

# IoT時代の組み込み系 ソフトウェア開発を知る ～ スマートガレージをモデリング ～

2019年 9月20日

一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)  
ソフトウェア事業基盤専門委員会

2019/ 9/20 Ver.1.2

発表者：金子 博

## 1. 組み込み系ソフト開発課題とJEITA活動

## 2. IoT開発の現場

～ 定義、課題、事例、JEITA IoT分類モデル

## 3. IoTシステム開発実態調査

～ IoT開発の実態アンケート結果と分析

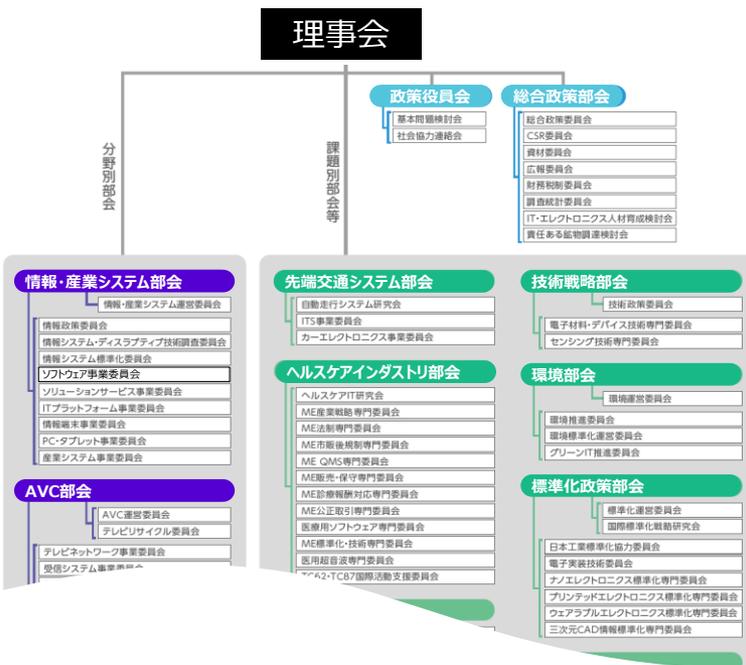
## 4. モデルケースで学ぶ「IoTシステム開発」

～ スマートガレージシステムのモデリング

## 5. IoT開発課題の解決策

付録 – JEITA ワークショップ、CEATEC 講演、報告書

# 1. 組み込み系ソフト開発のJEITA活動



## JEITA とは

一般社団法人 **電子情報技術産業協会 (JEITA: Japan Electronics and Information Technology Industries Association)** は、電子部品、電子デバイスをはじめ、電子機器、ITソリューション・サービスなどを中核として、あらゆる産業を繋げ、ステークホルダーを結節するプラットフォームとなり、業種・業界を超えて社会課題に向き合う、課題解決型の業界団体への変革を進めています。

サイバー空間と現実空間との情報連携により新たな価値が生まれ、社会全体の最適化がもたらされる超スマート社会「Society 5.0」の実現を目指して、Connected Industriesを推進し、新たなビジネスの創出に取り組んでまいります。

390社・団体が参加 (2018/5)

## 情報・産業システム部会

### ソフトウェア事業委員会

ソフトウェア事業戦略専門委員会

ソフトウェア事業基盤専門委員会

組み込み系, IoTソフトウェアがテーマ

スマート社会ソフトウェア専門委員会

ソフトウェア人材育成・普及WG

# ソフトウェア事業基盤専門委員会の2018年度活動概要

## ■ 目的

「組み込み系ソフトウェア分野」でのソフトウェア開発力の現状把握および基盤強化を図るための取組み

## ■ 活動概要

1. 毎年のテーマに沿った委員による議論（月1回～2回のペース）
2. 有識者のヒアリング・ブレインストーミングの実施
3. アンケート調査（ワークショップ参加者やJEITA会員企業）
4. ワークショップの開催 → 次スライド参照
5. CEATEC での講演
6. IPA など関係団体との交流、意見交換、共催セミナーの開催
7. 各種調査（海外調査も含む）
8. 「ソフトウェアに関する調査報告書」の発行（年1回）

## ■ 本専門委員会参加企業（2019年度）

沖電気工業、東芝、日本電気、日立製作所、富士通、三菱電機

# 当委員会のワークショップの様子

## 第12回 JEITA 組込み系ワークショップ<sup>®</sup>2018

<https://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=1114&ca=1>

### プログラム

挨拶・委員会報告

基調講演

事例講演 1

事例講演 2

全員参加型ワークショップ

JEITAソフトウェア事業基盤専門委員会

永和システムマネジメント

住友重機械工業

富士通研究所

平鍋健司氏

羽角信義氏

武理一郎氏

参加者全員

2019年は11月1日(金)に開催!



- 「**擦り合わせ**」開発が **日本の強み** と言われているが、現在でも「擦り合わせ」が強みになっているのであろうか？
- **組み込みソフトウェア開発を取り巻く状況：**

### 以前からの問題

- **大規模化**
- **短納期化**
- **複雑化**
- **複数機種並行開発**



### IoTなどの新しい波

- Internet of Things(IoT)
  - System of Systems(SoS)
  - Cyber Physical System(CPS)
- Artificial Intelligence(AI)
- Big Data

本委員会では、約15年前から4つの問題に着目してきた。  
近年は新しい問題（波）が加わってきた。

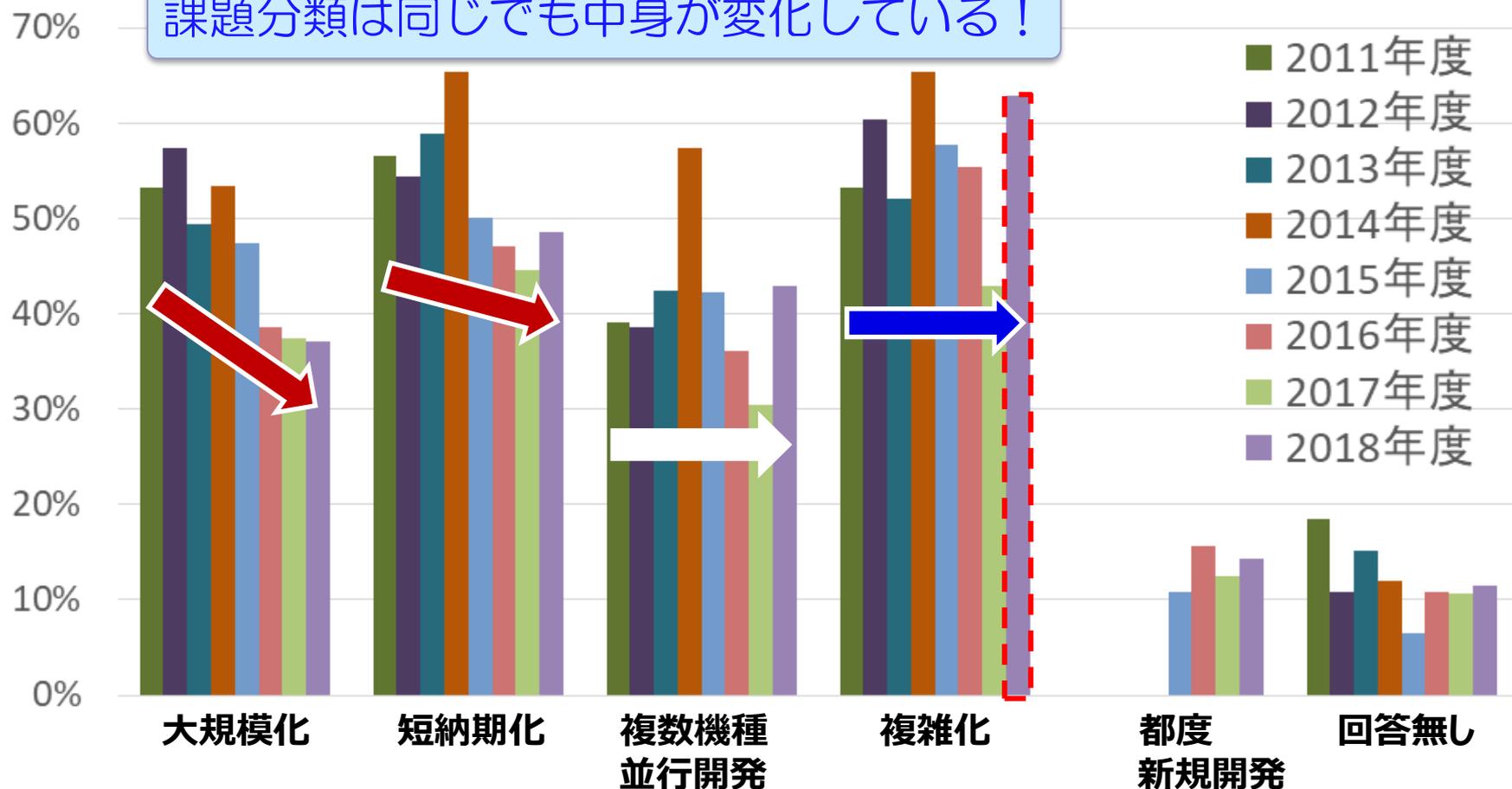
# 問題解決に向けた委員会の歴史

期間	2005-2007	2008-2010	2011-2013	2014-2016	2017-2018
テーマ	品質確保	開発スピード アップ	アーキテクト	モデリング	IoT開発
課題	<b>「大規模化」、「短納期化」、「複雑化」、「複数機種並行開発」+ Newwave</b>				
調査	品質対策の 取り組み状況	障害要因の 事例収集と分析	国内外実態調査 アーキテクトへのヒ アリング	モデリングの実体 調査、定着しな い原因分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT開発課題</li> <li>先行IoT製品分析</li> <li>IoTプラット フォーム</li> </ul>
提言	S/W-H/W連携 自動化 上流工程重視 多機種開発	要求分析 アーキテクチャ設計 ↓ アーキテクト	日本型 アーキテクト定義 <ul style="list-style-type: none"> <li>役割</li> <li>育成</li> <li>スキル</li> </ul>	複雑な開発 のための モデリング ↓ 有識者ノウハウ の提示	JEITA IoT参照 モデル + IoT時代の モデリング PoC, Ajail, DevOps, …

時代のニーズに合わせたテーマ選定も、今一度同じことが求められているのか？

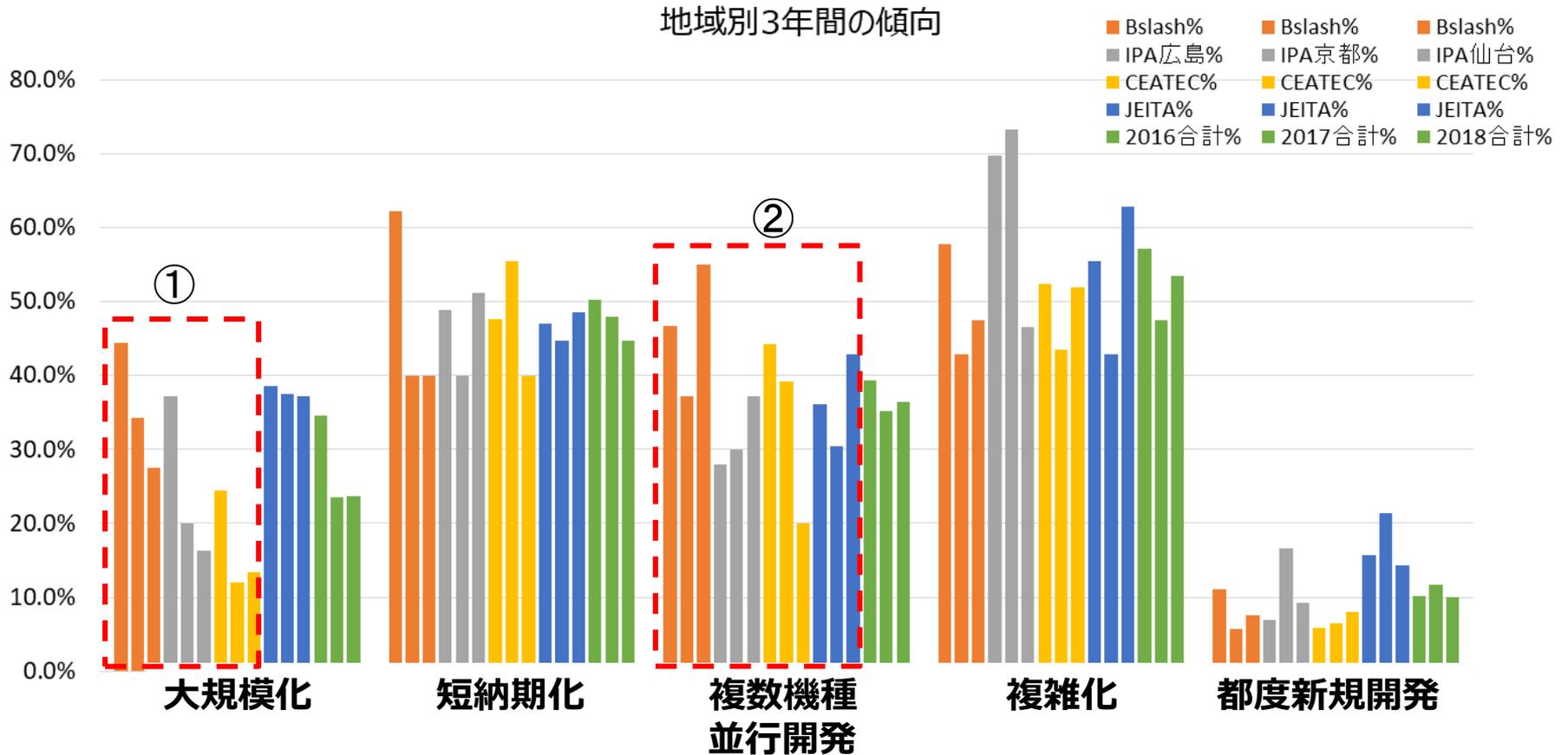
# 組込みソフト開発で発生している問題 (JEITAワークショップ事前アンケートから)

課題分類は同じでも中身が変化している！



①大規模化、短納期化に減少傾向が、②複雑化は高い値が継続しており、IoT時代でも大きな課題か？

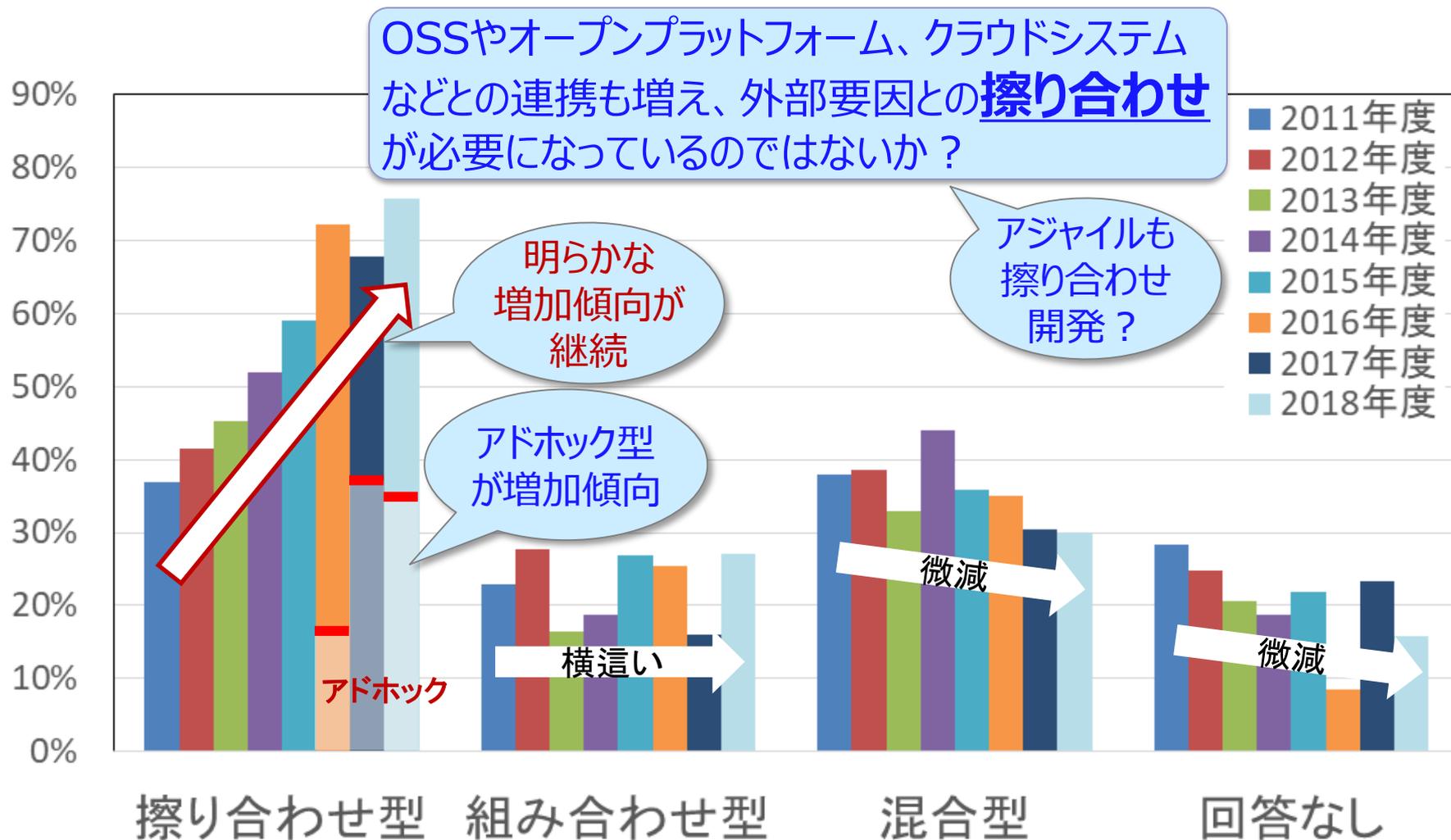
# 組込みソフト開発で発生している問題（地域別）



①大規模化：東京以外で減少傾向が強い

②複数並行開発：比較的地域差が出やすい傾向にある

# 組込みソフト開発の形態(ワークショップ事前アンケートから)

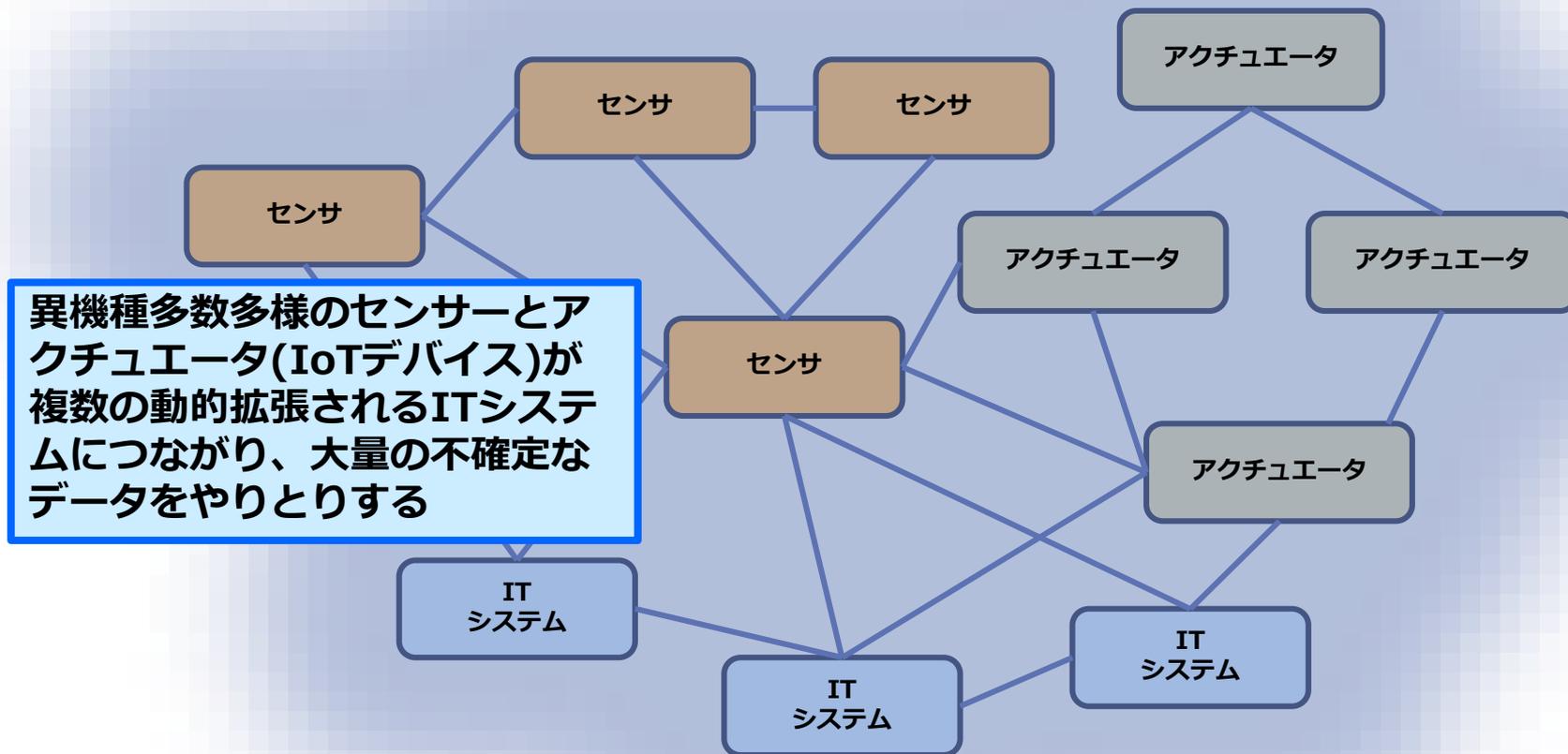


傾向性：「擦り合わせ型」が増加 他は微減

## 2. IoT開発の現場 ～ IoT とは

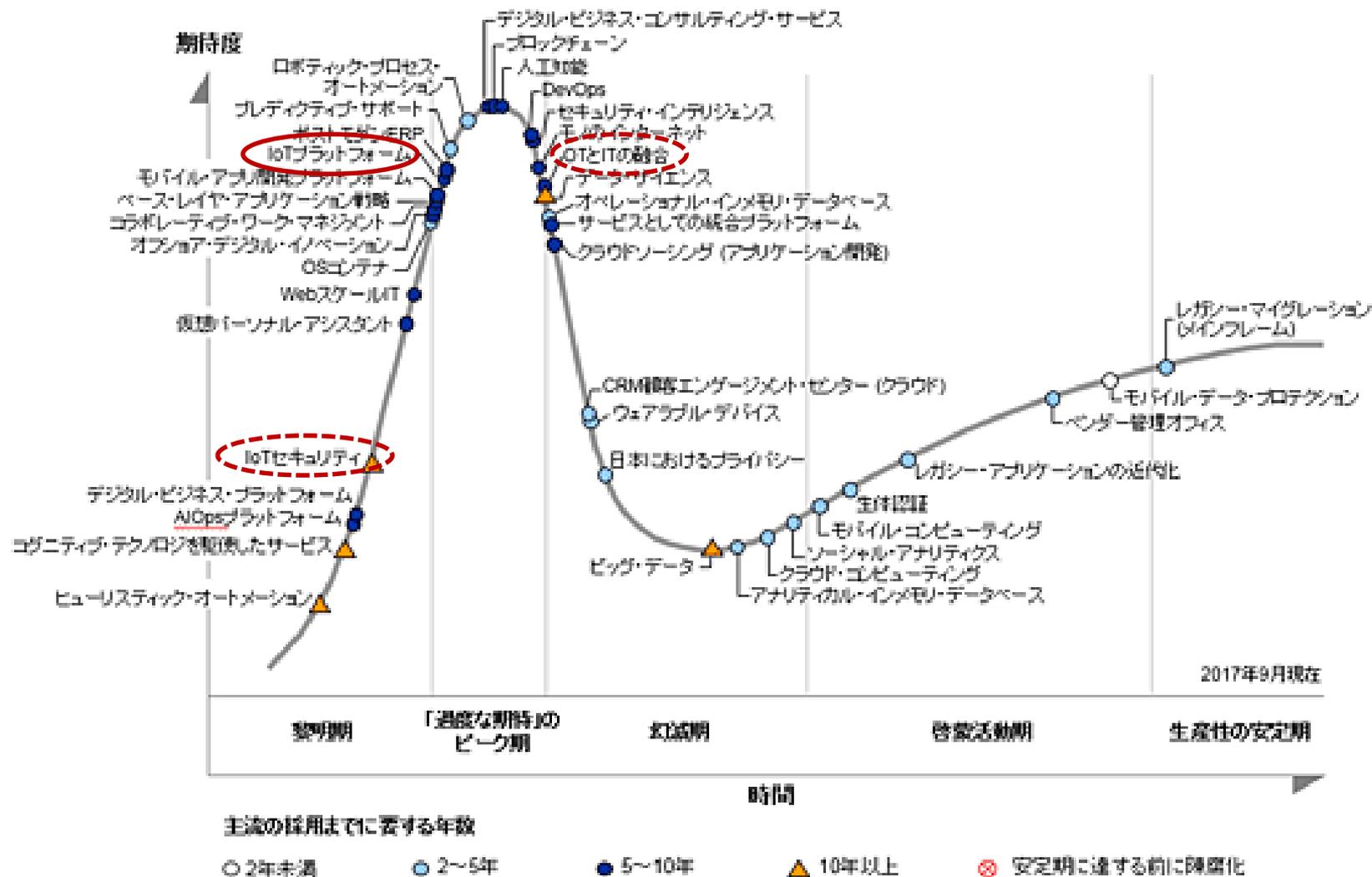
- IoT (Internet of Things, モノのインターネット)

**インターネットにセンサーやアクチュエーターなどの各種IoTデバイスが接続され、それらが有機的に動的に連係して動作し、未確定な大量のデータが行き交うシステム**



# 2017年先進テクノロジーのハイプサイクル

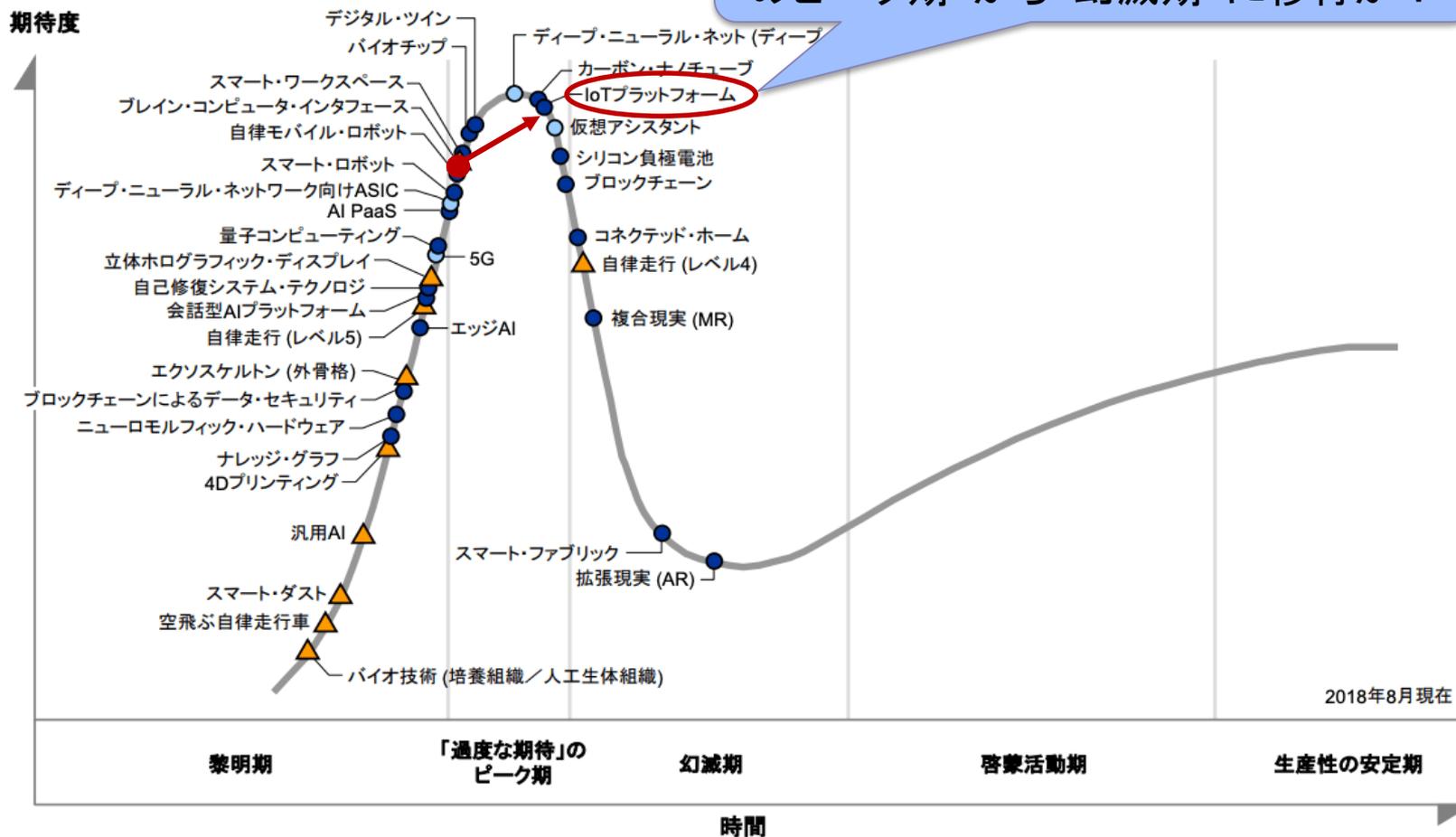
図1. 日本におけるテクノロジーのハイプ・サイクル：2017年



出典：ガートナー (2017年9月)

# 2018年先進テクノロジーのハイプサイクル

IoTプラットフォームが「過度な期待」のピーク期から「幻滅期」に移行か？



2018年8月現在

主流の採用までに要する年数

○ 2年未満

● 2~5年

● 5~10年

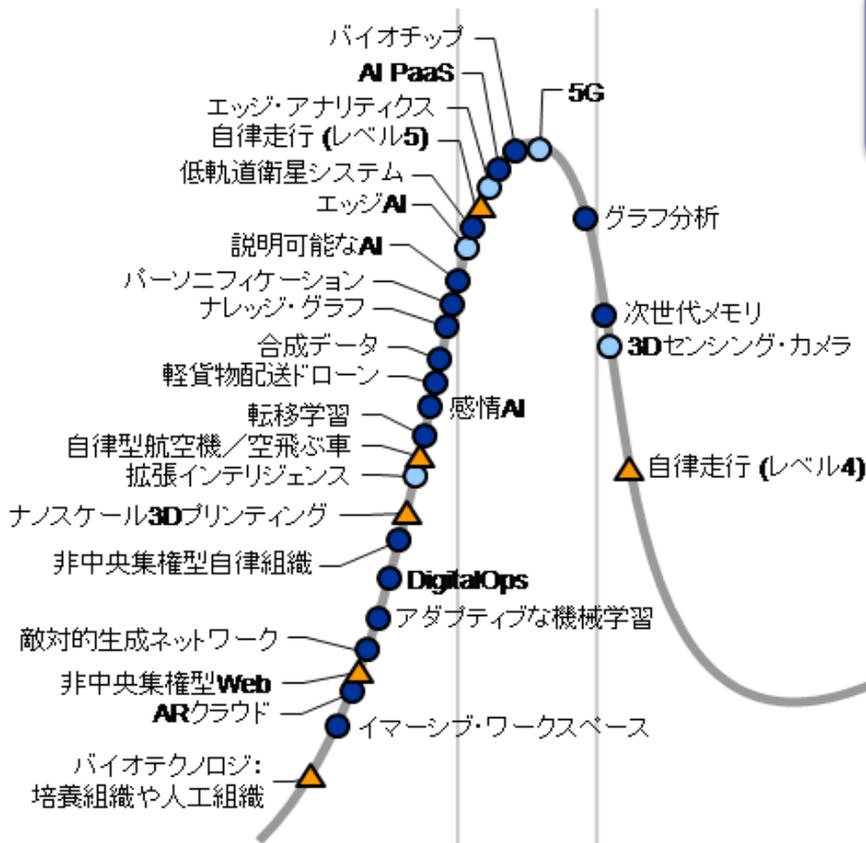
▲ 10年以上

⊗ 安定期に達する前に陳腐化

© 2018 Gartner, Inc.

# 2019年先進テクノロジーのハイプサイクル

期待度



IoT関連技術は既に存在しない  
= 先進技術から一般化  
(過度な期待のピーク期は過ぎた)

2019年8月現在

黎明期

「過度な期待」の  
ピーク期

幻滅期

啓蒙活動期

生産性の安定期

時間

主流の採用までに要する年数

○ 2年未満

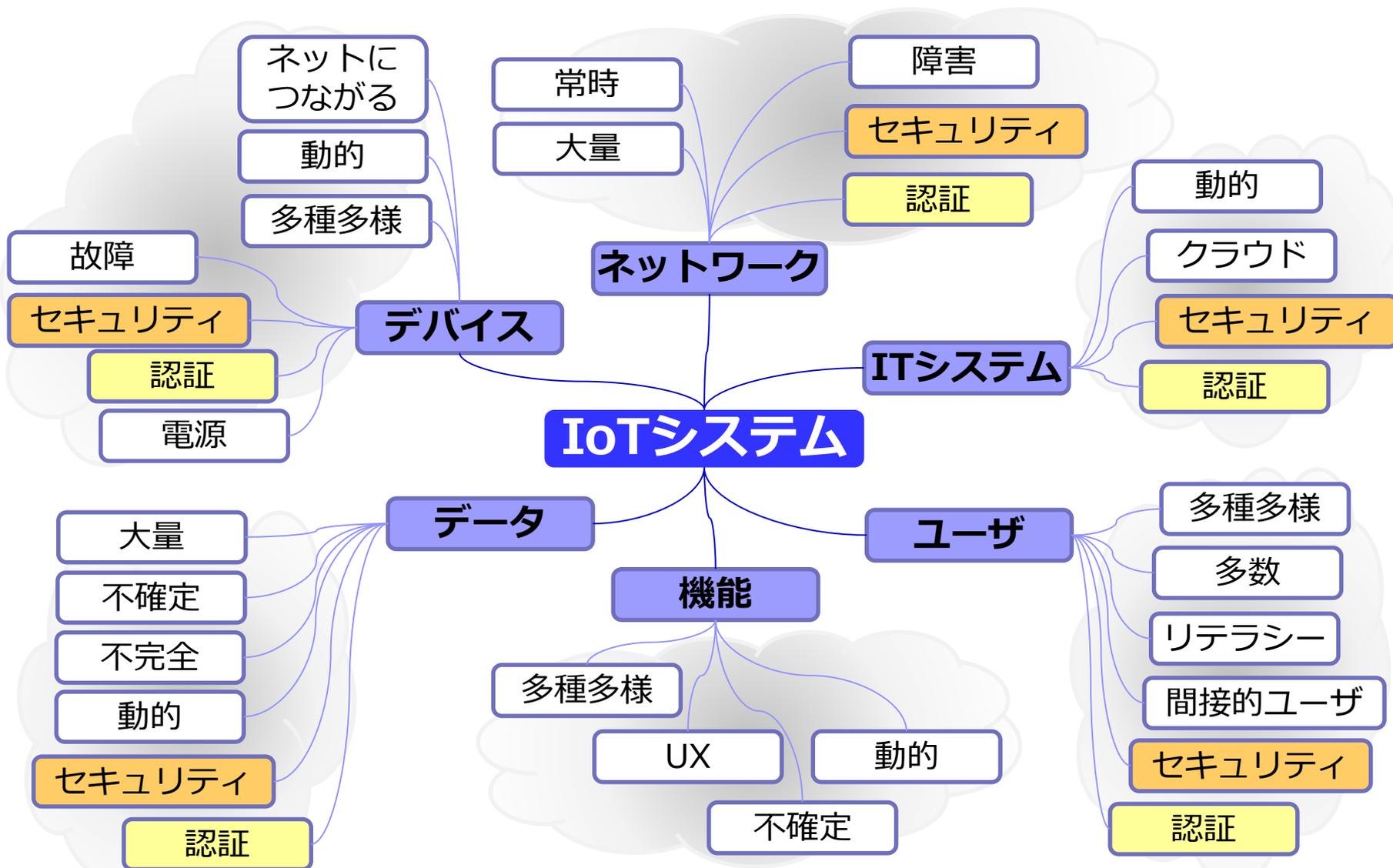
● 2~5年

● 5~10年

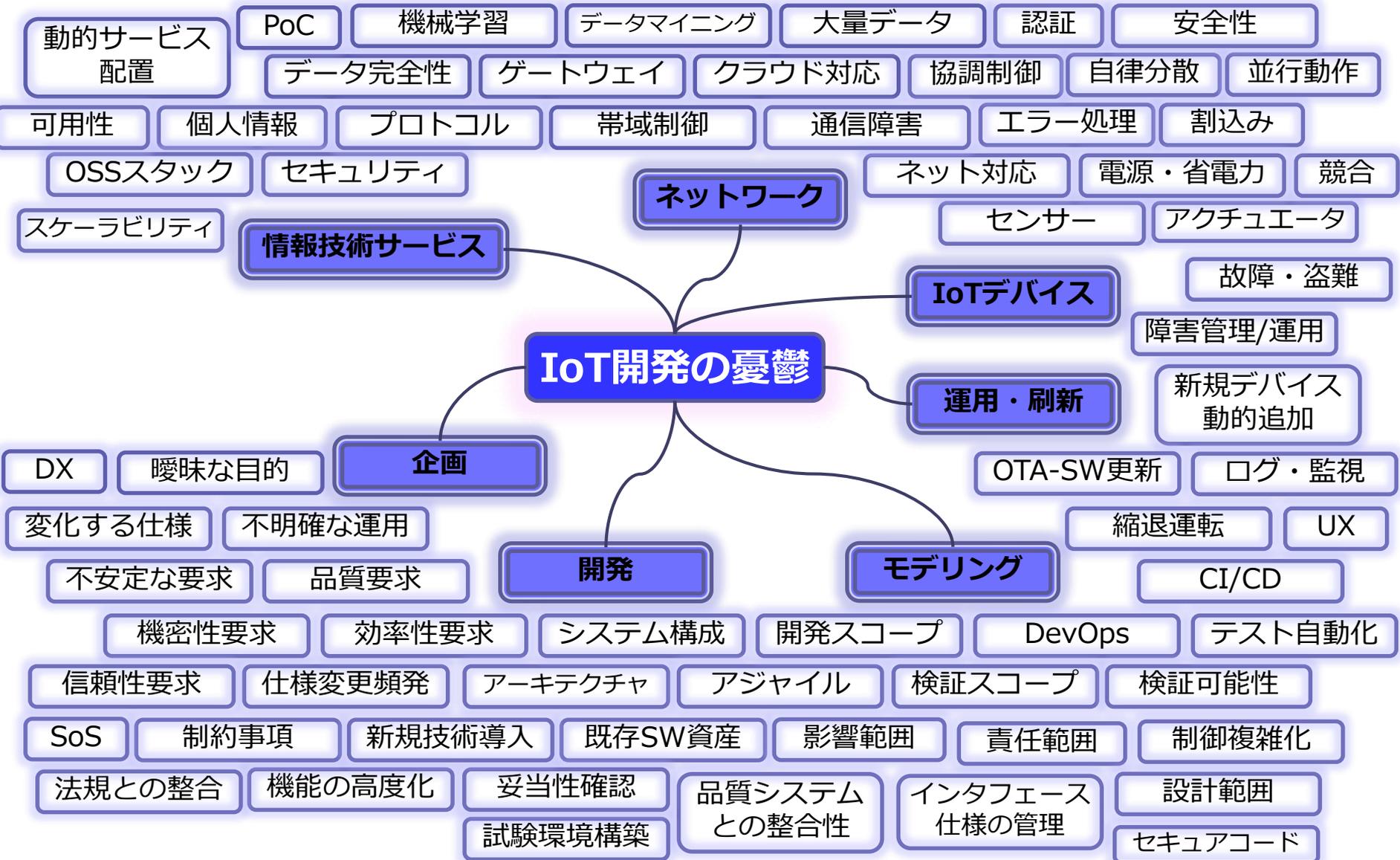
▲ 10年以上

⊗ 安定期に達する前に陳腐化

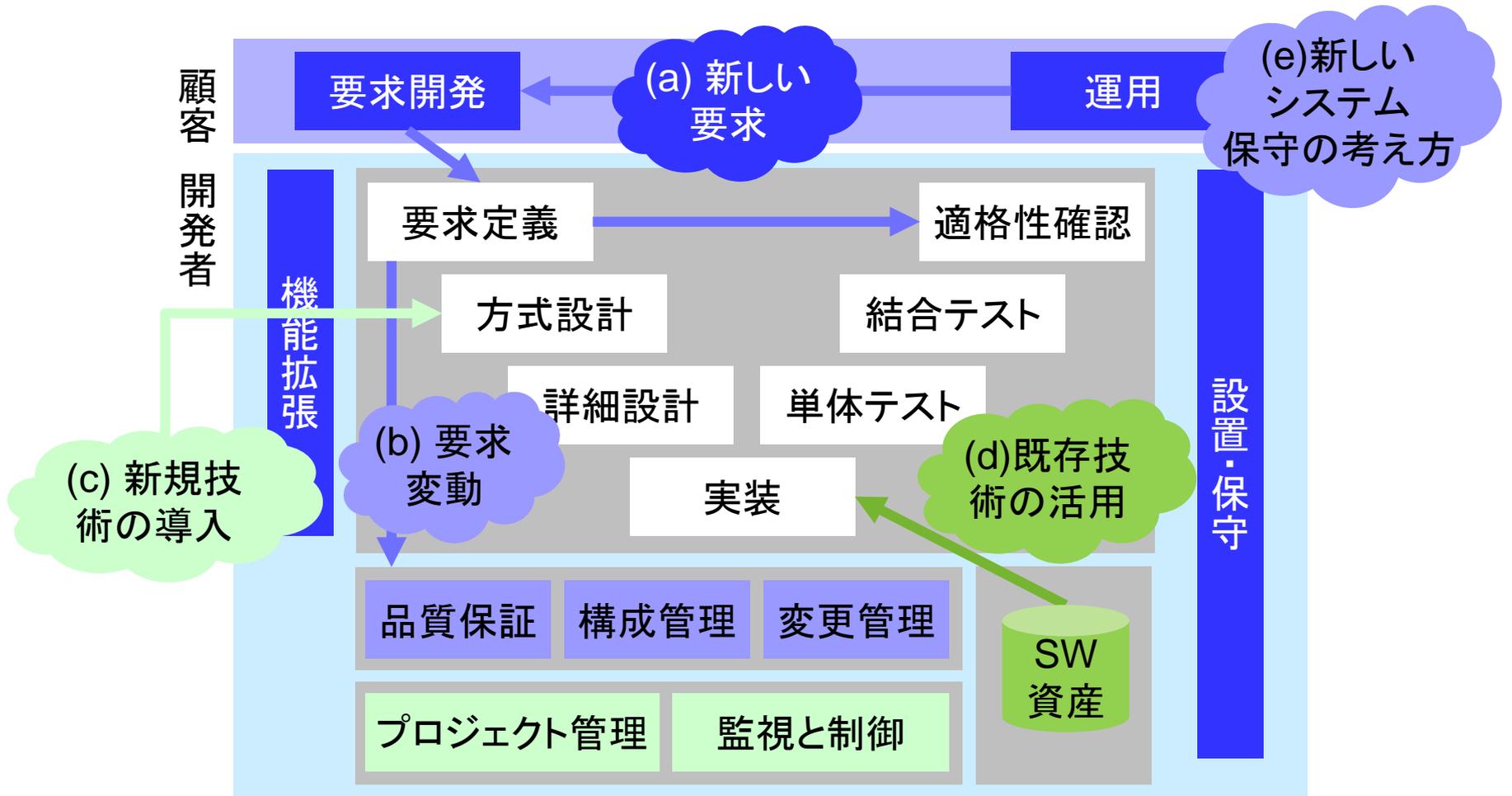
## 2. IoT開発の現場 ～ IoT の特徴



## 2. IoT開発の現場 ～ IoT 開発の憂鬱 (課題)



# IoTシステム開発プロセスの課題

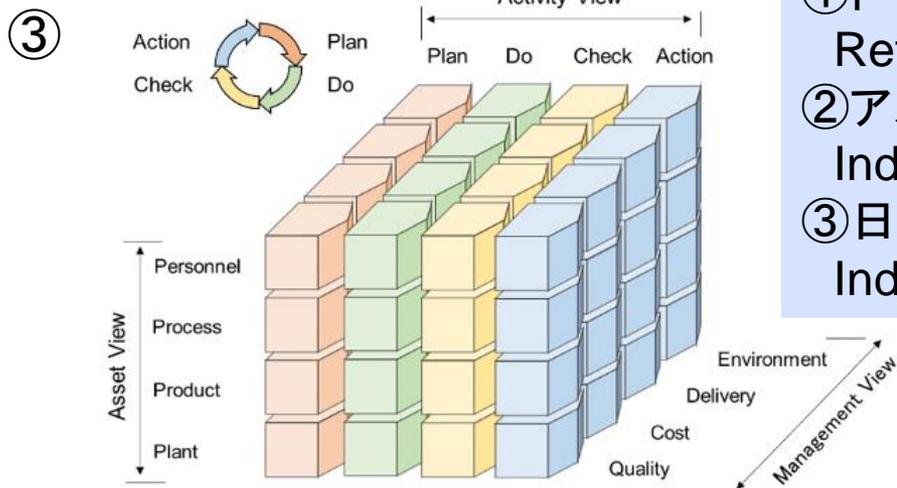
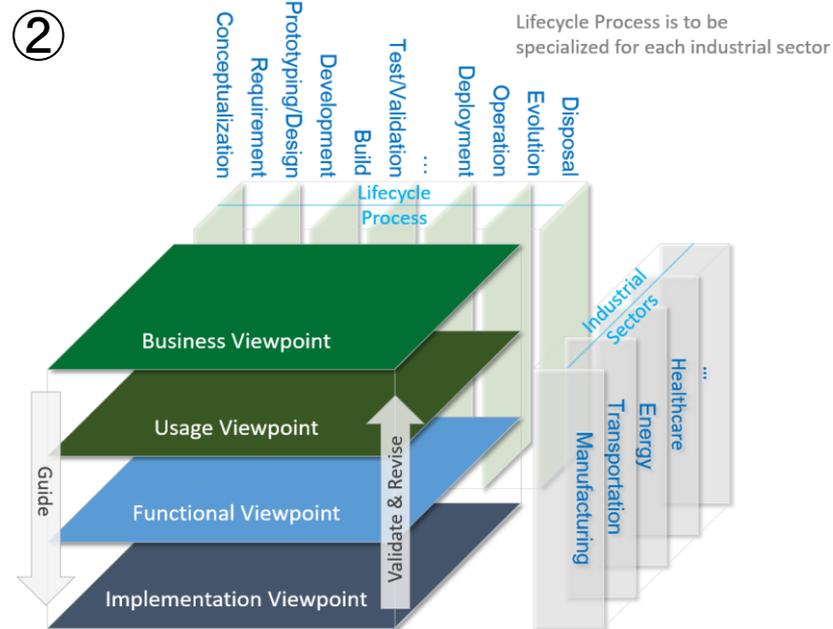
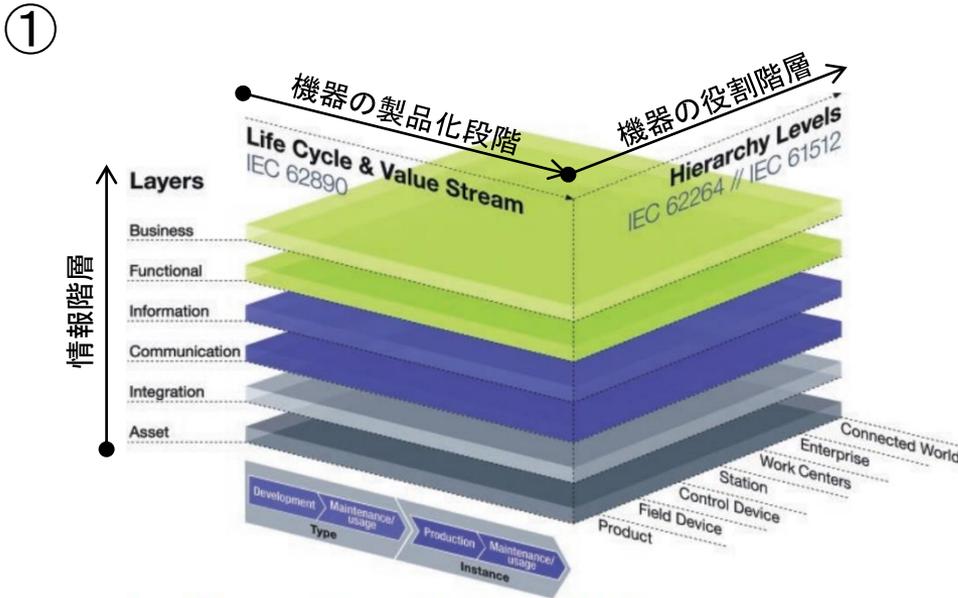


要求変更への適応性、柔軟性、俊敏性が様々なプロセスに求められる

# IoT開発の特徴

領域	課題	従来開発との違い
デバイス、エッジ開発	<ul style="list-style-type: none"><li>・ネットワークへの常時接続課題対策</li><li>・長期運用や遠隔保守の対策</li><li>・機能や品質要求の変動対応</li></ul> etc	要求変更容易性や保守対応の速さ (大規模なシステムもエッジと捉えられることもある)
情報技術サービス開発	<ul style="list-style-type: none"><li>・System of Systemsの開発形態への対応</li><li>・システムスケーラビリティへの柔軟な対応</li></ul> etc	PoCなどの積極的な活用
ネットワーク設計	<ul style="list-style-type: none"><li>・情報量に合わせた設計</li><li>・ネットワーク障害時の対応</li><li>・無線、有線等様々なタイプへの対応</li></ul>	ネットワーク接続経験の無い機器への対策 様々なプロトコルへの対応
IoTシステム開発プロセス	<ul style="list-style-type: none"><li>・新しい要求</li><li>・要求変動</li><li>・新技術導入</li><li>・既存資産の活用</li><li>・新しいシステム保守</li></ul>	早いシステム機能更新と品質、安全性、利便性の確保を可能とする開発プロセス(Ex.DevOps,CPSなど)

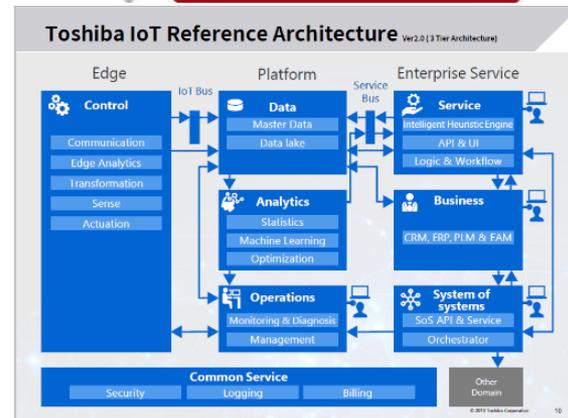
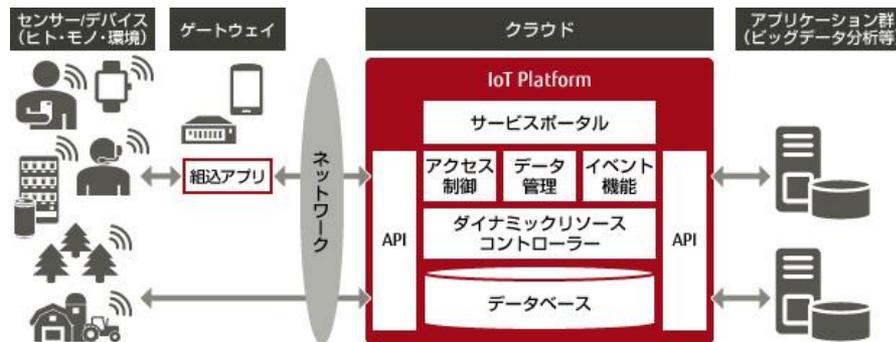
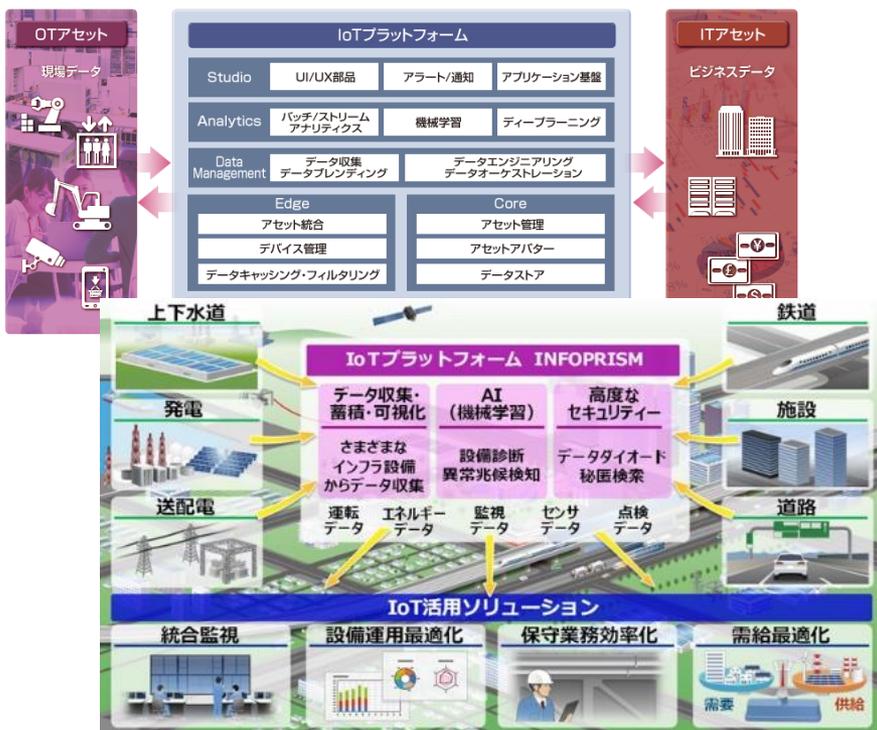
# 各国のIoTシステム開発のリファレンスモデル



- ①ドイツ: RAMI4.0  
Reference Architecture Model for Industrie 4.0
- ②アメリカ: IIRA  
Industrial Internet Reference Architecture
- ③日本: IVCプラットフォーム2017  
Industrial Value chain Initiative

# 国内各社のIoTプラットフォームとその特徴

会社	IoTプラットフォーム名	システム対象ユーザ	システム規模	特徴
日立製作所	Lumada	企業	大規模	データマネジメント
三菱電機	INFOPRISM	企業	大規模	セキュリティ
富士通	K5	企業、一般	中・小規模	AIなどのデータ分析を分離
東芝	TIRA	企業	大規模	統合型



# IoTシステムの開発・理解のために

## IoTシステムの普及

IoTシステムが身近に普及  
展開され、様々な形態と  
考え方が出てきた

## IoTアーキテクチャ の標準化

IoTアーキテクチャが提唱  
され、標準化を目指して乱  
立していった

## IoTプラットフォーム の普及

IoT実現の為に様々な開  
発プラットフォームが提供  
されてきた

IoTシステムを理解するのが困難  
知見の整理が必要

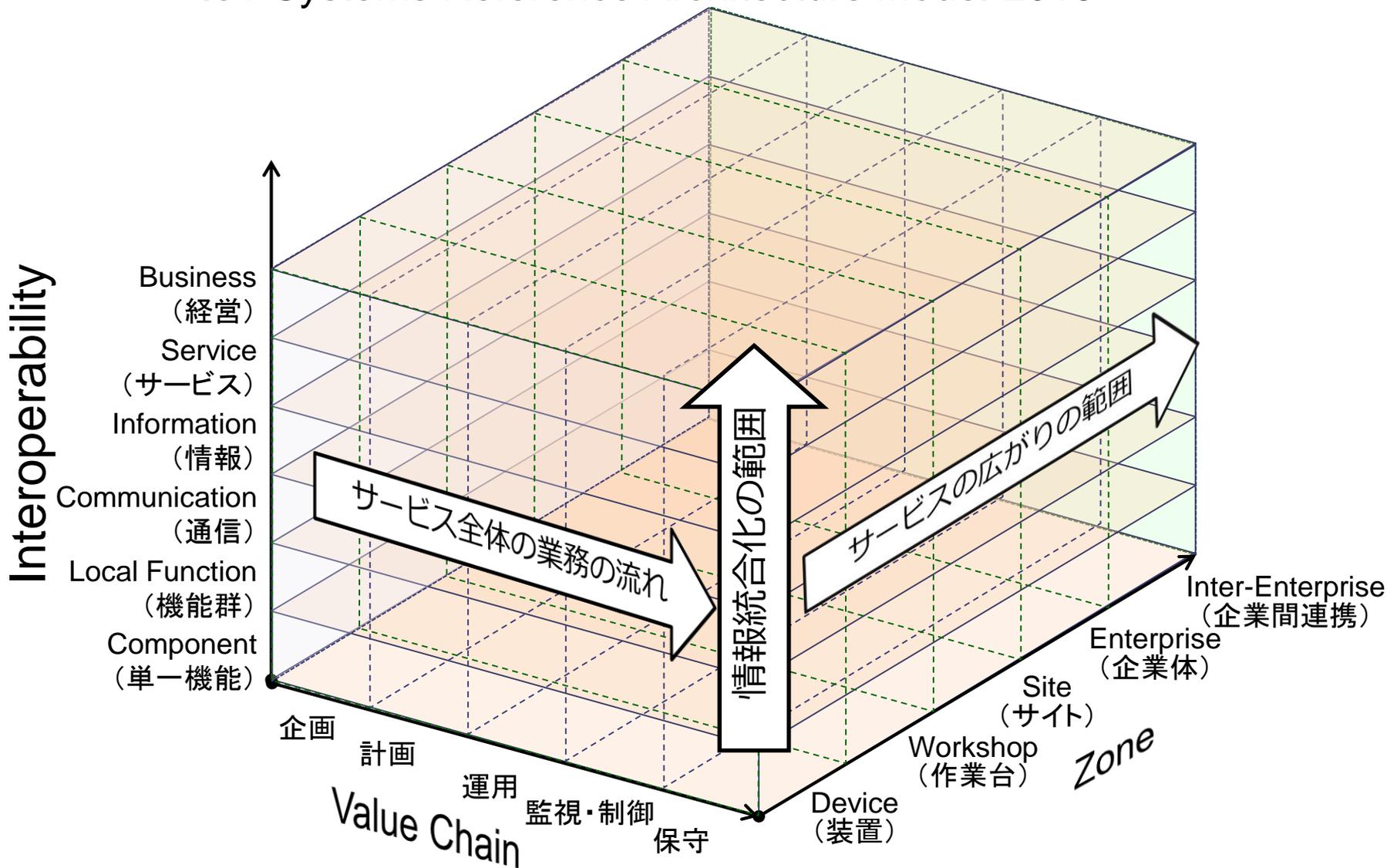
## JEITAモデルの検討

- ①IoTシステムの狙い・位置づけの理解と共通認識
- ②IoTシステムの成長方向の検討

➔ **「JEITA IoT参照モデル」\***の提案

\* <https://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=1171&ca=1> にて公開中

## IoT Systems Reference Architecture Model-2018

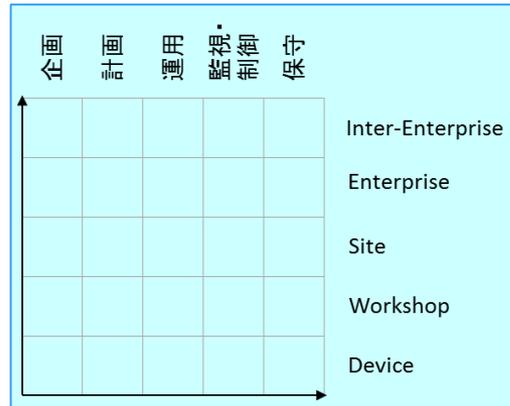


# IoT Systems Reference Architecture Model 割り当ての考え方



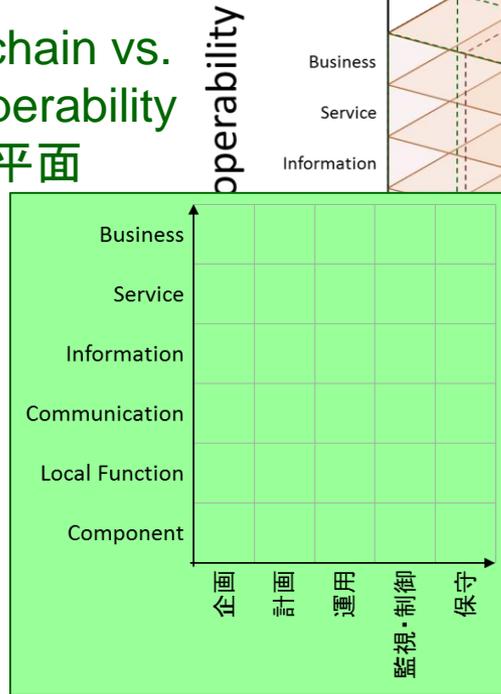
1

Value chain vs. Zoneの平面



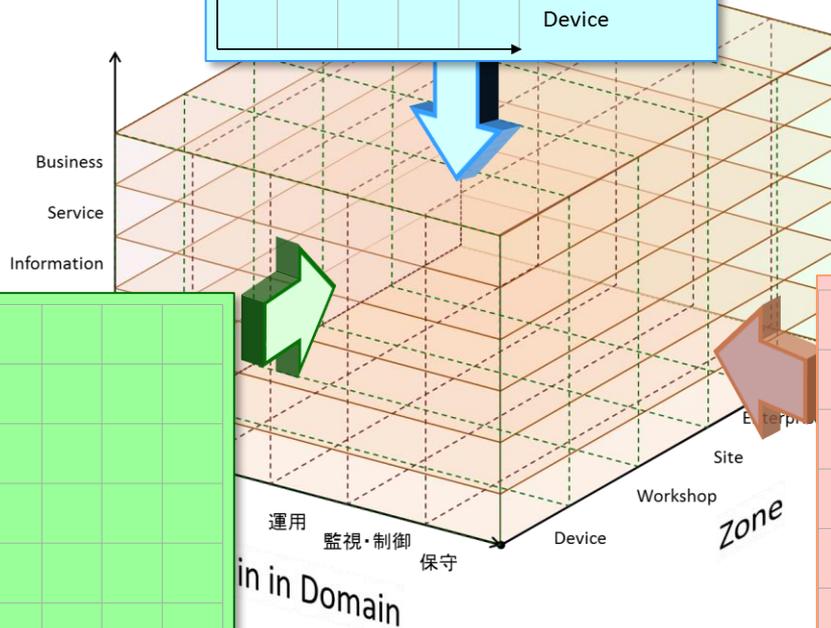
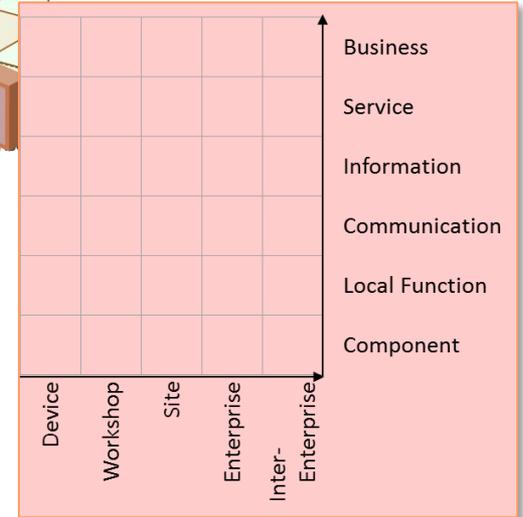
2

Value chain vs. Inter-operabilityの平面



3

Zone vs. Inter-operabilityの平面



# JEITAモデルの3軸の例

## Y 軸 : Interoperability 情報統合化の範囲、相互作用

- Component (コンポーネント) : 単体でのデータ 例. 温度センサーの温度データ
- Local function (単体機能) : 機能として使うデータ 例. センサーデータに基づく温度制御
- Communication (通信) : 機能間でやりとりするデータ 例. ログインIDのやりとり
- Information (情報) : 複数コンポーネントのデータ管理層 例. 個人データとそれに紐づく機能
- Service (サービス) : 大域での意思決定や情報整理の機能群 例. 血液検査のAI分析による病気予測
- Business (ビジネス) : 複数のサービスを組み合わせた高度なサービス 例. 健康管理ビジネス

## Z 軸 : Zone サービスの広がり

- Device (装置) : デバイス, コンポーネント 例. 温度センサー, モーター, スマートフォン
- Workshop (作業台) : 装置を組み合わせる集散的に機能する単位 例. 工作機械, 一つの製造ライン
- Site (サイト) ビジネス上の運営単位 例. 出張所, 支店, 店舗
- Enterprise (企業体) : 個々のサイト状況から大局的な資源割当を行う 例. 複数の支社がある会社全体
- Inter-enterprise (企業間連携) : 業界, 社会 例. 出版業界, 建設現場運営トータルサービス

## X 軸 : Value Chain サービス全体の業務の流れ

- Proposal (企画) : サービス、ビジネスの企画段階の活動 例. 利用者予測に基づく営業所配置計画
- Planning (計画) : 実運用の計画を策定する活動 例. サービス運用時の利用量予測に基づく車両配備
- Operation (運用) : 計画に基づくビジネス運用する活動 例. 輸送サービスの運営
- Monitoring and control (監視・制御) : 運用を望ましい状態に監視し、制御する活動 例. 効率的な配送ルートの見直し・指示
- Maintenance (保守) : 運用に必要な設備等を維持する活動 例. 使用頻度に基づく車両の点検や交換

# IoTシステムの事例（重機保守→建設現場PF）

6	重機保守管理	情報提供	<p>メーカー： ビジネス領域の拡大、顧客からの信頼による継続利用</p> <p>ユーザー： 必要なことを提供してくれるビジネスパートナー</p>	<p>メーカー： ビジネス領域の拡大、顧客からの信頼による継続利用</p> <p>ユーザー： 運用コスト最小化（タイムリーなメンテナンス受益、最適な機器選定）</p>
---	--------	------	---	---

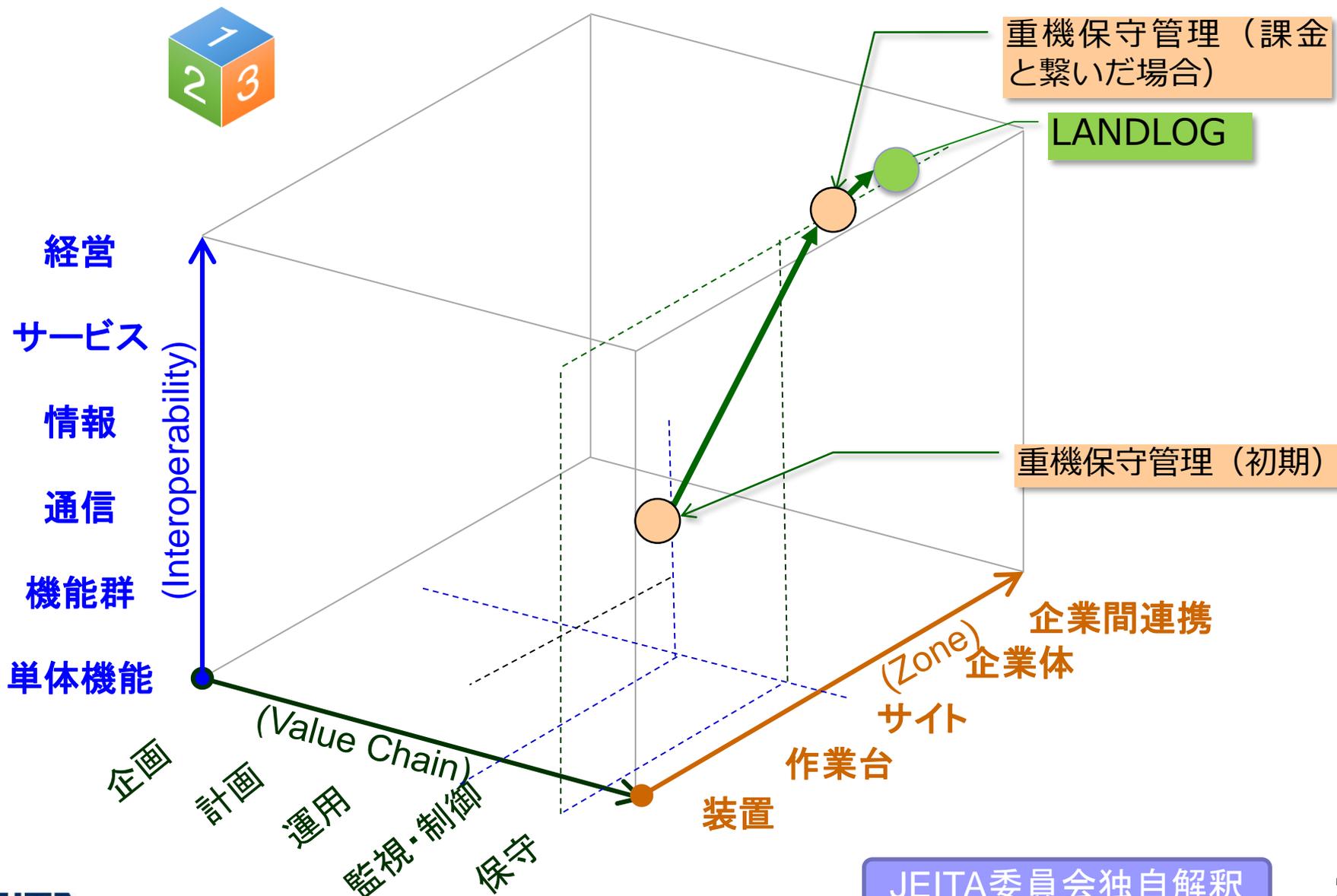


- ・コマツ、DoCoMo, SAP, オプティムの協業（拡大）
- ・それぞれの得意分野を生かしてサービスプラットフォームを構築
- ・追従する建機業者との差別化を推進

建設現場トータルをプラットフォームとして広げた

※Landlogホームページより転記

# JEITA IoT参照モデル

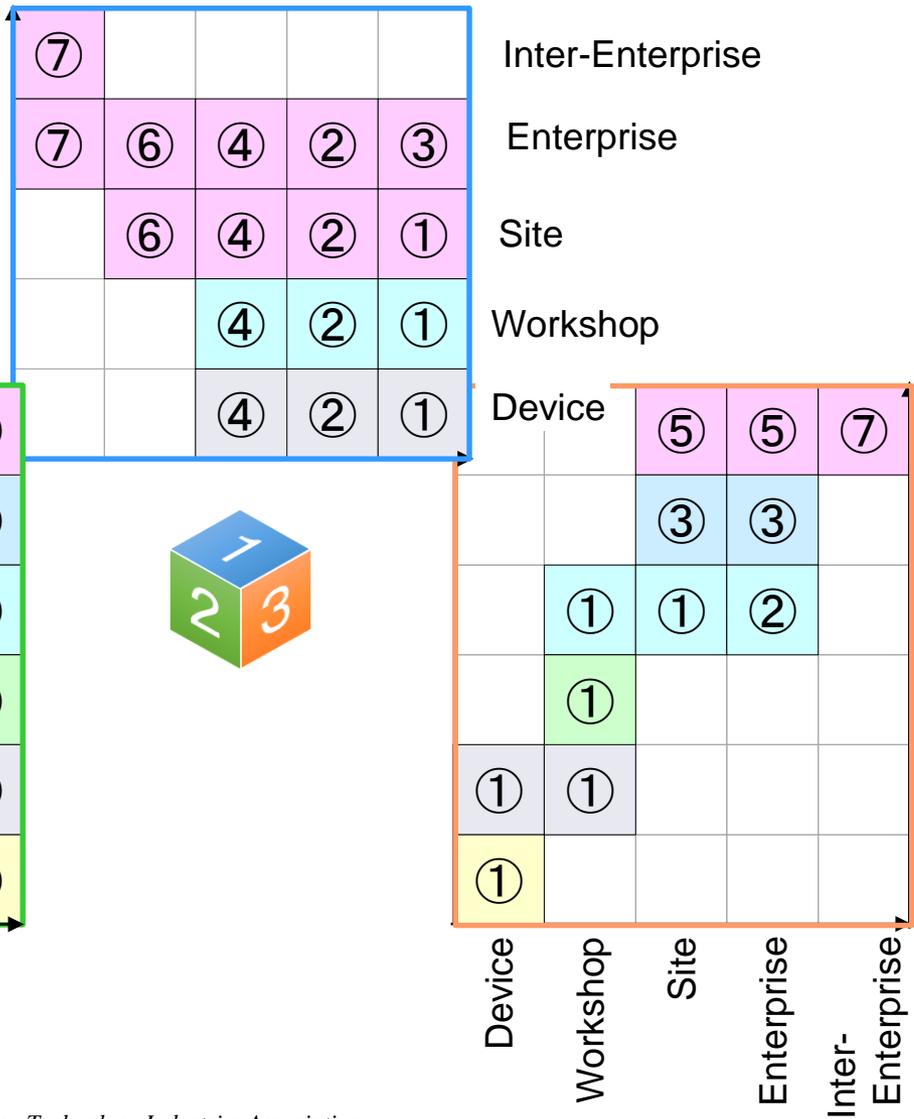


## 重機保守管理

①～⑦の順に機能、ビジネス領域が広がっていることを示している。

企 画 計 画 運 用 監 視 制 御 保 守

1



3

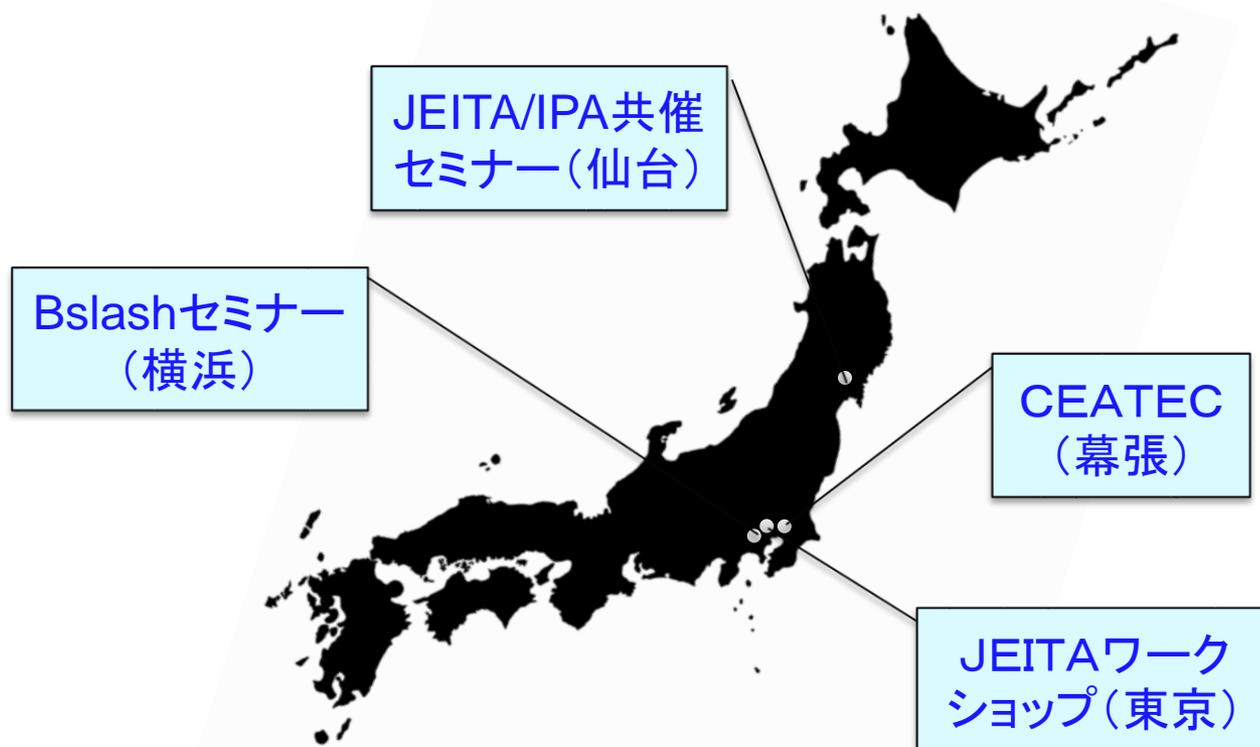
2

企 画 計 画 運 用 監 視 制 御 保 守

### 3. IoT開発の実態と成功への道

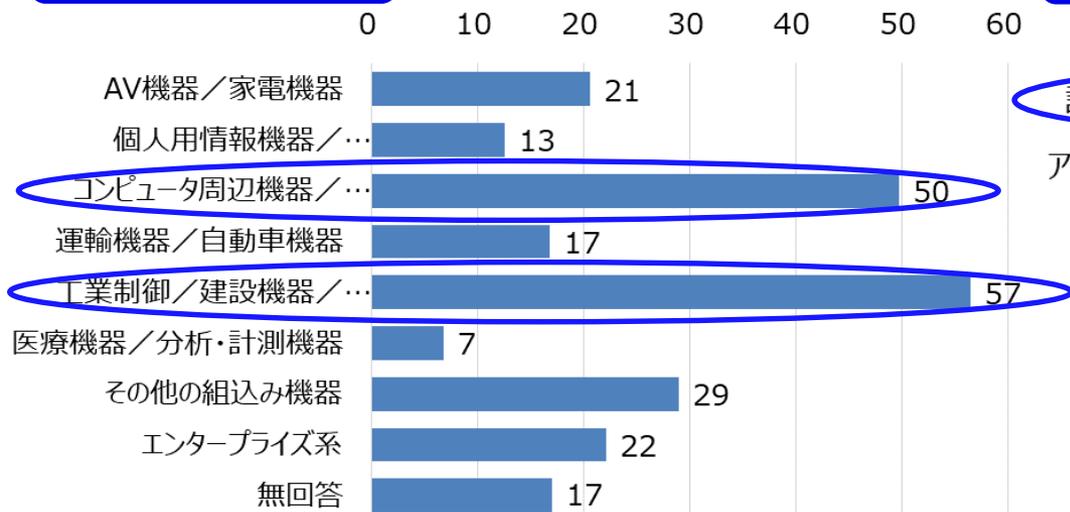
IoTアンケートを

合計 228 名に対して実施  
(東京、幕張、横浜、仙台)

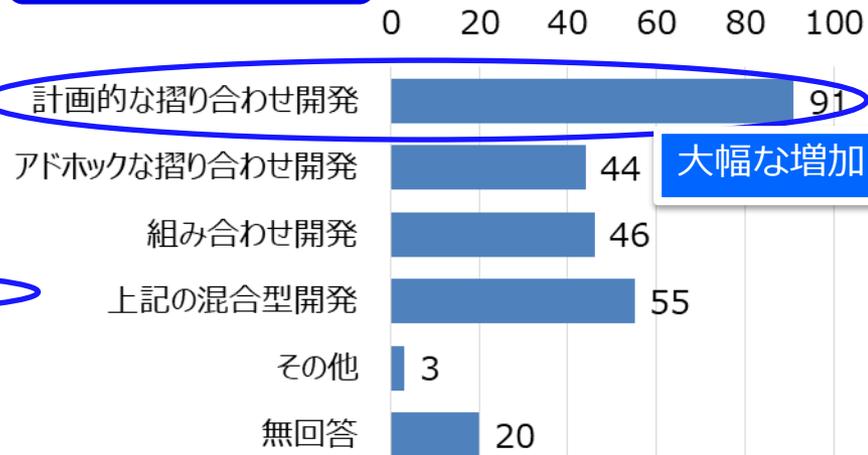


# 3.IoT開発の実態と成功への道 アンケート分析結果

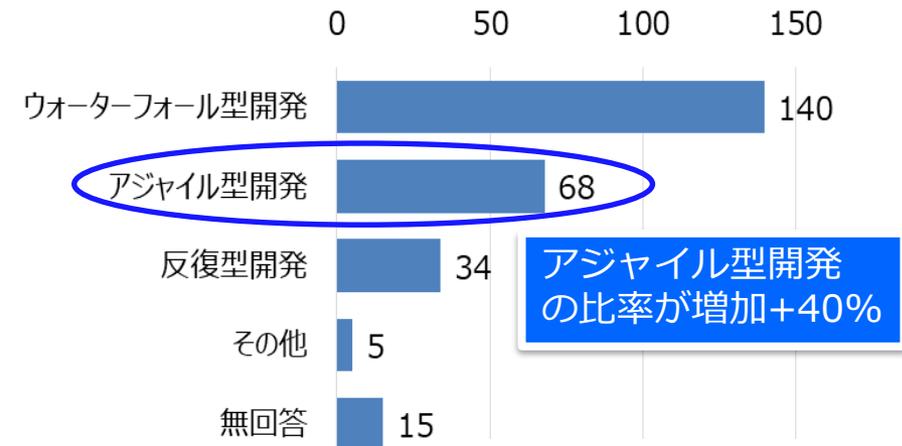
## 回答者の業種



## 開発形態

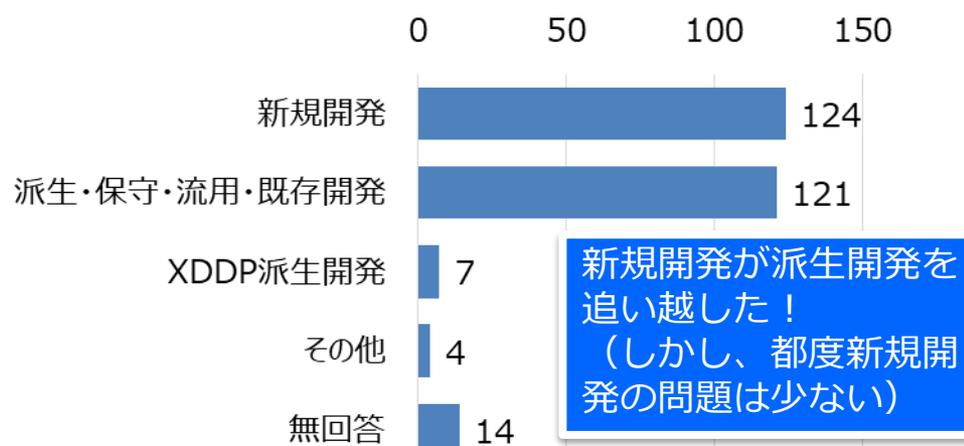


## 開発方法

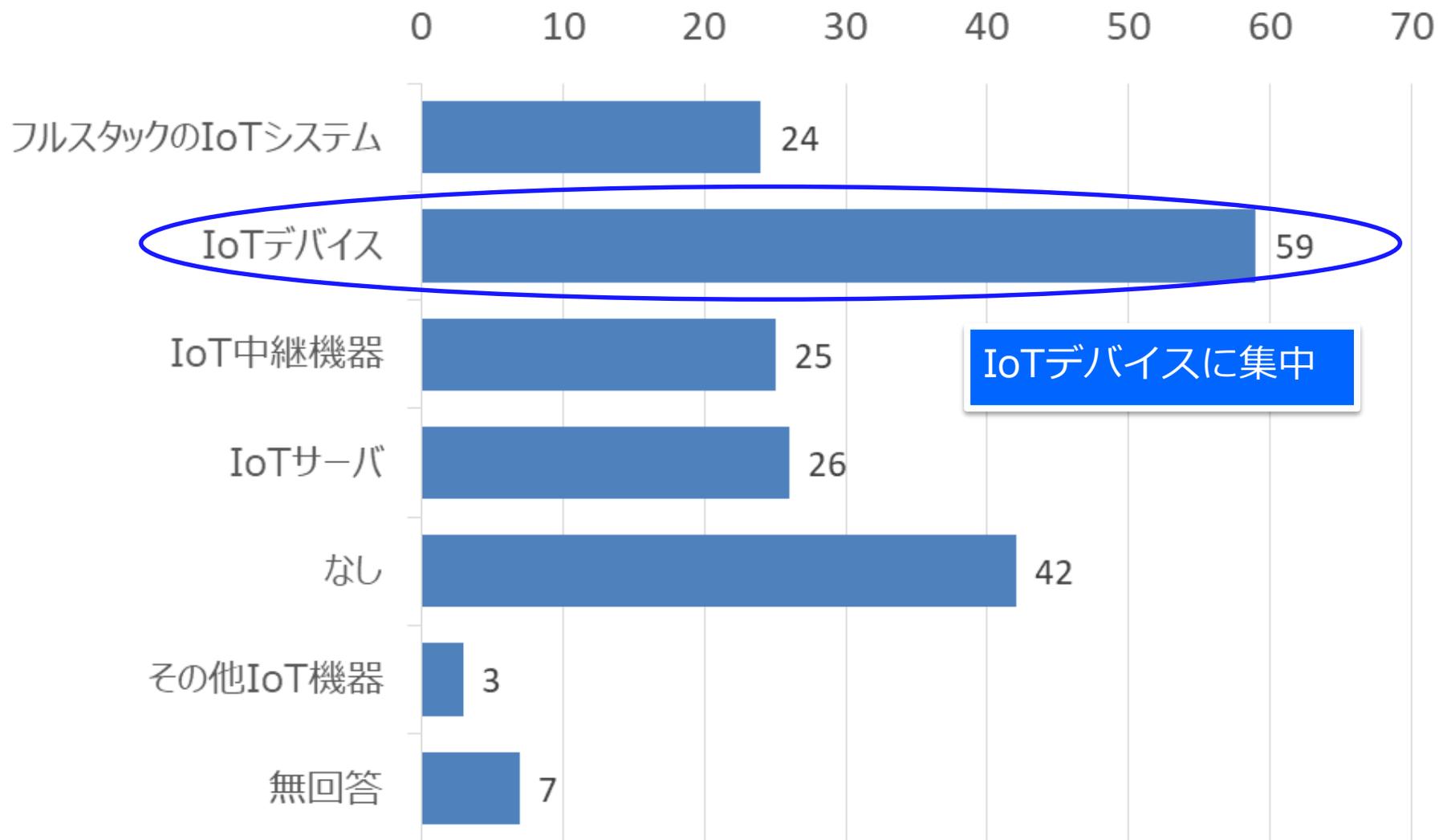


(IPA データ白書との比較)

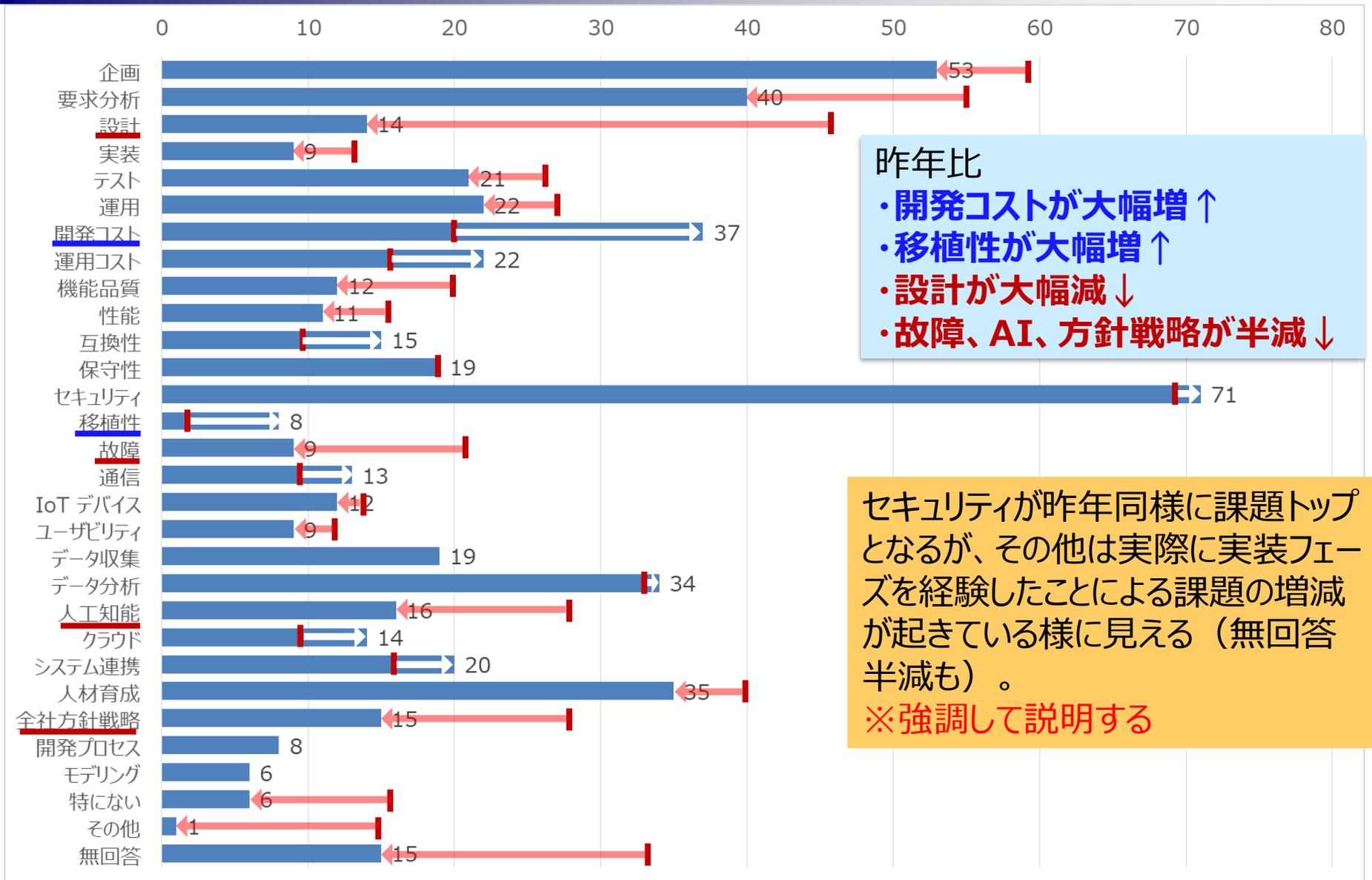
## 開発種別



### 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の対象



# 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の課題 (2017-2018)



# 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の課題・施策・スキル

企画、要求分析は課題大  
特に要求分析は重要  
スキルとして認識

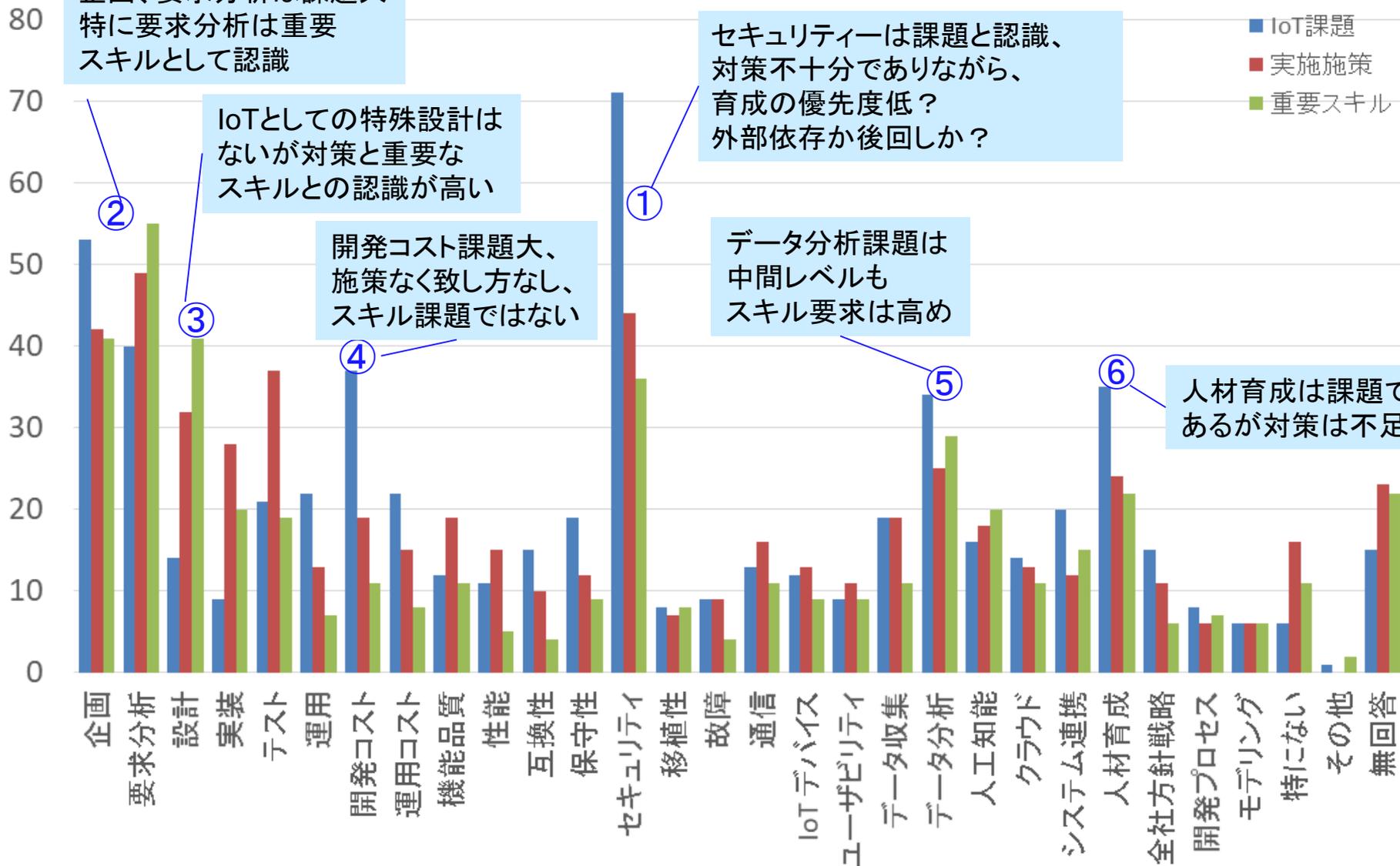
IoTとしての特殊設計は  
ないが対策と重要な  
スキルとの認識が高い

開発コスト課題大、  
施策なく致し方なし、  
スキル課題ではない

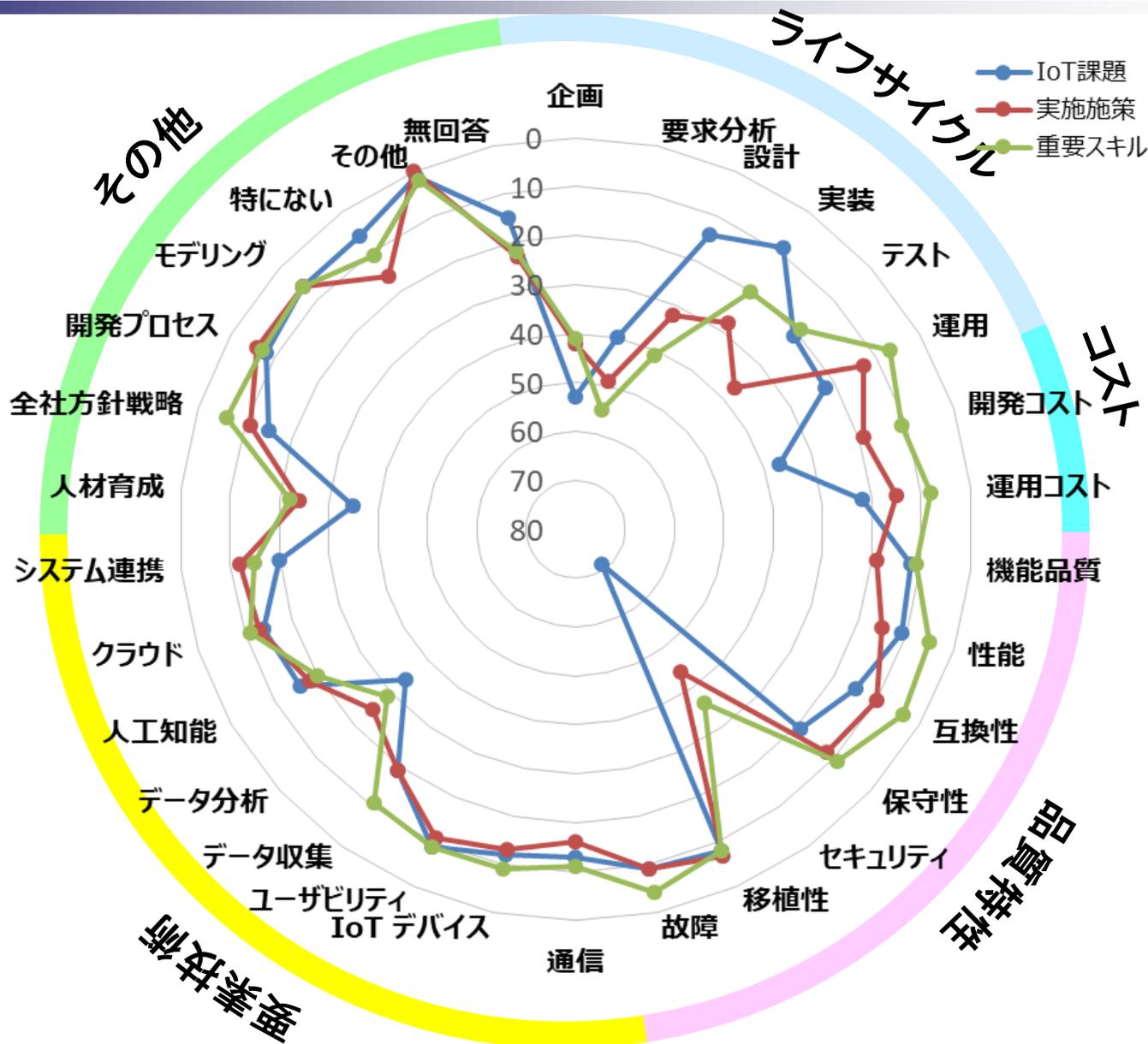
セキュリティーは課題と認識、  
対策不十分でありながら、  
育成の優先度低？  
外部依存か後回しか？

データ分析課題は  
中間レベルも  
スキル要求は高め

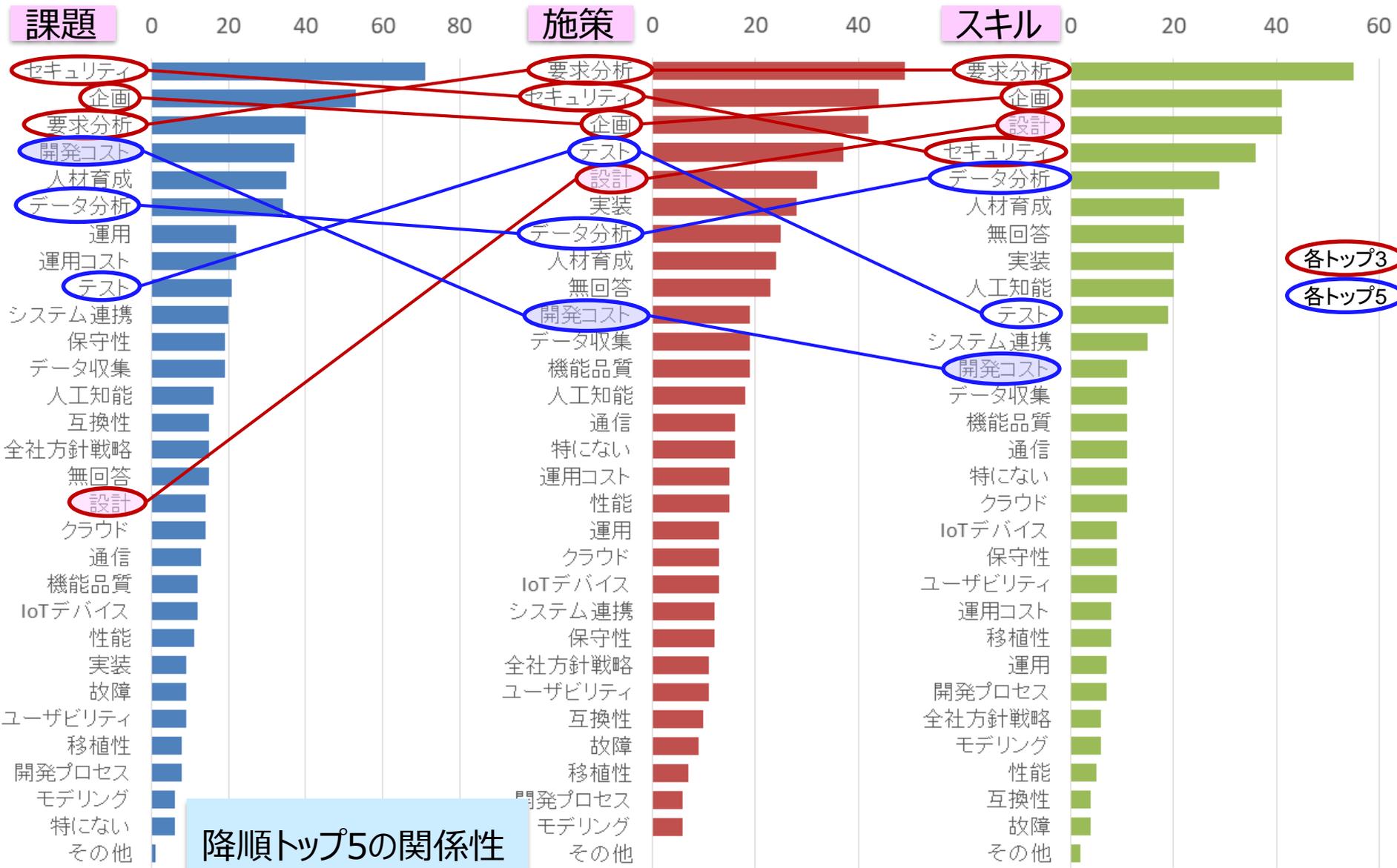
人材育成は課題で  
あるが対策は不足



# 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の課題・施策・スキル



# 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の課題・施策・スキル



降順トップ5の関係性

各トップ3  
各トップ5

## ワークショップの詳細アンケート結果

- ・ 擦り合わせ開発の実態
- ・ IoT開発の実態
- ・ モデリングの実態
- ・ 課題対策の実態

など

ここではピックアップを紹介  
(全国版との差分に注目)

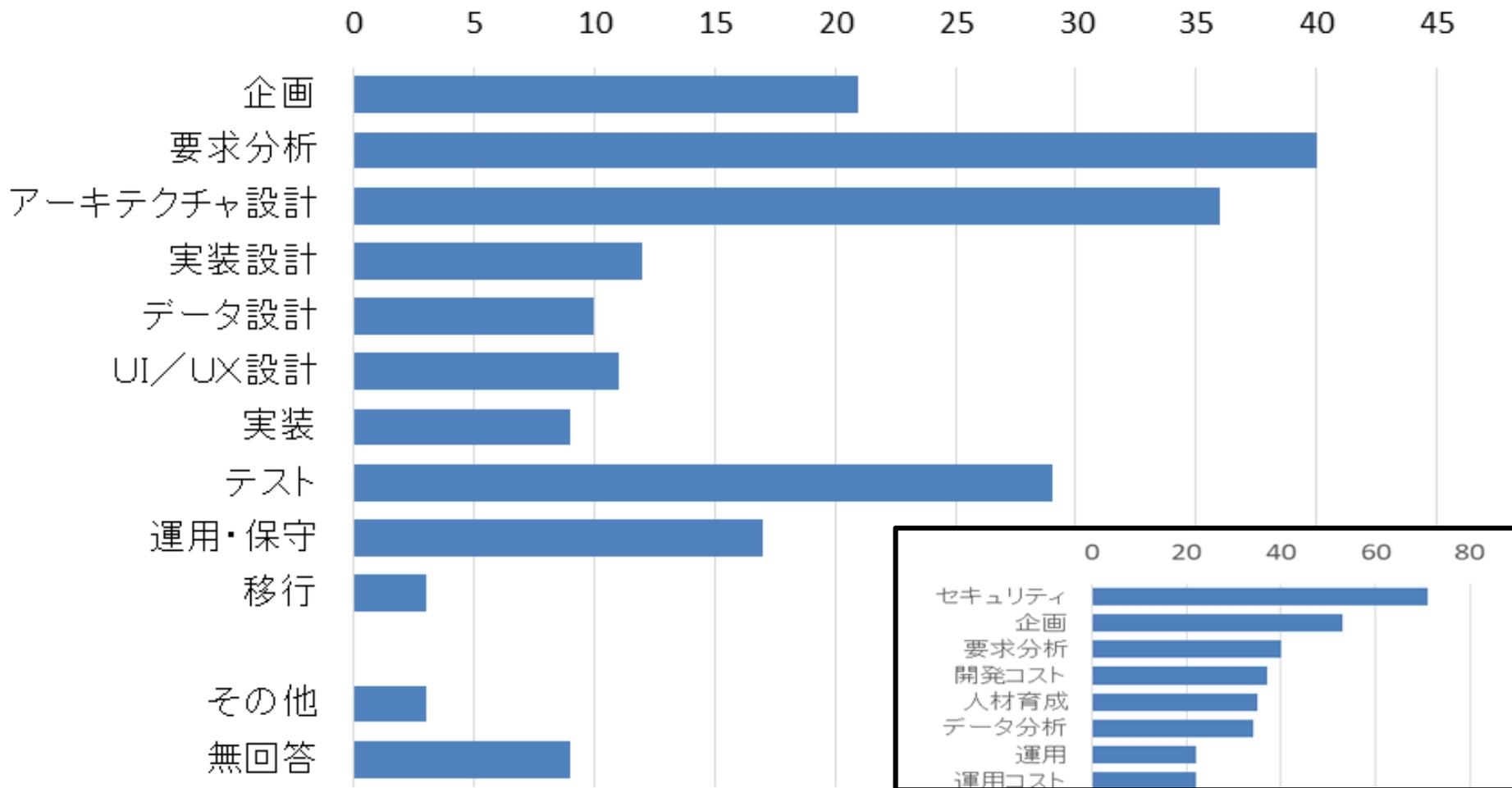
### 3.IoT開発の実態と成功への道 システム開発の課題領域



「5大課題」に集中

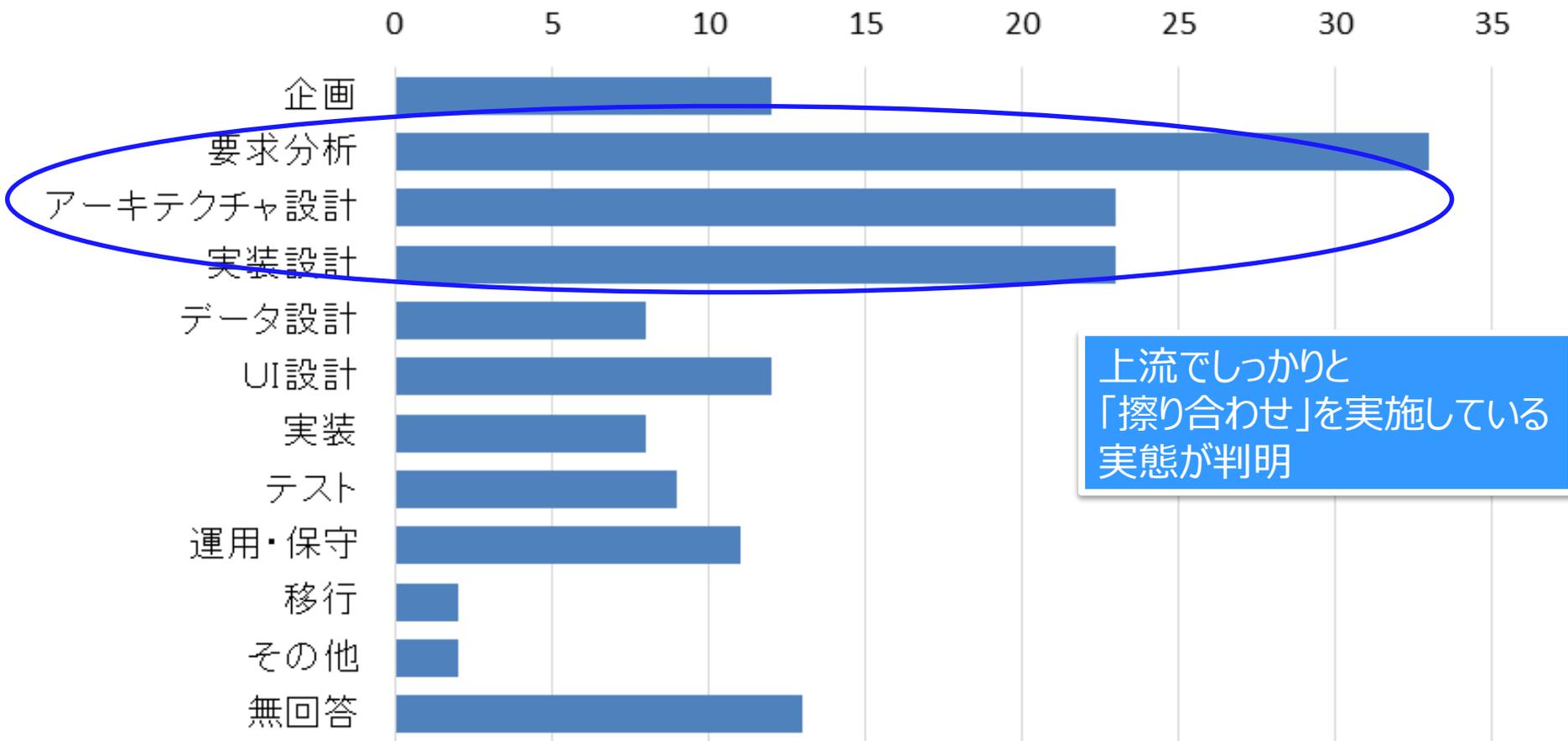
- ・人材育成
- ・PF/FW/開発環境
- ・品質
- ・セキュリティ
- ・開発プロセス

### 3.IoT開発の実態と成功への道 システム開発の課題プロセス



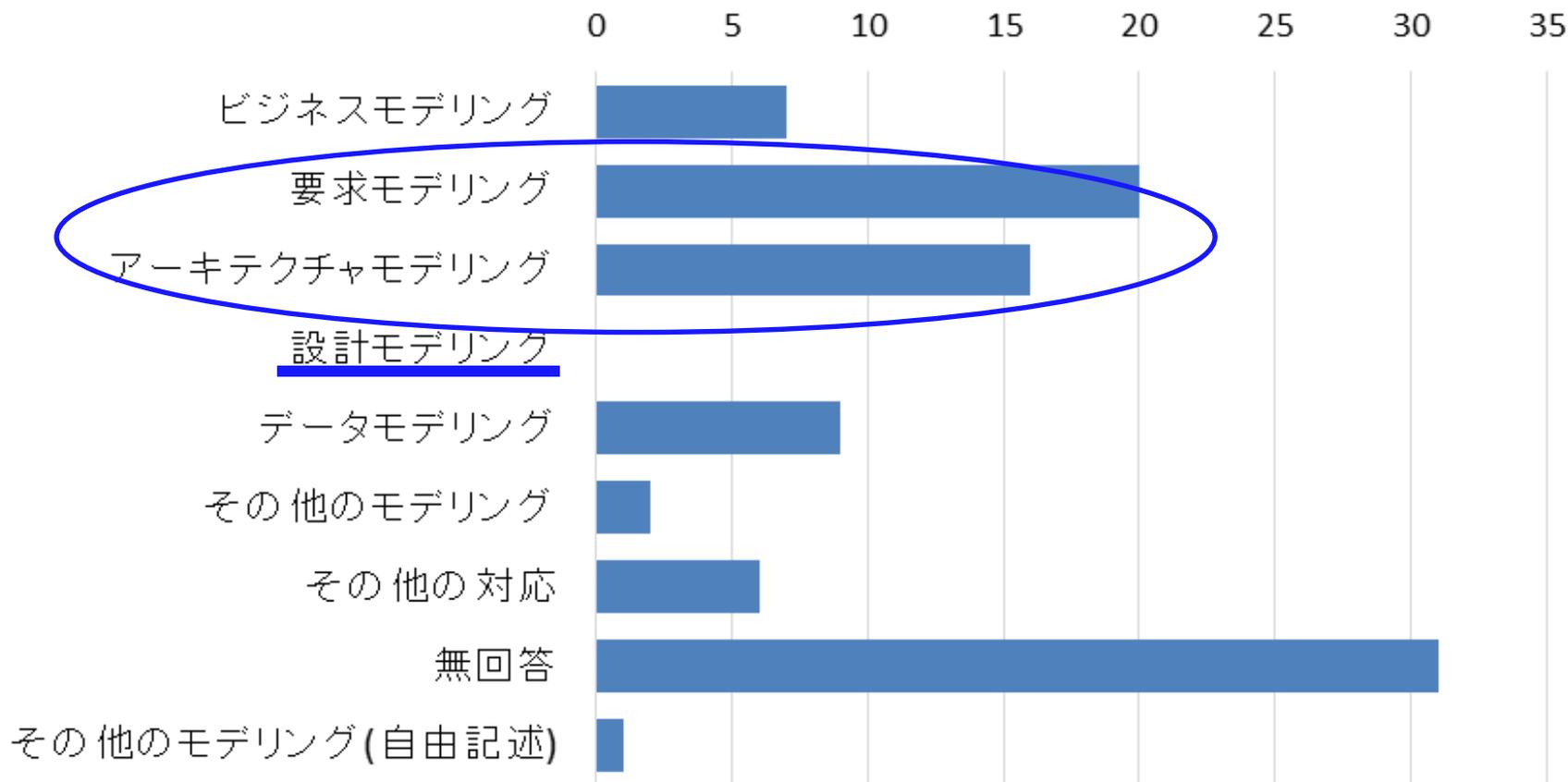
回答者の約80%が要求分析プロセスに課題がある  
「アーキテクチャ設計」、「テスト」が50%以上と多くの部門で課題となっている。

### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせが多いプロセス



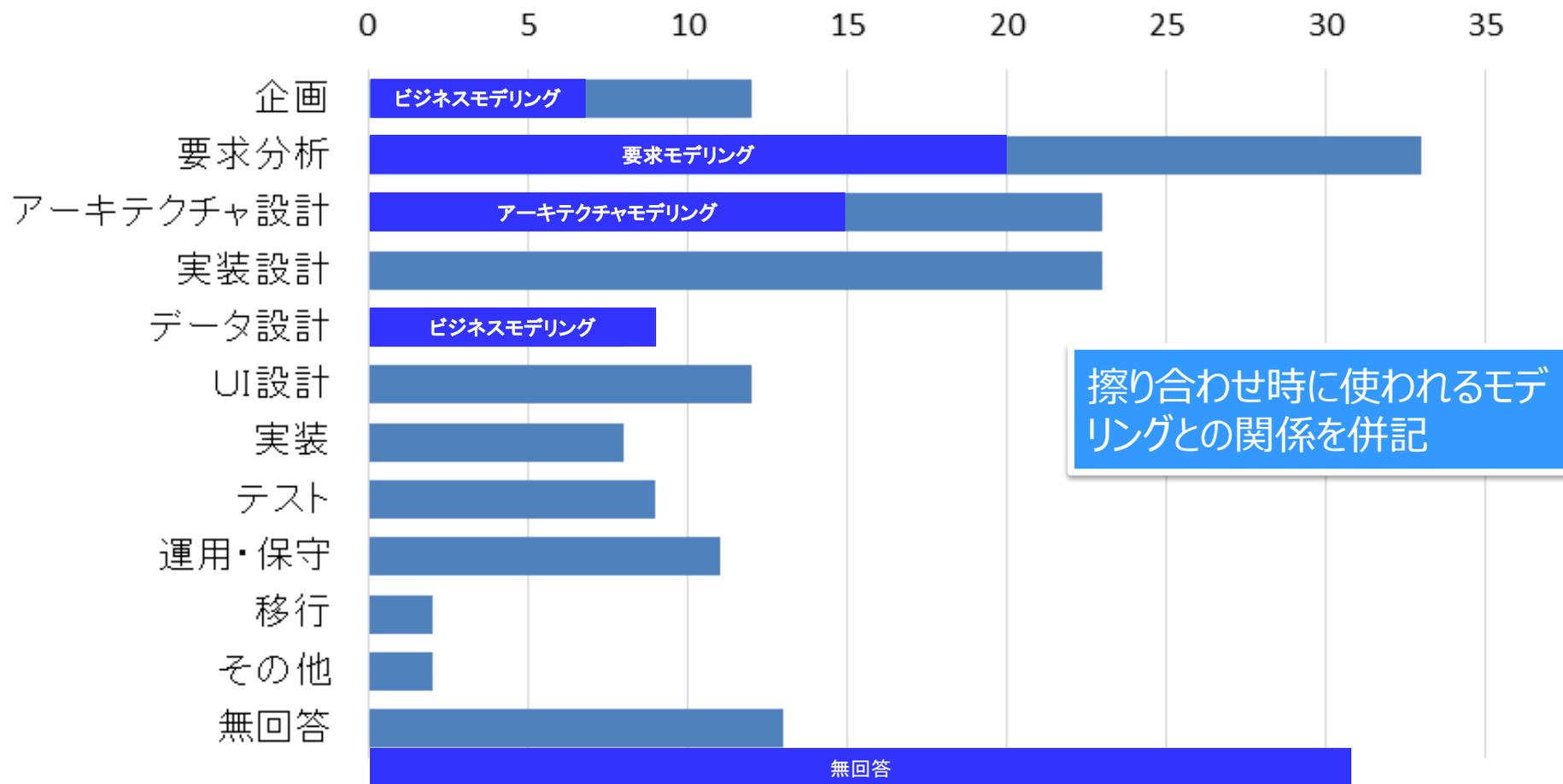
回答者の2/3が「要求分析」で擦り合わせを実施  
「擦り合わせ」の約80%が上流工程で実施

### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせ使用モデリング



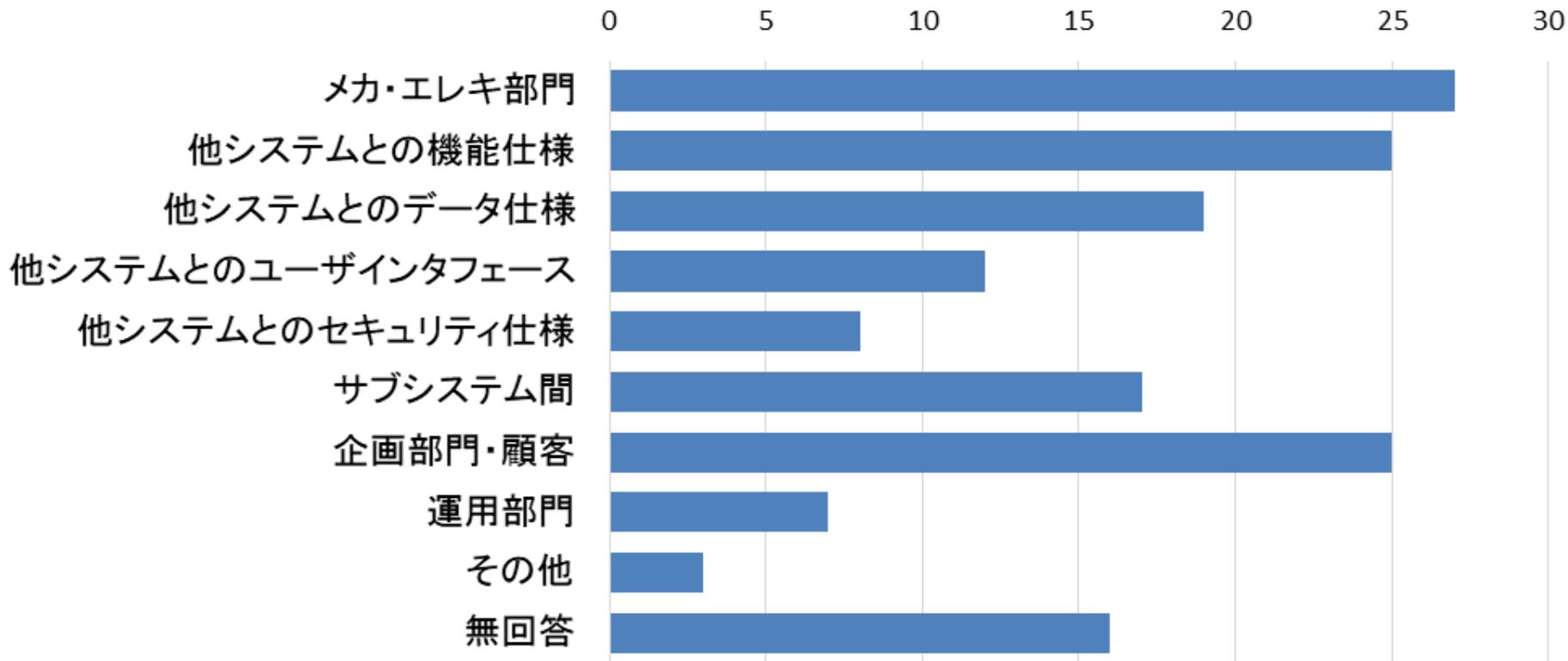
回答者の半数以上が「要求モデリング」を実施している  
「アーキテクチャモデリング」を実施している人も40%以上と高い数値  
「設計モデリング」が0という意外な実態も判明！

### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせが多いプロセス



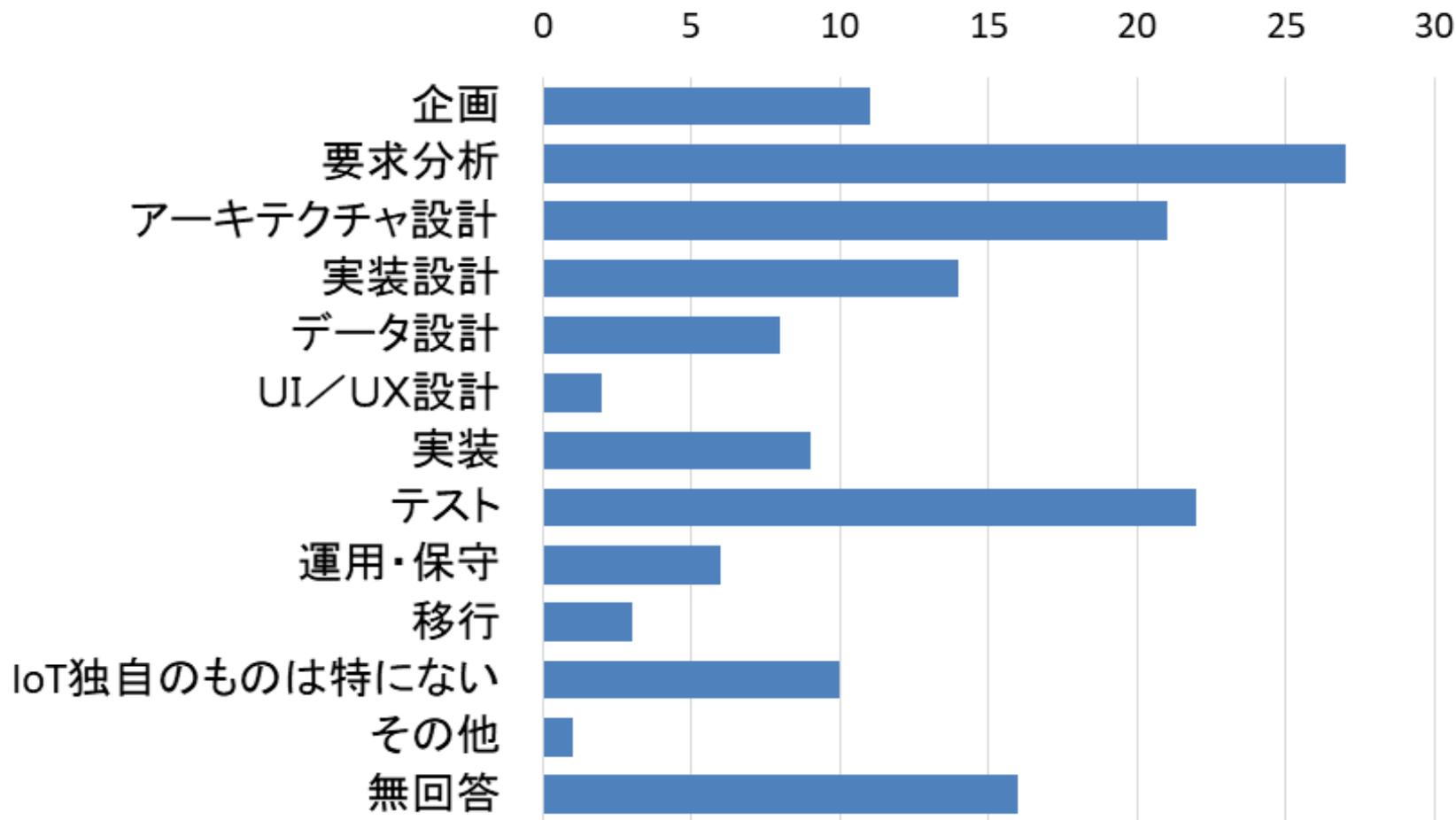
アドホックな擦り合わせ開発になるポイントが推測できる

### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせ相手



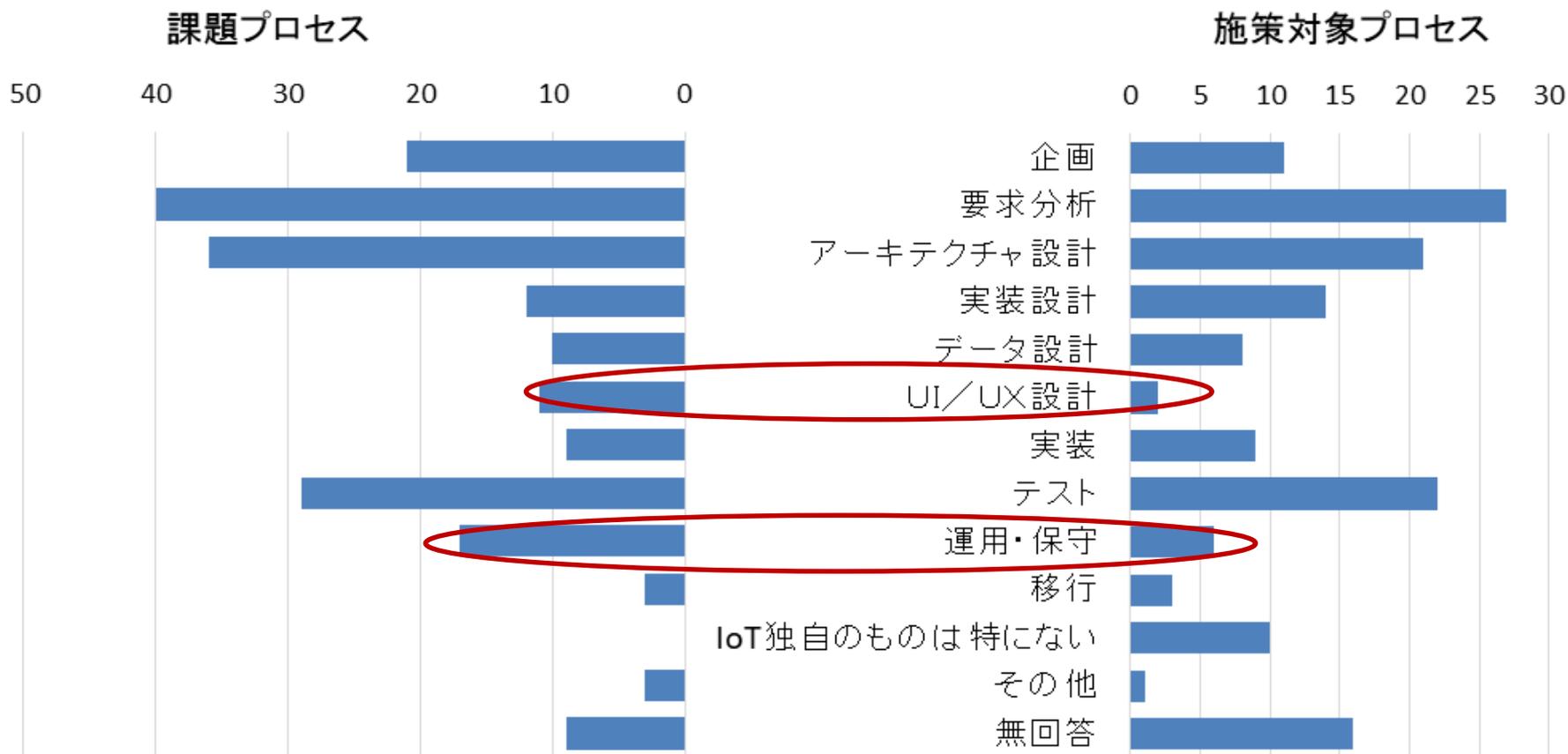
組み込みシステムらしい結果といえる

### 3.IoT開発の実態と成功への道 IoTシステム開発の施策対象



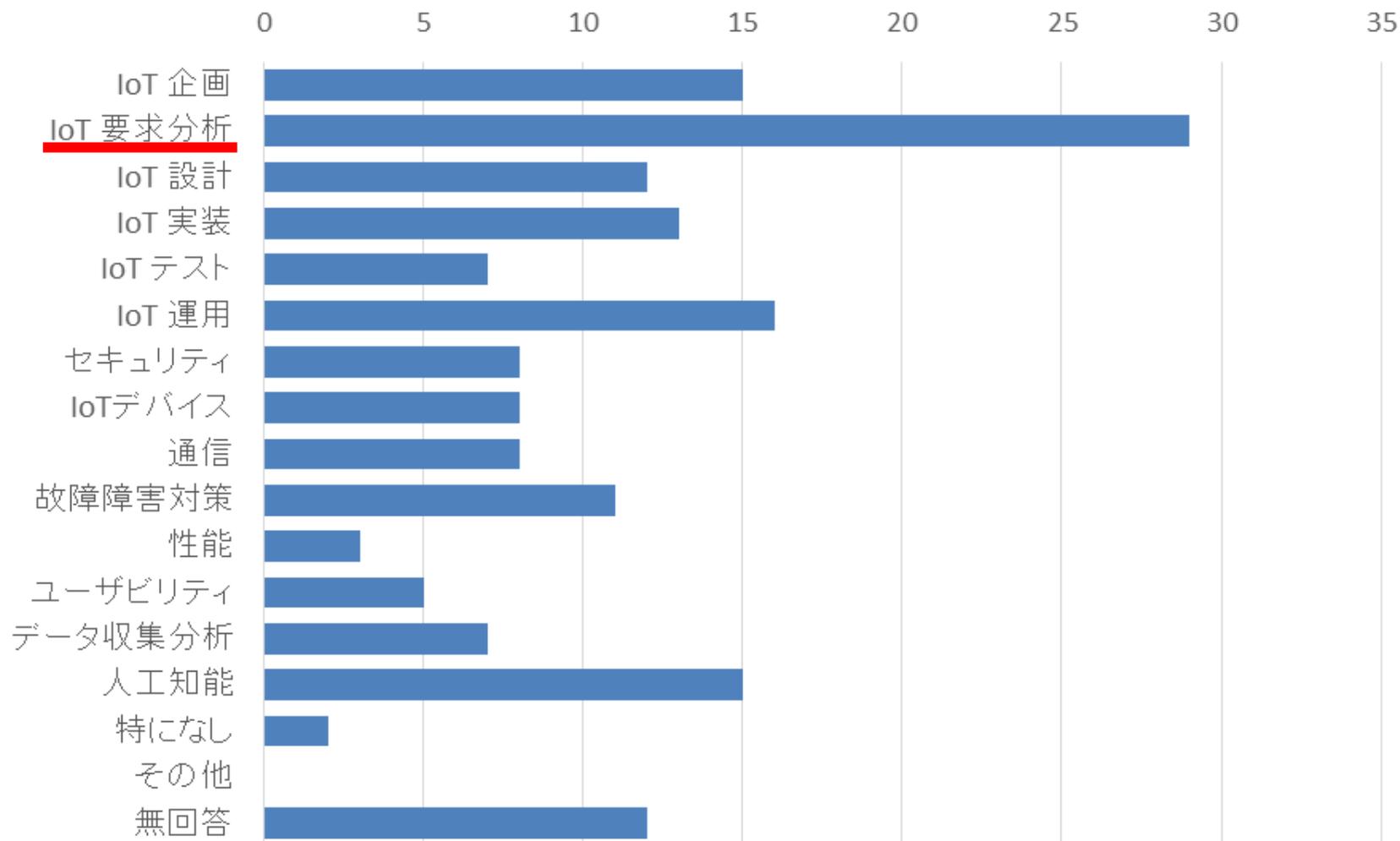
50%が「要求分析」に対策をしていて課題としては優先度が高い

### 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の課題と施策対象



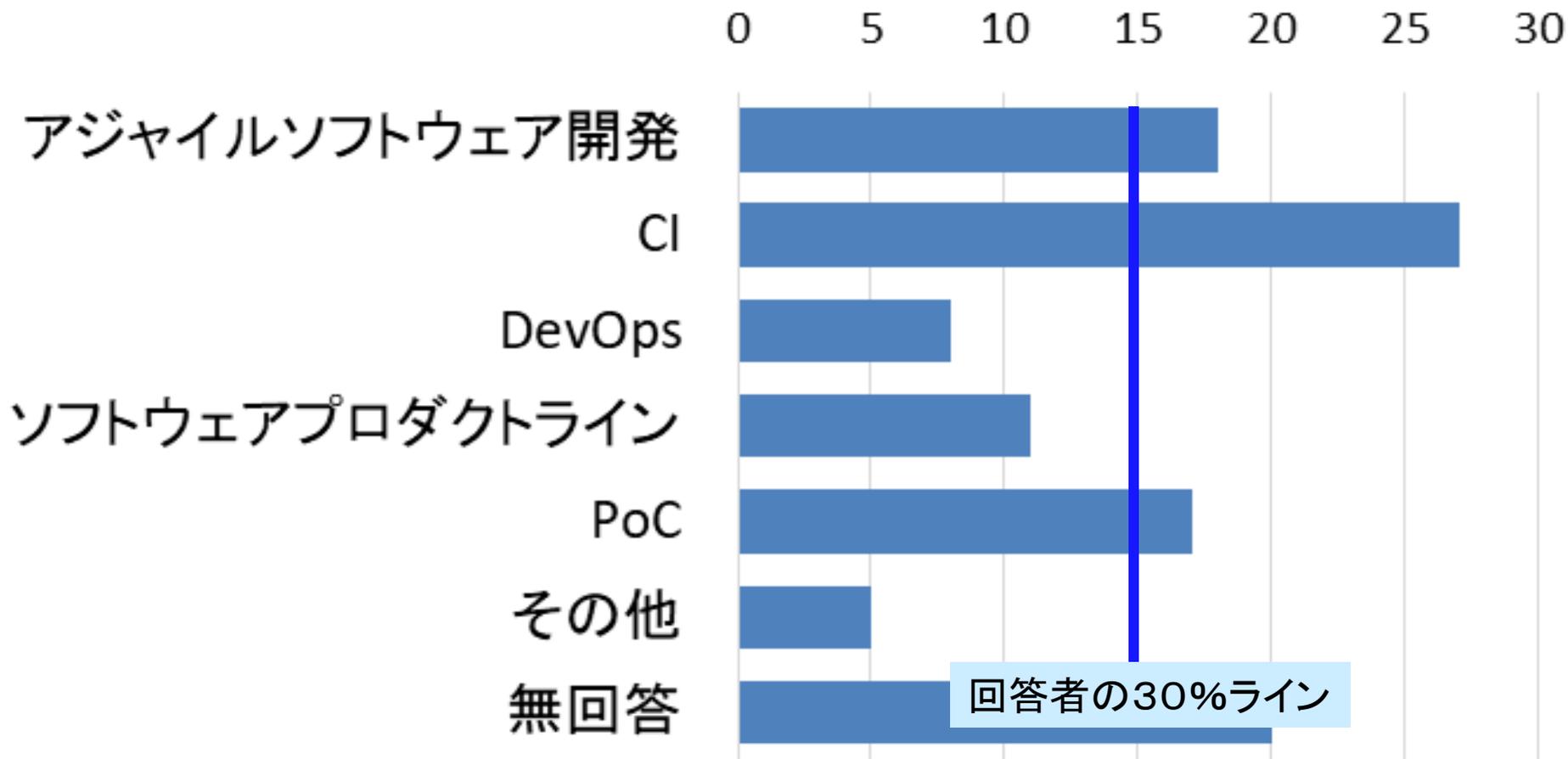
ほぼ課題に対して対策を実施している  
「運用・保守」に対策が打てていない様子が伺える  
DevOpsが解決策か？

### 3.IoT開発の実態と成功への道 育成に必要な技術・スキル



「要求分析」に尽きるようだ

### 3.IoT開発の実態と成功への道 導入・検討している施策



「アジャイル」の1.5倍,回答者の54%に「CI」が浸透している  
少ないが16%が「DevOps」を目指している

## 4.モデルケースで学ぶ「IoTシステム開発」

- IoTシステム開発の事例として、当委員会ではスマートガレージを題材にして、事例を展開してきた。

以前に、モデリングの題材としても利用したものをベースに、IoT対応するときのモデルの変化とその着目点、ビジネスの変化への適応性などについて、以下の観点で整理を実施。

- ワークショップで検討
- 委員会でモデル整理(モデリングとJEITA IoT分類モデル整理)
- IoT時代のソフトウェア開発の観点
- 安全・安心への対応(IPAモデル検討)
- IoT品質対応(IPAモデル検討)

# 全員参加型110人ワークショップ

## 徹底議論！IoT時代のソフトウェア開発を知る

- 自分たちがどこにいるのか、どこへ向かうのかを知る
- 今までとどこが違うのか、作り方は変わるのか、そのキモは何か？

### ■ お題：

「IoT時代のガレージシステム」のサービスと開発を考えてみる  
ガレージシステムが単体のシステムでなく、それが一つのノードとなるようなIoTシステムを考えてみる。そのとき、そのサービスがどのようになり、開発がどのようになるかを考えてみる。

■ 主役： 会場参加者の皆さま

■ 司会進行：

JEITAソフトウェア事業基盤専門委員会委員長 五味 弘 氏

■ アドバイザ：

永和システムマネジメント

平鍋 健児 氏

住友重機械工業

羽角 信義 氏

富士通研究所

武 理一郎 氏

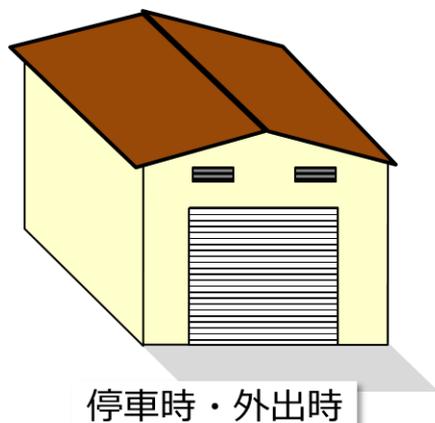
ビースラッシュ

山田 大介 氏

# チャレンジ！スマートガレージシステムのIoT化＊

■ 現行システムの目的:クルマから降りることなく、ガレージを開閉する

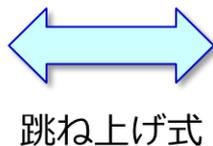
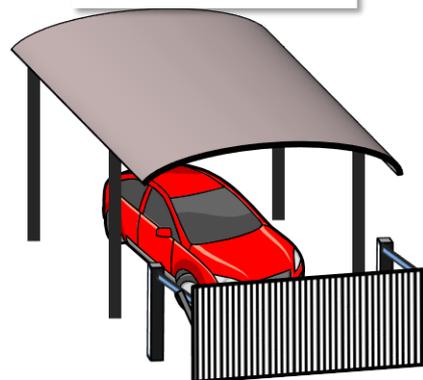
- 雨に濡れないで、ガレージを開閉する
- クルマを止めてアイドリングすることなく、ガレージを開閉する
- ガレージドアを開けたまま／施錠しないまま外出するのは防犯上望ましくない



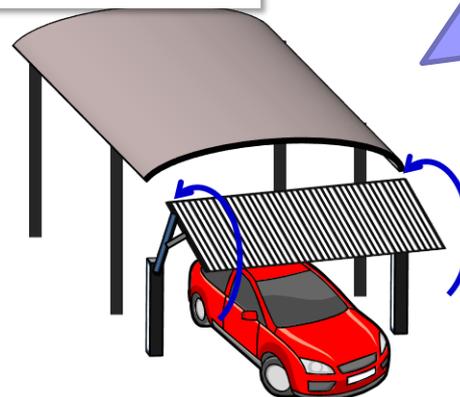
巻き上げ式



社長命令:我が社もIoT化して、時代に取り残されないように！



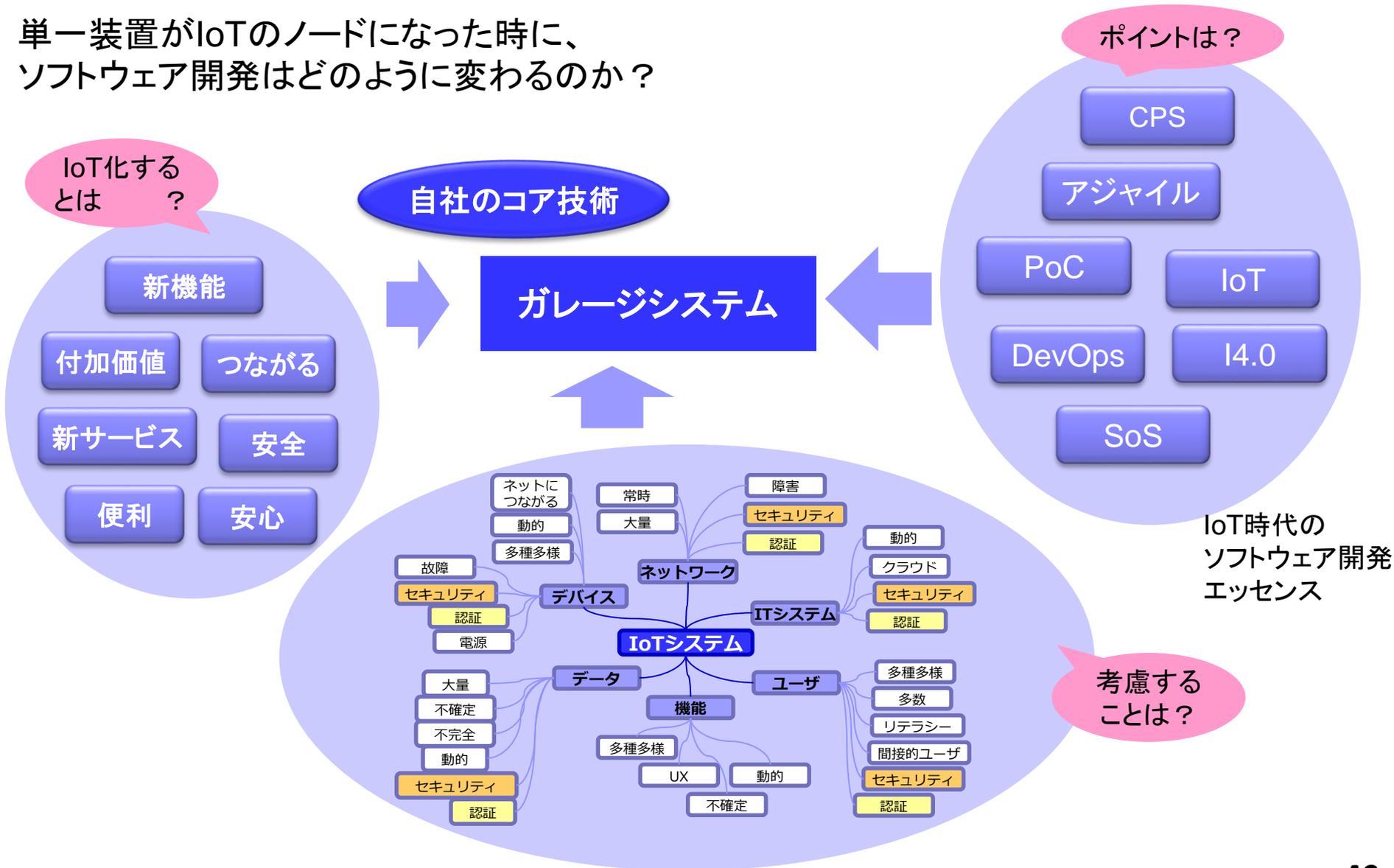
跳ね上げ式



＊ <https://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=1155&ca=1> にて公開中

# IoT時代のソフトウェア開発を理解する

単一装置がIoTのノードになった時に、ソフトウェア開発はどのように変わるのか？





## 5. IoT開発の課題に対する解決策

---

IoT開発の課題は多い

その解決策は既存の手法で解決できる  
但し、IoTならではの対応や工夫が必要

ここでは、その解決方針を紹介

# 5. IoT開発の課題に対する解決策 - 要求と設計

## 要求分析

顕在ニーズに基づく要求分析

取り組まない  
と見えない



データ分析結果からのニーズ

自社の強みを生かせる  
領域を軸にして考える

従来のシステムで実現できて  
いないことをデータで明らかに  
(見える化、ビッグデータ解析)  
CPSを構築して予測  
AIの活用

## アーキテクチャ設計

大量データに対する設計

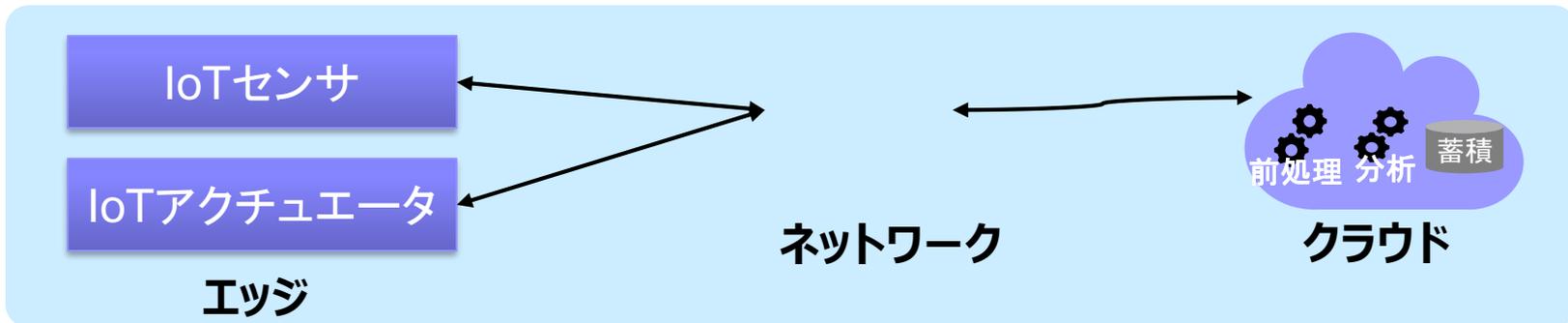
コスト性能よりデータ処理

適正な場所でのデータ処理

モデリングの最大限適用  
**IoTアーキテクチャ、プラットフォーム活用**  
エッジコンピューティングなどの分散運用  
エコシステム  
**分散型アーキテクチャ**

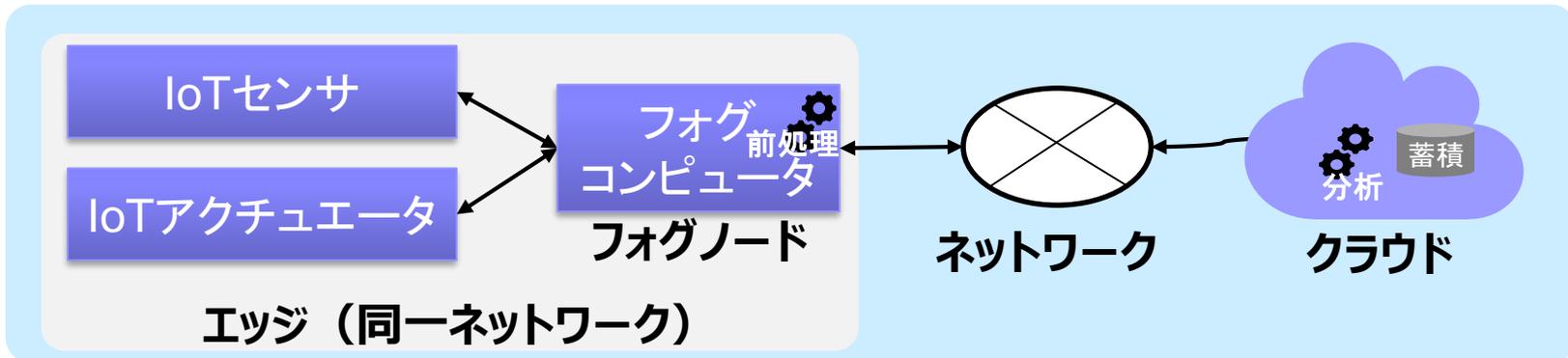
# IoTアーキテクチャの変遷(データ処理)

IoT初期



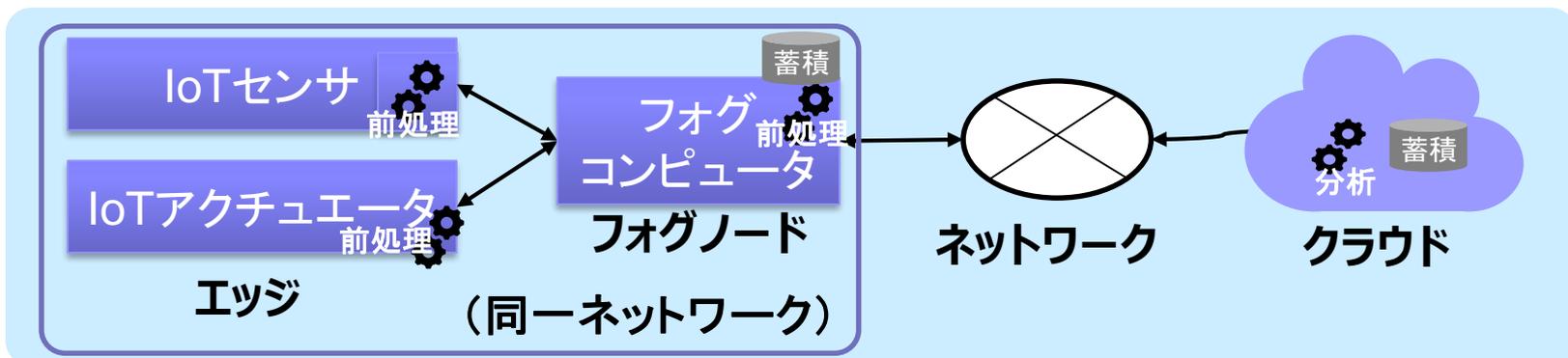
規模データ  
量の増大

フォグ化



エッジ能力  
の向上

最新



# 5. IoT開発の課題に対する解決策 - 実装と運用

## 実装

クラウド: 運用変化や機能変更

バージョン管理

デバイスの電源

大手クラウド環境の活用  
レイヤーごとのセキュリティー対策  
遠隔アップデート  
センサー・デバイスの長時間駆動  
データの分散蓄積・収集  
**P o Cの活用**  
**アジャイル開発**  
**CI,CDの実現**

## 運用

DevOps: 要求の変更に対応

SPLE: 後で発生する変動点对応

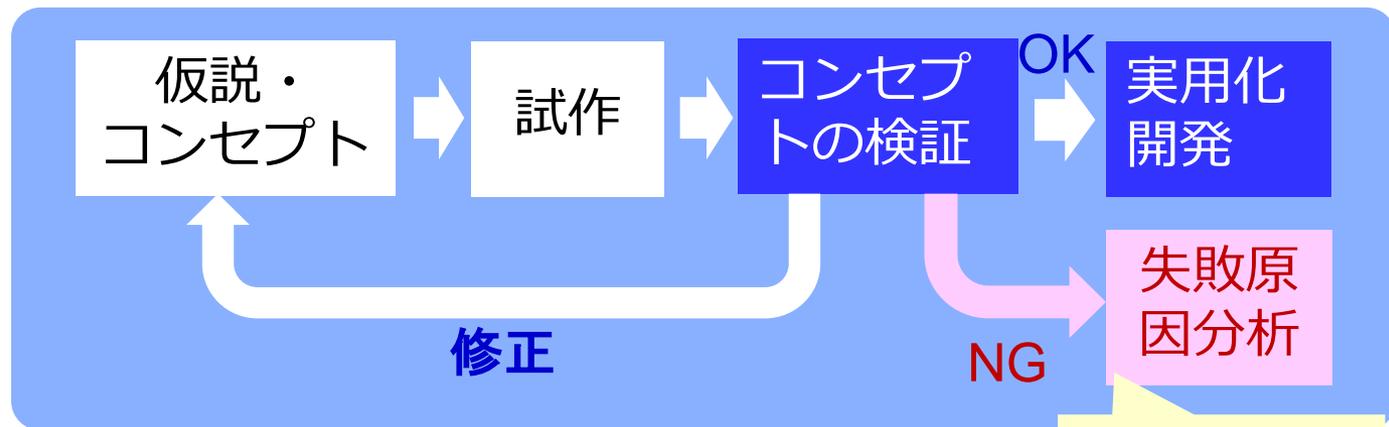
**幅広いニーズへの対応速度**  
**迅速保守・遠隔保守**  
**自律復旧機能**  
**想定外運用への対応**

# 5. IoT開発の課題に対する解決策 - 開発スタイル

従来型開発



PoC先導型開発



「やりっぱなし」はダメ

プロトタイプとPoCは何が違う？

プロトタイプ:「コンセプトの方向性が決まっている段階における試作」

PoC:「コンセプトの検証を行う施策」、必ずしも成功が約束されていない



## 5. IoT開発の課題に対する解決策 – DevOps

### 背景・課題

運用からの早期反映  
要求変動への早期対策  
リリース管理  
遠隔アップデート

DevOps

エッジ、デバイスの更新に対する自動化がカギ

- アジャイル(開発単位の局所化)
- CI、CD(Delivery, Deploy)の実現
  - テスト自動化
  - 構成管理の徹底

# 付録: JEITA活動の報告書ダウンロード及び販売

## ● JEITA報告書のダウンロード

### ■ URL

<https://www.jeita.or.jp/japanese/public/software/index.html>

### ■ 対象年度

平成19年度～平成30年度

ソフトウェア事業基  
盤専門委員会の活動  
にご興味のある方の  
参加を歓迎致します。

ソフトウェアに関する調査報告書

ソフトウェア事業委員会ページ

### ご利用者情報の入力

調査報告書をダウンロードしてご利用になられる方は、下記の項目を入力して「次ページ」ボタンをクリックしてください。  
なお、入力いただきました情報につきましては、当協会の個人情報保護方針に従って慎重に取り扱わせていただきます。  
(●印は必須の入力項目です)

- 該当年度
- お名前
- 会社名
- 部署・役職
- 電呼

...

## ● JEITA報告書印刷物の販売

他の専門委員会の報告書とセットで販売(\*)

【問合せ先（事務局）】

一般社団法人 電子情報技術産業協会（JEITA）インダストリ・システム部  
〒101-0004 東京都千代田区大手町1-1-3 大手センタービル  
電話：03-5218-1057 FAX：03-5218-1076

(\*)3委員会分3冊セットで会員 5,250円、非会員10,500円