

製造業の新たな DX へ - 新たな価値創造への挑戦

New Data to Industrialization

機械振興協会経済研究所 Academic Advisor

馬奈木 俊介 (Shunsuke Managi)

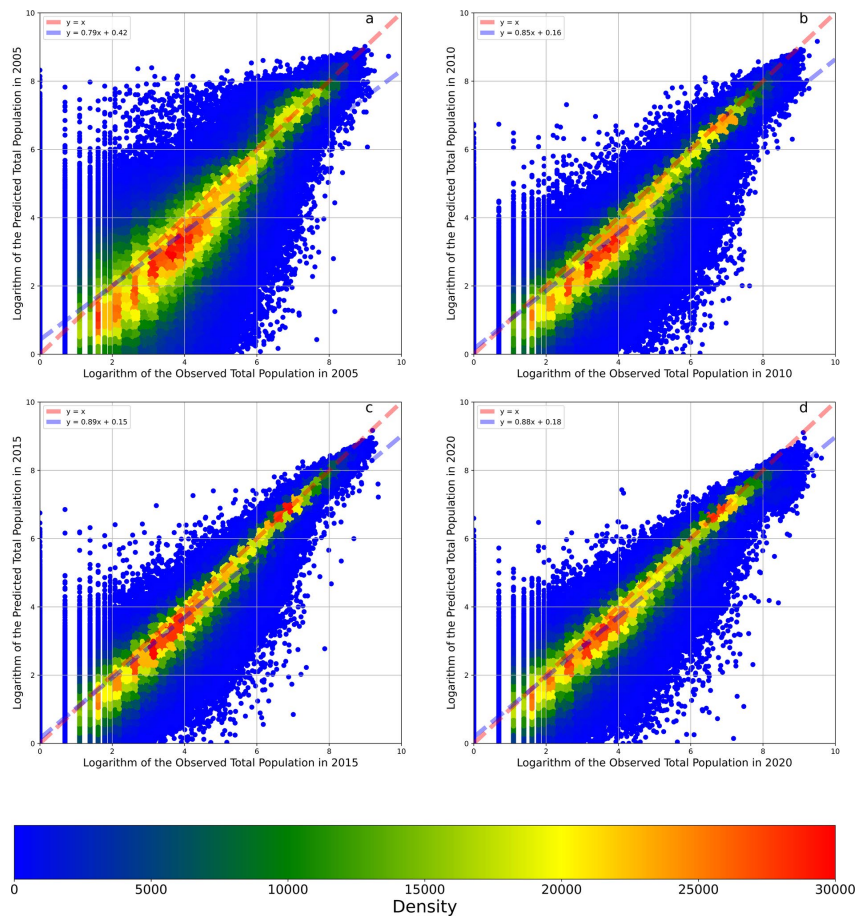
1. データが社会問題を解決する

人工知能 AI 技術の急速な普及を受け、人間社会を豊かにするための AI 技術の倫理を含めた使い方に関する議論が世界各国で始まっている。われわれは、どのように新たな技術を受容し、社会問題の解決につながることが出来るのか、逆に、AI の普及が新たな社会問題を生むことはないのかを評価軸を例示しながら提案する。

ここでは、社会問題を解決する先進的なデジタル技術を活用した取り組み事例を紹介する。その際の評価軸として、国連が国内総生産 (GDP) を補完する新しい指標づくりに本腰を入れていることに注目する。これはグテーレス事務総長の肝煎りプロジェクトの一つで、スローガンは「GDP を越えて ビヨンド GDP: Beyond GDP」である。その指標が、先行者がいないニッチ分野で強みを発揮していくグローバルニッチ戦略の重要性につながることを示す。

ニッチな分野を見つけ、社会課題の解決の進捗を測り政策へも反映するためにも、データの精度をあげる、データから数値化することが必要である。例えば、日本のような高齢化社会において人口変動の影響を特定するために効果的な政策を、人口、公衆衛生、土地利用などの分野で策定するためには、高解像度で正確な人口データが必要である。人口政策や公衆衛生政策を立案し、環境プロジェクトを支援するためには、高解像度で正確なグリッド人口データセットが望まれる。その基礎データを作成するために、2001 年から 2020 年までのオープンアクセス年次データセットから空間解析で各グリッドにおける総人口、男性人口、女性人口を 500m の解像度で推測し、詳細な人口密度データベースを開発した¹⁾。

図表 1 統計の精度



出所) Li and Managi (2023)による日本空間データの精度

総人口の対数を出力変数とするモデルの時系列クロスバリデーション。左上からパネル a は、2010 年、2015 年、2020 年のデータで学習させ、2005 年のデータでテストしたモデル、右上のパネル b は、2005 年、2015 年、2020 年のデータで学習させ、2010 年のデータでテストしたモデル、左下のパネル c は、2005 年、2010 年、2020 年のデータで学習させ、2015 年のデータでテストしたモデル、右下のパネル d は、2005 年、2010 年、2015 年のデータで学習させ、2020 年のデータでテストしたモデルの結果である。赤い破線は 1:1 の補助線、青い破線は、線形回帰に基づく観測データと予測データとの f_t 線を示す。

2. データ化の進展

米国 OpenAI の対話型の生成 AI である ChatGPT を含めて、以前は AI といえば数値データ中心だったものが、利活用できるデータの種類も文字や画像、音声まで非常に多様化している。データというものは量だけでなく質が大事である。以前から AI 化が進むと人の仕事が奪われるという議論はあったが、データの質が良いほどその仕事を AI に代替することができる。日本の特徴は賃金が安くなってきているため、AI に代替するインセン

タイプは小さいが、各企業に雇用が足りないという現状を考えると雇用規制による問題以上に、AI への移行が簡易になる。

経済学、都市工学、環境・資源エネルギーの分野では、これまで多くのデータやコードは共有されていなかった。現在では、それらデータやコードの共有が以前より進み、AI 活用のデータ分析が普及している。OpenAI も含めて、開発元はデータ自体をさらに拡張して次の段階に向かっていくという認識があるため、研究者は少し前のコードやデータを公表しても構わないという戦略に出る。そのため自分のデータが他者に利用されて優位性が落ちるということにはあまりならない。

そうすると、次に ChatGPT などの生成 AI が与える影響が大事になる。毎週のように新技術の応用例が公表されて技術の効果的な実装事例が出てきている。例えば、中国などの複数の国でイラストレーターの仕事が AI に代替されたという事例が報告された。テキストではなく画像であっても AI が活用されたこと、そして AI の導入が新興国でも進んでいるということから、このニュースは驚きを持って広がった。今後は DAO (Decentralized Autonomous Organization:分散型自律組織) 等の利用が更に普及し、元のイラスト画像の権利問題を扱うようになり、それぞれが利益を得る仕組みも発展するであろう。

当初、AI が人の労働を代替するという議論は賃金が低い簡易な仕事で進むと言われていたが、イラストの加工やプログラムの改良といった、場合によっては難しい技術、例えば長い期間の基礎学習が必要な仕事でも代替方法が生成できるようになった。つまり、ある程度の成果の質で問題ない仕事は AI に取って代わられる事例が増えている。質が高く、新しい仕事を創造している場合はそのリスクは少ない。業種に関係なく、代替の価値があるもの、困っている業種には代替の機会は増えている。

すでに人の職を代替する機械化は進展しているということに対する理解が必要である。2022 年時点で代替されている仕事を業種ごとで見ると、金融・投資セクターでは人型ロボットが活用され、自動車や宇宙関係、サプライチェーンでは工場の機械化や陸上のロボット化が進行し、石油・ガス領域では空中・水中ロボットが使用されている。

産業ごとの自動化のリスクを見た場合、レストラン等のサービス関係は自動化のリスクが高いと言える。交通関係は職種によってリスク差が大きいためばらつきがあり、応用数学の分野は比較的リスクが少ない。このような状況の中で、自動化による代替が高い産業は今後雇用の在り方が変わっていくことが分かる。

このような現状の中で、OpenAI が登場し、日本計算機統計学会では、「プログラミング時代は終わりだ」という主張と「まだ終わらない」という主張で議論があった。この議論はお互い真逆のことを主張しているわけでは無い。仕事の質を変化させるには、プログラムを学び上手く活用することでさらに効率が向上する。その一方で、上手く活用できず効率の向上も望めない場合は、機械に代替されるという趣旨で一致している。

その分かれ目については、10 年前の 3D プリンターが良い事例になる。当時、3D プリンターの出現によりモノを自宅で作れるようになるため、モノは売れなくなると言われた。

しかし、現在でもモノを自作する人はほぼいない。理由は非常にシンプルで、Amazonで買う代替商品の方が安いからである。それと同様に、プログラミングの仕事が完全にAIに代替されるのではなく、AIで代替することを普及させる価格に設定できるか、それを組み入れた新しいプロダクトを創り出す、あるいはプログラミングの仕事の質が変わっていくということが今の終着点である。

通常、多くの分野で大学にいる研究者が新しい発見をする。しかし、AIの分野をみると2014年までは大学の研究者がインパクトのある論文を書いていたが、現在は8割が産業界によって書かれている。これは産業界の方が豊富なデータと資金があるため、この分野はかなりデータドリブンな方向へと動いている。

テキスト生成や画像生成、音声認識などの技術を用いた取り組みは、小さな事例からでも展開できる。人の移動データと地図会社のデータを掛け合わせ地域の経済価値をマップ化した場合、データの所有権は通信企業あるいは地図を発行する企業になるため元データは公表できないが、成果物は地図画像として公開されている。また国際的な幸福度では、Well-beingに関する個人データと土地情報を融合させ、周りの環境が人に与える影響をさまざまなパラメータで分析が可能だ。このようにオープンデータであれば、他者に使ってもらうことで自分にとっても役立つことがある。

3. 日本を目指すべき方向性

6、7年前、AI政策で後れをとっていた日本は、挽回するために研究費を増額し、国を挙げて取り組んだ。しかし、例えばA、B、Cという評価軸で「B-」と評価された取り組みを「A-」まで改善したとしても、より優れた「A+」が現れると置き換えられてしまうように、この施策は根本的な改善を果たせなかった。ChatGPTはわずか5日で1億人のユーザーを獲得した。ちなみに、Instagramの場合は2.5カ月、Facebookでは10カ月で獲得している。これらはいずれも米国の企業で、肩を並べられる日本企業は存在しない。同様に、AIマフィアと言われるAI企業を司る主要企業グループの中にも日本人はいない。こうした状況下、日本が急に取り組み始めたとしても、大きな成果につながることは現実味がないと理解すべきであろう。

データ共有と資金調達が難しい日本の構造においては、少数の選ばれた取り組みに資金を投入するのではなく、少ない予算でも比較的広い範囲に資金を配り、分野は狭くとも基礎研究から戦うことがよいのではないか。そこから応用分野を伸ばしグローバルニッチを狙う戦略の方が成功する可能性が高い。例えば、日東電工が先行者のいないニッチ分野でシェアを拡大して売り上げを増やしたように、グローバルニッチ戦略は日本には適している。

そして、日本の課題は人材不足である。ちなみにこの問題はすべての国にあてはまるが、ここでは日本に議論を絞る。人材不足には文化・慣習の障壁もあるが、育成の課題が大きい。例えば、この2年間に台湾のTSMC（台湾積体電路製造股份有限公司）では、半導体

技術者の育成が重要だという議論になった。また、諸外国は大学に新しく半導体学部を作ったが、日本では主要大学においてそういった対応はできない。国立大学は学部を新設する場合、他の学部の人数を減らさないといけないというルールに則っており、国としては高専を作るなど違う方法をとるしかない。このような制度は長期的には変更されるであろうが、目先の解決にはつながらない。

日本における AI の活用事例として、AI の第 3 次ブームが来た際に海外でも注目されたのが、両親と元エンジニアの子供の 3 人で営む中小企業が、キュウリの生産に AI を活用した事例である。姿の良いキュウリを画像解析にて判定するプログラムを作ったというものだ。海外ではキュウリ生産に AI を使う発想がなさそうだが、小規模な分野や技術だから重要性が無いと断定せずに試みるところが、日本の適合可能性の強さである。個々の応用数学で、それぞれの発展が大事なことと同じである。

海外では、同じような技術を応用した場合、大規模になりがちになる。例えば同様の仕組みがブラジルのアマゾンの違法伐採管理に活用された。画像データと排出される炭素排出量から、森林伐採による火災のほとんどを 2 日以内に発見したという論文も出ている²⁾。日本においてはこのようなインパクトの大きさ重視ではなく、小さな成功事例を出し徐々にスケールを大きくしていくことが現実的であり、結果として長期的に大きなインパクトを与えることになる。

また、輸出構造が複雑なため様々な分野を融合化させることが強みなる日本だが、近年、多くの国際ランキングが低下している。日本は人材不足に加え、技術を進展させる下地作りでも規則を変えにくい構造がある。効果的に発展するためには、できないことをできるようにするよりも、既に優れている部分をさらに伸ばす方が良いと考える。科学の集中、技術の枠組み、技術の適応といった得意分野に特化し発展させる方が現実的であり将来性があるのではないか。

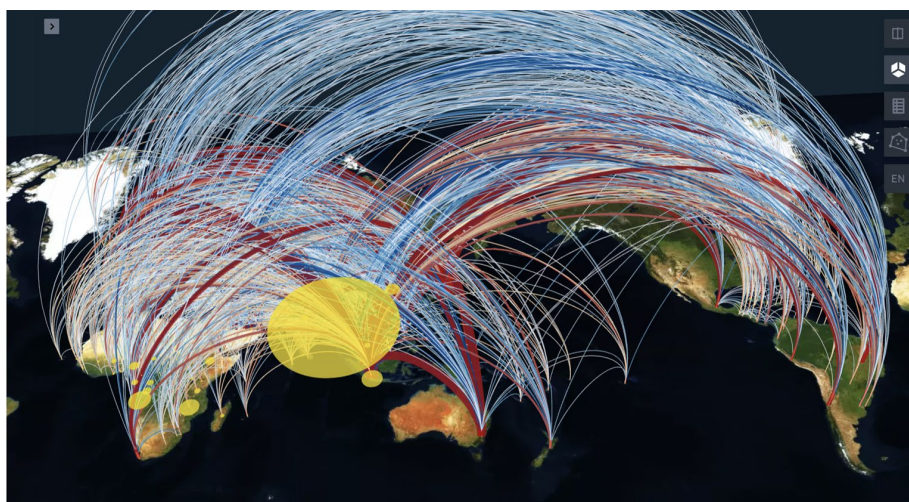
もう 1 つ重要なことは、産学官の連携だ。“産学官”の中でも中心になるのは企業であり、それを支えるのが行政となる。2023 年 4 月、一般社団法人ナチュラルキャピタルクレジットコンソーシアム (Natural Capital Credit Consortium <https://nccc.earth/>) が産業界主導型の CO₂ クレジット化を発表し、シンガポールを拠点とする CO₂ 取引市場 Air Carbon Exchange (ACX) と提携している Air Carbon 社とも MOU (Memorandum of Understanding : 合意書) を締結した。海外とは産業界の方が連携しやすいが、それを支える行政の存在で物事がスムーズにいく傾向がある。

衛星データと土地利用データを使うことで新幹線やリニアの経済効果を評価することも現在では可能になり、温泉を利用することで得られる健康状態を評価した³⁾インクルーシブシティの取り組みや、ブロックチェーンを地域活性化につなぐジャスミー⁴⁾など、現在では AI 技術を用いて複雑な地域の課題を解決していく方法は数多く出現している。他にも産学官での AI 技術の活用例として、⁵⁾ ㈱ふくおかフィナンシャルグループは 2021 年、子会社の⁶⁾ ㈱サステナブルスケールを設立し、企業の SDGs や ESG の取り組みを評価して

いる。このように比較的保守的と言われる地方銀行であっても先進的な取り組みを進めている。

また、大学発ベンチャーである株式会社 aiESG (<https://aiesg.co.jp/>) は世界中の産業を詳細に分類し、その取引を追える仕組みを作成した。これにより、これまで定量的に示されることがなかった環境問題や水問題、大気汚染、経済問題、地域経済への貢献に加え、労働問題、安全性、人権問題なども数値化できる。海外のオープンデータに基づきグローバルにまたがるサプライチェーンを調べ、どの企業のどこにリスクが現れるかといったことや、ホットスポットの可視化が可能だ。日本には輸出構造の複雑さという強みがあるため、こういった企業の取り組みは有効である。

図表 2 ESG 分析に基づくサプライチェーンのホットスポット例



出所) 株式会社 aiESG

最先端の科学は一分野では成り立たず、複数の分野の融合で生まれる。機械学習から発展した現在の AI もビッグデータと応用数学にのっっている。このように分野の融合を促し次のニッチを探す取り組みが重要になってくる。

日本が生き残る方策は、まだ取り組まれてないニッチを掌握していくことだろう。そしてその社会評価を作る仕組みが、今後、中心になっていく。まだ取り組まれていないということは、ニッチではあるが将来の課題は大きいことになる。社会課題を解決するために AI を役立て評価し、優れている部分をさらに伸ばすことが重要となる。

4. 新国富指標の政策への活用

これらの事例において、どう定量化し政策への指針を示すか。精度の上がったデータを用いさまざまな取り組みを行う上で必要となるものが、取り組みの進捗あるいは資本の推移を表す指標である。その指標として活用されるものが、2012 年に国連によって発表され

た新国富（包括的富）指標（Inclusive Wealth Index：IWI）³⁾⁻⁶⁾であり、社会課題の価値化、可視化を行う手法となる。GDPを補完し人々のウェルビーイングに資する自然や健康、教育なども測定する。報告書では、2018年版⁵⁾では健康の価値化、2023年版⁶⁾では教育の価値化が行われ、経済から環境、健康、教育まで包括的に網羅することができる指標となっている。この指標を用い継続的に計測していくことで、施策等を実行する優先順位を明確にすることが可能になると考えられる。

図表3 新国富指標の変遷



国連から出された新国富指標レポート。左から2012年、2014年、2018年、2023年発行。

指標を用い価値づけをしたうえで、現状のAIに関する基礎技術を連携し、社会での応用に生かしていくかという分野において、競争力を磨いていく方策が考えられる。

2020年代より本格化すると予想されている、現実社会のわれわれの生活の場の中でのAI活用をより効率的にするためには、その受け皿となる既存の物的な技術を生かした新たな機械が必要となる。しかし現状ではAIが人間の動きを模倣することは非常に難しく、その実現のための材料や制御のための基礎的な工学的技術の一層の発展が必要となる。そのため、AIの受け皿となるようなロボットを中心とするさまざまな新たな工学分野の技術開発も必要となるであろう。

持続可能な経済下のSDGsに表されているゴールの達成は、負の遺産を後世に託さないよう設定されている。今後の成熟した経済の下では、将来世代にプラスの遺産を残すための持続可能な幸福 Sustainable Well-beingが求められる。この実現にはAI技術を活用することで促進されるであろう。

参考文献

- 1) Li, C., & Managi, S. (2023). Gridded datasets for Japan: total, male, and female populations from 2001–2020. *Scientific Data*, 10(1), 81.
<https://www.nature.com/articles/s41597-023-01989-4>
- 2) Andela, N., Morton, D. C., Schroeder, W., Chen, Y., Brando, P. M., & Randerson, J. T. (2022). Tracking and classifying Amazon fire events in near real time. *Science advances*, 8(30), eabd2713.
- 3) United Nations Environment Programme (2012). Inclusive Wealth Report 2012: measuring progress toward sustainability.
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/32228>
- 4) United Nations Environment Programme (2014). Inclusive Wealth Report 2014: measuring progress toward sustainability.
<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9771>
- 5) United Nations Environment Programme (2018). Inclusive Wealth Report 2018: measuring progress toward sustainability. (also Managi, S. and P. Kumar. 2018. "Inclusive Wealth Report 2018" Routledge, USA.)
(<https://www.unep.org/resources/inclusive-wealth-report-2018>)
- 6) United Nations Environment Programme (2023). Inclusive Wealth Report 2023: Measuring Sustainability and Equity.
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43131>