

持続可能な未来の実現に資する 「政策提言AI」

日本では、少子高齢化や産業構造変化に伴って成長・拡大時代からポスト成長（非成長・非拡大）時代へのパラダイムシフトが起こりつつあり、日本の持続可能性の向上が大きな社会課題となっている。

今回、社会モデルを基に起こりえる多様な未来シナリオ間の分岐構造と分岐の要因を示す「政策提言AI」を開発し、京都大学の有識者と協力して2050年の日本の持続可能性について解析を行った。その結果、将来の日本には、都市集中シナリオと地方分散シナリオの2つの可能性があり、2つのシナリオの分岐が今から10年程度後に起こることが描き出された。

嶺 竜治 | Mine Ryuji

1. はじめに

日本では、少子高齢化や産業構造の変化に伴って、成長・拡大時代からポスト成長（非成長・非拡大）時代へのパラダイムシフトが起きつつある。日本の高齢者人口および高齢化率がピークに達する2050年に向けて、(1)人口や出生率、(2)財政や社会保障、(3)都市や地域、(4)環境や資源、などの持続可能性や、(5)雇用の維持、(6)格差の解消、およびそこで生きる人間の(7)幸福、(8)健康の維持・増進が大きな社会課題となる。

これらの社会課題は、国連が掲げている、経済発展に伴う環境・社会問題の解決を世界共通のアジェンダとした持続可能な開発目標(SDGs:Sustainable Development Goals)や、第5期科学技術基本計画において示された、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）

を高度に融合させたシステムにより人間中心の社会の実現をめざすSociety 5.0の社会課題に通じるものである。

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し、日立京大ラボのAI (Artificial Intelligence:人工知能) 技術がこの政策提言に活用することを試みた。本稿では、このAIを用いたシミュレーション技術について概説する。AI技術を用いて得られた政策提言の詳細内容については既報¹⁾を参照されたい。

2. 政策提言

上述の社会課題に対処するためには、戦略的な政策立案とその政策を適切な時期に実行することが求められ

る。そのために、いつ、どの社会要因が変化した場合、どのような社会状態に至るかという、現在から未来に至るまでの一連の社会状態の変化を示した、未来シナリオを複数想定して比較検討するアプローチをとった。しかしながら、有識者が思い描ける未来シナリオの数には限りがあり、それらの限られたシナリオの中で政策の内容や実行時期を考えざるをえない面があった。一方、2050年という遠く曖昧な未来について検討するには、現在の社会に流通しているビッグデータを帰納的に解析するだけでは不十分であると考えられる。曖昧な未来をモデル化するには、AIよりもむしろ人が考えた曖昧さを含むモデルを曖昧なまま計算機上に構築し、曖昧なところはAIシミュレーション技術でいくつものパターンを自ら作り出す、というアプローチをとった。

3. 人とAIの協働による政策提言の概要

一般的に政策提言プロセスは、図1に示した3つのステージから構成される²⁾。

最初の「情報収集ステージ」では、解くべき問題の設定と、その問題に関する情報の収集および情報の体系化を行い因果関連モデルの形にまとめる。続いて、「選択肢検討ステージ」では、因果関連モデルを基にAIシミュレーション技術を用いながら起こりうる多様な未来シナリオを描出して列挙する。そして、未来シナリオ間の関係性を時系列的に解析し、シナリオが分岐していく様子やそれらの分岐が発生する順序を明らかにするとともに、分岐の要因を明らかにする。最後に、「戦略選択ス

図1 | 政策提言の3ステージ

一般的な政策提言プロセスは、(1) 情報収集ステージ（解くべき問題の設定と、その問題に関連する情報を収集する）、(2) 選択肢検討ステージ（シナリオを列挙し、シナリオの関係性や要因を検討する）、(3) 戦略選択ステージ（シナリオを吟味し、政策を考案する）の3ステージから構成される。本稿では、人が(1)、(3)を、AIが(2)をそれぞれ担当し、人とAIの協働により政策を提言する。

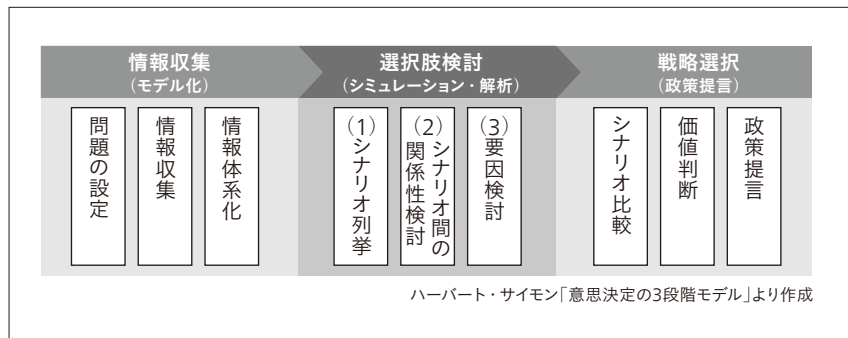
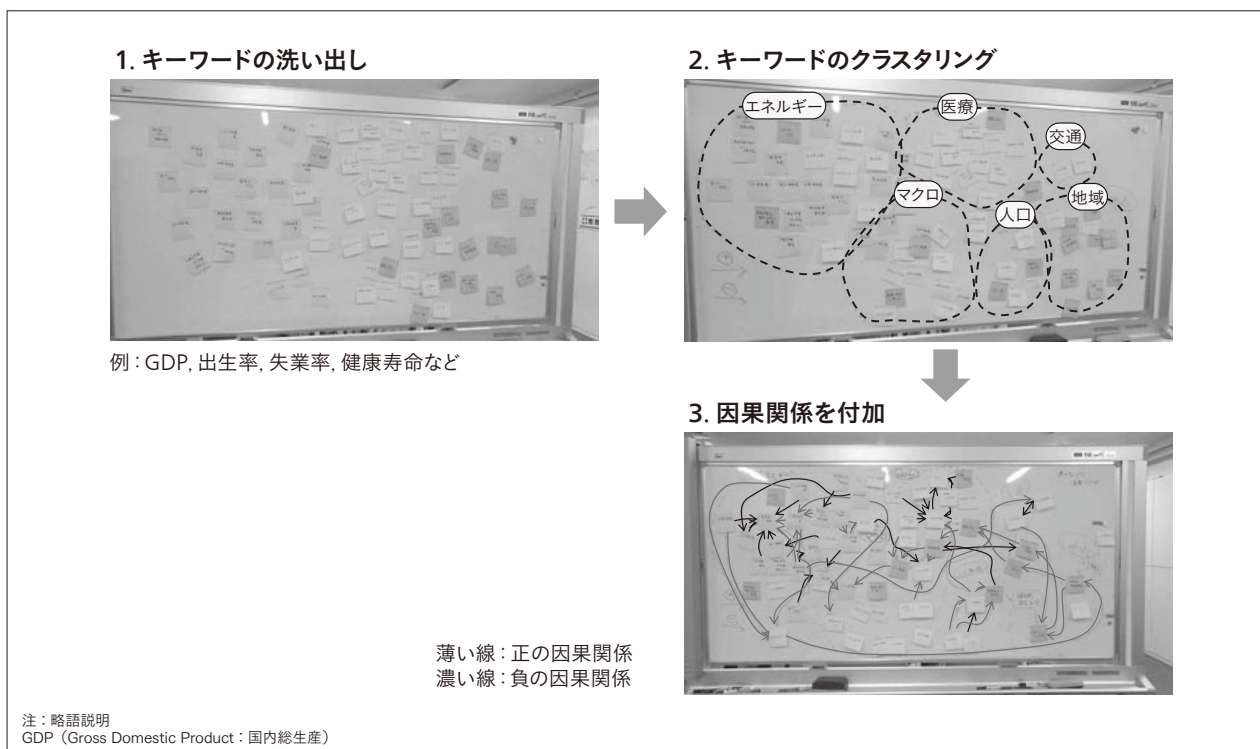


図2 | 社会因果関係の洗い出し

初めに有識者を招き、ワークショップ形式で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を付与する。



ページ]では得られた複数の未来シナリオを吟味し、ありと社会像と照らし合わせて合致する未来シナリオを選択し、その未来シナリオを実現するための政策提言へとつなげる。

最初の情報収集ステージと最後の戦略選択ステージは人が、両者の間の選択肢検討ステージはAIが行う。このように、人とAIが協働して政策提言を行う構成になっている。以下では各ステージの手順を詳細に説明する。

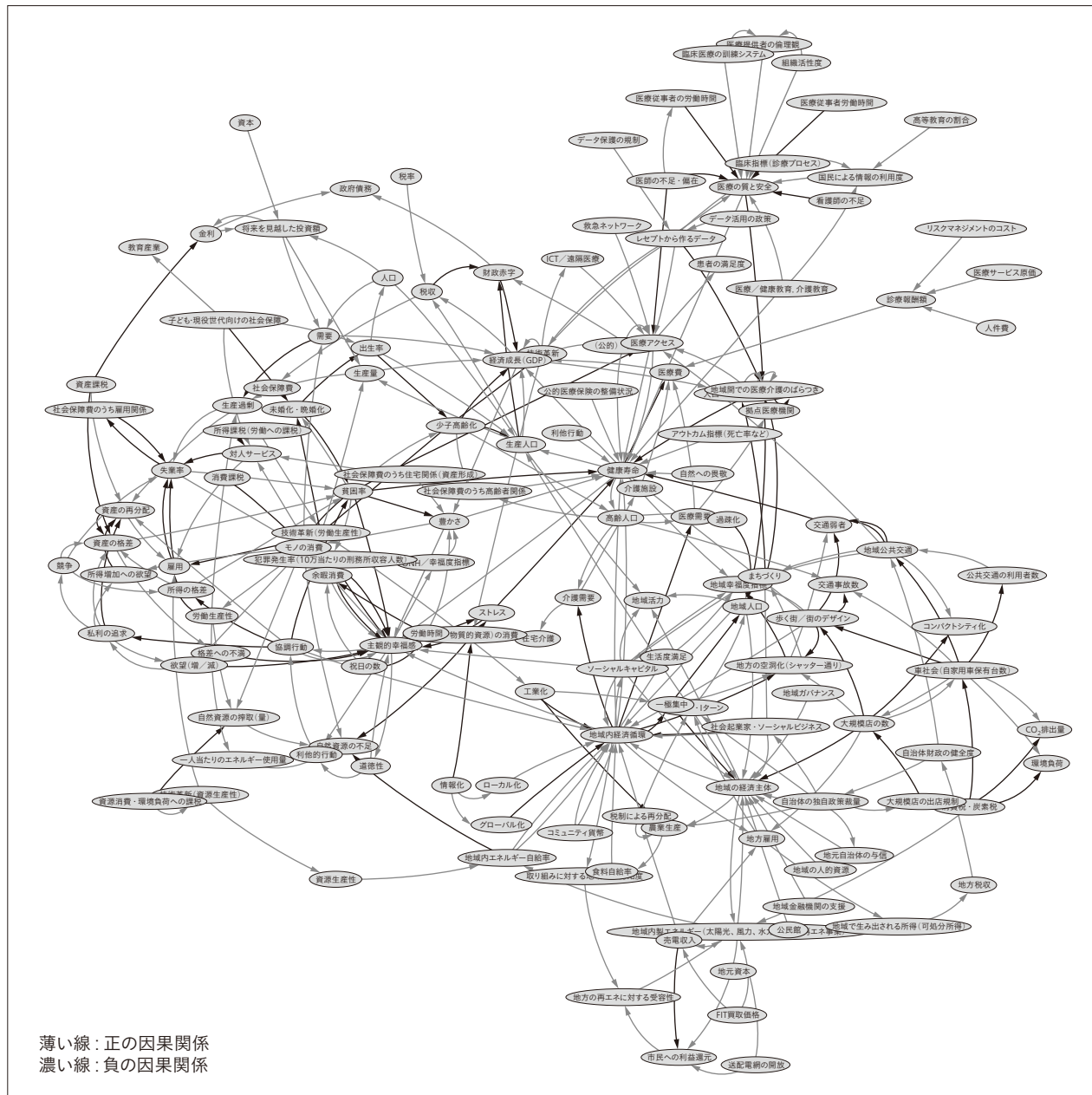
3.1 情報収集ステージ

情報収集ステージでは、まず、何を解きたいのか、何

を明らかにしたいのかという問題の設定を行う。ここでは、「2050年の日本の持続可能性の確保」と設定した。次に、この問題に関する知見をもった複数の有識者を招き、いわゆるワークショップの形で社会の因果関係の洗い出しを行った。具体的には、日本社会の現在や未来において重要と思われる、GDP(Gross Domestic Product: 国内総生産)や出生率、失業率、健康寿命などの社会の状況を表現するキーワード(社会指標)を列挙した。そして、それらのキーワードをクラスタリングし、類似しているキーワードを整理したあと、キーワードどうしの因果関係を付加した(図2参照)。このようにしてできた因果連関モデルは、特に遠い未来の予測に用いるには不

図3 因果連関モデル

キーワード(社会指標)どうしの因果関係をグラフ構造で表現し、因果連関モデルを作成する。今回作成したモデルは、日本社会全体を対象にしたマクロモデルで、キーワードの数は149、因果連関の数は333になった。



確実な面が大きいと、不確実性をパラメータとして含むモデルを作った。具体的には、因果の強度やタイムラグといったパラメータと、それらパラメータの分散といったメタパラメータを設定する。その結果、図3に示すような因果連関に関する定量モデルができあがった。薄い線が正の因果関係、濃い線が負の因果関係を示しており、社会指標の数は149、因果関係の数は333になった。

3.2

選択肢検討ステージ

選択肢検討ステージでは、情報収集ステージで作成した因果連関モデルを使って、ダイナミックな変化をAIシミュレーションを使って計算させる。時間が経過していく中で149の社会指標が相互に影響を及ぼしながら変化していき、また、メタパラメータのばらつき具合に応じて多数の未来シナリオが生成されていく。すなわち、未来の日本がさまざまに分かれていく、いわゆるパラレルワールドが生成される。2018年から2052年の35年間で、そうした未来シナリオは約2万通りに分岐した。その様子を23の代表的なシナリオについて示したのが図4である。開発したAI技術の特徴は以下のとおりである。

(1) 多様な未来シナリオを描出する、シナリオ列举技術

因果関係モデルに基づいて乱数を用いた確率的シミュレーションを実行し、未来に起こりうる多様な可能世界とそこに至る多数のシナリオを生成し、それらをクラスタリングすることにより自動的に代表的なシナリオに分

類・抽出する。これにより、多様な未来シナリオを、抜け・偏りなく列举することができる。

(2) シナリオ間の分岐の発生順序と時期を明らかにする、シナリオ分岐構造解析技術

代表的シナリオに関して、未来から時刻をさかのぼりながら乱数を加えてシミュレーションを繰り返し実行するバックキャスト解析により、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、どのような順番で発生するかを知ることができる。

(3) シナリオ分岐の要因を明らかにする、感度解析技術

分岐点においてパラメータを微小に変化させて各シナリオの実現確率の変化を調べる感度解析により、分岐の要因である社会指標を特定する。分岐を制御するためにどの社会指標に注目すべきか知ることで、望ましいシナリオに誘導するための具体的な政策を提言することが可能になる。

3.3

戦略選択ステージ

最終ステージである戦略選択ステージでは、選択肢検討ステージで作成した未来シナリオから、代表的な未来シナリオを選んで人(有識者)が解釈して意味づけする。ここでは、149の社会指標のうち、人口、財政、地域、環境・資源といった社会的なパフォーマンスと、雇用、格差、幸福、健康といった住民の満足度の8つの観点に

図4 | 代表シナリオ

2018年を起点として未来シナリオが分岐していく様子を図で表現した。重要な分岐点としては、8年から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年から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つが挙げられる。

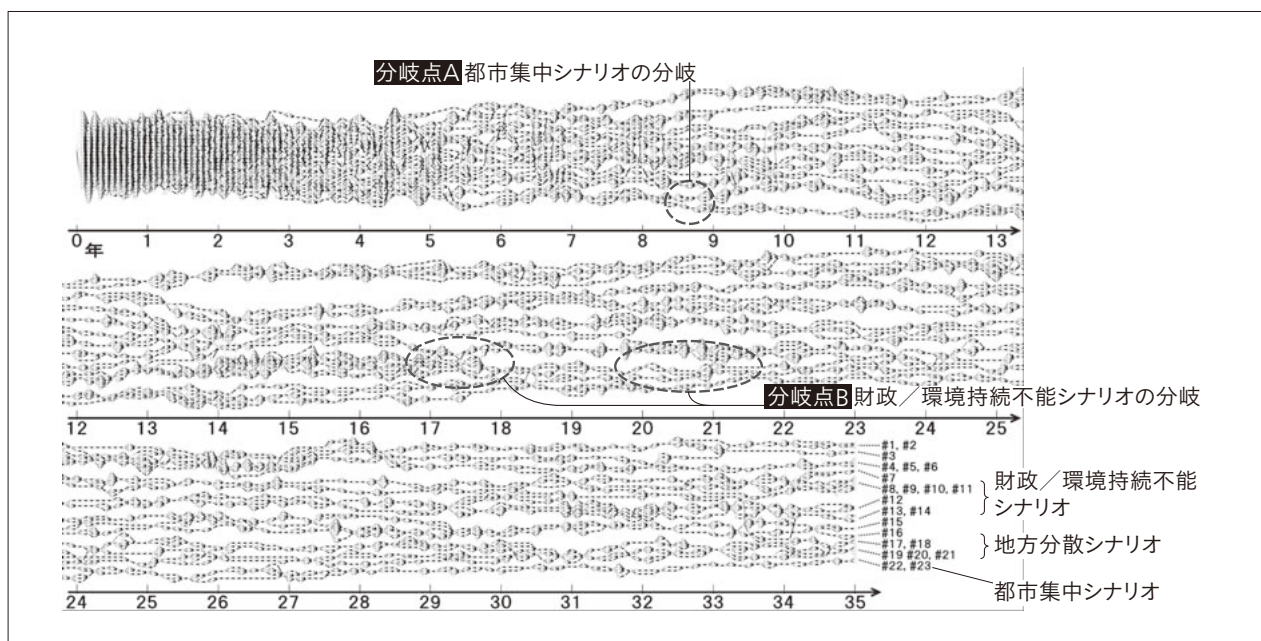


表1| シナリオ解釈結果

2052年における各シナリオグループの社会指標を人口、財政、地域、環境・資源、雇用、格差、健康、幸福の8つの観点で評価した。2018年と比較し、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△で表現した。

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	○	△	○	△	△	○	△	○	地域再生・持続可能 財政持続性に注意要
2	△	△	△	△	△	△	△	△	持続性不良・不満
3	○	△	△	△	△	○	△	△	人口持続可能・不満
4	○	△	○	×	△	○	○	○	環境持続不能
5	○	×	○	○	△	○	○	△	財政持続不能
6	×	○	×	○	○	×	×	×	都市集中・格差拡大 人口持続困難

関わる指標を選び出し、分析した（表1参照）。

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。詳細は関連記事¹⁾を参照されたい。

- (1) 2050年に向けた未来シナリオとして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。

4. おわりに

本稿では、2050年の日本社会の持続可能性といった曖昧で大きな課題に対し、人（有識者）の深い知見や考察に基づくモデル化と、機械（AI）による網羅的な未来シナリオの列挙および未来シナリオ間の関係性の解析の組み合わせによって解く手法について述べた。

今後は、国や地方自治体、民間からの意見を広く集め、AIを活用して多様な未来シナリオを描き出すことで、政策形成や社会構想に役立てていきたい。

参考文献など

- 1) 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.html>
- 2) H. Simon et al.: Administrative behavior: A study of decision-making process in administrative organization, New York: Free Press (1976)

執筆者紹介



岩野 健治

日立製作所 研究開発グループ 基礎研究センター
日立京大ラボ 所属
現在、社会システムの研究開発に従事
人工知能学会会員、電子情報通信学会会員、
情報処理学会会員