

最近のESRI研究成果より

新しいデジタル技術が労働市場へ及ぼす影響についての実証分析

経済社会総合研究所 研究官
北原 聖子

はじめに

近年、AI等の新しいデジタル技術（以下「AI等」という。）の進展が、経済社会に大きな変化を引き起こしつつある。技術革新の労働市場への影響の在り方は技術の性質により大きく異なると考えられる。

従来、ICTと労働の関係は、定型業務（Routine task）については代替的、非定型業務（Non-routine task）については補完的と考えられてきた¹が、機械学習に基づく最近のAIは、データがあれば自ら学習・推論することが可能であり、ICTとは異なる影響をもたらす可能性が指摘されている。しかしながらAIは社会実装され始めた段階であることから、分析に必要なデータが十分蓄積しておらず、その労働市場への影響については、実証分析ではなく将来予測に基づく分析が主になされてきた。

その端緒を開いたFrey and Osborne (2017) は、AI等によるコンピュータ化は従来の非定型業務の領域にも進展しつつあるとして、雇用の代替可能性について、工学的に模倣が困難な人間のスキル（工学面でのボトルネック）に着目した予測モデルを提唱した。具体的には、ボトルネックを①「認識・操作（Perception and manipulation）」、②「創造知性（Creative intelligence）」、③「社会知性（Social intelligence）」であるとし、これらのスキルを用いる職業は代替されず、そうでない職業は代替されるとの仮定の下、機械学習によって米国の各

職業の代替可能性を計算した。その結果、今後10～20年の間のコンピュータ化は、47%の職業において「高リスク」（代替可能性 ≥ 0.7 ）の影響をもたらし、その影響は、技術の進展（困難であったスキルの模倣の実現）に伴い、3つのスキルのいずれも必要としない職業、「認識・操作」①のスキルを用いる職業、「創造知性」や「社会知性」②・③のスキルを用いる職業の順に拡大するとの結果が示された。この研究に着目し、AI等の進展が労働市場にもたらす影響のインパクトの大きさやタイムラインについて、実証データに基づき分析した。本稿ではその研究の概要を紹介する²。

仮説：AIの導入は業務の非定型化をもたらすか

本研究では、AI等が職場で導入されれば、AI等に実行可能な業務はAI等に任せ、人間はそれ以外の業務に専念するようになることで、その職場の労働者の業務の非定型性は上昇するとの仮説を立て、これを確かめる新たな指標、「非定型業務指数（Non-routine task intensity、以下「NRTI」という。）」を開発した³。まず、その評価軸として、Frey and Osborne (2017) で提唱されたボトルネックと対応させるように①「反復」、②「意思決定」、③「対話」を選定し（図表1）、それぞれの軸から業務の非定型性を計測することとした。ここで、評価軸別の各労働者の業務の非定型性は、その労働者が担っている業務ごとの非定型性指数（*Int*）にその業務の時間割合（*Vol*）をウェイトとしてかけたものを合算して算出する。すなわち、労働者*i*の時点*t*におけるNRTIは、業務を*j*、評価軸を*k*とすれば、

$$NRTI_{i,k,t} = \sum_j Vol_{i,j,t} \times Int_{i,j,k,t} \quad (1)$$

と求められる。なお、NRTIはその数値が大きいほど業務の非定型性が高いことを示し、「反復」ではその度合いが低いほど、「意思決定」「対話」ではその度合いが高いほど、NRTIが大きくなる。

図表1 本研究とFrey and Osborne (2017) の分析の軸の関係

| 本研究におけるNRTIの評価軸 | Frey and Osborne (2017) における予測モデルの因子 |
|------------------|--------------------------------------|
| 反復 意思決定 対話 | 認識・操作 創造知性 社会知性 |

1 例えば Autor, Levy and Murnane (2003)。

2 詳細は Kitahara and Shinozaki (forthcoming) を参照。

3 NRTIの作成方法の検討にあたり、ICTの影響の分析のために業務の定型性を指標化している Autor and Dorn (2013)、De La Rica and Gortazar (2016) 等を参考にした。

図表2 「反復」の度合いの回答データ例（職業「受付」の場合）

| 問 | 回答（選択肢） | | | | 回答（選択肢） | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | 現在の会社で現在の業務を開始した年 | | | | 2018年 | | | |
| | あてはまる | ややあてはまる | ややあてはまらない | あてはまらない | あてはまる | ややあてはまる | ややあてはまらない | あてはまらない |
| あなたが担当している業務内容は、同じ作業を反復して行うものですか。 | | | | | | | | |
| 対面での来客対応 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 非対面での顧客等対応（電話・メール等） | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 社内事務（社内文書作成、スケジュール管理等） | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他（ ） | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

データ：「非定型業務指数」の動き

前述のデータの利用可能性の制約から、本研究では、労働者へのアンケート調査⁴を独自に行い、職場でのAI等⁵の導入の有無や、当該業務開始時および現在の2時点ごとに、労働時間や、各業務の「反復」「意思決定」「対話」の度合い等の回答を得た（図表2）。得られたデータを基にNRTIを作成し、過去3年間にAI等が職場に導入されたグループ（介入群）、AI等が職場に導入されていないグループ（対照群）の2グループを比較するDID（Difference-in-Difference）分析を行った。詳細な分析に入る前にNRTIの傾向を確認する。図表3は「反復」の側面から計測したNRTI

の変化（ $\Delta NRTI1$ ）のヒストグラムをグループ別に示したものである。グラフの右側に多く分布していれば現在の方が非定型性は上昇（反復度は減少）しており、左側に多く分布していれば現在の方が非定型性は低下（反復度は増大）していることを意味する。グループ間を比較すると、介入群の方が処置群よりも右側の度数が大きく、すなわち、介入群の方が業務の非定型性が上昇することが示唆される⁶。

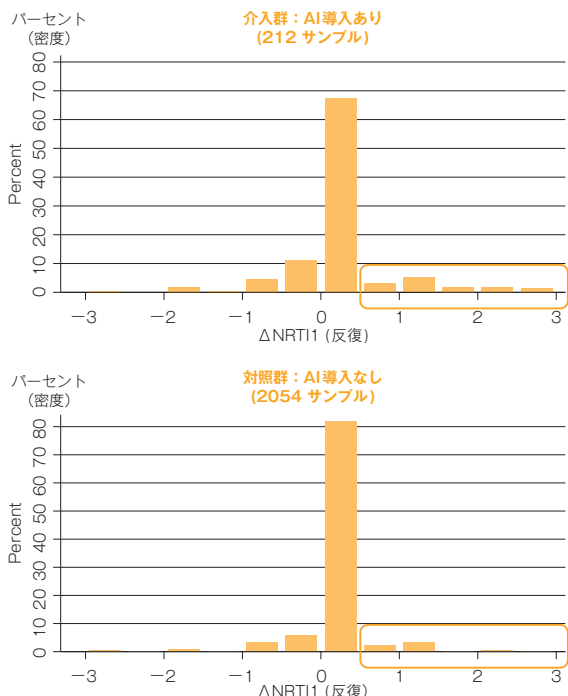
結果：AIの導入は「非定型業務指数」の1つを上昇させた

式（2）⁷に基づき回帰分析を行う。ここで、 $Y_{i,t}$ は労働者*i*の時点*t*におけるNRTI、 $Treat_{i,t}$ はAI等が職場に過去3年以内に導入されていれば1を、AI等が職場に導入されていなければ0をとる介入ダミー、 $After_{i,t}$ は現在（事後）であれば1を、過去（事前）であれば0をとる時点ダミー、 $X_{m,i,t}$ は性別、年齢、学歴、年収、企業規模等の属性ダミー、 $\varepsilon_{i,t}$ は誤差項を表す。

$$Y_{i,t} = a + \beta_1 (Treat_{i,t} * After_{i,t}) + \beta_2 Treat_{i,t} + \beta_3 After_{i,t} + \sum_m \gamma_m X_{m,i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

推計結果を図表4に示す。属性ダミーのうち年収ダミーについては、これ自体がAI等の導入により変動する可能性があるため、年収の有無それぞれの推計を行ったが、いずれの場合も同様の傾向を示し、NRTI1（反復）はプラスに有意である一方、NRTI2（意思決定）、NRTI3（対話）は有意ではなかった⁸。すなわち、AIの導入により、「反復」の側面からみた業務の非定型性は上昇するが、「意思決定」や「対話」の側面か

図表3 NRTI1（反復）の変化のヒストグラム



4 調査対象は、①A調査：Frey and Osborne (2017) にて代替可能性が高いとされた職業のうち5職業（受付、経理事務、検査（品質管理）、販売・売り場担当、人事）の従事者（2,266サンプル）、②B調査：管理職（1,982サンプル）である。
 5 厳密には「新しい技術・機械（AI技術・RPA技術）」である。
 6 ただし、同時に左側の度数も大きいので、厳密には増減を差し引きしなければならないが、図を見る限りでは右側の差異の方が顕著である。
 7 Acemoglu and Restrepo (2018) に基づく独自のモデルによる。
 8 職業別に推計を行ったところ、NRTI1（反復）については、検査（品質管理）および人事でプラスに有意、NRTI2（意思決定）は検査（品質管理）でプラスに有意、NRTI3（対話）は人事でプラスに有意であり、それ以外は有意ではなかった。有意であった場合にはいずれもプラスの方向に変化しており、AI等の導入は業務の非定型化をもたらすという当初の仮説を支持するとともに、その影響は職業ごとに大きく異なることが示唆された。

らみた非定型性は影響を受けないことが示唆された。これは、AIの技術的な特性、つまり、大量のデータに基づき予測や最適化を早く正確に行うことはできるが、その途中過程がブラックボックスであり説明責任を果たしづらいこと、さらには、言葉の意味理解や、暗黙知や常識の活用は困難であることを踏まえれば、直感的にも理解できるものである。またこの結果は、Frey and Osborne (2017) による、ボトルネックのうち「認識・操作」が先に、「創造知性」や「社会知性」は後から影響を受けるとの予測結果と整合的であるとみることもできる。すなわち、AI等の導入による業務への影響の在り方は、分析のタイムラインに応じて変化し、今回の分析では「反復」の側面でのみ変化が計測されたが、今後、時間の経過に伴いAI等の技術水準が高まれば、将来的には「対話」や「意思決定」の側面からも変化が計測される可能性がある。

なお、NRTI以外にも、労働時間および労働者数について⁹、同様に(2)式に基づき推計を行った結果、AI等の導入は労働時間を約17.2分減少させる一方、正規雇用を約2.4%増加させることが分かった。AIの導入により、個別の労働時間は減少する一方、労働者数は増加することになる。すなわち、AI等と労働との関係は、過去の技術革新でみられたように、代替・補完の双方の側面を併せ持っており、Frey and Osborne (2017) で予測されたような大規模な労働代替は観測されなかったが、NRTI同様、労働時間や労働者数についても、AI等の影響はタイムラインに応じて異なる可能性がある。なお、Frey and Osborne (2017) は2013年を起点に今後10~20年間のスパンで生じる影響を予測したものである一方、本研究は直近3年間の観察データに基づく分析であることには留意が必要である。

結び

アンケート調査に基づくDID分析の結果、AI等の導入は、①業務の非定型性については、「反復」に関する非定型性は上昇する一方、「意思決定」や「対話」に関する非定型性は影響を受けないこと、②雇用の規模については、労働時間は約17.2分減少する一方、正規雇用は約2.4%増加することが分かった。ただし、今回のアンケート調査はサンプルの規模や職業が限定的であり、ここ3年間の変化に焦点を当てたものであるため、より大規模な調査や政府統計を用いた長期的な変化の分析、さらには賃金への影響を加味した分析が期待される。

参考文献

- Acemoglu, D. and P. Restrepo (2018) "Artificial Intelligence, Automation and Work," *NBER Working Paper*, No. 24196.
- Autor, D. H. and D. Dorn (2013) "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market," *The American Economic Review*, Vol. 103, pp. 1553-1597.
- Autor, D. H., F. Levy and R. J. Murnane (2003) "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 118, pp. 1279-1333.
- De La Rica, S. and L. Gortazar (2016) "Differences in Job De-Routinization in OECD Countries: Evidence from PIAAC," *IZA Discussion Paper Series*, No. 9736.
- Frey, C. B. and M. A. Osborne (2017) "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?" *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 43, pp. 254-280.

北原 聖子 (きたはら せいこ)

図表4 NRTIの推計結果

| | NRTI1 (反復) | | NRTI2 (意思決定) | | NRTI3 (対話) | |
|---|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| Treat _{it} × After _{it} | 0.087 ** (0.037) | 0.087 ** (0.037) | -0.007 (0.049) | -0.007 (0.049) | 0.010 (0.028) | 0.010 (0.028) |
| Income | No | Yes | No | Yes | No | Yes |
| Obs. | 2,266 | 2,266 | 2,266 | 2,266 | 2,266 | 2,266 |

(注) 括弧内は標準誤差を表す。*、**、***はそれぞれ10、5、1%水準で有意であることを示す。

9 労働時間は1日の平均労働者数、労働者数は部署単位での労働者数を指す。