

第18回RIETIハイライトセミナー  
**第4次産業革命の動きと課題**  
— 流れに乗り遅れないために  
プレゼンテーション資料

**2017年3月22日**

**岩本 晃一**

**RIETI上席研究員**

# 第4次産業革命の動きと課題

---

流れに乗り遅れないために

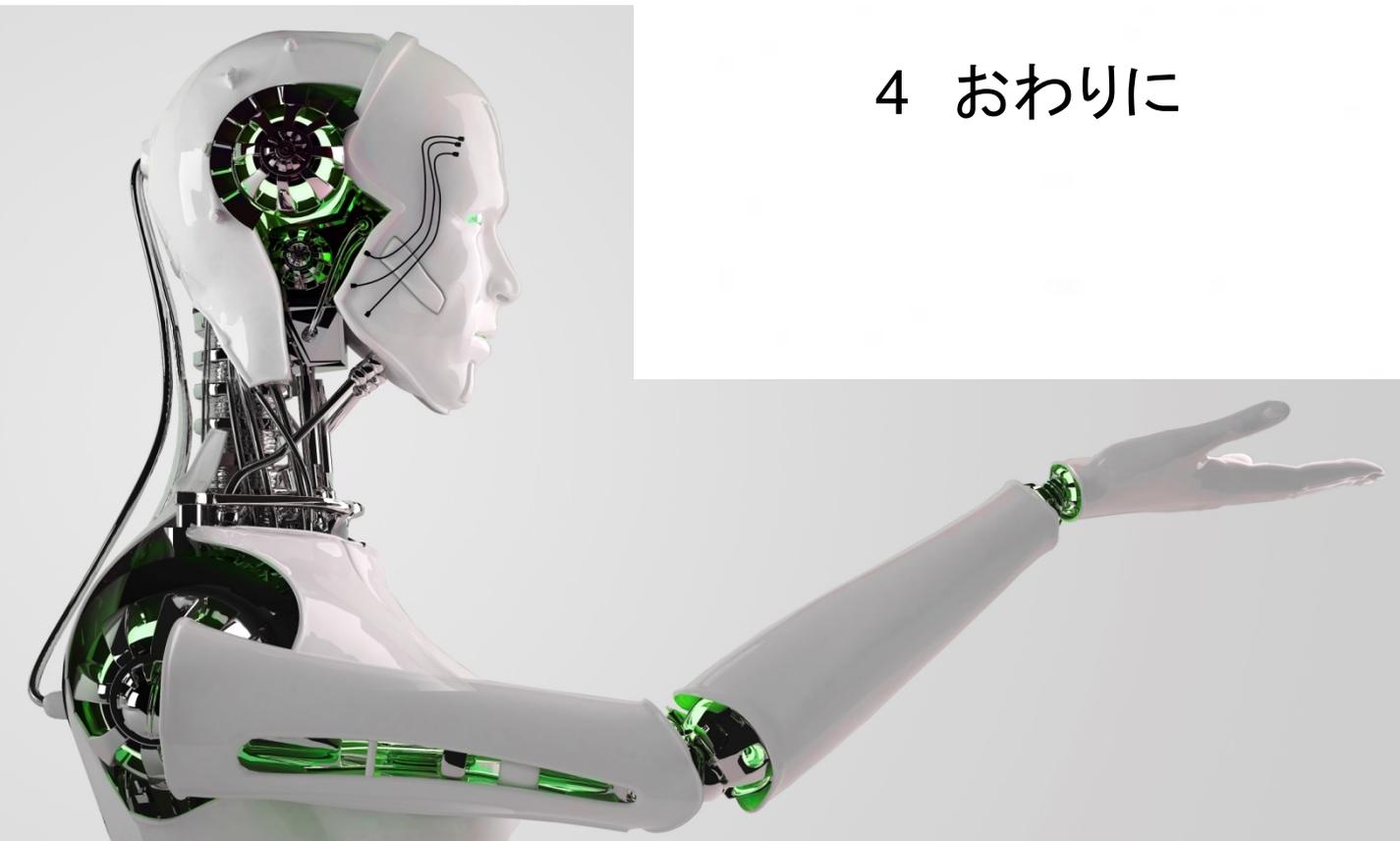
RIETI ハイライトセミナー



2017年3月22日  
経済産業研究所  
岩本晃一

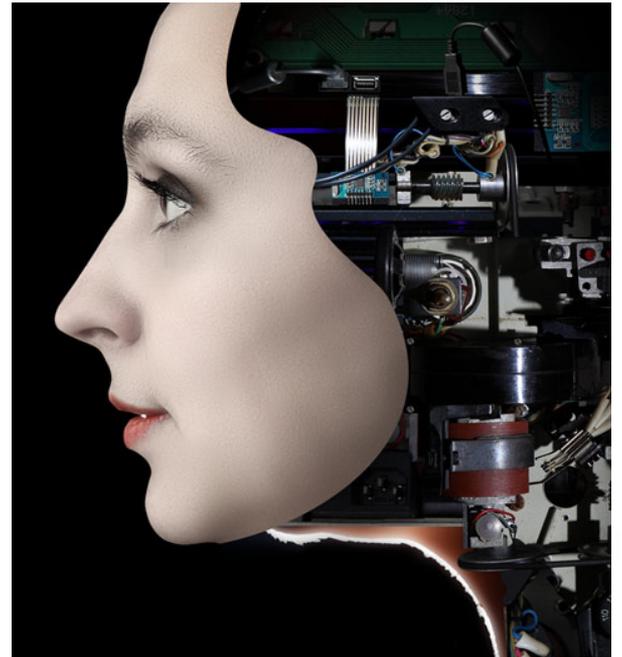
内容;

- 1 はじめに
- 2 新しいビジネスモデル
- 3 雇用に与える影響
- 4 おわりに



# 1 はじめに

---



言葉に惑わされず、目の前で起こりつつある現象の本質を理解することが重要

BD ; Big Data

IoT ; Internet of Things

AI ; Artificial Intelligence

IT ; Information technology

ICT ; Information and Communication Technology

---

Digitalization — アナログをデジタル化すること

Computerization — 人間の活動のなかに計算機を導入すること

Networking — 個々の機械をネットワークで接続すること

## 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」され、知能を持つことで、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

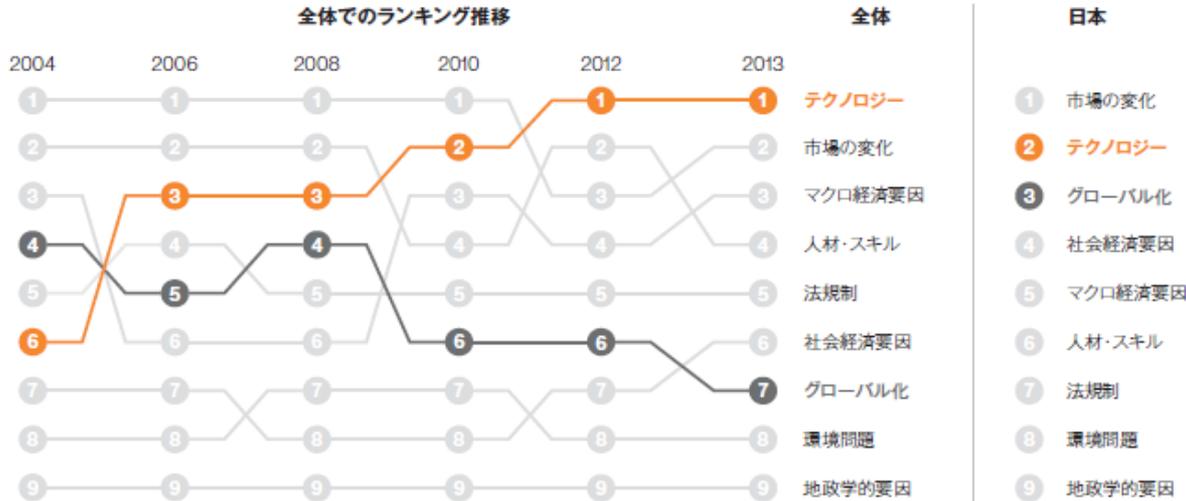
### → 大きな市場の予感

#### <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   |
| 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・シテイ .....   |

# 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。

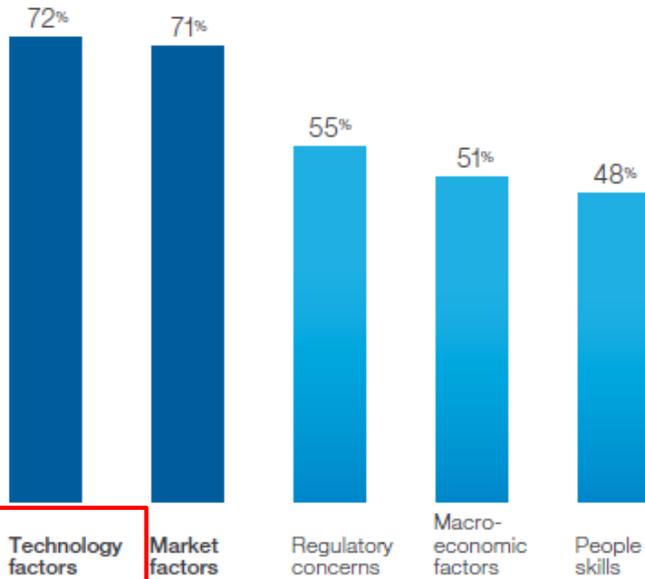
図表2 CEOからみた重要な外部要因



出所: 調査は2004-2013年間で、企業に最も影響を与える外部要因はどれか(選択肢から3~5つを選択): 全体n=884; 日本n=118

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  
そのうちCEO回答分から抜粋

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



## 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

## 2 新しいビジネスモデル(事例集)

---

ドイツ ケース1

米国 ケース2 ケース3

日本 ケース4 ケース5

## ケース1 能力の販売 ドイツ KAESER KOMPRESSOREN 社

圧縮空気の販売 メーカーでありながら機器を売らない

都市ガス会社などと同様、設備の所有、設置、運用、保守、修理は全てメーカー側が実施

全てのコスト込みで1立方m当たり〇円で販売するというビジネスモデル



### 顧客のメリット ;

- 省電力 ▲14% 機械を最もよく知るメーカー自身が機械を最適制御で運転  
例 1台毎のインバーター制御でなく、台数制御  
2台とも稼働率25% → 1台停止、1台稼働率50%
- 省メンテ費 ▲50% 機械の所有権はメーカーにあるため、事前に顧客と打ち合わせない、メンテ要員を計画的に派遣 人件費削減
- 顧客側の作業員がやっかいなメンテ作業から解放されて本来業務に専念
- 常に最新鋭の設備、顧客の利用方法にとって最適な設備が設置

### 現在の取り組み ; サイバー・フィジカル・システムCPS

各顧客の設備の利用状況をドイツ本社のコンピュータでシュミレーションし、最適な使用方法を現場の設備に指示 従来より更に省電力

圧縮空気販売事業の**売り上げの伸び率は毎年+10-20%**

会社全体の売り上げの伸び率は過去10年間平均+9%

**サイバー・フィジカル・システムCPSによるサービスを開始したため、新たに「データサイエンティスト」の養成を開始**

KAESER家のオーナー企業 今の社長は3代目

アトラスコプロ社(スウェーデン)、インガソール・ランド社(米国)に次ぐ世界第3位

ドイツ国内で150-160位 隠れたチャンピオン(Hidden Champion)企業

売上高約10億ユーロ 従業員約5,000人

自動車修理工場からスタート 戦後、西側に 自動車工場は東側に  
創業者は、圧縮空気設備の事業を開始 圧縮空気販売事業は1991年からスタート

圧縮空気コストの8割は電気代、その省エネはどのメーカーにとっても最大の課題  
同社は、独自の手法を開発

# Compressed air station with SAM 2



コントローラSAM2を用いて設備の台数制御を行う様子

出典)KAESER KOMPRESSORS から資料提供

# KAESER SIGMA SMART AIR - Architecture



## Mobile Worker (Cloud)

- Process information of compressed air station
- Sales & Service, R&D, Operator



## KAESER Plant Control Center (24/7)

- Monitoring and event management
- Analysis and reports on OEE
- Energy management
- Maintenance Planning

## Expert Tool and Predictive Analytics

### KAESER SIGMA SMART AIR

Integration with business processes in Sales & Service, Logistics and R&D

## Streaming of process data, status information and events from a compressed air station

- Transfer rate of up to 200 process data items per compressor (1Hz)



SAM 2



KAESER IoT-Client



M2M Network (DSL)



KAESER DATA CENTER

KAESER Predictive Maintenance  
SAP Business Suite  
SAP HANA

ケーザー社のIoTシステム；顧客に設置しているコントローラSAM2からインターネットを経由してドイツ本社にデータを転送 データ処理した結果は各国支社に送られる

## ケース2 ゼネラル・エレクトリック(GE) インダストリアル・インターネット事業

産業機器の販売 →変更→ 産業分野で顧客の成果(アウトカム)を最大化する  
デジタルサービスの提供

\*これまでGEが販売した産業機器 ; 航空機エンジン28,200台、風力タービン22,800基  
貨物列車21,500両、ガスタービン3,900基 など

ジェフ・イメルト会長兼CEO ; 10億ドル以上を投じ、2011年11月、カリフォルニア州にソフトウェア・センター設立 1000人以上のソフトウェア・エンジニアを採用

「オープン・プラットフォーム」である「プレディックス(Predix)」を開発

CDO( Chief Digital Officer )を設置

「UXデザイナー」「データサイエンティスト」を養成



「顧客と共に考える」という仕事の仕方

- ・顧客と共に「課題」を発見
- ・顧客と共に「課題」を解決
- プレディックスのクラウドサービス

## 例 日本国内で米GEの「Predix」を初めて導入 ; LIXIL

米GEは、米国から「UXデザイナー」「データサイエンティスト」を派遣

LIXILとGEが共同でセッションを開催

全工程のなかで、工事現場に職人を派遣する割り振り業務に「課題」を発見

「Predix」クラウドサービスを用いて自動で効率的な割り振り

LIXIL の次は東電、全日空ANAへ

### ケース3 i-labour マーケット

ネットを用いて需要と供給をマッチングさせるという意味では、Uber , Airbnb 等と原理は同じだが、既にUber , Airbnb 等よりも大きな市場に成長

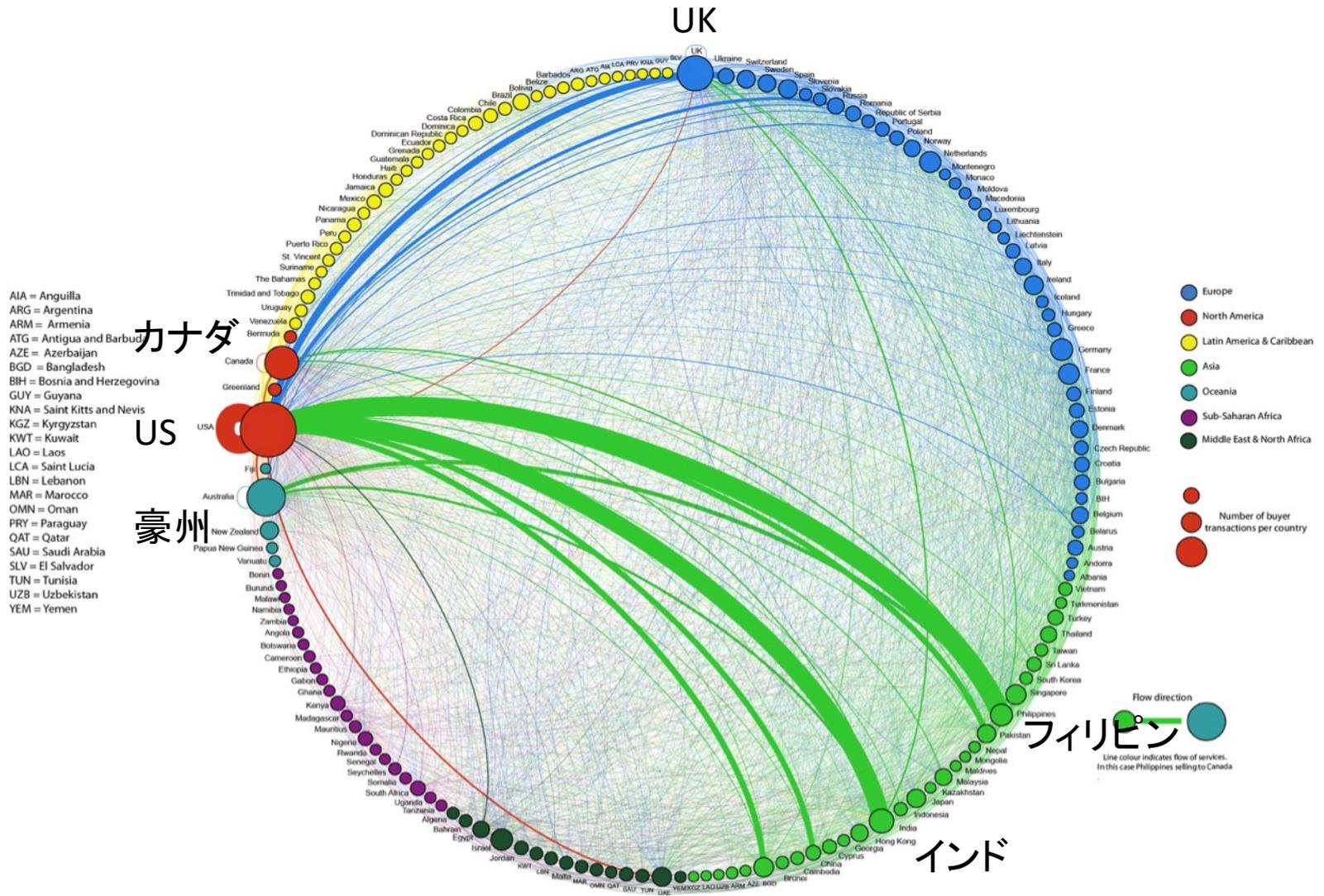


Source ; Vili Lehdonvirta, Associate Professor, Oxford Internet Institute, Faculty Fellow, Alan Turing Institute of Data Science

*Top buyer and seller countries by value and their market shares, Mar-Aug 2013*

	Buyer country	Share	Seller country	Share
1	United States	60.9	India	22.6
2	Australia	9.4	Philippines	15.9
3	United Kingdom	5.6	United States	11.4
4	Canada	5.5	Ukraine	6.9
5	UAE	2.9	Pakistan	5.5
6	Germany	1.3	Russia	5.2
7	Israel	1.1	Bangladesh	4.9
8	France	1.1	China	3.8
9	Netherlands	0.9	Poland	1.7
10	Singapore	0.8	United Kingdom	1.7
11	Denmark	0.7	Canada	1.3
12	Sweden	0.7	Belarus	1.1

Source ; Vili Lehdonvirta, Associate Professor, Oxford Internet Institute, Faculty Fellow, Alan Turing Institute of Data Science



Source ; Vili Lehdonvirta, Associate Professor, Oxford Internet Institute, Faculty Fellow, Alan Turing Institute of Data Science

## 米国選挙期間中の大量発注



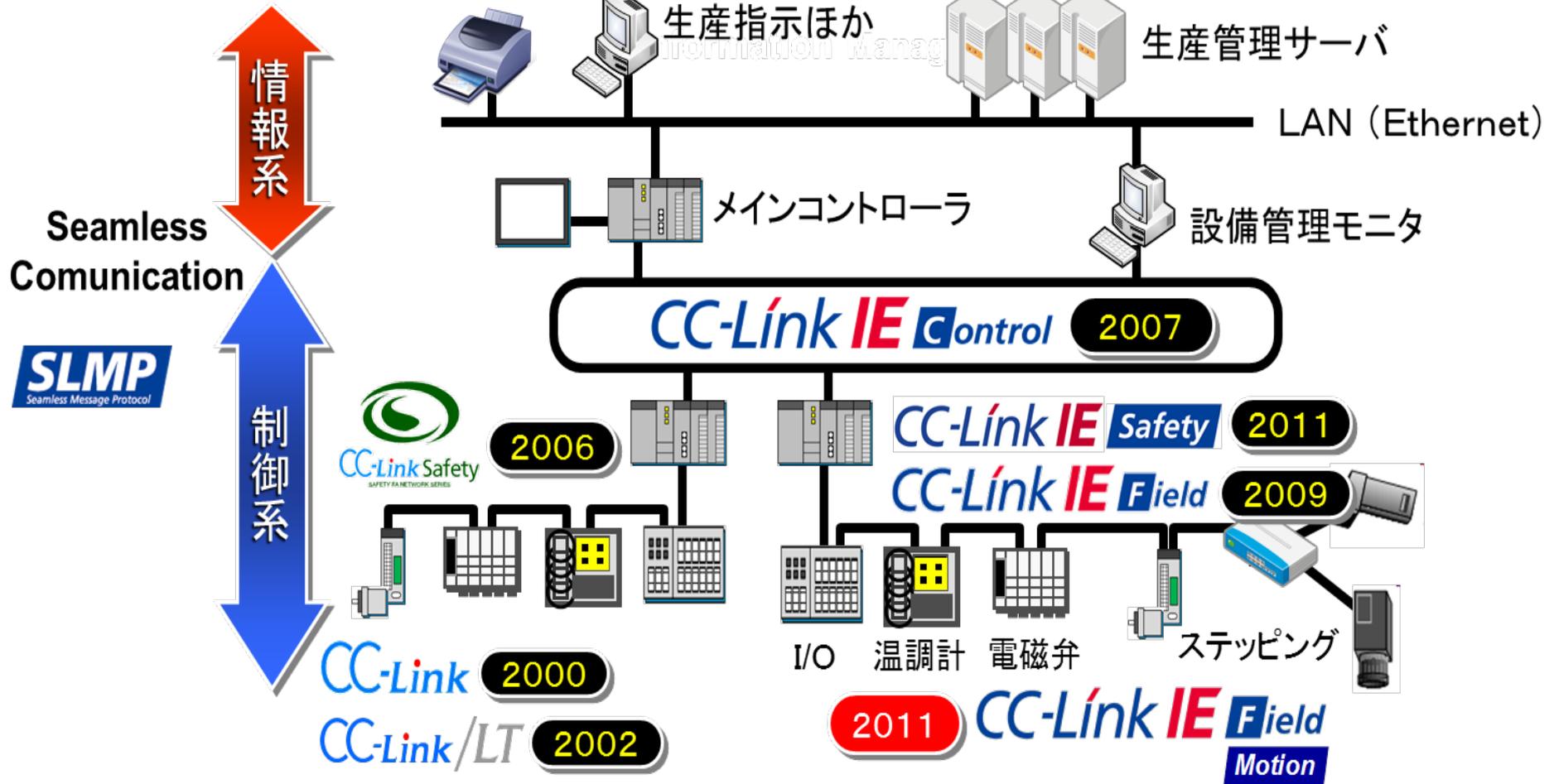
Source ; Vili Lehdonvirta, Associate Professor, Oxford Internet Institute, Faculty Fellow, Alan Turing Institute of Data Science

## ケース4 オープン・プラットフォーム ファナック

### オープンプラットフォーム FIELD system

2016年7月28日、ファナック、NTT、NTT Com 及び NTTデータは、ファナックが開発を進めている、CNC、ロボット、周辺デバイス、センサー等を接続して製造・生産を最適化するための**オープンプラットフォーム「FANUC Intelligent Edge Link and Drive system（以下 FIELD system）」**の早期開始に向け、協業を行うことに合意したと発表。

2016年8月29日、ファナックは、「**FIELD system**」で協業する企業を一堂に会した「パートナーカンファレンス」を開いた。日立製作所、米シスコシステムズ、トヨタ自動車、ホンダ、富士通、DMG森精機、東芝、オムロンなど協業先約200社が参加。  
**協業先はファナックから技術仕様書の提供を受け、同システムに対応する製品を開発できる。**



# 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

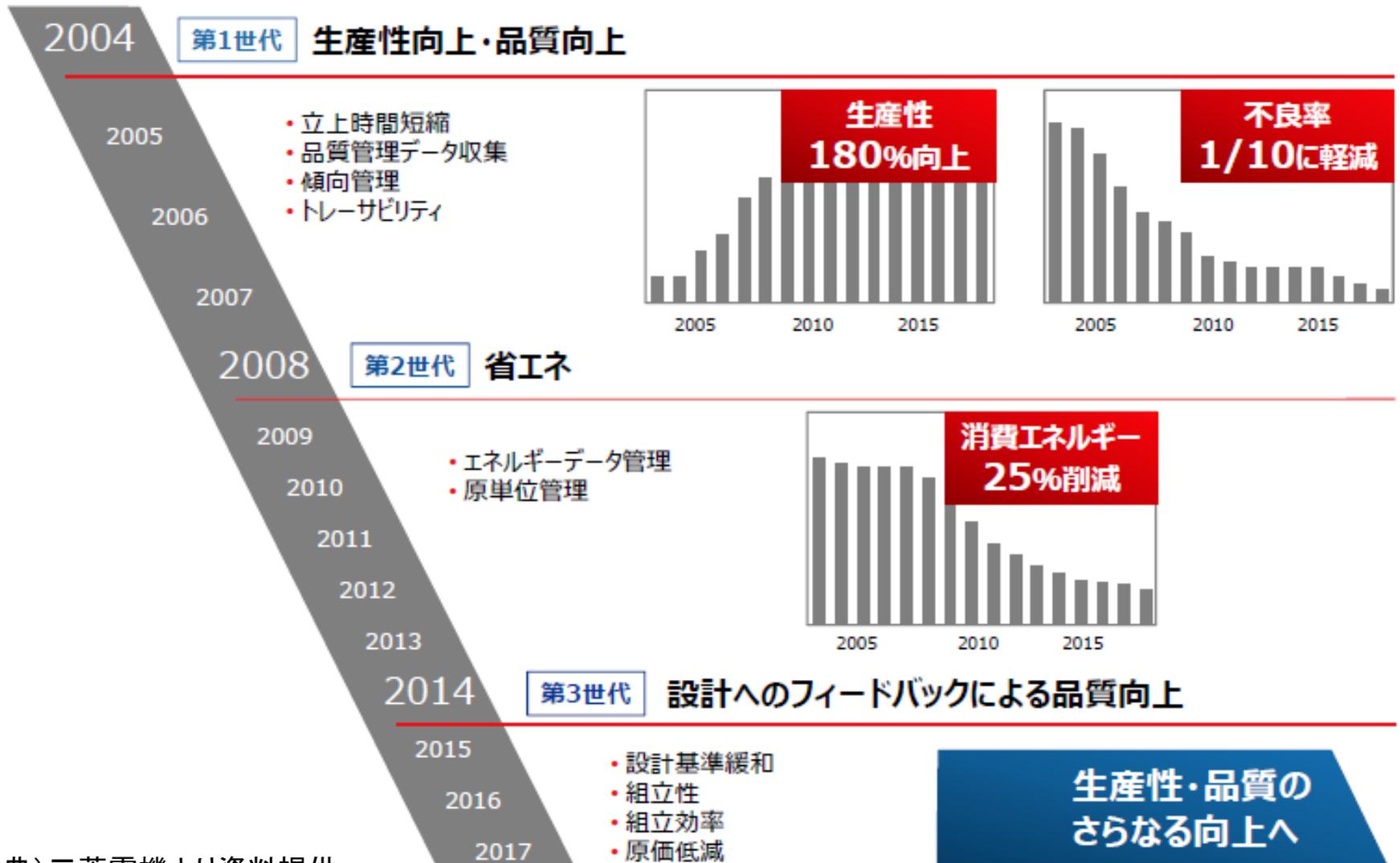
FA技術とIT技術を活用することで  
 開発・生産・保守の全般にわたる  
 トータルコストを削減し、  
 お客様の改善活動を  
 継続して支援するとともに、  
 一歩先のものづくりを  
 指向するソリューション提案



### 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  
一次処理し(**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



出典)三菱電機より資料提供

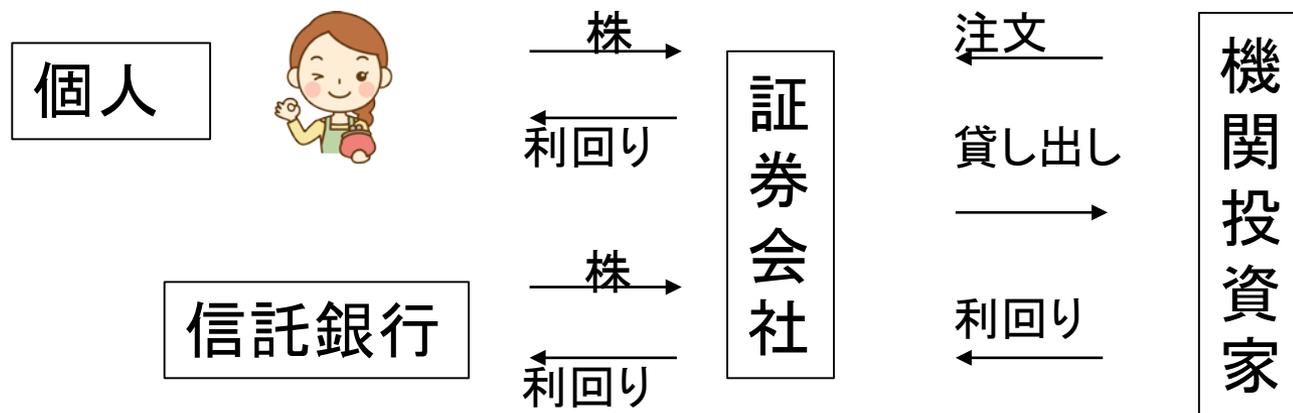
## ケース5 人工知能による株のトレード カブドットコム証券

ストック・レンディング・トレード分野で人工知能(日立のH)運用開始

同分野は、市場が急拡大中 → 国内ネット証券5社参入 個人投資家も拡大

平成23年4月28日報告分	3兆1100億円	3兆4932億円
平成28年4月28日報告分	10兆3960億円	10兆8260億円

国内株券貸借取引残高(信用取引を除く) 出典)日証協会



## 人工知能導入6ヶ月経過

機関投資家から注文



貸し出しレートを計算して提示（1株当たり平均5分の計算時間）  
（100株単位の注文が来るとレートの提示まで1時間以上も）



人工知能Hによりレート計算を自動化 レート提示まで平均1分

提示が遅いと他社に取られる → 解消

提示レートが高いと他社に取られる → 解消

注文が多すぎて全てに対応できず → 解消

## ミュンヘン大学アーノルド・ピコー教授のコメント(2016年11月);

”報告書は、世界の新しいデジタルビジネスが向かっている方向を調べたもの。企業はデジタル技術を、企業と顧客をつなぐ接続部、すなわち従来と比べ、**更に新たな接続の機会を増やす**という形で使おうとしている。

言い換えると、**顧客が何をもちと欲しているか**、という情報を取り、更に一層顧客の要望にカスタマイズして提供することにデジタル技術を使おうとしている。

ということは、**今後は、企業がいかに顧客にカスタマイズしたものを提供できるか、というところで企業の勝敗が決まっていく、ということに要約される。”**

調査概要;ドイツ連邦政府経済エネルギー省からの委託、ミュンヘン大学とミュンヘン工科大学が共同実施。実際のインタビューは、シーメンスの各国法人がサポート。ドイツ、EU、米国、日本、中国、韓国の199人を対象に約2年間かけてインタビュー。2017年2月発表

### Steering Committee

Helmuth von Grolman (DDI)  
Prof. Dr. Helmut Krcmar (fortiss)  
Karl-Josef Kuhn (Siemens)  
Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot (LMU)  
PD Dr. Bernhard Schätz (fortiss)

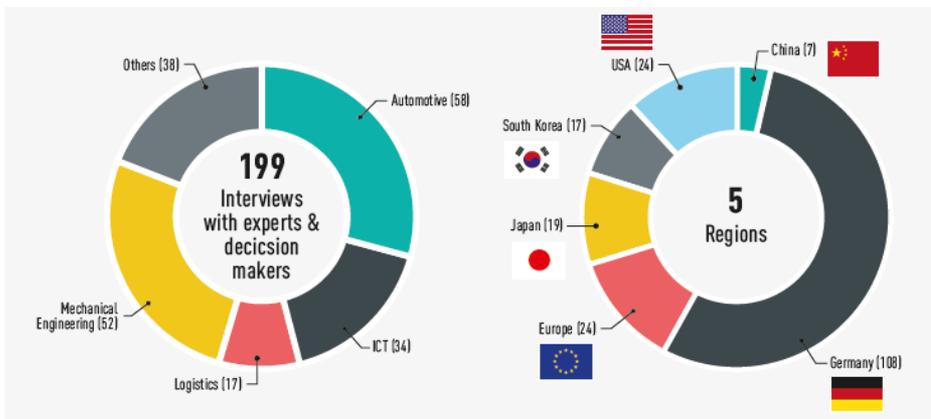


How information and communication technology is fundamentally changing incumbent industries

International comparison of the maturity level of the automotive industry, mechanical engineering and logistics industry



Final report of the joint project „IKT-Wandel“ funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy



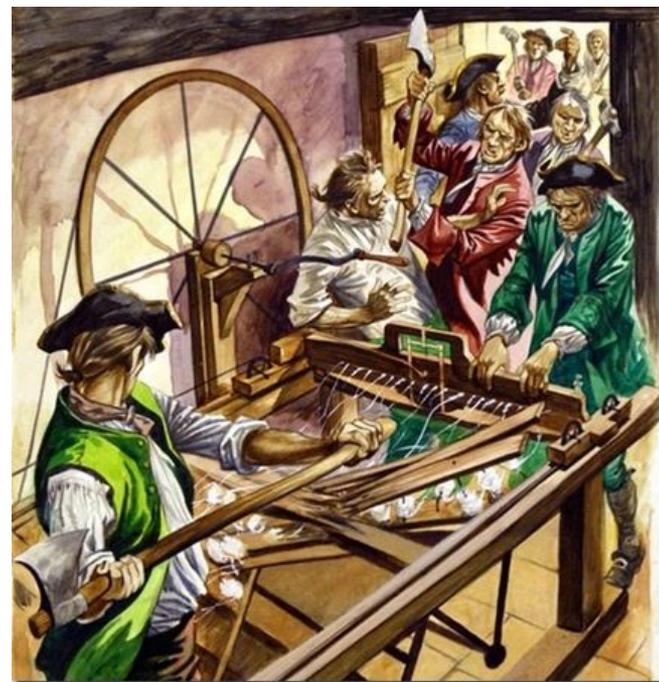
### 3 雇用に与える影響

---



ラッドライト運動 ;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。

「雇用の未来(Future of Job)」に関し、何らかの将来推計値を出しているペーパーは、現時点で確認しているもので、約十数本である。うち主要なものを以下に挙げる。

フレイ&オズボーン(オックスフォード大学)(2013年9月)は、米国に於いて10~20年以内に労働人口の47%が消滅のリスクに晒されるという推計値。だがボストン・コンサルティング・レポート(2015年9月)は、ドイツ国内の23業種、40職種に関して推計し、2025年までに35万人の雇用増、2030年までに580~770万の従業員不足数と推計。

各レポートの推計値は、極めて幅の広い値となっているだけでなく、雇用が大きく減少するもの、雇用が大きく増加するものという真逆の結果にも。各推計値のなかで、フレイ&オズボーンの推計値は最も極端な値。将来の推計値を算出する研究熱の世界的な火付け役としての先陣者であった。

- The Future of Employment, Carl Benedict Frey&Michael A. Osborne, Oxford University, September 17 2013
- Automation, jobs, and the future of work, Mckinsey & Company, November 2014
- Autor, D H (2015), "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation," The Journal of Economic Perspectives, 29(3): 3-30.
- Holger Bonin, Terry Gregory and Ulrich Zierahn(2015), Forschungsbericht 455, Ubertragung der studie von Frey & Osborne(2013) auf Deutschland, Zentrum fur Europaische Wirtschaftsforschung GmbH ; ZEW, Mannheim, 14. April 2015
- Man and Machine in Industry 4.0, The Boston Consulting Group, September 2015
- Katharina Dengler and Britta Matthes(2015), IAB Forschungsbericht 11/2015, Folgen ger Digitalisierung fur die Arbeitswelt, Institute fur Arbeitsmarkt und Berufsforschung IAB, November 2015
- The Future of Jobs, World Economic Forum, January 2016
- Robot revolution: rise of 'thinking' machines could exacerbate inequality, Merrill Lynch
- Economic Report of the President, Together with The Annual Report of the Council of Economic Advisers, February 2016
- Automation and Independent Work in a Digital Economy, Policy brief on the future of work, OECD, May 2016
- James Bessen(2016) , Lecturer in Law, Boston University School of Law, How computer automation affects occupations: Technology, jobs, and skills , RIETI Perspectives from Around the World, October 24, 2016
- A future that works: Automation, Employment, and Productivity, Mckinsey Global Institute, Mckinsey&Co., January 2017

我が国では、オックスフォード大学のフレイ&オズボーンによる試算、すなわち米国において10～20年以内に労働人口の47%が消滅のリスクに晒されるという試算(702種の職業についてモデルを用いて推計)がメディアでよく取り上げられている。

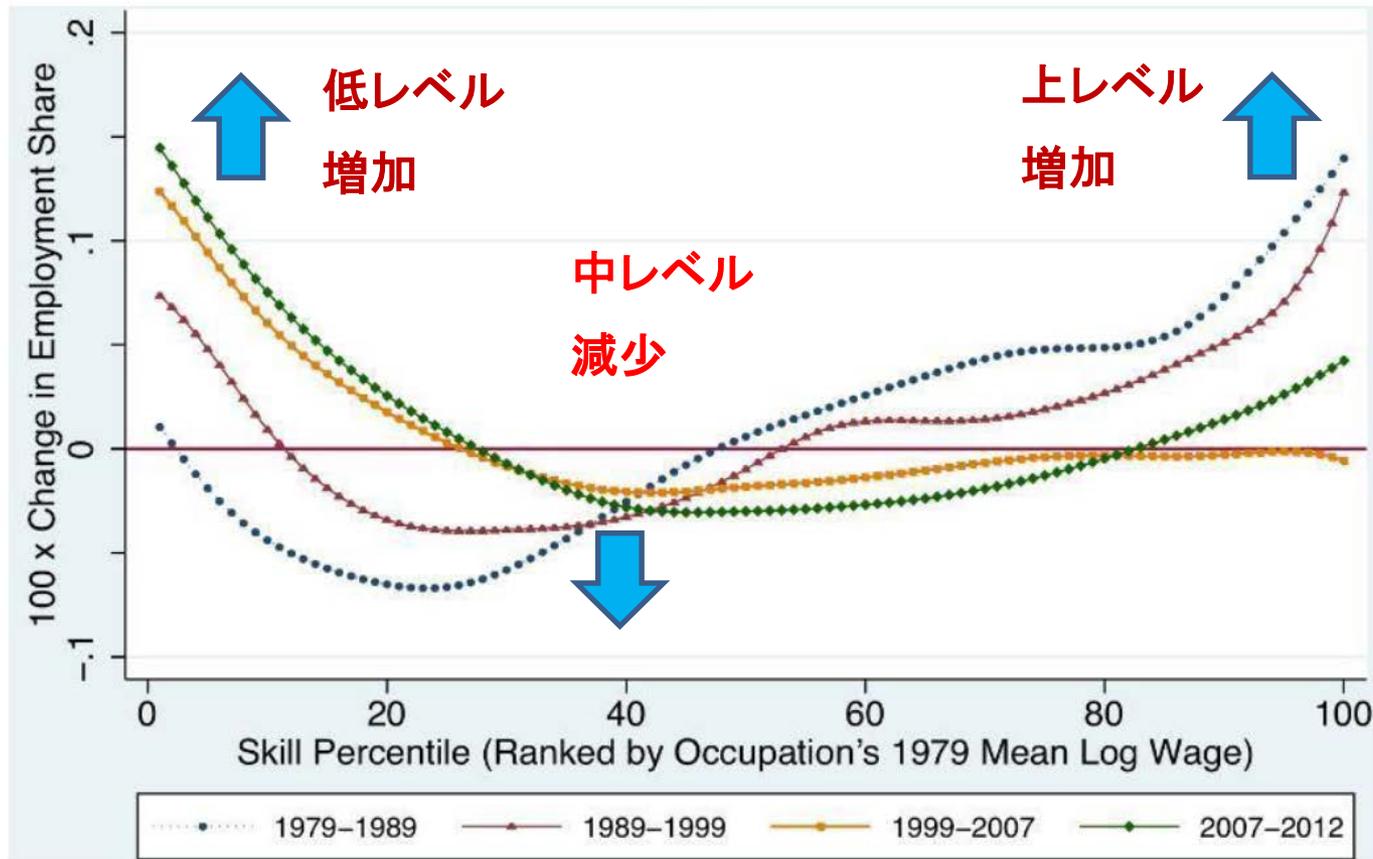
The Future of Employment, Carl Benedict Frey & Michael A. Osborne, Oxford University, September 17, 2013

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

「技術的な可能性を示しただけ」  
＝例えば、自動運転技術が開発されると、一瞬で世界中の全ての車が自動運転車に置き換わる可能性があるため、そのシナリオを採用

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つとされている

## Veränderung der Beschäftigung nach Qualifikationsniveau in den USA (1979-2012)



Quelle: Autor (2014)

27

出典)

**Digitalisierung der Arbeitswelt:  
Zwischen Flexibilisierung und Polarisierung?**

Plenarsitzung der Bayerischen  
Akademie der Wissenschaften

München, 19.02.2016

Arnold Picot

Forschungsstelle für Information, Organisation  
und Management, LMU München



雇用が増えてきた業務



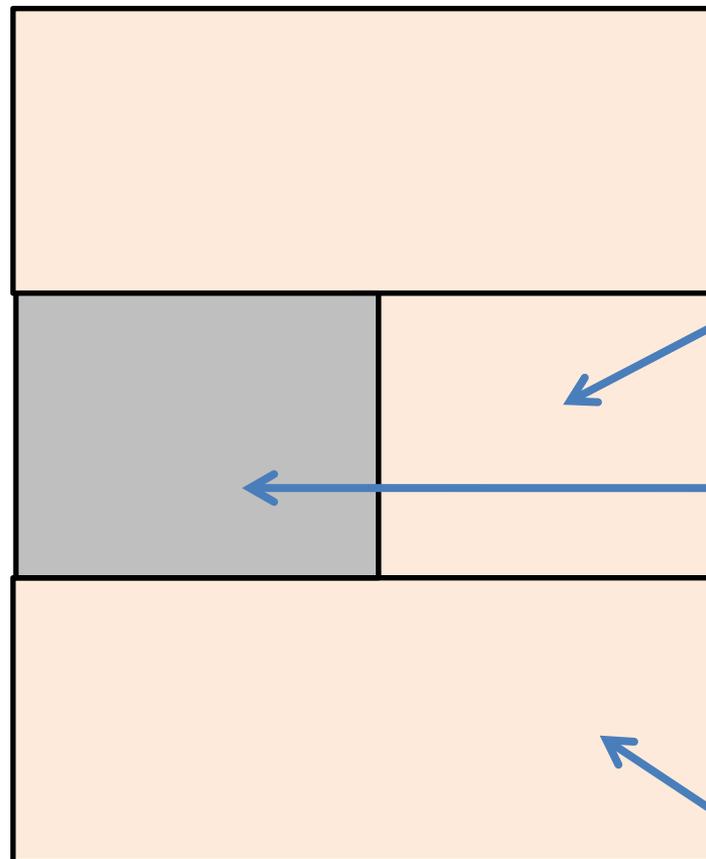
雇用が減少してきた業務

スキル度

上レベル

中レベル

低レベル



創造的で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

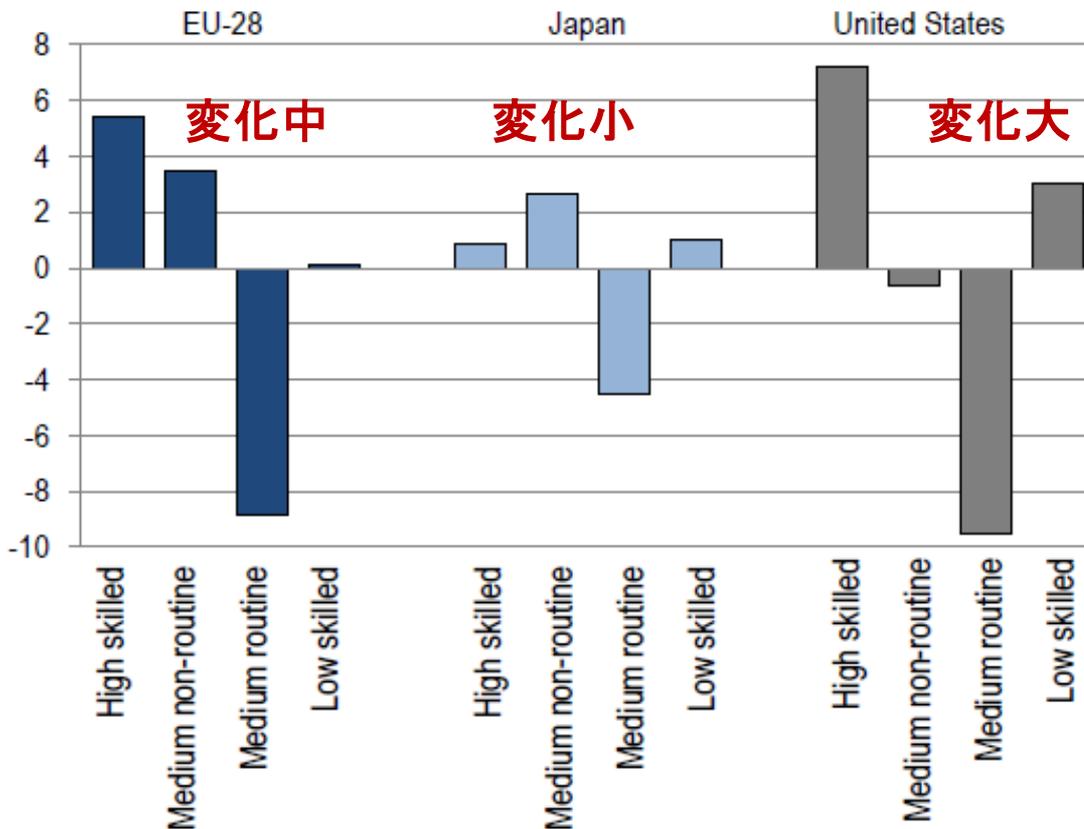
一部の作業は、機械で代替されつつあるが、人間全体を機械で100%代替するまでには至っていないため、雇用数自体は増加 例：ビルの清掃員

国別  
傾向

米国 ; 中スキルの減少及び高・低スキルの増加が大きい  
経済格差が拡大

日本 ; 全てに渡って変化が少ない 特に高スキルの増加が極端に少ない  
個人のスキルに関わりなく、労働の平等化

OECD  
分析



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

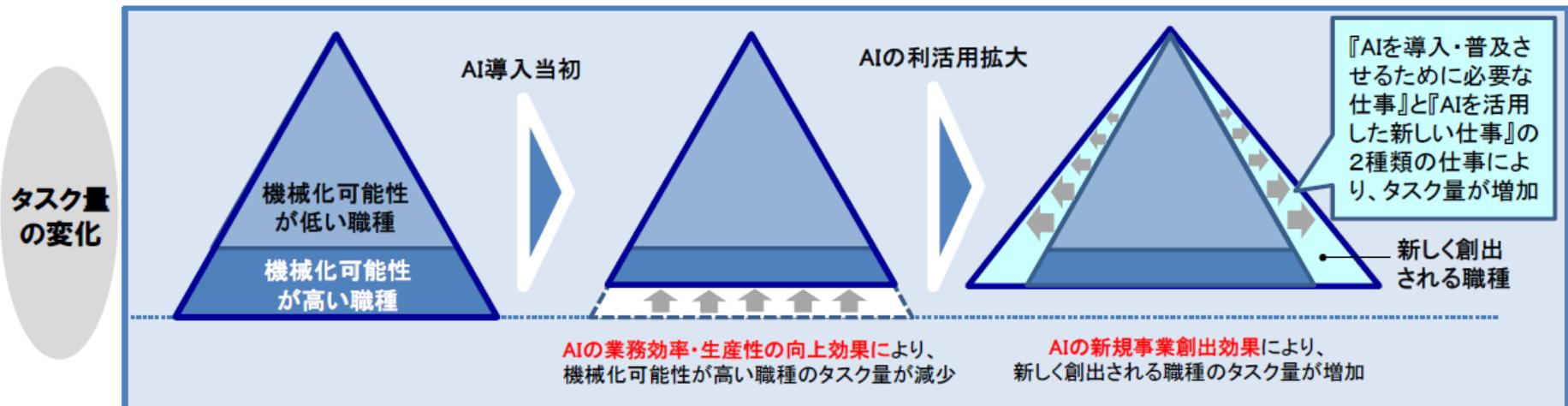
Source: OECD calculations based on EU-LFS, Japanese Labour Force Survey and BLS Current Population Survey.

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

# 「雇用の未来(Future of Job)」に関する世界の論調 ;

## 人工知能AIが雇用に与える影響

出典) 情報通信白書2016



## プラットフォーム・エコノミー Platform Economy

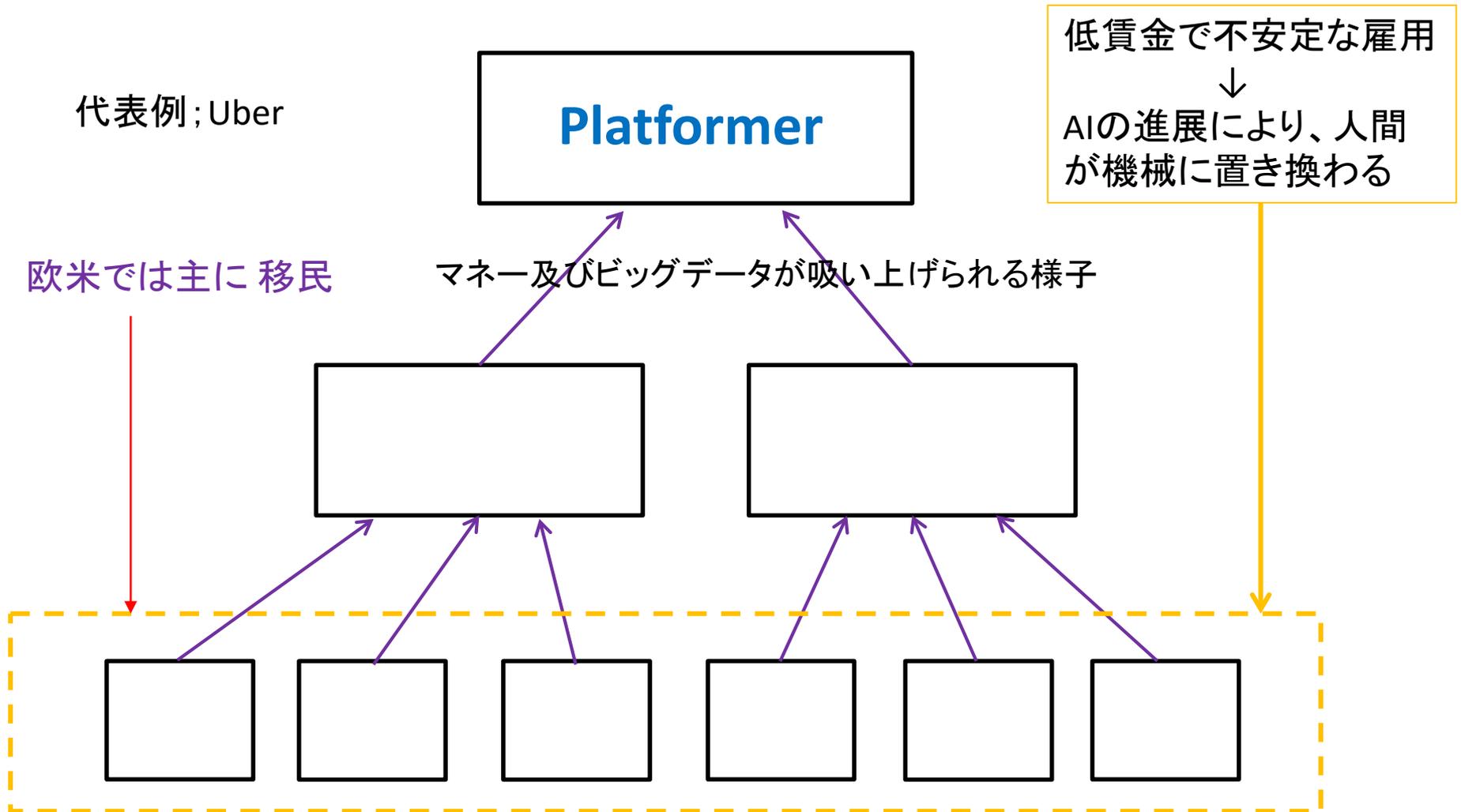
当初は、複数の企業が併存していても、プラットフォームビジネスには、規模の経済、ネットワーク外部性が効くため、やがて**多くの補完企業が参加するグループ**と、**先細りグループ**に分かれ、ついには極少数のプラットフォーム企業に集約。

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。

# 「雇用の未来 (Future of Job)」に関する世界の論調 ;



**抜きん出た「アルゴリズム」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

## 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  
フラウンホーファーIAO(Arbeitswirtschaft und Organisation)研究所が中心

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

(\*)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、機械に代替可能か又は不可能か、1つずつ細かく追求した。→ 機械が人間を100%代替する職種は少ない。

例「売り子」; 客に笑顔で笑う。いらっしやいませという。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。という多くの作業から成り立っている。

# 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

## 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)ノ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)

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）



← ドイツ連邦政府 労働・社会省

# FORSCHUNGSBERICHT

## 455

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

- Endbericht -

Juni 2015

ISSN 0174-4992

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



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; 仕事と職業に関する研究所)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。

こうした課程を経て、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。

# 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%)

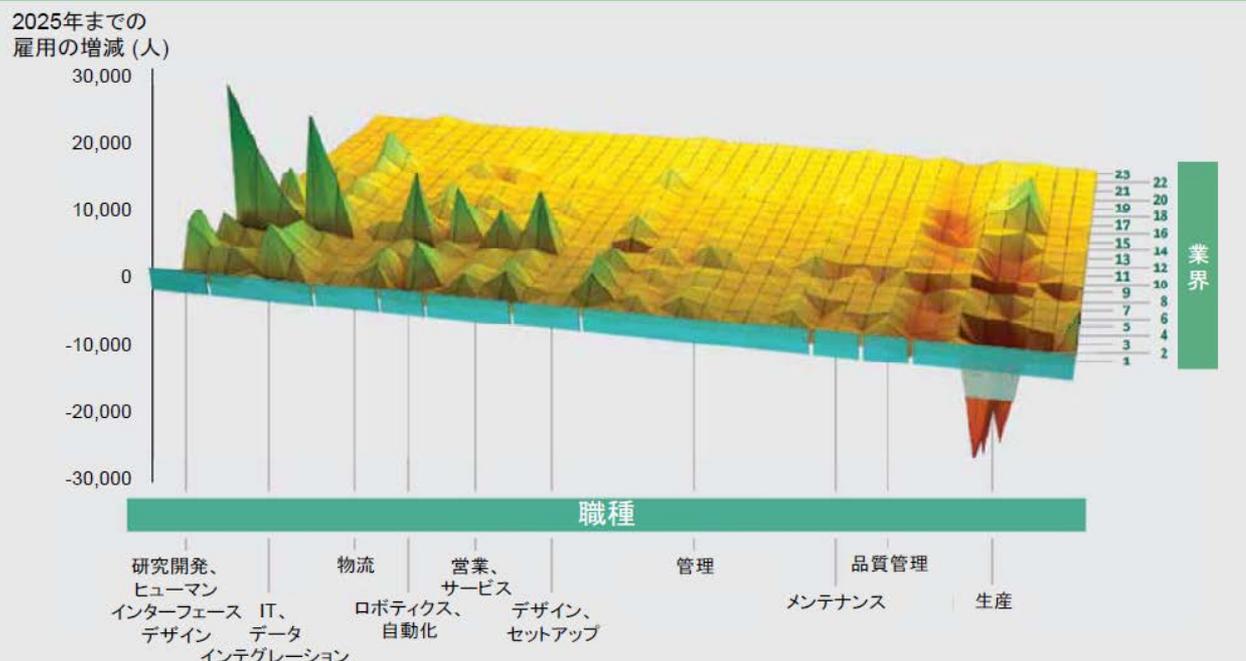


特に増減が大きい職種

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         |                 |

旧来の技術の下で  
働く作業員

新しい技術の下で  
働く作業員

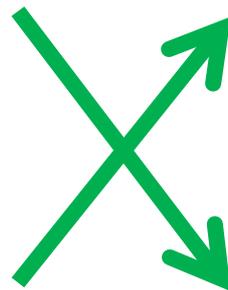
適  
応  
可  
能  
な  
作  
業  
員



不  
適  
者



職  
業  
訓  
練



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

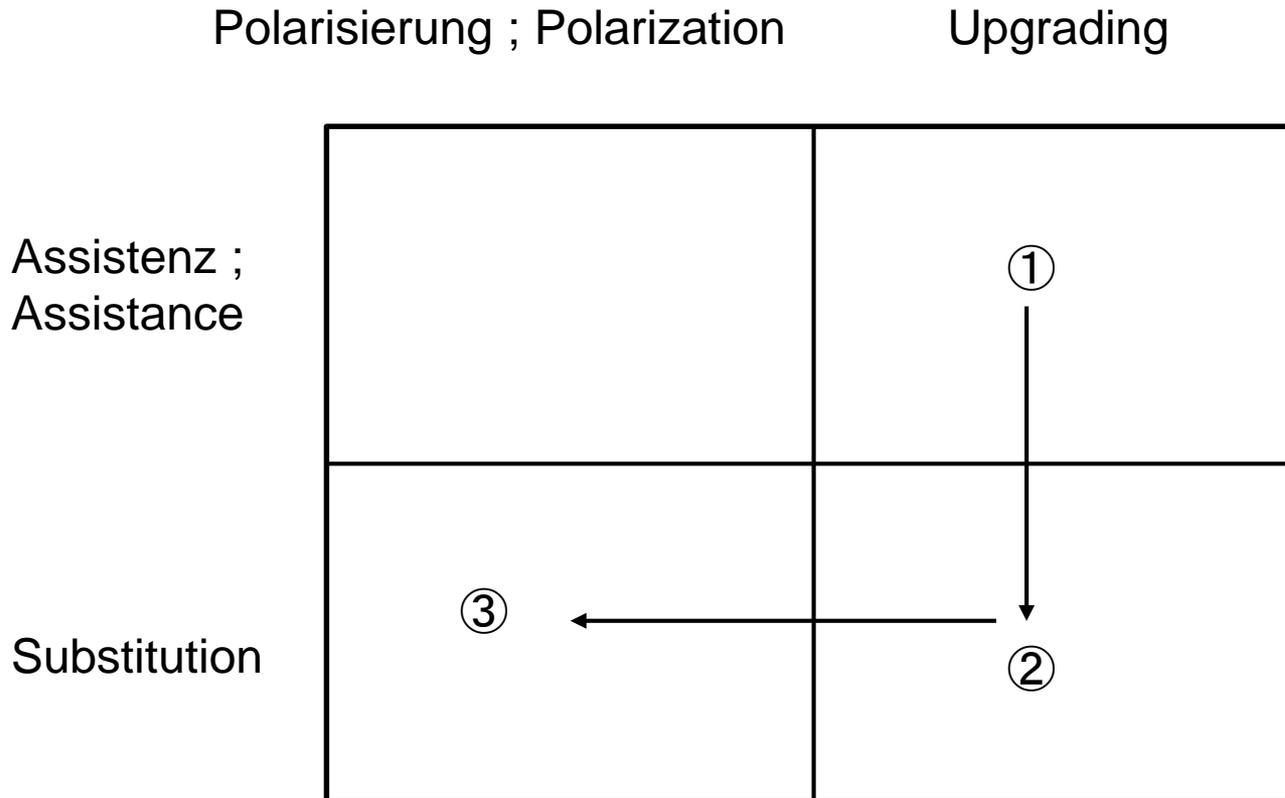
(\*) 将来のIoT/AI ビジネスモデルがほとんど見通せない

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



- 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

## 「雇用の未来(Future of Job)」に関する世界の論調（まとめ1）；

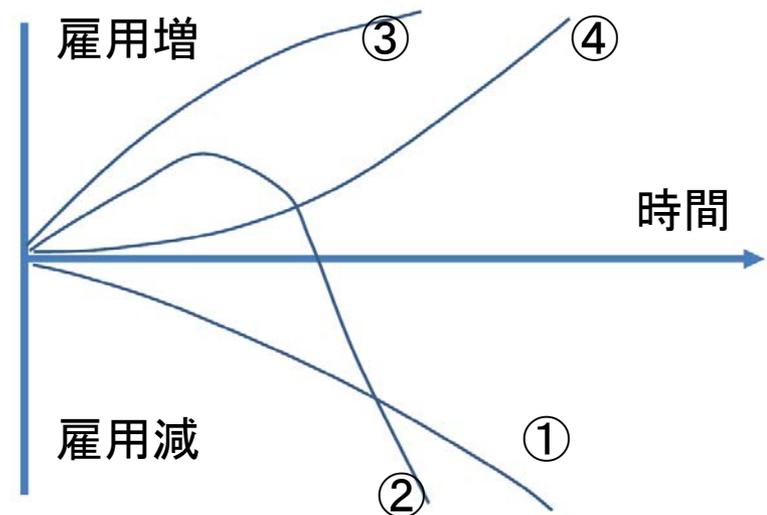
### 将来の推計値；

- ① スキル度が中レベル；ルーティン的な職は減少が継続（過去の傾向の延長）
- ② スキル度が低レベル；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  
→ ある時点で職が増加から減少に転じる
- ③ スキル度が高レベル；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



## 「雇用の未来(Future of Job)」に関する世界の論調（まとめ2）；

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技術リーダーの養成に注力  
例 デザイナー、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×)

ミュンヘン工科大学では、2016年、大学院に新しく「Data Engineering and Analytics」学科を発足（初年度学生15名）。



Fakultät für Informatik

Technische Universität München **TUM**

The faculty of computer science in numbers and facts 2016

## Informatics 2016

Facts and Figures – Studying at the Technical University of Munich's Department of Informatics



**TUM**

FACULTY OF EXCELLENCE

39 Professors



35 Male  
4 Female

6 Gottfried Wilhelm Leibniz Prize Winners  
2 IEEE Computer Pioneer Award Winners  
2 Alexander von Humboldt Professors

397 Research Assistants



335 Male  
62 Female

Close cooperation with industry

TOP RANKINGS

### Germany's Leading Department of Informatics

In the subject ranking for "computer science" the Shanghai Ranking and the QS World University Rankings by Subject have assessed the TUM Informatics as being the top Department of Informatics in Germany for several years now.

### Best Career Opportunities for TUM Graduates

In the worldwide "Global Employability University Ranking 2016" the TUM holds the 6th place as the only German university among the 25 worldwide leading universities, in the assessment of graduates by international enterprises.

### Studying in Munich

QS Best Student City Ranking 2016: in a worldwide comparison, Munich places 11th among the top study locations.



WIDE RANGE OF SUBJECTS

Program Freshmen **BACHELOR** **MASTER** Program Freshmen

Program Freshmen	BACHELOR	MASTER	Program Freshmen
	580	15	NEW: Data Engineering and Analytics
Informatics	179	401	Informatics
Informatics: Games Engineering	209	35	Informatics: Games Engineering
Information Systems	64	122	Information Systems
Bioinformatics		15	Bioinformatics
		15	Automotive Software Engineering
		36	Biomedical Computing
		72	Robotics, Cognition, Intelligence
		50	Computational Science and Engineering
		16	Informatics Part Time 50 % / 66 %
		38	Informatics International Co-Op Programs



> Department of Informatics > Current Students > Master's Programs > Data Engineering and Analytics



Fakultät für Informatik

Technische Universität München



## Master "Data Engineering and Analytics"

On these pages you will find information on the following topics:

### Curriculum

This page lists an example curriculum for a start in a winter-term.

### Compulsory Modules, Elective Modules and Support Elective Modules

Here you will find a list of the compulsory modules, elective compulsory modules, elective modules and support elective modules that you need to take (or that you may choose to take) according to the current FPSO.

### Examination Regulations:

This page has links to the General Academic and Examination Regulations at TUM (APSO) as well as the Academic and Examination Regulations of the Master "Data Engineering and Analytics" (FPSO)

### Contact:

Contact to the secretary of the examination committee, program coordination, contacts at the Infopoint, contacts with respect to the master's thesis as well as contacts to the course guidance

日本は、日本型雇用慣行を前提にした取り組みが必要。雇用慣行、雇用制度、雇用政策等は各国により大きく異なる。

フレイ&オズボーンの推計値を前提に、日本国内で政策の議論を進めれば、間違っ  
た結論を導き出す可能性あり。

## 1 ドイツ

ドイツにはマイスターを育成する職業訓練校が全国各地に整備。これまでも新技術  
が出現すれば、職業訓練校で再訓練を受け、新技術の下で働いてきた。だが日本では、  
ドイツのような職業訓練校がほとんどない。

## 2 アメリカ

就「職」する慣行が強い米国では、新技術が導入され、旧技術の下で働く「職」が不  
要になったとき、雇用者は解雇され、新技術を使える人を採用する可能性。技術進  
歩が余りに急であるため、そうした雇用慣行が、高学歴・低収入の若者を増加させ、  
経済格差を生み出す要因になっているとの指摘。

## 3 日本

日本では、就「社」する慣行が強いため、新技術が導入されても、企業の中で配置  
転換され、新しい職場で新しい仕事を覚えると言った雇用慣行が根付いている。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  
ではないだろうか。

## 日本における調査 ;

根拠のあること、事実関係をまず固めていくのが大事。IoT/AIが現場にどのような形で導入されつつあるか、1社ずつ訪問し、日本的な傾向を調査。  
日本ではIoT/AIが現場に本格的に導入され、実績が出ているところは十数社程度。

タイプ1) IoT/AI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

＝オムロン草津工場、三菱電機可児工場

タイプ2) 競争力強化を目的にIoT/AI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＝富士通島根工場、カブドットコム証券

しかも売り上げ増となったため雇用者数が増えたもの＝QBネット、三浦工業

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) 「UXデザイナー」「データサイエンティスト」といった高級専門技術職の養成を始めているもの＝オムロン、ケーザー社(独)、GE(米)

## 調査結果 ；

今の日本では、機械を人間に100%置き換えるというのではなく、人の仕事の一部の過重な労働部分を機械がサポートする、または人間の仕事を楽にするために、IoT/AIが現場に導入され、現場も歓迎するという形態で導入されている。

1990年代、日本は工場の機械化、自動化、省力化投資が盛ん。

今は、機械(人間)に得意な作業は機械(人間)に任せよう

→ ‘人と機械の調和’ と呼ばれている。

\* フラウンホーファーIAO研究所からのコメント ；

現場は少子高齢化であり、高齢者の作業員を支援すると現場には受け入れやすいからこそ、そこからスタートした。だが、いずれ競合相手との競争も厳しくなり、生産性を重視するようになれば、その先には人間の雇用が機械に置き換わるという状況は起こり得る。

いずれ、そういう時が来ることを念頭に、対策を行うことが必要。

## 5 おわりに

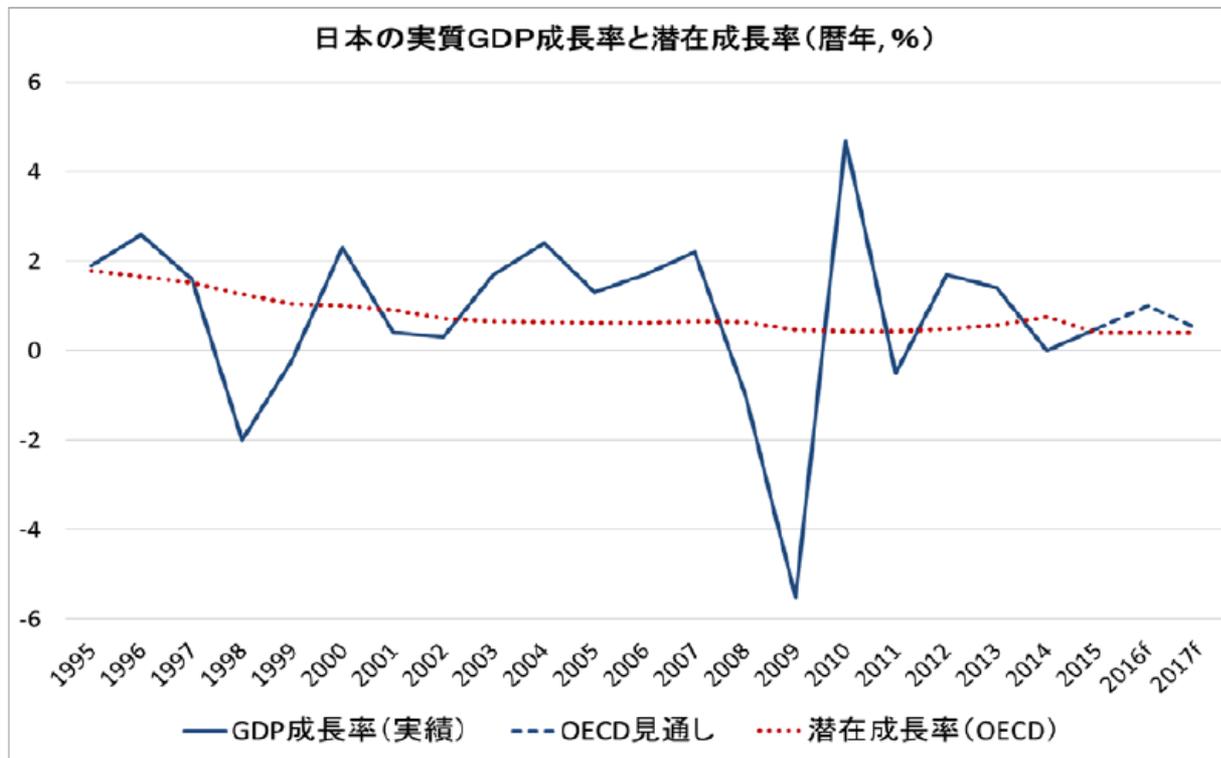
---



日本経済は、「長期停滞病」を発症； 需要が短期的にどのように振れようと、長期的には潜在成長率のトレンドに沿ってGDPは低下

本来は、需要を刺激すると、増えた需要に応じて供給も増加 → なぜなら、企業は増えた需要に応じて、自社の商品を買ってもらおうとして増産したり、新製品を開発して売り出す。だからこそ、これまで、どこの国でも、経済成長を促すため、財政金融政策を用いて需要を喚起して、供給力を増やし、経済成長を実現しようとしてきた。

今の「日本経済の構造問題」は、この現象が起きないこと。



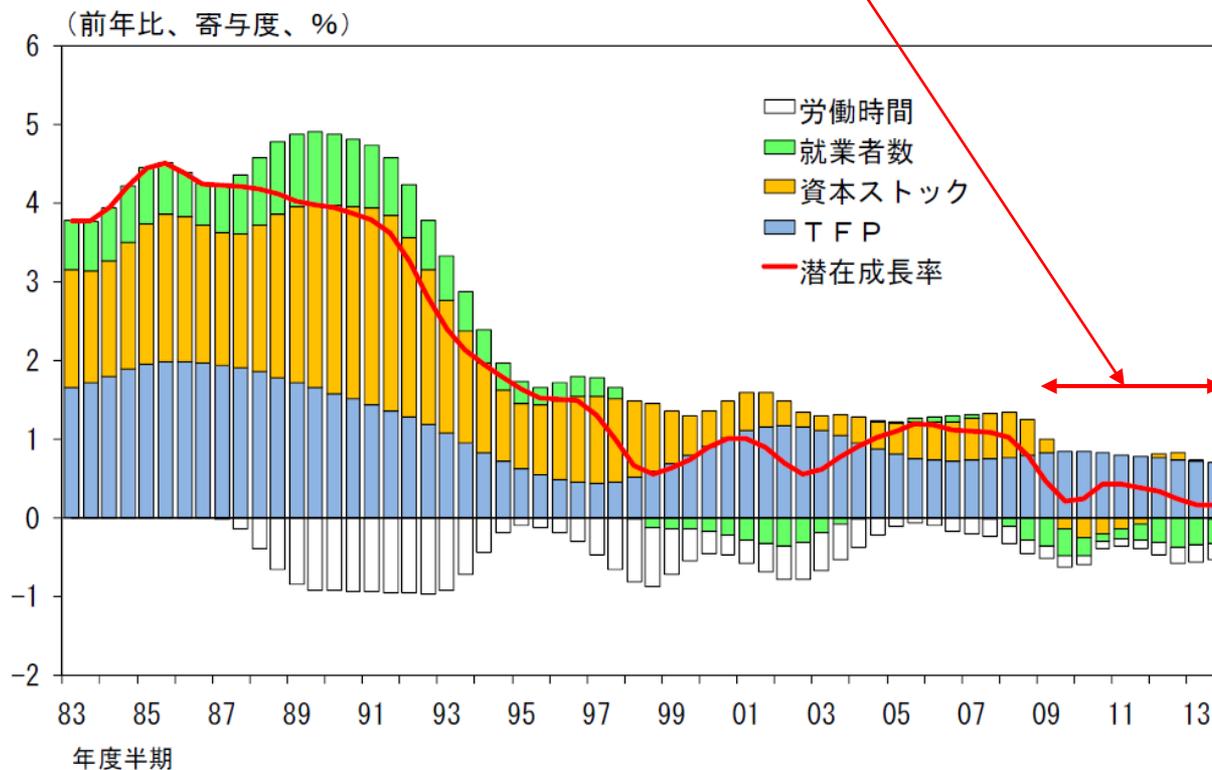
(出典) OECDデータは“Economic Survey of Japan 2015”及び“Economic Outlook”。

生産年齢人口が減少に転じた頃から、労働投入寄与度はマイナス

人口減少・少子高齢化が続く限り、労働投入寄与度マイナスは継続すると予想

投資寄与度が、2009年頃以降、ほとんどゼロ

日本は、「もっと投資を、もっとイノベーションを」→ 投資の仕方さえ間違わなければ、人口減少・少子高齢化の下であっても経済成長することは十分に可能



(注) 日本銀行調査統計局による推計値。2013年度下半期は、2013/4Qの値。  
(資料) 内閣府、日本銀行、総務省、厚生労働省、経済産業省等

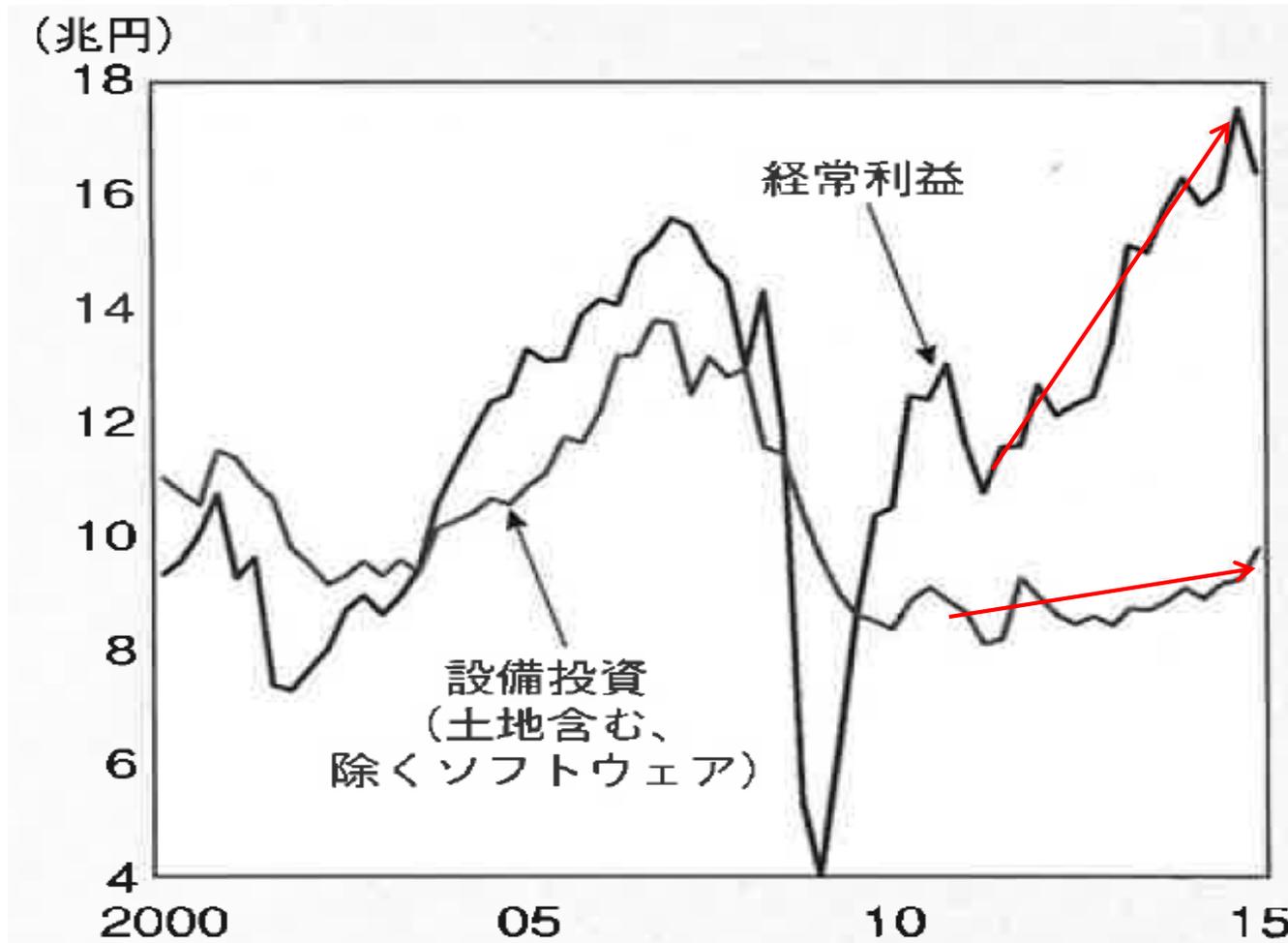
日銀の推計による直近の日本の潜在成長率

出典) 日本銀行総裁黒田東彦、2014年6月23日、経済同友会会員懇談会における講演

いまこそ、「失われた20年」ぶりに訪れた絶好のチャンス

旧アベノミクス第一、第二の矢で得られた内部留保という巨額の投資資金の存在

しかも「第4次産業革命」という絶好の投資分野

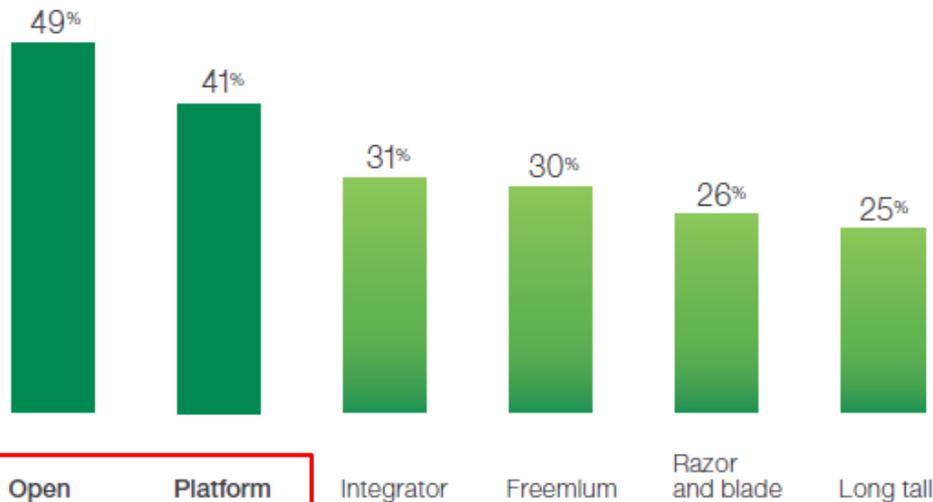


経常利益と設備投資

## IBM研究所調査 ;

- 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**
- 今後の最大の脅威 → **異業種からの競争者の新規参入**

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



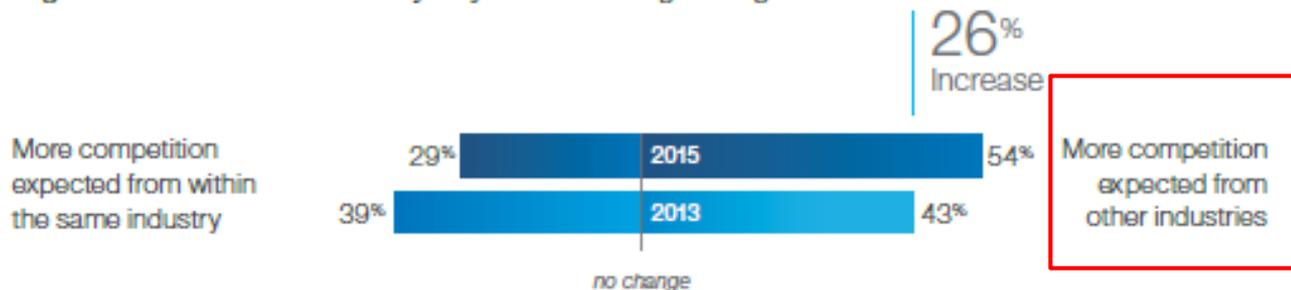
This report is IBM's second study of the entire C-suite and the eighteenth in the ongoing series of CxO studies developed by the IBM Institute for Business Value. We now have data from more than 28,000 interviews stretching back to 2003.

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

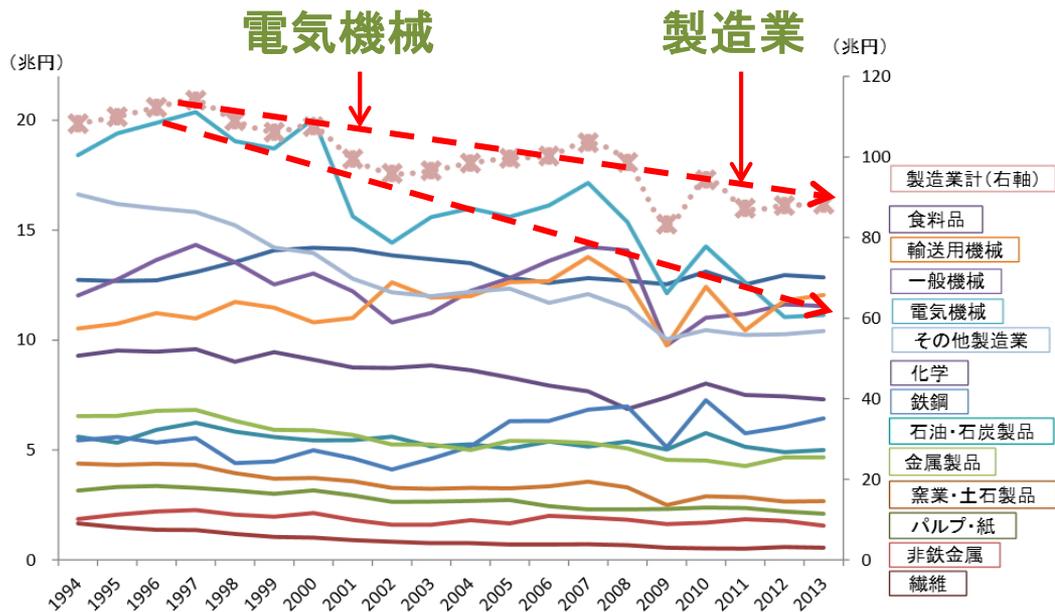
出典) Redefining Boundaries, IBM Institute for Business Value, November 2015

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



*"The biggest threat is new competitors that aren't yet classified as competitors."*

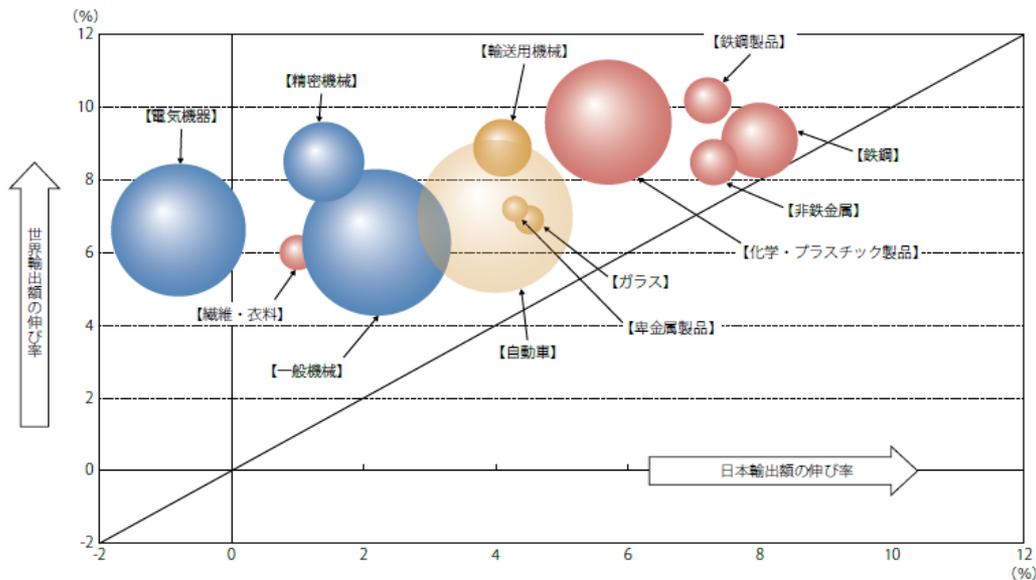
Piotr Ruszowski, CMO, Mondial Assistance, Poland



## 業種別GDPの推移

グローバル競争の中で日本の製造業のGDPは1997年の約114兆円をピークに減少続け、ここ数年は90兆円レベル。  
**2000年以降GDPが特に大きく落ちたのは「電気機械」。**  
**20兆円(1997年)から12兆円(2013年)へ**

資料：内閣府「国民経済計算確報」



## 世界と日本の主要業種別輸出の伸び率

日本は製造業の「輸出競争力」で世界の平均値にも達していない。  
 従来、日本が競争力が強いとされてきた品目でさえ世界の平均に負けている。

備考：1. 2000～2013年の世界の輸出額と日本の輸出額の前年比を幾何平均したもの。  
 2. バブルの大きさは2013年時点の日本の輸出額の大きさ。  
 資料：UNComtrade から作成。

**結語；**

**第4次産業革命は、日本にとって決してバラ色ではない。日本以外の国にとっても大きく飛躍するチャンスでもある。**

**世界中が、第4次産業革命という劇的変化のなかで勝ち残ろうと、必死で智慧を絞って投資競争している。**

**Reform（改革）とRevolution（革命）は違う。**

**外国が、第4次産業革命の波に乗って大きく羽ばたくなかで、日本のみが現状維持を続けていれば、世界との格差は益々広がるばかり。**

**日本は、危機感と覚悟を持って第4次産業革命に取り組まないと、グローバル競争から脱落するかもしれない。**

**ご静聴有り難うございました。**

\* 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。

