
NPO法人M2M・IoT研究会 第17回専門部会セミナー
－M2M・IoT研究会発足10周年－

福井工業大学における 中小企業のIoT化推進と IoT人材育成の取り組み紹介

2020/10/24

福井工業大学 AI/IoTセンター

経営情報学科 北上眞二

(kitagami@fukui-ut.ac.jp)

自己紹介（北上 眞二）

- 1983年**三菱電機株式会社**に入社。コンピュータ・ミドルウェアの開発に従事後、同社 情報技術総合研究所および**三菱電機ビルテクノサービス株式会社**において、主にインターネットサービス技術、省エネ制御技術の研究開発に従事。
- 2013年に**東北大学大学院**情報科学研究科にて博士号(情報科学)を取得。
- 2013年から2017年まで、**早稲田大学** 国際情報通信研究センター 招聘研究員（三菱電機ビルテクノサービスと兼務）。
- 2010年から2017年まで、**NPO法人M2M・IoT研究会事務局**。
- 現在、**福井工業大学**AI&IoTセンター／環境情報学部経営情報学科において、IoTシステム構築法とIoT人材育成に関する研究に従事。

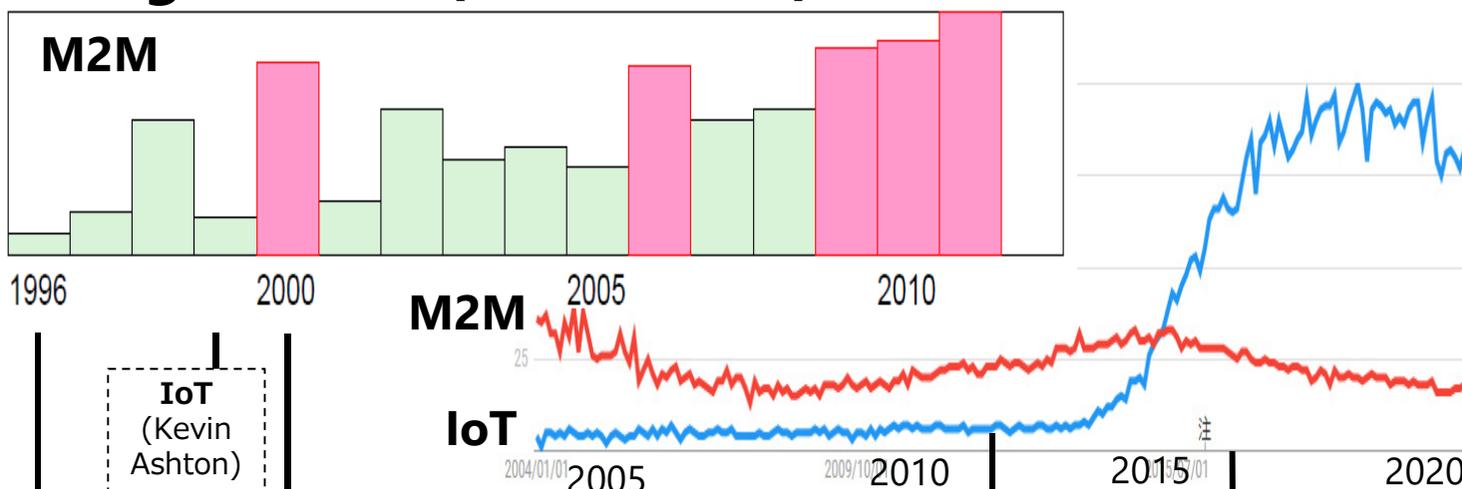
M2M・IoT研究会と私の10年



祝！
M2M・IoT研究会 10周年！

M2M/IoTと私

Google Trend (Worldwide)



M2M (Siemens?)

IoT (Kevin Ashton)

オムロン
M2Mサービス開始

**M2M研究会
発足**

2012年5月
NPO法人化

2017年1月
M2M・IoT研究会に改称

IoT推進
コンソシアーム設立

通信キャリア主導

メーカー主導

経産省主導

M2M
コンソシアーム設立

次世代M2M
コンソシアーム設立

北上 眞二

ユビキタス

スマートサービス

三菱電機 (コンピュータ関連
製作所/開発センター)

三菱電機 (情報技術総合研究所)

三菱電機
ドルテクノサービス
東北大学
大学院
早稲田大学
招聘研究員
M2M研究会事務局

福井工業大学

▲ M2M関連の
研究開発に着手

▲ M2M/IoT研究で博士号を取得

スマートサービス(Smart Services)

グレン・オルディンガー,ラルフ・ロンブレリア
『**製造業はスマート・サービスで進化する**
~ユビキタス時代のビジネスモデル~』
ダイヤモンド社ハーバードビジネスレビュー(2006/08/01)

“スマートサービスは、
製品のメンテナンスや
アップグレードにどどまらず、
顧客には価値を
企業にはコスト効率を
もたらす”



IoTによる省エネ



- 機器連携による省エネ
- データ収集と分析による省エネ
- 設備の最適制御による省エネ

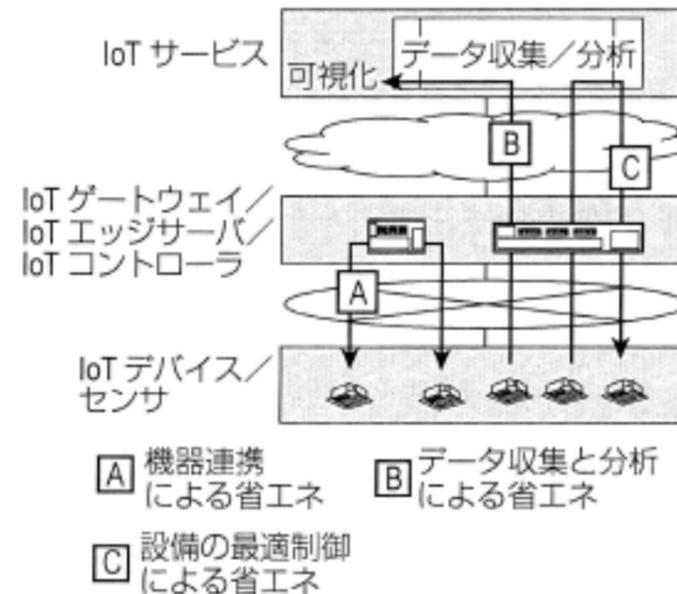
省エネルギー技術
IoTによる省エネ

福井工業大学 環境情報学部
北上 真二

1 はじめに

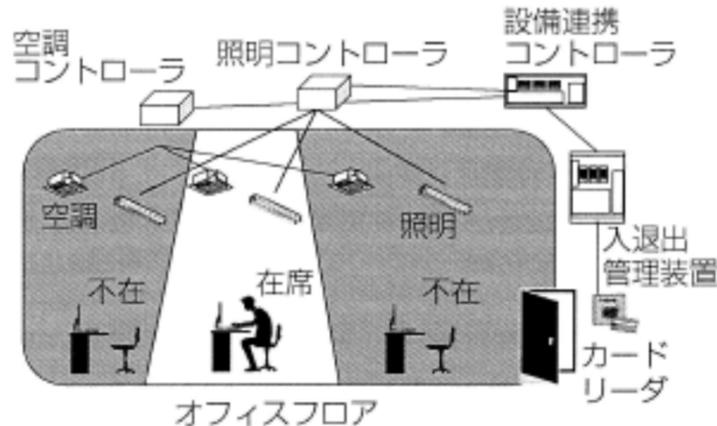
省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）は、1979年に石油危機を契機として制定され、2008年の改正で対象範囲を事業所単位から事業者単位に拡大し、エネルギー総量の削減強化に向けた改正が行われた。さらに、東日本大震災をきっかけとした電力需給対策として、

テム基盤として、近年爆発的に導入が進んでいるIoTの果たすべき役割が大きい。本稿では、IoTの概要を説明した後、IoTによる省エネの三つの形態として「設備連携による省エネ」、「データ収集と分析による省エネ」および「設備の最適制御による省エネ」の実例を紹介する。なお、本稿では、主に業務部門のオフィスビルにおける省エネについて取り上げる。

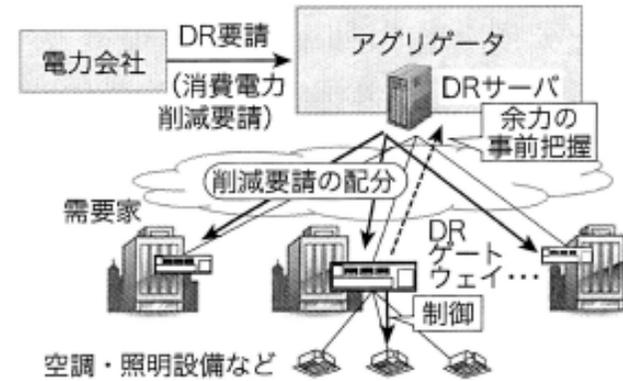


[出典]月刊 電気計算（電気書院） 2019年4月号通巻1155号(第87巻 第4号)
https://www.denkishoin.co.jp/products/detail.php?product_id=1068

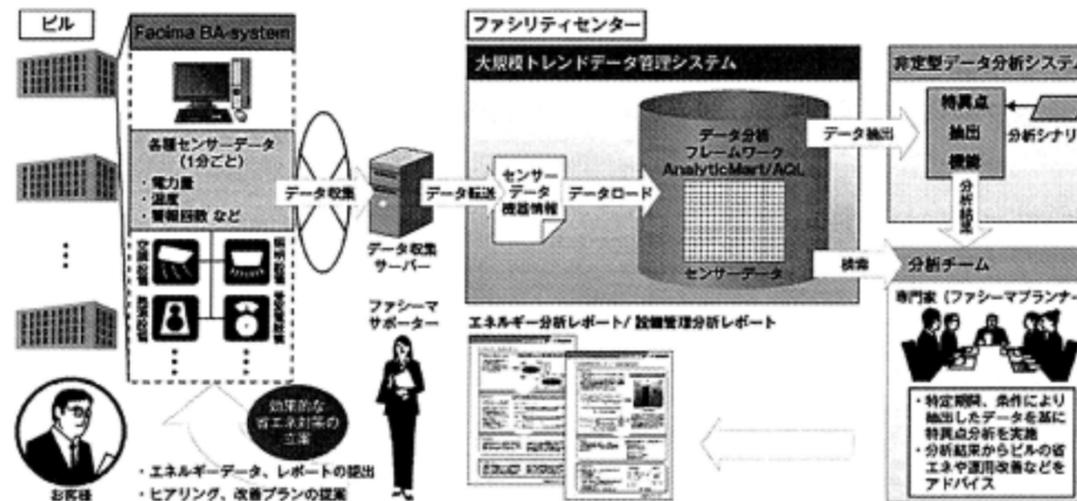
IoTによる省エネ



[A] 機器連携による省エネ
(入退室管理-照明-空調連携)

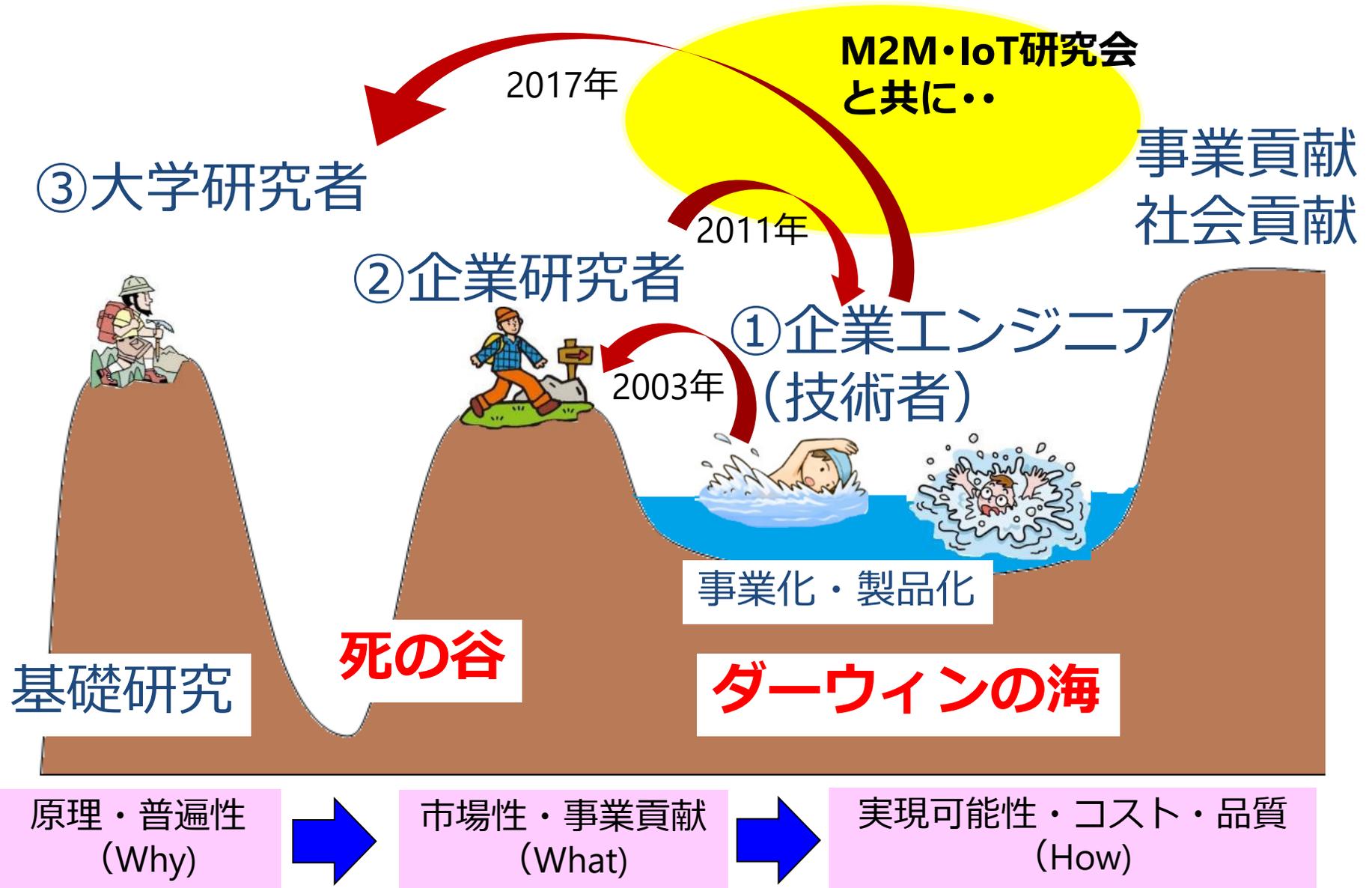


[C] 設備の最適制御による省エネ
(デマンドレスポンス)



[B] データ収集と分析による省エネ (三菱電機ビルテクノサービスファシマサポート契約)

大学研究者への道



福井工業大学における IoT普及拡大に向けた取り組み

IoT普及拡大に向けた取り組み

社会貢献

環境IoT

(災害レジリエンス)

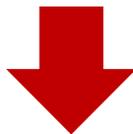
製造業IoT

(地域産業活性化)

モビリティIoT

(次世代TIS高度化)

研究
課題



研究
成果



IoT
人材



**学術
研究**

利用者指向/
環境適応IoT

低消費電力
IoTネットワーク

IoTセキュリティ

**IoTリカレント
教育**

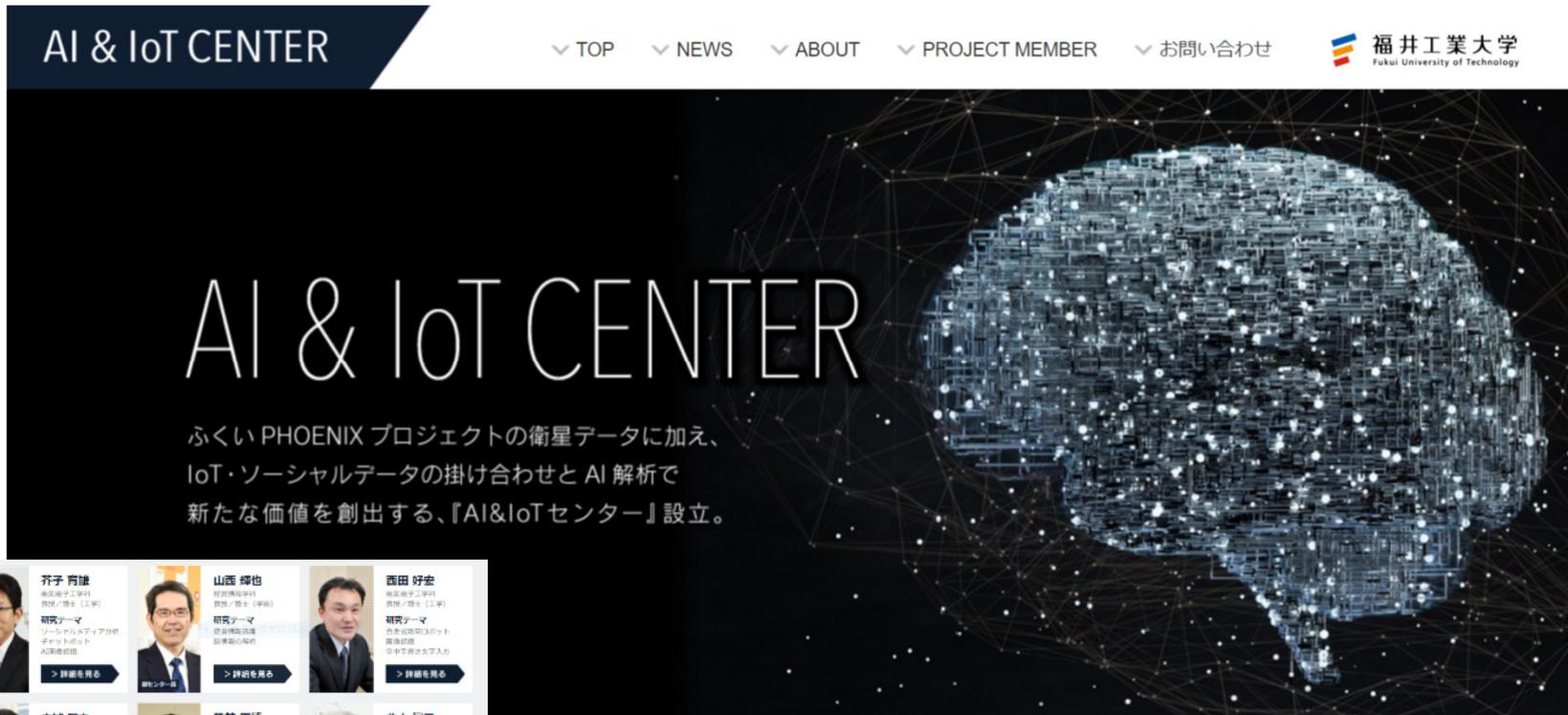
(企業技術者向け)

**人材
育成**

**AI/IoT
体験ラボ**
(小中高生向け)

**IoTプロトタイプ
開発実習**
(大学/高専向け)

福井工業大学 AI&IoTセンター(2019～)



 <p>芥子 育雄 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ ソーラパネルメディア向け データ分析プラットフォーム構築</p> <p>> 詳細を見る</p>	 <p>山西 輝也 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ 産業機械設備 制御システムの構築</p> <p>> 詳細を見る</p>	 <p>西田 好宏 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ 音声認識システム 構築のための 音声認識システムの構築</p> <p>> 詳細を見る</p>
 <p>中城 智之 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ スマートセンシングによる 環境感知システム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>	 <p>恐神 正博 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ Scalableによる異種 プラットフォーム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>	 <p>北上 真二 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ Scalableによる異種 プラットフォーム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>
 <p>緒程 圭一 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ IoTを用いた産業 設備の制御システム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>	 <p>木森 隆雄 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ IoTを用いた産業 設備の制御システム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>	 <p>坂井 利浩 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ IoTを用いた産業 設備の制御システム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>
 <p>土屋 高志 福井工業大学 教授/博士(工学)</p> <p>研究テーマ IoTを用いた産業 設備の制御システム 構築</p> <p>> 詳細を見る</p>		

【目的】 第5期科学技術基本計画 (Society5.0) の地域への貢献

【ミッション】

- ふくいPHOENIXプロジェクトのAI&IoTに関する展開
- 地域の活性化と産業創造に関わるAI&IoTの支援
- AI&IoTのリカレント教育推進

【社会貢献】

環境IoT

災害レジリエンス

環境IoT（災害レジリエンス）

五島列島赤島活性化プロジェクト

（プロジェクトリーダー：
福井工業大学 笠井利浩 教授）

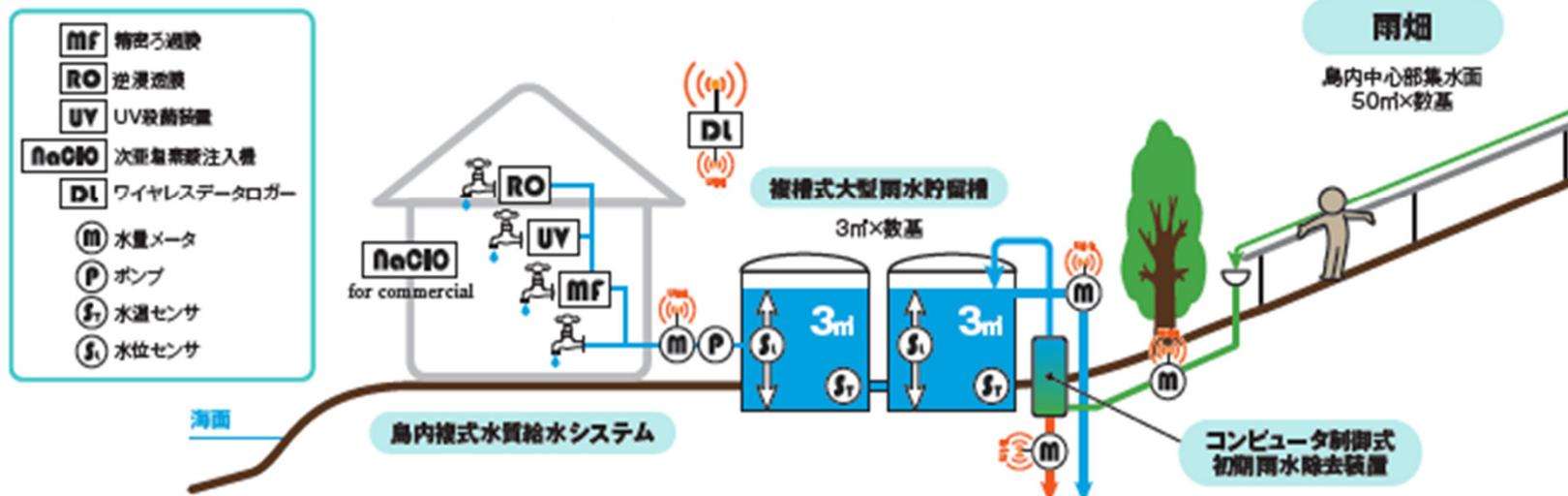
水質と水量の両面から安心して使える
「**雨水を水源とした給水システム**」
の開発と構築



渇水対策

雨水を水源とした小規模集落給水システム

提供 福井工業大学笠井研究室



環境IoT（災害レジリエンス）

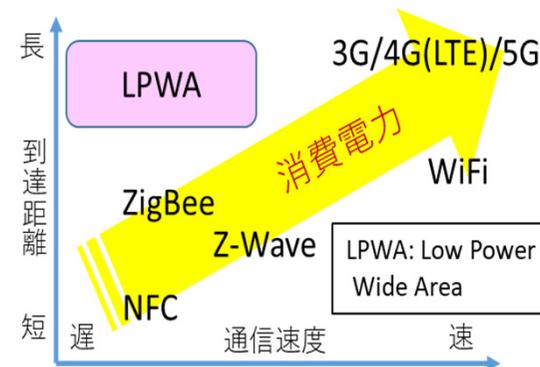
雨水貯留量の決定や初期雨水除去などの制御には、雨量や雨水の利用状況などの多種多様なデータの収集と分析が必要

離島や過疎地では、ネットワーク環境や電源がネックとなり、IoTシステムの導入が進まない



低消費電力無線通信技術**LPWA**を活用したデータ収集／遠隔制御IoTシステムの開発

IoTで利用される無線通信技術



LPWA通信規格

通信規格	LoRa	SIGFOX	NB-IoT
伝送距離	11Km	30Km	15Km
伝送速度	10kbps	0.1kbps	100kbps
免許	不要	不要	必要
双方向性	○	×	○

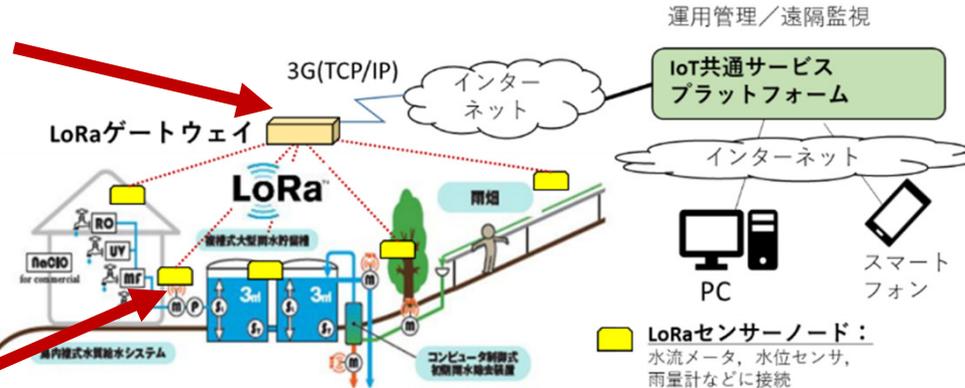
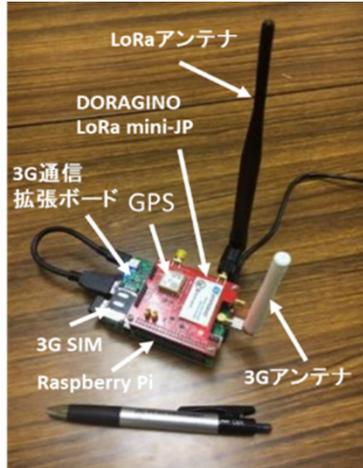
LoRa仕様

- 利用電波帯(国内): 920MHz帯
- 最大通信距離：10km程度
- 消費電力：ボタン電池1個で1年以上？
- 送受信データサイズ：11byte/回(約4.4秒に1回)

環境IoT (災害レジリエンス)

LoRa対応インテリジェントIoTゲートウェイ

- IoTエリアネットワーク(LoRa)とIoTアクセスネットワーク(TCP/IP)間の通信プロトコル変換機能
- 通信回数や通信データ長を最小化する収集データの集約最適制御機能
- データの特性に合わせた送信優先度制御機能
- オンデマンドリモートアクセスによる遠隔メンテナンス機能



アクセスネットワーク(3G) : **SORACOM**
クラウドサーバ : **さくらINTERNET**

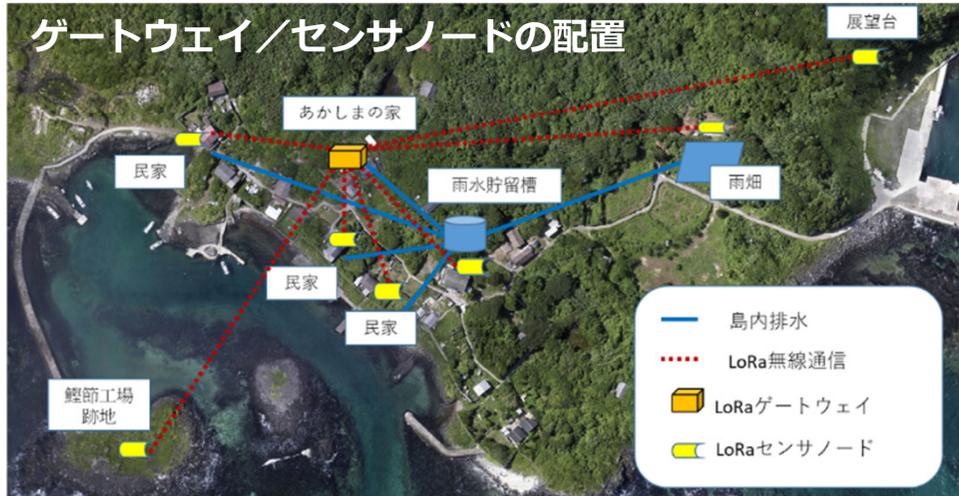


【センサ】
水流, 水位降雨
【アクチュエータ】
電磁バルブ

LoRaセンサーノード

データ送信時は20mA,
待機時は12mA

10分間隔でデータ送信で,
単三電池 3本で約200日間稼働



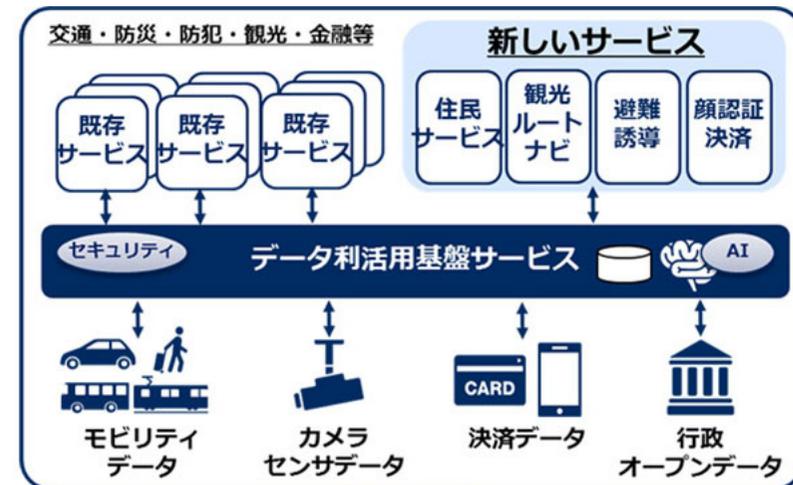
環境IoT（災害レジリエンス）

今後の展開

- LPWAを活用したヒートアイランド緩和
 - 高密メッシュUHIホットスポット可視化／予測
- LPWAを活用した洪水・浸水監視
 - 河川（線）から流域（面）への洪水監視
 - 水位・水量・逆流・浸水状況の可視化
- 環境IoTのためのデータ利活用基盤サービス

**FIWAREによる
構築を検討中**

FIWAREの概念



【社会貢献】

製造業IoT

- IoTによる製造業の“**カイゼン**”
- IoTによる製造業の“**サービス化**”

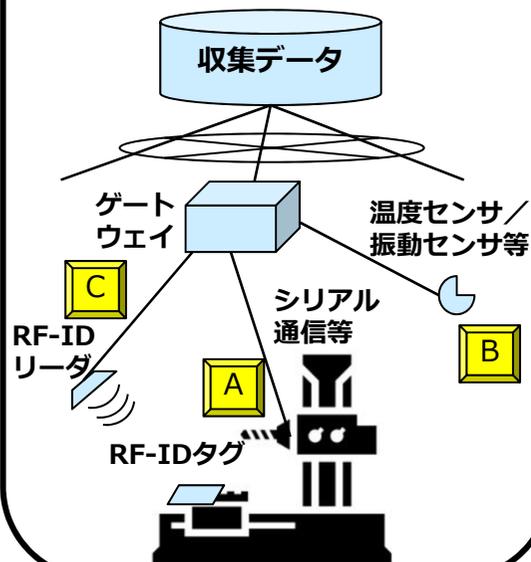
IoTによる製造業の“カイゼン”

第1ステップ

データ収集

工場内の機器／製造品に
センサ／タグを取り付けて
データを収集する

- [A] 機器稼働データを直接
収集する
- [B] 機器の稼働状態のデータ
を間接的に取得する
- [C] 製造品の種別／位置
データを取得する

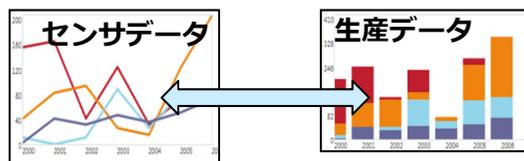


第2ステップ

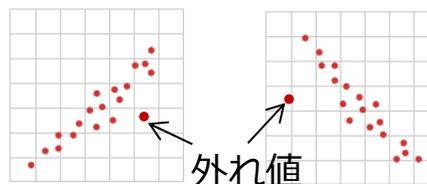
データ分析

収集したデータを分析して、
“カイゼン”点を見つける

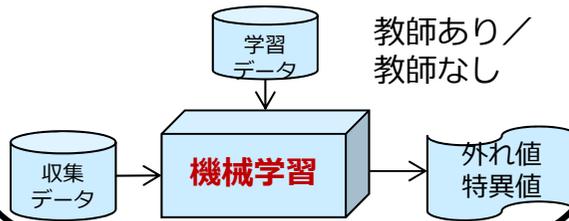
- [A] 生産データと比較する
(原単位分析)



- [B] データ間の相関を分析し、
外れ値／特異値を見つける



- [C] データ分析を自動化する

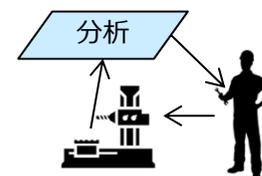


第3ステップ

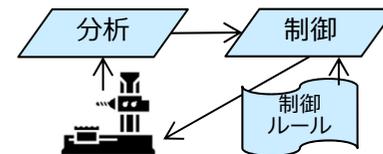
最適化・ 自律化

データ分析結果に
基づいて、製造工程
を最適化／自律化する

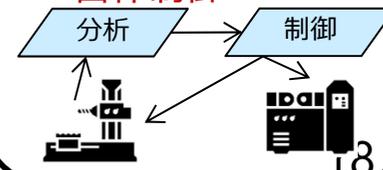
- [A] パラメータ変更等
のチューニング



- [B] 制御ルールに基づく
自動制御



- [C] 機器間連携による
自律制御

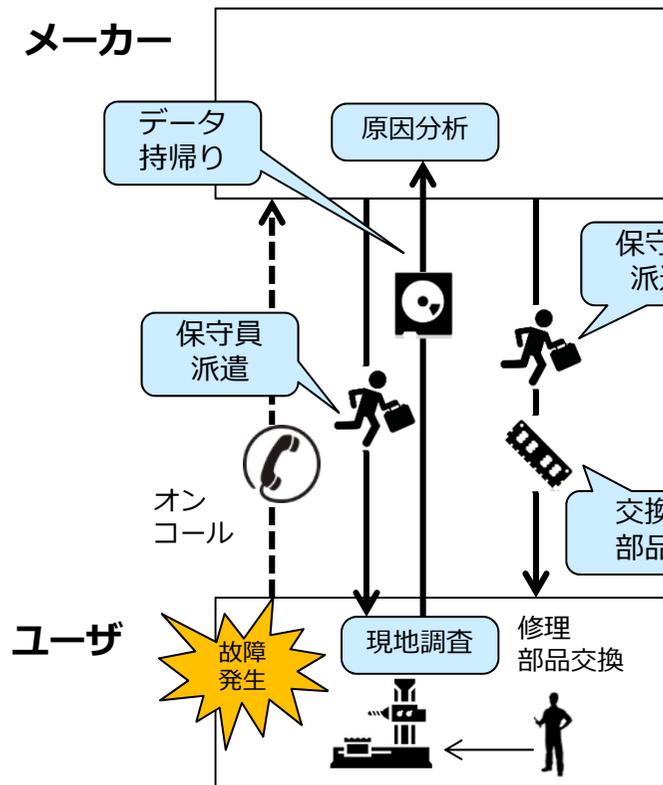


IoTによる製造業の“サービス化”

保守サービスの高度化

事後処理型(事後保全)

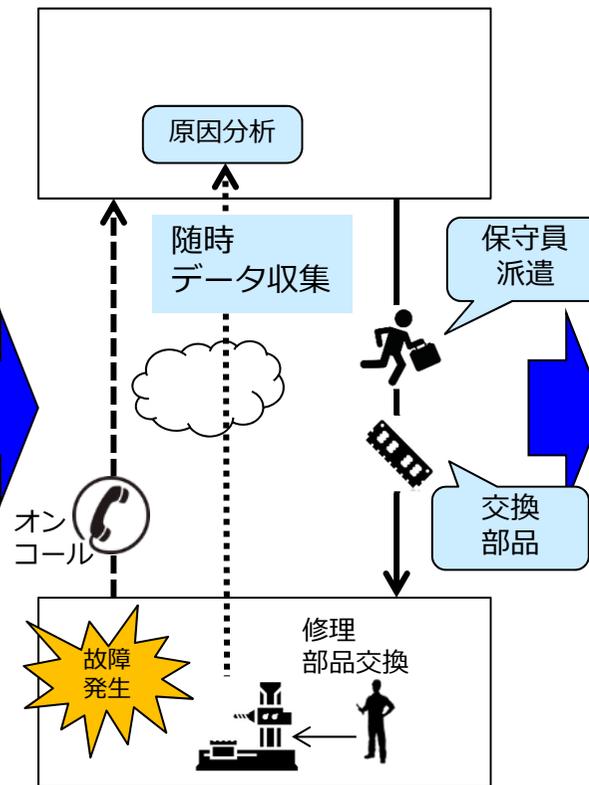
～従来サービス～



再出勤率：保守員を2回以上派遣させるインシデントの割合

事後処理型(事後保全)

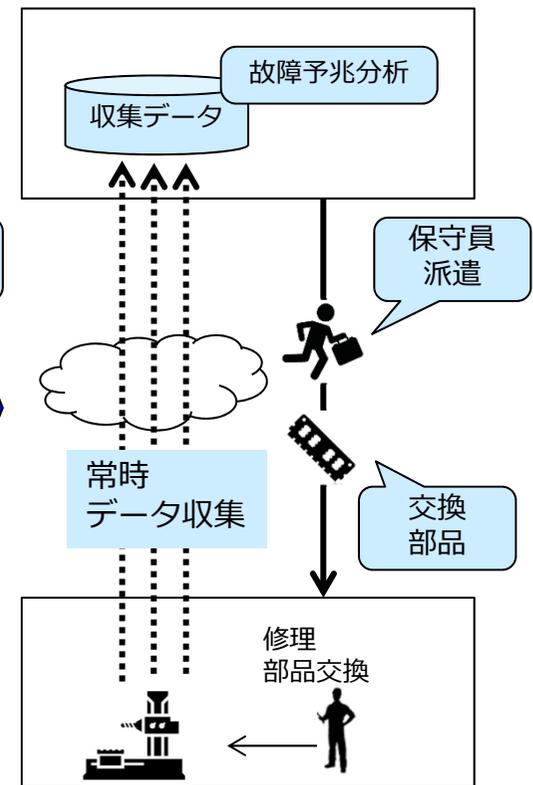
～データ活用サービス～



- ・ダウンタイムの短縮
- ・再出勤率の改善
- ・誤操作による出勤回避

先制型(予知保全)

～データ活用サービス～



- ・ダウンタイムの最少化
- ・保守計画の最適化
- ・収集データの利活用

製造業IoTの推進方法

- **プロトタイピング手法**を活用したスモールスタートにより, IoT導入効果を見極める
 - IoTは投資対効果が見えにくい
 - ネットワーク費用やクラウドサーバ使用料などのランニングコストに注意
- **社内にIoT人材を育成する**
 - 製品の製造/仕様（ドメイン知識）に精通した技術者、IT技術者、データアナリストを連携させる
コーディネータ人材
 - IT技術者やデータアナリストの言いなりになってはいけない（成功事例は参考程度に聞く）

製造業IoT（事例）



—「もったいない！」をカタチに®—
株式会社 **エムダイヤ**®

<https://www.m-dia.jp>

安心・安全・生産性UP!!



- ・エコセパレ® MTRシリーズ
 - エコセパレ® MTR-1450S
 - エコセパレ® MTR-850S
 - エコセパレ® MTR-400S
- ・エコカッター900
- ・エコカッター900e
- ・エコープカッター®
- ・基板剥離機

※他社製機械にも対応可能

エコセパレ® MTR-850S型の設備事例



基板剥離機



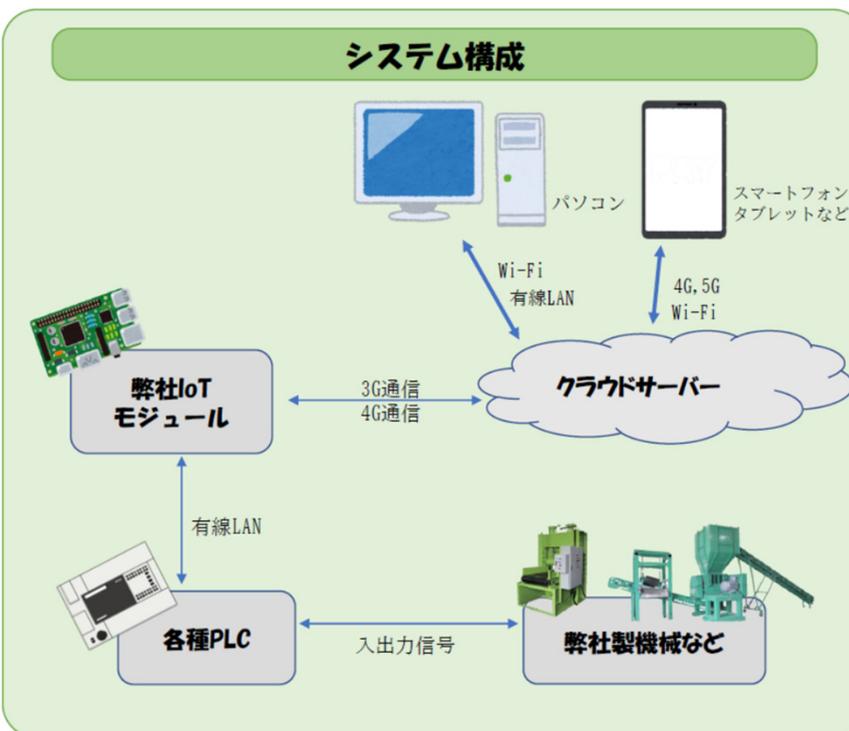
エコカッター900e



エコカッター900



エコープカッター®



【人材育成】

IoT人材育成

- IoT/AI体験ラボ
- IoTプロトタイプ開発実習
- IoTリカレント教育

IoT人材育成

IoT =

IT + OT

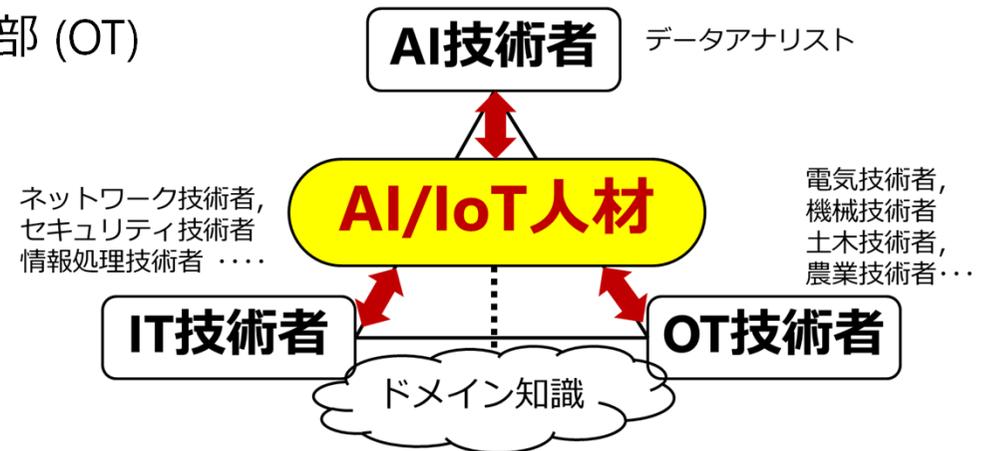
- **IT** : Information Technology(情報技術)
 - ネットワーク技術, セキュリティ技術...
- **OT** : Operational Technology(運用技術)
 - 電気技術, 機械技術 (, 土木技術, 農業技術...)

✓ ITとOTの壁

- 大学・高専 : 情報系学部 (IT)
 - ⇔ 工学系・土木系・農業系学部 (OT)
- 企業 : 情報システム部門 (IT)
 - ⇔ 開発部門・製造部門 (OT)

✓ 収集データの利活用

ドメイン知識 + データ分析技術
(広い意味でAI)

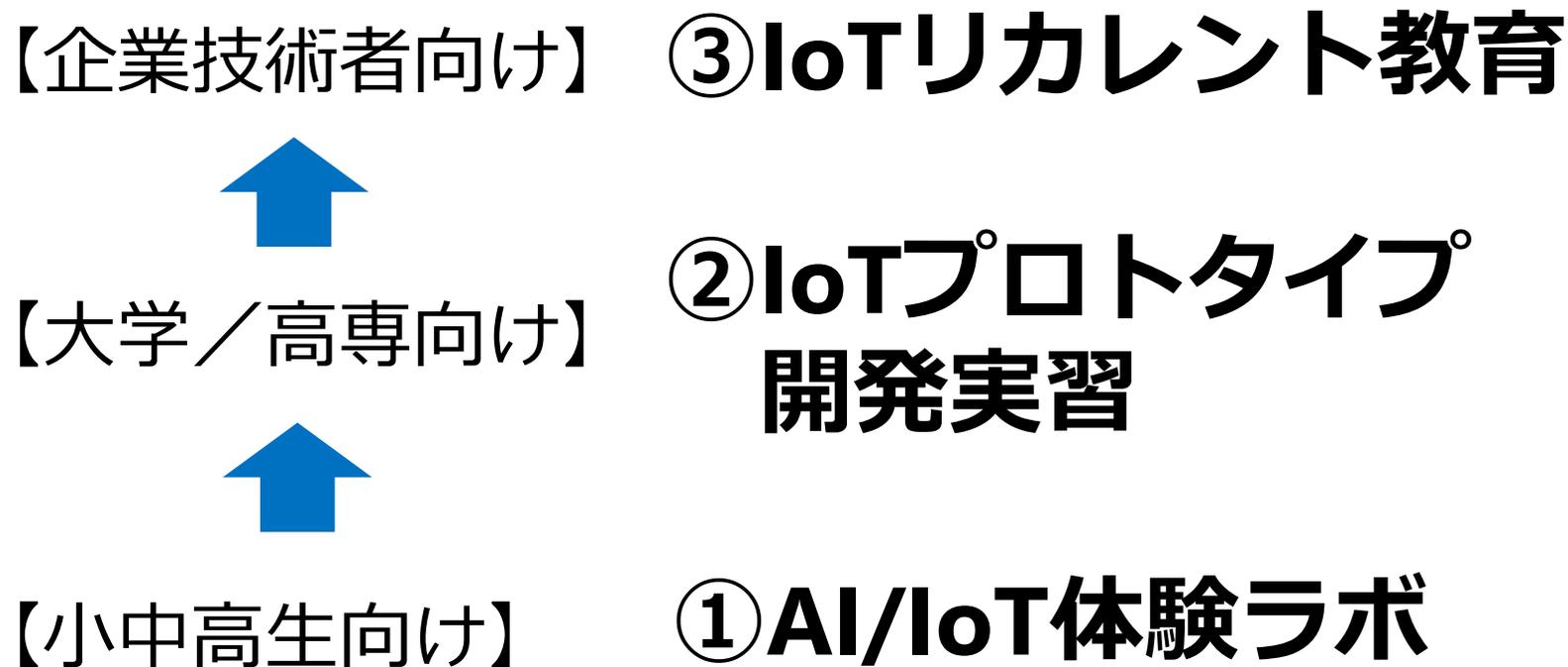


適用システム全体を俯瞰し, OT技術者, IT技術者, AI技術者を連携協調させる「AI/IoT人材」の育成が不可欠

IoT人材育成

IoT人材育成には時間がかかる

福井工業大学におけるIoT人材育成の取り組み



①AI/IoT体験ラボ（小中高校生向け）

小中高校生向けのAI/IoTの啓蒙活動

- 実際にAI技術やIoTシステムの開発を体験することにより、AIとIoTの興味を惹起
- Amazon Echo(スマートスピーカー)やSONY MESHを活用した、IoT利用／開発の体験教材を開発

大学オープンキャンパス，大学祭などで開催



AI/IoT体験ラボ

経営情報学科 北上研究室

IoTとは

- IoT (Internet of Things; モノのインターネット)は、温度変化や振動などを検知するセンサーや工場や建物内の機器をインターネットに直接接続し、人手を介さずに情報交換をすることによって、様々なサービスを提供するシステムおよび技術のことです。
- IoTは、様々な分野における実証を経て、2030年までに第4次産業革命を牽引すると共に、成熟化した日本の様々な問題を解決するための社会基盤になることが期待されています。
- 経営情報学科では、様々なAI/IoTシステムの開発に取り組んでいます。

いろいろなIoTを体験してみよう!

声でモノを操作できるよ **IoTの作り方を覗いてみよう**

アレクサに話かけてみてください

AI (人工知能)

インターネット

IoT (モノのインターネット)

タンクを右回転 タンクを左回転

スマートスピーカー タンクを回転

スマートフォン IoTデバイス

IoTセンサー IoTデバイス

IoTの作り方

IoTで野球も強くなるよ **IoTの開発を体験しよう**

スマート野球ボール

本塁野球場の中心に3軸センサー（加速度・角速度・角速度、各3軸のセンサ）を内蔵し、ピッチャの投げたボールの種類、スピード、回転数、変化量などが把握できる

計測結果画面

MESH Canvas App
Design and develop your application

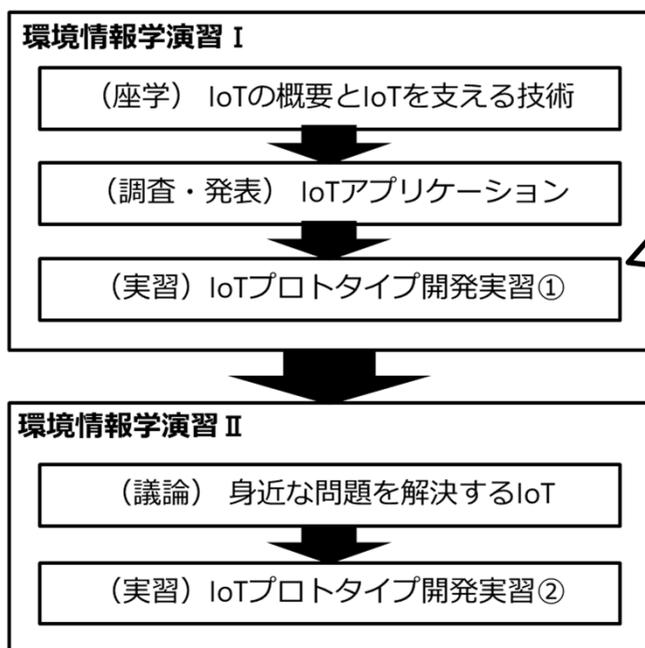
MESH Tags
Input and output modules with functions

②IoTプロトタイプ開発実習（大学／高専向け）

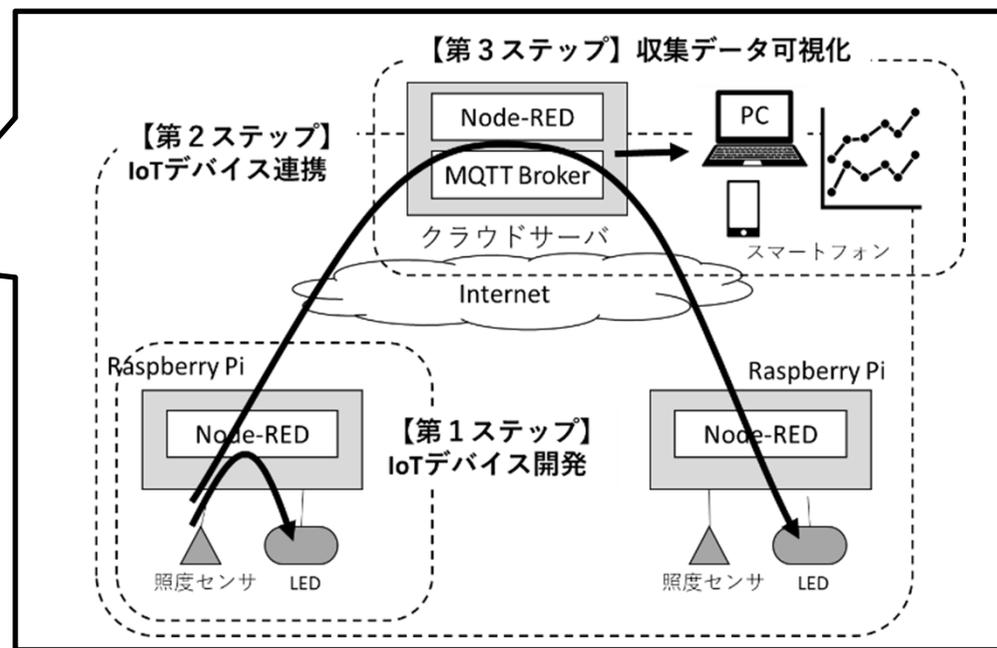
大学／高専向けのIoTシステム開発実習

実際に動作するIoTシステムの開発に取り組むことにより、IoTの仕組みを理解し、IoT利活用アイデアの創出を促す

実習カリキュラム



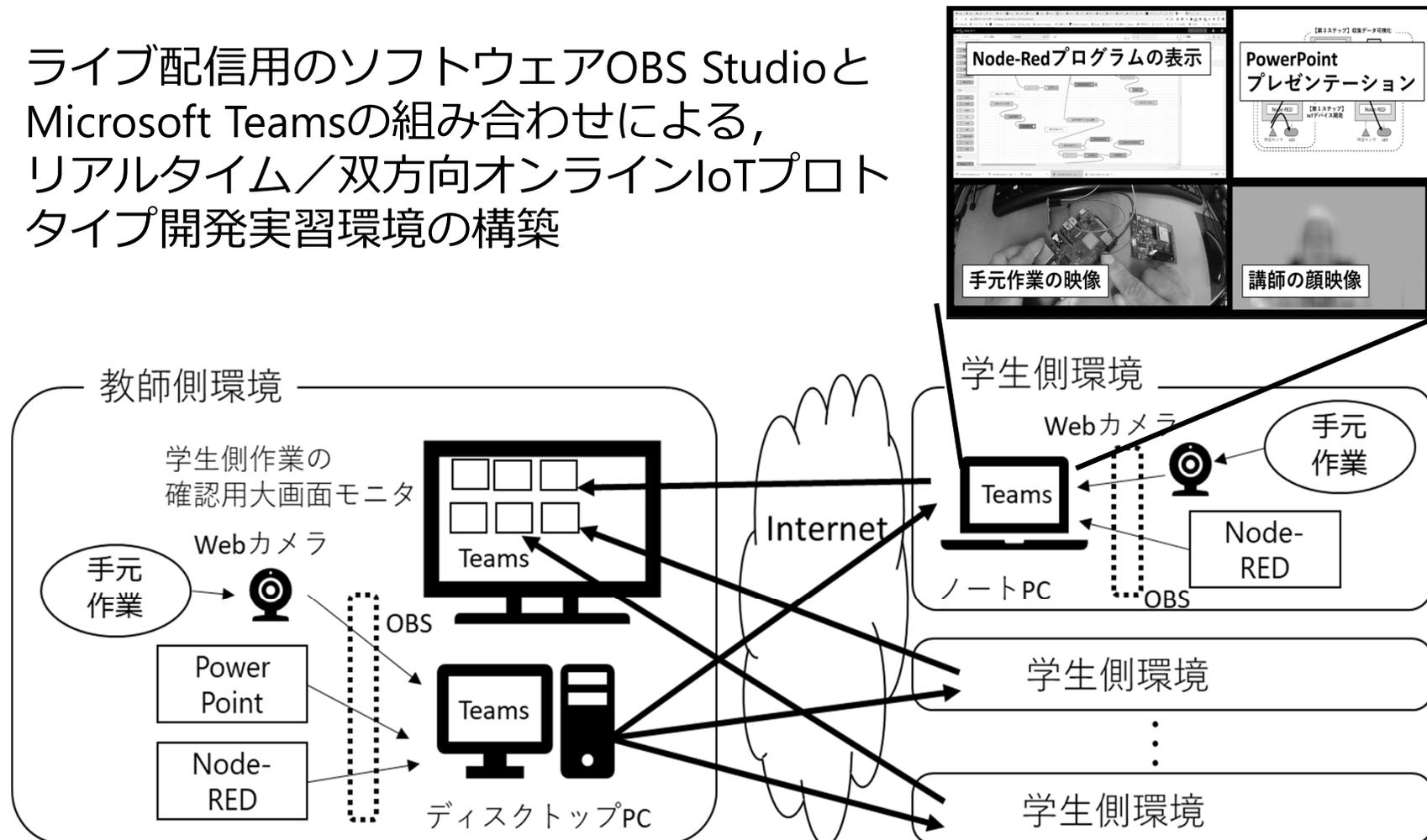
IoTプロトタイプ開発実習①



②IoTプロトタイプ開発実習（大学／高専向け）

コロナ禍におけるオンラインIoTプロトタイプ開発実習環境

ライブ配信用のソフトウェアOBS StudioとMicrosoft Teamsの組み合わせによる、リアルタイム／双方向オンラインIoTプロトタイプ開発実習環境の構築



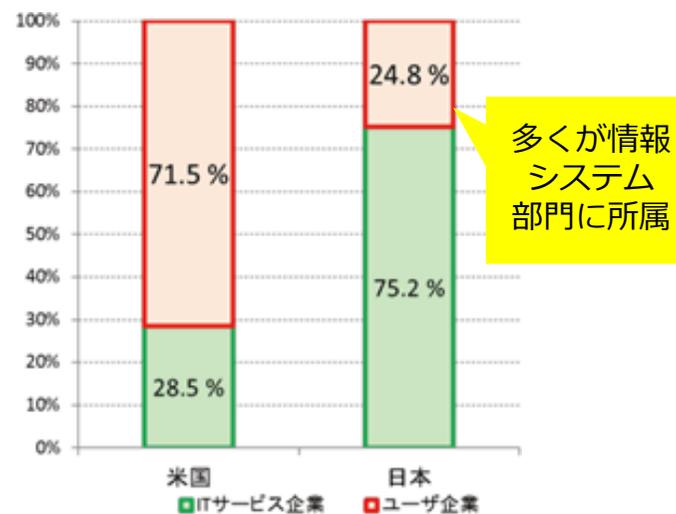
③IoTリカレント教育（企業技術者向け）

企業のOT技術者（電気／機械技術者）向けIoT実践講座（出前講義）

- 日本では，IT技術者はITサービス企業に集中している
- ユーザ企業に就職したIT技術者は，情報部門に所属
- 企業の情報システム部門は，会社の情報通信インフラの維持管理を主業務としている



製品開発／製造部門でIoT人材を育成する必要がある

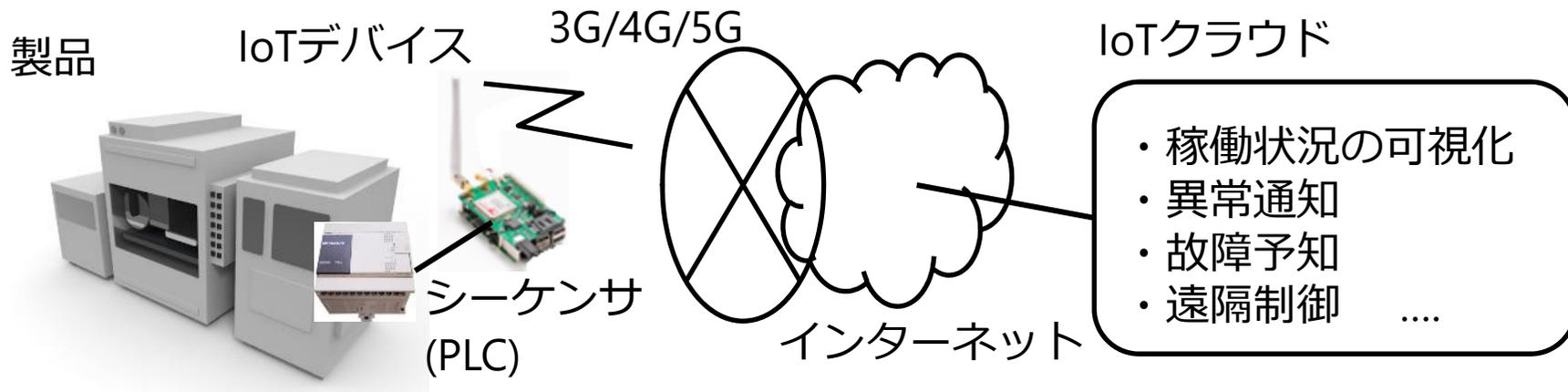


企業におけるIT技術者の割合

③IoTリカレント教育（企業技術者向け）

＜製造業向けIoT教育カリキュラムの例＞

- | | | |
|-----|-------|---------------|
| 第1回 | 【座学】 | 製造業におけるIoT利活用 |
| 第2回 | 【座学】 | IoTを支える技術 |
| 第3回 | 【実習①】 | IoTデバイスの開発 |
| 第4回 | 【実習②】 | IoTクラウドの開発 |
| 第5回 | 【実習③】 | 収集データの可視化と分析 |
| 第6回 | 【実践】 | 自社製品へのIoT組み込み |
| 第7回 | 【議論】 | 自社製品IoT化の提言 |

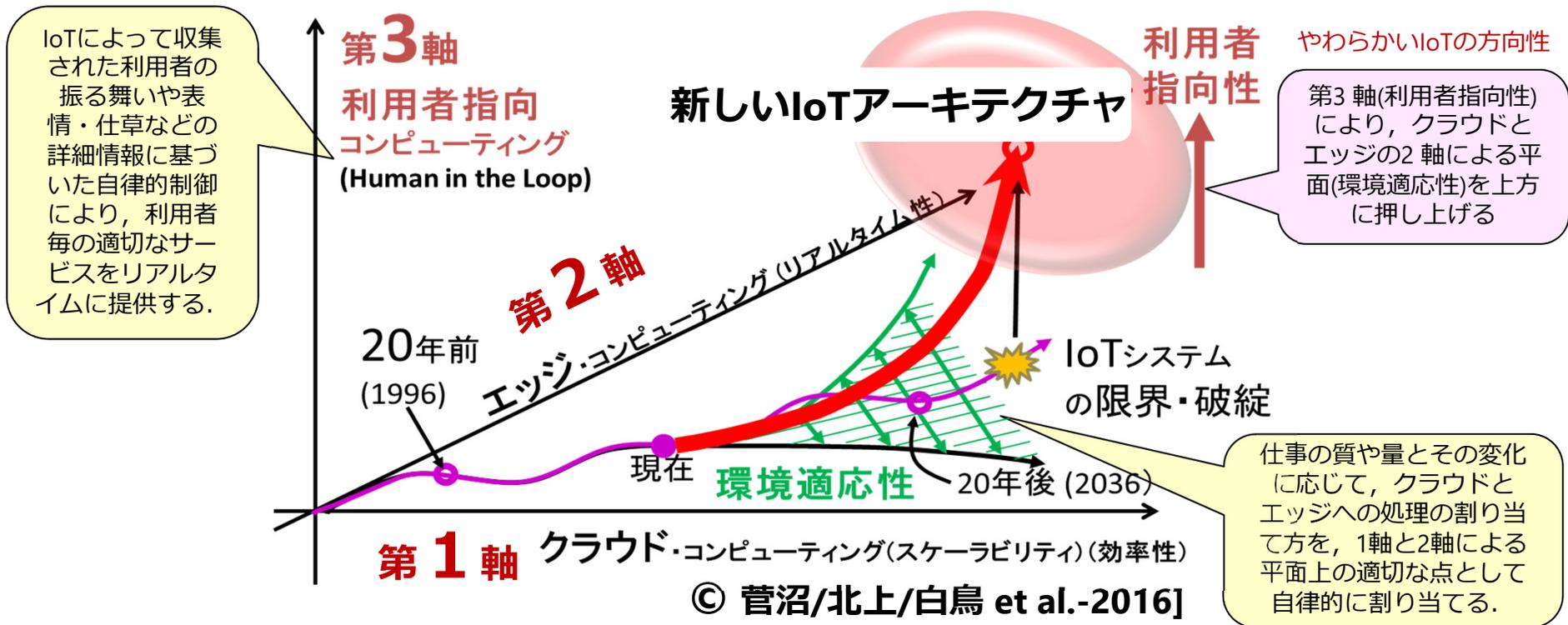


【學術研究】

**利用者指向／
環境適応IoT**

利用者指向／環境適応IoT

- 利用者を含む環境の変化やアプリケーション要件に合わせて、クラウドとエッジの役割分担を最適化 ⇒ **環境適応性**(第1軸と第2軸)
- 利用者をシステムに組み込み、利用者の不確実性や非決定性を吸収する ⇒ **利用者指向性**(第3軸)



エッジ最適化とクラウド最適化

エネルギー管理システム

電力会社



大局的な最適化
(クラウド最適化)

- 電力需給バランス
- ユニバーサルサービス
- CO2排出削減

トレードオフ



- 快適性・生産性
- 省エネ性
- 設備維持



局所的な最適化
(エッジ最適化)

道路交通システム

ITS(高度道路交通システム)



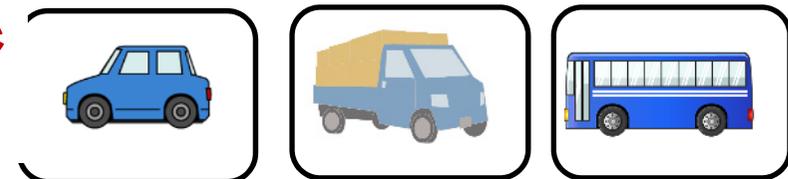
相互に影響を及ぼしあう

- 交通渋滞緩和
- 交通事故削減
- CO2排出削減

トレードオフ

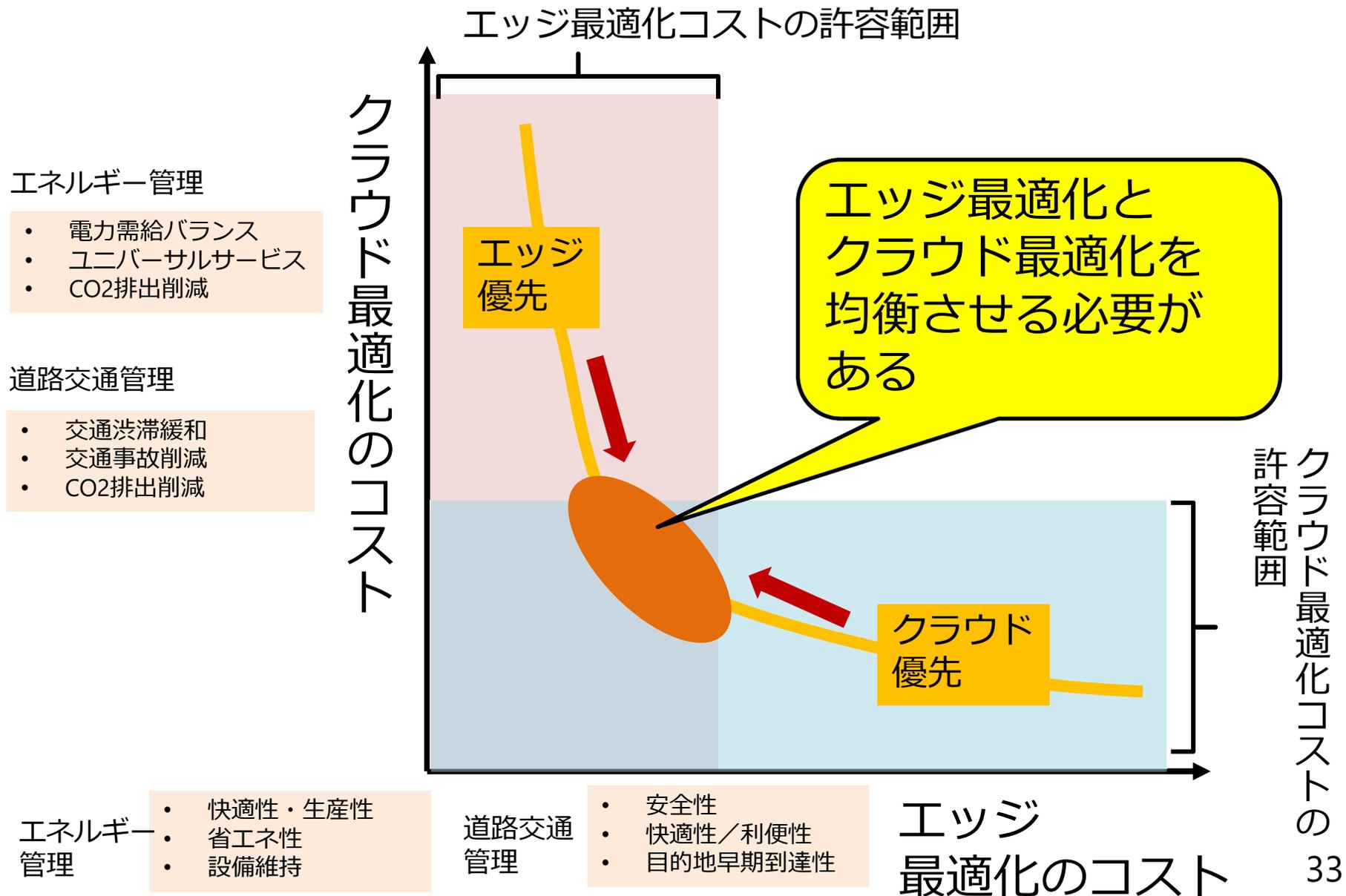


- 安全性
- 快適性/利便性
- 目的地早期到達性



自動車 (自動運転)

エッジ最適化とクラウド最適化



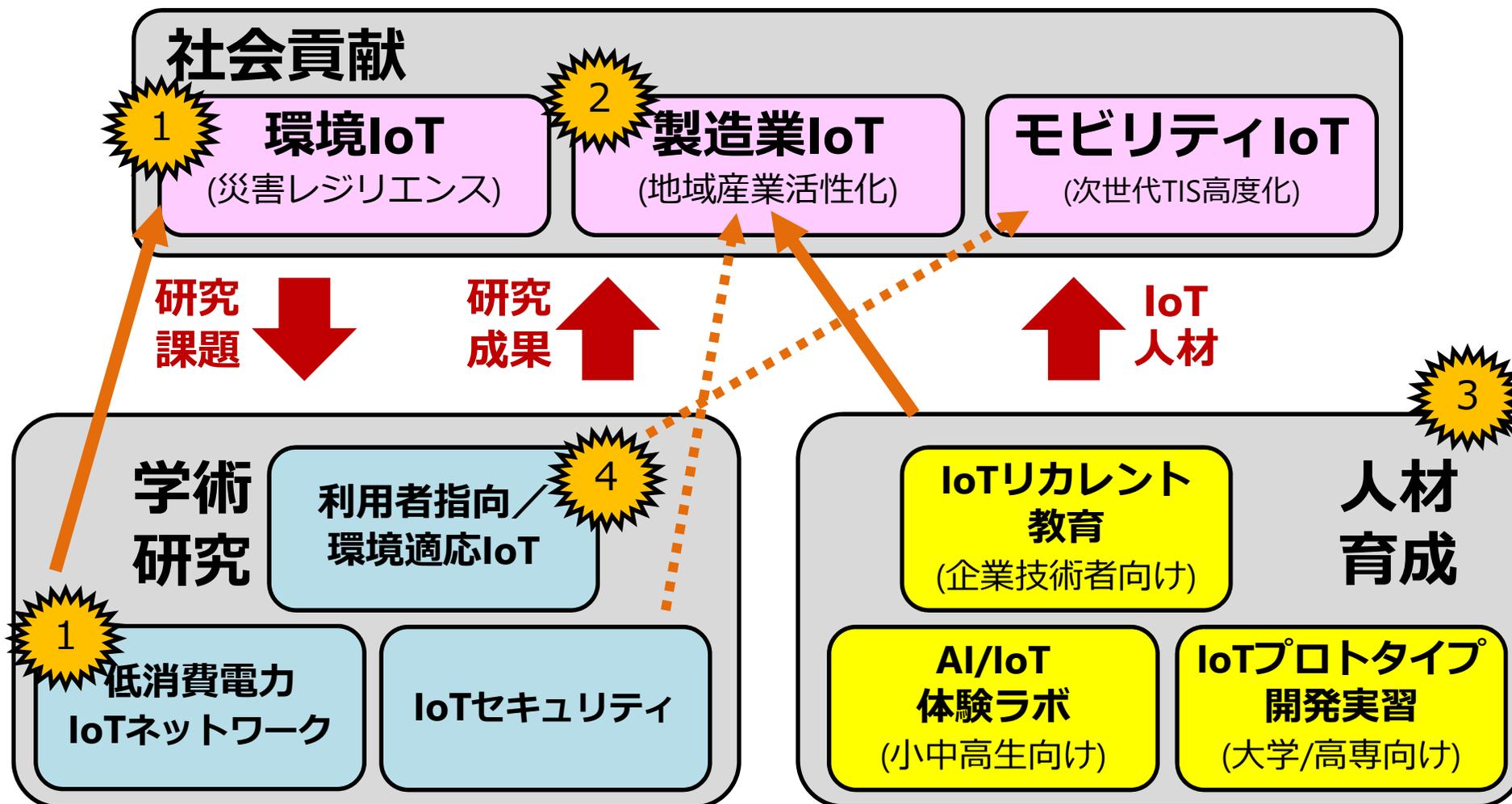
エッジとクラウドの利他的均衡

- エッジ最適化とクラウド最適化の関係
 - お互いに影響を及ぼしあう
 - トレードオフの関係になる場合が多い
 - 互いに最適化の目的関数は陽に知り得ない
- エッジ最適化の目的関数と制約条件は、その環境によって異なる



**エッジとクラウドの利他的均衡を実現する
ハイブリッド型IoTアーキテクチャの研究**

まとめに代えて



End