

人間と AI とが共存する未来社会のデザイン

——実験社会科学, トランス・サイエンス, フューチャー・デザインの融合へ向けて——

田 口 聡 志

- I はじめに：AI の進展と未来社会の設計
- II AI がもたらす新たな社会とリスク：総務省（2016）の論点整理
- III AI の意思決定の倫理性：実験が予測する未来
- IV AI の意思決定の責任：AI 時代における不法行為責任の経済分析
- V トランス・サイエンス問題との融合
- VI フューチャー・デザイン研究との融合
- VII 本稿のまとめと展望

I イントロダクション：AI の進展と未来社会の設計

本稿は、AI（Artificial Intelligence¹）と人間とが共存する未来社会が一体どのようなのか、またそれをどのようにデザインしていく必要があるのかについて、検討すべき論点を整理するとともに、近年、社会制度の設計について注目を集めている実験社会科学研究から、どのような貢献がなしうるか検討することを目的とするものである。その意味で本稿は、今後筆者が予定している AI と人間が共存する未来社会をデザインする一連のプロジェクトのファーストステップとして位置付けられるものである。

AI を中心とする近年のテクノロジーの進展には、目を見張るものがあり、今後も、その進展は続いていくことが予想される（Ford 2015; Brynjolfsson and McAfee 2011, 2014）。そしてこのようなテクノロジーの進展は、当然のことながら人間の社会生活に大きな影響を与えることが予想される（Kelly 2016）。たとえば日本は今後、超高齢化社会を迎え²、かつ大幅に人口が減少していくことが予測されている³、テクノロジーの

1 AI の定義については様々なものが考えられるが、この点に関しては松尾（2015）を参照。

2 今後の日本が迎える超高齢化社会においては、様々な問題が待ち受けている。社会保障や国家財政危機の問題（井手・古市・宮崎 2016）、高齢者の生命寿命・健康寿命・資産寿命のバランスの問題（清家編 2017）などをどのように克服していくかは重要な課題である。これらを考えるヒントとして、たとえば、吉川（2016）や井手・宇野・坂井・松沢（2017）などを参照。なお、これらの論点については、別稿を予定している。

3 厚生労働省（2016）によれば、総人口は 2060 年には 8,674 万人（2010 年人口の 32.3% 減）にまで減少すると見込まれており、かつ生産年齢人口は 2060 年には 4,418 万人（同 45.9% 減）にまで減少すると見込まれている。さらに人口構成について、高齢化率（65 歳以上人口割合）は、2015 年時点でも 26.7% と高い割合であり、かつ今後も一貫して上昇していくことが見込まれており、2060 年では 39.9% とする見込みであるという。

進展とその活用が進むことは、日本の経済成長において課題となる労働投入の減少や企業の生産性向上に大きく寄与する可能性があるといえる（総務省 2016）。

しかしながら他方では、このようなテクノロジーの進展に対する懸念の声もある。たとえば、Autor and Dorn (2013) は、テクノロジーの進展により、中程度スキルを必要とする業務が機械化され、低賃金層と高賃金層の間の賃金格差の拡大と、低賃金層と高賃金層の雇用シェア増加が生じ、その結果、賃金と業務の二極化が起こると分析している。また、Frey and Osborne (2013) は、702 の職業について、テクノロジーの進展によって近い将来に自動化される可能性を分析しており、米国で今後 10-20 年のうちに自動化される可能性が高い仕事は全体の 47% であることを示している^{4,5}。さらに、Kurzweil (2010) は、テクノロジーが収穫加速の法則 (Law of Accelerating Returns) により進展していくと、人間の脳や人類の知性の限界を、人間と機械（特に、汎用人工知能など「強い AI」⁶) が統合された文明が超越する瞬間（これをシンギュラリティ (Singularity: 技術的特異点) という) が、2045 年にやってくると予測しており、また、これに関連づけたかたちで、「テクノロジーの進展は人間に対する脅威である」との議論がなされることもある。

もちろん、そのようなシンギュラリティが本当に起こるかどうかは議論の余地があるし、それが人類にとってよいことかどうかについても多様な意見があり得るが、いずれにせよ、今後もテクノロジーの進展が止まらないとすると、我々は、それとどのように向き合うか、社会全体としてそれをどのように受容し、またそれとどのように共存していくかということについて、真摯に考えていかなければならないだろう。特に、後述するように、新しいテクノロジーと法制度・社会規範との関係は大きな問題であろう。たとえば、AI による自動運転カーが事故を起こした場合、誰が責任を取るか、また自動運転カーの判断の倫理性をどのように担保するかという問題は、その最たる例といえる (Bonnenfon, Shariff, and Rahwan 2015)。このように、AI を中心とするテクノロジーの進

4 これは先の人口減少の議論と重ねると必ずしもネガティブなことではないが、「人間が AI に仕事を奪われる」といったかたちでネガティブな文脈で語られることも多い。

5 本稿では、紙面の都合から、雇用の問題についてはこれ以上深く言及しないが（別稿を予定している）、Autor (2015) は、テクノロジーの進展は、産業構造や労働者の就業行動の変化にも影響するため、機械が仕事を奪うとは単純に結論付けられないことを示唆している。このような未来社会における雇用の問題については、合わせて、鶴 (2016)、大内 (2017)、野村 (2016)、寺田・上田・岸・森井 (2017)、山本 (2017) における分析も参考になる。

6 Searle (1980) によれば、AI には、強い AI (Strong AI) と弱い AI (Weak AI) とのふたつが考えられ、後者（弱い AI）が、あくまである限られた事象にのみ対処しうる道具 (tool) であるのに対して、他方、前者（強い AI）は、汎用的な事象に対する応用性を持ち、かつ心・精神までを持ちうる可能性を秘めた存在であるという。テクノロジーにより人間の労働（特に単純作業など）が代替される可能性があるという問題は、あくまで後者（弱い AI）を中心とする議論であるが、人間の文明を超えるかもしれないという問題は、前者（強い AI）を中心とする議論であるといえる。これらについては、池上・石黒 (2016) も合わせて参照。

展に見合う新しい経済社会制度の設計は、喫緊の課題であるといえるが、しかしながら、現状では、その点に関する議論が必ずしも成熟しているとは言い難い。また、そのような議論があるとしても、現実社会への実装の段階では、制度や政策の効果測定をどのようにおこなうかが重要な鍵となるし、また、制度を導入するときに生じる恐れのある「意図せざる帰結」を事前に織り込んでおくことが望ましい。しかしながら、既存の方法論では、政策の事前的な効果測定には、極めて困難が伴うし、「意図せざる帰結」を事前に発見することも極めて困難といえる。

そこで本稿では、人間と AI が共存する未来の社会をどのようにデザインしていくことができるか検討することにする。結論的には、上述のような問題を克服しうるものとしては、モデル分析と経済実験を組み合わせた「実験社会科学」が挙げられると筆者は考えている。実験社会科学は、ゲーム理論と経済実験を共通言語に、経済学・心理学・政治学・社会学・生物学・神経科学など領域を超えた研究者が集まり議論を進める新しい領域(亀田 2017; 西條・清水編 2014; 西條編 2015; 田口 2015)であり、特に新しい時代に即した新たな社会制度設計のために、多くの期待が寄せられている学際的領域のひとつでもある。我々は、実験社会科学研究により、最終的には、人間と AI との共存する経済社会の設計、ひいては未来の地球を見据えた新たな知見を得ることを大きな目標とするものである。そして本稿では、そのような大きな「野望」達成のための(一連の研究の)端緒として、全体の論点整理と今後の展望を模索することにしたい。

II では、AI がもたらす新たな社会のあり方について、総務省(2016)を追いかけることで論点の整理をおこない、それを承けるかたちで、III・IVでは、AI と人間の共存社会を考えるうえで重要論点のひとつといえる AI の意思決定の倫理性や責任の問題に関する先行研究をサーベイする。そのうえで、V・VIでは、この問題に対して、実験社会科学がトランス・サイエンス問題やフューチャー・デザイン研究と融合することで、より議論を深化させることができる可能性の一端を示す。最後にVIIでは、全体のまとめと今後の展望を示す。

II AI がもたらす新たな社会とリスク：総務省(2016)の論点整理

本節では、議論を進めていくうえで、AI がもたらす新たな社会がどのようなものか、またどのようなリスク要因が潜んでいるのかを洗い出す作業をおこなう。この点について

7 この点について、たとえば、日本経済再生本部(2016)は、「人工知能の普及及びネットワーク化並びにその社会や人間への影響を踏まえ、人工知能の開発に当たり留意すべき事項(透明性、制御可能性等)について国際的に参照すべき原則の策定及びその継続的見直しその他関連する社会的・倫理的課題に関し、国内外における継続的な議論を推進する」(傍点は田口)と述べ、このような議論の重要性を指摘している。

では、様々な機関や団体が検討を進めているが、その中でも、総務省(2016)は、AIと新たな社会との関係を丁寧にまとめているため、以下これをレビューする。⁸たとえば、AIがもたらす新たな社会がどのようなになるかについて、総務省(2016)は以下のように述べている(以下の引用における下線は全て筆者(田口))。

「人間に求められる能力が単なる認知能力(読み、書き、そろばん)から非認知能力(事業再編成能力、コミュニケーション能力、全体をデザインする能力等)にシフトする」(p.21)

「将来の社会では、自然人とサイボーグ(改造人間)やロボット(人造人間)とが共存するようになり、人間とは何かを問い直す必要が生ずる」(p.21)

「精巧な人型ロボットの登場や人間のサイボーグ化により、人間とロボットやサイボーグとの線引きは非常に曖昧なものになることも予想される。」(p.22)

このような未来社会の状況を示したうえで、総務省(2016)は、さらにAIがもたらす新たな社会について次のようにまとめている。

「AIネットワークシステムの発展は人間に恩恵をもたらすが、他方で、既に述べているように、生産手段の代替は雇用が減少につながるのではないか、空間的・時間的な制約がなくなれば逆に労働強化(いつでもどこでも働かされる)につながるのではないか・・・(中略)・・・したがって、AIネットワーク化が進展した社会における人間像を考えるに当たっては、人間がAIネットワークシステムに何を期待し、AIネットワークシステムを利活用してどのような社会を実現したいのか、AIネットワークシステムは人間にどのような貢献をしてくれるのであろうか、について考える必要がある。」(pp.22-23)

このように総務省(2016)は、AIに何を期待してどんな社会を実現したいのか能動的に考えていく必要性を指摘している。また、総務省(2016)は同時に、リスク・シナリオ分析という手法により、そのような新しい社会において想定しうるリスクをいくつか挙げている(第4章)。それらをまとめると図表1のようになる。

図表1に示されるとおり、そのリスクは2つある。第1は、機能に関するリスク(AIネットワークシステムに期待される機能が適正に発揮されないリスク)で、具体的には、セキュリティに関するリスク、情報通信ネットワークに関するリスク、不透明化のリスク、制御喪失のリスクなどが挙げられる(総務省2016, pp.36-37)。第2は、法制

8 総務省(2016)については、福田・林・成原編(2017)も合わせて参照。

図表1 総務省(2016)が挙げる新しい社会において想定しうるリスク

- | |
|--|
| <p>(1) 機能に関するリスク：
AI ネットワークシステムに期待される機能が適正に発揮されないリスク</p> <p>(2) 法制度・権利利益に関するリスク：
AI ネットワークシステムにより権利利益など法益が侵害されるリスク</p> |
|--|

※総務省(2016)を参考に筆者作成

度・権利利益に関するリスク(AI ネットワークシステムにより権利利益など法益が侵害されるリスク)であり、具体的には、事故のリスク、犯罪のリスク、消費者等の権利利益に関するリスク、プライバシー・個人情報に関するリスク、人間の尊厳と個人の自律に関するリスク、民主主義と統治機構に関するリスクなどが挙げられる(総務省2016, pp.37-38)。これらのうち我々が特に注目すべきは、(2)の「法制度・権利利益に関するリスク」である。これはまさに、我々がテーマとしているAIと人間社会との接点のうち、特に、テクノロジーの進展が既存の人間社会における権利やルールなどをどう変えてしまうのかという点に関するリスクであるといえる。

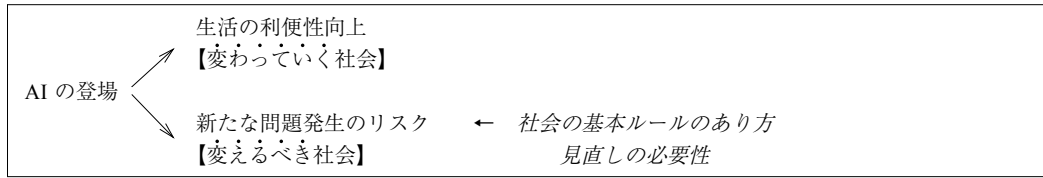
続けて総務省(2016)は、AIのおこなう判断や意思決定について、「ブラックボックス化」を避ける重要性を掲げ(総務省2016, p.42)、「AIの自律的判断に基づく動作に起因する法的問題が増大することなどにより、権利義務及び責任の帰属主体、法律行為及び不法行為並びに犯罪に関する法制度など従来の社会の基本ルールの在り方の見直し」が求められる可能性がある(p.57。但し下線は田口)として、社会の基本ルールの在り方について検討することの必要性を述べている。また、その検討にあたり、ハードロー(行政規制、刑事規制等)とソフトロー(ステークホルダー間の合意、フォーラム標準等)の役割分担も考慮に入れる必要性を指摘している(p.67)。

以上のように、総務省(2016)は、AIの進展により、世の中が便利に変わっていくという側面だけでなく(いわば「受動的に変わっていく社会」)、特にAIの自律的判断に伴い生じる可能性のある新たなリスクへの対処など、社会の基本ルールのあり方自体を変えていく必要性(いわば「能動的に変えるべき社会」の重要性)を問うている(図表2)。

それでは、社会の基本ルールのあり方を一体どのように変えていけばよいのだろうか。そもそも社会の基本ルールとは一体何だろうか。次節ではこの問題を考えることにする。

9 なお、社会を能動的に変えていく側面(設計的秩序)を重視するといえども、もちろん、社会が自然に変わっていく側面(自生的秩序)を無視していいということでは決して無いという点には留意が必要である。このように、社会の変化を2つの側面から捉える(設計的秩序と自生的秩序)視点は、たとえばHayek(1960, 1973, 1979)や森田(2009)などを参照。

図表2 AIの進展の2側面



※筆者作成

Ⅲ AIの意思決定の倫理性：実験社会科学が予測する未来

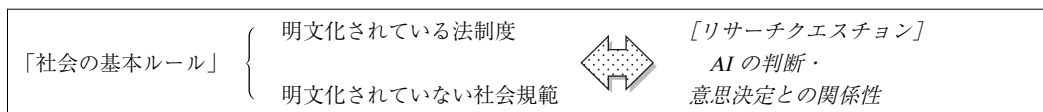
「社会の基本ルール」といった場合には、もちろん様々なものが想定しうるが、明文化されている法制度だけでなく、明文化されていない社会規範なども含めて考えることができよう(図表3参照)¹⁰。そこで、前者の法制度の問題を次節Ⅳで、後者の社会規範の問題を本節Ⅲで整理することにする。

Ⅲ-1 AI問題に対する実験社会科学の優位性

ここで、AIと人間が共存する「未来社会」を考えるにあたり、実験社会科学研究に依拠して議論をすすめることのメリットを考えてみよう。まず実験社会科学とは、「実験」(ある状況下における人間の実際の意思決定データを分析する手法)¹¹により、「ヒト対ヒト」や「ヒト対仕組み」の相互作用を分析し、よりよい社会を構築することを目指す学際的領域である。特に、複数の状況(異なる制度や「仕組み」)のもとでの人間の意思決定を比較し、そこにもし違いが生じるとするならば、何がそのような違いをもたらしたのかを、現実の心理データに即して分析することが可能となる点が実験の強みである。すなわち、社会科学では、究極的にはどうしたら幸せな社会が構築できるかを考えることが大きな課題であるといえるが、実験によれば、どのような制度や「仕組み」を導入したら、どんな人間行動がもたらされ、どんな社会を構築することができるのか、ということを実験の人間心理に即して検証することができる。

しかも実験の一番のメリットは、現実の制度や仕組みを作る前に、そのパフォーマンス

図表3 「社会の基本ルール」とAIの判断・意思決定



10 このような見方については、たとえば Aoki (2001, 2010) や青木・奥野編 (1996) などを参照。

11 ここでの実験は、いわゆるラボ実験だけでなく、フィールド実験やコンピュータ・シミュレーションも含めた広いものを指す。

スを検証できるという「事前検証性」にある。たとえば、制度や政策の効果を測定しようとする場合、それらを実際に現実に創出した後でなければ、その効果に関するデータを採取することができないため、既存の方法論による政策評価は、どうしても事後的にならざるをえない。しかしながら実験によれば、「今はまだ現実にはない制度や仕組み」でさえも分析の俎上に載せ、それを具体的なデータで分析することができるのが大きな強みであるといえる。

そして、ここにこそ、我々が「未来社会」を議論するにあたり、実験社会科学を分析の基礎とすることの大きな意義があるといえよう。すなわち、AI と人間が共存する未来社会というのは、まさに「今はまだ現実にはない」ものであることから、既存の方法論では、議論を具体的におこなっていく場合に、大きな困難に直面する。しかしながら、実験社会科学研究によれば、上述のように、まだ現実にはない未来でさえも、具体的にデータで分析することが可能となる。このように考えると、AI と人間が共存する「未来社会」を議論するうえで、実験社会科学に依拠して研究をすすめることには、一定の意義があるといえるだろう。

III-2 AI のおこなう判断や意思決定の倫理性を巡って

次に、具体的に AI のおこなう判断や意思決定の倫理性を、実験社会科学研究で考えてみる。社会規範と一口にいっても色々あるが、AI の問題との関連で特に注目を集めているのは、AI のおこなう判断や意思決定の倫理性の問題（特に、AI が今後、人間の判断や意思決定を代替し、自律的に意思決定をする場合に、その判断や意思決定の倫理性をどのように担保すべきかという問題）である¹²。たとえば、現在でも AI による自動運転カーが現実社会に実装されつつあるが、自動運転カーが備えるアルゴリズムの倫理性をどのように担保するのかという問題はその最たる例といえる。

この点に関連して、Bonnenon, Shariff, and Rahwan (2015) は、以下のような興味深い実験をおこなっている¹³。その概要を説明しよう (図表 4)。

Bonnenon et al. (2015) は、Foot (1978) に端を欲する有名な「モラル・ジレンマ問題」(1人が死ぬか、多数が死ぬかの選択問題)を自動運転カーに応用し、自動運転カーにどのようなアルゴリズムを搭載するのが望ましいかについて、Amazon Mechanical Turk を用いた web 実験をおこなっている¹⁴。具体的には、自動運転カーの事故に関連し

12 AI の判断の倫理性については、たとえば松田 (2017) や久木田・神崎・佐々木 (2017) などとも参考になる。

13 この実験研究および、モラル・ジレンマについては、Greene (2016)、阿部 (2017)、Gold et al. (2014)、Deng (2015) ないし下條 (2017) 第IV部も合わせて参照。

14 近年は、特にインタラクション(被験者同士の相互作用)のない設定においては、被験者を一箇所に集合させ、一斉におこなう従来の実験室実験に加えて、このような web 実験(オンライン・サーベイ)にも大きな注目が集まっている。もちろん、このような手法については、その回答の信頼性など内的

図表4 Bonnefon et al. (2015) の実験の概要

被験者：1,928人（6つの実験）
 Amazon Mechanical Turk により実施（参加報酬 25 セント）
 自動運転カーの「モラル・ジレンマ問題」を複数パターン用意し、被験者に選択させる
 ・大きく2つのトリートメントを比較→
 「どのような自動運転カーと共生したいか」を問う群
 「自分が買うならどのような自動運転カーであってほしいか」を問う群

図表5 Bonnefon et al. (2015) の実験結果

「どのような自動運転カーと共生したいか」を問う群→「犠牲者最小化」
 ↑
 【社会的ジレンマ】
 ↓
 「自分が買うならどのような自動運転カーであってほしいか」を問う群→「ドライバー保護」

たいくつかの状況を想定し、どちらがより望ましいか（たとえば、このまま直進すると多数の人をひいてしまうが、ハンドルをきれば目の前の多数の人は助かる（但し、壁に激突しドライバーは亡くなってしまう）という状況下で、「このまま直進する」アルゴリズムと、「ハンドルをきる」アルゴリズムのどちらが望ましいか）を被験者に回答させる。被験者は、大きく2つのトリートメントに分類され、具体的には「どのような自動運転カーと共生したいか」を回答するグループと、「自分が買うならどのような自動運転カーであってほしいか」を回答するグループとに分かれ、上述のモラル・ジレンマ問題に対する回答を比較する。

1,928名を被験者とする web 実験の結果、次のようなことが明らかにされている（図表5）。すなわち、まず一方、「どのような自動運転カーと共生したいか」を回答するグループにおいては、被験者は、事故の際に、犠牲者の数を最小限に抑える自動運転カーと共生したいと考えていることが明らかにされた。これは社会全体の犠牲者最小化という意味で功利的な判断が求められているといえる。しかしながら他方、「自分が買うならどのような自動運転カーであってほしいか」を回答するグループにおいて、多くの被験者は、自分が所有する自動車には、どんな犠牲を払ってでも自分（ドライバー）を守ってほしいと考えていることが明らかにされた。これは興味深い帰結である。つまり、Bonnefon et al. (2015) の実験結果は、自動運転カーの AI に、どのようなアルゴリズムを搭載しておけばよいのかについて、一方、一般論としては「犠牲者最小化」が、他方、自分のこととしては「ドライバー保護」が、それぞれ支持され、両者の間に「結局のところ、どちらを優先したアルゴリズムを搭載すればよいのか」という点で大きな社

ㄨ 妥当性に関する留意事項はあるものの、しかし多様な被験者を数多く集めることができるという点では、将来性ある手法であるといえる。Amazon Mechanical Turk の可能性については、Paolacci, Chandler, and Ipeirotis (2010) を、またオンライン・サーベイの内的妥当性については、たとえば三浦・小林 (2016) を、それぞれ参照されたい。

会的ジレンマが生じることを示唆しているのである。

このように、実験社会科学研究によれば、未来社会を構築するにあたり、どのようなことが予測されるのかを事前に発見することができる。その意味で実験社会科学研究は、未来社会を考えるにあたり、他の方法論にはない大きな強みを有するといえる。

IV AI の意思決定の責任：AI 時代における不法行為責任の経済分析¹⁵

IV-1 AI の責任を考える意味

先の図表3でみたとおり、「社会の基本ルール」といった場合に重要となるもうひとつの点は、明文化された法制度である。そこで、本節ではAIの意思決定の法的な責任の問題を整理することにする。たとえば、先の Bonnefon et al. (2015)でも取り上げられていた自動運転車の責任については、すでに法律的な観点からいくつかの研究がみられる(藤田2017;川本2017;小林2017;森田2017;佐藤2015;Vladeck 2014など)ことから、これらを参考にしつつも、本節では少し視点を変えて(そして具体的に一步踏み込んで)、弁護士や公認会計士、医者などの専門職がAIに代替される場合¹⁶の法的責任を考えてみる。これは、法的責任だけでなく、脚注4などでも述べた雇用の問題とも関連するという意味でも、検討に値する重要論点のひとつであるといえる。

たとえば、公認会計士は証券市場の番人として、企業の財務諸表の監査をおこなうが(e.g. Hamdani 2003)、近年、企業の会計不正を見逃してしまう「監査の失敗」が大きな社会問題にもなっている。「監査の失敗」が証券市場の信頼、ひいては経済全体に与えるインパクトは大きいと考えられるため、この点について踏み込んで議論することは意義があると考えられよう¹⁷。たとえば現在すでに、ある大手監査法人は、監査業務の一部にAIを導入することを表明しており、今後、監査人の業務の一部がAIに代替されていくことになる¹⁸。また、更に遠い将来を見据えてみると、もしかするとAIを搭載したアンドロイド監査人から構成される「AI監査法人」なるものが企業の監査をおこなう¹⁹

15 本節のモデル分析と実験研究の記述は、主に Taguchi (2018) による。

16 AI時代の専門家のあり方としては、たとえば、Susskind and Susskind (2015)などが参考になる。

17 専門家の中でも、たとえば公認会計士の監査責任に関しては、Dye (1993)やSchwartz (1997)を先駆とする数多くのモデル分析の蓄積がある。

18 たとえば、大手監査法人のひとつである新日本有限責任監査法人は、「smart audit」と称してこの点に注力しているし、他の監査法人でもAIに対する関心は高い。この点については、新日本有限責任監査法人(2017)などを参照。

19 AIを用いて不正会計を明らかにするアプローチについて、たとえば定量的な研究については首藤(2017)などを参照。また、定性的な研究について、機械学習を用いて企業のMD&Aをテキスト・マイニングし、企業不正を探知する試みもすでに進んでいる。たとえばPurda and Skillicorn (2015)などを参照。

20 これは、脚注6で示したSearle (1980)の用語法を用いるならば、「強いAI (Strong AI)」によるものであると想定できる。

図表6 不法行為責任の有する機能と AI

不法行為責任の有する機能	AI に関する議論
事前：潜在的加害者への行動抑止機能	？ (議論されていない)
事後：被害者の損失補填機能	保険による代替可能性への言及

ということもありうるかもしれない。²¹ もちろん、それが実現されるかどうかについては賛否両論あるかもしれないが、しかし、もし仮にそうなるとしたら、一体誰がどのように責任を負うことになるのかという問題に、我々は前もって向き合っておく必要はあるだろう。²² なお、「監査の失敗」が生じた場合は、主に監査人の不法行為責任²³が問われることから、ここでは、専門職の不法行為責任に焦点を絞り分析を進める。

その検討の端緒として、まず、不法行為責任の有する機能について、(あとの分析の基礎となる)法と経済学(Law and economics)の立場から考えてみよう。たとえば、Shavel (2004)や柳川・高橋・大内(2014)によれば、不法行為責任の有する経済的機能としては、大きくは2つある。すなわち、事前の「潜在的加害者への行動抑止機能」と事後の「被害者の損失補填機能」である。²⁴ AIの不法行為責任といった場合は、これらのうち、特に後者に(そして後者には保険などの代替手段の可能性があることに)議論の焦点が集まる場合が多いように思われる。具体的には、「保険が責任の代替機能を果たしてくれるから、AIがたとえ判断や意思決定を誤っても、その損失は保険によって補われるため、AIの責任の議論は不要」という議論である。しかしながらこれは、不法行為責任の一部分しか捉えていない議論であり、必ずしも的を射たものではない。むしろ、経済社会のインセンティブ設計という観点からすると、被害者の損害回復よりも事前の行動抑止効果(事前に加害者にそのような行動を取らせないようなインセンティブ付け)のほうが、責任の機能として本質的に重要といえるかもしれない(図表6)。

よって、以下では、不法行為責任の有する機能の中でも、特に事前の行動抑止機能に焦点を絞り、議論をすすめることにする。²⁵

IV-2 モデル分析：業務のシェアと責任のシェア

ここでは、まずモデル分析により、AI時代の不法行為責任のあり方を考えてみよう。

21 この場合、被監査企業の財務経理事務も、AIが代替していることが考えられる。

22 たとえば、進化生物学においては、ある行為に対する「責任」は、「裏切り者を排除する」という意味で、種としての生存に関わるものとして極めて重要な意味を持つという(長谷川・山岸2016)。

23 たとえば、日本では、会社法429条2項4号における悪意又は重過失を要件とする会計監査人の第三者に対する損害賠償責任が挙げられる。

24 このほか、リスク移転機能、所得配分機能なども挙げられることがある。

25 つまり、「保険が責任の代替機能を果たしてくれるから、AIの責任の議論はしなくてもよい」とはせず、以下議論をすすめる。

図表7 AI 登場による業務のシェアと責任のシェア

- ① 【業務の代替】 AI と人間の業務のシェア→業務の効率性向上 (正の効果)
 ② 【責任の代替】 AI と人間の責任のシェア→責任の有する機能 (特に事前の行動抑止機能) の低下 (負の効果)

Taguchi (2018) は、AI の登場による「業務の代替」と「責任の代替」という問題を、ごくシンプルなモデルと実験により考察している実験社会科学研究である。本稿ではその概要を紹介する。

AI の登場が専門職の業務や責任へ与える影響として、Taguchi (2018) では大きく2つの方向性を考えている。それは、①AI と人間 (専門職) の業務のシェアが進むことによる、業務の効率性向上という正の効果 (業務の代替) と、②AI と人間 (専門職) の責任のシェアが進むことによる、責任の有する事前の行動抑止機能の低下という負の効果 (責任の代替) である (図表7)。

いま、①業務の代替について、AI が専門職の業務を代替する比率を P_α とする ($0 \leq P_\alpha \leq 1$)。人間が全ての業務をこなす状態は、 $P_\alpha = 0$ と捉えることができ、他方、AI が人間の業務を全て代替する状態は、 $P_\alpha = 1$ と捉えることができる。また、AI がなす業務の人間に対する限界効率性を e とする ($e > 0$ とする²⁷)。ここで、AI と人間の業務のシェアにより、業務の効率性が向上するという社会的便益を Y とすると、これは、関数 f により、(1) 式のように表現できる。

$$Y = ef(P_\alpha) \quad (1)$$

他方、②責任の代替について、AI が人の責任を代替する比率を P_β とする ($0 \leq P_\beta \leq 1$)。これは、逆にいえば、AI の登場により人の責任が薄まっていく比率と考えることができる。AI の登場如何に関わらず、人が全ての責任を負う状態は、 $P_\beta = 0$ と捉えることができる。他方、人が全く責任を負わない状態は、 $P_\beta = 1$ と捉えることができる。また、人の責任が薄まることにより行動抑止機能が弱まっていく限界損失を c とする ($c > 0$ とする²⁸)。ここで、AI と人間の責任のシェア (つま

26 法と経済学の世界では、不法行為責任について、Hand による negligence (過失) の判定が有名である (Shavel 2004)。具体的には、「 $[B < PL]$ ならば、過失責任を問うべし」とするものである (ここにおいて、 B は「予防措置の費用」、 P は「予防措置を講じない場合に損失が発生する確率」、そして L は「損害の大きさ」を示す)。以下の分析は、この発想を一部でヒントにしている。

27 ここでは「仕事」と「業務」を峻別して議論する。具体的には、「仕事」は複数の「業務」に切り分けられると考える。たとえば、監査人の会計監査という「仕事」の中には、様々な「業務」(現金実査、帳簿通査のような単純業務から、会計上の見積り・判断の検討、クライアントとの交渉等高度な専門性と判断を有する業務) が包含されている。そして、具体的「業務」の内容によって e は変わりうるかもしれない (監査人の会計監査の場合でもルーチンワーク業務の e は高く、高度な判断や専門性を要する業務では e は低いかもれない)。

28 人間は責任を負わされることが事前にわかっているのであれば、問題となる行動 (たとえば監査人の

図表8 2つのレジーム

- (1) 一致レジーム：業務と責任とを一致して捉える社会・・・ $P_\alpha = P_\beta$
 (2) 分離レジーム：業務と責任とを分離して捉える社会・・・ $P_\alpha \neq P_\beta$

り、AIの登場により人間の責任が薄くなっていくこと)により責任の有する事前の行動抑止機能が低下するという社会的損失を C とすると、これは、関数 g により、(2)式のように表現できる。

$$C = cg(P_\beta) \quad (2)$$

上記から、AIの登場により専門職の業務や責任が変化していくことが、社会全体にとって望ましいことかどうかは、社会的便益 Y と社会的損失 C との大小関係によって決まることが分かる($Y > C$ ならば望ましく、 $Y < C$ ならば望ましくないといえる)。ここで、制度設計者の視点からすると、外生変数 e, c を所与として、 $Y > C$ となるような水準の P_α や P_β を社会的に達成していくような政策を策定することが望ましいといえる。

これらを前提に、ここで2つのレジーム(社会のありよう)を考える。第1が「業務と責任とを一致して捉える社会」(「一致レジーム」と呼ぶ)、また第2は「業務と責任とを分離して捉える社会」(「分離レジーム」と呼ぶ)である。ここで、これら2つのレジームは、 P_α と P_β の関係によって図表8のように整理することができる。

図表8に示されるとおり、まず「一致レジーム」は「 $P_\alpha = P_\beta$ 」、つまり、AIと人間が業務をシェアする分だけ責任もシェアする(人間の業務がAIに代替される分だけ、責任が薄れていく)と考える社会である。他方、「分離レジーム」は「 $P_\alpha \neq P_\beta$ 」、つまり、AIと人間が業務をシェアすることと、両者の責任分担の問題とを分離して考えるという社会である。

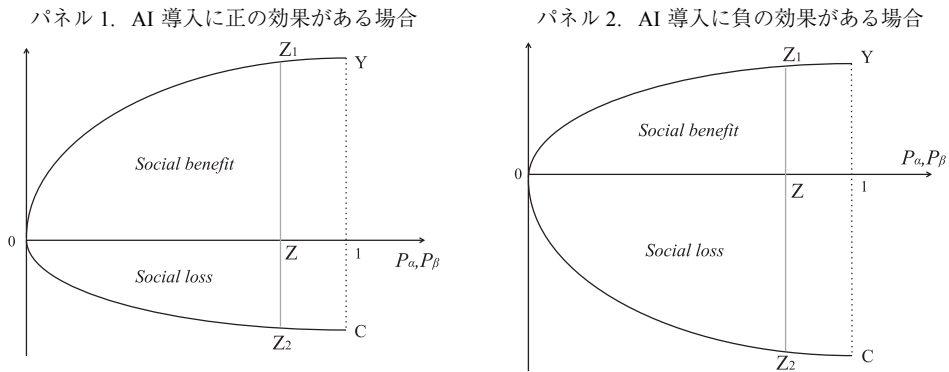
IV-2-1 一致レジーム

まず一致レジームを考えてみる。先に示したとおり、「一致レジーム」は「 $P_\alpha = P_\beta$ 」、つまり、AIと人間が業務をシェアする分だけ責任もシェアする(人間の業務がAIに代替される分だけ、人の責任が薄れていく)と考える社会である(図表9)。

たとえば、図表9はある関数形・外生変数のもと、社会的便益と社会的損失とを第1・第4象限に対称的にイメージした図になっているが、ここで、図表9に示されると

- ㄨ 例であれば、不正を見逃すなどを回避しようとする。これが「事前の行動抑止機能」であるが、もし責任を負わなくても良い(もしくは一部の責任しか負わなくても良い)ということであれば、人は、問題となる行動をそこまで回避しようとは思わなくなるかもしれない。これがここでの「人の責任が薄まることにより行動抑止機能が弱まっていく」ということの意味であり、それは社会的損失といえる。

図表9 一致レジームにおける AI 導入の効果



※Taguchi (2018) をもとに筆者作成。

おり、社会的便益や社会的損失の大きさは、($P_\alpha = P_\beta$ の関係が常に維持されたままであることから) 外生変数 e, c の大小関係や関数の形状によって決せられることが分かる (たとえば、図表9の点 Z を考えてみる。社会的便益は、パネル1・2ともに第1象限で点 Z から左側の部分で囲まれる面積 (点 Z 、点 Z_1 、原点 0 で囲まれる部分) となり、他方、社会的損失は、パネル1・2ともに第4象限で点 Z から左側の部分で囲まれる面積 (点 Z 、点 Z_2 、原点 0 で囲まれる部分) となるが、パネル1では社会的便益が社会的損失を上回り、他方、外生変数を変えたパネル2では、社会的損失のほうが社会的便益を上回る)。ここで、図表9からすると、それぞれのパネルの中における (そこでの外生変数を前提にした) 最適な $P_\alpha(P_\beta)$ を求めることができるが、外生変数や関数の形状によらず、常に $Y > C$ を満たす最適な $P_\alpha(P_\beta)$ を一般的に探すことができないことが直感的に理解できるだろう。

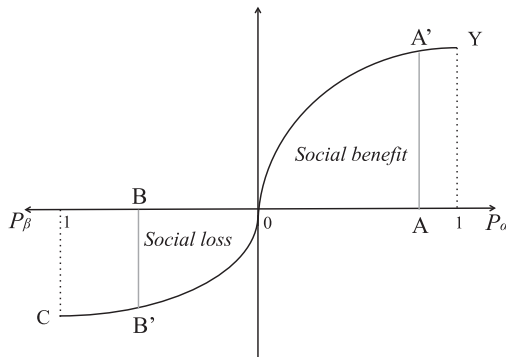
このように、一致レジームは、 $P_\alpha = P_\beta$ 、つまり、業務のシェアと責任のシェアとが常に一致するような社会的仕組みとなっていることから (つまり、 P_α と P_β とを別々に動かすことができないことから)、AI 導入には業務の効率性改善というメリットがある反面、責任の有する機能を損なうというデメリットがあるという「AI 導入のトレードオフ問題」を常に抱える社会となってしまっている (トレードオフ問題が、社会の中に埋め込まれてしまっている)。

IV-2-2 分離レジーム

次に、分離レジームについて考えてみる。分離レジームは AI と人間が業務をシェアすることと、両者の責任分担の問題とを分離して捉える社会である (図表10)。

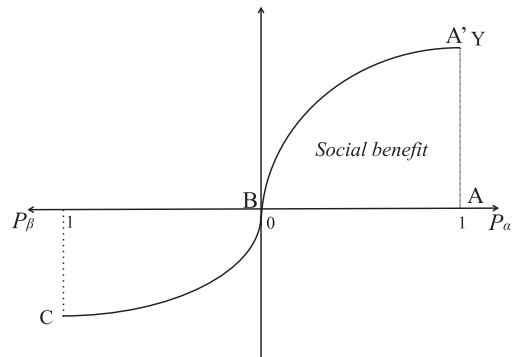
たとえば、図表10は、ある関数形・外生変数のもと、社会的便益と社会的損失とを第1・第3象限に対称的にイメージした図である。ここでは、「 $P_\alpha \neq P_\beta$ 」、つまり、 P_α と P_β とを別々に動かすことができる点が特徴である。たとえば、 $P_\alpha = A$ 、 $P_\beta = B$ とす

図表 10 分離レジームにおける AI 導入の効果



※Taguchi (2018) をもとに筆者作成。

図表 11 分離レジームにおける最適な状態



※Taguchi (2018) をもとに筆者作成。

ると、図表 10 のうち、社会的便益は、第 1 象限で点 A から左側の部分で囲まれる面積（点 A、点 A'、原点 0 で囲まれる部分）となり、他方、社会的損失は、第 3 象限で点 B から右側の部分で囲まれる面積（点 B、点 B'、原点 0 で囲まれる部分）となる。

ここで、社会的便益 Y と社会的損失 C の差が最大となるのは、どのような状態であろうか。このレジームのもとでは、上述のとおり、 P_α と P_β とを別々に動かすことができるので、図表 10 第 1 象限の点 A を最大限右側（点 (1, 0)）に寄せ（このとき社会的便益は最大となる）、かつ第 3 象限の点 B を最大限右側（原点 0）に寄せた場合（社会的損失は最小になる）、つまり、 $P_\alpha = 1$ 、かつ、 $P_\beta = 0$ とする場合に、両者の差が最大となる（図表 11）。

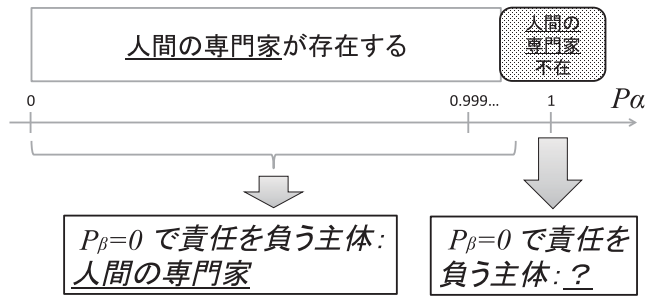
ここで社会的厚生が最大化される「 $P_\alpha = 1$ 、かつ、 $P_\beta = 0$ 」とは、端的にいえば、「AI が全ての業務を代替し、かつその責任は人間が全面的に負う社会」ということになる。

このように、分離レジームのもとでは、業務の代替と責任の代替とを最大限に（両極端に）分離して考えることが望ましいといえるし、またそうすることで、先の一致レジームが抱えていたトレードオフ問題も解消することができ、社会的にも望ましい状態を達成することができるといえる。

但し、ここで注意したいのは、誰がどのように責任を負うのかという点である。すなわち、ここで特に P_α に注目すると、上記のモデルにおける $0 \leq P_\alpha < 1$ の区間と $P_\alpha = 1$ の点の間には大きな断絶があることがわかる（図表 12）。

図表 12 に示されるとおり、まず $0 \leq P_\alpha < 1$ の区間では、人間の専門家と AI とが業務をシェアすることになるので、何か不法行為責任の対象となる事態が発生した場合には、業務を AI とシェアしている（AI を利用している）人間の専門家が全面的に責任を負うということになるのは自然であるといえる。たとえば公認会計士が、監査において AI を利用し自らの業務の一部を AI に代替させていたとして、その結果、過失によ

図表 12 AI と責任のジレンマ問題



※Taguchi (2018) をもとに筆者作成。

り「監査の失敗」に至った（企業不正を見逃してしまった）としても、その責任自体は当該公認会計士が全面的に負うことになるというのは、特に不自然なことではない。

しかしながら他方、 $P_\alpha = 1$ の点上では、全ての業務を AI が担うことから、業務の一翼を担う人間が不在となる。このため、責任を当然に負う主体がいなくなる。よって、上述の「 $P_\alpha = 1$ 、かつ、 $P_\beta = 0$ 」という状態では、「AI がなす業務の責任を誰が負うか」ということが新たな論点として登場することになる（Taguchi 2018 では、これを「AI と責任のジレンマ」とよんでいる）。たとえば、公認会計士の監査業務が全て AI に代替され、AI を搭載した「アンドロイド監査人」が登場し全ての監査業務をおこなうと仮定すると、²⁹ 監査業務をおこなう（AI を利用する）人間の公認会計士がいなくことから、先のように「AI に業務の一部を代替させていた人間の公認会計士が全面的に責任を負えば良い」という簡単な議論では済まなくなるのである。³⁰

29 このような状態が将来的に実際ありうるか否かについては議論の余地があるかもしれないが、ここではその実現可能性は当面置いておくとして、「もし仮にそのような社会が実現したらどうなるか」ということを考えることにする。

30 しかもここでは、AI が全面的に業務を担いつつ、その責任は全て人間が負うということであるから、「AI の業務に対する過失」を「(業務そのものに対しては)無過失の人間」が負うことになりかねない。そしてこのような場合の責任は、もはや過失責任としての不法行為責任ではなく、PL 法（製造物責任法）的な無過失責任ということになるのかもしれない（たとえば、自動運転カーの議論では、自動運転カーの事故の責任について、製造物責任法の観点から議論がなされている。これと同様に、「アンドロイド監査人」についても、それを作り上げたものが無過失責任を問われるということになるのかもしれない）。すなわち、AI の議論の中で、過失責任としての（そして過失責任であるからこそ事前の行動抑止機能を持つ）不法行為責任の議論は、PL 法的な議論に変化する（すり替わっていく）恐れがあり、そしてそうであれば、不法行為責任の事前の「行動抑止機能」（責任を負わせる可能性を作っておくことで、責任が発生するような行為を抑止する機能）は失われてしまう。つまり、「 $P_\alpha = 1$ 、かつ、 $P_\beta = 0$ 」において人間が負うべき責任が無過失責任となってしまうとしたら、たとえば図表 11 の第 3 象限において「回避される『社会的損失』」（責任を人間に負わせることで、「行動抑止機能が失われるというロス」を回避することができるということ）は、実際には回避し得ないことになってしまう。逆に、社会制度設計の観点からは、このような問題を生じさせないために、人間の業務を完全に AI に代替させることは禁じ、少しでも人間の業務を残すようにさせて（ $P_\alpha = 1$ となることは禁じ、最大限 $P_\alpha = 0.999\dots$ とさせ）、その少しの業務を AI とシェアする人間が、全面的に過失責任を負う（ $P_\beta = 0$ ）社会を構築するのが最も望ましいということになるのかもしれない。但し、そのようなことがそもそも法規制として可能か議論の余地があるし、またもし仮にそのような規制ができたとしても、その「少しの業務のみを AI とシェアする（そして責任だけを全面的に負わされる）人間」の「成 〆

このように、AI をただ単に人間が利用するだけの局面ではこのようなジレンマは生じない (AI を業務シェアというかたちで利用した人間が責任を負えばよい) が、AI が完全に人間に代わって業務をする場合には、このようなジレンマ問題が生じてしまうことがわかる。

IV-3 AI と責任のジレンマに関する実験分析

上述のモデル分析からすると、分離レジームのように業務の代替と責任の代替とを分離して捉え、「AI に全ての業務を代替しつつ、その責任は人間が全面的に負う社会」を目指すことが制度設計上は望ましいが、しかし、人間が業務に従事しなくなる段階において、一体誰が責任を負うかについて、「AI と責任のジレンマ」が生じる可能性があるというのがここまでの議論であるが、では、この点について、「社会の目」はどう見ているのだろうか。このような「社会の目」を考慮することは、「AI と社会」ということを考えるうえで重要であるし、社会に受容されうる責任のあり方を設計するうえで重要な鍵となろう。

これに関連して、Taguchi (2018) では、仮想シナリオを用いた実験により検証している。具体的には、被験者は陪審員 (Juror) 役となり、企業の不正を見抜けなかった「監査の失敗」が起こった場合の監査人の責任の強さや責任の所在を、「人間が監査した場合」(Human auditor without AI condition)、「人間が AI を用いて監査した場合」(Human auditor with AI condition) そして「AI を搭載したアンドロイド監査人が監査した場合」(Android auditor condition) の3つの条件で比較している (図表 13)。

その結果、①3つの条件のうち、被験者が、「監査の失敗」において最も責任が重いと判断したのは、「人間が AI を用いて監査した場合」であること、②「AI を搭載したアンドロイド監査人が監査した場合」において、最も責任が重いと被験者に判断されたのは「AI 開発をおこなったエンジニア」であること、③倫理観や道徳感情が高い被験

「り手」がそもそも登場するのか (責任を負うための存在になりたいと思う人間がそもそもいるのか)、社会的な工夫 (インセンティブ設計) が必要となる。

31 たとえば、米国における公認会計士監査の民事責任に係る重要な事件は、陪審員制で決されており、近年の監査研究では、「監査の失敗」に対する陪審員の意思決定を実験的に検証する研究がひとつのトレンドになっている。なお、「Juror」は個々の陪審員を、「Jury」は陪審員の集まりをそれぞれ指し、かつ最終的な責任は Jury の集合的な意思決定で決まる (米国の陪審員制度では、12名の全員一致で、日本の裁判員制度では6人+裁判官3人での多数決で決する) が、多くの心理実験では Juror の個別の意思決定を取り扱っている (Jury の意思決定には、個人対集団の意思決定の論点が介在する)。

具体的研究としては、たとえば、Backof (2015), Grenier, Lowe, Reffett, and Warne (2015), Kadous (2000), Kadous and Mercer (2012), Kadous and Mercer (2016), Maksymov and Nelson (2017), Rasso (2014), Reffett (2010), Reffett, Brewster, and Ballou (2012) などが会計・監査系のトップジャーナルに掲載されている。ここで、陪審員の意思決定を分析することの意義としては、経営者や監査人の意思決定に対して「社会の目」がどのような判断を下すかということが挙げられる。なお、この点については、監査の自主規制のあり方との関連で田口 (2015) 第7章もあわせて参照。

図表 13 「監査の失敗」における監査人の責任：仮想シナリオを用いた実験

条件	監査人の責任	責任の所在
Human auditor without AI condition (人間が監査した場合)	(コントロール条件)	
Human auditor with AI condition (人間が AI を用いて監査した場合)	最大	-
Android auditor condition (AI を搭載したアンドロイド監査人が監査した場合)	最小	AI 開発をおこなった エンジニアの責任が最も重い

※Taguchi (2018) をもとに筆者作成

者ほど、「AI を搭載したアンドロイド監査人が監査した場合」において、「何らかのかたちで AI にも責任を負わせるべきである」と考えていることが明らかとなった。

①については、その理由に関する解析もおこなわれており、その結果、監査人が AI を用いて監査をおこなう場合、人間の監査業務そのものに対する責任だけでなく、人間の「AI に対する選択責任」（監査に適した AI を選ぶことができているかどうかに対する責任）も負うと「社会の目」（陪審員）は判断する（このため、通常の AI を用いない監査よりも責任がより重くなる）ことが明らかになっている。

また、②については、監査の失敗に対して、「社会の目」は（先の脚注 30 で懸念した）ソフト面に対する製造物責任が問われるべきであると判断していることが理解できる³²。

そして、③については、たとえ「AI に責任を負わせること」が一体どういうことかよく分からなくても、それでも行為の主体である AI に何らかの責任を負わせるべきだとする声が、しかも倫理観の高い層に多かったというのは特筆すべき（そして事前には予期し得なかった意図せざる）結果である。これは、AI と人間の共存を考えるうえで、実は極めて重要なポイントとなるかもしれない。すなわち、もし「共存」を真剣に考えていくのであれば、「AI も人間と同じだけの責任を負うべし」という声は、（一見ナンセンスな声にも思えなくもないが、しかし）我々社会が真剣に向き合っていくべき論点なのかもしれない。

いずれにせよ、このような「いままだ現実にはない社会」を考えることのできる実験社会科学は、これからの未来社会を切り拓いていくうえで極めて重要な分析ツールとなることが理解できる。

32 実験結果からすると、ソフト面での無過失責任が問われるとする声が大きかったことが分かったが、この問題は他方で、「AI に監査を依頼する主体」は一体誰かということ問いかけている。すなわち、人間の監査人が AI を利用するだけの局面であれば、それは「人間の監査人」となるが、AI 搭載のアンドロイドが監査人の代わりに監査する（「自動運転」ならぬ「自動監査」とよぶべきものになるのかもしれない）局面では、それは「株主」なのかもしれないし、「経営者」なのかもしれない。そう考えると、本来的に責任を負うべきは、依頼主の株主や経営者なのかもしれないし、さらに敷衍すると、そもそも誰のための監査なのかという根本的かつ根源的な問題に直面することになる。

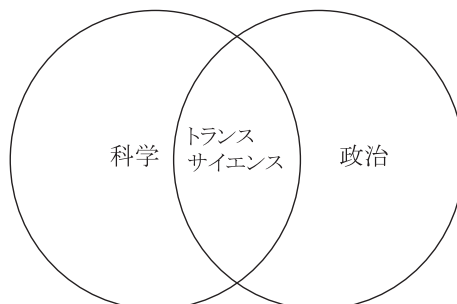
V トランス・サイエンス問題との融合

上記のように、新しい技術の進展と社会規範や法規制との関係を切り拓いていくうえで、実験社会科学研究が極めて重要な鍵となることが理解できるが、このような技術と社会のあり方については、実は、これまでも「科学技術社会論 (STS (Science, Technology, and Society) 研究)」や「トランス・サイエンス」というかたちで取り扱われてきているところである。そこで本節では、これらについての概要を説明するとともに、実験社会科学研究とトランス・サイエンス問題との接点について述べる。

ここでまず、「トランス・サイエンス」とは、科学によって問うことはできるが、科学によって答えることのできない問題群からなる領域をいう (藤垣編 2005; 小林 2007; Weinberg 1972)。具体的には、原子力発電所、遺伝子組み換え技術、ナノテクノロジーの問題など、社会に実装される技術は中立的なものではなく、その社会の価値観や意思決定の表現といえる (小林 2007, p.129)。たとえば、原子力発電所の安全装置が全て故障し事故が起こる確率は科学の力で明らかにできるかもしれないが (そしてそれは、限りなく小さいものとして見積もることができるかもしれないが)、しかし、その確率を「無視してよい確率」とみなす (よって、社会としては特に対策不要であると考え) のか、「万が一事故が起こった時の被害の大きさを考えると無視はできない確率」とみなす (よって、社会として何らかの対策を事前に立てておくべきであると考え) のかは、科学では答えが出ない問題であるといえる。これはまさに技術と社会 (政治) との狭間の問題、つまり、トランス・サイエンスの問題といえる (図表 14)。

そしてこのような問題への対処として、小林 (2007) は、科学技術者や専門家が意思決定を独占すべきでなく、非専門家を巻き込んだ公共的な討議をおこなうことの重要性 (技術者と社会とのコミュニケーションあるいは対話の必要性)³³、特に上流からのテクノ

図表 14 技術と社会との狭間の問題としてのトランス・サイエンス問題



小林 (2007) p.123 をもとに筆者作成。

33 小林 (2007) は、このように多様なプレイヤーによって対話をおこなう重要性を「トランス・サイエ

ロジー・アセスメント (研究開発の流れの中で、最終成果の生まれる時点 (下流) においてではなく、研究の開始時点 (上流) から継続的にその社会的意義を検討するという発想) が重要となる旨を示唆している。更に、小林 (2007) は、以下のように述べて、テクノロジー・アセスメントにおける人文・社会科学の果たす役割の重要性を協調している。

『何のための科学技術なのか』、こういった問いに対して知的応答をすることこそが、人文・社会科学の果たす役割であろう。今求められているのは、人文・社会科学の研究者が理工系研究者と対話を行うことである。科学技術の社会的意義について、人文・社会科学が蓄積してきた視点や考察を総動員して理工系研究者とともに考えることの重要性はもっと強調されてよい。… (中略) …今まで、人文・社会科学の研究者は科学技術研究を理工系研究者に任せきりにしすぎてきたのではないだろうか。… (中略) …上流における対話に、人文・社会科学者が乗り出すことは、人文・社会科学の現代における重要な社会的責任の一つではないだろうか。」 (小林 2007, pp.276-277。但し、傍点は田口)

つまりここでは、専門家と非専門家の対話だけでなく、専門家の中でもいわゆる理工系研究者と人文社会科学系研究者との対話の重要性が示唆されているが、これはまさに AI と人間との共存の問題についても同じことがいえよう。たとえばまず、先にみた AI の責任や倫理性の問題は、トランス・サイエンスとして考えるべき論点であるといえる。すなわち、AI がなす判断や意思決定の技術性や予想については、ある程度技術者サイドで明らかにできるとしても、その是非やそれらを踏まえた社会制度の設計は、まさに技術者の世界だけでは決して得ない問題であるといえる。そして、そこでなされる専門家と非専門家のコミュニケーションや、理工系研究者と人文社会科学系研究者との対話において重要になるのが、実験社会科学研究であると思われる。すなわち、これまでみてきたとおり、実験社会科学研究によれば、新しいテクノロジーを見据えた「今まだ現実にはない社会」をデータで捉えることができるため、AI と人間とが共存する未来社会を、何か抽象的で漠然としたものではなく、個別具体的なものとして議論することができる。議論を具体化することができれば、我々が一体どのような問題を解決しなければならないのか、論点や議論の出発点を共有することができる。これまで、専門家と非専門家の間、ひいては理工系研究者と人文社会科学系研究者の間の議論がもし進まないことがあったとしたら、それは恐らく共通認識の違いや、議論の出発点が違うことによるすれ違いなどが多くの原因であるのかもしれないが、もし仮に論点の「見える化」
「ンスの共和国」と表現している (p.136)。

や「具体化」ができ、議論の出発点を合わせることができれば、そのようなすれ違いは幾分解消される³⁴かもしれない。

また、実験社会科学とトランス・サイエンス問題との融合のアイディアの一端として、たとえば先のIV-3における「社会の目」実験（被験者を陪審員役とする実験）は面白い試みといえるかもしれない。実際に、トランス・サイエンス問題においても、英国でナノテクノロジーの将来性やそれが果たす役割についての社会と専門家との対話において、「ナノジュリー」(Nano-jury: ナノテクノロジーに関する陪審員) という試みがあったという（小林 2007）。具体的には、ナノテクノロジーに関する多様な専門家が「証人」役として情報提供し、一般市民からなる仮想的な陪審員（これが「ナノジュリー」である）がその問題に対して公共的観点から「判決」を下すというものである。このような事例を拡張し、たとえば「AI ジュリー」(AI-jury: AI に関する陪審員) なるものを仮想的に作り上げ、AI に関する様々な問題に対して仮想的な「判決」を下すという意思決定実験などが可能となるかもしれない。

以上のように、AI と人間との共存という問題については、これまで蓄積されてきたトランス・サイエンス問題をもとに、それと実験社会科学研究とを組み合わせることで、さらに議論を深化させることができる可能性がある。

VI フューチャー・デザイン研究との融合

以上のように、AI の進展に見合うこれからの新しい未来社会のあり方を議論するにあたり、トランス・サイエンスと実験社会科学研究との組み合わせが有効になる可能性がこれまでの議論から示唆されるが、ここでひとつ大きな疑問が生じる。すなわち、たとえばこれから先の未来社会を長いスパンで展望するにあたり、実験社会科学研究からアウトプットされるエビデンスをもとに、専門家と非専門家（あるいは理工系研究者と人文社会科学系研究者）との間で、望ましい未来社会のあり方を議論したとしても、不確実性の高い現代においては、結局は将来のことをうまく捉えきれない近視眼的（myopic）な意思決定、自分の世代（現世代）のことしか考えない短期的な意思決定に、社会全体が陥るおそれはないのだろうか。

たとえば、行動経済学の世界では、人間はどうしても近視眼的な意思決定に陥ってしまうことがこれまでの多くの研究から明らかにされている³⁵。さらに、現代社会は、「希

34 但し勿論、これだけでトランス・サイエンス問題が解決するというものではないということも合わせて認識しておく必要があることは言うまでもない。

35 具体的には、実際の人間の時間割引関数は、伝統的経済学が仮定する指数関数型ではなく双曲線型であるということを示す多くの実験結果が存在する。この点に関する重要なサーベイ論文としては、たとえば Frederick, Lowenstein and O'Donoghue (2002) などを参照。

望喪失社会」といわざるをえないほどの不安感に満ち溢れており、³⁶ たとえ未来社会に向けて何らかの議論や政策策定をしようとしても、多くの人は将来に対する希望を持たず、現在の自分のことのみを考えてしまう結果、将来世代のことを考えない近視眼的な思考に陥った意思決定をおこなってしまうおそれもある (本稿ではこれを仮に「未来ジレンマ」とよんでおく³⁷)。

このように、たとえ望ましい未来社会のあり方を分析し議論しようとしても、不確実性の高い現在の状況下では、トランス・サイエンス問題解消のための対話、ひいては実際の政策策定において「未来ジレンマ」、つまり将来世代のことを考えない近視眼的な意思決定が社会全体でなされてしまうおそれもある。たとえば前節に挙げた「AI ジュリー」を試みたとしても、このような未来ジレンマが生じてしまうおそれがある。そこで将来世代と現世代との間で、世代間の利害を調整する仕組みを構築することが必要となる。

ここで重要になるのが、フューチャー・デザイン研究である (西條編 2015, 原・西條 2017, 西條 2018)。ここにおいて、フューチャー・デザイン研究とは、世代間の利害を決する場面において、「仮想将来世代」という視点を取り込むことで近視眼的思考から人を解放し (デタッチメント)、将来世代の視点に立った意思決定を可能とさせるマインドセット変革を促す仕組みを分析する研究領域をいう。ここでのポイントは、単に制度を変えるだけでなく、人々のマインドセットを変えなければ社会は本当には変わらないという視点からなされる「仮想将来世代」という介入である。

たとえば, Kamijo, Komiya, Mifune, and Saijo (2016) は、3人1組で意思決定をおこなう世代間の分配ゲーム (現世代 (自分たちのグループ) と将来世代 (後に実験に参加するグループ) の間の分配を、現世代が決めるゲーム) において、何も介入を施さない条件 (コントロール条件) と、3人のうち1人だけが「仮想将来世代」の役割を担う (実際は現世代であるにも関わらず後の世代のことを考えて意思決定するように伝えられる) 条件とを分け、両条件におけるグループの意思決定の違いを経済実験において比較している。ここでは、現世代 (自分たちのグループ) と将来世代 (後に実験に参加するグループ) の間の分配を、現世代が決めることができるわけであるから、現世代の被験者が自己の利得を最大化しようとするれば、自分たちの取り分を最大化するような意思決定をおこなうはずである (実際、コントロール条件のグループの多くは、そのような意思決定をおこなっている)。他方、後者の「仮想将来世代」が存在する条件においても、将来世代のことを考える被験者がいるとはいえ、それはあくまで (3人のうちの1

36 たとえば日本の状況を見ると、前述の脚注2で示したとおり、少子高齢化の進展、国際情勢の不透明性、社会保障や国家財政の危機など不安定な要素は多い。

37 このような「未来ジレンマ」は、環境問題などでも起こりがちな現象である。たとえば, Wagner and Witzman (2015) などが参考になる。

人と)少数派であるし、またその「仮想将来世代」役の被験者も、単にそうするように伝えられているだけ(自分の利得はあくまで現世代の利得の取り分で決まる状況)であるから、グループの意思決定としては、コントロール条件と変わらないことになりそうである。しかしながら、実験結果はこの予想に反し、コントロール条件と比べて将来世代のことを考えた分配をおこなうグループが多いという結論に至った。このようにごくシンプルな介入をするだけで、グループ全体の意思決定が大きく変わる(将来世代よりのものになる)というのは、非常に興味深い点であるといえよう。

また、原・西條(2017)によれば、現世代のグループは、「今」の問題を「将来」の課題としがちなのに対して、仮想将来世代は、現在の状況にとらわれることなく自由かつ独創的に将来を描くことができるという。このようなフューチャー・デザイン研究は、これまでの議論に対しても非常に示唆的であるといえる。すなわち、上述のとおり、望ましい未来社会のあり方を議論しようとしても、近視眼的な思考に陥ってしまう「未来ジレンマ」問題は避けられないが、このようなシンプルな介入や何らかのプライミングを施すことで、人々が「今」とらわれない「将来」を考えることができるのであれば、我々がおこなおうとする未来社会の議論は、より実り多きものになるであろう。たとえば前節に挙げた「AI ジュリー」の試みにおいて、もしフューチャー・デザインの観点から「仮想将来世代」を誘発するような介入をおこなうことができれば、未来社会の議論は、現在の我々では想像し得ない独創的で自由なものへと深化していくことと思われるのである。

VII 本稿のまとめと展望

本稿では、AIをはじめとする新しいテクノロジーの進展がもたらす新たな社会のあり方について、総務省(2016)をヒントに論点整理をおこなうとともに、具体的課題として、重要論点のひとつといえるAIの意思決定の倫理性や責任の問題に関する実験社会科学研究を概観した。そのうえで、実験社会科学がトランス・サイエンス問題やフューチャー・デザイン研究と融合することで、より議論を深化させることができる可能性の一端を確認した。

本稿から得られるインプリケーションは、以下の3点である。

- ①AIと人間が共存する未来社会を議論するにあたっては、事前検証性を有する実験社会科学研究がひとつ有用となること
- ①AIの意思決定の倫理性や責任の問題を考えるに当たっては、「社会的ジレンマ」問題や、「AIと責任のジレンマ」問題、さらには高い倫理観を持つ人ほど「AIに何らかの

図表 15 新しいテクノロジーの進展が社会に与える影響：論点整理

<p>①企業や産業への影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雇用の質や働き方への影響 ・ビジネスへの影響（業界全体（ex. フィンテック）、企業・産業の繋がり（コネクテッド・インダストリー）、プラットフォーム（ex. GAFA）、法体系（ex. 産業政策、特許・著作権））
②AI がなす判断の法的責任・倫理・社会規範のあり方
③社会の資源配分や公共政策（社会保障や税）のあり方（ex. ベーシック・インカム）
④未来社会人材の育成（新しい教育のあり方）

責任を負わせるべきである」と考える「意図せざる帰結」に留意して、制度設計をおこなっていく必要が有ること

③実験社会科学研究のうち、特に「AI ジュリー」を被験者とするタイプの意思決定実験を、トランス・サイエンス問題やフューチャー・デザイン研究と組み合わせることで、新たな知見が得られる可能性があること

また今後の展望として、今回は紙面の都合から、具体的論点としては AI の判断に関する倫理や責任の問題しか扱うことができなかつたが、今後検討すべき具体的課題は数多く存在する。図表 15 はそれらの課題の一端を示している。³⁸

図表 15 に示されるとおり、新しいテクノロジーの進展が社会に与える影響としては、本稿で取り上げた³⁹②AI がなす判断の法的責任・倫理・社会規範のあり方のほかに、①企業や産業への影響、③社会の資源配分や公共政策（社会保障や税）のあり方への影響（たとえば、ベーシック・インカムの問題など）、さらには④未来社会人材の育成（新しい教育のあり方）への影響なども考えられる。これらについての詳細な分析は、別稿を期す予定であるが、特に本稿で示したとおり、事前検証性や未来志向性を有する実験社会科学は、これらの問題と分析上の親和性を有するし、かつ、フューチャー・デザイン研究によれば、近視眼的な思考に陥りがちな人間心理を克服できる可能性がある。さらには、これらをトランス・サイエンス問題として捉えることで、過去の多くの「科学と政治の狭間」となってきた論点と比較しながら議論を深めていくことも可能であろう。

付記：本稿は、JSPS 科研費 JP15H03403, JP16K13403, JP17K18573 の助成を受けた研究成果の一部である。

References

阿部修士（2017）『意思決定の心理学：脳とこころの傾向と対策』講談社選書メチエ。

38 これらのほかに、技術的論点として、AI がいつどのように発展していく（社会に入り込んでいく）かということも重要である。

39 これらについては、柳川編（2017）や、有吉・本柳・水島・谷澤（2016）、井上（2016;2017）なども合わせて参照。

- Aoki, M. 2001. *Towards a Comparative Institutional Analysis*, MIT Press. (瀧澤弘和・谷口和弘訳 (2003) 『比較制度分析に向けて』 NTT 出版).
- Aoki, M. 2010. *Corporations in Evolving Diversity: Cognition, Governance and Institutions*, Oxford University Press. (谷口和弘訳 (2011) 『コーポレーションの進化多元性: 認知・ガバナンス・制度』 NTT 出版).
- 青木昌彦・奥野正寛編 1996. 『経済システムの比較制度分析』 東京大学出版会.
- 有吉尚哉・本柳祐介・水島淳・谷澤進 2016. 『FinTech ビジネスと法 25 講 - 黎明期の今とこれから』 商事法務.
- Autor, D. H. 2015. Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives* 29(3) : 3-30.
- Autor, D. H. and Dorn, D. 2013. The growth of low skill service jobs and the polarization of the U.S. labor market. *American Economic Review* 103(5) : 1553-1597.
- Backof, A. G. 2015. The Impact of Audit Evidence Documentation on Jurors' Negligence Verdicts and Damage Awards. *The Accounting Review* 90(6) : 2177-2204.
- Bonnefon, J. F., A. Shariff, and I. Rahwan. 2015. The social dilemma of autonomous vehicles. *Science* 352(6293) : 1573-1576.
- Brynjolfsson, E., and A. McAfee. 2011. *The Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Digital Frontier Press. (村井章子訳『機械との競争』日経 BP 社, 2013 年)
- Brynjolfsson, E., and A. McAfee. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York and London: W. W. Norton. (村井章子訳 2015. 『セカンド・マシン・エイジ』日経 BP 社)
- Deng B. 2015. Machine ethics: The robot's dilemma. *Nature* 523 : 24-26.
- Dye, R. A. 1993. Auditing Standards, Legal Liability, and Auditor Wealth. *Journal of Political Economy* 101(5) : 887-914.
- Foot, P. 1978. *The problem of abortion and the doctrine of the double effect in virtues and vices*. Oxford: Basil Blackwell.
- Ford, M. 2015. *The Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. New York: Basic Books. (松本剛史訳 2015. 『ロボットの脅威』日本経済新聞出版社)
- Frederick, S., G. Lowenstein, and T. O'Donoghue. 2002. Time discounting and time preference: A critical review. *Journal of economic literature* 40(2) : 351-401.
- Frey, C. B. and M. A. Osborne. 2013. The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Working paper on Oxford Martin Programme on Technology and Employment*.
- 藤垣裕子編 2005. 『科学技術社会論の技法』 東京大学出版会.
- 藤田友敬 2017. 「自動運転と運行供用者の責任」『ジュリスト』1501 : 23-29.
- 福田雅樹・林秀弥・成原慧編 2017. 『AI がつなげる社会 AI ネットワーク時代の法・政策』 弘文堂.
- Gold, N., A. M. Colman, and B. D. Pulford. 2014. Cultural differences in response to real-life and hypothetical trolley problems. *Judgment and Decision Making* 9 : 65-76.
- Graham, J., Haidt, J., & Nosek, B. 2009. Liberals and conservatives use different sets of moral foundations. *Journal of Personality and Social Psychology* 96 : 1029-1046.
- Graham, J., Nosek, B. A., Haidt, J., Iyer, R., Koleva, S., and Ditto, P. H. 2011. Mapping the moral domain. *Journal of Personality and Social Psychology* 101 : 366-385.
- Greene, J. D. 2016. Our Driveless Dilemma: When Should Your Car be Willing to Kill You? *Science* 352(6293) : 1514-1515.
- Grenier, J. H., D. J. Lowe, A. Reffett, and R. C. Warne. 2015. The Effects of Independent Expert Recommendations on Juror Judgments of Auditor Negligence. *AUDITING: A Journal of Practice & Theory* 34(4) : 157

-170.

- Hamdani, A. 2003. Gatekeeper Liability. *Southern California Law Review* 77, 53-77.
- 原圭史郎・西條辰義 2017. 「フューチャーデザインー参加型討議の実践から見える可能性と今後の展望」『水環境学会誌』40(A), 112-116.
- 長谷川真理子・山岸俊男 2016. 『きずなと思いがりが日本をダメにする』集英社インターナショナル.
- Hayek, F. A. 1960. *The Constitution of Liberty*. University of Chicago Press.
- Hayek, F. A. 1973. *Law, Legislation and Liberty, Vol.I; Rules and Order*. University of Chicago Press.
- Hayek, F. A. 1979. *Law, Legislation and Liberty, Vol.III; The Political order of a free people*. University of Chicago Press.
- 井手英策・古市将人・宮崎雅人 2016. 『分断社会を終わらせるー「だれもが受益者」という財政戦略』筑摩書房.
- 井手英策・宇野重規・坂井豊貴・松沢裕作 2017. 『大人のための社会科：未来を語るために』有斐閣.
- 池上高志・石黒浩 2016. 『人間と機械の間——心はどこにあるのか』講談社.
- 井上智洋 2016. 『人工知能と経済の未来』文藝春秋.
- 井上智洋 2017. 『人口超知能：生命と機械の間にあるもの』秀和システム.
- Kadous, K. 2000. The Effects of Audit Quality and Consequence Severity on Juror Evaluations of Auditor Responsibility for Plaintiff Losses. *The Accounting Review* 75(3) : 327-341.
- Kadous, K. and M. Mercer. 2012. Can Reporting Norms Create a Safe Harbor? Jury Verdicts against Auditors under Precise and Imprecise Accounting Standards. *The Accounting Review* 87(2) : 565-587.
- Kadous, K. and M. Mercer. 2016. Are Juries More Likely to Second-Guess Auditors under Imprecise Accounting Standards? *AUDITING: A Journal of Practice & Theory* 35(1) : 101-117.
- 亀田達也 2017. 『モラルの起源』岩波書店.
- Kamijo, Komiya, Mifune, and Saijo. 2016. Negotiating with the future : incorporating imaginary future generations into negotiations. *Sustainability Science* 12(3), 409-420.
- 川本哲郎 2017. 「自動運転と刑事法」『同志社法学』391 (69 巻 2 号) : 31-46.
- Kelly, Kevin. 2016. *The inevitable : Understanding the 12 technological forces that will shape our future*. Viking Press. (服部桂訳 2016. 『インターネットの次に来るもの：未来を決める 12 の法則』NHK 出版.)
- 小林正啓 2017. 「自動運転車の実現に向けた法制度上の課題」『情報管理』60(4) : 240-250.
- 小林傳司 2007. 『トランス・サイエンスの時代ー科学技術と社会をつなぐー』NTT 出版.
- Kraakman, R. H. 1986. Gatekeepers : The Anatomy of a Third-Party Enforcement Strategy. *Journal of Law, Economics, & Organization* 2(1) : 53-104.
- 厚生労働省 (2016) 『平成 28 年版厚生労働白書ー人口高齢化を乗り越える社会モデルを考えるー』厚生労働省.
- 久木田水生・神崎宣次・佐々木拓 2017. 『ロボットからの倫理学入門』名古屋大学出版会.
- Kurzweil, R. 2010. *The Singularity is Near : When Humans Transcend Biology*. Duckworth Overlook (井上健監訳『ポスト・ヒューマン誕生ーコンピュータが人類の知性を超えるとき』NHK 出版)
- Maksymov, E. M. and M. W. Nelson. 2017. Malleable Standards of Care Required by Jurors When Assessing Auditor Negligence. *The Accounting Review* 92(1) : 165-181.
- 松田雄馬 2017. 『人工知能の哲学』東海大学出版部.
- 松尾豊 2015. 『人工知能は人間を超えるか ディープラーニングの先にあるもの』角川 EPUB 選書.
- 三浦麻子・小林哲郎 (2016) 「オンライン調査における努力の最小限化 (Satisfice) 傾向の比較 : IMC 違反率を指標として」『メディア・情報・コミュニケーション研究』1 : 27-42.
- 森田果 2017. 「AI の法規整をめぐるとの基本的な考え方」RIETI Discussion Paper Series 17-J-011 : 1-19.
- 森田政憲 2009. 『ハイエクの社会理論——自生的秩序論の構造——』日本経済評論社.
- 日本経済再生本部 2016. 『日本再興戦略 2016』

- 野村直之 2016. 『人工知能が変える仕事の未来』日本経済新聞出版社.
- 大内伸哉 2017. 『AI時代の働き方と法—2035年の労働法を考える』弘文堂.
- Paolacci, G., J. Chandler, and P. G. Ipeirotis. 2010. Running experiments on Amazon Mechanical Turk. *Judgment and Decision Making* 5(5) : 411-419.
- Purda, L., and Skillicorn. 2015. Accounting Variables, Deception, and a Bag of Words : Assessing the Tools of Fraud Detection. *Contemporary Accounting Research* 32(3) : 1193-1223.
- Rasso, J. T. 2014. Apology Accepted : The Benefits of an Apology for a Deficient Audit Following an Audit Failure. *AUDITING : A Journal of Practice & Theory* 33(1) : 161-176.
- Reffett, A. B. 2010. Can Identifying and Investigating Fraud Risks Increase Auditors' Liability? *The Accounting Review* 85(6) : 2145-2167.
- Reffett, A. B., B. E. Brewster, and B. Ballou. 2012. Comparing Auditor versus Non-Auditor Assessments of Auditor Liability : An Experimental Investigation of Experts' versus Lay Evaluators' Judgments. *AUDITING : A Journal of Practice & Theory* 31(3) : 125-148.
- 西條辰義監修・西條辰義・清水和巳編 2014. 『実験が切り開く21世紀の社会科学』勁草書房.
- 西條辰義編 2015. 『フューチャーデザイン』勁草書房.
- 西條辰義 2018. 「フューチャー・デザイン」『学術の動向』23(2) : 2-5.
- 佐藤智晶 2015. 「人工知能と法——自動運転技術の利用と法的課題, 特に製造物責任に着目して」『青山法学論集』57(3) : 27-42.
- Schwartz, R. 1997. Legal Regimes, Audit Quality and Investment. *The Accounting Review* 72(3) : 385-406.
- Searle, J. R. 1980. Minds, brains and programs. *Behavioral and Brain Sciences* 3(3) : 417-57.
- 清家篤編 2017. 『金融ジェロントロジー——健康寿命と資産寿命をいかに伸ばすか——』東洋経済新報社.
- Shavell, S. 2004. *Foundations of Economic Analysis of Law* Belknap Press. (田中亘・飯田高・翻訳2010. 『法と経済学』日本経済新聞出版社)
- 下條信輔 2017. 『ブラックボックス化する現代』日本評論社.
- 首藤昭信 2017. 「FinTech×監査の現状: AIで見抜く不正会計」『企業会計』65(2) : 55-63.
- 新日本有限責任監査法人 2017. 「不正会計はAIで見抜けるか」『情報センサー』2017年新年号 : 2-5.
- 総務省 2016. 『報告書2016: AIネットワーク化の影響とリスク—智連社会(WINS ウインズ)の実現に向けた課題—』AIネットワーク化研究会議.
- Susskind, R., and D. Susskind. 2015. *The future of the professions : How technology will transform the work of human experts*. Oxford university press (小林啓倫訳2017. 『プロフェッショナルの未来: AI, IOT時代に専門家が生き残る方法』朝日新聞出版)
- 田口聡志 2015. 『実験制度会計論——未来の会計をデザインする——』中央経済社.
- Taguchi, S. 2018. An experimental study on the Social Dilemma on legal responsibility when accounting professionals are replaced with Artificial Intelligence. *mimeo*.
- 鶴光太郎 2016. 『人材覚醒経済』日本経済新聞社.
- 寺田知太・上田恵陶奈・岸浩稔・森井愛子 (2017) 『誰が日本の労働力を支えるのか?』東洋経済新報社.
- Vladeck, D. C. 2014. Machines without principals : Liability rules and Artificial Intelligence. *Washington Law Review* 89 : 117-150.
- Wagner, G., and M. L. Witzman. 2015. *Climate shock : The economic consequences of a hotter planet*. Princeton university press.
- Weinberg, A. M. 1972. Science and trans-science. *Minerva* 10(2) : 209-222.
- 山本勲 2017. 『労働経済学で考える人工知能と雇用』三菱経済研究所.
- 柳川隆・高橋裕・大内伸哉 2014. 『エコノリーガル・スタディーズのすすめ』有斐閣.
- 柳川範之編 2017. 『人工知能は日本経済を復活させるか』大和書房.
- 吉川洋 2016. 『人口と日本経済』中公新書.