（一財）新技術振興渡辺記念会
科学技術調査研究助成報告書

政策提言 AI の可能性と課題

「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論
に関する調査研究」報告書

2019 年 12 月

公益社団法人日本工学アカデミー
「政策立案のための科学」プロジェクト

要旨

本報告書は、一般財団法人新技術振興渡辺記念会の科学技術調査研究助成（平成 30 年度下期）により公益社団法人日本工学アカデミー「政策立案のための科学」プロジェクトが実施した「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論に関する調査研究」の成果をとりまとめたものである。

今日、AI やビッグデータ解析等の技術が急速に進展し、社会での利用も進んでいる。一方、政策分野でも科学的根拠に基づいて政策立案や政策運営を進めていくことが求められており、そのための方法論等が模索されている状況にある。複雑化する社会では、政策的な課題発見、解決策の探索等は人の手に余ると予想され、エビデンスに基づく政策立案や経営戦略の策定へのビッグデータや AI の適用は喫緊の課題である。本報告でも紹介するように、先駆的な取組みがすでに行われている一方で、問題点や課題も少なくない。

本調査研究は、試行的事例の調査等を通じて、その可能性と克服すべき課題を明らかにし、実現の方策を考察するものである。

本報告書は、「政策立案のための科学」プロジェクトにおけるメンバー、ゲスト、公開研究会等の参加者の間で実施された議論を踏まえてまとめられた。本プロジェクトは一般財団法人新技術振興渡辺記念会をはじめ、多くの人々のご支援とご協力によって進められた。個別に氏名を列挙することは省略するが、この紙面を借りて謝意を表したい。

本報告書の作成にあたっては、担当者名が明記されている箇所については担当者が執筆し、担当者が示されていない箇所は、プロジェクトの議論をリーダの小林信一が整理する形で取りまとめた。なお、本報告書に示される見解は、各メンバーが本プロジェクトに参加した経験を踏まえて、自由な発想でまとめたものであり、あくまでも個人的な見解である。所属組織の見解等を代表するものではない。

目次

要旨

１．調査研究の目的・方法・スコープ・体制
　１．１　調査研究の概要
　１．２　調査研究の目的
　１．３　調査研究の実施内容及び方法
　１．４　関連する概念の暫定的定義・暫定的理解

２．公共政策分野の政策立案における AI 活用事例
　２．１　NISTEP の科学技術予測における AI 関連技術の活用事例
　２．２　京都大学・日立製作所（日立京大ラボ）の AI 活用事例

３．調査実施事項のまとめ
　３．１　公共政策における AI・ビッグデータ等利活用促進のニーズと課題
　３．２　技術的課題
　３．３　技術と社会とのすり合わせ・社会の変革
　３．４　行政自身の変革の必要性
　３．５　AI 関連技術の政策プロセスへの導入への道筋

４．まとめと提言
　４．１　データや情報の質の問題
　４．２　ビッグデータ解析をめぐる問題
　４．３　行政側のニーズの明確化
　４．４　AI の信頼性、性能の評価・検証
　４．５　行政部門のための AI 技術開発とその基盤形成
　４．６　議論の場の必要性
　４．７　まずは試してみる
　４．８　調査研究の成果の発展的活用
　４．９　メンバーからの提言

付録
　付録１．会議の記録
　付録２．関連する先行研究の分析：定義の多様性の問題
　付録３．試行的実験とレッスン（入門編）
　付録４．試行的実験とレッスン（中級編）

１．調査研究の目的・方法・スコープ・体制

１．１　調査研究の概要

本報告書は、一般財団法人新技術振興渡辺記念会の科学技術調査研究助成（平成 30 年度下期）により公益社団法人日本工学アカデミーが実施した「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論に関する調査研究」の成果をとりまとめたものである。

複雑化する社会では課題発見、解決策の探索等は人の手に余ると予想され、エビデンスに基づく政策立案や経営戦略の策定へのビッグデータや AI の適用は喫緊の課題である。本調査研究は、試行的事例の調査等を通じて、その可能性と克服すべき課題を明らかにし、実現の方策を考察するものである。

１．２　調査研究の目的

１．２．１　調査研究の背景と目的

(1) 調査研究の背景

ICT（情報通信技術）の浸透、グローバル化などにより、社会経済のさまざまな分野で顕著な発展が生じ、非連続な変化の兆しも現れつつある。一方で、社会もまた多様化、複雑化し、その様相は従来とは大きく変わりつつある。このような変化は、社会全体を新しいステージへと遷移させるプロセスだとみなすことができるが、同時にそれはさまざまな混乱をもたらし、多種多様な問題を顕在化させる時代の到来でもある。

すでに、我々の社会が直面すると予想される社会的な問題群が登場しつつある。例えば、格差拡大や社会の分断はすでに世界的な問題となっている。科学技術の発展と社会の科学技術に対する適応のスピードの違いなど、さまざまな分野で変化のスピードが異なることが原因となって生じる新たな社会的課題も多数顕在化しつつある。そこでは、個別の課題ごとにそれに対策を講じていけば、問題が解決され、社会全体として安定がもたらされるというリニアなモデルは成立しない。国連が 2015 年に持続可能な開発目標（SDGs）を議決し、社会の持続的、包摂的な発展に向けた活動を世界各国に要請しているのも、個別問題解決にとどまらない包括的な問題解決を目指したものであるともいえる。我が国では第 5 期科学技術基本計画のもとで、Society 5.0 の実現に向けた取り組みを通じて、これに応えようとしている。

このような多様化、複雑化する社会では、人間の知性がすべてを見通すことは困難であり、人間のデータ収集や処理能力には限界があると予見されている。そのため、課題そのものが見出せない、又は課題の範囲・全体像が定まらない、課題があることはわかってもその認識の仕方（フレーミング）が定まらない、問題の定式化が不適切である等の本質的な問題が顕在化してきた。後述するように、すでに我々は、そのような限界にぶつかり、混沌とした状況の中で、方向感覚を失いつつある。

我々はこの限界を超え、適切なエビデンスに基づいて、社会における課題を発見し、その解決のための必要条件を設定し、解決のための選択肢の探索・発見を進める必要がある。こうした問題解決には、最終的には人間の知性や感性、それらに裏付けられた選択や民主的決定が肝要であることは言うまでもない。しかしながら、その限界が明らかになっている以上、人間の能力を助け（拡張し）、限界を克服するための創造的な方法論を開発し、適用していく必要がある。

(2) 調査研究の目的

そこで、本調査研究が着目するのが、**公共政策分野や経営的意思決定におけるビッグデータ、AI（人工知能）などの情報関連技術の利活用**である。すでに、地方自治体の保育所選考においてAIを利用する例が出現するなど、ここ１、２年の間に、エビデンスに基づく政策立案にビッグデータやAIを活用する試行錯誤が行われるようになってきたことにも反映されているように、行政や企業経営の分野で、課題発見、課題の定式化、対応策の創造的提示、さらには合意形成の支援を行うために、ビッグデータ、AIなどを利活用することは喫緊の課題である。本調査研究ではこれを**「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論」**と呼ぶ。しかし、現実に行政分野等に「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論」を導入し、実装するためには、技術的にも、法制度的にも、また利活用する関係者（行政のみならず、行政の実施する施策に利害関係を持つ者等を含む）の能力の点でも、さまざまな課題が存在する。

そこで本調査研究は、先行事例の調査などを通じて、公共政策分野における「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論」のあり方、導入の可能性と実装に向けて克服すべき技術的、制度的、社会的諸課題を明らかにするとともに、実現の方策を調査研究することを目的とする。とくに、日本工学アカデミー（EAJ）の特性を活かして、技術面のみならず、行政分野の先行事例間の交流の場を設定し、議論を促進するとともに、産学官民にわたる多分野の指導的研究者・技術者、政策関係者等を糾合し、多角的に検討し、科学的にも、政策的にも、社会的にも受容性の高い「エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論」のあり方、その実現に向けた課題や見通しを検討する。

(3) 期待される効果

本調査研究は、以下の事項が促進することを期待して実施するものである。

・ビッグデータやAIを活用したエビデンスに基づく政策立案や経営戦略の策定に資する創造的方法論のコンセプトの明確化と実装

多様化、複雑化し、将来を見通すことが難しくなった21世紀社会において、科学と技術によるイノベーションを存分に利活用して、人間のデータ収集・処理能力の限界を超えて人間に気づきを与え、人間が主導する、持続可能で豊かな社会の早期実現に向けた活動を支援できる方法論として、エビデンスに基づく政策立案や経営戦略の策定に関する創造的方法論のコンセプトを提案し、その実装に向けて克服すべき課題、必要な条件を提示する。これに基づき、開発と実装が促進することが期待される。

・科学技術政策の立案・推進の科学化、効率化

本調査研究の成果は、幅広い公共政策分野や経営的意思決定における適用を想定しているが、中でも、まずは科学技術および関連する政策分野で挑戦的に活用していくことを期待している。その経験を通じて、エビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論を活用することで、多様化、複雑化した社会における科学技術政策の立案および運営の科学的アプローチ、効率化を促進することを期待している。

１．２．２　問題の構図と報告書の構成

本調査研究の対象となる問題の構図を、簡潔に提示しておこう。ここで示す構図が、検討の大きい枠組みとなる。

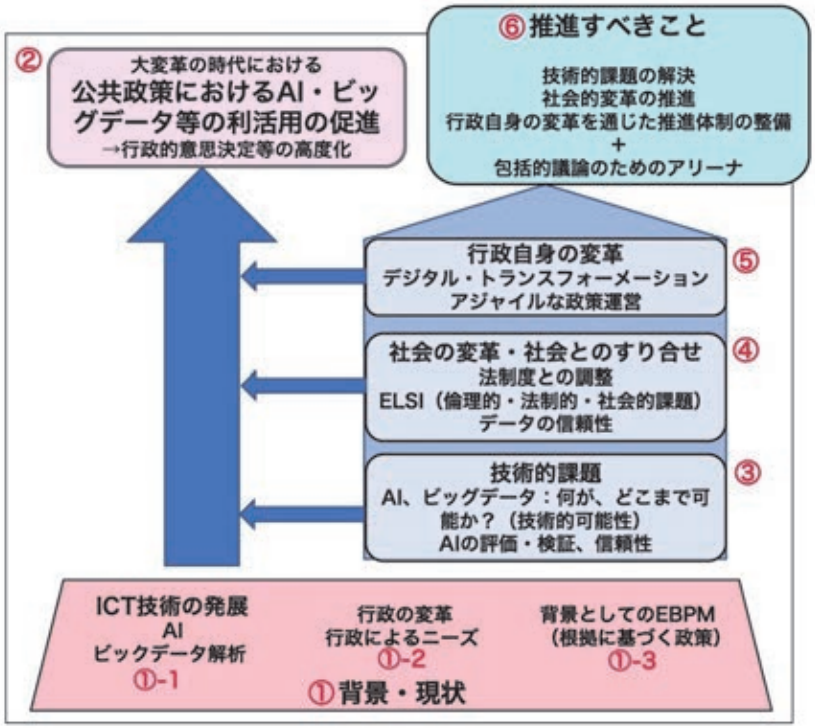


図１.2.1　研究の構図

本調査研究は、大変革の時代において公共政策における AI・ビッグデータ等の利活用をいかに促進し、その結果として行政的意思決定等の高度化を実現するかを明らかにすることを目的とするものである（②）。企業等の経営戦略の策定等も類似の構図を持つが、本調査研究では、議論が拡散することを避け、企業等での研究開発が進みにくい公共的領域に集中して調査研究を進める。

(1) 背景・現状

公共政策における AI・ビッグデータ等の利活用の促進を必要とする背景・現状（①）としては、AI・ビッグデータ解析等 ICT 技術の発展（①-1）、行政の変革を実現するための必要性（①-2）がある。行政は、それを支える基盤としての ICT 技術の発展の影響を強く受けているが、近年はとくに**根拠に基づく政策立案**（Evidence-based Policymaking: EBPM）（①-3）に対する取組が強化され、その結果として AI・ビッグデータ解析等 ICT 技術の政策立案や意思決定段階への適用が期待されている。これらについては、現状認識や考え方が必ずしも一致しておらず、混乱もみられる。これらの現状については、１．４で簡単にまとめ、詳細については**付録**に整理する。

(2) 先行的事例の紹介

第２章では、本調査研究がめざす公共政策における AI・ビッグデータ等の利活用（②）の先行的事例を紹介することを通じて、具体的イメージを示すとともに、今後のさらなる可能性について検討する。

(3)公共政策におけるAI・ビッグデータ等利活用促進の課題

公共政策におけるAI・ビッグデータ等の利活用を促進するためには、乗り越えるべき課題が山積している。**第３章**では、以下の課題について検討する。

1) 技術的課題

第一の課題は、技術的課題である（③）。AI、ビッグデータ解析の技術自体が大変革期にあり、要素技術の開発と実装を目指した適用技術の開発の両面で多様な展開を見せている。現在のAI、ビッグデータ解析等の情報技術に関して、公共政策分野への適用を想定した場合、何が利用可能か、何が実現できるか等について整理する。普及の初期には、先端的技術の実験的な導入にも意味はあるが、行政分野で本格的に関連技術を選択し、利用する上では、技術の性能や限界が評価・検証され、一定の信頼性が保証されることが必要である。

2) 技術と社会とのすり合わせ・社会の変革

第二の課題は、新技術の現実社会への導入に際して乗り越えなければならない壁である（④）。技術を現実の行政サービス等に導入するときに、その技術を利用するのは情報技術の専門家ではなく、また技術を利用した結果として恩恵や予期せぬ影響を受けるのも、行政サービスの利用者をはじめとする多様な人々である。また、公共部門でビッグデータを利用する場合には、個人情報保護の問題に直面する。その影響はほぼ全国民に及ぶ。このように、技術を社会の中で活用していく上で、さまざまな問題が生じる可能性がある。こうした課題を克服するためには、技術開発と社会のすり合せが必要になる。技術そのものの開発の方向や制約条件を変えなければならないこともあるが、社会の側でも既存のルールの見直し、新しいルールの導入など、法制度等の調整を通じて、社会のあり方自体を変革していく必要がある（技術と社会の共進化）。

倫理的・法制的・社会的課題（Ethical, Legal ad Societal Issues: ELSI）と呼ばれる分野が注目されている。新興技術の研究開発に際しては、それが真に社会の中で有益なものとなるためには、その当初からELSIの観点を加味していくことが求められている。

3) 行政自身の変革へ

EBPMを生かし、AI・ビッグデータ解析等ICT技術の政策立案や意思決定での活用を進めるためには、行政自身がその慣行や思考パタンを変えていく必要がある。近年、**デジタライゼーション**（Digitalization）、**デジタル・トランスフォーメーション**（Digital Transformation）という言葉が使われるようになった。中でも、デジタル・トランスフォーメーションは、情報化の結果として、会社や官庁などのシステムそのものを変革したり、社会との関係を変革したりすることを指し、従来とはまったく異なる業務の進め方が誕生し、その結果新しい行政サービスが生まれるような場合が相当する。

行政の場合には、**無謬性**というある種の神話に基づいて、計画段階から、実施段階にいたるまで、慎重かつ厳密に計画を立てて事業を進め、結果として間違いが起こることはないといったイメージがある。一方では、特に企業を中心として、スモールスタートや事業を運用しつつ、途中段階で評価し、必要な要素を付け加えたり、逆に望ましくない要素は削除したりするなど、臨機応変に事業を変革していくような**アジャイル**（agile、機敏な）**な運営方式**もある。そのような行政運営でこそ、AIやビッグデータ解析が力を発揮することが期待されてい

る。つまり、AI やビッグデータ解析が力を発揮するためには行政自身も新しい運営方式へと変革していく必要がある。

(4) 今後推進すべきこと

本報告書の最後、**第４章**では、以上のような課題を解決するために何をすべきかを研究会の提言として提示する。

１．３　調査研究の実施内容及び方法

調査研究の内容及び方法は、以下の通りである。

(1) 委員会・研究会による調査、検討

・推進委員会

EAJ に「政策立案のための科学」プロジェクトを設置する。同プロジェクトのコアメンバーにより推進委員会を設置し、プロジェクトの進行管理をするほか、調査研究でも中心となって、次項文献調査等以下の内容を担当する。

推進委員会の場でも、必要に応じて先行事例に関する意見交換を行う。また、調査研究の成果の取りまとめを担当する。

・公開研究会（EAJ 会員・非会員の動員）

EAJ は産学官民にわたる多分野の指導的研究者・技術者、政策関係者を擁するという特長を持つことから、この利点を活かして多数の会員を糾合し、政策提言の活用側（行政等）の専門家、政策研究者、AI 研究者、知識を提供する立場の専門家、その他の人々から、本調査研究の内容に関して多角的に討議する。EAJ 会員では不足する分野については、非会員にも参加を要請し、討議する。

(2) 文献調査等

・文献調査

文献その他の資料を活用して、エビデンスに基づく政策立案、ビッグデータや AI の応用、国内外の先行事例などに関して調査を行う（**付録 2** で紹介する）。必要に応じて、推進委員会にインプットする。特に注目に値する先行事例や研究開発等については、先行事例調査の対象として追加し、掘り下げて調査する。

・小規模なデモンストレーション（試行）

ビッグデータや AI を活用したエビデンスに基づく政策立案に関しては、意見交換だけで実態を理解できるとは限らないことから、条件が整った場合には、小規模な試行を行い、その実装に向けた課題を実験的に確認する。

とくに、ビッグデータ解析や AI の専門家向けの専門書は多い。そのため、ビッグデータ解析や AI を万能であり、非常に難しい技術であるかのようにイメージされることも少なくない。本調査研究では、むしろ利用者の視点に立って、ビッグデータ解析や AI で何ができるか、いかに利用するか、利用者の立場から容易に着手できることは何かといった疑問に答え、利用する際に留意すべきポイントや、とくに現代において課題となるフェイク情報

にいかに対処するかなど、デモンストレーションを行い、具体的に示すことを試みる（具体的な試行例を**付録 3、付録 4** で例示する）。

(3) 先行事例の調査

・訪問調査

ビッグデータや AI を活用したエビデンスに基づく政策立案を先行的に試行しているか、または準備中の事例について、訪問調査により実際の運用方法などに関して、詳細に聞き取り（実演を含む）、意見交換を行う。

・公開研究会での報告と討議

公開研究会で各事例の要点を紹介してもらい、包括的な討議を行う。その際、エビデンスに基づく政策立案のユーザである行政側からも参加者を招聘し、ニーズ側の立場から、討論に参加してもらう。日程調整によっては、推進委員会その他の場でも討議を行う。

・先行事例の候補

京都大学こころの未来研究センターと**京都大学日立未来課題探索共同研究部門（日立京大ラボ）**の共同研究による各種実践、**文部科学省科学技術・学術政策研究所**の事例について訪問調査により詳細に検討する。

(4) 報告書の作成とそれに基づく包括的な検討

・報告書の作成

以上の調査結果を報告書としてとりまとめるとともに、ビッグデータや AI を活用したエビデンスに基づく政策立案の可能性、創造的方法論として発展させる上での課題等を描出する。

・包括的検討

EAJ 談話サロン等を活用して、報告書の内容等に関する多面的なレビューを行い、最終的な提言に活かす。

(5) 実施体制

推進委員会、研究協力者により、調査研究を推進する。

コアメンバーから構成される推進委員会は、プロジェクトの進行管理をするほか、調査研究を中心となって担う。研究協力者はそれぞれの立場から、推進委員会の活動を補う（調査研究における協力、先行事例に関する事例紹介等）。

推進委員会、研究協力者等のメンバーは、以下のとおり。

役割	氏名	所属等
リーダ（申請者、推進委員）	小林信一	EAJ 会員、広島大学・特任教授
サブリーダ（推進委員）	城石芳博	EAJ 会員、株式会社日立製作所・技術顧問
共同研究者（推進委員）	伊藤裕子	EAJ 会員、科学技術・学術政策研究所・主任研究官
同上	辻 篤子	EAJ 理事、名古屋大学・特任教授
同上	中山智弘	EAJ 会員、科学技術振興機構・エキスパート
同上	原山優子	EAJ 理事、東北大学・名誉教授
同上	福島俊一	科学技術振興機構・フェロー
研究協力者	亀井信一	EAJ 会員、三菱総合研究所・研究理事
同上	長井　寿	EAJ 常務理事、物質･材料研究機構・特命研究員
同上	大土井智	日立製作所研究開発グループ技術戦略室・シニアストラテジースタッフ
同上	広井良典	京都大学こころの未来研究センター・教授
同上	福田幸二	日立京大ラボ・主任研究員
同上	中尾　走	広島大学・大学院生
顧問	中村道治	EAJ 副会長（会長代理）、科学技術振興機構・顧問

所属等は調査研究開始時点のもの

１．４　関連する概念の暫定的定義・暫定的理解

行政は ICT 技術の発展の影響を強く受けているが、近年はとくに EBPM に対する取組が強化され、その結果として AI・ビッグデータ解析等 ICT 技術の政策立案や意思決定段階への適用が期待されている。本調査研究でも文献調査等を通じて、ビッグデータ解析や AI 関連技術、ニーズ側である行政が導入しつつある EBPM、AI 等の社会への導入に関する ELSI 等に関して、その現状について検討した（詳細については**付録 2** 参照）が、これらについては、現状認識や考え方が必ずしも一致しておらず、これらの概念に関するイメージの多様性、もしくは用語の定義そのものの多義性、そのために生じる定義の困難さが明らかになった。

多義性は、単に議論が混乱しているとか、多様な解釈が存在するというだけでなく、技術の変化が速いことも原因である。また、AI 等をあたかも万能の技術、これまでの技術の限界を乗り越える革命的技術などと、極端に理想化して報道するメディア等の姿勢が人々の AI 等に対する理解を混乱させている面もあると思われる。企業の CM などでも AI との語を使うことが一種のブームになっている。AI を多用する CM は、AI を正確に反映したものではなく、イメージ戦略に過ぎない面がある。しかし、技術に精通していない一般の人々、あるいは技術の利用側の人々に歪んだイメージを植え付け、過剰な期待や逆に過少評価を招き、着実な議論を阻害する危険性もある。もちろん、すべての人々が完全に同じ理解をすることはできないとしても、一定の範囲の「相場観」の下で議論する環境を整えることが必要である。

そこで、先行研究等を踏まえて、ビッグデータ解析や AI、EBPM などに関する定義、その範囲等を検討した。詳細については付録に整理するが、端的に言えば、定義は多様であり、AI の ELSI をめぐる動向も流動的である。しかし、本報告をまとめるにあたって、暫定的な合意、大まかな共通理解は必要である。そこで、本報告では、議論のスタートにおける理解として、**表 1.4.1** に関連概念を整理しておく。

表 1.4.1 主要概念の暫定的理解

概念	暫定的定義または理解
人工知能（AI）	人間の知的活動（認識、判断、計画、学習等）をコンピューターで実現するための技術群。 推論や知識に関する科学的理解、AI の信頼性、評価・検証、AI 倫理等の AI 基礎論的領域、手法のレベルでは、機械学習、データマイニング、テキストマイニングといった学習や知識獲得に関連する手法、進化計算、遺伝的アルゴリズムといった発見的手法、自然言語処理、深層学習、エージェント、画像認識、音声認識などを含む。応用面では、ロボティックス、ユーザインターフェイス、ナレッジマネジメント等の応用のための基礎的技術のほか、法律 AI、医療 AI、経営 AI、ゲーム AI、教育支援 AI、創作 AI など適用分野別の AI も含まれる。手法や応用は非常に多様で、発展途上にあるため限定することは困難である。 なお、現時点では「万能の AI」は存在せず、特定の機能や特定の状況下で人間の知能の働きに類する機能をコンピューターで実現しようとする AI がほとんどである。
ビッグデータ（Big Data）解析	ヘテロ性・不確実性・時系列性・リアルタイム性等の性質を有する大規模なデータの収集・蓄積・解析技術。 ビッグデータは膨大な量のデータそのものを指すが、IoT、Web の発達により、その収集・蓄積・解析技術が発展している。とくに、大規模性のみならず、ヘテロ性・不確実性・時系列性・リアルタイム性等にも対応する点が技術として重要である。 Web からデータを収集するクローリング、スクレイピング、収集されたデータやテキストから意味のある情報を抽出し、規則性を見出すことを目的とするテキストマイニング、データマイニング技術、さらには偽情報、誤った情報の識別技術なども、AI の一部とみなしてもよい。
エビデンスと根拠に基づく政策立案（EBPM）	エビデンス（根拠または科学的根拠）とは、各種のデータの中から意思決定等に使用できるように収集、整理されたデータである。 根拠に基づく医療（Evidence-Based Medicine: EBM）の影響で、ランダム化比較試験（Randomized controlled trials: RCT）を最も望ましいデータ、もしくは唯一のエビデンスとして重視する立場もあったが、今日では多様なものをエビデンスとして位置付ける傾向にある。 EBPM は、意思決定や代替案の選択、政策の改善において最良の根拠を用いることであり、代替案の評価のみならず、問題の発見・定式化、何が原因か、いかに対処するか、いかに評価するか等を適切なエビデンスに基づいて議論することを含む。 近年では、Evidence-Informed Policymaking と呼ぶことも多い。
AI の ELSI	AI が社会の中で活用される以上、AI は社会に影響を与え、また社会からの要請や制約の中で発展していく。AI は社会のあり方を大きく変える可能性を秘めていることから、その影響について、あらかじめ検討して、AI と社会の相互関係について望ましいあり方を社会全体が共有することが必要である。このことを扱う分野が AI の倫理、AI の ELSI（倫理的観点、法的観点、社会的観点その他の観点からの検討）などと呼ばれる分野である。 日本では、政府レベルを含め検討されているが、国際的にも議論が行われている。また最近では、産業界や個別企業も倫理的課題について独自の取り組みをしている。

２．公共政策分野の政策立案におけるAI活用事例

公共政策分野におけるAIやビッグデータ等の利用は急速に進んできた。とくに行政サービスに関する分野では、地方自治体の保育所選考においてAIを利用する例が有名であるほか、広義にはAIの一種であるボット[1]を使って、ごみ収集、行政窓口の案内、防災情報等の分野で活用され始めていることが報道されている。

これらの事例は、定められた方針の下で機能するものである一方、政策立案のように課題の発見、明確化などから始まる、オープンエンドな知的活動に関しては、AI等の技術の適用は遅れている。人工知能技術戦略会議の**「人工知能技術戦略」**（平成29年3月31日）[2]では、AI製品・サービスの初期市場創出の手段として、公益目的（課題解決）のためのAI活用促進が位置付けられているものの、政府部門等における具体的な利用イメージが想定されているわけではない。国際的にも、2017年G7イタリアサミットに基づき、同年９月にStrategic Advisory Board to G7 Leaders on People-Centered Innovation（I7）は、その分科会“How can AI help governments make better decisions and deliver policies and services more effectively?”において、政府の意思決定や政策立案にAIを活用する可能性と限界について議論している[3]が、具体的イメージを示すところまでは行っていない。

このように公共政策分野、とくに政策立案過程で、どのようにAI等技術を活用するのかをイメージすることは難しい。そこで、本章では、公共政策の立案過程でAI等がどのように使われうるのかを、先行事例の紹介を通じて概観する。

２．１　NISTEPの科学技術予測におけるAI関連技術の活用事例

科学技術・学術政策研究所（NISTEP）は、科学技術イノベーション政策の議論に資することを目的として1992年から**科学技術予測調査**を実施している。2017年から開始した第11回調査は科学技術の発展による社会の未来像を描くこととし、次期科学技術基本計画の議論に資することを視野に入れている。調査は4部構成（ホライズンス・キャニング、ビジョニング、デルファイ調査、シナリオ）で、うち**ホライズン・スキャニング**と**デルファイ調査**の一部にAI関連技術を初めて活用した。

２．１．１　NISTEPの科学技術予測調査について

科学技術予測調査は、科学技術庁が1971年に開始し、1992年からは科学技術政策研究所（現：科学技術・学術政策研究所）に移管され、現在まで継続実施している調査である[4]。

NISTEPが科学技術予測調査を「次期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション（STI）政策立案の議論のため、基礎的な情報を提供することを目的として実施」することを明確に意図し準備を始めたのは、第2期科学技術基本計画（2001-2005）の期間中からであ

---

[1] チャットボット、AIチャットなどともいう。インターネット上で、自動応答をする技術であるが、SNSやチャットなどの中で用いられる。

[2] 人工知能技術戦略会議「人工知能技術戦略」2017. <https://www.nedo.go.jp/content/100862413.pdf>

[3] DIGITAL TRANSFORMATION TEAM, I-7 Innovators' Strategic Advisory Board on People-Centered Innovation <https://teamdigitale.governo.it/en/i7.html> 同セッションでは、AIを利用して会議の声明の作成を試みるなどした。

[4] 赤池伸一「科学技術予測の半世紀と第11回科学技術予測調査に向けて」、STI Horizon、文部科学省科学技術・学術政策研究所、Vol.4, No.2, 2018. <https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STIH4-2-00130.pdf>

った。予測調査の結果を次期基本計画の策定過程にインプットできるタイミングに調査開始時期を設定したり、調査内容に変更を加えたりしてきた（**図 2.1.1**）。

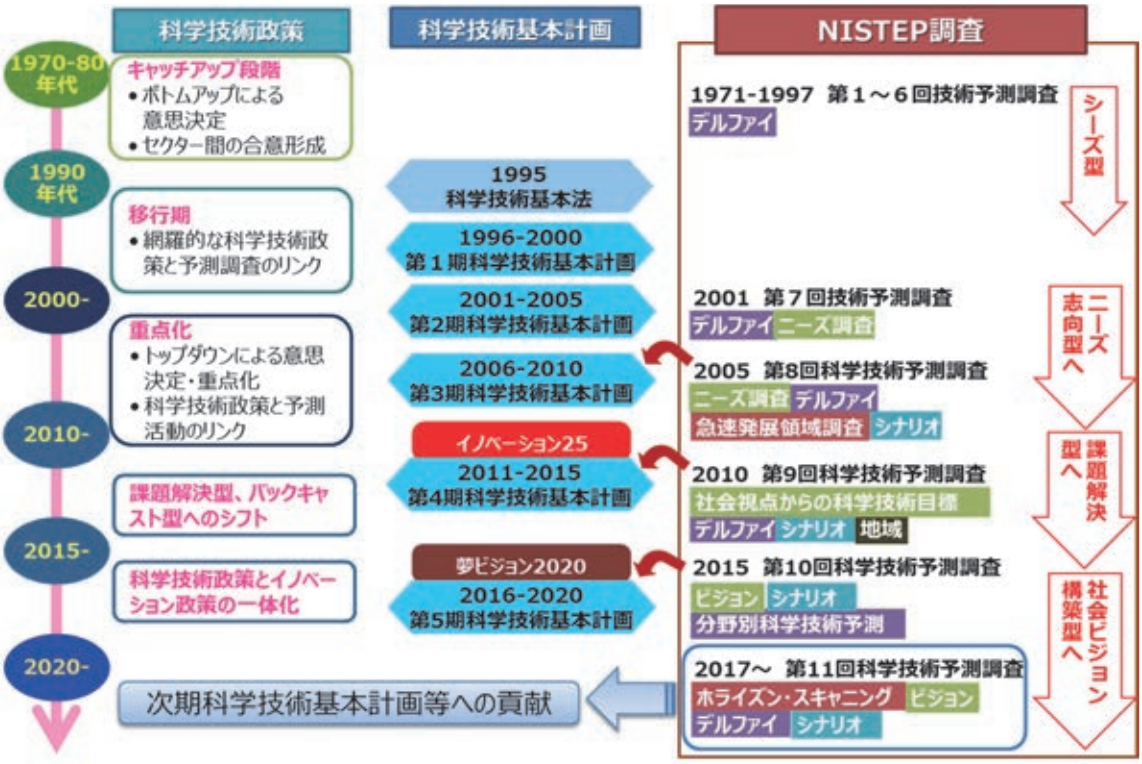


図 2.1.1 NISTEP の科学技術予測活動と科学技術政策

出典）第 11 回科学技術予測調査 S&T Foresight 2019 総合報告書, NISTEP REPORT No.183,2019.11, p.2

現在、第 5 期科学技術基本計画（2016-2020）の期間中であり、NISTEP は次期基本計画の策定過程へのインプットを目指し、2017 年から第 11 回科学技術予測調査を開始している。

この第 11 回調査において、NISTEP は新しい取り組みとして ICT や AI 関連技術を積極的に活用している。

２．１．２　第 11 回科学技術予測調査における AI 関連技術の活用

第 11 回科学技術予測調査では、科学技術の未来像と社会の未来像を描き、それらを統合して、科学技術の発展による社会の未来像を描くこととしている。調査では 2050 年までを展望するが、ターゲットイヤーは 2040 年である。

図 2.1.2 に示すように、第 11 回科学技術予測調査は、科学技術や社会のトレンドを把握する「ホライズン・スキャニング」、社会の未来像を検討する「ビジョニング」、科学技術の未来像を検討する「デルファイ調査」、科学技術発展による社会の未来像を検討する「シナリオ」の 4 部から構成されている。

なお、AI 関連技術を活用したのは、「ホライズン・スキャニング」及びデルファイ調査のトピックを用いた分析である**「未来につなぐクローズアップ科学技術領域（の抽出）」**の 2 箇所である。

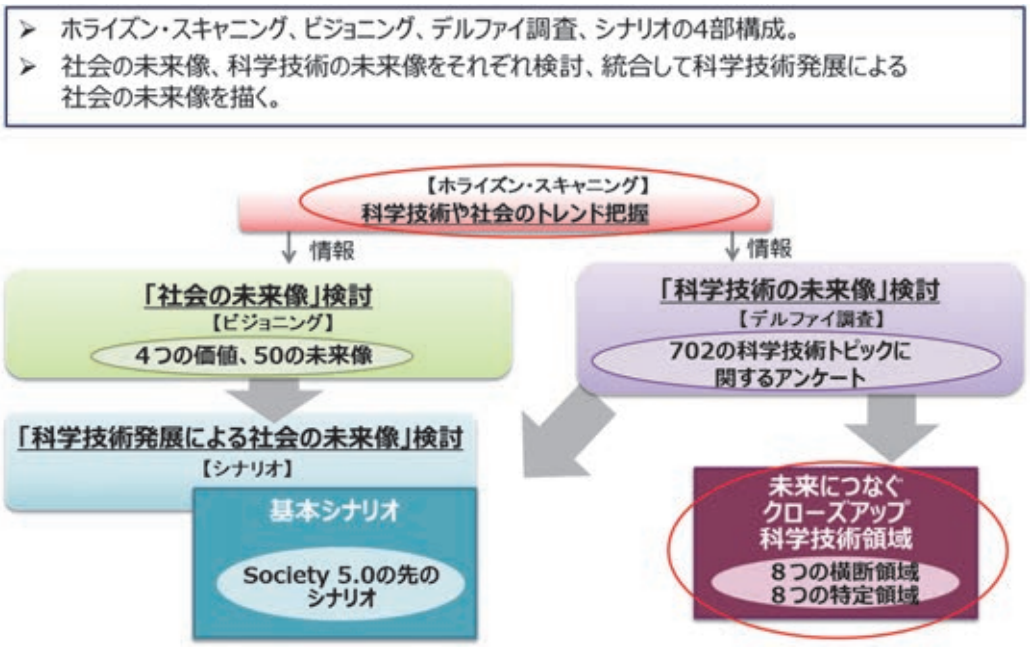


図 2.1.2 第 11 回科学技術予測調査の構造

注）図中の赤丸は AI 技術を活用した部分を示す

出典）第 11 回科学技術予測調査 S&T Foresight 2019 総合報告書, NISTEP REPORT No.183,2019.11, p.4 を基に作成

(1) ホライズンス・キャニングにおける AI 関連技術の活用

NISTEP は科学技術や社会のトレンドを把握するためのシステムとして、2016 年から KIDSASHI（Knowledge Integration through Detecting Signals by Assessing /Scanning the Horizon for Innovation）の開発に着手し、2017 年から分析結果等の一部を公開している[5]。

KIDSASHI は、大学等のニュースリリース記事を**クローリング**（自動収集）し、記事の種類や分野などに自動分類する機能や、NISTEP 職員が論文等や関係者へのインタビューから得た情報を基に作成した科学技術や社会のトレンドについての短報を NISTEP ウェブ上に発行する機能を持つ。

クローリングは、大学や研究機関等の計 300 機関の学部や部署レベルのニュースリリース記事に対し、毎日一回自動的にアクセスし、前回取得時からの差分情報の有無を検査し、差分があれば取得するように設計した。自動収集されたニュースリリース記事は、記事の種類（解明・開発・実証等）や分野分類（大分類として人文科学・社会科学・医歯薬学・生命科学・理学・工学の 6 分類、小分類として計 36 分類）で自動分類される。

AI 関連技術の活用は、分野分類において実施した。ニューラルネットワークの学習データとして、科学研究費助成事業データベース（KAKEN）等で公開されている研究課題情報を利用し、分野を自動的に推定するように設計した。

ホライズン・スキャニングの結果は、「社会の未来像」及び「科学技術の未来像」を検討する際の基礎的な資料の一つとして利用された。

[5] 科学技術予測センター「兆しを捉えるための新手法～NISTEP のホライズン・スキャニング“KIDSASHI”～」、Policy Study No.16、科学技術・学術政策研究所、2018 年 12 月 28 日. 〈https://www.nistep.go.jp/archives/39464〉

(2) 未来につなぐクローズアップ科学技術領域の抽出におけるAI関連技術の活用

科学技術の視点から今後推進すべきであると考えられる分野横断的な研究開発領域を抽出することを目的として実施した[6]。

科学技術の未来像の検討は、調査対象の7分野（健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギー、ICT・アナリティクス・サービス、マテリアル・デバイス・プロセス、都市・建築・土木・交通、宇宙・海洋・地球・科学基盤）ごとの分科会において、計74名の専門家により実施された（**図2.1.2**）。その結果、2050年までの実現が期待される702件の科学技術が選定された。これらは、言わば、専門家による科学技術のウイッシュリストである。

未来につなぐクローズアップ科学技術領域は、これらの702の科学技術トピックを基に抽出された（**図2.1.2**）。

図2.1.3に示すように、抽出のプロセスは、まず702の科学技術トピックを類似度でグループ化して32の科学技術トピッククラスターをつくった。次いで、これらのトピッククラスターについて専門家（前述の74名のうち10名程度）による評価を受け、それを基にクラスターの再構築を行った。

最終的に、分野横断的な8領域と特定分野に軸足を置く8領域を未来につなぐクローズアップ領域として選定した。

AI関連技術の活用は、科学技術トピックの類似度によるグループ化おいて実施した。自然言語処理を用いて702科学技術トピックから名詞句のみを抽出し、これらの名詞句を分散表現（ベクトル、座標値）に変換後、階層的クラスタリングにより類似するトピックをグループ化した。

抽出されたクローズアップ科学技術領域の名称は次の通りである。分野横断的な8領域は、「社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術」、「プレシジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング」、「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」、「新規構造・機能の材料と製造システムの創成」、「ICTを革新する電子・量子デバイス」、「宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術」、「サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術」、「自然災害に関する先進的観測・予測技術」である。特定分野に軸足を置いた8領域は、「新たなデータ流通・利活用システム」、「人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術」、「次世代通信・暗号技術」、「交通に関するヒューマンエラー防止技術」、「ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法」、「生態系と調和した持続的な農林水産業システム」、「持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術」、「宇宙と人類の起源を解く基礎科学」である。

これらの結果は、現在とりまとめ中である、科学技術の発展の方向性を示す「デルファイ調査」の結果（回答数約5,000人）と共に、今後、政策立案側の求めに応じて、STI政策における戦略検討などの際の基礎的な資料として提供される。

---

[6] 科学技術予測センター「第11回科学技術予測調査ST Foresight2019（速報版）」、文部科学省科学技術・学術政策研究所、2019年7月12日. <https://www.nistep.go.jp/archives/41194>; 重茂浩美、蒲生秀典、小柴等「未来につなぐクローズアップ科学技術領域―AI関連技術とエキスパートジャッジの組み合わせによる抽出の試み―」、 Discussion Paper No.172、文部科学省科学技術・学術政策研究所、2019年7月12日. <https://www.nistep.go.jp/archives/41178>

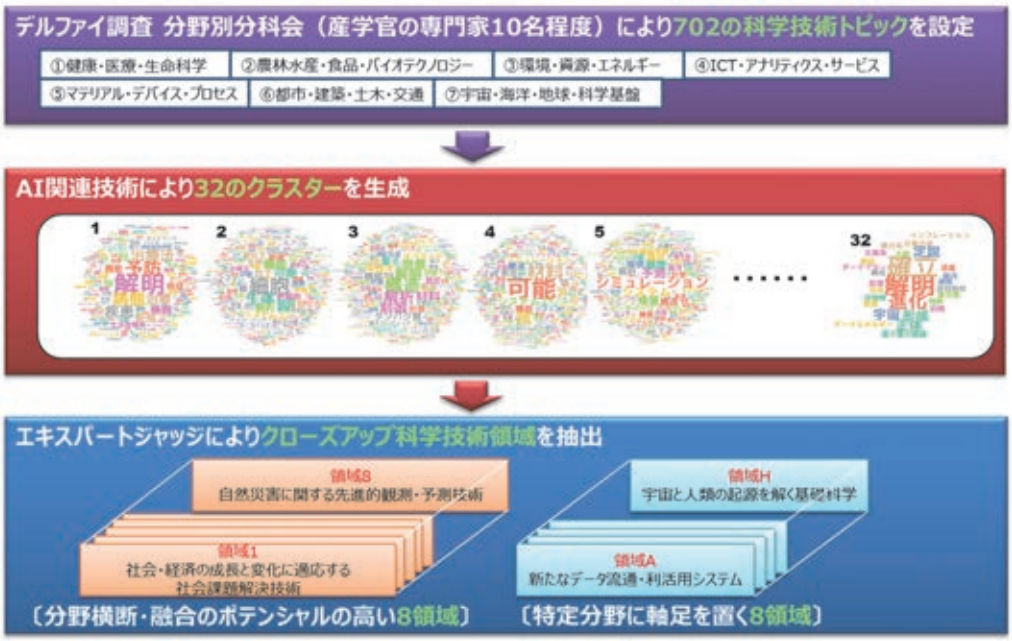


図 2.1.3 クローズアップ科学技術領域の検討方法

出典）第 11 回科学技術予測調査 S&T Foresight 2019 総合報告書, NISTEP REPORT No.183,2019.11, p.25 を基に作成

２．１．３　AI 関連技術の活用における NISTEP の課題

AI 関連技術の活用における NISTEP の課題の一つは、AI 人材の不足である。ここに示した事例の両方に、一人の NISTEP の AI 研究者が関わっている。NISTEP には、ICT 関連技術のスキルを持っている人材は在籍しているが、機械学習や自然言語処理といった AI 関連技術を自在に活用できる人材は一人のみである。

そのため、AI 関連技術で得られた結果について、たとえば使用した教師（学習）データの選択や技術的な精度などが十分であるか等、第三者の立場で検証ができる人が NISTEP 内に居ない。

また、NISTEP の研究成果は STI 政策立案側の関心が高く、行政官や外部から説明を求められることが多いが、AI 関連技術を活用した研究成果の場合は AI 以外の他分野の研究者では十分に説明しきれない。

今後、NISTEP の調査研究に AI の活用を拡大するのであれば、外部の AI 研究者・技術者との組織的な連携を視野に入れる必要があると考えられる。

２．１．４．事例のポイント

NISTEP の科学技術予測における AI 関連技術の活用事例のポイント
＜重要な点／注目すべき点＞ NISTEP が長年実施している調査研究であり、かつ STI 政策上で研究成果が利用される機会が多い調査研究において、初めて AI 関連技術を活用したこと。 ＜留意すべき点＞ NISTEP が調査研究に活用した AI 関連技術は、調査全体からすると非常に小さい部分であること。 ＜事例から学ぶべき点＞ 従来から実施していた調査研究の枠組みを大きく変えることなく、AI 関連技術の活用を組み込んだこと。

（２．１担当：伊藤裕子）

２．２　京都大学・日立製作所（日立京大ラボ）の AI 活用事例

日立京大ラボ[7]と広井良典教授（京都大学こころの未来研究センター）は**「AI を活用した、公共政策への提言」**の共同研究を 2016 年から実施している。これまでにも、2017 年に**「AI を活用した、持続可能な日本の未来に向けた政策提言」**、2018 年には文部科学省高等教育局が共同研究に参画した**「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」**を発表し、2019 年には地方自治体等の参画による**「AI を活用した、長野県の持続可能な未来に向けた政策研究」**を発表して、話題になった。研究で用いる AI 技術は、日立京大ラボが開発している。

２．２．１　手法の概要

不確実な情報のもとで、多様なリスクを考慮し、より望ましいと考えられる行動を人間が決める意思決定を支援するため、起こり得る未来と、より良い将来への道筋（シナリオ）を描出する合理的な手段を開発することをめざし、日立京大ラボはこれまで研究開発してきた AI 技術[8]をベースに京都大学と連携し、人と AI とが補完的に協働する、未来に関する集合知の可視化技術を開発した。あいまいで完全でもない情報が含まれ、人の処理能力の限界を超える膨大なデータを用いても、可能な未来の分岐を提示して議論の促進材料を提供できるので、人がその意味を理解し、可能な限り合理的な判断を下せる形態での提言を提案できる[9]。**図 2.2.1** に政策提言の３ステージを示す。AI（シミュレーション）を解析に用いているが、あくまでも補助ツールとしての利用であり、価値判断や解釈の部分は人が行うというように、人が主体となっていることが特徴である。

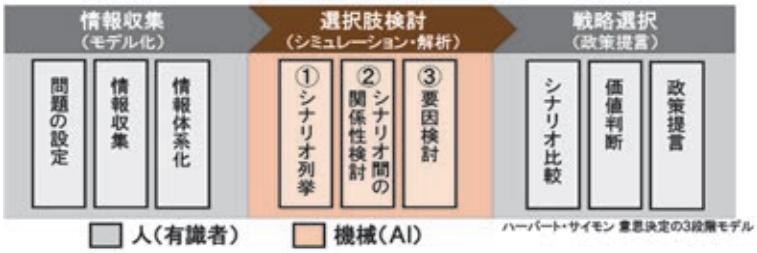


図 2.2.1　人（有識者）と機械（AI）の協働による政策提言

出典）嶺竜治「持続可能な未来の実現に資する「政策提言 AI」」、日立評論、Vol.101 No.3、pp.123-127、2019.6. <https://www.hitachihyoron.com/jp/archive/2010s/2019/03/pdf/123-127w_HY05C04.pdf>

---

[7] 株式会社日立製作所は、2015 年に、顧客と共にソリューション創生に取り組む「社会イノベーション協創センタ」を設立し、同時に設立した「テクノロジーイノベーションセンタ」、「基礎研究センタ」では、AI・セキュリティ・ロボット・センシングなどの先端技術開発とアカデミアとの共同ラボを通じたビジョン提案・社会実証を進めてきた。その一環として、2016 年に、SDGs や Society5.0 の実現を共通ビジョンとする、「日立東大ラボ」、「日立京大ラボ」、「日立北大ラボ」が設立された。日立京大ラボでは「ヒトと文化の理解に基づく基礎と学理の探求」をテーマに、未来の社会課題を探索し、その解決と Quality of Life 向上の両立に向けた新たなイノベーションの創出に取り組んでいる。

[8] Koji Fukuda and Yasuyuki Kudo, "Sensitivity Estimation Using Likelihood Ratio Method with Fixed-Sample-Path Principle", 4th SIMULTECH 2014: Vienna, Austria, pp107-130, DOI: 10.1007/978-3-319-26470-7_6

[9] 日立ニュースリリース「AI の活用により、持続可能な日本の未来に向けた政策を提言」2017.9. <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2017/09/0905.pdf>

(1)情報収集(モデル化)

課題の設定を行い、情報収集、さらに専門家の英知に基づく知見を活用し、キーワードとその因果関係の洗い出し、情報の体系化、シミュレーションモデルの構築を行う。ここで因子間の相関関係などを表すパラメータ(強度、時間遅れなど)には不確実性があるので、そのばらつきを分散として導入する。設定した強度・時間遅れの値をもとに、シミュレーションを行い、その結果が人口動態予測などと合致するように、パラメータを修正し、定量モデル(VARMA モデル：Vector Autoregressive Moving Average モデル[10])を構築する。

(2)選択肢検討（シミュレーション・解析）

上記の定量モデルに基づき、乱数を用いて分散の範囲でパラメータを変える確率的ミュレーションを実施、起こりえる多数のシナリオを、抜け・漏れなく列挙するとともに、自動的にシナリオ変化の特徴を分析、少数の偏りのない代表シナリオに分類、各グループの代表シナリオの関係性を有識者が解釈し意味付けを行う。さらにシナリオが分岐する点で、因子を僅かに変えてその影響に対する感度解析を行い、シナリオ分岐に大きく影響を与える要因を洗い出す。

(3)戦略選択（政策提言）

専門家がシナリオを比較し、価値を判断、分類した望ましいシナリオに誘導可能な具体的な政策オプションをいくつか選択し、専門家が実行すべきであると判断したオプションを政策提言として作成する。

本技術は多様な用途に適用可能で、中央省庁の政策ビジョン策定から地方自治体の個別政策に関する政策提言まで、いずれも同じプロセスで実施できる。以下に、(1)2050 年の日本の持続可能性についてシミュレーションを行った例と、(2)日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーションを行った例を示す。

２．２．２　適用事例１：2050 年の日本の持続可能性検討への適用

過去数世紀にわたる産業の革命的な進展により、労働生産性が高まり、賃金の上昇とともに新たな消費者、新市場が創生される好循環が生まれた。これにより、人々の生活水準が向上し、社会の在り方、ルールが民主的なものに変わるなど、豊かな社会が実現されてきた。一方で、気候温暖化や資源問題が顕在化し、地球社会の持続的発展が危ぶまれている。さらに日本では、高齢者人口および高齢化率が世界に先駆けてピークに達する 2050 年に向けて、人口や出生率、財政や社会保障、都市や地域、環境や資源、などの持続可能性や、雇用の維持、格差の解消、および人々の幸福、健康の維持・増進が大きな社会課題になると考えられる。このような社会課題を見据え、京都大学こころの未来研究センター広井教授らを中心とする研究グループは、持続可能な日本の未来の実現に向けた研究を進めている。日立京大ラボはこの研究に参画、AI 技術をこの政策提言に活用している。

(1)情報収集

2050 年の日本の持続可能性の確保を課題として設定した。まず初めに有識者を招き、**図 2.2.2** に示すように、ワークショップ形式で有識者の知を収集し、日本社会の現在や未来において重要と考えられる GDP（Gross Domestic Product：国内総生産）や出生率、失業率、健康

[10] 多変量自己回帰移動平均モデル

寿命など、社会の状況を表現するキーワード（社会指標）を列挙する。次に、それらのキーワードをクラスタリングして、重複したキーワードを削除したり、似通ったキーワードを統合・整理したりする。最後に、キーワードどうしの因果関係の洗い出しを行う。

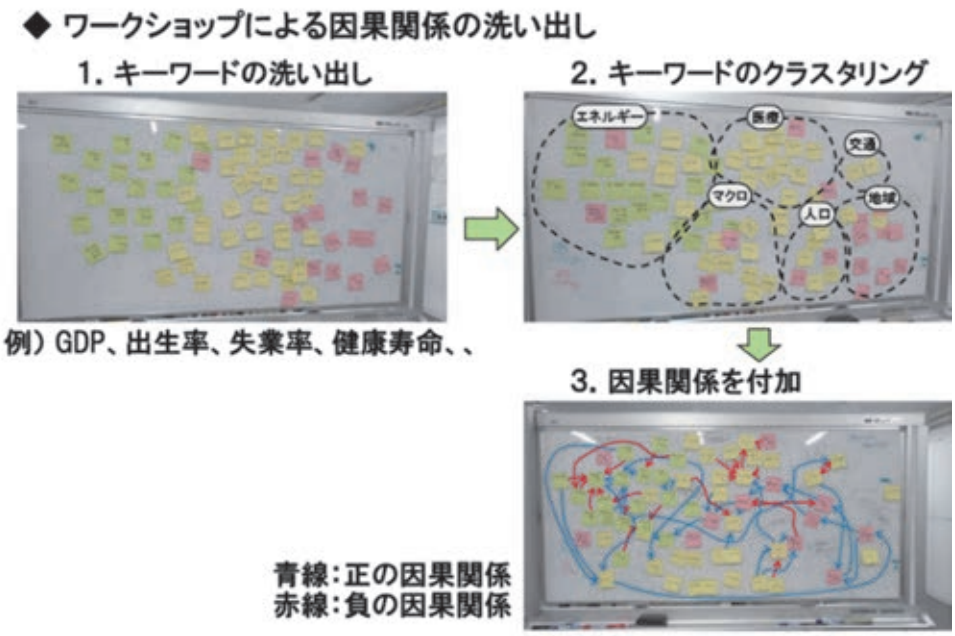


図 2.2.2　ワークショップ形式による社会の状況を表現するキーワード(社会指標)の列挙

出典）嶺竜治「持続可能な未来の実現に資する「政策提言 AI」」、日立評論、Vol.101 No.3、pp.123-127、2019.6. 〈https://www.hitachihyoron.com/jp/archive/2010s/2019/03/pdf/123-127w_HY05C04.pdf〉

因果関係を表すパラメータには不確実性がある。その影響をシミュレーションに取り込むため、専門家がその知見を活かし、**表 2.2.1** に示すように、その強度（相関係数）とその信頼度、影響が表れるまでの時間遅れとその信頼度を、係数の平均値とばらつきとして与え、有識者が検討すべきであると判断した合理的な範囲で因果関係を表現できる係数値を設定する。

表 2.2.1　社会指標の相関を表す係数の例

符号	From	To	線形	遅延[m]	線形.ばらつき[σ]	遅延.ばらつき[±m]
+	(公的)健康保険	医療アクセス	0.1	60	0.1	12
+	(公的)健康保険	健康寿命	0.2	60	0.1	12
+	FIT買取価格	地域内製エネルギー(太陽光, 風力, ガ	0.7	12	0.1	6
+	FIT買取価格	売電収入	1	12	0.3	1
+	GNH／幸福度指標	豊かさ	0.8	0	0.2	0
+	ICT/遠隔医療	医療アクセス	1	12	0.1	6
+	Uターン・Iターン	生産人口	0.7	12	0.3	3
+	Uターン・Iターン	地域人口	1	12	0.3	3
+	アウトカム指標(死亡率など)	健康寿命	0.5	0	0.3	6
−	グローバル化	地域内経済循環	0.5	12	0.5	12
+	コミュニティ貨幣	地域内経済循環	1	1	0.5	1
+	コミュニティ貨幣	地域内経済循環	1	12	0.1	3
−	ストレス	健康寿命	0.2	60	0.1	12
−	ストレス	主観的幸福感	0.2	0	0.1	0
+	ソーシャルキャピタル	健康寿命	0.5	48	0.3	24
+	ソーシャルキャピタル	主観的幸福感	0.6	36	0.3	18
+	ソーシャルキャピタル	取り組みに対する地元市民の認知度	0.8	18	0.2	9
+	ソーシャルキャピタル	地域の経済主体	1.5	16	0.3	4

注）適用事例 2 の資料で本表が公開されているため、下記出典から引用しているが、この部分は適用事例 1 と共通である。

出典）文科省高等教育局、京都大学こころの未来研究センター、日立基礎研究センタ日立京大ラボ「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」2019 年 1 月 24 日. 〈http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411360_11_2_1.pdf〉

次いで、経済系のモデル（株価や各種の経済指標等）としてよく使われており、設定したパラメータ（2 要素ノード間の強度・時間遅れとばらつきの値）に合致する定量モデル（VARMA モデル）を構築する。次いで仮シミュレーションを実施し、その結果が各種のデータ（人口動態予測等）と合致するようにパラメータを修正して、結果をフィルタリングする。このようにして構築した定量モデル（相関関係モデル）の例を**図 2.2.3** に示す。ここで、指標数は 149、相関（**図 2.2.3** の矢印）の数は 333 である。

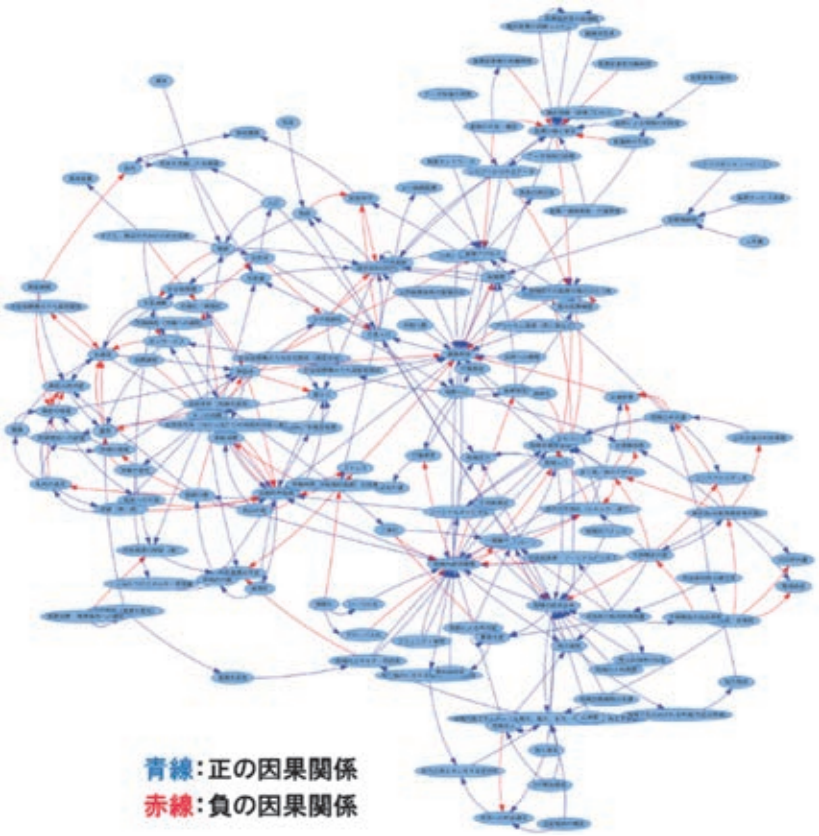


図 2.2.3　構築した定量モデル

出典）嶺竜治「持続可能な未来の実現に資する「政策提言 AI」」、日立評論、Vol.101 No.3、pp.123-127、2019.6. <https://www.hitachihyoron.com/jp/archive/2010s/2019/03/pdf/123-127w_HY05C04.pdf>

(2)選択肢検討

パラメータの不確実性をそのまま表現し、ばらつきを考慮した多数シミュレーションを実施することにより、合理的な範囲で起こりえると考えられる全ての可能性（未来シナリオ）を調べることが可能となる。これにより、政策の実践によって、時間の経過とともに 149 の社会指標が互いに影響を及ぼしながら変化し、未来の日本がさまざまに分かれていく様子（2050 に現れる可能性のある多数の社会、いわゆるパラレルワールドへの未来シナリオ）が明らかになる。人が思い描けるシナリオには漏れ・偏りがあるが、本解析では、2017 年 9 月～2052 年 8 月の 35 年間に、2 万回のイベント（政策実行）が起きた場合のシミュレーションが実行できており、将来起こり得るシナリオを、現実的な範囲で、抜け／偏りなく列挙できていると期待される。

次に、自動的に、少数の偏りのない代表シナリオ(類似シナリオ)を抽出し、グループ化する。本ケースでは、2 万シナリオは、23 個に分類された。各グループの代表的なシナリオの例を**表 2.2.2** に示す。この分類化により、人間が将来の姿を評価できるようになる。有識者が、149 の社会指標のうち、人口、財政、地域、環境・資源の、社会的な 4 指標と、雇用、格差、幸福、健康といった住民の満足度 4 指標の、計 8 指標の観点で 35 年後（2052 年）の状態を評価し、各シナリオグループを解釈した。**表 2.2.2** にその結果を示す。2017 年 9 月と比較し、数値が向上・好転している指標を○、低下・悪化している指標を×、変化が少ないものを△で表現している。

表 2.2.2　各シナリオグループの解釈結果

シナリオグループ#	人口	財政	地域	環境資源	雇用	格差	健康	幸福	解釈
1~4	○	△	○	△	△	○	△	○	地域再生・持続可能 財政持続性に注意要
5~7	△	△	△	△	△	△	△	△	持続性不良・不満
8~11	○	△	△	△	△	○	△	△	人口持続可能・不満
12~15	○	△	○	×	△	○	○	○	環境持続不能
16~20	○	×	○	○	△	○	○	△	財政持続不能
21~23	×	○	×	○	○	×	×	×	都市集中・格差拡大 人口持続困難

注）2017 年 9 月と比較し、数値が向上・好転している指標を○、低下・悪化している指標を×、変化が少ないものを△で表現

出典）「2050 年、より多くの人々が幸せに暮らせるように」日立製作所プロジェクト事例、2018.9.
<https://social-innovation.hitachi/ja-jp/case_studies/hitachi_kyodai_labo/>

人間は、将来起こる可能性のある多数の出来事の関係性を考えることはあまり得意ではない。そこで、これらの代表的シナリオに関して、**図 2.2.4** に示すように、未来から時刻をさかのぼりながら摂動（乱数）を加えてシミュレーションを繰り返すことで 2 つのシナリオ間の分岐点を特定するバックキャスティング解析を行うことで、シナリオ間の分岐点、および分岐構造を特定した。これにより、多様なシナリオ間の分岐が、いつ、どのような順序で発生するかを知ることができる。

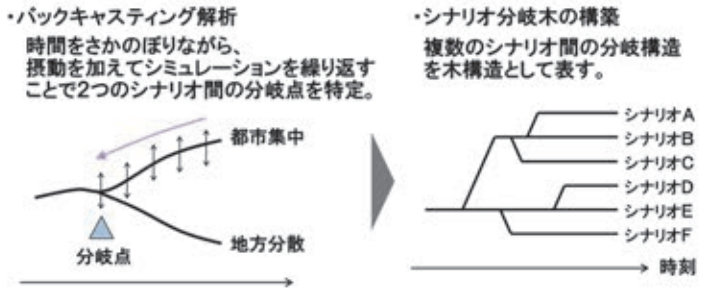


図 2.2.4　バックキャスティングによる分岐構造の解析

注）適用事例 2 の資料で本図が公開されているため、下記出典から引用しているが、この部分は適用事例 1 と共通である。

出典）文科省高等教育局、京都大学こころの未来研究センター、日立基礎研究センタ日立京大ラボ「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」2019 年 1 月 24 日、p.16.
<http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411360_11_2_1.pdf>

2017 年 9 月を起点として未来シナリオが分岐していく様子を**図 2.2.5** に示す。縦軸は相対的な指標の値、横軸は時刻である。重要な分岐点としては、2017 年 9 月から 8～10 年後に都市集中シナリオと地方分散シナリオが分かれ、再び交わることがない分岐点（**分岐点 A**）、17～20 年後に地方分散シナリオから財政・環境持続不能シナリオが分かれていく分岐点（**分岐点 B**）の 2 つがあることが解る。ここで分岐点 A では都市集中シナリオと地方分散シナリオの分岐以降、2 つのシナリオが再び交わることはなく、分岐点 B では地方分散シナリオから財政/環境持続不能シナリオが分岐する（ただし、完全に分離するわけではない）。

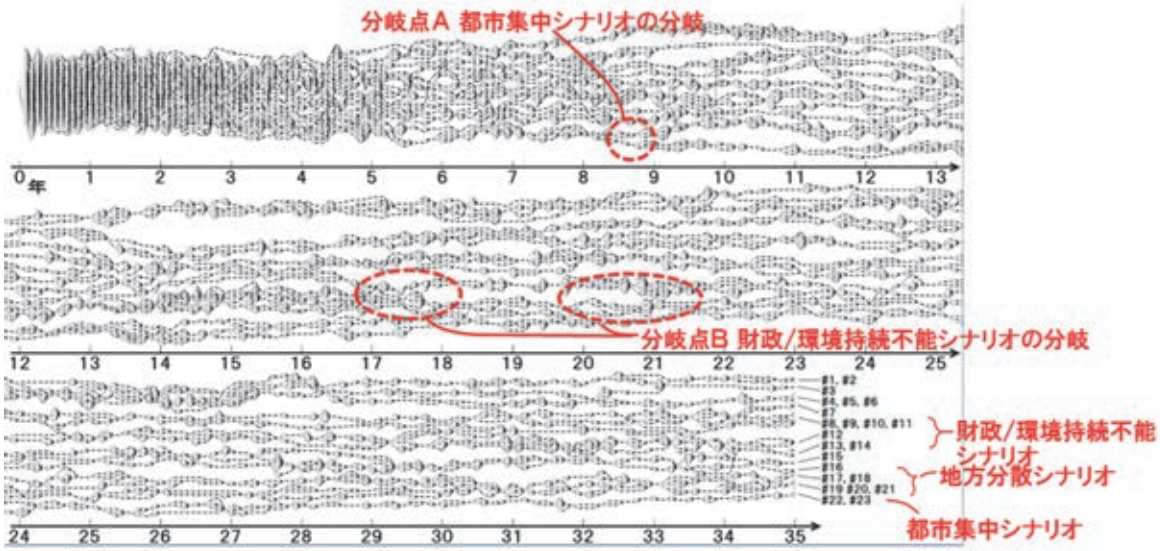


図 2.2.5　代表シナリオが重要な分岐点 A、B で分岐していく様子

出典）嶺竜治「持続可能な未来の実現に資する「政策提言 AI」」、日立評論、Vol.101 No.3、pp.123-127、2019.6. <https://www.hitachihyoron.com/jp/archive/2010s/2019/03/pdf/123-127w_HY05C04.pdf>

(3)戦略検討

望ましいシナリオに向けた具体的な政策を提言するには、シナリオの分岐に影響を与える要因を明らかにし、人間が理解できるように説明できるようにすることが重要である。そこで、**図 2.2.6** に示すように、シナリオ分岐点において、各ノード（指標）の値を確率的に微小に変化させ、特定のシナリオの実現確率がどれだけ変化するかを調べる感度解析を、自動的に行える AI 技術、いわゆる説明可能 AI（3.3.2 参照）の一種を開発した。解析の結果、分岐点 A で地方分散シナリオに誘導するには、環境課税、地域の公共交通機関の充実などの政策が有効であること、分岐点 B で持続可能シナリオに誘導するには、地域内経済循環の維持、環境負荷の削減などが重要であることが判明した。

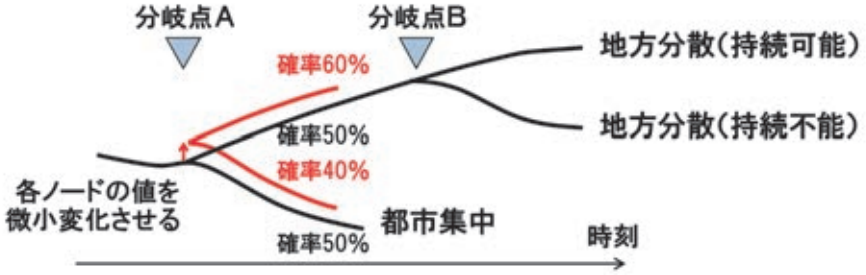


図 2.2.6　シナリオの分岐に影響を与える要因を明らかにするための感度解析

注）適用事例 2 の資料で本図が公開されているため、下記出典から引用しているが、この部分は適用事例 1 と共通である。
出典）文科省高等教育局、京都大学こころの未来研究センター、日立基礎研究センタ日立京大ラボ「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」2019 年 1 月 24 日、p.18.
<http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411360_11_2_1.pdf>

2017 年 9 月を起点とする未来シナリオと政策提言は以下のとおりである。

未来シナリオと政策提言のポイント
1) 2052 年に向けた未来シナリオには主に都市集中型と地方分散型のグループがある。 2) 8 年から 10 年後までに都市集中型か地方分散型かを選択して必要な政策を実行すべきである。 3) 持続可能な地方分散シナリオの実現には、約 17 年から 20 年後まで継続的な政策実行が必要である。

今後、地方税収、地域内エネルギー自給率、地方雇用といった指標に注意しながら、経済済循環を高める政策を継続的に実行していく必要がある。

２．２．３　適用事例２：日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーションへの適用

「2040 年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申（案））」の議論の参考とするため、上記の取組に高等教育関連の要因を加えて、日立京大ラボと京都大学こころの未来研究センター（広井良典教授）、文部科学省高等教育局が、AI を活用し、2040 年に向かう未来シナリオのシミュレーションを試みた[11]。なお、日立の AI 技術を活用したシミュレーションを省庁が活用するのは初の試みであるとされる。

専門家が高等教育関連のキーワードの洗い出しを行い、既存の因果関係との統合を行う。ここで、キーワードの例として、教育の質、学力、教育投資、大学進学率、リカレント教育、留学生、地方大学の振興、都市部の大学の規模、などが挙げられた。これにより、指標数は 166（=既存指標 149＋文科省追加 17）、相関（矢印）の数は 455（=既存指標 333＋文科省追加 122）となった。

次に前述の**適用事例１**と同様に、2017 年 9 月～2052 年 8 月の 35 年間に 2 万回のシミュレーションを行い、将来起こり得るシナリオを、現実的な範囲で、抜け／偏りなく列挙した。自動

[11] 文科省高等教育局、京都大学こころの未来研究センター、日立基礎研究センタ日立京大ラボ「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」2019 年 1 月 24 日. <http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411360_11_2_1.pdf>

的に、少数の偏りのない代表シナリオ(類似シナリオ)を抽出し、グループ化した。**適用事例 1** と同様に、2 万シナリオは、23 個に分類された。各グループの代表的なシナリオの例を**図 2.2.7** に示す。この分類化により、人間が将来の姿を評価できるようになる。

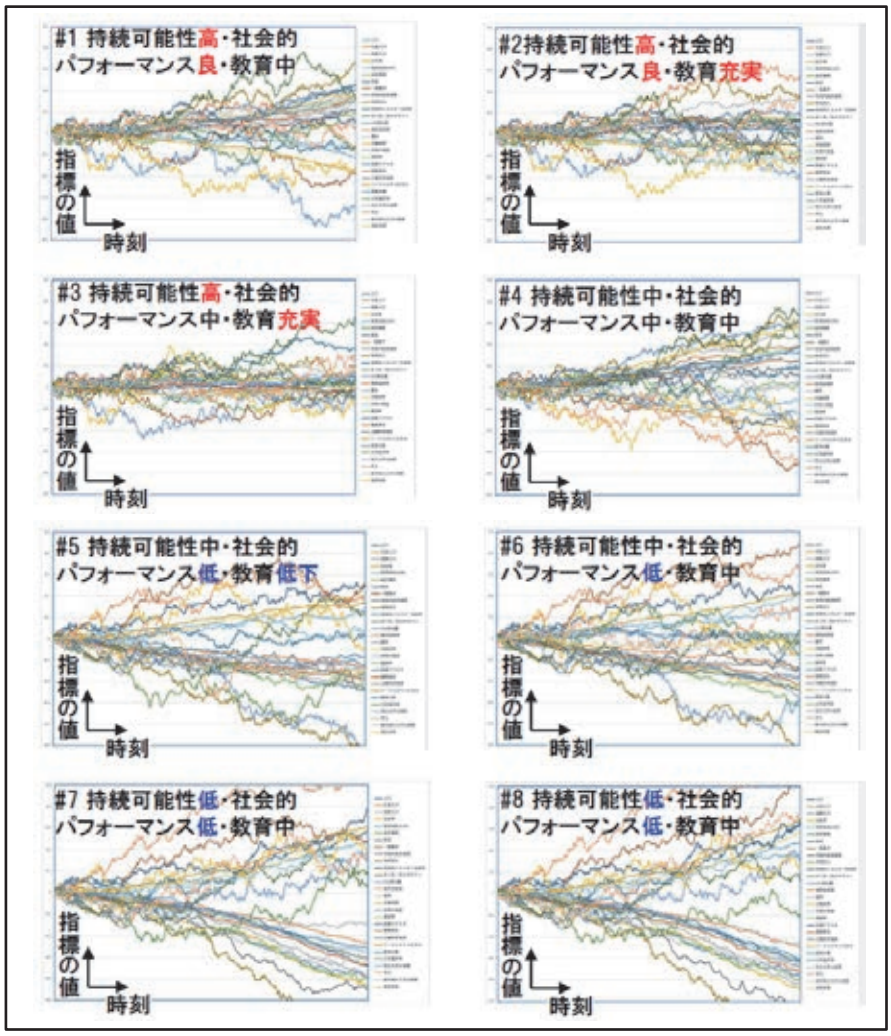


図 2.2.7　各グループの代表的なシナリオ例

出典）文科省高等教育局、京都大学こころの未来研究センター、日立基礎研究センタ日立京大ラボ「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」2019 年 1 月 24 日、pp.12-13.
<http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411360_11_2_1.pdf>

有識者が、166 の社会指標のうち、人口、財政、地域、環境・資源の社会的な 4 指標、雇用、格差、幸福、健康といった住民の満足度に関する 4 指標に、さらに教育の指標を加え、計 9 指標の観点で 2050 年の状態を評価し、各シナリオグループを解釈した。**表 2.2.3** にその結果を示す。2017 年 9 月と比較し、数値が向上・好転している指標を○、低下・悪化している指標を×、変化が少ないものを△で表現している。

表 2.2.3　各シナリオグループの解釈結果

	シナリオ#	人口	財政	地域	環境資源	雇用	格差	健康	幸福	教育	解釈
持続可能・地方分散(均衡発展)型グループ	1	○	△	○	○	○	△	○	△	△	持続可能性高・社会的パフォーマンス良・教育中
	2	○	△	○	○	○	△	○	△	○	持続可能性高・社会的パフォーマンス良・教育充実
	3	△	○	△	○	○	△	△	△	○	持続可能性高・社会的パフォーマンス中・教育充実
持続不良・地方分散型グループ	4	○	×	○	△	○	×	○	△	△	持続可能性中・社会的パフォーマンス中・教育中
持続困難・都市(一極)集中型グループ	5	×	○	×	○	×	△	×	△	×	持続可能性中・社会的パフォーマンス低・教育低下
	6	×	○	×	○	×	△	×	△	△	持続可能性中・社会的パフォーマンス低・教育中
	7	×	○	×	△	×	△	×	△	△	持続可能性低・社会的パフォーマンス低・教育中
	8	×	○	×	△	×	△	×	△	△	持続可能性低・社会的パフォーマンス低・教育中

出典）文科省高等教育局、京都大学こころの未来研究センター、日立基礎研究センタ日立京大ラボ「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」2019 年 1 月 24 日、p.14.
<http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2019/01/25/1411360_11_2_1.pdf>

感度解析の結果、#1～#4 のシナリオに誘導するには、高等教育関連政策として、（i)大学進学率の向上、教育投資の充実、留学生の確保、研究者の確保・育成、地方大学の振興を進めることが有効で、また＃1～＃3 のシナリオに誘導するには、(ii)高等教育関連政策として、一定程度の都市部の大学の規模の確保、大学進学率の向上、教育投資の充実、リカレント教育、国際通用性を進めることが有効であることが明らかになった。

2017 年 9 月を起点とする未来シナリオと高等教育関連政策提言のポイトンは以下のとおりである。

未来シナリオと高等教育関連政策提言のポイント

(1)未来の日本（2050 年）は、大きく３つのグループにまとめられる。
(1a)持続可能性が高く、社会的パフォーマンスも高く、高等教育も充実している良好なグループ（表 2.2.3 シナリオの#1、#2、#3）
(1b)持続可能性は中程度、社会的パフォーマンスも中程度、高等教育の充実も中程度のグループ（表 2.2.3 シナリオの#4）
(1c)持続可能性は低く、社会的パフォーマンスも低く、高等教育の充実もしていないグループ（表 2.2.3 シナリオの#5、#6、#7、#8）
(2)これらのシナリオは、
(2a)9 年～10 年後（2027 年～2028 年）頃の段階でシナリオ#1、#2、#3、#4 と#5、#6、#7、#8 が分岐し、その後交わらない。
(2b)16 年～17 年後（2034 年～2035 年）頃の段階でシナリオ#1、#2、#3 とシナリオ#4 が分岐する。
(3)高等教育の質の向上・充実は、持続可能性や社会的パフォーマンスに寄与する度合いが高く、2040 年の将来を見据えた場合、9 年～10 年後（2027 年～2028 年）頃までに答申案で提言されている改革を着実に実行することが重要。
(4)教育の質、大学進学率、地方大学の振興を重視していくことが持続可能性や社会的パフォーマンスに寄与する度合いが高い。
(5)高等教育の望ましい充実・強化が地方を含めた日本全体の均衡ある発展につながる。
(6)9 年～10 年後（2027 年～2028 年）頃に(1c)の未来に進まないためには、高等教育関連政策としては、大学進学率の向上、教育投資の充実、留学生の確保、研究者の確保・育成、地方大学の振興、を進めることが必要。
(7)16 年～17 年後（2034 年～2035 年）頃にシナリオ＃4 に進まないためには、一定程度の都市部の大学の規模の確保、大学進学率の向上、教育投資の充実、リカレント教育の推進、国際通用性の確保、を進めることが必要。

２．２．４　事例のポイント

京都大学・日立製作所（日立京大ラボ）の AI 活用事例のポイント

＜注目すべき点＞
中央省庁の政策ビジョン策定から地方自治体の個別政策に関する政策提言まで、いずれも同じプロセスで実施できる。
＜留意すべき点＞
最初のモデルを構築するための指数（要因）が少ない場合、5 年以内の短期的な予測を目的とする場合、変化のスピードが速い分野を対象とする場合にはこの手法は適用できないかもしれない。
＜事例から学ぶべき点＞
本手法では、全体プロセスが構造化され理解し易く、AI の関与部分が明確に示されている。そのため、意思決定者はその意味を理解し、可能な限り合理的な判断を下せる形態での提言を提案できる。さらに起こりえる将来の見える化により、人の集合知も活かせるようになり、更なる改善に向けた気付きや将来に向けた見通しも共有しやすくなった。
政策提言には、高い精度が求められること、政策と効果とのタイムラグも考慮したアジャイルなレビューが必要になること、実行時の責任の所在の明確化、人材の確保、などの課題も指摘されているが、複雑で見通し難い時代にあって、意思決定者が、AI を補助的に駆使して人間の集合知も活かそうとする本事例のような挑戦を継続することが重要と考えられる。

（２．２担当：城石芳博、福田幸二）

３．調査実施事項のまとめ

公共政策における AI・ビッグデータ等の利活用を促進するためには、乗り越えるべき課題が山積している。**第３章**では、**図 3.1.1** に基づいて、行政による AI・ビッグデータ等の利活用に対するニーズ、技術的課題、社会の変革と社会とのすり合せ、行政自身の変革について、検討していく。

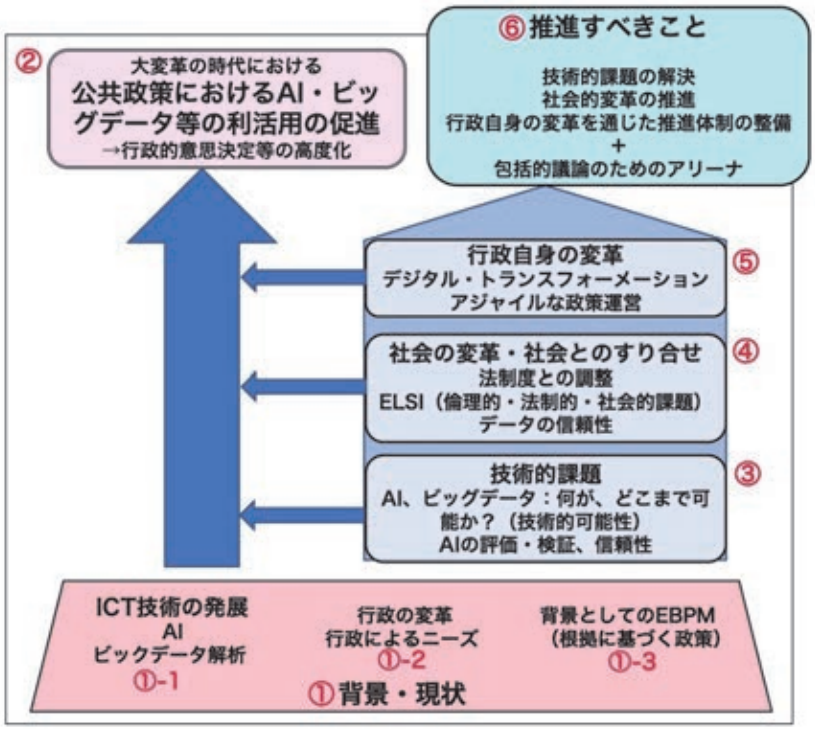


図 3.1.1　研究の構図（再掲）

３．１．公共政策における AI・ビッグデータ等利活用促進のニーズと課題

行政による AI・ビッグデータ等の利活用に対するニーズを明らかにするために、公開研究会の場で、行政経験者等と意見交換を行った。また、行政の現場で関連する事業や業務の担当者との意見交換等により直接、現状等を理解することが必要であることから、菱山豊・文部科学省大臣官房サイバーセキュリティ・政策立案総括審議官（当時）の聞き取り調査、および**「科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業」**（SciREX 事業）を担当する山下恭範・文部科学省科学技術・学術戦略官（当時）を囲んだパネルディスカッションを実施した。これらを基に、行政における AI・ビッグデータ等の利活用に対するニーズやその背景としての EBPM に対する考え方などを整理する。

３．１．１　背景となる問題意識

まず、メンバーによるブレーンストーミングや、公開研究会等の討議を通じて、公共政策、とくに行政による AI・ビッグデータ等の利活用をめぐる課題や関連する問題を、以下のように抽出した。

行政によるAI・ビッグデータ等の利活用に関するブレーンストーミングのポイント

①公共政策の分野におけるAIの可能性

・仮説として提示された政策オプションの検証データを収集すること、政策の効果や影響などを評価するためのデータを収集すること、などにも使えるのではないか。
・AIを活用することで、集合知を活用する、有識者の知を集める、政策文書をつくる際の矛盾などを出す、政策提言を自動的に検証するなどの使い方が想定できる。
・AIを政策プロセスの中の、社会動向の予想に使う、政策導入をした場合のインパクトの予測に使う、社会実装の局面で合意形成の支援などにAIを使うなど、多様な可能性がある。
・AIが政策オプションを提示する場合、多様な利害関係者の政策に対する期待や要求、反応などとの整合性を検証するために使う。
・行政官は経験を基盤として仕事をしているため、直近の関係性までは理解して活用できるが、複雑な関係性は理解することが困難である。AIの特性と人間の能力との違いを理解した上で、このような場合にはAIの能力を引き出すような使い方をする可能性がある。

②公共政策の分野におけるAIの限界

・現在のAIは、単純な機能のシステムを組み合わせて使うことが現実的。たとえば収集されたデータのノイズの除去、タグ付けなどの作業において、機械学習と自然言語処理を使うことができる。ある意味では分析の裏方のような使い方であり、AIが前面に出るものではない。
・世間から見える政策のような複雑で曖昧な、しかしAIから見れば高度なプロセスにAIを直接使うのは難しい。
・政策プロセスの中でAIを使えるか試行調査をした。テキストの分析をして、あいまい検索で必要な行政文書を抽出することを意図したが、行政にマッチするようなシステムは作れなかったというのが現実。まずは、行政プロセスをブレークダウンして、AIをどの段階で、どのように使えるかを考えることが必要である。

③公共政策の分野でAIを使う上での留意点

・政策分野でAIを活用するために必要な要件は何かを定めなければならない。AIを使う組織・主体（政策立案当局か、政府系シンクタンクか）、AIを使うための仕組みを考えることが必要。
・政策には継続性があることに配慮する必要がある。
・AIが出した政策のオプションの選択と、民主主義・政治的勢力・社会のステークホルダーとの関係をどう考えるか。AIの回答は神託ではない。AIはあくまでツールであると考えるべきである。
・AIが出す答えには、暗黙のうちに価値観が反映されているが、客観的な答えを出してくれると思われがちである。AIが答えを出す推論過程の透明性は必須要件であり、説明可能なAIを開発、採用する必要がある。
・現時点では、ともすれば、政策プロセスへのAIの導入が政策的判断や推測の透明性を低める方向に働く傾向があるが、ここには問題がある。政策決定に有効であるためには、AIを使って出した政策の選択肢と、背後にある根拠を説明する必要がある。
・悪意を持ったAIが構築される例もあり、偏ったデータ、情報に振り回されて、奇妙な政策を作らないようにする必要がある。
・AIが政治的に弱い立場の考え方に近いオプションを出す場合に、それが政治や社会で受け入れられていくためには、強い根拠の裏付けが必要になる。また、日本は議会民主制であり、最終的には当該政策の関係者の意見を踏まえた政策判断を行う可能性があることも留意しておく必要がある。
・AIは使いようによって、良くも悪くも2面性がある。政策決定の場でAIを使う上では、万全の準備の上で、注意深く取り組まなければならない。

④エビデンスの問題

・エビデンス（根拠）という語でイメージするもの、その範囲が研究者と行政とでは違っており、現状では意思疎通をして、行政プロセスに生かしていくことは難しい。

【つづく】

・EBPM といいながら、後づけの理屈で済ませていることがある。Evidence Based Policy ではなく、Policy Based Evidence といわれることもある。後付けの理屈ではなく、透明性のあるデータの利用により政策を補強することが必要だが、十分に議論されていない。
・シンクタンク等は政策のエビデンスになるデータを（後付けで）求められるが、そのようなアプローチが続くと、決められた政策を正当化する範囲でエビデンスを探索、提示するため研究をするようになり、研究の幅が狭くなる。
・EBPM の段階ごとに、内部で対処するのか、外部のどのような組織や個人とコラボしていくのがいいのかを検討する必要がある。

⑤データの信頼性が前提
・EBPM や AI 利用の前提として、必要なデータが十分に存在しているか、使えるデータであるかが課題。
・政策決定は、必ずしも scientific にできるようなものではない。リアルデータがあればあったで、現在および過去のデータに引っ張られる。基本的には、データは過去を映し出すものでしかないことに留意する必要がある。
・AI、ビッグデータ解析等の前提となるデータの信頼性や確からしさの程度がわかる仕組み、保証する仕組みが必要。

⑥政策そのものの変革の必要性
・AI を適用するためには、政策プロセスそのものを理解することから始める必要がある。行政の政策決定プロセス等には暗黙知が多いので、AI やエビデンスを活用するためには、政策決定プロセスそのものに関する理解を掘り下げていくことが必要。
・AI の導入の前提として「政策決定のあり方を見直すこと」を前面に出す必要がある。AI はツールに過ぎない。その中で AI をうまく活用できるか否かが問題の本質。
・政策プロセスの段階別、求める答えなどの種類別に、AI に何をさせるのか、どのようなデータが使えるのかを明確にする必要がある（AI やデータのスペックを定める）。
・AI を使って、政策に必要なデータや情報を創出する作業は、政策立案担当者が担うべきか、シンクタンクや研究者が担う方が適当なのか、という役割分担のあり方についても検討されるべきである。

⑦公共政策分野のための AI 等技術の振興策
・政策立案者にも AI リテラシーが必要。AI で遊ぶという余裕を持つことが必要。
・まずは AI を使ってみることが必要ではないか。一方で、行政の現場で忙しくしている人は、AI などを試す時間的余裕がないため、AI をいかに活用するのかを考える余裕もない。別のところ（EAJ を含む）で検討してもらうしかない。
・政策プロセスで使う AI を開発するためには、特定の利用イメージを前提として、開発競争をさせると開発が加速されるのではないか。
・政策の透明性の確保の観点から、政策分野での AI の開発、利活用を統合的に発展させる。

３．１．２　政策担当者に対する聞き取り（その１）

政府は、EBPM の推進を打ち出し、各府省に EBPM の担当審議官を配置する等、データを用いる行政手法の導入を促進している。文科省でサイバーセキュリティ・政策立案総括審議官を務める菱山豊氏（当時）から、行政における EBPM、ビッグデータ、AI 等をめぐる実態やニーズ等について聞き取り調査を行った。聞き取り結果の概要は以下の通り。

菱山豊氏からの聞き取りのポイント

①デジタル・ガバメント

政府は、「デジタル・ガバメント推進方針」（2017 年 5 月高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT 総合戦略本部））に基づき、行政手続きの IT 化を推進している。

デジタル・ガバメントについては、マイナンバーカードを用いた行政サービスの利便性向上が期待される。一方、マイナンバーカードの普及は、2019 年 4 月時点で約 1,600 万枚であり、普及途上の状態にあり、普及を加速することが求められる。

②EBPM に関する期待と課題

EBPM については、「統計改革推進会議最終取りまとめ」（2017 年 5 月統計推進会議）を踏まえ、全省庁に審議官級の担当官を置いて、EBPM の取組を主導する推進体制が整備された。現在、EBPM 担当審議官を中心に、EBPM の実践（政策評価等への適用）、統計データ等の整備及び利活用の推進、人材育成に取り組んでいる。

EBPM の実践に関しては、現状ではすべての政策が対象ではなく、EBPM に馴染みやすい政策を選定して実施している状況にある。政策に係るロジックモデル（政策課題、政策手段及び期待される政策効果を整理したもの）を構築しやすい政策、データを取得しやすい政策が中心となっており、対象を拡大することが求められる。また、政策の優先順位の判定に当たっては、RCT（Randomized Controlled Trial：ランダム化比較試験）を推す意見も存在するが、政策には、政策効果が及ばない、または効果がわずかしか現れないものが一定程度存在するため、単純に RCT を適用すると弱者切り捨てのような政策になってしまう可能性があり、慎重な検討が必要である。

EBPM に用いるデータの整備及び利活用については、まず各種統計データ利用の利便性向上が必要である。文部科学省であれば、内局（総合教育政策局調査企画課、科学技術・学術政策局企画評価課など）、国立研究所（国立教育政策研究所及び科学技術・学術政策研究所）、独立行政法人（日本学生支援機構、科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）など）が多数の統計データを整備しているが、ポータルでの検索ができない、データ様式が異なる等、利便性が高いとは言い難い。また、政府全体では政府統計のポータルサイト「e-Stat」が整備されているが、これについても表題から収録データを推測することが困難なものがあるなど、利便性の向上が望まれる。

また、政府統計は、データ取得から整理、公開までのタイムラグが存在することに留意する必要がある。政府統計等の公正なデータを用いることを重視する場合と、有識者からの聞き取りを通じて政策課題を抽出する等スピードを重視する場合と、どちらが望ましい行政手法なのか、大きなジレンマである。

人材育成は大きな課題である。EBPM の進展により、当該行政分野の専門知識に加え、データの信頼性の確認や、多様なデータをどのように使うか、統計学的な専門性も必要となる。これは新たな行政手法を恒常化するものであり、行政官に新たなスキルを求めることになることから、採用時、採用後の人材確保手法を改善する必要がある。

このほか、政策に関するデータを整備することを通じ、政策立案段階だけでなく、政策実施時及び終了時に政策効果を定量把握し、さらなる改善につなげることも可能となる。これにより、より柔軟な政策実施が可能となろう。

データ活用には、政策の裏づけとしてデータを用いる場合と、データの中から新たな政策を抽出する場合がある。前者は従前から行われている手法をより確実に行うもの、後者は新たな行政手法になる。

③AI に関する期待と課題

AI については、二つの視点がある。今後の日本の AI を支え得る政策を検討することと、行政への AI 導入である。

まず、AI に関する政策について、文部科学省では、全省的なタスクフォースを設置し、AI への取組を体系的かつ能動的に行うこととした。学校等における AI に関する教育の充実、優れた AI 技術の確立のための研究開発などである。

【つづく】

AI の行政への導入については、現状では慎重に進めざるを得ない状況にある。確かに、AI は碁で人間に勝ったが、これはルールに基づいて学んだ結果であり、碁というゲームやルール自体を作るには至っていない。現時点では AI 技術のレベルが導入の制約となっていると言うべき状況であり、さらなる技術の進歩が必要である。そのため、現時点での行政への AI 導入は、行政でよく行われる利害関係者との調整等の分野ではなく、基準が明確な許認可などへの活用が現実的であろう。

聞き取りの結果から導かれる主要な論点は、以下の通りである。

①EBPM、政策立案への AI 活用のいずれにおいても、用いるデータの信頼性と適時性が課題となるということである。データをどのように集め、その品質保証をいかに早く行うことができるか、技術的かつ政策的な課題である。

②EBPM の進展に伴い、行政の政策立案過程も変革されるべきである。政策議論に当たり、現状を示すデータの質向上はもちろん、AI 等の活用による将来予測等も活用されることが望ましい。審議会等の有識者会議だけでなく、行政官が通常行っている議論においても、これらの情報を日常的に扱うことができるような業務のやり方が求められる。

③EBPM については、統計的知識を持つ行政官の確保・育成が喫緊の課題である。適切な人材が確保できない場合、EBPM は、従前どおり、あらかじめ設定した行政課題を理論補強するだけの行政手法にならざるを得ない。多数のデータを分析し、新たな行政課題を抽出するという行政手法を実現するためには、統計的知識を持つ行政官が不可欠である。

（３．１．２担当：大土井智）

３．１．３　政策担当者に対する聞き取り（その２）

文科省の「科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業（SciREX 事業）」[12]を担当する文部科学省科学技術・学術戦略官の山下恭範氏（当時）と、行政機関から民間企業に出向中である日立製作所シニアストラテジースタッフの大土井智氏を中心とするパネルディスカッションを行い、AI をはじめとする情報技術の行政への活用について、どのような期待と克服すべき課題があるか、いかに取り組むべきかについて、具体的事例を含めて議論を行った。意見交換の要点は以下の通り。

AI をはじめとする情報技術の行政への活用に関するパネルディスカッションのポイント

(1)行政活用の先行事例及び比較的容易に導入できると思われる場面

行政における AI の活用場面は、①政策構想段階での利用（例：地球温暖化や未来社会の予測など）、②政策提言ツールとしての利用（例：交通網整備後の都市成長モデルなど）、③施策ツールとしての利用（例：地域保育所入所選考など）に分類できる。

文部科学省の中央教育審議会「2040 年に向けた高等教育のグランドデザイン（答申）」（2018 年 11 月 26 日中教審第 211 号）の議論に当たり、文部科学省は「AI を活用した、日本社会の未来と高等教育に関するシミュレーション」を実施している（2.2.3 参照）。

【つづく】

[12] 科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業（SciREX 事業）」とは、科学としての「科学技術イノベーション政策のための科学」の深化と、客観的根拠に基づく政策形成の実現に向けた「政策形成プロセス」の進化を車の両輪として推進することを目的とする文科省の事業であり、①基盤的研究・人材育成拠点（実施主体：SciREX センター及び各拠点大学）、②公募型研究開発プログラム（実施主体：科学技術振興機構社会技術研究開発センター）、③データ・情報基盤（実施主体：NISTEP）の３プログラムとして実施されている。各種機関等のネットワークの形成や成果の政策形成への橋渡しの中核として SciREX センターが設置されている。詳しくは、SciREX センターの Web 参照。〈https://scirex.grips.ac.jp/〉

本シミュレーションは、未来社会に関する166の指標と455の相関関係を用いて、2050年の社会像をシミュレーションしたものである。各パラメータを変動させて2万通りの未来の社会像を算出し、8つのシナリオに分類、未来社会への高等教育の質の向上・充実の寄与度や、各取組の年限と重視すべき政策を抽出している。中央教育審議会では、これらのシミュレーション結果も活用しつつ答申をまとめている。

また、長野県、岡山県真庭市など、いくつかの自治体でも、同様に政策立案の過程でAIによる複数の将来予測を活用している（以下参照）。

自治体の政策立案過程へのAI活用事例のポイント

- 長野県の事例

長野県は、2040年に向けた県の持続可能性を高めるためのシナリオ分析と、リニアモーターカー開業後のストロー効果（交通網整備により大都市が地方都市の人口や産業を吸い取ってしまう現象）に関する分析・対策にAIを活用している。

持続可能性に関する検討では、AIにより2万通りの未来シナリオを生成して6つの類似シナリオに分類。次に、それぞれのシナリオを所得、雇用、観光、人口などの項目で評価し、望ましいシナリオを選定。他のシナリオとの分岐時期と、分岐に大きな影響を与える指標（歳入額（地方税）、合計特殊出生率など）を特定し、具体的な施策に反映させることとしている。

これらの政策検討は、①情報収集ステージ、②選択肢検討ステージ、③戦略選択ステージの3つのステージに分けられ、AIは②選択肢検討ステージに用いられ、①情報収集ステージ及び③戦略選択ステージは人の手によって行われる。

- 真庭市の事例

真庭市は、木質バイオマスを用いた発電、生ごみなどから生成するバイオ液肥を用いた農業振興などの取組が、人口動態や経済に与える影響をAIを用いてシミュレーションを実施、2万通りの未来シナリオを23の類似シナリオに分類。シナリオ分岐点から政策実施期限を抽出するとともに、望ましいシナリオに誘導するために重視すべき政策効果を選定、今後の施策に活用することとしている。

これらの事例は、上記の①あるいは②に該当するものである。ただし、シミュレーションに必要な計算モデル（何をインプット情報とするか、各インプット情報がどのように作用するか等）は人間が作成していること、シミュレーションの結果をどのように解釈し、どのような政策を優先付けるかについても人間が行っている点を認識する必要がある。あくまでも、現時点では、AIは人間が用いるツールの1つという位置づけである。

上記③に該当する例としては、以下のようなものがある。これらの事例は、いずれも適切な学習データが利用でき、AIの判断条件が比較的明確なものである。このような、定型的業務を中心に、今後、AI活用事例は急速に増加していくと予想される。一方、多くは、最終的に人間の判断を経た上で行政行為を行うという位置づけであり、①②と同様、現時点では人間のツールの1つという位置づけである。

自治体の施策ツールとしてのAI活用事例

・会津若松市、岡山県和気町：各種証明書発行等への住民の問い合わせへの自動応答
・綾瀬市：窓口業務における自動翻訳システム
・千葉市、室蘭市：車載カメラ映像をAI解析することによる路面の損傷度合い把握等の道路管理
・豊橋市：AIを活用した高齢者ケアプランの作成支援
・那覇市：通院暦等を用いた健康診断受診勧奨システム

【つづく】

(2)将来的に期待される活用場面

AI の活用あるいは EBPM（エビデンスに基づく政策立案）への期待は、以下のように整理できる。

①政策判断の根拠の明確化
②政策決定における選択肢（シナリオ）の「漏れ」の防止
③データ上では読み取りにくい兆候を検知することによる政策課題の発見・抽出
④政策・施策のリアルタイムレビュー・蓄積による、政策効果最大化のための柔軟な運用の実現及び後発政策の最適化

前述の中央教育審議会や長野県の事例は、この①あるいは②に該当するものであり、既に活用が進みつつある状況にある。これらの AI 利用は、人間では予測しにくい、複雑な因果関係を考慮したり、施策実施から長期間経た後の政策効果を予測したりする際に用いられる。計算条件に不確定要素が多くなることから、実際のシミュレーションに当たっては、敢えて AI によるシミュレーションの前提条件（未来社会までの不確定要素）にゆらぎを与えて多数のシナリオを作成し、政策検討におけるバイアスを排除し、可能な限り多くのシナリオを算出することで検討の幅を広げていく手法を採っている。そのため、シミュレーション結果をそのまま政策に用いるのではなく、政策討議にあたっての材料として用いることが適当であろう。

一方、③は、多様なデータを基にして、通常では気づきにくい政策課題を発見するものであり、将来的に大きく期待されるものである。社会の変化のスピードが速い現代においては、従前の行政のスピード感では対応が後手に回ってしまうような政策課題をいち早く検知し、議論を促すとともに、具体的な施策を実行することが求められる。後述のとおり、技術的課題は大きいが、行政における AI 活用の当面の最終地点は、この利用形態ではないだろうか。

また、政府・自治体の各取組に対し、従前から政策評価が行われているが、④は政策評価を高度化し、実効性ある取組にするものである。行政官のマインドセットの改革が前提条件になるが、従前の行政をサービス重視に変革するものであり、早期実現に大きな期待を持ちたい。

パネルディスカッションの結果から導かれる主要な論点は、以下の通りである。

①活用場面や活用レベル等には差異があるが、政府・自治体いずれにおいても AI の利活用事例が増加中であり、大きなトレンドになりつつある。
②現状では、ルーチン業務への適用のほか、複数の政策シナリオ作成などに用いられており、人間作業を補助するツールの１つとしての利活用となっている。Human-Centered AI の利活用が国際的認識であり、現状の方向性のまま利用機会が増大することが予想される。
③信頼できるデータの整備、AI 利用時の責任の所在、AI に対応可能な行政組織の整備などの課題があり、これらはいずれも技術進歩を踏まえた継続的な検討が必要な課題である。産学官による議論が求められる。

（３．１．３担当：大土井智）

３．２．技術的課題

情報が氾濫し、複雑に影響し合い、意思決定の難しさが増している。この問題は政策立案の場面でも同様であり、AI 技術の活用によって、人間が見落としていた選択肢の発見、あるいは、考慮できていなかった観点の示唆、判断に用いる情報の信頼性や判断の確信度のチェック、大規模で複雑な活動・現象の傾向把握・整理などが期待される。

一方、AI、ビッグデータ解析の技術自体が大変革期にあり、要素技術の開発と実装を目指した適用技術の開発の両面で多様な展開を見せている。技術を実装していく上での困難もある。現在の AI、ビッグデータ解析等の情報技術に関して、公共政策分野への適用を想定した場合、何が利用可能か、どこまで可能かを整理する。

３．２．１　人間の意思決定の困難化の状況

インターネットによるボーダーレスな情報流通や、人間や社会の様々な活動・現象のデジタル化が進んだことで、利便性や効率が高まった一方で、情報が氾濫し、いろいろなものが複雑に影響し合うようになった。その結果、考慮すべき要因や影響が爆発的に増加してしまい、人間にとって意思決定の難しさが格段に高まった。

一方、我が国は将来社会像として Society 5.0 を掲げている。これは「人間中心の社会」であり、AI 技術が進化し、様々なタスクの自動化が可能になりつつある中でも、自動化するタスクの定義や結果の最終判断等、上位の意思決定に責任を持つのは人間である。人間の主体的な意思決定が求められる。しかし、フェイクニュースに代表されるような悪意・扇動意図を持った情報操作が社会問題化しており、人間の意思決定の主体性が揺らぎ、社会の方向性が左右される危険性さえ生まれている。

このような人間の主体的意思決定が難しくなっている状況に関して、以下に 4 つの象徴的ケースをあげる。

①クリティカルな要因・影響の見落とし

情報が氾濫し、いろいろなものが複雑に影響し合うようになった結果、人間にとって意思決定の際に考慮すべき要因や影響が爆発的に増加した。これが人間の認知限界を超えてしまい、クリティカルな要因・影響の見落としが生じる。もともと人間にとって、意思決定に関わるすべての要因・影響を考慮した合理的・論理的な意思決定は困難（限定合理性）だと言われていたが、急速な情報化によってこれがいっそう顕著になった。例えば企業経営の場面であれば、動向をウォッチしていなかった業種からの新規参入を見落としてしまったり、思わぬ切り口からソーシャルメディアで炎上が起きたりといった事態が生じる。

②ソーシャルメディアによる思考誘導

2016 年の米国大統領選挙の際には、**フェイクニュース**や**フェイク広告**が用いられ、選挙結果が左右されたとも言われる。このようなソーシャルメディアを用いた政治操作の行為は**「デジタルゲリマンダー」**と呼ばれる。政治的なプロパガンダ行為はソーシャルメディアが現れる以前から存在したが、SNS に代表されるソーシャルメディアが普及したことで、直接対面していない他者に対して、ときには各個人の性格・嗜好に応じた形をとって、呼びかけることが可能になった。その結果、悪意・扇動意図を持った思考誘導を行うための手段として、ソーシャルメディアが用いられるケースが生じている。

③価値観の対立激化、社会の分極化

集団の意思決定や世論形成という面に目を向けると、まず、社会のボーダーレス化や複合システム化が関係範囲を拡大し、意見集約や合意形成を難しくしている。さらには、ソーシャルメディア・SNS における**同調圧力**や**エコーチェンバー**（Echo chamber）[13]と呼ばれる現象が、異なる価値観を持つ人々の間の対立を激化させ、社会の分極化を引き起こす要因にもなる。これが他国からの政治干渉に使われる懸念さえ招いている。

人間はもともと「自分が信じたいものしか信じない」という傾向（**確証バイアス**）があるが、SNS ではこの傾向が顕著になりがちである。つまり、自分の意見・嗜好の近い人たちとつながり、自分と異なる意見は聞かないし、聞こえない状況（**フィルターバブル**）が作られがちである。このような状況が、上で述べたような同調圧力・エコーチェンバー現象による対立激化、そして、社会の分極化が起こりやすい下地となっている。

④「リアルなフェイク」の流通

急速に懸念が高まっていることとして、フェイク動画・フェイク音声の問題があげられる。すなわち、**敵対的生成ネットワーク**（Generative adversarial networks: GAN）[14]等の AI 技術の進化によって、本物と見紛うフェイク、いわば「リアルなフェイク」が動画や音声においても容易に生成できるようになってしまった。例えば、政治家や有名人が、実際には本人が話していないことを、まるで本人が話したかのような動画や音声を作成可能であることが示されている。このような技術ができていることを知らないと、動画や音声は、フェイクであっても本物であると人々に信じられやすく、世論誘導・政治干渉の危険性が大きい。

３．２．２　AI 技術による人間の意思決定支援の方向性

ここまで述べてきたような人間の主体的意思決定の困難化という問題は、必ずしも技術だけで解決できる問題ではないであろう。しかし、これからの社会において、ますます深刻化していくに違いないこれらの問題を放置するわけにはいかない。技術だけで解決できるものではないことは踏まえつつも、情報技術や AI 技術を活用することで問題を軽減し、人間の主体的意思決定を支援・促進するための技術開発の推進が望まれる。

人間の主体的意思決定の困難化という問題への対策として、まず考えられるアプローチは、困難化を引き起こしている要因を除去する試みである。特に大きな要因として考えられるものは、意思決定の際に考慮すべき要因や影響が膨大になり、クリティカルな要因・影響の見落としが発生するリスクが高まってきたこと、および、ソーシャルメディアを介して思考誘導を受けるリスクが高まってきたことである。そこで、これらのリスクを除去するための AI 技術の研究開発が進められている。

---

[13] エコーチェンバー（原義は反響室）とは、「考え方や好みの似た人々が集まったSNS では、発信した情報に賛同・同調する人たちが多く、反響が大きくなりやすい」現象を指す。科学技術振興機構 研究開発戦略センターシステム・情報科学技術ユニット「戦略プロポーザル 複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」2018.3, p.5. 〈https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2017/SP/CRDS-FY2017-SP-03.pdf〉

[14] 機械学習技術の一つ。データから学習する識別器と存在しないデータを生成する生成器を相互に競争させることを通じて学習させる技術。これにより、フェイクであることを見破ることが困難なデータ（リアルなフェイク）を人工的に生成できる。詳しくは福島（2019）を参照。福島俊一「複雑社会における意思決定・合意形成支援の技術開発動向」人工知能、34(2), 2019.3, pp.131-138.

また、別のアプローチとして、AI 技術を活用することで、意思決定・合意形成の仕組みを発展させる研究開発も進められている。例えば、様々な可能性や様々な意見の熟慮・熟議に基づく適切で迅速な意思決定や集合知の醸成を促進する仕組みが検討されている。

図 3.2.1 は個人・集団の意思決定プロセスを支援するための技術群の俯瞰図である。中段(B)には個人の意思決定ステップ(1)→(2)→(3)に対応する関連技術を示した。上段(A)は意思決定のメタ機能であり、(4)(5)は集団の意思決定・合意形成に関わるステップと関連技術、(0)は意思決定問題そのものの設定や論点整理・解法アプローチ選択に関わる技術である。また、下段(C)には(A)(B)を支える基礎技術として、意思決定に関わる基礎科学(6)(7)を置いた。

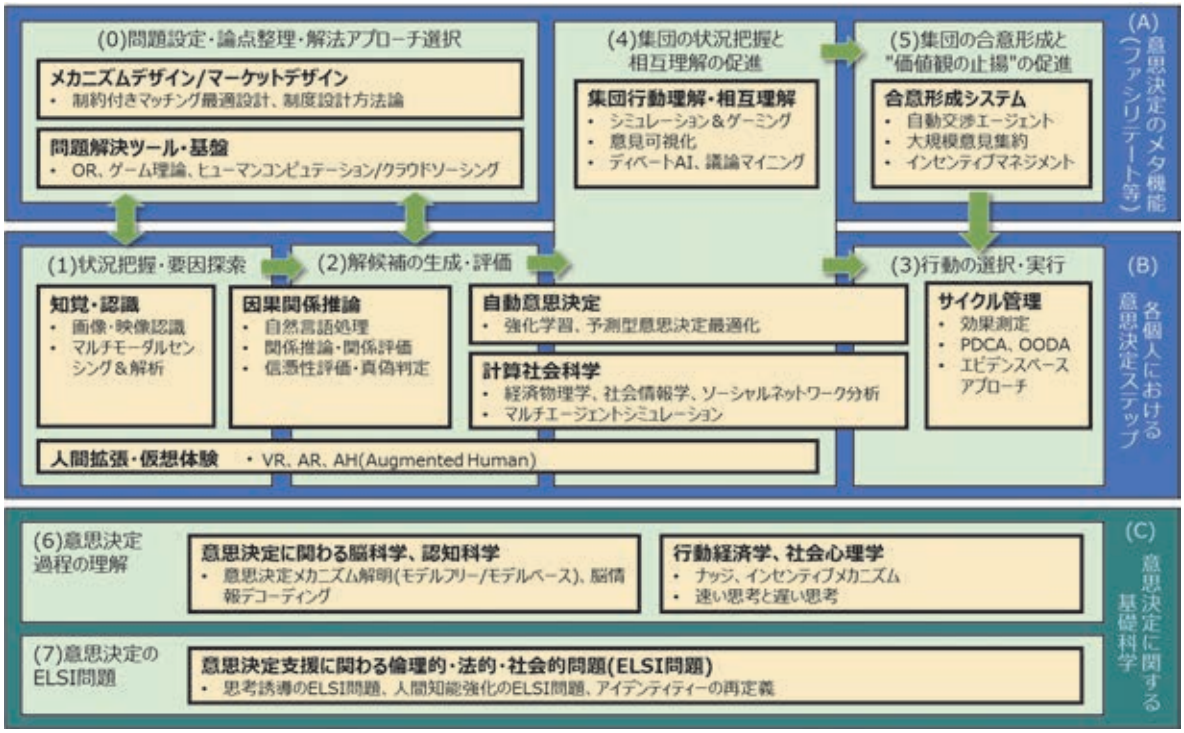


図 3.2.1　個人・集団の意思決定プロセスを支援するための技術群の俯瞰

出典）福島俊一「複雑社会における意思決定・合意形成支援の技術開発動向」人工知能、34(2), 2019.3, p.135; 科学技術振興機構 研究開発戦略センターシステム・情報科学技術ユニット「戦略プロポーザル 複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」2018.3, p.35. <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2017/SP/CRDS-FY2017-SP-03.pdf>

また、人間の意思決定を支援する機能のイメージとしては、例えば、次の 3 つのような形態が考えられる。第一の形態は**「人間に寄り添うエージェント」**である。個人・集団の状況や意見をモニタリングし、見落としている選択肢や合意の可能性をアドバイスしてくれるエージェントソフトウェアである。第二の形態は**「健全なプラットフォーム」**である。議論や意見集約のプラットフォームにおいて、健全な議論を妨げる行為を検出・抑制するように、例えば、フェイクを検出したり、特定の人ばかり発言するのではなく様々な人の意見を引き出したりする機能を提供する。第三の形態は**「人間自身の判断能力の教育・訓練」**である。支援機能に頼りすぎると人間自身の判断能力が低下してしまうという懸念が生まれる。そこで、直接的な教育・訓練ツールだけでなく、問題を多面的に見ることを促す機能等も考えられる。

３．２．３　人間の意思決定を支援するAI技術の開発事例

前節で述べた意思決定支援の方向性に向けて、実際に取り組まれている技術開発の主な事例を**表3.2.1**に示す。以下では、この中から代表的なものについて、その概要を紹介する。

表3.2.1　意思決定支援AI技術の主な開発事例

技術開発課題	図3.2.1との対応	技術開発事例（①～⑦は後述の説明に対応）
膨大な可能性の探索・評価	(1)(2)	・自然言語処理による因果関係推論（NICT、東北大ほか）① ・マルチエージェントシミュレーションによる影響予測（ツール多数）②
自動意思決定	(2)(3)	・深層強化学習（Preferred Networks、Googleほか）③ ・予測型意思決定最適化（NEC）
多様な価値観の把握・可視化	(4)	・言論マップ生成（東北大、東工大ほか）⑤ ・議論マイニング（東工大ほか）、ディベートAI（IBM、日立ほか）⑤ ・VRやゲーミングによる追体験
交渉・合意形成・集合知支援	(5)	・討論型世論調査 ・自動交渉エージェント（ANAC競技会、名工大ほか）④ ・大規模意見集約システム（MIT）・ファシリテーションエージェント（名工大）⑥
フェイク対策	(0)(1)	・ソーシャルメディア解析によるフェイクニュース判定（東北大ほか）⑦ ・動画詳細解析によるフェイク動画判定（NIIほか）⑦ ・メカニズムデザイン（九大ほか）
意思決定に関する基礎科学	(6)(7)	・脳の意思決定メカニズム ・行動経済学、社会心理学、認知バイアス

出典）筆者作成

① 自然言語処理による因果関係推論

意思決定に関わる様々な要因・影響の可能性を、大規模なウェブ・知識ベースを用いて探索・推論する試みである。例えば、NICT（情報通信研究機構）で開発・公開されているWISDOM X[15]は、40億ページ以上のウェブ情報を収集・分析した結果を知識として用いて、自然言語による質問（「なに？（いつ/どこ/だれ）」「それなに？」「なぜ？」「どうなる？」の4タイプ）に回答する。原因･理由を尋ねる「なぜ？」タイプや結果･影響を尋ねる「どうなる？」タイプのような因果関係探索技術を発展させることで、人間の取りこぼしを補完し得る。

② マルチエージェントシミュレーションによる影響予測

自分の周囲の状況を認識し、それに基づいて一定のルールのもとで自律的に行動する主体（エージェント）を複数動かした仮想実験（シミュレーション）によって、どのような結果になるか影響を予測する試みである。マルチエージェントシミュレーションのためのソフトウェアツールが多数提供されており、いくつもの要素が絡み合う社会事象（交通、経済、避難、災害、生態系、ソーシャルメディア等）を分析・予測するための手段として活用されている。

③ 深層強化学習による自動意思決定

明確な評価関数（例えば、コスト削減、売上向上、期間短縮、的中率向上等）が定められるタイプの問題には、大量事例からアクション選択（意思決定）のためのより良いルールを学習するアプローチが用いられる。アクションの結果に応じて報酬が得られ、その繰り返しを通し

[15] 情報通信研究機構、「WISDOM X」〈https://www.wisdom-nict.jp/#top〉

て、より多くの報酬が得られる方策を学習する深層強化学習技術を用いて、車の運転制御、産業用ロボットの制御、囲碁のようなゲーム等が実現されている。

④ 自動交渉エージェント

合意形成に向けた交渉を人間に代わって超高速に実行する、ある種の AI プログラムである。マルチエージェントシステムの一種でもあり、エージェントは、合意条件案を自動生成して相手に提示したり、また、提示された合意条件案に対する受諾/拒否を自分の効用関数に基づいて自動判定したりする。国際自動交渉エージェント競技会（Automated Negotiating Agents Competition: ANAC）が 2010 年から毎年開催されている等、技術開発が進められている。

⑤ 言論マップ生成、ディベート AI

ウェブ等の大量テキストを自然言語処理によって知識として活用し、ある言明に対する賛成意見・反対意見やその根拠等を分析・整理する試みである。ある言明に対する賛成意見・反対意見を整理して表示するのが言論マップであり、東北大学の乾研究室で開発されたシステム（言論マッププロジェクト）は、ウェブ上のテキスト情報から**言論マップ**を自動生成する。

また、IBM では、ニュース記事や学術論文を大量に収集・分析・構造化しておき、それをもとに、人間とリアルタイムのディベートを行うシステム（Project Debater）が開発されている。

⑥ 大規模意見集約システム

大規模な人々の意見集約・合意形成のプロセスを支援し、集合知の醸成を促進するシステムである。科学技術振興機構の CREST「エージェント技術に基づく大規模合意形成支援システムの創成」に基づき、名古屋工業大学の伊藤研究室で開発された D-Agree[16]は、議論構造の可視化や、エージェント技術によるファシリテータ機能を提供しており、実際に、名古屋・浜松等の自治体での社会実験も進められている。

海外では、米国の MIT Center for Collective Intelligence（CCI）のオンライン大規模意見集約システム（Large-Scale Online Deliberation）の Deliberatorium[17]などの例があり、活発に研究されている。

⑦ フェイク対策

フェイクニュースに対する**ファクトチェック**や**フェイク動画検出**等の対策が進められている。前者については、発信された情報が客観的事実に基づくものなのかを調査し、その情報の正確さを評価・公表するファクトチェック作業について、自然言語処理によって候補を絞り込む等の支援技術が開発されている（東北大学の乾研究室）。後者については、動画の詳細解析によって、不自然な部分を見つけることで、フェイク動画を検出する技術が開発されている（国立情報学研究所の越前・山岸研究室）。

３．２．４　政策立案への活用に向けて

情報が氾濫し、複雑に影響し合い、意思決定の難しさが増している問題は、様々な意思決定の場面で生じており、政策立案の場面においても同様であろう。政策立案の場面を考えると、

---

[16] D-Agree <https://d-agree.com/>

[17] Mark Klein, The Deliberatorium. <http://cci.mit.edu/klein/research.html#deliberatorium>

前節までに述べてきたような意思決定支援 AI 技術を活用することで、次のような効果を生む可能性が考えられる。

- 人間が見落としていた選択肢の発見、あるいは、考慮できていなかった観点の示唆
- 判断に用いる情報の信頼性や判断の確信度のチェック
- 大規模で複雑な活動・現象の傾向把握・整理

ただし、機械学習技術を中心とする AI 技術は確率的で必ずしも 100%の精度が得られるものではない。技術の完成度や精度を踏まえて、政策立案のプロセスにどう組み込み得るか、人間と AI 技術の役割分担や組み合わせ方（インタフェース設計も含む）を検討していくことが必要である。

以上から導かれる主要なポイントは、以下の通りである。

①意思決定に関わる要因・影響に膨大な可能性が生じている問題に対して、AI 技術を活用して、人間が見落としていた選択肢を見つける支援が試みられている。
②フェイク情報の流通やソーシャルメディアによる他者の思考誘導も意思決定に際して大きな問題になりつつあり、フェイク検出をはじめ、判断に用いる情報の信頼性や判断の確信度のチェックのための技術開発も重要な取り組みである。
③大規模で複雑な活動・現象の傾向把握・整理にも AI 技術の活用が有効である。

（３．２担当：福島俊一）

３．３．技術と社会とのすり合わせ・社会の変革

技術開発とそれを現実の社会に実装していくことでは、技術をめぐる環境条件が大きく変わる。開発現場では環境条件はある程度統制されているが、技術を現実社会に導入する場合には、その環境はオープンであり、不定である。技術を現実の行政サービス等に導入するときに、その技術を利用するのは専門家ではなく、また技術を利用した結果として恩恵を受けのも、予期せぬ影響を受けるのも、行政サービスの利用者や政策の影響を受ける多様な人々である。さらに、公共部門におけるビッグデータ利用の活用を想定すると、ただちに個人情報保護の問題に直面し、それはほぼ全国民に影響が及ぶ可能性がある。つまり間接的に影響を受ける人たちは多数に及ぶ可能性が高い。このような技術と社会とのあいだの調整は、技術、とくに新興技術と社会がともに進化（共進化）していく上で、ほぼ例外なく直面する課題である。こうした課題を克服するためには、技術開発と社会のすり合せが必要になる。技術そのものも開発の方向や制約条件を変えなければならないこともあるが、社会の側でも既存のルールの見直し、新しいルールの導入など、法制度等の調整を通じて、社会のあり方自体を変革していく必要がある。

３．３．１　AI に対する過剰期待と否定的見方から ELSI へ

倫理的・法制的・社会的課題（Ethical, Legal and Social Issues: ELSI）と呼ばれる課題が、近年注目されている。ELSI は、1990 年代のヒトゲノム計画で導入されて以来の伝統のあるものであるが、新興技術の研究開発に際しては、それが真に社会の中で有益なものとなるためには、その当初から ELSI の観点を加味していくことが求められている。

AI が革新的な技術であることは事実であるが、「AI は何でも解決してくれる」とか、「AI があらゆる分野で人間の能力を超える」という新興技術に対する過剰な期待は極端である。一方で、「AI は、問題の構造や目標が明確な状態ならば効果的であるが、社会の中の問題はほとんどが悪構造問題であり、それを解決する手段にならない」という見方も極端である。この見方は、AI に対する過剰な期待に対して正反対の見解のように見える。後者の見解に反科学技術的態度を感じ取る人もいるかもしれない。しかし、両者はほとんど同根である。共通するのは、科学技術は必ず明快に正確な答えを出してくれるといった、科学や技術に対するステレオタイプな理想主義的理解がある。成功した科学技術ならば答えを出せるが、できないのであればそれは科学技術ではないという観念である。こうした科学観は「素朴な科学観」と言うこともできる[18]。

科学技術者たちは、おそらく自分が研究している科学技術が万能だとは思っていないだろうし、いつも厳密に同じ答えを出してくれるとも思っていないだろう。科学技術はもともと限界があるし、必ずしも唯一絶対な答えを出してくれるとは限らない。AI やビッグデータ解析、さらにデータ駆動型研究は、特定のデータセットの文脈の中で成立するローカルな知識を獲得しているに過ぎず、学習させるデータが異なったり、追加されたりすれば、獲得される知識は修正される余地がある[19]。AI はもともと限界のある技術であると理解する方が現実に近いが、ともすれば一般の人々は科学技術や AI に絶対的な力を期待しがちである。

このように、もともと、科学や技術、AI も、もちろん万能ではない。おのずと適用限界がある。知識は静的なものではなく、本質的にダイナミックに成長するものである。このような

[18] 小林信一「ポスト真実（Post-Truth）時代の科学と政治：科学の危機、証拠に基づく政策立案、日本の動向」研究技術計画、33(1)、pp.39-59、2018.3.
[19] 小林信一「仮説なき研究の時代」科学、89(5)、pp.470-476、2019.5.

場合には、単純にAIを攻撃したり、否定したりするのではなく、いかにして発展させ、社会と歩調を合わせていくかというELSIの観点からの分析が必要になる。

３．３．２　AIと法体系との関係

AI技術の進展及び普及は社会システムに大きな影響を与えることから、AI使用の悪影響を極力予防しつつ、法体系を含めた社会システムを変革する必要がある。そのため、AIの倫理的課題に関する国際的な検討の状況及びAIの社会や行政分野への普及の前提となる法制的課題について、福田雅樹氏（大阪大学大学院法学研究科教授・当時）から聞取り調査を行った。以下に主要な論点をまとめる。

AI倫理と法

(1) AIの倫理的課題に関する動向

AIは、あらゆる場面で用いられうる汎用的な技術であり、また、ユーザーに近い場面で用いられる技術であることから、社会に対して広く、直接的な影響を与えうる技術である。また、インターネットに繋がることにより、便益のみならずリスクも国境を越えて波及しうる可能性を持つ。そのため、AIの研究開発及び利活用に関連するELSIに関し国際的な規範の形成と共有が求められる。

G7香川・高松情報通信大臣会合（2016年4月29-30日）において、高市総務大臣（当時）から、G7が中心となりAIネットワーク化が社会経済に与える影響の分析を国際機関も含めた連携を通じて実施し、AIの開発原則の議論へとつなげていくことを提案し、賛同された。先端的課題であるAIのELSIは先進国が議論をリードすべきこと、プライバシー等に関するガイドラインを策定した実績があることなどを背景として、OECDを中心として具体的な議論が進められた。その結果、2019年5月22日にOECDにおいて「人工知能に関する理事会勧告（Recommendation of the Council on Artificial Intelligence）」が策定された。本勧告においては、全てのステークホルダを対象とする「信頼できるAIのための責任あるスチュワードシップに関する原則（Principles for responsible stewardship of trustworthy AI）」が掲げられているほか、同勧告を遵守する国の政府を対象として、その国内の政策及び国際的な協力に関し、次に掲げる事項を同原則と整合させつつ実行するよう求める「信頼できるAIのための国内政策と国際協力（National policies and international co-operation for trustworthy AI）」が掲げられている。

- 信頼できるAIにおけるイノベーションを促進するため、研究開発に関し長期的な公共投資を検討するとともに民間の投資を慫慂すること
- 信頼できるAIのためのデジタルエコシステム（デジタル技術及びデジタルインフラのほか、AIに関する知識を共有するための仕組みを含む。）の開発及びそのアクセスを促進すること
- 信頼できるAIシステムについてその研究開発の段階から実装及び運用の段階への迅速な移行を支援するための政策環境を整備すること
- AIシステムの利用及びAIシステムとの相互作用に必要な技能を人々に習得させること、就労期間にわたる訓練課程等を通じて労働者を支援すること等に関しステークホルダと協働すること
- AIに関する知識の共有、技術標準の開発等のため国際的に協力すること

本勧告を遵守する国の政府は、同勧告を実行するとともに、同勧告を広く普及させるよう求められている。また、今後、OECDにおいて、理事会勧告を履行するための実用的なガイダンスの作成に向けての検討が進められる予定である。

本勧告の策定に至るまでの過程においては、総務省情報通信政策研究所のAIネットワーク社会推進会議により「国際的な議論のためのAI開発ガイドライン案」（2017年7月）及び「AI利活用原則案」（2018年7月）が公表され、統合イノベーション戦略推進会議により「人間中心のAI社会原則」（2019年3月）が公表されたほか、欧州委員会により「Ethics guidelines for Trustworthy AI」（2019年4月）、IEEEにより「Ethically Aligned Design」（2019年3月）が公表され、これらの文書はOECD等における議論において参照された。また、ユネスコは、途上国に対する支援を重視しつつ、AIの開発及び利活用に関連するELSIに関する倫理規範の形成に関し議論を進めているところである。

【つづく】

このように、AI の ELSI について、政府等公的機関やアカデミアにおいて国境を越えた規範の形成及び共有に向けた取組が進められているが、同時に産業界でも ELSI に関する取組が進んでいる。Microsoft は、AI への信頼を構築することが AI の恩恵を最大限に享受するために必要として、AI ソリューションに関わる倫理原則を策定した（2018 年 4 月）。この原則は同社の製品の品質評価項目に追加され、準拠しているかどうかをチェックすることになっている。

これら産学民官における取組は、AI の利活用によってもたらされ得る便益とリスクに関連する ELSI の重要性が広く認識されるに至ったことを示すものであろう。今後、日本国内での議論を加速し、より具体的な取組を国際社会に向け提案していくことが、G7 香川・高松情報通信大臣会合を主催した日本の責務である。

(2) AI の行政分野への適用における法制的課題

行政分野における AI の利活用に関し想定される代表的な例としては、①許認可その他の行政処分[20]等の過程における情報の分析、判断案の提示等、②政策の企画立案の過程における情報の分析、課題の抽出、政策案のシミュレーションの実施等が挙げられる。

①に関し、許認可その他の行政処分等は、その手続に関する通則である行政手続法（平成五年法律第八十八号）の規定に遵ってなされる必要がある[21]。例えば、行政庁が申請により求められた許認可等を拒否する処分をする場合、本法に基づき、処分と同時にその理由を示す必要がある[22]。そのため、行政処分等の過程において AI を利活用する場合には、利活用の方法等次第では、行政手続法に定める理由の提示等の一環として、AI の入出力の検証や判断結果の説明が求められる場合があり得ることを見据え、入出力の検証可能性や判断結果の説明可能性に留意し、適切に対応することが必要となる[23]。

②に関し、政策の企画立案の過程における情報の分析、課題の抽出、政策案のシミュレーションの実施等における AI の利活用についても課題がある。まず、データの問題がある。AI の判断は、学習用データを含む入力データに依存する。このため、学習用データを含む入力データについては、その正確性、適切な選定等の確保が課題となる（プログラムの段階における適切な対応が求められる場合もあり得る。）とともに、出力の取扱いについても、入力データの性質を踏まえた適切な取扱いが課題となる。また、政策決定プロセスにおいて AI を利活用する際においても、情報公開法等関係法令に留意することが必要となる。

聞き取りの結果から導かれる主要な論点は以下の通りである。

①AI の ELSI については、国際的枠組みでの検討だけでなく、国内課題として議論を進めることが不可欠である。G7 香川・高松情報通信大臣会合で検討の必要性を提唱した日本は、国内議論を加速し、具体的取り組みを国際社会に提案していく責務を有する。

②現状では、行政分野での AI 利用は、現行法令の下で行うことが求められる。そのため、現時点での AI 利用は社会に悪影響を及ぼさない分野に限定される。一方、AI 技術の進歩は急

---

[20] 行政庁が公権力の行使をすることを行政処分という。

[21] 行政手続法第５条は

第五条　行政庁は、審査基準を定めるものとする。

２　行政庁は、審査基準を定めるに当たっては、許認可等の性質に照らしてできる限り具体的なものとしなければならない。

３　行政庁は、行政上特別の支障があるときを除き、法令により申請の提出先とされている機関の事務所における備付けその他の適当な方法により審査基準を公にしておかなければならない。

と定めている。

[22] 行政手続法第８条は「行政庁は、申請により求められた許認可等を拒否する処分をする場合は、申請者に対し、同時に、当該処分の理由を示さなければならない。ただし、法令に定められた許認可等の要件又は公にされた審査基準が数量的指標その他の客観的指標により明確に定められている場合であって、当該申請がこれらに適合しないことが申請書の記載又は添付書類その他の申請の内容から明らかであるときは、申請者の求めがあったときにこれを示せば足りる。」と定めている。

[23] 例えば、保育所に入所させる者を地方自治体が選考するときには、入所を認めないこととする者に対しその理由を示さなければならない場合がある。選考に当たり AI を利活用する場合において、当該 AI が深層学習により構築されるものであれば、その判断過程がブラックボックスとなり、選考結果の理由の提示に支障をきたすおそれがあることに留意する必要がある。

速であり、今後、適用可能分野は拡大することが明らかである。技術革新のスピードに合わせた法体系の整備が大きな課題となる。

なお、コラム内「(2)AI の行政分野への適用における法制的課題」の①許認可その他の行政処分等の過程における情報の分析、判断案の提示等、②政策の企画立案の過程における情報の分析、課題の抽出、政策案のシミュレーションの実施等に共通の課題として、行政行為の責任の所在の明確化が求められるであろう。ある行政行為を行った際、AI の検討結果をアプリオリに受け入れるか、AI の検討結果を踏まえて行政が最終判断を行うか、という課題が存在する。前者の場合は、行政行為の判断責任は、AI の作成者にあるのか、学習用データの作成者にあるのかという問題を引き起こす。後者の場合は、AI の検討結果をどのようにチェックしうるのか、AI による分析結果と異なる行政判断を行った場合の説明責任をいかに果たすべきか、免責されるかといった問題も問われることになるだろう[24]。現時点は、AI 技術の成熟度、信頼性や使用するデータの規格や基準がない状況である。AI-Ready な国づくりのためには、AI サービスの利用者のうち、一定の確率で不利益を被る者がいるという前提で、法制度も含めた活用体系を検討する必要がある[25]。

（３．３．２担当：大土井智）

３．３．３　公共政策分野における AI に関する ELSI 上の課題

AI を社会に導入する場合に検討すべき課題がある。AI 一般の課題と、公共政策分野に導入する場合にとくに問題になる課題の両方を検討する必要がある。こうした問題群に対しては、技術によって対応すべき問題もあるが、社会との間で調整すべき問題、社会の側が対応すべき問題もある。また、問題の性質として、価値観や倫理観に関わる問題、法律的に解決すべき問題、社会の中で一定の合意を必要とする問題など、多様なものがある。これまでにも、**「人間中心の AI 社会原則」**、AI ネットワーク社会推進会議によるガイドラインなどで、論点が整理されてきた[26]。ここでは、これらをヒントに、公共政策分野に AI を導入する場合に課題となる主要なポイントを以下に例示する。

公共政策分野に AI を導入する場合に課題となるポイントの例

①データの質に関する問題

- **AI が学習するデータは多数派の意見等を反映している可能性が高く、AI が提示するオプションは少数派を排除する結果をもたらす可能性がある（ビッグデータ解析でも同様）。それが社会の格差や分断、弱者を生み出すリスクがある。**
- **パーソナルデータから、政治的立場、経済状況、趣味・嗜好等が高精度で推定しうることから、通常の個人情報を扱う以上の慎重さが必要である。**
- **パーソナルデータの要配慮性に応じて適切な保護が必要である。利活用と保護のバランスについては、社会とともにきめ細やかに検討される必要がある。**
- **AI が学習するデータは、対象を適時、正確に反映する形で収集されなければならない。**
- **行政は、自らが収集するデータ、とくに統計データの信頼性の向上に努めなければならない。**

【つづく】

[24] 行政行為ではないが、同様の問題として、AI による医療画像診断をめぐる問題を例示できる。AI 診断が診断を間違った場合の責任は誰にあるのか、逆に AI 診断を使わない場合、または使わないと判断した場合で、不利益が生じた場合の責任は誰にあるのか、といった問題が生じる可能性がある。

[25] 民間の場合には、保険制度も問題を解決する選択肢となりうる。

[26] 詳細は付録 2 参照。

②行政の透明性

・公共政策分野に関しては、AI を利用しているという事実、AI に利用されるデータの取得方法や使用方法、AI の動作結果の適切性を検証、担保する仕組みなどに関して説明と透明性が必要である。

・AI の利用・運用について、各種ステークホルダーとの間で、必要に応じて開かれた対話の場を持つ必要がある。

③AI やデータの品質や信頼性の検証・公開

・行政が AI を利用するに際しては、開発者やプロバイダ、その他の中立的機関により AI や AI を含むシステムの品質や信頼性が明示され、行政が適切に選択できることが必要である。

・Web の浸透の結果、社会に流通する情報は膨大な量になる一方で、その真偽や質は無秩序な様相を呈するようになってきた。今日の社会に流布する情報には、悪質な偽情報が紛れ込んでいることすらある。このような情報環境の中では、適切な機関によるデータや情報の信頼性の検証・保証が、ほぼリアルタイムに近い形で提供されるべきである。

・AI が学習する、または利用するデータや情報は、常に最新のものに更新されなければならない。

④AI のセキュリティ

・AI の悪用により、意思決定を操作することを防がなければならない。

・悪意のある、または偏ったデータを生成・提供することで、AI やビッグデータ解析等を操作しようとすることを防がなければならない。

⑤責任の分配・法体系の整備

・AI の利用がもたらす結果や影響に関する責任の所在を明確にする必要がある（開発者、サービス・プロバイダ、AI の利用者、結果の利用者等のステークホルダーの間での責任のシェアの方式の検討）。

・多種多様な法制度の整備、行政に適用する場合の潜在的課題の事前検討と速やかな法体系の整備が必要である。

出典）筆者作成

３．４．行政自身の変革の必要性

EBPM を生かし、AI・ビッグデータ解析等 ICT 技術の政策立案や意思決定での活用を進めるためには、行政自身がその慣行や思考パタンを変えていく必要がある。

近年、**デジタライゼーション（Digitalization）**、**デジタル・トランスフォーメーション（Digital Transformation）**という言葉が使われるようになった。デジタライゼーションとは、例えば、ワープロや表計算、会計処理など、仕事の一部を情報機器等に置き換えていくような初期的な情報化段階を超えて、例えば計画立案、意思決定など従来情報化が実現できていなかった業務も含めて、業務全体の情報化を目指すものである。これに対して、デジタル・トランスフォーメーションは、情報化の結果として、会社や官庁などのシステムそのものを変革したり、社会との関係を変革したりするものである。従来とはまったく異なる業務の進め方が誕生し、その結果新しい行政サービスが生まれるような場合が相当する。

EBPM を生かし、AI・ビッグデータ解析等 ICT 技術の政策立案や意思決定での活用を進めるためにもデジタル・トランスフォーメーションが必要であり、単に AI・ビッグデータ解析等 ICT 技術を導入するだけではなく、行政や社会のあり方、行政と社会の相互関係を変革していく必要がある。

３．４．１　行政文化の変革の必要性

行政の場合には、**行政の無謬性**というある種の神話に基づいて、計画段階から、実施段階にいたるまで、慎重かつ厳密に計画を立てて事業を進め、結果として間違いが起こることはないといった思考法が存在する。一方では、完全な予見は不可能なので、事後的に評価を行うことも行われるが、無謬性神話ゆえに、その失敗を認めることはほとんどない。このような行政文化の下では、個別の事項の達成が事業の目的になってしまい、社会的課題の解決といった根源的目標の達成は見失われがちになる。

一方、AI はいつも同じ答えを出すとは限らないし、間違えることもある。AI は学習し成長していくダイナミックなものである。AI の利用時に問題が生じた場合には、民間ならば保険制度を使って補償していくことも可能であるが、行政の場合はどうするのか。行政の無謬性を頑なに守ろうとすると、AI のような不安定な技術は使わないという極端な結論しかない。しかし、その結果として、行政官の観察できる範囲、知っている範囲の情報しか、判断の根拠はなくなってしまい、問題の認識や定式化を誤る可能性が高まるかもしれない。

行政は柔軟になる必要がある。AI が間違うものだとしても、それを受け入れた上で、AI とどう付き合うかを考えなければならない。AI が間違うものである以上、すべてを AI に委ねて行政の自動化を目指すことは賢明とは言えない。AI を使いつつも、人間の関与する余地を残さなければならないし、間違った場合はそれを正す行政にしていかなければならない。行政像の転換が必要なのである。行政は間違うことがあるのだから、あるいは行政が事前に分かっていることには限界があるのだから、政策の事前の綿密な計画から、事業推進中のモニタリングによる柔軟な対応へと行政運営の方式を変えていかなければならない。

伝統的な行政では、例えば t 年度の政策や事業であれば、計画をあらかじめ詳細に決め、t-1 年度に予算要求をする。その際に計画立案の根拠として用いられるデータは、統計調査の対象となる年度とそれを実際に調査する年度、調査結果がまとめられる年度の間にズレがあるため、t-2 年度、t-3 年度のものだったりする。事業の前提条件が現実を反映しない時代遅れになっている可能性がある。そのことを棚上げして、t 年に研究開発プロジェクトの募集をし、研究を開始する。その後、例えば t+2 年に中間評価を行い、t+4 年にプロジェクトを終了し、

t+5 年に事後評価を行う。この間に 10 年くらいのタイムラグがある。研究開発プログラムが社会的アウトカムを目的とするものであれば、その測定や測定結果の取りまとめには時間を要するので、現実には 10 年以上のタイムラグが存在することになり、評価も時代遅れになる可能性がある[27]。

つまり、ある事業において、事業がその前提となる条件を正確に反映できず、場合によっては正当な根拠のない事業を予算があるという理由だけで、事前に決められた期間、とにかく継続するという事態も生じかねない。こうした現実がある一方で、とくに社会的課題の解決を目標とするような政策の場合は、環境変化を適切に反映するために事業を運用しつつ、途中段階で評価し、必要な要素を付け加えたり、逆に望ましくない要素は削除したりするなど、臨機応変に計画を変更する方が望ましい場合もありうる。しかし、伝統的な行政の方式では、こうした事態に対応できない。

そこで、より柔軟な行政運営が求められることになる。事前の計画よりも**政策のモニタリング**を重視する行政、モニタリングによる行政運営への移行に関しては、米国がすでに、政策・施策のリアルタイムレビューともいうべき方式を導入している。オバマ政権では、GPRA (Government Performance and Results Act)を 2010 年に改正した（**GPRA Modernization Act of 2010: 政府業績成果現代化法**）。これは、各連邦機関の主要な政策目標に関しては、パフォーマンスレビューを四半期ごとに行うことを要求するものである。頻繁にパフォーマンスレビューを行わなければならないため、手間のかかる評価に代えて、より即時性のある**データ駆動型パフォーマンスレビュー（Data-driven performance review）**が導入された[28]。そこでは、多数のデータを頻繁に収集することは容易ではないので、比較的少数の指標に限定して、ほぼリアルタイムのデータを収集することになる。その場合、利用可能なデータに制限があるため、当然ながら政策が一面的に評価される危険性がある。それを回避するために、対象とするデータの内容や収集方法を慎重に設計することが必要になる。一方で、こうした評価方式によって、政策運営をアジャイルに進めることができる可能性もある。米国では、**アジリティ（agility、機敏性）**が行政改革のキーワードとなっている[29]。

このような行政文化の変革に関しては、**表 3.4.1** に示すように、いくつかの類似の概念が提唱されている。**表 3.4.1** に示したガバナンス方式は、いずれも事前にすべてを決めて政策運営をするような硬いガバナンスではなく、政策をモニタリングしながら、柔軟に政策運営の方式を変更していくようなダイナミックなガバナンス方式である。本報告書ではこうした政策運営方式を**アジャイル[30]なガバナンス**と呼ぶことにする。

---

[27] データに基づく EBPM は RCT であっても、このような過去のデータへの依存という根本問題からは逃れられない。専門家の判断の方が即時性があるという行政現場の感覚（4.1.2 参照）は無視できない。

[28] Harry Hatry, Elizabeth Davies, A Guide to Data-Driven Performance Reviews, Improving performance series, IBM Center for The Business of Government, 2011. <http://www.businessofgovernment.org/sites/default/files/HarryHatry.pdf>

[29] Daniel J. Chenok, Haynes Cooney, John M. Kamensky, Michael J. Keegan, Darcie Piechowski, Seven Drivers Transforming Government, Special report series, IBM Center for The Business of Government, 2017. <http://www.businessofgovernment.org/sites/default/files/Seven%20Drivers%20Transforming%20Government.pdf>

[30] アジャイルとは、ソフトウェア開発の方法の一つとして登場してきた概念である。ソフトウェアを完成版として顧客に販売するような場合は、あらかじめ詳細に設計した上で、バグのない完全なソフトウェアを開発することが必要で、このような開発方式をウォーターフォール型の開発という。これに対して、クラウドを経由して提供されるクラウドコンピューティング・サービスの場合は、プログラムやシステムのリソースを柔軟に変更ができる。このような場合には、最初から完全なシステムを提供せずとも、必要に応じてシステムを改変していくことで、よりよいサービスの提供ができるようになる。このような開発方式をアジャイルな開発、アジャイル型の開発という。

表 3.4.1　新しいガバナンス概念

提唱されたガバナンス概念	内容	出典等
① Anticipatory Governance 予測的ガバナンス	予測的ガバナンスとは、新しい知識ベース技術を管理するために、さまざまなインプットに基づいて行動するものである。	David H Guston, Understanding ‘anticipatory governance,’ Social Studies of Science, 2014, 44(2), pp.218-242.
② Experimental Government 実験的政府	実験的な（学習する）政府は、物事を頑健かつ体系的にテストし、測定し、（政策立案、ガバナンスに）「何が有効か」を（固定せずに）発展させる政府である。	Jonathan Breckon, Better Public Services Through Experimental Government, March 2015, Alliance for Useful Evidence (https://media.nesta.org.uk/documents/better-services-through-experimental-government.pdf)
③ Tentative Governance 暫定的ガバナンス	暫定的ガバナンスは、断定的ガバナンスが目的を規定するのに対して、持続的な調査と学習を重視する。暫定的ガバナンスは、暫定的、フレキシブルで改訂可能性を有し、動的でオープンなアプローチ（実験、学習、反省（再帰性）、可逆性を含む）をとるガバナンス方式である。	Stefan Kuhlmann, Peter Stegmaier, Kornelia Konrad, The tentative governance of emerging science and technology-A conceptual introduction, Research Policy, 48, 2019, pp.1091-1097.

出典）筆者作成

３．４．２　アジャイルなガバナンスへ

とくに社会的課題の解決を目標とする政策の場合、一般市民もその影響を受け、また一部の市民はステークホルダーとして、政策の立案や運営に参画するようになり、政策は他人事ではなくなる。その際に、民間セクターによる迅速なサービスを経験した市民は行政にも同様な迅速な変化を期待する。つまり、行政のスピード感、専門家（研究者）のスピード感と、多様なステークホルダーのスピード感との間で不一致が生じるようになる[31]。このようなことが、アジャイルな政策運営の要因になっている面も指摘できる。

また、社会的課題の解決の場合、100%問題解決できる完全なソリューションを長時間かけて得るよりも、まずは小規模でもいいから実施してみて、短期間のうちにある程度の実績を上げる。目標に対する達成度が 60%でも 70%でもかまわない。速やかに評価して、さらに 80%、90%を目指してソリューションを改善していく方が、コスト面でも社会的な効果の点でも望ましい場合もありうる。これは、情報関連技術を導入する場合などにみられる**スモールスタート**に相当する。情報関連技術の場合、小規模な導入、すなわちスモールスタートから始めて、必要に応じてシステムを拡張していくという手法が取られることがある。ベンチャーの起業に際しても、スモールスタートで始めることがある。スモールスタートは、状況を見て、柔軟に対応しようとするもので、最初から大規模な事業を展開した場合に生じうる大きい損失や失敗を避けるためのものである。

また、米国の研究開発プログラムの中には、研究段階を複数のステージゲートに分類し、各段階において審査を行い、研究支援の継続性を判断する、いわゆる**「ステージゲート方式」**が導入されている。スモールスタートを政策実施段階に導入している好例と言える。

[31] 近年、市民参加型の社会的課題解決のための研究開発が実施されるようになってきている。参加する市民は改善や変化を期待するが、市民が待てるのは長くとも１年程度であると言われる。

このようにアジャイルな政策運営では、最良の結果を待つのではなく、頻繁なモニタリングにより、目標実現に向けて柔軟に対応していくことが最大のポイントである。しかし、このような政策運営の方式は、少なくとも伝統的な日本の行政運営の方式とは調和しない。例えば、行政はあらかじめ事業について完全に設計し、予定されたタスクをこなせば、予定通りの成果が得られることを前提として、予算や計画を立案する。途中での計画変更は極めて困難である。また、行政の無謬性という原則または幻想があるため、政策や事業の事後評価において厳密な意味での失敗という判断は原理的にあり得ないので、事後評価の結果が新しい政策に活かされにくい。また事業の実施者はともすれば、真の目標よりも、計画された成果を計画された指標で達成することに関心を集中しがちになる。さらに、単年度予算、漸増主義予算は、変化する部分のみが事前評価の対象になる。このことには、政策全体のあり方を頻繁に見直すという膨大な手間を省く利点があるが、柔軟な政策運営には必ずしも適さない。

このような硬直的な行政運営が慣性を持つ一方で、変化の兆しもみられる。EBPM が政策運営の原則として重視されるようになったこともあり、アジャイルな政策運営の必要性は、日本政府でも議論されるようになってきている。例えば文科省の科学技術・学術審議会の学術分科会では、同審議会の総合政策特別委員会における検討状況に関する説明の中で、「柔軟性と適応性を兼ね備えた競争システムということで、発明、発見といった研究を、その後の開発、イノベーションに展開していくには、社会の変化に対し柔軟性と適応性、フレキシビリティとアジャイル性というものを持って提供する、対応していくことが求められているのではないか」と述べている[32]。このほかにも、2018 年くらいからアジャイルな政策運営の必要性に言及する政府文書等が多方面で登場し始めている。

アジャイルな行政運営の方式を現実に導入するためには、的確なデータを頻繁に収集し、迅速に分析するビッグデータ解析や、Web 上で収集できる多様な情報（企業等組織の発するニュース、ブログ、ツイッターその他の情報など）を収集[33]し、AI を利用して分析するなど、AI やビッグデータ解析が力を発揮することが期待されている。同時に、このことは、行政の無謬性神話からの離別も意味するのであり、行政の運営方式の革命的変化をもたらす可能性も秘めている。その意味で、こうした行政自身の変革もデジタル・トランスフォーメーションの一つである。

[32] 科学技術・学術審議会学術分科会（第 73 回、2019 年 3 月 14 日）議事録.

[33] クローリング、スクレイピングと呼ばれる Web からのデータ収集の手法の一つである。AI の前段としてデータ収集が行われるが、それ自体が自動化されているので、広義には AI の一部であるとも言える。

３．５．AI 関連技術の政策プロセスへの導入への筋道

３．５．１　行政での情報技術活用における課題：パネルディスカッションから

ここでは、3.1.3 で紹介した山下恭範氏と大土井智氏を中心とするパネルディスカッションの中から、行政が AI 等情報技術を活用する上での課題を抽出、整理する。

(1) 行政での AI 等情報技術の活用の目標

行政での AI 等情報技術の活用は、政策・施策をより良いものにすることが目標でなければならず、情報技術の活用が目的化してはならない。

(2) 利用データに関する課題

AI の利用に当たっては、学習対象となる教師データが必要となる。現在、行政が整備しているデータは、いわゆる政府統計と呼ばれるものであるが、データ収集・整理のため、利用可能な状態になるまで 1 年程度の期間が必要となる。行政のスピード感の欠如の要因のひとつである。

一方、インターネット上の情報は、一般的に事案発生からデータ化までの時間が早く、政策課題の兆候把握に適している面を持つ。一方で、フェイクニュース等のリスクがあり、確度の高い政策議論に用いるには技術的制約があると言わざるを得ない。

よって、現状においては、政府統計等確かなデータに基づく AI 活用を主として考えざるを得ない。一方、情報のスピードと確からしさのいずれを重視するか、技術進歩とともに引き続き注視し、検討していく必要がある。

(3) AI 活用における責任の明確化に関する課題

仮に AI を用いて政策を立案した場合、当該政策の責任の所在をどのように考えるかも課題である。AI の利用を政策立案のどのタイミングで行うかにも拠るが、当該政策に対する説明責任を有するのが、AI プログラムを作成した者なのか、学習用データを作成した者なのか、シミュレーション結果を基に政策の最終判断した者なのか、あらかじめ考えておく必要がある。また、既に様々な場所で AI 技術の標準化の議論が進められているところだが、使用される AI の技術レベルについても規格・基準が求められよう。

一般に、高次の政策になるほど、その決断に当たっては政治的判断が求められる場面が多い。単純に数値だけではない、複雑な政治判断を行うに当たり、AI のシミュレーション結果は正の材料にも負の材料にもなる可能性を持つ。AI 利活用に対して、政策に関わる関係者に対し、幅広く理解を得る必要がある。

(4) AI-Ready な行政体制の構築に関する課題

行政が、AI をどのように利用できるのか、行政体制も課題である。まず、AI 利用に関する法整備が求められる。ルーチン的な業務に関しては行政手続法、政策立案における活用については情報公開法、公共データ整備・利用については個人情報保護法など、関係法体系を AI-Ready 化することが求められる。

また、前述の通り、AI 活用には適切なデータが必要であり、これまで以上に膨大なデータを収集・整備するための仕組みの構築が必要である。現状でも、政府内には総務省統計局をはじめとした統計機構が整備されているが、今後、AI 活用社会において扱うデータ量は現状の

比ではない。これら統計担当部局の増強、あるいは社会のデータを適切に収集・処理するシステムの構築など、利用形態に応じた体制整備が求められる。

行政官の資質も改革する必要がある。従前のように、所管する政策領域に関する知識だけでなく、関連のあるデータを膨大なデータ群から検知し、収集し、分析するスキル（統計学的知見など）が不可欠となる。採用時（国家公務員試験の科目編成など）や採用後（研修の充実）のほか、中途採用の促進を含めた人員確保が不可欠である。

（３．５．１担当：大土井智）

３．５．２　AI 関連技術の政策プロセスへの導入への筋道

行政プロセスへ AI やビッグデータ解析等の情報技術を本格的に導入していくためには、以下のような検討すべき課題がある。

(1) AI 関連技術の ELSI

すでに述べたように、AI やビッグデータ解析等の情報技術を行政プロセスに導入することを想定すると、現状の法制度とは矛盾する状況や対応できないケースが存在する。また、パーソナルデータの利用など、社会とのあいだで一定の合意が必要な問題も存在している。このような AI の ELSI に関わる議論は、技術開発と並行して、また導入に先立って、具体的なケースを想定しながら、合意を形成し、必要な対策を講じていく必要がある。

AI の ELSI をどの機関が主導するのかは、現段階では定まっていないが、行政、AI の専門家、利用者その他から一定の距離を保って不偏な議論の場が設定されることが望まれる。

(2) AI 等悪用の可能性の検討

今日では、Web 上にフェイク情報が蔓延していることは否定しがたい事実である。意図的にフェイク情報や虚偽のデータを流布することも可能であり、人々の心理を巧みに利用して、世論操作をしたり、特定の価値観に誘導したりすることも不可能ではない。最近ではリアルなフェイクを作成する技術、データの操作など、悪意を増幅するような技術も実用化している。

こうした状況の中で、AI が機械学習やビッグデータ解析をすると、結果的に AI は特定の意図を持った勢力に乗っ取られる状況になり、本来期待しているような判断や回答を AI から得られない可能性が高い。このような悪意のある操作の可能性や種類、影響の評価、発見と防御の方法などの検討が必要である。それなしに行政において AI 等を利用することは危険である。

また、すでに述べたように、悪意はなくとも Web からのデータ収集などでは、データが多数派に関する情報に偏るという本質的問題を抱えている。単純に AI やビッグデータ解析等を適用すれば、多数派に同調し、ともすれば少数派を切り捨てるような判断や解が得られる危険性がある。これは格差や分断の是認、促進につながりかねない危険性を有している。もちろん問題によっては、多数決のような民主的決定が必要な場合もあるが、もともと多様な対象を相手にする施策の場合などは逆効果である。

むしろ、AI やビッグデータ解析においては、直感的には発見しにくい、少数派の発見や、隠れた問題の発見などのための利用を重視すべきであり、AI 技術等の利用の仕方や技術のあり方に工夫が必要である。

(3) AI 等情報技術による政策立過程支援のための技術開発の推進

以上のようなELSIや行政の特性に配慮したAI技術、AIシステムの開発が必要である。ただし、民間における利用と異なり、利用者が限定されていること、行政特有の論理や専門性、場合によっては暗黙知のようなものもあるため、一部の特化型AIを除くと、民間企業等による研究開発のインセンティブは大きくはないと考えられる。そのため、何らかの公的支援による研究開発の促進と、幅広い専門家の動員が必要になる。

JST-CRDSは俯瞰報告書で、「意思決定・合意形成支援」の課題として、以下のようなポイントを指摘している[34]。

・ELSI および社会受容性に配慮した研究開発を進める。
・社会からのフィードバックを短いサイクルで回す。
・公開の下で、開発を進める。
・AI技術等の情報技術だけでなく、計算社会科学、脳科学、認知科学、心理学、経済学、政治学、社会学、法学、倫理学等の専門家が参画する分野横断の研究開発体制・推進施策が必要である。
・初期段階から分野横断で研究者を共通の問題意識・ビジョンのもとに束ねる。
・情報技術分野と人文・社会科学分野の連携は、具体的な問題に対する問題の定式化の段階から共同で取り組み、具体的な問題に対する定式化において意識合わせをする。
・実社会への適用において発生するさまざまな制約事項を、アルゴリズム・原理のレベルで扱うのか、運用上の制約（法規制等）の形で扱うのかを検討、判断する。
・シーズプッシュ型ではなく、問題解決型の基礎研究として推進する。

(4) 行政における人材の確保

何よりも、行政内部にも統計的知識を持つ行政官の確保・育成が喫緊の課題である。多数のデータを分析し、新たな行政課題を抽出するという行政手法を実現するためには、統計的知識を持つ行政官が不可欠であり、行政官の採用方法、育成方法から見直していく必要がある。

その際、大学における教育の見直しも必要であり、いわゆる柴山イニシアティブ[35]で取り上げられた「数理・データサイエンス教育の全学部学生への展開」は前提として重要である。

---

[34] 科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019年3月、pp.125-126. 〈https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html〉

[35] 文科省「高等教育・研究改革イニシアティブ（柴山イニシアティブ）」2019年2月1日. 〈http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/__icsFiles/afieldfile/2019/02/01/1413322.pdf〉

４．まとめと提言

以下に、本調査研究を通じて今後の課題を提言としてまとめる。

４．１．データや情報の質の問題

AI 技術を利用するにせよ、ビッグデータ解析を実施するにせよ、さらには EBPM に際しても、最大の問題はもとになるデータや情報の信頼性である。

今日では、インターネット上に、意図的な偽情報やボットによって発信される人為的情報が多数存在するとみられている。このような真実性に欠けるデータ、あるいは判断にバイアスを掛ける効果が明らかなデータ等が混入している。ネット情報の無条件のクローリング、スクレイピングによって得られるデータには“ゴミ”が多すぎることも事実である。こうした質の悪いデータは AI の学習の素材としても、ビッグデータ解析の素材としても、EBPM の分析においても、使えないし、使うべきではないことは明らかである。

しかし、リアルなフェイクが可能になった今日では、フェイクと真実の識別は難しい。また、偽情報と希な事象との区別も困難である。しかも、データは継続的かつ大量に生成されるので質の識別が追いつかない可能性が大きい。このような困難な状況の中では、「使うべきでない」と言っても、「使っていない」ことを検証できなければ、机上の空論でしかない。むしろ、質の悪いデータを行政が使うことは許されるのか、どのような対策を講ずれば使うことが許容されるのかを議論することが必要であろう。

また、政府統計のような正確性が期待される統計データでさえ、意図的にせよ、非意図的にせよ、誤ったデータが混入している可能性もある。この点からも、質の悪いデータの単純な排除は理想論に過ぎない。

こうした問題に対処する方法として考えられるのは、ユーザの**データ・リテラシー**を高めること、**データ倫理（データ作成、データ流通、データ利用の倫理・ガイドライン）**を確立すること、**データの質保証とその判定（格付け）**、**検証**の仕組みを構築することである。どれも質の悪い情報を完全に排除できるものではないが、取り組むべき課題である。

４．２．ビッグデータ解析をめぐる問題

ビッグデータを利用する際に留意すべき点がいくつかある。

第一は、ビッグデータ解析や EBPM が、意図的か否かは問わず、格差や分断をもたらす危険性である。ビッグデータ解析や EBPM は、統計的手法等の持つ限界から、どうしても平均人のような観念論的存在を想定することになりがちである。ビッグデータの機械学習に基づく AI も同様の傾向がある。すべての人間は個別性のある存在であり、異なる背景を持っており、現実には平均人は存在しない。すでに述べたように、ビッグテータ解析や AI は、多数派によって形成される平均人像に関心を集中させがちであり、少数派や多様性に対する配慮を欠く傾向がある。対象とする事象の背後にある多様性を無視して、機械的にデータを分析することは容易にできる。もちろん、分析においてさまざまな要因を考慮することはできるが、すべての要因を考慮することは困難であるし、データ化しにくい要因も多数あることも事実である。

このようにして得られたエビデンスに基づく政策を導入すれば、多数派でない人々が不利益を被る可能性がある。結果的に、分析や政策が社会の分断、格差の拡大をもたらす原因になってしまう危険性がある[36]。

第二に、行政が保有するビッグデータ利用の問題である。とくに政府や公的機関にとっては、多数の個人情報を持っているが、それらを連結して分析することで有益な情報を得ることができる（健康、医療に関する情報はその典型である）。しかし、個人情報を利用することによる利益と個人情報の保護とのバランスをいかにとるかは困難な課題である。個人情報保護は厳しい制約であり、法律等で特例が明示されない限りは、行政が多様な情報を持っていても、ほとんど有効な利用はできない[37]。行政行為によって特定の目的のために収集されるデータも、目的外の利用は困難であり、データの有効活用は進まないのが現実である。

一方、GAFA 問題に見られるように、Google、Apple、Facebook、Amazon などの巨大情報産業は、多数の利用者の個人情報を保有し、それを分析して商機へ変換している。行政が大量のデータを持ちながらその活用に厳格な規制がある一方で、巨大多国籍企業は大量のデータを保有し、利用規約に基づいて、それを活用して利益を得ることができるというアンバランスが存在している。

行政が必要とする場合に、特例として保有データの利用を認めるためには、特例法の制定が必要である。この点に関しては、国民的議論が必要であろう。

４．３．行政側のニーズの明確化

行政の AI、ビッグデータ等の情報技術の利用に対するニーズは、2017 年 5 月のデジタル・ガバメント推進方針、行政手続きを原則デジタル化する、いわゆる**「デジタル手続法（デジタルファースト法）」**が 2019 年 5 月に成立したこと、EBPM への全省的取組みなどにより、高まってきているといえよう。社会のさまざまな分野で AI 等の活用事例が登場していることも確かで、一部地方自治体の行政サービスでの AI 利用が先行していることも事実である。

確かに、複雑化する社会、価値観の多様化、ステークホルダーの増加、分断化する社会といった環境条件は、伝統的な行政手法に限界があることを示唆している。しかし、まだ適用例がほとんどないことから、行政のどのようなフェーズで何を目的に、どのような AI、ビッグデータ解析を適用すべきかは明確でない。そこで、まずは行政のニーズとそれに対する取組方法などを整理する必要がある。

---

[36] キャシー・オニールによる『あなたを支配し、社会を破壊する、AI・ビッグデータの罠』の邦訳が 2018 年に出版されたが、原題は『Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy』であり、直訳すれば『数学破壊兵器：ビッグデータはいかにして不平等を拡大し、民主主義を脅かすか』である。数学的モデルの背後にある考え方や限界について論じるとともに、モデルを通じて多数派や特定の集団を対象とする効率的な働きかけがさまざまな分野で起きること、それにより人々は選別され、格差が助長されることなどを論じている。キャシー・オニール（久保尚子・訳）『あなたを支配し、社会を破壊する、AI・ビッグデータの罠』インターシフト、2018.6（Cathy O'Neil, Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy, Penguin, 2016.7）

[37] 医療データに関しては、いわゆる「医療ビッグデータ法」（「医療分野の研究開発に資するための匿名加工医療情報に関する法律」平成 29 年 5 月 12 日法律第 28 号）によって、限定的にオプトアウトを認めているが、地方自治体等がデータを利用できるわけではない。それ以外の個人情報のうち要配慮個人情報については、オプトアウトは認めていない。

行政のフェーズ別としては、

①課題発見、論点抽出・整理、見落としの回避
②多様なオプションの提示、意見対立の明確化、ディベート
③合意形成、意思決定
④政策立案
⑤政策のモニタリング（政策効果の測定・検証・評価）

を考慮する必要がある。聞き取り調査などでは、人間が持つ知識の量や範囲に限界やバイアスがあることから、「①課題発見、論点抽出・整理、見落としの回避」に対するニーズが大きいと感じるが、AI の技術開発としては、ビッグデータから課題を発見する技術はあまり進んでいるとは言えない。条件がオープンであるだけに、非常に困難な課題である。問題の範囲を限定するなどの配慮が必要であると思われる。AI に頼りすぎず、目的は人間が与えた上で、個人や少数者では把握しきれない、ある種の集合知を顕在化させるような使い方が、現実的であると思われる（現実的には、問題が明確化した後の段階②～⑤での、人間の活動の AI による支援の方が実用化は早い可能性がある）。

そこで、**政策領域別、問題の種類別、目的の種類別**のニーズを具体化する必要がある。さらに、政策過程において AI 等に期待される用途・目的も明確化するべきであろう。例えば、

①政策判断の根拠の明確化
②政策決定における選択肢（シナリオ）の「漏れ」の防止
③データ上では読み取りにくい兆候を検知することによる政策課題の発見・抽出
④政策・施策のリアルタイムレビュー・蓄積による、政策効果最大化のための柔軟な運用の実現及び後発政策の最適化
⑤その他

といった目的を整理する必要がある。それぞれに適した AI の利用方法の開発等の経験を積む必要がある。

行政利用上の制約条件も明確化する必要がある。行政での利用を前提とすると、とくにデータの信頼性と適時性、データをどのように集め、その評価・検証、品質保証を迅速に行うことが必要な条件となる。

これ以外にも、対象とする行政課題が、仮説抽出、仮説発見、戦略形成など**規範的な方向性**を持つものなのか、仮説検証や定められた事業の中での最適化や解決方法の検討などを目指す**実証的な方向性**をもつものかでも AI の使い方は違ってくる。ビッグデータ解析は本来、規範的の方向性を持つ行政課題と相性がいいと思われるが、制約条件が明確でないオープンな課題であるために、適切な政策課題を見つけることができるか、正しく定式化できるかは、安易に期待できない。

一方、AI 技術開発は、行政ニーズの優先度等とは直接関係なく、進展しており、**ディベート促進型 AI**[38]というべきものが試用段階にきており、社会との対話が必要な社会的問題解決

[38] 前述のように議論・ディベートの促進、合意形成支援のための AI の開発が進んでいるが、このシステムが発展すれば、全員参加型の議論も可能になることから、代議制民主主義との関係をどう整理するかが問題になってくると思われる。一方、ボットなどを利用することで、ディベートにバイアスをかけやすい状況を生むリスクもあり、それらに対する対策も検討されなければならない。

（social goal）に有効である可能性が出てきている。今後とも、どのような問題に適しているかなど、注視する必要がある。

４．４． AI の信頼性、性能の評価・検証

行政官は、AI の専門家ではない。一方、AI、ビッグデータ解析の技術の発展は続く。行政が業務に適した AI を選定することは容易ではない。それ以上に問題なのは、候補となる AI の性能や信頼性をどう判断するかである。ユーザの能力が限られる以上、また個々のユーザが多数のシステムを評価することは効率的でないことを考慮すれば、AI を含むシステムの信頼性、性能等の評価・検証、品質保証の仕組みが必要である。

すでに AI 一般に関しては、**「AI プロダクト品質保証コンソーシアム「**（Consortium of Quality Assurance for Artificial-Intelligence-based products and services, **QA4AI コンソーシアム**）が 2018 年 4 月 1 日に設立され、2019 年 5 月 17 日に**「AI プロダクト品質保証ガイドライン 2019.05 版」**が発行されている[39]。

今後は、公共セクターにおける利用を想定した行政向けのクリアリングハウスのような機能が登場することも期待したいところである。なお、行政における利用経験がほとんどないことから、利用例や将来に想定される利用形態等について紹介する機能も期待したい。

４．５．行政部門のための AI 技術開発とその基盤形成

3.5.2 の「(3) AI 等情報技術による政策立過程支援のための技術開発の推進」で述べたように、公共政策のための AI 等情報関連技術開発の促進、同じく「(4) 行政における人材の確保」で述べたように、政府部門における人材の養成・確保が必要である。統計分析の知識を持つ行政官が必要であるのみならず、AI を使える人材、AI の開発はできないまでも、AI の活用は外部に委託し、行政と外部機関の間で AI 利用を媒介できる人材が必要である。

AI 利用の責任の帰属に配慮すれば、3.3.2 の「(2)AI の行政分野への適用における法制的課題」で紹介したように、米国のように、行政が直接 AI を用いるのではなく、外部機関（シンクタンク等）が AI を活用しながら政府に政策提案を行い、行政が取捨選択し、選択した行政機関が責任を負う体制も考えられる。そのような委託調査の体制を構築する場合は、「丸投げ」になりがちであるが、委託する側も AI の利用に精通することはもちろん、委託先機関の AI 利用に関する品質保証制度なども整備していく必要がある。

４．６．議論の場の必要性

本調査研究がテーマとした「公共政策と AI 関連技術」のような現在進行形で、将来の発展が期待される分野であり、実現のために克服すべき課題が多方面に及び、産官学民のセクターの多様な人材が議論に参加することが必要な話題を包括的に議論する場所、フォーラムを作る必要がある。すでに、関連する話題に関しては、部分的に議論する場があるものの、包括的なものにはなっていない。

米国では、POLITICO という Web マガジン[40]が、政治や政策に関する多様な話題を取り上げている。科学界では、National Academies や AAAS が公共政策に関しても議論している。

---

[39] AI プロダクト品質保証コンソーシアム <http://www.qa4ai.jp/>
[40] POLITICO <https://www.politico.com>

National Academies とアリゾナ州立大学が共同で運営している**「ISSUES」**[41]という季刊雑誌は、Web でも読むことができる。「ISSUES」は科学技術・医学と公共政策との関係に関する討議のフォーラムを提供する雑誌であり、**「科学のための政策」**（研究活動の健全性をいかに育むか）と**「政策のための科学」**（社会的課題の達成のために、いかにして知識をより効果的に活用するか）の両方を扱っているが、とくに「政策のための科学」の観点の議論を中心にしている。

日本では、科学技術者が個人的な、あるいは専門分野の利害を超えて、行政とのあいだで協力関係を作ることは容易ではない。個別の利害を超えて、不偏的な立場から行政的問題を議論できるのは、米国の例から了解できるように、アカデミーである。日本では、現時点では日本工学アカデミー（EAJ）以外にそのような組織は存在しない。一方、EAJ があらゆる分野をカバーできる訳ではない。選択肢の一つは、アカデミーとしての経験を有する EAJ が関連する学協会に呼びかけて、多角的で不偏的な議論ができるフォーラムを設置することであろう。

４．７．まずは試してみる

AI を神格化するべきでない。AI に対する過大評価や過剰期待が、逆に AI 幻滅を招く。何よりも必要なことは、行政官が AI を実際に使ってみることである。そこで AI を実感した上で、AI の導入可能性等について議論することが望ましい。

AI は難しいというイメージがある一方で、何でも AI でできるといった企業のプレスリリースや CM が多いことも事実である。しかし、実際の AI の開発や活用ではかなり苦労しているはずである。一方、AI といっても多様であり、意外なほど簡単にその一端に触れることができる面もある。そうした現実を知ることが必要である。

AI には、そもそも過去のデータに基づくという限界があり、AI ができるのは、短期的外挿や先行する変化（すでにある未来＝兆し）の発見、現在や過去の情報の中に埋め込まれた集合知の可視化やそれに基づく議論の促進などである。そうしたことを実感してみることには意義がある。

比較的シンプルなものであれば、Web の無料サービスでツールが提供されている（これについては、**付録 3** で具体的な例を示す）。また比較的簡単な特化型のツールであれば、有料サービスで容易に利用することもできる。また、多少のプログラミングの経験があれば、無料で公開されている言語やツールを使えば、分析に必要な個別のツールはライブラリを使うことで済むので、細かいプログラミングをせずに各種の分析、機械学習などもできてしまう。

一方で、プログラムの記述以上に困難とも言えるのが、データの前処理である。データには、さまざまな癖や制約が存在し、扱うにはコツが必要である。例えば、Web やツイッターなどには特有の癖や利用する上での制限があり、また、ゴミやノイズともいうべき情報も混在している。こうしたノイズを省くことが必要だが、これが結構大変である。入力データを統制すれば、ノイズや偽情報に惑わされることはない[42]。

情報技術分野は、研究レベルでもプログラムを公開して利用を促す例が多い。また、企業の場合でも、本格的な利用は有料サービスであっても、簡易なレベルでは無料公開する例が多い。技術が発展すれば、今後は、さまざまなツールが無料で公開されると思われる。

---

[41] ISSUES <https://issues.org/>

[42] 2.2 で紹介した京都大学・日立製作所（日立京大ラボ）の事例の場合は、ユーザがデータを作成するのでノイズの除去に苦労することはない。

付録 3 に、無料で経験できる例を紹介する。行政官が遊び感覚で試してみることを期待している。

４．８．調査研究の成果の発展的活用

本調査研究が終了した後には、関連する研究開発、試行、実装がさらに発展することを期待している。

第一に、内閣府、文科省、経産省などの行政機関や立法府等でビッグデータや AI を活用したエビデンスに基づく政策立案、政策運営が促進され、一般化することを期待する。ビッグデータ解析や AI は多様である。小規模で、派手な方法でなくてもよいので、利用できる手法を、実際に適用してみることから始め、次第に本格化させていくような筋道が望まれる。

SDGs や Society 5.0 等の政策的課題は複雑な問題を包括的に扱う点で、ビッグデータや AI の活用が貢献する余地は大きいと思われる。こうした分野に集中して、試行を重ねて、ビッグデータや AI を活用したエビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論を発展させていくことも期待したい。

第二に、EAJ 自身の政策提言活動への適用を促進したい。とくに従来の政策で見逃している新しい課題の発見や問題の新しい定式化等に活用することができれば、EAJ らしい活動につながる。ただし、これは技術的には高度なレベルになるので、本格的に取り組むか、外部人材・組織と協力して実行することが現実的である。

第三に、ビッグデータ、AI を活用したエビデンスに基づく政策立案に関する創造的方法論が社会に普及していくためには、単に技術開発のみならず、具体的な適用場面の特性に応じた手法の選択や、データの見極め、利用者側の体制整備等、多面的な要素をいかに組み合わせるかといった利用のための技術やノウハウが必要になる。利用面も配慮して実装を促進し、高度化していくためには、経験の蓄積と、そこからの学びが必要である。

とくに、公共政策分野での利活用を促進するための技術開発や利用方法の開発等は、行政という特殊な領域を対象とするため、大学等や民間企業等が研究開発の対象として単独では取り組みにくい。そこで、産官学が経験を持ち寄って、情報交換や協働が促進されるような場を意識的に構築していくことが必要になると思われる。

４．９．メンバーからの提言

以下には、メンバーからの提言を収録する。それぞれの見解は、本プロジェクトを経験した上で、自由な発想でまとめたものであり、所属組織や本プロジェクトとの内容の調整は行なっていない。あくまでも個人的な見解である。

（１）伊藤裕子氏（文部科学省科学技術・学術政策研究所（NISTEP））

政策立案にAI、ビッグデータ等情報技術の活用に関しての個人的な提案
～政策サイクルと未来予測との橋渡し～

政策のサイクルとして、日本ではPDCAサイクルが利用されている。平成28年版科学技術白書の第5章2節において、科学技術イノベーション政策を効果的効率的に推進するためにPDCAサイクルを確立し、その実効性を確保すると謳われている。

諸外国においても政策のサイクルは類似し、英国政府科学局（Government Office for Science）が2017年に報告したThe Futures Toolkitの4ページに示されたPolicy cycleの図（図1）にPDCAを当てはめることができる。

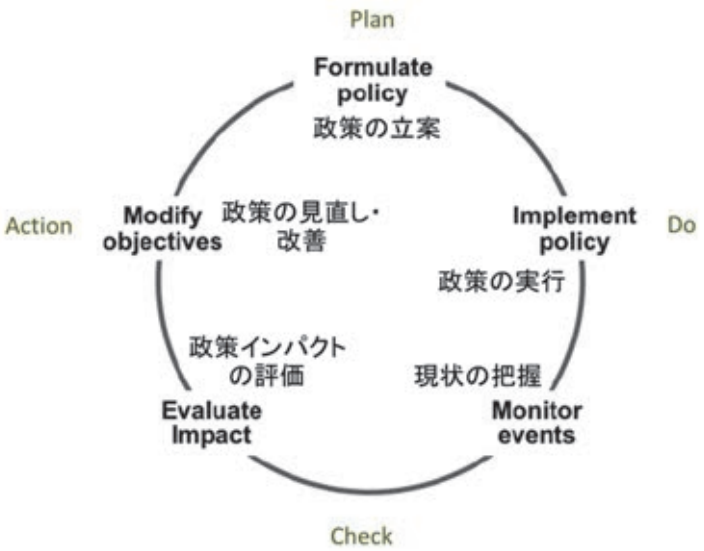


図1 英国政府のPolicy cycle

出典）The Futures Toolkit (UK government, 2017)を基に筆者作成

The Futures Toolkitは、政策の専門家（行政官など）が長期的・戦略的思考を政策プロセスに組み込むことに利用できる重要なリソース（考え方や手法等）を収載するツールブックとして作成されたものである。その中心的な思想として、図2に示すように、政策サイクルの中の“政策立案”段階に、未来予測の活動をブリッジした図が示されている。これは、未来予測活動から得られたアイデアや洞察が政策づくりに大きく貢献できる場所が、“政策立案”段階であることを示しているという。

未来予測の活動を長年実施してきたNISTEPとしては、政策立案へのAIやビッグデータ等の情報技術の活用よりも、むしろ未来予測にAIやビッグデータ等の情報技術を利用して政策立案に役立てることの方が容易に感じられる。既に多少実施しているが、図2の未来予測活動の最初の段階である「情報収集」において、これまで以上にAIやビッグデータ等の情報技術を活用するように予測の設計を変えることは可能である。

しかし、NISTEPの予測活動は、図2の未来予測のような、収集した情報をうまくシェイプアップして政策向けに仕立てて行くプロセス自体が無く、未来予測の結果を政策立案に活用することは現状では非常に困難である。つまり、政策立案に繋がる、未来予測の最後の段階の「政策的な対応案の検討」が無く、その前段

【つづく】

階の「未来の描写」は未来予測の最初の段階の「情報収集」と同じ粒度で実施している。「変化の原動力の探索」の段階も無い。そのため、未来予測の結果は雑多で粗い（部分的には細か過ぎるなど粒度が不ぞろい）。

AI の活用という点から考えると、日立京大ラボの未来シミュレーションを使って、「変化の原動力の探索」や「未来の描写」の段階を実施することができるかもしれない。

したがって、NISTEP が政策立案にブリッジした、AI 等を活用した未来予測を実施するためには、未来予測の全体設計を見直すことが必要かつ重要である。

さらに、現状の AI 等を活用した未来予測を実施する際には、思考や検討のための材料としての基礎情報を得ることにのみ AI 等を用い、価値判断など何らかの決定を下す部分は必ず人間が実施することとすべきである。

ただし、今後、AI が進展し、人と同等以上の十分な思考が可能なモノとなった場合には、図 2 の未来予測のプロセスの大部分を AI で代替することが可能になるかもしれない。その場合、未来予測の結果を基に、政策立案に資する複数の政策オプションを AI に提示して貰い、その中から人間が選択する。また、台風等による広域災害により、地域の迅速な政策判断や実行が困難な場合に地域行政の政策を支援する AI があっても良いと考える。

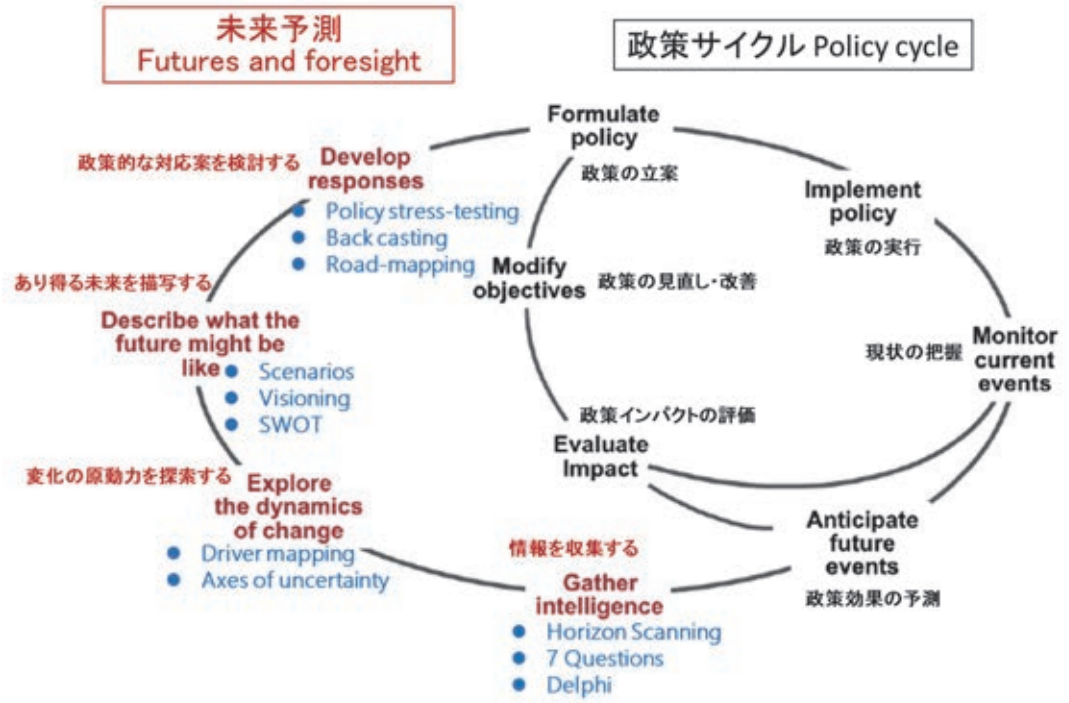


図 2 未来予測の活動と政策サイクルのブリッジ

出典）The Futures Toolkit（UK government Office for Science, 2017）を基に筆者作成

参考文献

UK government Office for Science, The Futures Toolkit (2017) <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/674209/futures-toolkit-edition-1.pdf

（２）亀井信一氏（三菱総合研究所）

AI 時代に何から始めるべきか

現在の第 3 次と言われる AI ブームが、深層学習などのようなコンピュータが自ら学んでいく技術の発展とインターネットの普及やクラウドでのデータ管理が容易となり学習のためのデータ取得の道が拡がったことが要因であったことは疑いがない。

AI を有効に活用するためには、良質で大量のデータの取得が大前提となる。昨年の春に台北で開催された「日台 AI 技術と未来社会」と題する国際シンポジウムで、示唆深い議論があった。この会議には日本側からは、未来社会ビジョンを研究している関係者が参加し、総合科学技術・イノベーション会議の議員や主要シンクタンクの研究理事が揃うことになった。一方、台湾側も関係する研究機関の代表者が参加し、晩餐会には科技部部長（科学技術大臣）も臨席した。

これからのデジタルイノベーションの時代にはデータを獲得したものが勝者になるということは衆目の一致するところである。もっぱら話題になったのは、その取得の方法である。わが国や台湾のように、プライバシーの概念や個人の権利が保障されたもとでは、人々の高い意識のもと、一人一人の健康データや商取引データを根こそぎ集めることは実質上不可能である。日本銀行の第 68 回生活意識に関するアンケート調査（2016 年 12 月調査）によると、わが国でモバイル決済が進まない最大の理由はセキュリティ・紛失時など安全性に不安があるということであり、個人情報の流出に対する警戒感が高く、国家がこれを無視してことを進めることもないであろう。個人情報の流出に対する警戒感が強い。昨年の改正個人情報保護法により匿名加工情報の流通緩和措置がなされたが、未だ利活用が進んでいるとは言い難い。

その一方で、個人の権利意識が薄く、さらに国家統制が強い専制的な国家であれば、その統制のもと一気にデータを獲得することが可能である。監視カメラの映像や与信データが流通することはわが国では考えられない。また、欧州では GDPR（一般データ保護規則）が施行された。その目的は、個人データの保護に対する権利という基本的人権の保護であり、個人データの域外移転は原則として禁止されている。域内から域外へ個人データを移転するには、十分な個人データ保護の保障、明確な本人同意や規則整備などが必要であり、規制強化の流れである。

個人データの取得や流通に制約を受ける状況下で、時代の好機たるデジタルイノベーションに踏み出し、それを政策決定までつなげるにはどうしたらよいのであろうか。まずはすでに持つデータなどを活用し、少しずつ成功事例を積み重ねるのが、一見遠回りにみえて堅実な方法であろう。わが国には、長い歴史の中で、電子化されていないだけで眠っているデータは意外に多い。例えば、福岡県久山町における 50 年以上に渡る住民を対象にした疫学調査データなども存在する。今ある信頼性の高いデータの利活用を図り政策決定の材料として提示することが第一歩である。

（３）福島俊一氏（科学技術振興機構 研究開発戦略センター）

政策立案へのAI技術活用の可能性と課題

私自身は、AIの第2次ブームから冬の時代を経て、現在の第3次ブームまでの30年近く、現在ならばAI分野に含まれる技術領域の研究開発に関わってきた。政策立案そのものにはあまり関わってきてはいないが、AI技術が発展、情報化社会が進展する中で、人間の意思決定はどのような影響を受けるか、また、それはどうあるべきかといった問題には強い関心があり、技術的な視点からの検討も行ってきた。政策立案も意思決定問題の1つとみなすことができるので、この視点から政策立案へのAI技術活用の可能性と課題について、私見を述べる。

情報が氾濫し、複雑に影響し合い、意思決定の難しさが増している問題は、昨今、様々な意思決定の場面で見られる。政策立案における意思決定場面においても、この問題は同様であろう。では、AI技術は、この政策立案における意思決定の困難性に対して、どう問題を軽減し得るのか、主に次の3つが考えられる。

① 人間が見落としていた選択肢の発見、あるいは、考慮できていなかった観点の示唆
② 大規模で複雑な活動・現象の傾向把握・整理
③ 判断に用いる情報の信頼性や判断の確信度のチェック

人間には認知限界や認知バイアスがあり、その一方で、情報は氾濫し、複雑に影響し合うようになったことから、見落としが起きやすい。政策立案においては、他にベターな選択肢があったかもしれないということである。AI技術など計算機による処理は、可能性を網羅的に調べ尽くすのが人間よりもはるかに得意なので、人間が見落としていた選択肢や、（選択肢そのものでなくとも）考慮し忘れていた観点を指摘してもらうのに、AI技術が活用できる可能性がある（上述の箇条書き①）。

また同様に人間に認知限界があることから、大規模で複雑な活動・現象について、全体を俯瞰した傾向把握・整理を行うことも、人間より計算機の方が得意である（上述の箇条書き②）。機械学習技術を用いることで、人間が気づかなかった傾向・規則性を見つけて、将来予測につなげたり、分類・整理して、わかりやすく見せたりすることが可能になる。

以上の2点は、判断に関わる情報の量が人間の認知限界を超えている状況での、AIによる支援の可能性について述べたが、それとはまた異なる側面として、情報の質の問題もある。判断・意思決定に用いる情報が信頼できるものなのか、どれくらい信じてよいものなのかといった問題や、判断結果の確信度・妥当性はどうなのか自信が持てないという問題である（上述の箇条書き③）。これらについても、フェイクや根拠の不確かな情報の判別を含む情報の信頼性の評価や、判断結果の影響予測や波及シミュレーションなどによる確信度・妥当性の評価に、AI技術を活用することが考えられる。

AI技術によって、上記①②③のような支援が可能になるとしても、政策立案の意思決定主体は当然ながら人間である。今日AI技術による自動化が進んでいるのは、コスト最小、時間最短、売上最大のような明確な評価尺度（評価関数）が1つ定められるような問題である。これに対して、政策立案・政策決定のような場面では、様々な価値観が混在・対立し、明確な1つの評価尺度が定まらないことが多い。AI技術が人間を助けるのは、判断の材料や前提条件を整えるという面において、人間の認知限界やバイアスを軽減することであって、そのようなAI技術による支援をうまく使って、人間自身が適切な判断をくださなくてはならない。

この「AI技術による支援をうまく使って」という点についても、注意すべき点がいくつかある。以下にそれを述べる。

注意すべき点の1つは、機械学習技術を中心とするAI技術は確率的に振る舞うもので、必ずしも100%の精度が得られるものではないということである。したがって、技術の完成度や精度を踏まえて、政策立案のプロセスにどう組み込み得るか、人間とAI技術の役割分担や組み合わせ方（インタフェース設計も含む）を検討していくことが必要である。

【つづく】

注意すべき点のもう１つは、意思決定問題・政策立案のタイプによって、蓄積されたデータ・過去事例のAI 技術による分析結果の意味合いが異なるということである。例えば、薬の効果や副作用といった結果の影響に関わるデータ・事例は、それらがその前提条件も含めて蓄積されていくことで、確信度は高まる。しかし、新しいムーブメント（研究テーマや社会課題など）の兆しをとらえ、先行して手を打つような目的においては、データ・事例の蓄積から明確な傾向が見て取れるような状況になったときには、先行して手を打つのにはもう遅いタイミングになってしまう。

人間の認知限界やバイアスが問題として顕在化する中で、勘や経験に依存した世界からビッグデータやAI 技術を活用した世界へ、政策立案の方法論を転換していくべき時期にあるに違いない。その新しい方法論・フレームワークを作っていくための、AI 技術の活用の仕方や留意点について述べた。

（４）城石芳博氏、福田幸二氏（日立製作所）

Society 5.0/SDGs 早期実現に向けて
～政策提言 AI への期待～

最近の情報通信技術（ICT）の飛躍的な進歩、輸送技術の革新、グローバル化の急速な進展にともない、限界費用がゼロに近づき[43]、国境を越えたデータと情報の流れは、日々の利便性を大幅に向上させたデータ資本主義の形で数十億人の経済的機会を生み出し、人類に多大な利益をもたらした(図 1)。一方、いわゆるネットワーク効果により、他より僅かでも良いものが市場を独占し、勝者総取り化しつつある。このため、格差が大きく広がり、社会が分断されるなど、社会課題が顕在化するようにもなった。さらに、特に最近、情報利活用の公平性、透明性の問題、サイバーおよび情報セキュリティ、フェイクニュース・動画、ソーシャルメディアを用いた政治操作、プライバシーの問題など、デジタル社会のマイナス面も顕在化している。情報と社会の関係が複雑化しているといえる。このような背景から、バランスの取れたテクノロジーガバナンスが必要で、自然界に存在しないものを創ることをめざす工学によって提供される「価値」の倫理[44]は、社会に実装される前に深く吟味される必要がある、と考えられる。

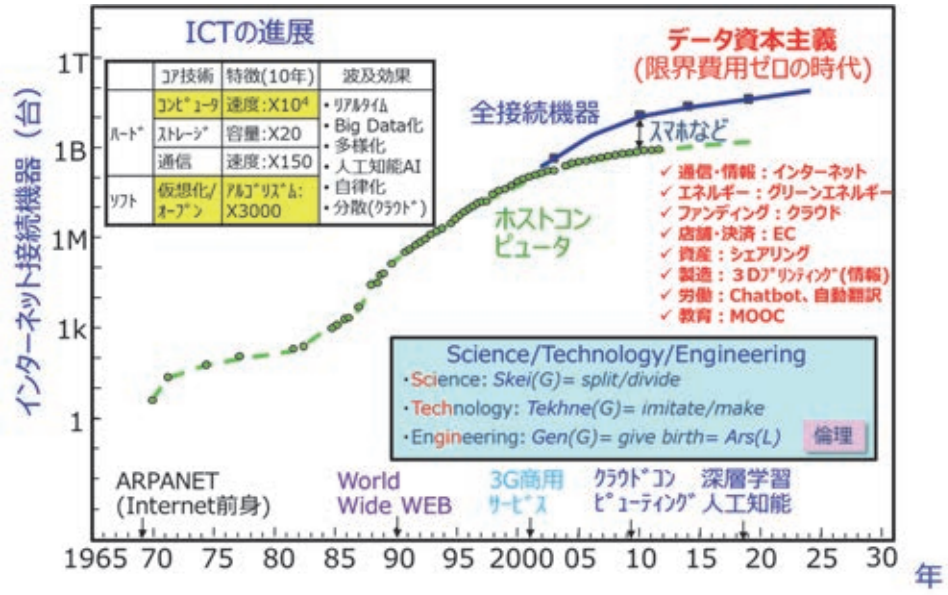


図１　情報通信技術、データ資本主義と倫理

出典）Y. Shiroishi, K. Uchiyama and N. Suzuki,”Better Actions for Society 5.0: Using AI for Evidence-Based Policy Making That Keeps Humans in the Loop,” Computer, vol.52, no.11, pp.73-78, 2019 の Fig.1 を基に政策提言 AI プロジェクトが作成

このため、エビデンスに基づいて社会課題の発見やその解決のための必要条件を発見、設定し、複雑な問題への解決策選択肢の探索・発見と創造的提示、合意形成の支援が強く望まれるようになった。しかし、社会は多様化、複雑化し、知性で扱いうる範囲でのデータ収集や処理能力の限界のため、課題そのものがわからず定式化できない、あるいは課題の認識、定式化の仕方が不適切である等の問題も明らかになっている。そこで、情報技術、特に人工知能(以下、AI)などを利活用し、これらの解決に向けた各種提言を行うことが喫緊の課題となっている。産業応用としては、AI による提言の誤差の大きさと、その発生確率を考えた時の損害の大きさが許容、もしくは補償できる範囲において、その実用化は十分可能と思われる。しかし例えば、多様な価値観を有する利害関係者の多い、国の存続にかかわる政策など、失敗が許容されないような課題に対しは利活用が躊躇されるとも懸念される。課題の特質を踏まえつつ、産学官民が連携してこれらの問題に挑戦していくことが求められる。

【つづく】

[43] たとえば、ジェレミー・リフキン（柴田裕之・訳）「限界費用ゼロ社会」NHK 出版、2015.
[44] 小泉英明、「EAJ 国際活動の方向性」、第１回 EAJ 国際委員会フォーラム、東京大学先端科学技術研究センター、2019 年 3 月 13 日.

コンピュータの計算能力の飛躍的向上により、2012 年に Google が Youtube1000 万本のビデオからサンプルされた画像を学習(深層学習 AI)し、猫の認識に成功して以来、収集された大量のデータを統計的に分析し、人間の注意を逃れる可能性のある関係を抽出してモデル化し、新たな価値を見出す試みが広く普及するようになってきた。しかし、(1)多くの情報、データには、完全でない、また公平、正確ではないという問題があることも顕在化しており、さらに、(2) AI が統計的、データから帰納的に学習して導かれた結論は人間には理解しにくく、その利活用には慎重な対応が必要とされる。特に、政策などを決定するプロセスで AI を使用する場合には、客観的および/または定量化可能な要因に加えて、健康や幸福などの主観的および/または定性的要因を考慮する必要もある。価値観が多様化し、混合し、対立するようになっているなかで、政策執行者や事業主はその決定に対して説明責任がある。AI の結論を説明可能とするには、どこで間違いが生じたかを示せる演繹的な仕組み(If, then の決定木)が重要で、演繹の仕組みのなかに帰納を組み込むことが受け入れやすいと思われる。このため、主体的な意思決定ができるように人間を意思決定のループに入れる、といういわゆる人間中心の AI という考え方が注目されている。

このため、不確実なデータを使用して、より良い将来のシナリオを形成する合理的な手段を開発するため、日立京大ラボは京都大学と連携して、人と AI とが補完的に協働することで、あいまいで完全でもない情報が含まれ、人の処理能力の限界を超える膨大なデータを用いても、人がその意味を理解でき、可能な限り合理的な判断を下せる形態での提言を提案できる、政策提言 AI シミュレーションツールを開発した[45]。この概略を図 2 に示す。この流れは下記のとおりである。

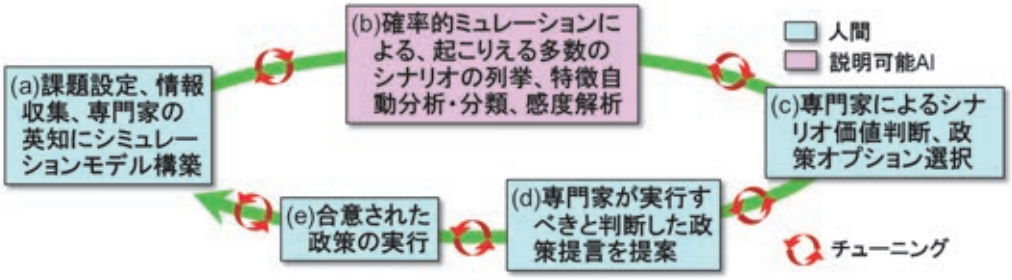


図 2　人と AI とが補完的に協働して実行する政策提言、実行の流れ

出典) Y. Shiroishi, K. Uchiyama and N. Suzuki,”Better Actions for Society 5.0: Using AI for Evidence-Based Policy Making That Keeps Humans in the Loop,” Computer, vol.52, no.11, pp.73-78, 2019 の Fig.3 を基に政策提言 AI プロジェクトが作成

(a) 課題設定を行い、情報収集、さらに専門家の英知に基づく知見を活用し、キーワードとその因果関係の洗い出し、情報の体系化、シミュレーションモデルの構築を行う。ここで因子間の相関関係などを表すパラメータ(強度、時間遅れなど)には不確実性があるので、そのばらつきを分散として導入する。設定した強度・時間遅れの値をもとに、シミュレーションを行い、その結果が人口動態予測などと合致するように、パラメータを修正し、定量モデル(VARMA モデル： Vector Autoregressive Moving Average モデル)を構築する。

(b) 上記の定量モデルに基づき、分散の範囲でパラメータを変えてモンテカルロシミュレーションを実施、起こりえる多数のシナリオを、抜け・漏れなく列挙するとともに、自動的にシナリオ変化の特徴を分析、少数の偏りのない代表シナリオに分類、各グループの代表シナリオを有識者が解釈し意味付けを行う。さらにシナリオの分岐点で、因子を僅かに変えてその影響に対する感度解析を行い、シナリオ分岐に大きく影響を与える因子を洗い出す。

(c) 専門家がシナリオを比較し、価値を判断、分類した望ましいシナリオに誘導可能な具体的な政策オプションをいくつか選択する。

(d) 専門家が実行すべきであると判断したオプションを政策提言として関係者に提案する。

(e) 合意された政策を実行する。

【つづく】

[45] 日立ニュースリリース「AI の活用により、持続可能な日本の未来に向けた政策を提言」2017.9. <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2017/09/0905.pdf>

持続可能な日本の未来の実現に向けた研究を進めた京都大学と日立京大ラボによる分析結果と、それに基づく政策提言は以下のとおりである。

(1) 2050 年に向けた未来シナリオには、大別して都市集中型と地方分散型のグループとがある。
(2) 8 年から 10 年後までにそのどちらかを選択し、必要な政策を実行すべきである。
(3) 持続可能な地方分散シナリオの実現には、約 17 年から 20 年後まで継続的な政策実行が必要。

現在、京都大学広井教授を中心に、例えば長野県では、同県が進める「しあわせ信州創造プラン 2.0」のもとで、今回のシミュレーションモデルを応用した長野県の将来シナリオの作成が既に発足しており、2019 年現在、各地の地方自治体との多様な取り組みが行われつつある。日立京大ラボでは今後、シミュレーション技術をパッケージソフト化し、全国の地方自治体などに無償提供していく予定である[46]。

課題発掘、抜けのない支援、横断的な大きなビジョンの創生など、政策提言、経営などへの AI の応用の期待が近年高まっており、一部で手応えも出始めてはいる。しかし、持続可能で豊かな社会の実現に向けては、政策に使えるより正確なデータがあるか、二次利用をどう実現すべきか、というデータの取り扱い上の課題や、さらには、合意に至る根拠をどう示すか、高い精度でアジャイルなレビューができるか、効果とのタイムラグや実行時の責任の所在をどう取り扱うか、データや AI を扱える十分な人材はいるか、等の合意形成・政策実行上の課題も多いことが、本プロジェクトで浮き彫りにされている[47]。

過去数世紀にわたる科学技術とイノベーション(STI)の革命的な進展により、これまで産業構造、社会構造のパラダイムシフトを引き起こしてきた(図 3)。労働生産性が高まり、賃金の上昇とともに新たな消費者、新市場が創生され、人々の生活水準が向上し、社会の在り方、ルールが民主的なものに変わるなど、好循環が生まれた。豊かさが社会に行き渡るとともに、平均寿命も向上し、新たな働き方、生き方、社会の在り方を模索できるようにもなってきた。一方、陰の側面として、地球温暖化や資源問題などが顕在化するとともに、格差が広がり、社会が分断されるなどの社会課題も顕在化してきている。このため最近、産業界では、信頼[48]の重要性が検証、再認識され、また意識の高い資本主義、経営の在り方[49]も注目されるようになってきている。

2015 年に国連で決議された SDGs[50]では、社会の持続的発展に向けた活動が世界各国に期待されている。我が国では第 5 期科学技術基本計画のもとで、Society 5.0[51]の実現に向けた取り組みを通じて、これに応えようとしている。これらの変革を実現する科学技術の一つとして、AI への期待が高い。しかし一般市民の漠然とした不安として、安全性やセキュリティ、説明責任などに関わる問題に加え、これらによる雇用への悪影響やその利活用に係る懸念もいろいろと指摘されている。しかし、後戻りできなくなるような分岐点は数年後に控えている可能性が指摘されている現在、豊かで持続可能な Society 5.0、SDGs を早期に実現するためには、経済学、社会科学、人文科学などのさまざまな専門分野の利害関係者と協力し、情報とすべてのデータを公平に利活用し、意識の高い意思決定を速やかに行う必要がある。さらに、行われた決定を正しく理解し実行するためには、科学技術とイノベーション (STI) だけでなく、あらゆる分野でリテラシーを高めるための行動を促し、社会が十分な情報に基づいたコンセンサスを獲得し、より良い決定を下せるようにすることも必要である。社会も、厳しい決断を下す準備が必要といえる。このためには、下記のアクションなどが望まれる。

【つづく】

[46] 日立製作所社会イノベーション「2050 年、より多くの人々が幸せに暮らせるように―AI が描き出す 2 万通りの未来シナリオから、持続可能な社会の形を模索する」2018 年 9 月. <https://social-innovation.hitachi/ja-jp/case_studies/hitachi_kyodai_labo>
[47] 小林信一・城石芳博「第 2 回公開研究会「公共政策における AI の活用可能性を探る」報告 (第 188 回談話サロン) EAJ「政策立案のための科学」プロジェクト」EAJ News, 181, 2019.10, pp.10-11.
[48] John F. Helliwell and Haifang Huang, Well-Being and Trust in the Workplace, Journal of Happiness Studies, Vol. 12, Issue 5, 2011.10, pp. 747-767.
[49] John Mackey and Raj Sisodia, Conscious Capitalism, Harvard Business School Publishing, 2013.
[50] 国際連合広報センター「持続可能な開発目標 (SDGs) とは」<http://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/>
[51] たとえば、内閣府「Society 5.0」<http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html>

(1) 人間が社会に何を求め、何を期待しているかを理解し、人と共創する説明可能 AI により、根拠に基づく将来のビジョンとそこに向けた政策を提示する。
(2) 科学、技術、工学を通じて持続可能な社会に望まれる価値を創造する。
(3) 専門的な学術機関は、公共および民間部門、市民社会組織などと意識的、学際的に協力し、デジタル変革と技術ガバナンス、トランスサイエンスで主導的な役割を果たす。

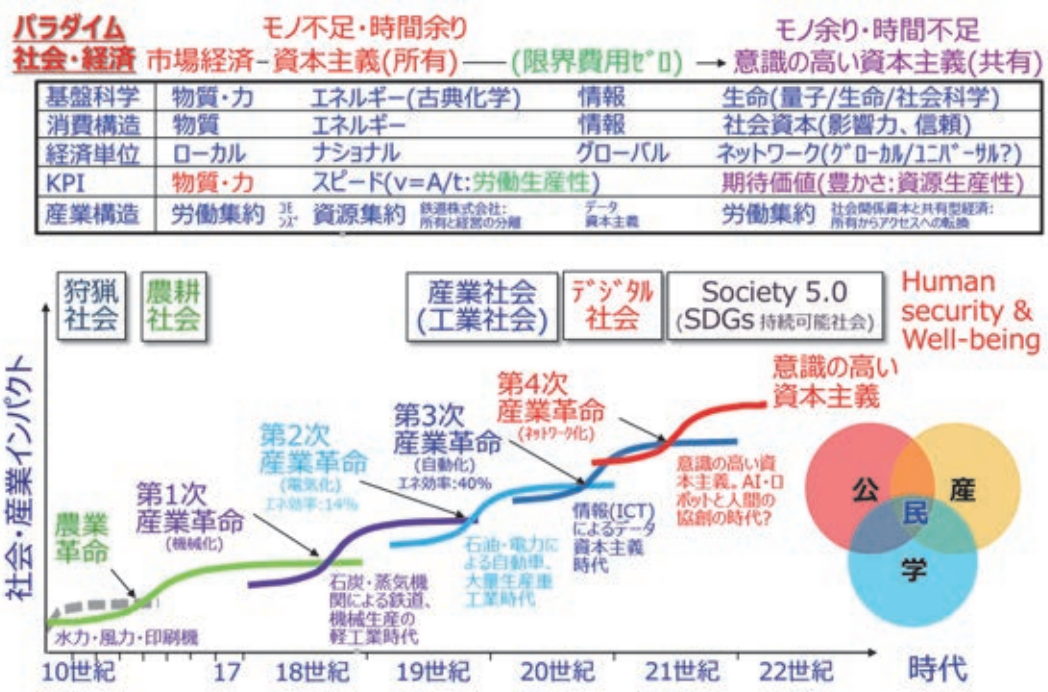


図 3　科学技術の進展による産業、社会のパラダイムシフト

出典) Y. Shiroishi, K. Uchiyama and N. Suzuki,"Better Actions for Society 5.0: Using AI for Evidence-Based Policy Making That Keeps Humans in the Loop," Computer, vol.52, no.11, pp.73-78, 2019 の Fig.5 を基に政策提言 AI プロジェクトが作成

付録１．会議の記録

日付	会議の種類	場所	概要
2018 年 10 月 29 日	準備会	三菱総合研究所	・今後の計画について
2018 年 12 月 7 日	NISTEP 訪問調査、推進委員会	文科省科学技術・学術政策研究所（NISTEP）	・NISTEP における取組に関する現地調査 ・今後の計画について
2019 年 1 月 29 日	京都大学訪問調査	京都大学国際科学イノベーション棟日立京大ラボ	・京都大学こころの未来研究センター及び日立京大ラボによる政策立案への AI の活用事例に関する現地調査
2019 年 3 月 8 日	JST-CRDS 訪問調査、推進委員会	科学技術振興機構（JST 研究開発戦略センター(CRDS)	・JST-CRDS による複雑社会における意思決定・合意形成支援の技術開発動向調査について聞取り調査 ・今後の計画、方針について
2019 年 3 月 9 日	第 1 回公開研究会（第 187 回談話サロン）	御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター	テーマ「政策立案にビッグデータ・AI を活用する」
2019 年 5 月 16 日	作業部会	御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター	・今後の計画について ・とりまとめに向けた討議 ・報告書構成案について
2019 年 6 月 1 日	聞取り調査	御茶ノ水トライエッジカンファレンス	・行政ニーズに関する聞取り調査（文科省・菱山氏） ・行政への適用に際して検討すべき課題に関する聞取り調査（福田氏・大阪大学）
2019 年 8 月 1 日	第 2 回公開研究会（第 188 回談話サロン）	御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター	テーマ｛公共政策における AI の活用可能性を探る｝
2019 年 9 月 15 日	推進委員会	御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター	・報告書・提言内容の検討

付録２．関連する先行研究の分析：定義の多様性の問題

文献調査等を通じて、ビッグデータ解析やAI関連技術、ニーズ側である行政が導入しつつある「根拠に基づく政策立案」（EBPM）、AIとの社会への導入に関する倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）等に関して、その現状について検討した。**付録2**では、本論での議論のために、あらかじめ整理しておくべき点をまとめる。第一は、中心となる用語の定義の問題であり、第二は、AIのELSIをめぐる動向である。

２．１　定義の多様性の問題

本調査研究に限らず、ビッグデータ解析やAI、EBPMなどを議論する際に、混乱を招く大きい要因が、これらの概念に関するイメージの多様性、もしくは用語の定義そのものの多義性、そのために生じる定義の困難さである。多義性は、単に議論が混乱しているとか、多様な解釈が存在するというだけでなく、技術の変化が速いことも原因である。また、メディア等がAI等をあたかも万能の技術、これまでの技術の限界を乗り越える革命的技術などと、極端に理想化して報道する姿勢が人々に与える影響に起因する面もあるだろう。企業のCMなどでもAIとの語を使うことがブームになっている面がある。AIを多用するCMは、AIを正確に反映したものではなく、イメージ戦略に過ぎない面がある。しかし、技術に精通していない一般の人々、あるいは技術の利用側の人々に歪んだイメージを植え付け、過剰な期待や逆に過少評価を招き、着実な議論を阻害する危険性もある。もちろん、すべての人々が完全に同じ理解をすることはできないとしても、一定の範囲の「相場観」の下で議論する環境を整えることが必要である。

そこで、以下ではまず、ビッグデータ解析やAI、EBPMなどに関する定義、その範囲等をできるだけ明確にし、開発側のみならず利用側の立場から議論する前提とする。

２．２　AIの定義

AIを理解する上では、AIに関する研究開発が、近年急速に進んだことを踏まえておく必要がある。AIに関する技術発展を大きな流れでとらえると[52]、1950年代から1960年代の第1次のAIブームでは、AIはまだ理念的段階で実用性からは遠かった。基礎的な概念や理論の研究が始まった段階であったが、その後の理論面の研究の進展は、コンピュータの能力の発展によって、次第に現実の技術へ成長し、その後のAI研究開発を支えた。1980年代の第2次AIブームでは、あらかじめ（人力により）辞書やルール等を構築することで、知的な処理を行うエキスパートシステム、文字認識、自然言語処理などが実用化した。初期的段階とはいえ、実用的なAIが登場したといえるだろう。AIが実用レベルで急速に発展したのは、2000年代以降の第3次AIブームである。インターネットの普及、性能の向上やコンピュータの顕著な能力の向上の結果、ビッグデータ処理、知識処理が現実的なものとなり、機械学習が進化したことから、社会のさまざまな領域でAIを応用する可能性が生まれた。音声認識、画像認識などの技術は、インターネットやスマートフォンを通じて、一般人の社会生活の中にも浸透している。

[52] 科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019年3月、pp.59-60. 〈https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html〉

現代に至って、AI は社会の中で幅広く活用される技術となったのである。そして今でも進化を続けている。

このような歴史的背景があるため、AI とは何かを定義することは難しく、世界レベルで共通に、研究者や社会に受け入れられた明確な定義はないと言っても過言ではない。とくに、AI 技術の応用が社会に浸透することで、「データ（根拠）に基づく問題解決」、「意思決定・合意形成支援」といった人間集団の本質的にオープンエンドな知的活動の支援も AI の適用の視野に入ってきた。しかし、オープンエンドであるがゆえに、機械システム等とは異なり、その姿を明確に規定することは困難であり、AI がどのような形で、どこまで発展、浸透していくのかを見通すことは困難である。ある意味では AI は動的なものであるため、そのことが AI を定義することを難しくしている。このことを理解した上で、AI の定義、AI によってイメージされる事柄の範囲などを見ていく必要がある。

(1) 人工知能学会の定義

人工知能学会は学会 HP に、一般向けに AI を説明する「What’s AI」[53]というページを設けている。その中の「人工知能の FAQ」[54]のコーナーがあり、そこに AI の説明を掲載している。AI の定義に関する部分を引用すると、以下のとおりである。

人工知能学会による AI の説明

Q. 人工知能とは何でしょうか？
A. <u>知的な機械，特に，知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術</u>です．人の知能を理解するためにコンピュータを使うことと関係がありますが，自然界の生物が行っている知的手段だけに研究対象を限定することはありません．
Q. では，知能とは何でしょうか？
A. <u>知能とは，実際の目標を達成する能力の計算的な部分</u>です．人間，動物，そして機械には，種類や水準がさまざまな知能があります．

注）下線は筆者補記
出典）人工知能学会「人工知能の FAQ」〈https://www.ai-akkai.or.jp/whatsai/AIfaq.html〉

AI とは「知的な機械，特に，知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」であり、人工知能の「知能」とは「実際の目標を達成する能力の計算的な部分」だと説明している。大胆に要約すれば、AI とは「実際の目標を達成するコンピュータプログラム」と理解してよさそうだが、これでは含まれうるものの範囲が広く、具体的なイメージをつかむことが困難である。

具体的にどのようなものが AI または AI に関する科学技術の範疇に入るのかという疑問に対しては、同じく人工知能学会の AI マップタスクフォースが「AI マップ β： AI 研究初学者と異分野研究者のための AI 研究の俯瞰図」[55]を公開している。これは、AI 研究の立場から研究分野のキーワードをさまざまな観点から整理したものであり、研究的要素が強いが、AI 研究に関心のある初学者や他分野の研究者向けにまとめられたものである。一般向けではないが、少なくとも、AI の利用に関心がある者にとっては、利用する価値があると思われる。

---

[53] 人工知能学会、「What’s AI」〈https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/〉
[54] 人工知能学会、「人工知能の FAQ」〈 https://www.ai-akkai.or.jp/whatsai/AIfaq.html〉
[55] 人工知能学会 AI マップタスクフォース「AI マップ β： AI 研究初学者と異分野研究者のための AI 研究の俯瞰図」2019 年 6 月．〈https://www.ai-gakkai.or.jp/pdf/aimap/AIMap_JP_20190606b.pdf〉

同俯瞰図は4枚の図に整理されているが、キーワードは、研究分野、研究テーマから応用領域にまでわたり、非常に多い。基盤的レベルでは、**推論や知識の表現**に関すること、**知識の獲得**に関すること、AIの基礎論というべき**AIの信頼性、AIの評価・検証、AIの倫理**といったテーマ、領域が並ぶ。手法のレベルでは、**機械学習、データマイニング、テキストマイニング**といった学習や知識獲得に関連する手法、**進化計算、遺伝的アルゴリズム**といった**ヒューリスティクス（発見的手法）、自然言語処理、深層学習、エージェント、画像認識、音声認識**などが掲げられている。手法は非常に多様であり、このこと自体がAIの多様性を示している。応用のレベルでは、**ロボティックス、ユーザインターフェイス、ナレッジマネジメント**といった、応用のための基礎的技術のほか、**法律AI、医療AI、経営AI、ゲームAI、教育支援AI、創作AI**などの適用分野別のAIも掲げられている。これらのほかにAI分野を支える基礎的学術分野として、**哲学、確率・統計、数理科学、データサイエンス、計算機科学、心理学、生物学**なども掲げられている。

このようにAIの意味するものは非常に多様である。

(2) JST-CRDSによる定義

科学技術振興機構研究開発戦略センターは、分野別に２年に１回程度の頻度で、「研究開発の俯瞰報告書」を発表している。「研究開発の俯瞰報告書」は国内外の科学技術イノベーションの動向、関連する政策動向を俯瞰的に整理し、今後の方向性を提示するものである。最新のシステム・情報科学技術分野の研究開発の俯瞰報告書[56]は 2019 年 3 月に発表された。

同俯瞰報告書の「俯瞰区分と研究開発領域」の「人工知能・ビッグデータ」の項では、人口知能技術を以下のように説明している。

JST-CRDS による AI の説明

人工知能（Artificial Intelligence：AI）技術は、人間の知的活動（認識、判断、計画、学習等）をコンピューターで実現するための技術群である。今日、AI 研究はさまざまな立場から取り組まれている。たとえば、人間の知能の本質・メカニズムをコンピューターで実現しようという立場（強い AI）や、人間の知能の働き・振る舞いに類する機能をコンピューターで実現しようとする立場（弱い AI）がある。また、人間の知能のさまざまな側面を広くカバーする汎用性の高いシステム（さまざまな状況で人間の知能のように動作するシステム）を目指す立場（汎用 AI）や、特定の機能や特定の状況下でのみ人間に近い（ときには精度で人間を上回る）振る舞いをするシステムを目指す立場（特化型 AI）がある。昨今、第 3 次 AI ブームと言われ、AI 技術がさまざまな実用的な応用に広がっているが、それらは現状、特化型 AI かつ弱い AI に相当する技術群である。

注）下線は筆者補記
出典）科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019 年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019 年 3 月、p.59. 〈https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html〉

AI を「人間の知的活動（認識、判断、計画、学習等）をコンピューターで実現するための技術群」として、強い AI と弱い AI の対比、汎用 AI と特化型 AI の対比を示している。ただし、このような説明も、一般的であり、具体的なイメージは湧きにくい。

[56] 科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019 年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019 年 3 月. 〈https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html〉

同俯瞰報告書は、関連する研究領域の俯瞰図を示している[57]。人工知能学会に比べると整理され、3 層、8 研究領域を提示している。処理コンポーネント層（人工知能学会の手法のレベルに相当）の**機械学習、画像・映像処理、自然言語処理**の 3 領域、ソリューション層（人工知能学会の応用のレベルに相当）の**AI ソフトウェア工学、意思決定・合意形成支援、データに基づく問題解決**の 3 領域、人間の理解、社会の受容に関する層（人工知能学会の AI の基礎論及び基礎的学術分野等に相当）の**計算脳科学（人間・社会の理解）、社会における AI（AI と社会の受容）**の 2 領域である（それぞれにはさらに下位領域もしくは研究テーマ等が例示されているがここでは省略する）。

整理の仕方は、人工知能学会と JST-CRDS とでは若干異なるが、AI が多様な技術領域、研究領域を内包するものであり、社会に適用する AI システムを構築するための手法や要素技術は多様であり、基礎的研究から実社会への適用まで含む幅広い範囲を含むものであると捉えている点は共通しているとみてよいだろう。

第 3 次 AI ブーム、または昨今の AI の社会への適用が進む段階では、AI の中でも社会と関連する AI とはどのようなものかについてイメージを共有する必要がある。この点についても、JST-CRDS の解説を以下に引用しておく。本報告書が念頭に置く「意思決定・合意形成支援」、「データに基づく問題解決」、「社会における AI」に関するイメージは、これに準ずることとする。

「社会と関連する AI」についての JST-CRDS による説明

「意思決定・合意形成支援」:情報爆発等による可能性の見落としやフェイクニュース等による悪意・扇動意図を持った思考誘導操作の問題を、AI を含む情報技術によって軽減し、個人・集団が主体性・納得感を持って意思決定できるように支援する。

「データに基づく問題解決」:AI・ビッグデータ解析が可能にする大規模複雑タスクの自動実行や膨大な選択肢の網羅的検証等による、問題解決手段の質的変化、産業構造・社会システム等の転換を生み出す研究開発領域である。

「社会における AI」:AI 技術が社会に実装されていったときに起こり得る、社会・人間への影響や倫理的・法的・社会的課題（Ethical, Legal and Social Issues：ELSI）を見通し、あるべき姿や解決策の要件・目標を検討し、それを実現するための制度設計および技術開発を行う研究開発領域である。

出典）科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019 年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019 年 3 月、p.62. <https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html>

(3) 国立国会図書館委託調査から

2017年度に国立国会図書館は科学技術に関する調査プロジェクトの委託調査で「人工知能・ロボットと労働・雇用をめぐる視点」を実施した[58]。委託調査の報告書ではAIを「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」と規定しながらも、「研究者によってその定義は異なり、また「知能」や「知性」が定義されていないことから、人工知能を

[57] 「図 2-1-2　人工知能・ビッグデータの俯瞰図（構造）」科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019 年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019 年 3 月, p.61. <https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html>

[58] 「人工知能・ロボットと労働・雇用をめぐる視点」（科学技術に関する調査プロジェクト 2017 報告書）2018 年 3 月、国立国会図書館.

定義することもまた困難であると言われている。」としている[59]。このような説明は、これまで紹介してきたAIの定義の現状を端的に示したものといえよう。

なお、同報告書も、AIに関する研究動向や応用分野、それらを支える方法論や原理について整理し、同時に、利用の観点からの整理も行なっている。整理の仕方は、これまでに紹介した２例とは異なるが、総体としてみると大きい差はないので、ここでは紹介しない。ただし、繰り返しになるが、当該報告書でも、AIの合意形成支援などへの展開、AI倫理、AIの信頼性、評価検証、個人情報保護などの重要性を指摘している点は明記しておく。

(4) 人間中心のAI社会原則から

本**付録 2** の「**２．６　AI の ELSI、および国際的規範の動向**」で紹介するが、官邸は**「人間中心の AI 社会原則」**（平成 31 年 3 月 29 日統合イノベーション戦略推進会議決定）を策定した。人間中心の AI 社会原則も、「「AI（Artificial Intelligence, 人工知能）」の定義については研究者によっても様々な考え方があり、現在のところ明確な定義はない。…（中略）…何を以て「AI」または「AI 技術」と判断するかに関して、一定のコンセンサスはあるものの、それをことさらに厳密に定義することには現時点では適切であるとは思われない。」[60]としている。

また、AI は単体で存在することはまれであり、さまざまな情報システムの一部として組み込まれることから、AI もしくは AI と同等の課題を含む技術を包含する「高度に複雑な情報システム一般」[61]を検討の対象とした。これまでに紹介した各種の定義では、AI 自体が知能や知的であることに着目しているが、そのような捉え方とは対照的に、利用者たる人間の側から見える、あるいは人間が使用する情報システムに着目している。我々が実施している本調査研究も AI の社会的応用の側面に着目するので、AI 単体ではなく、それを含む情報システム、場合によってはそれらを含む社会的な仕組みなどを広く対象として議論していく視点は重要である。

---

[59] 市瀬龍太郎「Ⅰ　知識処理・機械学習」「第１部 研究・技術動向」「人工知能・ロボットと労働・雇用をめぐる視点」（科学技術に関する調査プロジェクト 2017 報告書）2018 年 3 月、国立国会図書館、p.6, 脚注 1.

[60] 「人間中心の AI 社会原則」（平成 31 年 3 月 29 日統合イノベーション戦略推進会議決定）, p.1. 〈https://www8. cao.go.jp/cstp/aigensoku.pdf〉

[61] 前掲書　pp.1-2.

２．３　ビッグテータ（解析）の定義

ビッグデータ解析に関しても、簡単に見ておく。これについても JST-CRDS を参照する。その説明は以下の通りである。

JST-CRDS によるビッグデータの説明
ビッグデータ（Big Data）は、元来は膨大な量のデータそのものを指す言葉だが、その収集・蓄積・解析技術は、大規模性だけでなくヘテロ性・不確実性・時系列性・リアルタイム性等にも対応できる技術として発展している。また、センサー、IoT（Internet of Things）デバイスの高度化と普及によって、さまざまな場面で実世界ビッグデータが得られるようになり、その収集・解析技術は、実世界で起きる現象・活動の状況を精緻かつリアルタイムに把握・予測するための技術としても期待されている。今日、さまざまな社会課題が人間の手に負えないほどに大規模複雑化しており、実世界ビッグデータの収集・解析による状況の把握・予測は、そのような課題の解決に共通的に貢献し得る有効な手段になる。
出典）科学技術振興機構研究開発戦略センター「（研究開発の俯瞰報告書）システム・情報科学技術分野（2019 年）」（CRDS-FY2018-FR-02）、2019 年 3 月、p.59. <https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2018-FR-02.html>

換言すれば、ビッグデータ解析とは「ヘテロ性・不確実性・時系列性・リアルタイム性等の性質を有する大規模なデータの収集・蓄積・解析技術」ということができよう。

具体的な要素技術としては、Web からデータを収集する**クローリング（crawling）、スクレイピング（scraping）**、収集されたデータやテキストから意味のある情報を抽出し、さらには何らかの規則性を見出すことを目的とする**テキストマイニング、データマイニング**などがある。

現実のビッグデータ解析においては、収集されたデータには、さまざまなノイズが混入している。ボットの技術を使って人為的情報や偽情報を意図的に発信する例もあり、むしろ、ノイズの方が圧倒的な割合を占めるといっても過言ではない。そこで、実際には、解析に供することができるデータを抽出する、またはノイズを可能な限り除去する前処理が重要になる。さらに、Web データの中には意図的か否かは判別が困難であるとしても、偽情報、誤った情報なども混在している。こうした雑多な情報から、意味のある情報を区別することもビッグデータ解析の技術として重要である。

２．４　エビデンスの定義と多様性

根拠に基づく政策立案（EBPM）が重要になってきているが、EBPM について検討する前に、そもそもエビデンス（根拠または科学的根拠）とは何かを整理しておく必要がある。

ビッグデータとして収集されるようなデータは、行政データであっても、散発的で統制されておらず、そのままでは意思決定の根拠としては使えない。そこで、意思決定等に使用できるデータの質を階層的に整理することになる。エビデンスの（質の）レベル、階層性の分類、体系化については、さまざまなバリエーションがある。

医学分野では、**根拠に基づく医療（Evidence-Based Medicine: EBM）**の伝統が長く、根拠の質についてもほぼ共通の理解が形成されている。多くの場合、**ランダム化比較試験（Randomized controlled trials: RCT）**もしくは RCT に基づくメタアナリシスやシステマティックレビューをもっとも頑健な根拠として位置付けて、データ収集の統計学的統制の程度に

よって、根拠を階層化する[62]。この階層は、エビデンスのピラミッド、もしくはエビデンスのレベルのピラミッドとして表現されることが多い。具体的な階層の定義は多様である。多様な事例をもとに整理し直したものが、**図 2.1.1** である[63]。

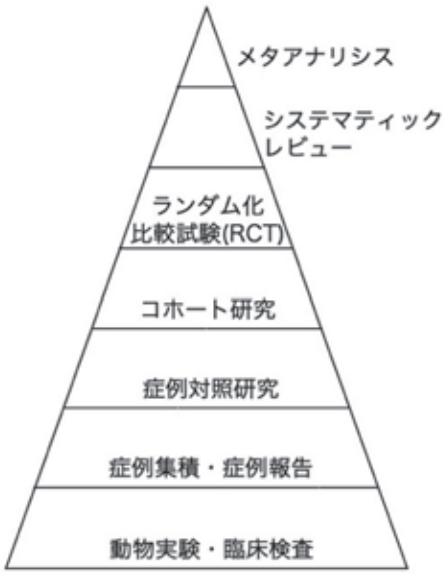


図 2.1.1　エビデンスのレベルのピラミッド

出典）EBM Levels of Evidence Pyramid, Georgetown University Medical Center（https://guides.dml.georgetown.edu/ebm/ebmclinicalquestions）に基づき筆者作成

EBM の理念は、教育政策や労働政策の分野に波及し、政策における根拠のあり方を問う**根拠に基づく政策立案（Evidence-based Policy Making: EBPM）**の概念を生み出す。EBPM の定義そのものについては、次項で議論するが、EBM における根拠の階層性の考え方は、RCT と RCT に基づくメタアナリシスやシステマティックレビューを最も望ましい根拠だという印象を与え、EBPM の初期には、RCT を重視する傾向があった。例えば、2000 年代前半に米国の教育省の科学的根拠を重視した政策の推進のために、Institute of Education Sciences（教育省のために政策の分析等を行う独立、非党派の組織）が主導した、多数の専門家が関与した共同事業では、RCT を重視した[64]。今日においても、EBPM を研究する者の中には、RCT 信仰ともいう

---

[62] 例えば、Guyatt GH, Sackett DL, Sinclair JC, Hayward R, Cook DJ, Cook RJ, "Users' guides to the medical literature. IX. A method for grading health care recommendations. Evidence-Based Medicine Working Group," The Journal of the American Medical Association (JAMA), 274 (22), 1995.12, pp.1800-1804.

[63] こうしたエビデンスの整理は、エビデンスが正確なものであるという前提に立っているが、近年は、再現性のない論文の増加という問題に直面しており（小林信一「ポスト真実（Post-Truth）時代の科学と政治：科学の危機、証拠に基づく政策立案、日本の動向」研究技術計画、33(1)、pp.39-59、2018.3）、エビデンスそのものの真実性を問うことも必要になってきている。ここで示されているエビデンスの階層性はある種の理想的状態の中で成立するものである。この問題は、教育問題や労働問題のような社会的現象に EBPM を適用する際には、より深刻である。前提となるデータの正確性（とくに政府統計の信頼性等）や意図的な撹乱など、回避すべき課題は少なくない。

[64] Coalition for Evidence-Based Policy, Identifying and Implementing Educational Practices Supported by Rigorous Evidence: A User Friendly Guide, 2003.12. <https://ies.ed.gov/ncee/pdf/evidence_based.pdf>

べき RCT を偏重する立場の者もあるが、RCT が適用できる条件（理論が要請する前提条件）を整えることには限界があることから、当初からそのような極端な考え方には批判も多かった。

近年は、根拠の捉え方は、より穏健で現実的なものになっている。例えば、米国の Commission on Evidence-Based Policymaking (CEP)[65]のために大統領府の Office of Management and Budget (OMB) が作成した資料は、以下のように、エビデンスをより広く捉えている。RCT は一つの要素として位置付けられているに過ぎない。

米国 OMB によるによるエビデンスの説明

根拠の要素
・基礎的な根拠
　　集計的指標
　　人口の記述、トレンド、相関
　　特定の措置の推定効果（政策固有でない一般的指標による）
・政策固有な根拠
　　パフォーマンス・メトリクス
　　実施評価
　　特定の政策的措置の推定効果（政策固有、準実験的）
　　措置の推定効果（政策固有、実験的・ランダム化比較試験(RCT)）
　　費用分析、便益費用分析、費用効果分析、規制インパクト分析

出典）Table 1. Relationship between Evidence Components and the Underlying Data Types, OMB, Using Administrative and Survey Data to Build Evidence, 2016.7, p.8. <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/omb/mgmt-gpra/using_administrative_and_survey_data_to_build_evidence_0.pdf> に基づき、筆者がエッセンスを抽出して作成。

２．５　根拠に基づく政策立案（EBPM）の定義

(1) 狭義の EBPM から広義の EBPM へ

EBPM の定義も多様である。Nutley ら（2007）は、EBPM ではなく、Evidence-based Policy and Practice という表現であるが、その定義を概観し、その多様性等を指摘している[66]。すなわち、EBPM の定義は多様であり、非常に狭く捉える立場から、幅広く捉える立場まで存在している。狭い定義に共通するのは、それが特定の形態の根拠をもたらすための特定の方法論を奨励するものであり、ある種の運動になっているということである。例えば、健康政策、社会政策の介入の効果を評価するために、頑健な（実験的な）調査研究のシステマティックレビュー、メタアナリシスを重視する傾向がある。要するに初期の EBM における RCT 重視の信念を反映したものである。このような狭い定義（が前提とする条件）に対しては、必ずしも分析手法が前提とする条件を満たすデータが存在するとは限らず、または測定可能なわけではない。データの収集と分析に時間がかかるためにタイミングを逸する可能性が高いため、収集しやすい少数の単純な数値だけで判断することに関心が集中し、結果的には、本来の趣旨を逸脱し、問

[65] オバマ政権末期の 2016 年に超党派で設置された委員会。政府が保有する行政記録情報のオープンデータ化とプライバシー保護に関する方針を検討した。詳しくは津田広和・岡崎康平（2018）参照。津田広和・岡崎康平、「米国における Evidence-based Policymaking (EBPM) の動向」RIETI Policy Discussion Paper Series 18-P-016, 2018.11. <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/pdp/18p016.pdf>

[66] Sandra M. Nutley, Isabel Walter, and Huw T.O. Davies, Using evidence: How research can inform public services, Bristol University Press, Policy Press, 2007, pp.12-13.

題の本質に関する議論を軽視もしくは無視することになりかねない、とった批判は少なくない。

一方、より広い定義では、EBPMは、研究から得られる最善の根拠を政策の開発や実施に適用することで、人々がよりよい情報に基づいて政策、プログラム、プロジェクトについて意思決定することを支援するアプローチであると考える。そこでは根拠（エビデンス）の範囲は広い。**「何が有効か(What works)」**を見いだすことを重視する評価研究のみならず、多様なリサーチ・クエッションに対する研究が含まれる。特定の政策手段の有効性を評価する以前の問題として、例えば、「問題の本質は何か」、「問題が起きているのはなぜか」、「如何に対処すべきか」など、といったことを研究して、その成果を提供することも根拠となると考える。経常的なモニタリング・データ、専門家による知識の提供、ステークホルダーからの助言なども根拠に含む。このような幅広い根拠が望ましいものであるか、よい根拠であるかどうかの基準は、目的にいかに適合するかで決まる。

現代におけるEBPMは、広く定義される傾向にある。教育政策の分野では、OECDのCenter for Educational Research and Innovation（CERI）が2007年の報告書で、EBPMを**「意思決定と政策オプションの選択においてその時点で最良の根拠を誠実で明示的に使用すること」**[67]と定義している。また、同報告書でも“evidence-informed policy”という表現が多用されており、狭義のEBPMが絶対であるという態度は後退しているとみられる。前述の米国の教育政策でRCTが重視されていたのとは対照的である。なお、狭義のEBPMと区別するために、EIPM（Evidence-informed Policymaking）という表現を用いることも珍しくない。

(2) 日本の行政におけるEBPMへの取り組み

現在の日本の行政府におけるEBPMは、官邸の官民データ活用推進基本計画実行委員会の下に設置された**EBPM推進委員会**が中心となって進められている。EBPM推進の趣旨は、「統計等データを用いた事実・課題の把握、政策効果の予測・測定・評価による政策の改善」、「その基盤である統計等データの整備・改善」、これらによる「国民により信頼される行政の実現」とされた（「EBPM推進委員会の開催について」2017年7月31日官民データ活用推進基本計画実行委員会会長決定）。

つまり、EBPMの推進には、**①EBPMを通じたデータの活用による政策の改善（EBPMの本来の目的）、②EBPMのためのデータ基盤の整備、③行政への信頼の確保（EBPMの効果）**の3つのねらいがある。このことから、EBPMとは、**「統計等データを用いた事実・課題の把握、政策効果の予測・測定・評価による政策の改善」**であると理解できる。これが実質的に日本における公式なEBPMの定義ということになる。これも特定の手法に限定しない幅広い定義となっている。

2018年度から各府省にEBPM推進のための機構を新設するとともに、担当審議官（政策立案総括審議官と呼ばれる。ただし、文科省ではサイバーセキュリティ・政策立案総括審議官と呼ばれる）または、政策立案参事官などを置くことになった。なお、文科省の担当審議官の英文名称は「Assistant Minister for Cybersecurity, IT Management and Evidenced-based Policymaking」であり、EBPM担当であることがわかる。

---

[67] 原文は、EBPM is defined as “the conscientious and explicit use of current best evidence in making decisions and choosing between policy options”である。OECD-CERI, Evidence in Education: Linking Research and Policy, 2007, p.16.

２．６　AI の ELSI、および国際的規範の動向

AI が社会の中で活用される以上、AI がどのようなものであれ、社会に影響を与え、また社会からの要請や制約の中で発展していく。とくに、AI は社会のあり方を大きく変える可能性を秘めていることから、その影響について、あらかじめ検討して、AI と社会の相互関係について望ましいあり方を社会全体が共有することが望まれる。このことを扱う分野が AI の倫理、AI の ELSI などと呼ばれる分野である。これらを含む AI と社会との関係に関する研究も AI の研究開発を支える一分野であると考えてよい。AI の ELSI は新しい分野であり、本格的な研究はこれからである。ここでは、AI の ELSI の議論の初期の経過を整理しておく。

(1) 人工知能学会の取り組み

日本では、人工知能学会が 2014 年に倫理委員会を発足させ、検討を続け、2017 年 2 月 28 日に**「人工知能学会倫理指針」**[68]を定めている。この倫理指針は、学会員が遵守すべき倫理指針をまとめたものであるが、その最後に、人工知能にも倫理の遵守を求めるという、特異な条文を置いている[69]。具体的な内容を規定するものではないが、AI が遵守すべき倫理の出発点となっている。

(2) 政府レベルの取組み：人間中心の AI 社会原則

政府レベル（総務省、文部科学省、経済産業省の３省合同）では 2016 年 4 月に「人工知能技術戦略会議」を、内閣府特命担当大臣（科学技術政策）は 2016 年 5 月に「人工知能と人間社会に関する懇談会」を設置した。同懇談会は、2017 年 3 月に報告書[70]を取りまとめた。報告書は、AI の ELSI に注目し、倫理的観点、法的観点、社会的観点その他の観点から、具体的な事例を想定しながら、今後取り組むべき課題や方向性を示した。

「人工知能技術戦略会議」は 2018 年 5 月に「AI をより良い形で社会実装し共有するための基本原則となる「人間中心の AI 社会原則」（Principles of Humancentric AI society、以下「原則」という。）を策定した。同原則を G7 及び OECD 等の国際的な議論に供するため、AI 技術並びに AI の中長期的な研究開発及び利活用等に当たって考慮すべき倫理等に関する基本原則について、産学民官のマルチステークホルダーによる幅広い視野からの調査・検討を行うことを目的」[71]に「人間中心の AI 社会原則検討会議」を設置し、検討の上**「人間中心の AI 社会原則（2018 年 12 月 27 日案）」**を策定した。

一方、官邸に設置されている統合イノベーション戦略推進会議は、2018 年 9 月に AI 戦略実行会議を設置した。同行会議は 2019 年 2 月に「人間中心の AI 社会原則会議」を設置し、「人間中心の AI 社会原則検討会議」の議論を引き継いで、「人間中心の AI 社会原則」を策定することとした。その結果策定されたのが、**「人間中心の AI 社会原則」**（平成 31 年 3 月 29 日統

---

[68] 人工知能学会「人工知能学会倫理指針」2017.02. <https://ai-elsi.org/wp-content/uploads/2017/02/人工知能学会倫理指針.pdf>

[69] 「9 （人工知能への倫理遵守の要請）人工知能が社会の構成員またはそれに準じるものとなるためには、上に定めた人工知能学会員と同等に倫理指針を遵守できなければならない。」人工知能学会「人工知能学会倫理指針」2017.02.

[70] 人工知能と人間社会に関する懇談会「報告書」2017 年 3 月. <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety_jp.pdf>

[71] 「人間中心の AI 社会原則検討会議運営要綱」（平成#0 年 4 月 25 日(制定)、 内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）、総務省情報流通行政局、文部科学省研究振興局、厚生労働省大臣官房、経済産業省商務情報政策局、国土交通省大臣官房）

合イノベーション戦略推進会議決定）[72]である。**「人間中心の AI 社会原則」**の中核部分は、**「AI 社会原則」**と**「AI 開発利用原則」**からなる。

「AI 社会原則」には、(1)人間中心の原則、(2)教育・リテラシーの原則、(3)プライバシー確保の原則、(4)セキュリティ確保の原則、(5)公正競争確保の原則、(6)公平性、説明責任及び透明性の原則、(7)イノベーションの原則が掲げられた。これらは、AI に要請される要件であると同時に、研究者・研究機関、政府、社会に対する要請でもある。ただし、「AI を効率的かつ安心して社会実装するため、AI に係る品質や信頼性の確認に係る手法、AI で活用されるデータの効率的な収集・整備手法、AI の開発・テスト・運用の方法論等の AI 工学を確立するとともに、**倫理的側面、経済的側面など幅広い学問の確立及び発展**が推進されなければならない。」としており、AI の倫理、AI の ELSI はその緒に就いたばかりである。なお、**「AI 開発利用原則」**については、開発者や事業者において定めることを期待しており、本文書で具体的な内容は示されていない。

(3) 政府レベルの取組み：AI ネットワーク社会推進会議

AI は単独、もしくは特定の装置の中に実装されるだけでなく、インターネットの発達した社会では、AI がインターネットを介して相互につながる AI ネットワークとして実装されていくことになる。この観点から、AI 単独の倫理、ELSI のみならず、AI ネットワークの倫理、ELSI に関する議論も必要になる。総務省情報通信政策研究所の「AI ネットワーク化社会推進会議」は 2016 年 10 月から、この観点から、AI ネットワーク化のガバナンス、AI ネットワーク化の社会・経済的インパクト、リスクの評価等に関して議論を継続している[73]。

「報告書 2017」[74]では、**AI 開発ガイドライン案**の中に**AI 開発原則**を示した。開発原則は、AI の開発者が留意することが期待される事項を、①連携、②透明性、③制御可能性、④安全、⑤セキュリティ、⑥プライバシー、⑦倫理、⑧利用者支援、⑨アカウンタビリティの９項目に整理したものである。

これに対して、**「報告書 2018」**[75]は AI の利用者やデータ提供者が留意することが期待される事項を**AI 利活用原則案**として検討した。本来、AI 利活用原則は、AI に関するサービスプロバイダや AI 利用者・消費者、データ提供者等が自らの責任において自発的に検討し、定めるべきものであるが、その際の参照枠組みとして**AI 利活用原則案**を提示したのである。ここで提案されている原則は、①適正利用、②適正学習、③連携、④安全、⑤セキュリティ、⑥プライバシー、⑦尊厳・自律、⑧公平性、⑨透明性、⑩アカウンタビリティの 10 原則である。

「報告書 2019」[76]は「報告書 2018」の AI 利活用原則案が現場で活用されるために、AI 利活用原則で述べられている原則の解説、どのようなステークホルダーが、どのようなタイミング

---

[72] 「人間中心の AI 社会原則」（平成 31 年 3 月 29 日統合イノベーション戦略推進会議決定）〈https://www8.cao.go.jp/cstp/aigensoku.pdf〉

[73] 総務省は、2016 年 2 月から「ICT インテリジェント化影響評価検討会議」の名称で検討を開始し、第 2 回会合から「AI ネットワーク化検討会議」に名称を変更し、同年 4 月に中間報告書を、6 月には「報告書 2016」（AI ネットワーク化の影響とリスクー智連社会（WINS(ウインズ)）の実現に向けた課題ー）発表した。この検討会議は、AI ネットワーク社会推進会議の前身に相当する。

[74] AIネットワーク社会推進会議、「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ー」2017.7.

[75] AI ネットワーク社会推進会議、「報告書 2018－AI の利活用の促進及び AI ネットワーク化の健全な進展に向けてー」2018.7.

[76] 「AI ネットワーク社会推進会議報告書 2019」は本文のほか、別紙、付属資料等からなる。以下のページから入手可能。情報通信政策研究所、「AI ネットワーク社会推進会議　報告書 2019 の公表」2019.8. 〈http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000081.html〉

で、どのように利用するのか等を解説する**AI 利活用ガイドライン**としてまとめられたものである。

(4) 国際的展開

海外でも AI の開発、利用の規範（ELSI）に関する議論は、日本とほぼ同時期、2016 年頃から始まっている。例えば、2016 年 10 月に米国大統領府の National Science and Technology Council (NSTC)は**「Preparing for the Future of Artificial Intelligence」**[77]を発表した。同じく米国の IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）は 2016 年 12 月に**「Ethically Aligned Design」**の第１版[78]を公表し、議論を開始した。

日本政府は、G7 や OECD などを通じて、AI の ELSI に関しては積極的に発信してきた。2016 年 4 月の G7 香川・高松情報通信大臣会合では、日本は、前述の AI ネットワーク社会推進会議の前身の AI ネットワーク化検討会議が検討していた**AI 開発原則**を紹介し、国際的な議論を進めることを提案している[79]。また、総務省は OECD と共催で、2017 年 10 月に「AI に関する国際カンファレンス」（AI: Intelligent Machines, Smart Policies）を開催した。OECD は 2018 年 9 月に「AI 専門家会合」（AI expert Group）を設置したが、その議論においても日本から多数のインプットをした。その後 2019 年 5 月には OECD 理事会勧告**「AI に関する勧告」（Recommendation on Artificial Intelligence）**を決定している。さらに、日本が議長国を努めた G20 茨城つくば貿易・デジタル経済大臣会合（2019 年 6 月）では、OECD の「AI に関する勧告」を基に**「G20 AI 原則」（G20 AI Principles）**が取りまとめられ、閣僚声明の付属書として公表された[80]。

最近は、産業界や個別企業が AI の開発、応用を進めるにあたって、倫理観を重視したり、自ら倫理的原則を宣言したりするなどの動きも見られるようになってきた。本報告書ではこの点には深入りしない。

AI の ELSI はまだ緒に就いたばかりであり、AI の ELSI の具体的な検討は今後の課題である。とくに、適用領域固有の問題を取り上げないと具体的な議論には繋がらない。公共政策分野の場合には、行政法との関係、行政情報と個人情報保護の関係など議論すべき論点が多い。これらについては、本文中で述べる。

（付録２担当：小林信一）

---

[77] NSTC, Preparing for the Future of Artificial Intelligence, 2016.10. <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf>

[78] IEEE, Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Wellbeing with Artificial Intelligence and Autonomous Systems, version 1: For Public Discussion, 2016.12. <https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v1.pdf>

[79] AIネットワーク社会推進会議、「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－」2017.7, p.1.

[80] 「G20 貿易・デジタル経済閣僚声明（英文）」<http://www.soumu.go.jp/main_content/000625715.pdf>; 「G20 貿易・デジタル経済閣僚声明（仮訳）」<http://www.soumu.go.jp/main_content/000625755.pdf>

付録３．試行的実験とレッスン（入門編）
公共政策におけるビッグデータ、AI の適用に関する試行とノウハウ

背景

現実問題として、AI の利用にはどのような問題があるのか。AI を使った結果はニュースになるが、そのプロセスの具体的状況が紹介されることはほとんどない。そこで、自分たちで AI を使ってみて、その経験を整理、紹介する。とくに、最近では無料の Web サービスが提供されており、比較的簡単に分析ができるようになってきている。多くの行政関係者や AI 等による政策立案や分析等に問題意識を持つ人々が、そうしたツールを使うことを通じて、AI の利用について実際に経験してもらうことには意味があると思われる。以下では、比較的簡単に利用できる Web サービスを中心に紹介する。

３．１．使えるツールにはどのようなものがあるか

インターネット上では、雑多な AI システム、AI 構築ツールが存在している一方で、AI としては初歩的なもの、AI と言えるか否か微妙なものまで多数のシステムが公開されている。また、特定用途のシステムも公開されており、利用することができる。４種類に大別することができる。

Type-A）高価な AI 開発システム

開発は容易ではなく、開発は専門家に委ねることになる可能性が大きい。

Type-B）開発ツールは無償公開されているものが少なくない

①Ｒ（R 言語）：統計分析用のオープンソースのプログラミング言語であるが、ビッグデータ解析にも用いられる。

スクリプトを書くことに慣れてない人にとっては敷居が高い。

Ｒにおけるテキストマイニングは敷居が高い分，柔軟性にメリットがある。

Ｒ内の分析手法に関しては，ライブラリという単位で別れており，それぞれのライブラリごとに説明書とサンプルデータが用意されているため，スクリプトはコピー＆ペーストから始められる。

例えば，ツイッター上のデータ収集から解析までをＲで行うとき，よく用いられるライブラリが「twitteR」と「rtweet」の二つである（付録４の分析例 4.2 で紹介する）。

②Python：オープンソースのプログラム言語であるが、機械学習等に使われることが多い。必要なライブラリが提供されているのでそれを使うことで機械学習等が可能。なお、Google が Colaboratory という Web ベース（クラウドベース）の機械学習サービスもある。慣れている人であれば、ガイドに従って利用可能。

無償の開発ツール利用のメリット、デメリットには以下のような点がある。

良い面　必要なソフトは無料で利用できる、柔軟性がある

悪い面　ユーザの負荷

スクリプトを自分で書く必要があるため、開発できる人材は少ない

前処理の負荷が大きい

Type-C)無料公開されている特定用途の AI システム

本文で紹介したような特定の機能を持ったシステムが Web ベースで提供されている。スクリプトなどは不要で、完成したシステムを直接利用する。以下のような例がある（「3.2.3 人間の意思決定を支援する AI 技術の開発事例」を参照）。

① WISDOM X <https://www.wisdom-nict.jp/#top>

Web 上の情報を用いて、質問に回答するシステム。

② D-Agree <https://d-agree.com/>

討論促進のためのシステム。類似のものは、米国にもある。

研究段階のものであり、必ずしも完成度が高くないが、AI 技術により、どのようなことを実現しようとしているかを体験できる。行政官が使ってみることには意味があるかもしれないが、意味のある情報を獲得できるという実感は得にくいと思われる。

Type-D)テキストマイニングのための無料の Web サービス

ツイッター等の分析や、テキストマイニング・ツールで無償提供されているものが少なくない。スクリプトは不要で、操作性はよい。ただし、一定以上の分析をする場合には有料サービスを用いることになる。

①SNS の単純な分析結果を無料提供しているサービス　具体例は後述

②テキストマイニング・ツール　具体例は後述

Web ベースの解析サービス（とくにテキストマイニング系）の利点

かなりのことができる。ただし、複雑な分析（AI に近い自動分析など）はできない。行政等でも利用可能であり、利用の閾は低い。行政官等が試しに使ってみるのには適している。

３．２．元データをどこから収集するか

例えば、テキストマイニングなど、ビッグデータ解析をする場合、分析の対象となるデータをどのように集めるのかも重要なポイントである。典型的には、統制されたデータか統制されていないデータかの二種類に大別される。

・統制されたデータ

政策文書、議事録、ニュースリリース、新聞記事等

統制されているので焦点が絞れる

ノイズ、フェイクが少ない

※活用する意義は大きいので、オープンデータとして利用する可能性に配慮して、今後は、処理しやすいデータ公表形式への転換が望まれる

・統制されていないデータ

典型的には Web から収集されたデータが該当し、例えば以下のようなものがある。

①Web スクレイピング（クローラー）によるデータ収集

Web スクレイピング（クローラー）のための無償 Web サービスも存在する（後述）

適切な条件設定をしないとデータ量が大きくなりすぎて危険

※データ量等に留意した利用方法（クラウド仮想マシン利用等）を設計する
Amazon Web Services(AWS)、Microsoft Azure(Azure)、
Google Cloud Platform(GCP)など

②SNS による社会動向の把握

ノイズ、フェイク多い

とくにボットを利用したフェイク情報や人工的な情報の増大に注意が必要

利用できる時間範囲に限界（付録４参照）

SNS の頻度情報などを提供する既存の情報収集サイト（無料 Web サイト）もあるが、単純なデータしか得られず、特別なイベントやニュースの追跡などには使えても、一般的な話題の追跡等は困難

Twitter Developer について
Twitter 社は Twitter Developer（https://developer.twitter.com/）というサービスを提供している。Twitter API と呼ばれるアプリの一種を提供しており、利用することができる。API を使うことで、Twitter へ投稿の自動化などができるようになるだけでなく、各種の分析も可能になる。つまり、何らかのテーマに関して Twitter の動向などを分析するようなことも可能になる。例えば、特定ユーザーのツイートの一覧やフォロー関係にあるツイートの一覧を取得したり、世界中のツイートからランダムにデータを取得したり、特定地域のツイートなどを取得できる。一定のデータセットが得られれば、ツイートの中に隠れている変化の兆しを発見したり、特定の話題に関する意見の変遷を分析することなどを通じて社会動向の分析が可能になる。 比較的最近までは、登録制や制限はほとんどなかったが、最近は、これを利用するためには、登録が必要になり、各種の制限も行われるようになった。とくに、短期的に活発に議論されるような社会的イベントが発生した場合に、それを分析するような場合は有力なツールになると思われる。社会全体の中で、関心が小さいテーマに関しては、対象とする話題に言及するツイートの割合が極めて小さいため、大量データが必要になり、分析は容易ではなくなる。そのようなシステムの特性を理解した上で利用することが必要である。 なお、直接 Twitter API を操作するのではなく、前述のように、Ｒのような分析言語のライブラリを通じて利用する方法もある。

３．３．前処理：とくにゴミの処理の問題

テキストデータの中のゴミ（不要な語）の排除が必要。

ゴミリストの作成　データ、目的、利用者などにより、異なる

試行錯誤で生成するしかない

市販・既成の“ゴミリスト”も有用だが、必ずしも適当でない面もある

専門用語、ジャーゴン、熟語、固有名詞については、辞書を作る必要がある（内容は、対象分野に依存する）。

＋フェイク対策が必要だが、フェイク情報を完全に識別することはほぼ不可能。

↓

分析できる・利用できるデータを作成することが必要。

※Web テキストマイニングサービスの中には、ある程度のデータの整形が施されていれば、細かい前処理をしないでも一定程度の分析ができるものもある

３．４．ビッグデータ分析

問題によって分析手法等は異なるので、現段階では、目的に合わせて、既存ツールを活用しつつ、自分でプログラミング等が必要。

汎用的なテキストマイニング・ツールも公開されている。簡単なレベルの分析例（自分で開発する場合を含む）としては以下のような機能のツールがある。

個々の語彙のレベルの分析　頻度　トレンドの分析
語彙のグループ（”意味”のグループ）のレベルでの分析
　　トレンド、特異点、変化をどう発見するか
統計分析　重回帰分析（構造方程式）のレベル
共起ネットワークとその変化
簡単なレベルの分析は、どのような目的に適するかはあらかじめ決められない
　→人間の事後的判断が必要になる

なお、トレンドや見逃されていた事象を各種ツールで発見することは難しい。汎用的なツールはほぼ不可能であると思われる。目的別に、計算方法等を工夫して、開発してみるしかないと思われる。

３．５．既存のサービス（無料のもの）について

無料の Web サービス（テキストマイニングレベルのものが多い）が多数提供されるようになってきた。

以下のような共通する傾向がみられる。

サービス提供の安定性はない可能性が高い（なくなるサービスもありそう）
あまり知識のない人でも使えるツールが多い
　→行政の現場で、探索的に（試行錯誤で）利用してみることに意味がある
　　担当者の AI 等情報技術に対するイメージを体得してもらうには適当
有料版もある　多くはサブスクリプション型
　　目的やデータ量等によっては有料版の方がよい

以下に無料 Web サービスの例を示す。

無料 Web サービスの例

①SNS のトレンドワードなどを提供するサービス（日本語向け）
特定のイベントが発生したときの分析に向いている
関心対象と関係のないトレンドワードがほとんど

①-1 Twittrend（ついっトレンド）
https://twittrend.jp
日本国内各地、世界各国の Twitter のトレンドワードのランキング
シーグ株式会社（CEEG Inc.）
タイムスパン　現在、1 時間前、3 時間前、6 時間前、12 時間前、24 時間前、2 日前、3 日前

【つづく】

①-2 ついっぷるトレンド
https://tr.twipple.jp
https://tr.twipple.jp/hotword/
Twitter で盛り上がっている話題を抽出。HOT ワード・画像・ツイート・まとめ・ニュース・有名人など
旬の話題をランキング形式で提示。
Twitter 上でトレンドになっている HOT ワードを紹介
2017 年 7 月 5 日から、５分ごとのデータあり

①-3 InstantTrends
https://trends.aiqlab.com
インスタグラムで人気のハッシュタグのランキング
カテゴリ別や過去のランキングもあり

②テキストマイニングツール（日本語向け）

②-1 KH Coder
https://khcoder.net/
テクストマイニングを利用した研究用の無料ソフト
樋口耕一（立命館大学准教授）による開発
前処理が必要であるが、一部の前処理は自動化されている
利用のためにはある程度の知識必要
精緻な分析、研究向け

②-2 テキストマイニングツール
https://textmining1.userlocal.jp/
株式会社ユーザーローカル
Web に文章を入力すると、テキストマイニング（共起ネットワーク、ワードクラウド、2 次元マップ、階層的クラスタリング）をしてくれる。２文書比較機能もあり→変化の追跡が可能
１０万字以内　ユーザ登録（無料）で拡張 20 万字
自動要約もある（使い物になる段階ではないかも）
分析結果の利用可能
Q.テレビ番組や新聞・雑誌等の記事内で、分析した結果を掲載することはできますか？
A.まず、(1)掲載概要を問い合わせフォームから通知していただき、(2)掲載時のクレジット表記をしていただければ、メディア記事や番組中にてデータをご利用いただけます。利用料金はかかりません。
Q.テキストマイニング結果を、論文や学会発表、レポートに掲載していいですか？
A.はい。テキストマイニング結果は、許諾なく論文などで無料で使用いただけます。これまでも多くの学生・研究者の方にご利用いただいております。
ご利用時は、論文中、脚注や参考文献等に、弊社ツール名と URL を記載してください。
詳細な前処理は不要（ある程度の整形はするほうがよい）
各種有料サービスあり　首相官邸も契約しているらしい

②-3 ワードクラウド
wordcloudjp.com
ワードクラウド作る機能に徹した無料 Web サイト

③Web スクレイピング・クローリング

無料 Web サイトが各種ある（海外のサイトがほとんど）。

３．６．テキストマイニングツール（無料 Web サービス例②-2）による分析例：科学技術基本計画の変遷の分析

ユーザーローカル社の**「テキストマイニングツール」**は、無償であり、分析結果の利用も可能であるので、使いやすい。またユーザインターフェイスも直感的に理解しやすくできており、使い勝手がよい。可能な分析の種類は限られているが、使い方を工夫すれば、それなりの分析は可能である。また、前処理をほとんど必要としない点もメリットである。無意味語などの除外などの前処理も可能であり、出現語の品詞の選択も可能である。

以下では、第 1 期から第 5 期までの科学技術基本計画の本文を対象に、テキストマイニングを実施する方法と結果を例示する。

①データの作成

第 1 期の科学技術基本計画から第 5 期までの科学技術基本計画の本文を対象とする。分析用のテキストは Web で公開されているものを使う。以下のような前処理を行なった。

1）無駄な空白、文の途中での改行の削除

「テキストマイニングツール」は前処理があまりいらないツールであるが、もとのファイルに無駄な空白、文の途中での改行などがあると単語の途中で分割されてしまうので、テキストエディタで無駄な空白、文の途中での改行を削除した。

2）表記揺れの是正

例えば、ポスドクとポストドクターを同一の表現に統一した。

カスタム辞書の指定により行う。

3）専門用語、熟語の指定

例えば、科学、技術、イノベーション、科学技術、科学技術イノベーションなどの表現は別々の概念として扱うように、それぞれを意味のある単語としてカスタム辞書で指定する。以下の分析では、以下の語を独立の語として扱うように指定した。

科学技術、
イノベーション、オープンイノベーション、
イノベーション政策、科学技術イノベーション、
研究開発、研究開発費、研究費、研究資金、
間接経費、資金配分、資金配分機関
競争的資金、運営費交付金、
独立行政法人、研究開発法人、国立大学、公的研究機関、
客観的根拠、科学的根拠、科学的助言、政策形成、
研究不正、研究倫理、研究支援、
知的財産、若手研究者、産学官連携、論文数

なお、「テキストマイニングツール」固有の辞書にはかなりの程度、専門用語が登録されているとみられるので、最初は指定せずに分析してみて、単語の扱い方をみて、試行錯誤しながら区別するようにすれば十分である。

4) 無意味語の分析からの排除

その、この、また、資する、著しい、生じる、望ましい、必要、といった、分析結果をみたときに意味を持たないような語を除外するように指定する。これも試行錯誤しながら、カスタム辞書の指定により行う。

②分析

「テキストマイニングツール」では、以下のような分析（一部のみ紹介）が無償で提供されている。

・ワードクラウド

頻度が多い単語・用語を選び出し、頻度に応じた大きさで図示する。品詞別に示すことができる。特定の品詞に限定することもできる。

・単語出現頻度

品詞別に単語・用語の出現頻度の一覧を作成できる。

・共起キーワード

一つの文の中に一緒に出現する単語・用語の組合せの中から、共に出現する頻度が大きいものを抽出する。これは単語・用語の共出現（共起）の頻度を行列で示したものとなり、単語・用語の相互間のネットワーク（共起ネットワーク）として表現されることになる。このマトリクスの中で、共起の多い方から一定の頻度の単語・用語を抜き出し、共起の頻度の多いものを線でつないで図示する。線で結ばれた単語・用語の島ができ、それらが相互に関連性の強いクラスターを形成することを示す。

・２文書間の比較

２文書の間の比較、例えば一方の文書に頻出する単語・用語の抽出などができる。また、上記のような個別の分析も可能であるので、同一の性格を有する文書を時系列で分析することで、変化を分析することができる。

以下に注目語の変化、ワードクラウドによる変化、共起ネットワークの変化の 3 種の分析例を紹介する。なお、簡潔に特徴をみるために、名詞のみを分析の対象とした。

分析例３．１．科学技術基本計画における注目語の変化

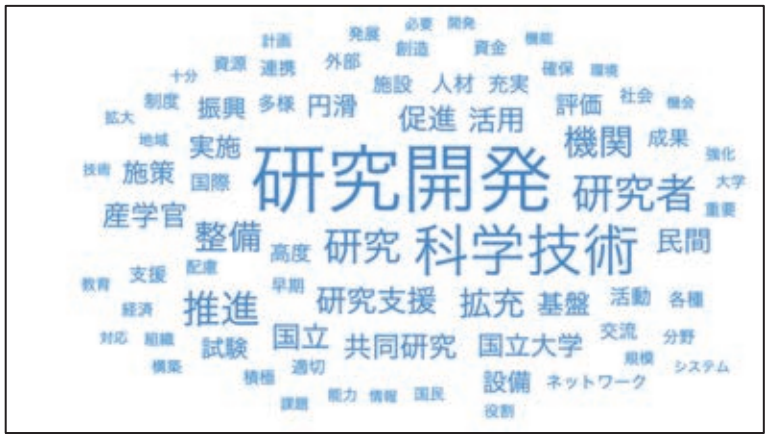
新しい科学技術基本計画になって頻出するようになった単語・用語、新規に出現するようになった単語・用語を抽出して時系列での関心の変化をみる。

	第 2 期	第 3 期	第 4 期	第 5 期
第 1 期	科学技術，社会，必要，技術，成果，環境，分野，課題，発展，産業，対応，システム，向上，実現，教育，公的研究機関，改革			
第 2 期		大学，制度，強化，国民，政策，競争，地域，支援，期待，適切，イノベーション		
第 3 期			推進	
第 4 期				技術，社会，強化，人材，重要，活用，創出，イノベーション，連携，構築，科学技術イノベーション，基盤，多様，地域，改革，企業，分野，環境，ベンチャー企業，実装

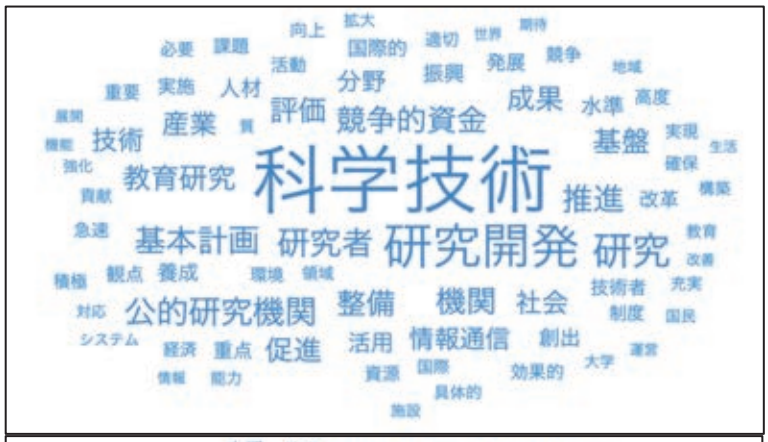
第 t-1 期から第 t 期科学技術基本計画へ移行する際に頻出するようになった語。赤字は第 t 期に新出の語。
第 3 期と第 4 期の間で注目語に違いはほとんどない一方で、第 1 期から第 2 期、第 4 期から第 5 期の間では注目している内容に大きい変化があることが推測される。

分析例３．２．科学技術基本計画各期の特徴をワードクラウドで見る

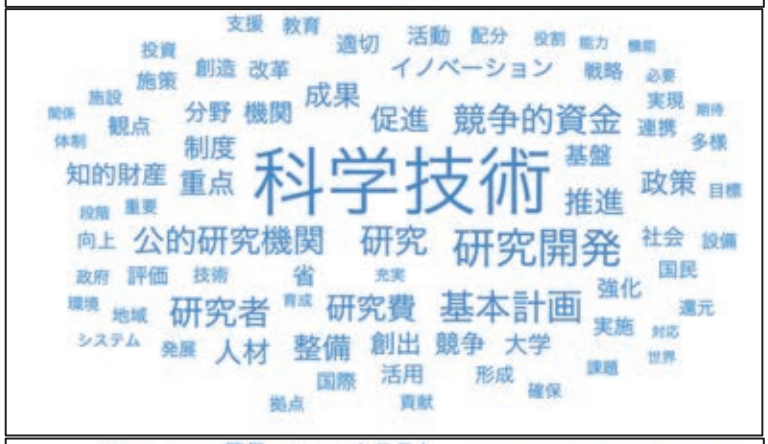
名詞のみ抽出。ワードクラウドは出現回数を文字の大きさで示し、頻度の多いものが中心に配置されるが、相対的な位置関係には意味はない。



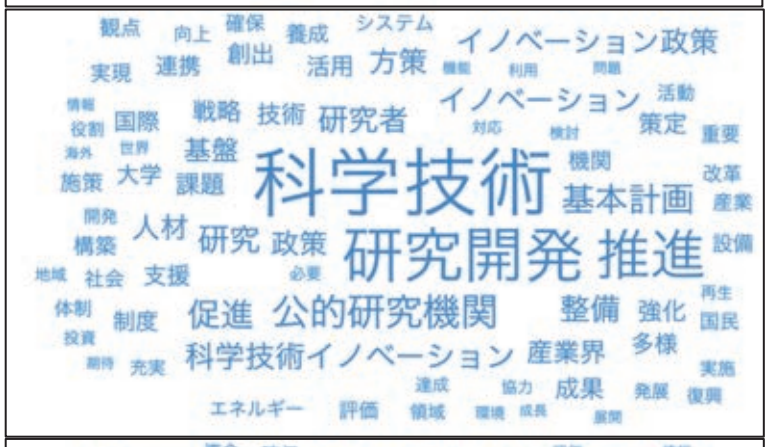
第 1 期科学技術基本計画
・顕著な特徴がない。



第２期科学技術基本計画
・「競争的資金」の出現



第３期科学技術基本計画
・人材問題、知的財産、研究費などの課題が顕著に

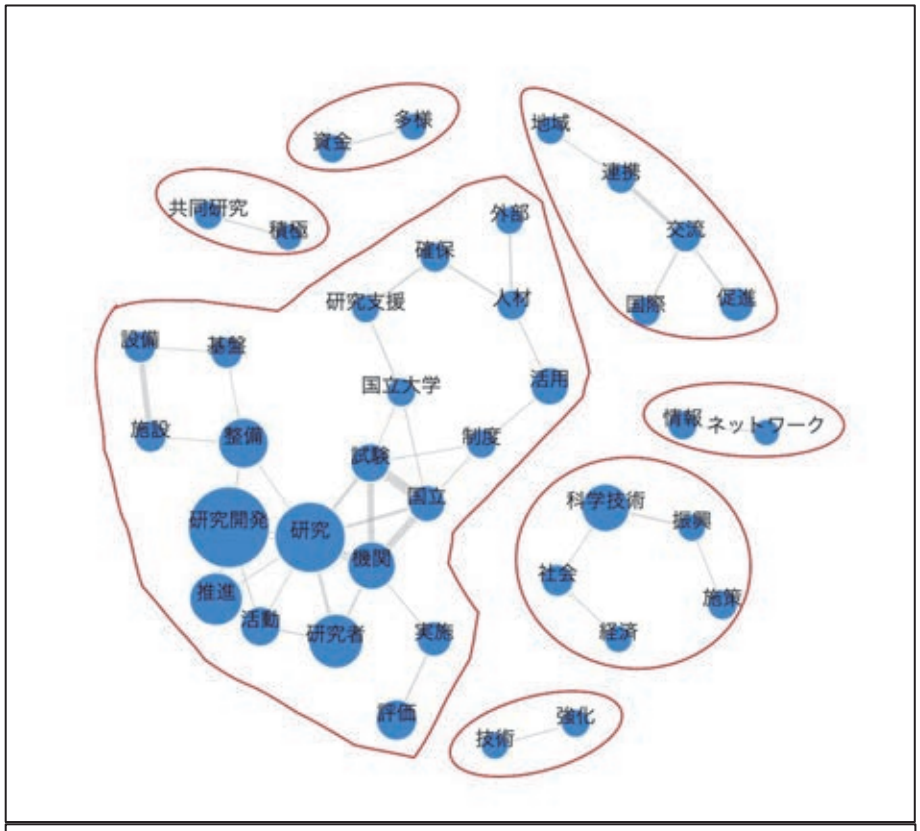


第４期科学技術基本計画
・「イノベーション」関連の語が頻出するようになる。

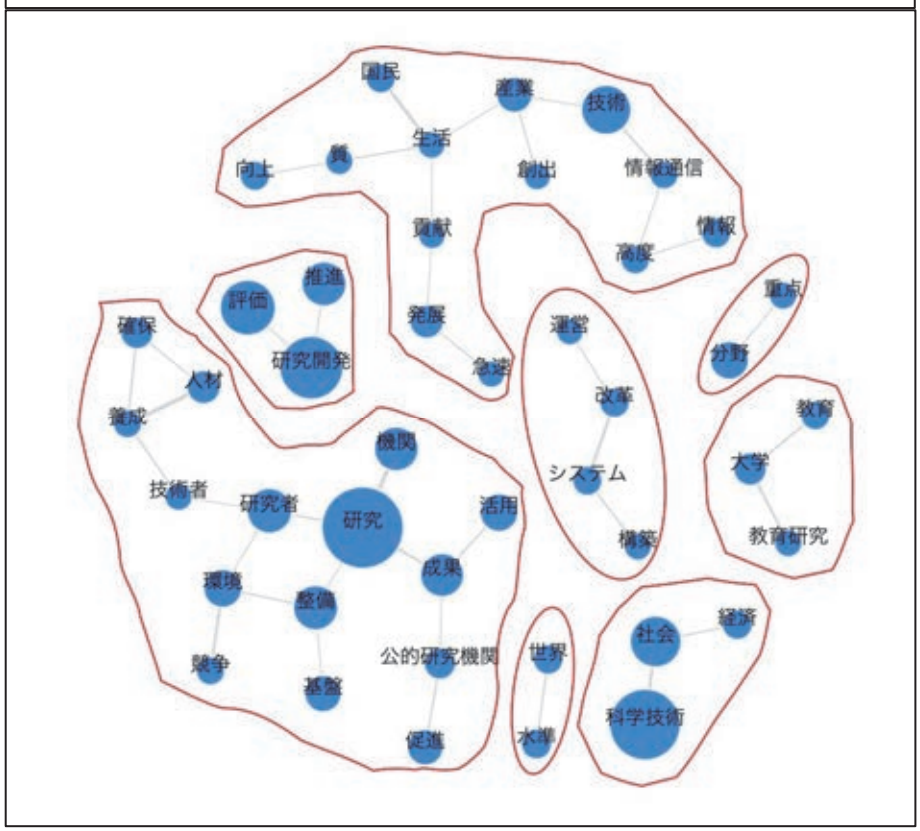
第５期科学技術基本計画
・「社会」「ベンチャー企業」の顕在化

分析例３．３．科学技術基本計画各期の特徴を出現語の共起関係の観点からみる

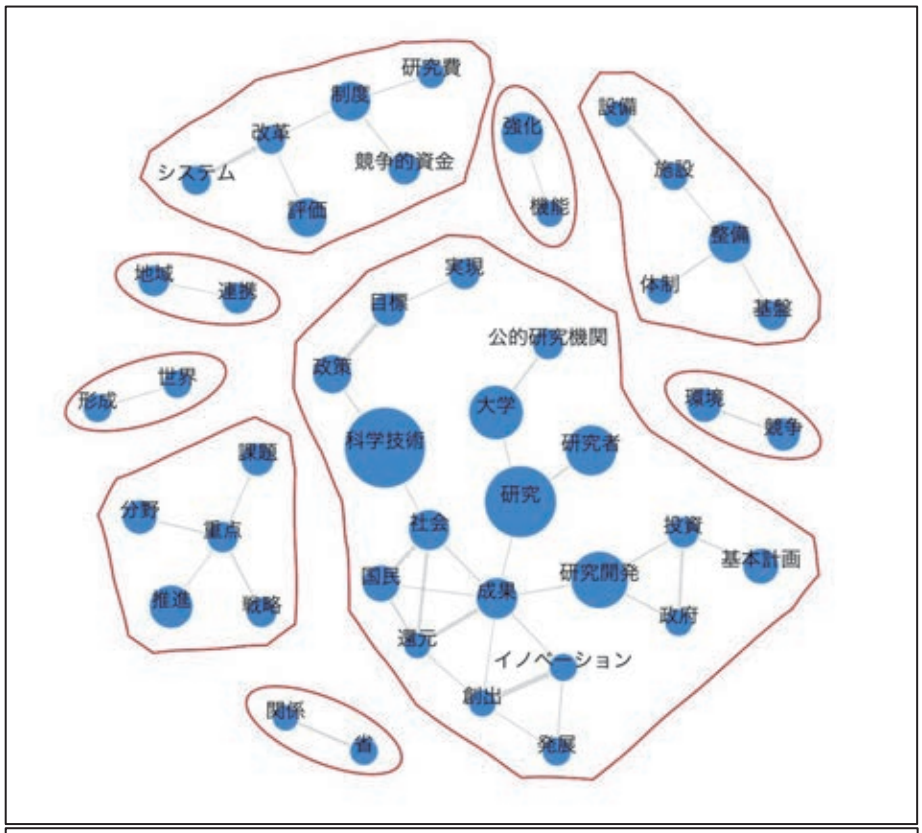
名詞のみ抽出。「テキストマイニングツール」ではクラスターを単語・用語間の連結線で示すだけであるので、筆者がクラスターを線で囲んで示した。



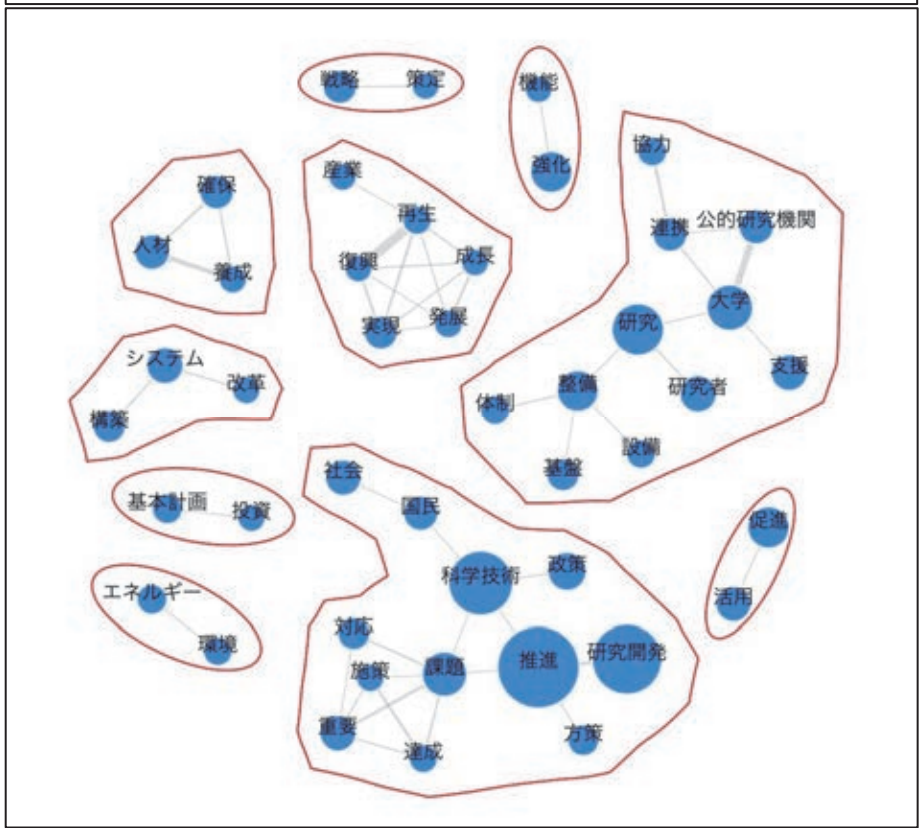
第１期科学技術基本計画
・研究開発の推進に関する語が塊を作り、科学技術の社会経済への貢献に関する塊なども。



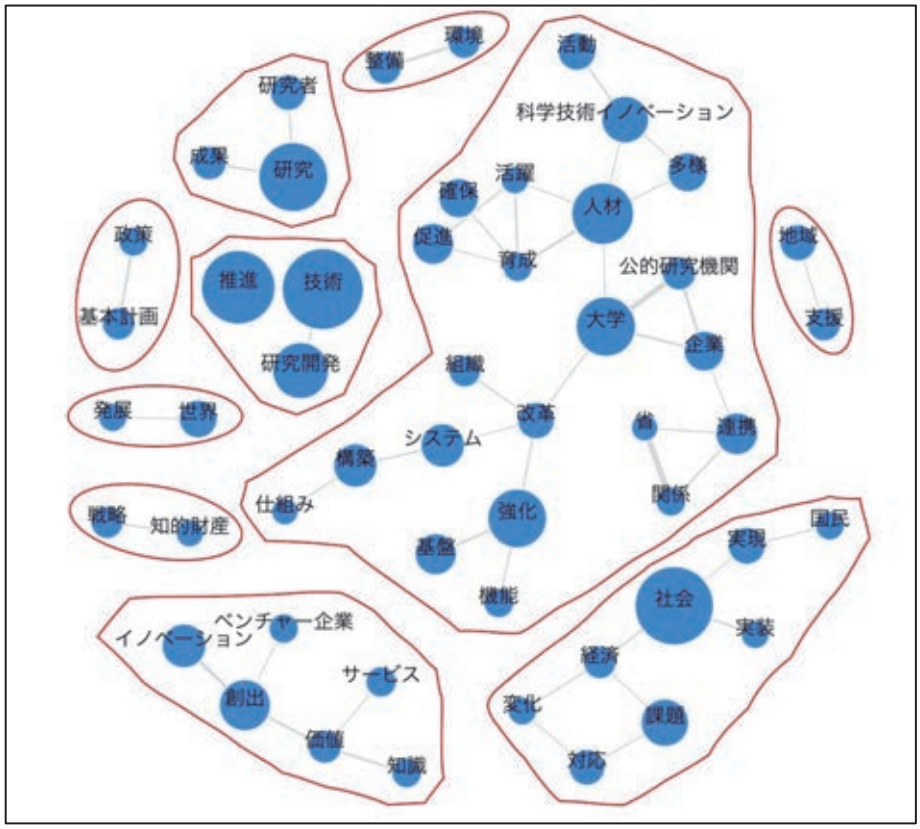
第２期科学技術基本計画
・研究開発の推進に関するクラスターのほかに、経済や社会への貢献などを示すクラスター、研究開発評価、システム改革、大学に関するクラスターも出現



第３期科学技術基本計画
・研究開発推進に関係する大きいクラスターが主たるクラスターであり続けているが、研究資金システム、実・設備、戦略化などに関するクラスターも出現。



第４期科学技術基本計画
・研究開発推進に関するクラスターが後退し、研究機関・研究体制に関するクラスター、経済発展、人材問題などのクラスターが出現、大きくなっている。



第５期科学技術基本計画

・研究機関、人材とイノベーションをつなぐ大きいクラスターが最大のクラスターとなるとともに、社会実装、ベンチャーなどに関するクラスターが出現。第４期までの様子とは大きく変わっていることがわかる。

名詞のみ抽出。丸の大きさは頻度を反映する。線で結ばれた語は相互に伴って出現する傾向がある。線で囲ったものが語のクラスター（まとまり）を表す。

（付録３担当：小林信一・中尾走）

付録４．試行的実験とレッスン（中級編）

背景

付録３で紹介したように、無料ソフトの中で、社会科学系分野で頻繁に用いられているものがＲである。Ｒはビッグデータ解析だけでなく、統計分析にも用いられる。ただし、スクリプトを書くことに慣れてない人にとっては敷居が高い。一方、KH-coder をはじめとする無料で簡単にテキストマイニングができるサービスが、規模や性能には限界があるとはいえ、次々と開発されている状況であり（**付録３**参照）、ユーザにとって敷居の高いＲを分析に用いるインセンティブはそれほど大きくはないと思われる。ただし、Ｒにおけるテキストマイニングは敷居が高い分、柔軟性にメリットがあることも事実である。付録４では、議事録のような統制されたテキストデータ、ツイートのような必ずしも統制されていないテキストデータの２種類のテキストデータを取り上げて、Ｒを利用した分析の進め方等について説明していく。

なお、Ｒ内の分析手法に関しては、ライブラリという単位に別れており、それぞれのライブラリごとに説明書とサンプルデータが pdf でついているため、スクリプトを最初から記述するのではなく、まずはコピー＆ペーストから始めることが可能である。このことは、**付録３**で名称のみ紹介した Python、Google Colaboratory などでも同様である。

分析例４．１．会議録の分析の試行

ここでは、中央教育審議会大学分科会の会議録から、一定の意味のある知識を機械的に抽出、分析する。このことを通じて、その手法について具体的に紹介する。なお、審議会の議事録はデータが統制されており、データとしては扱いやすいという特性があり、ノイズが多いデータを処理する場合のような煩雑さはない。

対象とするのは、第 144 回（2018 年 10 月 10 日）～第 148 回（2019 年 6 月 13 日）の 5 回分の議事録である。実用上は、分科会の下位委員会を含めて包括的に分析する方が、適当であると考えられるが、ここでは試行であるので、分科会のみを対象とする。中央教育審議会大学分科会第 144 回～第 148 回の会議録の基礎統計量は**表 4.1.1** のとおりである。会議内における発言の交代回数とは、会議内で合計何回の発言の交代があったかを示す。発言の長さとは、個々の発言の長さを文字数でカウントしたものである。以下では、このデータセットを対象に分析を試行する。

表 4.1.1　使用したデータについて

会議	開催日時	会議内における発言の交代回数	発言の長さの平均（文字数カウント）
第 144 回	2018 年 10 月 10 日 16 時～18 時	69	520.627
第 145 回	2018 年 11 月 20 日 10 時～12 時	54	619.778
第 146 回	2019 年 1 月 22 日 10 時～12 時 30 分	52	768.808
第 147 回	2019 年 3 月 27 日 10 時～12 時 30 分	48	665.958
第 148 回	2019 年 6 月 13 日 10 時～12 時 30 分	98	444.531

①ストップワードの削除

自然言語処理やテキストマイニングでは、例えば「は」「の」「the」「for」といった分析上意味を持たない語を除いて分析をする。このような語を**ストップワード**という。日本語のテキストデータに対する、ストップワードの削除ツールとしてよく用いられるのが Slothlib である（英語のストップワードは SMART **システム**で提供されている）。Slothlib は京都大学大学院情報学研究科が作成したものであり、ストップワードリストの他にも多様な機能が含まれている（Web 検索サービスや Web 情報収集など）。

しかし、政策文書など既存のテキストにそのまま適用すると専門用語などが語の途中で分割されたりするため、ある程度自分で辞書を作ることが必要となる。以下では、実際の会議録を対象に分析結果の実例を示す。

会議録全 5 回分を MeCab というツールを用いて単語に区切って集計すると、単語の種類は 4,329 である。**表 4.1.2** はその出現頻度が多い上位 10 語である。**表 4.1.2** を見ると、単語自体に意味がないものがほとんどを占めることがわかる。

表 4.1.2　頻出語の上位 10 語

順位	単語	品詞大分類	品詞細分類	頻度
1	、	記号	読点	6,749
2	の	助詞	連体化	4,868
3	て	助詞	接続助詞	3,664
4	ます	助動詞		3,550
5	を	助詞	格助詞	2,850
6	。	記号	句点	2,727
7	だ	助動詞		2,717
8	は	助詞	係助詞	2,300
9	に	助詞	格助詞	2,272
10	する	動詞	自立	2,133

そこで、Slothlib を利用してストップワードを削除する。Slothlib にあらかじめ登録されているストップワードは全部で 310 語である。これを適用ことで、ストップワードとして 199 語が削除された。このうち上位 10 語を示したものが**表 4.1.3** である（111 語は Slothlib にストップワードとして登録されていながらも会議録内では用いられていないことになる）。

表 4.1.3　Slothlib で削除されたストップワード上位 10 語

順位	単語	品詞大分類	品詞細分類	頻度
1	こと	名詞	非自立	1,355
2	的	名詞	接尾	496
3	から	助詞	格助詞	493
4	よう	名詞	非自立	442
5	ところ	名詞	非自立	400
6	これ	名詞	代名詞	309
7	会	名詞	接尾	273
8	等	名詞	接尾	268
9	もの	名詞	非自立	252
10	中	名詞	非自立	238

これらの単語をストップワードとして削除して、改めて頻出語を整理した結果が**表 4.1.4** である。**表 4.1.4** を見てわかるとおり、Slothlib にあらかじめ登録されているストップワードを削除しても、**表 4.1.2** とまったく同じであり、頻出語の上位 10 語には変化はない。**表 4.1.3** に示された頻度の大きいストップワードは削除されているが、Slothlib にあらかじめ登

録されているストップワードを削除するだけでは、依然として意味のない語が多く、意味のある語を適切に分析に用いることはできないことがわかる。本来であれば、分析対象に適したストップワード群を独自に作成することが必要になる。類似のデータセットを対象に、繰り返し分析するような場合は、分析対象に適したストップワード群を作成しておくことが望ましい。

表 4.1.4　Slothlib で削除した後の頻出語の上位 10 語

順位	単語	品詞大分類	品詞細分類	頻度
1	、	記号	読点	6,749
2	の	助詞	連体化	4,868
3	て	助詞	接続助詞	3,664
4	ます	助動詞		3,550
5	を	助詞	格助詞	2,850
6	。	記号	句点	2,727
7	だ	助動詞		2,717
8	は	助詞	係助詞	2,300
9	に	助詞	格助詞	2,272
10	する	動詞	自立	2,133

②単語辞書の作成

データセットに適した分析を行う上では、ストップワードを用いるだけではなく、対象に適した分析用の固有辞書を作成することも必要である。

辞書が必要になる語の典型はカタカナ語である。MeCab 等の単語分割ツールを用いると、カタカナの単語の分割ミスが多い（漢字やひらがな等は、今回の分析データにおいては分割ミスがほとんどなかったが、専門用語の場合には注意が必要である）。**表 4.1.5** にカタカナ単語の分割ミスの具体例を示す。

表 4.1.5　単語の分割が適切でない事例

元の単語	分割後
アップデート	アップ ＋ デート
ジョイント・ディグリー	ジョイント ＋ ・ ＋ ディグリー
ダブル・ディグリー	ダブル ＋ ・ ＋ ディグリー
コメント	コメ ＋ ン ＋ ト
グランドデザイン	グ ＋ ランド ＋ デザイン
ロースクール	ロース ＋ クール
キーワード	キー ＋ ワード
リーガルマインド	リー ＋ ガル ＋ マインド
ステークホルダー	ステーク ＋ ホルダー
ホモ・デウス	ホモ ＋ ・ ＋ デウス

こうした分割ミスを避けるため独自の辞書の作成が必須となる。以上のような作業は、分析の事前作業（前処理）として必須である。これらの前処理を行ったデータセットが分析可能なデータとなる。

③Rによる分析結果の例

以下では、Rを用いた分析例として、共起ネットワーク、トピックモデルを利用した分析について紹介する。

(1) 単語レベルの分析（共起ネットワーク）

以下では、会議録内でどのようなことが話されていたかを、まず単語レベルで比較分析する。今回は、テキスト分析の中でも内容分析という方法を採用する。内容に焦点を当てるため、名詞のみを抽出し、分析対象とする。**図 4.1.1～図 4.1.5** は RStudio[81]によって共起ネットワークを示したものである。

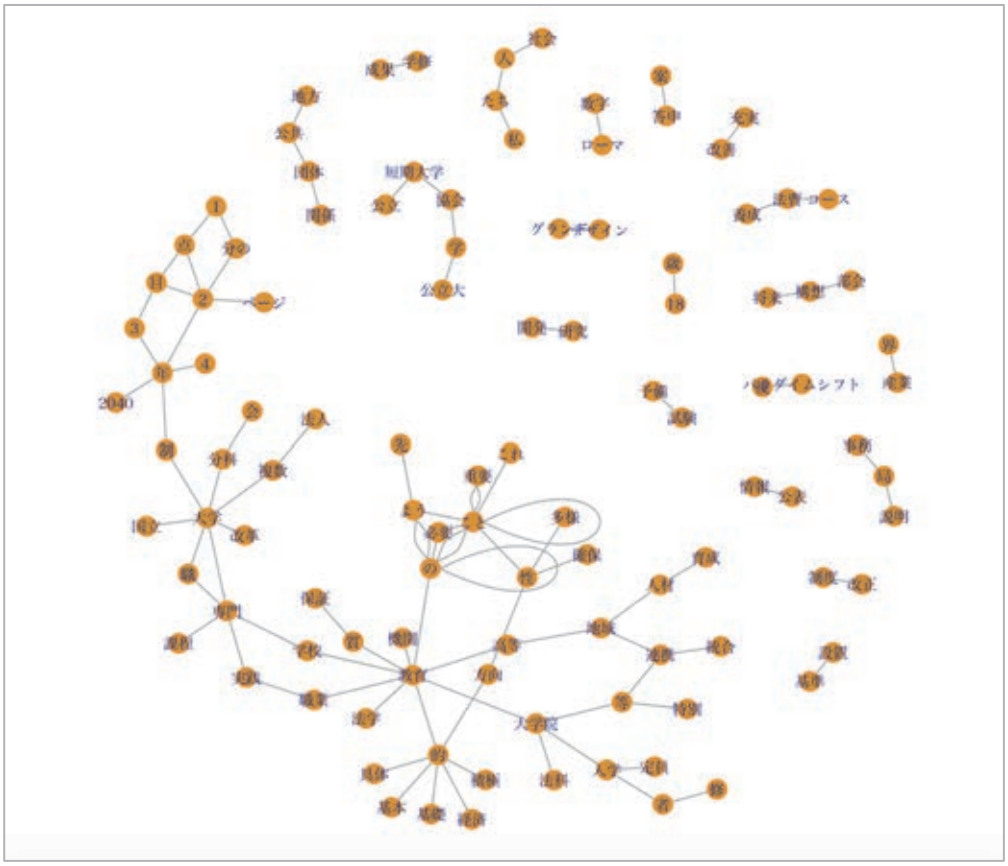


図 4.1.1　単語レベルの分析：共起ネットワーク（第 144 回）　RStudio による

[81] RStudio は、プログラミング言語であるＲを利用しやすくするための開発環境であり、ほとんどは RStudio において簡易な操作をすることで、Ｒを利用できる。

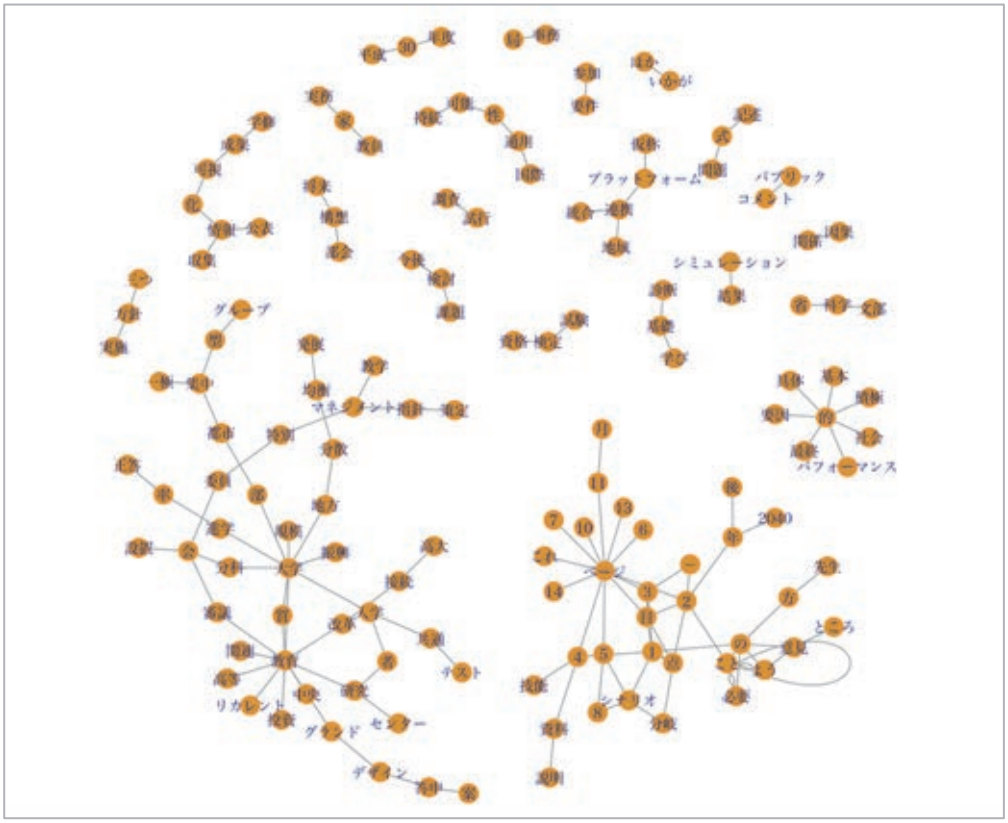


図 4.1.2　単語レベルの分析：共起ネットワーク（第 145 回）　RStudio による

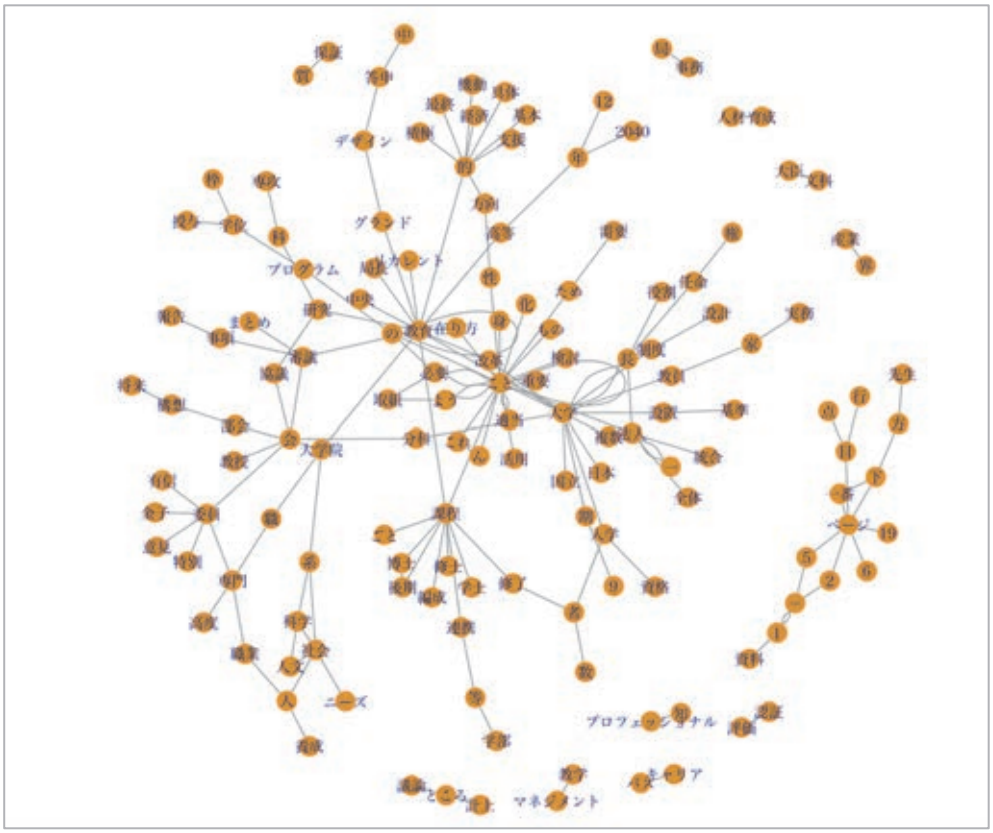


図 4.1.3　単語レベルの分析：共起ネットワーク（第 146 回）　RStudio による

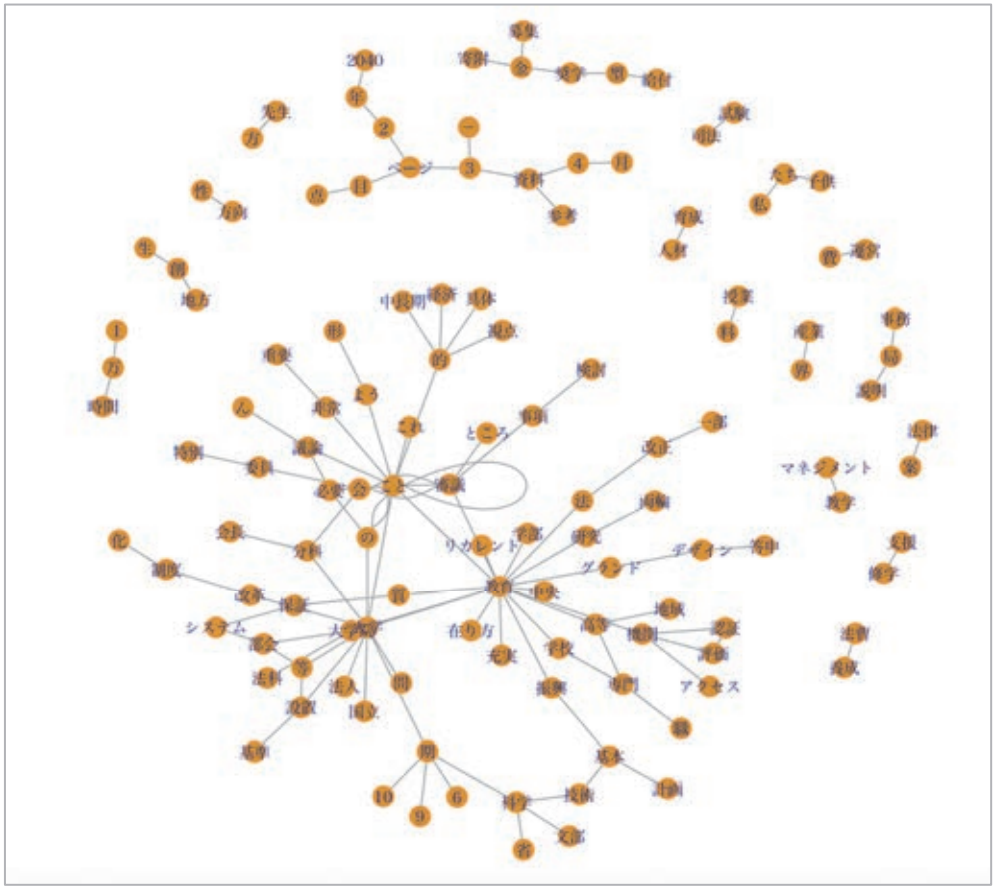


図 4.1.4　単語レベルの分析：共起ネットワーク（第 147 回）　RStudio による

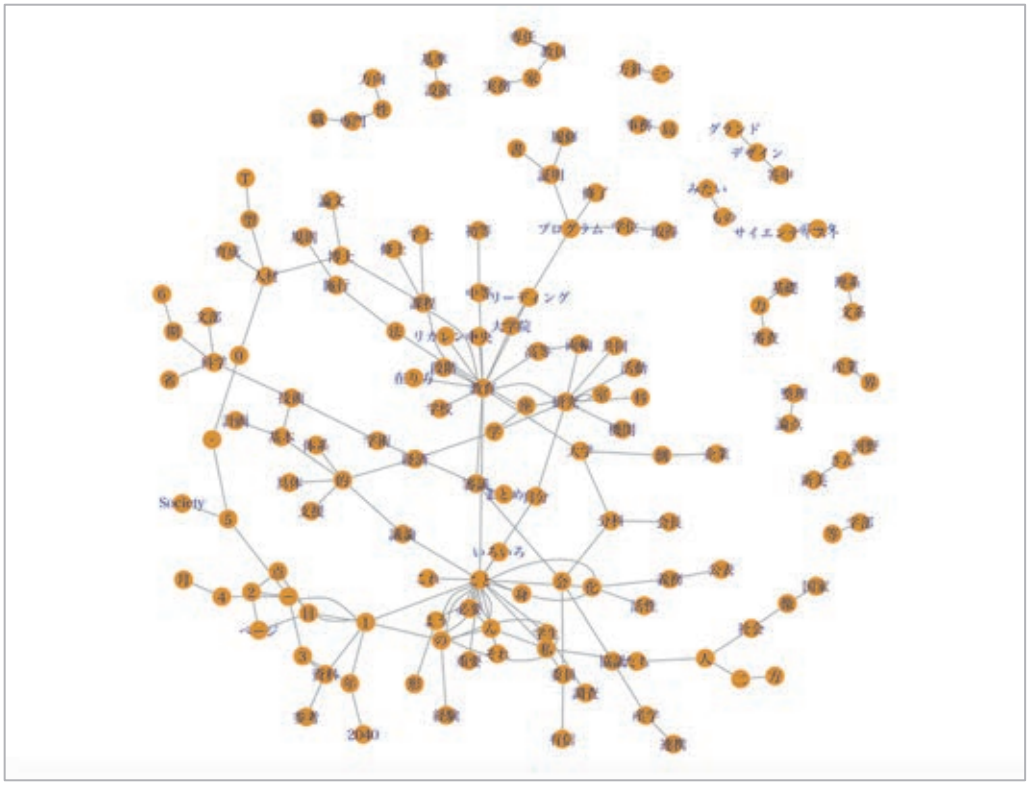


図 4.1.5　単語レベルの分析：共起ネットワーク（第 148 回）　RStudio による

共起ネットワークを用いるとテキストの概要をつかむことができる。分析結果（**図 4.1.1～図 4.1.5**）から、それぞれの会合ごとに議論された内容の概要を読み取ると以下のように整理できるだろう（詳細に見ていくことも可能であるが、ここでは簡単な紹介にとどめる）。

すなわち、第 144 回では、大学分科会と将来構想部会の合同会議のため大学全体の話が多い印象である。加えて、法科大学院の教育改善についても話されているので、それを反映した共起ネットワークが図の下の方に出てきている。第 145 回では、AI を用いたシミュレーションに関する議論があるので、それを反映した共起ネットワークが右下の方に出ている。

第 146 回では、大学院の話が主となっているのでその話題に関する共起ネットワークが多く出ている。また、他の図と比べて中心性が高い。中心性については詳細な議論が必要な概念であるが、ここではとりあえず、さまざまな語と一緒に使われやすい語が存在していること、換言すれば、図中でさまざまな語と結びついている語があり、それらの語が線で結びつけられて大きいまとまりを形成している様子を表現しているものと、おおむね解釈しておいて構わない。このことは、会議内において一つ一つの会話で、同じ語が出てきやすいこと、すなわち多数の発言が同一の話題に集中していたことが読み取れる。

第 147 回では、奨学金の話が右上に出ているほか、法曹関係の話が比較的多く出ていることがわかる。第 148 回は、データサイエンティストなど他の会議録にはなかった特徴的な共起ネットワークがみられる。

(2) トピックモデルの適用

大量のテキストデータは、それだけでは単語の羅列に過ぎないが、そこから意味のある内容を（自動的に／機械的に）抽出、発見したいと考えることは自然な欲求である。それを実現する有力な手法の一つがトピックモデルである（岩田具治『トピックモデル』講談社 2015）。

前述の単語レベルの共起ネットワークによる分析では、単語レベルの分析であるため、同じような内容の発言をしていても用いる単語が異なれば違うものとして扱われてしまうという問題がある。それらを意味のある内容にまとめるのは、分析・解釈する人の分析力次第ということになり、重要な内容の見落としが生じる可能性も否定できない。そのため、人的負荷が大きい上に、時間もかかる。これに対して、トピックモデルはテキストデータから、話題になっているトピックを機械的に抽出する。

トピックモデルでは、単語レベルで表現が違っていても同じ話題について扱っているものをトピックとして扱う。換言すれば、現実のテキストデータ（発言録など）の背後には、潜在的なトピックが存在しており、同一のトピックについて発言していても、現実には多様な表現によって発言が構成されると考え、現実のテキストデータから、逆にトピックを抽出、グループ化しようとする。

本調査研究の主要な関心の一つが、大量のテキストデータから、話題となっている問題の発見、抽出などを可能にしたいということであり、テキストマイニングや AI によって、単に機械的にスピーディーに計算するというだけでなく、人の認識能力を超えるほどデータが大量になった場合に生じる可能性が高い、重要なトピックの見落としを回避したいということである。トピックモデルは発展途上にあると思われるが、今後は有力な方法論を提供すると期待される。

以下では、トピックモデルを用いて、中央教育審議会大学分科会の第 144 回から第 148 回の会議録を分析する。ここでは、トピック間の関係性を解釈するため、トピック間に相関構造を想定する構造トピックモデル(Structural Topic Models)という手法を用いた。**図 4.1.6～図 4.1.10** に結果を示す。

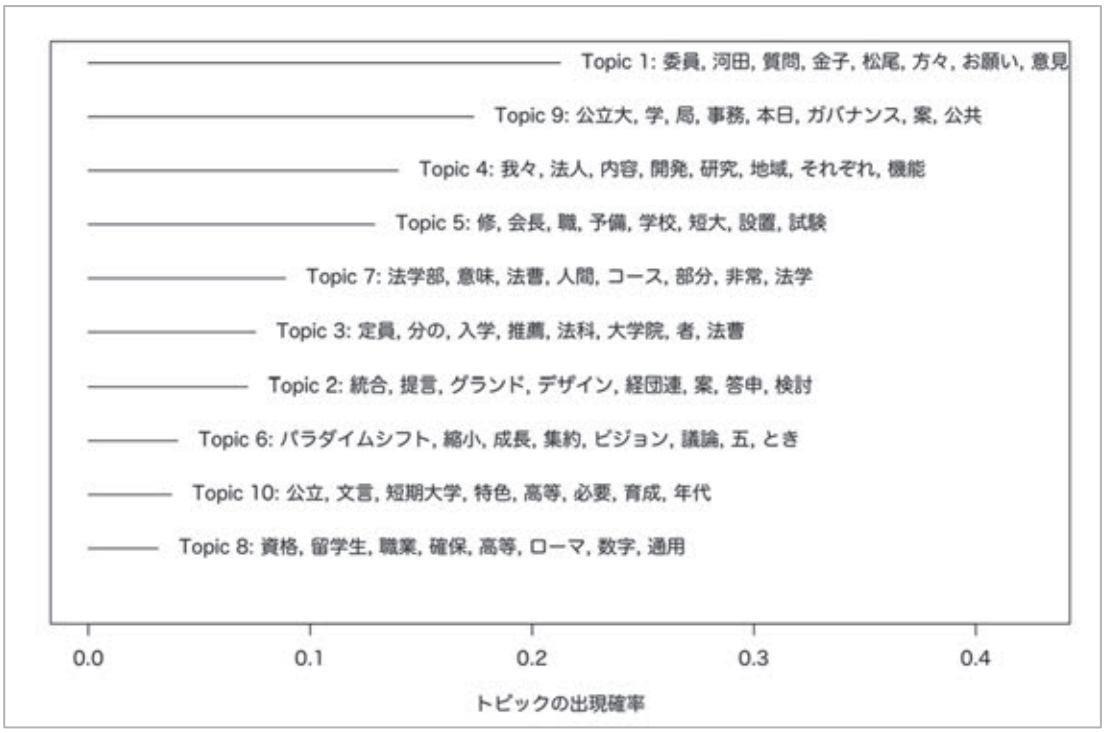


図 4.1.6　中央教育審議会大学分科会第 144 回議事録から推定されたトピックの出現確率
注）各トピックの左に示された線の長さがトピックの出現確率を示す。RStudio による。以下同様

図 4.1.6 に示されている第 144 回の会議録で話されていたトピックに関しては、**図 4.1.1** の共起ネットワークの図から理解される内容と大きな変化はない。ただし、どのトピックに関する話題（発言）が多いか、もしくは少ないかといった点まで推定できる点が異なる。例えば、法曹関係の議論は**図 4.1.6** ではトピック７やトピック３に相当するが、トピック２やトピック６などの高等教育政策の未来に関する議論よりも多いことがわかる。

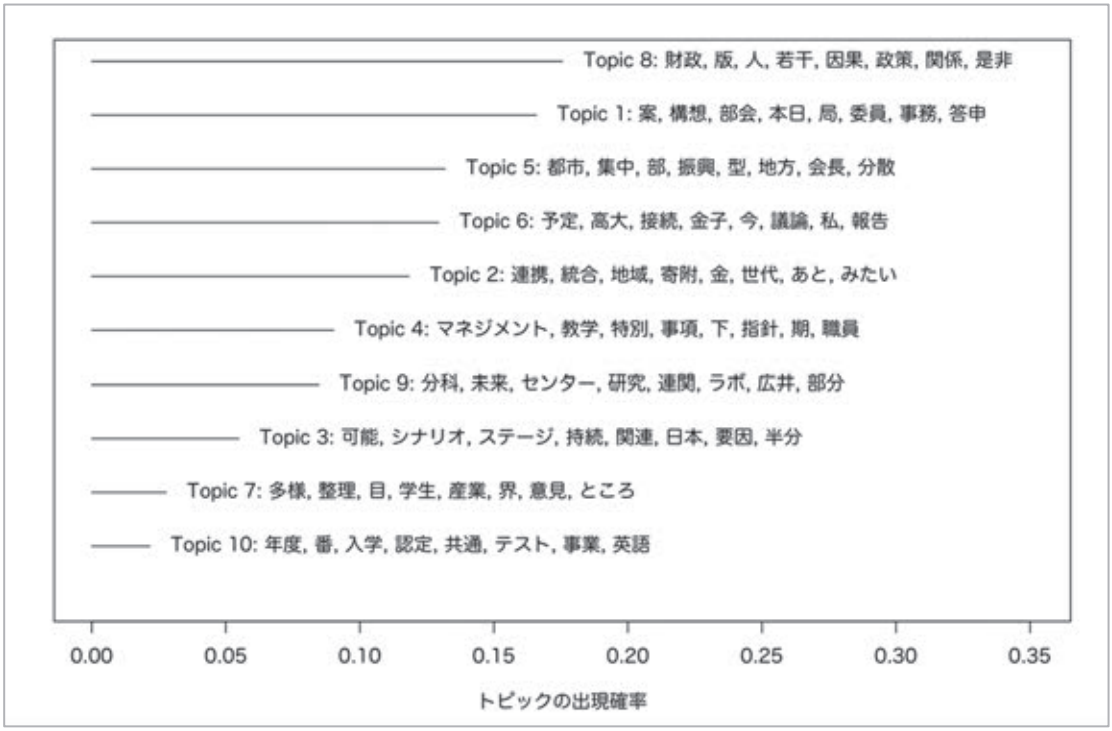


図 4.1.7　中央教育審議会大学分科会第 145 回議事録から推定されたトピックの出現確率

第 145 回の大学分科会では AI を用いたシミュレーションに関するトピックが多いことがわかる。トピック５やトピック９、トピック３などが AI を用いたシミュレーションに関連する話題のトピックである。トピック４は教学マネジメントに関する議論である。トピック１０は高大接続改革の議論である。トピックの出現確率で比較してみると、入試改革の議論の比率が相対的に少ないことがわかる。

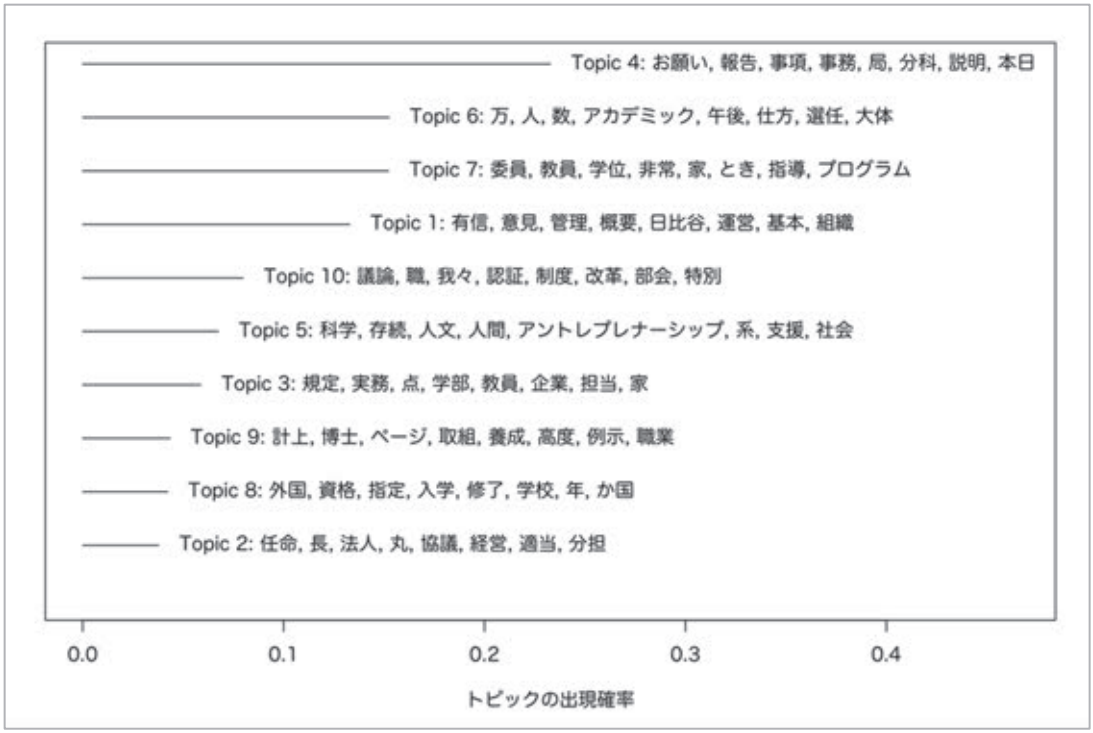


図 4.1.8　中央教育審議会大学分科会第 146 回議事録から推定されたトピックの出現確率

第 146 回の議論では、言及されたトピックに際立った特徴がみられない。2040 年を見据えた大学院教育のあるべき姿等を議題としていたため、多様なことを話題とした印象がある。

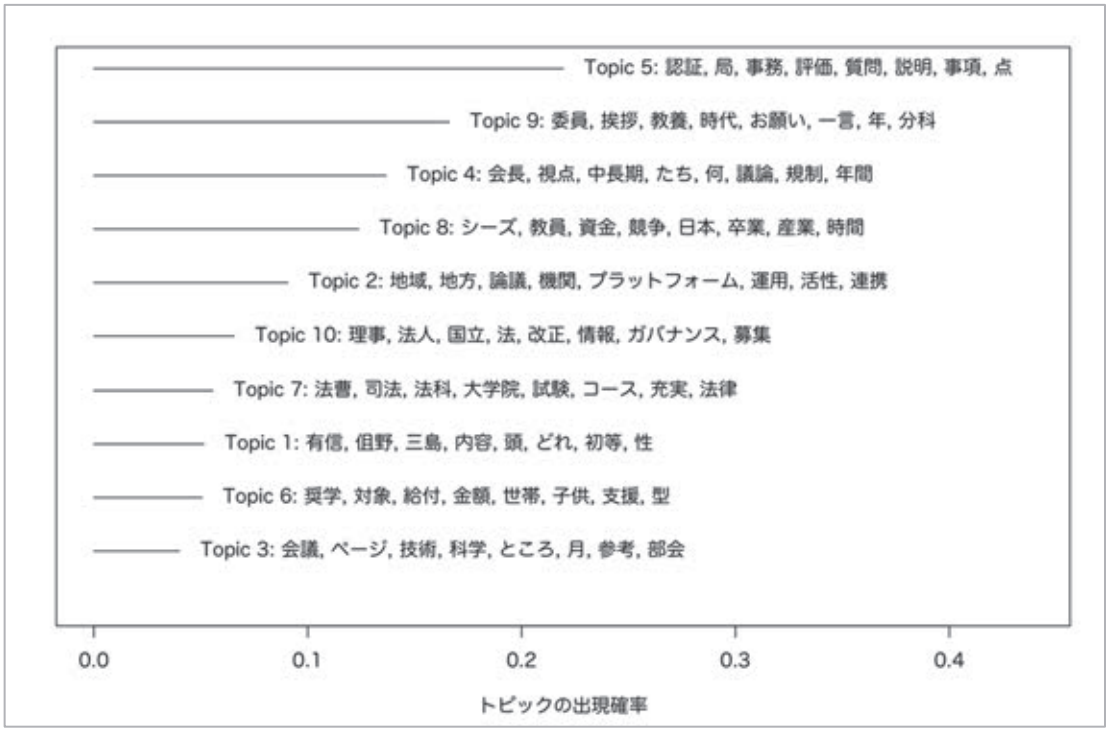


図 4.1.9　中央教育審議会大学分科会第 147 回議事録から推定されたトピックの出現確率

第 147 回の議論では、出現確率は大きいわけではないが、トピック 10 のガバナンス、トピック 7 の法科大学院、トピック 6 の奨学金の話題が登場していることが特徴的である。

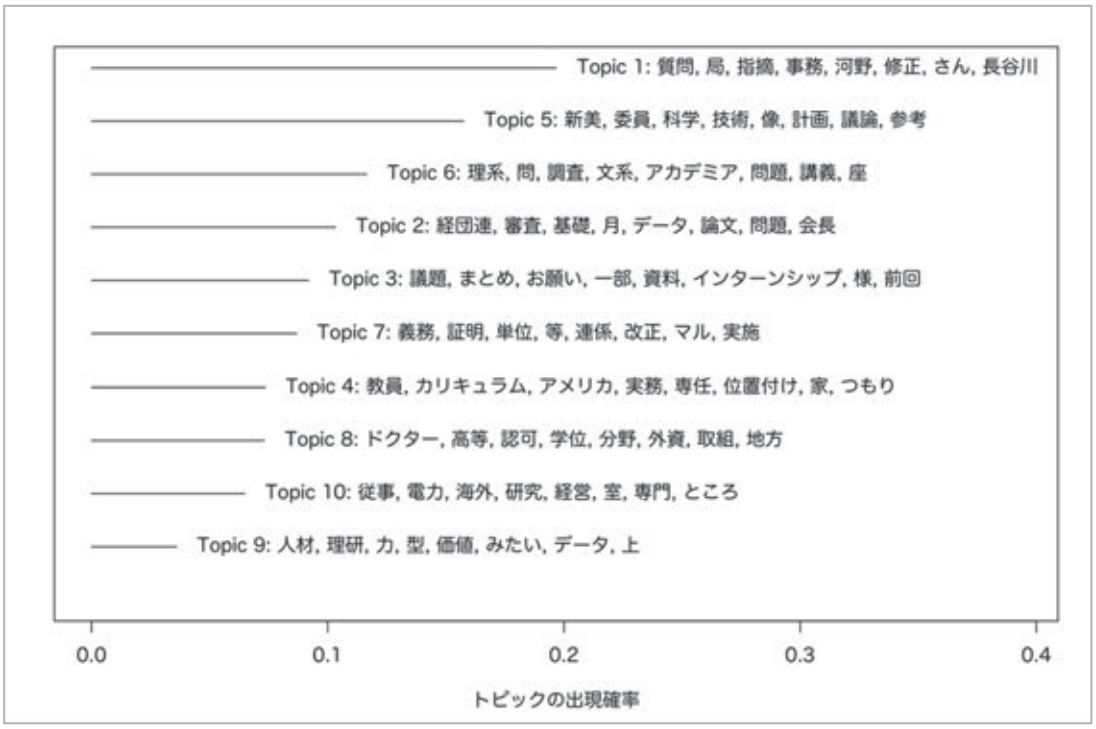


図 4.1.10　中央教育審議会大学分科会第 148 回議事録から推定されたトピックの出現確率

第 148 回は、実務家教員の話題などが一部含まれているが、議論の時間のほとんどが２件の研究発表に割かれたため、まとまりのないトピックが多く出現している。特定のトピックについて集中して議論していたわけではないことがわかる。

分析例４．２．ツイッターを用いた分析の試行

分析例４．１は、議事録という統制されたテキストデータを対象とする分析であったが、**分析例４．２**では特定の話題に関するツイッターのデータを、Ｒを用いて取得、分析する例を示す。

①Ｒでツイッターのデータを扱う上での注意点

(1) ライブラリ

ツイッター上のデータ収集から解析までをＲで行うとき、よく用いられるライブラリに「twitteR」と「rtweet」の 2 つがある。両者は、ともにＲを経由して、Twitter API を利用するもので、

- 特定のユーザーのタイムラインの取得
- 特定のユーザーのユーザー情報の取得
- API を取得するためのセットアップ
- 特定のキーワードのツイートの検索
- トレンドの取得

など、ツイッターを分析するために必要な機能をライブラリの中の関数の形で提供している。なお、「twitterR」ではツイートを取得したい年月日を指定することで過去 1 年分のツイートをランダムに取得できたが、「rtweet」ではスクリプト実行時刻から遡って 6〜9 日までのツイートしか取得できないという違いがある。分析の目的にも依存するので、どちらが望ましいかは一概には決められないが、残念ながら「twitteR」は、今後の開発停止が決定している。これはツイッター社の規定の変更の影響であると思われるが、今後は「rtweet」を用いることになると思われる。また、どちらのライブラリにおいても、「特定のキーワードのツイートの検索」機能において、特定のキーワードのすべてのツイートを取得できるわけではない。これはツイッター社のサーバーの負荷の問題に起因するものであり、ツイッター社はレート制限と呼ばれる各種の制限を設けている。そのため、取得できるデータにはバイアスがありうることをわきまえておく必要がある。

(2) Usage（使用方法）と Example（使用例）の活用

Ｒはビッグデータを取り扱う上で少し敷居が高いが、これらの説明書の Usage（使用方法）や Example（使用例）を参考にしつつ、スクリプトを書いていくことで分析ができる。以下では具体的に、ライブラリ「rtweet」のケースを参考に紹介していく。

例えば、「特定のキーワードのツイートの検索」機能についての Usage は以下の通り例示されている。

Usage（使用方法）の例：search_tweets の例

```
search_tweets(q, n = 100, type = "recent", include_rts = TRUE,
  geocode = NULL, max_id = NULL, parse = TRUE, token = NULL,
  retryonratelimit = FALSE, verbose = TRUE, ...)

search_tweets2(...)
```

出典）rtweet, “Get tweets data on statuses identified via search query” <https://rtweet.info/reference/search_tweets.html>

Usage 内の q や n などの記号はそれぞれベクトルである。またどのようなベクトルを指定すればいいかについては、出典 Web ページの Usage の下の「Arguments」欄に説明されているが、簡潔に言えば、q は検索されるべき語であり、n は取得したいツイート数である。このことは、次に示す Example を見れば理解しやすい。

Example（使用例）の例：search_tweets の例

```
## search for 1000 tweets mentioning Hillary Clinton
hrc <- search_tweets(q = "hillaryclinton", n = 1000)

## data frame where each observation (row) is a different tweet
hrc

## users data also retrieved. can access it via users_data()
users_data(hrc)

## search for 1000 tweets in English
djt <- search_tweets(q = "realdonaldtrump", n = 1000, lang = "en")

## preview tweets data
djt

## preview users data
users_data(djt)
```

出典）rtweet, “Get tweets data on statuses identified via search query” <https://rtweet.info/reference/search_tweets.html>

ここでは、検索されるべき語 q として、hillaryclinton と realdonaldtrump が指定されており、両方とも取得したいツイート数 n は 1,000 である。なお、Example のスクリプトについては指定する変数やデータ名を自分の分析するデータに変更すれば分析が可能となる。

② rtweet を用いたデータの取得と分析の事例：高等教育無償化を事例として

(1) データの取得

R のライブラリ「rtweet」を用いて、高等教育に関するツイート（ビッグデータ）を収集し、解析を試行する。ここでは、「高等教育無償化」を例として取り上げる。

2019 年 5 月 10 日に参議院本会議で「大学等における修学の支援に関する法律」（いわゆる高等教育無償化法）が可決、成立したことから、2019 年 5 月 10 日午前 0 時から 1 週間をデー

タの取得期間とした。また、ツイートを抽出するための検索語は「高等教育無償化」及び「大学無償化」とした。その結果、17,874 件のツイートを取得できた。

取得したツイートから、まず、記号等のみのツイートをすべて削除した。次に、単語レベルに分解し、名詞・形容詞・副詞・動詞のみを抽出した。その上で、名詞・形容詞・副詞・動詞を一つも含んでいないツイートを削除した。その結果、実際の分析対象とするツイートは、15,896 件となった。これを対象にツイートの内容に関して分析を行う。

(2) 感情指標による分析

「高等教育無償化」と「大学無償化」に対する評判（人々の態度）を分析するために、出現する単語を**「単語感情極性対応表」**と照らし合わせて、「高等教育無償化」と「大学無償化」に対するツイートがポジティブなツイートだったのか、それともネガティブなツイートだったかを、単語レベルで判断し、感情指標を作る。「単語感情極性対応表」としては、東京工業大学の高村大也氏が開発した PN Table を用いる。PN Table を用いて、単語レベルで、感情極性値を指標化したあとに、１つのツイートで複数の単語がある場合は、それぞれの単語の感情極性値の平均値をツイートの感情指標とした。この指標は、-1 から+1 までの範囲をとり、-1 のときにネガティブ、+1 のときにポジティブなツイートであることを示す。

図 4.2.1 に、ツイートの発生の時系列変化を感情指標とともに示した。横軸の 0 は、5 月 10 日 0 時のツイートを示し、その後のツイートを時間順に並べた（物理的時間ではない）。この結果を見ると、大多数のツイートは-1 から 0 の間に分布しており、「高等教育無償化」や「大学無償化」に対してネガティブな反応が多いことがわかる。ポジティブな反応は相対的に少ないが、ほとんどが+1 に極端に近いポジティブな反応をしていることが読み取れる。

図 4.2.2 はツイートの感情指標の値をヒストグラムにしたものである。この結果からも、「高等教育無償化」や「大学無償化」に対してポジティブな反応を示したものはほとんどないことが読み取れる。

また、**表 4.2.1**、**表 4.2.2** にツイートの例を示す。

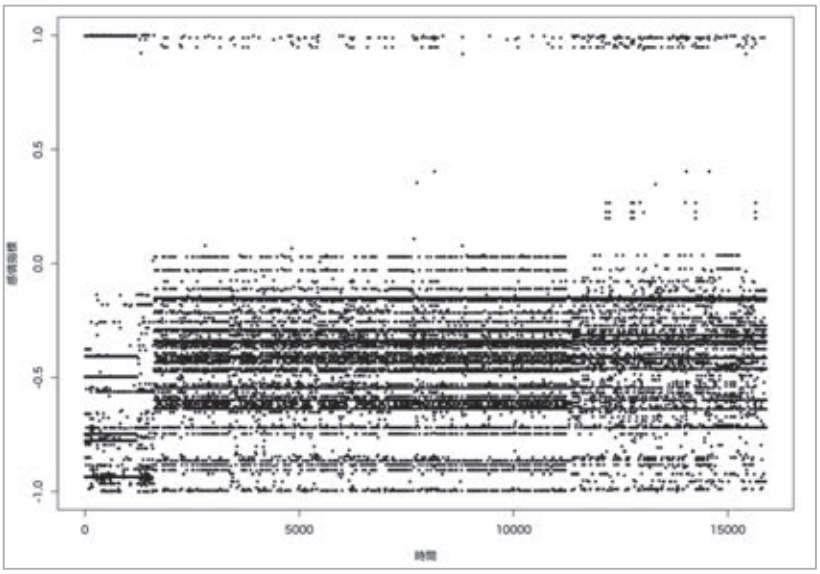


図 4.2.1　「高等教育無償化」と「大学無償化」に関するツイートの感情指標の散布図

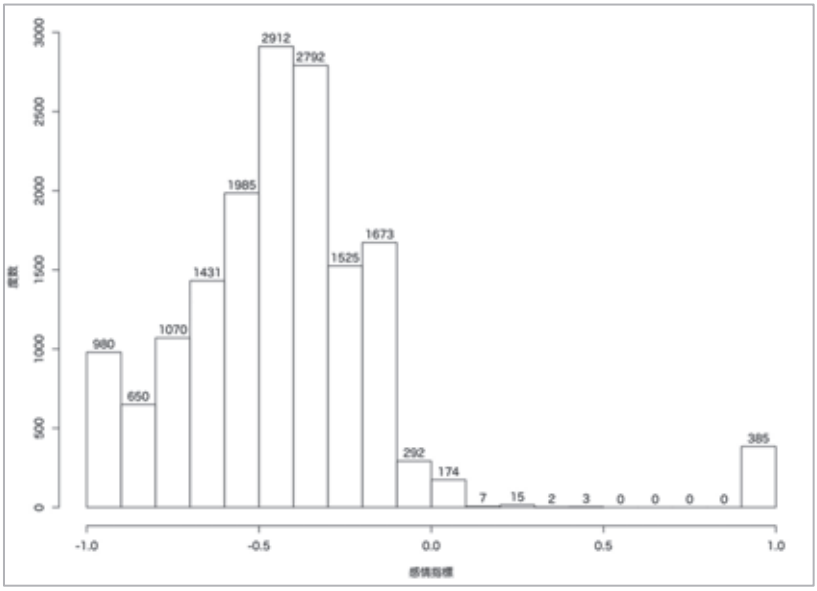


図 4.2.2　「高等教育無償化」と「大学無償化」に関するツイートの感情指標のヒストグラム

表 4.2.1　「高等教育無償化」と「大学無償化」に関するポジティブなツイートの例

ツイートの例	感情指標
人それぞれ選んだ道で生きて悔いがないならそれでいいよね😁息子達が高校出る頃には大学無償化とかになってたりするのかな？笑どちらにせよよく話し合って本人が納得できる方向に導いてやりたいね😌✨	0.998
早く大学まで全て無償化してくれ←なってもうちは間に合わない学資保険じゃ賄えないよね…💧大学の授業料ってなんであんなに高いの？！？！	0.911
獣医学部の新設も大事かもしれませんし、大学や保育園の無償化もいいですけど、先に手をつけることがあるでしょう、という。文教政策の優先順位がことごとく明後日の方向なんですよね。優先順位。	0.904
素晴らしい方法です。でも、それ以上に本当に必要なのは、学生に対する公的支援じゃないでしょうか🙂学費無償化、奨学金、あらゆる研究に対する手厚い支援などなど😆最近のアベ政権や財界に振り回される大学を見ていてつくづくそう思います。	0.992

注）2019 年 5 月 10 日午前 0 時から 1 週間のデータを取得した結果からの抜粋

表 4.2.2　「高等教育無償化」と「大学無償化」に関するネガティブなツイートの例

ツイートの例	感情指標
高等教育無償化と官僚の悪巧み　権力背景に論文なしで天下り-	-0.935
無駄な大学が多くありませんか？大学の奨学金返済を問題にする前に、大学教育無償化の前提として、無駄な大学、大学院、大学教員のリストラが先じゃありませんか？	-0.748
大学無償化には反対です。財源は有限なのであり、自己の学費は自己で賄うとの原則は維持すべきです。家庭の事情等で学費を賄えない者には、超低金利・年返済位の貸与制度を創設すれば十分です。	-0.777
新幹線の中で刺殺した小島は「誰でもよかった」と言ってるみたいね。国は保育園無償化だ！高校無償化だ！国立大学授業料免除だ！と、子育て政策で不良債権量産してるけど、甘やかしても小島の同類を生むだけじゃん、	-0.998
何なのこれ？加計学園みたいなお友だち大学だけ対象にするとか？	-0.497
こういうのを「高等教育の無償化」とは言いません。憲法第条「学問の自由」を逸脱する強権的な大学介入政策への、不適切な公金投入と言うべきです。「無償化」の美名のもと、違憲の疑い濃厚である本政策を導入することに、私は反対します。	-0.660
大学授業料の無償化の何が反対かって、こういう「勉強のフリ」をして年間過ごしただけのバカに公費を使う事だよな。大学でちゃんと勉強して卒業したら生涯年収が千万円は増える。だから借金して後で返すのが制度として合理的。	-0.851

【つづく】

そもそも大学行かせるお金がないから子供作らないという理論はかなり飛躍したもので高校卒業まででも子供育てるにはかなりお金かかるからな。。大学無償化したからといって解決できる問題でもないかと。	-0.407
大学は研究する場です。研究したい！学問を深めたい！そういう人間だけが行くべき場所。だから、無条件の無償化など必要無いはず！と、私は思います。	-0.376
話が逸れたけど、「無償化に関連して実務家教員を」というのは致命的なまでに強引な要求だと思う。改革路線が始まって以来、大きな大学は国の言いなりになって競って改革を実践し続けてきたと言わざるを得ないが、ここまで無茶を言われたら団結して抵抗すべきではないか	-0.225

注）2019 年 5 月 10 日午前 0 時から 1 週間のデータを取得した結果からの抜粋

ここでは、ツイートの取得方法を解説することに重点を置き、ツイートの分析としては、感情指標の付与にとどめた。ツイートは審議会の議事録のような統制されたデータではないので、雑多な意見が混在しており、扱いにくい。そのようなデータから、意味のある知識や情報を獲得するには、**分析例４．１**で紹介したトピック分析やさらに工夫された手法の適用が必要である。

（付録４担当：中尾走・小林信一）

報告書内に転載されている図表等については、すべて許可を得て掲載しています。

公益社団法人日本工学アカデミー

〒101-0064
東京都千代田区神田猿楽町二丁目 7 番 3 号
HKパークビルⅢ 2F
Tel: 03-6811-0586
Fax: 03-6811-0587
E-mail: academy（at）eaj.or.jp