

IoT時代に対応した自律分散協調に必要なアーキテクチャーと技術要素について

平成28年5月19日
経済産業省
商務情報政策局

第2回分散戦略WGでの指摘

(1) 学習済モデルの流通

① 学習済モデルの保護と保証

- 付加価値のある学習済モデルを保護するための制度の必要性
- 学習済モデルを他者に利用させた場合の動作保証等の責任の在り方

(参考)

- ・ ソフトウェアは著作権で保護。
- ・ 学習済モデル（アルゴリズムというよりは変数ごとの重み）は著作権で保護できるか。

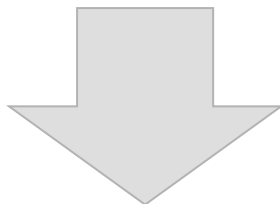
② 学習済モデルの2次加工の促進

- 学習済モデルを第3者が加工（2次加工、3次加工）したもので収益を上げた場合の収益の分配の在り方と、エコシステムの形成の必要性
- 現在、データ流通市場の形成を手がける事業（エブリセンス等）がある中、学習済モデルについても流通対象となり得るか。

(2) データ協調型社会の創造

- 各社とも他社とのデータ交換を含めた連携の重要性について認識がありつつも、データを提供することについては抵抗感が強い。
- 海外でも協調領域のデータはクラウドを利用してコストダウンを追求するが、競争領域はオンプレミスで対応している。

→データ囲い込み構造からデータ協調構造に移行するための課題整理と対応の必要性
→データを国内に残すためにも国内データセンターは重要。特に、ユーザ利便性を高める機能を備えた高機能なデータセンター（AI分析、仮想化、コンテナ等）は重要。



以上については、本WGの後半の制度論のテーマの際にまとめて議論

本日の議論

【第一回で提示した論点の概要】

論点① 自律分散協調戦略のアーキテクチャー

論点② 我が国企業・産業にとっての戦略への落とし込み

前回の事例紹介

【アーキテクチャー・技術】

- SDNと分散について(ミドクラジャパン)
- エッジヘビーのアーキテクチャー（丸山委員）

【適用事例】

- センサー等と分散型アーキテクチャーについて（アズビル）
- 工場システムと分散型アーキテクチャーについて（三菱電機）

論点③ 先を見据えた技術戦略

論点④ ブロックチェーンの分散技術の利活用

論点⑤ オープンなデータ流通構造に向けた環境整備

論点⑥ 分散化時代のセキュリティ、人材育成

論点⑦ 分散化時代の規制や行政の在り方

論点⑧ 具体的プロジェクト（ユースケース）

今回の事例紹介

【アーキテクチャー・技術】

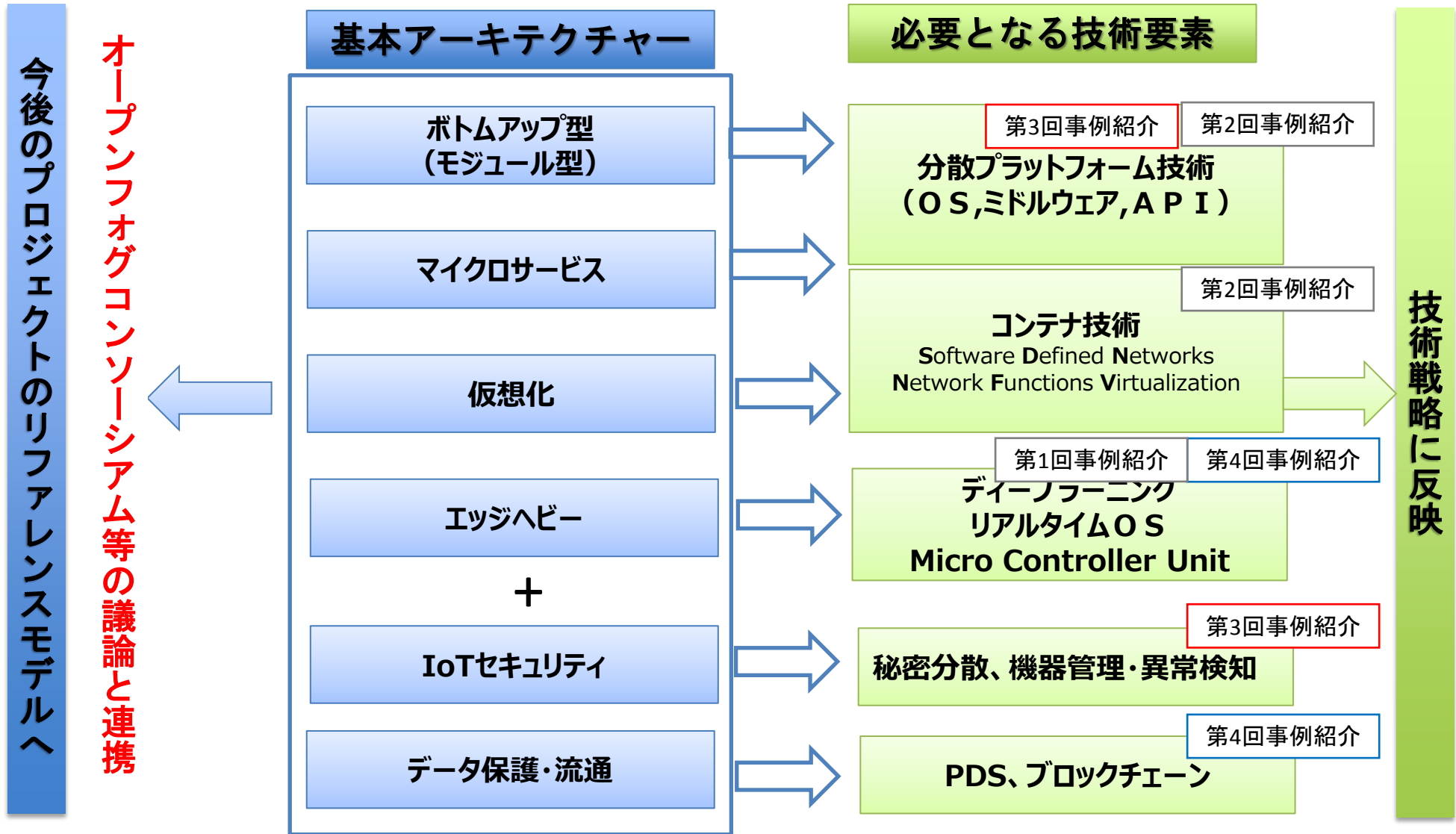
- 自律分散協調アーキテクチャについて、→出口委員からプレゼン
- マイクロサービスを実現するシステムについて →日立様からプレゼン
- 分散アーキテクチャにおけるセキュリティについてについて、→NEC様からプレゼン

【適用事例】

- センサー等と分散型アーキテクチャーについて → ファナック様からプレゼン

アーキテクチャー及び必要となる技術要素

- 以上のアーキテクチャーの議論については、様々な分野で検証の上、ガラパゴスにならないよう国際的な整合性をとりながら進めるとともに、必要となる技術要素の開発を促進していくことが重要。



IoT時代に求められる自立分散協調のアーキテクチャーに求められるもの

第1回WGでは、分散型について、ユーザーにとってのメリットが重要であること、日本企業が強みが発揮できるアーキテクチャを明確化する必要がある等の指摘をいただいた。

自律分散協調アーキテクチャが持つ特性

- ①リアルタイム特性・即応性
- ②ゼロダウンタイム

アーキテクチャーの望ましい基本的構造

ユーザーフレンドリー【テーマ1】	①事業の拡大や変化に応じてマージナルなコストで対応できる（モジュール化・オープン化）
	②既存のデバイスやサービスを生かしながらシステムを改善・拡張できる（レトロフィット）
	③OSや物理層によらずにサービスを展開できる（フレキシビリティ）
日本の強みを生かす【テーマ2】	④現場力を生かす。現場のアイデアをシステムに反映できる
	⑤デバイス等でデータを捌き、付加価値を確保できる

+

IoT時代のアーキテクチャに必要な付加機能

フェールセーフのセキュリティ【テーマ3】	秘密分散により進入されても安全を確保するとともに、異常検知して隔離して全体へのダメージを防ぐことができる。
データ流通と保護【テーマ4】	データをコントロールしつつ、必要なところにデータを提供でき、低コストで改ざんを防止することができる。

必要とされる将来像

①ボトムアップ型
（モジュール型）

②マイクロサービス

③仮想化

④エッジヘビー

IoT時代のアーキテクチャ
⇒自律・分散・協調型

【テーマ1】ユーザフレンドリーなアーキテクチャの要素について

(課題)

①ユーザ（エンドユーザにサービスを提供する者）は、事業開始時から事業を拡張したり、転換しようとする、と、システムを初めから作り直す必要があり、時間と費用がかかり、円滑な事業拡張・転換を阻害する。

②事業の改善や拡張をするために、すでに設置されたデバイスやシステム等を廃棄して、改めて設置し直すのは、時間と費用がかかり、円滑な事業改善・拡張を阻害する。

③ユーザは、アプリケーションを提供するために、インフラ（ネットワーク、OS、物理的なデバイス等）に合わせてカスタマイズする必要があり、円滑な事業展開を阻害する。特にOSやミドルウェアに依存すると、バージョンアップに合わせた更新が必要

(解決策)

①モジュール化・オープン化
ユーザの事業の拡張や転換に応じて、柔軟性を持って必要な機能を提供できる

②レトロフィット・自律化
すでに設置した既存のデバイスやシステム等を廃棄することなく、
これらを生かしながらか機能を改善、拡張できる

③仮想化
エンドユーザに提供するサービスがインフラによらず展開できる。特に、できるだけOSに依存しないで機能を変えることができる。
スケールに応じたスムーズな展開が可能。

ボトムアップ型
(モジュール型)

(→P5)

マイクロサービス

(→P6)

仮想化

(→P7) 7

【テーマ2】日本の強みを生かすアーキテクチャの要素について

(課題)

④ 日本のものづくりの競争力の源泉である現場の改善力などを生かせるようなシステムが望ましい。

⑤ 日本は、生産現場、自動車、スマホ、スマート家電、スマートメーターなどが充実しており、これらから得られるデータのうち必要なデータのみクラウド側に上げ、付加価値をできるだけデバイスに近い側に残す仕組みが望ましい

(方策)

④ トップダウンで硬直的なシステムではなく、機器間協調等によって現場のアイデアをシステムに反映できる仕組みとする。

⑤ ディープラーニング等によってデータを捌く役割をデバイス等に加え、抽出されるデータをクラウド側で生かすことができる仕組みとする。

ボトムアップ型
(モジュール型)

(→P 5 再掲)

エッジヘビー

(→P 8)

マイクロサービス

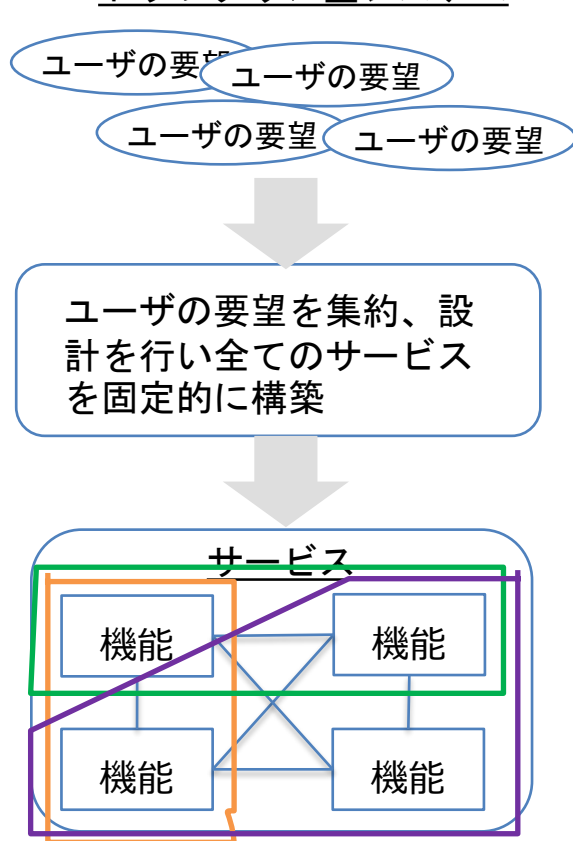
(→P 7 再掲)

アーキテクチャーの要素① ボトムアップ型システム（モジュール型）

現場のニーズにあわせたサービス提供を実現するために、「ある時点におけるニーズにあわせて設計される静的なシステム（トップダウン型）」ではなく、「ニーズに合わせて動的にシステムを再構築するシステム（ボトムアップ型）」。

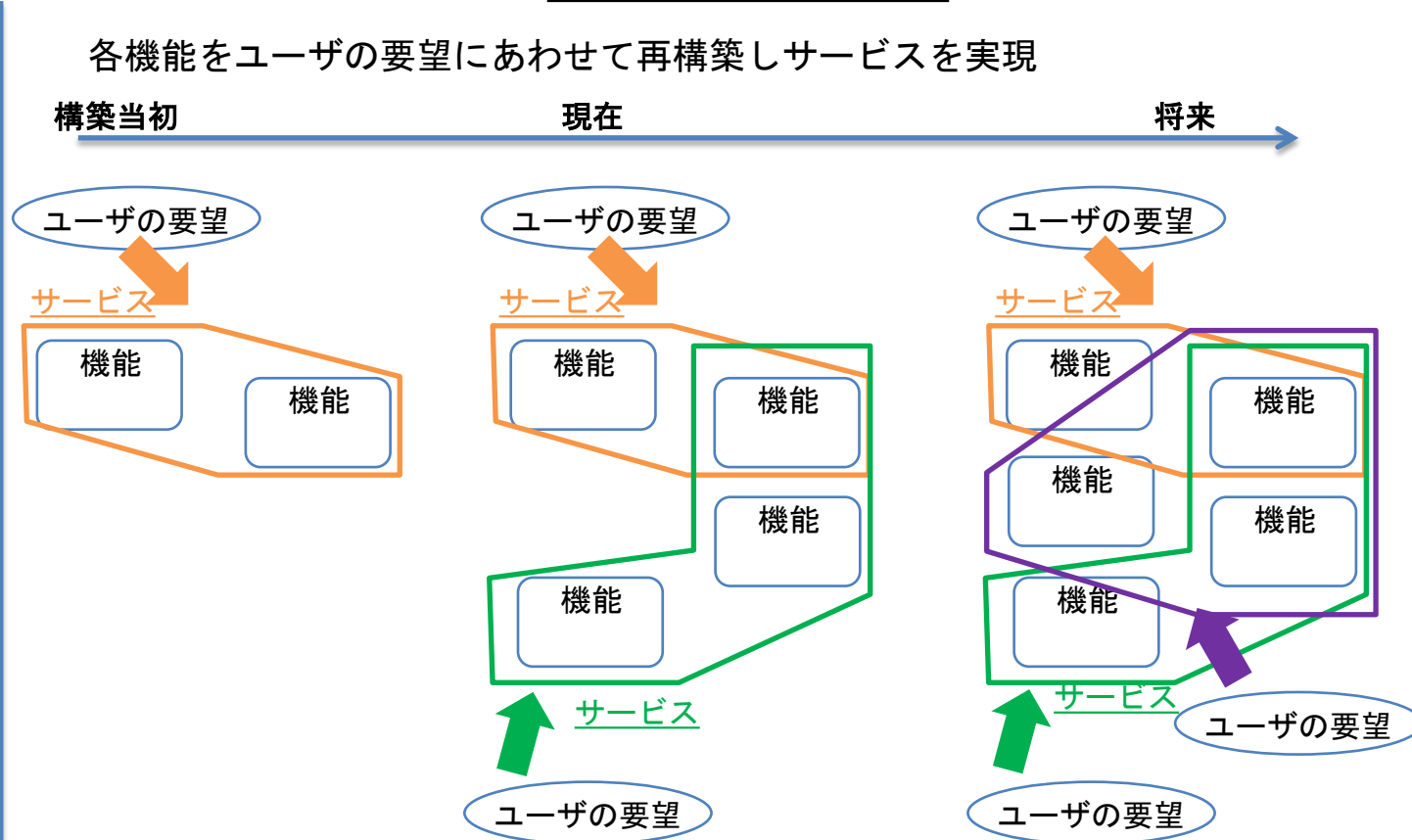
メリット: モジュールの組み合わせによりサービス提供が可能で、サードパーティーの参入が容易なエコシステムが構築できる(様々なサービスを享受可能) 例えば、インフラのメンテナンスシステム

トップダウン型システム



事業拡張・転換時には作り直し

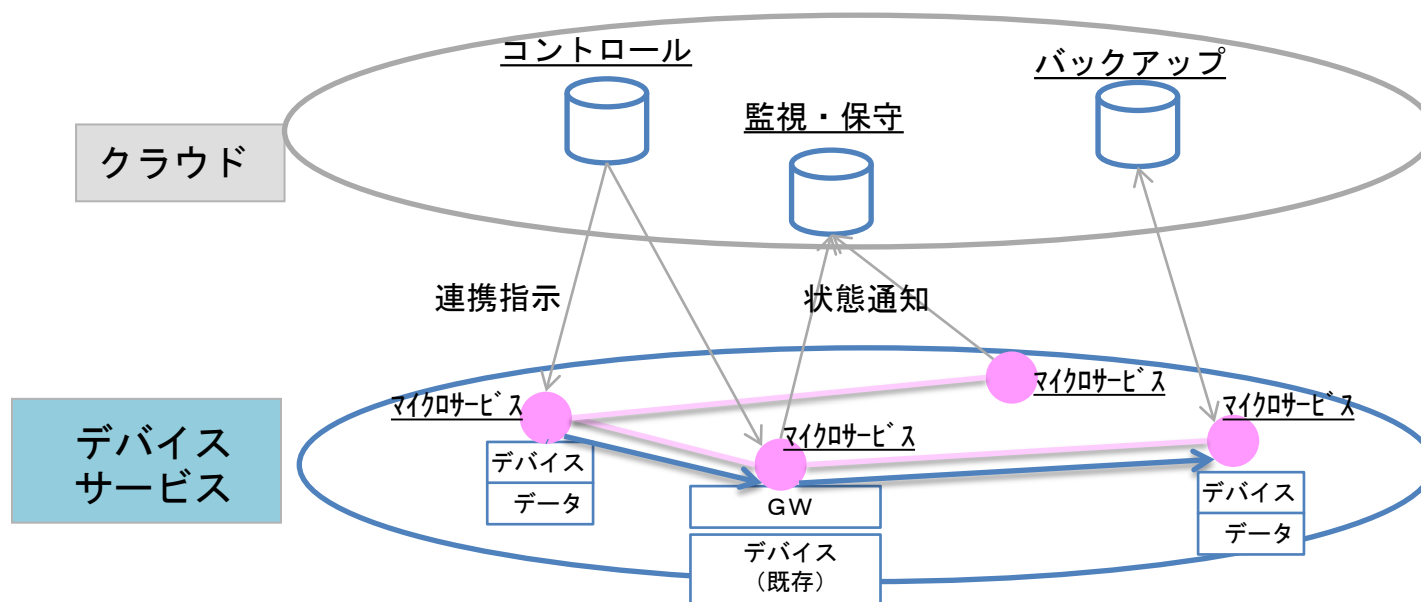
ボトムアップ型システム



アーキテクチャーの要素②:マイクロサービス(自律協調)

既存のシステムを含む、多様なデバイスやサービスが相互連携可能なマイクロサービスとして自律的に独立して動作し、マイクロサービス間の相互連携を実現。クラウドは相互連携を補完する役割として存在。

メリット: 様々なデバイスをつないで連携動作させることにより、非力なセンサーにつないでもIoTシステムとして動かすことができ、更新投資が削減可能。(廉価なシステム) 例えばスマートホーム

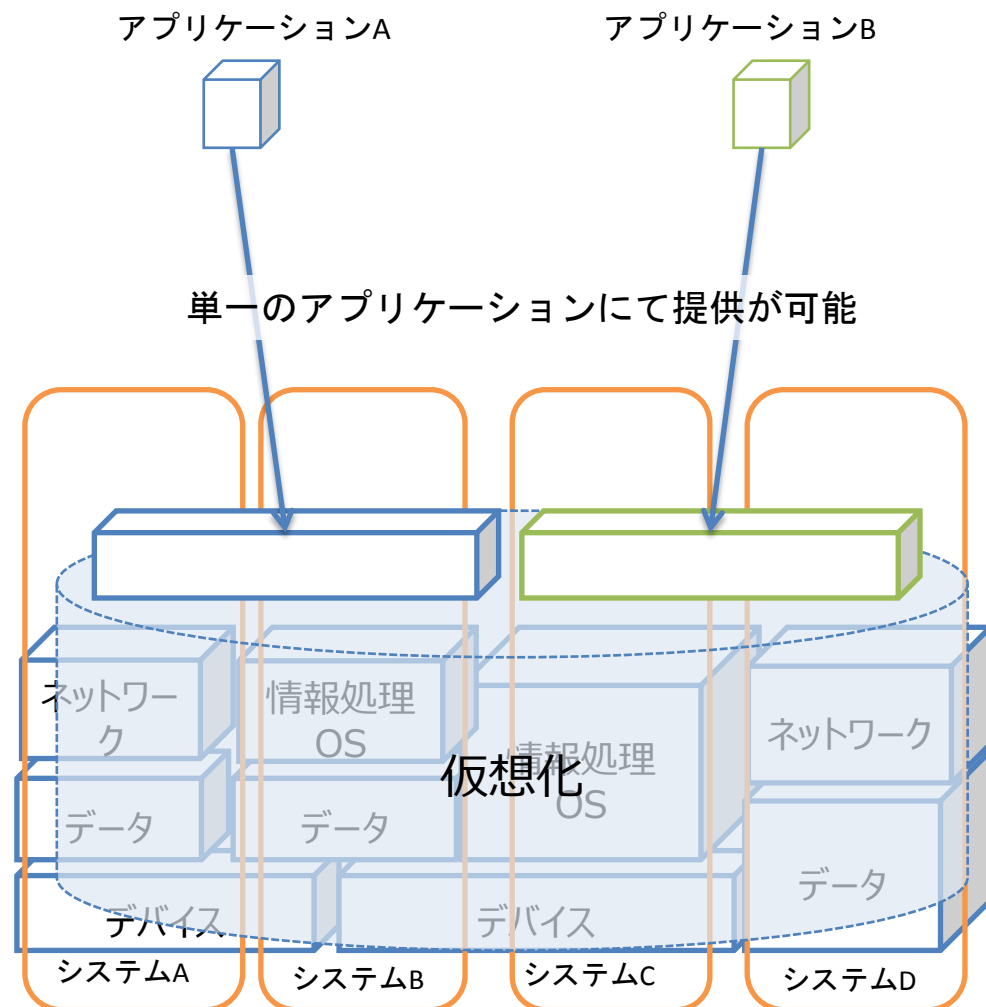
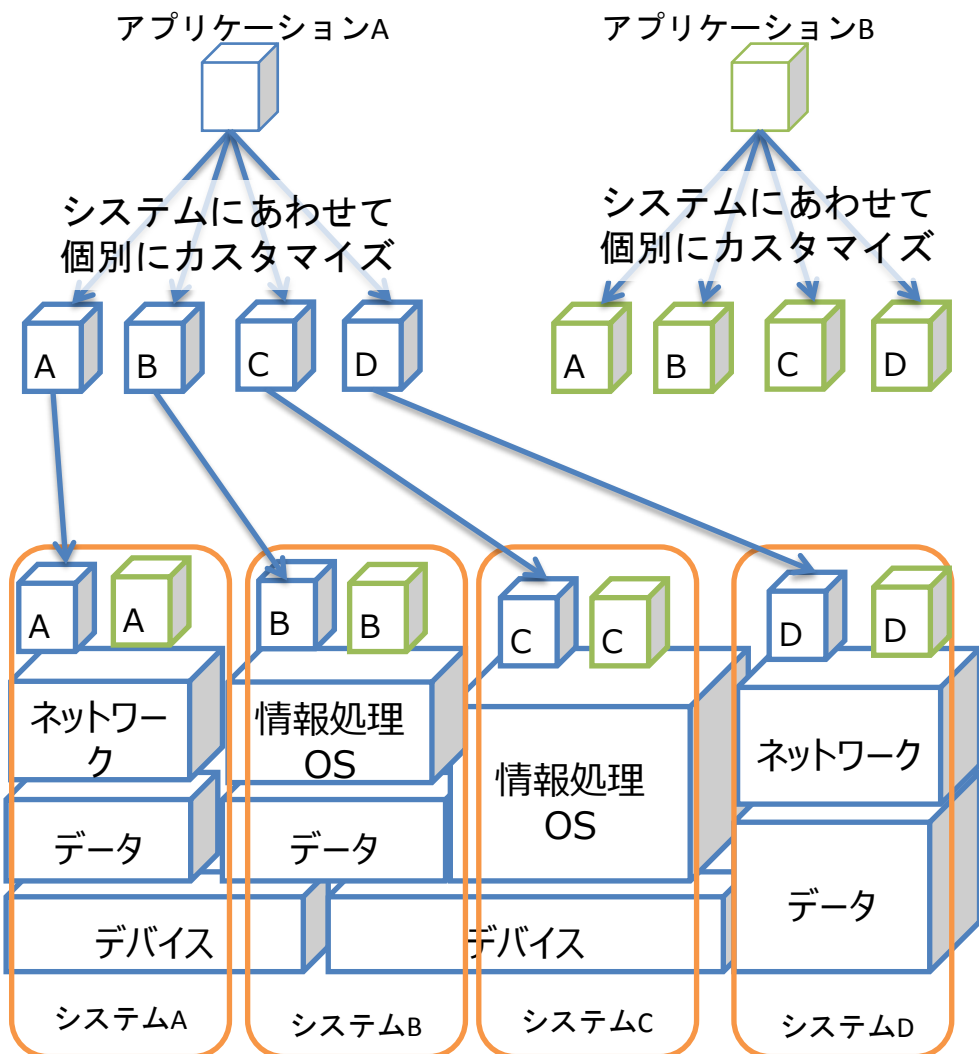


- デバイスが通信機能等を保持し、自律協調可能なマイクロサービスとして動作することで、相互連携を実現。【マイクロサービス・アーキテクチャ】
- 既存のレガシーシステム等についても、安価なGWなどを經由することでマイクロサービス化を実現【レトロフィット】

アーキテクチャーの要素③:デバイス、ネットワーク、OS等環境差異を解消する仮想化

デバイス、情報処理、ネットワーク、データの全てが仮想化され、サービス&アプリケーション開発者はインフラに依存しない開発が可能となる。インフラに差異がなくなることからユーザー/サービスレイヤーの競争が重要に。

メリット:上記のほか、スケールが拡大してもスムーズにシステム動作が可能。(スムーズなサービス)
例えば、スマートホームなど



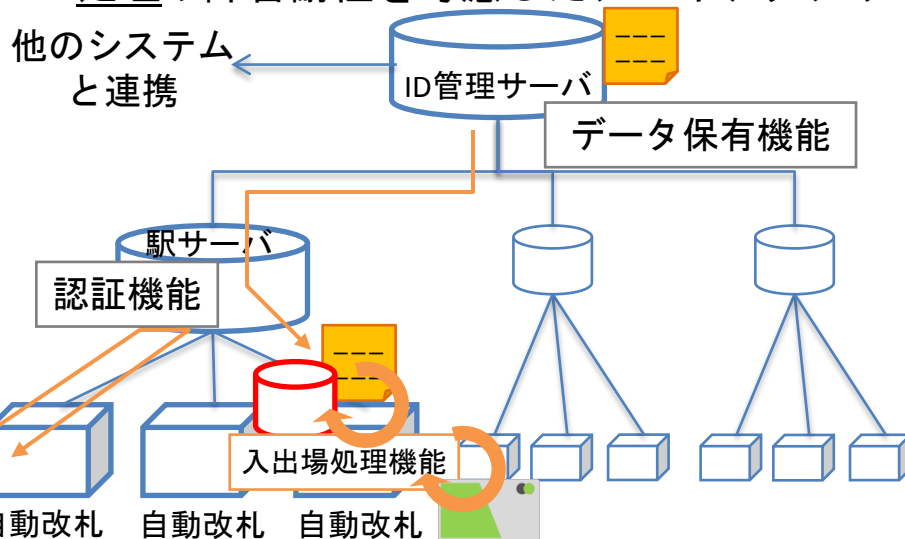
アーキテクチャーの要素④:エッジに付加価値を残すエッジヘビー

「通信環境を考慮したデータの置き場所」、「レイテンシーを考慮した機能配置」や「対障害性を考慮したバックアップ構成」などをクラウド、fog、エッジレイヤーが相互に連携。この場合、エッジ側の高付加価値化を図るためのディープラーニング等の実装も鍵。

メリット: 強靱かつ即応性の高いIoTサービスを利用可能。例えば、自動運転、スマート工場など

Suica自動改札システム（JR東日本）

リアルタイム特性の高い自動改札における入出場処理や障害耐性を考慮したアーキテクチャ



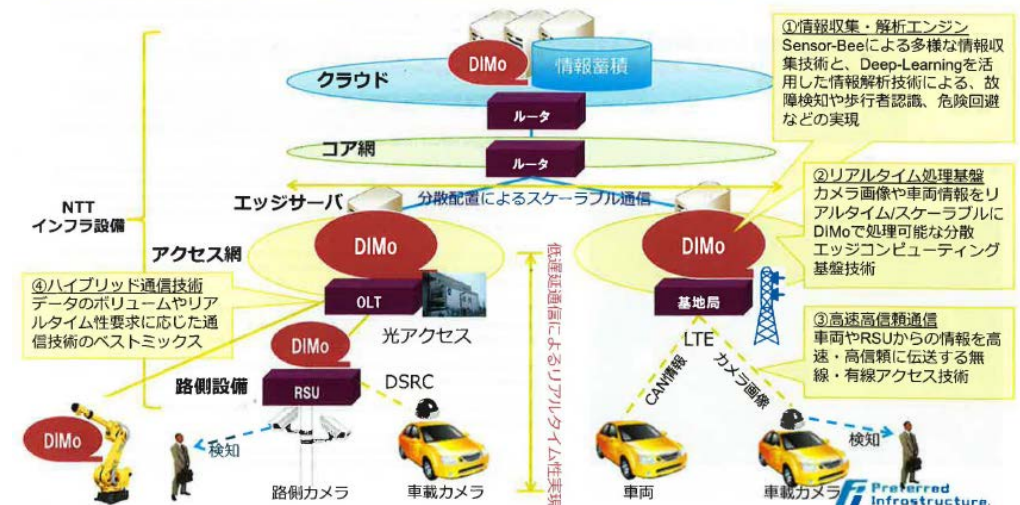
- 多数の自動改札が瞬時に入出場時の処理※をするため、各自動改札機は自身の持つ機能・データ及び事前にクラウド側より受け取った情報で高速処理を実現
- 駅サーバが認証機能を保持することで、通信やクラウド側で障害が発生した場合においても数日間動作可能となる高い障害耐性を保持。

※入出場時の処理：ICカードの正当性判定、不正検知、運賃計算、決済（ICカードからのSF引去）、処理結果返却（処理日時、場所等のICカード書込）等

自動運転システム（PFN）

リアルタイム特性の高い自動運転や地域性の高い交通情報等を考慮したアーキテクチャ

PFNのDeep-Learning基盤であるDIMoと、NTTのリアルタイム分散処理基盤であるエッジコンピューティングを組合せ、IoT Networkを構築

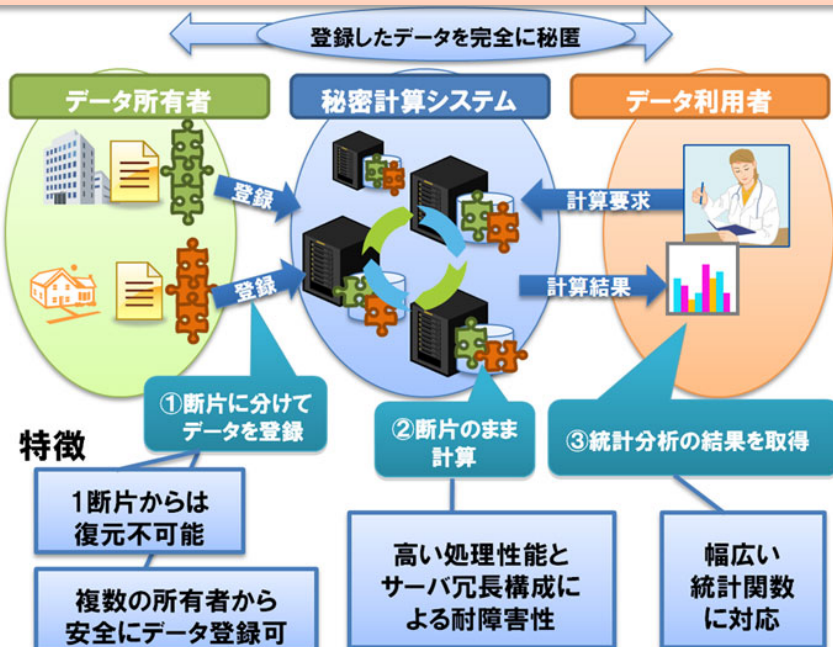


- 交差点のカメラ画像や車両情報などリアルタイムで活用可能な情報についてはローカルで処理し、自動運転に活用。
- 自動運転の運用で高度化した自動制御のAI学習成果についてはクラウドへあげることで広域にて横展開を実施。

【テーマ3】フェールセーフのセキュリティについて

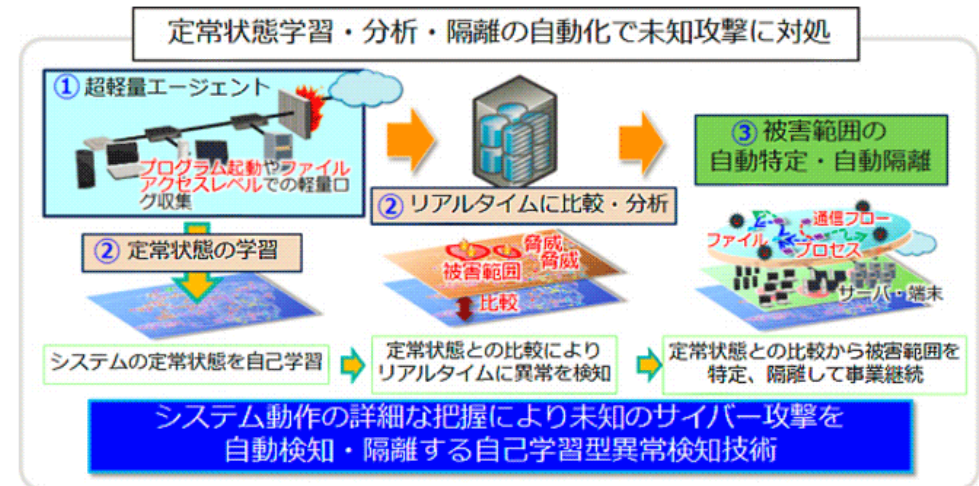
- データやシステムの集中管理はサイバー攻撃に脆弱。
- IoT時代にあっては、正常なデバイスを認証・管理する仕組みとしつつも、それ以外の不明なデバイスへの接続も前提とし、ユーザーが意識することなく、データの秘密分散が図られている「秘密分散技術」や、異常を検知した場合、全体に影響を与えず、該当箇所の切り離しや封じ込めが可能である技術が有効。

秘密分散



出典：NTT株式会社R&Dアクティビティ(2015年2月)

異常検知・自動隔離

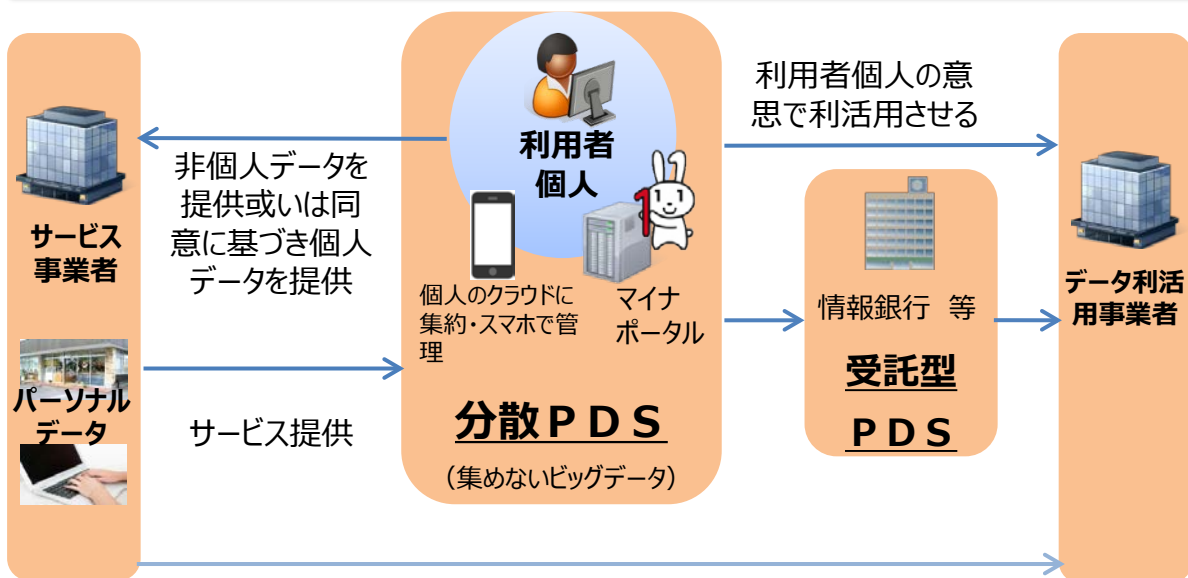


出典：NECニュースリリース（2015年12月10日）

【テーマ4】データの流通と保護について

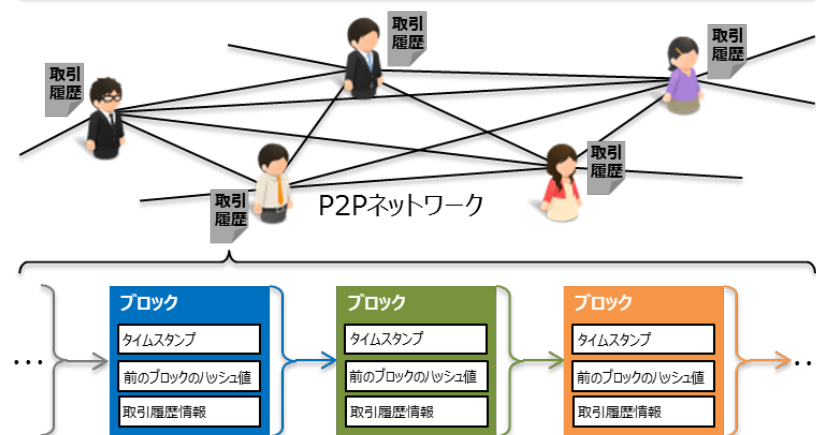
- 個人関連データについては技術的に個人がデータの提供範囲や提供先を指定でき(PDS(パーソナルデータストア))、必要なところにデータが流れる機能を内在することが重要。
- 不特定多数のセンサー等から収集されるデータについて、「ブロックチェーン」技術を活用し、データが改ざんされにくい仕組みをつくることが重要。

個人が管理して、パーソナルデータを管理する仕組み



個人が、自分の情報をパーソナルデータストア（PDS）に保管し、個人自らが、各事業者毎に、情報提供可否、提供内容等を決定する。

ブロックチェーン



- 特性：『改ざんが極めて困難』、『実質ゼロダウンタイム』、『安価』
- 全取引履歴を皆で共有、証跡管理を可能とし、信頼性を担保。
- 取引者は匿名のまま、取引内容は公開される。

以下、素材資料



新「自律・分散・協調型」アーキテクチャのイメージ

- ・新たに Fog 層を構築。Fog 層は、データの管理、処理を行う複数の Fog で構成
- ・これによりクラウド層がアンバンドル化され、①クラウド層が有していた付加価値の一部を Fog 層が担うとともに、②新たなビジネス領域が創造され、次世代の主戦場に。Fog は分野別、地域別に構築。Fog を基盤にデータ流通が活性化。
- ・ここでの Fog 層とは分散クラウド、ルーター、エッジデバイスも含めたものであり、すべて仮想化され、最適に処理・データ・通信が行われると想定

