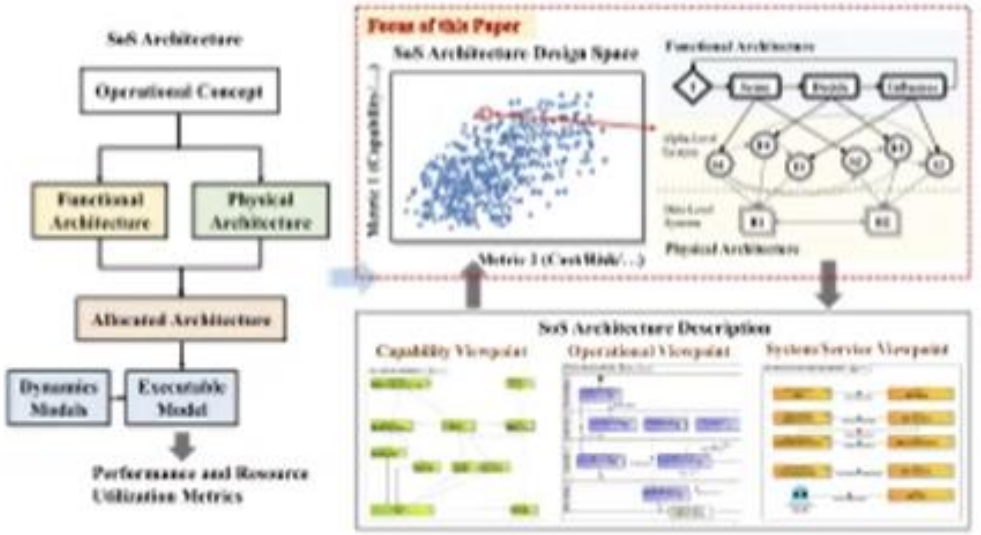


Fig. 1. Scope of SoS architecture selection in this article.

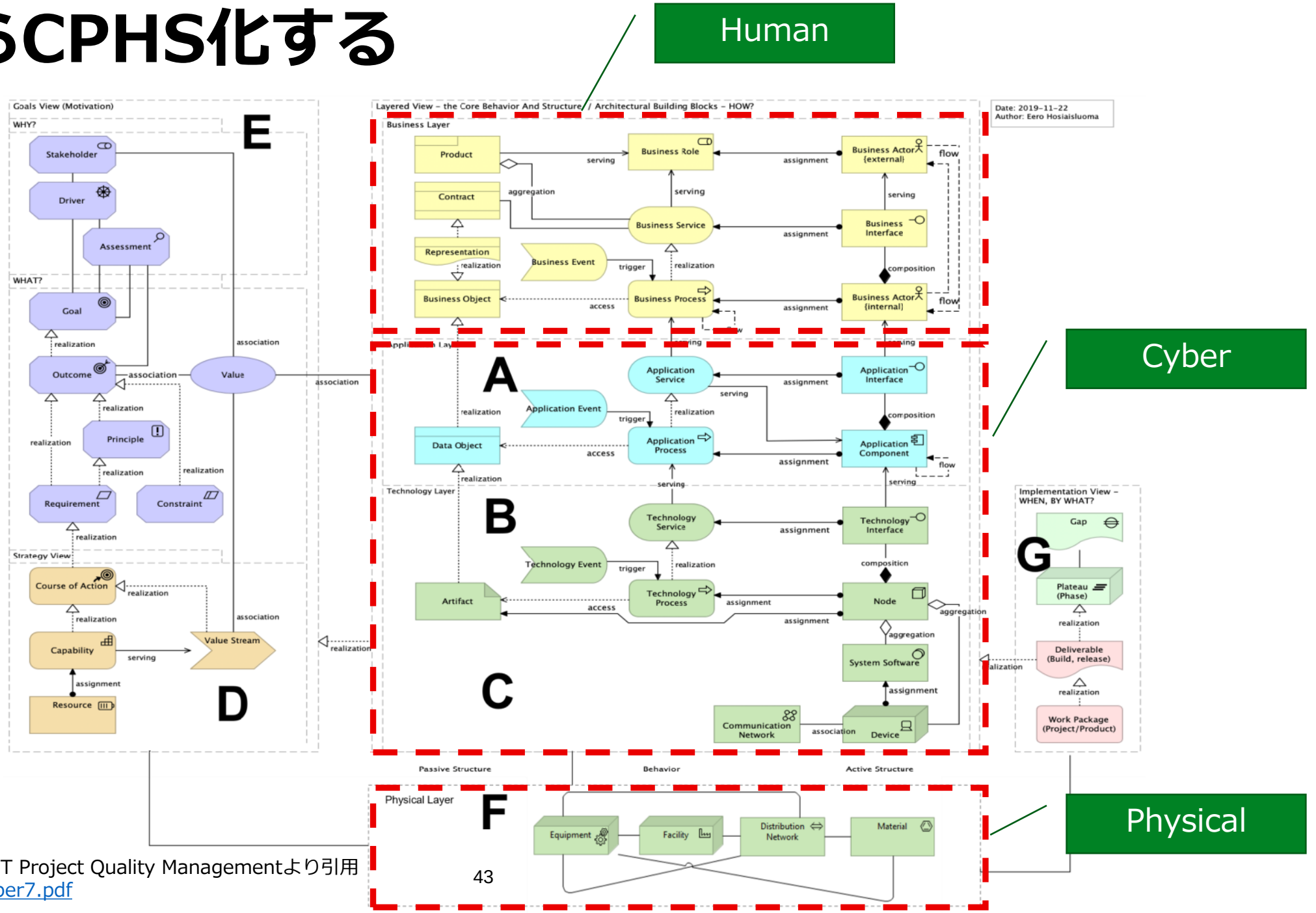
運用的独立性・管理的独立性（1996）→ アーキテクチャ論

②CPSからCPHS化する

IT品質マネジメント
をSoS的に表現
したモデル図

ArchiMateという
記述言語で表現して
おり、
　Cyber
　Physical
　Human
を連動して表現
している一例

ArchiMateは後述



Systems of Systems Perspective in IT Project Quality Managementより引用
引用元：CEUR-WS.org/Vol-3158/paper7.pdf

ArchiMateでは、
SoS分科会で
議論している、
・Cyber
・Physical
・Humanの
要素が描けます。

Human

Cyber

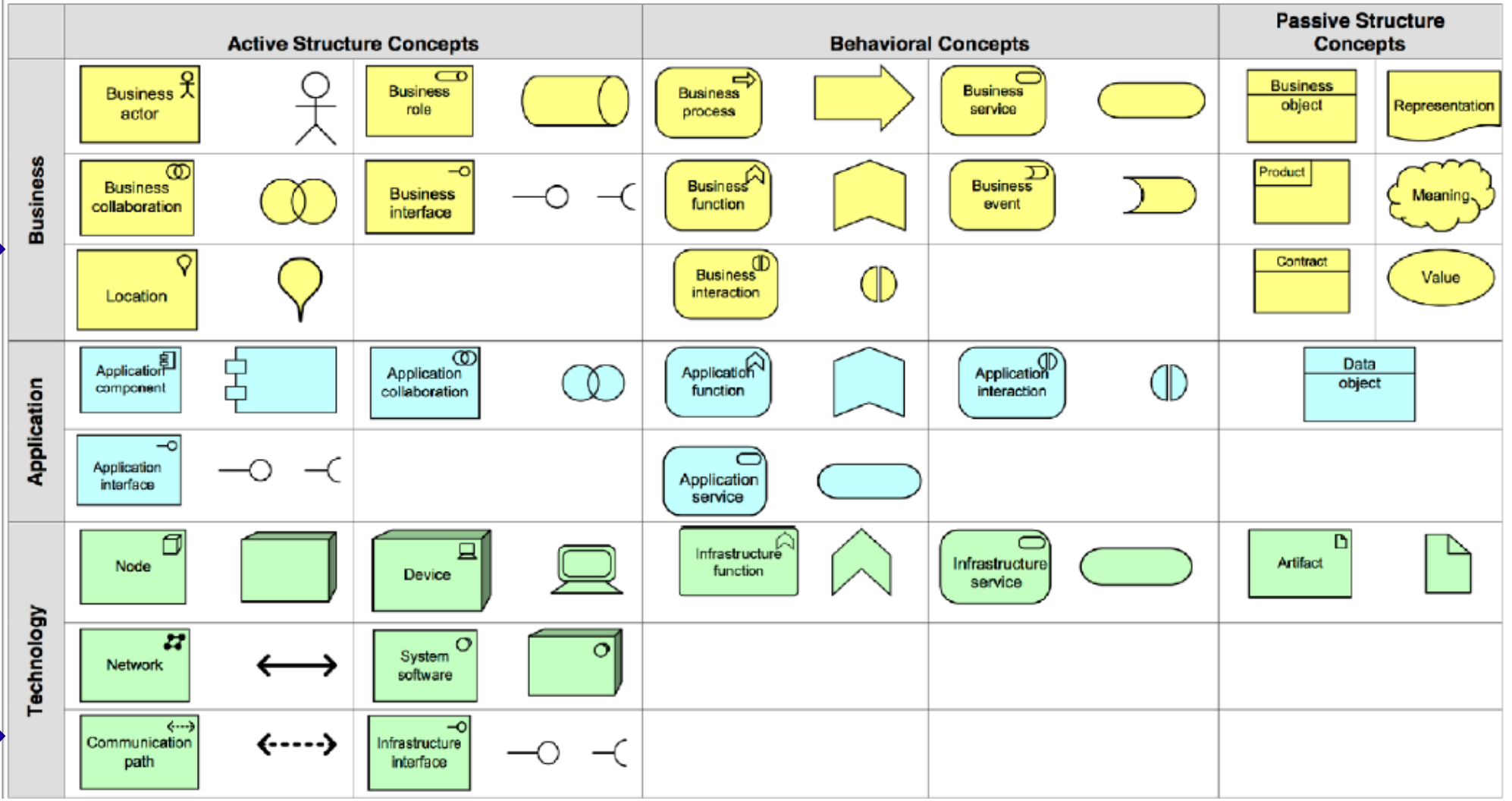
Physical

ArchiMate® 2.1

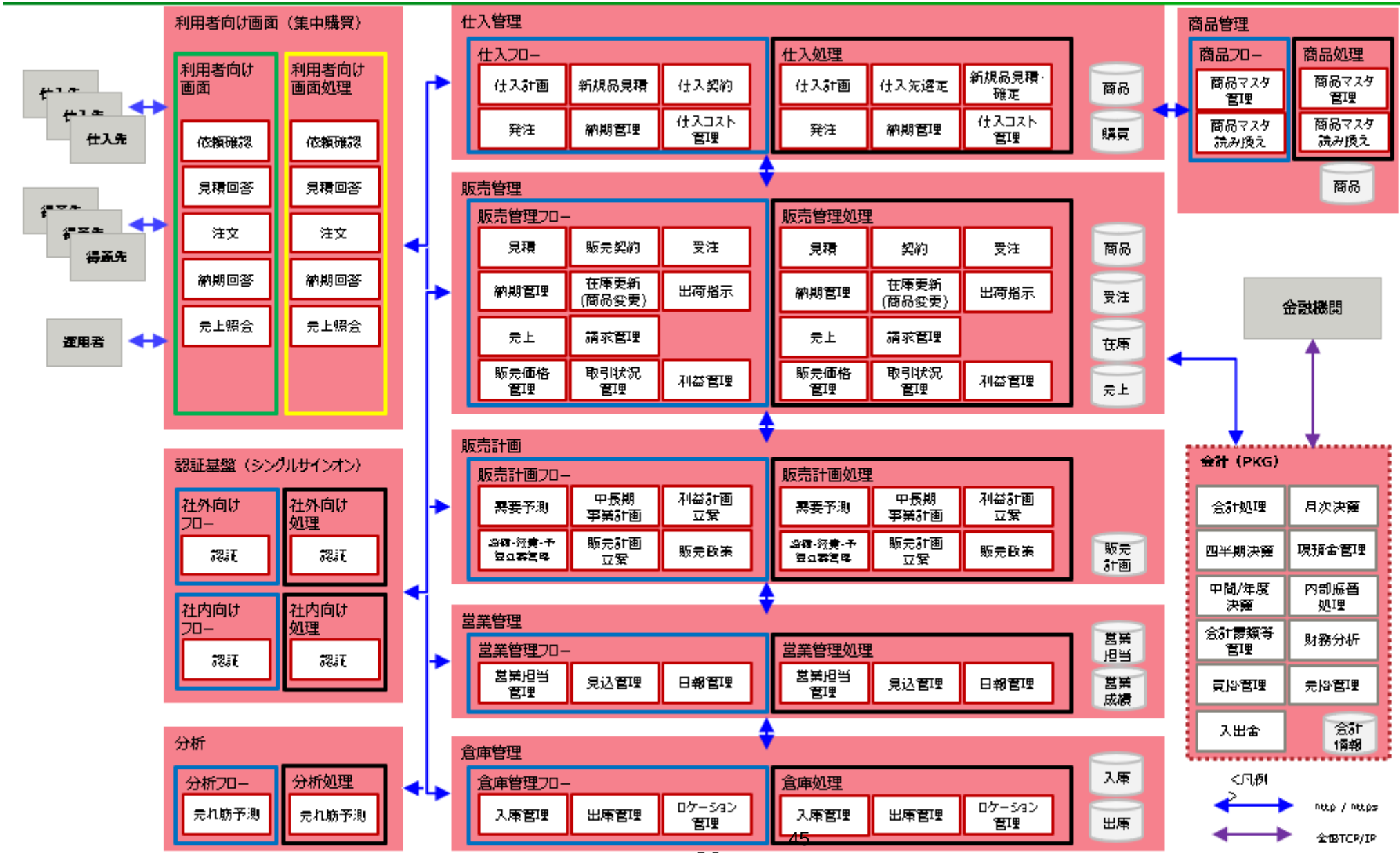
※最新は5.1のため少し
古い情報ですが
本質は大きく変わりません

THE Open GROUP

ArchiMate Core



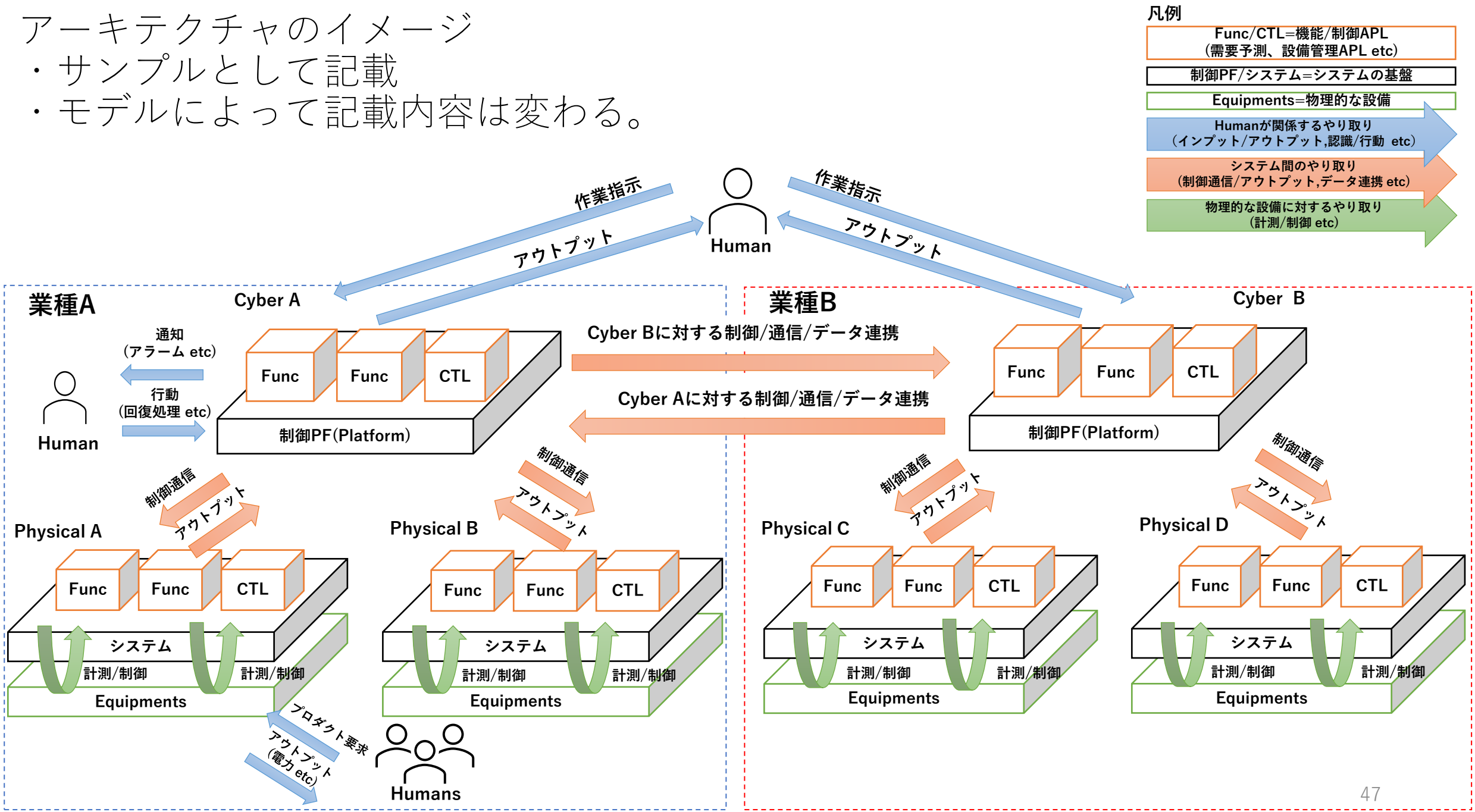
③Cyber部分の詳細化(一例) ※ここまでは書かないと思いますが一例として



©2023 Fujitsu Limited

参考：アーキテクチャサンプル

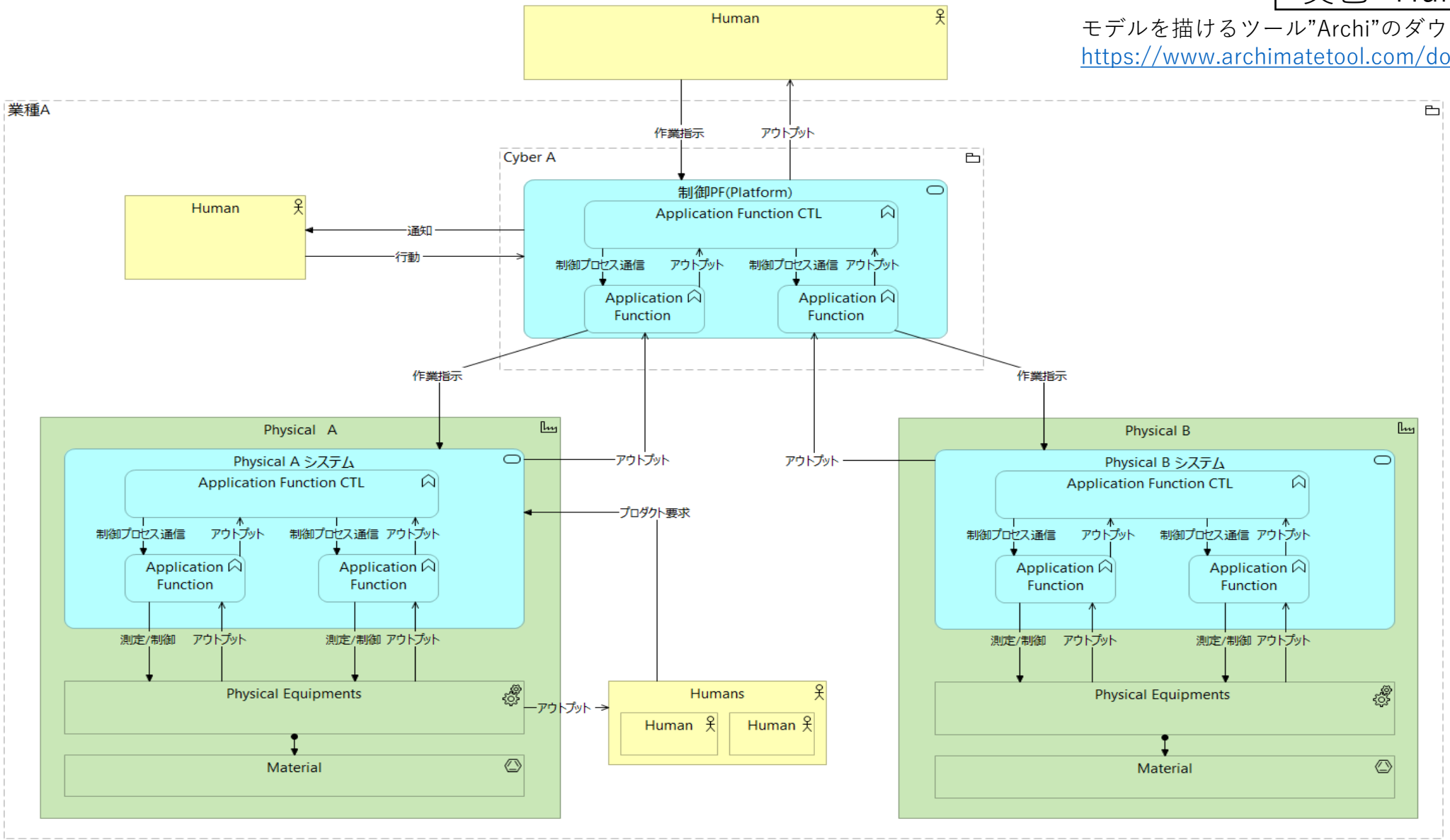
アーキテクチャのイメージ
・サンプルとして記載
・モデルによって記載内容は変わる。



ArchiMateのサンプル
※サンプルとしてファイルを配布

青=Cyber

緑=Physical

黄色=Human

モデルを描けるツール”Archi”のダウンロード先
https://www.archimatetool.com/download/