

2016年度(平成28年度)
組込みソフトウェア産業の動向把握等に関する調査

まとめ

2017年5月2日

独立行政法人 情報処理推進機構(IPA)

技術本部 ソフトウェア高信頼化センター(SEC)

目次

1. 全体概要	2
2. アンケート調査	3
3. ヒアリング調査	14
4. まとめ	27

1. 全体概要

目的

わが国の製造業などの企業の国際競争力向上や、わが国が抱える多くの課題に対するソリューション創出のため、IoT、ビッグデータ、AIの活用が期待されている。これを支える組込みシステムが健全に育成され、高機能な製品・サービスが提供される環境を確保することが重要な課題となっている。

本調査は、組込みソフトウェア産業の実態についてアンケートおよびヒアリング調査により動向を把握するとともに、取組むべき施策立案検討を行うことを目的とする。

(1) アンケート調査

組込みソフトウェア産業における開発の品質・開発技術・人材育成状況等についてマクロな傾向性を把握するため、アンケート調査を実施する。

(2) ヒアリング調査

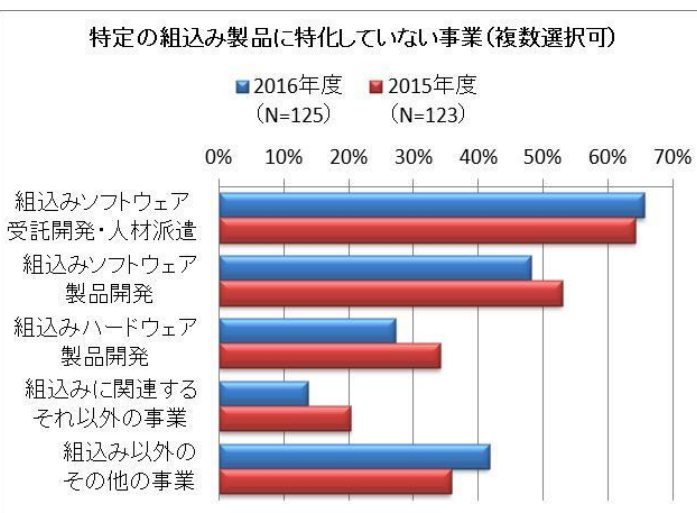
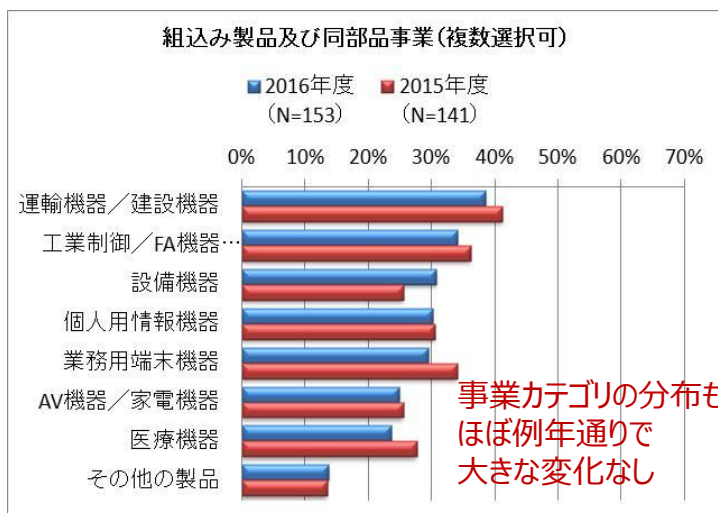
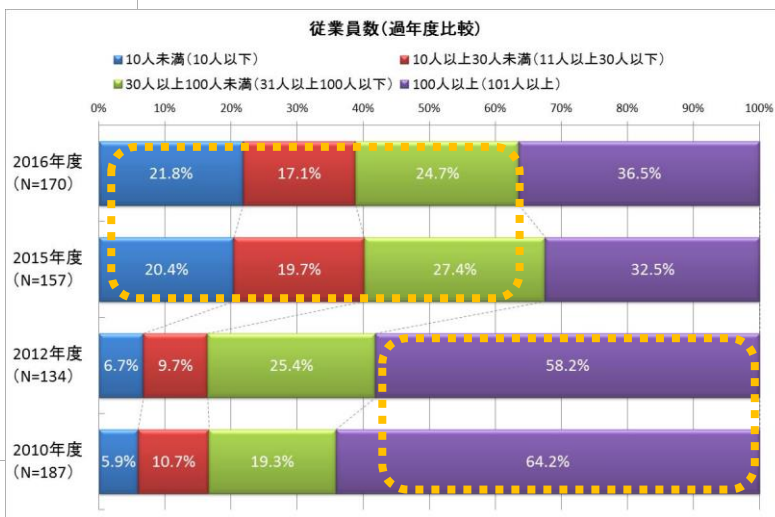
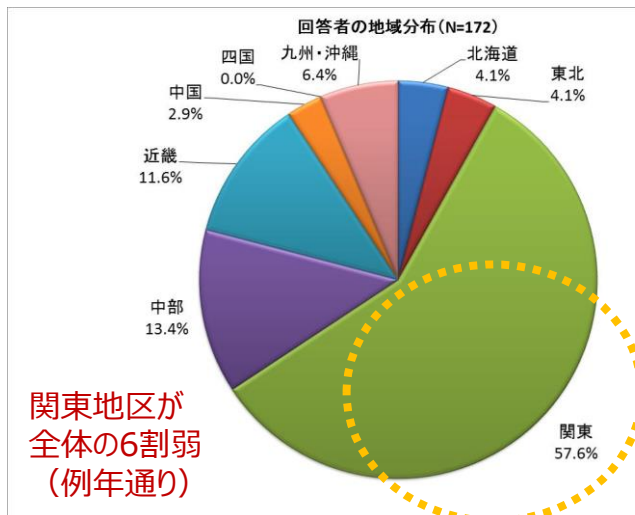
組込みソフトウェア産業について、課題、先進的な取組み、解決策等について、踏込んだ検討を行うため、ヒアリング調査を実施する。

(3) 統合分析及び施策立案検討

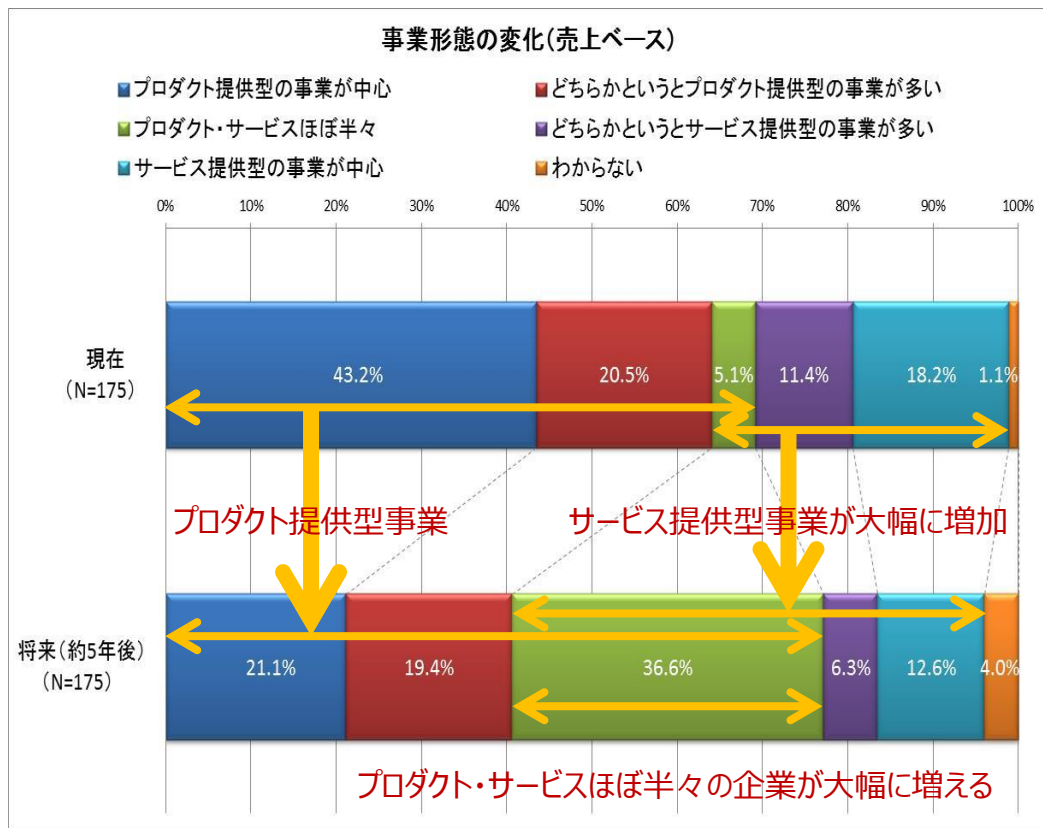
(1) アンケート調査、(2) ヒアリング調査結果をもとに統合的に分析し、今後の組込みソフトウェアに関する施策立案に向けた提言をまとめる。

2. アンケート調査 (1) 回答者のプロフィール

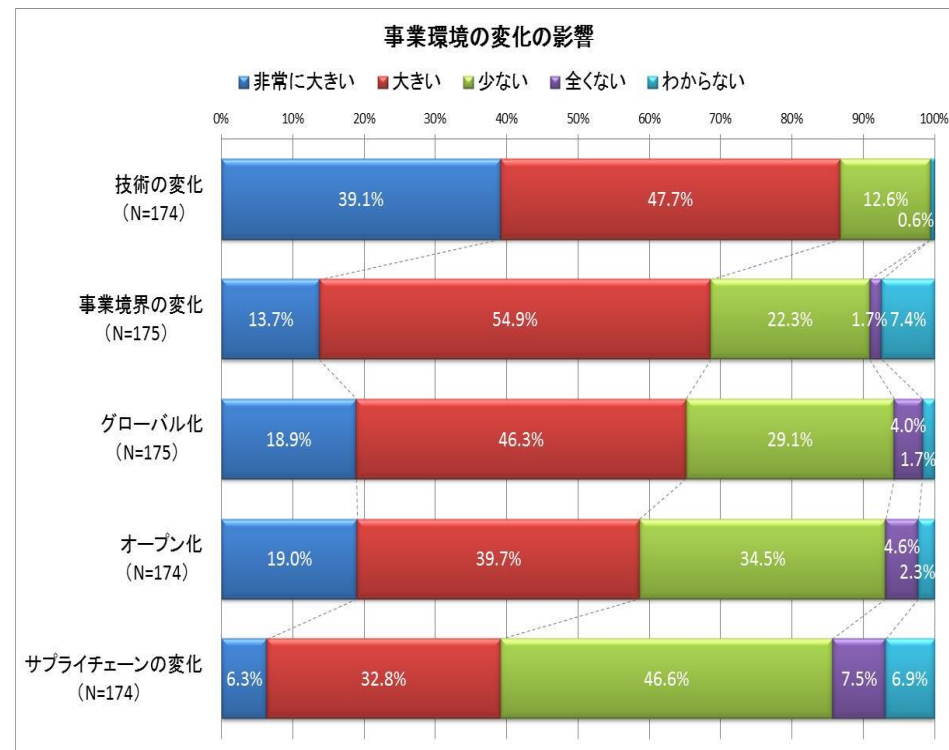
配布数：約2,000
 回答回収数：182件
 (紙 122件/電子 60件)
 集計母数：177件
 (紙 117件/電子 60件)



2. アンケート調査 (2) 事業形態/環境の変化



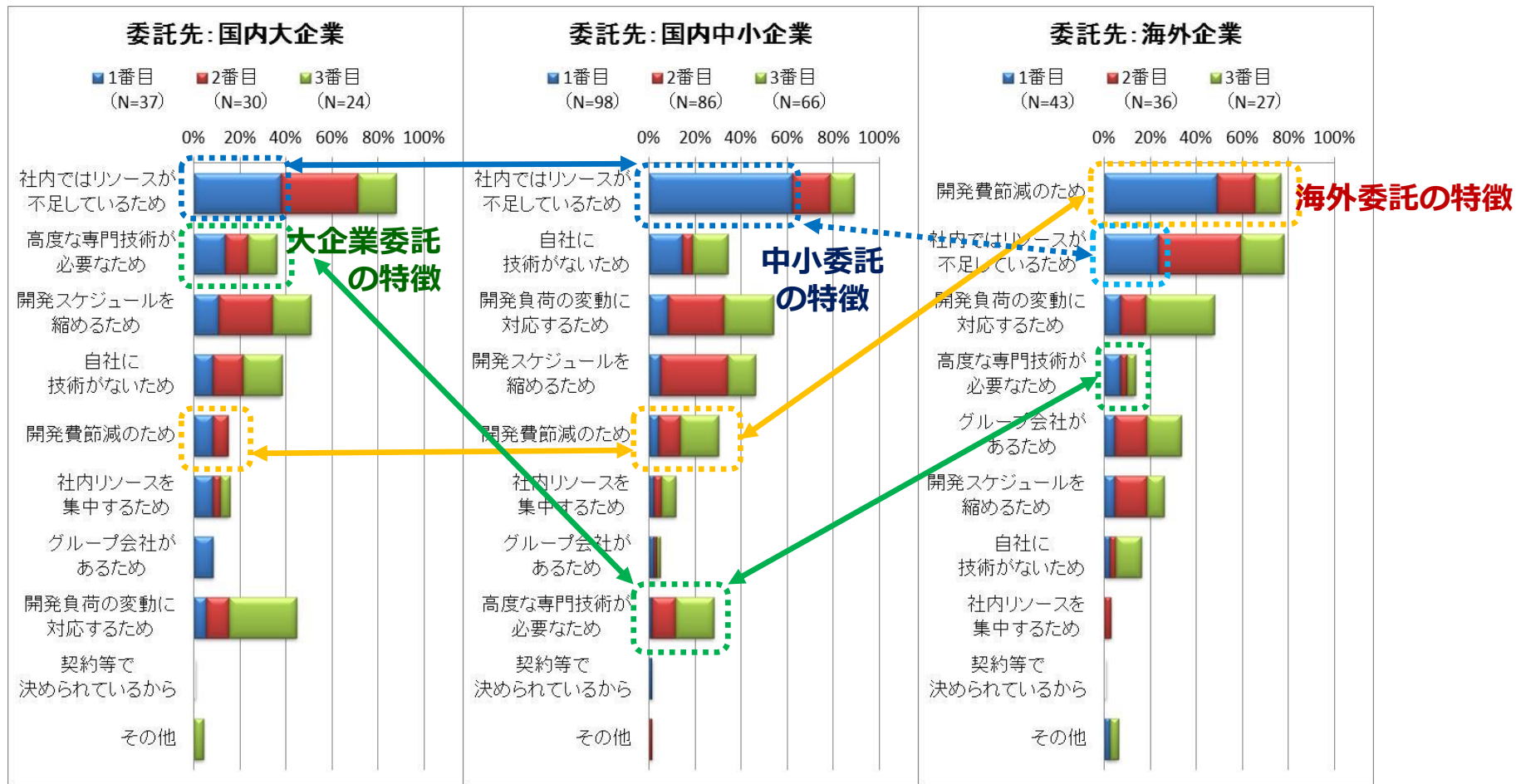
上流工程強化や新たなアイディア、
ビジネスモデルへの挑戦が重要となる



「技術の変化」の影響が大きい

最新技術(AI等)の取り込みが重要となる

2. アンケート調査 (3) 外部委託の理由



主な委託理由は「社内リソース不足」、海外企業への委託は加えて「開発費節減」が理由

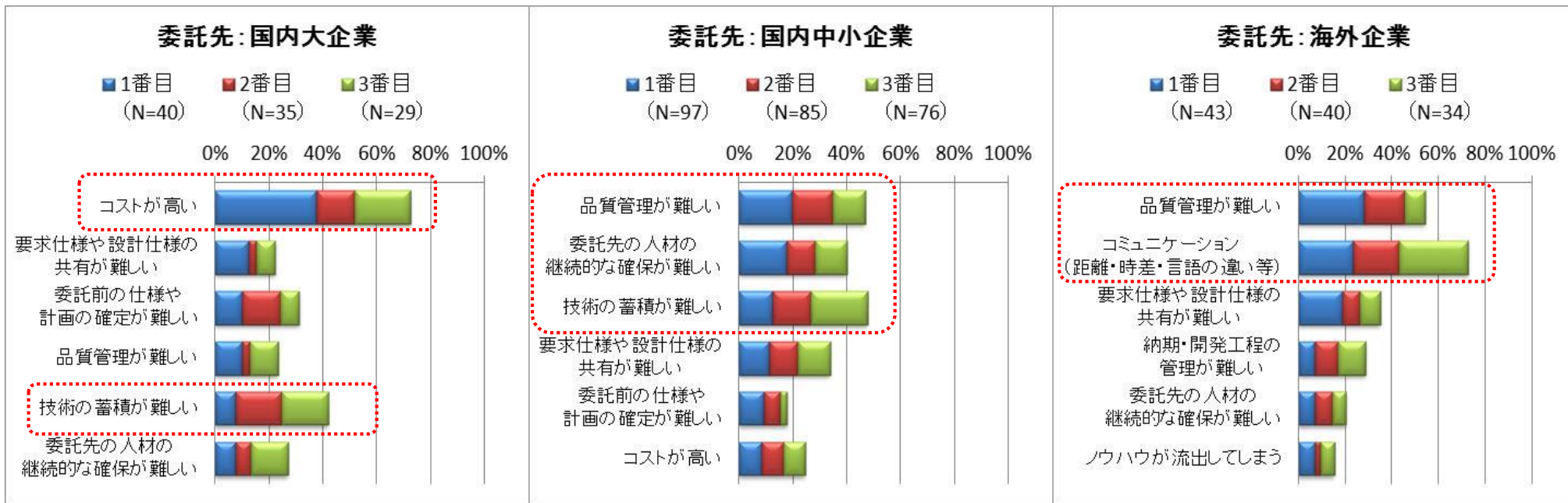


技術者のスキルの明確化と人材確保が必要

2. アンケート調査（4）外部委託の課題

※回答数上位の項目のみ抜粋

回答数上位（40%）を見ると課題の特徴が見える。



国内大企業への委託は「コスト」、国内中小企業は「品質管理」、
海外企業は「品質管理」と「コミュニケーション」に課題あり

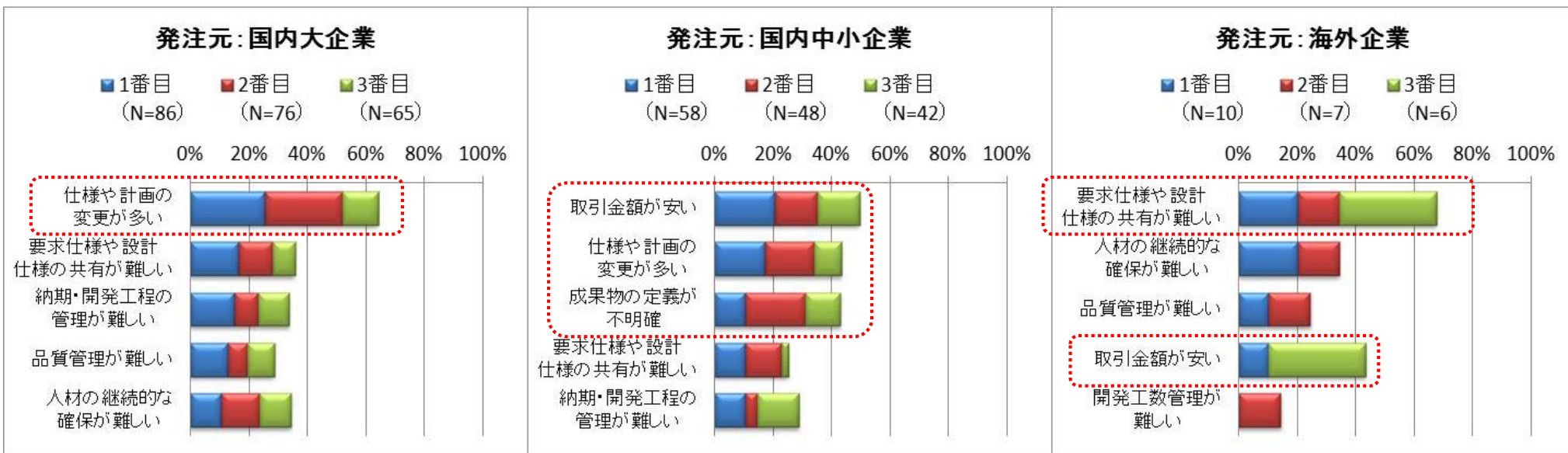


「品質管理」に対しては人材育成とツール開発・活用などの環境・技術の整備、
「コスト」に対しては高収益を見込める事業への移行

2. アンケート調査 (5) 受託の課題

※回答数上位の項目のみ抜粋

回答数上位 (40%) を見ると課題の特徴が見える。



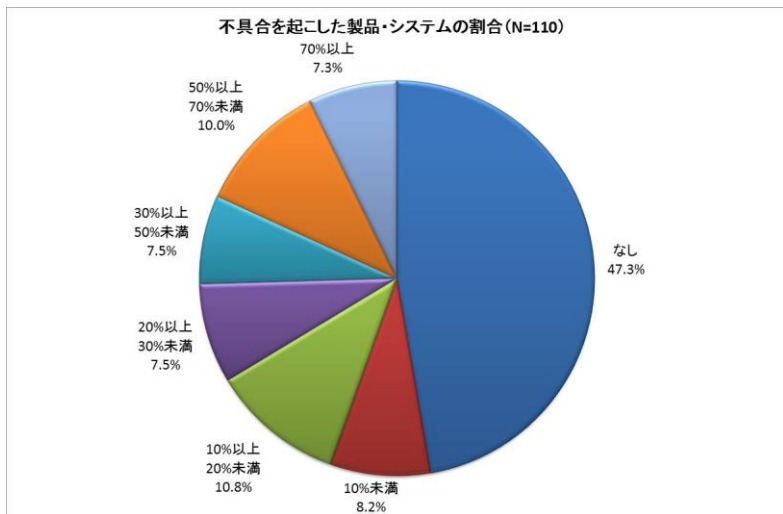
国内企業からの発注は「仕様や計画の変更が多い」、
海外企業は「要求仕様や設計仕様の共有が難しい」



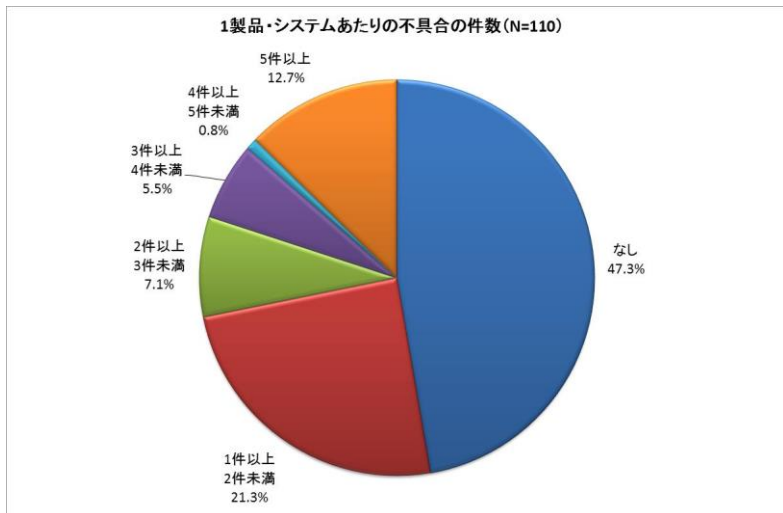
受発注両サイドの相互理解も含めた上流工程の強化が必要

2. アンケート調査 (6) 品質 (不具合関連)

※2010年度はデータ分類が異なる、2012年度は調査項目なし



※「不具合を起こした製品・システム数」を「扱った製品・システム数」で割った値



※「不具合の総件数」を「不具合を起こした製品・システム数」で割った値

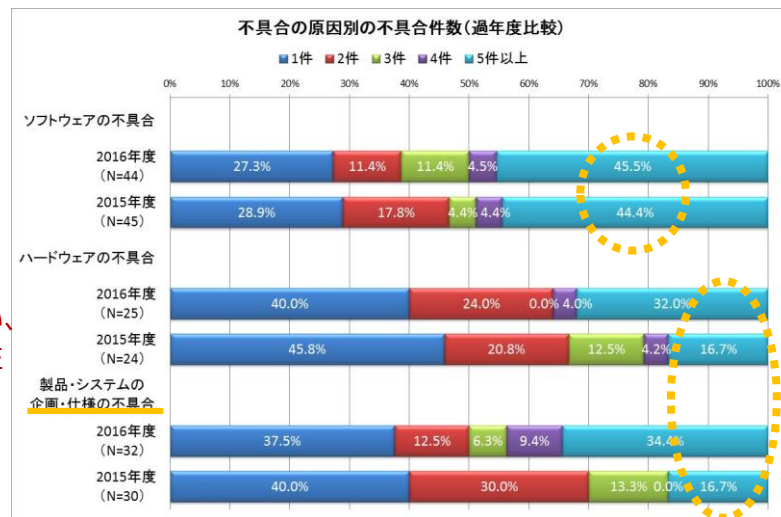
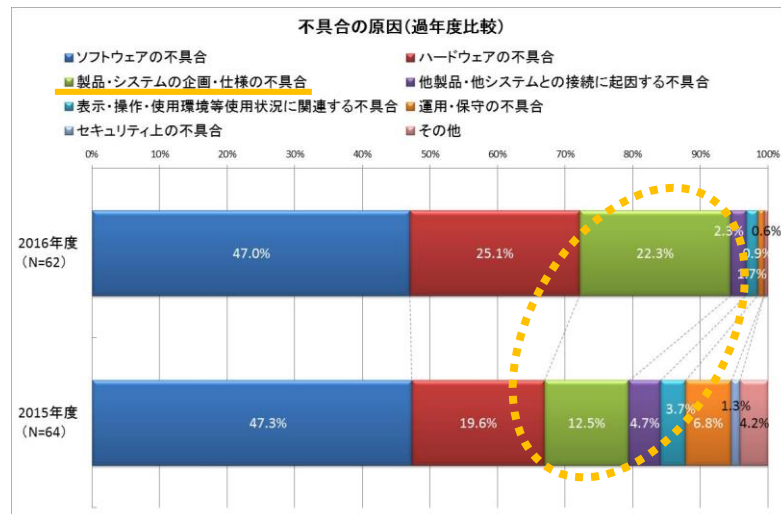
不具合の割合・件数とも傾向には大きな変化なし (不具合なしが微増傾向)

不具合の原因でみると「ソフトウェアの不具合」は横ばい、「企画・仕様の不具合」と「ハードウェアの不具合」とが増加傾向

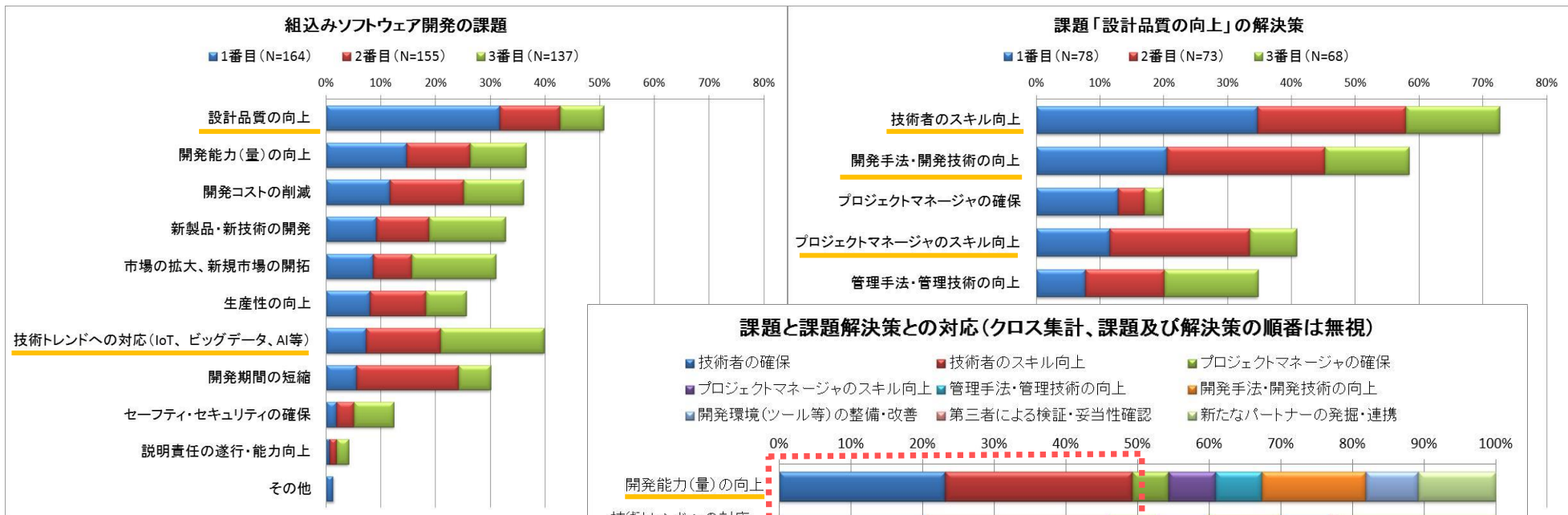
不具合原因の上位3つについての不具合件数は「ソフトウェアの不具合」は相変わらず件数が多い状況「企画・仕様の不具合」と「ハードウェアの不具合」とが「5件以上」が倍増している

ここ2年ではマクロには横ばい、ミクロにはやや悪化の可能性 (継続的な確認が必要)

→上流工程の強化が必要



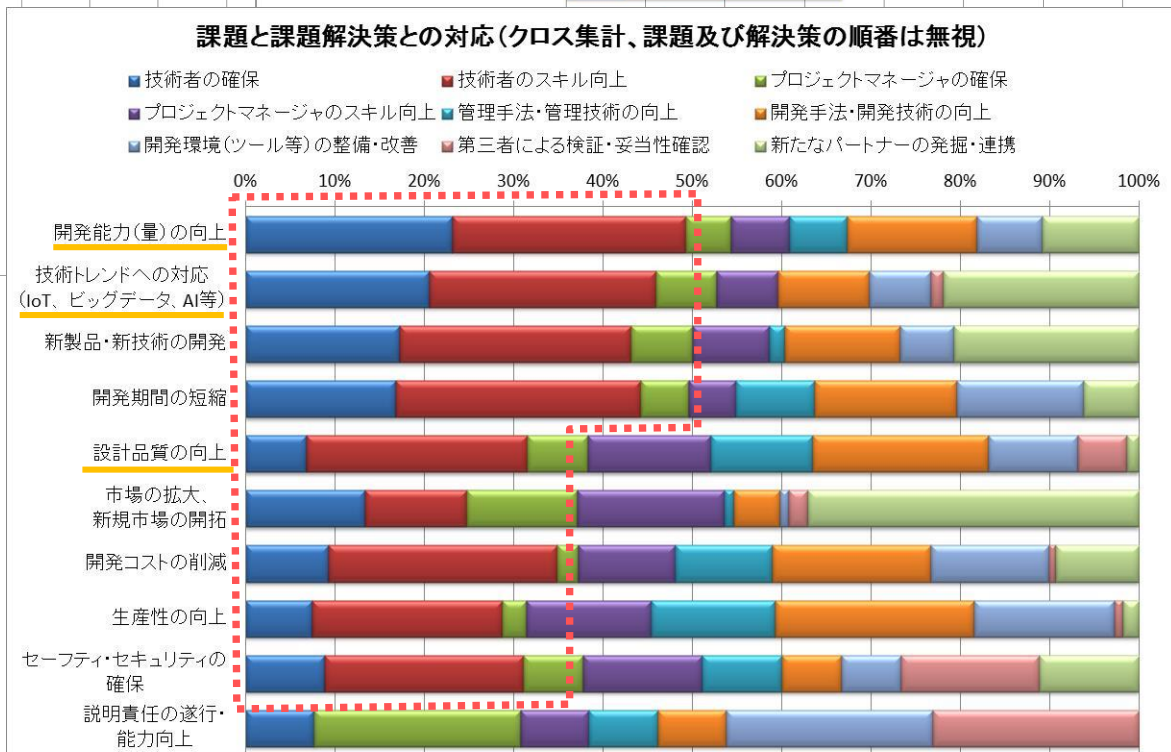
2. アンケート調査 (7) 組込みソフトウェア開発の課題と解決策



「設計品質の向上」と「技術トレンドへの対応」が課題意識の筆頭。解決策は「技術者のスキル向上」を重要視する傾向（過年度も同様）

課題と解決策の対応関係で見ると「技術者（の確保・スキル向上）」が目立つ。これに、「プロマネ（の確保・スキル向上）」を加えると各課題に対する解決策として4～6割を占める結果となり、人材に関する解決策が重視されていることがわかる。管理技術・開発技術に関する策はそれらに続いて重要視

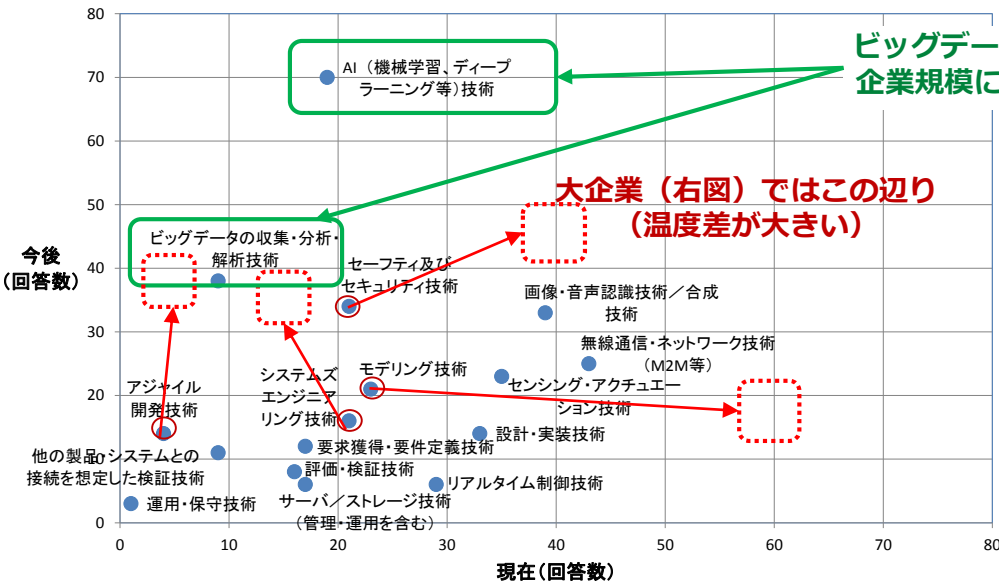
→スキルの明確化と人材確保が必要



開発技術の高度化

2. アンケート調査 (8) / つながる状況下でのビジネス上の課題

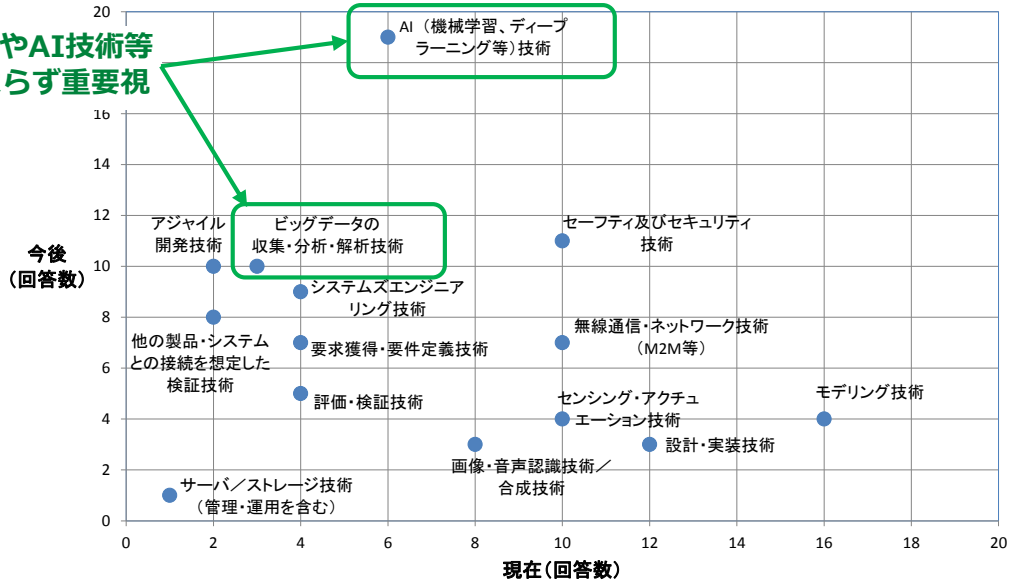
現時点で重要な技術、今後強化／新たに獲得したい技術
(従業員数100人未満)



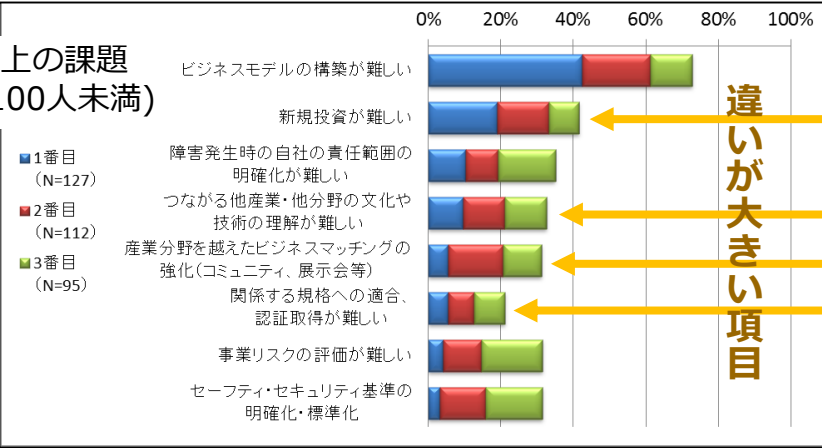
ビッグデータやAI技術等
企業規模によらず重要視

大企業(右図)ではこの辺り
(温度差が大きい)

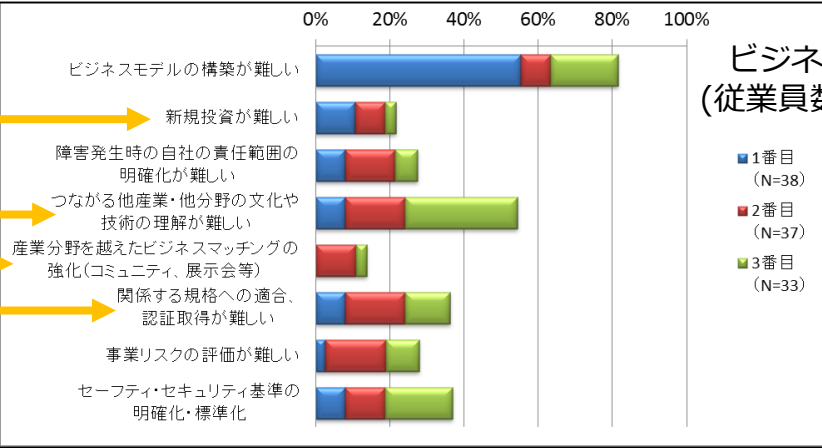
現時点で重要な技術、今後強化／新たに獲得したい技術
(従業員数100人以上)



ビジネス上の課題
(従業員数100人未満)

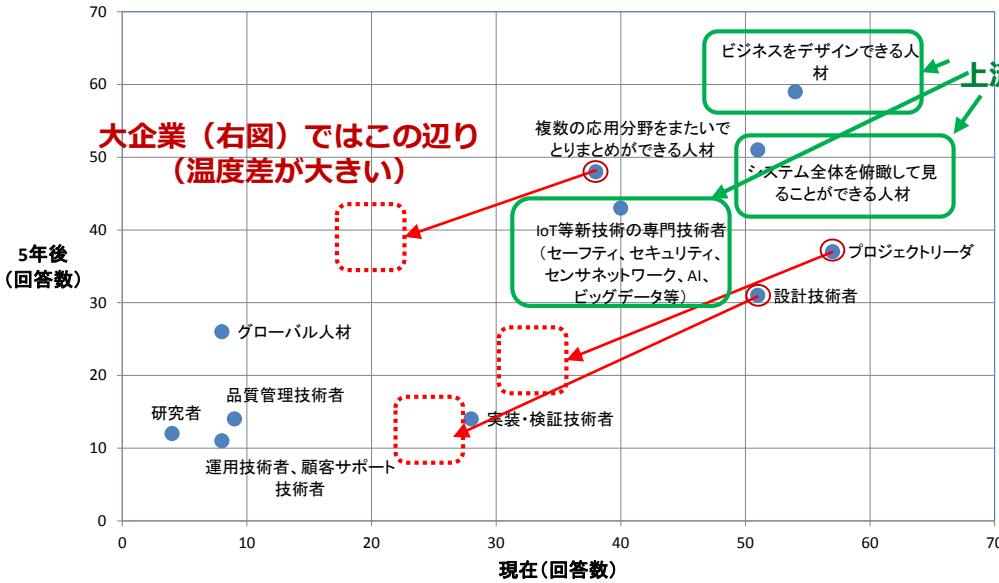


ビジネス上の課題
(従業員数100人以上)

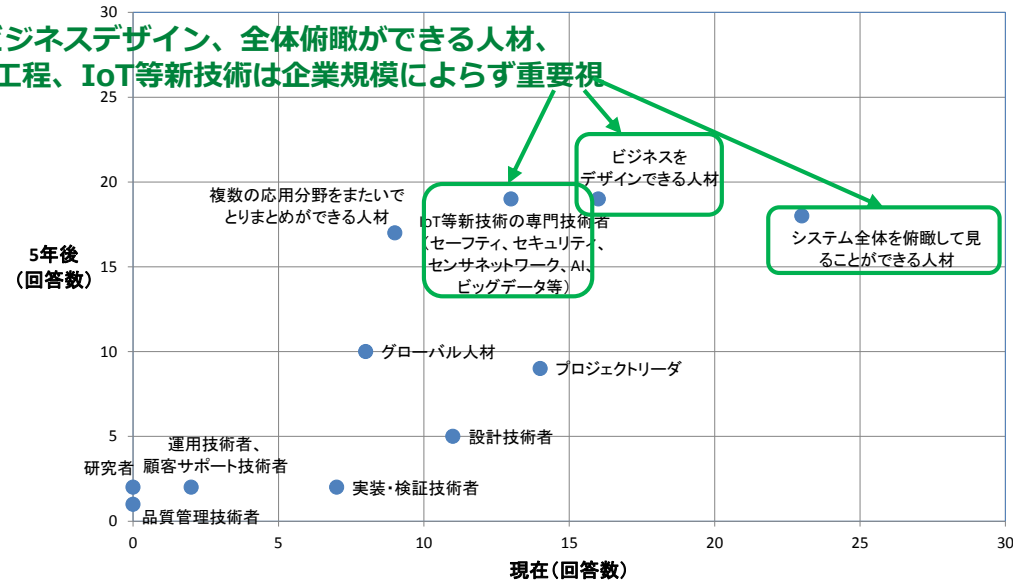


2. アンケート調査 (9) / 不足している人材・不足する人材

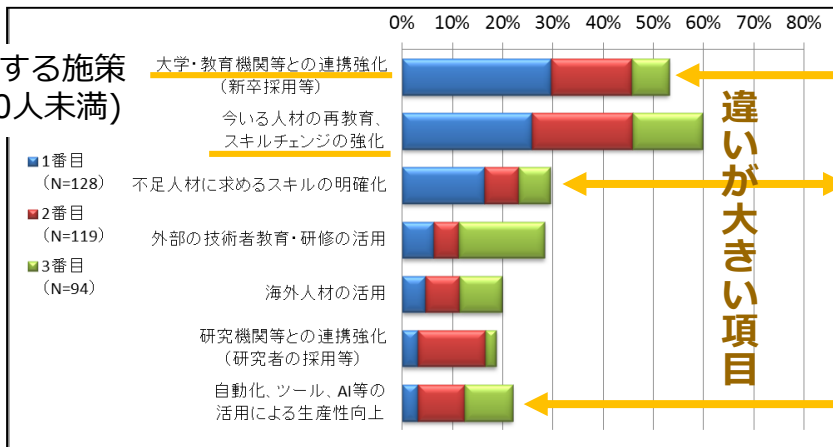
現在不足している人材、5年後に不足が予想される人材
(従業員数100人未満)



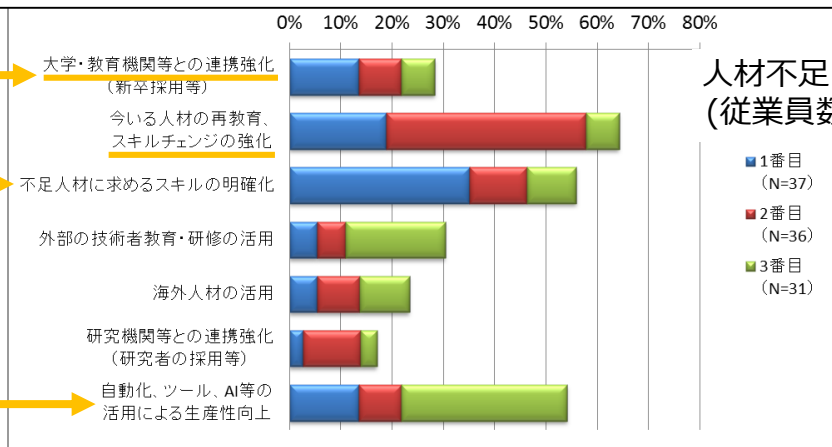
現在不足している人材、5年後に不足が予想される人材
(従業員数100人以上)



人材不足に対する施策
(従業員数100人未満)

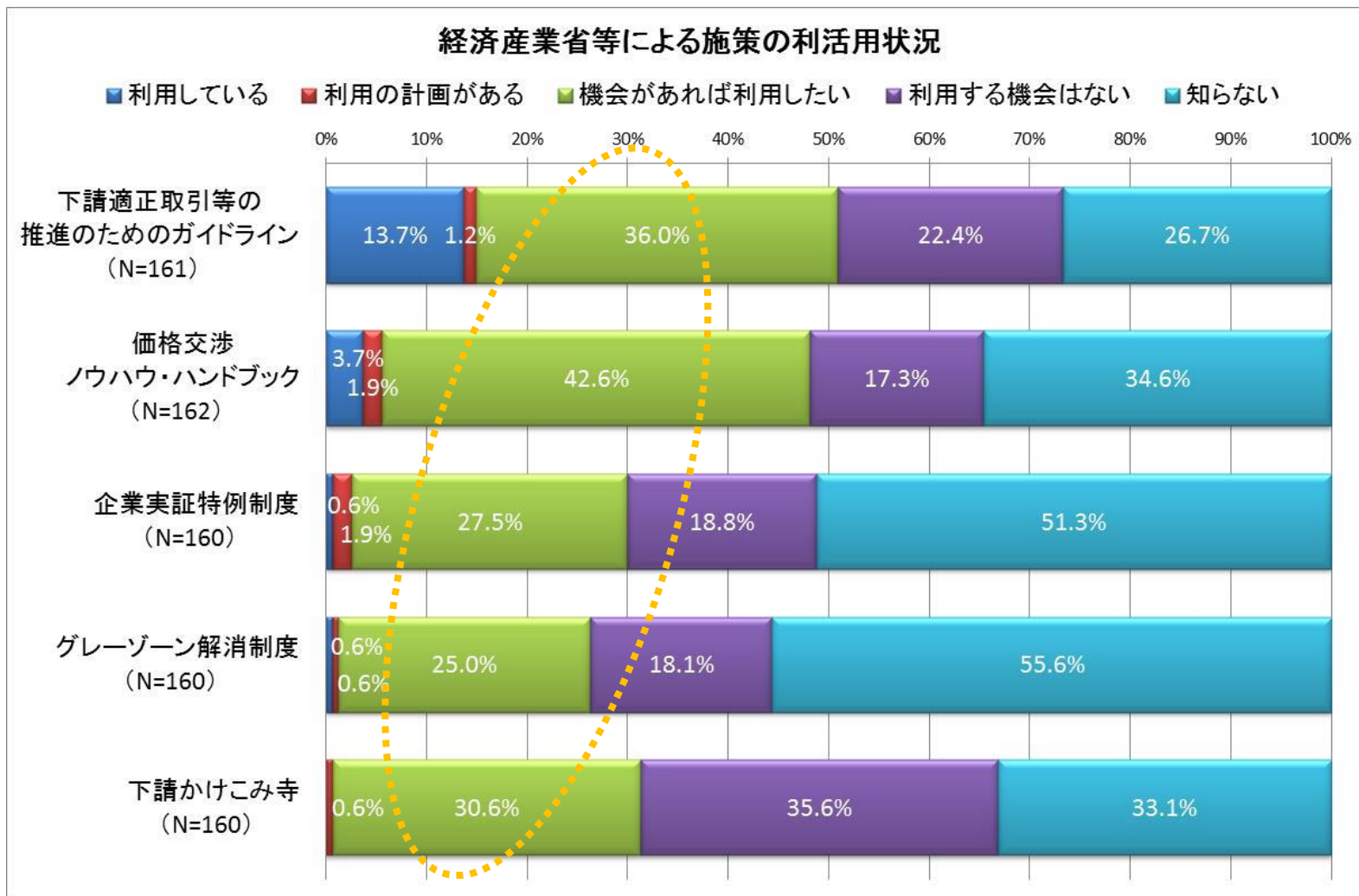


人材不足に対する施策
(従業員数100人以上)



→特に中小企業において、大学／教育機関等との連携強化、スキルチェンジを重要視

2. アンケート調査（10）経済産業省等による施策の利活用状況



ビジネス支援施策を知っている回答者の中では機会があれば利用したいと考えている割合が多い

2. アンケート調査 分析まとめ

本アンケート調査により抽出した産業動向や課題に見る今後の施策の方向性

技術領域	人材領域	産業領域
<p><As-Is></p> <ul style="list-style-type: none"> ● IoT、ビッグデータ、AI等の技術トレンドへの対応 ● 無線通信・ネットワーク技術（M2M等）、画像・音声認識技術／合成技術、センシング・アクチュエーション技術等IoTに関連した技術要素の高度化 ● 組み込みシステムの基盤となる設計・実装技術、モデリング技術（制御、システム、ユーザ、データ等）、リアルタイム制御技術等の開発技術の高度化 	<p><As-Is></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「設計品質の向上」と「技術トレンドへの対応」のためのスキル向上 ● ビジネスのデザインやシステム全体を俯瞰できる人材、IoT技術等の専門技術者 ● 中小企業における設計技術者、プロジェクトマネージャの確保 ● 新卒確保及び既存人材のスキルチェンジによる対応 	<p><As-Is></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 新製品・新技術の開発、市場拡大・新規市場の開拓、新規投資が難しい ● 事業環境の変化に伴い売上増加は期待できる一方、それに伴う利益の増加は必ずしも期待できない ● 委託・受託の課題の改善（下請取引の適正化）及びガイドライン等の利活用が進まない
<p><To-Be></p> <ul style="list-style-type: none"> ● AI技術、ビッグデータ技術の組み込みシステムへの活用 ● システムズエンジニアリング技術、アジャイル開発技術の獲得・適用 ● セーフティ及びセキュリティ技術の高度化（IoT対応等） ● 他の製品・システムとの接続を想定した検証技術の高度化 	<p><To-Be></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「設計品質の向上」と「技術トレンドへの対応」のためのスキル向上 ● ビジネスのデザインやシステム全体を俯瞰できる人材、IoT技術等の専門技術者 ● 複数野をまたいでとりまとめができる人材 ● 新卒確保及び既存人材のスキルチェンジによる対応（上と同じ） 	<p><To-Be></p> <p>つながる状況下でのビジネス上の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ビジネスモデルの構築が難しい ● つながる他産業・他分野の文化や技術の理解が難しい ● 障害発生時の自社の責任範囲の明確化が難しい

3. ヒアリング調査 対象一覧

3.1 目的

先進企業、大手企業など比較的技術開発や人材育成の充実した組織を対象に、先の見通しや考え方について踏込んだ調査を実施

ヒアリング調査一覧

ヒアリング対象	産業分野	ポジション	主なヒアリング観点
A社	自動車	サプライヤー	自動車のセキュリティ、セーフティを中心とした技術動向と課題
B社	通信、自動車、業務系	受託開発	受託ソフト会社大手としての人材育成、技術力向上、競争戦略と課題
C社	組込み全般・自動車	ツールベンダー	自動車分野を中心とした技術戦略、技術開発テーマ、ツール環境の課題
D社	産業制御機器	製品メーカー	プロセスオートメーション系のセキュリティ、IoT活用などの技術動向と課題
E社	組込み全般	受託開発	アジャイル開発方法論、開発マネジメントの動向と品質の課題
F社	自動車、医療機器	受託開発	自動車、医療機器など組込み分野における先進技術、人材育成に関する課題
G社	組込み全般	サプライヤー	半導体を中核製品とした産業機器、自動車、医療機器等のソフト戦略と課題
H社	組込み全般、半導体	サプライヤー	設計検証技術の動向、人材育成、期待される人材像と関連する課題
I社	通信	製品メーカー	IoTに重点を置く競争戦略、仮想化技術の動向と課題
J社	組込み全般	サプライヤー	医療機器、健康機器を活用したサービス展開と課題
K社	組込み全般、計測機器	人材育成	組込み企業の教育の現状、現場における育成可能性や課題
L社	組込み全般/IT	設計コンサル	IoT時代におけるモノと人のインタフェース、UXの戦略と課題
M社	自動車、医療機器	受託開発・ツール	モデルベース開発、フロントローディングの技術トレンドと課題
N社	組込み全般	受託開発	組込み系全般を俯瞰した課題や機器搭載型ディープラーニング等の技術動向
O社	組込み全般	人材育成	組込み企業の人材育成に関する現状実態と課題解決の方向性

ヒアリングの要点 (1) 組込み産業の将来

課題 組込みソフト産業の顧客は **家電**→**携帯**→**自動車** (B,C,N社)



このまま、**自動車産業を当てにして大丈夫?**

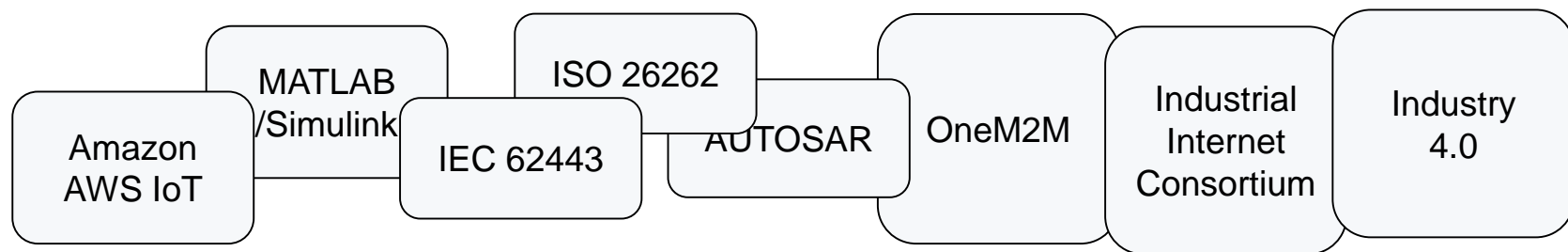
企業の考え方

1) **新規産業**の立ち上げ：日本が得意な「**メカ**」と「**エレキ**」の組み合わせ (IoTイノベーション) (G社、N社)
→ **医療・介護** (N社)、**ロボット** (C社) など

2) **自動車産業の技術高度化**
→ AIを活用した**自動運転**(C社) , **ミラーレス等のメカ技術**(N社)

ヒアリングの要点 (2) 組込み産業の国際戦略

課題 IoTの基盤となる、プラットフォーム、規格、IoTコンソーシアム等は、ことごとく**海外中心** (G社)



対抗策を出しても**競争は厳しく、対価も安い** (同社)

企業の考え方

1)汎用基盤ではなく、**特定分野の課題解決型基盤**を狙う(G社)

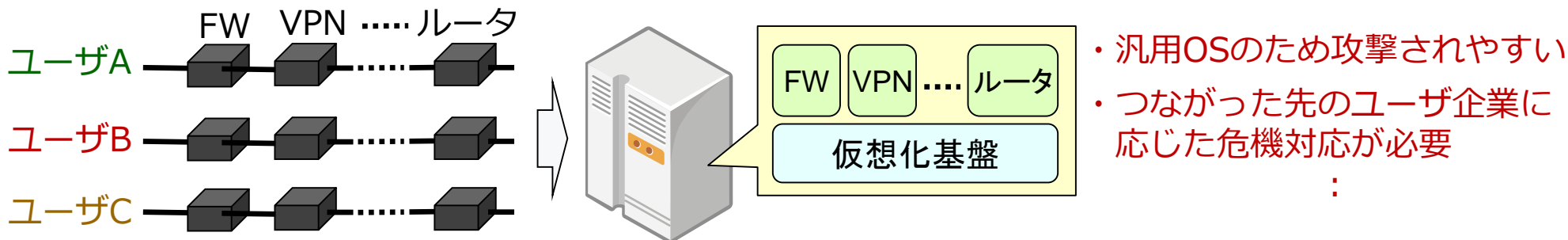
→組込み部分を**ブラックボックス化**して付加価値創出 (利益化)

2)国内の先進的な取組みを**国際戦略**に活用 (G社、H社)

→ eF@ctoryはIndustry4.0より10年早かった

ヒアリングの要点 (3) システム構造変化とセキュリティ

課題 多様なネットワーク機器が**仮想環境上で統合(NFV)**,
異なったユーザに対する**複合的なセキュリティ**が必要 (I社)



現在のプラントは制御系／生産管理系／業務系と多層化され、
多層的・統合的なセキュリティが必要(D社)

企業の考え方

1) **国の研究費**を活用し、先進セキュリティ技術を開発 (I社)

→ **投資しづらい分野**に国の施策を活用。 **人材育成**の効果もあり。

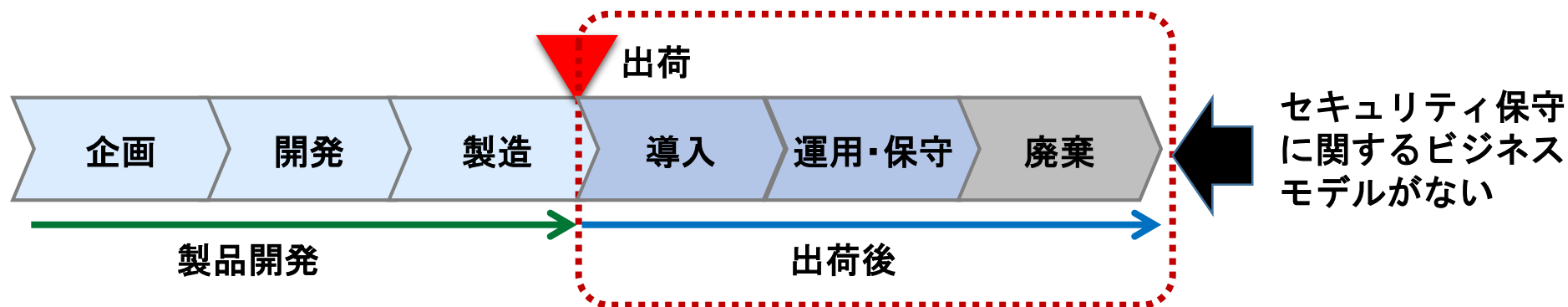
2) セキュリティ対応をコストから**投資**に変える (D社)

→ IIoTで得られる**インテリジェンス**をイノベーションに活用、
利益が生まれれば、セキュリティの更新費用も確保可能。

ヒアリングの要点 (4) 組込みソフトウェア文化の課題

課題 ソフトウェアは、部品と同様、**基礎投資**が行われにくい(B社)

出荷後のセキュリティ保守についてのビジネスモデルがない(A社)



1) セキュリティを**文化**や**当たり前品質**に転換 (A社)

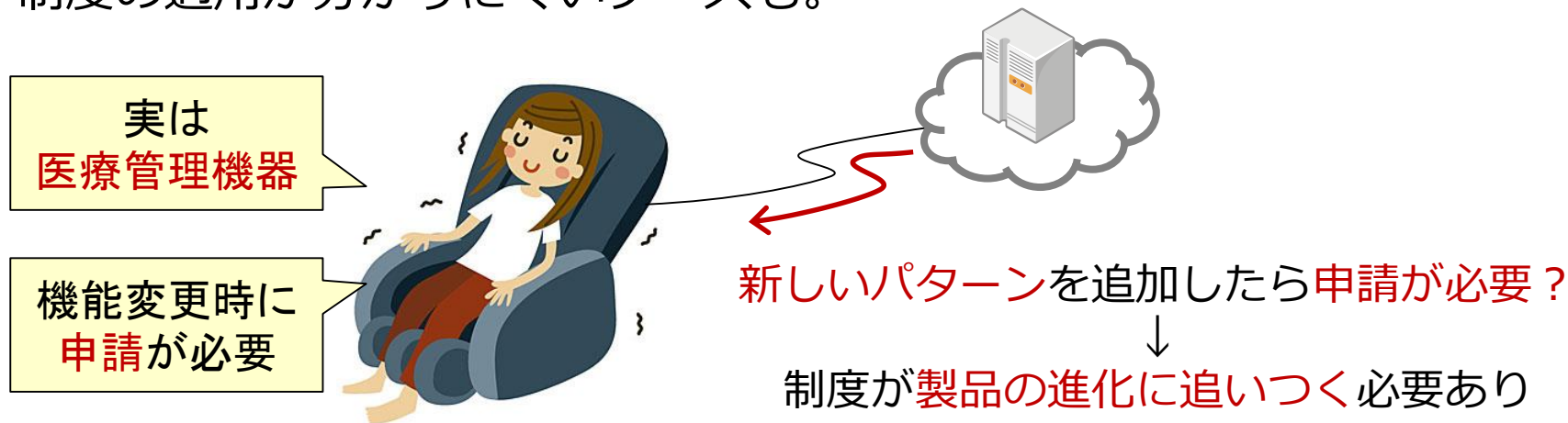
→ガイダンス等で、脆弱性管理の**保守費用**の概念を啓発、投資意欲を醸成

2) ソフトウェアの**価値認識**及び**投資**による競争力の強化(B社)

→経済産業省自動車部品・ソフトウェア産業室の設置に注目

ヒアリングの要点 (5) 制度やルールの課題

課題 ヘルスケアはどこから医療行為になるか、考慮が必要 (J社)
制度の適用が分かりにくいケースも。



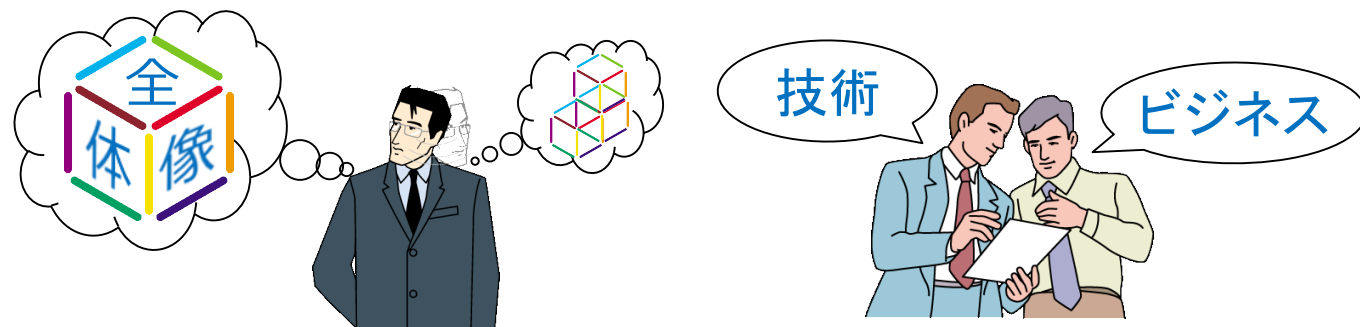
EUの一般データ保護規則(GDPR)が適用開始予定であり、
組み込み機器もプライバシー保護を怠ると重大な問題に(A社)

企業の考え方

- 1) IoT新ビジネスに関わる制度やルール適用の明確化と普及啓発
→新しい技術を早く市場に出せるよう、メーカーを支援(C社)

ヒアリングの要点 (6) 組込み人材育成

課題 IoT時代に必要とされる組込みソフトウェア人材は？



企業の考え方

1) 全体を考えられる技術者

→部分からIoT全体まで見通せる構成力 (C社、N社)

2) コミュニケーション能力を持つ技術者

→異なる分野の客や開発者と話ができる (H社、E社、C社)

3) セキュリティ知識を持った組込み機器(自動車等)の技術者

→分野の専門技術者にセキュリティ教育。逆は困難 (A社)

ヒアリングの要点 (7) 組込み人材の評価

課題 組込みソフトウェア技術者の**評価**や**モチベーション**は？



企業の考え方

1) **組込みスキル標準**に基づく適正な人事評価

→IPAがまとめた**ETSS**を活用した (F社、N社)

→**キャリアパス**が**可視化**されることでモチベーションアップ

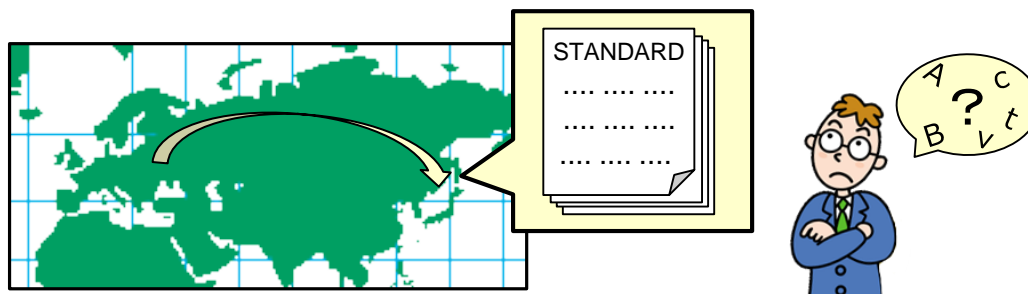
2) **分野別のスキル標準**も求められている

→もっと**分野に特化**したものが欲しい (N社)

→**JASPAR版ETSS**を活用したことも (B社)

ヒアリングの要点 (8) 組込み技術者の国際標準対応

課題 海外の標準発行当初は、**英文資料**しかなく、**動くアプリケーション**もない



どうやって、**標準に準拠**した教育をするのか？

企業の考え方

1) 海外の標準規格発行当初の学習を支援する**教材整備**

→社内教育用のコンテンツ開発 (F社、N社)

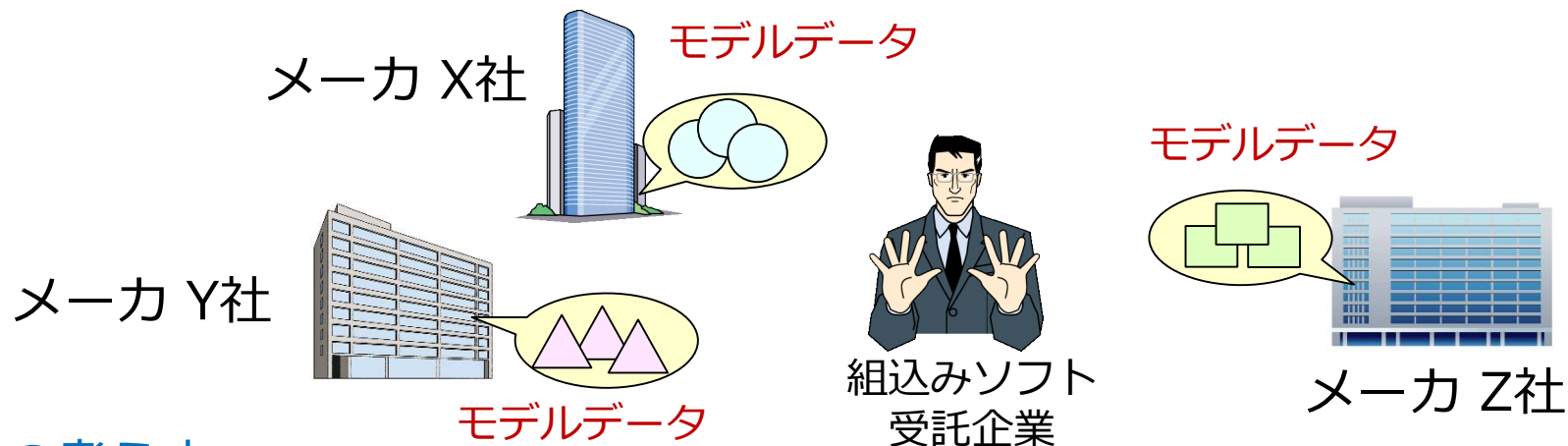
→AUTOSAR (自動車規格) の**体験／実践キット**開発 (B社)

2) 体験／実践キットなどを活用した**実践的カリキュラム**の実現

→名古屋大学で実践型の**組込みカリキュラム**を提供 (B社)

ヒアリングの要点 (9) モデルベース開発ツール等の導入

課題 開発プロセス (Vモデル) の一気の置き換えは困難(M社)
委託元企業毎にモデルベースが違いため、受託企業の負担に (B社)

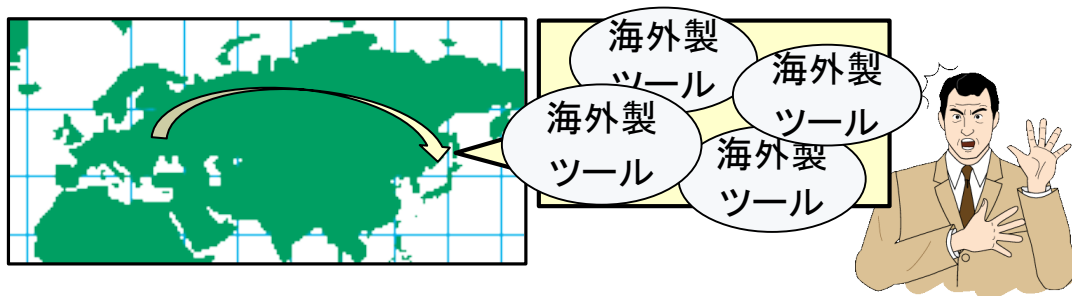


企業の考え方

- 1) モデルベースは、必要に応じて部分的に導入
→自動車ではHILS(ECUシミュレーション)の導入が進展(M社)
- 2)モデルベース標準による受託側の効率化
→自動車業界の「モデルベース標準」の取組みに期待 (B社)

ヒアリングの要点 (10) モデルベース開発ツール等の課題

課題 現状として、ツールの多くは**海外製**



最新機能や環境の提供が**母国**や**自社優先**になるリスクあり(C社)

企業の考え方

1) 国による**国産ツール**の開発支援

→国が支援するなら**分野に特化**した、付加価値があるもの(G社)

2) 国産ツールの**普及ターゲット**

→組み込みソフトウェア企業は**ハードを開発しない**のでモデリングやシステムエンジニアリングの興味が低いのでは(N社)

ヒアリングの要点（11） その他

セーフティを守る「止めないセキュリティ」（I社）

- ・ 少しずつ進行する攻撃に対し、セーフティへの影響を見える化し、止めるか止めずに対策するかを責任者に判断させる仕組みが必要。

データの信頼度の判断（I社）

- ・ データの信頼度の判断はこれからの課題。データ源、収集ノード、通過するネットワーク、データ仲介業者などの信頼度も関係。

組込みシステム開発スキームの変化（G社）

- ・ 検証用デバイスを1個からネット販売、試用アプリをWeb公開。
→組込みメーカーの試作開発を支援、自社のデバイス採用も促進。

寿命が長い機器のセキュリティ目的の更新の難しさ(D社)

- ・ 寿命が長い制御機器はIT機器と異なり、セキュリティ目的の機器更新(入れ替え)が難しい。

ヒアリングの要点（11） その他

アジャイルによる開発組織デザインの変革（E社）

- ・ 企画もビジネスも品証も含めたチームでの反復開発により、市場の要求に迅速に対応

- 組込みの試作開発にも適用可能。

- 日本の強みの品質やセキュリティとの両立の検討も有効。

組込み人材の就業支援（N社）

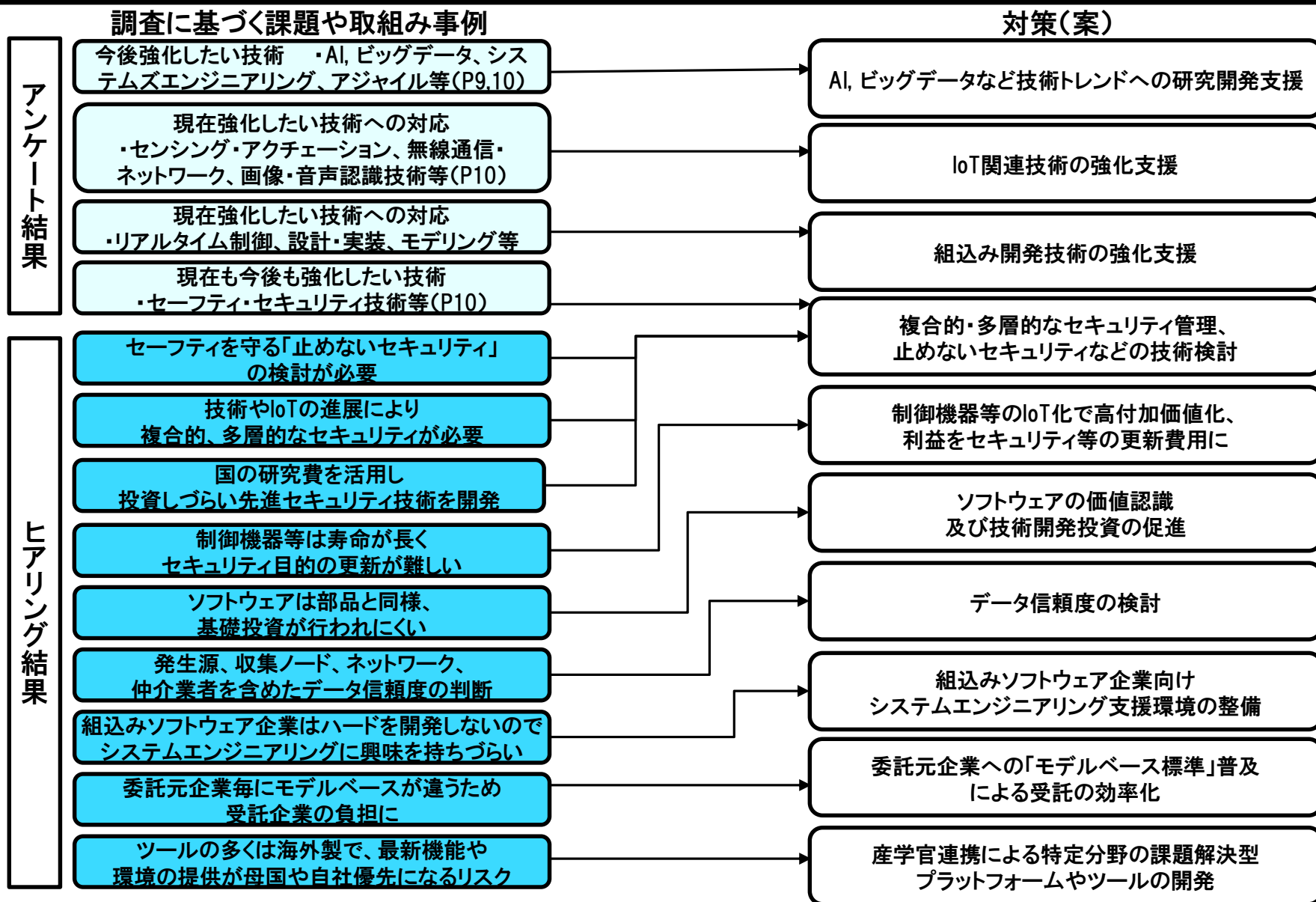
- ・ 子育てや介護支援により、既存人材の継続就業を支援。

- 育成するだけでなく、リタイアさせない工夫も重要。

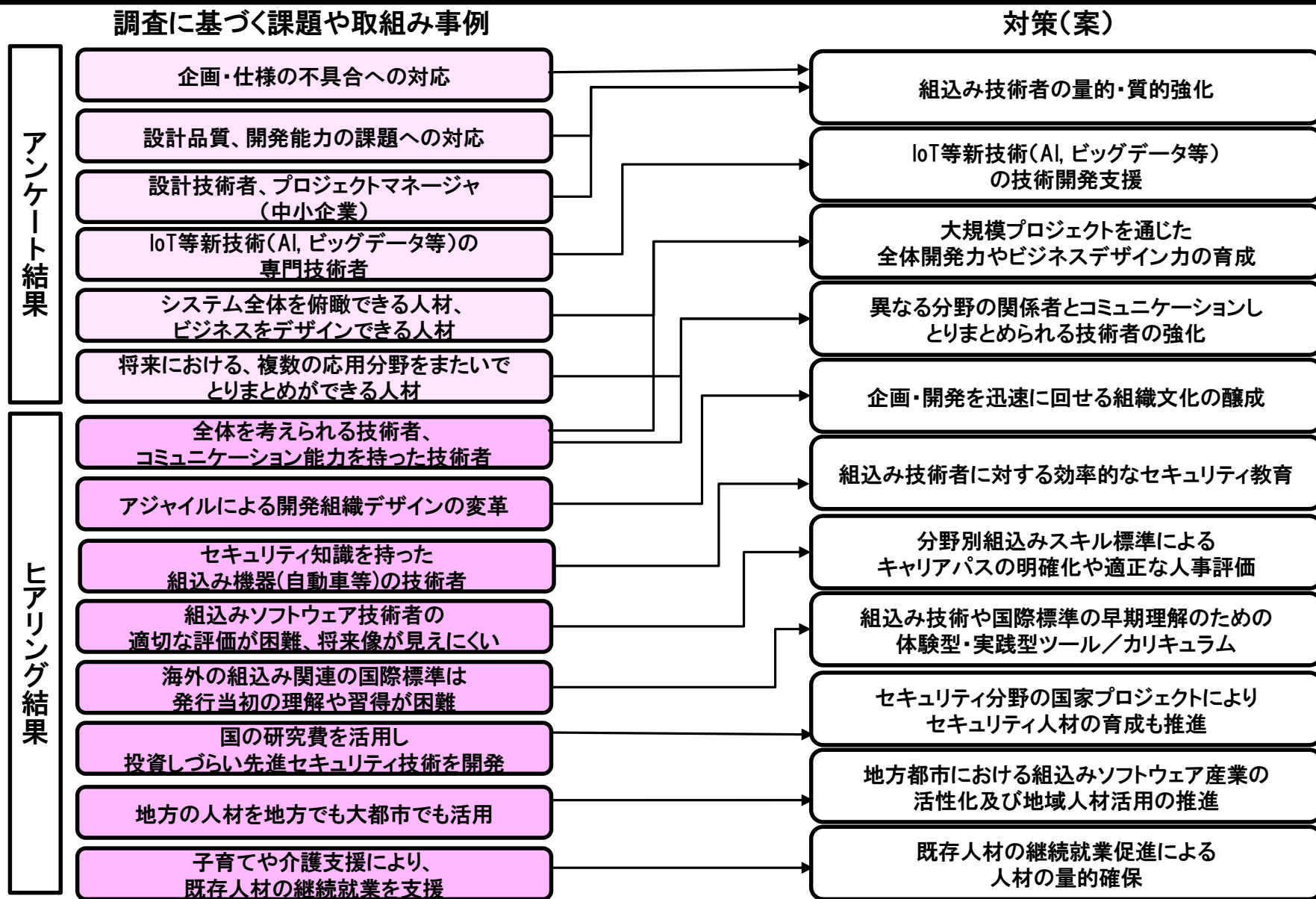
地方都市の人材の活用（E社）

- ・ 地方の本社で採用した人材を、テレワークにより地方でも大都市でも活用（ただし顧客と顔を合わせた会合も重視）。

まとめ（技術的観点）



まとめ（人材的観点）



まとめ (産業的観点)

