

# 国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau  
National Diet Library

論題 Title	AI等の技術の雇用への影響をめぐる議論
他言語論題 Title in other language	Discussions over Automation and Future of Employment
著者 / 所属 Author(s)	廣瀬 淳哉 (HIROSE Junya) / 国立国会図書館調査及び立法考査局 国会レファレンス課
雑誌名 Journal	レファレンス (The Reference)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
通号 Number	831
刊行日 Issue Date	2020-04-20
ページ Pages	39-62
ISSN	0034-2912
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	近年、AI等の技術発達とともに雇用への影響が懸念され、失業リスクについて様々な試算が発表されてきた。他方、新技術には新たな職業を生む効果もあり、労働者への教育や再分配が重要となる。

\* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

\* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

# AI等の技術の雇用への影響をめぐる議論

国立国会図書館 調査及び立法考査局  
国会レファレンス課 廣瀬 淳哉

## 目 次

はじめに

I 技術革新が雇用に与える影響

- 1 技術と雇用の変遷
- 2 次世代技術が雇用に与える影響

II 主な報告書と系譜

- 1 報告書の類型と傾向
- 2 各報告書の比較

III 日本への示唆と今後に向けた展望

- 1 各種試算から得られる示唆
- 2 雇用創出と労働移動

おわりに

補論：フレイ&オズボーン「雇用の未来」の試算手法の概要

- 1 試算方法
- 2 試算結果

別表 次世代技術の雇用代替リスクを推計している主な報告書等

キーワード：自動化、雇用、失業、技術、第4次産業革命、人工知能、ロボット、AI、IoT

## 要 旨

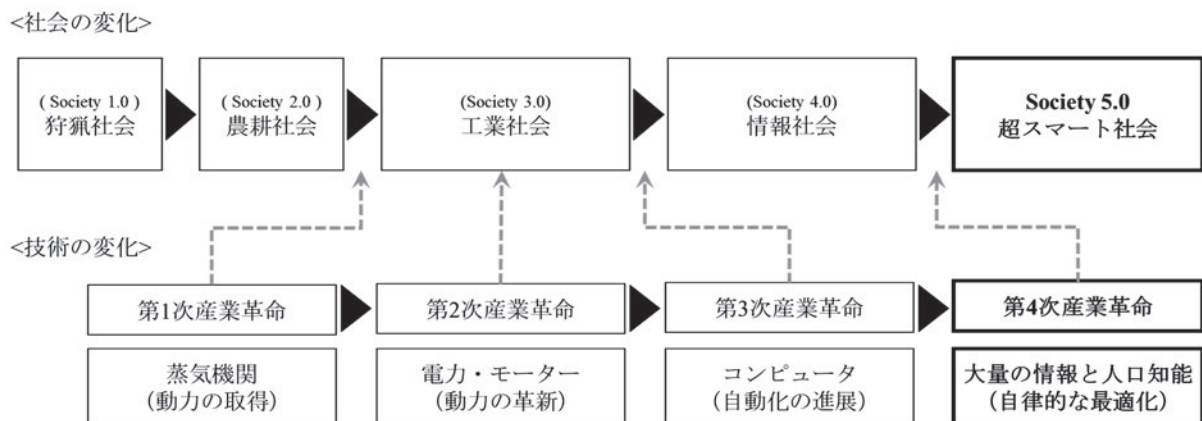
- ① 近年、情報通信技術（ICT）の発達は目覚ましく、人工知能やロボットなどの新たな技術も台頭してきた。こうした革新的な次世代技術による大きな社会変化は、一般に「第4次産業革命」と呼ばれる。次世代技術は現在人間が行っている労働の多くを代替する可能性があり、雇用への悪影響を懸念する声がある。
- ② 雇用代替リスクについては、2013年、英国のオックスフォード大学の研究者が報告書の中で、米国の現労働者の47%は、今後10～20年の間に次世代技術に代替されるリスクが高い群に属しているとの試算を発表している。技術に代替され得る労働者の割合が具体的な数値で示されたことやその値が大きかったこと等から議論が活性化し、その後様々な試算が発表されてきた。
- ③ オックスフォード大学の研究者による試算は、労働が技術に代替される可能性を職業別に推計した結果であるが、職業を構成するタスク（業務）を考慮していないため過大評価であるとの見方もある。タスクを考慮して試算を行ったOECDの報告書では、代替リスクの高い労働者の割合はOECD諸国の平均で14%であると見積もられている。
- ④ 試算を行った報告書の間には、代替リスクの高い労働者の割合については相違があるが、その値の大小にかかわらず、各職業において今日労働者が行っているタスクの数割程度は次世代技術に代替されると見込まれており、第4次産業革命の労働者への影響が大きいという点では共通する部分がある。
- ⑤ 他方、過去において、技術革新は新たな職業や業務を生み出し、雇用創出をもたらしてきており、将来にもその可能性がある。したがって、むしろ普遍的な懸案事項は雇用喪失ではなく、転職を含む労働者の移動である。労働移動は労働者に大きな負担となるため、将来に向けて、これを支援するための教育・訓練、再分配、人材育成等の環境整備が重要である。

## はじめに

近年、情報通信技術（Information and Communication Technology. 以下「ICT」）の発達は目覚ましく、スマートフォン等の移動端末の世界的な普及に加え、モノのインターネット（Internet of Things. 以下「IoT」）、人工知能（Artificial Intelligence. 以下「AI」）、ロボットなどの技術も実用ベースで進展している<sup>(1)</sup>。このような次世代技術による社会の変革は「第4次産業革命」と呼ばれ、旧来の社会システムを大きく変化させる可能性が高い<sup>(2)</sup>ことから、世界各国で関心が高い。

日本においても、政府の成長戦略である「未来投資戦略 2017」の中で、日本経済の中長期的な成長のためには、第4次産業革命のイノベーションを導入した社会 Society 5.0（図1）の実現が鍵であることが記されている<sup>(3)</sup>。第4次産業革命を特徴付ける技術は多岐にわたるが、経済産業省は、Society 5.0に重要な技術として特にIoT、AI、ロボットを挙げている<sup>(4)</sup>。また国会審議においても、生産性、産業構造の転換、労働法制、人材育成を始め様々なテーマで次世代技術とその影響に関する議論が行われてきた<sup>(5)</sup>。

図1 社会と技術の変遷



（出典）産業構造審議会新産業構造部会事務局「新産業構造ビジョン」2017.5.30, p.4. 経済産業省ウェブサイト <<http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530007/20170530007-2.pdf>> を基に筆者作成。

\* 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2020年3月18日である。

- (1) 技術の雇用への影響を論じた各種研究ではIoT、AI、ロボット等の次世代技術を個々に区別せず、自動化（オートメーション）という概念で包括的に扱っている場合がほとんどである（岩本晃一・田上悠太「人工知能AI等が雇用に与える影響—日本の実態—」『RIETI Policy Discussion Paper Series』18-P-009, 2018.5, p.2. <<https://www.rieti.go.jp/publications/pdp/18p009.pdf>>）。本稿でもこれらを特に区別していない。
- (2) クラウス・シュワブ（世界経済フォーラム訳）『第四次産業革命—ダボス会議が予測する未来—』日本経済新聞出版社, 2016, p.9.（原書名: Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, 2016.）
- (3) 「未来投資戦略 2017—Society5.0の実現に向けた改革—」（平成29年6月9日閣議決定）p.1. 首相官邸ウェブサイト <[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017\\_t.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_t.pdf)>
- (4) 産業構造審議会新産業構造部会事務局「新産業構造ビジョン」2017.5.30, p.3. 経済産業省ウェブサイト <<http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530007/20170530007-2.pdf>>
- (5) 例えば、産業構造の転換については、第195回国会衆議院経済産業委員会議録第2号 平成29年12月1日 p.18、雇用政策や労働法制については、第195回国会参議院会議録第4号 平成29年11月21日 pp.3, 7、AI人材の育成については、第198回国会衆議院科学技術・イノベーション推進特別委員会議録第4号 令和元年6月4日 p.18等で議論されている。

一般に革新的な技術は、生産性の向上や新たな産業の創出等のメリットをもたらす反面、既存産業の一部を衰退させ労働者を失業させる（技術的失業）というデメリットを併せ持つ。特に次世代技術は汎用性が高いことから、従来型のホワイトカラーの仕事（事務のバックオフィス業務等）を含め<sup>(6)</sup>、広範かつ大量の失業を引き起こす可能性<sup>(7)</sup>が指摘されている<sup>(8)</sup>。

現在、日本ではこのような大規模な失業は出現していないが、例えば、メガバンクが事務処理の自動化とそれに伴う大幅な人員削減を発表した<sup>(9)</sup>ことは、その兆しの一つと見られる（表1）。また、自動運転車の走行実験の実施<sup>(10)</sup>や、自治体の事務作業におけるAIの導入<sup>(11)</sup>等に見られるように、幾つかの次世代技術は既に実用可能な局面に入っており、今後急速に労働の技術代替が進む可能性がある。

表1 自動システム化等による大手銀行グループの人員削減計画

企業名	三菱UFJ フィナンシャル・グループ	三井住友 フィナンシャルグループ	みずほ フィナンシャルグループ
人員削減の概要	2023年度末までに銀行部門の業務量の30%（9,500人分相当）削減、6,000名程度の人員減少	2019年度末までに5,000人分相当の業務量削減、4,000名程度の人員減少	2026年度末までに19,000名の人員減少
従業員数	約120,000名	約87,000名	約59,000名

（注）上記の人員削減の数値には、業務自動化のほか支店統合による人員削減効果等も含まれる。従業員数については各社の2019年度版有価証券報告書を参照した。

（出典）三菱UFJフィナンシャル・グループ「2018年度中間決算説明会」2018.11.16, pp.32, 50. <[https://www.mufg.jp/dam/ir/presentation/2018/pdf/slides1809\\_ja.pdf](https://www.mufg.jp/dam/ir/presentation/2018/pdf/slides1809_ja.pdf)>; 三井住友フィナンシャルグループ「2018年度決算 投資家説明会」2019.5.17, pp.27-28. <[https://www.smfg.co.jp/investor/financial/latest\\_statement/2019\\_3/h3103\\_setumei.pdf](https://www.smfg.co.jp/investor/financial/latest_statement/2019_3/h3103_setumei.pdf)>; みずほフィナンシャルグループ「2017年度中間期決算 会社説明会」2017.11.20, p.19. <[https://www.mizuho-fg.co.jp/investors/ir/briefing/pdf/20171120\\_1.pdf](https://www.mizuho-fg.co.jp/investors/ir/briefing/pdf/20171120_1.pdf)> を基に筆者作成。

このような第4次産業革命の特色を踏まえて、雇用への影響を懸念する識者は多く、これまで多くの論考が発表されてきた。特に、2013年に英国のオックスフォード大学のカール・ベネディクト・フレイ（Carl Benedikt Frey）博士とマイケル・A・オズボーン（Michael A. Osborne）准教授は、「雇用の未来」<sup>(12)</sup>という論文の中で、米国の労働者の47%は次世代技術に代替されるリスクが高い群に属するとの試算を提示し注目を集めた。これ以降、雇用リスクの将来予測について議論が活性化し、様々な試算が発表されている。

(6) 産業構造審議会新産業構造部会事務局 前掲注(4), p.14.

(7) 世界経済フォーラムの2015年の報告書は、近い将来起こる21項目の技術変化による影響や発現時期をまとめているが、21項目中8項目で起こり得るデメリットとして失業を挙げている（World Economic Forum, *Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact*, 2015, pp.16, 19-23, 27, 30. <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf)>）。

(8) シュワブ 前掲注(2), pp.18-19, 55; 山本勲『労働経済学で考える人工知能と雇用』三菱経済研究所, 2017, p.24.

(9) 「メガバンク：合理化加速 業務・店舗、削減計画上積み「自動化」導入順調で」『毎日新聞』2019.5.24, p.7.

(10) 国土交通省自動車局技術政策課 蛭原勇紀「自動運転の実現に向けた取り組み」2018.1, p.11. <<http://www.mlit.go.jp/common/001219253.pdf>>

(11) 『地方自治体におけるAI・ロボティクスの活用事例』（地方自治体における業務プロセス・システムの標準化及びAI・ロボティクスの活用に関する研究会（スマート自治体研究会）（第9回）参考資料1）2019.3.5. 総務省ウェブサイト <[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000604630.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000604630.pdf)>

(12) Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)> なお、この論文は当初インターネット上で発表されたが、その後査読を受け、2017年に *Technological Forecasting and Social Change* に掲載された。

本稿では、2020年現在、次世代技術の雇用への影響について試算を行っている主な報告書を抽出し、主張・論点を整理する。構成は、次のとおりである。

最初に、過去の産業革命が雇用に与えた影響について概観した上で、この度の第4次産業革命の特徴について触れる（I章）。次に、2013年の「雇用の未来」以降に発表された主な試算を取り上げ、相違点や類似点を整理する（II章）。最後に、各種の分析から得られる示唆や今後の政策的含意について述べる（III章）。

## I 技術革新が雇用に与える影響

### 1 技術と雇用の変遷

まず、技術と雇用の関係について、過去の産業革命（表2）の動向を簡単に概観する。

英国で産業革命が興った18世紀以降、技術革新が雇用に与える影響は社会的な関心事であり、悲観論（省力化による失業の増加）<sup>(13)</sup>、楽観論（実所得の上昇や新産業による雇用の増加）<sup>(14)</sup>ともに多くの見解が示されてきた。結果的には、技術革新によって新産業が興り、労働者は新しい職業に適応したことが知られている<sup>(15)</sup>（一例として、図2のように第2次産業革命期前後の英米の産業別労働人口を見ると、農業から製造業や商業へ比重が移動している。）。

社会全体として労働者を吸収しながら成長できた理由は、技術進歩が省力化を促すだけでなく、新規分野の雇用を創出し、生産性を向上させ、実質所得を増加させてきたからである<sup>(16)</sup>。過去に鑑みれば、各産業革命期を経て機械化による労働需要の減退が起こると同時に、新たな産業や職業が生まれ<sup>(17)</sup>、人間に比較優位のある職務や、機械との補完性が高い職務の労働需要が増加してきた。例えば、第1次産業革命期の英国では機械制工業が進展し、家内制手工業に従事してきた職人たちが機械によって代替される一方、機械製造や製鉄等の新たな産業が興り、雇用が生まれ、農村から多くの労働者が流入した<sup>(18)</sup>。また20世紀後半の米国ではATMの普及によって銀行の窓口業務が大幅に省力化されたが、窓口では顧客への融資相談等の新たな業務を行うようになり、窓口係員の数は減少しなかったとされる<sup>(19)</sup>。

(13) 悲観論では、例えばケインズは、技術進歩が急速であれば、省力化技術の発見の速度が余剰労働力の活用方法を発見する速度を上回るため、社会は技術的失業に苦しむことになる」と述べている。ジョン・メイナード・ケインズ（宮崎義一訳）『ケインズ全集 第9巻 説得論集』東洋経済新報社、1981、p.392。（原書名：The Collected Writings of John Maynard Keynes, Volume IX, Essays in Persuasion, 1972.）

(14) 楽観論では、英国の産業革命を肯定的に捉えたJ.H.クラバムの『近代イギリス経済史』が著名である（John H. Clapham, *An Economic History of Modern Britain, 1926-1938.*）。

(15) ジャン・ティロール（村井章子訳）『良き社会のための経済学』日本経済新聞出版社、2018、p.470。（原書名：Jean Tirole, *Économie du bien commun, 2016.*）

(16) Richard M. Cyert and David C. Mowery, *Technology and Employment: Innovation and Growth in the U.S. Economy*, Washington, D.C.: National Academies Press, 1987, pp.1-2, 177. <<https://www.nap.edu/catalog/1004/technology-and-employment-innovation-and-growth-in-the-us-economy>>

(17) 例えば米国フィラデルフィア連邦準備銀行のエコノミストの研究によれば、米国の新産業の雇用者割合（10年前には存在しなかった職業に就いている労働者の割合）は、1980年で8.5%、1990年で8.2%、2000年で4.4%、と試算されている（Jeffrey Lin, “Technological Adaptation, Cities, and New Work,” *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper*, No.09-17, 2009.7.28, p.31.）。

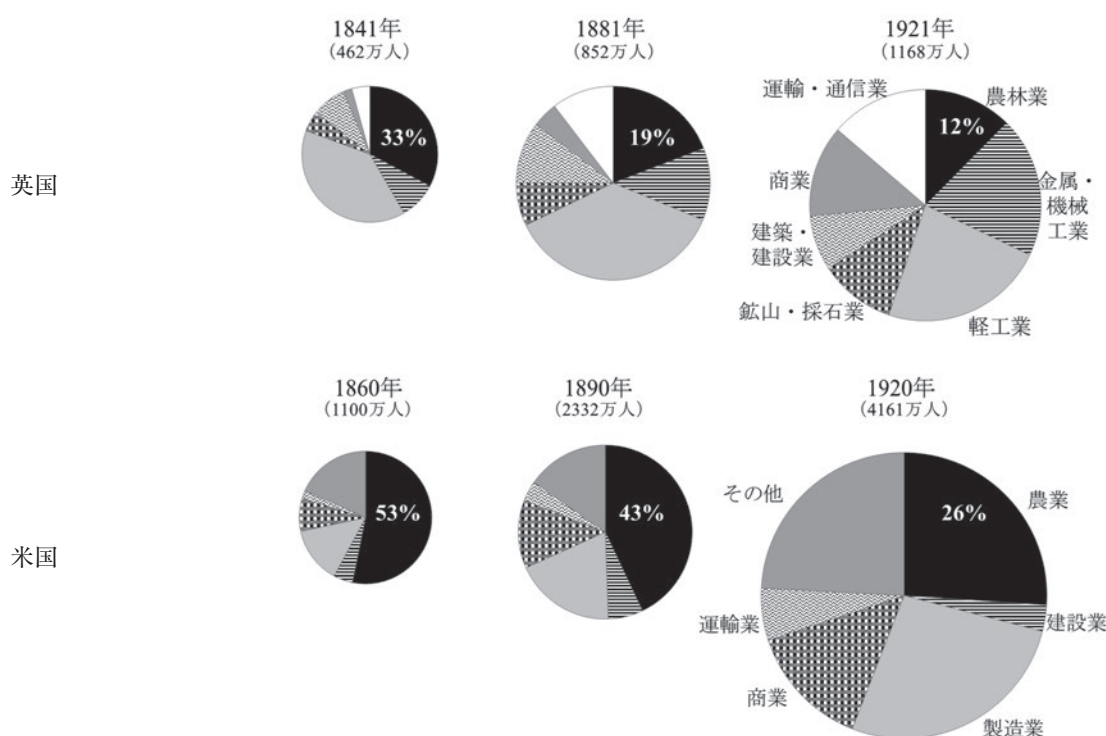
(18) 仲琦「第4次産業革命と働き方の未来」『Business Labor Trend』2017.8-9, p.40. <<https://www.jil.go.jp/kokunai/blt/backnumber/2017/0809/034-045.pdf>>

表2 各産業革命の概要

名称	開始時期	中核技術・動力	主導産業
第1次産業革命	18世紀後半～19世紀前半	蒸気、石炭	鉄工、消費財
第2次産業革命	19世紀後半	電気、石油	重化学、耐久消費財
第3次産業革命	20世紀後半	IT	電子製品
第4次産業革命	21世紀	AI、ロボット、IoT等	-

(出典) 三菱総合研究所『第4次産業革命における産業構造分析とIoT・AI等の進展に係る現状及び課題に関する調査研究報告書』2017, pp.6-7. 総務省ウェブサイト <[http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h29\\_03\\_houkoku.pdf](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h29_03_houkoku.pdf)>; 公文俊平ほか「産業化の変遷と課題」『プラットフォーム化の21世紀と新文明への兆し』(NIRA研究報告書) 総合研究開発機構, 2015, pp.55-66; Chris Freeman and Luc Soete, *The Economics of Industrial Innovation*, third edition, New York: M.I.T. Press, 1997, p.19を基に筆者作成。

図2 第2次産業革命期の英米の産業別労働人口の推移



(注) 各国の円の面積は労働人口に相対的に比例している。  
 (出典) 英国：菊池光造「十九世紀後半イギリスにおける労働者状態」『経済論叢』120(1-2), 1977.7-8, p.9. <[https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/133707/1/eca1201-2\\_001.pdf](https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/133707/1/eca1201-2_001.pdf)>; 米国：Stanley Lebergott, “Labor Force and Employment, 1800-1960,” Dorothy S. Brady, ed., *Output, Employment, and Productivity in the United States after 1800*, NBER, 1966, p.118 (TABLE 1). <<https://www.nber.org/chapters/c1567.pdf>> を基に筆者作成。

## 2 次世代技術が雇用に与える影響

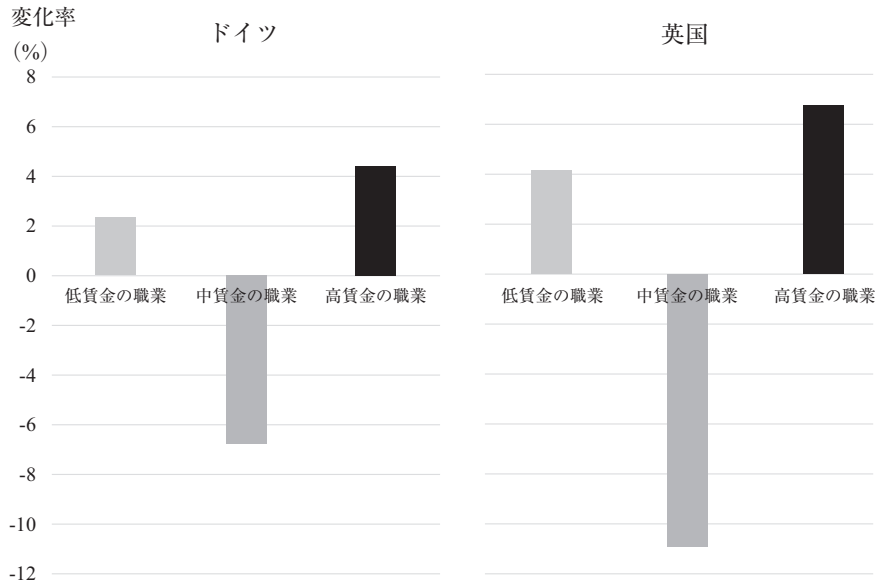
しかし、近年、先進国を中心に雇用拡大を伴わない景気回復である「雇用なき回復」<sup>(20)</sup>や、賃

(19) 20世紀後半、米国の銀行ではATMの設置台数が10万台(1995年)から40万台(2010年)に増加したが、銀行の窓口係員の数は減少しなかった(50万人(1980年)→55万人(2010年))。その理由として、ATM導入によって銀行の支店運営費が抑制され、支店数が増加したこと、窓口係員が金銭関係の単純な事務から解放され、顧客への営業活動(クレジットカード、ローン、投資商品)を行えるようになったこと等がある(David H. Autor, “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation,” *Journal of Economic Perspectives*, volume 29 number 3, 2015.9, pp.6-7. <<https://economics.mit.edu/files/11563>>).

(20) ジョブレス・リカバリーと呼ばれる。厳密には、景気回復が進んでもGDPの回復ほどには雇用が回復しないことを指す。

金水準の高い層と低い層の雇用が増加し中間層の雇用が減少する「労働市場の二極化」<sup>(21)</sup>といった現象が見られる(図3)。技術進歩による雇用減少効果が大きくなる半面、削減された雇用に見合う新たな労働需要、特に高い所得の労働需要が起きにくくなっている<sup>(22)</sup>。そして、その大きな原因として、ICT等によるオートメーション(自動化)の影響が指摘されている<sup>(23)</sup>。

図3 賃金区分別の労働シェアの変化率(1993~2010年)(ドイツ、英国)



(出典) Maarten Goos et al., “Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring,” *American Economic Review*, 104(8), 2014.8, p.2515 (Table 2) を基に筆者作成。

20世紀後半の第3次産業革命の時代の労働市場の二極化の背景やメカニズムについては、先行研究で説明が試みられてきた。例えば、米国マサチューセッツ工科大学教授のデイビッド・オーター(David Autor)らによれば、20世紀後半に普及したコンピュータは、定型的な業務(事務や工場ライン作業等)を代替・省力化する一方、高度な知識やコミュニケーションを要する非定型的な業務(調査研究や営業販売等)を補完すると述べている(表3)<sup>(24)</sup>。また、賃金と技術の関係については、20世紀の技術進歩が、相対的に高いスキルを持つ熟練労働者の実質賃金を高める一方、低いスキルしか持たない非熟練労働者の実質賃金を下落させた<sup>(25)</sup>との指

(21) 高いスキルを要する高賃金労働(専門家や管理者等)への需要及びそうしたスキルが求められない低賃金労働(小売・飲食業の接客や介護等)への需要が増加する反面、その中間にある労働(事務、製造等)への需要が減少する現象のこと。米国とEUでは過去20年間、ほぼ全業種でこの現象が続いており、特に製造業や金融業で二極化が顕著である。要因として、主にIT分野の技術革新(高いスキルを要する労働の需要が増加する)と、脱工業化による産業構造の変化(中間的なスキルを求められる製造業の労働需要が減少し雇用の重心がサービス業に移る。)が挙げられる(OECD, *Employment Outlook 2017*, Paris: OECD Publishing, 2017, pp.86, 94, 95, 113.)。

(22) *ibid.*, pp.10, 18, 20によれば、OECD諸国では雇用自体は改善しているが、中程度の技能を要する雇用が占める割合は下がっている。この現象の1/3は、失業した工場労働者が、低賃金のサービス部門の仕事に就かざるを得ないことに起因する。

(23) Nir Jaimovich and Henry E. Siu, “The trend is the cycle: Job polarization and jobless recoveries,” *NBER working paper series*, No.18334, 2012.8, pp.2-3. <<https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/conferences/annual/Jaimovich.pdf>>; Frey and Osborne, *op.cit.*(12), p.2.

(24) David H. Autor et al., “The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration,” *The Quarterly Journal of Economics*, vol.118 issue 4, 2003.11, pp.1279-1333. <<https://economics.mit.edu/files/581>>

(25) この現象は一般にスキル偏向型技術進歩と呼ばれる。この下では、技術は高スキルの労働者を補完し、生産性を高める方向に作用する。



摘<sup>(26)</sup>や、ICTに代替される定型的な業務から労働者が締め出され、限られた分野の非熟練・非定型業務に押し寄せることで、非熟練労働者全体の賃金が下落する可能性への指摘<sup>(27)</sup>がある。

表3 業務分類と機械化の影響

	定型	ICT等の影響	非定型	ICT等の影響
知的業務	所与の規準の正確な達成が求められる事務的業務 (例：一般事務、会計事務、検査)	代替	高度な知識や対人コミュニケーションを用いて価値を創造する業務 (例：調査研究、設計、教育、営業)	補完
身体業務	所与の規準の正確な達成が求められる身体的業務 (例：農林水産業、製造業)	代替	状況に応じて個別に柔軟な対応が求められる身体的作業 (例：サービス、警備、運輸)	影響は限定的

(出典) David H. Autor et al., “The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration,” *The Quarterly Journal of Economics*, vol.118 issue 4, 2003.11, p.1286. <<https://economics.mit.edu/files/581>>; 池永肇恵「労働市場の二極化—ITの導入と業務内容の変化について—」『日本労働研究雑誌』584号, 2009.2・3, p.79; 山本勲『労働経済学で考える人工知能と雇用』三菱経済研究所, 2017, p.18を基に筆者作成。

さらに今後、第4次産業革命が進展し、AI、ロボット、IoT等次世代技術の急速な発達・普及が見込まれている。こうした技術によって定型的な業務の代替が一層進行するだけでなく、代替の範囲が非定型的な業務にも及ぶ可能性がある<sup>(28)</sup>ことから、雇用への影響に関する議論が近年活性化してきた。過去の産業革命時と同様に楽観論と悲観論が併存している<sup>(29)</sup>が、既存の研究は過去の統計から実績を分析・評価したものや理論モデルを用いたもの等がほとんどであり<sup>(30)</sup>、雇用の将来像を量的に予測するものは少なかった。

そのような中で、2013年に発表された「雇用の未来」は、米国の労働者の47%は次世代技術に代替されるリスクが高い群に属するとの結果を示した。この論文は、米国の労働人口のほぼ全てを網羅する702の職業の各々について次世代技術に取って代わられる確率を数値で示したこと等から注目を集め、次世代技術による雇用代替効果を量的に議論する先駆けとなった（「雇用の未来」については次項及び補論参照）。

(26) Daron Acemoglu, “Technical Change, Inequality, and the Labor Market,” *Journal of Economic Literature*, Vol.40 No.1, 2002.3, pp.7-72. <<https://economics.mit.edu/files/4124>>; 櫻井宏二郎「技術進歩と人的資本—スキル偏向的技術進歩の実証分析—」『経済経営研究』25巻1号, 2004.5, pp.1-66.

(27) Daron Acemoglu and Pascual Restrepo, “Artificial Intelligence, Automation, and Work,” *NBER Working Paper Series*, No. 24196, 2018.1, p.27. <<https://www.nber.org/papers/w24196.pdf>>; 池永肇恵「日本における労働市場の二極化と非定型・低スキル就業の需要について」『日本労働研究雑誌』608号, 2011.2・3, p.83.

(28) 野村総合研究所『ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究報告書』2016.3, p.1. 総務省ウェブサイト <[http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h28\\_03\\_houkoku.pdf](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h28_03_houkoku.pdf)>

(29) 経済産業省経済産業政策局「第4次産業革命への対応の方向性—領域横断型の検討課題：人材・教育—」（第5回産業構造審議会新産業構造部会 資料4-2）2016.1, p.15. <[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo\\_kozo/pdf/005\\_04\\_02.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo_kozo/pdf/005_04_02.pdf)>

(30) 技術進歩と失業の関係について、過去の統計を用いて評価したものやモデル化したものとして、例えば、次のものがある。J. Fagerberg et al., “Technology, growth and unemployment across European regions,” *Regional Studies*, vol.31 issue 5, 1997, pp.457-466; Daron Acemoglu and Pascual Restrepo, “The Race Between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment,” *NBER Working Paper Series*, No. 22252, 2016.5. <<https://www.nber.org/papers/w22252.pdf>>

## II 主な報告書と系譜

### 1 報告書の類型と傾向

「雇用の未来」が発表された2013年以降、第4次産業革命による技術的失業を量的に予測した試算が官民を問わず様々な機関から発表された（主な報告書を本稿末尾の別表にまとめる）。日本でも2015年頃から各省庁でAIやロボットに関する会議体や分科会が設置されている。

雇用への影響を試算した報告書をその手法で分類すると、(a) 職業単位の試算（例：「雇用の未来」）、(b) タスク単位の試算（例：OECD）、(c) アンケート調査等その他独自の手法による試算（例：世界経済フォーラム）等のタイプがある（表4）。

以下では、AI等の次世代技術に代替されるリスクを「代替リスク」と呼ぶこととし、当該リスクの高い<sup>(31)</sup>職業や労働者に注目しながら、各試算の概略を述べる。

表4 主な報告書の類型と例

	(a) 職業単位の試算	(b) タスク単位の試算	(c) その他独自の手法による試算
	▼	▼	▼
代表的な報告書 (著者、タイトル)	Frey and Osborne <i>The Future of Employment</i> (フレイ & オズボーン 『雇用の未来』)	OECD <i>Automation, skills use and training</i>	World Economic Forum <i>The Future of Jobs Report 2018</i> (世界経済フォーラム 『仕事の未来2018』)
発表年	2013年	2018年	2018年
概要	米国の全労働者の47%は、代替リスクの高い職業に就いている。	代替リスクの高い労働者の割合はOECD平均で14%程度である。	2022年までに1億3300万の新しい仕事が生み出され、7500万の仕事が消滅する。
代替リスクの高い労働者の割合	47%	14%	該当する記述なし
代替リスクの高い職業	サービス業、販売関連、オフィス補助	農業、飲食業、運輸業、製造業	組立工、会計士、弁護士、窓口販売員、運転手
新規雇用創出の推計	含まない	含まない	含む
実現の時期	10～20年	該当する記述なし	2022年
調査対象	米国	OECD加盟国中の32か国	世界
試算の方法	職業単位でリスクを試算	職業を構成するタスクの観点からリスクを試算	各国企業へのアンケート調査を基に試算

(出典) Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)>; Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini, *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No.202), OECD Publishing, 2018, p.49. <<https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/2e2f4eea-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F2e2f4eea-en&mimeType=pdf>>; World Economic Forum, *The Future of Jobs Report 2018*, 2018, pp.8-9. <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf)> を基に筆者作成。

#### (a) 職業単位の試算

職業単位の試算は、代替リスクの値が各々の職業ごとに（職業を最小単位として）決まると想

(31) Frey and Osborne, *op.cit.*(12)では代替リスク値70%以上を代替リスクが高いと定義しており、他の後続の試算もこの定義を踏襲している。しかし、この70%という値の設定に明確な論拠は無い。

定し、統計分類上の数百の職業について、その値を算出したものである。

「雇用の未来」はこれに該当する。このほか、「雇用の未来」の著者の監修の下で作成された野村総合研究所の報告書<sup>(32)</sup>（対象：日本）や会計事務所デロイトの報告書<sup>(33)</sup>（対象：英国）、「雇用の未来」の試算を援用した世界銀行の世界開発報告<sup>(34)</sup>やILOのワーキングペーパー<sup>(35)</sup>等がある<sup>(36)</sup>。

試算手順の概要は次のとおりである。①対象とする国の労働統計及び公的職業データベースを用意する。②代替リスクが0%又は100%であると見込まれる数十の職業をサンプルとして選定する。③サンプルの各職業について、その業務要件を公的職業データベースから取得する。④職業の代替リスクが幾つかの業務要件の関数で表せると仮定し、サンプルを用いて職業別の代替リスクを推計するための関数を特定する。⑤特定した関数を全ての職業に適用し、各職業の代替リスクを算出する（試算手順の詳細は補論「フレイ&オズボーン「雇用の未来」の試算手法の概要」参照）。

職業単位の試算の特徴として、代替されやすい職業の従事者が多いこと（各国ともおおむね全労働者の40%以上）、職業カテゴリー単位で、代替されやすい職業群（営業販売、事務、生産、運輸等）とされにくい職業群（ビジネス、教育、芸術、医療等）に二極化することが挙げられる。

## (b) タスク単位の試算

タスク単位の試算は、図4のように1つの職業が複数のタスクから構成されることを前提に、そのタスク構成を考慮して職業の代替リスクの値を算出する手法である<sup>(37)</sup>。

例としては、OECDが国際成人力調査（PIAAC: Programme for the International Assessment of Adult Competencies）<sup>(38)</sup>を用いて試算したワーキングペーパー<sup>(39)</sup>（対象：OECD諸国）やコンサルティング

<sup>(32)</sup> カール・ベネディクト・フレイ、マイケル A. オズボーン『日本におけるコンピューター化と仕事の未来』野村総合研究所，2015。<<https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/journal/2017/05/01J.pdf?la=ja-JP&hash=6B537B1EB48465D0AF4A3EA1B1138809F916683>>

<sup>(33)</sup> Deloitte LLP., *London Futures Agiletown: the relentless march of technology and London's response*, London: Deloitte, 2014. <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/uk-futures/london-futures-agiletown.pdf>>

<sup>(34)</sup> World Bank Group, *World Development Report 2016: Digital Dividends*, Washington, D.C.: World Bank, 2016.

<sup>(35)</sup> Jae-Hee Chang and Phu Huynh, *ASEAN in transformation: The future of jobs at risk of automation*, Geneva, Switzerland: ILO, 2016. <[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed\\_dialogue/--act\\_emp/documents/publication/wcms\\_579554.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed_dialogue/--act_emp/documents/publication/wcms_579554.pdf)>

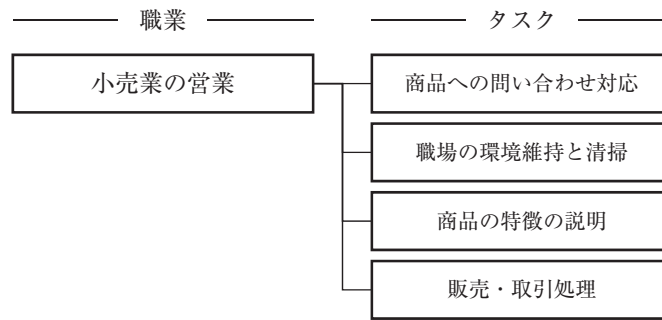
<sup>(36)</sup> 国際機関の報告書のほか、「雇用の未来」は経済産業省や米国大統領府等政府機関の報告書でもしばしば引き合いに出されている（産業構造審議会新産業構造部会事務局 前掲注(4), p.369; Executive Office of the President, *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy*, 2016. <<https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/whitehouse.gov/files/documents/Artificial-Intelligence-Automation-Economy.PDF>>）。

<sup>(37)</sup> Melanie Arntz et al., *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No.189), OECD Publishing, 2016, pp.7-8. <[https://www.oecd-ilibrary.org/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries\\_5j1z9h56dvq7.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F5j1z9h56dvq7-en&mimeType=pdf](https://www.oecd-ilibrary.org/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5j1z9h56dvq7.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F5j1z9h56dvq7-en&mimeType=pdf)>

<sup>(38)</sup> OECDが、加盟各国の成人のスキルの状況を把握し、各国の教育訓練政策等のための知見を得ることを目的として実施しているアンケート調査。ピアックと呼ばれる。回答者は1加盟国あたり5,000人（16～65歳までの男女個人が対象）で、読解力、数的思考力、ITを活用した問題解決能力などの能力調査のほか、学歴、職歴等の調査が行われる。

<sup>(39)</sup> Arntz et al., *op.cit.*(37), p.4; Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini, *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No.202), OECD Publishing, 2018, p.49. <<https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/2e2f4eea-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F2e2f4eea-en&mimeType=pdf>>

図4 職業とタスクの例



(出典) McKinsey Global Institute, *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*, 2017, p.4. <[https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works\\_Full-report.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx)> を基に筆者作成。

グ会社マッキンゼーの報告書<sup>(40)</sup> (対象：米国)、会計事務所 PwC の報告書<sup>(41)</sup> (対象：英国) 等がある。

タスク単位の試算が行われた理由の1つは、職業単位の試算によると代替リスクの高い労働者の割合が大きく、非現実的であると考えられたためである。その要因として、職業単位の試算が「各職業には技術代替が容易なタスクと困難なタスクが混在している」という事実を考慮していない可能性が指摘されている<sup>(42)</sup>。1つの職業は多種多様なタスクで構成されており、個々のタスクの代替リスクもまた大小様々である。実際にある職業の中で代替リスクが高いタスクが消滅した場合でも、それ以外に人が介在すべきタスクが残っていれば、当該職業自体が消滅するとは限らない<sup>(43)</sup>。さらに、「雇用の未来」は技術的な代替リスクを推計したのみであり、経済合理性<sup>(44)</sup>や法、制度、倫理、環境等の現実の導入コストを考慮していないという点にも留意が必要である。

他方、タスク単位の試算は、対象国の労働統計やアンケート調査等から各職業を構成するタスクについてのデータセットを用意した上で、個々のタスクの代替リスクの大小を仮定し、タスクの集合体として各職業の代替リスクを推定している。

タスク単位の試算の中で、例えば OECD による試算は図5のとおり、「雇用の未来」よりも遥かに低い値を示しており、代替リスクの高い労働者の割合は OECD 加盟国平均で 14% となっている。

(40) McKinsey Global Institute, *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*, 2017. <[https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works\\_Full-report.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx)>

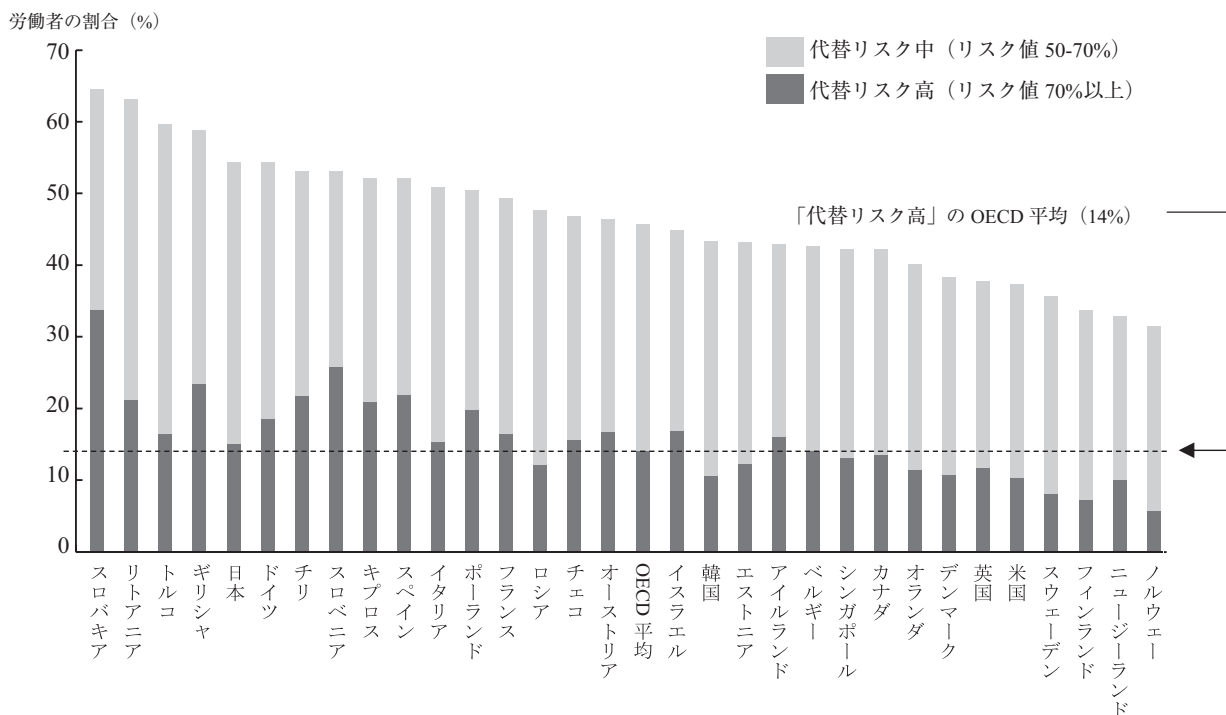
(41) PricewaterhouseCoopers, “What will be the net impact of AI and related technologies on jobs in the UK?” *UK Economic Outlook*, 2018.7, pp.36-51. <<https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukey/ukey-july18-full-report.pdf>>

(42) Arntz et al., *op.cit.*(37), p.4; Nedelkoska and Quintini, *op.cit.*(39), p.21.

(43) I 章 1 節で述べた銀行の窓口係もこの例であり、現金出納業務は ATM によって代替されたが、その他のカスタマーサービスは代替されず、窓口係という職業が消滅したわけではなかった。

(44) 代替リスクが高い職業であっても、代替に要する機械等の費用が労働者の賃金より高い場合には代替が起こりにくい。

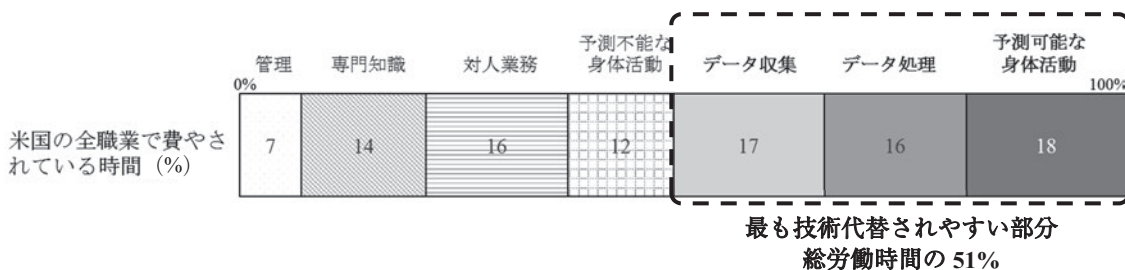
図5 代替リスク高及び代替リスク中の労働者の割合（国別）（OECD）



(出典) Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini, *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No.202), OECD Publishing, 2018, p.49. <<https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/2e2f4eea-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F2e2f4eea-en&mimeType=pdf>> を基に筆者作成。

また、マッキンゼーの報告書<sup>(45)</sup>では、米国における職業を独自に活動（タスクに相当）単位に分解し、各活動を格付けすることで代替リスクを試算している。その結果、活動の全てが次世代技術で代替可能な職業は少数（5%未満）である反面、部分的な代替が可能な職業は多いことが示唆されている。具体的には、米国労働統計上の全 820 の職業のうちの 6 割は、活動の観点から見た場合、各々の活動の 30% 以上が代替可能とされている（職業の観点）。さらに、図 6 のとおり、米国における全ての職業で費やされている労働時間の 51% は、技術代替の可能性が特に高いとされている（労働時間の観点）。

図6 技術代替の可能性が特に高い3つの活動分野（マッキンゼー）



(出典) McKinsey Global Institute, *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*, 2017, p.6. <[https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works\\_Full-report.ashx](https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx)> を基に筆者作成。

(45) McKinsey Global Institute, *op.cit.*(40)

タスク単位の試算の特徴として、①代替されやすい労働者の割合は、職業単位の試算ほど高くないこと、②職業自体が消滅する可能性は低い反面、代替されやすいタスク（業務活動）は各職業に内在しており、多くの職業に影響が及ぶことが示されていること等がある。

### (c) その他独自の手法による試算

さらに別のアプローチとして、将来の職業や産業に関する産出量、生産性、就業者数等を現状の統計等から推定して試算したものや、アンケート調査を基に試算したもの等独自の手法で算出を行っているものが主にシンクタンクの報告書において見られる。例えば、産業別の技術革新シナリオを設定して試算したボストンコンサルティンググループ（対象：ドイツ）や三菱総合研究所の報告書（対象：日本）<sup>(46)</sup>、アンケート調査を基にした世界経済フォーラムの試算（対象：世界全体）<sup>(47)</sup>等がある。

以上のように試算手法や対象国が様々であることから、各報告書が推計した代替リスクの高い労働者の割合は10～50%程度までと大きな幅があるが、各報告書では試算方法や前提が同一ではなく、単純な値の比較にはあまり意味が無い<sup>(48)</sup>。しかし値は異なっても、次項で述べるように、各報告書で示されている代替リスクの高い職業やタスクの傾向、労働者の属性には類似点も多く見られる。

## 2 各報告書の比較

ここまで紹介した各報告書で示されている傾向や将来推移には、どのような共通点や相違点があるのだろうか。ここでは、代替リスクの高い労働者の割合と職業、新規雇用の創出、代替リスク顕在化の時期の4つの観点から、共通点と相違点をまとめる。

### (1) 代替リスクの高い労働者の割合

代替リスクの高い労働者の割合の推計値には、各報告書の間で大きな差がある。「雇用の未来」に代表される職業単位の試算は、この割合をおおむね40%以上であると見積もっている。一方、タスク単位の試算では、OECDの報告書はこの割合を5～15%程度、マッキンゼーの報告書は26%<sup>(49)</sup>と見積もっている。

ただし、タスク単位の試算では、代替リスクの高い労働者の割合自体は低く算出される反面、代替リスクが中程度の労働者<sup>(50)</sup>の割合は高くなっている。例えば、先述のOECDの報告書の

(46) Markus Lorenz et al., *Man and Machine in Industry 4.0: How will technology transform the industrial workforce through 2025?*, Boston Consulting Group, 2015. <[http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG\\_Man\\_and\\_Machine\\_in\\_Industry\\_4\\_0\\_Sep\\_2015\\_tcm80-197250.pdf](http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf)>; 白戸智「AI・ロボット・IoEが変える2030年の日本」『FFG調査月報』98号, 2017.2・3, p.43. <[https://www.fukuoka-fg.com/group/report/data\\_report/201702/monthly\\_review.pdf](https://www.fukuoka-fg.com/group/report/data_report/201702/monthly_review.pdf)>; 同「第四次産業革命⑥—2030年に240万人の雇用減も？—社会影響の定量試算」2017.5.23. 三菱総合研究所ウェブサイト <[https://www.mri.co.jp/opinion/column/trend/trend\\_20170522.html](https://www.mri.co.jp/opinion/column/trend/trend_20170522.html)>

(47) 例えば、世界経済フォーラムの報告書では、企業の人事担当者を対象にしたアンケートを基に2016年から2020年までの世界の雇用動向が推計されている（World Economic Forum, *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*, 2016. <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)>）。

(48) マイケル A. オズボーン、福井正樹「金融×IT対談」（Thought Leaderに訊く—人工知能との共存—）2016.3, p.3. NRI Financial Solutions ウェブサイト <[http://fis.nri.co.jp/~media/Files/knowledge/thoughtleader/2016/itf\\_201603\\_2.pdf](http://fis.nri.co.jp/~media/Files/knowledge/thoughtleader/2016/itf_201603_2.pdf)>

(49) McKinsey Global Institute, *op.cit.*(40), p.5 (Exhibit E2) で示されている技術代替の可能性が70%の職業の割合。

(50) OECDの報告書では、リスクが50-70%の群を指す（Nedelkoska and Quintini, *op.cit.*(39), p.46.）。

試算結果では、代替リスクが中程度の労働者は各国の労働者の約3分の1を占める(図5の「代替リスク中」の部分)。これは、各職業を構成するタスクの中に、代替リスクが高いものが相当割合(数十%程度)含まれているためである<sup>(51)</sup>。この領域の労働者は、既存タスクの一部が機械に置き換えられる、その見合いとして新しいタスクに対応する必要性が生じる等職業の内容の重大な変化に直面すると述べられている。同様にマッキンゼーの報告書によれば、職業単位では技術で全代替可能なものは全体の5%以下だが、職業を構成する活動(タスクに相当)の約50%には技術代替の可能性がある<sup>(52)</sup>。

代替リスクの高い労働者の多寡とは別に、個々の労働者の担うタスクの中に代替リスクの高いものが多く含まれていることは、第4次産業革命が働き方を大きく変化させる、求められるスキルが変わる等雇用に影響を与える可能性を示唆している。

また、国によって労働者のリスク分布には差異がある。職業単位の試算では、発展途上の国は潜在的に代替リスクの高い労働者の割合が高いと算定されている<sup>(53)</sup>。また、タスク単位の試算でも、リスクの分布は国によって大きな差がある(図5)。これは、各国の産業や労働市場の構造に起因する部分が多い。一般に、初歩的でそれほど高いスキルを要しない職業が多い国では、代替リスクの高い労働者の割合は大きくなる<sup>(54)</sup>。

## (2) 代替リスクの高い職業

定型的なタスクの割合が大きい職業は代替リスクが高い。多くの報告書に共通する試算結果として、工場の生産工程従事者や事務職等は代替リスクが高い一方、教師や営業職等対人スキルが求められる職業、ソフトウェアやハードウェアの開発に関する職業、専門知識が要求される職業は、代替リスクが低いと見込まれている。例えば、図7はOECDが試算した職業別リスクのOECD諸国平均のグラフであるが、製造業や事務職の代替リスクが高い一方、専門職や高度管理職等は代替リスクが低い傾向にある。

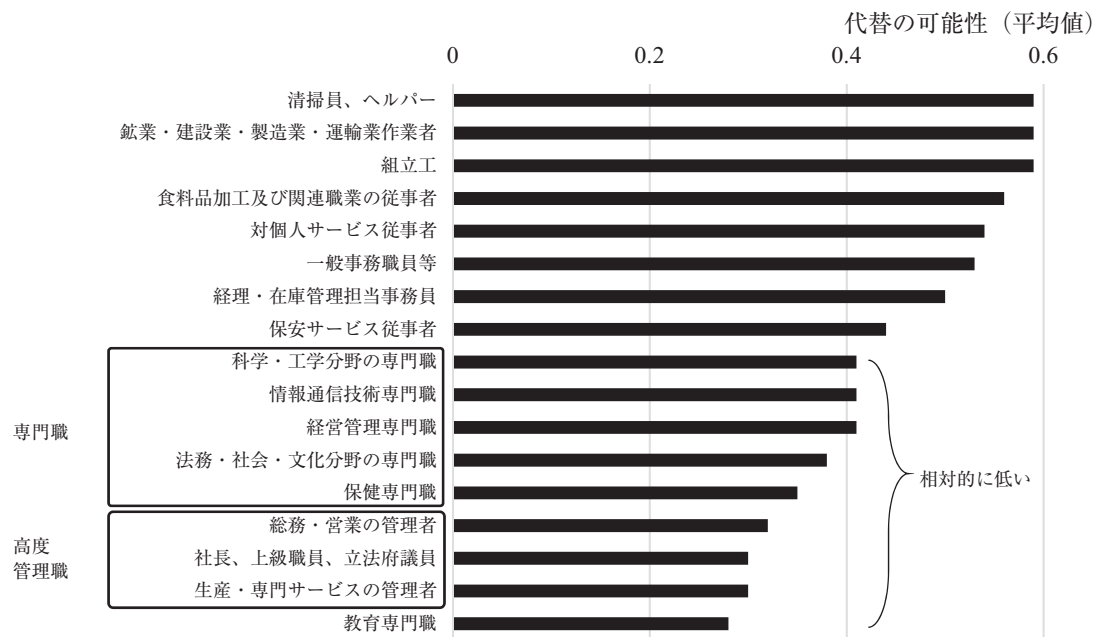
(51) *ibid.*, pp.46-47.

(52) McKinsey Global Institute, *op.cit.*(40), p.5.

(53) World Bank, *World Development Report 2016*, p.23 (Figure O.18). <[http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2016/01/13/090224b08405b9fa/1\\_0/Rendered/PDF/World0developm010dividends0overview.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2016/01/13/090224b08405b9fa/1_0/Rendered/PDF/World0developm010dividends0overview.pdf)>

(54) Chang and Huynh, *op.cit.*(35), p.12.

図7 職業別の代替リスク平均値（OECD諸国平均）



(注) 相対的にリスクの低いカテゴリーの職業を   で示した。

(出典) Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini, *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No.202), OECD Publishing, 2018, p.51. <<https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/2e2f4eea-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F2e2f4eea-en&mimeType=pdf>>; 総務省政策統括官（統計基準担当）付統計審査官室『国際標準職業分類（ISCO）2008年改定版（仮訳）』2011.5. <[http://www.soumu.go.jp/toukei\\_toukatsu/index/seido/shokgyou/](http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/shokgyou/)> を基に筆者作成。

### (3) 新規雇用創出の有無

新規に創出される雇用の予測は、失われる雇用の予測よりも難しいため、現存の職業における代替リスクの高い労働者数のみを対象としている試算が多い。この場合、雇用減少の予測量は大きめに算出される。

他方、新規雇用を予測した報告書も一部に存在し、そうした報告書では、失われる雇いを相殺する程度の量の雇用創出を予測している場合が多い。例えば会計事務所 PwC は、英国において今後 20 年の間に人工知能（AI）の影響で 700 万の雇用が失われる一方、新規に 720 万の雇用が生まれると試算している<sup>(55)</sup>（図 8）。同様に、世界経済フォーラムの報告書『仕事の未来 2018』<sup>(56)</sup>は、2018 年から 2022 年までの期間に、世界で 7500 万の雇用（事務職等の定型的なホワイトカラーの仕事）が失われる一方、新規に 1 億 3300 万の雇用（ICT 技術や対人コミュニケーションを必要とする仕事）が生まれると試算している。ただし、失われる雇用と新たに生まれる雇用の職種や属性が異なる場合、労働者のミスマッチは生じ得る<sup>(57)</sup>。

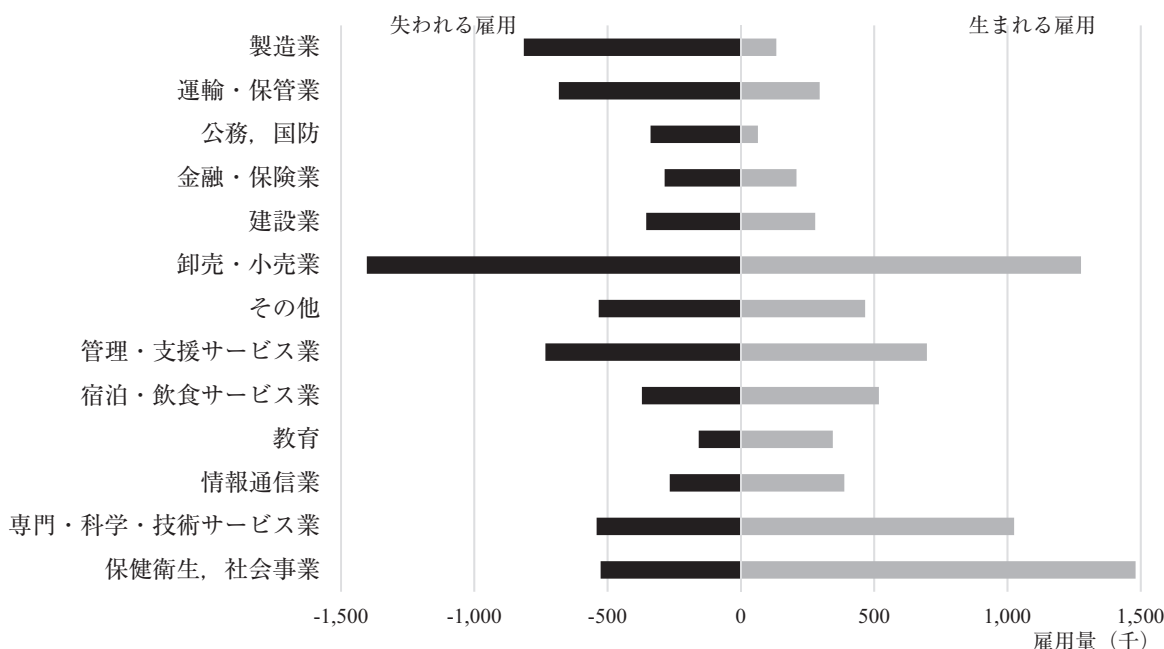
(55) PricewaterhouseCoopers, *op.cit.*(41), p.41. (Arntz et al., *op.cit.*(37) のタスク単位の試算方法を踏襲した上で、追加データの投入と検証を行い英国の雇用の変化を推計している。)

(56) World Economic Forum, *The Future of Jobs Report 2018*, 2018, pp.8-9. <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf)> (様々な産業のグローバル企業の幹部に、今後約 5 年間で従業員に必要となるスキルや能力、経営戦略の変化等についてアンケートを行い、それを基に職業や業務の変化を推計している。)

(57) ティロール 前掲注(15)



図8 人工知能（AI）の雇用に対する増減効果の推計（英国、産業別）（PwC）



（出典） PricewaterhouseCoopers, “What will be the net impact of AI and related technologies on jobs in the UK?” *UK Economic Outlook*, 2018.7, p.42 (Table4.1). <<https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukey/ukeyo-july18-full-report.pdf>> を基に筆者作成。

#### （4）代替リスク顕在化までの時間

代替リスクが顕在化する時期を明言している報告書は少ないが、一部には存在する。「雇用の未来」は、純粋に技術的な観点のみから見た場合に<sup>(58)</sup>今後10～20年以内に代替され得る労働者の割合を見積もっている<sup>(59)</sup>。一方、当該時期を2035～2075年頃と幅を持たせている報告書もあり<sup>(60)</sup>、次世代技術の影響が支配的になる時期は不透明である。

なお、AI等の各種技術の導入の程度や時期は、様々な要素（法制度、経済的合理性、慣習等）によって大きく左右されるため、不確かである<sup>(61)</sup>。ある技術が技術的に導入可能であったとしても、実際に即時導入されるとは限らず、その場合は既存労働者の失業は起こりにくい。

### Ⅲ 日本への示唆と今後に向けた展望

本稿では、AIやロボット等の次世代技術が雇用に与える影響について、各種の試算を概観した。そこから得られる示唆について以下にまとめる。

#### 1 各種試算から得られる示唆

各種試算は様々なリスク値を示しているが、Ⅱ章2節（1）で見たとおり、職業を構成する全タスクのうちの数割程度が次世代技術によって代替される、という点では多くの試算は類似し

<sup>(58)</sup> 技術的に代替され得る職業の中には、費用や法令等の制約上代替が困難なものが含まれる可能性があるが、そうした可能性についてはFrey and Osborne, *op.cit.*(12)では考慮されていない。

<sup>(59)</sup> ただし *ibid.*の本文中では、10～20年という値の導出根拠は述べられていない。

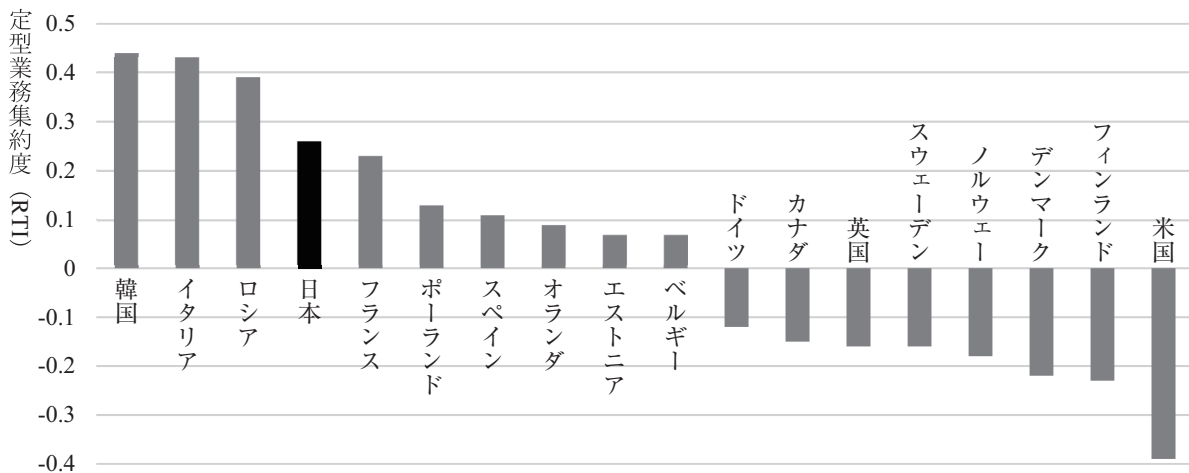
<sup>(60)</sup> McKinsey Global Institute, *op.cit.*(40), p.70.

<sup>(61)</sup> Frey and Osborne, *op.cit.*(12), pp.42-44.

ている。すなわち、試算結果の大小にかかわらず、第4次産業革命は各職業の既存のタスクを代替する余地があると考えられる。

特に、日本への影響という観点でいえば、定型業務の割合の大きさには留意する必要がある。OECD各国における職業の定型業務の割合を評価した研究<sup>(62)</sup>によれば、日本は北米や北欧、ドイツに比べ定型業務の集約度が相対的に高い(図9)。各種試算では定型業務は代替リスクが高いと見込まれていることから、今後技術代替が日本の労働者に与えるインパクトの大きさには注意する必要がある<sup>(63)</sup>。

図9 OECD各国の定型業務の集約度



(注) 定型業務集約度 (Routine Task-Intensity: RTI) とは、定型業務への相対的な特化度を示す指数である。各個人が行う定型業務の頻度から、非定型業務の頻度を差し引くことにより算出されている。この値が0である場合、定型業務と非定型業務の頻度が同程度であることを示す (内閣府『年次経済財政報告 平成30年度』2019, pp.137-139. <<https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je18/pdf/p02011.pdf>>)。

(出典) Sara de la Rica and Lucas Gortazar, *Differences in Job De-Routinization in OECD Countries: Evidence from PIAAC* (IZA Discussion Paper Series No.9736), 2016.2, p.10. <<http://ftp.iza.org/dp9736.pdf>> を基に筆者作成。

## 2 雇用創出と労働移動

技術革新は雇用の喪失・創出の双方をもたらすが、第4次産業革命ではどちらの効果が大きいかは必ずしも明確ではない<sup>(64)</sup>。

Ⅱ章で触れた雇用創出効果を算出している報告書のように次世代技術が雇用の喪失と創出をバランス良くもたらすと想定すれば<sup>(65)</sup>、むしろ普遍的な懸案事項は、雇用喪失ではなく、労働移動(異なる職業や職業への移動・転職と順応)である。

<sup>(62)</sup> Sara de la Rica and Lucas Gortazar, *Differences in Job De-Routinization in OECD Countries: Evidence from PIAAC* (IZA Discussion Paper Series No.9736), 2016.2. <<http://ftp.iza.org/dp9736.pdf>>

<sup>(63)</sup> 内閣府の年次経済財政報告では、「アメリカやドイツでは、ITの活用を進めた結果、定型的な業務が減少し、非定型的な業務が多くなったが、日本においてはITの活用・代替はあまり進んでおらず、事務補助員等の職業を中心に定型的な業務が依然として多く残っていることが推察される。」としている (内閣府『年次経済財政報告 平成30年度』2019, p.139. <<https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je18/pdf/p02011.pdf>>)。

<sup>(64)</sup> 内閣府『日本経済2016-2017 一好循環の拡大に向けた展望』2017, p.85. <[https://www5.cao.go.jp/keizai3/2016/0117nk/pdf/n16\\_2\\_1.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai3/2016/0117nk/pdf/n16_2_1.pdf)>

<sup>(65)</sup> 技術による労働代替の結果として、生産性があまり向上しない場合や、生産性が向上してもその利益が偏って分配され需要がさほど増加しない場合は、雇用喪失のみが進行するため注意が必要である (Acemoglu and Restrepo, *op.cit.*(27), pp.19, 33.)。

一般に労働移動は労働者に大きな負担となる。その理由は、多くの場合一時的に失業を受容する必要があり、また、新しい技術の習得に労力やコストを要するからである。そして技術革新のスピードが速く、習熟に費やせる時間が短いほど、労働者の負担は大きい。

第4次産業革命の進展に伴い、既存の職業の変容又は消滅と新種の職業の誕生が見込まれることから、先行の報告書等で述べられている対応策は、労働移動のサポートに関するものが多い。今のところ総括的な内容がほとんどであるが、①企業内外における教育・訓練制度の拡充、②失業手当を含む再分配制度の整備、③高等教育機関における次世代技術分野の人材育成等について言及されている。本稿で紹介した各種の試算は、移動せざるを得ない労働者の属性（現在の職業、教育水準、地域等）について考える際に参考となる。

## おわりに

次世代技術の導入は技術的失業を伴うおそれがあるため、円滑な労働移動と雇用創出を損なわないような仕組みが求められる。マサチューセッツ工科大学教授のダロン・アセモグル（Daron Acemoglu）らの研究によれば、新たな技術に対応できる相対的に技能の高い労働者の供給が不十分である場合や、資本への優遇税制や補助金等によって過剰なオートメーション（自動化）が進行する場合等には経済成長が減速することが指摘されている<sup>(66)</sup>。摩擦の少ない労働移動のために、次世代技術分野に関連する教育・訓練環境と再分配制度の整備が重要であるが、具体的に力点を置くべき分野の選定や、技術の社会的利益を広く共有するための制度設計については、今後さらに研究が必要である。

とりわけ第4次産業革命では、技術やビジネスモデルの進展を予見することが難しい<sup>(67)</sup>ことから、産官学ともに積極的かつ速やかな取組が望まれる。

（ひろせ じゅんや）

<sup>(66)</sup> *ibid.*, pp.26-31.

<sup>(67)</sup> 松永明「第4次産業革命（Society 5.0）を目指す我が国の成長戦略」『研究技術計画』32巻1号，2017，p.19.

## 補論：フレイ & オズボーン「雇用の未来」の試算手法の概要

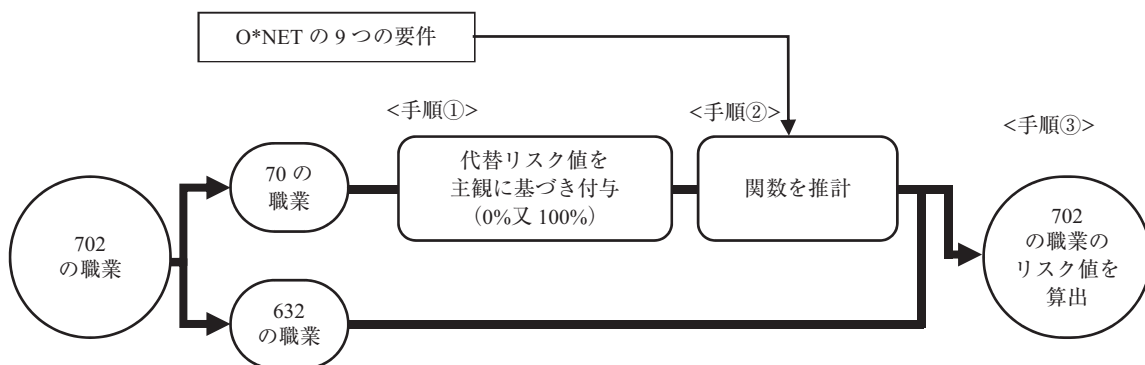
「雇用の未来」は、職業が次世代技術に代替され労働者が失業するリスクを具体的に試算した草分け的存在であり注目を集めたものの、当該試算について紹介される場合、労働者の47%が代替リスクの高い群に属しているという結果のみが強調されることが多く、試算の手法について言及されることは少ない。ここでは、「雇用の未来」の試算方法を概観する。

### 1 試算方法

「雇用の未来」は、米国の職業データベースであるO\*NET<sup>(68)</sup>で提供されている各職業の業務要件スコアに注目している。最初にO\*NETと米国の雇用統計を用いて米国労働人口の約97%を網羅する702の職業についてデータセットを作成し、以下の手順で試算を行っている(手順の全体像を図10に示す。)

- ① 全702の職業の中から、代替リスクが0%又は100%であると見込まれる70種の職業を選定する(表5)。これは有識者会議<sup>(69)</sup>で複数の専門家が、職業名のみを基準として「自動車の運転手は100%」「医師は0%」等のように主観的に判断・選定したものである。
- ② ①の70種の職業について、必要なスキルを数値化した業務要件スコア(図11)をO\*NETから取得する。職業の代替リスクは「交渉力」「指先の器用さ」等の9つの業務要件スコア(表6)の関数で表せると仮定し、①の70の職業のデータを用いて、職業別の代替リスクを推計するための関数を特定する。
- ③ ②の関数を用いて、全702の職業について、職業の代替リスクを算出(推計)する<sup>(70)</sup>。

図10 「雇用の未来」の試算方法フローチャート



(出典) Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013, pp.32-36. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)> を基に筆者作成。

(68) O\*NET (Occupational Information Network) <<https://www.onetonline.org/>> は、主に求職者や企業の人事担当者向けに開発された、米国の職業に関する総合的な公的オンラインデータベースである。900以上の職業細分類別に、要求される能力、技能、知識等の重要度が0から100までの間でスコアリングされて掲載されている。

(69) オックスフォード大学工学部の研究者を中心に約15名の有識者が参加するワークショップが開催され、判別作業が行われた (Frey and Osborne, *op.cit.*(12), pp.1, 24.)。

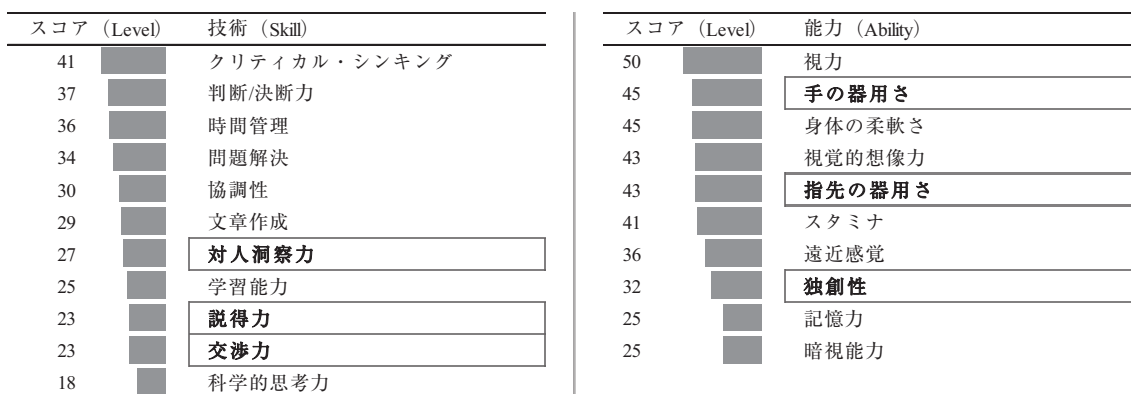
(70) 当初、代替リスクを0%あるいは100%と仮定した70の職業についても、特定された関数を用いて代替リスクを再度算出し、仮定値と再計算した値との乖離の程度を確認している。

表5 「雇用の未来」で代替リスクが0%又は100%と見込まれた70の職業の一部

代替リスク 0%	代替リスク 100%
ファッションデザイナー、医師、客室添乗員、給仕係、聖職者、庭師、配管工、美容師、物理学者、弁護士	タクシー運転手、パラリーガル、レジ係、現金出納係、会計士、税務官、専門記事のライター、駐車場係員

(出典) Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013, pp.57-72. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)> を基に筆者作成。

図11 O\*NETの業務要件スコアの例 - 猟師 (一部抜粋)



(注1) スコアはO\*NETの“Level”の値で、0から100の値をとる。□は、「雇用の未来」でボトルネックとして採用された9要件に含まれる項目。Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013, p.31. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)>

(注2) 各項目は筆者和訳。

(出典) “Summary Report for: 45-3021.00 - Hunters and Trappers.” O\*NET website <<https://www.onetonline.org/link/summary/45-3021.00>> を基に筆者作成。

表6 「雇用の未来」で労働の機械代替のボトルネックとして採用されたO\*NETの9つの要件

#	O*NETの項目名	カテゴリー
1	指先を使って細かい作業を行う能力 (finger dexterity)	認知及び操作
2	手を使って作業を行う能力 (manual dexterity)	
3	狭い場所や無理な体勢で作業を行う能力 (cramped work space, awkward positions)	
4	独創的なアイデアや方法を用いる能力 (originality)	創造的知性
5	芸術作品を創作するための理論や技法の知識 (fine arts)	
6	他者の反応を認知や理解すること (social perceptiveness)	社会的知性
7	他者の意見をまとめ、相違点を調整すること (negotiation)	
8	他者を説得すること (persuasion)	
9	他者に対して身の回りの援助や配慮をすること (assisting and caring for others)	

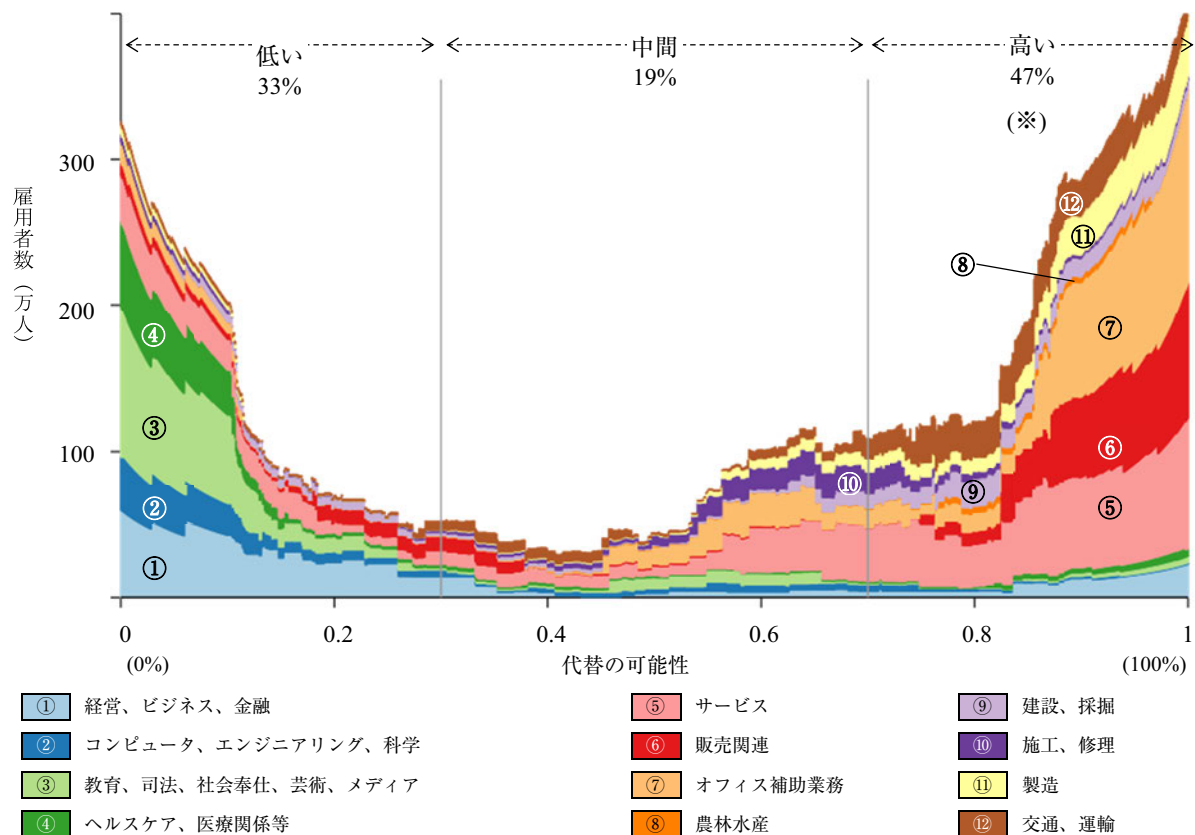
(出典) Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013, p.31. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)>; 労働政策研究・研修機構編『近年の技術革新と雇用に関わる諸外国の政策動向』(JILPT資料シリーズ No.205) 労働政策研究・研修機構, 2018, p.2 を基に筆者作成。

## 2 試算結果

試算の結果、702の職業別の代替リスクが算出される（例：薬剤師1.2%、通訳・翻訳者38%等）。職業別の代替リスクの値を横軸に、当該職業の就業人数を縦軸にとって描画すると、図12のようなグラフとなる（グラフは、主要業種別に色分けされている。）。

「雇用の未来」は、分類上、代替リスクが70%以上の職業を代替リスクの高い職業、30%以下の職業を代替リスクの低い職業と定義している。その上で、代替リスクの高い職業に属する労働者（図12の(\*)の領域に属する労働者）の全労働者に占める割合を計算しその値が47%になるとの結論を導いている。

図12 フレイ & オズボーン「雇用の未来」の労働者のリスク分布



（出典）Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, 2013, p.37. <[https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)>; 総務省『インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会報告書 2015』2015.6, p.35(図表14). <[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000363712.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000363712.pdf)>; クラウス・シュワブ（世界経済フォーラム訳）『第四次産業革命—ダボス会議が予測する未来—』日本経済新聞出版社, 2016, p.198（原書名: Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, 2016.）を基に筆者作成。

別表 次世代技術の雇用代替リスクを推計している主な報告書等

#	報告書名	作成者 (機関名)	発表年	概要	推計分類	対象国
(1)	The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?	Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne	2013	米国の全労働者の47%は、今後10～20年の間に次世代技術に代替されるリスクの高い職業に就いている。 < <a href="https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf">https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf</a> >	職業	米国
(2)	Computerization Threatens One-Third of Finnish and Norwegian Employment	Mika Pajarinen et al. (ETLA)	2014	本表(1)の試算値とフィンランドの労働統計を用い、フィンランドにおいて次世代技術に代替されるリスクが高い労働者の割合を35.7%と推計。 < <a href="https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Muistio-Brief-34.pdf">https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Muistio-Brief-34.pdf</a> >	職業	フィンランド
(3)	日本におけるコンピュータ化と仕事の未来	Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne (野村総合研究所)	2015	日本の全労働者の49%は、今後10～20年の間に次世代技術に代替されるリスクの高い職業に就いている。 < <a href="https://www.nri.com/~media/Corporate/jp/Files/PDF/journal/2017/05/01J.pdf?la=ja-JP&amp;hash=6B537BB1EB48465D0AF4A3EA1B1138809F916683">https://www.nri.com/~media/Corporate/jp/Files/PDF/journal/2017/05/01J.pdf?la=ja-JP&amp;hash=6B537BB1EB48465D0AF4A3EA1B1138809F916683</a> >	職業	日本
(4)	The Future of Jobs at Risk of Automation	Jae-Hee Chang and Phu Huynh (ILO)	2016	ASEAN 諸国の労働者の中で、50-70%程度が次世代技術に代替されるリスクが高い。 < <a href="https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_579554.pdf">https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_579554.pdf</a> >	職業	ASEAN 諸国
(5)	World Development Report 2016	世界銀行	2016	本表(1)が算出した各職業のリスク値と世界銀行の各種調査結果を用い、次世代技術に代替されるリスクの高い労働者の割合を国別に算出 (OECD 平均 57% だが、タイルの72%やインドの69%等、発展途上にある国々の値は相対的に高い)。 < <a href="http://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016">http://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016</a> >	職業	世界
(6)	Technology at Work v2.0: The Future Is Not What It Used to Be	Carl Benedikt Frey et al. (Oxford Martin School and Citi GPS)	2016	高い労働者の割合を国別に紹介。 < <a href="https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf">https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf</a> >	職業	世界
(7)	Übertragung der Studie von Frey / Osborne (2013) auf Deutschland	Holger Bonin et al. (ZEW)	2015	ドイツにおいて、次世代技術代替リスクの高い労働者の割合を12%と試算。 < <a href="ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf">ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf</a> >	タスク	ドイツ
(8)	The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries	Melanie Arntz et al. (OECD)	2016	OECD 各国の労働者の次世代技術代替リスクを試算。各国のリスクの高い労働者の割合は全体の6-12%程度である (OECD 平均 9%)。 < <a href="https://www.oecd-ilibrary.org/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jiz9h56dvq7.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F5jiz9h56dvq7-en&amp;mimeType=pdf">https://www.oecd-ilibrary.org/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jiz9h56dvq7.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F5jiz9h56dvq7-en&amp;mimeType=pdf</a> >	タスク	OECD
(9)	A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity	McKinsey Global Institute	2017	米国の全職業のうち6割については、少なくとも30%以上は自動化可能な活動が存在し、総労働時間の51%は自動化されやすい活動に費やされている。 < <a href="https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/FutureofWork/2017/05/01/Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20Automation%20for%20a%20Future%20that%20Works/MGI-A-future-that-works-Full-report-ashx">https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/FutureofWork/2017/05/01/Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20Automation%20for%20a%20Future%20that%20Works/MGI-A-future-that-works-Full-report-ashx</a> >	タスク	世界
(10)	Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation	McKinsey Global Institute	2017	2030年までに、先進国では全労働時間の最大30%が自動化されると試算。 < <a href="https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/futureofwork/2017/05/01/Insights/futureofwork%20organizations/what%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20and%20wages/mgi-jobs-lost-jobs-gained-report-december-6-2017.ashx">https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/futureofwork/2017/05/01/Insights/futureofwork%20organizations/what%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20and%20wages/mgi-jobs-lost-jobs-gained-report-december-6-2017.ashx</a> >	タスク	世界
(11)	Automation, Skills Use and Training	Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini (OECD)	2018	OECD 各国の労働者の次世代技術代替リスクを試算。リスクの高い労働者の割合はOECD 平均で14%程度である。 < <a href="https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/2e2f4cca-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F2e2f4cca-en&amp;mimeType=pdf">https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/2e2f4cca-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F2e2f4cca-en&amp;mimeType=pdf</a> >	タスク	OECD

#	報告書名	作成者 (機関名)	発表年	概要	推計分類	対象国
(12)	Will Robots Steal Our Jobs? The Potential Impact of Automation on The UK and Other Major Economies	Richard Berriman (PwC)	2018	英国及び日米独自の労働の次世代技術代替リスクを試算。各国のリスクの高い労働者の割合は英国30%、米国38%、ドイツ35%、日本21%となり、タスク単位の試算の中では相対的に値が大きい。	タスク	英国、米国、ドイツ、日本
(13)	Man and Machine in Industry 4.0	Boston Consulting Group	2015	< <a href="https://www.pwc.co.uk/economic-services/uk/eo/pwcuokeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf">https://www.pwc.co.uk/economic-services/uk/eo/pwcuokeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf</a> > ドイツの2015～2025年の雇用の変化について、10の主要技術分野を設定し、それらを元にシナリオを設計して試算。中位シナリオでは、主に製造業で61万人の雇用喪失、R&DやIT分野等で96万人の雇用創出という結果。	その他	ドイツ
(14)	The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution	World Economic Forum	2016	2015～2020年の雇用の増減について、各国企業へのアンケート調査から推計。事務職が480万人、製造業が160万人減少する一方、ビジネス・金融が49万人、マネジメントが41万人増加。	その他	世界
(15)	AI・ロボット・IoEが変える2030年の日本	白戸智 (三菱総合研究所)	2016	< <a href="http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf">http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf</a> > 2030年までに商業、建設業、各産業分野のホワイトカラーなどで日本の従来雇用は740万人減少。一方、ITシステム技術者と、新技術を用いた製品・サービス産業で500万人の新たな雇用が誕生。	その他	日本
(16)	Future Skill Needs in Europe: Critical Labour Force Trends	Cedefop (EU)	2016	< <a href="https://www.fukuoka-fg.com/group/report/data_report/201702/monthly_review.pdf">https://www.fukuoka-fg.com/group/report/data_report/201702/monthly_review.pdf</a> > 2015～2025年の間、EUでは一次産業、電力・ガス、製造業の雇用が減少し、運輸、その他サービス等が増加する。	その他	EU
(17)	AI, Robotics, and the Future of Work	Robert D. Atkinson (ITIF)	2017	< <a href="http://www.cedefop.europa.eu/files/5559_en.pdf">http://www.cedefop.europa.eu/files/5559_en.pdf</a> > ほとんどの職業は機械代替が困難であり、独自試算では、米国におけるリスクの高い職業の従事者は全体の9%以下。	その他	米国
(18)	The Future of Jobs Report 2018	World Economic Forum	2018	< <a href="http://www2.itif.org/2017-ai-future-of-work.pdf?ga=2.58642991.44708820.1550799978-686724824.1550799978">http://www2.itif.org/2017-ai-future-of-work.pdf?ga=2.58642991.44708820.1550799978-686724824.1550799978</a> > 2018～2022年の雇用の増減について、各国企業へのアンケート調査から推計。世界で7500万の雇用（主に定型的な仕事）が機械に代替されて失われる一方、新規に1億3300万の雇用（ICT技術や対人コミュニケーションを必要とする仕事）が生まれると試算。	その他	世界
(19)	Artificial Intelligence, Automation, and the Economy	Executive Office of the President	2016	< <a href="http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf">http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf</a> > AIが米国社会に与える影響と探るべき政策について、論文やデータを基に、産出量・生産性・雇用の観点から分析。本表(1)と(8)双方の試算結果を併記。ケーススタディとして、自動運転で代替される米国内の労働者の数と時給を算出。	引用	米国
(20)	OECD Employment Outlook 2016	OECD	2016	< <a href="https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/whitehouse.gov/files/documents/Artificial-Intelligence-Automation-Economy.PDF">https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/whitehouse.gov/files/documents/Artificial-Intelligence-Automation-Economy.PDF</a> > 本表(1)と(8)を比較して紹介。	引用	OECD
(21)	World Development Report 2019	世界銀行	2019	< <a href="https://www.oecd-ilibrary.org/oecd-employment-outlook-2016_5j1z6qs571q1.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2Fempl_outlook-2016-en&amp;mineType=pdf">https://www.oecd-ilibrary.org/oecd-employment-outlook-2016_5j1z6qs571q1.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2Fempl_outlook-2016-en&amp;mineType=pdf</a> > 世界の幾つかの国について先行研究をまとめ、代替リスクの範囲を示している（米国：7-47%、日本：6-55%、ウクライナ：5-40%等）。	引用	世界
(22)	ロボット新戦略	ロボット革命実現会議 (内閣、経済産業省)	2015	< <a href="http://documents.worldbank.org/curated/en/816281518818814423/pdf/2019-WDR-Report.pdf">http://documents.worldbank.org/curated/en/816281518818814423/pdf/2019-WDR-Report.pdf</a> > 日本におけるロボットの開発・活用方針やアクションプランについてまとめられている。	-	日本
				< <a href="https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210.pdf">https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210.pdf</a> >		



#	報告書名	作成者 (機関名)	発表年	概要	推計分類	対象国
(23)	働き方の未来 2035 報告書	「働き方の未来 2035」懇談会 (厚生労働省)	2016	2035年の日本の労働と社会環境について、予測と理想像を定性的な視点からまとめたいもの。技術と労働の変遷については、専門知識を要する定型的な業務は代替され、認識や動作の習熟を必要とする仕事は労働形態が変化する可能性が高い。 < <a href="https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000133449.pdf">https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000133449.pdf</a> >	-	日本
(24)	新産業革命による労働市場のパラダイムシフトへの対応	経済同友会	2016	専門知識や経験等を必要とされる業務でも自動化が進む。機械に代替可能な「知的業務従事者」と「定型業務従事者」については、現在の仕事が消滅する可能性が高い。 < <a href="https://www.doyukai.or.jp/policyproposals/articles/2016/pdf/160801a_01.pdf">https://www.doyukai.or.jp/policyproposals/articles/2016/pdf/160801a_01.pdf</a> >	-	日本
(25)	未来投資戦略 2017	未来投資会議 (日本経済再生本部内) (内閣、内閣府)	2017	日本は長期的に労働力人口が減少し続けることから、適切な人材投資と雇用シフトが進めば、社会的摩擦を回避できる。 < <a href="https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitous2017_t.pdf">https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitous2017_t.pdf</a> >	-	日本
(26)	人工知能と人間社会に関する懇談会報告書	人工知能と人間社会に関する懇談会 (内閣府)	2017	人工知能技術について、具体的な事例に基づき、倫理、法、経済、教育等の観点から論点が整理されている。 < <a href="https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety_jp.pdf">https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety_jp.pdf</a> >	-	日本
(27)	報告書 2017—AI ネットワーク化に関する国際的な議論の推進に向けて—	AI ネットワーク社会推進会議 (総務省)	2017	先行研究の雇用喪失リスク値は過大である可能性があるが、日本は、ルーティンタスクの集約度が世界的に高いため、AIの影響や雇用形態の変化が大きくなる可能性がある。大局的には、教育・人材育成、労働者支援などの政策が重要となる。 < <a href="http://www.soumu.go.jp/main_content/000499624.pdf">http://www.soumu.go.jp/main_content/000499624.pdf</a> >	-	日本
(28)	人工知能技術戦略	人工知能技術戦略会議 (総務省、文部科学省、経済産業省)	2017	AI技術の既存の産業や雇用に対する負の影響を克服するため、環境を整備し、理解を醸成していくことが重要である。 < <a href="https://www.nedo.go.jp/content/100862413.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100862413.pdf</a> >	-	日本

(注1) 推計分類の「職業」は職業単位、「タスク」はタスク単位、「その他」はその他独自の手法で試算が行われていることを、「-」は試算が行われていないことを示す。表の順序は、推計分類別、発表年次順である。

(注2) 本表では、当該テーマに関する試算が盛んに発表された2013～2019年の主な報告書等を掲載した。

(出典) 各報告書を基に筆者作成。