

# IoT時代の組込み系 ソフトウェア開発を知る ～ IoTをモデリングで制する！～

2019年10月18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  
委員長 金子 博  
Ver.1.3

## 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

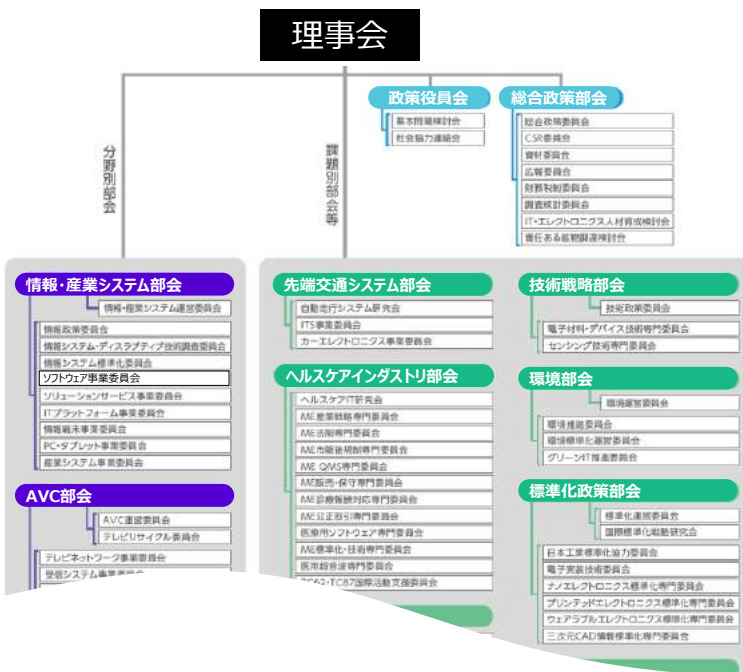
## 4. モデルケースで学ぶ「IoTシステム開発」

～ 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年のワークショップご紹介

## 第13回 JEITA 組込み系ワークショップ2019

<https://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=1238&ca=1>



### DX時代を生き抜くIoTソフトウェア開発を知る ～IoTプラットフォーム最新事例と開発のあるべき姿～

- **基調講演** (株)東芝 執行役常務 **島田 太郎 氏**  
前シーメンス専務執行役員、現最高デジタル責任者
- **事例講演 1** ダイキン工業(株) 主席技師 **橋本 雅文 氏**  
空調生産本部 IoTデバイス開発エグゼクティブリーダー
- **事例講演 2** (株)ランドログ 代表取締役社長 **井川 甲作 氏**  
建設業のIoT化をオープンプラットフォームで推進
- **全員参加型ワークショップ** **参加者全員**  
毎回参加者評価が高いワークショップで、今年度は、モデリングによるIoT開発を実体験して頂きます!

# 1-2. 背景 - 日本の組込みソフトウェア

## 組込みソフトウェア開発に関する問題

- 「**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

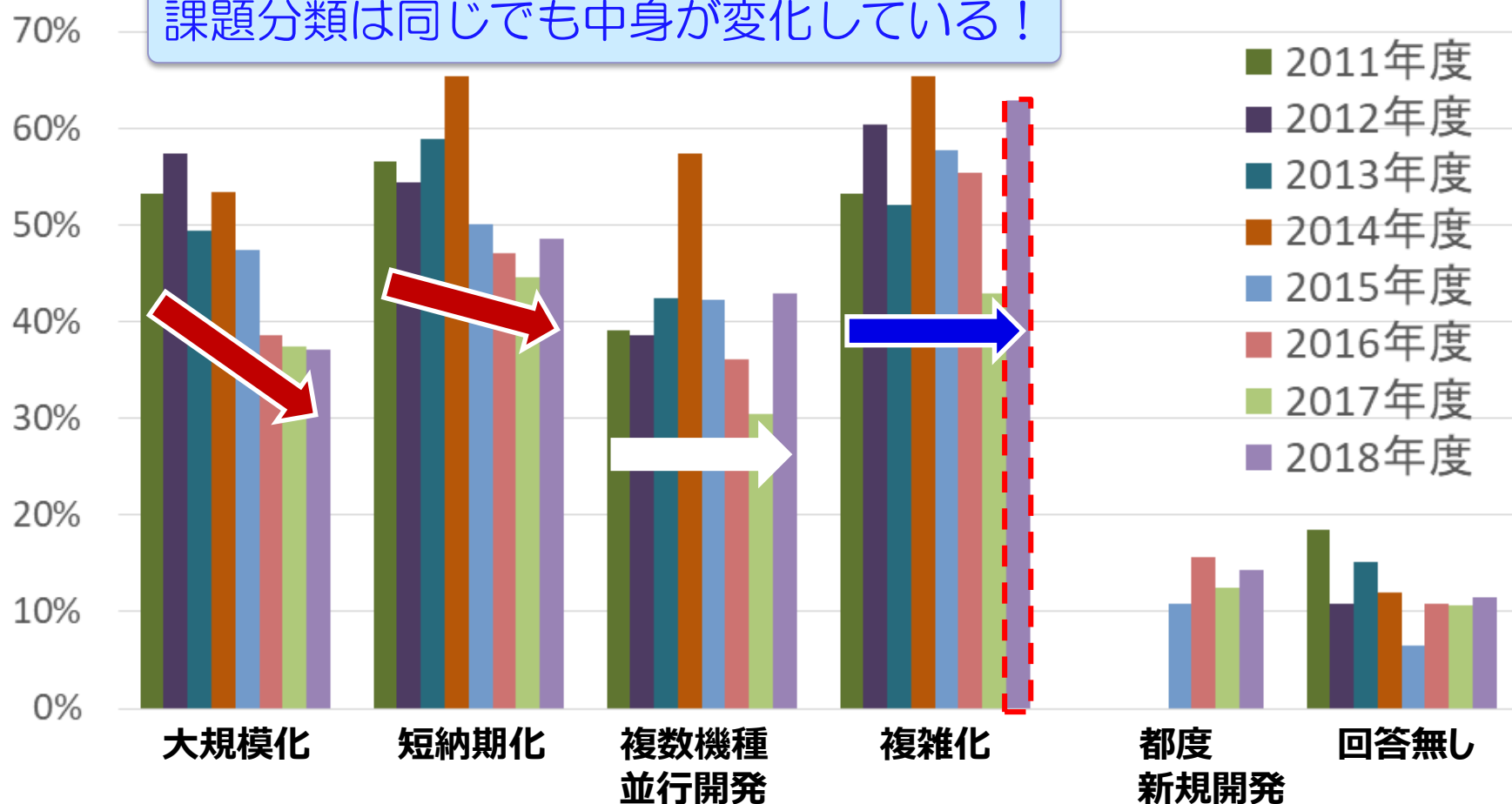
期間	2005-2007	2008-2010	2011-2013	2014-2016	2017-2018
テーマ	品質確保	開発スピード アップ	アーキテクト	モデリング	IoT開発
課題	「大規模化」、「短納期化」、「複雑化」、「複数機種並行開発」+ Newwave				
調査	品質対策の 取り組み状況	障害要因の 事例収集と分析	国内外実態調査 アーキテクトへのヒ アリング	モデリングの実体 調査、定着しな い原因分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT開発課題</li> <li>先行IoT製品分析</li> <li>IoTプラット フォーム</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・課題に合わせたテーマ選定だった、  
再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)

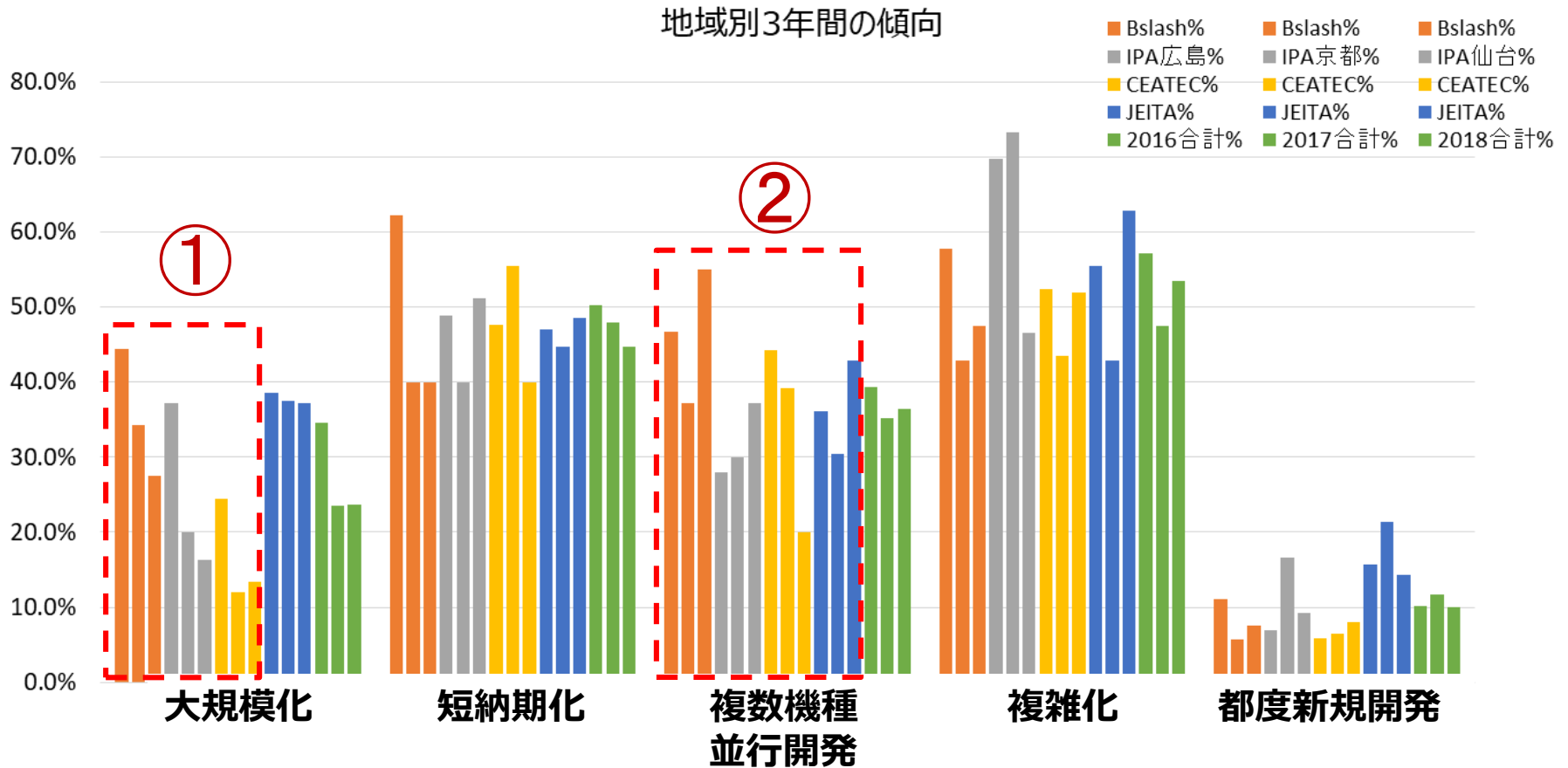
課題分類は同じでも中身が変化している！



① 大規模化、短納期化に減少傾向が見られる！

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？

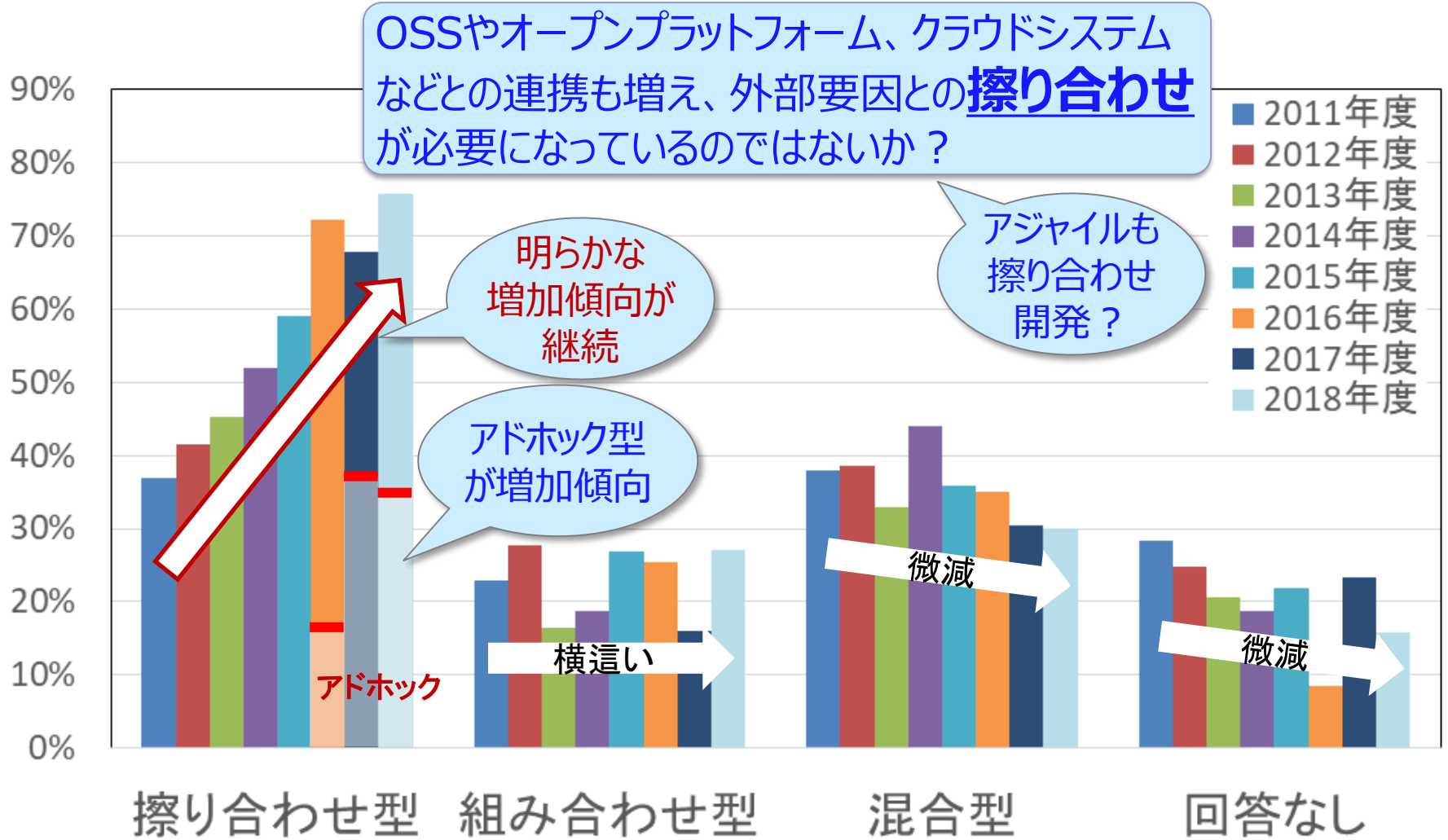
# 組込みソフト開発で発生している問題（地域別）



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)

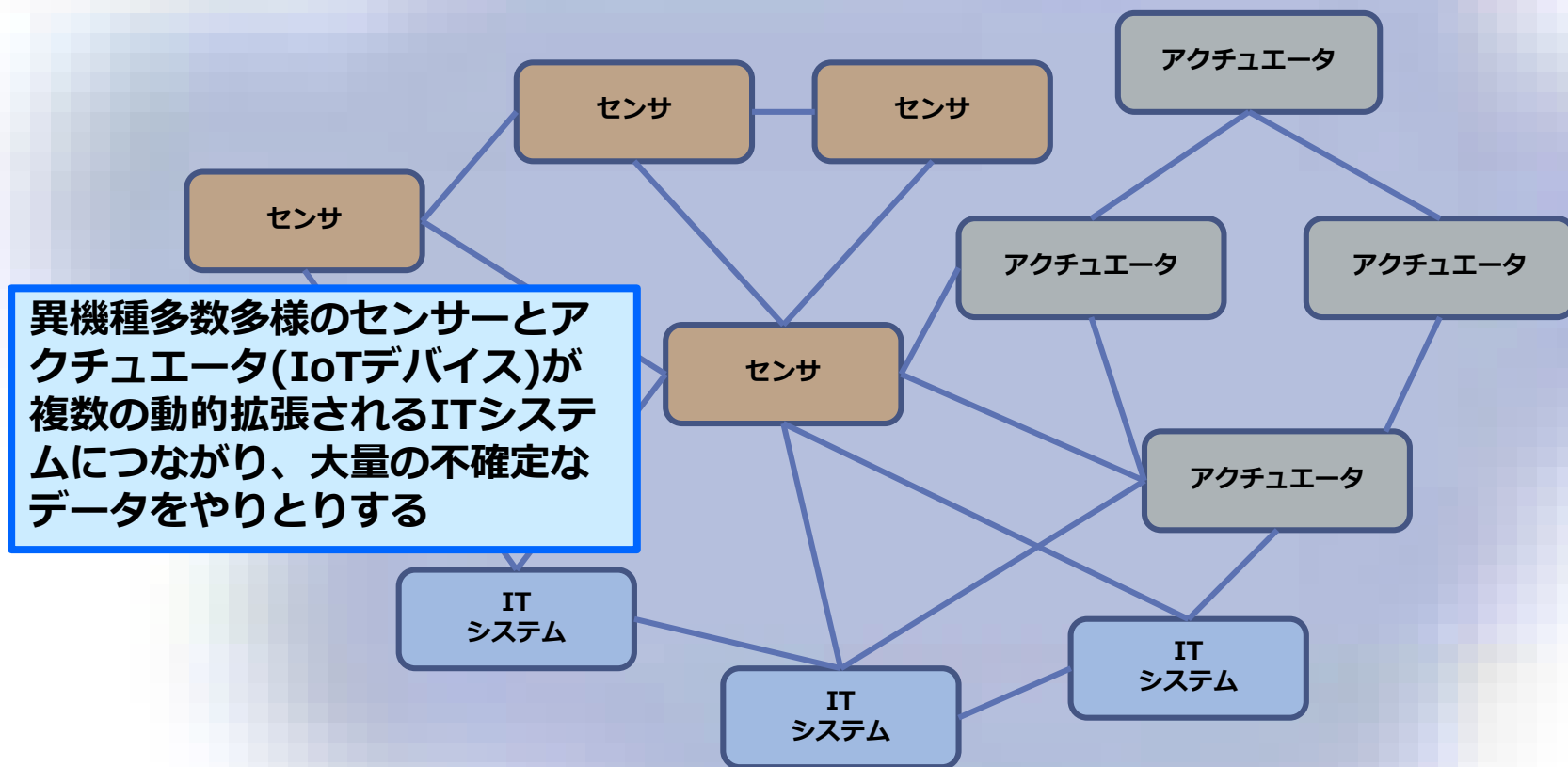


傾向性： 「擦り合わせ型」が増加 他は微減

## 2. IoT開発の現場 ～ IoT とは

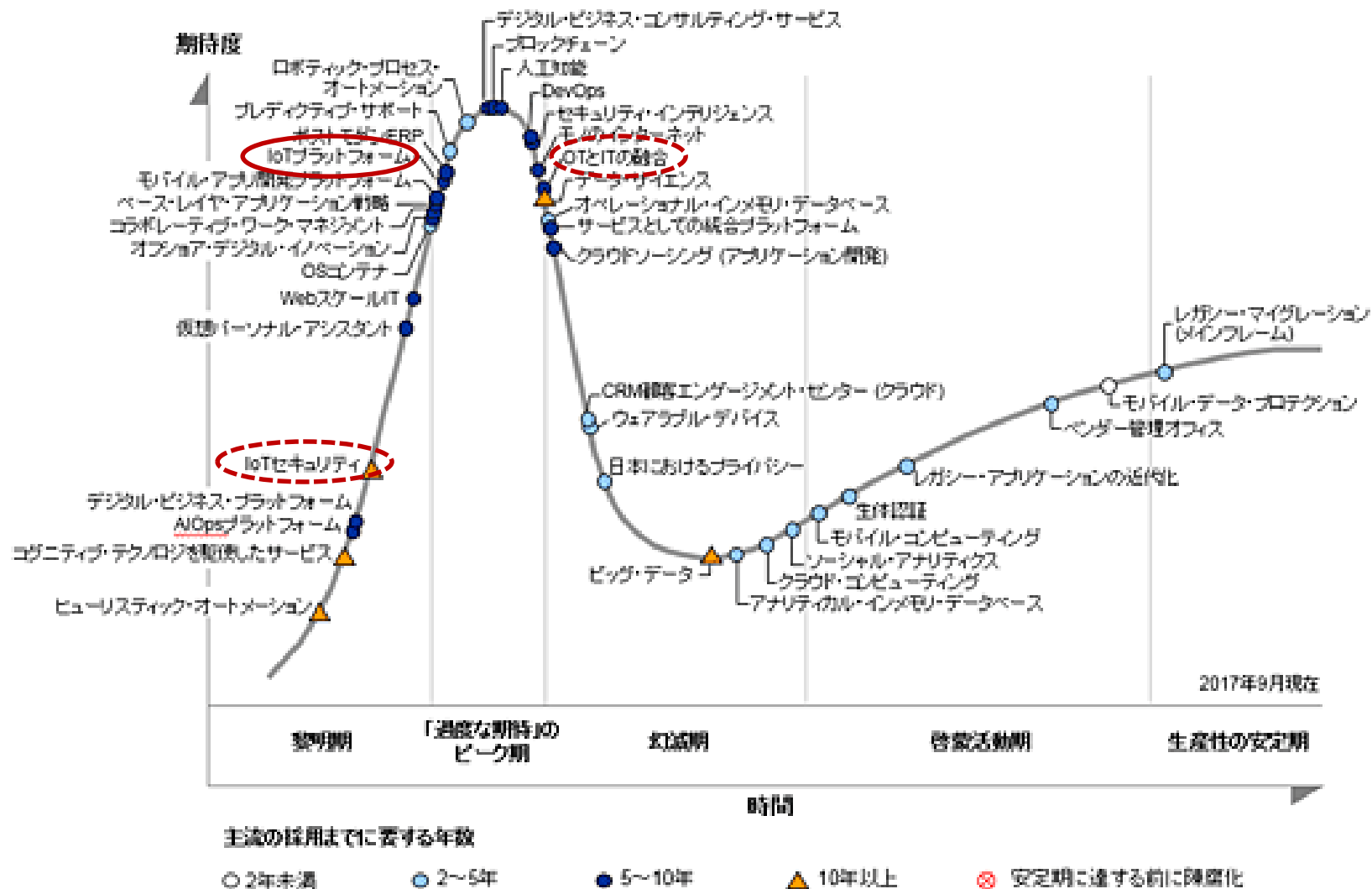
- IoT (Internet of Things, モノのインターネット)

**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

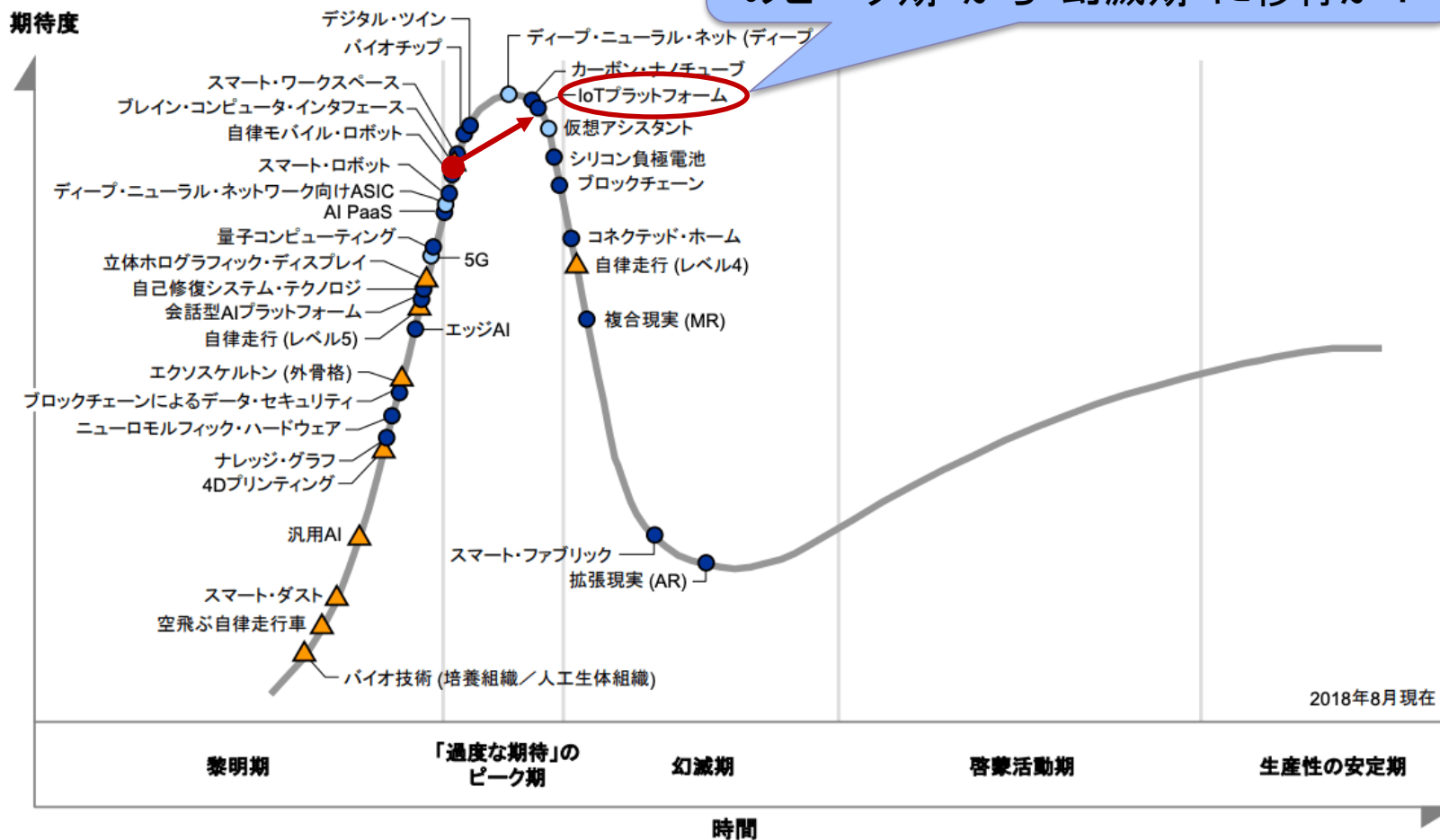
図1. 日本におけるテクノロジーのハイプ・サイクル：2017年



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

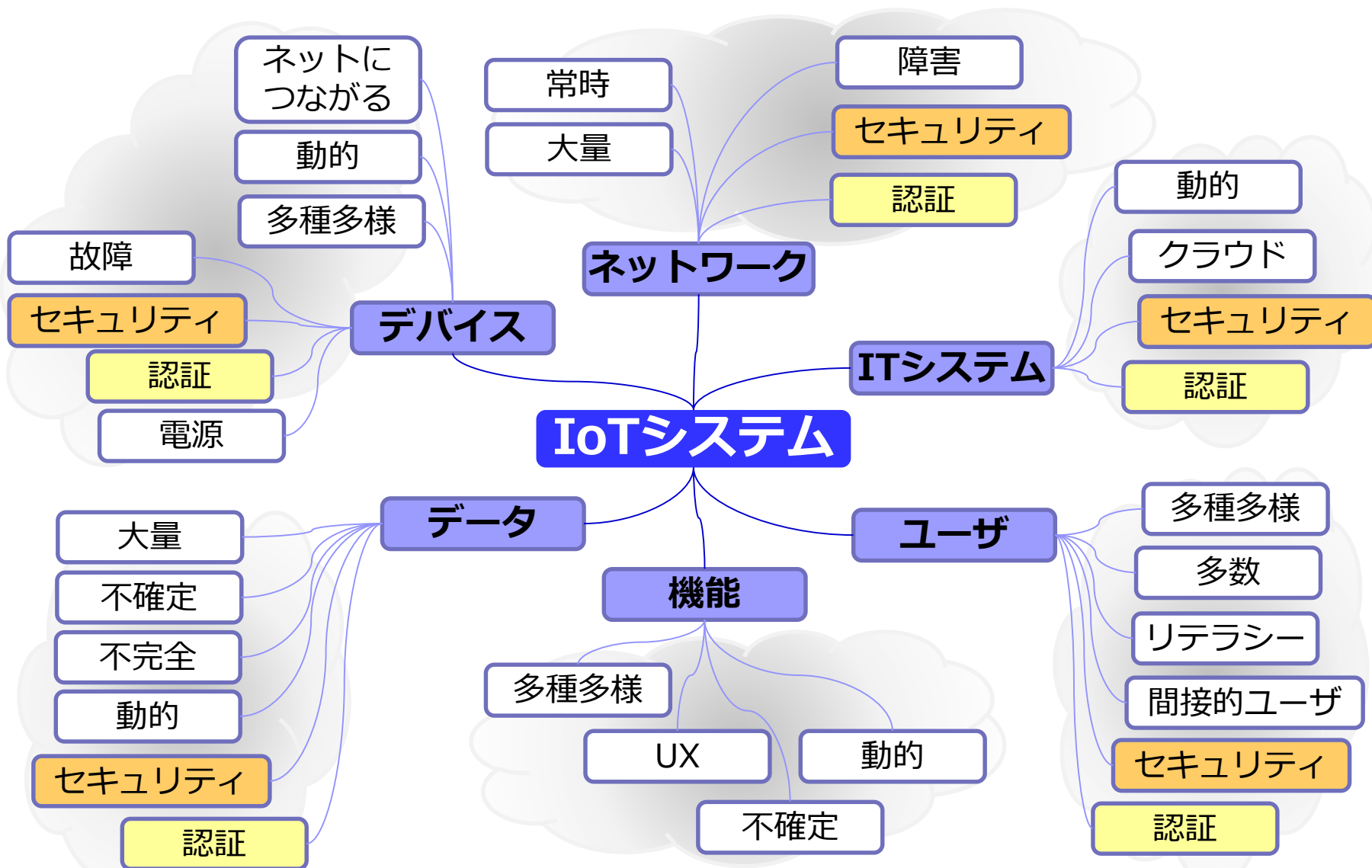
● 2~5年

● 5~10年

▲ 10年以上

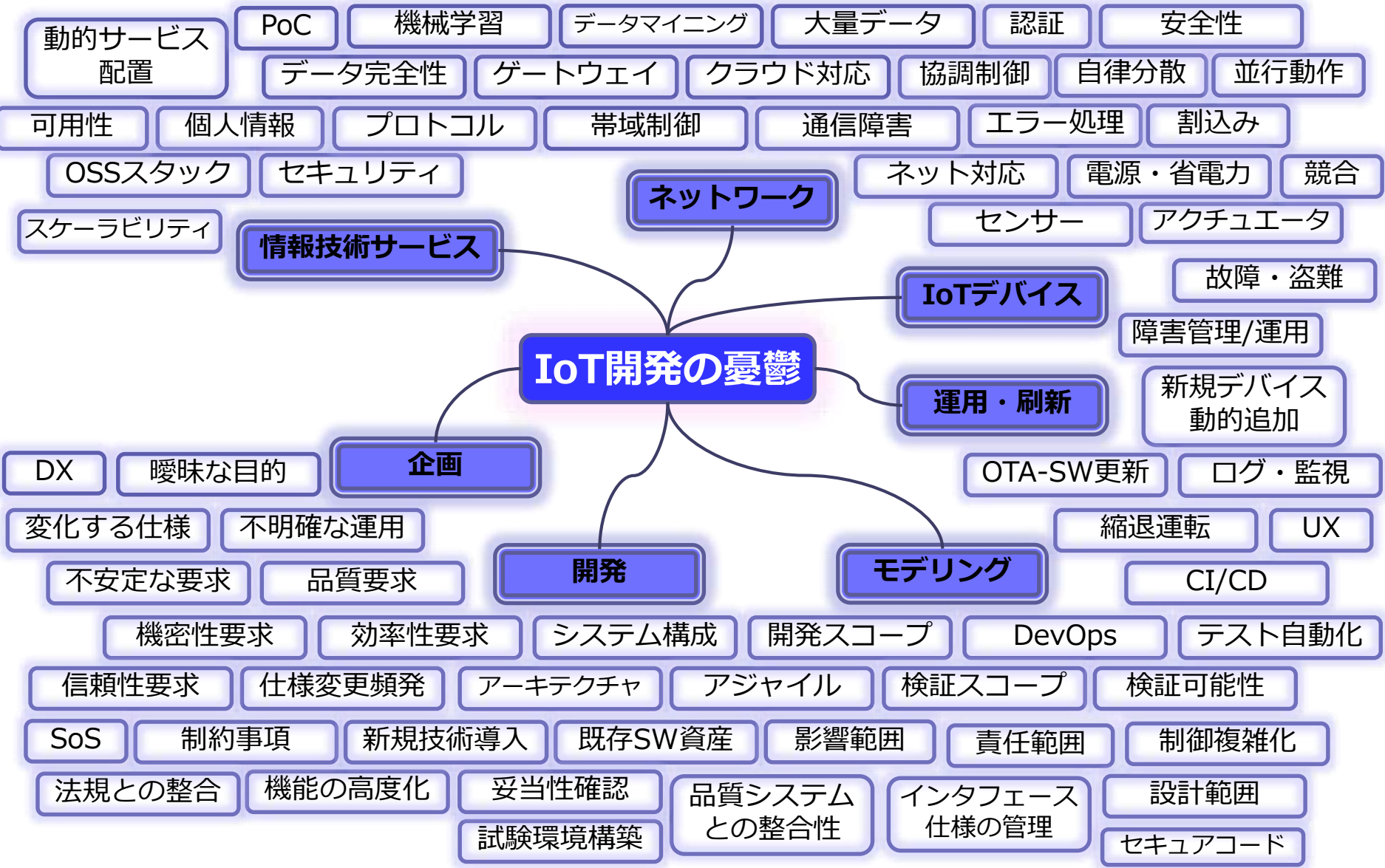
⊗ 安定期に達する前に陳腐化

## 2. IoT開発の現場 ～ IoT の特徴

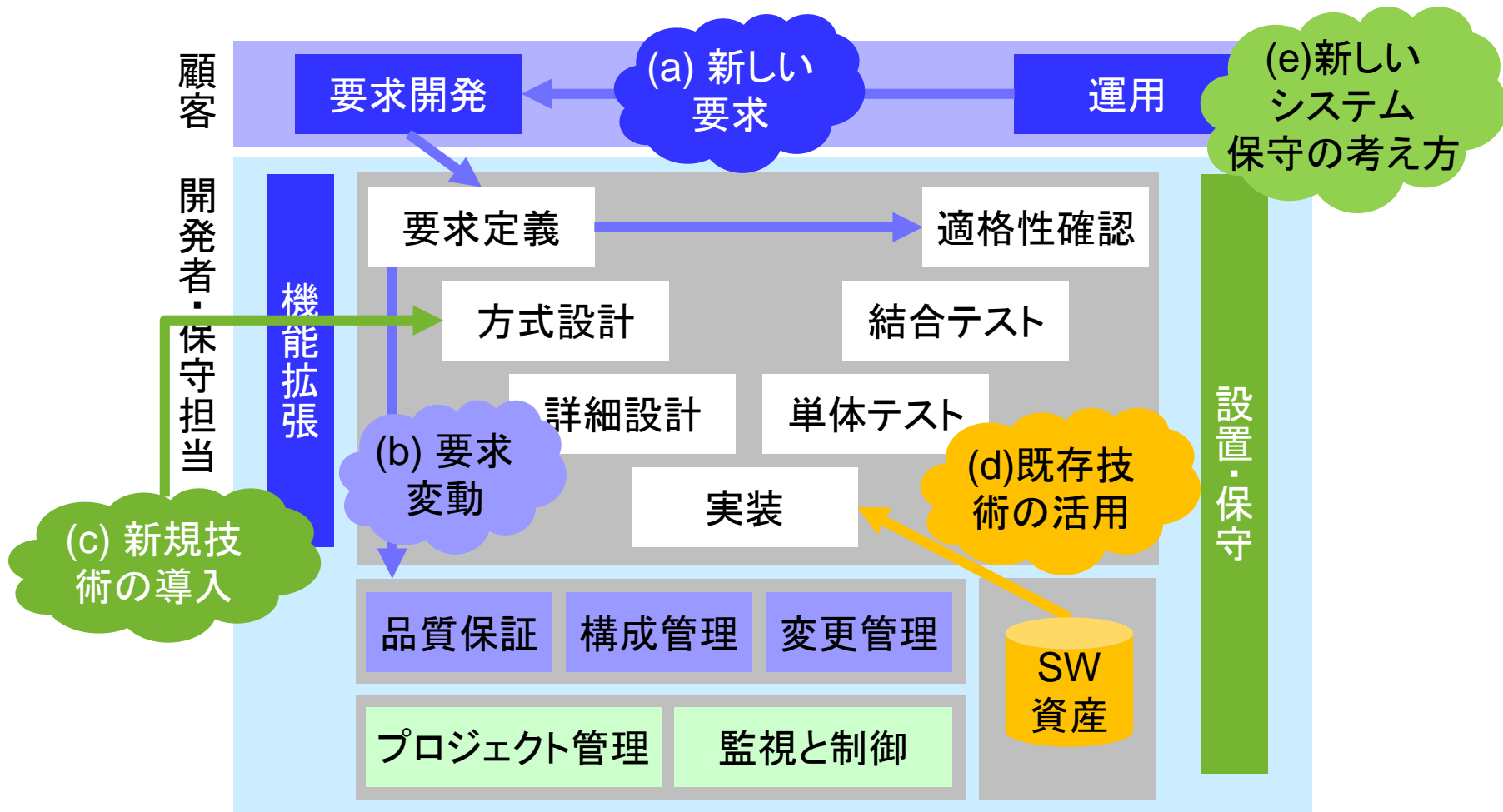




## 2. IoT開発の現場 ～ IoT 開発の憂鬱 (課題)



# IoTシステム開発プロセスの課題



要求変化への適応性、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</li> <li>・長期運用や遠隔保守</li> <li>・機能や品質要求の高さ</li> <li>etc</li> </ul>	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> <li>etc</li> </ul>	PoCなどの積極的な活用 ウォーターフォール型開発にない 短期間の開発・評価
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)

Web系システムと同じ様な対応が求められている

ウォーターフォール型開発にない短期間の開発・評価

# 各国のIoTシステム開発のリファレンスモデル

IoT開発の  
覇権争い？

①

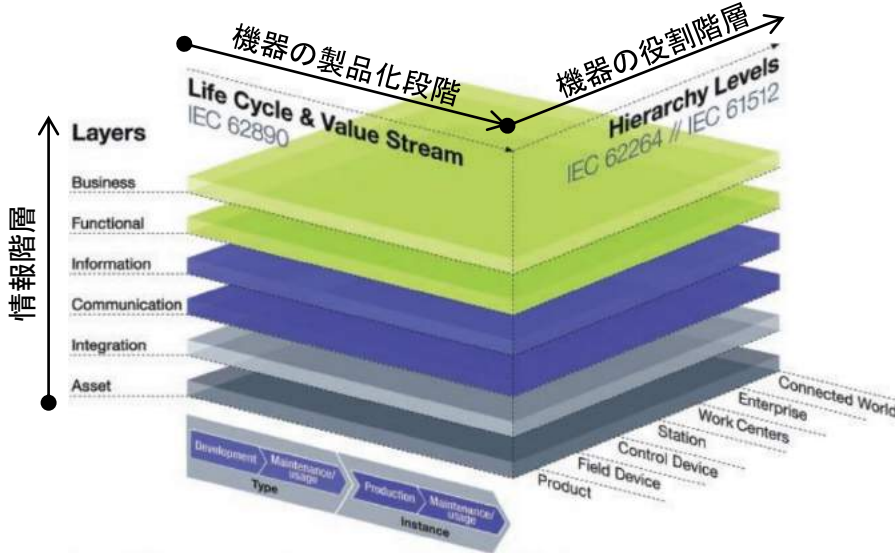
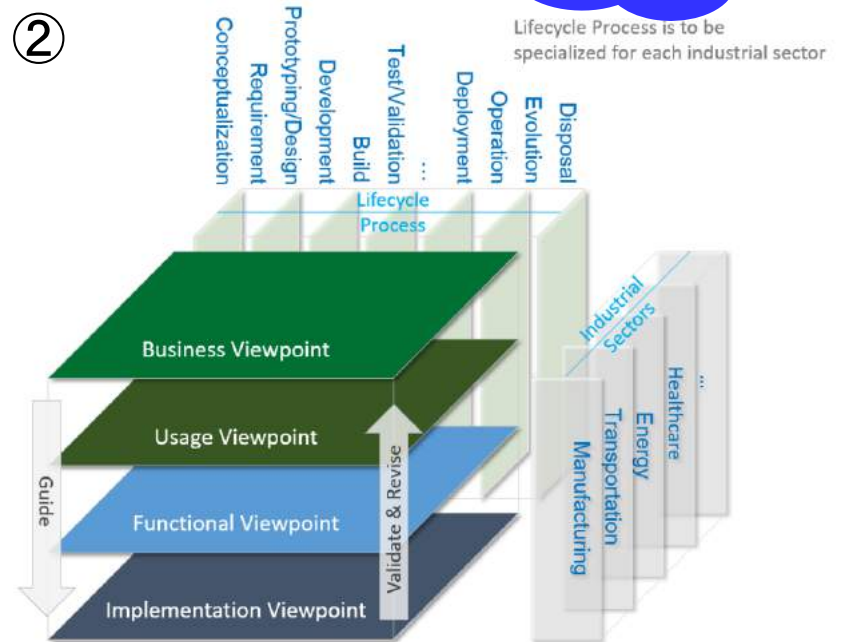


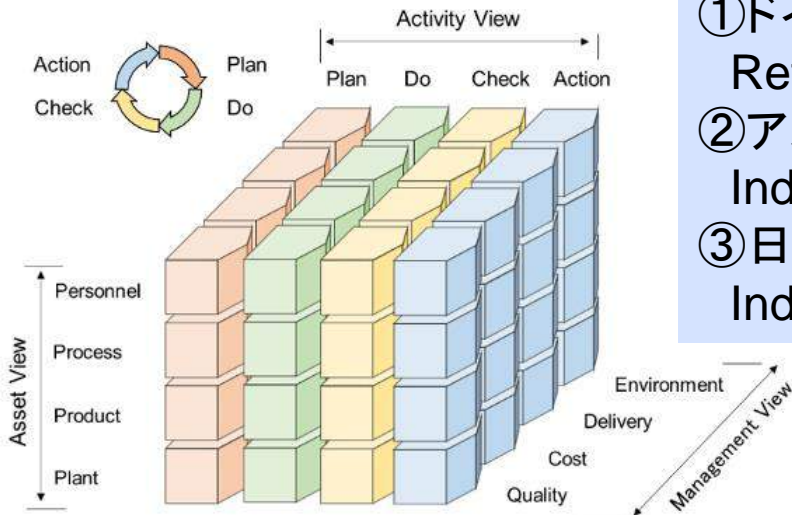
Figure 1. Reference architecture model for Industrie 4.0 (RAMI4.0)  
Copyright „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 - Ergebnisbericht, Berlin, April 2015“

②



Lifecycle Process is to be specialized for each industrial sector

③



①ドイツ: RAMI4.0

Reference Architecture Model for Industrie 4.0

②アメリカ: IIRA

Industrial Internet Reference Architecture

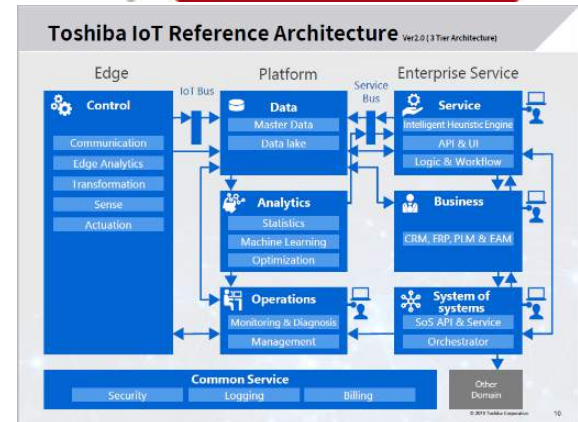
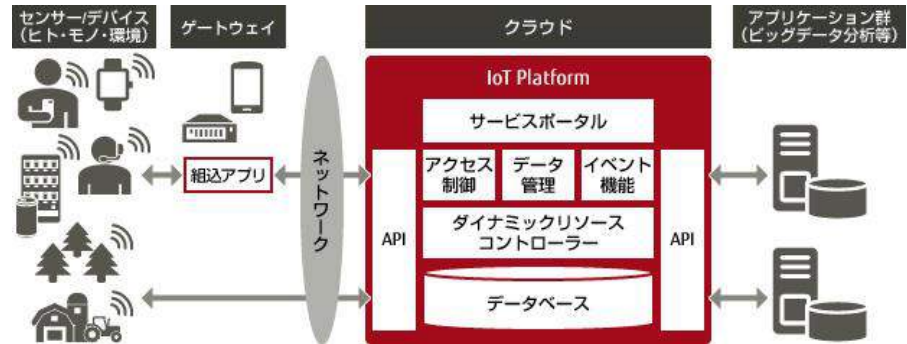
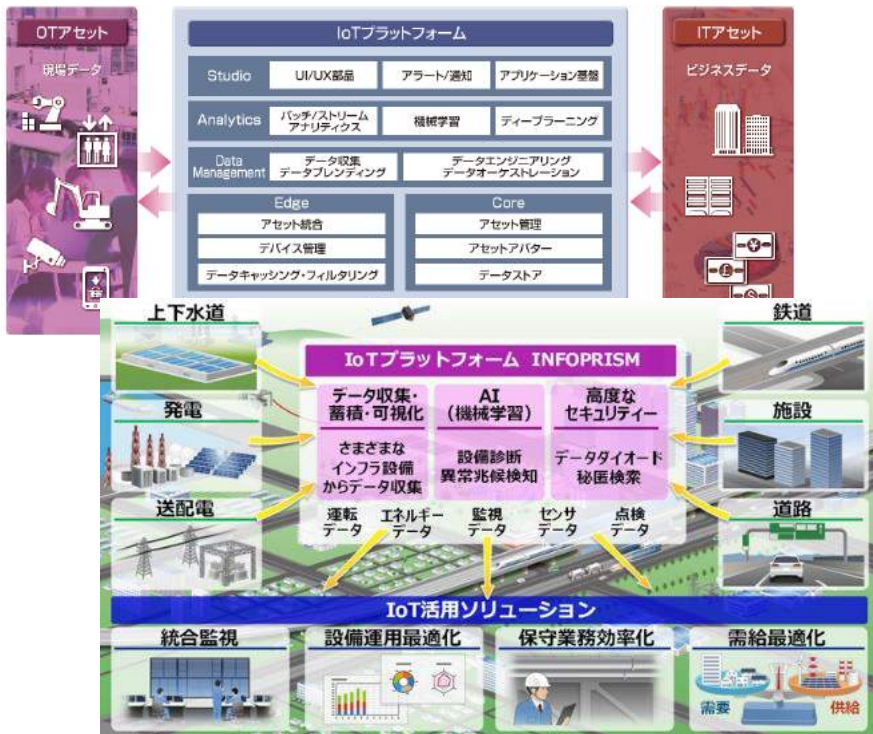
③日本: IVCプラットフォーム2017

Industrial Value chain Initiative

オープン化が  
トレンド

# 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きた

## 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に、  
知見の整理が必要**

## JEITAモデルの検討

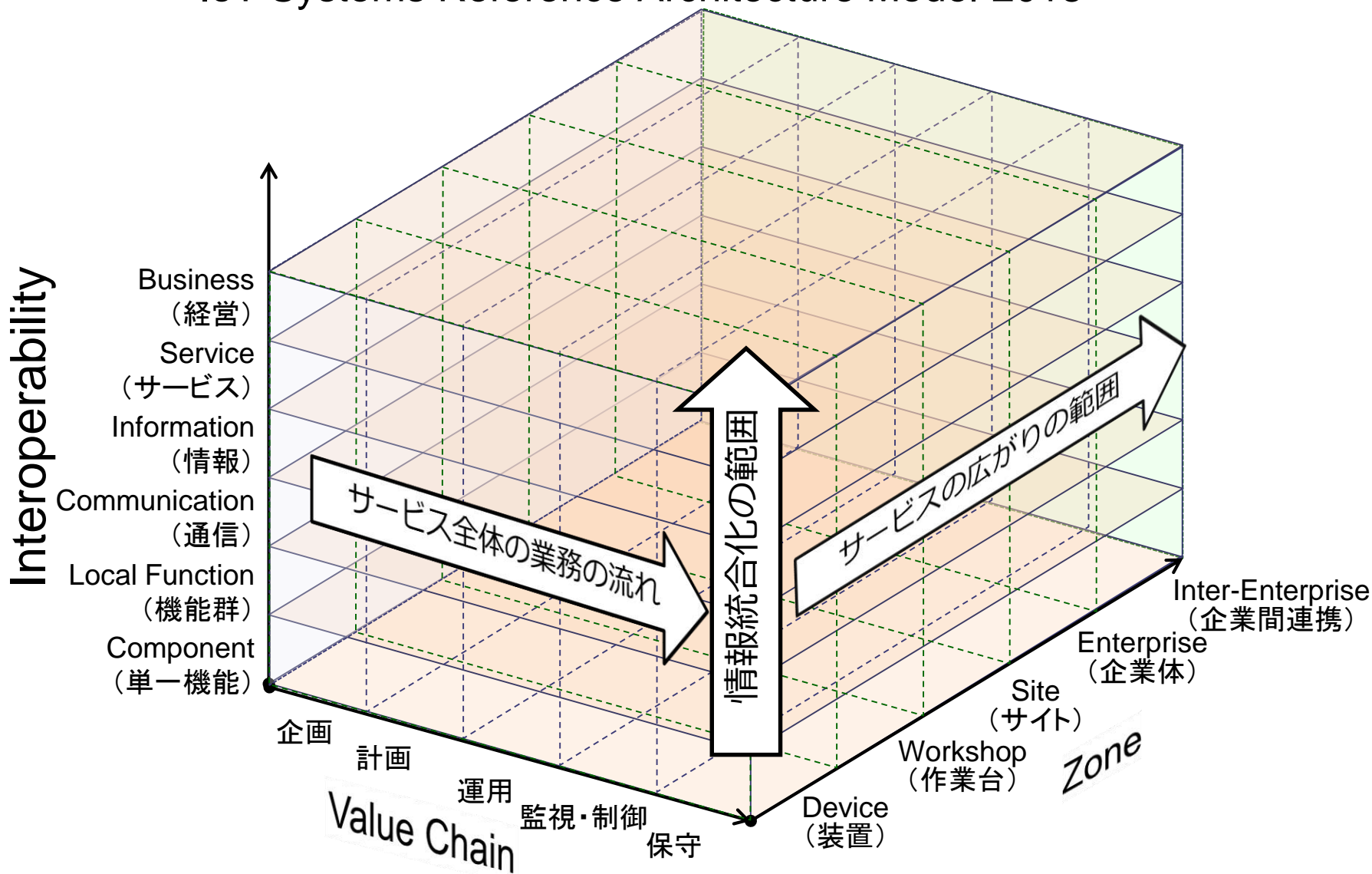
- ①IoTシステムの狙い・位置づけの理解と共通認識
- ②IoTシステムの成長方向の検討

**→ 「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

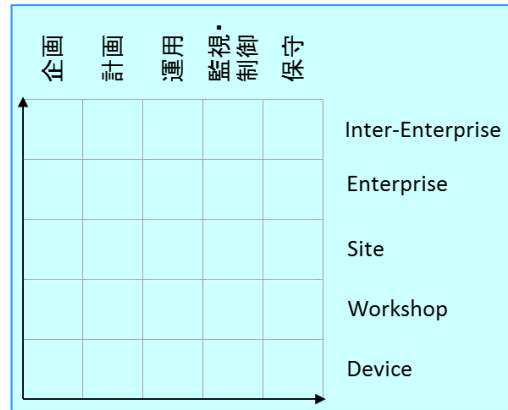


# IoT Systems Reference Architecture Model 割り当ての考え方



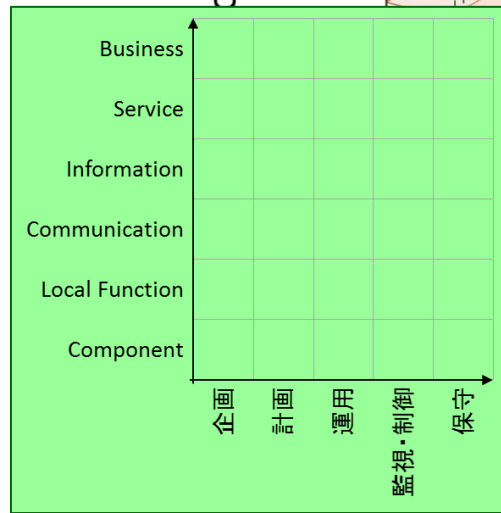
1

Value chain vs. Zoneの平面



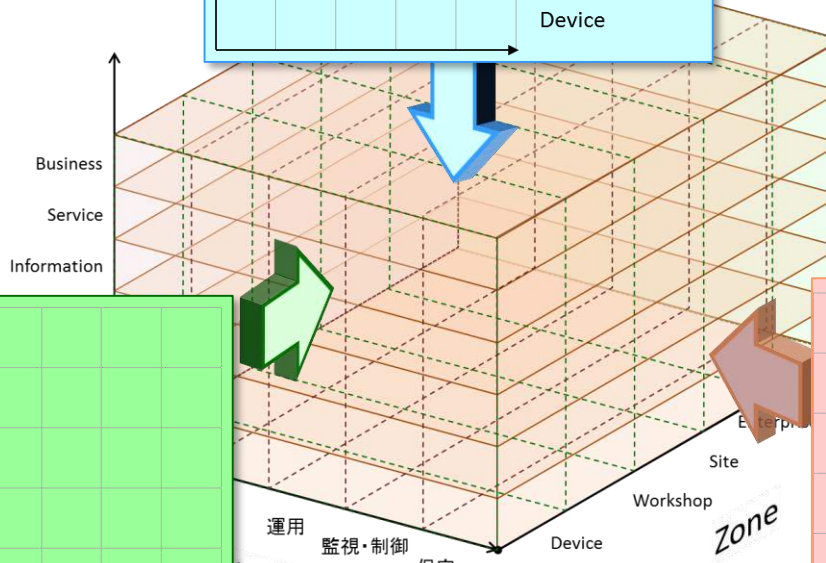
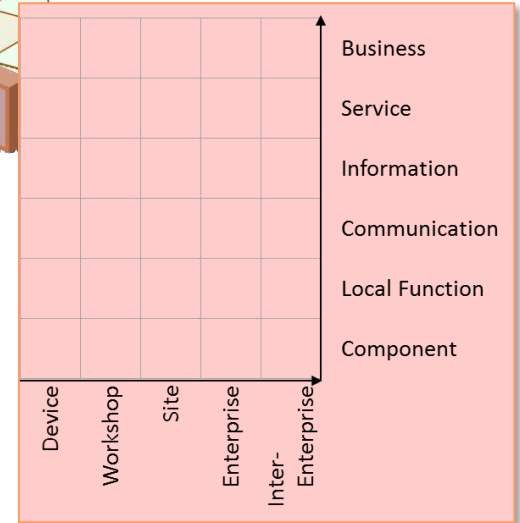
2

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

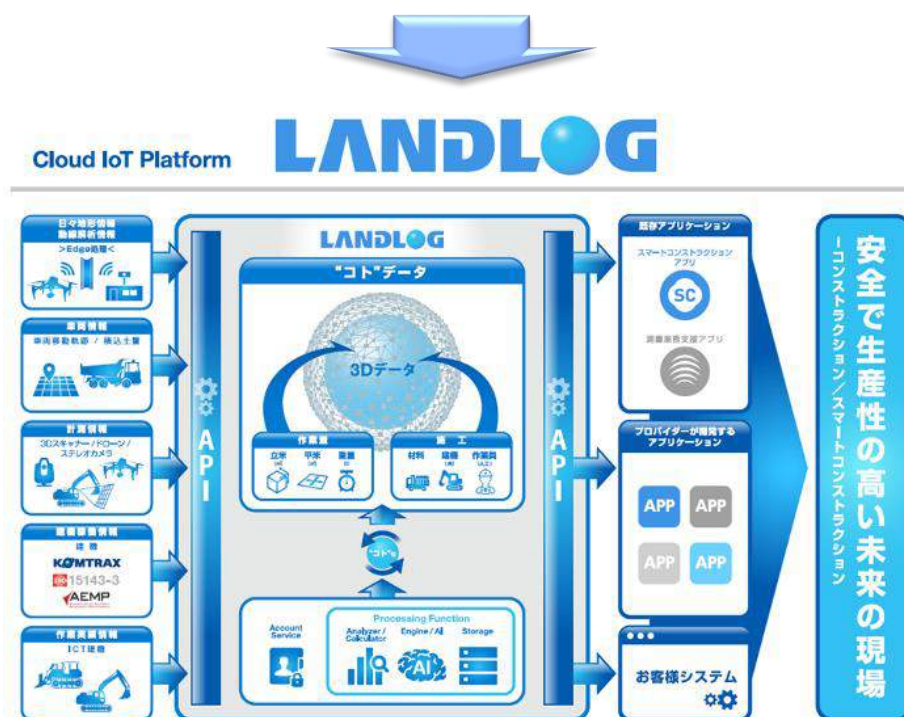
- Device (装置) : デバイス, コンポーネント 例. 温度センサー, モーター, スマートフォン
- Workshop (作業台) : 装置を組み合わせる集成的に機能する単位 例. 工作機械, 一つの製造ライン
- Site (サイト) ビジネス上の運営単位 例. 出張所, 支店, 店舗
- Enterprise (企業体) : 個々のサイト状況から大局的な資源割当を行う 例. 複数の支社がある会社全体
- Inter-enterprise (企業間連携) : 業界, 社会 例. 出版業界, 建設現場運営トータルサービス

## 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

## 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

⑦					Inter-Enterprise
⑦	⑥	④	②	③	Enterprise
	⑥	④	②	①	Site
		④	②	①	Workshop
		④	②	①	Device

Business

Service

Information

Communication

Local Function

Component



Business	⑦	⑥	⑥	⑤	⑤
Service			⑤	②	③
Information			④	②	①
Communication			④	②	①
Local Function			④	②	①
Component			④	②	①

2

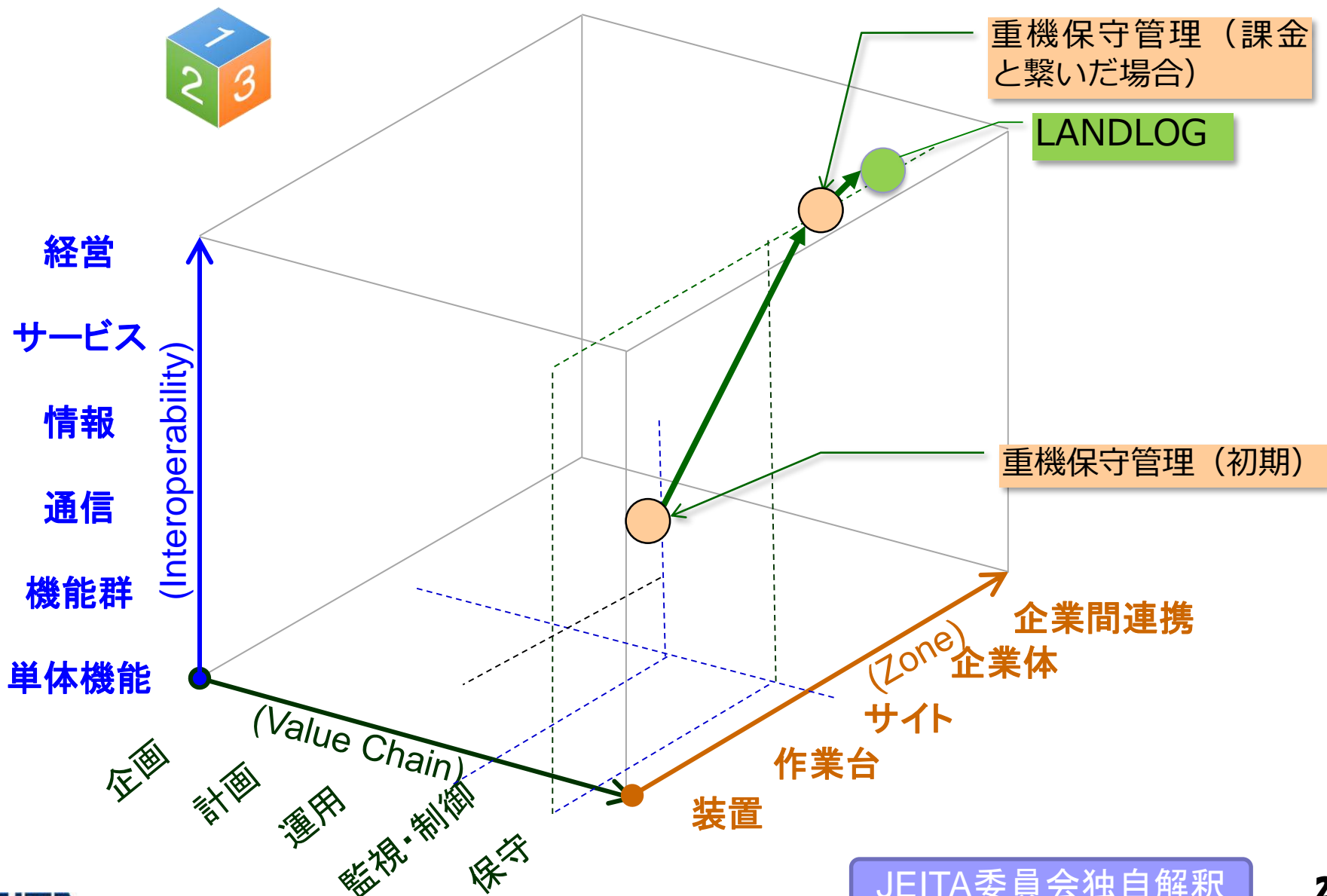
企 画 計 画 運 用 監 視 制 御 保 守

Device		⑤	⑤	⑦
Workshop		③	③	
Site	①	①	②	
Enterprise	①	①		
Inter-Enterprise	①			

3

Device  
Workshop  
Site  
Enterprise  
Inter-Enterprise

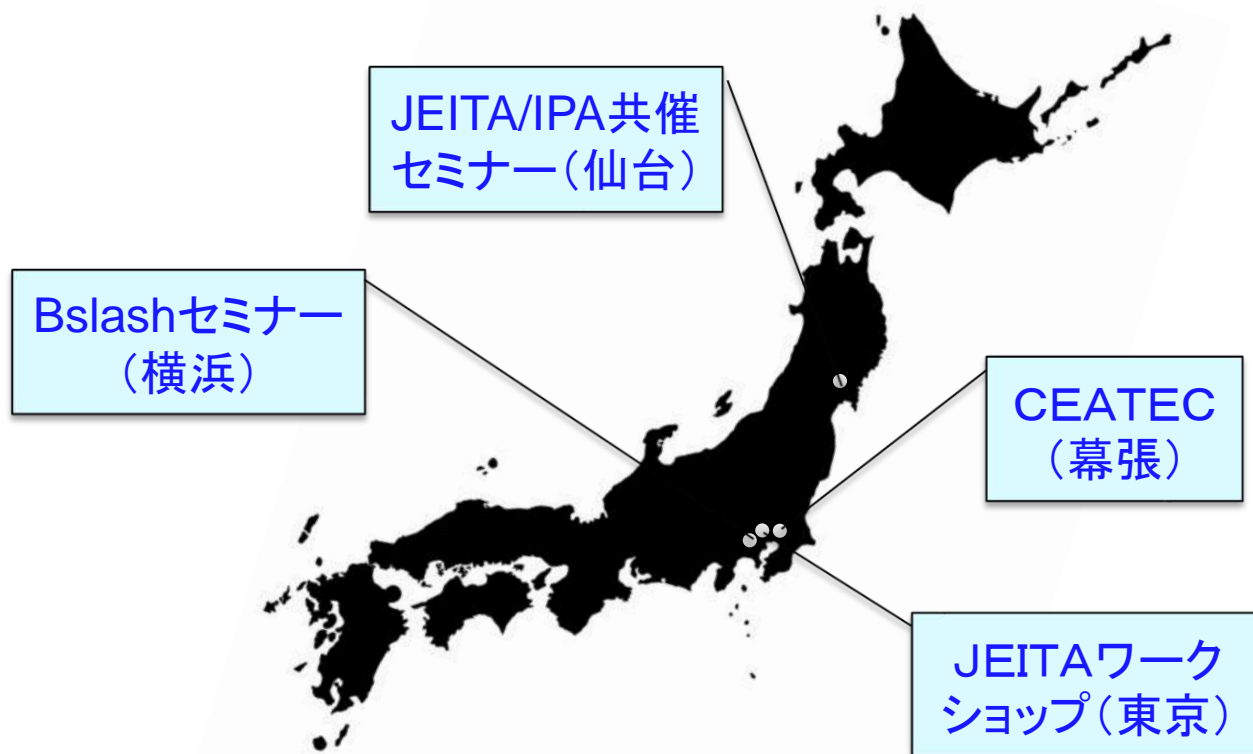
# JEITA IoT参照モデル



### 3. IoT開発の実態と成功への道

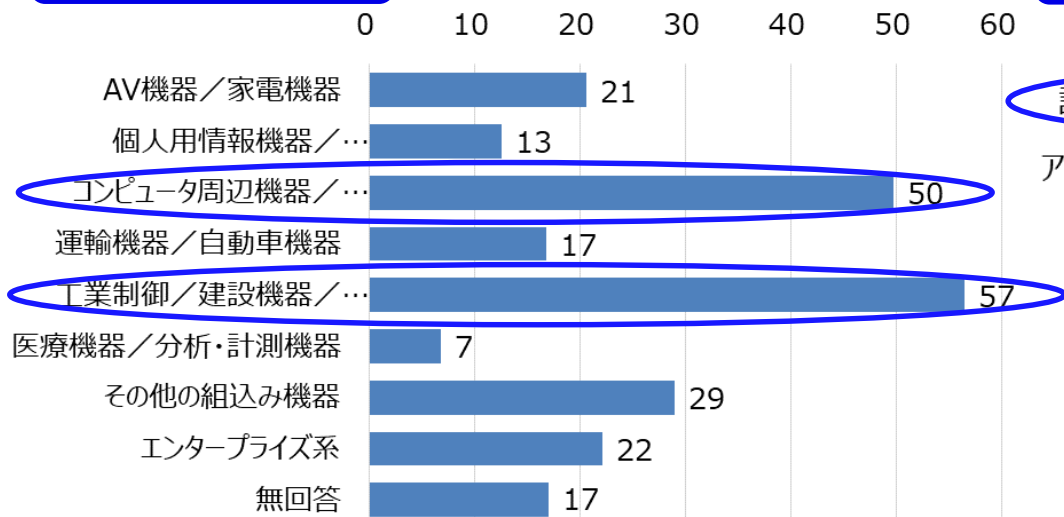
IoTアンケートを

合計 228 名に対して実施  
(東京、幕張、横浜、仙台)

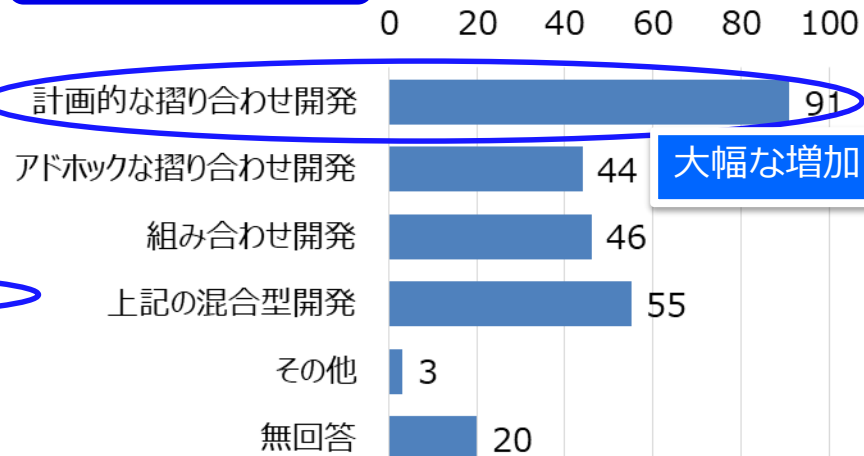


# 3.IoT開発の実態と成功への道 アンケート分析結果

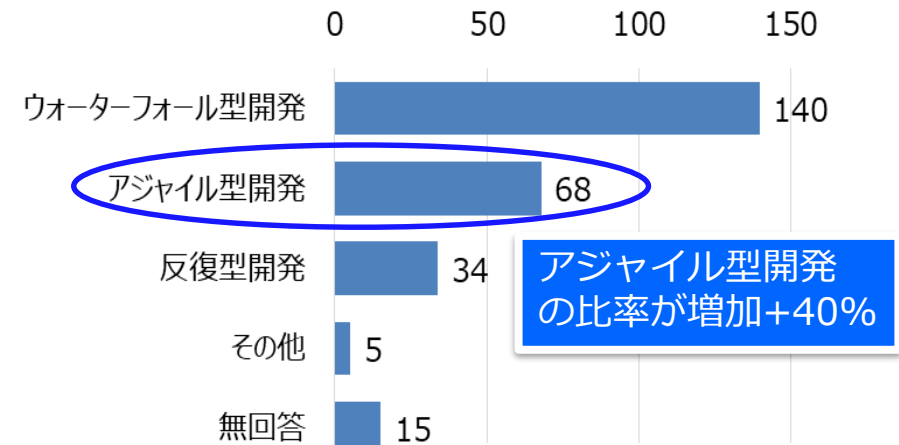
## 回答者の業種



## 開発形態

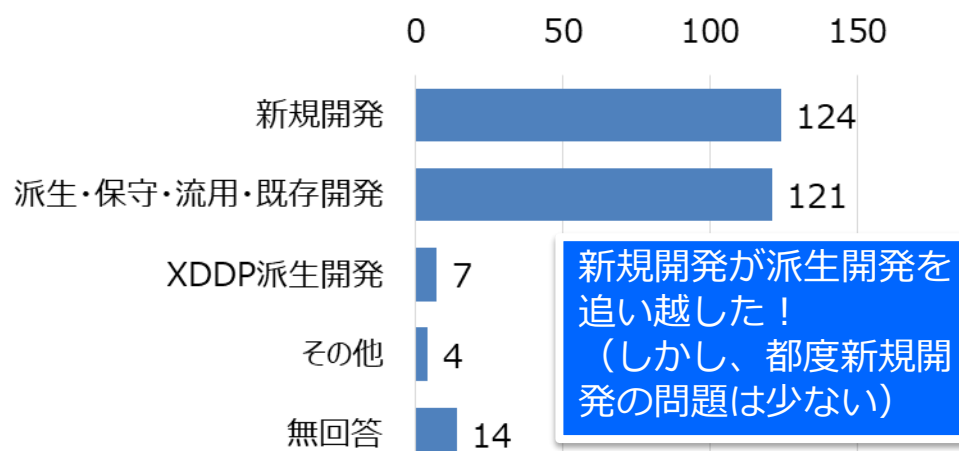


## 開発方法

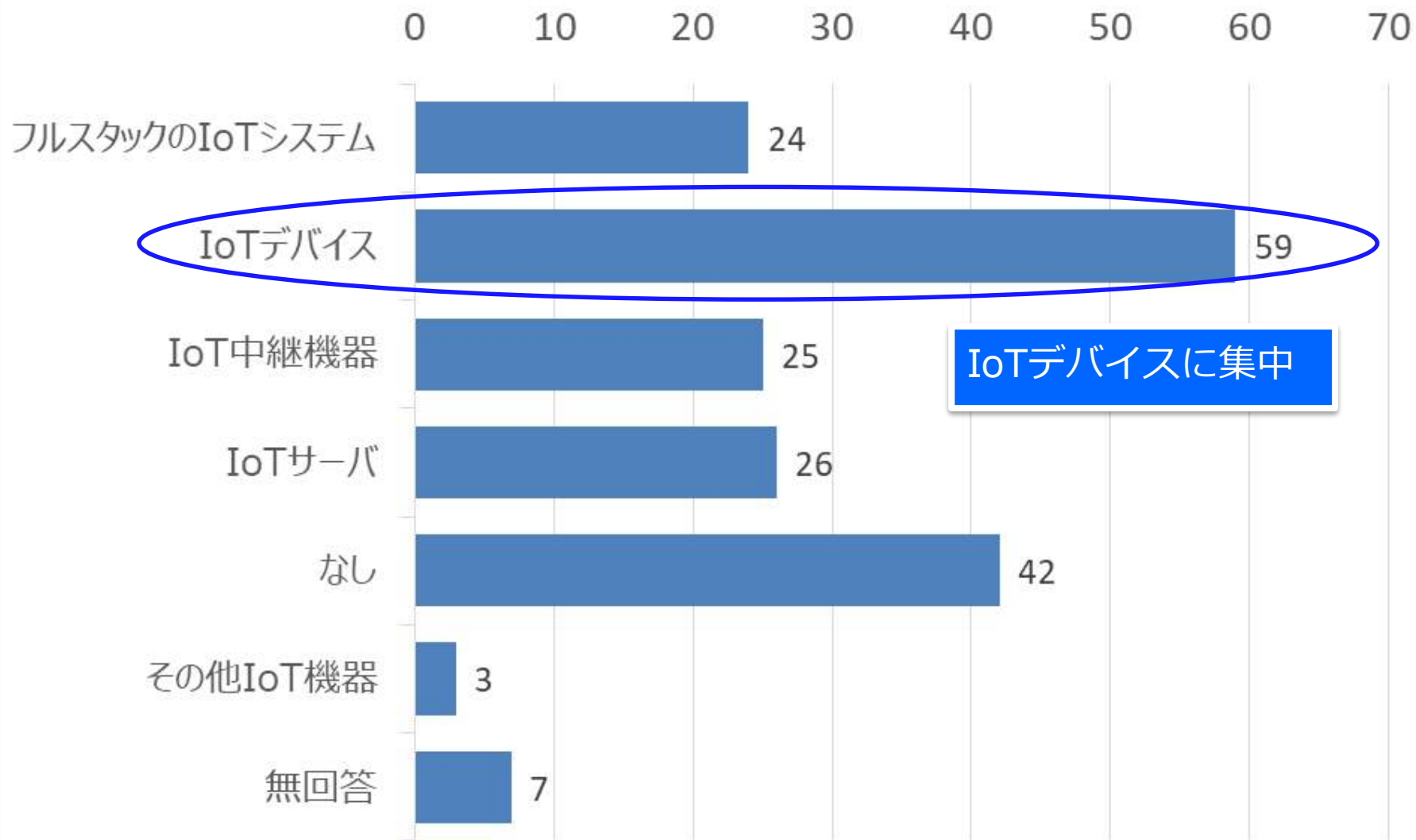


(IPA データ白書との比較)

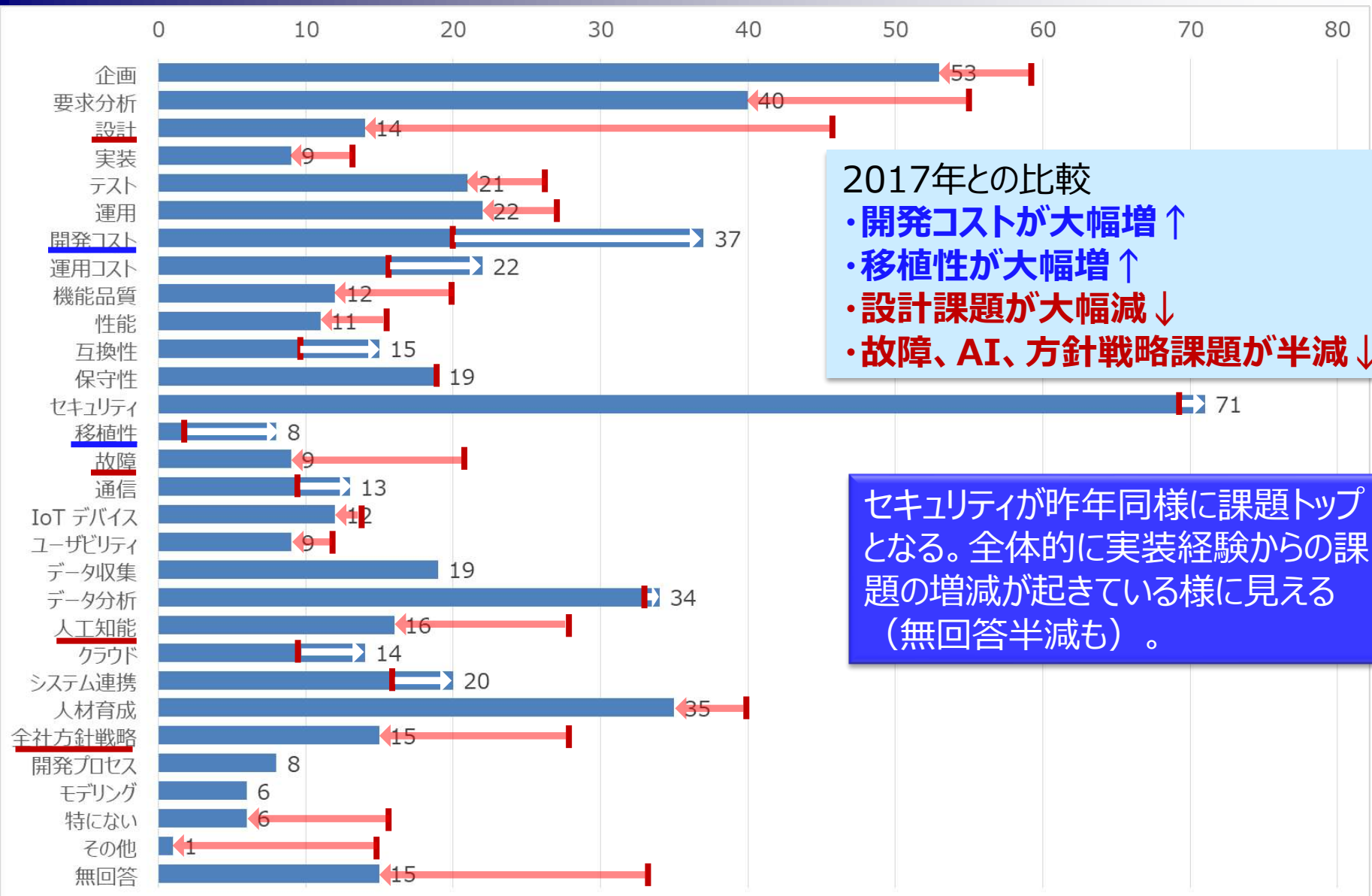
## 開発種別



### 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)



2017年との比較

- ・開発コストが大幅増↑
- ・移植性が大幅増↑
- ・設計課題が大幅減↓
- ・故障、AI、方針戦略課題が半減↓

セキュリティが昨年同様に課題トップとなる。全体的に実装経験からの課題の増減が起きている様に見える（無回答半減も）。



# 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

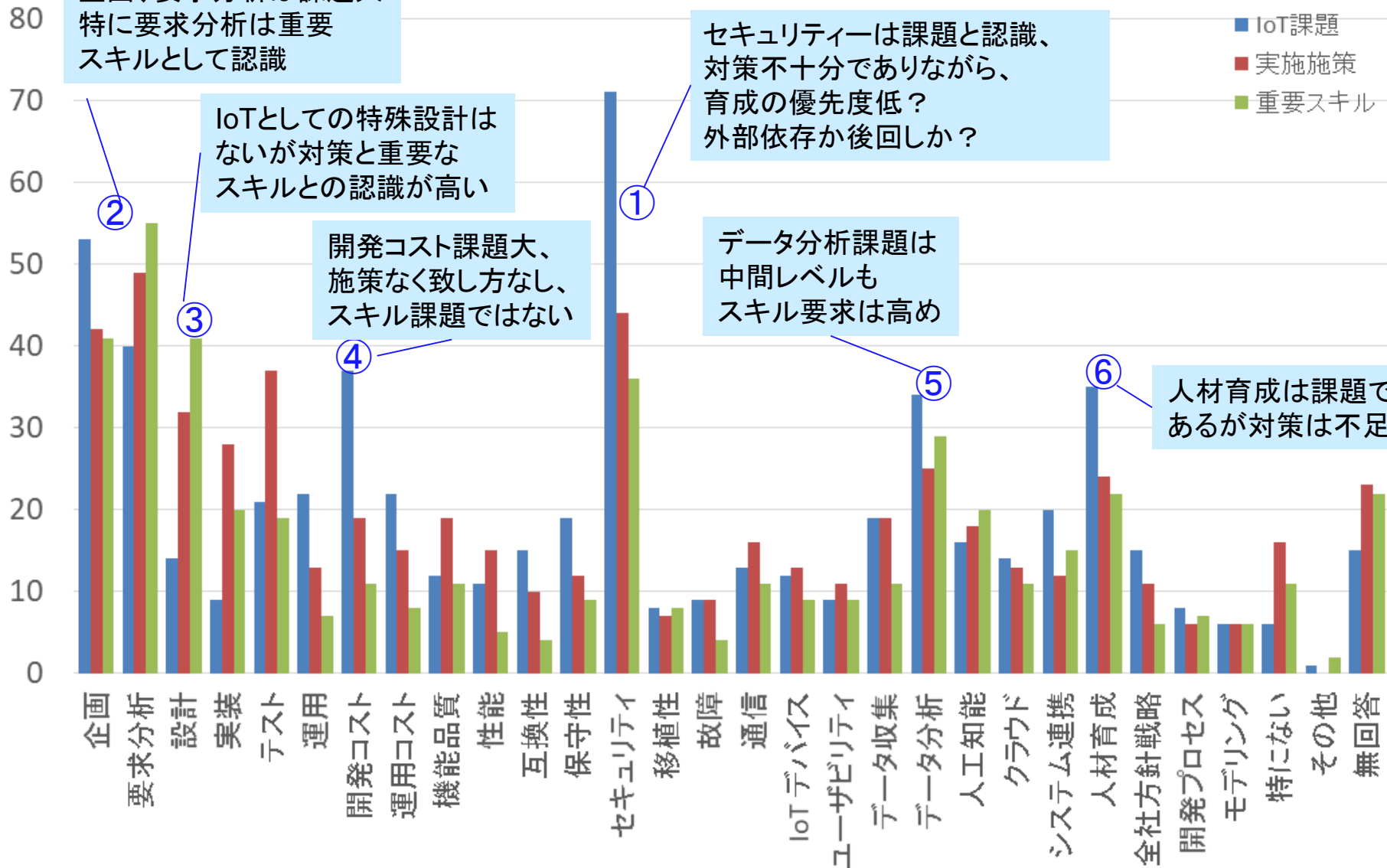
IoTとしての特殊設計は  
ないが対策と重要な  
スキルとの認識が高い

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

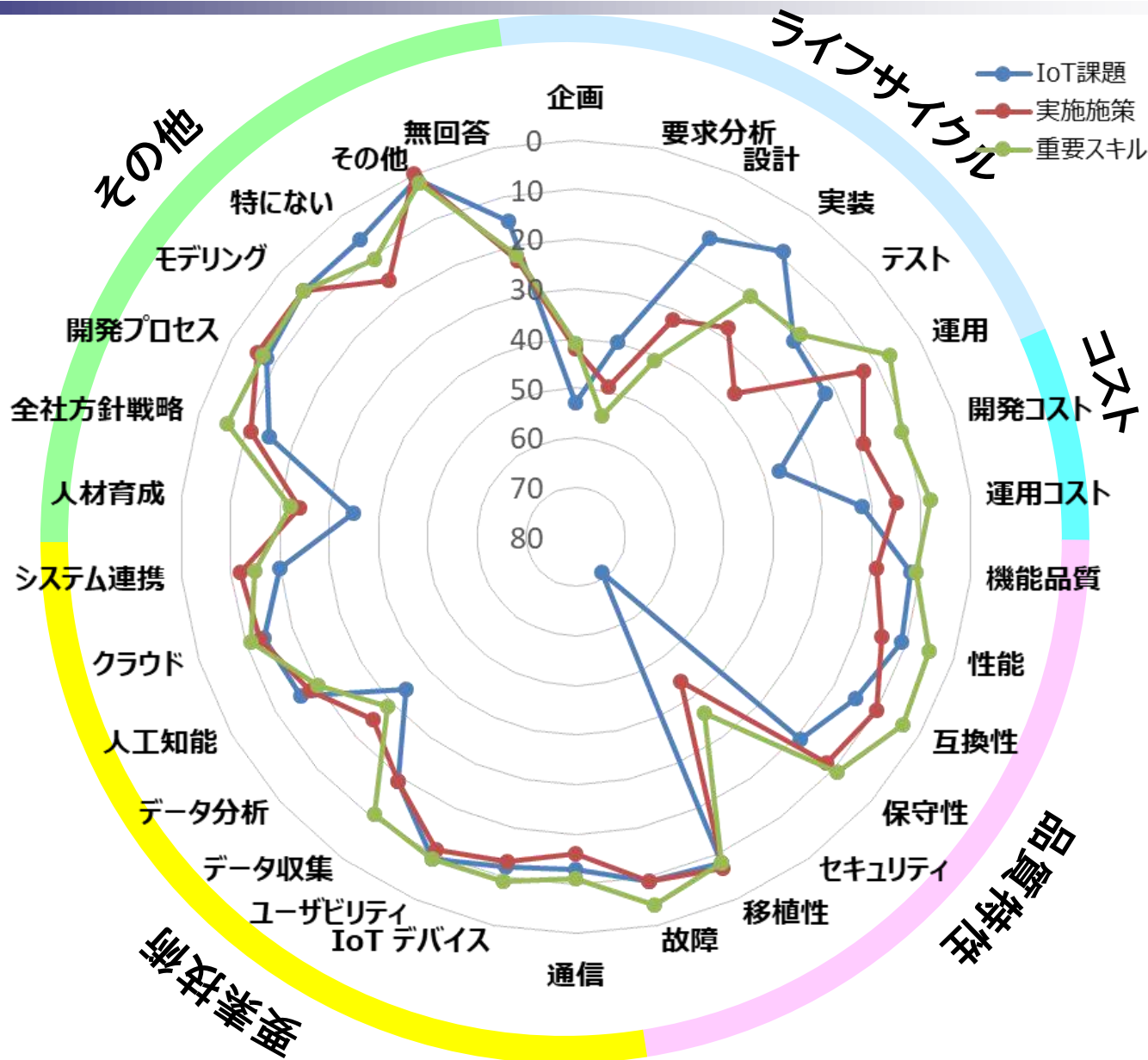
セキュリティーは課題と認識、  
対策不十分でありながら、  
育成の優先度低？  
外部依存か後回しか？

データ分析課題は  
中間レベルも  
スキル要求は高め

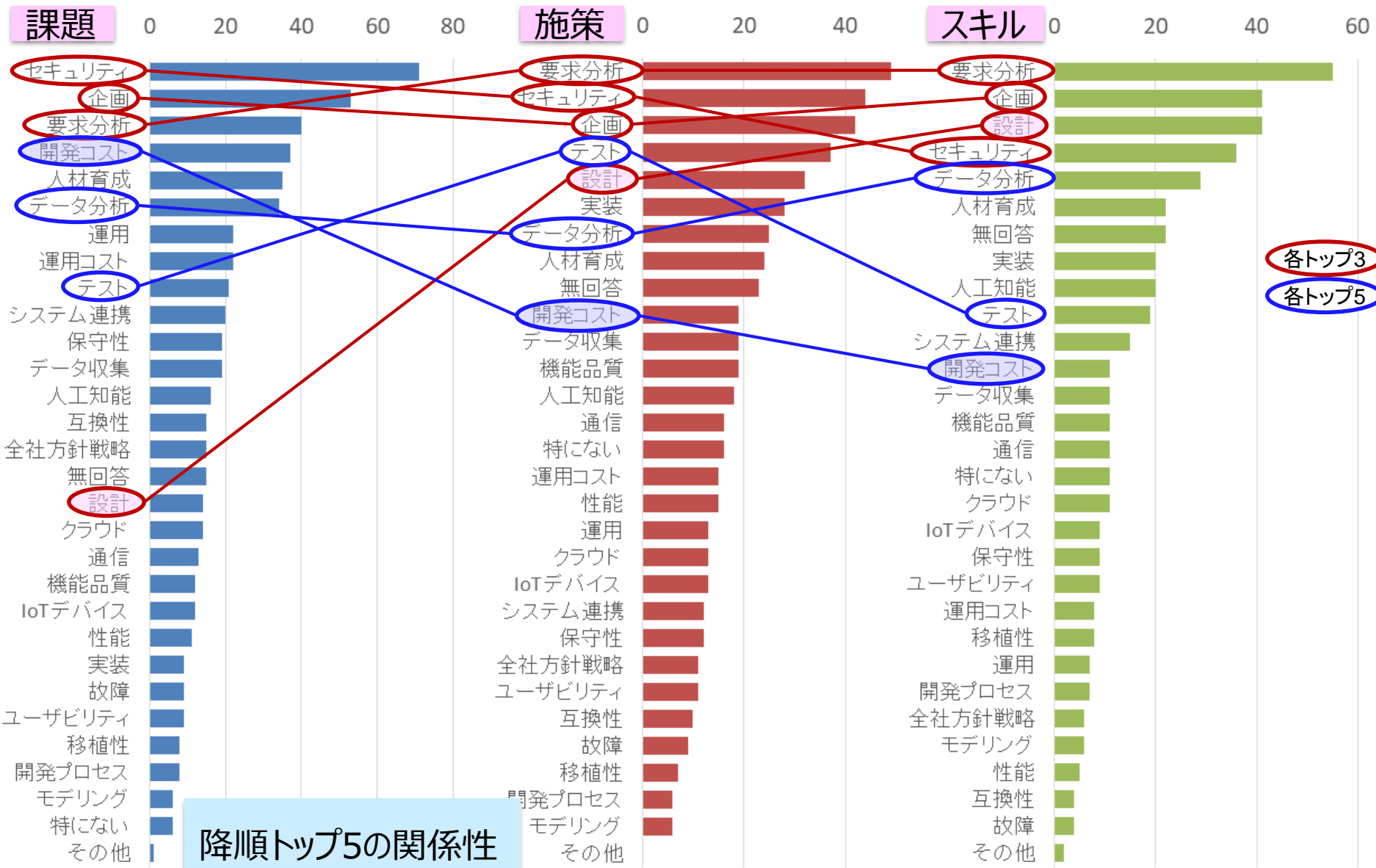
人材育成は課題で  
あるが対策は不足



# 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



各トップ3  
各トップ5

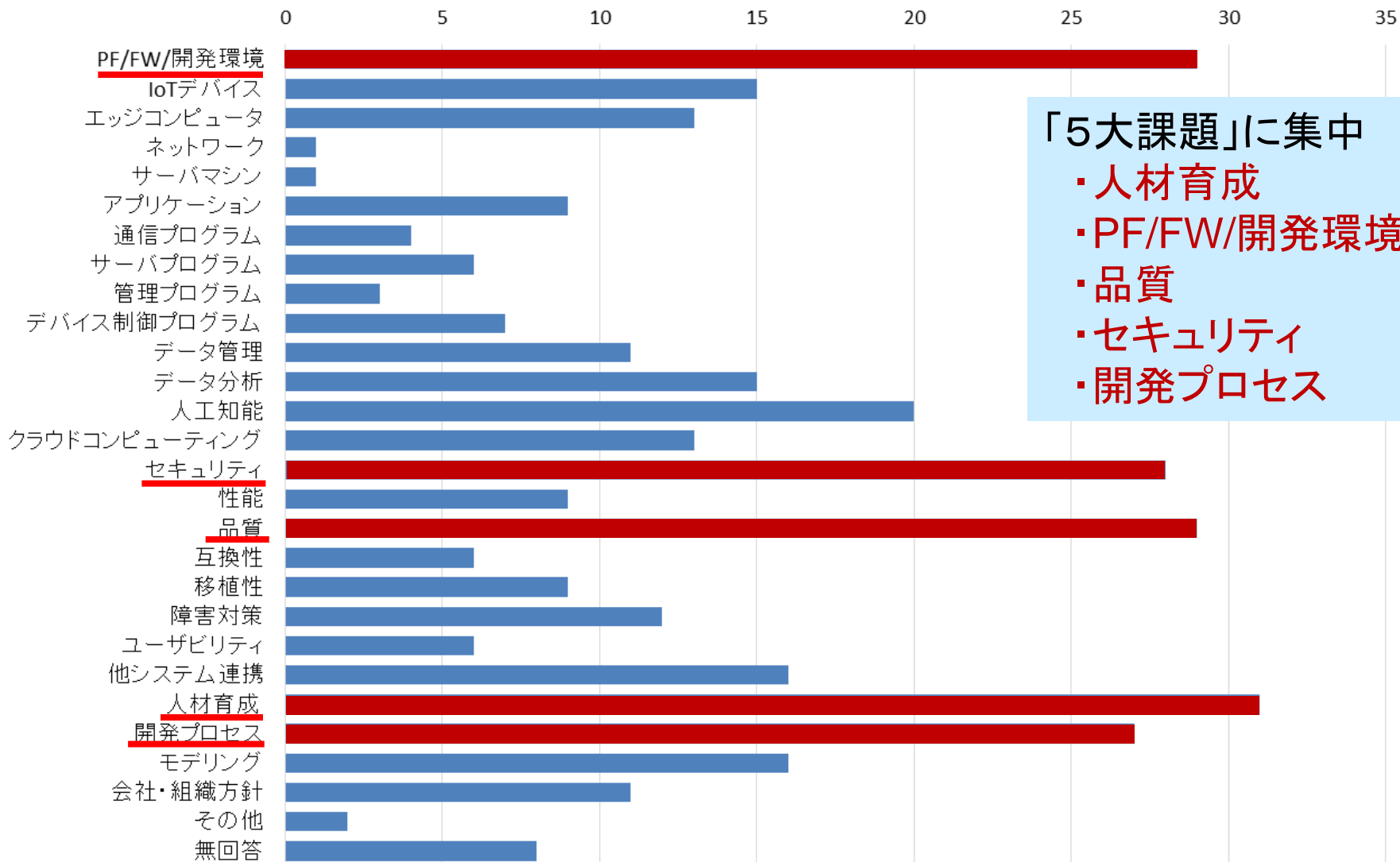
## ワークショップの詳細アンケート結果

- ・ 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)

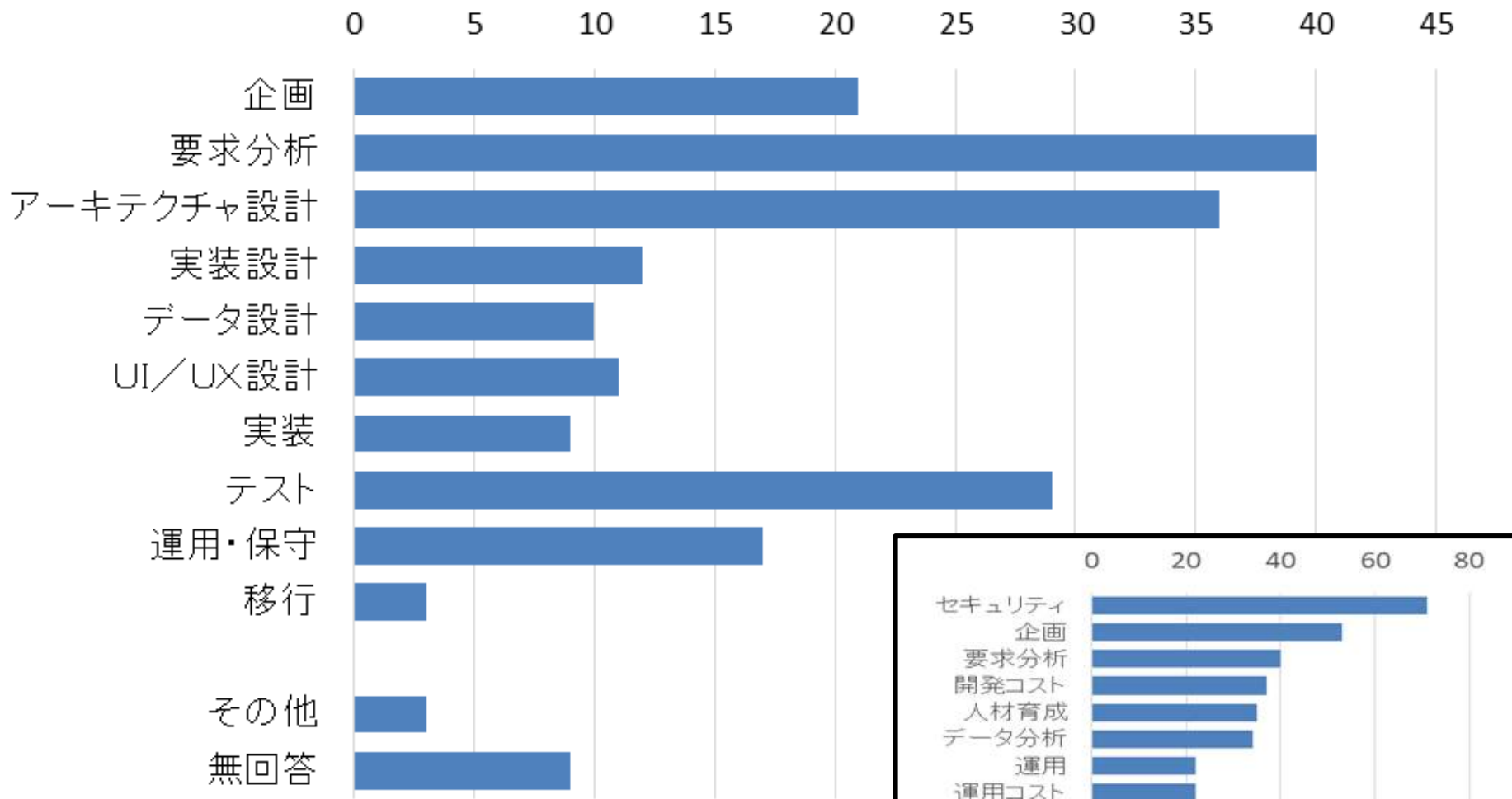
### 3.IoT開発の実態と成功への道 システム開発の課題領域



「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

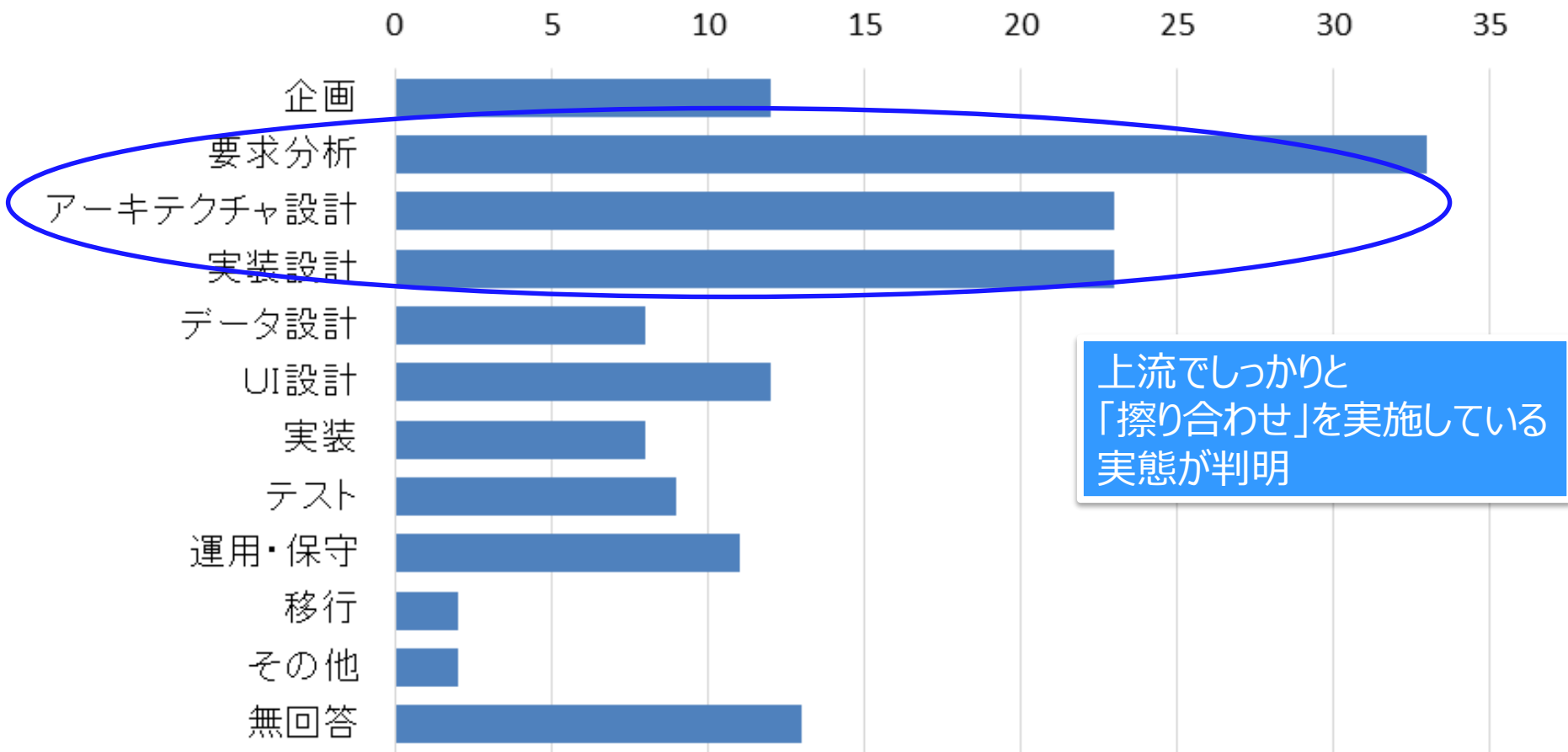
### 3.IoT開発の実態と成功への道 システム開発の課題プロセス



回答者の約80%が要求分析プロセスに課題がある

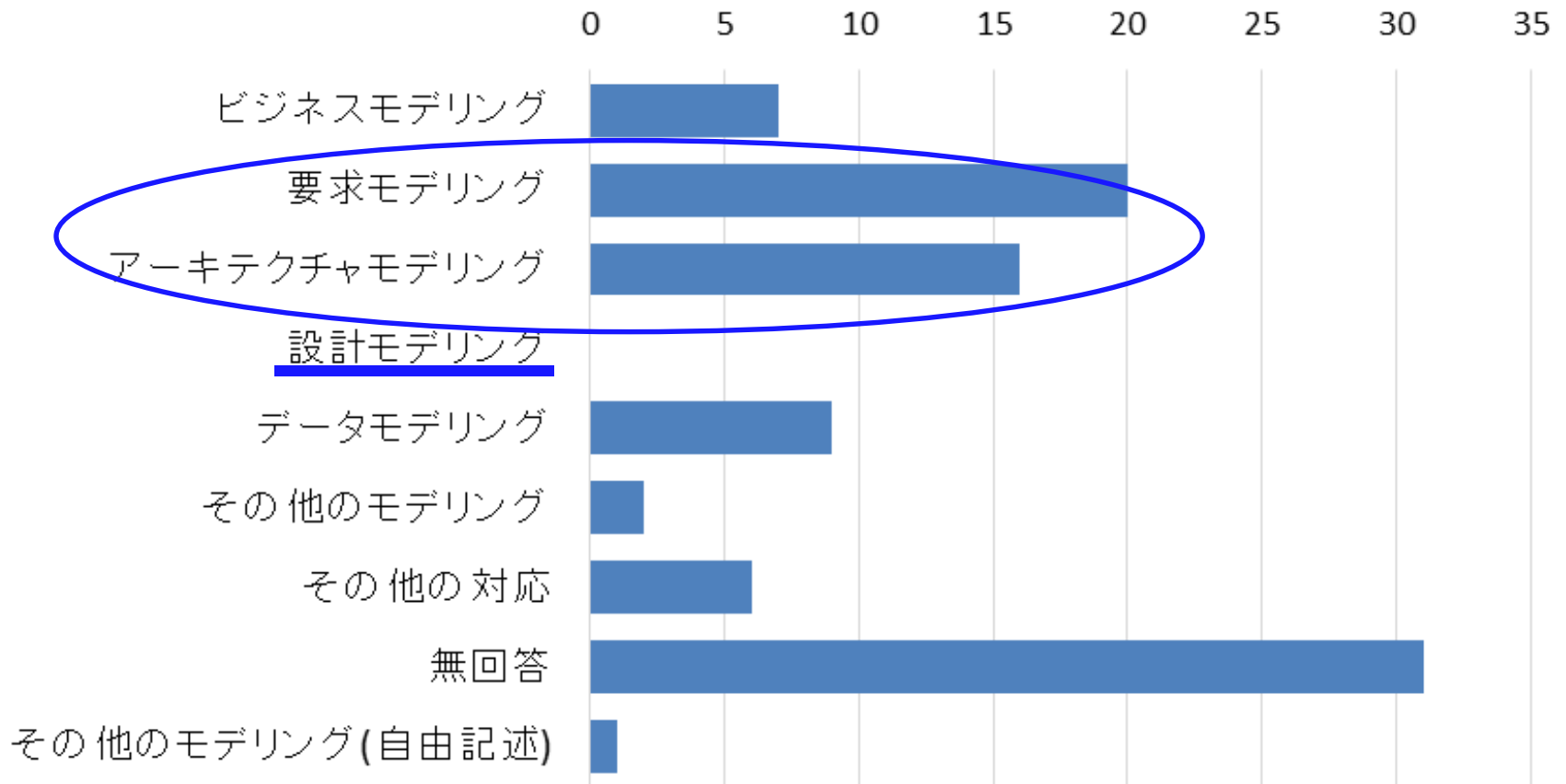
「アーキテクチャ設計」、「テスト」が50%以上と多くの部門で課題となっている。

### 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

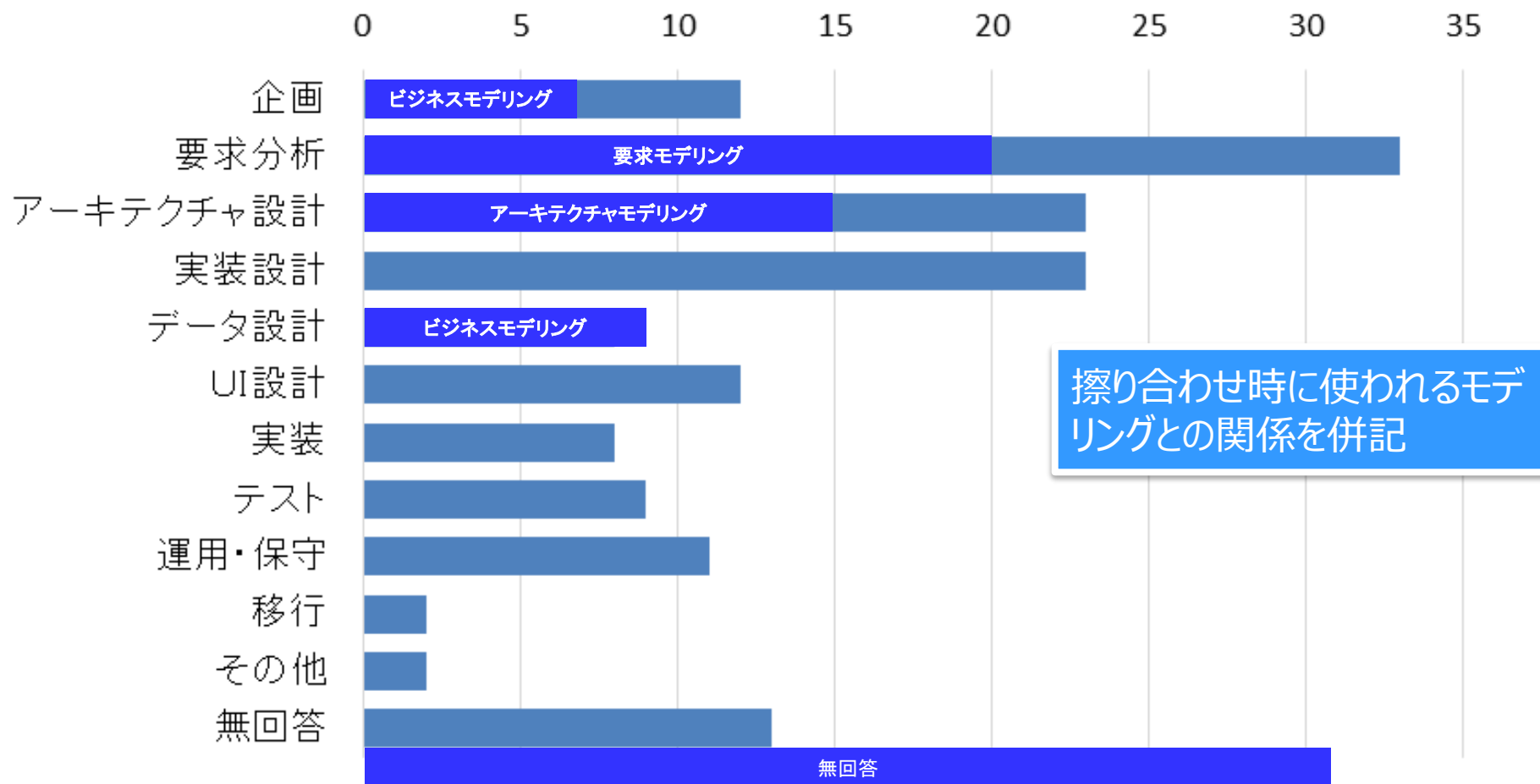
### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせ使用モデリング



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！

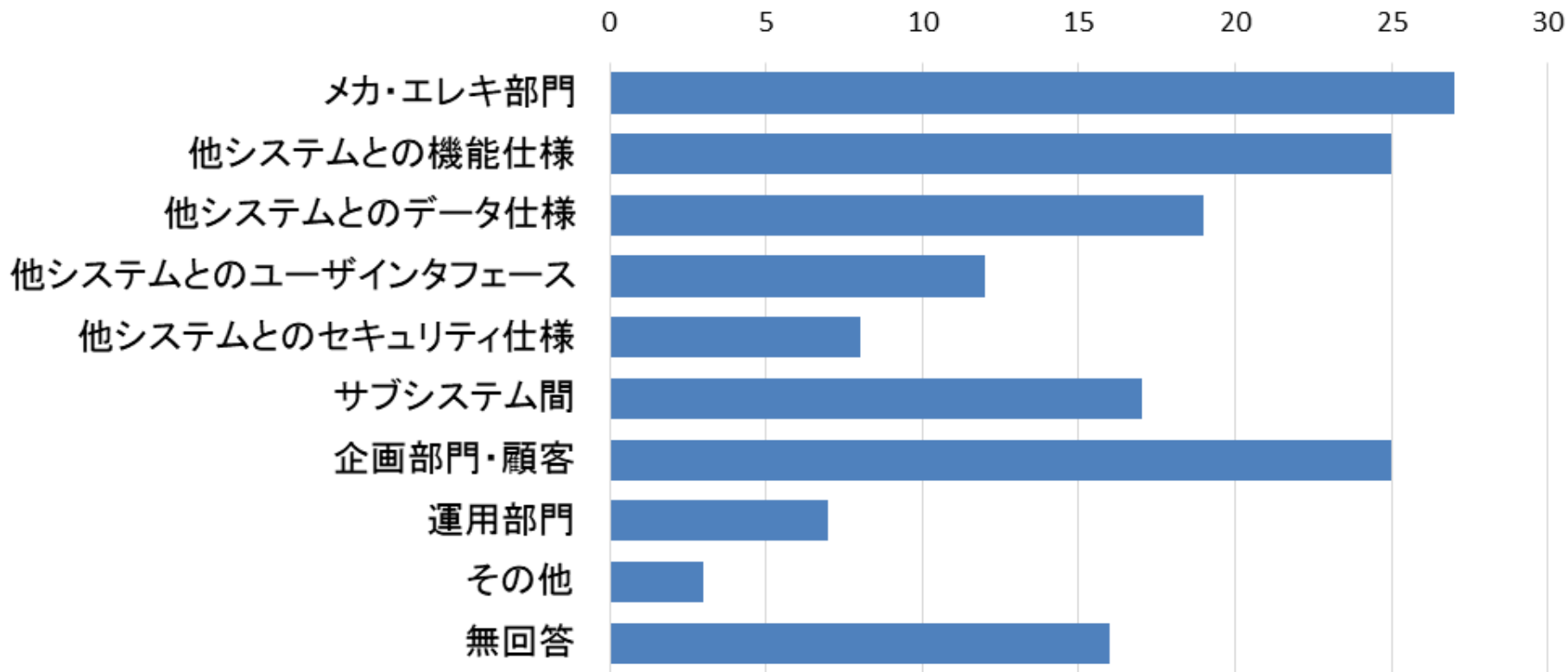


### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせが多いプロセス



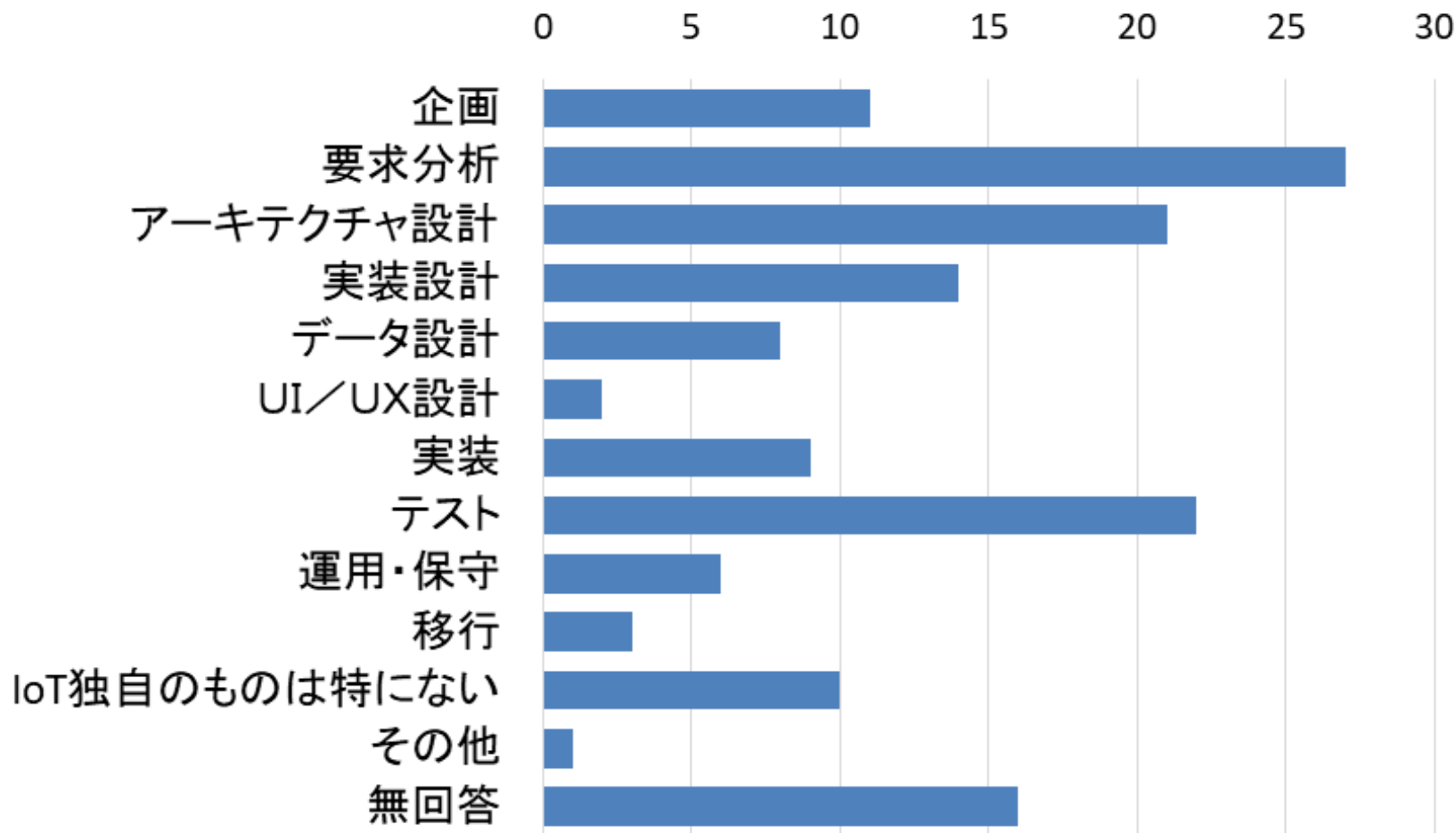
アドホックな擦り合わせ開発になるポイントが推測できる

### 3.IoT開発の実態と成功への道 擦り合わせ相手



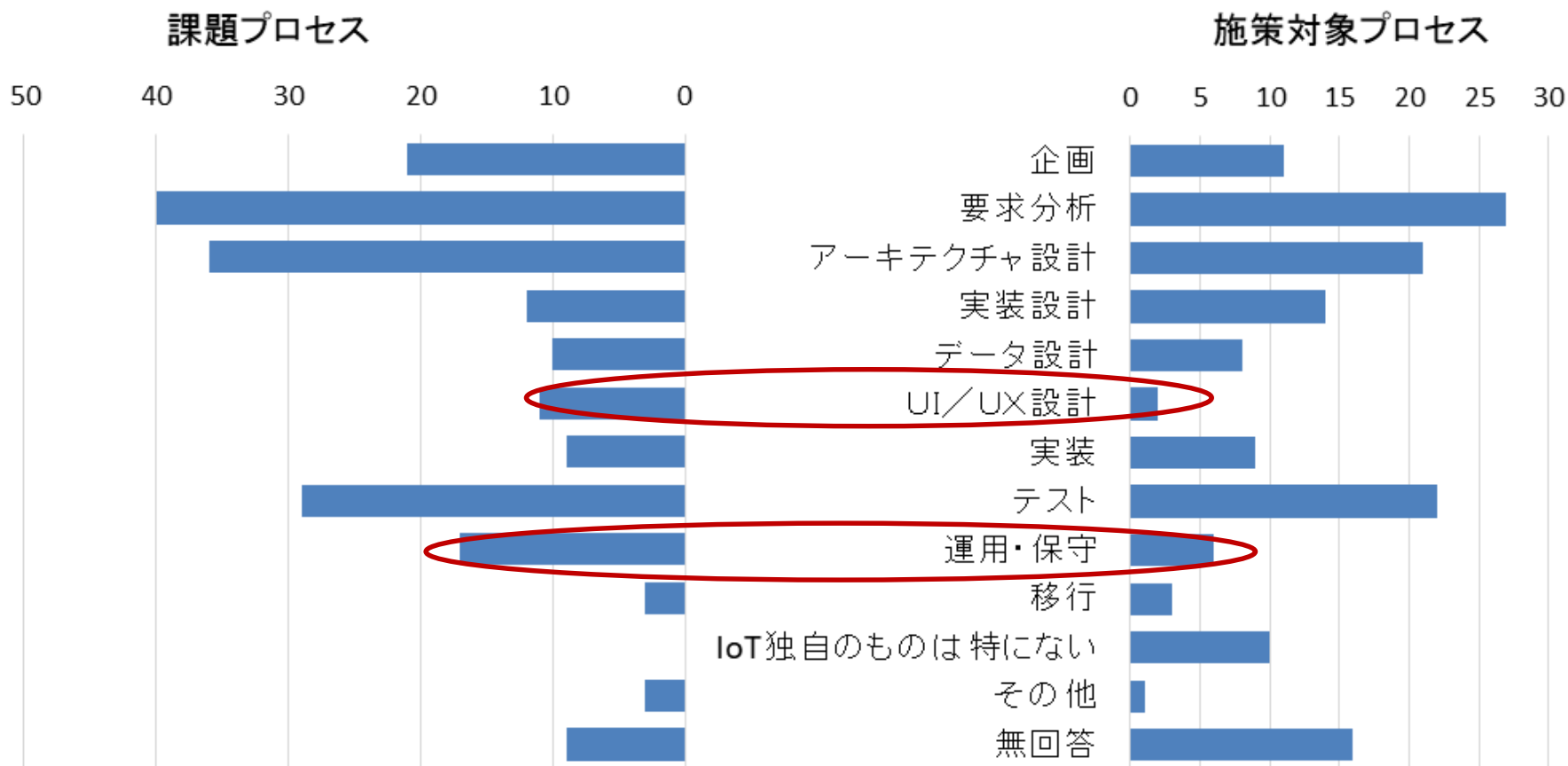
組み込みシステムらしい結果といえる

### 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



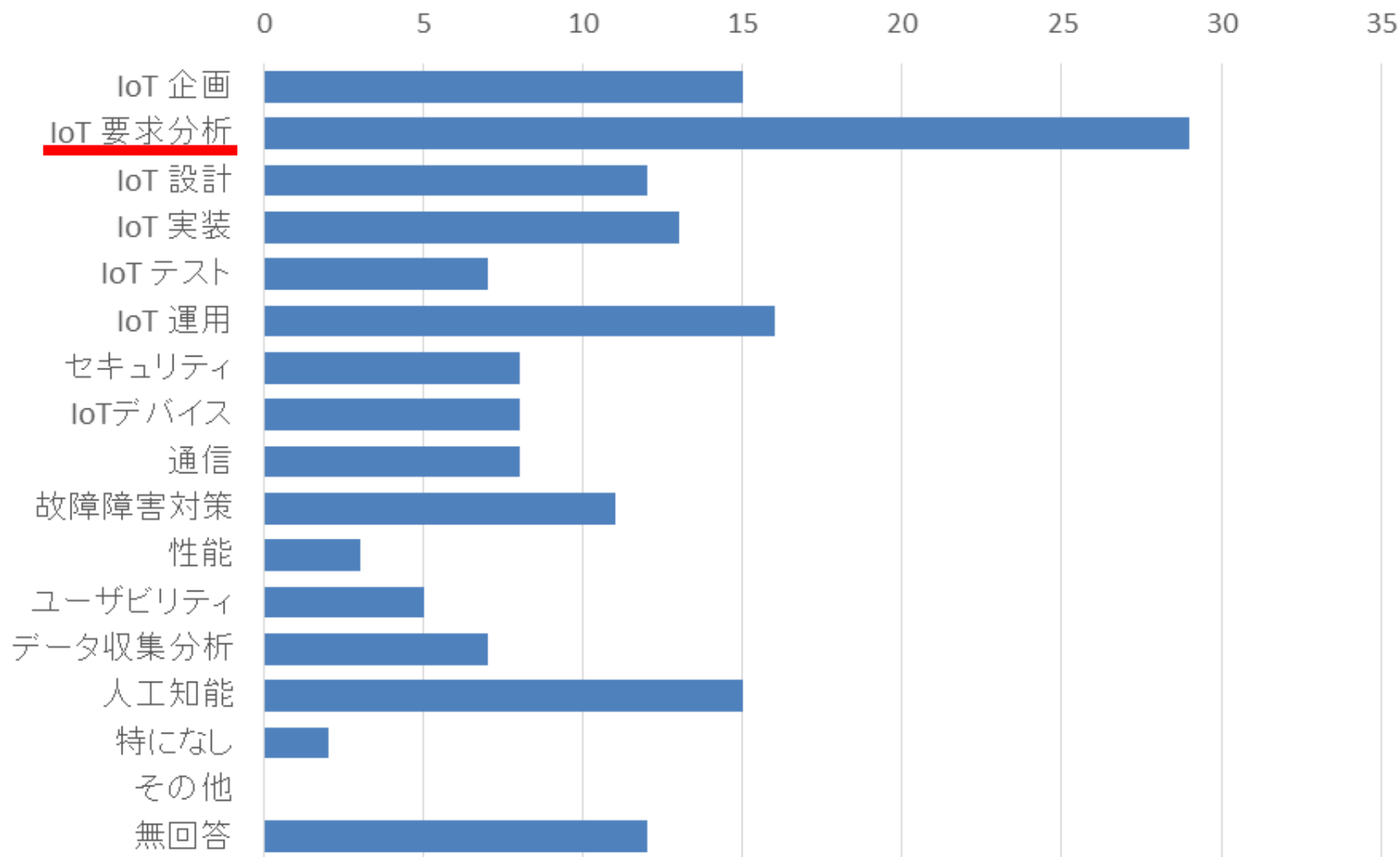
50%が「要求分析」に対策をしていて課題としては優先度が高い

### 3.IoT開発の実態と成功への道 IoT開発の課題と施策対象



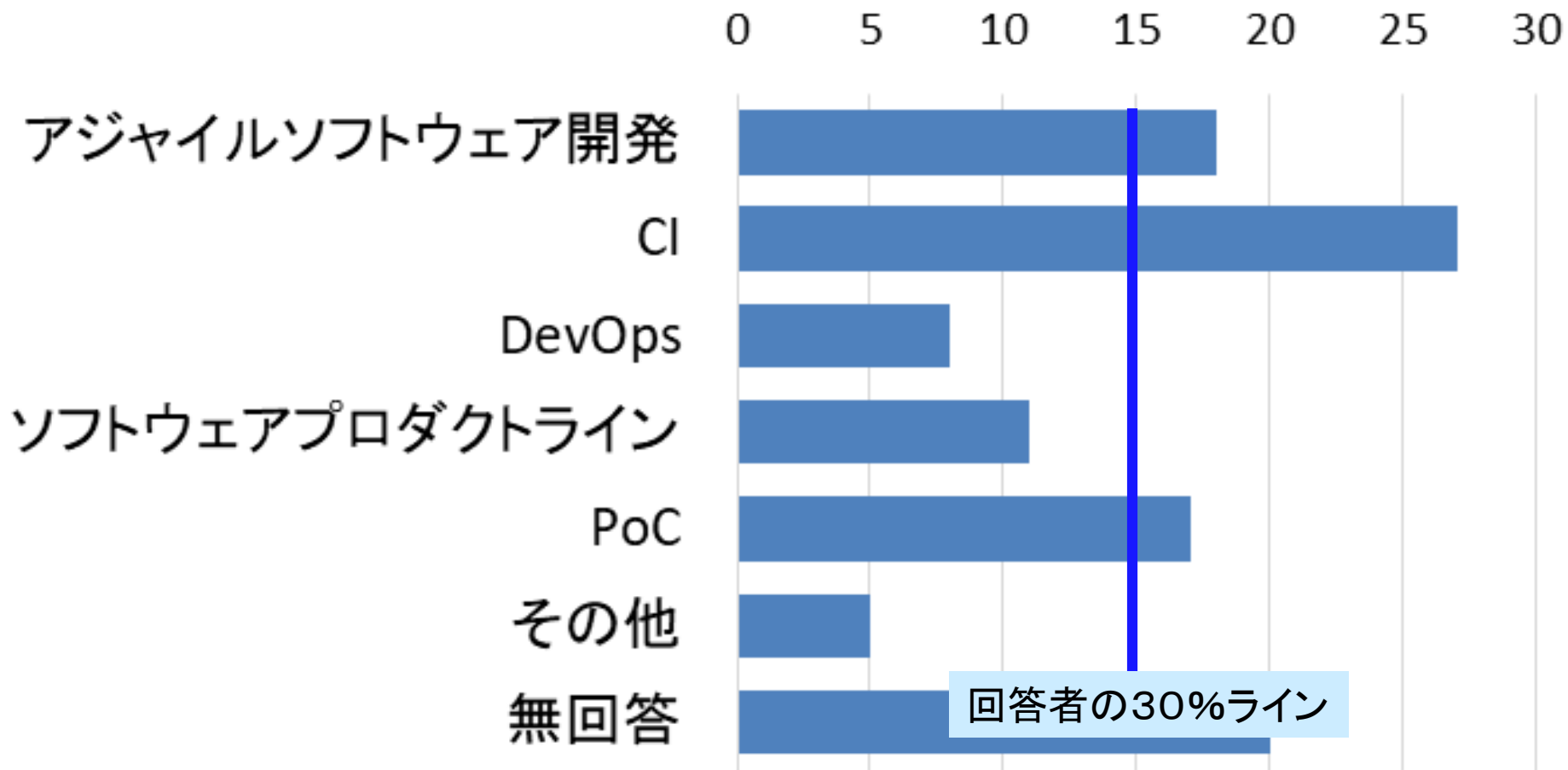
ほぼ課題に対して対策を実施している  
「運用・保守」に対策が打てていない様子が伺える  
DevOpsが解決策か？

### 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

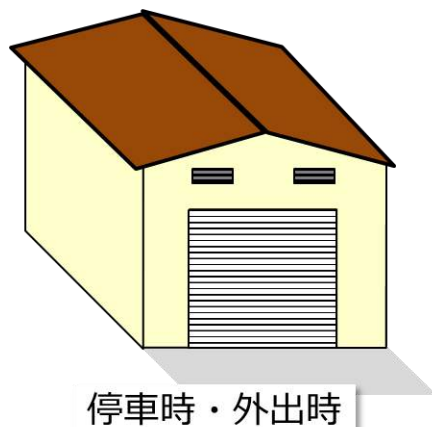
## 4.モデルケースで学ぶ「IoTシステム開発」

- IoTシステム開発事例として**スマートガレージ**を題材に事例を展開  
以前に、当委員会でモデリングの題材としても利用したものをベースに、IoT化するときのモデルの変化とその着目点、ビジネス変化への適応性などについて、以下の観点で強化・整備した。
  - 委員会でモデル整理(モデリングとJEITA IoT分類モデルの対応)
  - IoT時代のソフトウェア開発の観点の追加
  - 安全・安心設計への対応(IPAモデルを適用)
  - IoT品質対応(IPAモデルを適用)
  - ワークショップによる検討(試行)

# 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

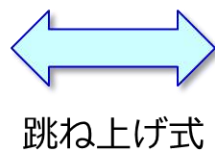
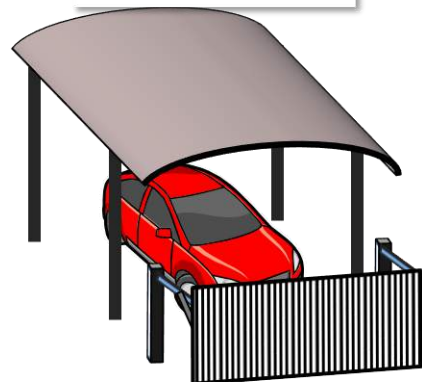
- 雨に濡れないで、ガレージを開閉する
- クルマを止めてアイドリングすることなく、ガレージを開閉する
- ガレージドアを開けたまま／施錠しないまま外出するのは防犯上望ましくない



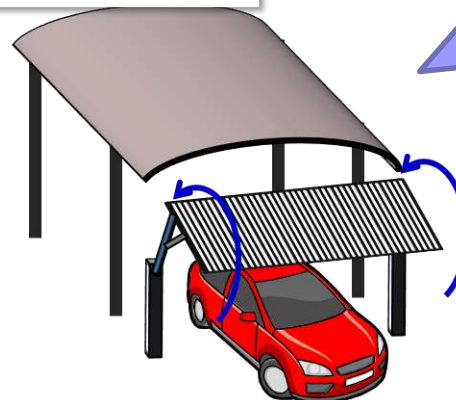
巻き上げ式



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時代のガレージシステムをデザインする

モデル名	想定するビジネス形態
ベーシックモデル	ガレージメーカーが、個人所有、個人利用するガレージオーナーに、ガレージを販売する売り切り型のビジネス。
保守機能搭載モデル	ガレージメーカーが、個人のガレージオーナーに保守機能を搭載したガレージを販売する売り切り型のビジネス。ガレージオーナーへの付加価値として、保守機能を提供する。
共同利用モデル	ガレージメーカーが、第三者に個人所有のガレージを時間借りするサービスを提供するリカーリング型のビジネス。ガレージオーナーにとっては、所有するガレージの賃貸によって得られる収入が付加価値となる。
サービス連携モデル	旅行会社が、共同利用モデルのガレージをマイカープランの駐車場確保に利用する協業型のビジネス。

ベーシックモデル

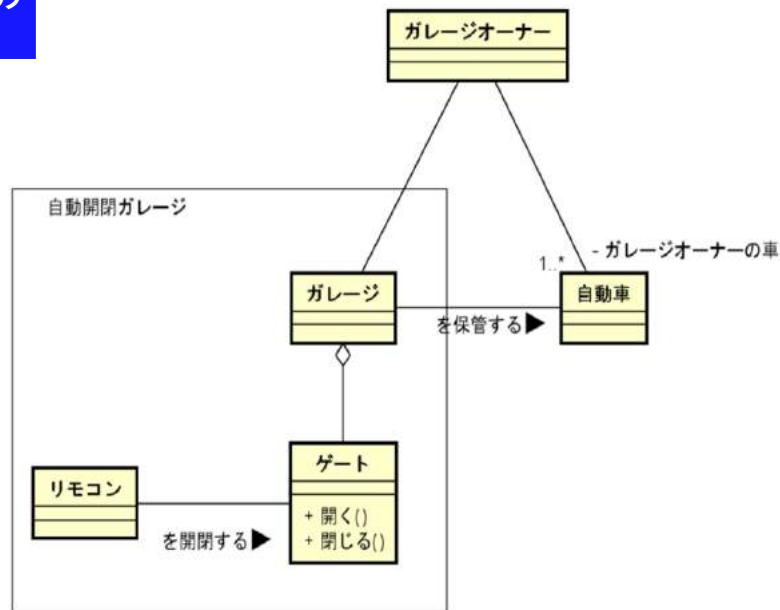
保守機能モデル

共同利用モデル

サービス連携モデル

					企業間連携						
					企業体						
					サイト						
					作業台						
					装置						
					1						
		●	●		2	3	装置	作業台	サイト	企業体	企業間連携
					経営						
					サービス						
					情報						
					通信						
		●	●		機能群			●			
					単体機能						

JEITA IoT参照モデルへのマッピング



# ベーシックモデル + 保守機能

ベーシックモデル

保守機能モデル

共同利用モデル

サービス連携モデル

## 保守機能モデル：

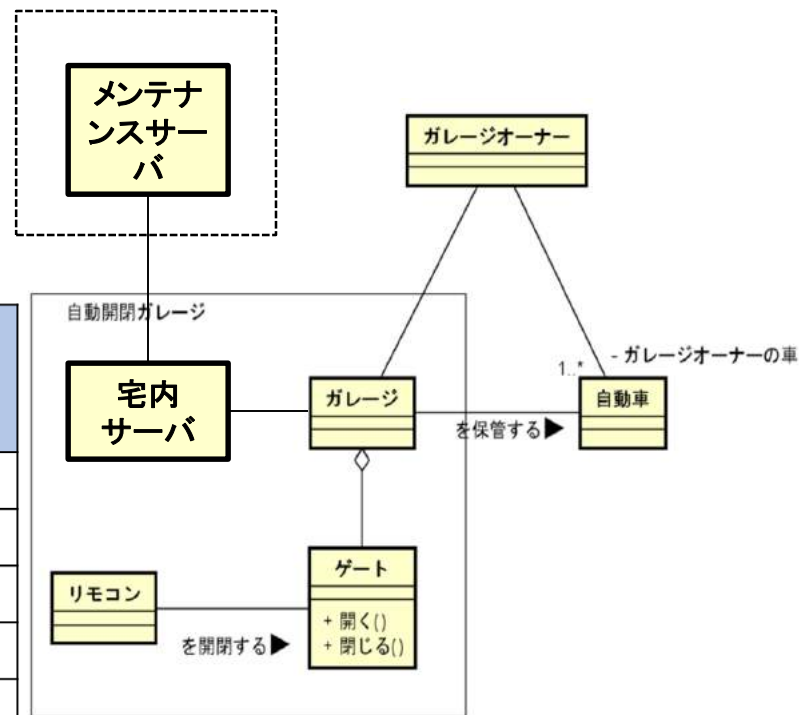
ガレージメーカーが、個人のガレージオーナーに保守機能を搭載したガレージを販売する売り切り型のビジネス。

ガレージオーナーへの付加価値として、保守機能を提供する。

									企業間連携				
									企業体				
									サイト				
			●	●	●				作業台				
									装置				
企画	計画	運用	監視・制御	保守	1				装置	作業台	サイト	企業体	企業間連携
					2	3							
									経営				
									サービス				
			●	●	●				情報		●		
			●	●	●				通信		●		
									機能群				
									単体機能				



## リモート環境



# 共同利用モデルをデザインする

ベーシックモデル

保守機能モデル

共同利用モデル

サービス連携モデル

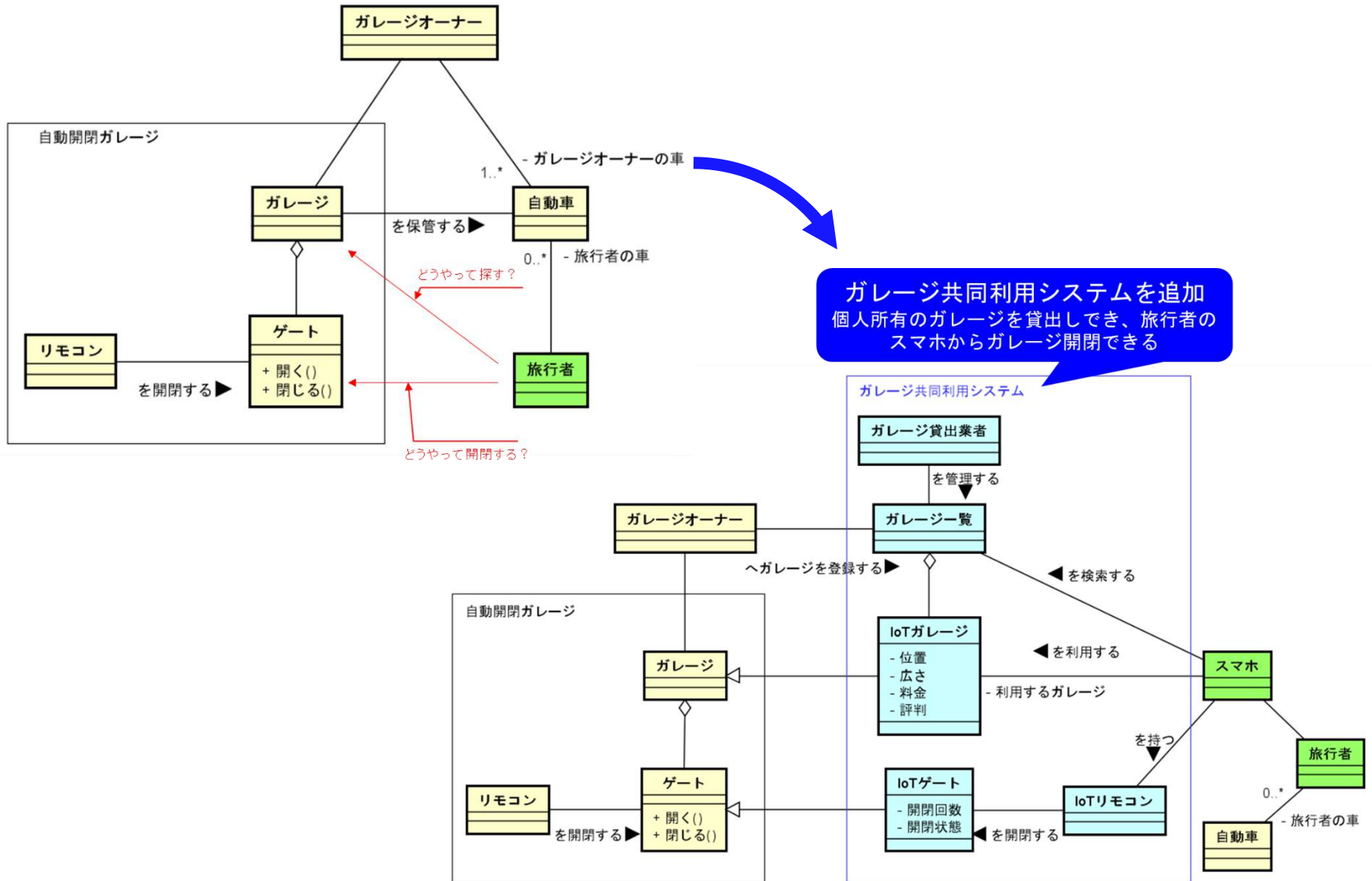
## 共同利用モデル：

ガレージメーカーが、第三者に個人所有のガレージを時間借りするサービスを提供するリカーリング型のビジネスを考える。

					企業間連携					
					企業体					
					サイト					
					作業台					
					装置					
企画	計画	運用	監視・制御	保守	1	装置	作業台	サイト	企業体	企業間連携
					2					
					経営					
				●	サービス			●	●	
		●	●	●	情報			●	●	
		●	●	●	通信			●	●	
					機能群					
					単体機能					



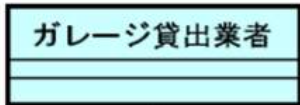
# 共同利用モデルをデザインする



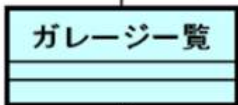
ガレージ共同利用システムを追加  
個人所有のガレージを貸出しでき、旅行者の  
スマホからガレージ開閉できる



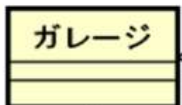
### ガレージ共同利用システム



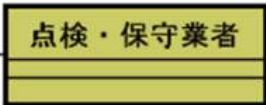
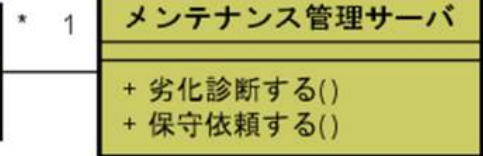
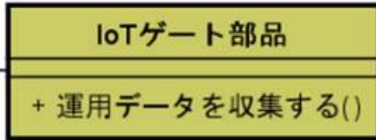
を管理する



### 自動開閉ガレージ



保守サービスを追加  
ゲート状態を収集しビッグデータ解析して劣化を判断する



を保守する

点検・保守を依頼する

保守サービス

# 共同利用モデルをデザインする

ベーシックモデル

保守機能モデル

共同利用モデル

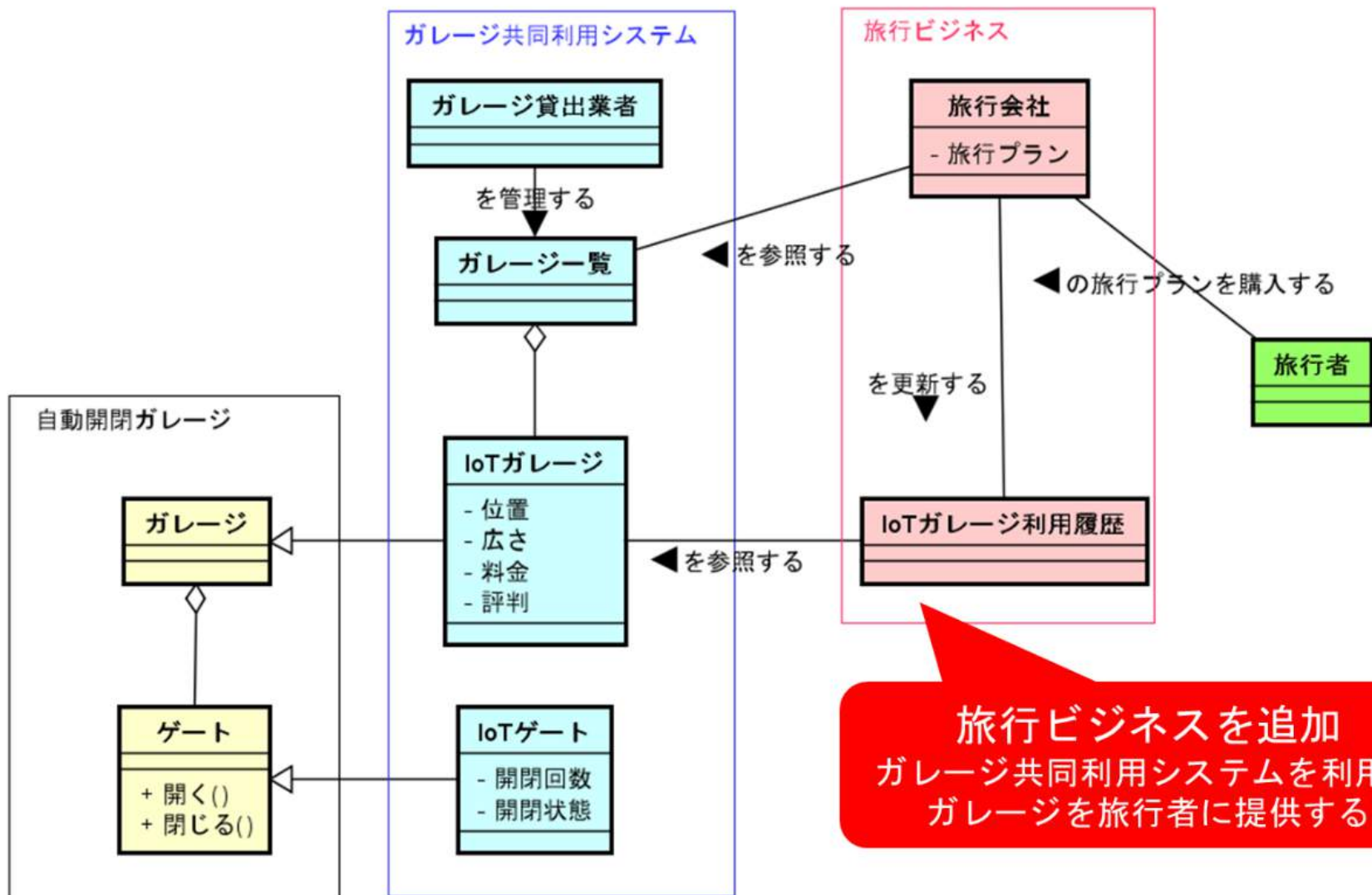
サービス連携モデル

## サービス連携モデル：

旅行会社が、共同利用モデルのガレージをマイカープランの駐車場確保に利用する協業型のビジネスを考える。

					企業間連携					
					企業体					
					サイト					
					作業台					
					装置					
企画	計画	運用	監視・制御	保守	1	装置	作業台	サイト	企業体	企業間連携
					2					
		●	●	●	経営				●	●
		●	●	●	サービス				●	●
					情報				●	●
					通信					
					機能群					
					単体機能					

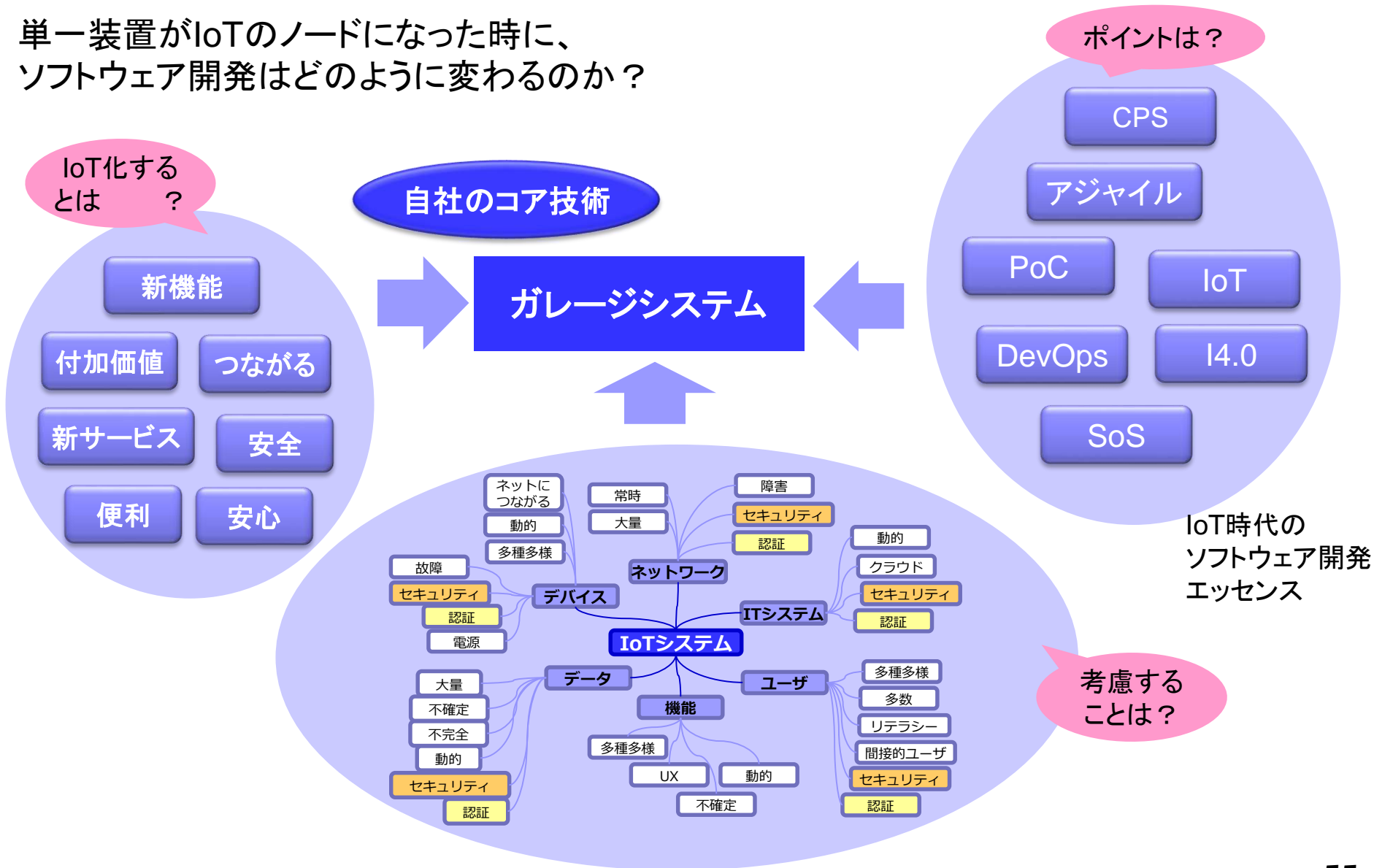




**旅行ビジネスを追加**  
 ガレージ共同利用システムを利用し  
 ガレージを旅行者に提供する

# 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. 安全・安心「つながる世界の開発指針」 \*IPA指針

大項目		指針
方針	つながる世界の安全安心に企業として取り組む	指針1 安全安心の基本方針を策定する
		指針2 安全安心のための体制・人材を見直す
		指針3 内部不正やミスに備える
分析	つながる世界のリスクを認識する	指針4 守るべきものを特定する
		指針5 つながることによるリスクを想定する
		指針6 つながりで波及するリスクを想定する
		指針7 物理的なリスクを認識する
設計	守るべきものを守る設計を考える	指針8 個々でも全体でも守れる設計をする
		指針9 つながる相手に迷惑をかけない設計をする
		指針10 安全安心を実現する設計の整合性をとる
		指針11 不特定の相手とつなげられても安全安心を確保できる設計をする
		指針12 安全安心を実現する設計の検証・評価を行う
保守	市場に出た後も守る設計を考える	指針13 自身がどのような状態かを把握し、記録する機能を設ける
		指針14 時間が経っても安全安心を維持する機能を設ける
運用	関係者と一緒に守る	指針15 出荷後もIoTリスクを把握し、情報発信する
		指針16 出荷後の関係事業者に守ってもらいたいことを伝える
		指針17 つながることによるリスクを一般利用者に知ってもらう

<https://www.ipa.go.jp/sec/reports/20160324.html>

# 5. 「つながる世界の開発指針」の検討 自動開閉付きガレージ サービス連携ガレージ

指針	自動開閉付きガレージの対策	サービス連携ガレージの対策
1.安全安心の基本方針策定	人との接触防止、通信傍受	サービス接続可否範囲明示
2.安全安心の体制・人材見直し	異常時対応・保守体制の構築	サービス維持・保守・緊急対応体制 明文化
3.内部不正やミスへの備え	セキュリティホールの意図的混入、設計ミス	個人情報漏洩、入力ミス
4.守るべきものを特定	ゲート衝突,ユーザ情報,リコン信号,利用履歴,パスワード他	旅行者情報,ガレージ情報,利用者車載設備情報,サービス管理情報
5.つながるリスク想定	情報盗難,マルウェア感染,なりすまし他	利用者機器からの感染,接続遅延他
6.つながりの波及リスク想定	故障情報の流出他	踏み台被害、サービス停止他
7.物理的なリスク認識	物理盗難回避・検知,誤動作検知	同左
8.個々・全体で守れる設計	通常・保守等接続別認証レベル設定	サービスアプリのセキュリティ検査
9.相手に迷惑をかけない	異常時の切り離し,復旧,緊急対応	遠隔監視,BCP対応
10.安全安心実現設計の整合性	セキュリティ脅威の安全ハザード化検知	
11.不特定相手の安全安心維持	-	端末,利用者の素性確認機能他
12.安全安心設計の検証・評価	国際規格対応(ISO15408等)	同左
13.自身の状態把握と記録	ログ機能,ログへの不正アクセス他	利用者端末情報を含むログ機能他
14.安全安心の維持機能	引越し,ガレージ更新時の情報管理	家主不在時利用への安全性確保
15.出荷後リスク把握と情報発信	マルウェア感染,盗難等事故時マニュアル化	サービス利用による責任範囲の明確化
16.関係事業者の遵守事項伝達	廃棄時の情報削除他	連携サービスへの情報開示や削除他
17.つながるリスクの利用者通知	パスワード管理,更新管理の通知	連携機器によるリスク,入手情報管理

# 5. 安全・安心「つながる世界の品質確保に向けた手引き」\*IPA指針

チェック内容		
検証・評価計画	1. 検証・評価の方針	IoT機器・システムとしての特徴や産業分野の規則など守らなければならない事項などの観点から検証・評価方針を策定していますか？
	2. 検証・評価の計画	つながる範囲を明確化して、リスクとコストを意識しながら、検証・評価計画を策定していますか？
	3. 検証・評価の記録	検証・評価の結果として残すべき記録(テストの実施環境、実施項目、テスト結果、実行ログなど)が明確になっていますか？
	4. 関係者間の合意	検証・評価計画書やテスト設計書、テストの合否判定の結果に対する合意方法や、トラブルシューティングに関する協力について、関係者間で決めていますか？
要件仕様レビュー	5. 機能や性能の妥当性確認	IoT特有の機能、性能、将来の拡張を考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？
	6. 利用者や利用環境の想定	利用者や利用環境を網羅的に考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？
	7. セーフティ、セキュリティ、信頼性に関する機能の妥当性確認	IoT機器の障害や劣化による影響、セキュリティ対策など、安全安心を考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？
	8. 長期利用のための保守・運用要件の妥当性確認	IoT機器・システムを長期的に安定して稼働させるための保守・運用を考慮して、要求仕様の妥当性をレビューしていますか？
テスト設計	9. 機器の接続数や性能を考慮したテスト設計	接続する機器の最大接続数やデータの最大量を考慮したテストや、性能テストを設計していますか？
	10. 機器の種類やシステム連携を考慮したテスト設計	メーカーやバージョンが異なる機器と接続するときの機能の互換性や、システム連携の情報の互換性を考慮したテストを設計していますか？
	11. 様々な利用状況を考慮したテスト設計	利用者の特性・スキル、利用場所、利用シーンなどを想定したテストを設計していますか？
	12. トラブル発生を考慮したテスト設計	機器の故障やシステム障害の発生を想定したテストを設計していますか？
	13. セーフティとセキュリティを考慮したテスト設計	つながることによるセキュリティの脅威やそれがセーフティに及ぼす影響を考慮したテストを設計していますか？
	14. 長期安定稼働の維持を考慮したテスト設計	障害解析に必要なログの収集や転送を行う機能、アップデートに関する機能(セキュアな転送、失敗時の回復、負荷・性能など)のテストを設計していますか？

## チェック内容

テスト実施	15.テスト環境の構築	テスト設計で抽出したテストを確実に実施するために必要なテスト環境は準備できていますか？
	16.効率的なテスト方法の検討	テスト設計で抽出したテストを効率化するための手段を検討していますか？
	17.テストの効率的な実施	テストの実行順序や組み合わせを考慮してテストをしていますか？
	18.判定理由を含めた記録	合否判断の根拠となるエビデンスを残し、テスト実施結果を開発チームと確認していますか？
	19.実装したIoT機能の総合評価	IoTの機能が当初の目的や目標を満足しているか総合評価し、評価結果を関係者と合意していますか？
運用計画	20.運用の計画	運用中に起こり得るシステムの機能や性能を劣化させる事項を予測し、それらの発生を把握するような監視方法と発生時の対応プロセスを決めていますか？
	21.運用品質の評価	機能や性能が利用者の視点で目標を達成できているか評価し、評価結果を関係者と共有し、開発にフィードバックするプロセスを決めていますか？
運用実施	22.利用環境の変化と技術情報の把握	リリース後の利用環境の変化や最新の技術情報を把握し、対応していますか？
	23.利用者の安全安心に関わる機能の維持	利用者が利用する機能と安全安心に関する機能が正常に維持できていることを、確認していますか？
	24.ソフトウェア更新	ソフトウェアの更新時は、接続先システムに影響を与えないことを確認していますか？

## 5. 「つながる世界の品質確保」の検討 1/2

	チェック内容	状況	判断根拠
検証・評価計画	1.検証・評価の方針	対策済	セーフティ基本方針、セキュリティ基本方針をIEC61508、IEC62443を参考に作成。
	2.検証・評価の計画	対策済	開発指針4から指針7でつながる範囲を特定。リスク分析として、 <u>資産ベースのリスク分析と被害が大きいものに対しては事業被害ベースのリスク分析を計画する。</u>
	3.検証・評価の記録	対策済	従来の開発プロセスで定義している。
	4.関係者間の合意	対策済	責任分担(ベンダ、ユーザ)の明確化は行っていたが、貸出事業者との責任分担を検討できていなかったため追加検討。
要件仕様レビュー	5.機能や性能の妥当性確認	対策済	ガレージ利用者数の拡張を考慮した。安全性を考慮してゲート開閉速度を検討。
	6.利用者や利用環境の想定 の妥当性確認	対策済	天災、盗難、設置場所を考慮した網羅的な観点で要求をチェックした。
	7.Safety, Security, 信頼性に関する機能の妥当性確認	一部対策済	ゲートの劣化、一部破損を考慮していなかった。
	8.長期利用のための保守・運用要件の妥当性確認	対策済	保守を含めてレビューを実施した。
テスト設計	9.機器の接続数や性能を考慮したテスト設計	未着手	テスト設計は、これから検討する。検討時にアーキテクチャ分析モデル／アーキテクチャ設計モデルを使用する。
	10.機器の種類やシステム連携を考慮したテスト設計	未着手	//
	11.様々な利用状況を考慮したテスト設計	未着手	//

## 5. 「つながる世界の品質確保」の検討 2/2

	チェック内容	状況	判断根拠
テスト設計	12.トラブル発生を考慮したテスト設計	未着手	テスト設計は、これから検討する。検討時にアーキテクチャ分析モデル／アーキテクチャ設計モデルを使用する。
	13.セーフティとセキュリティを考慮したテスト設計	未着手	〃
	14.長期安定稼働の維持を考慮したテスト設計	未着手	〃
テスト実施	15.テスト環境の構築	未着手	テスト環境の準備は課題であり、今後検討する。検討時には、SILsやHILsなどをコストを含めて考慮する。
	16.効率的なテスト方法の検討	未着手	テスト設計は今後検討するので、それに対応した自動テストツールなどを検討する。
	17.テストの効率的な実施	未着手	〃
	18.判定理由を含めた記録	対策済	〃
	19.実装したIoT機能の総合評価	対策済	〃
運用計画	20.運用の計画	対策済	故障診断や劣化診断を検討した。
	21.運用品質の評価	未着手	保守会社などと連携し、フィードバックを得られるように役割分担を見直す。
運用実施	22.利用環境の変化と技術情報の把握	対策済	最新技術情報の把握は実施した。その上で実現方式を検討した。
	23.利用者の安全安心に関わる機能の維持	対策済	故障診断や劣化診断を要求として検討した。
	24.ソフトウェア更新	対策済	検討した。

# 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

# 全員参加型110人ワークショップTips

## □ みんなで議論！ 新たなスマートガレージのサービス連携事例

- 電気自動車の充電サービスとつなげる
- 防犯機能としてセキュリティー会社と連携する(留守中の貸し出しに)
- パーキングアシスト機能とつなげる
- 駐車したい人とのマッチングサービスとつなげる
- (駐車場で)リアルな車を使ったゲームが体験できる
- 車の検診サービスとつなげる

## □ みんなの疑問！

- セキュリティのモデリング上の表現はどうすればいいの？
  - オーナー不在時に充電をどのようにセキュアに提供するか？
  - 悪意を持った人がどう入り込むかをステレオタイプで表現できるかも
  - IoTの実世界でセキュリティモデルを考えると良いのでは？

## □ みんなの理解！

- JEITA分類モデルが役立った！
- 最初は分かりにくかったがモノづくりの視点を理解したら(IoT開発が)理解できた！
- バックボーンが違ふと考えることが異なることが分かった(良い意味で)！



## 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

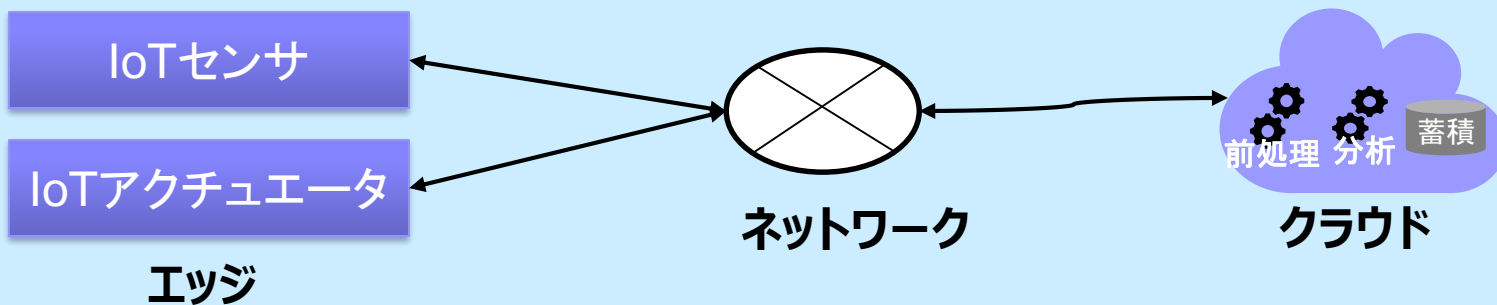
コスト性能よりデータ処理

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**

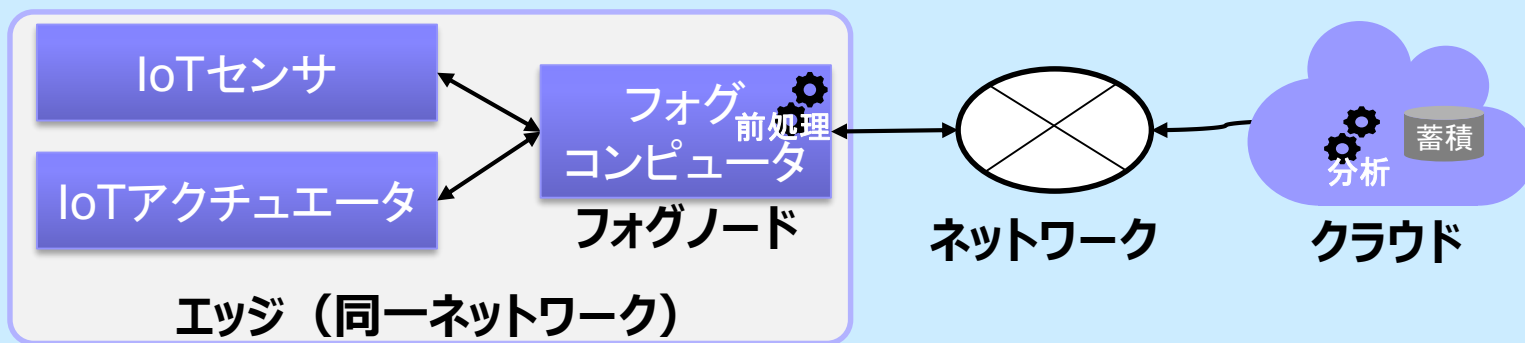
# IoTアーキテクチャの変遷(データ処理)

IoT初期



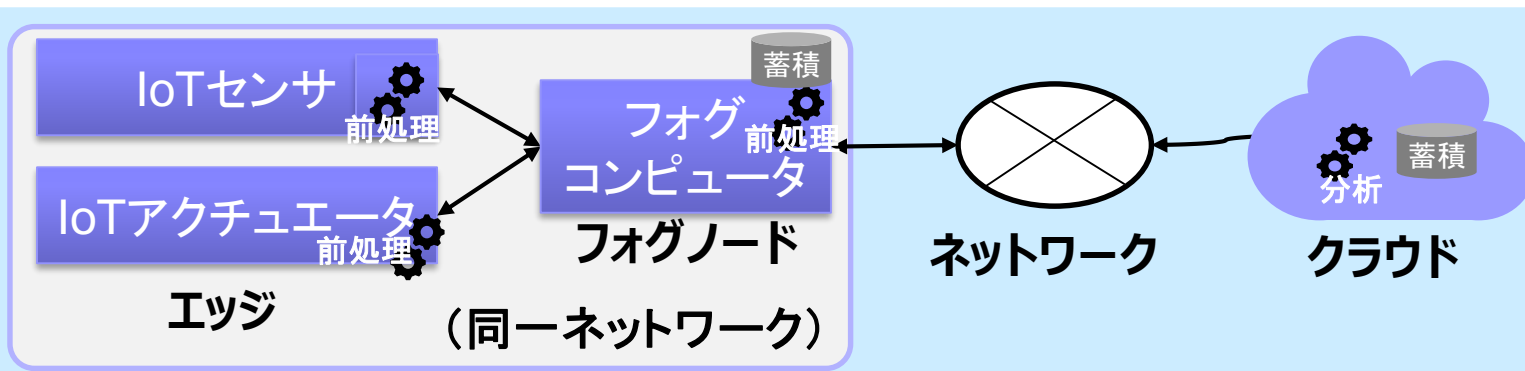
規模データ  
量の増大

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

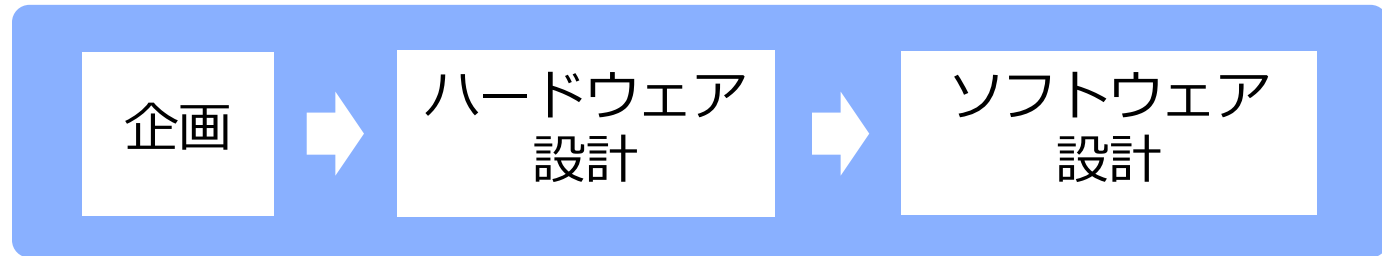
DevOps: 要求の変更に対応

SPLE: 後で発生する変動点对応

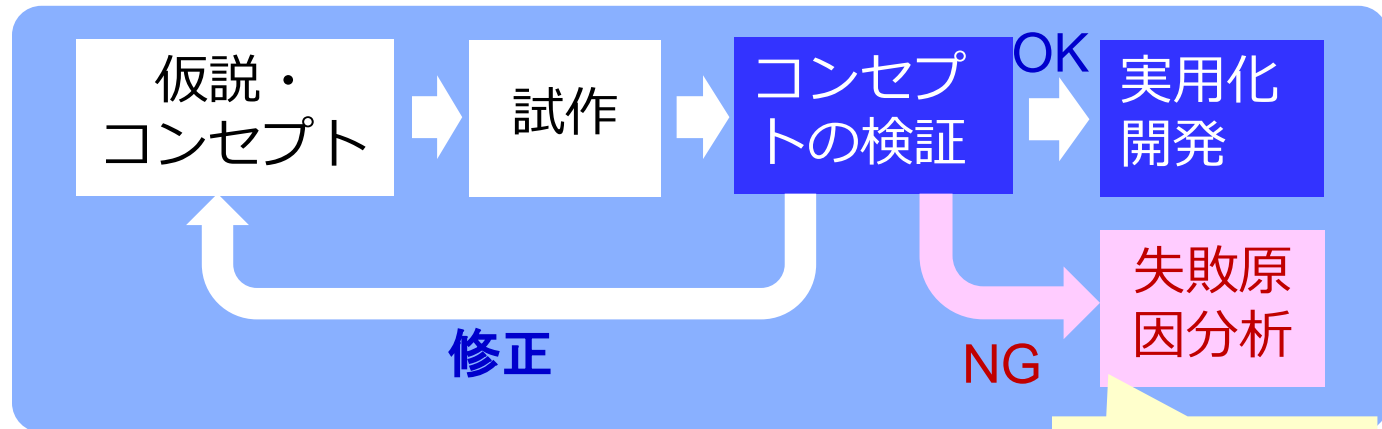
**幅広いニーズへの対応速度**  
**迅速保守・遠隔保守**  
**自律復旧機能**  
**想定外運用への対応**

# 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



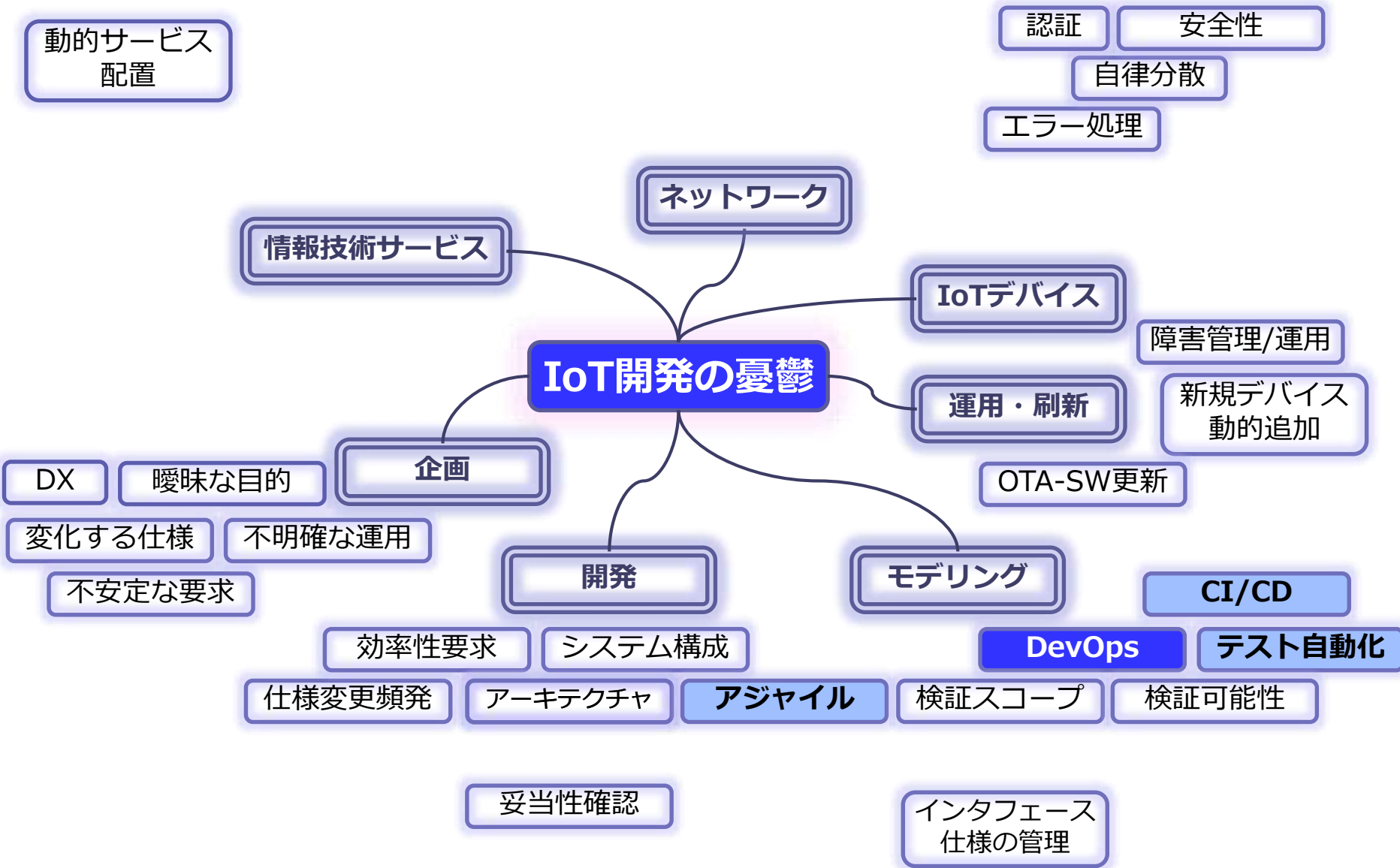
「やりっぱなし」はダメ

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



## 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

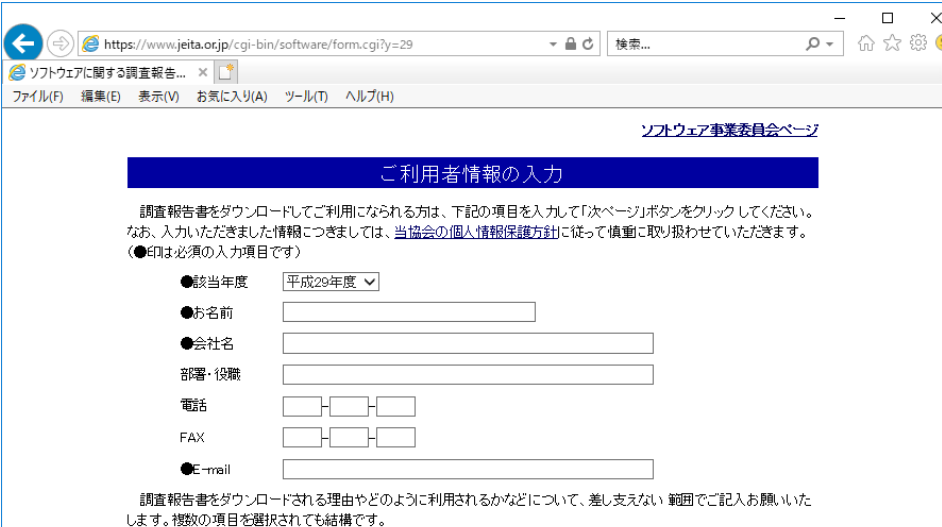
### ■ 平成30年度

<https://www.jeita.or.jp/cgi-bin/public/detail.cgi?id=745&cateid=6>

### ■ 平成19年度～平成29年度

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

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。



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.jeita.or.jp/cgi-bin/software/form.cgi?y=29>. The page title is "ソフトウェア事業委員会ページ" (Software Business Committee Page). The main heading is "ご利用者情報の入力" (Input of User Information). Below this, there is a paragraph of instructions: "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)" (If you want to download the survey report and use it, please input the following items and click the "Next Page" button. Note: The information you have entered will be handled carefully according to our personal information protection policy. (Items with a ● are required input items)). The form contains several fields: "●該年度" (Selected year) with a dropdown menu set to "平成29年度"; "●お名前" (Name); "●会社名" (Company name); "部署・役職" (Department/Position); "電話" (Phone number) with three input boxes; "FAX" with two input boxes; and "●E-mail" (Email). At the bottom, there is a note: "調査報告書をダウンロードされる理由やどのように利用されるかなどについて、差し支えない範囲でご記入お願いいたします。複数の項目を選択されても結構です。" (Please enter details about the reason for downloading the survey report and how you will use it, within the scope of no inconvenience. It is fine to select multiple items).

## ● 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



# 付録: JEITA活動報告の参考文献 ・ CEATEC

1. CEATEC JAPAN 2007 インダストリアルシステムトラック講演(2007年10月2日)  
<http://home.jeita.or.jp/is/committee/software/071002/>
2. CEATEC JAPAN 2008 インダストリアルシステムトラック講演(2008年10月2日)  
<http://home.jeita.or.jp/is/committee/software/081002/>
3. CEATEC JAPAN 2009 インダストリアルシステムトラック講演(2009年10月9日)  
<http://home.jeita.or.jp/is/committee/software/091009/>
4. CEATEC JAPAN 2010 インダストリアルシステムトラック講演(2010年10月8日)  
<http://home.jeita.or.jp/is/committee/software/101008/>
5. CEATEC JAPAN 2011 インダストリアルシステムトラック講演(2011年10月6日)  
<http://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=249&ca=1>
6. CEATEC JAPAN 2012 インダストリアルシステムトラック講演(2012年10月3日)  
<http://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=493&ca=1>
7. CEATEC JAPAN 2013 インダストリアルシステムトラック講演(2013年10月2日)  
[http://home.jeita.or.jp/page\\_file/20141218145227\\_H96y5R3lfq.pdf](http://home.jeita.or.jp/page_file/20141218145227_H96y5R3lfq.pdf)
8. CEATEC JAPAN 2014 インダストリアルシステムトラック講演(2014年10月8日)  
[http://home.jeita.or.jp/upload\\_file/20141224152959\\_rRZYhCLBDW.pdf](http://home.jeita.or.jp/upload_file/20141224152959_rRZYhCLBDW.pdf)
9. CEATEC JAPAN 2015 インダストリアルシステムトラック講演(2015年10月8日)
10. CEATEC JAPAN 2016 インダストリアルシステムトラック講演(2016年10月6日)
11. CEATEC JAPAN 2017 インダストリアルシステムトラック講演(2017年10月6日)
12. CEATEC JAPAN 2018 インダストリアルシステムトラック講演(2018年10月19日)