

人工知能AI等と「雇用の未来」「働き方・人材育成」

於 国際高等研究所



2018月4月23日
経済産業研究所RIETI
日本生産性本部JPC
岩本晃一

第1章 はじめに

1-1 第4次産業革命とは何か

1-2 本稿の内容

第2章 これまでに解明・合意された内容

2-1 フレイ&オズボーンの推計に対する評価

2-2 世界で行われてきた研究で解明・合意された内容

2-3 ドイツ「Arbeiten4.0（英Work4.0）」プロジェクトの成果

第3章 その他主要研究成果の紹介

3-1 AI時代のジェンダー問題

3-2 賃金、学歴、教育、格差、雇用等に関する分析

3-3 プラットフォーム・エコノミー

3-4 日本で発表された成果

第4章 日本の現場の動向・実態

4-1 大企業製造業の個別事例

4-2 日本企業全体の動向分析 1万社のアンケートから

第5章 人材育成の動向

ドイツ、米国、日本

第6章 おわりに

7-1 AI時代に備えた対応策

7-2 結び

第1章 はじめに



1－1 第4次産業革命とは何か



第1産業革命

18世紀末、人間の労働力に代わり、工場内に**蒸気機関**による動力源が導入された。



第3次産業革命

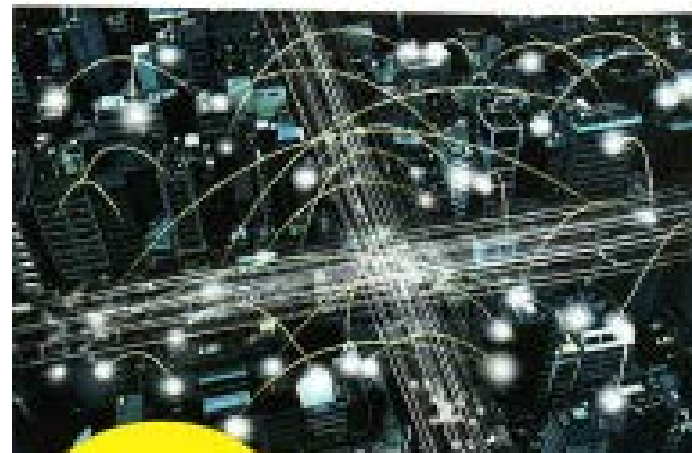
1970年代、産業用**ロボット**や工作機械が人間に代わって導入された。

第一次から第四次までの産業革命



第2次産業革命

20世紀初頭、**電力**が導入され、ベルトコンベアの流れ作業で**大量生産**が始まった。



第4次産業革命

21世紀になると世界中の機械が**ネットワーク**で**接続**される。

なぜ、世界中が騒いでいるのか？

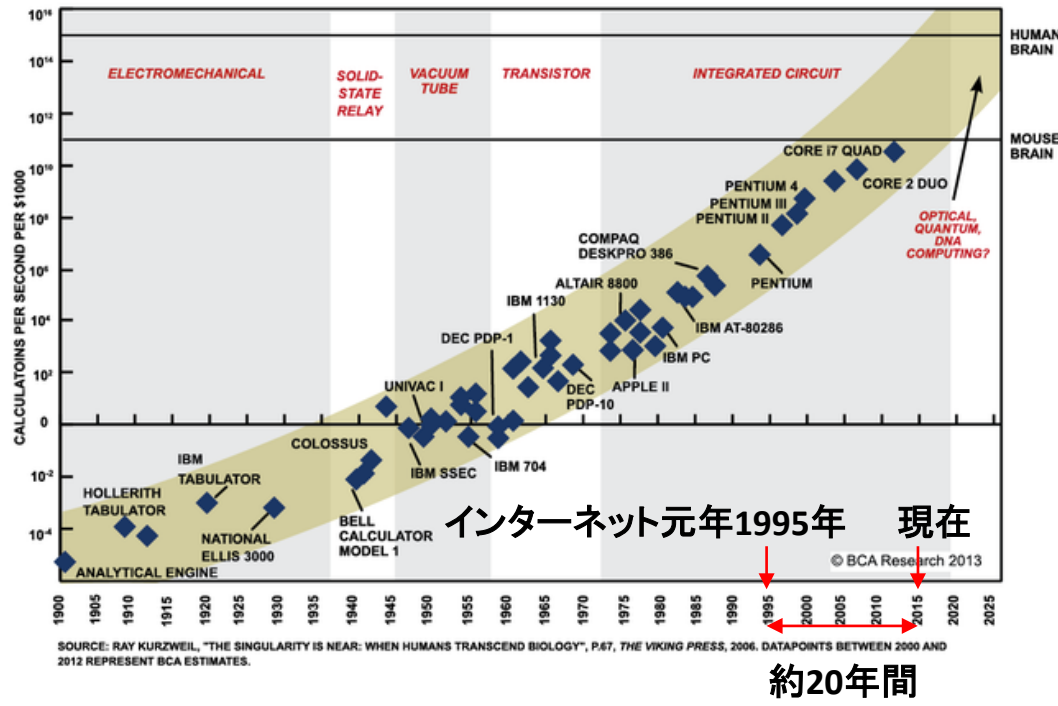
コンピュータの処理速度が速く、記憶容量が大きく、小型化・低価格化
 通信が、早く、大量、安く、正確化

→ これまで出来なかったことが出来るようになる

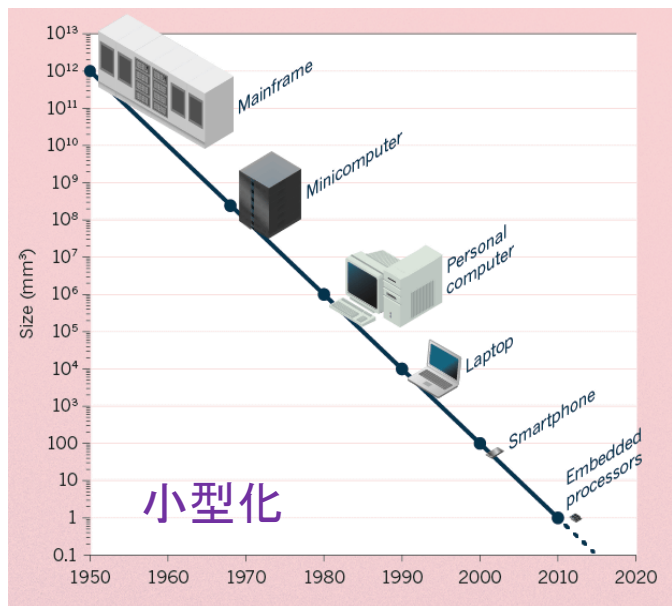
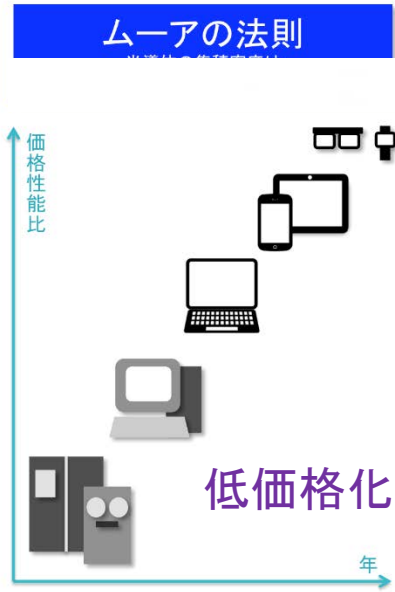
インターネット元年(1995年)以降、約20年間、パソコン、スマートフォン、タブレットなどが出現

→ 新しいビジネスが生まれ、新しい企業が生まれ、仕事の仕方やライフスタイルが劇的に変化するという歴史を体験

だが、それは、ほんの入口でしかない



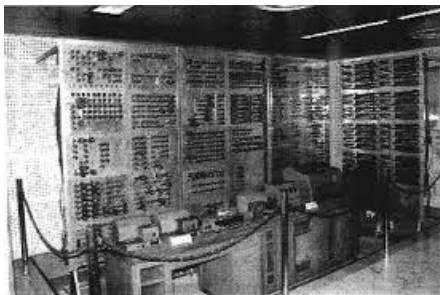
約20年間



「テクノロジーの進歩」の底流は極めてシンプル

早く、大量に、安く、小さく

1936年、アラン・チューリングが、デジタル・コンピュータを発明して以降、その本質は何ら変わっていない

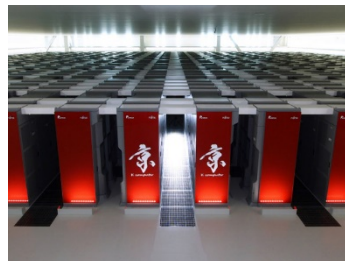


最初は真空管だったコンピュータに半導体が使用



大型コンピュータがスマホへ

やがて、スパコン京が手のひらサイズに



1G

第1世代移動通信規格

アナログ方式

2G

第2世代移動通信規格

デジタル方式

3G

第3世代移動通信規格

約14Mbpsの通信速度

3.9G

第3.9世代移動通信規格

～100Mbpsの高速通信

4G

第4世代移動通信規格

100Mbps以上の超高速通信

5G

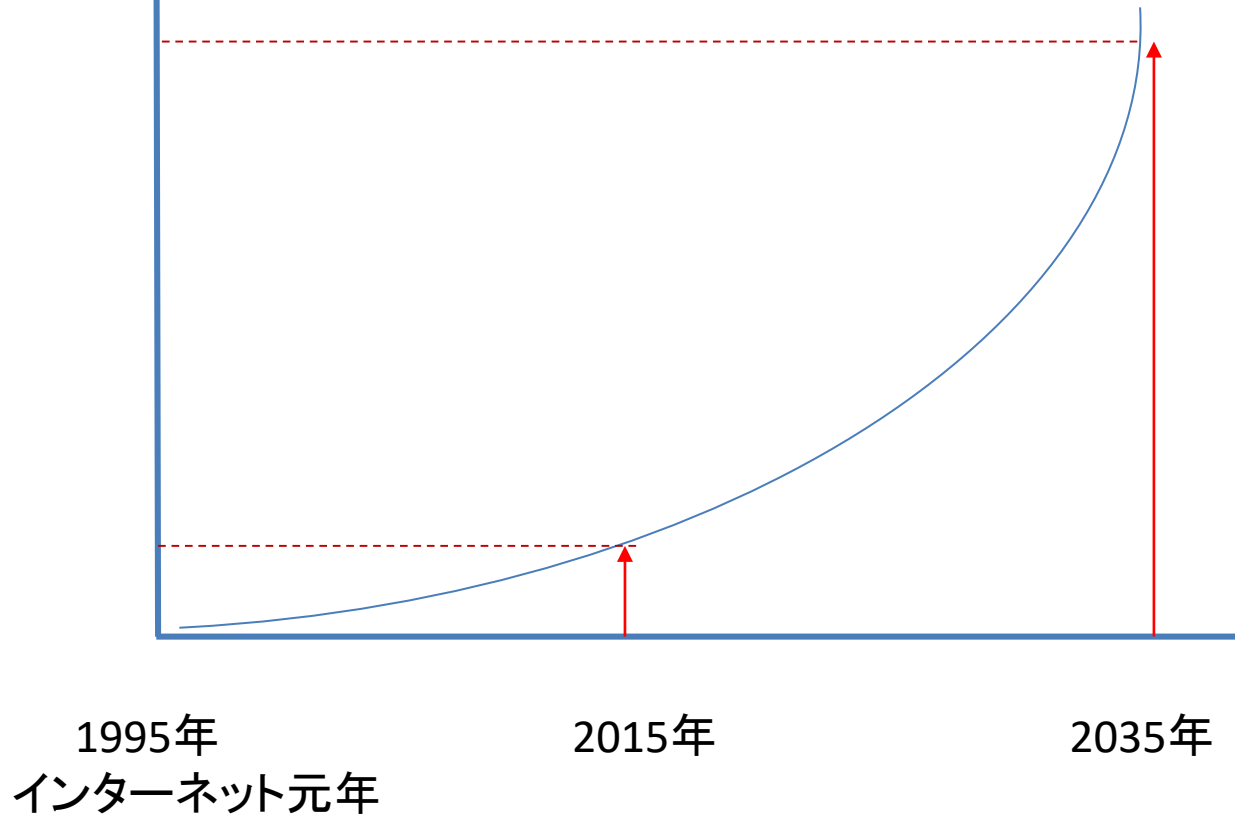
通信も、

早く、大量に、安く、小さく

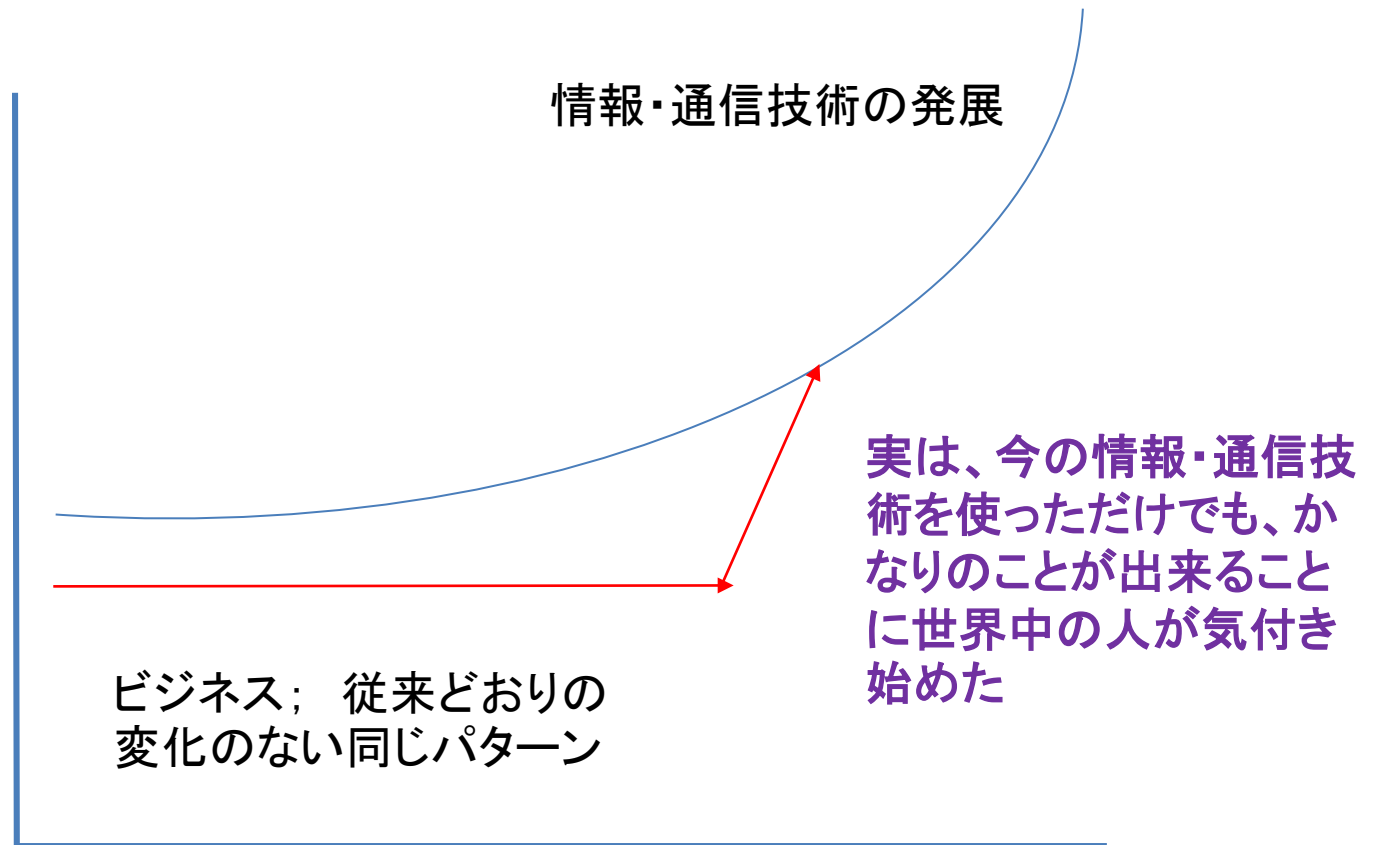
電線 → 光ファイバー



出現する機械の変化



第4次産業革命 ； 旧態依然として同じ事が行われてビジネスに、「今の情報・通信技術」を導入して、これまで見られなかった新しいビジネスモデルに飛躍している最中。
更に、今後の情報・通信技術の発展の波に載せてしまおう。



第4次産業革命 ; 向こう10～20年、あらゆる産業分野に大きな変革が起きると予想

今後、あらゆる産業分野が、「デジタル化」「コンピュータ化」「ネットワーク化」「オートメーション化」され、知能(AI)を持つことで、これまで出来なかったことが出来るようになり、存在しなかった機器・サービスが出現し、更に多くの新しいビジネス・企業・雇用が創出されると予想

→ 巨大市場の予感

＜現時点での代表的ビジネスモデルの事例＞

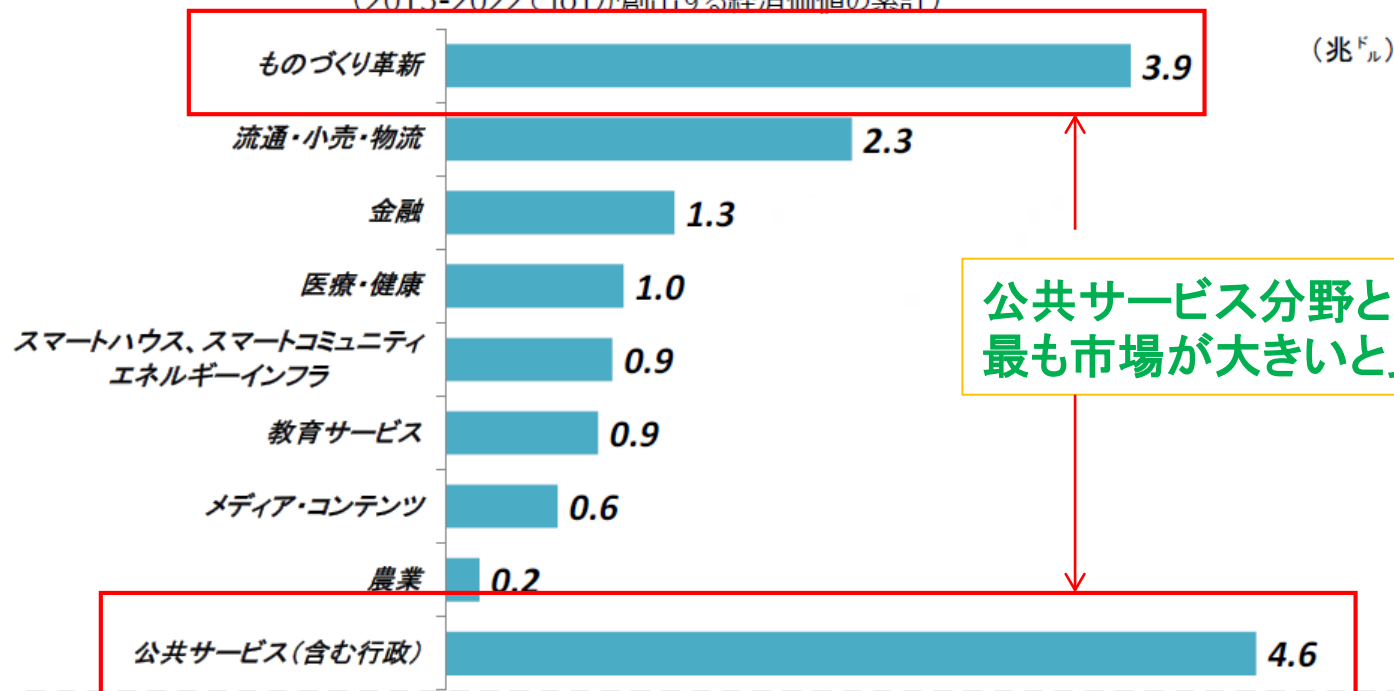
- | | |
|--------|--|
| 1 製造業 | 遠隔状態監視M2M、工場内の見える化、システム・オブ・システムズ、カスタマイズ生産、サイバー・フィジカル・システムCPS、能力の販売、オープン・プラットフォーム |
| 2 農業 | スマート・アグリ |
| 3 土木建設 | i-Construction |
| 4 金融 | フィンテック Fintech、株の取り引き |
| 5 健康医療 | インターネット・オブ・ヒューマン・ヘルスケア IOHH、AI創薬 |
| 6 営業 | AIデジタル・マーケティング |
| 7 労働 | i-labour マーケット |
| 8 自動車 | カーシェアリング、コネクテッド・カー |
| 9 物流 | ピッキング |
| 10 通信 | IoT専用通信網 |
| 11 電力 | スマート・グリッド |
| 12 都市 | スマート・シティ |
| | |

主要領域別の経済価値

- 主なシンクタンクは、製造、流通・小売・物流、金融、医療・健康、公共サービスといった領域で IoTのインパクトが大きいと試算している。

【IoTが付加する領域別経済価値（グローバルベース）】

（2013-2022でIoTが創出する経済価値の累計）



公共サービス分野と製造業分野が
最も市場が大きいと見られている

（2025年時点のIoTの経済価値）

※ モビリティ(自動走行等) 0.9

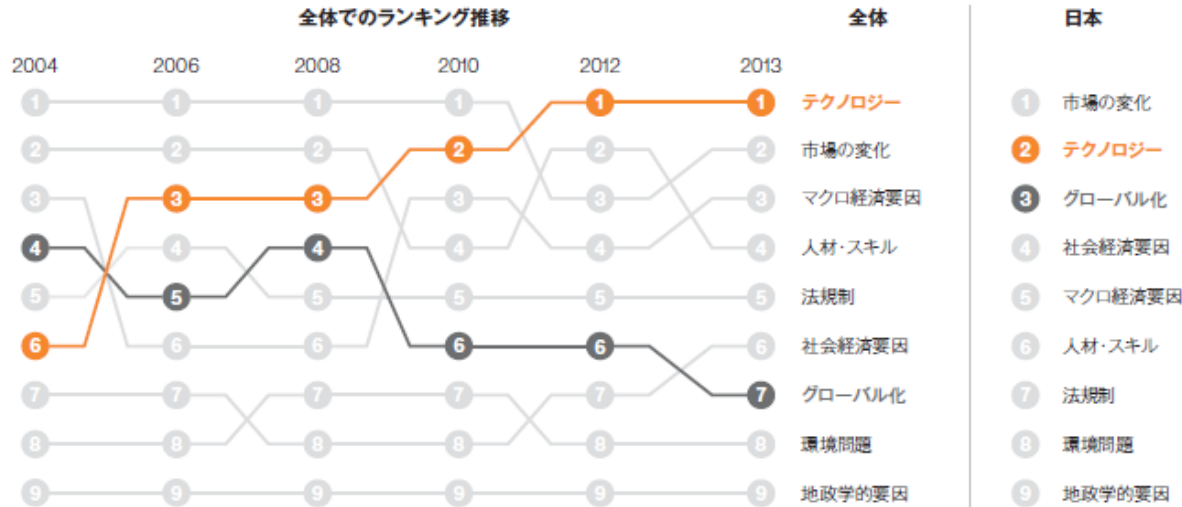
【※経済価値】

IoTサプライヤーの売上増加だけでなく、IoTを導入する企業において、オペレーション効率化等を通じて実現されるコスト削減効果やマーケティング高度化に伴う売上増加等のユーザー側の経済効果も含めた全体的な効果

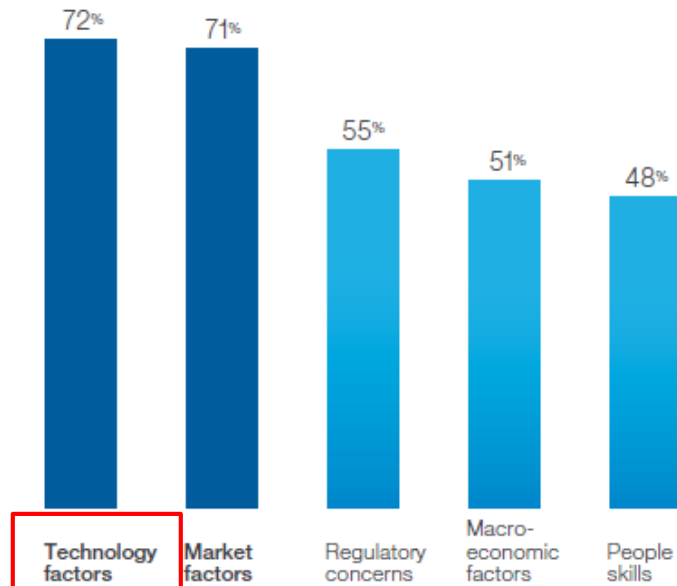
（出所：Cisco, McKinsey レポートを基に経済産業省分類・統合）

IBM研究所調査； 今後、企業競争力に最も大きく影響を与える要因の第一位が「技術」となったのは、2012年が初、その後、継続的に第一位を維持。

図表2 CEOからみた重要な外部要因



出所: 2008-2013年間で、企業に最も影響を与える外部要因はどれでしょうか(選択肢から3～5つを選択): 全体n=884; 日本n=118



産業界が期待する技術は何か

日経産業新聞発表(2016年8月10日)

第1位 IoT

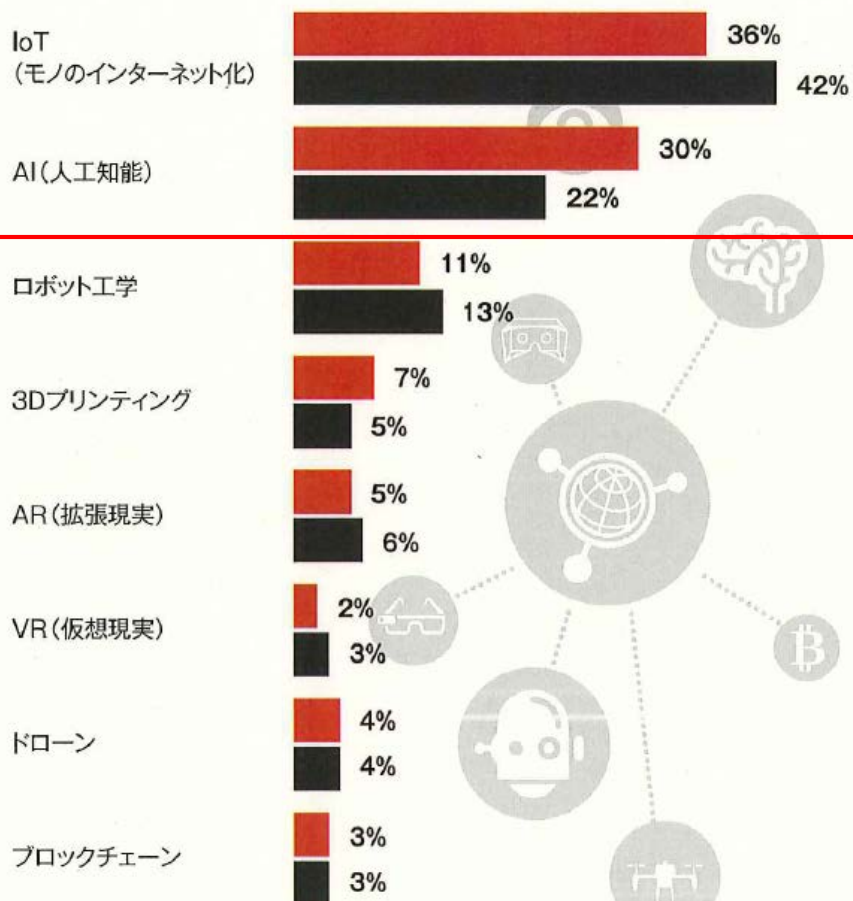
第2位 人工知能AI

この2つの「技術」が今後の企業競争の勝敗を決すると多くの経営者が考えている

以下に挙げる技術のうち、今後5年間に貴社の業界と貴社のビジネスモデルに対して最も破壊的影響があるのはどの技術ですか？(それぞれ一つ選択してください)

■ 業界

■ ビジネスモデル



出典：PwC、2017 Global Digital IQ® Survey
回答数：2,216

第20回世界CEO意識調査 日本分析版

www.pwc.com/jp/ceosurvey

1,379 名

のCEOに対し、2016年
にインタビューを実施

79 カ国

期間は2016年9月26
日から12月5日まで

2,196 名

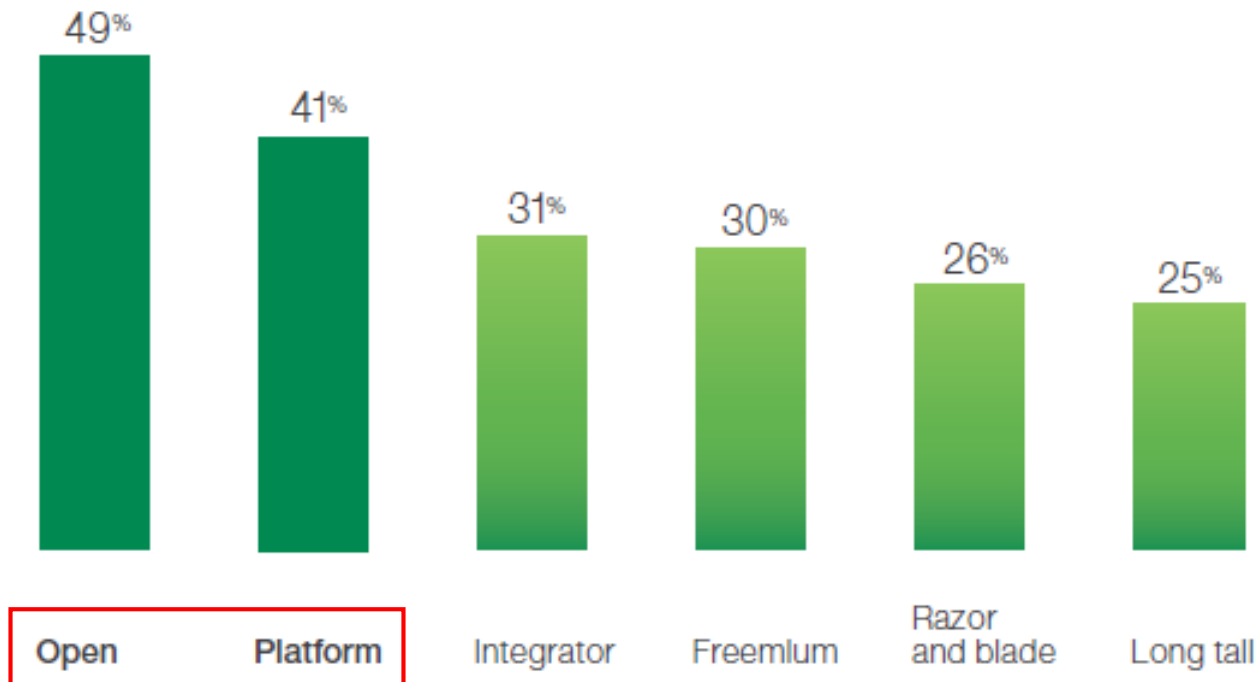
のPwCのグローバルな
CEOパネルのメンバー
にもオンライン調査を依
頼し、回答を得る

IBM調査 ;

今後のビジネスモデル(世界の経営トップの3/4の考え)

→ **オープン・プラットフォーム型**

Top forms: CxOs are focusing, first and foremost, on open and platform business models



調査概要 ;
70ヶ国以上
21産業分野
5,247人のCxOsから回答
個別面談も実施

This report is IBM's second study of the entire C-suite and the eighteenth in the ongoing series of CxO studies developed by the IBM Institute for Business Value. We now have data from more than 28,000 interviews stretching back to 2003.

Our latest study draws on input from:

Chief Executive Officers (CEOs)	818
Chief Financial Officers (CFOs)	643
Chief Human Resources Officers (CHROs)	601
Chief Information Officers (CIOs)	1,805
Chief Marketing Officers (CMOs)	723
Chief Operating Officers (COOs)	657

出典) Redefining Boundaries, IBM Institute for Business Value, November 2015

IBM調査 ;

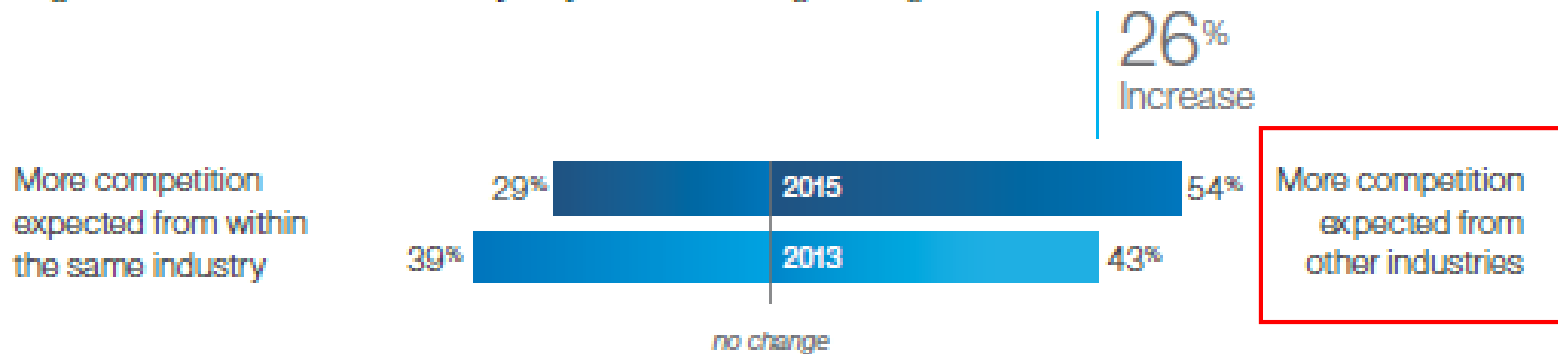
今後の最大の脅威 → 異業種からの競争者の新規参入

“The biggest threat is new competitors that aren’t yet classified as competitors.”

Piotr Ruzowski, CMO, Mondial Assistance,
Poland

いまの日本人経営者には、どこまでの認識があるのだろうか？？

Digital disturbance: CxOs are terrified of outsiders making a land grab



出典) Redefining Boundaries, IBM Institute for Business Value, November 2015

1995年（インターネット元年）以降のこれまでの日本企業の戦いぶりは？

売れ筋商品であるスマホ、タブレット、パソコン等の製品やCPU、OS、画面など最も付加価値の高い中核品は外国製が圧倒的に多い。



OS : Windows, iOS

CPU : Intel, AMD, IBM, ARM Ltd

画面 ; LG Electronics, PHILIPS, Acer

检索 ; Bing, Google

事務ソフト ; Microsoft(PowerPoint, Word, Excel)

インターネット元年(1995年)以降、グローバル競争で圧勝したのは米国企業

米国のIT・インターネット分野の企業の設立時期と従業員数等

単位:従業員数;人 収益・利益;\$1百万USDドル

企業名	設立年	従業員数	収益	利益
Apple	1976年	116, 000	215, 639	45, 687
Microsoft	1975年	114, 000	85, 320	16, 798
Amazon. com	1994年	341, 400	135, 987	2, 371
Alphabet	1998年	72, 053	90272	19478
Yahoo!	1995年	8, 500	5169	-214. 3
Facebook	2004年	17, 048	27638	10217

(注)従業員数はフルタイムとパートタイム従業員数の合計値(但し、パートタイムはフルタイムの2分の1で計算).

出典: Fortune 500(2017) <http://fortune.com/fortune500/>

では、日本企業はグローバル競争の結果、どうなったか
→ 第4次産業革命では、日本は、電機産業の轍を踏むな

5年前より正社員を減らした会社ランキング 東洋経済 2017年06月06日 (2015年12月期～16年11月期決算)と5年前(2010年12月期～11年11月期)の比較

順位	社名	5年前比 正社員減少数	正社員数
1	パナソニック	▲ 117,417	249,520
2	ソニー	▲ 42,900	125,300
3	ルネサスエレクトロニクス	▲ 27,470	19,160
4	日立製作所	▲ 26,501	335,244
5	NEC	▲ 17,114	98,726
6	富士通	▲ 15,821	156,515
7	第一三共	▲ 15,239	15,249
8	東芝	▲ 14,829	187,809
9	マブチモーター	▲ 13,047	24,419
10	シャープ	▲ 12,069	43,511
11	東京電力ホールディングス	▲ 10,115	42,855
12	パイオニア	▲ 9,739	17,046
13	日本電産	▲ 9,271	96,602
14	キャノン	▲ 7,815	189,571
15	ユニデンホールディングス	▲ 7,674	797
16	フォスター電機	▲ 7,048	49,266
17	セイコーエプソン	▲ 6,946	67,605
18	ミツミ電機	▲ 6,133	34,704
19	アーク	▲ 5,182	3,551
20	セイコーホールディングス	▲ 5,005	13,437

ランキング上位6社は
電機業界が占める

日本経済は裾野の広い「自動車」「電機」の2業種で主に支えられていたが、**過去20年のグローバル競争の結果、「電機」は縮小し、「自動車」だけで立つ経済構造**となった。

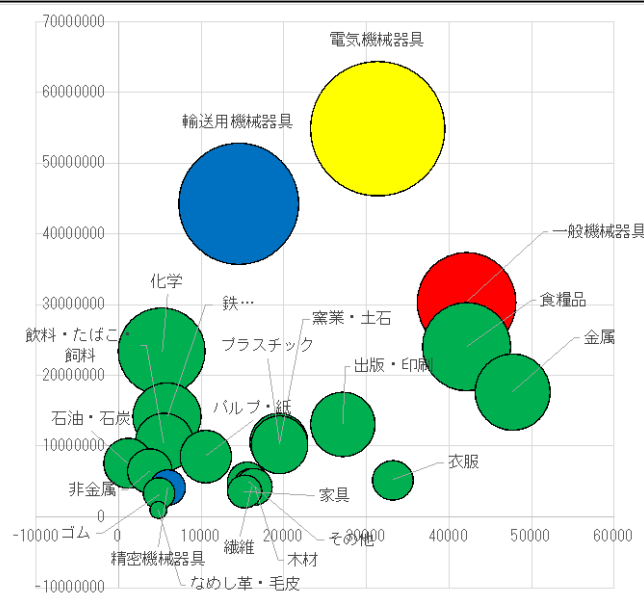
工業統計に見る10年毎の日本の製造業の構造変化

縦軸：出荷額(百万円)、横軸：事業所数(万人)、バブルの面積：出荷額に占める割合

■：輸送機械 ■：電気機械 ■：機械工業 ■：その他

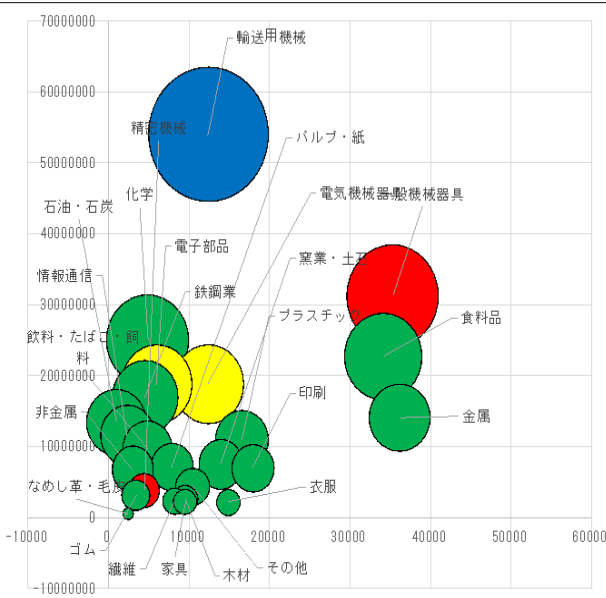
1995年

製造品 出荷額合計：306兆円
" 事業所数合計：39万所



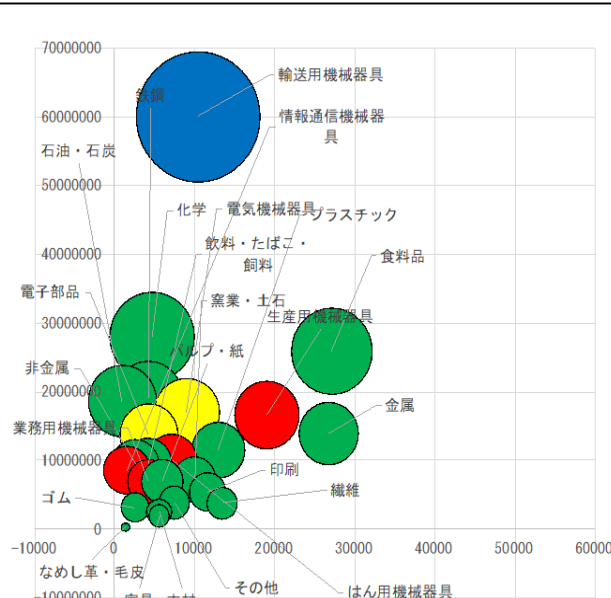
2005年

製造品 出荷額合計：296兆円
" 事業所数合計：28万所



2014年

製造品 出荷額合計：305兆円
" 事業所数合計：20万所



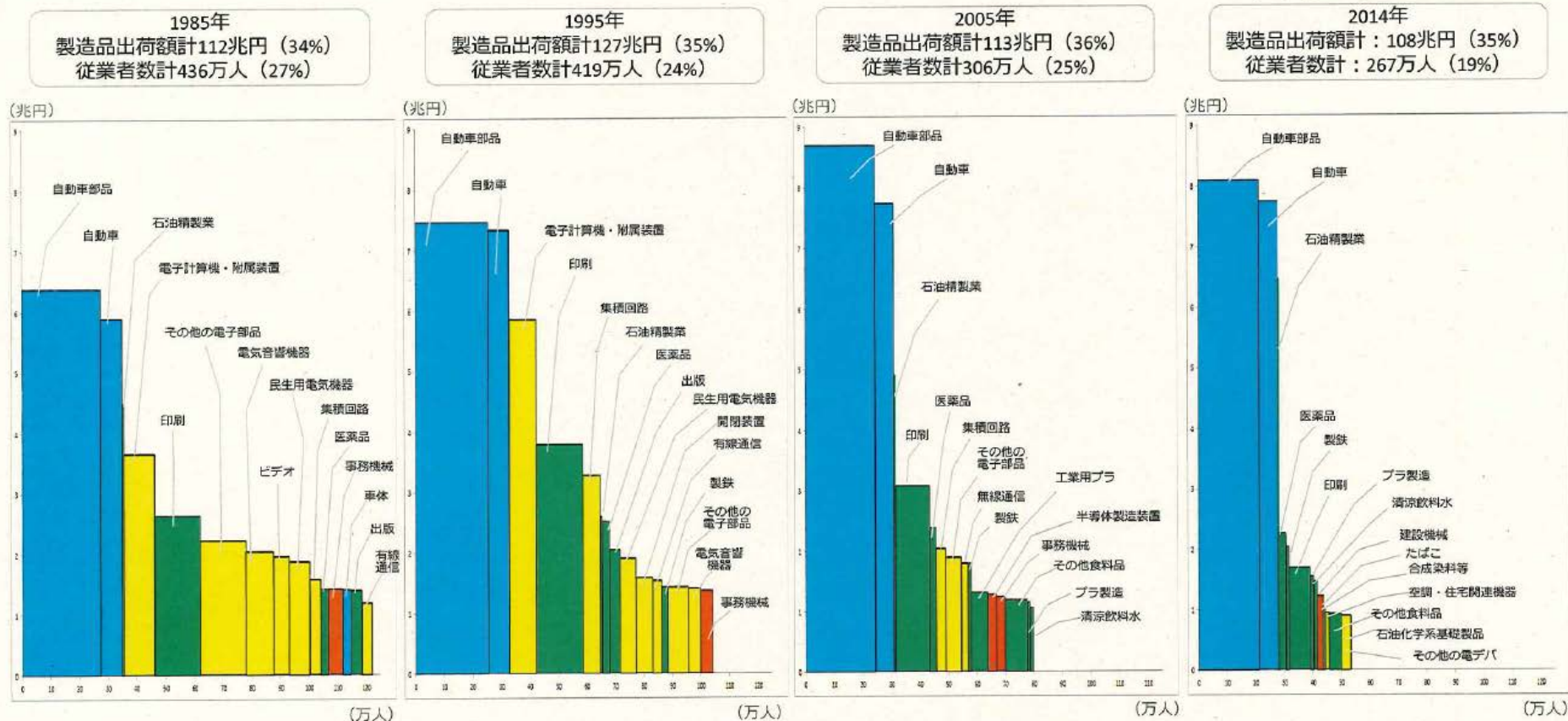
関東地域では、電機の縮小、自動車への依存が進んでいる

関東地域の産業構造の変化と直面する課題（製造業細分類）

製造品出荷額の上位15業種の変遷をみると、80～90年代は多様な業種が支える構造であったが、2000年代に入ると電気機械の減少により、自動車関連のみ突出した構造に変化。多様性の確保がカギ。

■ 輸送機械 ■ 電気機械 ■ 機械工業 ■ その他

※（ ）内は上位15業種の占める割合



※縦軸は製造品出荷額（兆円）、横軸は従業者数（万人）

出典）関東経済産業局作成

出典：工業統計（経済産業省）

第4次産業革命とは、

- 巨大市場の先行利得を目指して世界中の企業が熾烈なグローバル競争を展開
他業種からの参入、オープンプラットフォームなど新しいビジネスモデルの出現など過去に例のない大きな変化
過去20年と比較して、今後の20年はその数倍の大規模な変革
しかも、その変革が、全ての産業分野に及ぶ
- 日本は、過去20年のグローバル競争に負け、電機産業は大きく衰退
今の日本経済は自動車産業のみで立っている
だが、日本企業の多くは、世界の激しく早い動きに無関心
- もし日本の自動車産業が大きな変革のなかでグローバル競争に負ければ、日本経済は壊滅的ダメージ
その自動車産業も、今後10～20年、電機自動車化、人口知能の搭載、3次元プリンターなど、大きな構造変化に直面
部品企業のどのくらいが変化に対応し、生き残っていけるか
- 今後、電機以外の産業でも日本が負け続ければ、電機同様、リストラや地方工場の閉鎖が相次ぐ
第4次産業革命は、全ての国にとって大きく飛躍できる絶好の機会
その反面、競争に負ければ一気に沈没する可能性もある
だから、人は、改革(Reform)でなく、革命(Revolution)と呼ぶ。

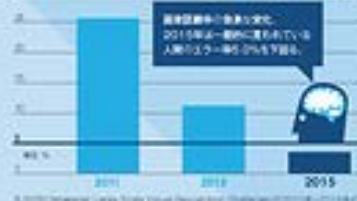
従来にないスピードで 変化が加速

世界のデータ流通量



非連続的な技術革新により 予見が困難

画像認識のエラー率



労働力人口減少を補う
生産性向上、賃金上昇

ソフトも含めた継続的
イノベーションの実現

新たなサービス・製品創出による
社会課題の解決、グローバルな
市場・付加価値の獲得

世界の リーダー

痛みを伴う転換か安定を求めたジリ貧か、日本の未来をいま選択。

IoT がもたらす日本経済約 4 個分の経済価値

IoT が創出する経済価値の算出

IoT がもたらす日本経済価値 (1000億円) (2013-2020)



産業の再編、
雇用の流動化

第 4 次産業革命の
2 つのシナリオ

ハード中心の漸進的
イノベーションに留まる

海外のプラットフォームの上で、
我が国産業が下請け化

機械化・デジタル化による
雇用機会の喪失、賃金の低下

ジリ貧

データ保有量で後塵を拝す日本企業

月間利用者数 (とデータの保有量)



新産業構造ビジョンとは

自然や社会のあらゆる活動の情報がデータ化され、AI 等で解析がより深くより容易になることで、新たなサービス・製品の創出による社会課題の解決、市場の拡大が想定される。たとえば、囲碁でトッププロ棋士を破った AlphaGO のように、ビッグデータをディープラーニング (深層学習) 等で解析・学習した革新技術は、継続的イノベーションを実現する。

その価値創造の源泉たる「バーチャルデータ」の取得については第一歩として海外企業が支配。そして第二歩の「リアルデータ」についても欧米企業が先手を打ちつつある。しかしながら、対抗策としては日本企業もまたリーダーの地位を確保できるチャンスはある。いまこそ自らの強みを活かし、社会課題の解決と経済成長の両立に繋げる転換をするべきではないだろうか。

1-2 本稿の内容

2013 年9 月、オックスフォード大学のフレイ&オズボーンは、米国において10～20 年以内に労働人口の47%が機械に代替されるリスクが70%以上、という推計結果を発表。

それを契機として、世界中で「雇用の未来」に関する研究ブームが発生。

日本はそうした研究ブームとはほとんど無縁、メディアが47%という数字を取り上げ、人々の不安を煽ってきた。

47%という数字は本当か？という疑問が、本調査研究に取り組み始めた動機。

事実に基づいた科学的で冷静な議論が必要。

本稿で紹介する内容は、以下の4点。

第1点目：これまで世界中から数多くの論文等が発表、いくつかの点が解明、コンセンサスが得られた。

現在、研究ブームはピークを越え、世界はそこから得られた対策に乗り出しつつある。
(2017年以降、有名な研究成果はほとんど出ていない。)

論文等の特徴；

- 1 科学者の良心に従い、責任を持ってぎりぎり予測可能な約20年先程度までを議論の対象。

その遙か先のどのような技術が出現するかわからない時代の空想物語SFを前提とした議論は見当たらない。(注＊)

- 2 論文等では、AIやロボットといった言葉は見当たらず、「自動化(オートメーション)」という言葉でほぼ統一。西洋文明のなかで暮らしている人から見れば、過去、現在、未来を通じて一貫して流れている「技術進歩」とは、「自動化」であり、IoT、AI、ロボットなどは、そのなかの一部の概念でしかない。
- 3 「AIは人間の雇用を奪うか」といった2極対立的な議論が展開されているのは日本だけの特徴。論文等では、「自動化」が進めば、「雇用の未来」はどうか、という「雇用の質」「雇用の構造問題」として課題設定(リサーチクエスチョン)。

第2点目：「雇用の未来」を、国として最も深刻に捉え、政府主導で取り組んできたのがドイツ。そのドイツの動向を調査。

ドイツ人も私と同じ疑問を持ったが、調査研究の規模において日本の比ではない。

ドイツ政府(労働社会省)は、「労働4.0(Arbeiten4.0、英Work4.0)プロジェクト」を実施。

「独り勝ち」と言われるほど強力な経済力を生み出している製造業分野で、もし第2の「ラッダイト運動」が起きれば、経済は壊滅的になるという恐怖がドイツ人の脳裏を横切ったのではないか。

今から約200年ほど前に英国で起きたラッダイト運動は、いまでも欧州の人々の脳裏に生々しく残り、語り継がれている。

そのドイツも、2016年11月、「白書:労働4.0」(White Paper, Work 4.0)を発表し、調査分析は一段落ついた。

いまは具体的な対策に乗り出している段階。

(注)2017年9月25日のドイツ総選挙で社会民主党は連立政権を離脱した。労働社会大臣もカターナ・バーレイ(Mr Dr Katarina Barley)女史に変わり、「労働4.0」プロジェクトは政治的にも修了した。

第3点目：日本企業の動向

- 1 筆者が、日本の大企業製造業の現場を訪ね歩き、日本型雇用の下で新技術がどのような形で導入されつつあるか、現地調査したケーススタディの内容。
- 2 日本企業全体の動向を知るため、2017年8月、1万社を対象にアンケート調査を実施。

第4点目：以上の調査分析の結果、導出される政策

(注＊) 2045年には人間の脳と同じ人工知能(汎用AI)が出現し人間の能力を超え(シンギュラリティー)、感情を持ち、人工知能どおしが連携して人間を支配しようとし、戦争を仕掛けてくる可能性がある(2045年問題)。

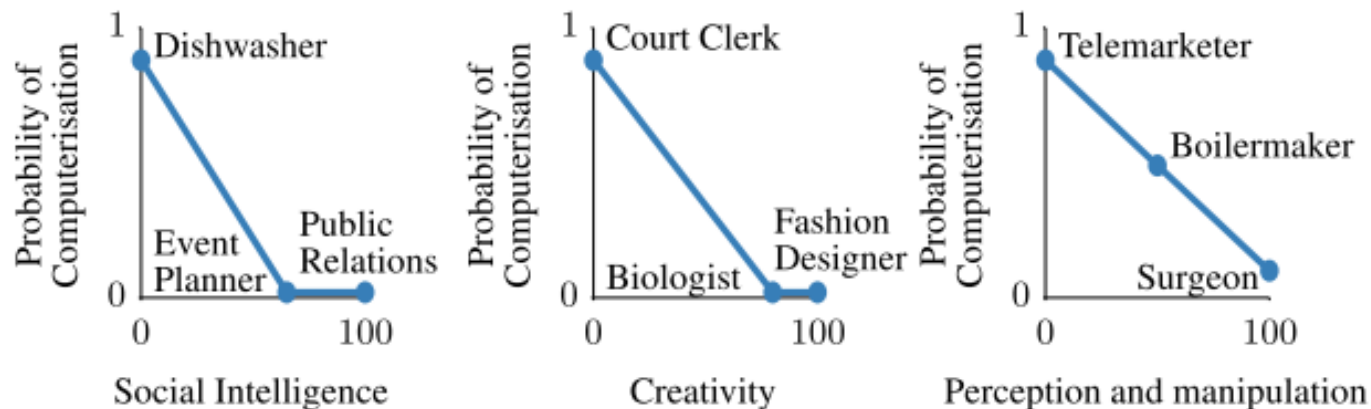
第2章 これまでに解明・合意された内容



2-1 フレイ&オズボーンの推計に対する評価

職業の大部分が機械に代替される

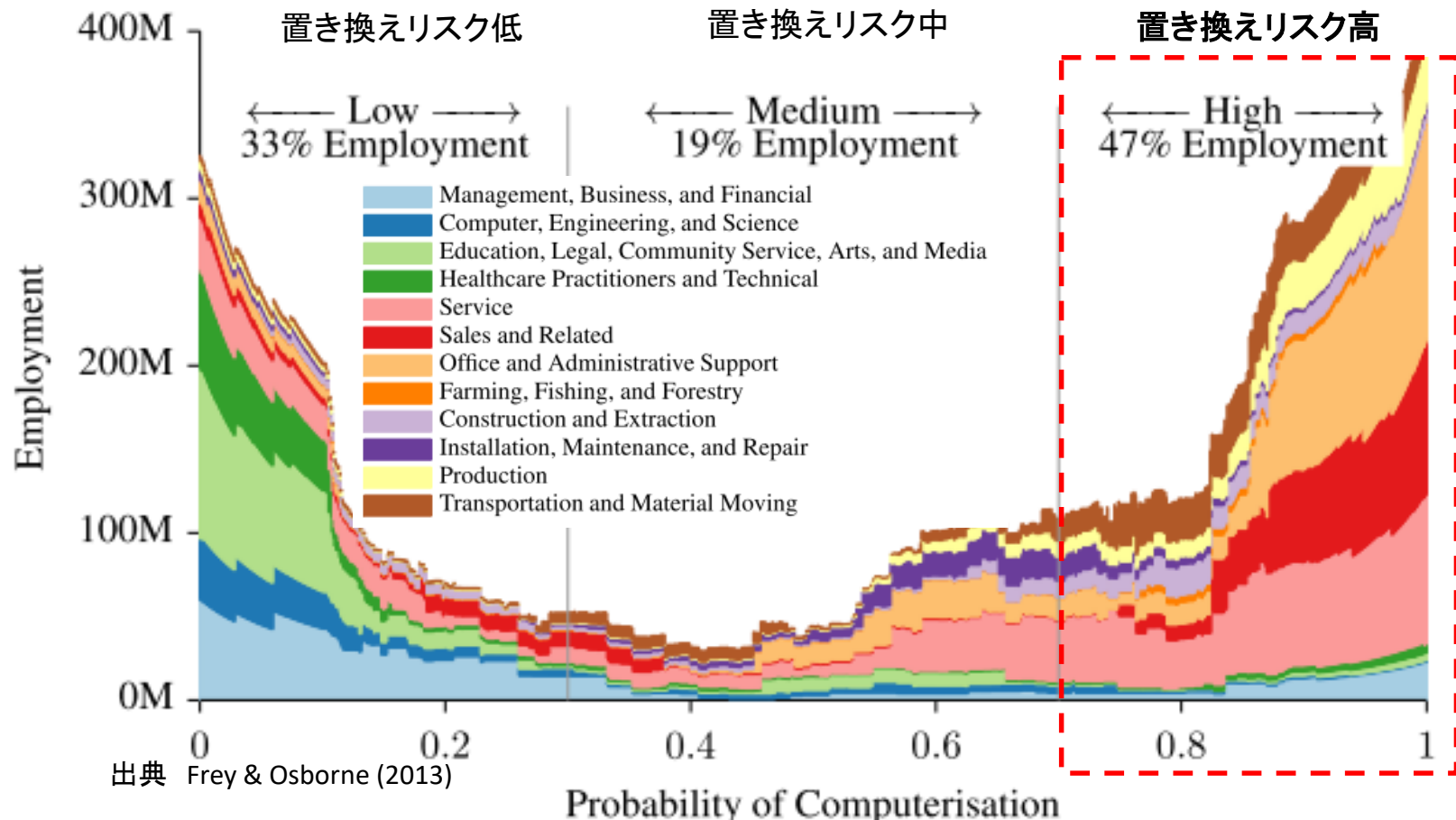
- アメリカの職業データベース(O*NET)にもとづき, アメリカに存在する702の職業について, 機械への置き換えやすさ(自動化可能性)を算出
 - 機械はルーティン作業を担うとする従来のモデルに, 今後機械によって自動化される可能性がある非ルーティン作業を含めた
 - 機械が人間の仕事を代替する上でボトルネックとなる変数として, 「社会的知能」「創造性」「知覚と操作」をモデルに組み込んだ



機械が人間の仕事を代替する上でのボトルネックとなる変数の略図

出典 Frey & Osborne (2013)

米国の雇用者の47%が今後10～20年の間に代替リスク70%以上



米国における雇用者のうち47%は、10～20年の間に機械に代替される可能性が70%以上(事務・管理の補助業務, 販売関係, サービス業など)

各職業の機械化リスク

①技術発展により、まず機械化リスクの高い職業が代替

事務・管理補助スタッフ、製造・運搬・物流関係の労働者

ビッグデータのアルゴリズムは事務作業のための情報保存・アクセスの管理に適用されている。製造業では製造ロボットが労働者にとって代わる

サービス業

コミュニケーション等を要するため、リスクは低く見られがちだが、既に掃除ロボット等は年間20%ずつ成長

②機械化リスクが中程度の職業は、技術的なボトルネックが解消された後に代替

先進的なタスクの再構成、機械学習による知覚に関する課題の解決、ロボットの器用さの進歩によって、人間が機械に対して持っているアドバンテージは消滅する

③多方面の技能を要する職業は代替リスクが低い

管理職、商取引、金融系職業など。創造性、社会的知能を要する職種。俳優、科学者なども低い。

「雇用の未来」については冷静な検討が必要

考慮すべき3つのポイント

- **テクノロジーが実際にどこまで実用化されるか？**
 - 機械の能力(柔軟性・判断力など)は一般的に大げさに述べられがち
 - 新しいテクノロジーについて十分に理解できている企業はわずか18%
- **労働者の適応可能性**
 - 新しいテクノロジーを使いこなせる人材は不足しており、労働者が新たなテクノロジーを学ぶことで、新しい仕事に適応することができる
- **新たな雇用の創出**
 - ルーチンや自動化が簡単なタスクを伴う職業は減少する傾向にあるが、機械を監視するタスクなど、新たなタスクはより重要になる。
 - 教育レベル間での格差が大きくなり、低スキルの労働者に対する訓練のコストや時間がテクノロジーの進歩を上回ってしまう可能性がある

「雇用の未来」に関する主要論文等の数は恐らく100本を超えていて、細かいものまで含めれば数百本の可能性。

そのなかで、**フレイ&オズボーンは、世界的な研究ブームの先陣としての役割は評価できるものの、その推計値は最も極端な値。**

2016年10月、来日時にインタビュー；

「技術的な可能性を示しただけ、雇用が増える部分は一切考慮せず」と回答

マイケル・オズボーン准教授、
オックスフォード大学

「技術的な可能性を示しただけ」

＝例えば、自動運転技術が実験室レベルでも開発されると、その瞬間に世界中の全ての運転手が100%機械に代替される可能性がある。

＝例えば、将棋AIが開発されれば、その瞬間に世界中の将棋士がAIに置き換わってしまう可能性がある。

* マイケル・オズボーン氏がいう前提によれば、現在既に将棋AIが実験室レベルで出現しているので、現時点で世界中の将棋士全員が既にAIに代替されていることになる。同氏の推計では、それが前提であるが、現実的には、種々の理由により、そうはなっていない。



ドイツ連邦政府は、フレイ&オズボーンの計算を再度米国及びドイツに適用したところ、米国では9%、ドイツでは12%になったと発表(ZEW研究所への委託調査)

前提:「技術的な可能性を示しただけ、雇用が増える部分は一切考慮せず」



← ドイツ連邦政府 労働・社会省

FORSCHUNGSBERICHT

455

Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland

– Endbericht –

ENDBERICHT

Kurzexpertise Nr. 57

Übertragung der Studie von
Frey/Osborne (2013) auf
Deutschland

an das

Bundesministerium für Arbeit und Soziales
Referat Ia 4
Wilhelmstraße 49
10117 Berlin

Mannheim, 14. April 2015

Projektteam

Prof. Dr. Holger Bonin

Dr. Terry Gregory

Dr. Ulrich Zierahn

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Ansprechpartner

Prof. Dr. Holger Bonin (ZEW)

L 7, 1 · 68161 Mannheim

Postfach 10 34 43

68034 Mannheim

E-Mail bonin@zew.de

Telefon +49 621-1235-151

Telefax +49 621-1235-225

Juni 2015

ISSN 0174-4992

職(Job)、仕事(Work) and 作業(task)

*ZEWの研究の内容 ;
1つの職業は多くの作業から構成されている。どの作業が、どの技術で、いつ頃、機械に代替可能か、検討した。*

例 「売り子」 ;

「売り子」という職(Job)

「売り子」の仕事(Work) 以下の一連の作業全て

客に笑顔で笑う。
いらっしゃいませという。
商品を説明する。
価格を伝える。
お金をもらう。
商品を渡す。
お釣りを渡す。
お礼を言う。



1つずつの作業(task)に分解



仕事(Work)

(コラム)

職(job)、仕事(work)、作業(task)という概念を導入することで、以下の2つの現象は異なるものであることがわかる。

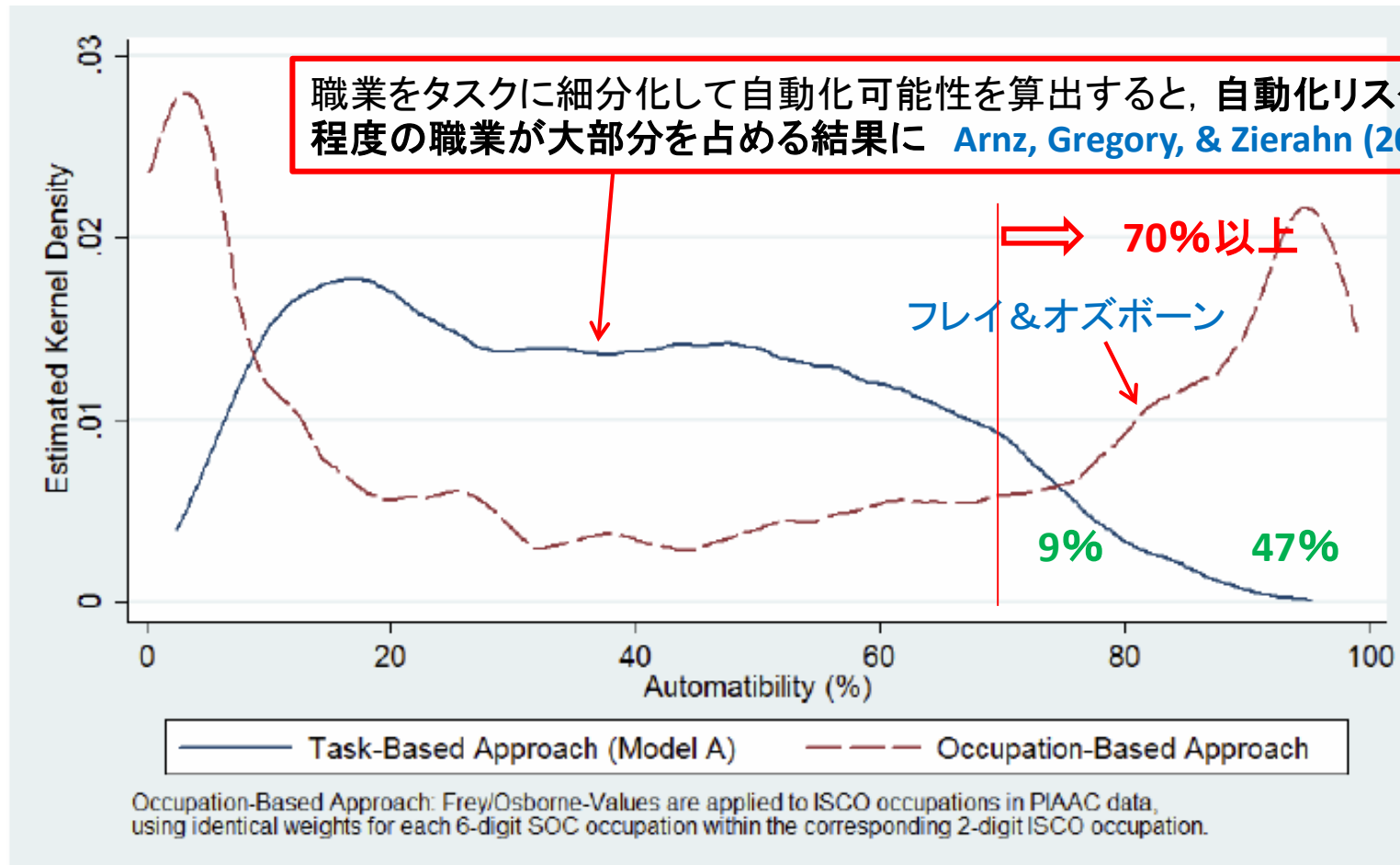
○ タイプライターの代わりにワープロが登場したことで、タイピストという職業(job)自体がなくなった。

○ 学校の授業に、人間の代わりに全面的にロボットが導入されたとしても、教師という職業(job)自体はなくなるらない。

すなわち、前者は、職業(job)が失われた現象であり、後者は人間の仕事(work)が失われたが教師という職業(job)自体は失われていない。

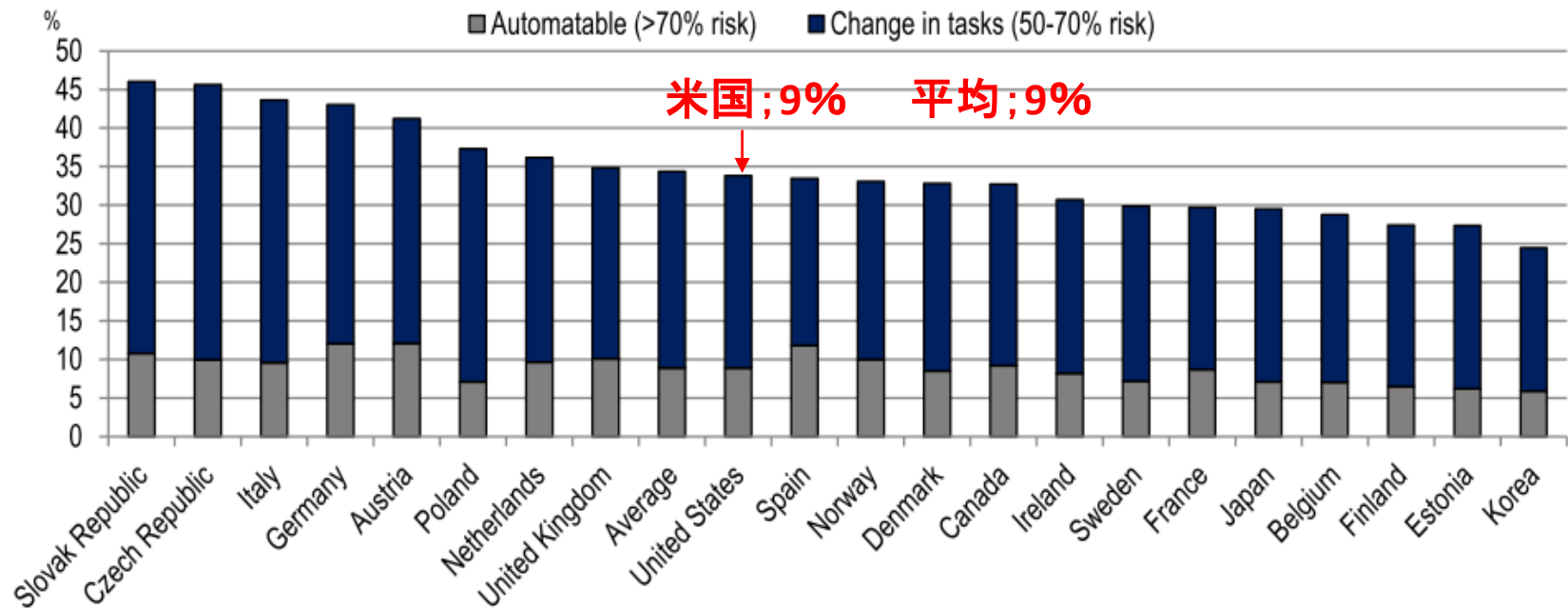
Fray & Osborne (2013)では 職業ベースで自動化リスクを分析。しかし、多くの職業は、複数のタスクに細分化される。各職業を構成するタスクの自動化可能性を分析し、各職業の自動化可能性を再分析。タスクベースで分析すると自動化可能性は低減

アメリカにおける各職業の自動化可能性(PIAACデータを元に算出)



出典 Arnz, Gregory, & Zierahn (2016)

労働者の約半数が置き換えリスク中程度の職業に従事



出典 the Survey of Adult Skills (PIAAC) (2012) と Arntz, M. T. Gregory and U. Zierahn (2016)をもとにOECDが作成

- 平均すると、自動化によって失われるリスクが高い仕事の割合は9%（オーストリアで12%、ドイツ・スペインでは6%、フィンランド・エストニアではそれ以下）→図中の灰色バー参照
- 自動化のリスクが中程度の仕事でも、タスクの50～70%は機械に代替される。仕事の遂行方法が大きく変化するため、労働者はその変化に適応する必要がある。→図中の紺色バー
- 低水準の教育を受けた労働者の40%は、自動化によって消失する仕事に従事している。ほぼ全ての国で、教育水準の低い労働者は機械に代替されるリスクが最も高い

2-2 世界で行われてきた研究で説明・合意され た内容

(コラム)

ラッダイト運動 ; 1811～1817年頃、イギリス中・北部の織物工業地帯に発生。産業革命の機械化により、失業の恐れを感じた労働者が起こした機械破壊運動

1812年、機械破壊を死罪にする法律施行



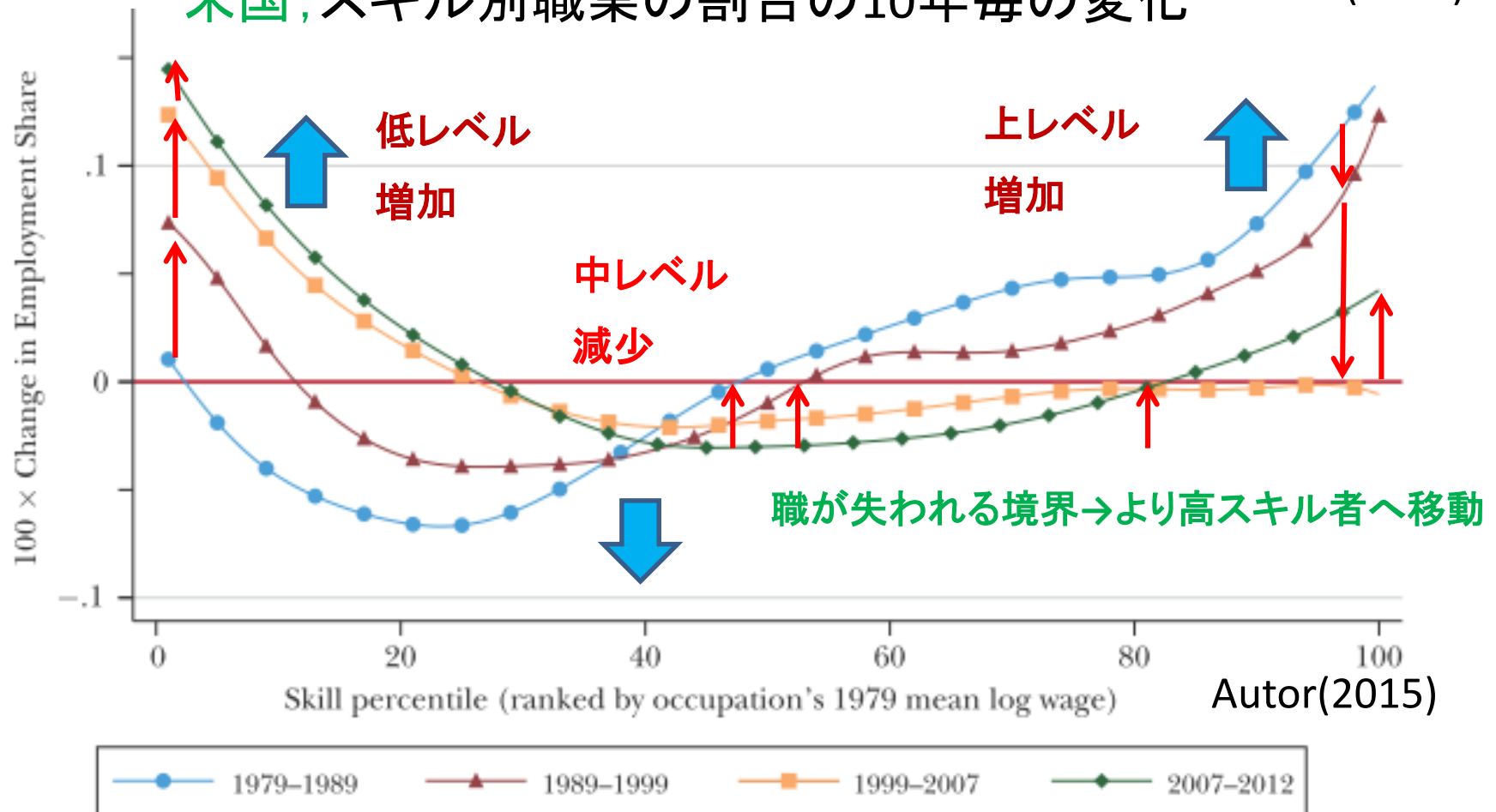
アメリカ・ピッツバーグで始まったUberの自動運転車の営業実験

2017年1月31日、米UberとドイツDaimlerは、提携を発表。数年後にはUberの配車ネットワークで稼働するDaimlerの自動運転車が導入される予定とのこと。



過去の実績； スキル度が中レベルの職が失われ、スキル度が低・高レベルの職が増加
先進国での経済格差拡大の要因の1つと言われている

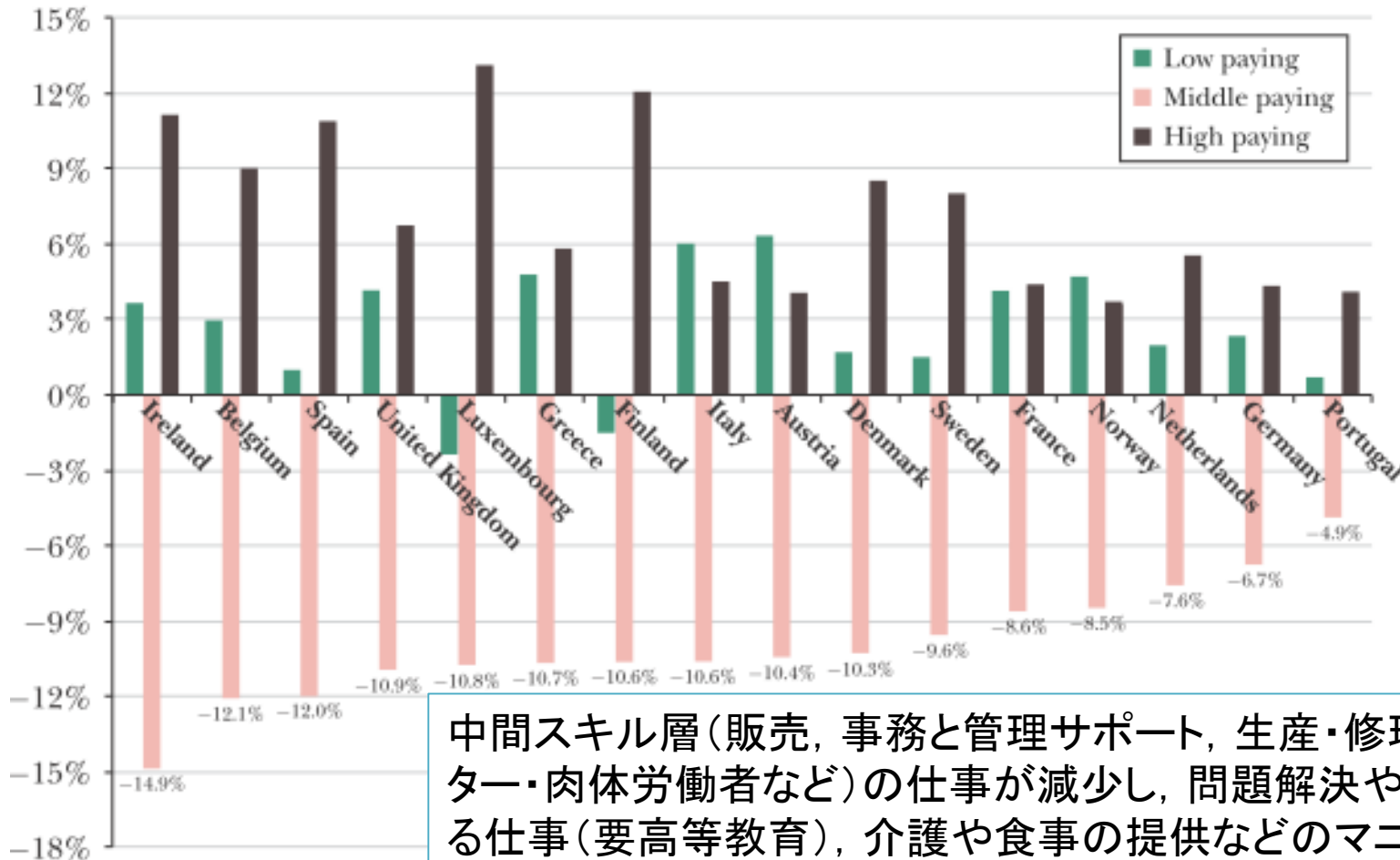
米国；スキル別職業の割合の10年毎の変化 Autor(2015)



出典 1980, 1990, and 2000 Census Integrated Public Use Microdata Series (IPUMS)よりAutor(2015)が作成

過去20年間の技術発展と雇用の関係を計測

欧州； 1993年～2010年の雇用状況の変化



中間スキル層(販売, 事務と管理サポート, 生産・修理, オペレーター・肉体労働者など)の仕事が減少し, 問題解決や創造性を要する仕事(要高等教育), 介護や食事の提供などのマニュアル仕事(高等教育不要)が増大している



雇用が増えてきた業務



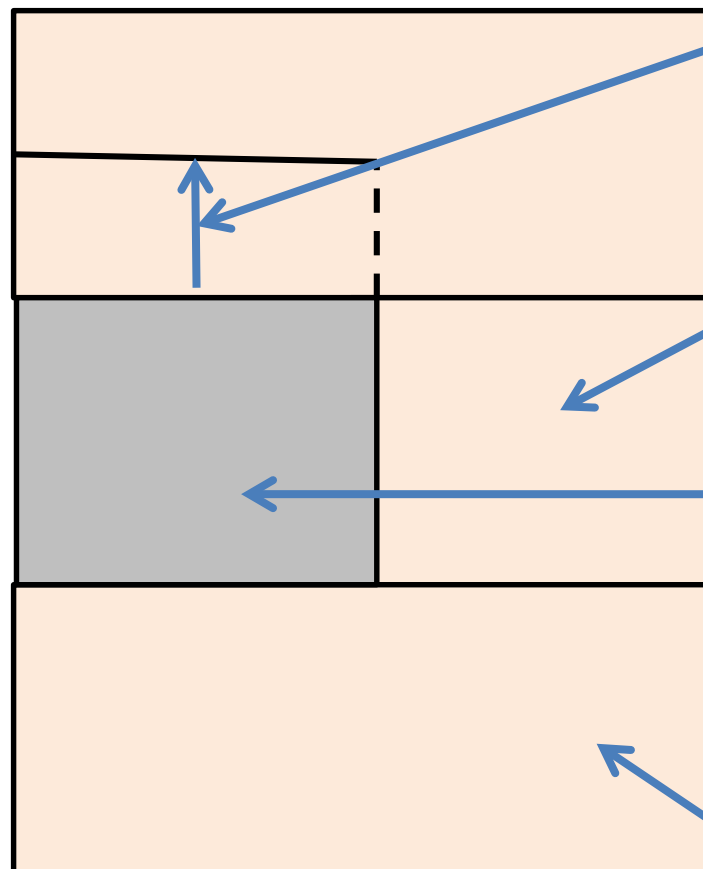
雇用が減少してきた業務

スキル度

上レベル

中レベル

低レベル



雇用の減少が、より高スキルへと移動

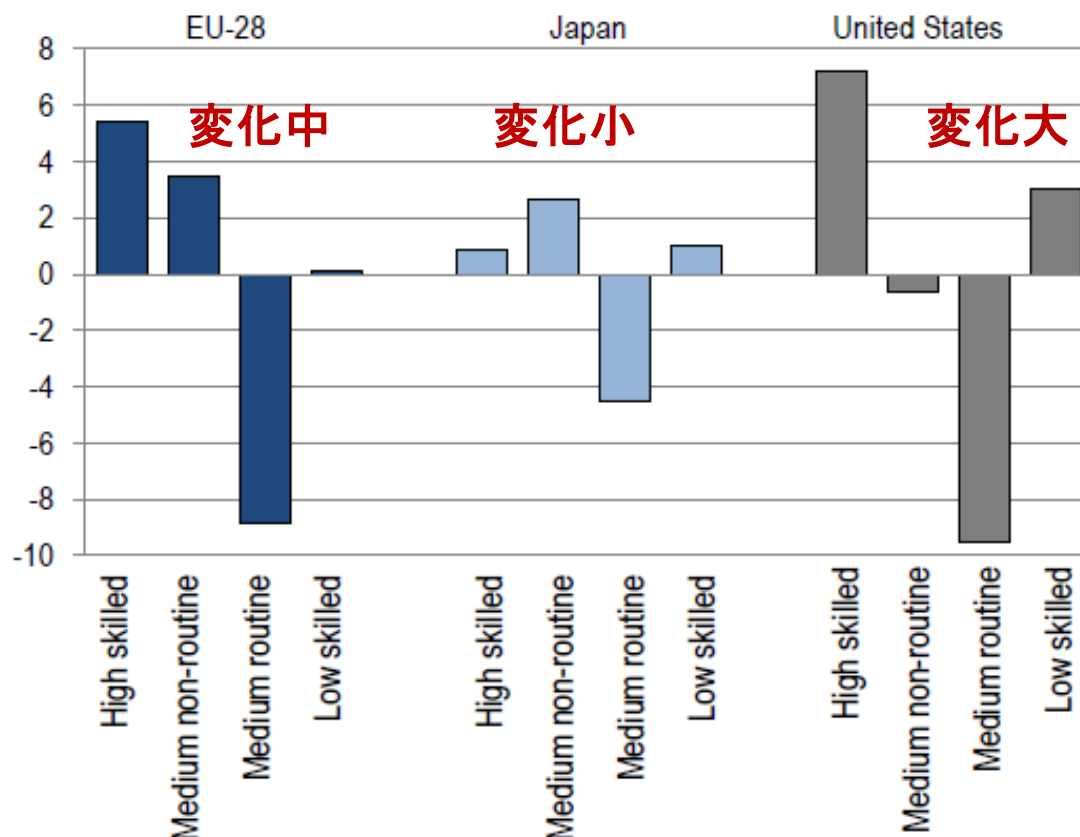
人と人とのコミュニケーションを必要とする職種

ルーチン業務の職種
例：銀行のATM

一部の作業は、機械で代替されつつあるが、人間全体を機械で100%代替するまでには至っていないため、雇用数自体は増加 例：ビルやトイレの清掃員

米国 ; 中スキルの減少及び高・低スキルの増加が大きい
技術進歩にそのまま雇用を合わせて推移したものと思われる
米国における経済格差拡大の要因の1つとされている

OECD
分析



* 日本・EUでは、
中スキルの非
ルーティン業務
の雇用は増えて
いるが、米国で
はこの領域でさ
え雇用が減少し
ている。何とい
う労働者に冷たい
国であろうか。

Job polarisation in the European Union,
Japan and the United States

Percentage-point change in employment shares
by occupation category, 2002-2014

Source: OECD calculations based on EU-LFS, Japanese Labour
Force Survey and BLS Current Population Survey.

日本 ; 各レベルにおいて変化の割合が小さい。現状維持の傾向が強く、機械で代替できる部分で人間が働いていたり、高スキル人材を養成していない。技術進歩に対して雇用状態が合っていないため、生産性低下、企業競争力低下を招いているのではないか。技術進歩を阻害しない「働き方改革」が求められる。

なぜ、日本はこうなっているのか？

2017年4月24日、関西生産性本部主催「労使政策研究会」(関西の大手企業の人事部長及び労働組合)講演会において参加者に質問

参加者の回答は下記の内容でほぼ一致

“ 社員の雇用を会社の中で守ろうとするため”

“ 組合は、解雇には強く反対するため”

雇用を守るため、機械化による効率化よりも人間による非効率な仕事を温存している可能性 → 順送り人事、過去と同じ業務の繰り返し、働き方の現状維持

日本の風土のなかで、米国のような雇用変化が人間の幸せにつながるかどうかかわからないが、技術進歩にもかかわらず、雇用の現状維持を続けることは、企業のイノベーションの足を引っ張り、生産性の低下、競争力低下につながり、米国企業などとのグローバル競争に負ける要因の1つにはなっている。その結果、リストラにつながり、雇用機会が減少する。 ← IGメタルは、こうなってはならないと主張

(コラム)

人間のルーティン業務を機械に置き換えたからといって、その企業の雇用者数全体が減ったかどうか、わからない。

機械化により、企業競争力が高まり、売り上げが増え、企業が成長し、総雇用者数は増えたかもしれない。

雇用者を守るために、技術進歩にも関わらず、旧態依然とした雇用形態を存続させた結果、生産性が落ち、企業競争力が落ち、リストラせざるを得ない状況に至ることもある。

大規模リストラの方が、社員と家族にとってはもっと悲惨。

Differences in Job De-Routinization in OECD Countries: Evidence from PIAAC

Table 2. Task measures by countries.

	RTI	Routine	Abstract	Manual
Korea	0.44	0.72	-0.09	-0.01
Italy	0.43	0.36	-0.45	0.00
Russia	0.39	0.62	-0.09	-0.02
Japan	0.26	0.08	-0.12	-0.28
France	0.23	0.15	-0.17	-0.11
Slovak Republic	0.22	0.10	-0.29	-0.02
Poland	0.13	0.06	-0.23	0.04
Spain	0.11	-0.06	-0.26	-0.02
Netherlands	0.09	0.06	-0.03	-0.09
Belgium	0.07	-0.05	-0.04	-0.13
Estonia	0.07	-0.13	-0.22	-0.03
Czech Republic	0.00	0.03	0.01	0.02
Ireland	-0.06	0.05	0.12	0.05
Austria	-0.09	-0.23	-0.11	0.03
Germany	-0.12	-0.18	0.01	0.03
Canada	-0.15	-0.21	0.13	-0.07
Sweden	-0.16	-0.28	0.04	-0.03
Great Britain	-0.16	-0.09	0.25	-0.03
Norway	-0.18	-0.23	0.13	-0.02
Denmark	-0.22	-0.35	0.04	0.03
Finland	-0.23	-0.38	0.30	-0.24
United States	-0.39	-0.35	0.21	0.18
Mean	0.00	0.00	0.00	0.00
Standard Deviation	1.00	1.00	1.00	1.00

Sara De La Rica

*University of the Basque Country,
FEDEA and IZA*

Lucas Gortazar

*University of the Basque Country
and World Bank*

Discussion Paper No. 9736
February 2016

IZA

P.O. Box 7240
53072 Bonn
Germany

$$RTI_i = R_i - A_i - M_i$$

日本では、ルーティン業務が、米独に比べて多く存在。

IT導入の代わりに、非正規にルーティン業務を担ってもらっていた可能性。

← IT投資より彼らの人件費のほうが安いから？

又は、仕事のパフォーマンスが低い人間の雇用を守るため、彼らにルーティン業務をやってもらっていた可能性。

人口知能AIの普及により、彼らが一気に機械に代替され、大量失業が発生する可能性。

「雇用の未来(Future of Job)」に関する世界の論文等の結果 ；

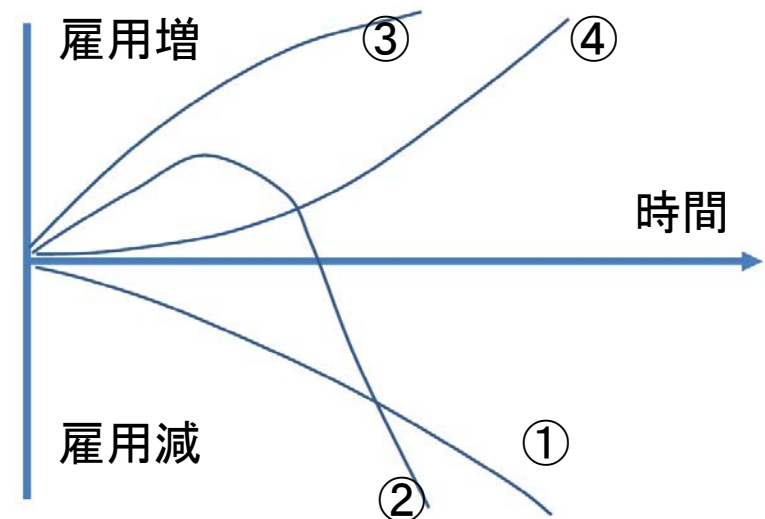
将来の推計値；

- ① スkill度が中レベル ； ルーティン的な職は減少が継続(過去の傾向の延長)
- ② スkill度が低レベル ； 技術進歩により、一部の作業が機械に代替
機械に代替する割合が増加 → 100%代替の日
→ ある時点で職が増加から減少に転じる
- ③ スkill度が高レベル ； 増加が継続(過去の傾向の延長)
- ④ 成長する新しいビジネスモデルの下での雇用 ； 増加
(同上) を支える周辺産業での雇用 ； 増加

減少と増加の見込みの程度
と時間軸の考え方により、世
界中で多くの推計値が林立



林立のピークは2015-16年



2ー3 ドイツ「Arbeiten4.0(英Work4.0)」プロジェクトの成果

ドイツにおける議論の動向 ；

2013年4月 ； Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0, Final report of the Industrie4.0 Working Group

「全自動無人化工場」をインダストリー4.0の構想として発表

2013年9月 ； The Future of Employment, Dr Carl Benedict Frey& Dr Michael A. Osborne, Oxford University

米国において10～20年以内に47%の職が消滅のリスクに晒されると発表

ドイツ金属労働組合(IGメタル)が声を上げた 労組を支持基盤とする社会民主党が主張

ドイツ連邦政府は、雇用問題を研究するArbeiten4.0(英; work4.0)プロジェクトを開始

2015年4月 ； ドイツ連邦政府は、ZEW(Zentrum fir Europaishe Wirtschaftsforschung GmbH)研究所に委託、フレイ&オズボーンと同じ条件下で再計算、47%でなく9%が正しいと発表

未来のスマート工場は、無人工場を意味するのではなく、企業活動の中核を人間が担う

社会民主党、「インダストリー4.0」政策への見解公表－雇用対策の強化などを提言－ (ドイツ)

ベルリン事務所

2015年09月04日

連立与党のドイツ社会民主党 (SPD) は、製造業の革新を目指す「インダストリー4.0」政策に関する方針を6月に発表した。ポジションペーパー (見解を示す文書) では、雇用対策の「労働4.0」、イノベーション政策、デジタル・インフラの整備、標準規格の整備など幅広い分野を扱っている。

<成功モデルとなるよう労組や企業と連携>

SPDはメルケル首相のキリスト教民主同盟 (CDU) /キリスト教社会同盟 (CSU) と連立を組み、副首相兼経済・エネルギー相らが入閣している。

「インダストリー4.0の構成：技術イノベーション、経済的ポテンシャル、社会的進歩」と題するポジションペーパーは「インダストリー4.0をドイツの成功モデルとして成就させるべく、労働組合や企業、産業団体と連携していく」と述べるとともに、インダストリー4.0では「異なる領域で横断的な思考が要求される」と指摘した。具体的に、「労働4.0」、研究とイノベーション政策、デジタル・インフラ整備、標準規格整備を政策の主要項目として挙げ、以下のように言及している。

○労働4.0

SPDのアンドレア・ナーレス労働社会相の主導の下、「労働4.0」と題した報告書が4月に公表され、労働分野におけるインダストリー4.0の影響について本格的な議論が始まった。

労働4.0のコンセプトは「従業員や労働組合との共同作業により、有益な労働制度をデザインし、実践する」「未来のスマート工場は無人工場を意味するのではなく、企業活動の中核を人間が担う」と説明している。

インダストリー4.0では、調達から製造、販売までの一連のプロセスの標準化や集中管理を通じ、高度に効率化された生産体制の構築を目指す。製造のデジタル化の一方

で、労働組織や労働形態などの課題が浮き彫りになっている。ポジションペーパーでは、「社会的観点から公正に労働者の利益を守るかたちで社会的変化を実現していくことが重要であり、そのためには新しいデジタル労働規範が必要だ」と指摘した。

この問題意識を踏まえ、労働・社会省が理事、ドイツ金属労働組合 (IG Metall) が副理事を務めるプラットフォーム「デジタル労働環境」が設置され、2015年11月の国家ITサミットに向けて労働4.0の方向性を明確にしていく。

(平林孝之、ユリア・クリューガー)

(ドイツ)

2015年9月 ; Man and Machine in Industry 4.0, The Boston Consulting Group in Munchen

雇用増についても推計に追加。2025年までにドイツ国内で35万人の雇用増が予想、2030年までには580万から770万の従業員不足数が予想

2015年10月 Dr Cristiane Benner 女性初のIGメタル次席着任

ドイツが国際競争力を維持するにはインダストリー4.0は不可欠 だが組合員の雇用を守るため、**新しい技術の下でも働けるよう、職業訓練所を充実せよと訴え**

2015年11月 ニュルンベルクのIAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung; 仕事・雇用研究所) が研究成果を発表。

- 1) 人間が、ロボットや人工知能を不安に思うと、新たに奮起して勉強し、人間の労働の質が上がっていくことを指摘。
- 2) 数年前には考えられなかった職業が、今では普通になっているものがある。同様に、今、存在しない職業でも、今後、必要になってくる職業がある。



Christiane Benner
Zweite Vorsitzende der IG Metall

2015年9月 ; Man and Machine in Industry 4.0, The Boston Consulting Group in Munchen 2025年までにドイツ国内で35万人の雇用増が予想、

- 雇用が増加する職種例
 - IT、データインテグレーション ————— 11 万人増(現在の労働者数から+96%)
 - 研究開発、ヒューマンインターフェースデザイン — 11 万人増(現在の労働者数から+28%)
- 雇用が減少する職種例
 - 生産 ————— 12 万人減(現在の労働者数から-4%)
 - 品質管理 ————— 2 万人減(現在の労働者数から-8%)
 - メンテナンス ————— 1 万人減(現在の労働者数から-7%)

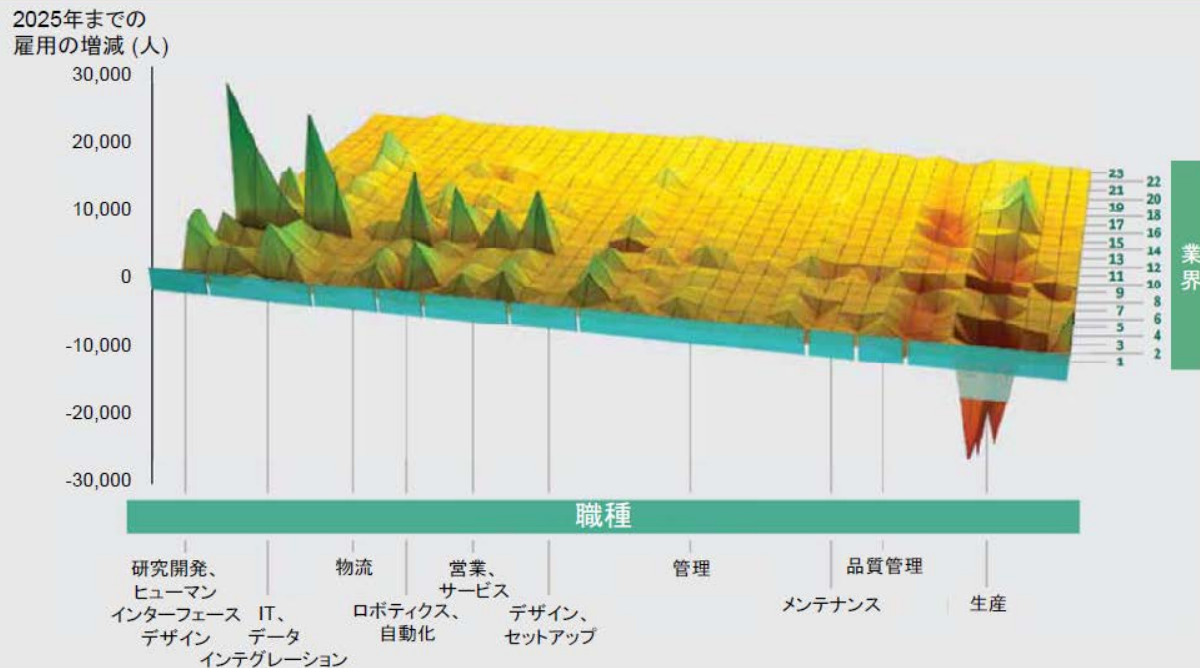


特に増減が大きい職種

増加分野: 開発、デザイン、データサイエンティストなど

減少分野: 生産現場

図表2: インダストリー4.0による雇用の増減
(業種・産業別、2015年から2025年の変化)



- | | |
|----------------|-----------------|
| 1. 宇宙、防衛 | 7. 家具、木製品 |
| 2. アパレル、靴、皮革製品 | 8. 機械 |
| 3. 自動車 | 9. 医療機器 |
| 4. 電機、電子機器 | 10. プラスチック、ゴム製品 |
| 5. 半導体 | 11. 印刷、出版 |
| 6. 金属製品 | 12. その他 |
| 13. セメント、ガラス | 19. 石油、ガス |
| 14. 化学品、石油化学製品 | 20. 医薬品 |
| 15. 電力 | 21. パルプ、製紙 |
| 16. 食品、飲料 | 22. 繊維 |
| 17. 金属 | 23. 水、水処理 |
| 18. 鉱業 | |

出所: BCG分析

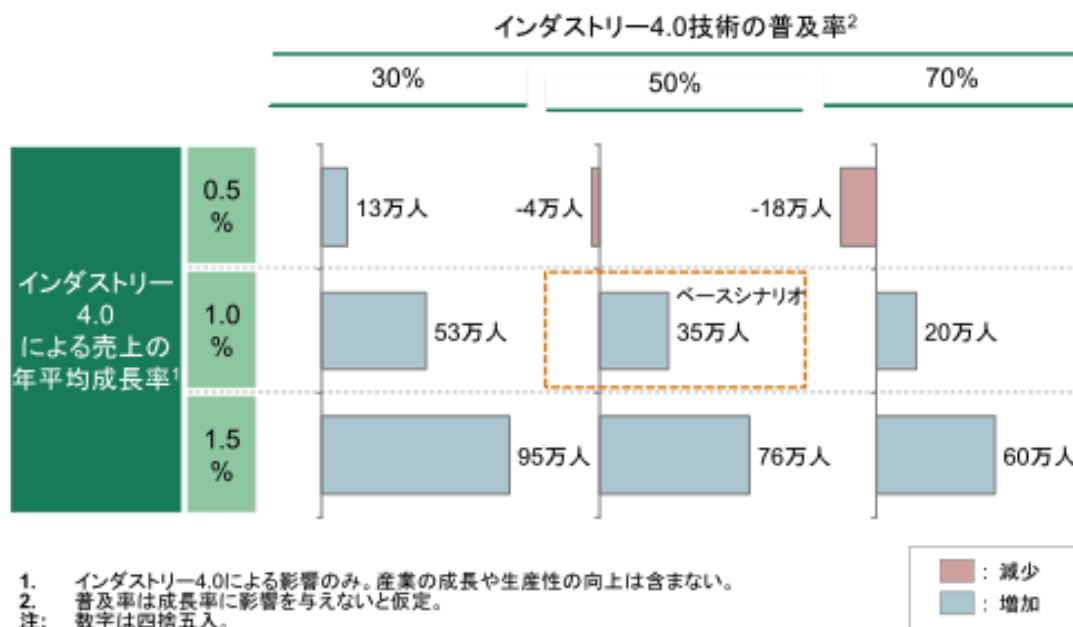
© BCG 2015 - ALL RIGHTS RESERVED.

THE BOSTON CONSULTING GROUP

インダストリー4.0は売り上げ増を通じて雇用を創出

- インダストリー4.0によって、ドイツの産業労働がどのように変化するかを推計
 - 仕事内容(職種)産業構造(製造)雇用の変化(2014年→2025年)

図表1: インダストリー4.0による雇用の増減
(シナリオ別、2015年から2025年の変化)
ベースシナリオで35万人分の雇用が増加すると予測される



- 成長率1%, 普及率50%の段階で、35万人の雇用が創出される
- 組み立て・生産分野で61万人の仕事が減るが、約96万人の雇用が創出される

1. インダストリー4.0による影響のみ。産業の成長や生産性の向上は含まない。
2. 普及率は成長率に影響を与えないと仮定。
注: 数字は四捨五入。
出所: BCG分析

ニュルンベルクのドイツ連邦政府・労働社会省所管のIABは、2016年12月、世界中の推計結果をレビュー後、決定版ともいえる極めて詳細な推計を発表。2025年、ドイツにおいて失われる雇用1460万人、創出される雇用1400万人とほぼ同数であることを示した。同推計は、デジタル化が直接導入されない分野である「media, arts and social science」「health occupation」「social occupation」「reading occupation」においても、デジタル経済化の影響を受けて、雇用が顕著に増えることを示した。



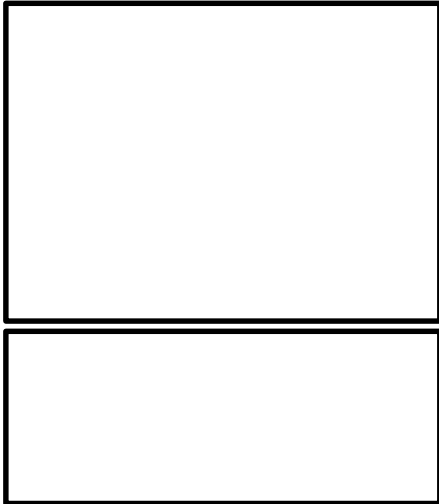
(図表) Enzo Weber et.(2016), IABによる将来の雇用推計値

出典) Enzo Weber et.(2016), Economy 4.0 and its labour market and economic impacts, IAB-Forschungsbericht 13/2016, 27 December 2016

新しい技術の登場は、例えば、旧来の技術（油まみれで旋盤を使う仕事）の下では働けなかったが、新しい技術（パソコンに向かってアプリを開発）の下でなら働ける若者もいる。新しい技術は、労働市場への新規参入者を創出する効果もある。

旧来の技術の下で働く作業員

適
応
可
能
な
作
業
員



不
適
者



職
業
訓
練



新しい技術の下で働く作業員

職業訓練後、新しい
技術に適用できた者

旧来の技術の下で
は不適者であったが、
訓練後、適用可能と
なった者

職業訓練後であって
も新しい技術に適用
できない者



新しい技術が導入されると労働市場
に新規参入できる労働者もいる

例：パソコンやスマホに慣れた若者

ドイツでは現時点で処遇が未定

フラウンホーファーIAO (Arbeitswirtschaft und Organisation) 研究所の見解 ;

世の中に出ている推計値は全て間違っている(*)

だからといって、我々が正しいと考える推計値は出さない

推計値がどうあれ、技術の進歩に対応できない人は失業の可能性大

→ **職業再訓練を充実化させ、失業を低く抑えることに最も注力**

現在、職業訓練所のカリキュラムにIoT/AIを組み込む作業が進行中

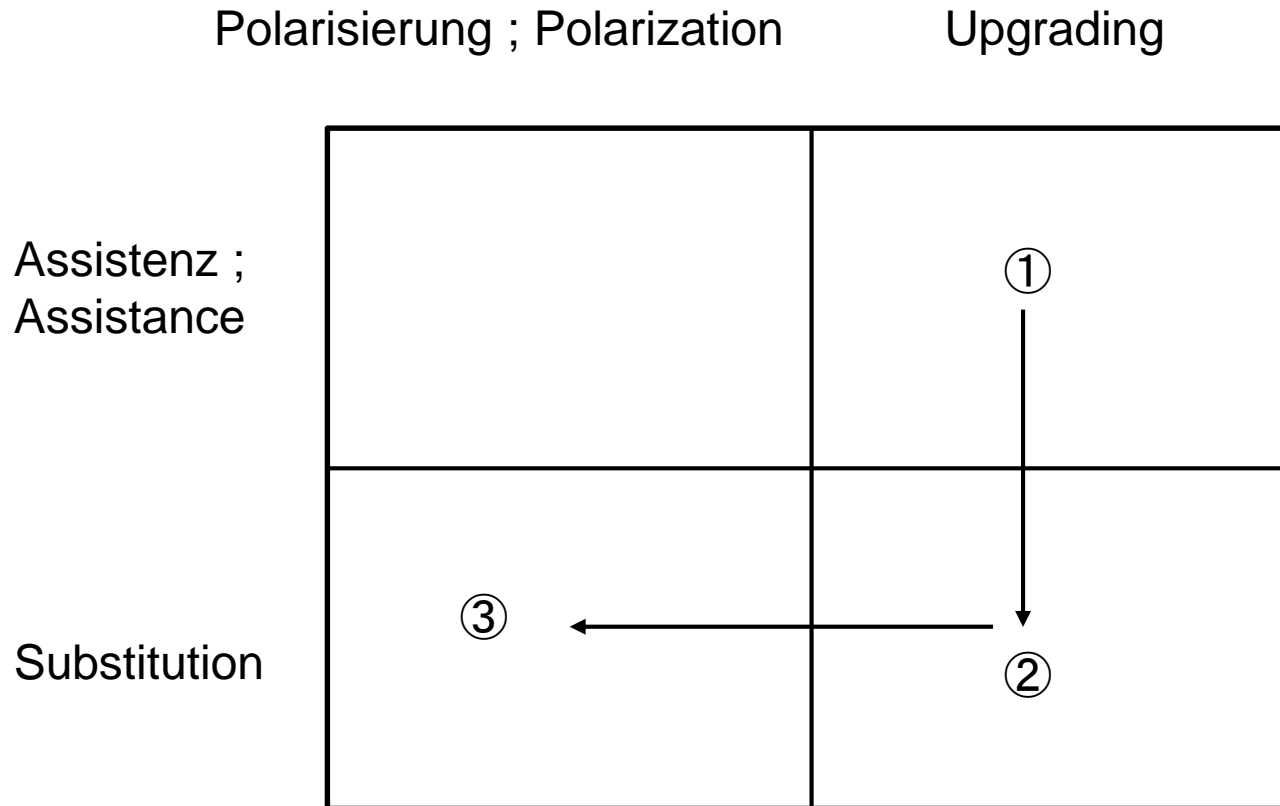
(*) 将来のIoT/AI ビジネスモデルがほとんど見通せない

もし技術が完成したとしても、その技術を現実的に実用化できるまでの時間、費用対効果が見合うようになるまでの時間、古い機械設備と入れ替える時間など不確定要素が多すぎる。そして、今まで使い続けてきた機械設備でできるのなら、どうして入れ換ええないといけないのか、という意見も出る。

(*) 「雇用の未来」は、ドイツでは「まるで水晶玉をのぞき込むようだ」と言われているとのこと。魔女が持っている水晶玉を覗き込むと、そこには未来の景色が見えるが、それは本当の未来なの？単なる幻影ではないの？という状況を例えている。

(*) グーグル・ドイツ社長に「20年後の貴社の雇用形態はどうなっているか」とインタビューしたところ、「20年前、この世に存在していなかったグーグルが、どうして20年後を予想できるのか。」と返されたとのこと。この分野の研究の難しさを現しているエピソードとして紹介。

フラウンホーファーIAO研究所から説明； **Arbeiten4.0プロジェクト研究の最大の成果**
調査対象となった大部分のドイツ企業で、これまで、①→②→③という動き



各社の数字を調査するだけでは一貫性・整合性が見当たらなかったが、左記の観点で「傾向」を調査すると驚くべき整合性が発見され、研究所は歓喜したとのこと。

- ① 企業が社員を研修し、社員も質の向上に努力することで、機械を人間の補助として活用
- ② 企業が社員を研修し、社員も質の向上に努力するものの、技術進歩が早く、かつ企業はコスト削減のため、一部の社員を機械に置き換える動きが出てくる
- ③ 企業も社員も努力を諦め、人間を機械に置き換える段階

IGメタルは、ドイツ連邦政府労働・社会省の大臣を輩出するなど、大きな政治力を有している。(2018年9月の総選挙で社会民主党は連立政権を離脱したので、Andrea Nahles大臣は交代した)

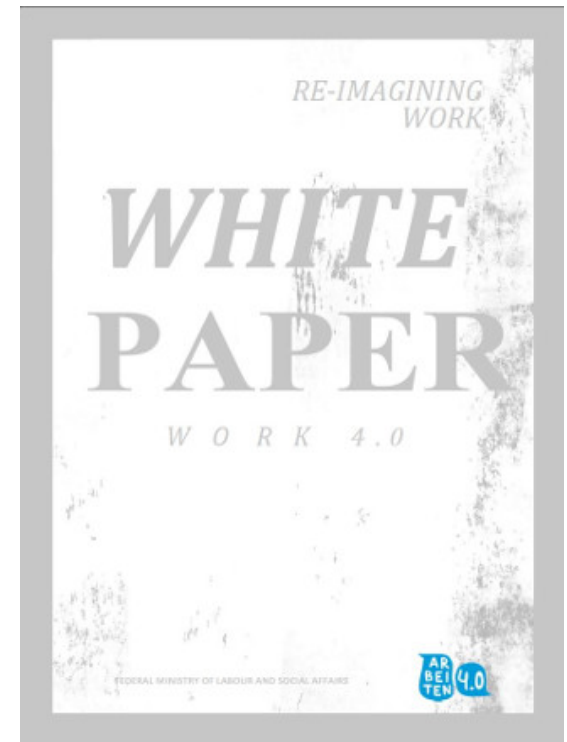
同省は、インダストリー4.0に係る雇用問題を検討するプロジェクト「Arbeiten4.0 (英; Work4.0)」を実施し、白書「White Paper」(2016年11月)として公表。

→これをもってドイツでは一区切り

今、ドイツでは、冷静で深い議論が可能な状況になっている、と聞く。



Andrea Nahles 労働・社会省大臣
(社会民主党、IGメタル出身)

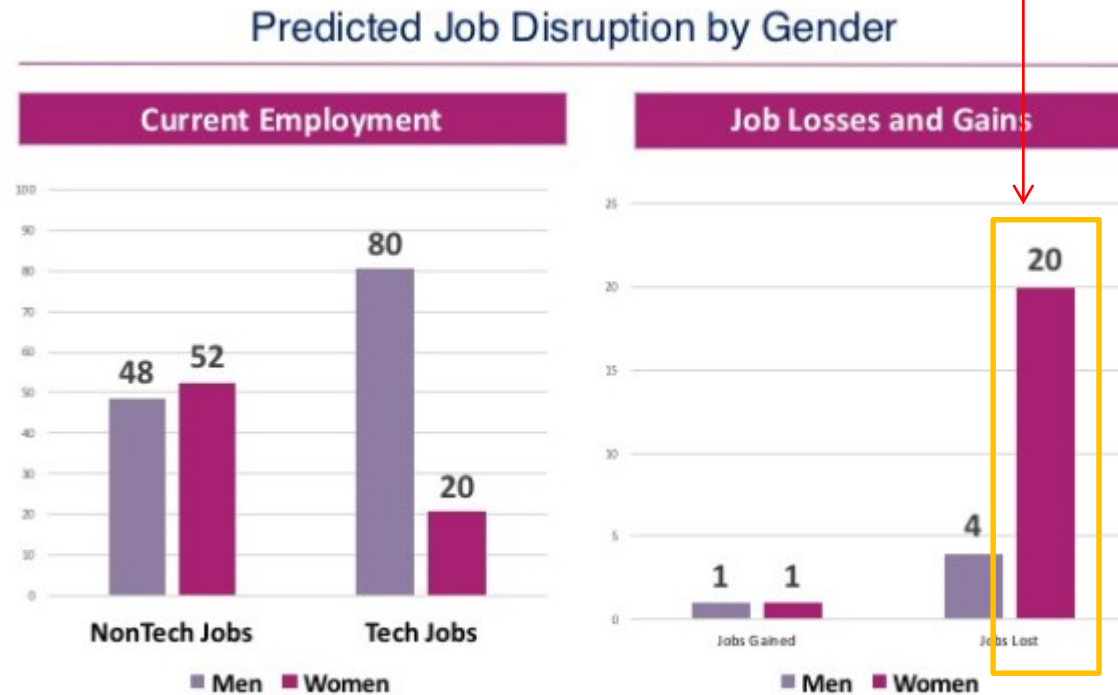


白書 Work4.0 2016 Nov.

第3章 その他主要研究成果の紹介

3-1 AI時代のジェンダー問題

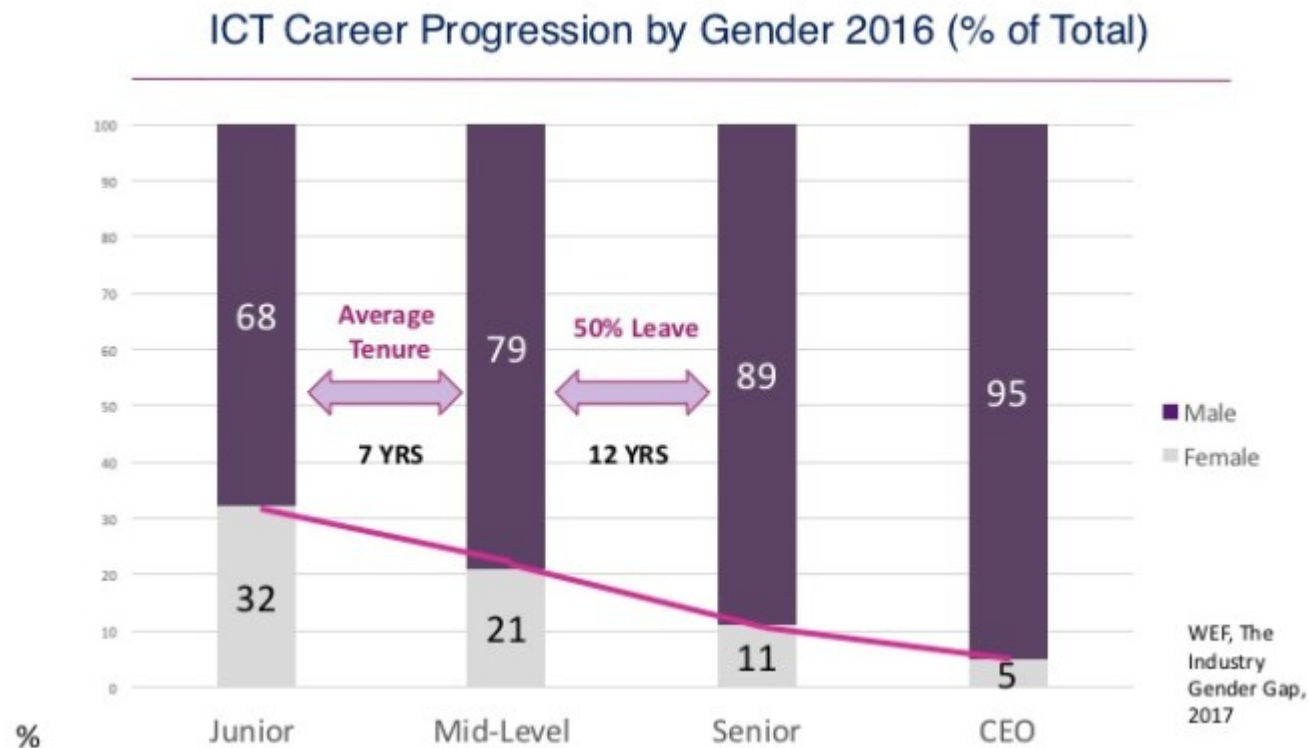
you can see the dire prediction that comes from that unequal representation: more women's jobs will disappear than men's.



Asia News Center, Why Women are At Risk in the Fourth March 22, 2017

Source ; From Santiago: Gender Equality and the Fourth Industrial Revolution in Santiago, Chile. This event is held by UNWomen, UNDP, the government of Chile, and the ILO. I have been asked to speak about the coming “Fourth Industrial Revolution” and its anticipated impact on women.

This graph is the key to why women are so few in tech. It is not really because of the intake into the pipeline (which has now risen to 40%), but is more about what happens in the first decade of their careers in that industry.



Source ; From Santiago: Gender Equality and the Fourth Industrial Revolution in Santiago, Chile. This event is held by UNWomen, UNDP, the government of Chile, and the ILO. I have been asked to speak about the coming “Fourth Industrial Revolution” and its anticipated impact on women.

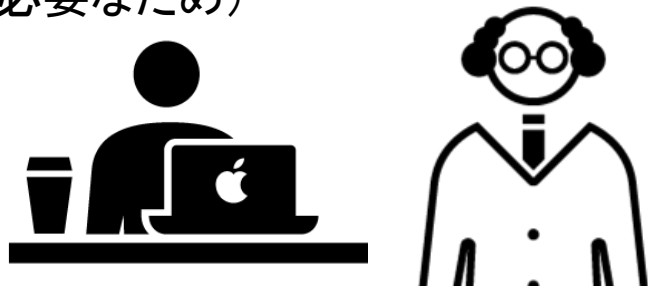
3-2 賃金、学歴、教育、格差、雇用等に関する分析

高スキル(抽象的工作)

機械化により情報の取得・まとめに要する時間が減少し、解釈・応用に費やす仕事が増える(生産性が向上)

→需要が上昇

→労働力の供給は遅い(高等教育が必要なため)



低スキル(マニュアル仕事)

情報・データに頼る部分が少いため、情報技術による仕事の補完や置き換えなどは起こりにくい

→生産性を上げても単価が低くなる

→他分野から労働者が流入しやすい

→賃金上昇は抑制されやすい

→生産性向上により社会全体の収入が増大するため、マニュアル仕事そのものの需要は増大する



機械への代替リスクが小さい仕事

低スキル労働者の賃金は上昇しない

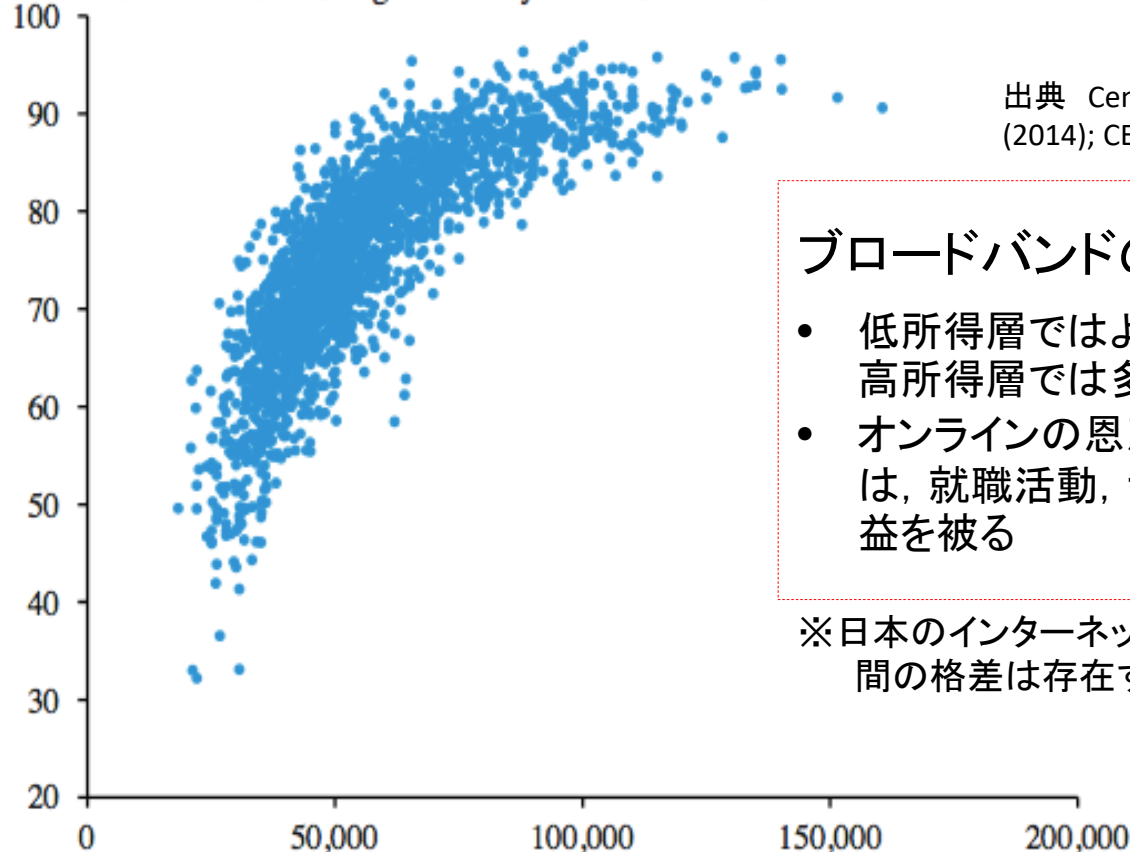
- 高スキル労働者
 - スキル獲得のために大学・大学院での高等教育が必要なため、需要が増えても供給はすぐには増えない
 - IT関連の高スキル人材の需要がさらに高まり、賃金も上昇しやすい
- 低スキル労働者
 - 教育が必須のスキルは必要ないため、他分野から労働者が流入しやすい
 - 生産性が高まっても賃金の上昇は抑制される

雇用は高スキル・低スキル労働の需要上昇という形で二極化するが、賃金水準は高スキル労働でのみ上昇し、低スキル労働では上昇しない

情報格差の縮小が必要

家庭でインターネットを利用する割合

Percent of Households Using Internet by Public Use Microdata Area



出典 Census Bureau, American Community Survey (2014); CEA calculations.

ブロードバンドの導入は所得と関連

- 低所得層ではよりインターネット利用が少なく、高所得層では多い
- オンラインの恩恵を受けることができない労働者は、就職活動、サービス、教育面で様々な不利益を被る

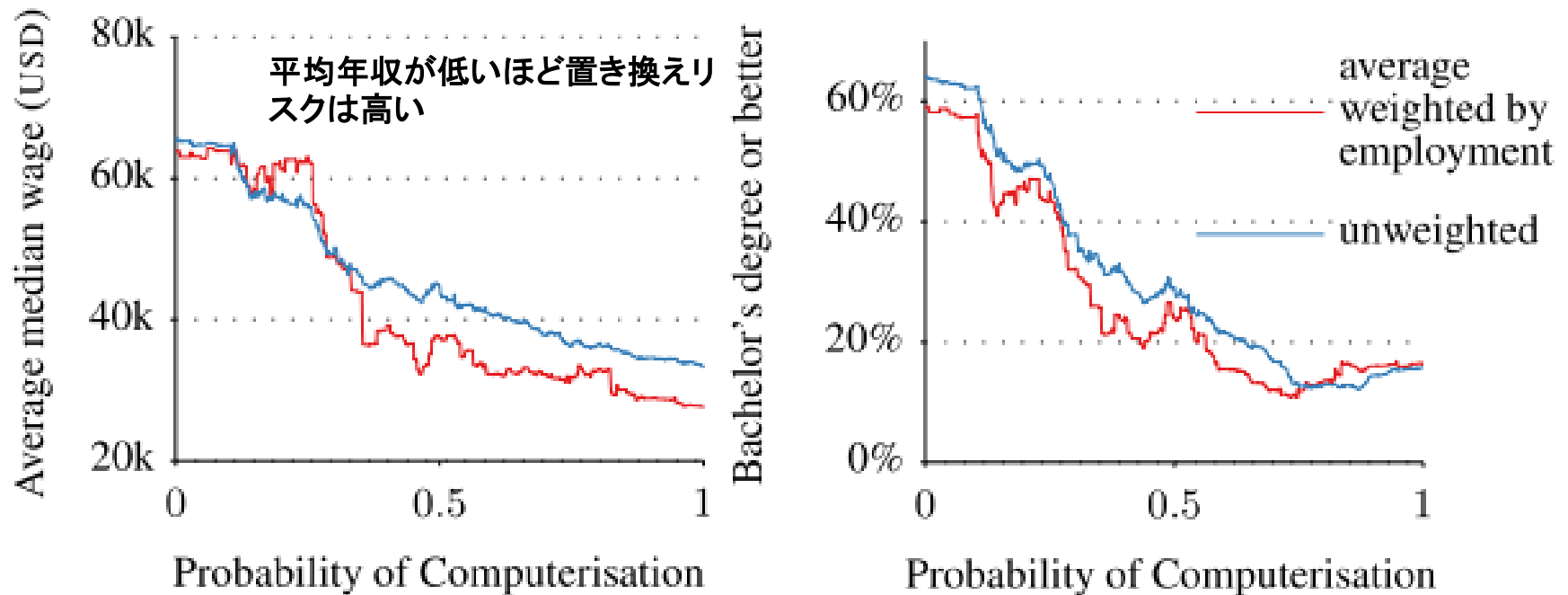
※日本のインターネット普及率は83.0%だが、世代間・年収間の格差は存在する(総務省HP)

Median Household Income by Public Use Microdata Area

アメリカにおける各家庭の所得の中央値

代替リスクは賃金・教育水準に反比例する

機械化により、中程度の収入の職業の需要が減り、低スキル・低賃金の仕事に取って代わられる → 近年の労働市場の二極化傾向



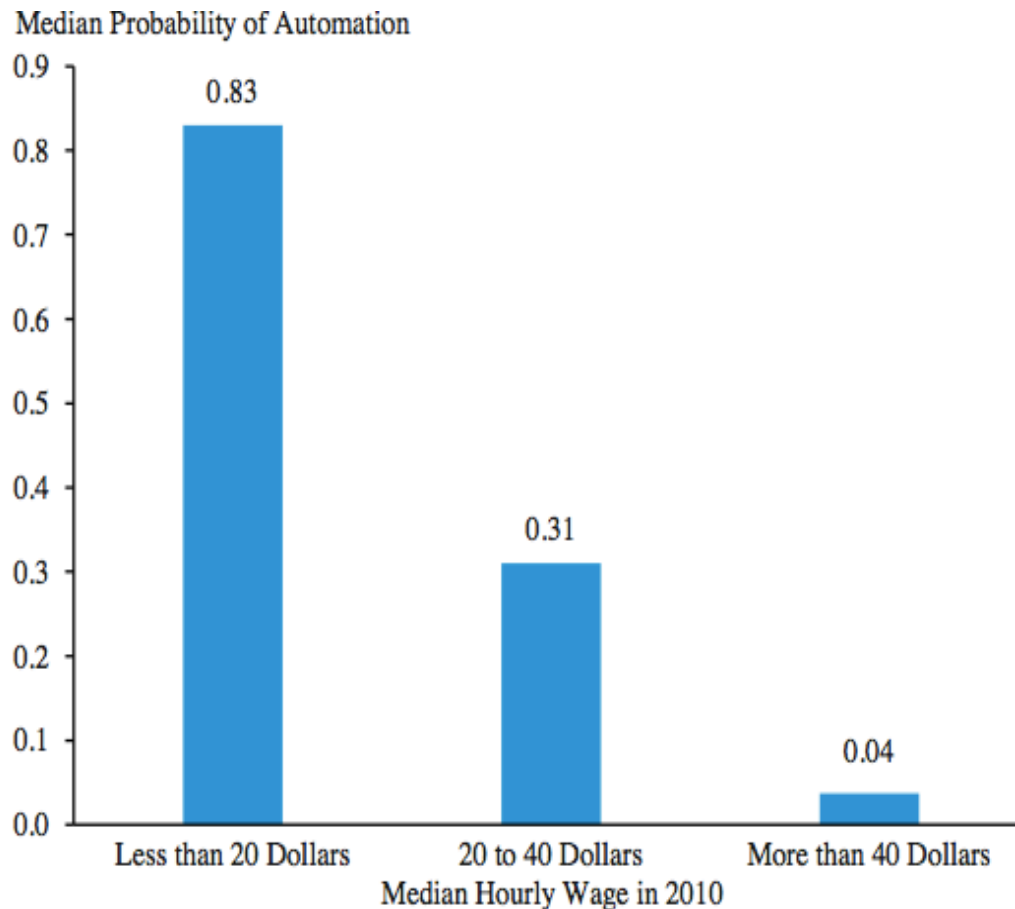
出典 Frey & Osborne (2013)

機械化可能性と平均年収(左)・教育レベル(右)の関係

低スキルの労働者のうち、創造性・社会的スキルを得た者は機械化の影響の少ない仕事を勝ち取ることができる

低賃金労働ほど自動化により代替されやすい

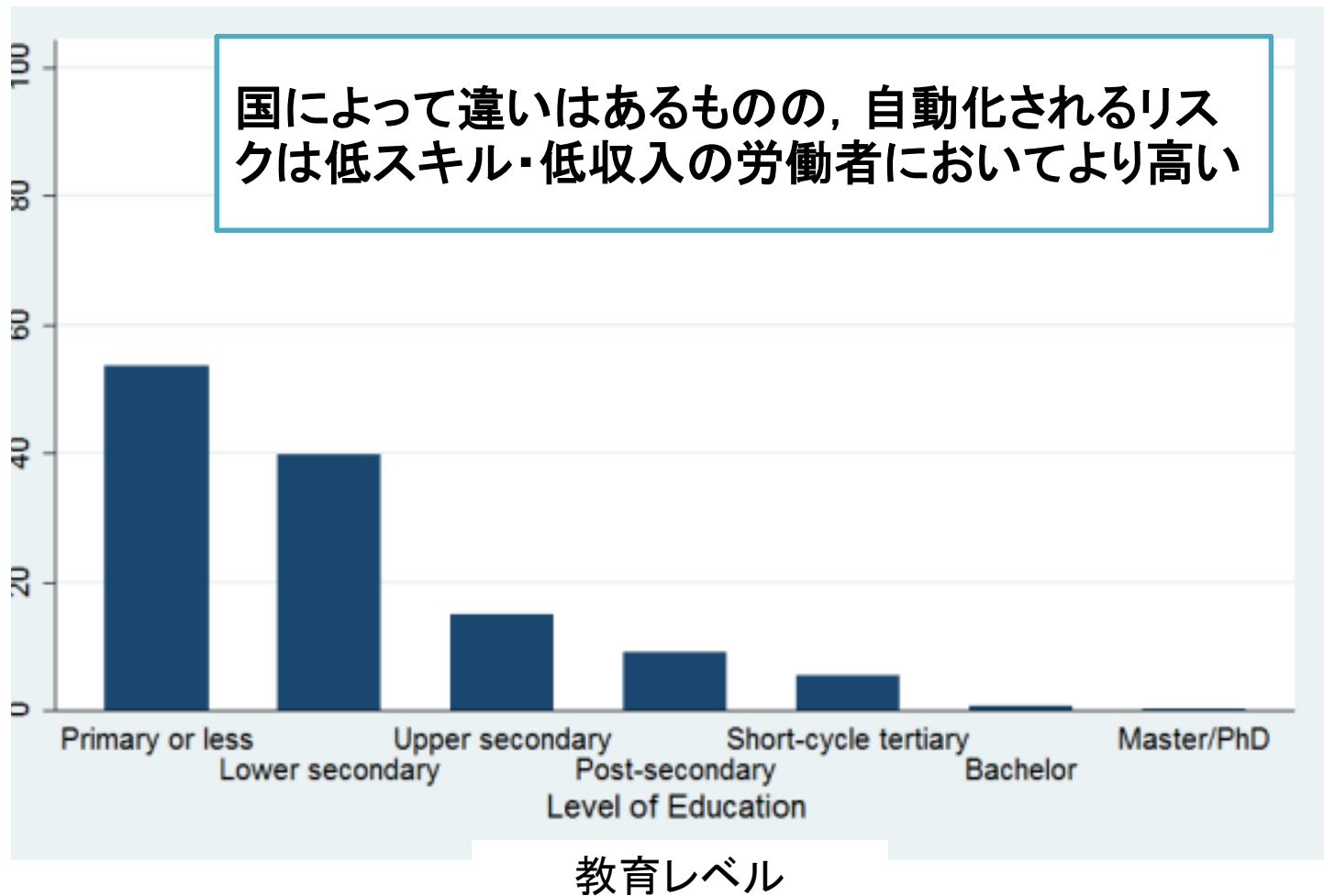
- 自動化されやすい職業は、時給20ドル以下の低賃金労働
- 自動化の可能性が低い職業は自動化により業務が補完されたり、改善されたりする可能性がある



米国経済白書(2016)

教育レベルが低いと代替リスクが大きい

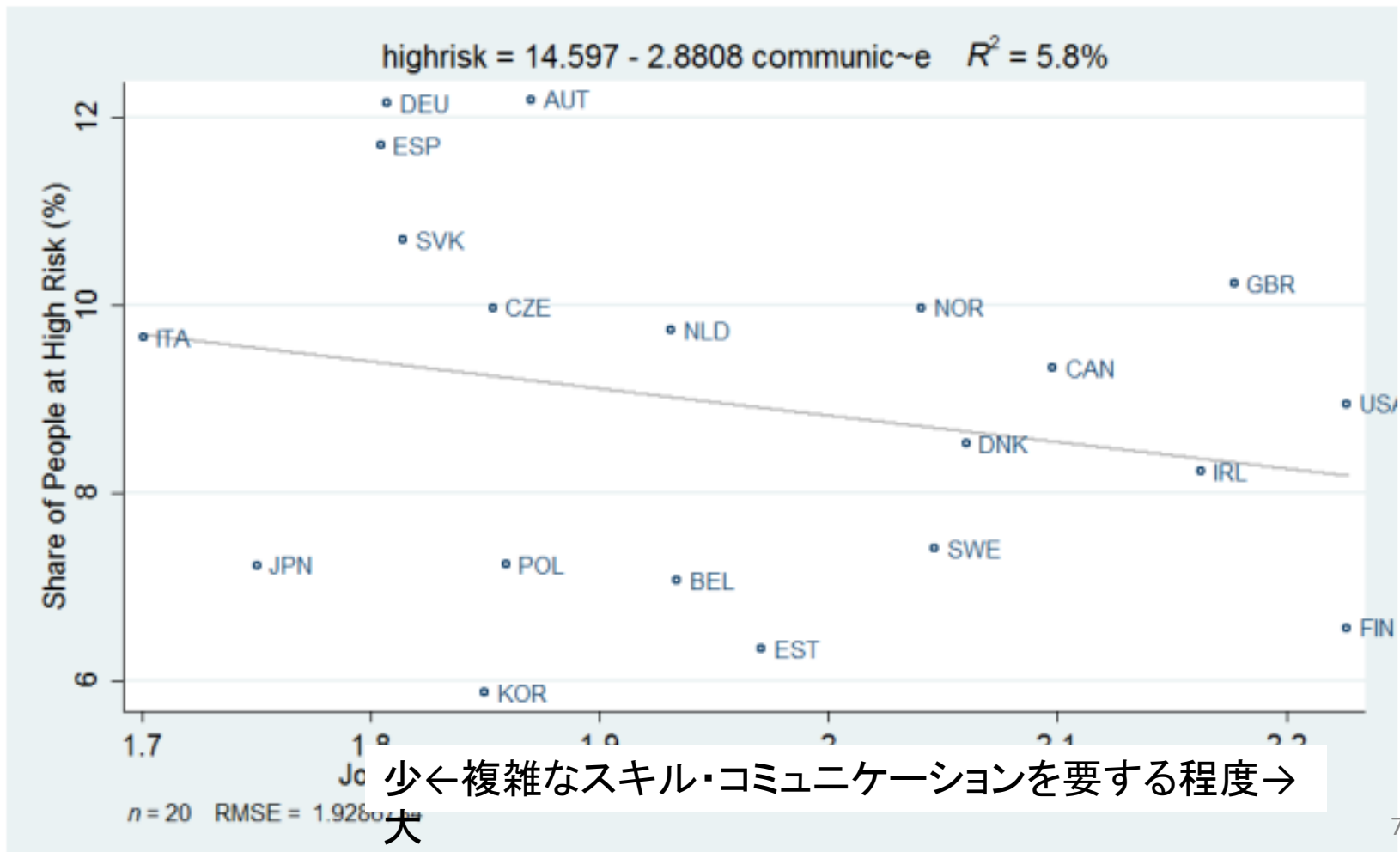
代替リスクが高い（70%の確率で代替される）労働者の割合



出典 Arnz, Gregory, & Zierahn (2016)がthe Survey of Adult Skills (PIAAC) (2012)をもとに作成

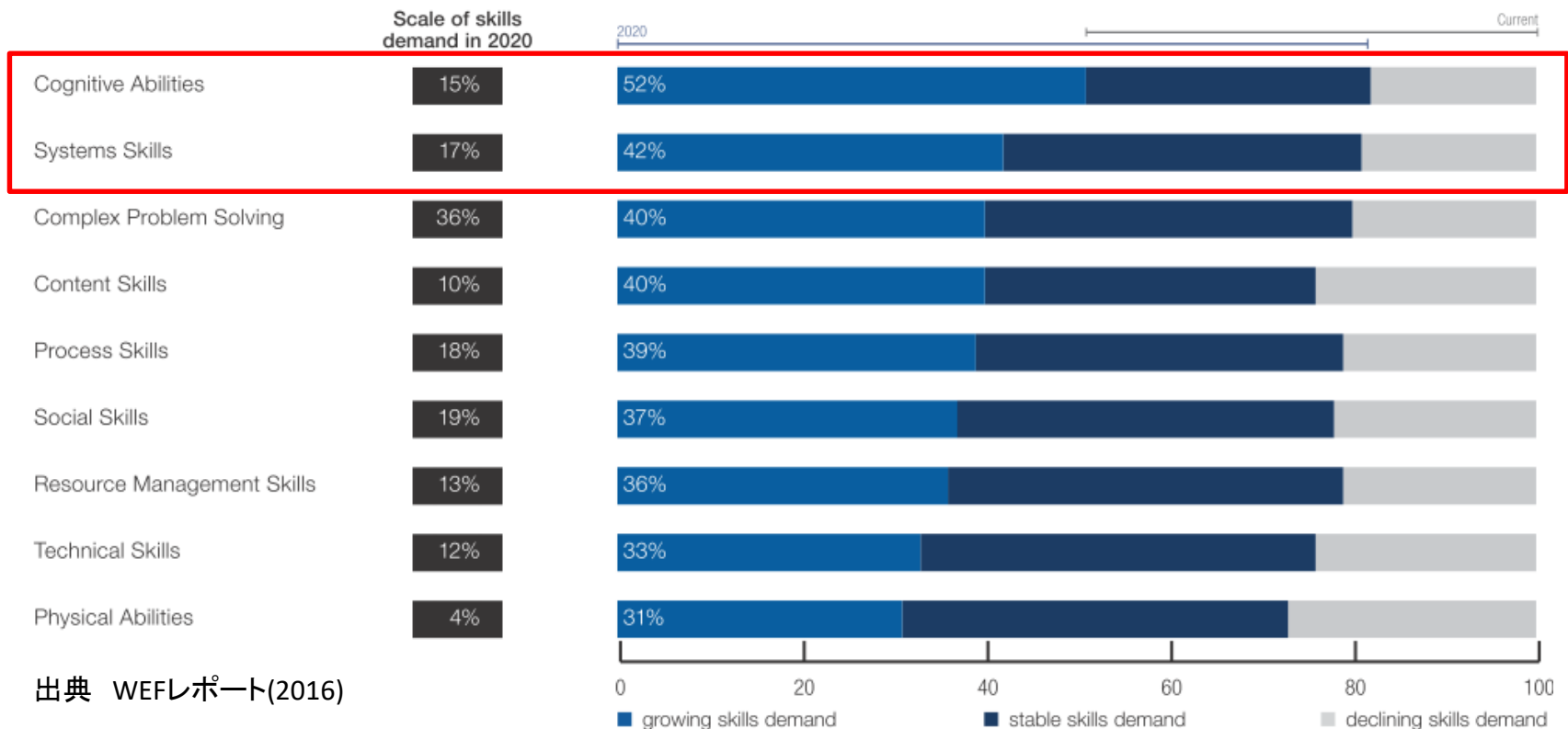
低スキル・低コミュニケーションの仕事は 自動化リスクが高い

各国の雇用の自動化リスクをタスクごとに予測



従業員に求められるスキルが変化

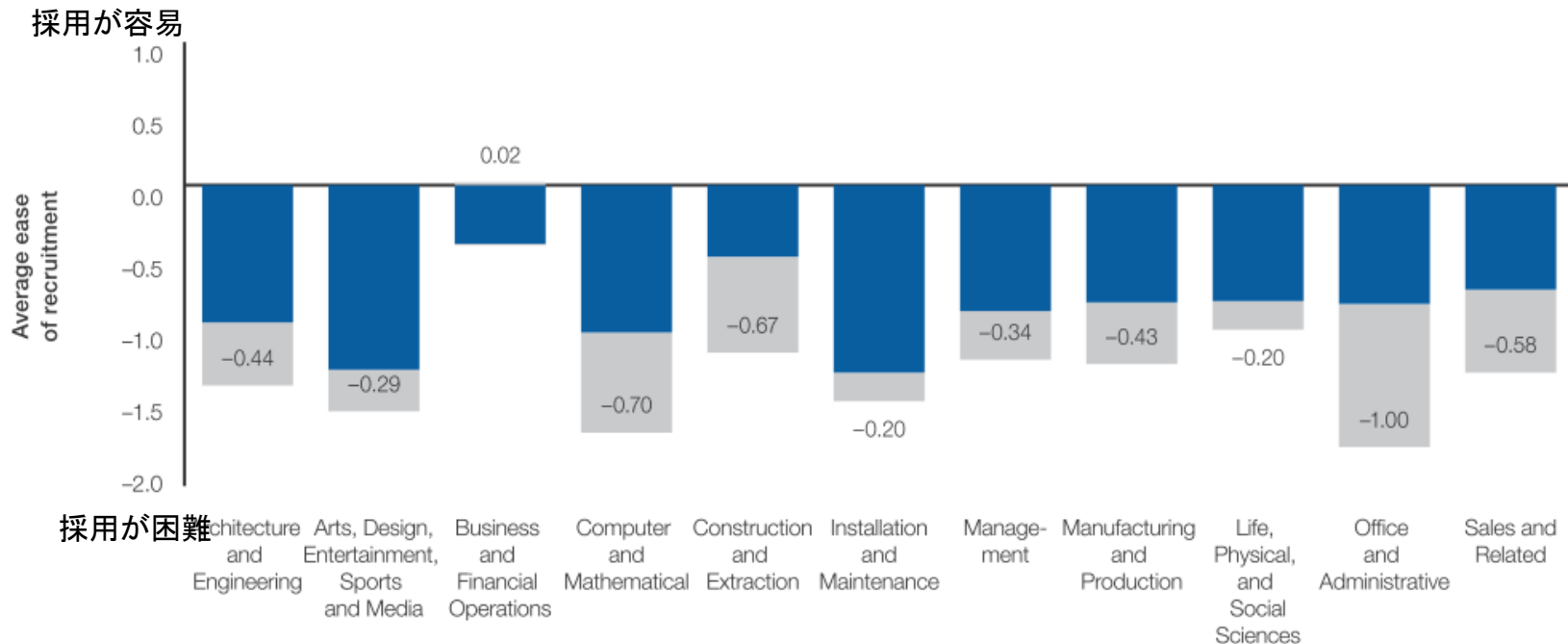
- 多くの産業で、社会的スキル(感情のコントロール, コミュニケーション能力)が求められる
- ICTのリテラシーや能動的学習などのスキル, 認知能力, 情報処理能力は中核的スキルとしての需要が高まる



出典 WEFレポート(2016)

人材が不足し採用はより困難に

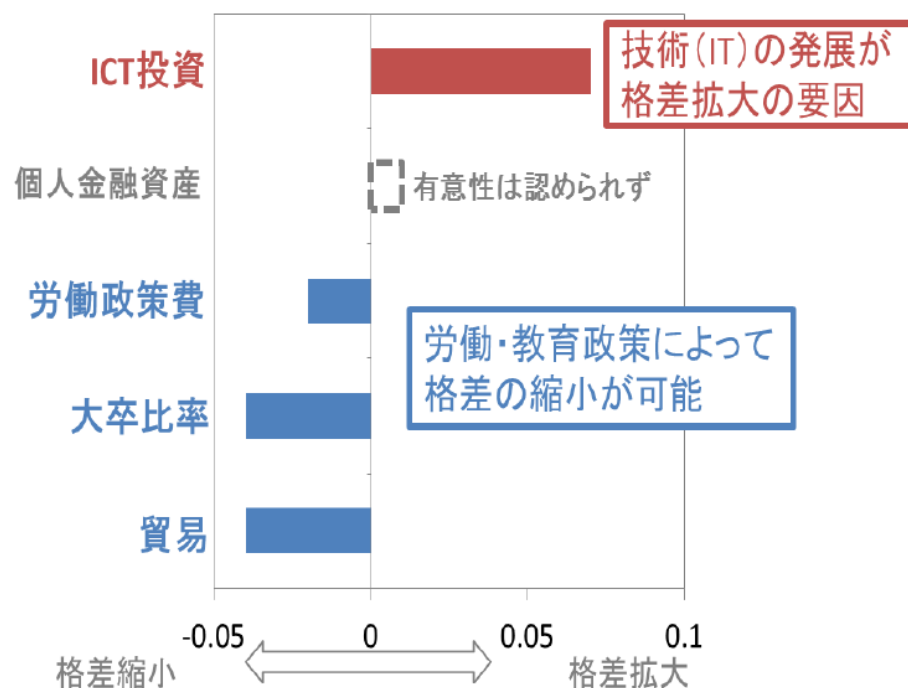
- 需要が高まるコンピュータ・数理関係, 建築・工学関係, その他の戦略的・専門的職業は, 良い人材を得るための競争が激しくなり, 状況は2020年までにより悪化する
- 膨大なデータを分析・解釈できる人材, 自社の専門技術を解説できるような専門的な営業担当者が求められる
- テクノロジーが変化するスピードが速く, 人材の育成が困難



出典 WEFレポート(2016)

- 先進国の格差拡大の主な要因は技術革新（ICT投資）である。貿易は、むしろ教育政策等と共に、格差縮小要因となっている。
- なお、ICT投資の推進は、我が国の経済成長力の向上のために不可欠である。

IMF では、1980年～2006 年の先進国20 ヶ国、新興国31 ヶ国により構成される51 ヶ国を対象にジニ係数の変化に関する要因分解を行った結果として、「格差に対する影響が最も強いのは技術革新」と結論付けている。



近年の格差拡大要因分析の結果

通商白書2017

平成29年6月27日

経済産業省 通商政策局

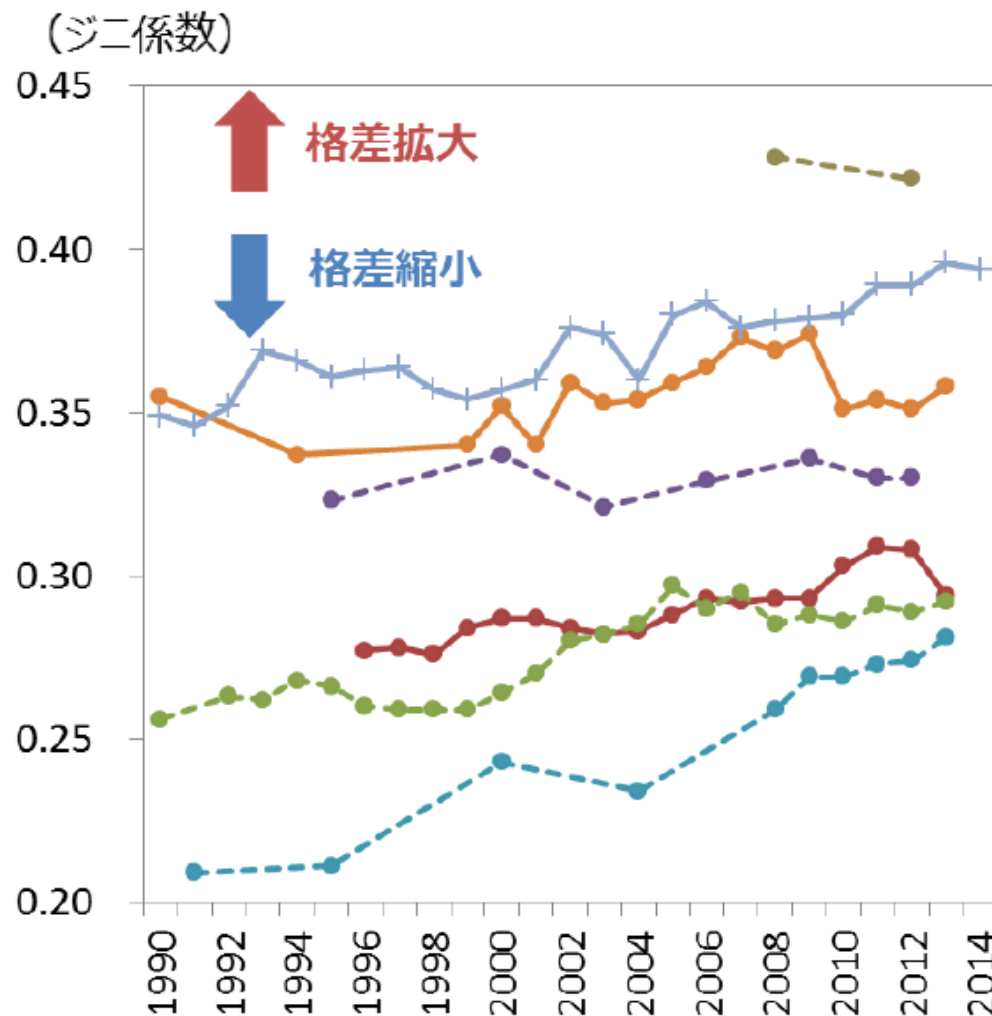
ジニ係数の各要素の寄与（2000～2014）

注：IMFの2007年の分析を参考に、分析期間(1980～2006)を2000～2014年に延長し、対象国をOECD23か国に経済産業省にて修正。
備考：横軸は各指標が1%変化したときの、ジニ係数の変化率を表す。

通商白書2017

平成29年6月27日

経済産業省 通商政策局



可処分所得に関するジニ係数(所得移転後)

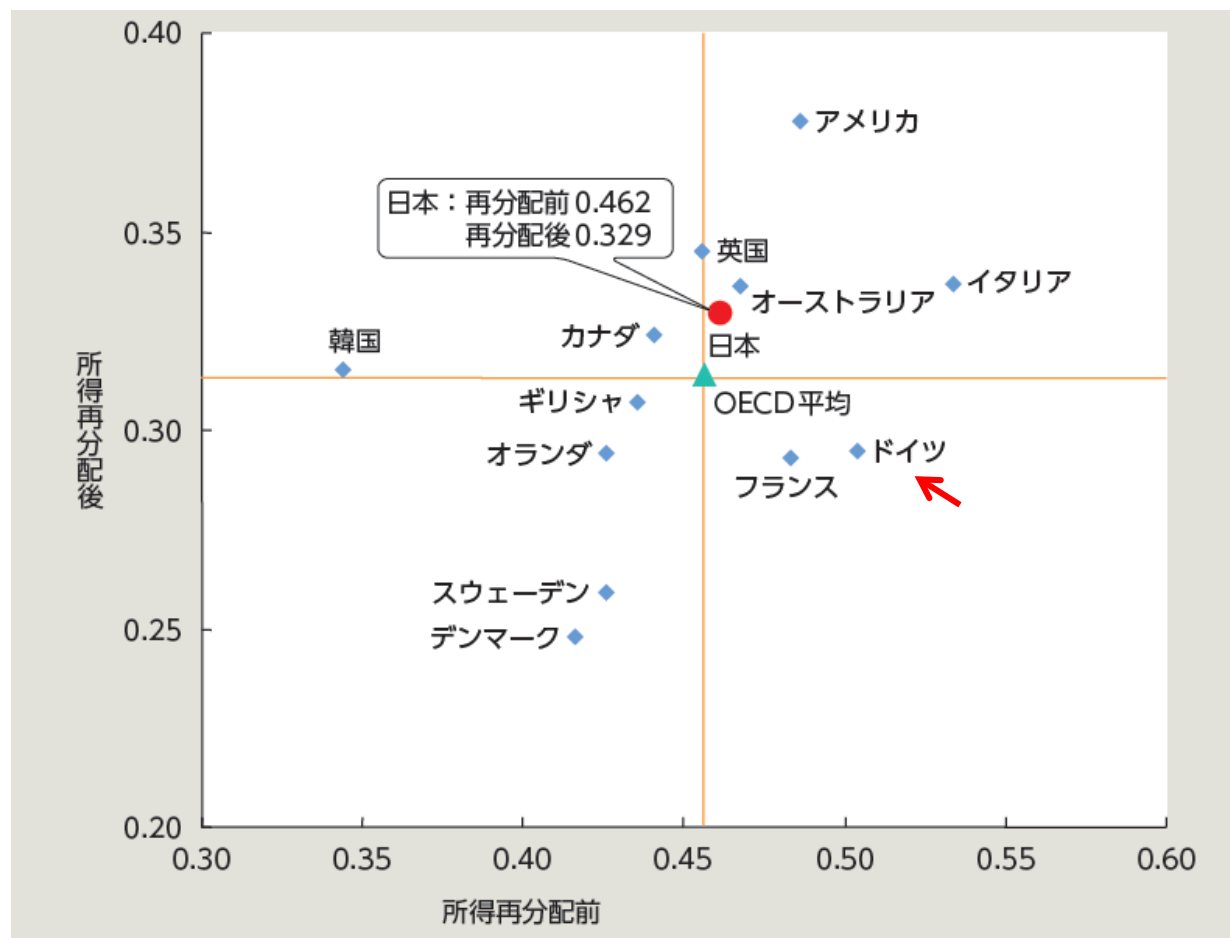
資料: OECDstat.から作成。

備考: ジニ係数とは、所得や資産の分布の不平等度を表す指標の1つ。係数は0と1の間の値で示され、完全に平等なとき最小値0をとり、不平等度が大きいほど1に近づく。

注: 中国のみデータの制約により、世界銀行から推計データ取得

先進国における国内の格差を示すジニ係数（税・所得移転後）について国際比較すると、全体として見れば日本を除く先進国では格差が拡大傾向にあることが見てとれる。

- ドイツは、再分配前はジニ係数が高いが、再分配後は低くなっている。
国家が再分配に強力に介入することで、**経済成長の恩恵を国民に広く波及させ、格差の少ない社会を実現。**
- 日本のジニ係数は、所得再分配の前も後も、OECD平均より高い。



OECD各国のジニ係数
(所得再分配前と後)

出典) 平成24年度厚生労働白書

AIは不平等を加速させる

人工知能の発達により、機械は“考える”力を急速に高めている
従来は人間の仕事とされていた仕事が機械に置き換わる可能性

バンクオブアメリカ・メリルリンチのレポート

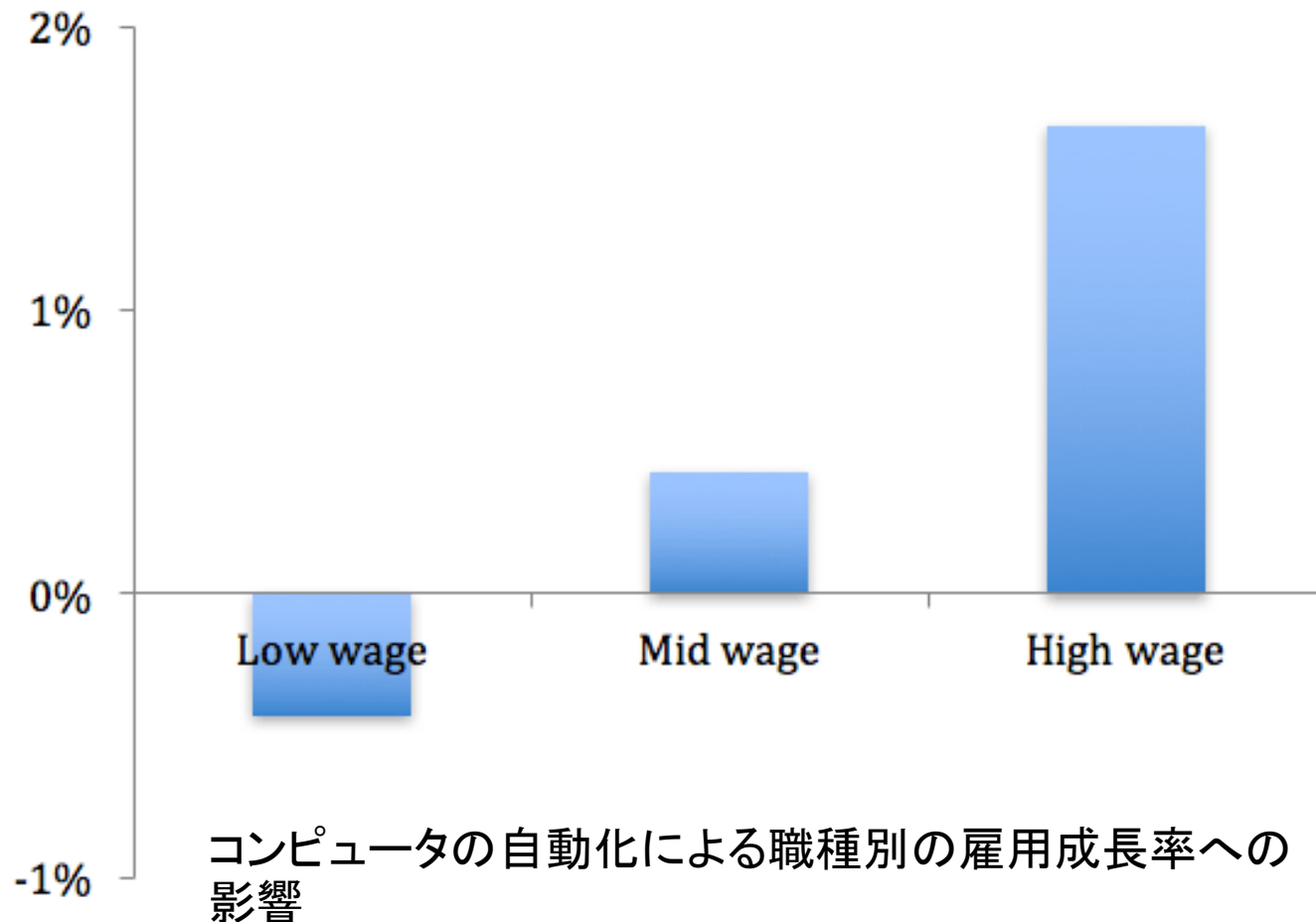
- ロボットと人工知能の市場は2020年までに**152.7億ドル**に達し、これらの技術の適用によって幾つかの産業では**生産性が30%向上する**
- 現在、労働者1万人につき66台のロボットが世界で稼働しており、元も自動化が進んでいる日本の自動車部門では1520台が稼働している

工場の流れ作業のような低水準の作業だけでなく、知識集約型のタスク（消費者の信用格付けなど）もコンピュータに置き換わることで、世界中の賃金コストを9兆ドルまで削減できる（2013年 マッキンゼーグローバル研究所 報告書）

自動化は所得格差を拡大する

米国経済白書(2016)

- 低賃金の職種では雇用が失われる一方、高賃金の職種では雇用が増える傾向あり
- 低賃金の労働者がコンピュータ使用に必要なスキルを身につけることができれば、所得格差による経済格差が大幅に拡大するおそれあり



- コンピュータを利用する職種はそうでない職種と比べて雇用成長率が高い(年間1.7%)
- コンピュータ使用による雇用の代替効果は雇用の促進効果を相殺する(1.7%→0.45%)

職業と作業のモデルを立て、機械化・自動化と失業・賃金格差の関連を調査

独立変数

各職種、各産業の労働者がコンピュータを利用する頻度

※コンピュータの利用頻度が高い職種は業務の自動化度合いが高いと仮定



どのように
影響する？

従属変数

職業別・産業別の相対的な雇用成長率

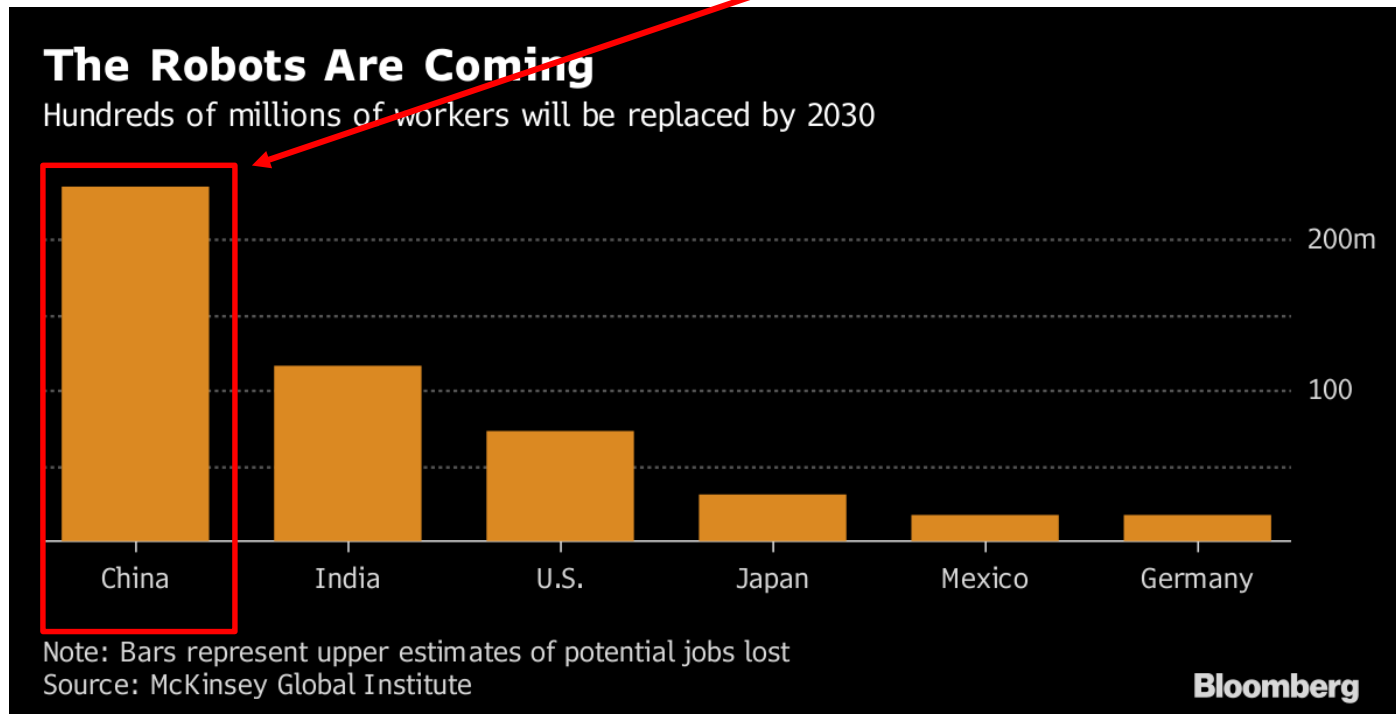
世界の8億人から仕事奪う公算ーロボット・自動化で2030年までに

McKinsey & Co.(2017)

ロボット導入や自動化の進展で、2030年までに現在の世界労働力人口の2割余りに当たる最大8億人が職を失う可能性がある。米マッキンゼーの調査部門が46カ国と800を超える職種を対象に実施した新たな調査で判明した。

マッキンゼー・グローバル・インスティテュートが2017年11月29日発表した調査報告によれば、ロボット化・機械化は先進国、新興国の双方に影響が及ぶ。自動化が職種全般に急速に広がれば、機械のオペレーターやファストフード店の従業員、事務専門職などが最も大きな影響を受けるという。

中国が最大規模



ロボット化の進展がそれほど急速でなければ、仕事を奪われるのは4億人程度だが、これらの人々はあと13年のうちに新たな仕事を見つけなければならないだろうとしている。

3-3 プラットフォーム・エコノミー

プラットフォーム・エコノミー Platform Economy

← プラットフォーム・ビジネスによる経済減少を分析する新しい経済学の分野
(米国を中心)

当初は、複数の企業が併存していても、プラットフォームビジネスには、規模の経済、ネットワーク外部性が効くため、やがて**多くの補完企業が参加するグループ**と、先細りグループに分かれ、ついには極少数のプラットフォーム企業に集約。

あるプラットフォームが、一定数以上の顧客を獲得すると、製品の量産効果に加え、補完財供給も増えるため、サービスの価値が益々増加。

プラットフォーム構築には膨大な投資が必要な上、既存プラットフォームの顧客には他社への乗り換えコストが大きい。そのため、一度形成された寡占又は独占は、勝者の独り勝ち、莫大な利益を獲得。

勝者を狙うプラットフォーム企業は、補完財を供給してくれる補完企業を増やすため、「オープン」戦略を採用。**下層で働く人々は、低賃金で不安定な雇用に陥る。**

プラットフォーム・エコノミー

代表例; Uber

Platformer

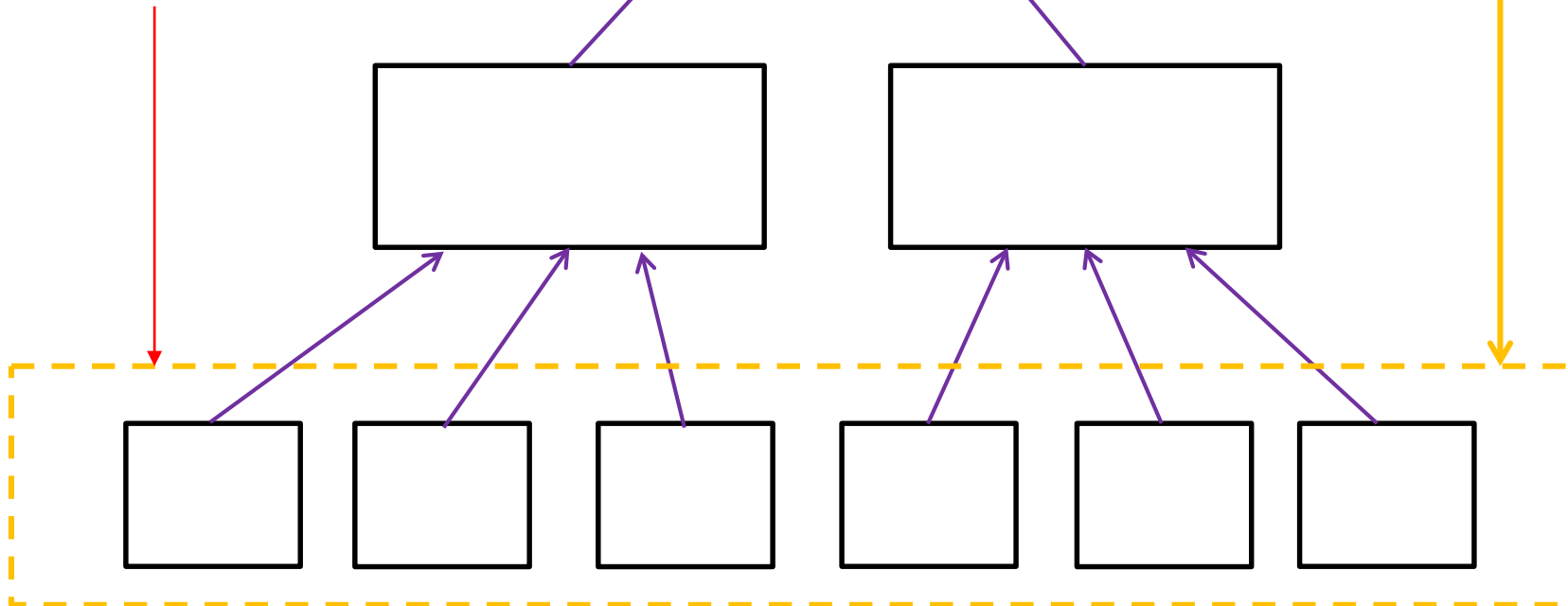
低賃金で不安定な雇用



AIの進展により、人間
が機械に置き換わる

欧米では主に 移民

マネー及びビッグデータが吸い上げられる様子

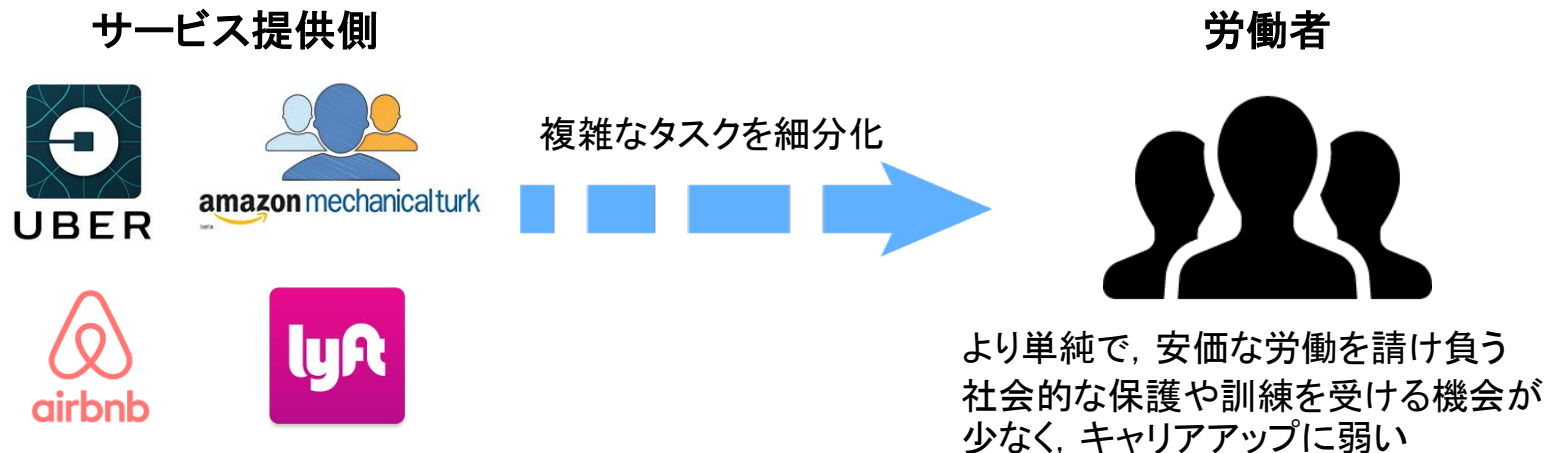


抜きん出た「アリゴリズム」及び「ビッグデータ」を握った者が、大きな利益を獲得

産業の基盤が必要なく、新たにモノを作る必要も無く、今そこにあるモノのなかに「アルゴリズム」を導入するだけで、ビッグビジネスが可能 → 途上国におけるIoTビジネスに最適な形態

プラットフォーム・エコノミー化により 就業形態と賃金水準が二極化する

- インターネットの普及により、労働者、製品、タスクのマッチングが効率的になされることで、労働者の雇用形態が流動化する



- 雇用形態の流動化により、正規雇用・非正規雇用の二極化が生じる
- 雇用形態の二極化は、高所得・低所得という給与体系の二極化を招く

現行の労働者を保護する制度は、単一の雇用形態が前提とされているため、新たな雇用形態に制度を対応させ、労働者を保護する必要がある

筆者の独自見解；

プラットフォームビジネスの下層で働く人々の雇用が不安定化し、低賃金化するというのは、米国人が米国で行っているビジネスを米国人が見て、そのように分析している。

だが、プラットフォームビジネスは、システム全体で利益を稼ぎ出しているので、要はシステムの中での利益再配分の問題。

もし仮に、日本人が日本でプラットフォームビジネスを行うとき、ほんの少しだけ下層の労働者への利益再配分を多めにすれば、先述したような問題はなくなる。

よくよく見れば、プラットフォームビジネスは、系列ビジネスである。系列は日本固有のシステムであり、既に運用実績もある。親会社は、下層の中小企業に最低限の利益再配分をしてきたのであろう。

ドイツ人の専門家は、三菱電機の e-Factory を日本の特徴的なプラットフォームビジネスと呼んでいるが、その下層で働く人々の雇用が不安定化し、低賃金化しているなどと聞いたことがない。

プラットフォームビジネスの雇用問題は、頂点に立つ人の考え方次第、というのが筆者の考えである。

3-4 日本で発表された成果

人工知能と経済の未来 2030年雇用大崩壊 (文春新書) 2016/7/21 井上 智洋 (著)



2030年頃には人間の知性に匹敵する汎用AIが現われ、AIがCMH以外の職業に従事する人の雇用を奪っていく。2045年頃は、全人口の1割ほどしか労働していない社会。
全人口の1割しか働かない社会で、全員が幸福に暮らしていくためには、「ベーシックインカム」(Basic Income, BI)で導入すべき。

日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に

～601種の職業ごとに、コンピューター技術による代替確率を試算～

2015年12月02日 株式会社野村総合研究所

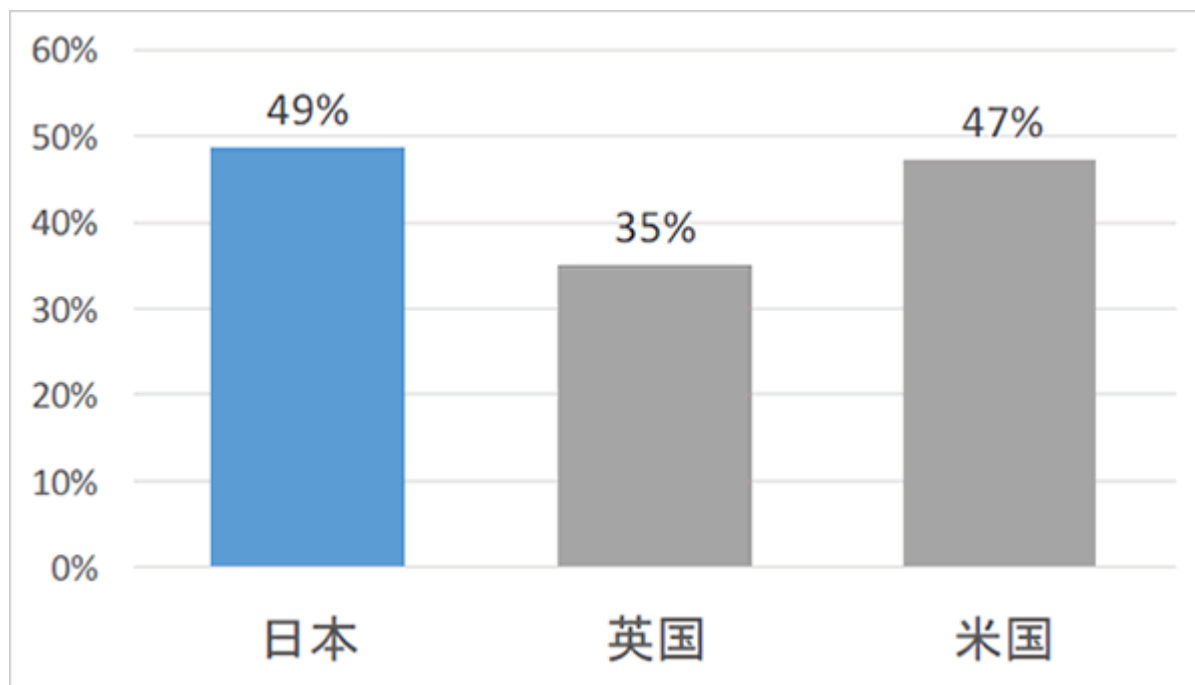
株式会社野村総合研究所(本社:東京都千代田区、代表取締役会長兼社長:嶋本 正、以下「NRI」)は、英オックスフォード大学のマイケル A. オズボーン准教授およびカール・ベネディクト・フレイ博士*1との共同研究により、国内601種類の職業*2について、それぞれ人工知能やロボット等で代替される確率を試算しました。この結果、10～20年後に、日本の労働人口の約49%が就いている職業において、それらに代替することが可能との推計結果が得られています。

この共同研究は、NRI未来創発センターが「“2030年”から日本を考える、“今”から2030年の日本に備える。」をテーマに行っている研究活動のひとつです。人口減少に伴い、労働力の減少が予測される日本において、人工知能やロボット等を活用して労働力を補完した場合の社会的影響に関する研究をしています。

日本の労働人口の約49%が、技術的には人工知能等で代替可能に

試算*3は、労働政策研究・研修機構が2012年に公表した「職務構造に関する研究」で分類している、日本国内の601の職業に関する定量分析データを用いて、オズボーン准教授が米国および英国を対象に実施した分析と同様の手法で行い、その結果をNRIがまとめました。それによると、日本の労働人口の約49%が、技術的には人工知能やロボット等により代替できるようになる可能性が高いと推計されました(図1)。(代替可能性の高い職種、代替可能性の低い職種の一部を【ご参考】で紹介しています。)

図1: 人工知能やロボット等による代替可能性が高い労働人口の割合(日本、英国、米国の比較)



注) 米国データはオズボーン准教授とフレイ博士の共著”The Future of Employment”(2013)から、また英国データはオズボーン准教授、フレイ博士、およびデロイトトーマツコンサルティング社による報告結果(2014)から採っている。

創造性、協調性が必要な業務や、非定型な業務は、将来においても人が担う

この研究結果において、芸術、歴史学・考古学、哲学・神学など抽象的な概念を整理・創出するための知識が要求される職業、他者との協調や、他者の理解、説得、ネゴシエーション、サービス志向性が求められる職業は、人工知能等での代替は難しい傾向があります。一方、必ずしも特別の知識・スキルが求められない職業に加え、データの分析や秩序的・体系的操作が求められる職業については、人工知能等で代替できる可能性が高い傾向が確認できました。

※1マイケル A. オズボーン准教授とカール・ベネディクト・フレイ博士：

両氏は、英オックスフォード大学マーティンスクールにて、テクノロジーと雇用を研究するオックスフォード・マーティン・プログラムのダイレクターを共同で務めています。共著論文に“The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation”(2013) があります。オズボーン氏は工学部に所属し、専門分野は機械学習、またフレイ氏はオックスフォード・マーティン・スクールのシティ・フェローであり専門分野は経済学です。

オックスフォード・マーティン・プログラムについては、以下のURLを参照してください。

※2国内601種類の職業：

労働政策研究・研修機構が「職務構造に関する研究」で報告している601の職業を対象にしています。同機構は、アンケート調査により、職業を構成する各種次元（職業興味、価値観、仕事環境、スキル、知識など）の定量データを分析しています。職業ごとに30名以上のアンケート回答を収集でき、分析を行った職業が601種類となっています。研究報告の詳細は、以下のURLを参照してください。

<http://www.jil.go.jp/institute/reports/2012/0146.html>リンクを別ウィンドウで開きます

※3試算や分析の方法について：

本研究における分析は、労働政策研究・研修機構「職務構造に関する研究」から得られた職業を構成する各種次元の定量データをもとに、米国および英国における先行研究と同様の分析アルゴリズムを用いて実施しました。その結果、従事する一人の業務全てを、高い確率（66%以上）でコンピューターが代わりに遂行できる（技術的に人工知能やロボット等で代替できる）職種に就業している人数を推計し、それが就業者数全体に占める割合を算出しています。あくまで、コンピューターによる技術的な代替可能性であり、実際に代替されるかどうかは、労働需給を含めた社会環境要因の影響も大きいと想定されますが、本試算においてそれらの社会環境要因は考慮していません。また、従事する一人の業務の一部分のみをコンピューターが代わりに遂行する確率や可能性については検討していません。

「新産業構造ビジョン 中間整理（平成28年4月27日）」の概要

産業・就業構造の試算

【試算結果】※2015～2030年度(年率)

	現状放置ケース	改革ケース
実質GDP成長率	+0.8%	+2.0%
名目GDP成長率	+1.4%	+3.5%
賃金上昇率	+2.2%	+3.7%
名目GDP (2020年度)	547兆円	592兆円
名目GDP (2030年度)	624兆円	846兆円

※第4次産業革命による
付加価値増30兆円

【産業構造の試算結果（部門別GDP成長率・従業者数・労働生産性）】

※2015年度と
2030年度の比較

部門	変革シナリオにおける姿	名目GDP成長率(年率)		従業者数 ※()内は2015年度の従業者数		労働生産性の伸び(年率) 〔現状放置ケース と変革ケースの差〕
		現状放置	変革	現状放置	変革	
①粗原料部門 〔 農林水産、鉱業 等 〕	経済成長に伴い成長。	+0.0%	+2.7%	-81万人 (278万人)	-71万人	+2.4%
②プロセス型製造部門 (中間財等) 〔 石油製品、鉄鋼、化学繊維 等 〕	規格品生産の効率化と、広く活用される新素材の開発のプロダクトサイクルを回すことで成長。	-0.3%	+1.9%	-58万人 (152万人)	-43万人	+1.3%
③顧客対応型製造部門 〔 自動車、通信機器、産業機械 等 〕	マスカスタマイズやサービス化等により新たな価値を創造し、 <u>付加価値が大きく拡大、従業者数の減少幅が縮小。</u>	+1.9%	+4.1%	-214万人 (775万人)	-117万人	+1.2%
④役務・技術提供型 サービス部門 〔 建築、卸売、小売、金融 等 〕	顧客情報を活かしたサービスのシステム化、プラットフォーム化の主導的地位を確保し、 <u>付加価値が拡大。</u>	+1.0%	+3.4%	-283万人 (2026万人)	-48万人	+1.6%
⑤情報サービス部門 〔 情報サービス、対事業所サービス 〕	第4次産業革命の中核を担い、成長を牽引する部門として、 <u>付加価値・従業者数が大きく拡大。</u>	+2.3%	+4.5%	-17万人 (641万人)	+72万人	+1.3%
⑥おもてなし型サービス部門 〔 旅館、飲食、娯楽 等 〕	顧客情報を活かした潜在需要等の顕在化により、ローカルな市場が拡大し、 <u>付加価値・従業者数が拡大。</u>	+1.2%	+3.7%	-80万人 (654万人)	+24万人	+1.4%
⑦インフラネットワーク部門 〔 電気、道路運送、電信・電話 等 〕	システム全体の質的な高度化や供給効率の向上、他サービスとの融合による異分野進出により、 <u>付加価値が拡大。</u>	+1.6%	+3.8%	-53万人 (388万人)	-7万人	+1.4%
⑧その他 〔 医療・介護、政府、教育 等 〕	社会保障分野などで、AIやロボット等による効率化が進むことで、 <u>従業者数の伸びが抑制。</u>	+1.7%	+3.0%	+51万人 (1421万人)	+28万人	+1.4%
合計		+1.4%	+3.5%	-735万人 (6334万人)	-161万人	+1.3%

【第4次産業革命が各職種に与える影響（仮説）】

＜上流工程（経営企画・商品企画・マーケティング、R&D）＞

- 様々な産業分野で新たなビジネス・市場が拡大するため、ハイスキルの仕事は**増加**
（職業例）経営戦略策定担当、M&A担当、データ・サイエンティスト、マス・ビジネスを開発する商品企画担当やマーケティング・研究開発者、その具現化を図るIT技術者
- データ・サイエンティスト等のハイスキルの仕事のサポートや、マスカスタマイゼーションによって、ミドルスキルの仕事も**増加**
（職業例）データ・サイエンティスト等を中核としたビジネスの創出プロセスを具現化するオペレーション・スタッフ
ニッチ・ビジネスを開発する商品企画担当やマーケティング・研究開発者、その具現化を図るIT技術者

＜製造・調達＞

- IoT、ロボット等によって省人化・無人化工場が常識化し、製造に係る仕事は**減少**
（職業例）製造ラインの工員、検収・検品係員
- IoTを駆使したサプライチェーンの自動化・効率化により、調達に係る仕事は**減少**
（職業例）企業の調達管理部門、出荷・発送係

＜サービス＞

- AIやロボットによって、低付加価値の単純なサービス（過去のデータからAIによって容易に類推可能／動作が反復継続型であるためロボットで模倣可能）に係る仕事は**減少**
（職業例）大衆飲食店の店員、中・低級ホテルの客室係、コールセンター、銀行窓口係、倉庫作業員
- 人が直接対応することがサービスの質・価値の向上につながる高付加価値なサービスに係る仕事は**増加**
（職業例）高級レストランの接客係、きめ細かな介護、アーティスト

＜バックオフィス＞

- バックオフィスは、AIやグローバルアウトソースによる代替によって**減少**
（職業例）経理、給与管理等の人事部門、データ入力係

森川正之(2017), 経済産業研究所 「人工知能・ロボットと雇用－対個人サーベイによる分析－」

- ・「経済の構造変化・経済政策と生活・消費に関するインターネット調査」(2016年)。
- ・経済産業研究所が楽天リサーチ(株)に委託して実施。
- ・実施期間: 平成28年11月16日～11月22日
- ・サンプル数: 1万人。登録モニターから、全国の都道府県別・性別・年齢階層別に「国勢調査」の分布に合わせて抽出。

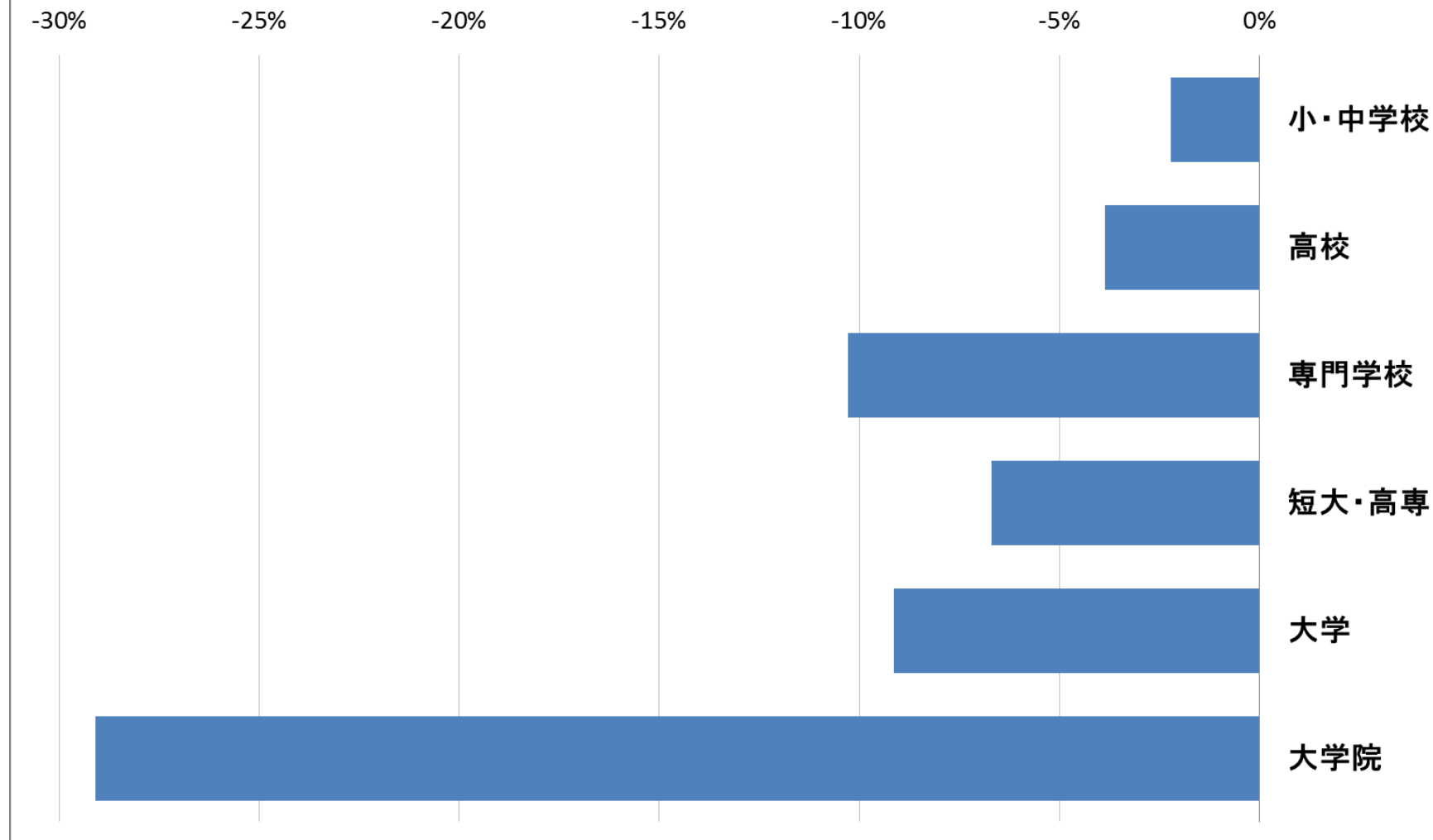
第一の(図表)は、回答者に対して、あなたの仕事はAI・ロボットにより失われる恐れがあるかどうかを聞いたものである(学歴別)。

第二の(図表)は、それをD.I.値として表示したものである。学歴が高くなればなるほど、自分の仕事はAI・ロボットにより失われないと回答する人が増えている。

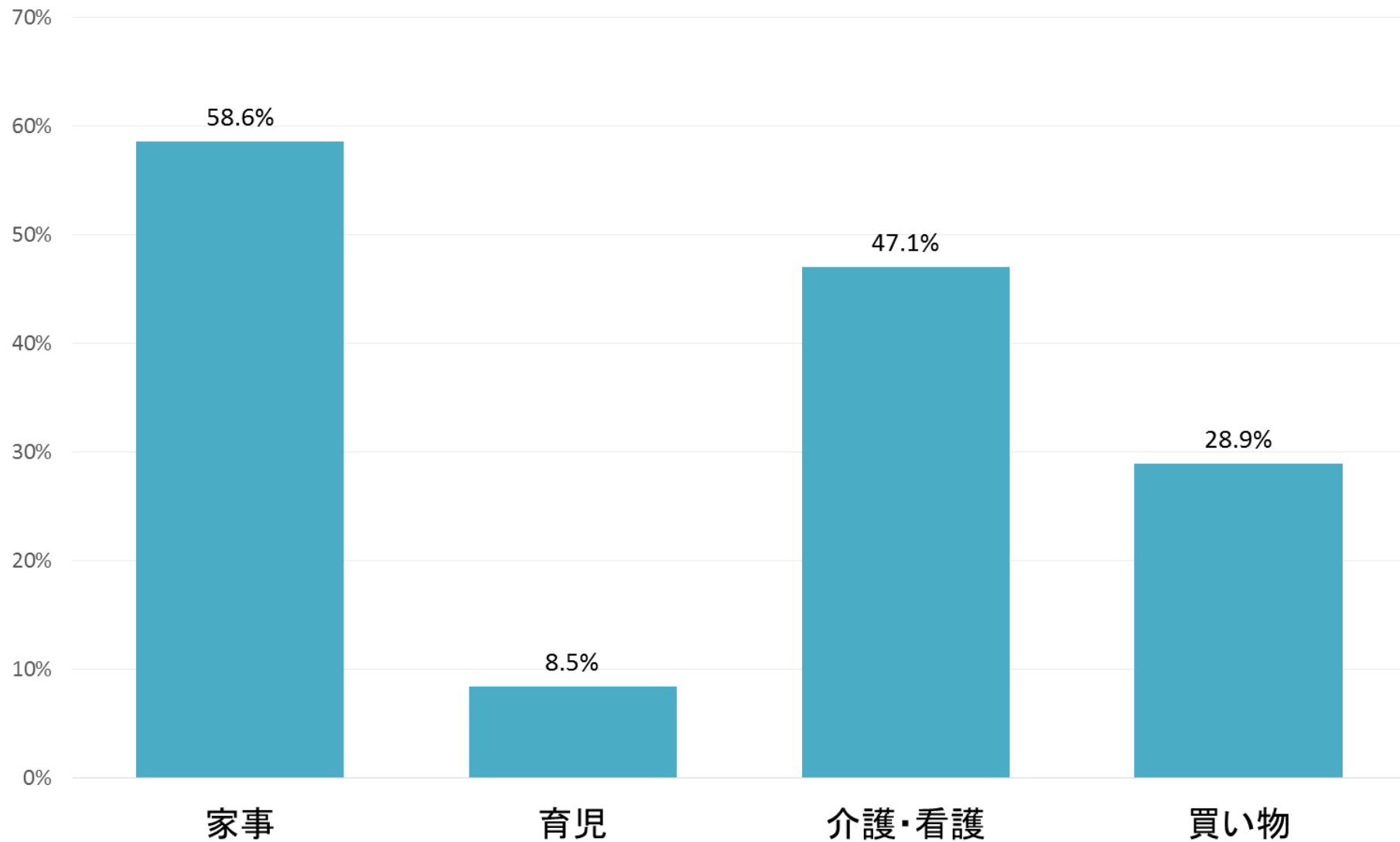
第三の(図表)は、AIロボットで代替したい家庭内の仕事を聞いたものであり、毎日のことで面倒と感じている「家事」が圧倒的に1位であり、大変な重労働である「介護・看護」が2位である。

第四の(図表)は、ロボットではなく人間にやってもわからないと困るサービスを聞いたものである。「保育」が1位、「医療」が2位、「教育」が3位となっている。

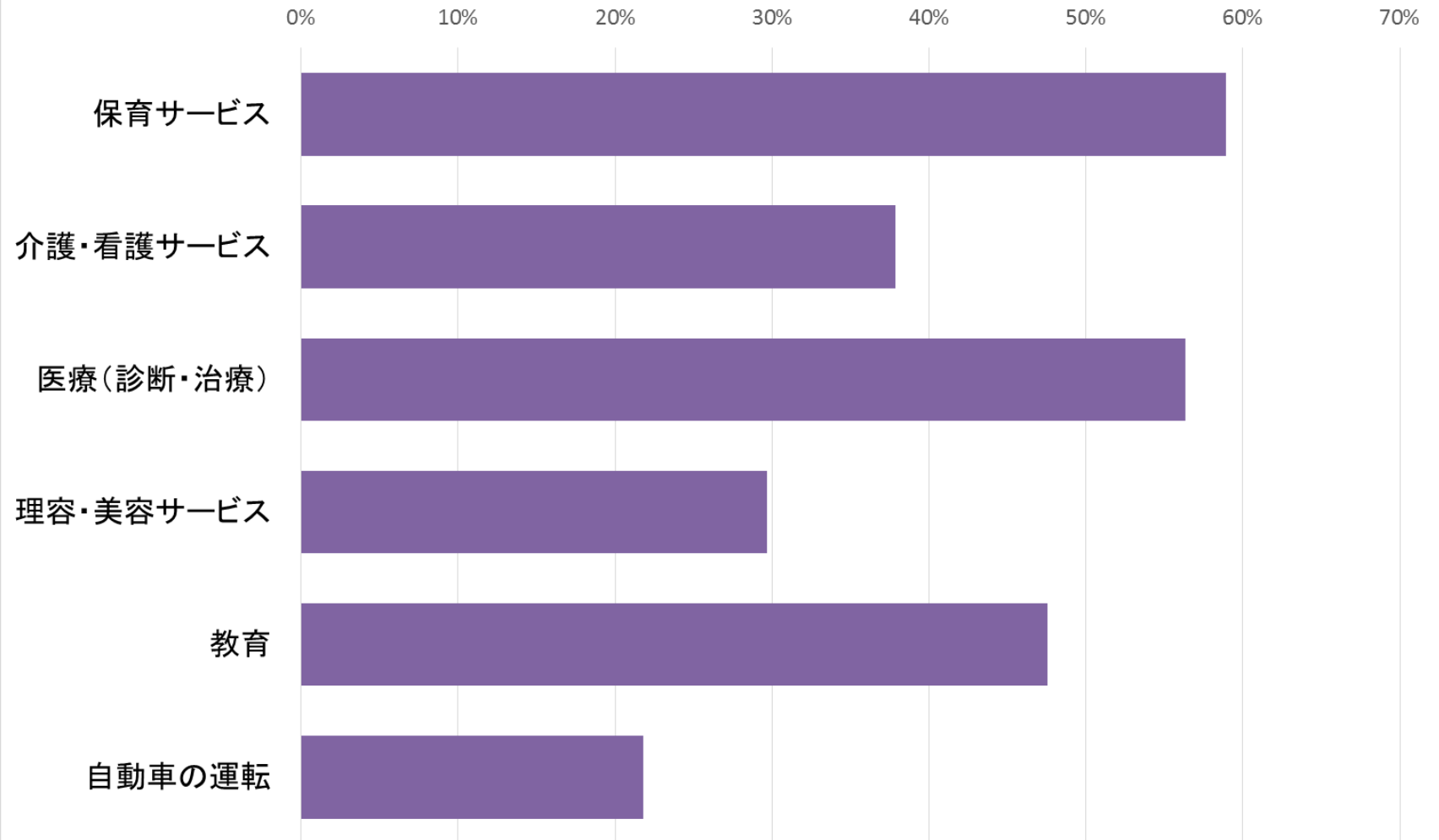
AI・ロボットにより仕事が失われるおそれ(「あり」-「なし」:学歴別)



AI・ロボットで代替できると良い家庭内の仕事(%)



ロボットではなく人間にやってもらわないと困るサービス



松下東子(2017)野村総合研究所によるアンケート調査

- ・野村総合研究所が2017年1月17日に発表したアンケート調査
- ・調査は2016年12月17～18日、全国の15～69歳の男女3098人を対象にインターネットで実施

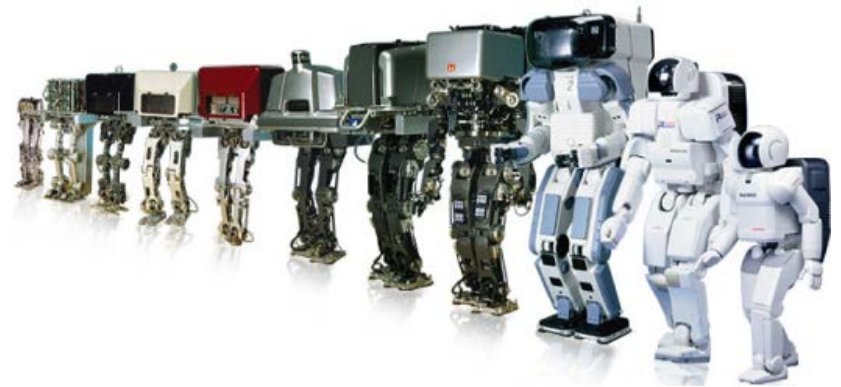
ロボットに関して「現在のあなたの仕事の業務について、将来どの程度、人間に代わってできるようになると思いますか」と聞いたところ、「完全に代わることができると思う」と答えた人は2.6%(対前年比0.7%減)、「かなりの部分を代わることができると思う」と答えた人は23.6%(同6.5%減)。両方を合計した、自分の仕事がロボットに代替されると思う人の割合は26.2%(同7.2%減)となった。

一方、「全くできないと思う」と答えた人は13.7%(同0.8%増)。

職種別にみると、ロボットによって自分の仕事がかんりの部分以上代替され则认为る人は、管理職(29.9%)、セールススタッフ(29.2%)、工場労働者や運転手など労務職(27.6%)などに多い。

逆に少なかったのは開業医や弁護士、芸術家などの自由業(13.6%)、会社・団体などの役員(17.1%)、パートで仕事を持つ主婦・主夫(21%)であった。

第4章 日本の現場の動向・実態



4-1 大企業製造業の個別事例

日本における調査 ；

雇用慣行、雇用制度、雇用政策等は各国により大きく異なっている。日本は、新技術の導入に対応する雇用環境が、ドイツとも米国とも異なっているのではないかと、この思いで、現場を訪問し、インタビューを重ねてきた。根拠のあること、事実関係をまず固めていくのが大事との認識から。

日本では新しい技術が現場に本格的に導入され、かつ実績が出ている大企業製造業はまだ十社前後しかないので、1社ずつ訪問し、日本の動向を調査。

現地調査先 ；

オムロン 三菱電機 富士通 コマツ 新日鉄住金 デンソー

タイプ1) 新技術の導入により作業員の仕事の内容は多少は変わったものの、少しの訓練を受ければ対応可能な範囲でしかないもの =オムロン、三菱電機

タイプ2) 競争力強化を目的に新技術を導入したものの、それに伴って作業員の負担が軽減され、労務環境が改善されたもの =富士通

タイプ3) 人口減少・高齢化に伴う熟練作業員の不足を補うもの =コマツ

タイプ4)「データサイエンティスト」といった専門家の養成を始めているもの =オムロン

＜調査結果の総括＞：

人口減少・少子高齢化により現場の熟練作業員が不足し、その労働部分を機械が代替。

多品種少量生産が増え、人間への負荷が増しているため、人間を「エンパワー」するために、新技術が現場に導入され、現場も歓迎。

1990年代、日本は工場の機械化、自動化、省力化投資が盛んだったが、今は、機械(人間)に得意な作業は機械(人間)に任せようとの空気があり、それは「人と機械の調和」と呼ばれている。

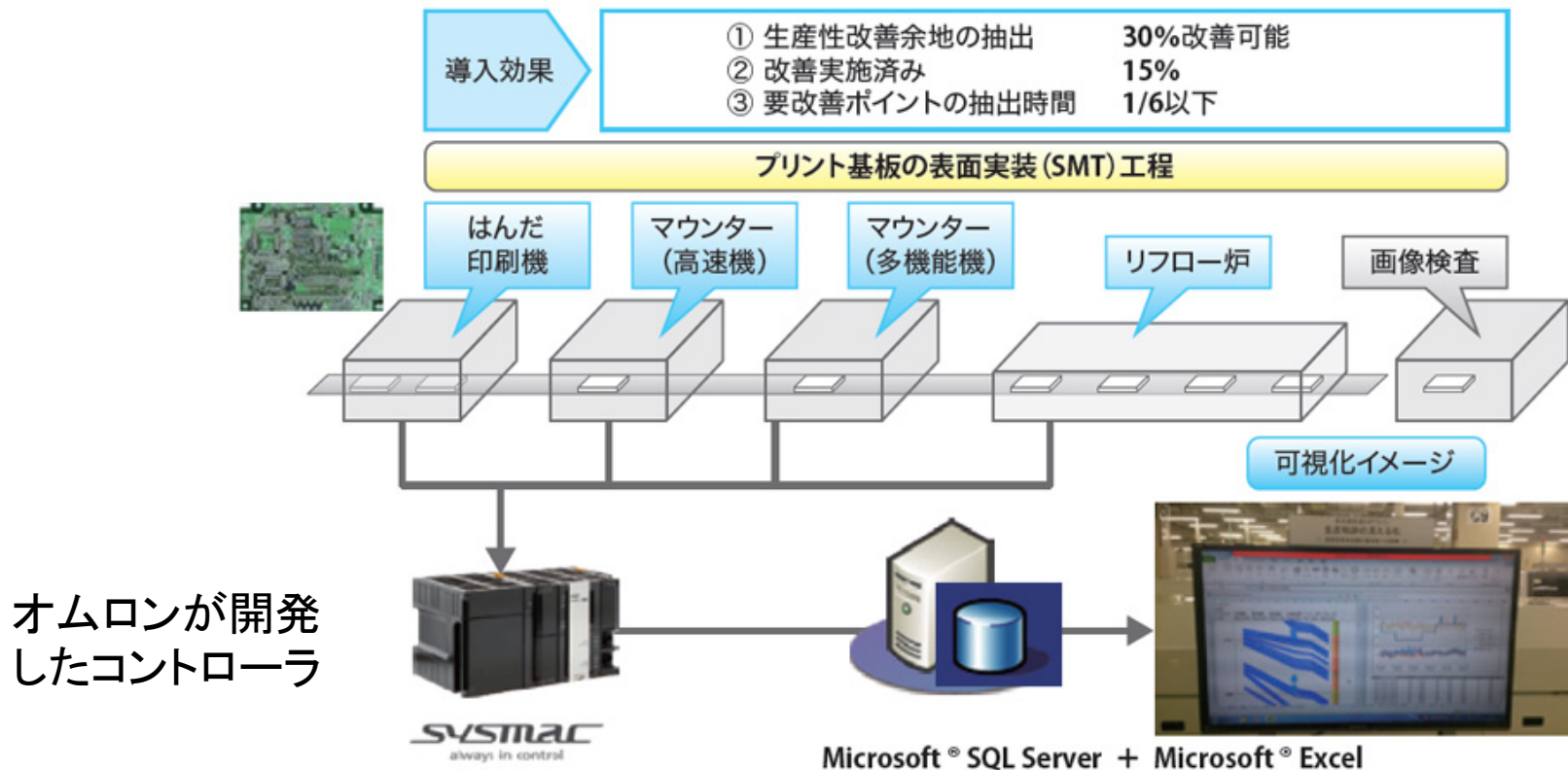
ある会社の幹部は「当社の新システムのコンセプトは、『人が中心』である」と強調。企業の競争力の根源である熟練作業員を大切にしたいという思いが込められている。

ある会社の幹部は「熟練労働者が減ったため、広い工場内で、もし何かがあっても誰も気付かない。彼らの安全を守るためなら、採算性度外視、背に腹は代えられない」

以上が「日本型」と言えよう。

毎年の改善努力により、平均5～6%の生産性向上を行っていたライン現場は、やるべきことは全てやっていた、と認識

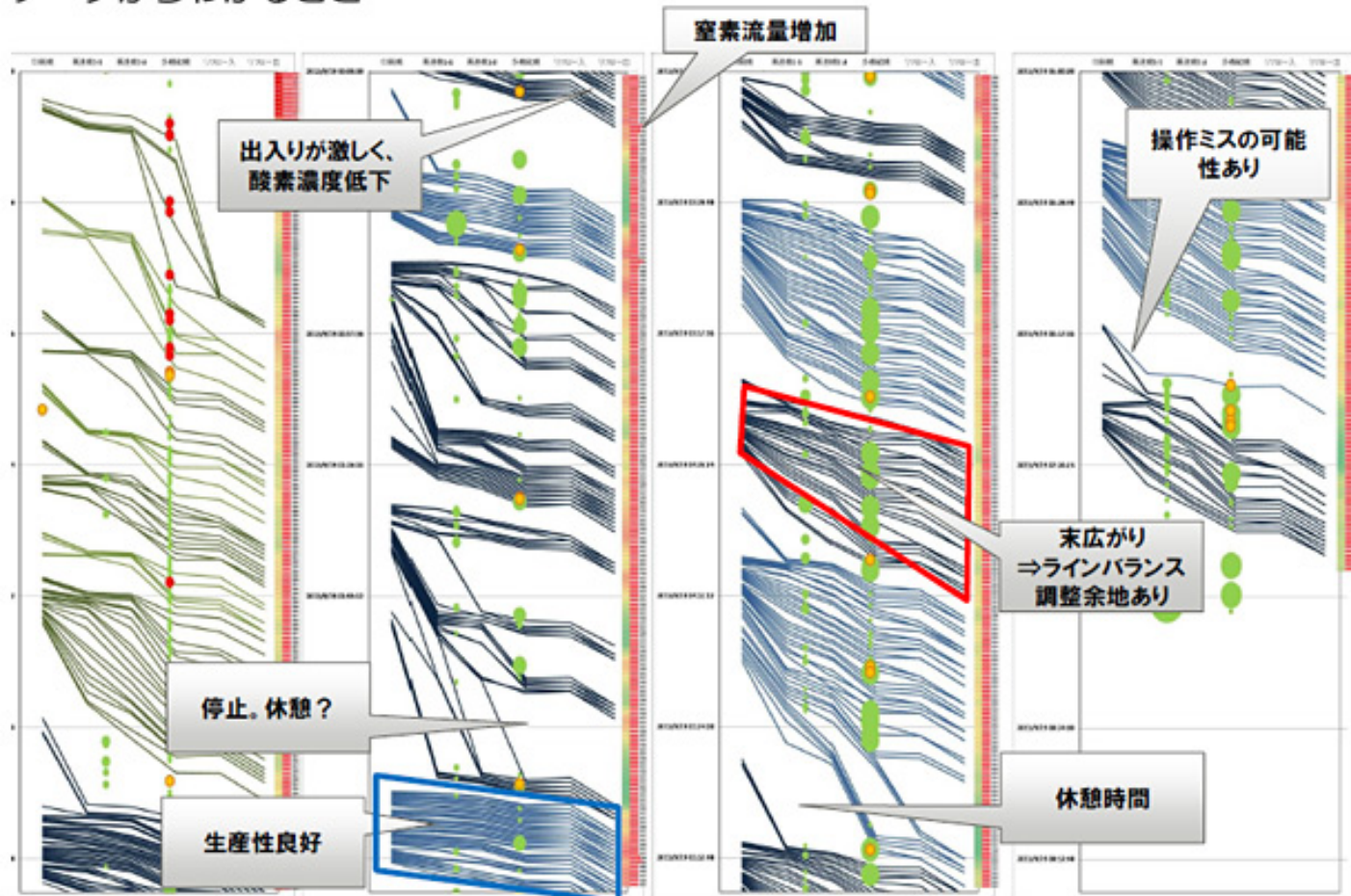
だが、そこで「見える化」をしてみたところ、担当者も驚くほど、空いている箇所が明確化
生産技術はオムロンが、「見せ方」は富士通が担当。

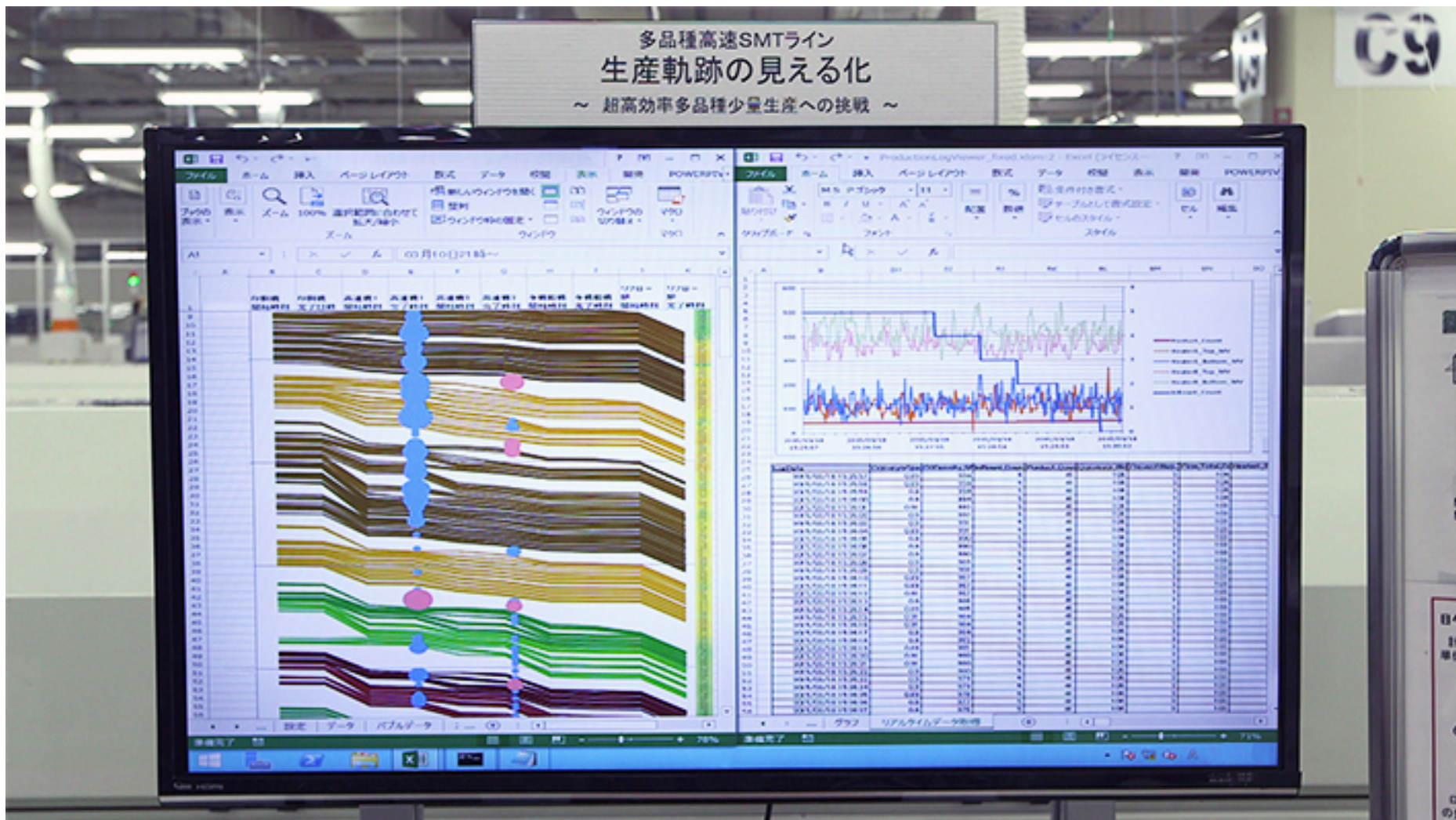


生産性が30%一気に改善

主な原因； 機械が部品を取り損ね、何度もリトライしていた。現場の人間が減り、現場は気づかなかった。なぜなら、結果として部品が取れていたから。

データからわかること





「タイムラインデータビジュアライゼーション」で生産状況が示された画面。

オムロン草津工場



データ活用が運用されている生産ライン。 オムロン草津工場

吉川 浄グローバルものづくり革新本部長へのインタビューから

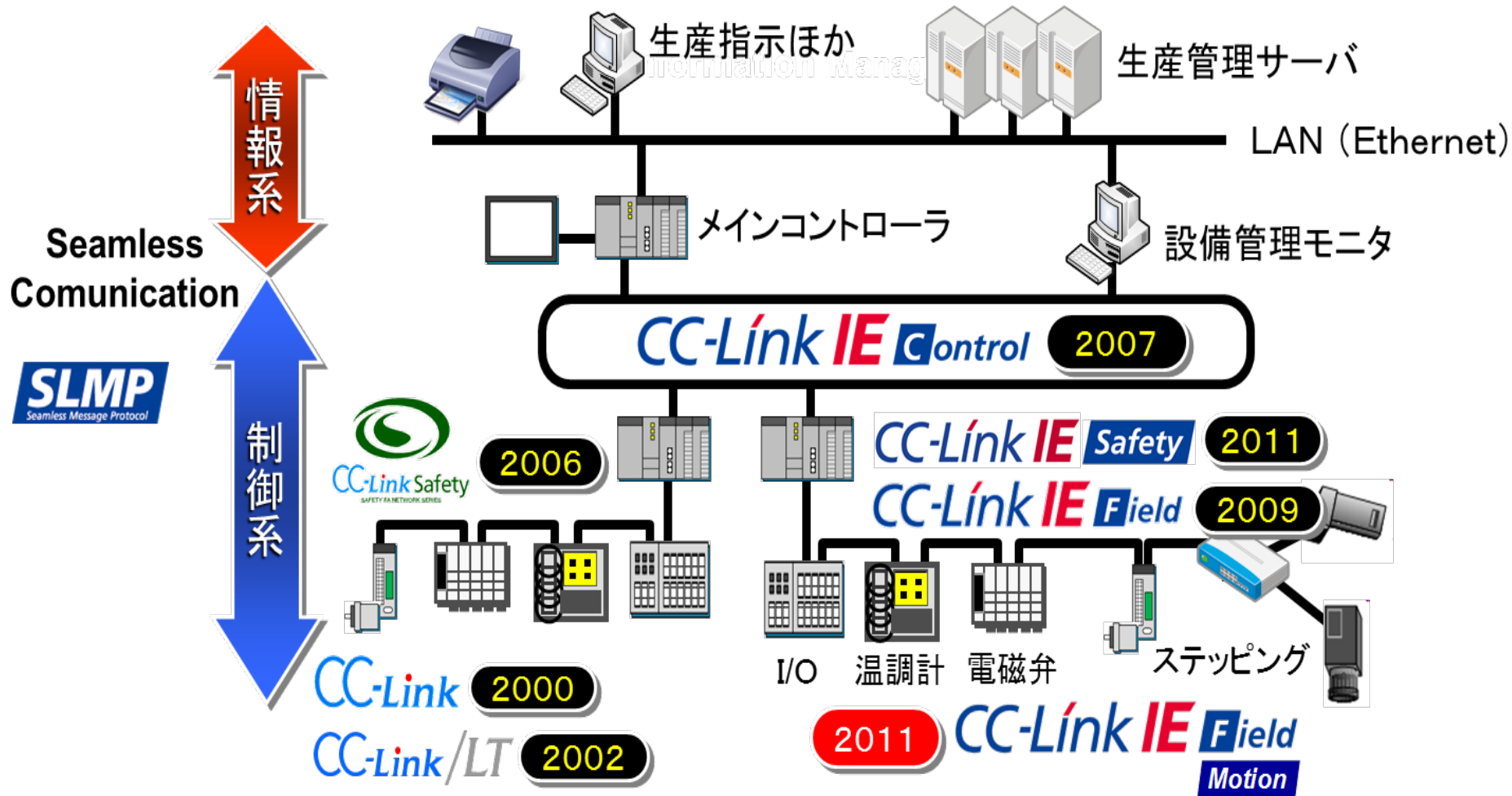
生産現場がわかるITエンジニアの育成 ；

サーバーにデータを吸い上げるところまでは当社の生産技術が出来る。収集したデータをどのように表示するとわかりやすく「見える化」できるかという領域について外部パートナーの協力を得て進めた。当社では、これからそのようなことができるIT エンジニアが必要になる。

当社の生産技術は200人いるが、ITを用いて情報解析ができる人間は4～5人くらいしかいない。現場もわかり、ITを使えるという人間を増やしていかないといけない。外部から180～300万円／月のSEを入れると割に合わない。

これからは生産技術がITを使えないといけないことは痛いほど感じている。エンジニアの絶対数が足りなくなる。IT 技術者をどこから確保してくるか、IT の知識をどう学ばせるか、を考えないといけない。IT技術者も現場と対話ができなければ役に立たない。

■ 三菱電機



CC-Link ファミリー

出典) 三菱電機

e-F@ctory導入実績; 全世界約130社、5,200件
 同社が主催する「e-F@ctory Alliance」 約300社参加
 2015年12月、「中国版e-F@ctory Alliance」発足、約60社参加



コンセプト・アーキテクチャ



コンセプト

FA技術とIT技術を活用することで
 開発・生産・保守の全般にわたる
 トータルコストを削減し、
 お客様の改善活動を
 継続して支援するとともに、
 一歩先のものづくりを
 指向するソリューション提案

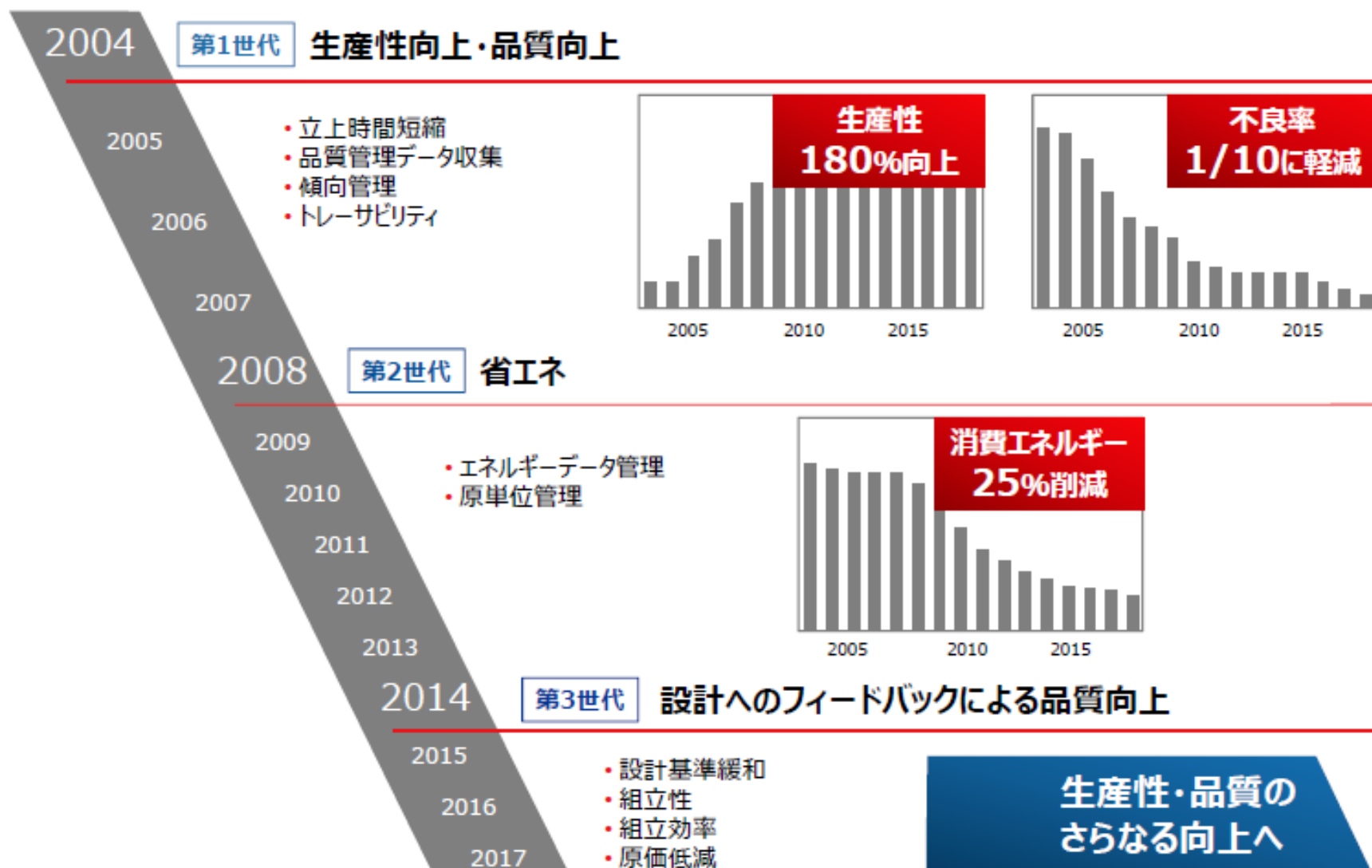
アーキテクチャ

- 生産現場のデータをリアルタイムに収集
 (見える化: 可視化)
- FAで収集したデータを
 一次処理(エッジコンピューティング)
 ITシステムへシームレスに連携
 (見える化: 分析)
- ITシステムによる分析・解析結果を
 生産現場にフィードバック
 (診える化: 改善)



FA-ITの連携・データの情報化と活用により
 ものづくりを進化させるソリューション

導入事例（サーボモータ工場）



	新ロボット組立セル	従来の生産ライン	
面積	9m × 5m	35m × 8m	
工程数	23	50	
サイクルタイム	15秒	5秒	人間が作業可能なように、 スピードを1/3に
人間	1.3人	3人	
ロボット	6台	13台	ロボットを減らして人間を投入
稼働率	1.6	1	
生産性(台/人時)	1.3	1	だが、チョコ停が減ったため、 稼働率、生産性は向上
面積生産性	2.8	1	

従来の生産ラインとロボット組立セルの比較

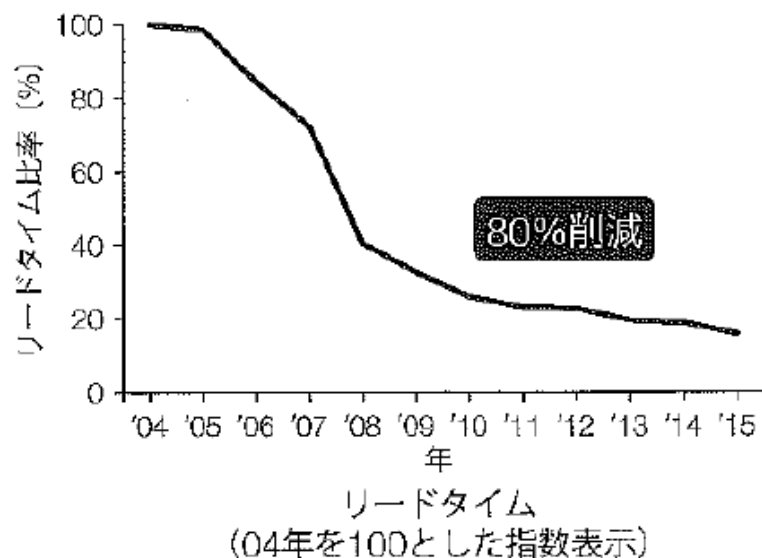


可児工場全景

出典)三菱電機より資料提供



可児工場で生産されている電磁開閉器

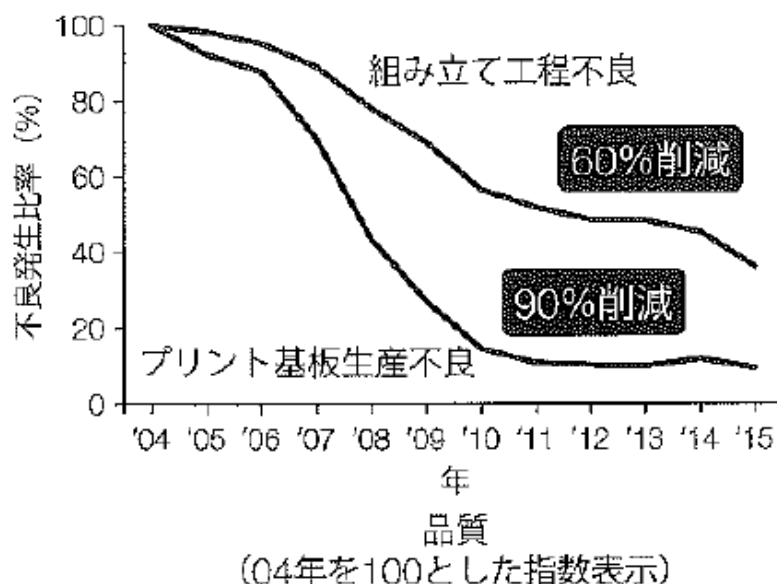


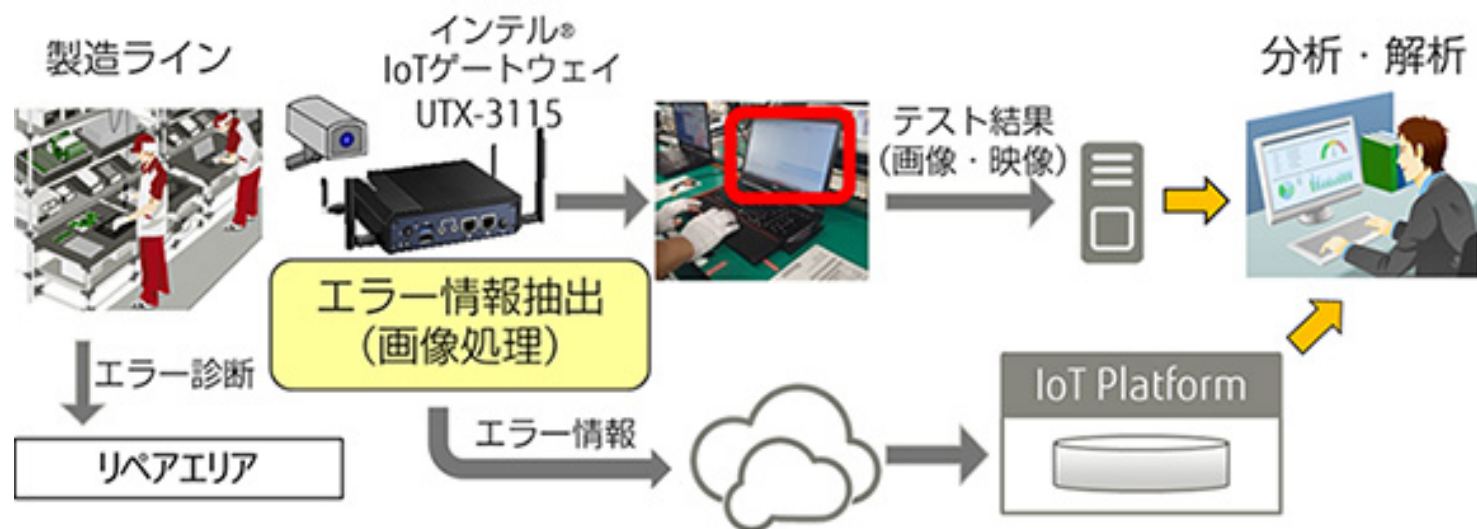
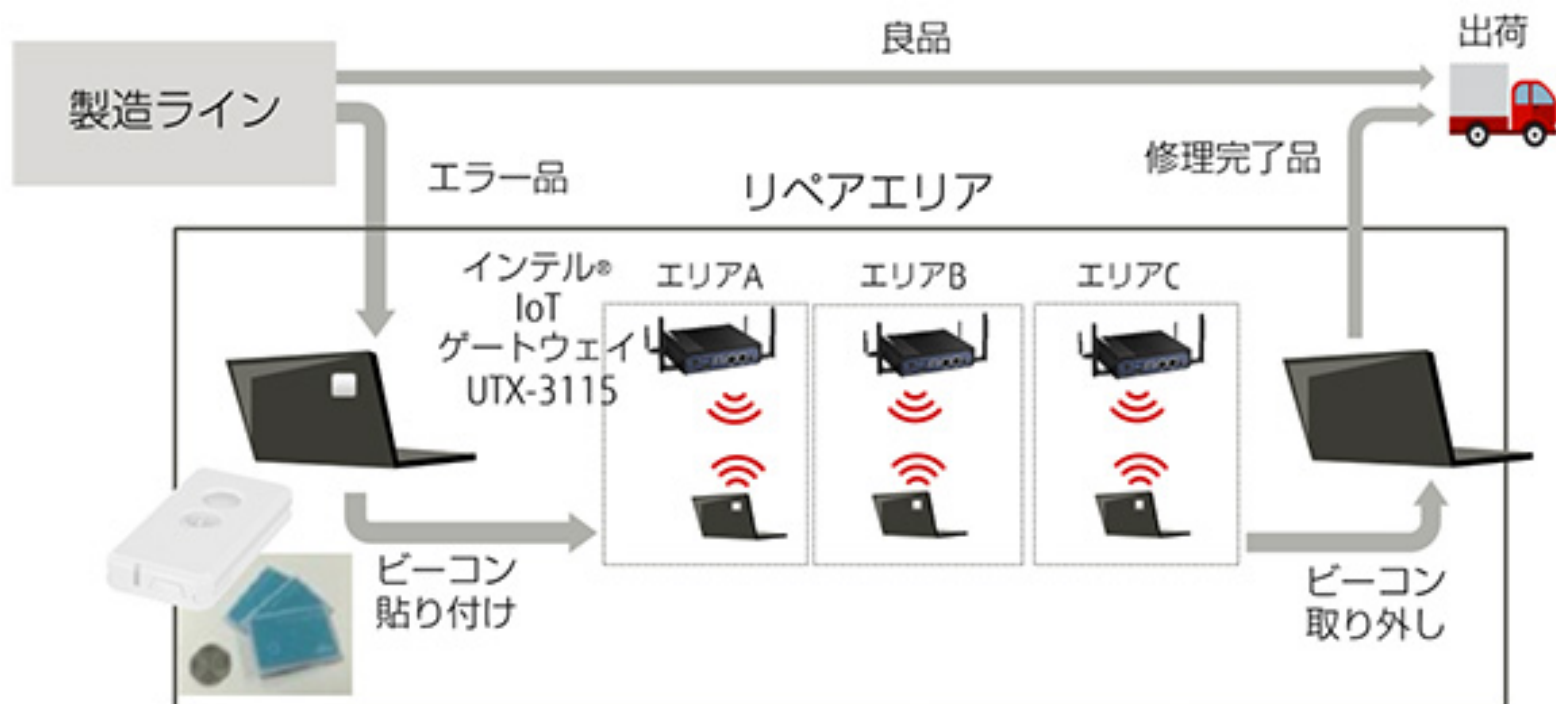
ものづくり革新活動の成果

生産リードタイム

は80%削減し、見える化やICTを活用した不良撲滅の取り組みにより、不良発生率がプリント基板生産工程では90%、装置組み立て工程では60%削減した。生産コストについても、シミュレーションを活用した生産性の追求により、半減を達成している。

一連の改善により、生産エリアの縮小と在庫の削減が可能となり、工場の生産エリア面積の30%削減に成功した。これにより、外部倉庫の削減や、工場エリアのサービスビジネスへの転用なども可能となり、副次的な効果も生み出している。







■現場の経験と知恵のノウハウを仮想検証に反映する

- ・IOTを使った作業者の動き・設備動作などの収集
- ・仮想空間(Virtual Factory)へ反映
- ・より高精度な、現場実体に即した検証の実現

- ・作業者動線・姿勢を検出
- ・Virtual Factoryとの差分を反映
- ・現場ノウハウの定量化

Virtual Factory



Real Factory



作業者動線～姿勢の検出





富士通のIoTは、ヒューマン・セントリック・イノベーションの理念の下、人をエンパワーする役割という考え方である。IoTが雇用を無くすることではなく、むしろ現在、問題となっているのは人材不足であり、人材不足に対応するため、IoTで効率を上げていこうとしている。AIが加わろうと、機械を使う人は無くならない。余裕が出た時間を、本来自分がやるべき仕事に振り当てるだけである。

1 工場のリペアラインでの残業時間削減・運搬コスト削減

ノートパソコンは他品種化してきたため、うまく動作しないパソコンが増えてきた。作業の複雑化が時間増をもたらした。そのため、予定の出荷便に間に合わなかった品に関しては、当日出荷するために、わざわざ別枠の便チャーターを（その1、2個のために）手配しなければならなかった。作業員は、そのために残業していた。

そこにIoTを導入することで、リペアラインのどこに何台、いつ出荷するものがあるか、わかるようになった。残業を減らすことが可能になり、余分なチャーター便を無くすることができた。

かつては、1日1品種が流れていたが、いまは10品種が流れている。現場がどんどんと混乱してきた。ある日突然全てが変わってしまうことがある。それまでの積み重ねが無駄になってしまうことがある。

現在はインライン・カスタマイズと呼ばれる。かつてと比べて、いまは作るもののバリエーションが増えている。他品種化しているが、量は変わらない。そのため、手間が増えていく。1個当たりのコストは増える。そのため、コスト削減は継続的に進めないといけない。人の数は変わらない。

2 高齢化に伴う人由来のミスの削減

これまで人の感覚に依存していた製品の異常の検知工程がある。パソコンのスピーカーの異常は、人が音を聞いて判断しないといけない。液晶画面、スピーカー等の不具合点検において、作業員の高齢化による難聴・難視に伴う人由来のミスの削減に対応するため、IoTが導入された。

その目的は2つある。第一は、人がやるとそもそも抜けがあった。過去に顧客とトラブルになったことがある。第二に、人が年齢を重ねていくと、目で見える検査は視力の衰えとともにミスが増える。

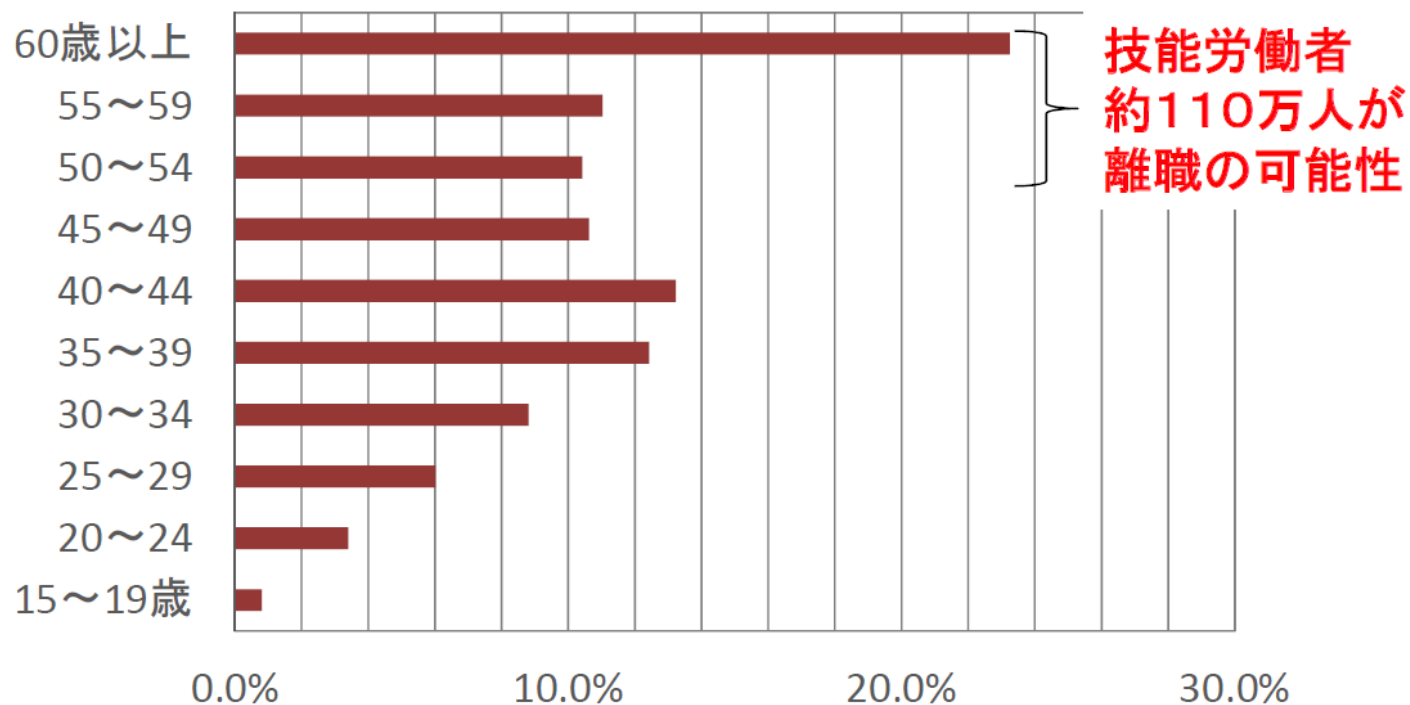
マニュアルで決められた検査の30%を自動化した。いままで出来ていた人が高齢化することで出来なくなることに対応するものである。

■ コマツ

□ 予想される労働力不足

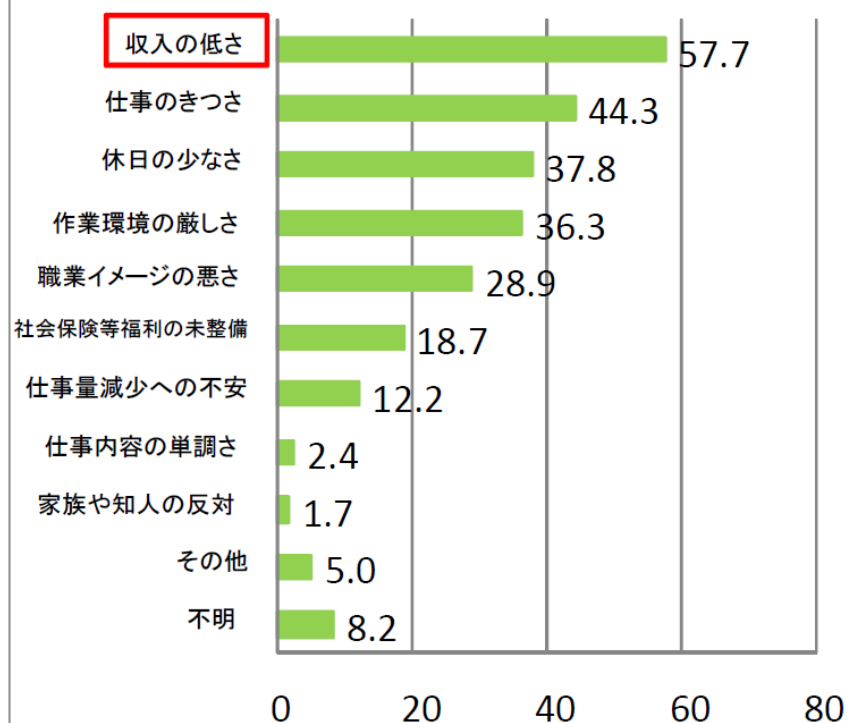
- 技能労働者約340万人のうち、今後10年間で約110万人の高齢者が離職の可能性
- 若年者の入職が少ない(29歳以下は全体の約1割)

2014年度 就業者年齢構成

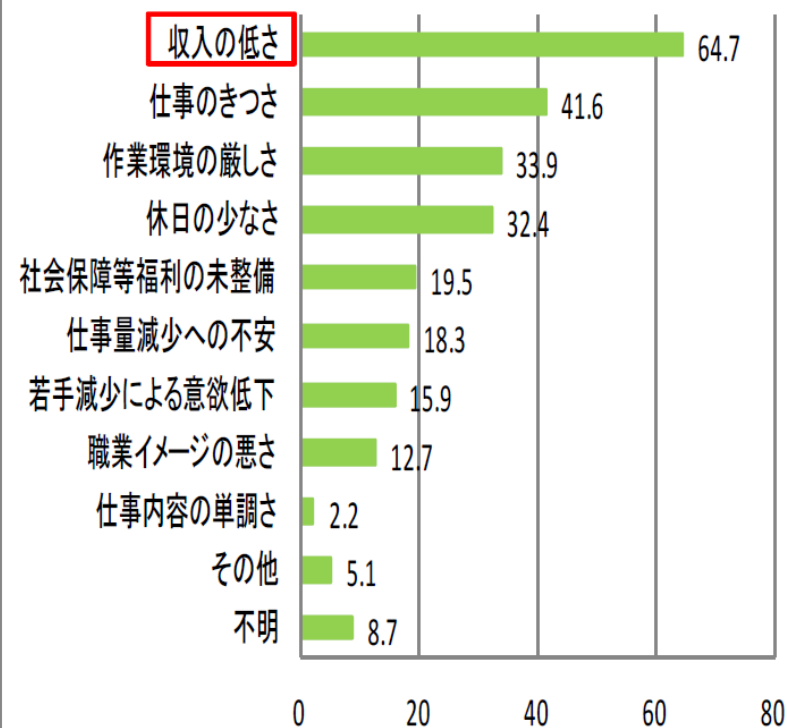


資料: (一社) 日本建設業連合会「再生と進化に向けて」より作成

若手の建設技能労働者が入職しない原因



若手・中堅の建設技能労働者が離職する原因



出所：建設産業専門団体連合会「建設技能労働力の確保に関する調査報告書」（平成19年3月）

①ドローン等による3次元測量

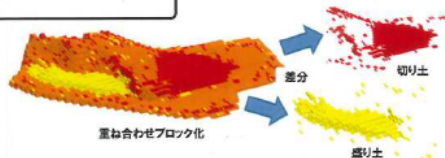


ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画

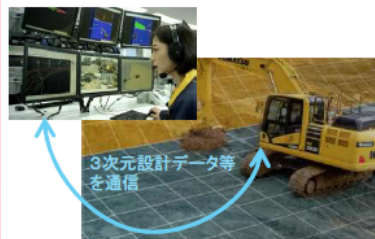


3次元測量データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土量)を自動算出。



③ICT建設機械による施工

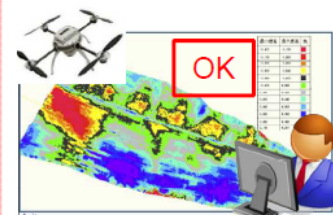
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。

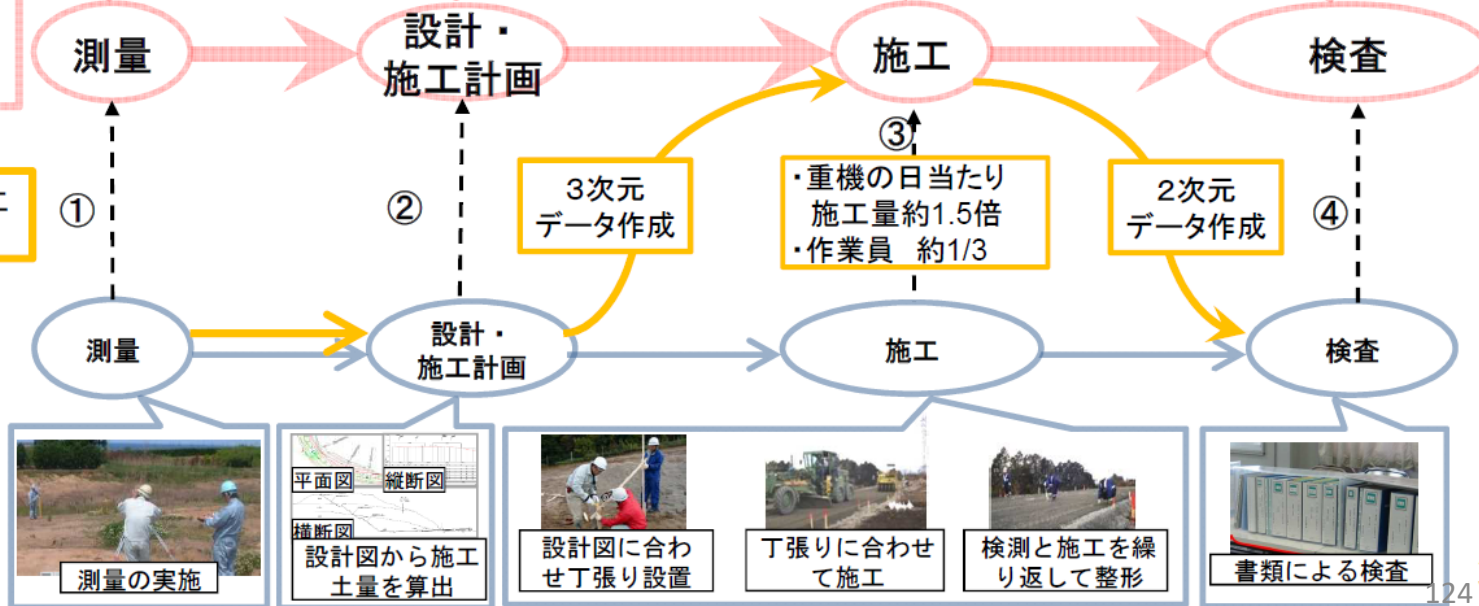


発注者

i-Construction

これまでの情報化施工の部分的試行

従来方法



熟練作業員が不足している現場で、ドローンやICT建機を用いることで、未経験な作業員でも完全な作業を実施可能。

「現況データ」はドローンを用いて3次元スキャナで測量し、「完成図データ」は設計図面からCADを使って作る。両データを重ね合わせると、施工範囲や必要な切盛土量が浮かび上がってくる。そのデータをICT建機に投入すると、ブレードなどの装置の高さ・角度・位置が設計面に沿って自動制御される。ショベルカーならブレードの刃先の位置情報が計測されており、どこを何センチ掘るかまで自動制御される。コマツは2015年から生産開始、これまで数百台を生産。

ブレードを自動制御しながら、傾斜の盛土・整地を行う

ショベルカーでは何センチ掘るかまで自動制御される



事例 ケーススタディ ; デンソーの「ダントツ工場」プロジェクト

「IoTで世界130工場をつなぎ、2020年までに生産性を2015年比で30%高める」という目標を掲げる「ダントツ工場」プロジェクト

同プロジェクトの責任者である山崎康彦常務役員（ダントツ工場推進部・生産技術研究部・材料技術部 工機部・試作部・部品エンジニアリング部・部品製造部 担当）にインタビュー

「ダントツ工場」構想の原点

インダストリー4.0というコンセプトが出てきたのは2011年だったと思うが、ドイツの展示会でその話を聞いた。情報化ツールが有効であることはわかっていたが、私はその話を聞いて、ここまで本気でやるのか、とかなりショックを受けた。

世界中で、あそこが最も優れていると言われている工場など、この領域で有名な多くの工場を視察した。だが最も衝撃を受けたのは、インドの自動車工場だった。

日本の自動車メーカーと同じように、1台ずつ車種の違う車がランダムで流れる中で、工数の平準化を図り、そのラインにはジャストインタイムで部品が供給され整然と流れる。その巨大工場のなかのどこに今、何が流れているか、すぐにわかるようになっていて、とても驚いた。そのような高度な生産システム/生産管理システムを駆使し、在庫を極限まで減らしてジャストインタイムの思想で生産していながら、ライン内の作業をよく見ると、作業者のスピードややっている仕事の内容レベルはまだ低く、無駄が多く見られた。そういうレベルの現場でも、高度な情報化システムによりある程度の生産が出来るというギャップというかツールが持つ破壊力に愕然としたのを覚えている。日本の進んだメーカーが、これまで人間によって積み上げてきて決して真似のできない高度な生産と形としてはほとんど同じものが、彼らが情報ツールを使ってできてしまうことに衝撃を受けた。

日本の強みを活かせる、日本に合ったやり方を最大限活かす方法とは何か。そこが最大の争点となる。この分野については欧米が先行しているが、それを日本に導入するだけでは全くダメだ、と思った。我々に合ったやり方とはどういうものか、というのが最大の議論であって、そのコンセプト作りに約1年を要し、そこから作っていった。

元々情報が高価であった時代は、意味/意志のないデータはゴミでしかなく、金をかけて取る事そのものがムダであった。それがセンサやデータサーバ、通信技術やそれを処理するソフトウェアの進化が進み、ごみとされていたデータがごみでなくなっている。我々が生産において目指しているものは、リーン生産のコンセプトをベースとし、人が生き生きとして、絶え間なくカイゼンの進む工場であり、そういうものを先代から受け継ぎ大切にしてきた。

目標は「生産性を一気に30%向上」

当社の生産性目標は長年にわたり105を達成したいと活動を進めてきているが、年率5%という数字は中々達成する事が出来ない高い数値である。実は、過去5～6年、生産性は横ばいになっていて苦戦をしている。その背景には、複雑で高度な製品が増えてきているといった製品構成の問題や内製と外製の切り分けの変化、あるいは自動化の頭打ちなど色々な要因があるが、結果的にこの頭打ちの問題は会社としての大きな課題となっている。

それを、あと3年かけて30%戻して、元の回復軌道に乗せたい、というのが目標に込められた思いである。もとの進化トレンドに戻し、そこから更に上げていくことを実現したい。そうした思いのもと、過去の負債や借金を全て一気に返すだけでなく、さらにもっと儲けよう、との考えで、大胆に計算すると、当面の目標は3割くらいだった、ということである。

。いま外観検査は、人工知能AIを使うと色々なことができるので可能性が広がっている。ロボットについても人と協調できるロボットが出てきている。そのようなロボットを使えば、従来、人が入り込んでいたところでも、生産性があがる。そうした技術の進化と情報化を使った全体の製造マネジメントを向上させることで、近年みられる生産性向上の頭打ち感を突破し、暫く、上昇トレンドを維持することができる。

当社のみならず、日本全体の製造業の生産性が、飽和しているという印象がある。かつての成長時代は、成長がそのまま生産性向上になるが、国内市場が飽和してきて、生産品が多様化し、ますます作りにくくなっている。また、工場には非正規従業員が増えてきている。非正規従業員の場合、一般的にはコストが安いので、生産性が落ちても痛みを伴わない。派遣や非正規を増やすことで維持している状況があるのではないか。そういった社会環境の変化もあって、日本全体では生産性は上がっていないと思う。

計画業務の暗黙知をデジタル化して再現する 「Hitachi AI Technology/計画最適化サービス」

さまざまな計画業務では、大量で複雑な制約条件と、熟練者しか知りえないノウハウや勘といった暗黙知＝機転を組み合わせて適切な計画を立案します。今までシステムでは再現できないとされていた“職人ワザの計画業務”をAI活用で実現するのが、日立の「Hitachi AI Technology/計画最適化サービス」です。

熟練者の“機転”をデジタル化 して複雑な計画を自動生成

製造業の現場では、モノづくりの根幹となる技能やノウハウを身につけた熟練者不足が深刻な課題となっています。

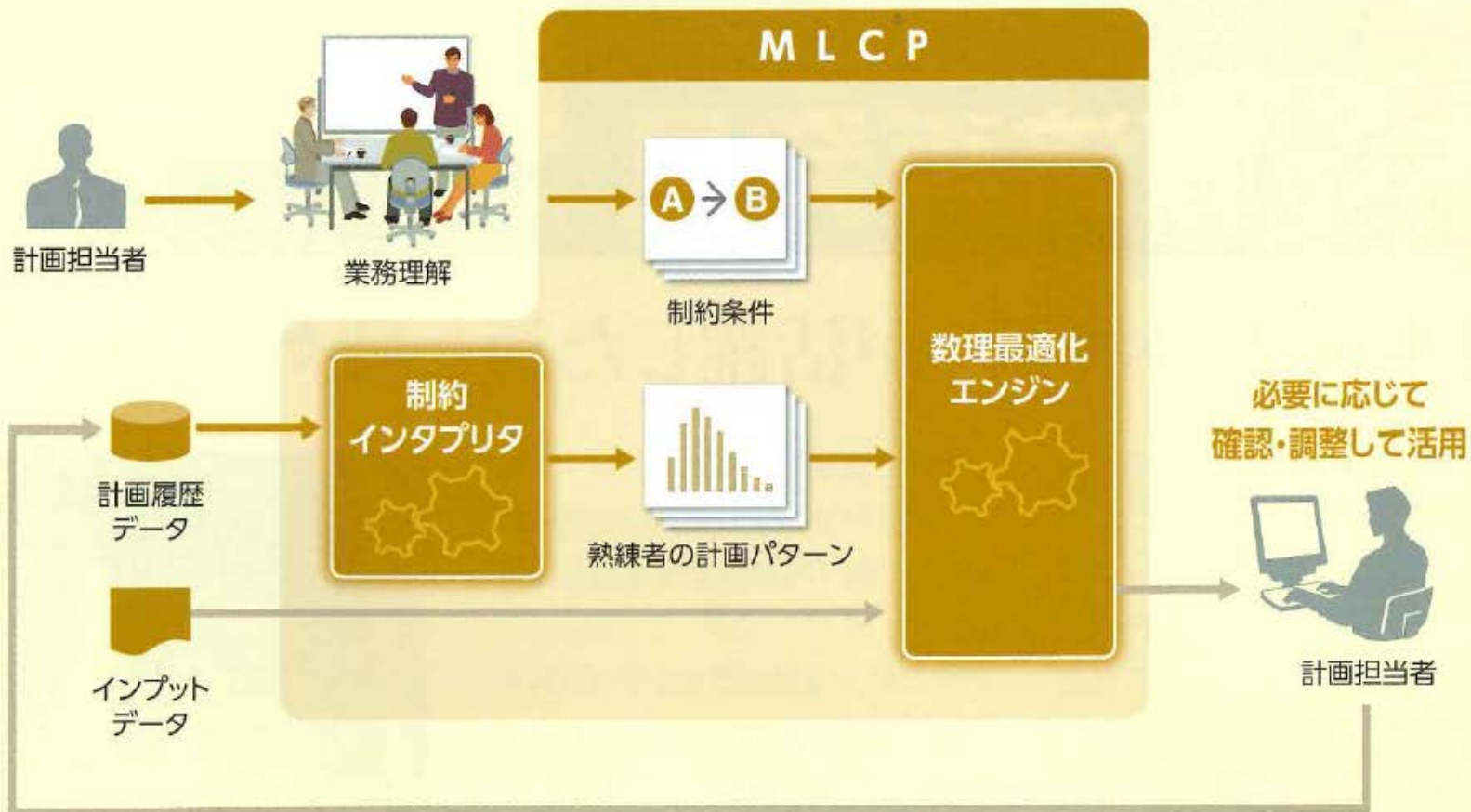
特急注文や割り込みなど、イレギュラー対応が頻繁に求められる生産計画の立案においても、経験者しか知りえないノウハウや機転といった言語化できない暗黙知を数式化するのが困難であり、そのため熟練者の生産計画をシステムで再現することも難しいとされていました。

製造業の生産計画では熟練者が、コスト・納期・在庫・出荷順といった「明文化された制約」に加え、お客さまごと・地域ごとの傾向といった「明文化されていない制約」、特急注文・割り込み・部品の納期遅れなどに対処するための意図的な条件緩和や内容変更といった独自のノウハウを取り込みながら高効率な計画を立案しています。

新サービスではこの暗黙知をデジタル化するため、過去に生成された計画データを大量に読み込み、AI活用の制約インタプリタで熟練者の計画パターンを生成。制約条件と合わせ、数理最適化エンジンで人が満足する最適解を自動生成していきます。

Hitachi AI Technology/計画最適化サービスはすでに製造業A社の生産計画業務において共同実証が進んでおり、これまで技能伝承が難しかった熟練者の生産計画を再現できることが確認されています。

出典)はいたつく 2018年4月



図「Hitachi AI Technology/計画最適化サービス」の概要

出典)はいたつく 2018年4月

4-2 日本企業全体の動向分析

日本企業全体の動向：

当研究所では、2017年8月、1万社を対象にアンケート調査を実施。回収1360社。

IoT導入に伴う雇用変化の質問について回答のあった213社のうち、雇用増43社、雇用減34社。日本の産業界では、少なくとも現時点では、新しい技術の導入により、雇用が減少した企業数より、増加した企業数のほうが多い。

最も増えた職種は、「専門的・技術的職業」であり、その増加に伴って、彼らを管理する「管理職」と、同時に発生する事務を担う「事務職」も同時に増えている。この点は、世界の論文等では指摘されていなかった現象であるが、考えてみれば「専門的・技術的職業」は単独では存在しえず、当たり前である。

最も減った職業は、「事務職」である。

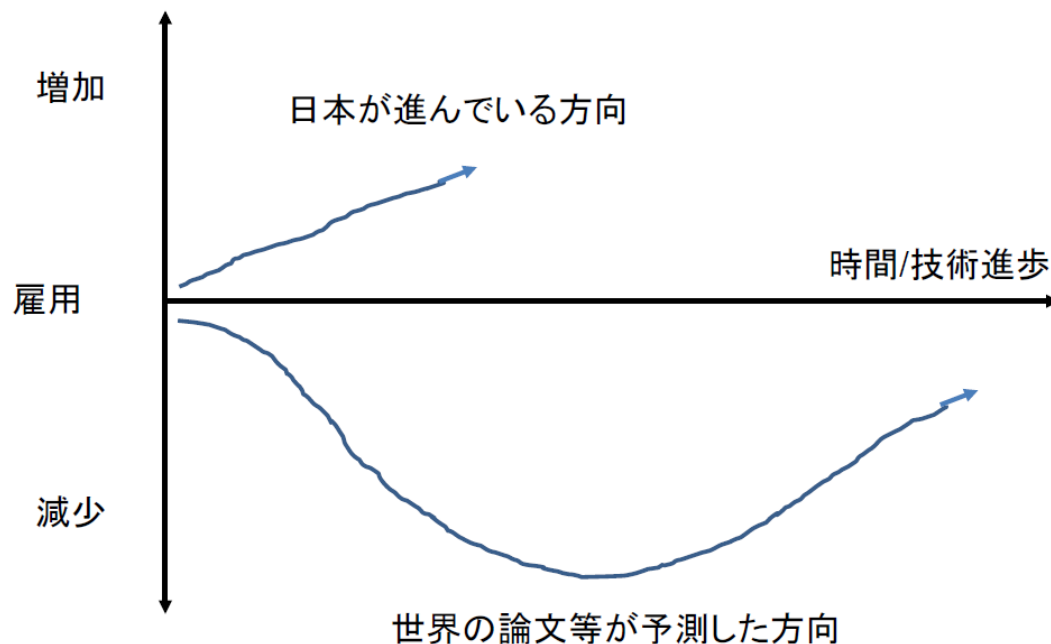
日本全体の傾向からいえば、専門職・技術職を大切にし、ルーティン業務の事務職を削減する方向でIoTが導入されつつある。

* 2013年にフレイ&オズボーンが「雇用の未来」に関する推計値を発表して以来、世界中で数百本を超えるであろう論文等が発表された。だが、そのなかで、企業に対してアンケート調査を実施し、実態を調査したものは、筆者が知る限り存在しない。その意味では、今回のアンケート調査は、世界初と言えよう。また、日本で起きている社会現象の事実を世界に向けて発信する重要な情報とも言える。

「増えた」と回答した企業数より、「減った」と回答した企業数の方が9社多い。

世界中の論文等では、新しい技術の進展により、ルーティン業務などの事務労働が機械に代替されるなど効率化・合理化されるため、まず一旦、雇用が減り、その後、新しい技術の時代に相応しいスキルを持った若者が出現し、雇用者が増えてくると予想している。

ところが、少なくとも本アンケートから理解される範囲では、日本では、そうした論文等の予想に逆行し、まず、雇用が増えるところからスタートしている。



ただ、この図は2つの点で注意が必要である。

第1に、この傾向は、あくまで今回のアンケートで判明したことであり、雇用に関する質問に回答があった213社に傾向を表現しているに過ぎない。別の企業群を調査すれば、別の傾向が現されるかもしれない。

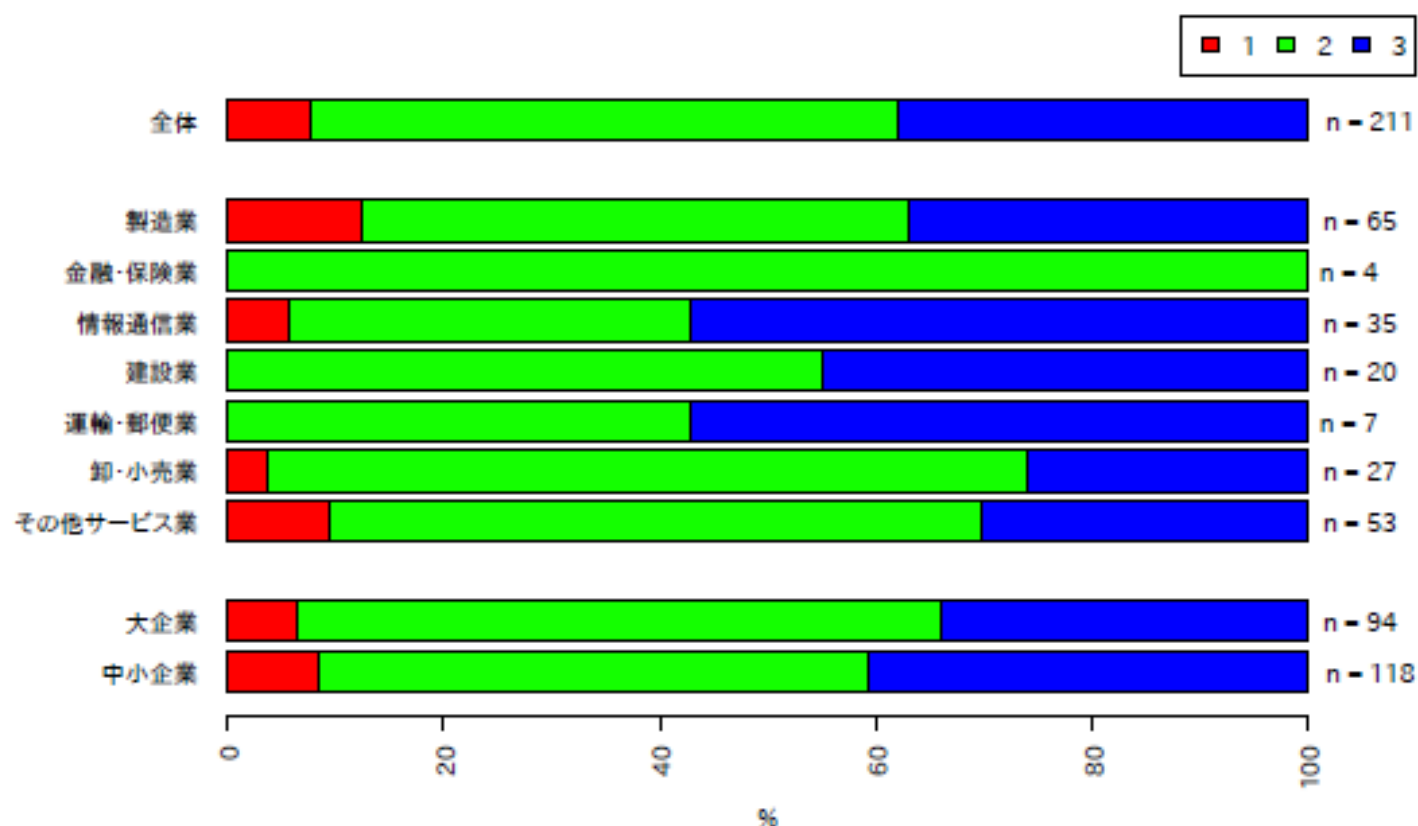
第2に、この傾向は最近の動向を現しているにすぎないことであり、今後、時間が経つにしたがって、今後、どのように変化するかわからない。例えば、このまま雇用が増加し続けるかもしれないし、若しくは、新技術を導入する当初は人間が必要なので、雇用が増えたのかもしれないが、今後、新技術が実際に会社のなかで稼働するに従って、機械が人間に順次置き換わり、雇用が減少傾向に転じるかもしれない。

そのため、日本の実態を把握するためには、今調査を行うに当たって構想したとおり、2年おきくらいで、定点観測することで、動的な把握を行うことが重要である。

30 Q25. 貴社の従業員数の状況は、次のどれに当てはまりますか？当てはまるもの1つに○をつけてください。

1. 多い
2. 適当
3. 少ない

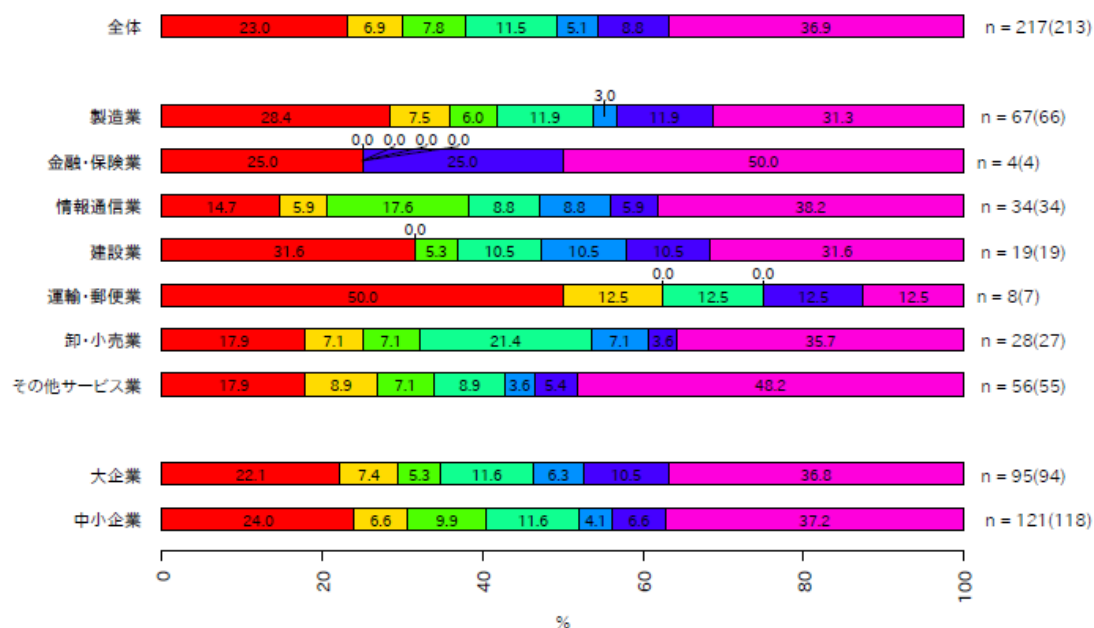
なお、図中の「n=数値」の数値は回答企業数を表す。



Q26.a.IoTの導入により、雇用はどのように変わりますか(変わりましたか) 当てはまるもの1つに○をつけてください。

1. 業務の一部をIoTで代替し、人件費や雇用者数の抑制に効果がある ■
2. データ解析、システムメンテナンス等の新たな業務が発生し、雇用者数を増やした ■
3. 事業が拡大し、雇用者数を増やした ■
4. 事業が拡大したが、雇用者数は増やさなかった ■
5. IoTは導入しておらず、IoTに起因する雇用者数の変化はない ■
6. その他 ■
7. わからない ■

なお、図中の「n=数値1(数値2)」の数値1は回答を足しあげた数で、数値2は回答企業数を表す。

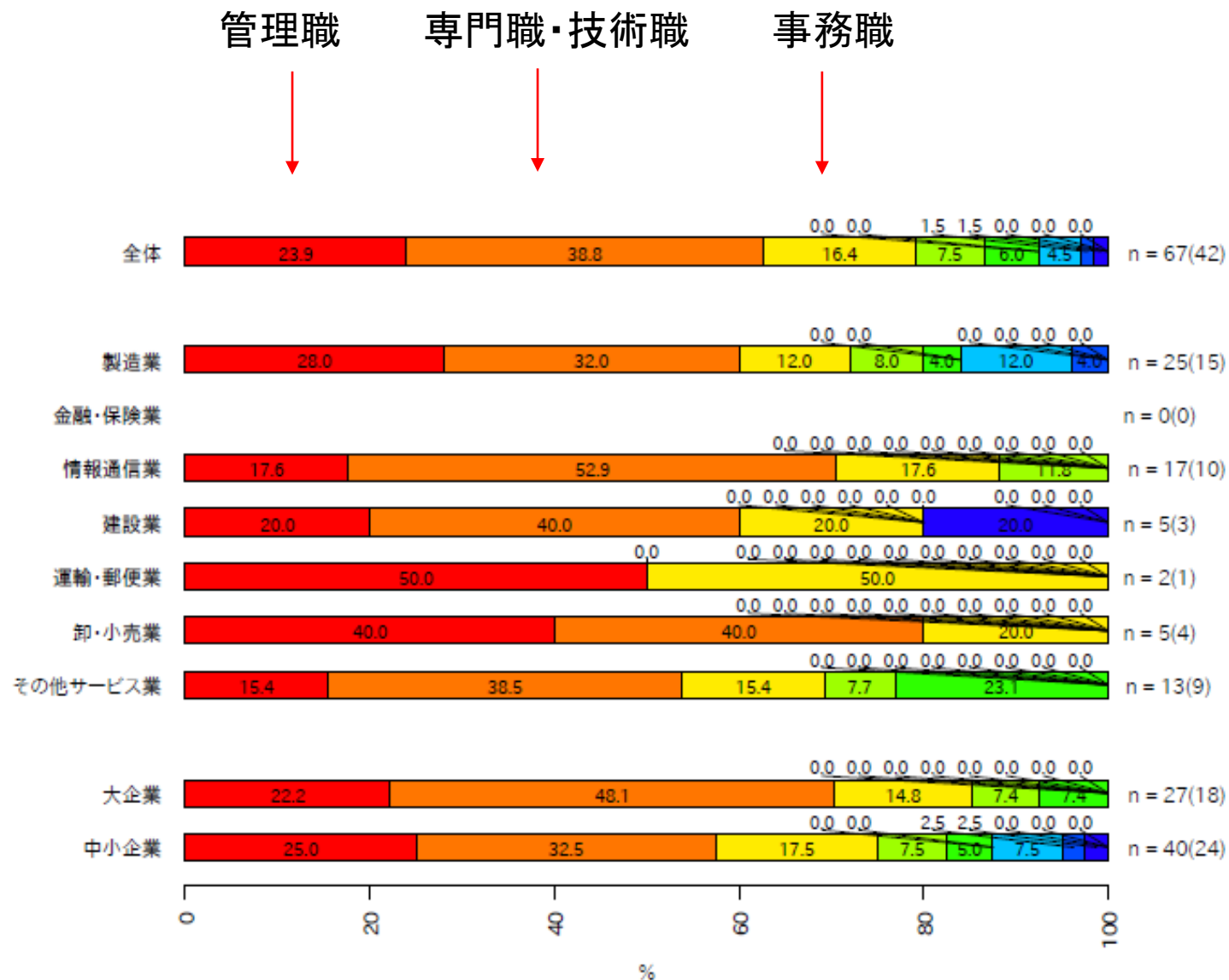


Q26.c.1.Q26.a で (1)、(2)、(3) を選択された方は、IoT 導入に伴い、雇用者数が増加業種について、当てはまるものすべてに○をつけてください。

1. 管理的職業従事者 ■
2. 専門的、技術的職業従事者 ■
3. 事務従事者 ■
4. 販売従事者 ■
5. サービス職業従事者 ■
6. 保安職業従事者 ■
7. 農林漁業従事者 ■
8. 生産工程従事者 ■
9. 輸送、機械運転従事者 ■
10. 建設、採掘従事者 ■
11. 運搬、清掃、包装等従事者 ■
12. 分類不能の職業 ■
13. その他 ■

なお、図中の「n=数値 1(数値 2)」の数値 1 は回答を足しあげた数で、数値 2 は回答企業数を表す。

専門職・技術職の増加に伴い、彼らを管理する管理職及び彼らの業務を支援する事務職も増加している。



Q26.c.2.Q26.a で (1)、(2)、(3) を選択された方は、IoT 導入に伴い、雇用者数が減少した業種について、当てはまるものすべてに○をつけてください。

1. 管理的職業従事者 ■
2. 専門的. 技術的職業従事者 ■
3. 事務従事者 ■
4. 販売従事者 ■
5. サービス職業従事者 ■
6. 保安職業従事者 ■
7. 農林漁業従事者 ■
8. 生産工程従事者 ■
9. 輸送. 機械運転従事者 ■
10. 建設. 採掘従事者 ■
11. 運搬. 清掃. 包装等従事者 ■
12. 分類不能の職業 ■
13. その他 ■

なお、図中の「n=数値 1(数値 2)」の数値 1 は回答を足しあげた数で、数値 2 は回答企業数を表す。

人的リソースをコア業務にシフトする AIを活用した「RPAシステム」

労働力人口の減少と業務のデジタル化が進むなか、さまざまな企業が「働き方改革」の一環として、従業員を長時間残業や単調な作業から解放する「定型業務の自動化」に期待を寄せています。そこで日立はAIとソフトウェアロボットを活用し、組織の生産性とコスト削減を支援するRPA※1システムを提供しています。

※1 Robotic Process Automation

業務の自動化にAIと ソフトウェアロボットで対応

従業員一人ひとりの業務内容を見直すと、決して本質的ではない定型業務に多くの労力を割いている実態に行き着くケースもあります。

システムなどで代替のきく定型業務をそぎ落とし、人的リソースをより高付加価値な業務に集中させることで、生産性と競争力を高めていく努力が重要です。

そこで注目されているのが、AIやソフトウェアロボットを活用し、人が行った作業をシステムに再現させ、作業の自動化を支援するRPAです。日立は長年にわたるAI研究開発の歴史のなかで、文字・画像・音声・言語・人行動などの認識技術を活用し、人が行う作業を高度に自動化する、さまざまなソリューションを開発してきました。

出典)はいたつく 2018年4月

帳票確認業務向け RPAシステム

そこで日立は、金融機関向けに開発していた帳票定義レス認識技術をベースに、申請者の入力情報と、さまざまな様式の帳票からOCRで読み取った文字情報を照合し、承認の判断までを行えるAI技術を開発。この技術を取り入れたRPAシステムを、日立グループの人事・財務のシェアードサービスを請け負っている株式会社日立マネジメントパートナーで試験運用した結果、出納（請求書処理）業務における月間約7万件の帳票業務を約70%も自動化することに成功しました。

※3 Optical Character Recognition

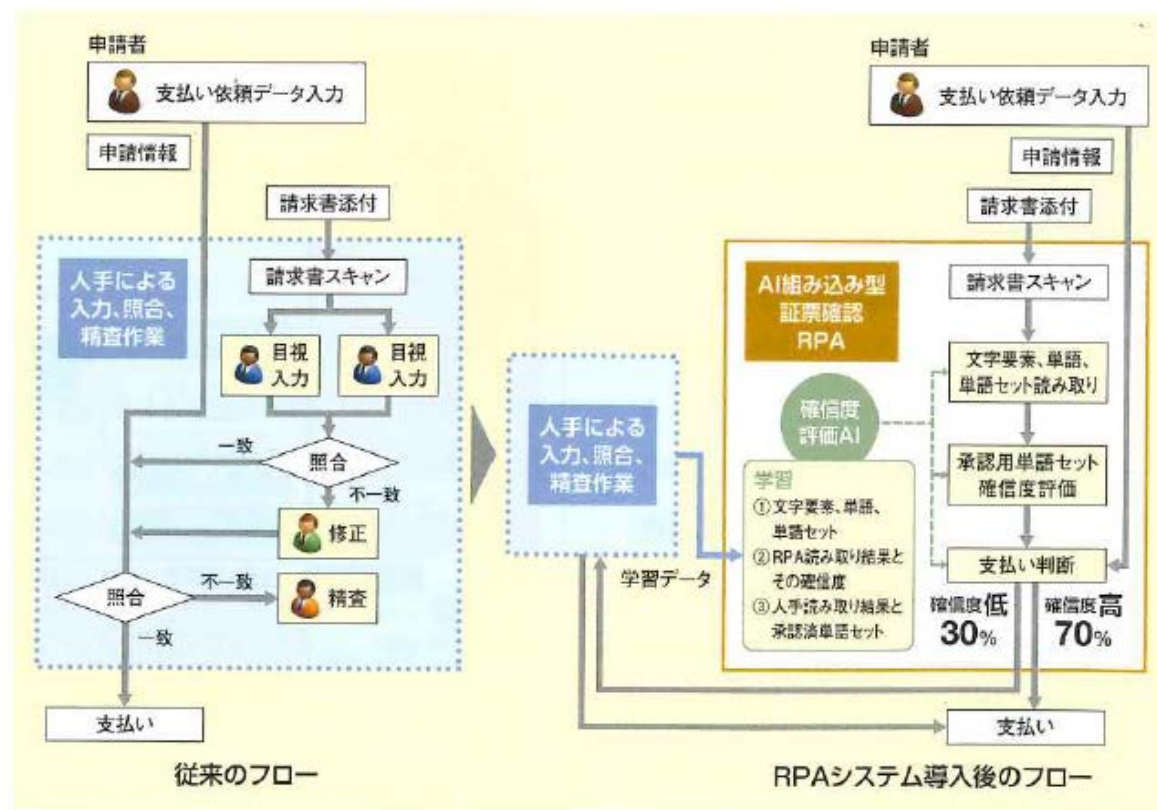


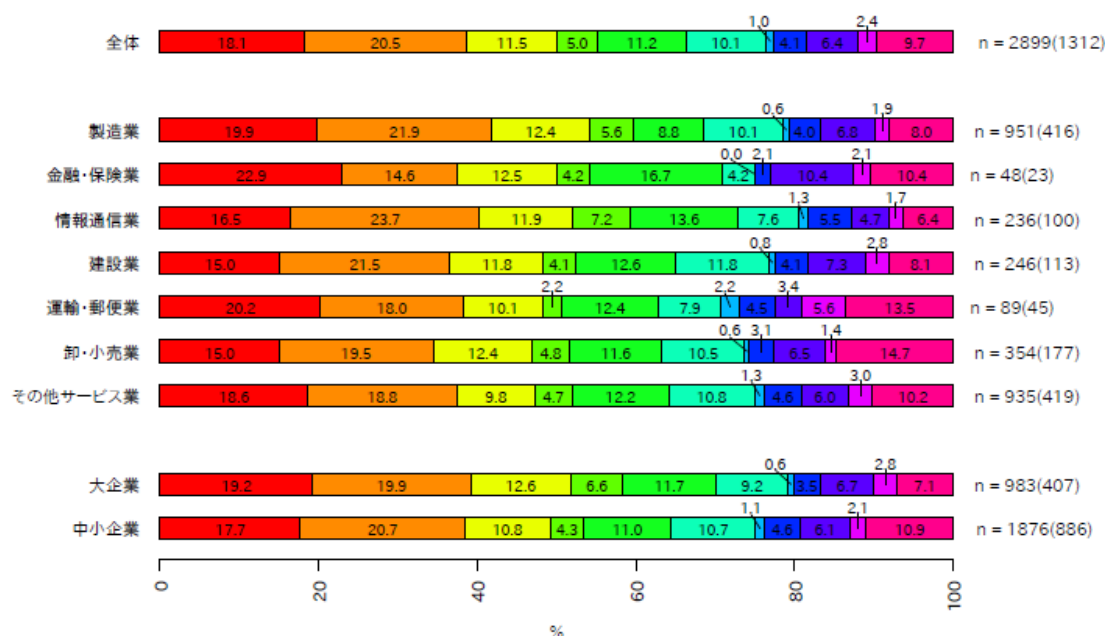
図1 帳票チェックフローへのRPA適用

出典)はいたつく 2018年4月

Q4.a. 貴社にとってIoTの導入、活用上の課題は以下のうちどれですか？
 当てはまるものすべてに○をつけてください。

1. 設備投資、資金 ■
2. 人材の確保 ■
3. 組織、体制の変革 ■
4. レガシー、システムの移行 ■
5. 業界、同業他社の動向 ■
6. 一般社員向けの教育、リテラシーの確保 ■
7. 金融機関の理解 ■
8. 親会社、パートナー、得意先の理解 ■
9. 経営層の理解 ■
10. その他 ■
11. 課題は特にない ■

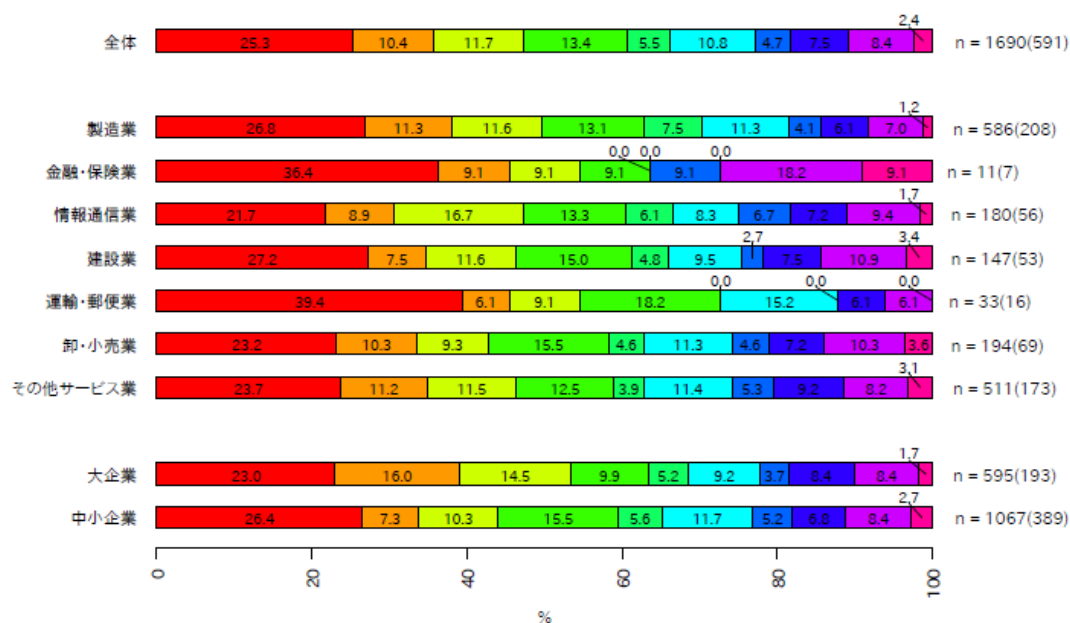
なお、図中の「n=数値 1(数値 2)」の数値 1 は回答を足しあげた数で、数値 2 は回答企業数を表す。



Q4.b.で「(2) 人材確保」を選択された方に伺います。確保が課題となっているのは以下のどのような人材ですか？以下のうち当てはまるものすべてに○をつけてください。

1. IT 技術者 ■
2. データアナリスト ■
3. AI 技術者 ■
4. ネットワーク技術者 ■
5. ロボット制御技術者 ■
6. データベース技術者 ■
7. web UI デザイナー ■
8. 事業戦略アナリスト ■
9. サイバーセキュリティ専門家 ■
10. その他 ■

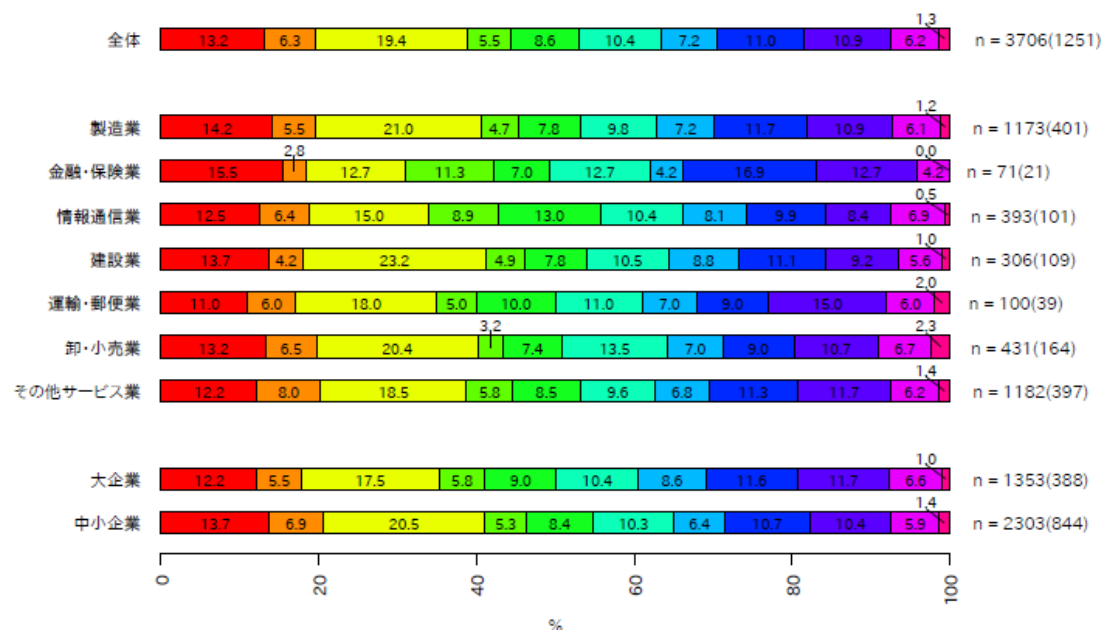
なお、図中の「n=数値 1(数値 2)」の数値 1 は回答を足しあげた数で、数値 2 は回答企業数を表す。



Q15. 今後のIoTの進展に向けて、何が重要だと思われますか？当てはまるものすべてに○をつけてください。

- IoTを推進する経営者、トップのリーダーシップ、企業のビジョン策定
- IoTに係る資金調達環境
- IoTを推進する人材の育成
- IoTを活用する新しいビジネス創出のための異業種連携
- IoT活用のソリューション/IoT化の製品、サービスによるビジネス創出、市場創出
- 既存市場におけるIoTを活用したビジネスモデルの構築
- IoTに関するプラットフォームの構築、提供
- 技術課題の解決
- インフラ整備
- 制度、普及支援
- その他

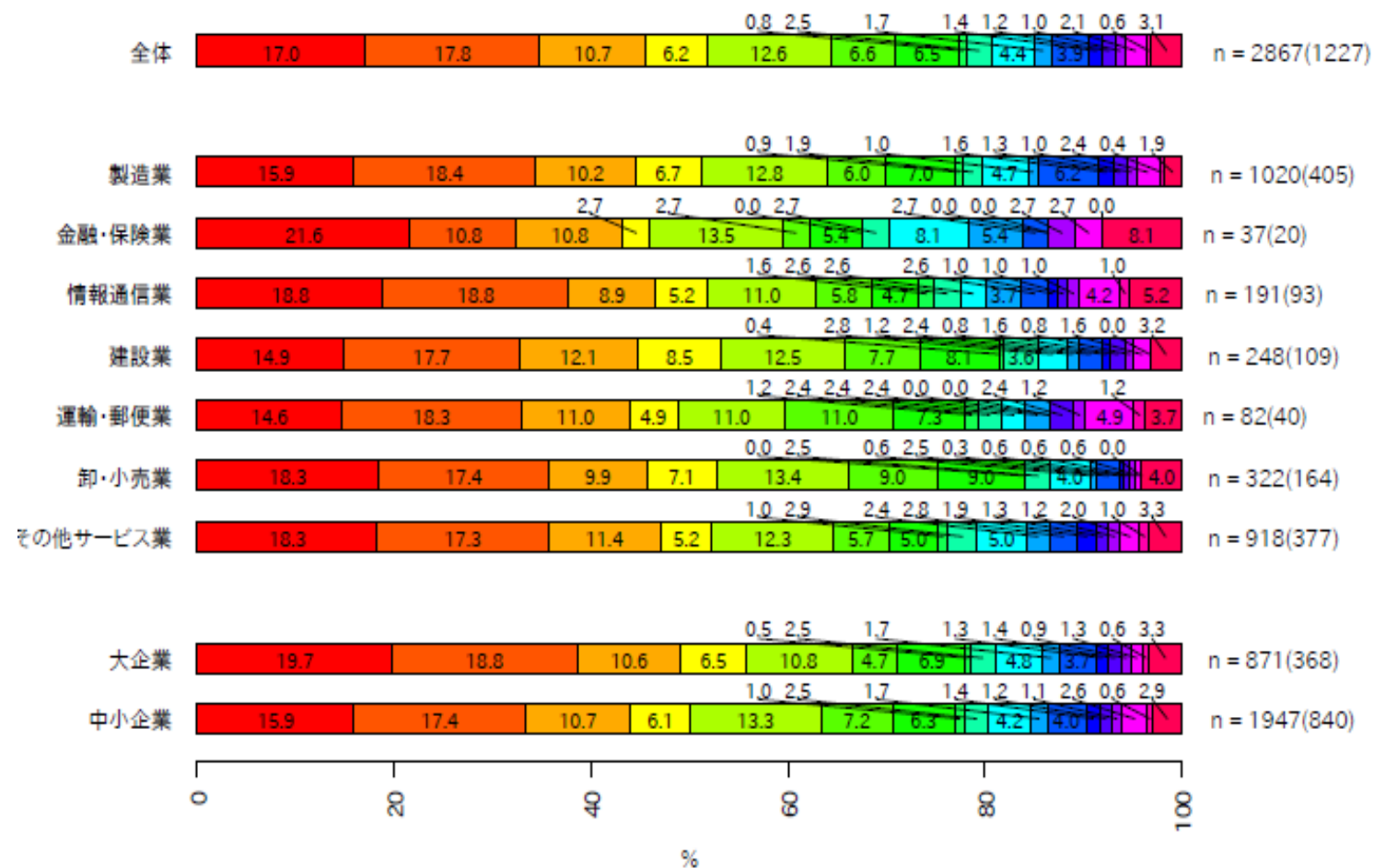
なお、図中の「n=数値1(数値2)」の数値1は回答を足しあげた数で、数値2は回答企業数を表す。



Q17. 貴社の既存製品・サービスにIoTを導入する上での障害はなんですか？当てはまるものすべてに○をつけてください。

1. 財政的なメリットが不明瞭 ■
2. 専門家, 熟練労働者の不足 ■
3. 技術的に IoT 導入が困難 ■
4. 組織内での変革が困難 ■
5. 標準, 基準が未整備 ■
6. 社員の意欲 ■
7. 企業体質が守旧的 ■
8. 企業年齢が若く余裕がない ■
9. 従業員の個人情報保護 ■
10. 企業データの保護 ■
11. 法的制約 ■
12. 事業, 製造ノウハウなどの漏洩の恐れ ■
13. 知的財産権保護上の制約 ■
14. 企業内の利害関係 ■
15. 労働者保護 ■
16. 企業外部の利害関係 ■
17. 社会問題などの制約 ■
18. その他 ■

なお、図中の「n=数値 1(数値 2)」の数値 1 は回答を足しあげた数で、数値 2 は回答企業数を表す。

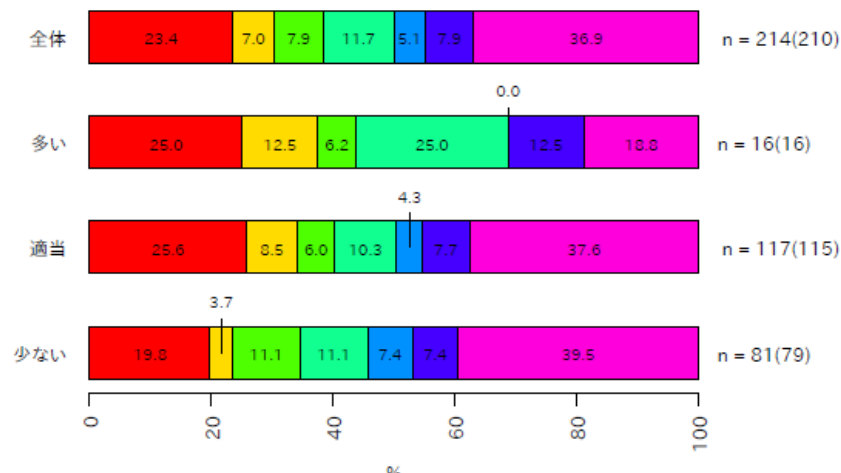


アンケートでは、企業に対して、「雇用の過剰感がある」「適当」「雇用の不足感がある」のいずれかを選んでもらっている。「雇用の過剰感がある」「適当」「雇用の不足感がある」企業のそれぞれについて、IoTに関する行動の違いを分析。回答から読み取れる顕著な差は、「雇用の過剰感がある企業」は特に、「IoT導入によって業務が拡大したが、雇用者数は増やしていない」との回答が最も多かった。

Q26.a.IoTの導入により、雇用はどのように変わりますか(変わりましたか) 当てはまるもの1つに○をつけてください。

1. 業務の一部をIoTで代替し、人件費や雇用者数の抑制に効果がある ■
2. データ解析、システムメンテナンス等の新たな業務が発生し、雇用者数を増やした ■
3. 事業が拡大し、雇用者数を増やした ■
4. 事業が拡大したが、雇用者数は増やさなかった ■
5. IoTは導入しておらず、IoTに起因する雇用者数の変化はない ■
6. その他 ■
7. わからない ■

なお、図中の「n=数値1(数値2)」の数値1は回答を足しあげた数で、数値2は回答企業数を表す。

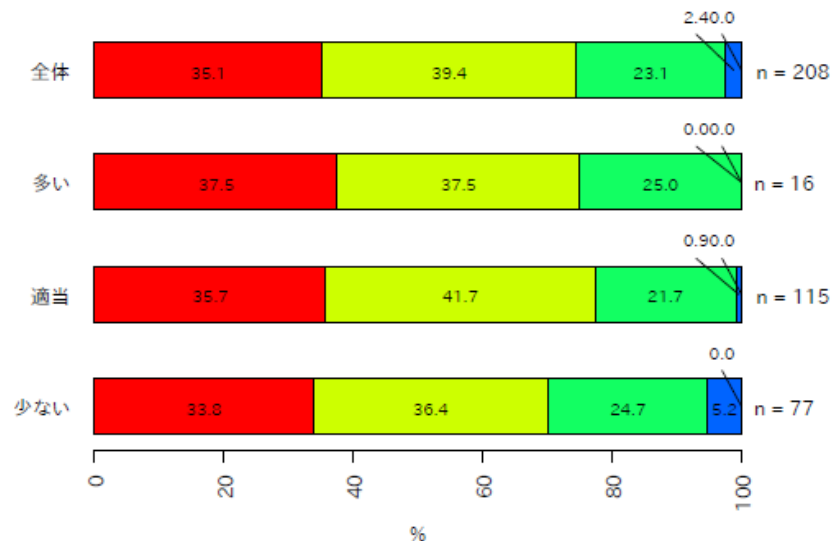


Q11とQ12を合わせて見れば、「雇用の過剰感がある企業」は、IoT導入について、新しい価値提供やイノベーションよりもむしろ効率化やコスト削減に重点を置いていること、「雇用の不足感がある企業」は、IoT導入について効率化やコスト削減よりもむしろ新しい価値提供やイノベーションに重点を置いていることが読み取れる。

Q11. 貴社において、IT および IoT を活用することにより在庫の圧縮、業務効率の向上等、コスト削減に効果がありましたか？当てはまるもの1つに○をつけてください。(q25)

1. 効果があった ■
2. やや効果があった ■
3. どちらでもない ■
4. あまり効果がなかった ■
5. 全く効果がなかった ■

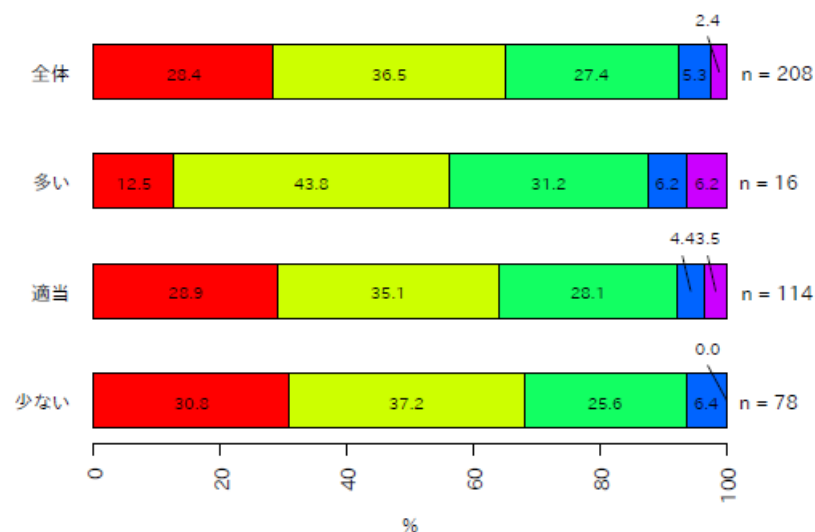
なお、図中の「n=数値」の数値は回答企業数を表す。



Q12. 貴社において、IT およびIoTを活用することにより新しい製品・サービスの提供等、新しい価値の提供やイノベーション創出に効果がありましたか？当てはまるもの1つに○をつけてください。(q25)

1. 効果があった ■
2. やや効果があった ■
3. どちらでもない ■
4. あまり効果がなかった ■
5. 全く効果がなかった ■

なお、図中の「n=数値」の数値は回答企業数を表す。



第5章 人材育成の動向

米独の動向 → **Human Resource Development に注力しつつある**

第4次産業革命の下での米独の「働き方改革」

- これまでは、新しいビジネスモデルを模索する競争 → それが段々と見えてきた
雇用「Arbeiten4.0」プロジェクトが一段落着いた
市場への早期参入者利得を得るための競争が一層激化
- 新しいビジネスモデルの発展を牽引するリーダーの養成に注力
例 データサイエンティストなど
- (独)前頁③「旧来の技術の下で働く労働者」＝機械に代替される可能性が高い
→ 前頁④「新しい技術・ビジネスモデルの下で働く労働者」へ転換
現場で働く労働者の雇用を守るための職業訓練の充実強化 (米×)

大学におけるデータサイエンティスト養成課程の比較

第4次産業革命を牽引するリーダーの育成

ドイツ；

ミュンヘン工科大学、ミュンヘン大学、ミュンヘン専門大学の3大学において、2016年からデータサイエンティストを養成する修士課程が設置。修士課程を終えた若者は、2018年から社会に出て働き始める。これら3大学の教授会で、第4次産業革命を牽引するリーダー人材の育成が必要であるとの議論が始まったのは、ドイツがインダストリー4.0構想を発表した2013年4月の直後から。

米国；

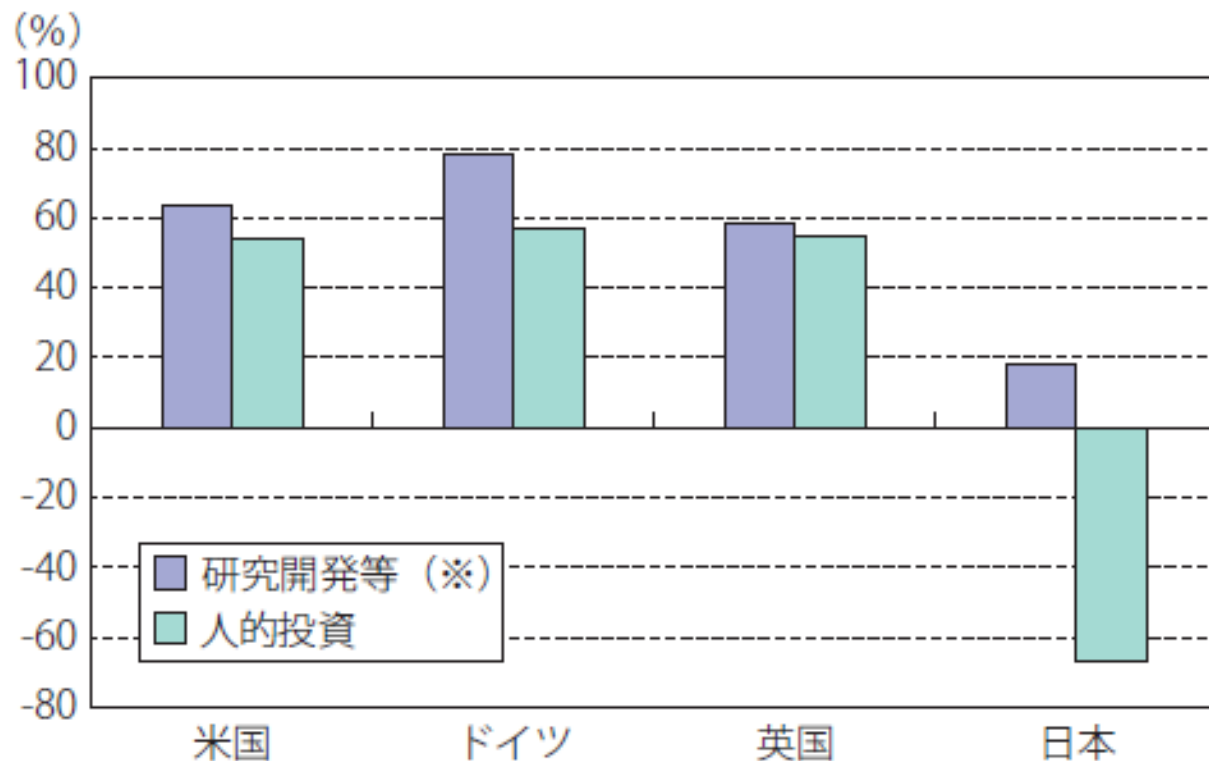
すでにデータサイエンティストを養成する修士課程が70以上存在。大学によってそれぞれ特色あり(例；インターンシップに力を入れる大学、社会人向けにオンラインで受講できる授業を充実させている大学)

多様なキャリアプランに合わせて学習課程を選択できる環境が整備(例えばカーネギーメロン大学では、グーグル、アマゾンなどの大企業がインターンシップの場を提供、学生は16から20ヶ月間という長期にわたって実地での訓練を受けられる。例えばノースウエスタン大学では製造業向けのデータサイエンスコースが用意など)

これらのカリキュラムがすでに運用され、AIなどの先進技術の開発を世界に先駆けて行っている大企業が実践的トレーニングの場になっている。

新しく養成コースを作る、といった段階をとうに過ぎ、現在は、どの大学が優れたカリキュラムを提供しているかを、フォーブスなどがランキングを紹介。

- 我が国の技術力や現場力を活かし、人間本位の産業社会を創り上げ、様々なつながりによる新たなビジネスモデルを創造するには、欧米に比べ小さい「人的資本投資」の促進が求められる。第4次産業革命を見据えた、異分野からの人材獲得投資やA I・I O T等の人材育成が重要である。



我が国企業は、バブル崩壊以降に研修費を削減し始め、金融危機以降に更にリストラのために研修費を大幅に削減していった。また、定型的な仕事を非正規労働者で賄うようになったことにより、企業内教育のインセンティブが低下した可能性がありうる。

通商白書2017

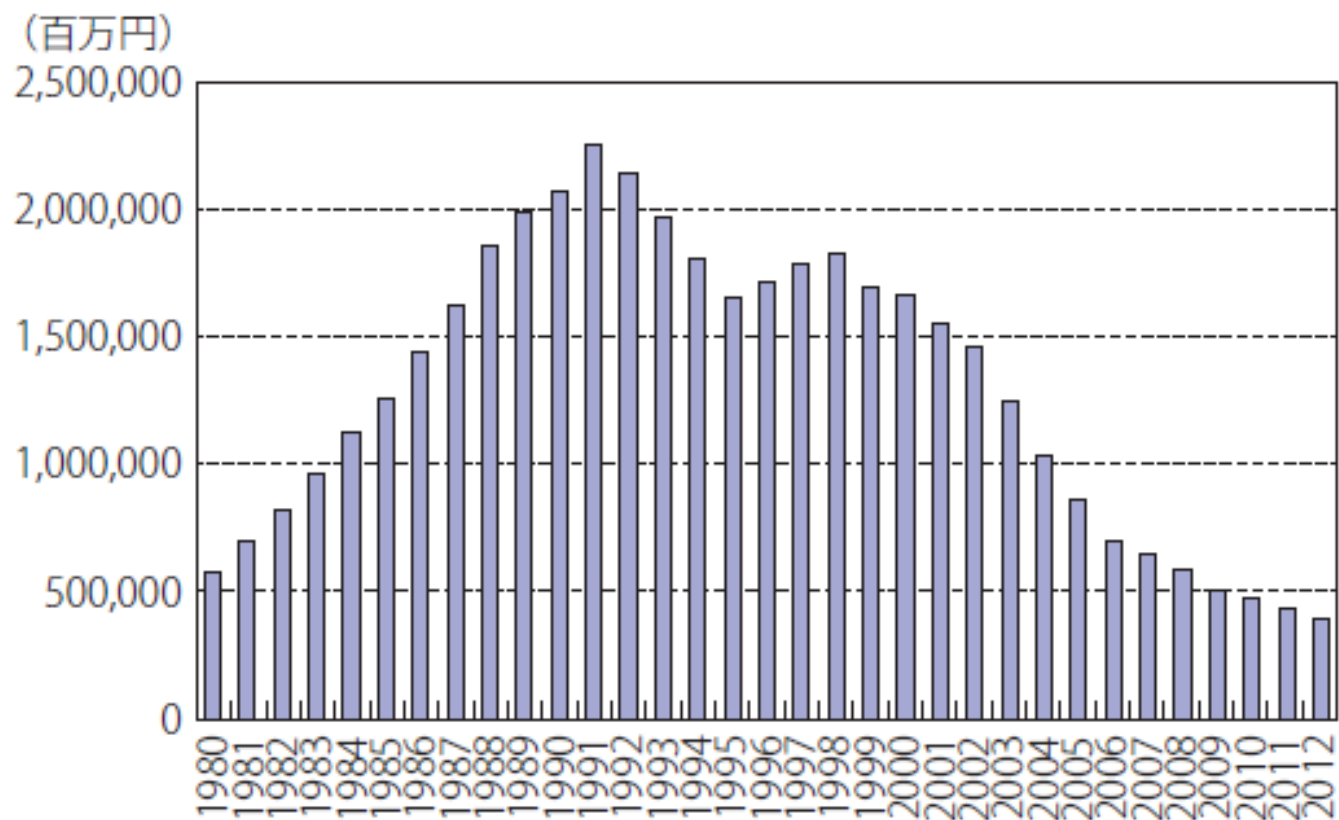
平成29年6月27日

経済産業省 通商政策局

人的投資と研究開発等に関する各国の投資額変化 (2000年→2010年)

資料: INTAN-Invest 及び JIPより経済産業作成。

備考: 「研究開発等」には、科学・工学分野における研究開発、資源探索権、著作権・ライセンス等、他の商品開発・デザイン・調査が含まれる。



資料：Miyagawa, et al. (2016) から経済産業省作成。

我が国企業の人材育成投資額の推移

第7章 おわりに

7-1 AI時代に備えた対応策

導出される社会政策：

1) 第4次産業革命という新しい時代を牽引し、世界とのグローバル競争に勝つためのリーダーの育成。

ドイツでは、ミュンヘン工科大学やミュンヘン大学でデータサイエンティスト修士課程を出た若者が、企業のなかで幹部となり、やがて役員となって、企業を牽引することになるだろう。

2) 人間でなければできない仕事を担う人材の育成。

具体的には、過去の前例を「学習」し判断するといった過去の前例の延長線上にある判断やルーティン業務はAIに代替。

①過去に前例のない事柄や新しい創造的な仕事

②デジタル機器を使いこなして、データ分析をしたり、科学的な経営のサポートをする人材

③コミュニケーション能力・対人能力を持った人材

④AIを継続的にバージョンアップし続けるため、AIを超える能力を持った専門家が、今後、必要とされている。

3) 日本はこれまで現場の熟練作業員を大切にしてきた歴史があり、今、現場に導入しつつある新しいシステムも、彼らを最大限活かす内容となっている。

新しいシステムは、基本的には「見える化」までであり、データを見て、対策を考えるとところは依然として熟練作業員が担っている形となっている。

だが、現場では、過去の前例を「学習」し、計測されたデータを見て、判断するといった過去の前例の延長線上にある作業は、遅かれ早かれやがてAIに代替されていく。現在、熟練作業員が担っている業務の多くが機械に代替される日はすぐそこまで来ている。

ドイツでは、ものづくりの現場を支えてきた熟練作業員をどうするのか、深刻な課題として捉えられている。ドイツでは、新しい技術が導入された際、これまでの古い技術の下で働いていた労働者の雇用を守るため、新しい技術の下で働けるよう、再教育・再訓練する必要性の認識が高まっている。

日本でも、まだ熟練作業員が働く意欲まんまんのところに、彼らに代替可能な人工知能が発達してきたら、一体、どうするのか、考えておかないといけない。

4) アンケート結果からも、銀行金融では事務部門の解雇が進んでいることが明らかとなった。銀行金融では、雇用が増えることはなく、常に雇用は削減の方向である。折しも、最近、メガバンクが大量の人員削減を発表した。

世界の論文等が予想している「ルーティン業務の事務職」の削減は、雇用者のなかでボリュームが大きいだけに、これから彼ら彼女らの再雇用が大きな課題となってくる。

5) IMFが指摘しているように、IT投資は、経済格差を生み出す最も大きな要因だが、イノベーションは企業競争力の源泉なので、格差を防ぐためにイノベーションを止めることは本末転倒。

IT投資を通じてイノベーションを図りながら、そこから生じる格差を縮小させるために、税による富の再配分をどうするか。

仕事内容の変化が労働者に及ぼす影響は？

- 仕事内容の変化が労働者の職業人としての成長を阻害する可能性
 - 機械化によるタスクの過度な簡素化/複雑化の危険あり
- 技術発展に伴い労働者の働く時間・場所が多様化・流動化する可能性
 - 仕事とプライベートの境界が曖昧になる
 - 雇用側・労働者側の見据える流動化の利点にはずれがあるため、利害のすりあわせが必要
 - 雇用側の利点は労働時間の流動化によるコスト削減・業務効率化・スタッフ利用可能性の向上
 - 労働者側の利点は労働時間に対する決定権の保持・ワークライフバランスの保持

人材管理・雇用への対策

① 人事機能の刷新

- － 人材の傾向と求められるスキルのギャップを見分けるための分析ツールを採用する
- － 分析から、組織が変化する雇用状況を利用する機会を最大化するためのビジネス・イノベーション・人材管理戦略を調整できるような示唆を与える

② データ分析の活用

- － より良い予測データと計量計画を中心とした新たな労働計画・人材管理を構築する

③ 人材の多様性に対処する

- － 多様な労働力が人材不足を助けることになる。技術とデータが多様な人材評価の助けになる

④ フレキシブルな勤務形態やオンラインの人材プラットフォームを活用する

- － フリーランサーや独立した専門家と遠隔で繋がり共同する

労働者への教育

- **現雇用に対する再教育** (ボストン・コンサルティング・レポート, 2015)
 - － 現場教育 (ARの使用, 熟練労働者の作業の観察) と机上教育を含む再教育が必要
 - － オンライン上でのコンピテンス基盤型教育が中心になる
 - － 被雇用者は多様なタスクをこなすようになるため, 幅広いスキルを習得する必要がある
- **職業訓練の整備** (White paper, 2016)
 - － 今後あらゆる職業で必要性が高まるデジタルリテラシーをはじめとする, 基礎的スキルの養成
 - － ライフコースを通じて能力・技術を磨くための体系的な援助
 - － すべての労働者が援助にアクセスする機会の確保

プライバシー問題・ 労働者の健康問題への対策

- プライバシー問題
 - － 労働者・消費者のプライバシーや自由を侵害する
 - － データから誤った予測がなされたり, 消費者の好みや行動が操作されやすくなる
 - － データ利用の経済効果を損なわずに, データの利用範囲や所持を政府が制限する
 - 利用目的によって制限の強さを変える
 - 一括で政府がデータを管理し, 必要なデータだけ申請して利用する
- 健康問題
 - － 自動化による労働内容の変化が, 労働者を精神的ストレスにさらされやすくなる
 - － 働く時間・場所の流動化によって, かってオーバーワークにつながる
 - － 雇用者側が, 労働者と労働時間や場所について議論できる環境を整える
 - － 労働環境の変化がもたらす健康への影響について研究を重ね, 労働者の健康リテラシーを高める

自動化に向けた対策

- 雇用・採用対策
 - 働き方の多様化への対応, 評価・管理手法の見直し, 現従業員への再教育
 - 置き換えリスクにさらされた労働者をいかに再教育するか, 労働者の雇用される権利をいかに保証するか
 - 流動化する雇用形態に合わせた労働者を保護する制度の整備
- 自動化・デジタル化の導入に向けたロードマップの明確化
 - 他部門との連携, ITに強い内部チームの育成
- 自動化・デジタル化により新たに生じる問題への対処
 - プライバシー保護への対処
 - 労働環境の変化がもたらす健康問題への対処

政策の柱①：第4次産業革命の下で求められる人材

- 圧倒的に不足している I T・データ人材を中心に、新しいスキルやコンピテンシーを装備するための、**人材育成・教育エコシステム**を国を挙げて構築する

① トップ人材の創出・獲得

内外トップレベルの
I Tテクノロジスト、ビジネスプロデューサー

イノベーション
施策と一体で
育成

- ・未踏人材、IoT推進ラボ
- ・指定国立大学、卓越大学院
- ・産学官連携の加速
- ・経営人材育成ガイドライン
- ・トップ外国人（セキュリティ等）等

② I T人材の抜本的な能力・スキル転換

分野横断的
スキル

産業・専門別
スキル

各産業における
中核的 I T人材

生涯たゆま
ない学び直
し・スキルの
アップデート

- ・IT人材需給
- ・I Tスキル標準の抜本改訂
- ・人材育成の抜本拡充
等

③ ITリテラシーの標準 装備

全てのビジネスパーソンに
基礎的 I Tリテラシー

第4次産業
革命下の
ITリテラシー
の標準装備

- ・大学等とも連携したIT・データスキルの学び直し
等

初等中等教育・高等教育等を通じて
日本人全体の I T力を底上げ

- ・小中高プログラミング教育必修化
- ・新たな実践的高等教育機関
- ・数理・データサイエンス教育強化
等

7-2 結び



結び；

「雇用の未来」の問題は、人口減少・少子高齢化問題とよく似ている。

日本の急速な人口減少・少子高齢化は、30～40 年前からかなりの高い精度で予測。

資金的に余裕のあるうちから手を打つべきだと良識派は主張。だがそうした声はかき消され、目の前に危機が訪れるまで、日本人は手を打たずに、ここまで来た。

「雇用の未来」は、数多くの調査分析により、将来の姿はある程度予想され、必要な対策もほぼ明らかになった。

今度こそ現実の危機に直面する前に、今から真剣に取り組まないと、日本という船はますます沈没するだろう。

ご静聴有り難うございました。

連絡先； 岩本晃一

経済産業研究所

〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1

Email iwamoto-koichi@rieti.go.jp

URL <http://www.rieti.go.jp/jp/index.html>

日本生産性本部

〒100-6105 東京都千代田区永田町2-11-1 山王

パークタワー5階

TEL:03-5511-2030



略歴；

香川県生まれ。1981年京都大学卒、1983年京都大学大学院(電子工学)修了後、通商産業省入省。在上海日本国総領事館領事、産業技術総合研究所つくばセンター次長、内閣官房参事官、経済産業研究所上席研究員等を経て、2018年4月から現職。

2014年から一橋大学国際企業戦略研究科(ICS)のMBAプログラムにてゲスト・レクチャー。

主な著書：主著『洋上風力発電』日刊工業新聞社2013、主著『インダストリー4.0』日刊工業新聞社2015、共著『ビジネスパーソンのための人工知能』東洋経済新報社2016、共著『中小企業がIoTをやってみた』日刊工業新聞社2017

* 本稿の誤りは全て筆者に帰します。 引用可、ただし引用される場合は出典を明記ください。



参照文献

- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 2(189), 47–54.
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30.
- Bessen, J. (2016). How Computer Automation Affects Occupations : Technology , jobs , and skills, (15).
- Enzo Weber et.(2016), Economy 4.0 and its labour market and economic impacts, IAB-Forschungsbericht 13/2016, 27 December 2016
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?, 1–72.
- Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0. *Boston Consulting Group*, 18.
- OECD. (2016). *Automation and Independent Work in a Digital Economy. POLICY BRIEF ON THE FUTURE OF WORK* - (Vol. 2).
- Stewart, H. (2015). Robot revolution: rise of “thinking” machines could exacerbate inequality. *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/technology/2015/nov/05/robot-revolution-rise-machines-could-displace-third-of-uk-jobs>

- The annual report of the council of economic advisers (2016) Economic report of the president. (米国経済白書)
- Wee, D., Kelly, R., Cattel, J., & Breuing, M. (2016). *Industry 4.0 after the initial hype—Where manufacturers are finding value and how they can best capture it*.
- White Paper Work 4.0. (2016). Federal Ministry of Labour and Social Affairs. November, 2016.
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Geneva, Switzerland.
- Working Group [2013], Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0, Final report of the Industrie4.0 Working Group, April 2013
- 岩本・波多野(2017), 「IoT/AIが雇用に与える影響と社会政策 in 第4次産業革命」RIETI Policy Discussion Paper Series, 17-P-029, 岩本晃一、波多野文, 2017年8月
- 岩本・波多野(2017), 日本経済新聞経済教室面「やさしい経済学」連載, 「AIの雇用に与える影響を考える①～⑧」, 岩本晃一、波多野文, 2017年11月6日～16日
- 通商白書(2017), 経済産業省通商政策局, 2017年6月
- 森川正之(2017), 人工知能・ロボットと雇用:個人サーベイによる分析, 経済産業研究所, RIETI Discussion Paper Series 17-J-005
- 松下東子(2017), アンケート調査, 野村総合研究所, 2017年1月17日