平成30年度　備後の第2創業支援について
～製造現場のデジタル化を加速する情報～

～IoTJapan2018セミナー他、IoT最新動向報告と、今後の活動～

2018／4／10 月例研修会報告の残りに、その後の情報を追加（5／8報告）

1. エッジコンピューティング（現場のデジタル製造）改革
2. 働き方を変える協働ロボットが登場
3. 平成30年版中小・小規模企業白書に見る生産性向上

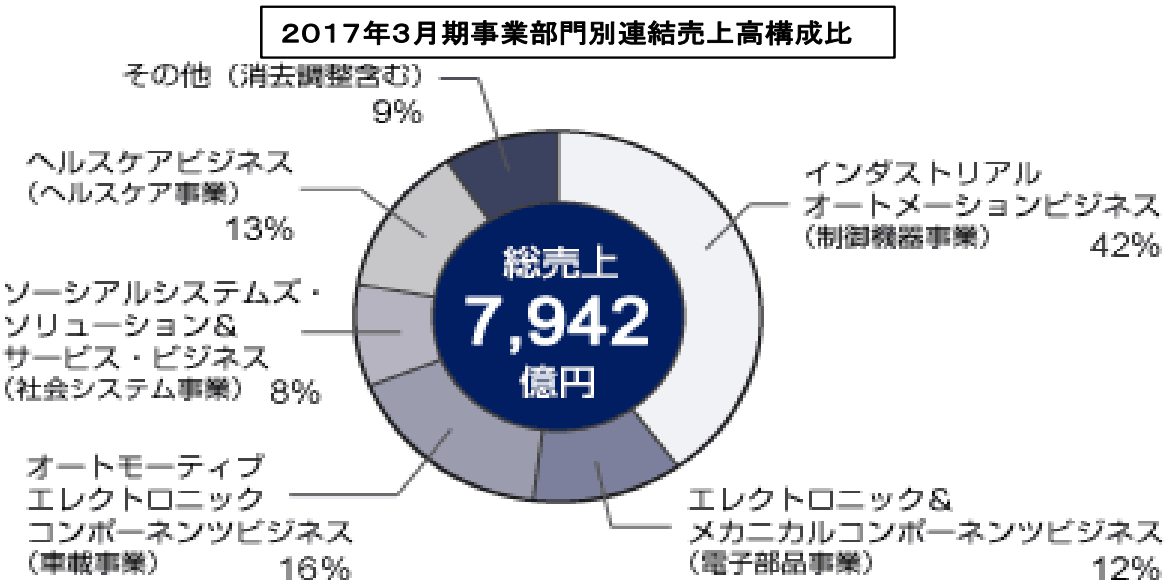
1. エッジコンピューティング（現場のデジタル製造）改革

（1）OMRONの　"i-Automation"

①. integrated（制御進化）　専用機のデジタル制御による生産性向上

②. intelligent（知能化）　情報の活用による生産性向上と品質向上

③. interactive（人と機械協調）　人と協働ロボットによる生産協調



今後のFA市場のトレンド

IoT市場規模	2021年 12.7兆円（内製造業 4.5兆円）(IDC予測)	
ものづくりの変化	熟練工不足、人件費高騰、高精密加工、	
	世界同一品質、地産地消、多品種少量生産	
産業の課題	自動車	EV車普及　ﾘﾁｳﾑ電池の価格半減
	デジタル	薄型化1／2　高精細化2倍
	食品	急速な人手不足

BSB　松村勝己

①. integrated（制御進化）　専用機のデジタル制御による生産性向上

ハードウエア	Input	Logic		Output		Robot	Safety
	センサー	コントローラ、PLC		サーボ・インバータ		ロボット	セーフティ機器
制御ソフト	制振	やわらか	高速同期	包装機	巻線	サーボプレス	働い
	モデル予測		ロボット連携		モバイル走行技術		複数台管制技術

②. intelligent（知能化）　生産性向上と品質向上　社内の適用実例

（1）現場課題の特定			
	草津工場　基板実装ライン	生産性30%up	改善提案時間1／6に短縮
	上海　組立セルライン	生産性30%up	改善提案件数　30%向上
（2）課題の予兆の発見			
	綾部工場　近接センサー生産	ロボットハンドの位置ずれ（0.5mm）による チョコ停、部品ロス	
		ハンド先端の位置と振動センサーデータの モニタリングで、異常予知	
（3）最適化状態の実現			
	綾部工場　ファーバーセンサーアンプ生産	LEDとレンズ位置（x、y）の位置ずれを、自動修正	
	草津工場　金型加工プロセス	加工抵抗を振動センサーでモデルで測定し、 加工抵抗を最適制御　生産性40%向上	
	消しゴム包装機の 包装噛み込み防止	包装フィルムの蛇行を、位置センサーで検出し、 消しゴム搬送位置を、フィルム位置に自動制御	

③. interactive（人と機械協調）　人と協働ロボットによる生産協調

人から独立した 産業ロボット	人と共に作業する 協働ロボット	コンベアレス ライン

自律走行する　搬送用モバイルロボットLD　展示、走行デモ

コンベアレスライン	固定されたコンベアラインから 自由に変更できるモジュール化ラインへ
単純な搬送作業	人と通路を共用しながら モバイルロボットが搬送アシスト。

3つのキーテクノロージー

ﾅﾁｭﾗﾙﾅﾋﾞｹﾞｰｼｮﾝ	ぶつからない進路を自ら選んで走行
ﾌﾘｰﾄﾏﾈｰｼﾞﾒﾝﾄ	最大100台を操り、ムダなく運行
ｲｰｼﾞｰｵﾍﾟﾚｰｼｮﾝ	最短半日で、ライン変更に対応

部品箱搬送台車と合体搬送

部品キット棚を載せて搬送

衝突防止システム

商品タイプ	OEM		カートトランスポータ		
外　観					
タイプ	ユーザーカスタマイズタイプ		台車付オールインワンタイプ		
	LD-60	LD-90	LD-105CT	LD-130CT	
最大積載重量	60kg	90kg	105kg	130kg	
最大速度	1.8m/s	1.35m/s	1.35m/s	0.9m/s	
表　示	3.5"ディスプレイ		7.0"タッチスクリーン		
障害検知	フロントレーザセンサ、バックソナー		ローフロント/サイド/バックレーザセンサ、バックソナー		

（以上、ライト電業展示会2018岡山のオムロンのセミナー抄録）

（2）「人を中心とした」の発想に基づく人と機械・システムとの協調

azbil Technical Review2018.4特集 巻頭言（京都大学大学院
工学研究科機械理工学専攻 教授 椹木 哲夫）

我国の第5期科学技術基本計画（H28-32)では、世界に先駆けた「超スマート社会」を目指し、世界の有識者は今後10～20年の間に、「7割以上の業務が自動化され、50%の職種が機械化される」という。AIやロボットによるテクノロジー失業が予測され、高齢化社会の先端をゆく我が国では、知的労働に不適応を起こす危惧も心配である。

そこでは、働く人の健康・働きやすさ・プライドを保証するQuality of Working(QoW)を、どのように高く保つかが、Key(鍵)になる。

azbil(ｱｽﾞﾋﾞﾙ)は、Process Automation(PA)分野における先進的計測・制御技術ベンダーであるが、**「人間力の持続性を保証できる社会」とは、望むべくは「常に人が絡み合い、福祉や環境を取り込んで、人が育ち、商品を生みながら、限りなく改良・改善がなされていく社会システムの実現」であるという。**

既に、azbil社の自動化導入の基本方針は、 ①自動化できないまたは自動化すべきでない部分を人に任せ、②人と自動化の分業へと、推移し、③人と自動化の協働の段階にシフトしている。

また、この現実感は、人意識・行動が絡む**「こと」**のダイナミックな変化をとらえる日本独自の「人を中心に考える心性」であるという。

一方、西洋では世界や自然を客観的に観察することにより、これを**「もの」**としてみることで、自然科学や合理的世界観が発達してきた。

「人を中心に考えるシステム」が、提供すべき要件は、
①自分の能力に対して適切な難易度のものに取り組める、
②対象への自己統制感がある、③直接的なフィードバックがある、
④集中を妨げる外乱がシャットアウトされている、の4つである。

（3）azbilの次世代スマートロボットの開発

azbil Technical Review2018.4特集論文p3～7

前項の「人を中心に考えるシステム」開発事例として、その開発の要点をピックアップして報告する。

① ロボットの使われ方への配慮

運転熟練者が休む･退職する、繁忙期への対応など、一時的に労働力が必要になったときに、使いやすいロボットのニーズに対し、高度なエンジニアリングスキルを持たない人でも、ロボット運転ができるようにするため、ロボットハンドに「力覚機能」を持たせ、自分で力加減を教示できるようにした。

② 主な特徴

1.繊細なハンドリング　　力センシング技術により、柔らかいもの、傷つきやすいもののハンドリングが可能。

2.探り／ならい動作　　探り動作やならい位置合わせ機能により大まかな位置教示でも精緻な作業を実現。

3.ダイレクト教示　　軽い力でロボットアームを直接操作でき、楽な教示作業が可能。（専門知識不要）

4.高精度衝突検知　　軽い接触力で停止することによる安全性向上。

5.画像認識　　画像による位置や形状の認識により、
確実なハンドリングと作業を実現

③ 主な用途

従来の産業ロボットでは適用が難しい自動化のアプリケーションや、作業者と協働して使われる精密組立の製造工程、食品や農作物のハンドリング、ロボットの専門家が不在で導入が困難であった中小企業における生産ラインなどを想定。

④ ロボットアーム仕様

種類	垂直多関節
軸数	6軸
アーム長	683mm
可搬質量	3kg
繰り返し精度	±0.02mm
教示	ダイレクト教示
作業力	指定可
接触停止	可能
最大速度	2m/s

ロボットハンド仕様

種類	2指把持
把持長	0～90mm
把持力	1～75N

⑤ 2017/11/29-12/1SCF／計測展2017　発表・デモ

（4）ワイヤレス振動計によるリアルタイム設備診断

画像による位置や形状の認識により、確実なﾊﾝﾄﾞﾘﾝｸﾞと作業を実現。

ﾞ・ｻｰﾋﾞｽを提供する多国籍企業米ｴﾏｿﾝ・ｴﾚｸﾄﾘｯｸの日本法人日本エマソンはライト電業ｵﾘｼﾞﾅﾙ展示会2018に、その製品①ﾜｲﾔﾚｽ振動ｾﾝｻｰと、②ｲﾝﾃﾘｼﾞｪﾝﾄ調節弁の展示、および振動ｾﾝｻｰﾆよる設備診断技術ｾﾐﾅｰを開催した。ここでは、そのセミナーの概要を報告する

国内外の工場設備には、古くから運転しているものが少なくない。これらの設備には、ﾎﾟﾝﾌﾟやｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰなど重要な機器が多く、突然の異常・故障による生産停止の機会損失は計り知れない。

エマソンは、このような重要機器の運転信頼性向上を目的にとして、軸受や歯車などに予測される、次のような異常故障要因を、機械の外

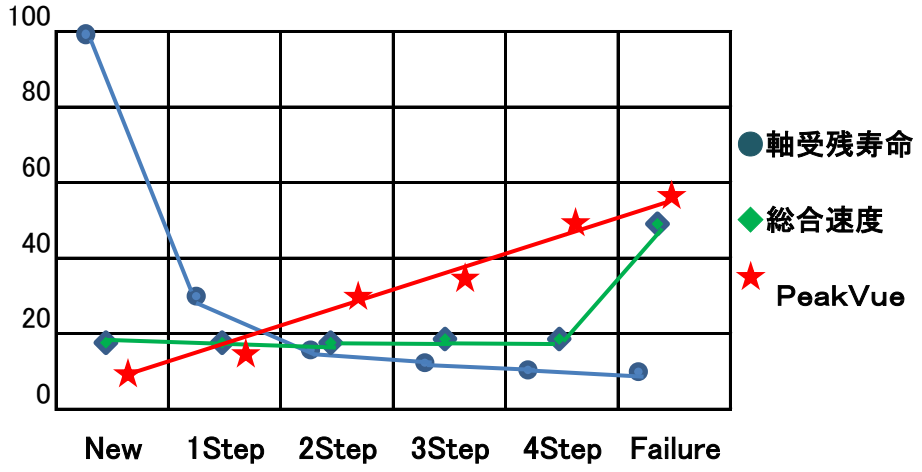
側から検出する手法を、1970年頃から研究していた。

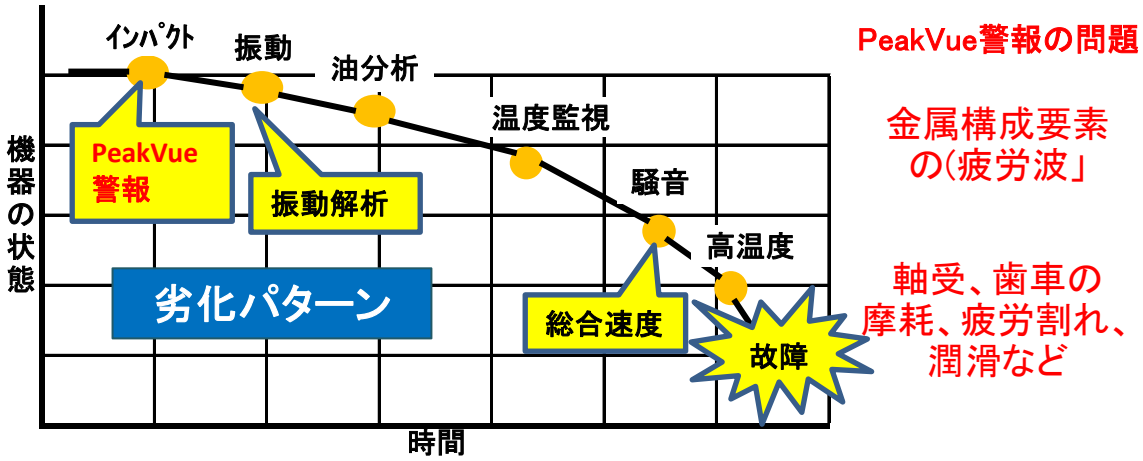
①. 減摩ベアリングレースの点食
②. ベアリングレースウェイ　またはギヤ葉の疲労割れ
③. ギヤ歯の摩耗減り　または　ギ着摩耗
④. ギヤ歯の割れ　または　壊れ
⑤. その他

ﾜｲﾔﾚｽ振動計によるﾘｱﾙﾀｲﾑ設備診断モデルは、この研究成果であり、次の7つのﾊﾟﾗﾒｰﾀの変化を、ﾘｱﾙﾀｲﾑに監視する。

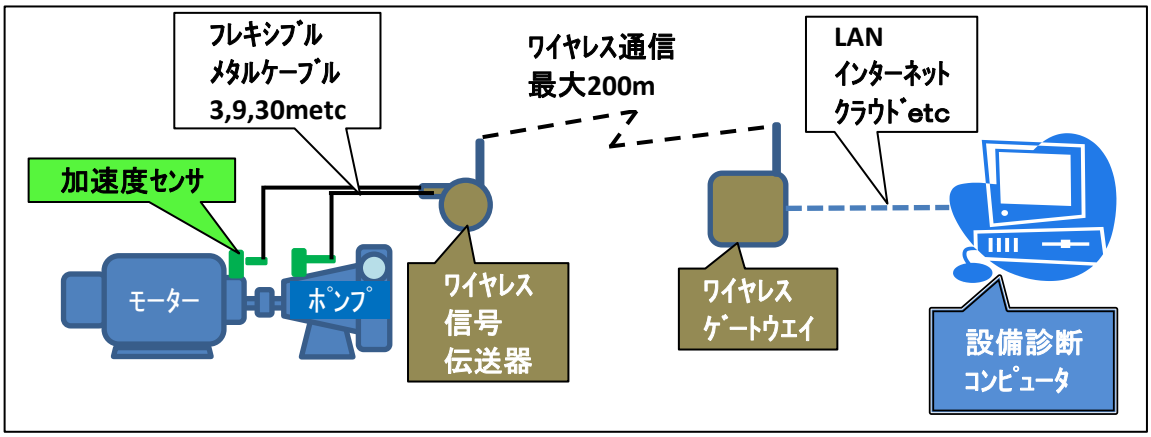
①. 総合速度　2Hz～1，000Hz
②. PeakVue ™　加速度G（範囲1kHz～20kHz）
③. 振動波形　＜4，096Pt
④. 振動スペクトル　＜1，600 Hz
⑤. サムネイル スペクトラム　振動波形の変化
⑥. エネルギーバンド　振動波形の帯域変化
⑦. 温度　－30℃～＋121℃

軸受の経年変化によるパラメータの変化			
異常レベル	軸受 残寿命	総合速度 (in/sec)	PeakVue (G)
New	Full	0.15	0
1step	＜20%	0.15	10
2step	＜10%	0.15	20
3step	＜5%	0.16	30
4step	＜1%	0.16	40
Failure	0%	＞0.45	50＋





システム構成図

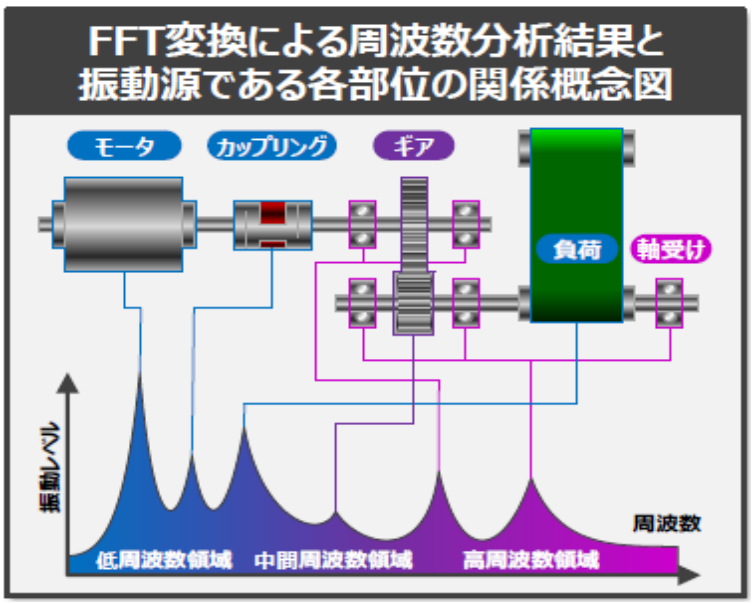


新規事業：自社製品納入先設備のリモートメンテナンスサービス

（以上、ライト電業展示会2018岡山のエマソンのセミナー抄録）

（5）FAプロダクツの「振動予知保全パッケージ」を紹介

このパッケージは3軸の加速度と、3軸の角速度（回転方向の変位：ジャイロ）から振動を計測し、正常状態のデータをもとに機械学習（多変量解析）でモデリングしておき、日々の状態と正常状態を比較し、劣化指標に基づき異常・故障を予知する。

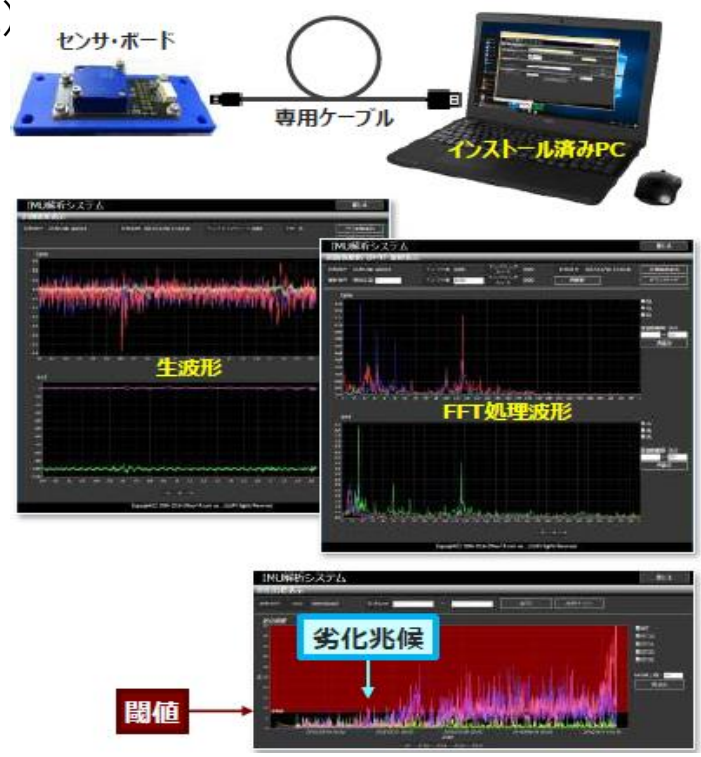


6軸IMU（Inertial Measurement Unit）

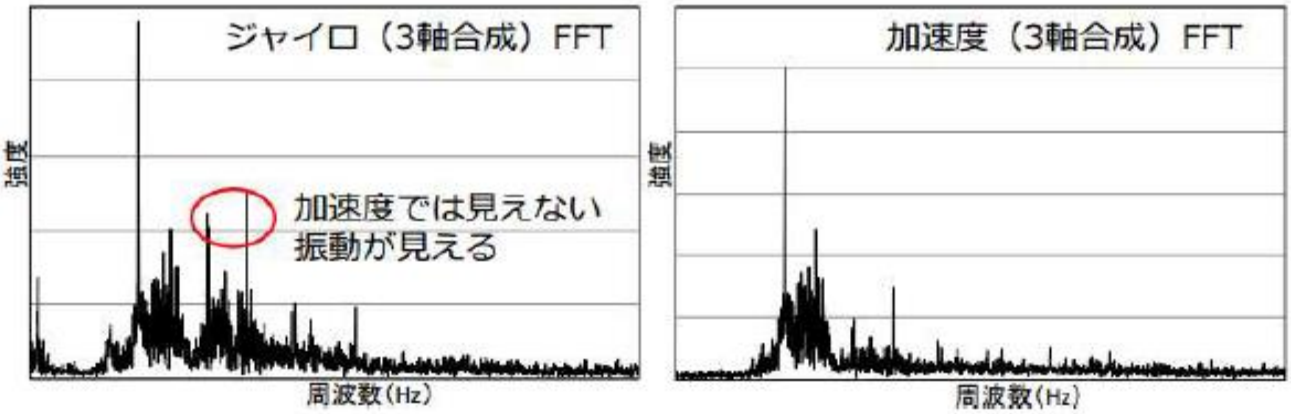
・振動計は、一方向の振動しか計測できない。

・軸が回転しているため、本体もその回転方向にも振動がある。

・それ以外の方向にも、回転の振動がある。

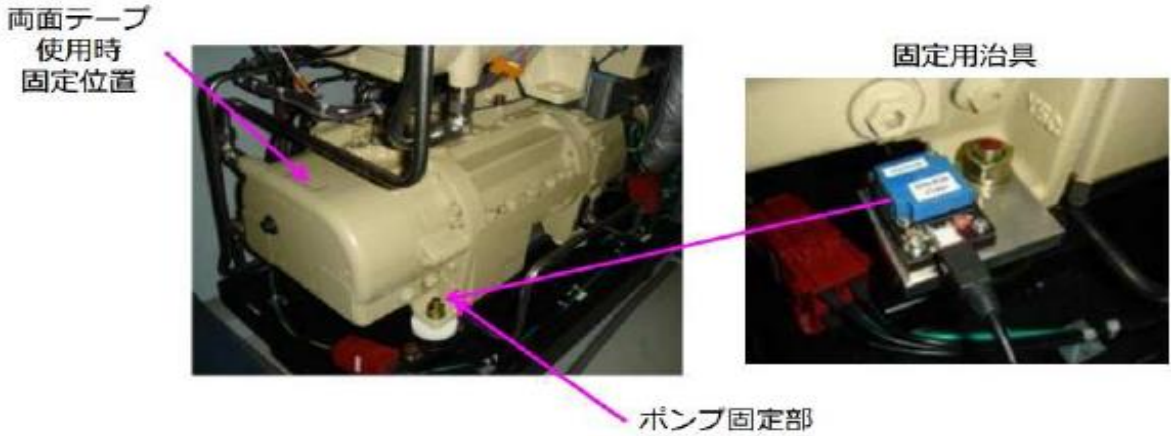


・ジャイロ3軸、加速度3軸で、三次元的に振動を計測すると、問題が見える。

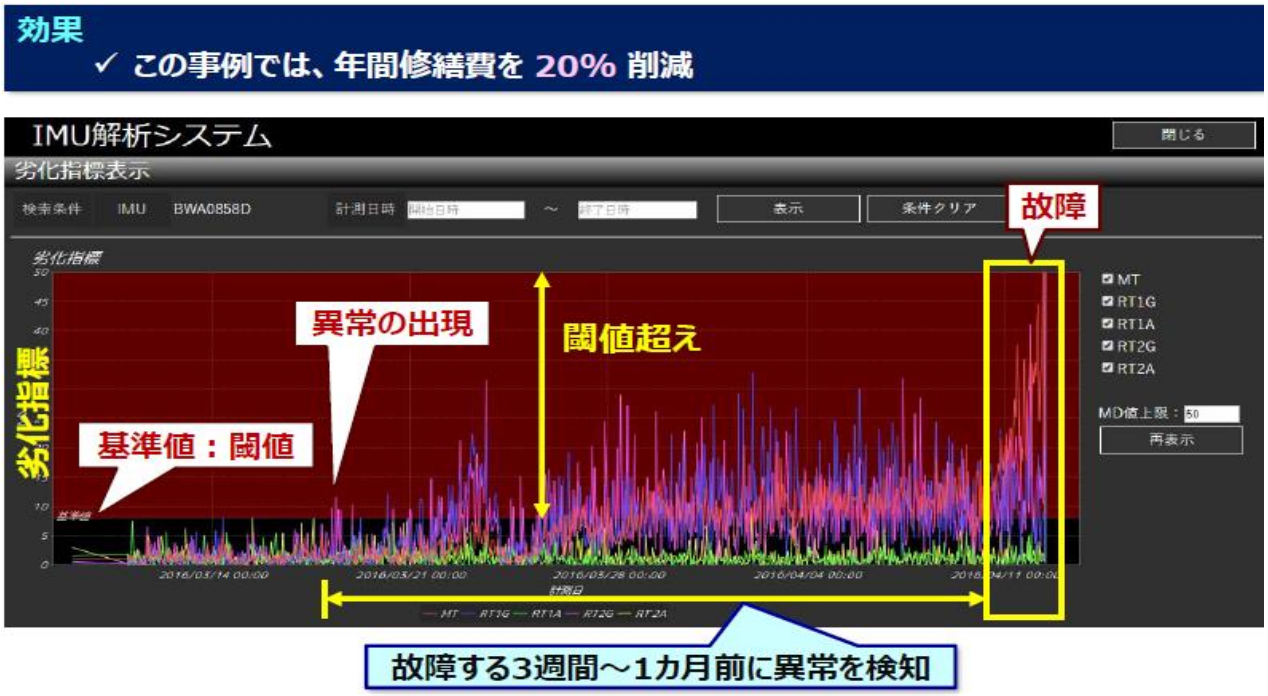


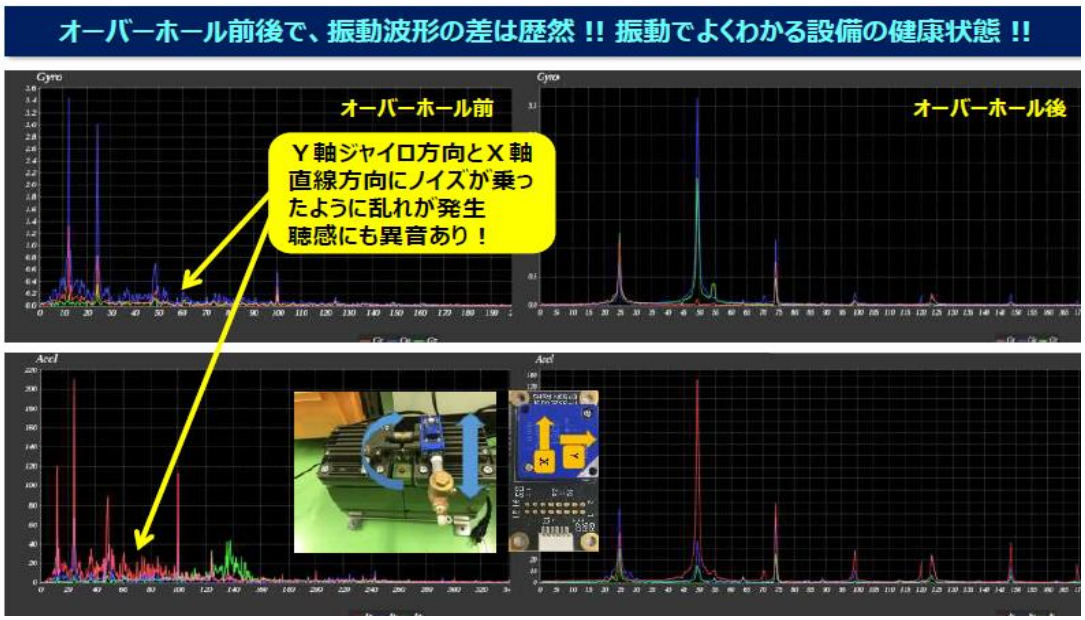
事例1. ドライポンプ

・振動の特徴が最もよく出る取り付け位置を検討



・両面テープで聴診器的に測定する場合は、取り付けやすい位置。
・治具で固定し常時測定する場合は、固定しやすい位置。
・実際に測定して、試行錯誤が必要。





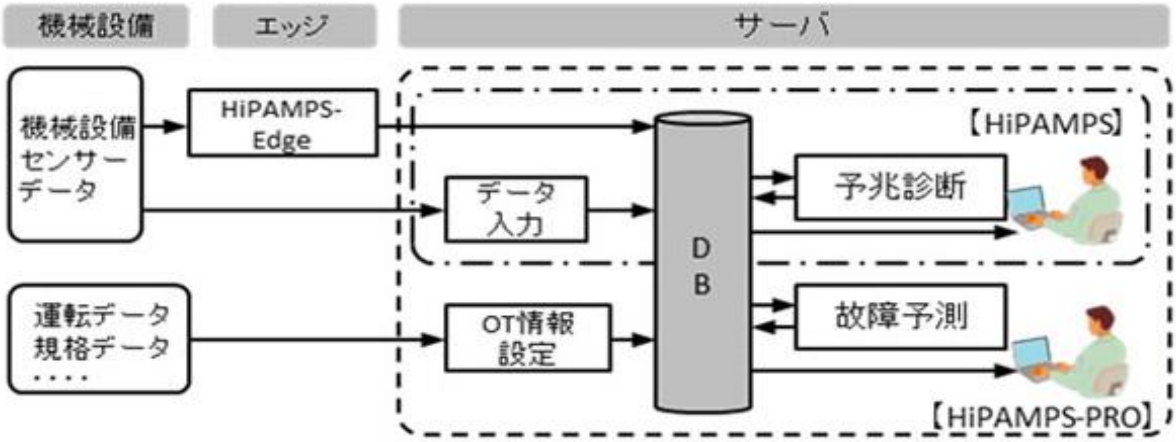
FAﾌﾟﾛﾀﾞｸﾂ振動予知保全ﾊﾟｯｹｰｼﾞ.pdf は、BSB裏ﾍﾟｰｼﾞに登録　ID403

（6）その他、各社の故障診断予知システム　を紹介

① ﾘｺｰｲﾝﾀﾞｽﾄﾘｱﾙｿﾘｭｰｼｮﾝｽﾞは、外乱やノイズに埋もれた信号から必要な成分だけを抽出するリコー独自の解析技術を応用し、設備や機械で発生する不特定の振動や音響信号から抽出したデータをもとに

スコアを生成し、設備の運転状態を示す指標やメッセージを提示するシステムを提案する。（TechFactory2018/4/17公開）

② 日立ﾊﾟﾜｰｿﾘｭｰｼｮﾝｽﾞは2017/10/31、生産設備の生産効率向上を支援する目的で、余寿命推定を含む予兆診断システム「HiPAMPS-PRO」を新たに追加、同年12月1日から、提供を開始した。



③ 矢野経済研究所は2017/8/30、設備機器ﾍﾞﾝﾀﾞｰ、ﾌﾟﾗﾝﾄ事業者、ITｿﾘｭｰｼｮﾝﾍﾞﾝﾀﾞｰを対象に実施した「国内故障予知ｿﾘｭｰｼｮﾝ動向に関する調査」の結果概要を発表した。

	商業向け（Webマーケティングなど）	製造業向け（製造や保全など）
データの解釈（相関因果）	相関関係、統計的な有意性が重要	ﾃﾞｰﾀﾎﾟｲﾝﾄ間の関係性、構造など因果関係が重要
データの品質	データの量的側面が重要視される（大量データから相関をとるため）	関係がありそうなﾃﾞｰﾀﾎﾟｲﾝﾄをどれだけ網羅できているかが重視される（ﾛｼﾞｯｸが重要）
影響の大きさ	分析結果が間違っても大きな影響はない（売上への影響程度）	分析結果が間違っていると、事故を招き、人名に関わる場合もある
その他	常時改善し続ける方が良い（ﾚｺﾒﾝﾄﾞを常時改良していってもOK）	改善されても、AIに勝手に改善されると品質保証できない（一定であることに価値）

表1　AI活用における商業向けと製造業向けの違い（作成：矢野経済研究所）

項目	内　容
精度の問題	AIが異常と判断したとしても、本当に故障の前兆なのか不明
因果関係の問題	AIが故障を予知しても、次のｱｸｼｮﾝが不明
個別性の問題	モデルは個別に異なり、横展開しにくい（応用しにくい）

表2　故障予知ソリューションにおけるAI活用の課題（作成：矢野経済研究所）

④ 経験豊富な金属プレス加工職人は、加工時の音（プレス音）を聞くだけで異常の予兆を検知できるという。これまで多くの製造現場では、職人の耳や勘を頼りにした保全／点検作業が行われてきたが、少子高齢化による労働人口の減少やベテラン技術者の退職などにより、ノウハウの継承や保全／点検業務の効率化が困難な状況になってきている。

　こうした現場の課題を受け、フリックケアと日進精機は金型の異常を予兆段階で検出できる「フリックケア金型みまもりサービス」を共同開発。2017/2/14から提供を開始した。

　同サービスは、センサーでプレス音を収集し、クラウドに蓄積された過去のプレス音と比較し続けることで正常／異常の予兆を常時聞き分ける、というもの。

⑤ ｲﾝﾀｰﾈｯﾄｲﾆｼｬﾁﾌﾞ（IIJ）とﾌﾞﾚｲﾝｽﾞﾃｸﾉﾘｼﾞｰは、機械学習を活用してシステム障害の予兆検知を可能にする監視システムを共同開発。2016年11月28日に、IT設備やIoTﾃﾞﾊﾞｲｽの障害予兆検知ｿﾘｭｰｼｮﾝとして、販売開始した。

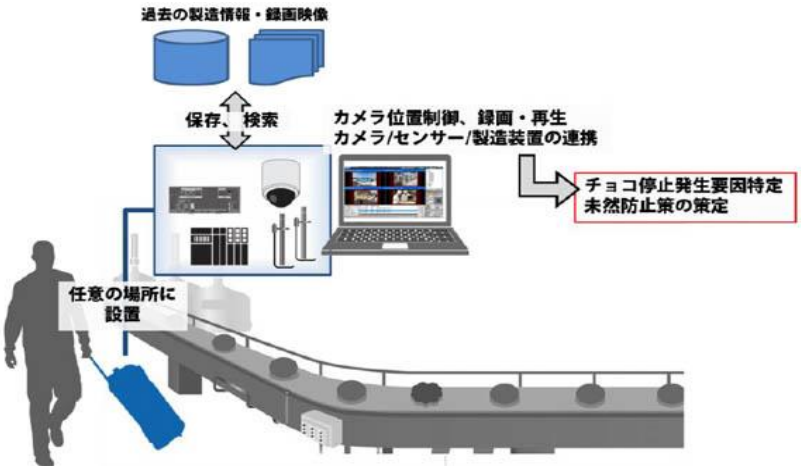
　IT設備監視ソリューションでは、IT設備における通常の通信密度、ｻｰﾊﾞｰ処理密度などのデータを機械学習で解析し、通常と異なる傾向を監視し、システム障害の発見・予兆を検知するもの。

　IoT向けｿﾘｭｰｼｮﾝでは、大量のｾﾝｻｰﾃﾞﾊﾞｲｽﾃﾞｰﾀの挙動を解析し、正常時の挙動との違いを監視する。形を変えて増加するｻｲﾊﾞｰ攻勢ﾘｽｸ管理ｼｽﾃﾑを開発している。（TechFactory2016/12/1公開）

⑥ 「チョコ停」とは、生産ラインが自動運転中に突然停止する故障のうち、一時的なトラブルにより停止し、比較的容易に復旧できる故障である。

　チョコ停は、復旧が容易である半面、その原因の特定や、対策が後回しになり、生産性向上の障害になっている。

　図研エルミックは、生産現場のこうした課題を受け、チョコ停発生のﾃﾞｰﾀ収集を行うｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝﾊﾟｯｹｰｼﾞ「チョコ停Finder」を開発した。



チョコ停Finderは、同社のIPｶﾒﾗﾈｯﾄﾜｰｸとFAﾈｯﾄﾜｰｸを連携させるｹﾞｰﾄｳｴｲを介してチョコ停の課題に特化して、それを製品化したもの。光電ｾﾝｻｰ、IP監視ｶﾒﾗ、ｹﾞｰﾄｳｴｲ、PoEﾊﾌﾞ、ﾋﾞｭﾜｰｿﾌﾄなどで構成され、全てをｷｬﾘﾝｸﾞｹｰｽに格納して持ち運ぶことができる。

（7）産業用オープンネットワーク　EtherCAT(ｲｰｻｷｬｯﾄ)

「EtherCAT（Ethernet for Control Automation Technologyｲｰｻｷｬｯﾄ）」は、自動制御ｼｽﾃﾑにおけるｺﾝﾄﾛｰﾗとI/Oﾃﾞﾊﾞｲｽ間のﾃﾞｰﾀデータ通信ﾈｯﾄﾜｰｸとして、2003年ﾍﾞｯｺﾌｵｰﾄﾒｰｼｮﾝ（獨）により開発されたﾘｱﾙﾀｲﾑ ｲｰｻﾈｯﾄ ﾌｨｰﾙﾄﾞﾊﾞｽである。

EtherCATの仕様は、その後設立されたEtherCAT協会（ETG：EtherCAT Technology Group）によりオープン化され、維持管理されています。

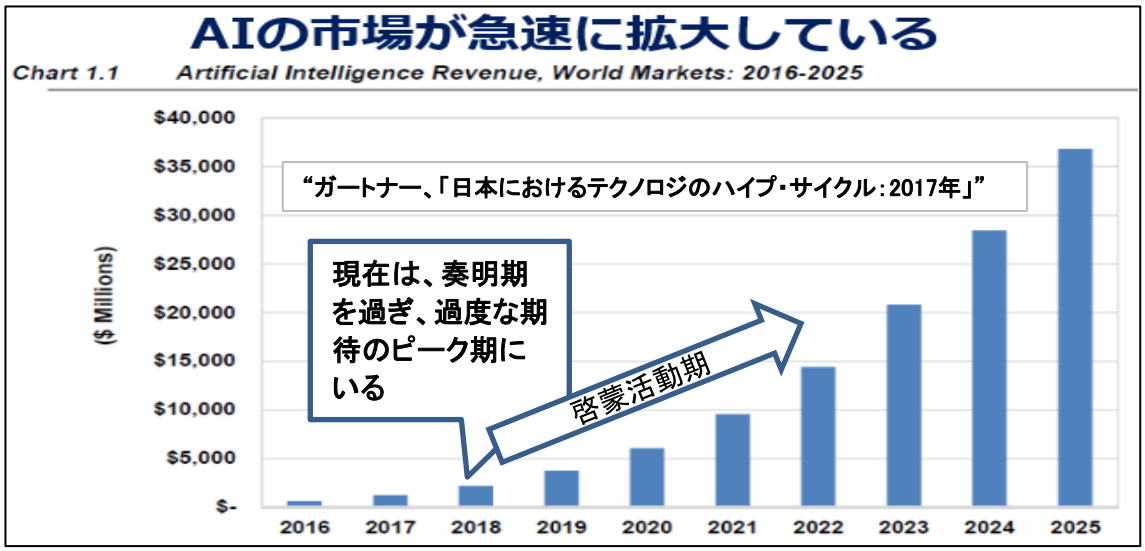
EtherCAT Technology Groupのロゴ
※出典：EtherCAT Technology Group

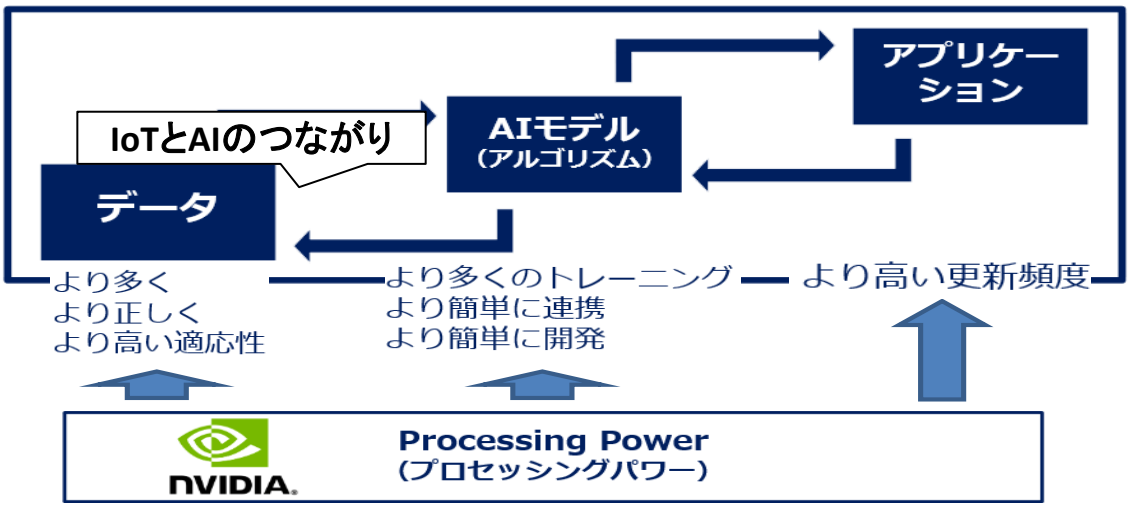
ETGに加盟する日本企業は、全面採用を決めたﾄﾖﾀを筆頭にｱﾙｺﾞ、ｵﾑﾛﾝ、山洋電気、長野沖電気、日立産機ｼｽﾃﾑ、ﾍﾞｯｺﾌｵｰﾄﾒｰｼｮﾝは日本の地域委員会を結成し、プロモーション活動や製品開発を進めている。加盟企業数は発足後10年で2000社を超える。

その特徴は、①高速通信・高精度同期メカニズム、②TCP/IPなどの再利用を考慮した互換性、③「EtherCAT P」｜通信と電力供給を統合した新規格、④「EtherCAT Automation Protocol（EAP）」｜工場制御ﾈｯﾄﾜｰｸ、⑤「Safety over EtherCAT（FSoE）」｜工場制御の安全性確保、⑥「EtherCAT」と「OPC UA」｜Industrie4.0準拠通信ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽの6つである。

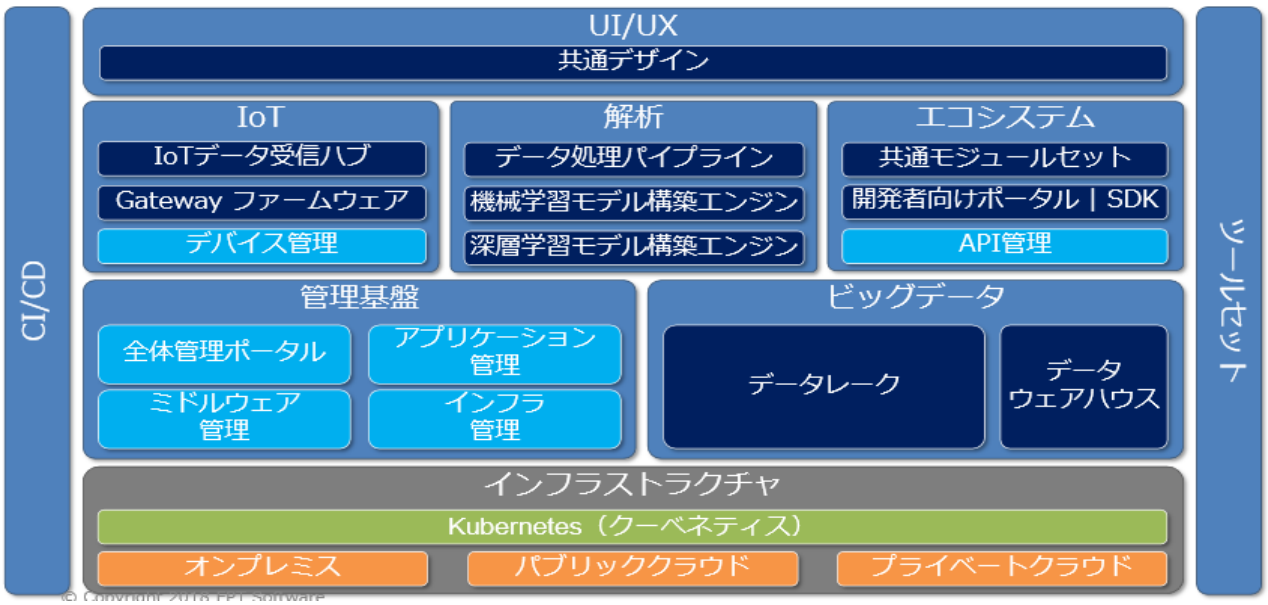
『産業用ネットワークの基礎「EtherCAT 入門編」』.pdfは、
BSB裏ページに登録　ID404

（8）進化し続けるAIプラットフォーム　　FPTｼﾞｬﾊﾟﾝの例





管理上の負荷の低減



すべてに必要なモジュールを

最初から、パッケージ化して、提供

パートナー企業は、

パナソニック ソリューション テクノロジー

TM

GPU（Graphical ProcessingUnit）分野の世界的なﾘﾃﾞｨﾝｸﾞｶﾝﾊﾟﾆｰであるNVIDIA社。

と、ﾊﾟﾅｿﾆｯｸがAI/ﾃﾞｨｰﾌﾟﾗｰﾆﾝｸﾞを活用したﾋﾞｼﾞﾈｽ構築・ｻﾎﾟｰﾄから、データ分析まで、ﾋﾞｼﾞﾈｽの早期立ち上げを支援

パナソニック ソリューション テクノロジーのソリューションコア

実用化の例は、TV放送局の番組編集や、画像編集ｻｰﾋﾞｽ向けAIﾂｰﾙ

「映像ｱﾉﾃｰｼｮﾝ・ｼｽﾃﾑ」である。

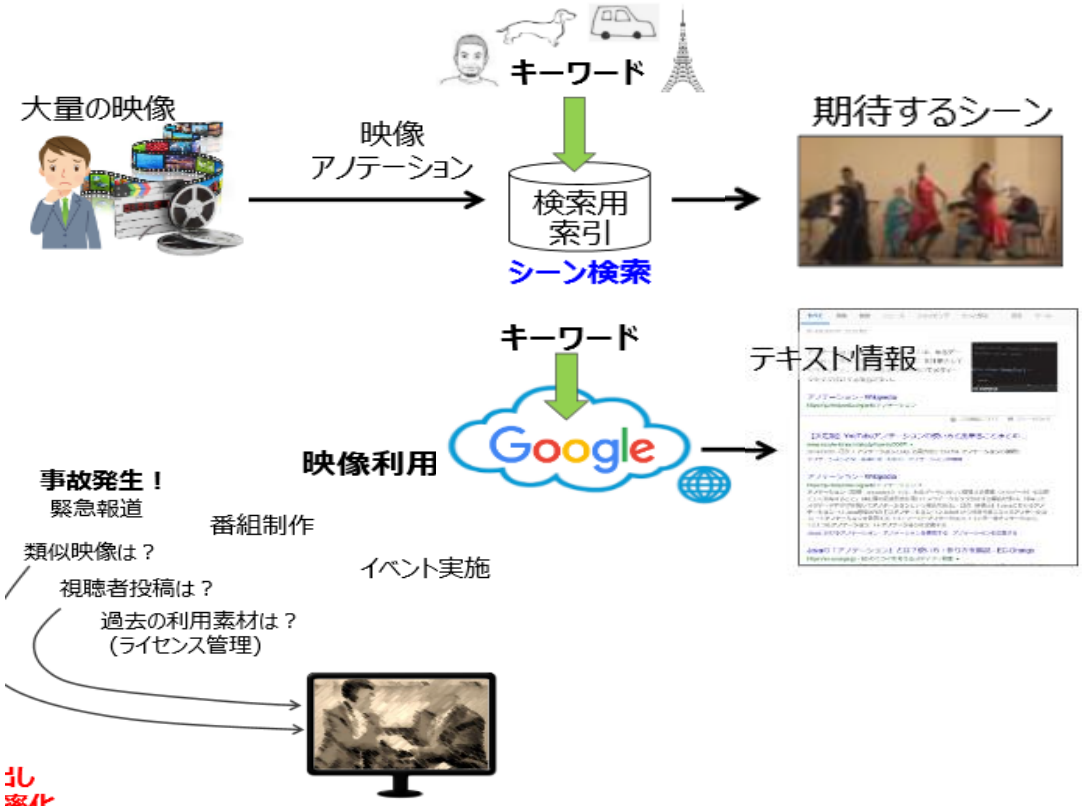
使用するｺﾝﾋﾟｭｰﾀは、上記**NVIDIA社のｽｰﾊﾟｰｺﾝﾋﾟｭｰﾀDGX-1**で、

画像ﾃﾞｰﾀ収集ｿﾌﾄはFPTｿﾌﾄｳｴｱのﾃﾞｼﾞﾀﾙﾌﾟﾗｯﾄﾌｫｰﾑ**「akamind」**

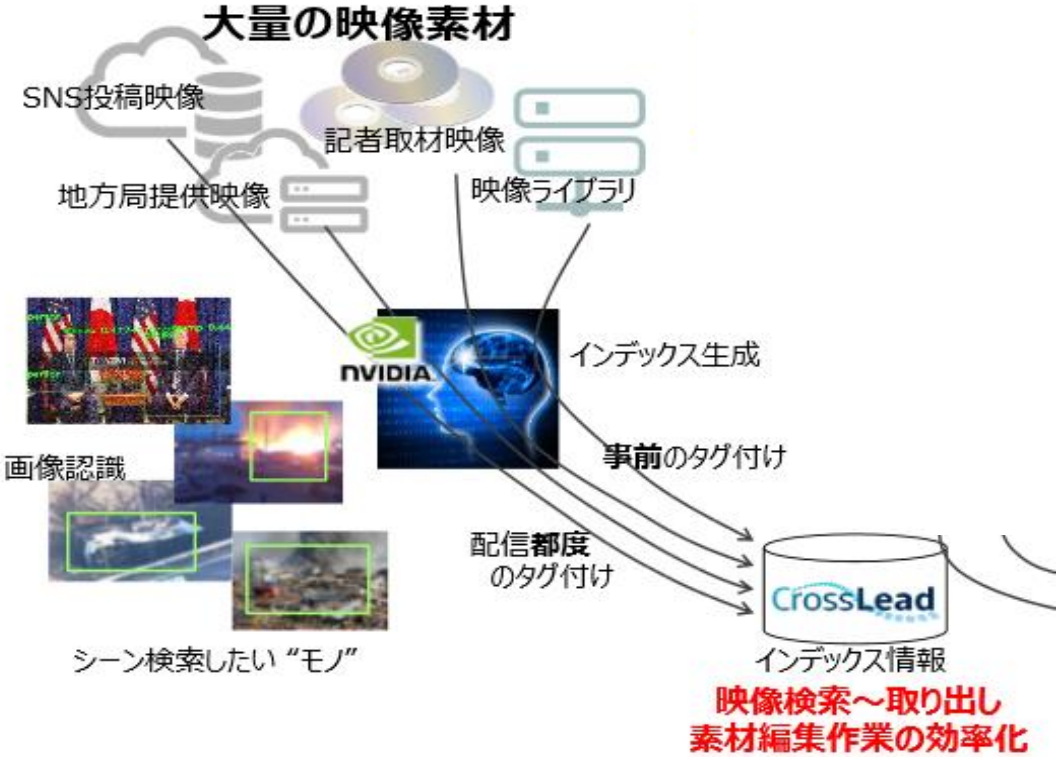
である。

映像アノテーションシステムとは

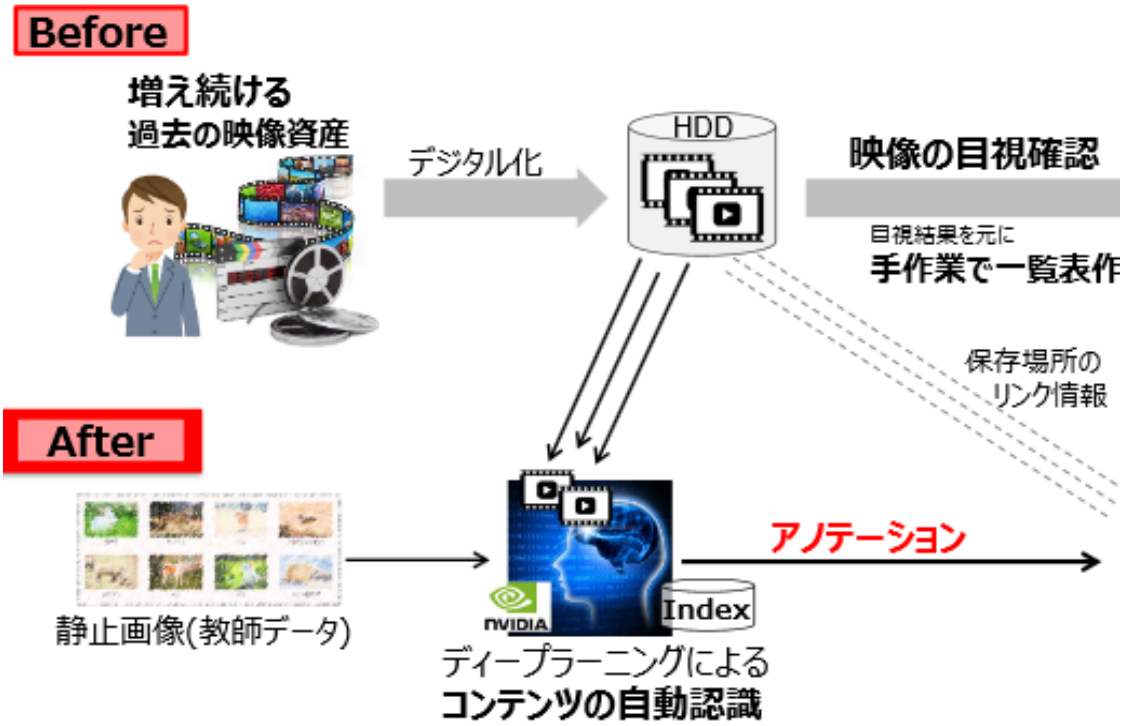
映像のシーンを **テキスト情報のように検索**し、
素早く取り出したい

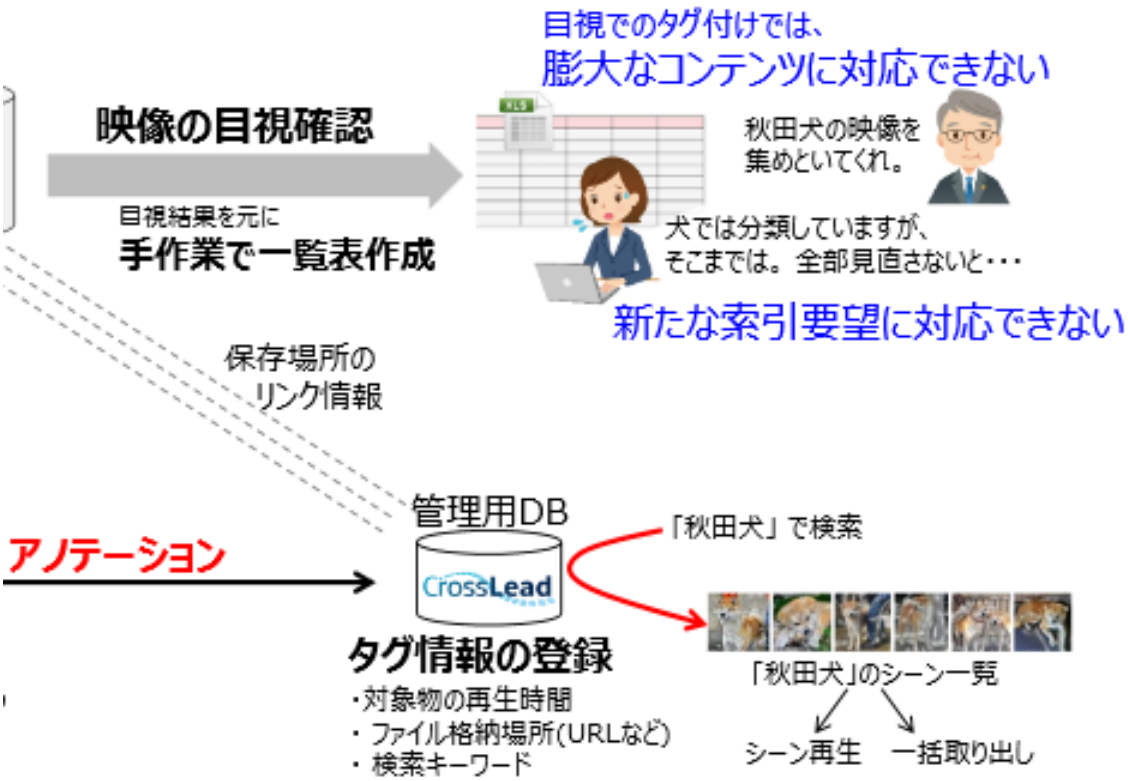


映像アノテーション（放送業界での需要）



ＡＩ(ディープラーニング) が映像に含む “モノ” を自動判定し、シーン単位でのキーワード検索を可能にする





映像認識のイメージ

ＡＩを用いると、多くの“モノ”の認識が可能

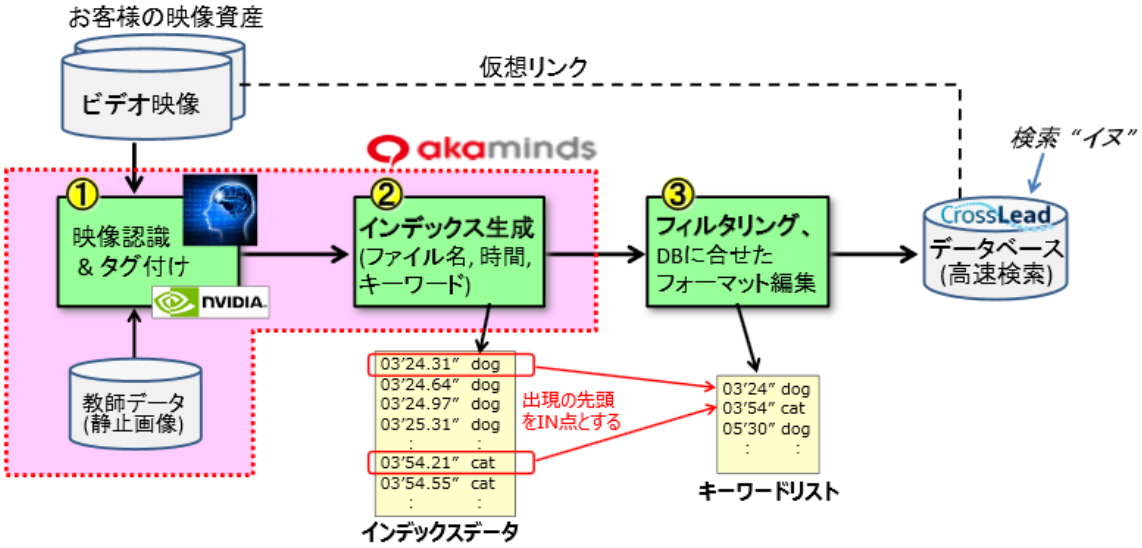
・映像内に予め学習させた“モノ”が出現すると自動で認識

※パーセント表示は認識の確度

特定個人の“顔”を認識させることも可能

検索キーワード設定までの流れ

対象物を検出した最初の時間が、シーンの再生位置



シーン検索の画面例

人が映っているシーンを検索し、

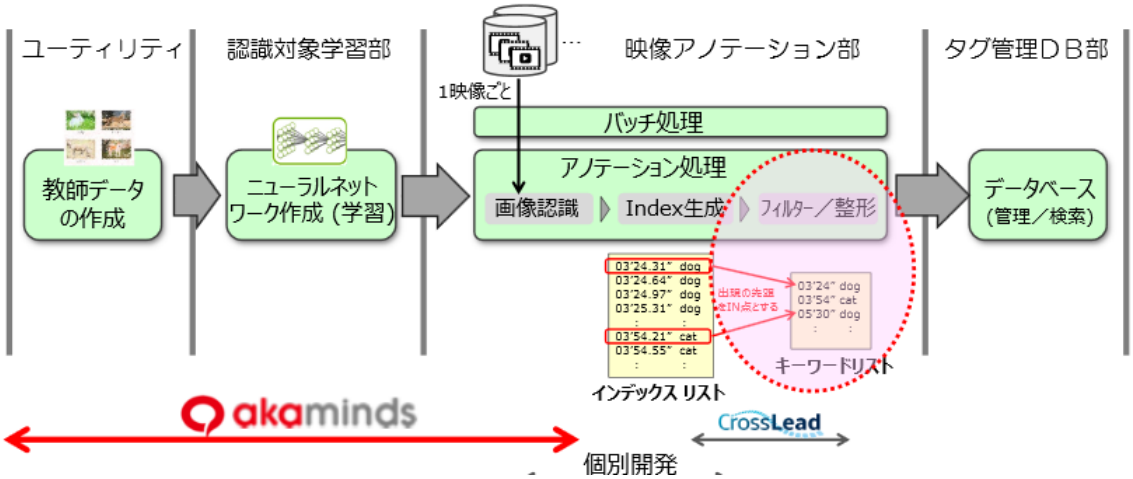
過去の映像資産が沢山あっても、
複数条件での取り込みも可能。

繰り返し アノテーションに適した Akaminds

- **教師データの簡単な生成**
- **ディープラーニング追加学習の容易性**
- **繰返し実行する際の操作性**

akaminds の適用

Akaminds利用で、必要な機能を短期間で実現



映像アノテーションを実現するコア技術

AIツールのパッケージ化販売は、複数のICT企業との、パートナー営業契約が基本になる

備後地域の産業への導入は、IoTなどのデジタル化から入り、

より多くの、より正しく、より高い適応性をもつ、データの蓄積がAIツール利用の前提条件となる。

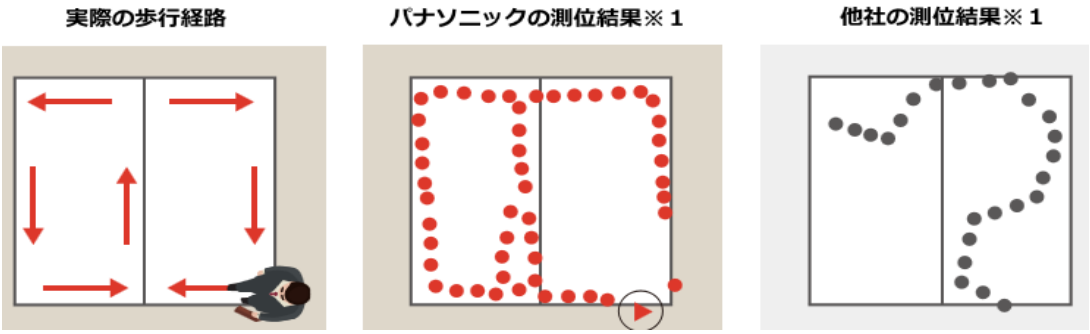
（以上、IoTJapan2018関西の、FPTセミナーの抄録である）

（9）HDビーコンによる現場情報のデジタル化

https://panasonic.biz/cns/invc/hdbeacon/technology.html

高精度 自律航法

スマートフォンのセンサ（加速度・角速度・地磁気・気圧）を利用して、進行方向と距離を推定し相対位置を計測。 センサ技術により歩行以外の動作センサ技術により動作の影響をキャンセルすることで、計測誤差を抑え、屋内ではビーコン・屋外ではGPSと組合せることで、屋内外をシームレスに位置計測できます。



導入事例　https://solcms.panasonic.biz/case/detail.php?id=385

㈱ブリヂストン 久留米工場　屋内外位置情報ソリューション HD Beacon

乗用車用、小型トラック用、航空機用、ﾚｰｼﾝｸﾞ用等の各種タイヤを生産する久留米工場では、工場内の部材供給作業者の動線分析を行い、人材配置の改善を図る目的から、屋内外位置情報ｿﾘｭｰｼｮﾝ HD Beaconを導入した。

久留米工場では、比較的生産量が少ないタイヤを多品種生産しているため、部材の運搬や製品の搬送は人による運搬が中心になる。HD Beaconは、各ポイントの人の流れをデータとして見える化するので、一目でどこがどういう状態だったのかがわかる

天井に設置されたHD Beacon

各作業員はスマートフォンを携帯してビーコン信号を受信する

スマートフォンでは位置測定用の標準専用アプリを使う

これにより、各フロア間を移動する作業者のムダな動きが見える化され、運ぶべき部材が滞留している場所の情報を共有化する必要性や、フロアや工場間の人員配置の見直しといった数々の具体的な改善案を導くことができた。

（以上、IoTJapan2018関西の、パナソニック展示会場にて、情報収集）

2. 働き方を変える協働ロボットが登場

（1） ORiN（ｵﾗｲﾝ）により、誰でもロボットプログラマーになれる。

ORiN (Open Robot/Resource interface for the Networ) は、ﾛﾎﾞｯﾄｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝｿﾌﾄｳｴｱの標準ﾌﾟﾗｯﾄﾌｫｰﾑであり、ﾒｰｶｰ・機種の違いを超えて利用できるように、ﾊｰﾄﾞｳｴｱの規定は一切存在せず次の3つの標準規格が、柱になっている。

① 標準ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ規格 CAO (Controller Access Object)

－ ﾛﾎﾞｯﾄｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝｿﾌﾄｳｴｱの汎用化を容易にする。

② 標準ﾃﾞｰﾀｽｷｰﾏ規格 CRD (Controller Resource Description)

－ ﾛﾎﾞｯﾄｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝｿﾌﾄｳｴｱ間のﾃﾞｰﾀ交換等を容易にする。

③ 標準通信ﾌﾟﾛﾄｺﾙ CAP (Controller Access Protocol)

－ ﾃﾞﾊﾞｲｽｱﾌﾟﾘ間の通信ﾌﾟﾛﾄｺﾙ、CAP(SOAP)、e-CAP(HTTP)、b-CAP(TCP/UDP)の3ﾊﾞｰｼﾞｮﾝがある。
これにより、新たなプロトコル開発を不要にする。

ORiN（ｵﾗｲﾝ）のｿﾌﾄｳｴｱ開発ｷｯﾄ（SDK）は、㈱ﾃﾞﾝｿｰｳｴｰﾌﾞが商品化し、ORiN協議会ﾒﾝﾊﾞｰに提供している。、

ORiN協議会は、経産省の支援により、2002年に設立され、ﾛﾎﾞｯﾄﾒｰｶや、FA機器ﾒｰｶ、ｿﾌﾄｳｴｱﾍﾞﾝﾀﾞｰが加盟している。

ユーザは、これらﾊｰﾄﾞ・ｿﾌﾄﾍﾞﾝﾀﾞｰ企業のｼｽﾃﾑ導入時に、準備提供される、教育訓練期間（2,3日）を経て、高度なﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ知識を持たない従業員に、自社のﾛﾎﾞｯﾄ運転能力向上の第一歩を踏み出させ、その後の自己研鑽によっては、他社が真似できない特異技術のｿﾌﾄｳｴｱ開発を、自前で行うことができるようになる。

（2） 専用機のﾛﾎﾞｯﾄ化市場から、協働ﾛﾎﾞｯﾄ市場価値・ｻｰﾋﾞｽを創る

㈱デンソーウエーブは、2001年創業の、小型・軽量ﾛﾎﾞｯﾄの専用機組込みﾒｰｶとして、これまでに10万台を、製造出荷しているという。

工場のｲﾝﾌﾗ設備や機械ﾒｰｶに組み込まれる産業ﾛﾎﾞｯﾄを製造して

来たので、知る人ぞ知る、隠れた専門技術企業として成長してきた。

2,017年には、人に優しい独自のｱｰﾑ構造と、速度やﾄﾙｸｾﾝｻｰを、内蔵し安全性を高めた協働ﾛﾎﾞｯﾄ（COBOTTA)を、市場に送り出した。

COBOTTAのﾊｰﾄﾞｳｴｱは、ｺﾝﾄﾛｰﾗを内蔵しながらも、手軽に持ち運べる4kgと、小型軽量で、人を手伝う家電製品並である。

また、（1）で述べたORiN(ｵﾗｲﾝ)により、事前の知識・技能なしで、ｱｰﾑ部分を手で動かして動作を記憶させる「ﾀﾞｲﾚｸﾄﾃｨｰﾁﾝｸﾞ機能」や、FA機器ﾒｰｶ、ｿﾌﾄｳｴｱﾍﾞﾝﾀﾞｰが加盟している。ｸﾞﾗﾌｨｯｸﾕｰｻﾞｲﾝﾀｰ(GUI)、ｶﾒﾗを使ったﾃｨｰﾁﾝｸﾞ機能にも対応する。

このﾃﾞﾝｿｰｳｴｰﾌﾞの技術経営における事業の発展は、備後のものづくり企業にも参考になる。 他社にない特異技術で、大手企業のものづくりを支えてきた中小企業でも、製造のデジタル化と、日本発のORiN(ｵﾗｲﾝ）により、新しいサービス価値と市場を、創造できる。

（3）デンソーウエーブの産業ロボット（参考）

検索名称	URL
0	https://www.denso-wave.com/ja/robot/product/embedded/
	ネジ締め機　外観検査装置　包装機械 高圧洗浄機　調剤機　部品組み付け機 チョコレート製造ライン
工程間搬送ロボット	https://www.denso-wave.com/ja/robot/product/transfer/
垂直多関節ロボット	https://www.denso-wave.com/ja/robot/product/five-six/
水平多関節ロボット	https://www.denso-wave.com/ja/robot/product/four/

（4）ロボットによる製造工場の生産性向上

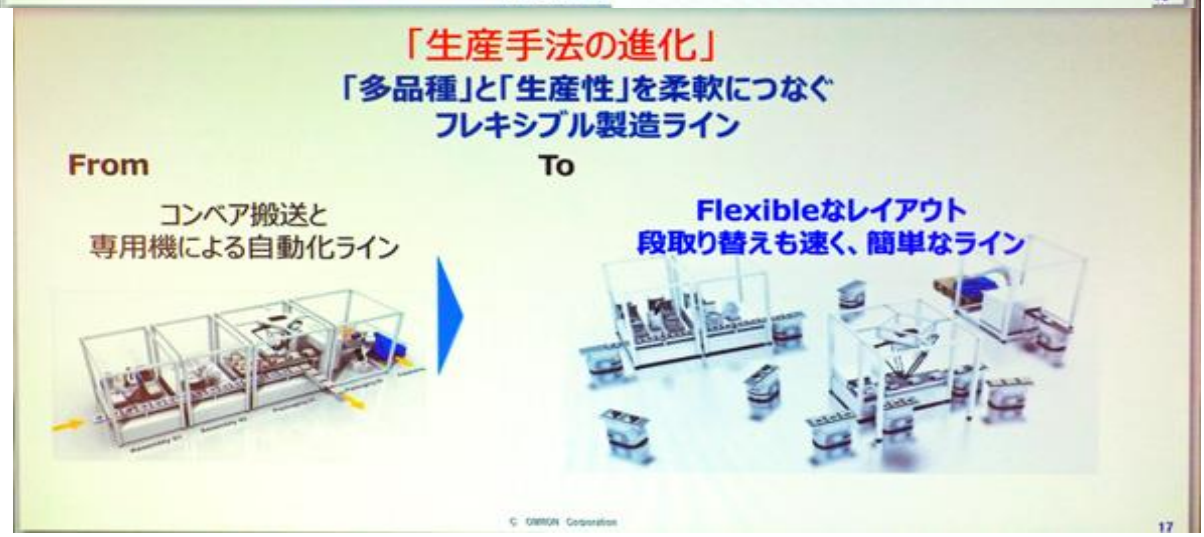
デンソーウエーブの産業ロボットによるソリューション事例を見て、備後のものづくり工場における設備更新や、機械化できる作業を考えてみた。

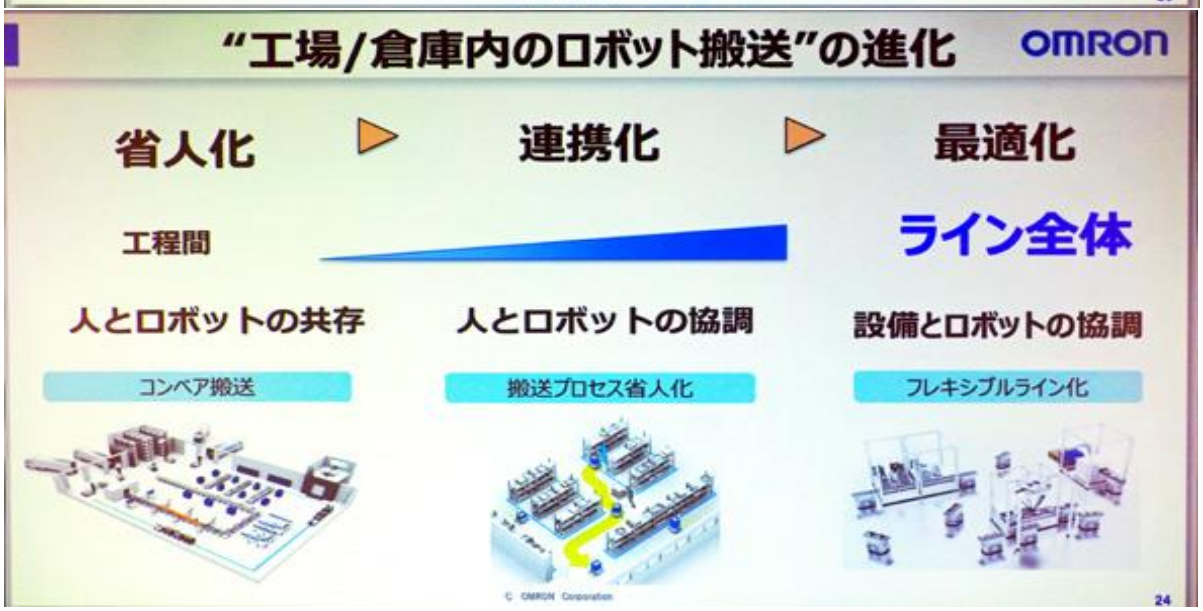
別紙1に、自動車業界9件、電機・電子業界4件、医療・医薬業界4件、その他業界2件、合計19の作業工程改善の事例について、動画サイトの紹介と、松村が考えた「設備更新・作業機械化」への応用例を示す。

（以上、ライト電業展示会2018岡山のﾃﾞﾝｿｰｳｴｰﾌﾞのセミナーより）

（5）産業用ロボットの今後に向けた各社の動向と、市場調査報告

① 多変種・多変量生産ラインに、ロボットを活用



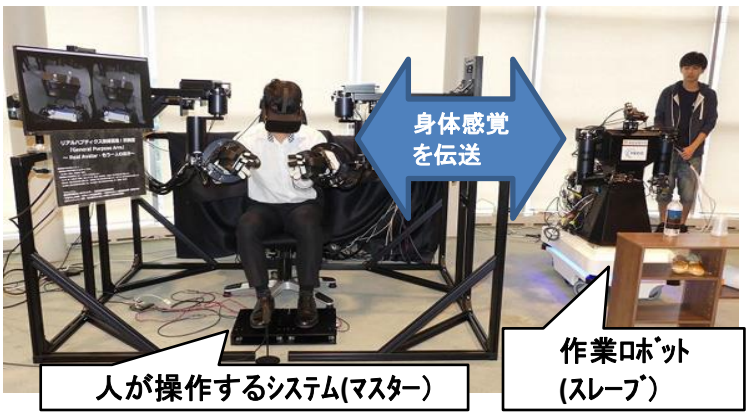


SCF2017(11/29-12/1)出展者ｾﾐﾅｰ(TechFactory2017/12/18公開)

② 世界初の身体感覚を伝送する双腕型ロボットの開発

新ｴﾈﾙｷﾞｰ産業技術総合開発機構(NEDO)と慶應義塾大学は身体感覚を伝送可能な双腕型ﾛﾎﾞｯﾄを発表(2017/9/28)した。

視覚、聴覚、移動感覚に加え、リアルな触覚まで伝わるため、遠隔地からでも高い臨場感をもってロボットを操作できるという。



視覚と聴覚の伝送については、人(ﾏｽﾀｰ)側で、ﾍｯﾄﾞﾏｳﾝﾄﾃﾞｨｽﾌﾟﾚｰ(HMD)、ﾛﾎﾞｯﾄ(ｽﾚｰﾌﾞ)側でｽﾃﾚｵｶﾒﾗを使用。

HMDの向きを検出し、ｽﾃﾚｵｶﾒﾗを連動させることで、人が見たい方向にカメラを向けることができる。

またｽﾚｰﾌﾞ側の土台は車輪を採用した移動機構になっており、前進、後進、旋回が可能。人の足元に置いた筋収縮測定ｼｽﾃﾑで重心移動を検知し、それによってｽﾚｰﾌﾞ側の移動を制御する。

両腕は、それぞれ指×3本（親指、人差し指、中指）、手首、肘、肩に自由度を持つ。人側のﾛﾎﾞｯﾄｱｰﾑで各関節の動きを読み取り、ｽﾚｰﾌﾞ側のﾛﾎﾞｯﾄｱｰﾑで再現する仕組みだ。

マスター側の操作システム

スレーブ側のロボットアーム

現在までのﾛﾎﾞｯﾄは、硬い重たい物体の扱いに限られてきたが、人にしかできない柔らかい物体のｺﾝﾄﾛｰﾙができるようになれば、食品加工現場などにある、単純繰り返し作業の機械化が可能になる。

発表時のデモでは、へこみやすいﾌﾟﾗｽﾁｯｸ製ｺｯﾌﾟを持ち、そこにﾍﾟｯﾄﾎﾞﾄﾙから水を注ぎ、落とさずに持ち続けられることが実証された。

物体の位置と物体の反力を、同時に制御することは不可能であるが、触覚（hapticsﾊﾌﾟﾃｨｸｽ）を制御する実用的手段を発明することで、可能にした。

ﾘｱﾙﾊﾌﾟﾃｨｸｽ技術と名付けられたこの発明は、回転位置θを操作し、その反力としてのﾄﾙｸτの変化を、0.1ms周期で検出することで、人の感触を力として制御するものである。

（慶應義塾大学 ハプティクス研究センターの大西公平教授の発明）

この発明のﾒﾘｯﾄの1つは、高価な力センサーが不要で、ｴﾝｺｰﾀﾞｰやﾎﾟﾃﾝｼｮﾒｰﾀｰにより、位置が分かればよいため、大幅なｺｽﾄﾀﾞｳﾝ

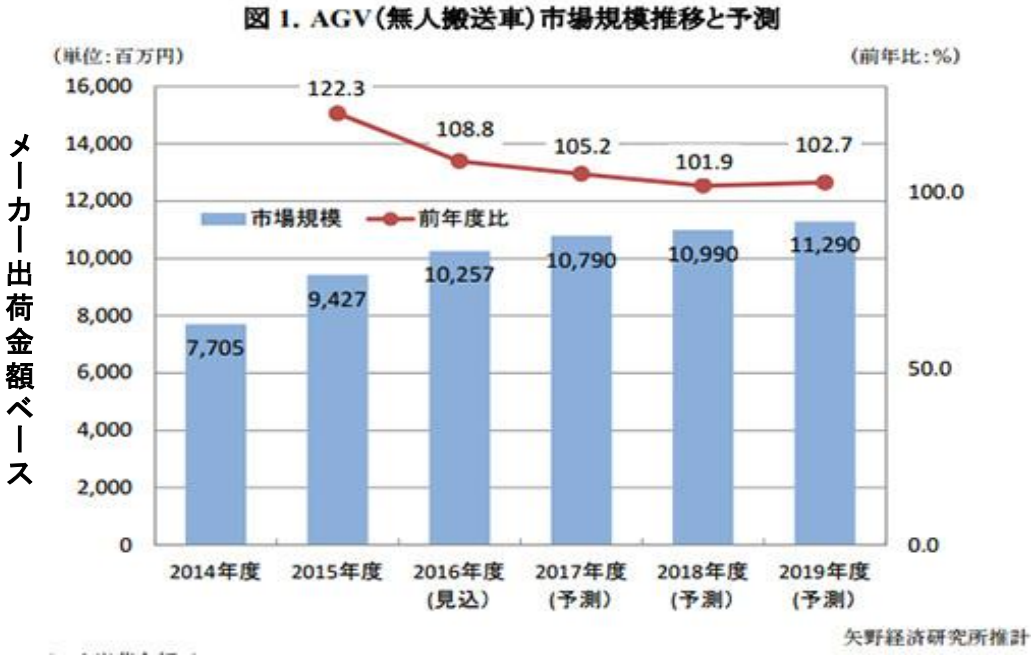
ができることである。

また、農業用の選果および選別ｼｽﾃﾑにおいては、このﾘｱﾙﾊﾌﾟﾃｨｸｽ技術を活用し、腐ったミカンの除去を機械化し、衛生的な選果ラインの維持と、選果作業の省人化／自動化を、シブヤ精機が提案している。

2017/1/3-6に開催された「CEATEC JAPAN 2017」の慶應義塾大学ブースでは、このロボットハンドのデモを見ることができた。硬い紙粘土でも、柔らかい豆腐でも、同じように把持が可能で、途中でイチゴを割り込ませたときでも、つぶさずに持ち上げていた。

ハプティクス研究センターは、産業機器、ロボット、自動車、建設機械、農業、測定機器、医療、介護、健康機器、航空宇宙など、約30社との協業を推進中とのこと。

③ FAで堅調な伸びを見せる無人搬送車



矢野経済研究所 調査報告（TechFactory2016/10/19公開）

④ 設置面積比率最小の折り畳み式ｽﾘﾑｱｰﾑ採用の小型6軸ﾛﾎﾞｯﾄ

エプソンは2016/6/21、新開発の折り畳み式ｽﾘﾑｱｰﾑを採用した小型6軸ﾛﾎﾞｯﾄを製品化し、日本国内での受注開始を発表した。

装置の設置占有面積は、従来機（2012年発売の6軸ﾛﾎﾞｯﾄと比較して約40%削減の600×600mmの省ｽﾍﾟｰｽ化を果たし、人間の作業員とほぼ同じ作業ｽﾍﾟｰｽに設置できる。本体重量は19kgで従来機比3分の2の軽量化も実現している。

可搬重量2.5kgを実現。ｽﾏｰﾄﾌｫﾝ、ﾀﾌﾞﾚｯﾄ端末などの電子機器や、自動車分野での小型部品の組み立て／搬送などの作業に最適としている。
N2-A450の販売価格は190万円。

ﾛﾎﾞｯﾄｵﾌﾟｼｮﾝ力覚ｾﾝｻｰs250H
（水晶圧電方式）

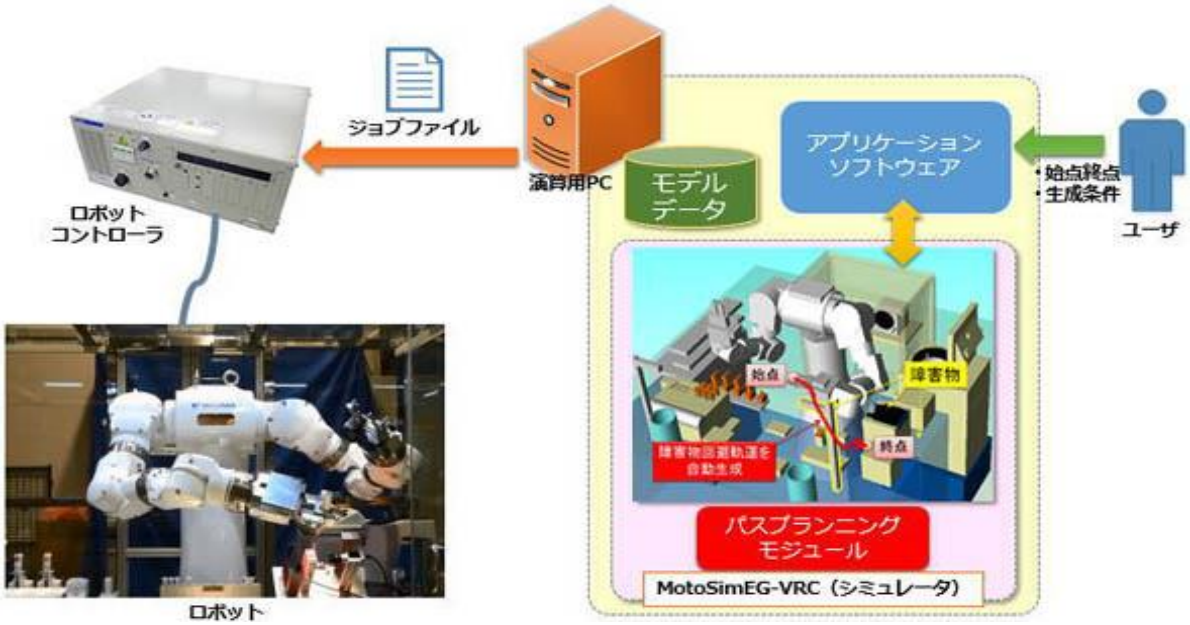
販売価格
69万円

（TechFactory2016/6/21公開）

⑤ 設置面積比率最小の折り畳み式ｽﾘﾑｱｰﾑ採用の小型6軸ﾛﾎﾞｯﾄ

安川電機は2016/6/13、ロボットの動作軌道を同社のﾛﾎﾞﾄｼｭﾐﾚｰﾀｰ「MotoSimEG-VRC」上で自動生成する“ﾊﾟｽﾌﾟﾗﾝﾆﾝｸﾞ（Path Planning）機能”を開発したことを発表した。

同機能により、教示（ﾃｨｰﾁﾝｸﾞ）作業の一部を自動化でき、作業者の負荷軽減とともに、迅速かつ効率的な生産ｼｽﾃﾑのｾｯﾄｱｯﾌﾟや段取り替えが可能になるという。



「パスプランニング機能」のイメージ（出典：安川電機）

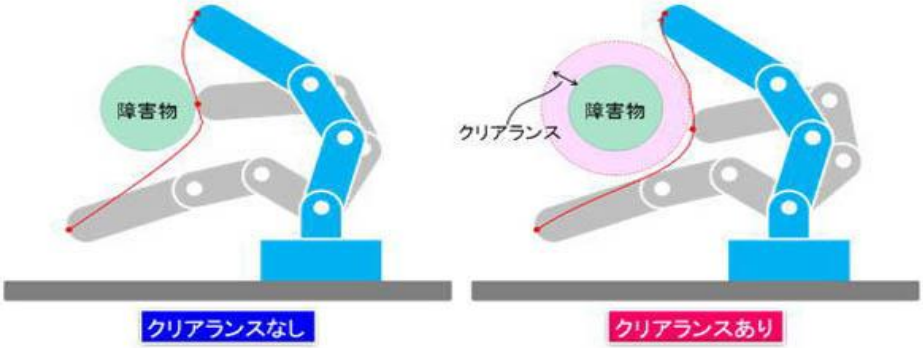
その特長は次のとおり

1.ティーチングレス　　MotoSimEG-VRC上で動作開始姿勢と終了姿勢／動作生成条件を入力することで、周辺障害物を回避した軌道を自動生成。ティーチング時間を大幅に削減できる

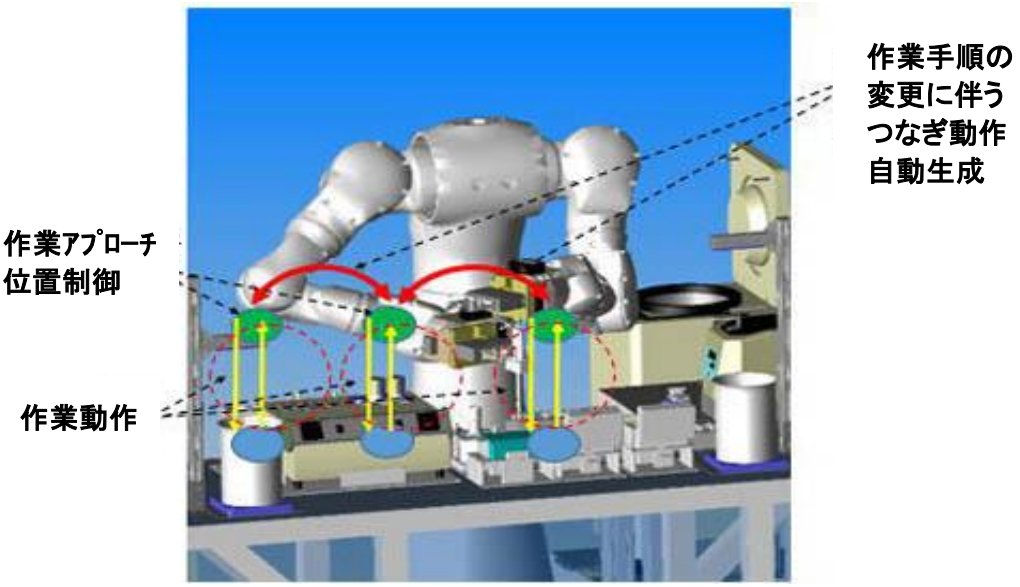
2.安心プレイバック　　生成された軌道は同社のﾛﾎﾞｯﾄﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ言語で動作するため、高速・高精度なﾌﾟﾚｲﾊﾞｯｸが可能。また、障害物との干渉回避のみならず、障害物との間に任意のｸﾘｱﾗﾝｽ（空間）を保障しながらﾀｸﾄﾀｲﾑの短い動作を高速に生成できる。このため、ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝ環境と実際の環境に誤差があっても安心してﾌﾟﾚｲﾊﾞｯｸが行える

3.液体を入れた容器も搬送可能　　把持した対象物の姿勢を一定に維持した軌道の生成が可能なため、液体を入れた容器を搬送する際などにも活用できる

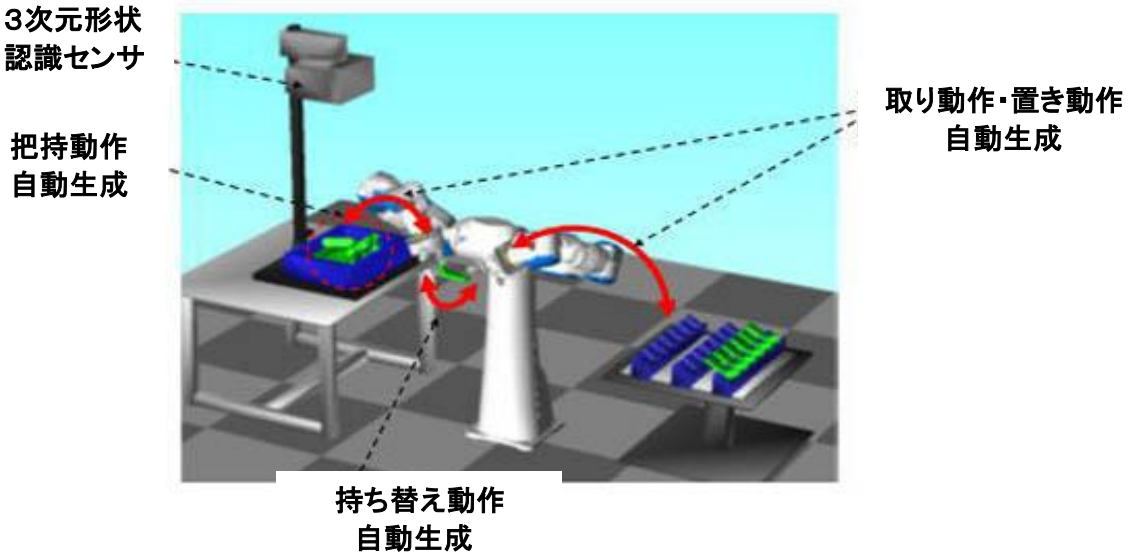
4.双腕ロボットにも対応　ティーチングが難しい双腕ロボットでも、左右のアームがぶつからないような軌道を簡単に生成できる



ﾊﾞｲｵﾒﾃﾞｨｶﾙの研究分野では、頻繁に実験ﾌﾟﾛﾄｺﾙ（作業手順）の変更が発生し、その都度ﾛﾎﾞｯﾄの動作ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑを変更する必要がある。



同機能を組み込んだﾊﾞｲｵﾒﾃﾞｨｶﾙﾛﾎﾞｯﾄｼｽﾃﾑあれば、ﾛﾎﾞｯﾄの専門家がいなくてもその場ですぐにﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑを自動変更でき、緊急停止した場合の復帰動作も自動で行える。



バラ積みワーク配膳作業への適用例

（TechFactory2016/6/24公開）

⑥ 世界のロボティクスおよび関連サービス市場の予測を発表

IT専門調査会社のIDC Japan 調査報告（TechFactory2017/2/8公開）

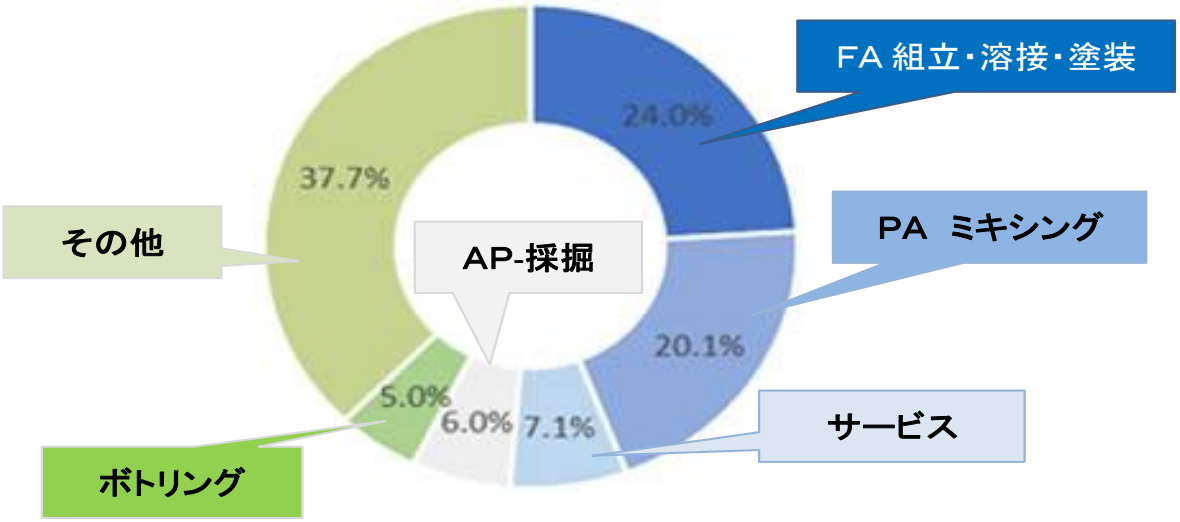


図1 世界ロボティクス関連市場 ユースケース別 支出額構成比【2016年】
（出典：IDC Worldwide Semiannual Commercial Robotics Spending Guide, 2016H1）

2016年にﾛﾎﾞﾃｨｸｽ関連支出が多かった産業分野は、「資源（80億ドル）」「消費者（65億ドル）」「医療（45億ドル）」の3分野。これら分野の相対的な順位は2020年まで変わらないだろうと、IDCは分析する。

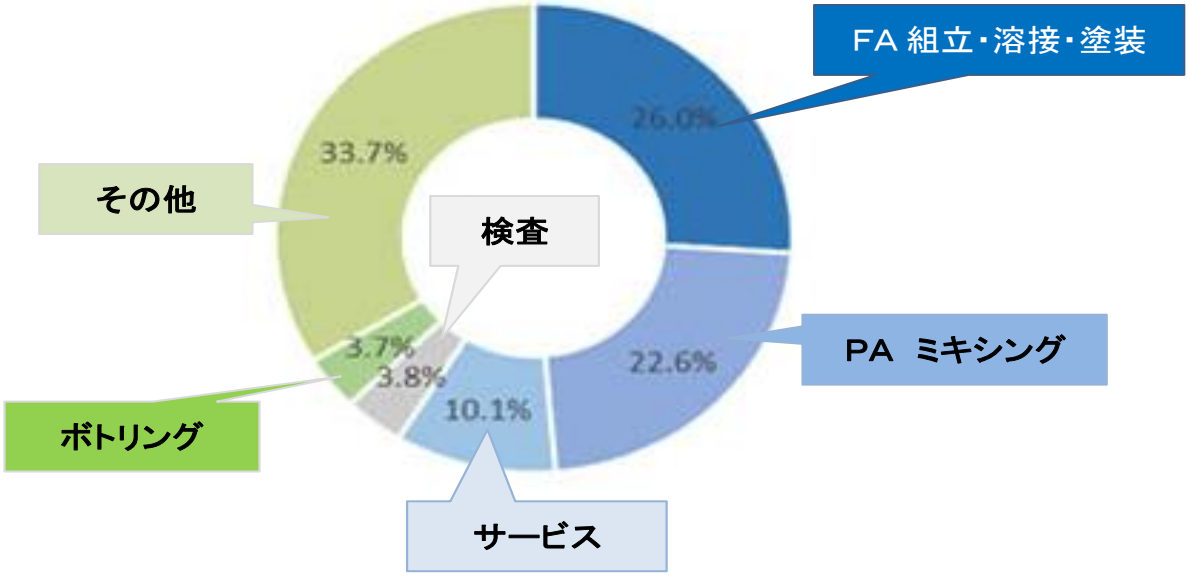


図2 国内ロボティクス関連市場 ユースケース別 支出額構成比【2016年】
（出典：IDC Worldwide Semiannual Commercial Robotics Spending Guide, 2016H1）

ﾛﾎﾞﾃｨｸｽ関連市場の成長をけん引するアジア太平洋地域

ﾃｸﾉﾛｼﾞｰ別	支出額
ロボットシステム （ｺﾝｼｭｰﾏｰﾛﾎﾞｯﾄ、産業用ﾛﾎﾞｯﾄ、ｻｰﾋﾞｽﾛﾎﾞｯﾄ） と、ｱﾌﾀｰﾏｰｹｯﾄの　ﾛﾎﾞｯﾄﾊｰﾄﾞｳｴｱ	400億ﾄﾞﾙ以上(2016)
サービス関連 （ｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝ管理、教育＆ﾄﾚｰﾆﾝｸﾞ、 ﾊｰﾄﾞｳｴｱ導入、ｼｽﾃﾑｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝ、ｺﾝｻﾙﾃｨﾝｸﾞ）	200億ﾄﾞﾙ以上(2016)
ｾｸﾞﾒﾝﾄの「ﾄﾞﾛｰﾝ」「ｱﾌﾀｰﾏｰｹｯﾄ」	200億ﾄﾞﾙ (2020)

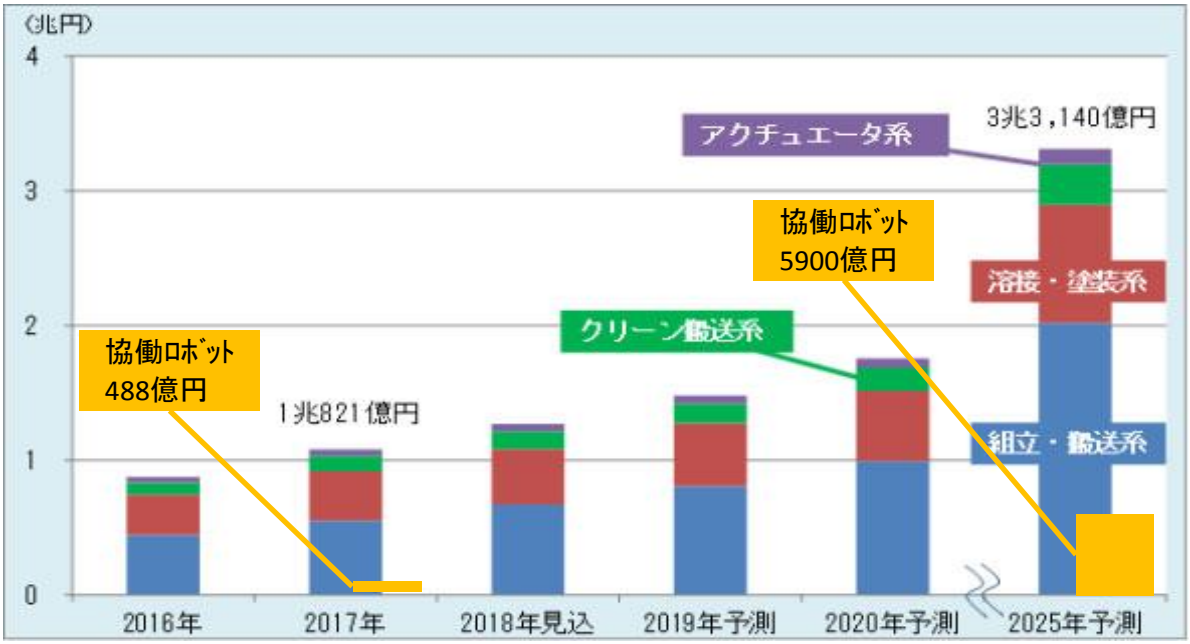
地域別	2026		2020	
日本を含むアジア太平洋地域 （内　日本）	1	550億ﾄﾞﾙ （104億ﾄﾞﾙ）	1	1100億ﾄﾞﾙ （240億ﾄﾞﾙ）
欧州・中東・アフリカ地域	2	147億ﾄﾞﾙ	3	250億ﾄﾞﾙ
北米・中南米	3	129億ﾄﾞﾙ	2	300億ﾄﾞﾙ

⑦ 産業ﾛﾎﾞｯﾄ市場は、協働ﾛﾎﾞｯﾄが急伸し、2015年に3兆円超え

富士経済　産業ﾛﾎﾞｯﾄ調査2017 （TechFactory2018/4/13公開）

2017年の産業用ﾛﾎﾞｯﾄ市場は労働力不足や人件費高騰などを背景とした自動化ニーズに後押しされ、2016年比23.7%増の1兆821億円に伸びている。 2018年もこうした傾向は変わらぬ上、バラ積みﾋﾟｯｷﾝｸﾞや検査工程などの自動化も進むとみられており、引き続きの市場

拡大が期待される。



製造業向けロボットの世界市場(出展:富士経済)

協調ﾛﾎﾞｯﾄの市場については参入ﾒｰｶｰの増加や自動車及び電気・電子関連大手での導入拡大が背景となり、2017年の488億円から、2025年には5900億円へと大幅な伸長を示すとされている。

また、小物部品の組み立てや搬送に利用される小型(可搬重量20kg以下)の垂直多関節ロボットは、これまでの自動車や産業機器だけではなく、食品や化粧品、医薬品などでも利用されるようになっており、この利用ｼｰﾝの多様化を受けて可搬重量7kgｸﾗｽの需要増が見受けられるという。その結果、小型垂直多関節ロボットの市場も2025年には2017年の4.4倍、5150億円まで伸長すると予測している。

3. 平成30年版中小・小規模企業白書に見た生産性向上

中小企業庁では、「平成27年度中小企業の動向」及び「平成28年度中小企業施策」(中小企業白書)、並びに「平成27年度小規模企業の動向」及び「平成28年度小規模企業施策」(小規模企業白書)をとりまとめ、4月22日閣議決定された。　その概要は下記で閲覧できる。

http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/H30/PDF/h30_pdf_mokujityuuGaiyou.pdf

2018年版
中小企業白書・小規模企業白書
概要

経済産業省　中小企業庁

平成30年４月
中小企業庁調査室

ここでは、備後地域の第二創業支援に関する内容を、抽出、報告する。

（1）白書のポイント

① 経常利益は上昇傾向であるが、大企業との生産性格差は拡大。

図1 経常利益の推移

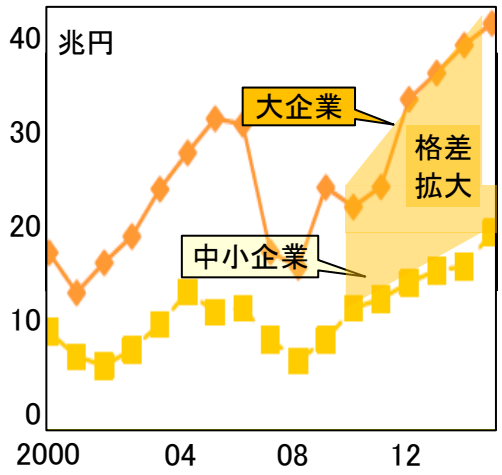
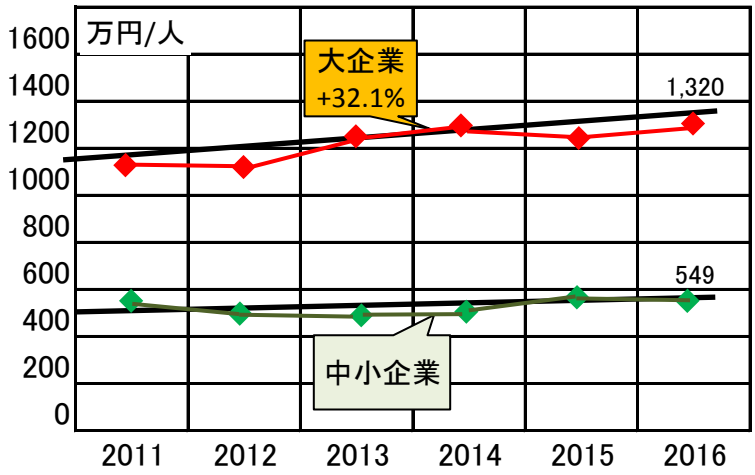


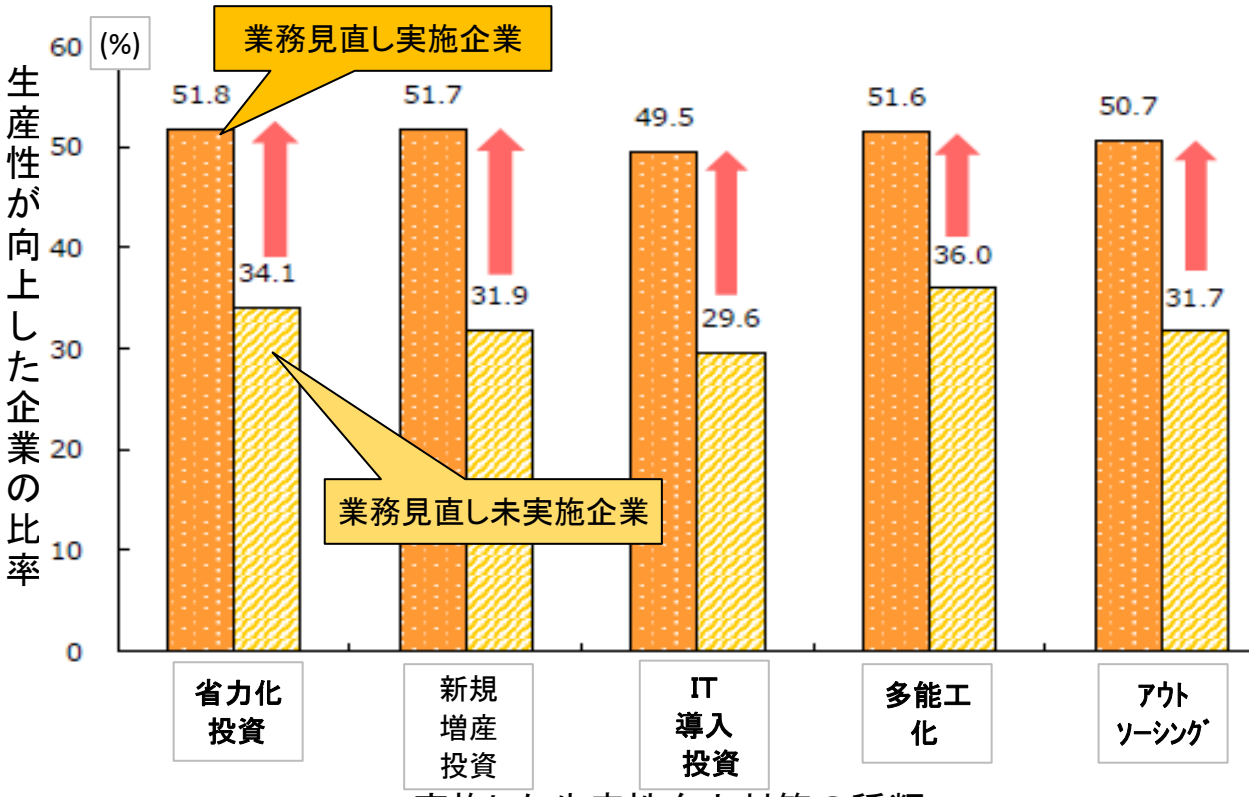
図3 労働生産性の推移（製造業）



② 未来志向型の取引慣行に向けて、下請取引は着実に改善。

H30.3末現在、自動車など8業種21団体が、ｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝ全体での、取引適正化と、付加価値向上に向けた行動計画を策定。

③ 業務プロセスの見直しは生産性向上の大前提



実施した生産性向上対策の種類

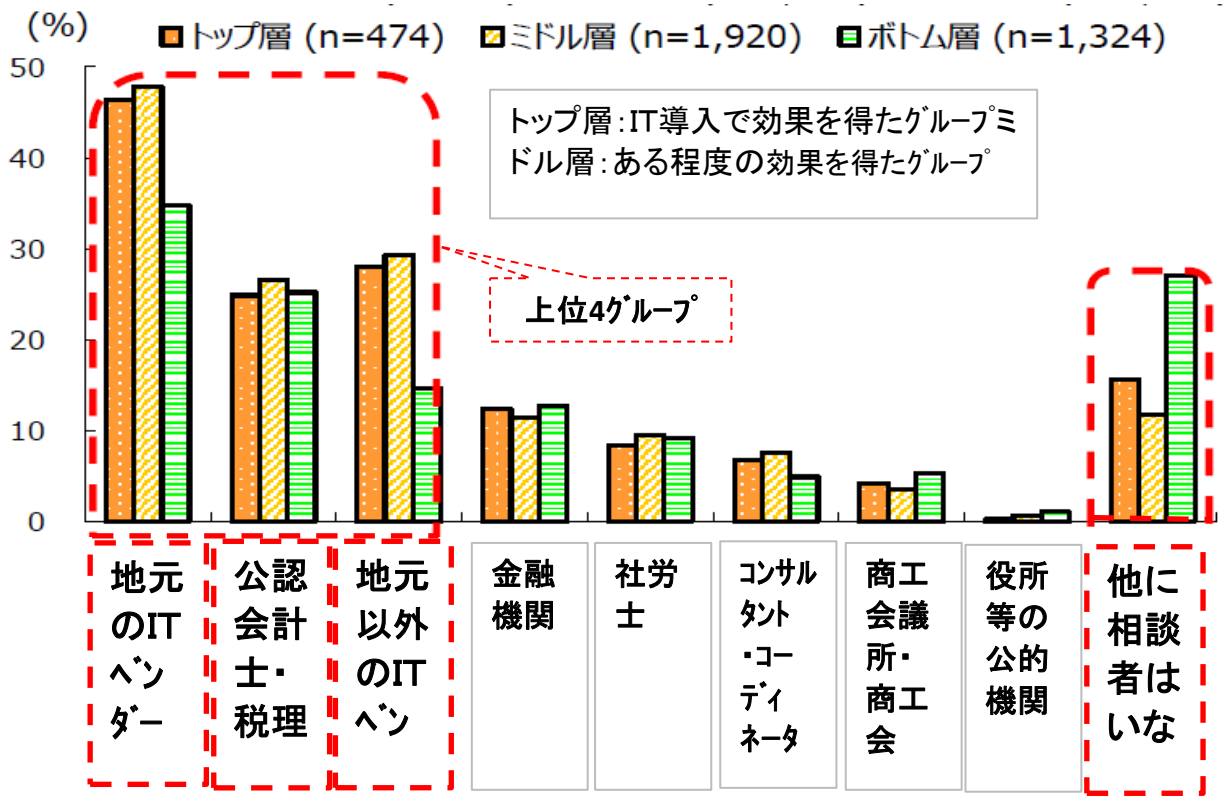
生産性向上対策は、業務プロセスの見直しから、着手すべきである。

④ 多能工化・兼任化の取組による生産性向上は、製造業では減速

生産性向上を答えた企業は、3年前42.5%から、45.6%と、わずか。

非製造業は、3年前の20%前後から、45%前後に増加。

⑤ IT 導入のきっかけは 、地元の IT ベンダーなど身近な相談相手



アンケート回答（n数）内訳

業種別	n数	%	業種別	n数	%
製造業	1,147	28.7%	製造業	2186	54.7%
ｻｰﾋﾞｽ業	786	19.7%	建設業		
卸売・小売業	703	17.6%	運輸業		
建設業	590	14.8%	ｻｰﾋﾞｽ業	954	23.9%
運輸業	449	11.2%	情報通信業		
情報通信業	168	4.2%	卸売・小売業	854	21.4%
その他	151	3.8%	その他		
計	3,994				

トップ層の相談相手別企業数

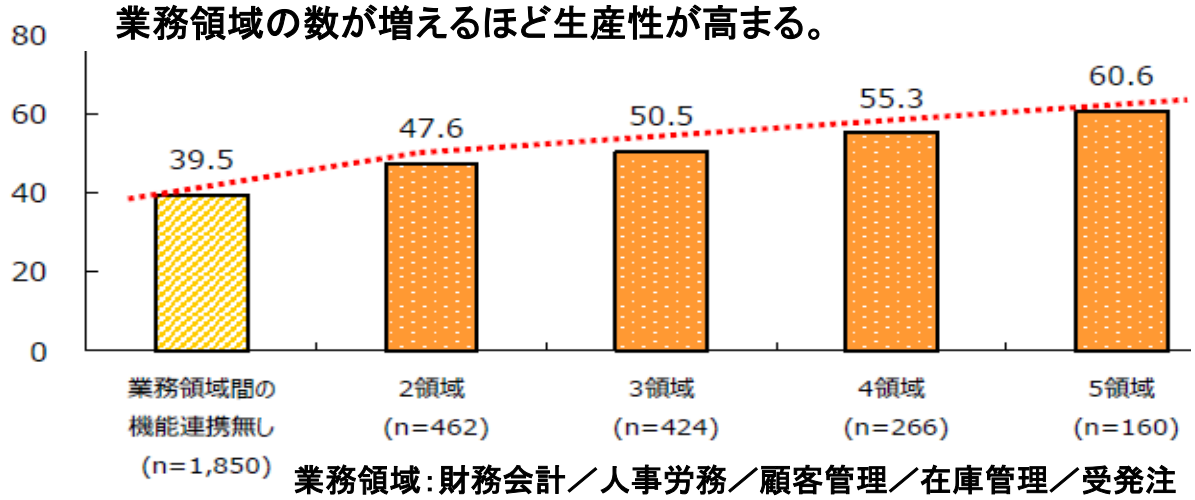
効果区分	ﾄｯﾌﾟ層	ﾐﾄﾞﾙ層	ﾎﾞﾄﾑ層	製造業＋建設業＋運輸業の内訳 ﾄｯﾌﾟ層	ﾐﾄﾞﾙ層	ﾎﾞﾄﾑ層	計
n数	474	1920	1324	製・建・運		0.547	
相談相手別	比率%			企業数			
地元のITﾍﾞﾝﾀﾞｰ	42.8%	48.0%	34.8%	83	377	189	649
公認会計士・税理士	25.5%	26.2%	25.3%	49	206	137	392
地元以外のITﾍﾞﾝﾀﾞｰ	28.0%	29.6%	14.9%	54	233	80	367
金融機関	12.3%	11.6%	12.8%	24	91	69	184
社労士	8.4%	9.6%	9.3%	16	75	50	142
ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ・ｺｰﾃﾞｨﾈｰﾀ	6.8%	7.8%	5.0%	13	61	27	102
商工会議所・商工会	4.3%	3.8%	5.4%	8	30	29	68
役所等の公的機関	0.3%	0.6%	1.3%	1	5	7	12
他に相談者はいない	15.8%	11.8%	27.1%	31	93	147	270
アンケート回答率	74.8%			280	1171	736	2187
				13%	54%	34%	

建設・運輸を含めた製造業のうち、効果があったと回答した企業は13%と低い。ある程度の効果があった企業を含めれば、67%であり、実質的な効果を明確にして、投資を行う必要がある。

⑥ 業務領域や一企業の枠を超えて連携することで、効果は高まる。

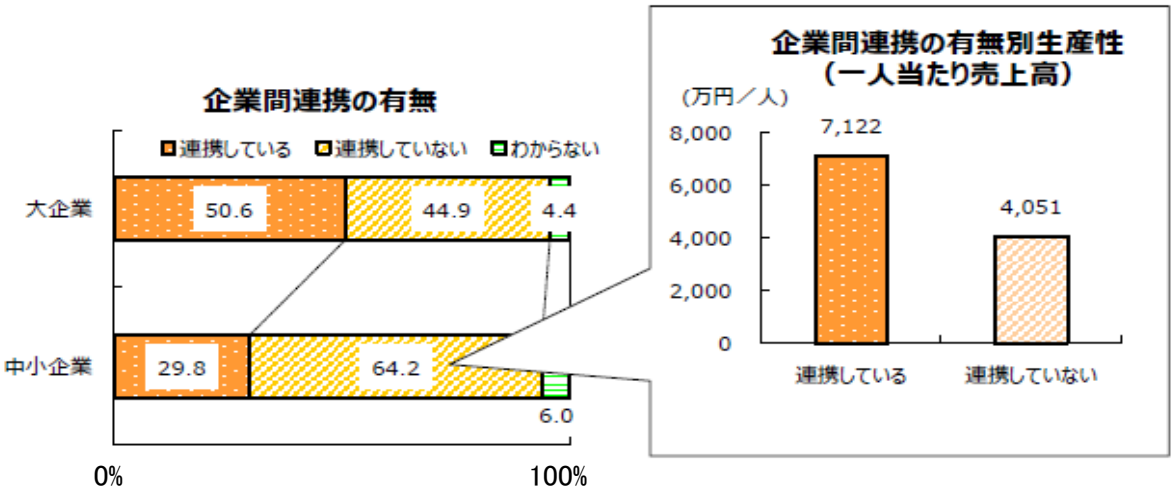
連携とは、「同業種の企業」、「業界を超えて他業種の企業」、「グループ企業」の少なくとも1つと連携している業態をい 業務領域の区分:

業務領域の数が増えるほど生産性が高まる。



業務領域:財務会計／人事労務／顧客管理／在庫管理／受発注

企業間連携の有無による生産性の違い

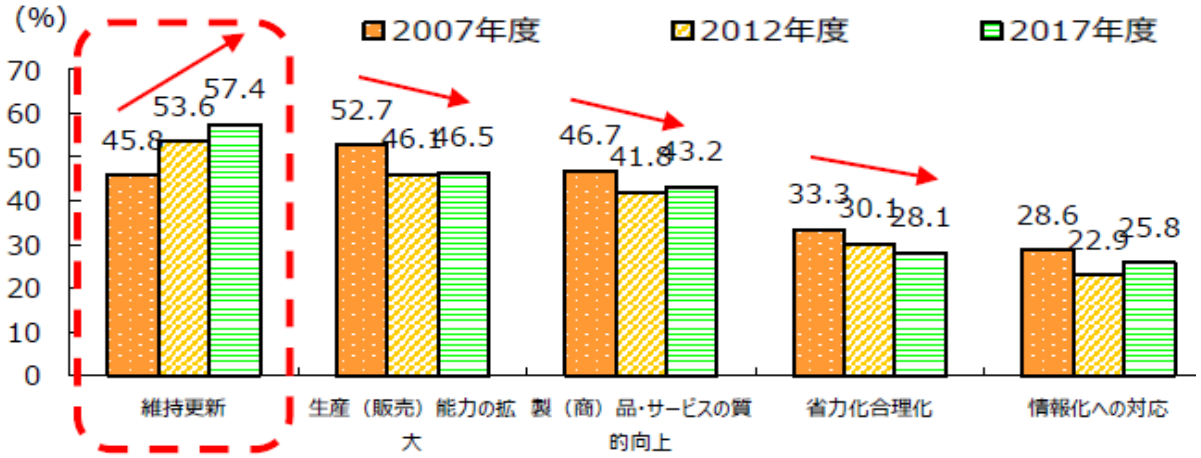


ICTの導入による企業間情報共有は、重複業務を合理化する。製造業務プロセス以外の業務領域連携は、積極的に進めたい。

⑦ 生産性向上のために、デジタル製造に前向きな投資が見られる。

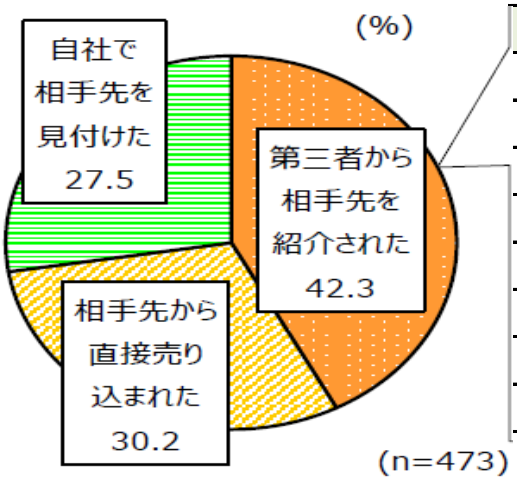
中小企業の設備投資は、2014年度以降でみると、年率2.9%で増加しているが、足下では設備老朽化等を背景とした維持・更新投資が中心で、生産能力の拡大、製品サービスの質的向上、省力化投資、および情報化投資の順に、2007年度以降、減少している。 2017年度になって、デジタル製造に向けての、小さな改革投資が始まった。

中小企業の設備投資目的の推移



⑧ 事業承継等を背景に、M&Aで、生産性を高める。

M&A（譲渡・合併・吸収）の相手先決定のきっかけ



相手先紹介者	件数	比率
金融機関	55	28.5%
取引先	52	26.9%
専門仲介機関	32	16.6%
ｺﾝｻﾙﾃｨﾝｸﾞ会社	10	5.2%
販売先・顧客	9	4.7%
会計士・税理士	4	2.1%
事業継承支援ｾﾝﾀｰ	1	0.5%
その他	30	15.5%
合計	193	100.0%

事業領域連携を基本に、新たな地域企業の起業支援を優先したい。

⑨ 小規模事業者の経営者の、IT導入による業務効率化が急務

自社の人財不足を背景に、経営者に業務負荷が増大している。

人財不足の対応策（重複あり）	回答数	対応比率
1.経営者の労働時間増	1,614	53.9%
2.パート・アルバイト増	1,048	35.0%
3.多能工化、兼任化	934	31.2%
4.業務プロセスの改善	764	25.5%
5.業務のｱｳﾄｿｰｼﾝｸﾞ	680	22.7%
6.従業員の残業増	596	19.9%
7.賃金・処遇など労働条件改善	557	18.6%
8.女性・シニアなどの多様な人材採用	512	17.1%
9.IT化・設備導入による省力化	437	14.6%
10.他企業連携で経営資源補完	264	8.8%
11.その他	87	2.9%
	n数	2,995

小規模事業経営者の考える、業務の見直し意欲

業務内容	回答数	削減意向比率	ITﾊﾟｯｹｰｼﾞ
1.財務・会計（記帳）	1,347	65.9%	○
2.在庫管理	1,422	45.6%	○
3.給与・勤怠管理	1,189	45.4%	○
4.製造・生産管理	1,721	41.6%	IoT
5営業・販売管理	2,020	39.1%	○
6.顧客管理	1,545	35.6%	○
7.資金調達	1,860	23.5%	―
8.商品の企画・開発・設計	1,533	20.6%	―
9.人事採用	1,350	19.0%	―
10.経営計画の策定	1,729	13.4%	―

上表の「ITパッケージ」は、H30備後の第2創業支援_小さく始めるで
したもので、ITベンダーのアウトソーシング無しに解決可能なものを示
事業者の生産性向上についての相談があれば、BSBコーディネー
現場に出向き、共同して業務プロセスの見直しを行うことで、課題を明
必要により、助成金の申請を行うことがもできる。

⑩ 小規模事業者のデジタル製造改革には、支援機関の役割が重要

⑤項で、報告した地域の相談相手のベスト4（ITﾍﾞﾝﾀﾞｰ、公認会計士
理士、金融機関）は、備後地域におけるこの数年の実績を見る限り
は存在しないと思われる。 全国レベルでは7%を下回るが、企業OB
を中心としたBSBのコーディネーターの支援能力は、この3年間の
自主研鑽により十分である。自信を持って相談を受けたい。

以　上