

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04338

研究課題名（和文）持続可能社会に向けた市民参加型政策立案のためのモデルベースフューチャー・デザイン

研究課題名（英文）Model-based Future Design for Citizen-Participatory Policy Making toward Sustainable Society

研究代表者

野間口 大（Nomaguchi, Yutaka）

大阪大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：90362657

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：フューチャー・デザイン（FD）は持続可能社会実現に向けて将来世代の視点を取り込む社会システムのデザインと実践である。本研究の目的は、システムモデリングの作業がFDのもとでの対話に与える効果を科学的に解明し、その知見に基づいたモデルベースFD方法論を構築することである。以下4点の成果を挙げた。（1）システム思考のツールである因果ループ図によるモデリング手法を構築した。（2）モデルの使用の有無によるFDの議論の特徴の差異を分析した。（3）議論の特徴を客観的に分析する手法をテキストマイニングを活用して構築した。（4）分析結果に基づいて手法の一般性を明らかにし、モデルベースFD方法論を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

フューチャー・デザインは、それ自体が全く新しい社会システムデザインのアプローチであるが、従来、人文系の視点が主であった。本研究の新規性は、そこに工学的な視点であるモデルベースデザインの考え方を導入する点にあり、従来見られない画期的なものである。本研究課題で確立を目指すモデルベースフューチャー・デザインの方法論は、社会的課題に対する政策立案や意思決定に将来世代の利益を反映させるための科学的かつ汎用性のあるアプローチを提供するものである。その成果はフューチャー・デザイン手法を一般化することに繋がり、社会技術として普及すれば持続可能社会実現の可能性を飛躍的に高める。波及効果はきわめて大きい。

研究成果の概要（英文）：Future Design (FD) is the design and praxis of social systems that generate judgments and decisions considering the preferences of both current and future generations. The purpose of this study is to scientifically elucidate the effects of system modeling on the discussion under FD and to build a model-based FD methodology based on the elucidation. We obtained the following four results. (1) We built a modeling method using a causal loop diagram, which is a tool for systems thinking. (2) We performed some FD workshops on specific themes and applied the proposed method to them. (3) We built a method to objectively analyze the characteristics of the discussion in FD workshops by using text mining. (4) Based on the analysis results, we clarified the generality of the proposed method and established a model-based FD methodology.

研究分野：設計工学

キーワード：モデルベースデザイン 持続可能社会 市民参加 政策立案 フューチャー・デザイン

1. 研究開始当初の背景

現代社会は、環境問題やエネルギー・資源問題など、その持続可能性を脅かす諸問題に直面している。将来世代につながる持続可能社会の実現にあたっては、未だ生まれていない将来世代の声を政策に反映させる何らかの仕組みが必要と考えられる。その有効な手段として、仮想的な将来世代を社会に作り出し、現世代との合意形成を図る新たな市民参加型の社会システムデザインの枠組みであるフューチャー・デザインが提案されている[1]。地方自治体における実際の政策決定のための市民参加型ワークショップによるケーススタディーも実施され、両世代間の合意形成を通じて意思決定に将来世代の視点が反映されることなどが分かっている。一方で、フューチャー・デザインを社会技術として広く普及させるためには、仮想将来世代がより具体的、論理的に未来に関わる議論を展開するための方法論が必要である。

システム工学や設計工学の分野において、近年、モデルベース開発、またはモデルベースデザイン(Model-based Development/Design; MBD) と呼ばれる、シミュレーション技術を活用したシステムデザイン手法が注目を集めている[2]。MBD は、シミュレーションの活用推進だけでなく、システムデザインの本質が専門領域間の協調にあることを踏まえ、モデリング作業を通じてシステム要素間の複雑な因果関係を視覚化し、新たな気づきを生み、異領域の技術者間の対話を促進してシステムデザインの質を高めることに核心がある。

上記の課題認識と学術的背景を踏まえれば、環境政策を対象とするフューチャー・デザインに対しても世代間の討議と合意形成の促進に MBD のアプローチが効果的ではないかと考えられる。一方で、一般にフューチャー・デザインワークショップの参加者はシステムモデリングの専門家ではなく、その思考過程に対してモデリング作業がどのような影響を与えるか、どう活用すれば効果的かとの疑問が生じる。これが本研究における核心的な問いである。

2. 研究の目的

本研究課題では、仮想将来世代がより具体的かつ論理的に将来に関わる議論を展開するためのモデルベースフューチャー・デザイン方法論の構築を目的とする。大阪大学のメンバーを中心とする研究チームによるワークショップの実践と分析を通じて、モデルがワークショップ参加者間の討議や合意形成に与える効果を科学的に解明し、その活用法をはじめとする方法論の基盤となる知見を獲得する。

3. 研究の方法

前述の目的を達成するにあたり、本研究では(1)フューチャー・デザインワークショップためのモデリング手法の開発、(2)フューチャー・デザインワークショップの実施、(3)手法の効果の分析、(4)モデルベースフューチャー・デザイン方法論の構築、の4つの課題を設定し、相互に連携させながら進めた。(1)について、代表的なシステム思考手法の一つである因果ループ図に着目し、フューチャー・デザインワークショップに適したモデリング手法を開発した。並行して、マルチエージェントシミュレーションによる定量的モデリング手法を検討した。(2)について、大阪府吹田市における環境基本計画策定のための市民ワークショップ(以下、吹田市WSと呼ぶ)、および京都市における「京都市1.5 を目指す将来世代職員フューチャー・デザイン会議」と称するワークショップ(以下、京都市WSと呼ぶ)をデザインし、実施した。吹田市WSではモデルを用いないセッションを実施した。京都市WSではモデルを用いずに仮想将来世代の討議を行うセッションと、モデルを用いて仮想将来世代の討議を行うセッションを実施し、後者に(1)の手法を適用した。いずれにおいても参加者の発言を録音し、文字情報として記録した。当初の計画ではドイツ・ハンブルク大学の研究チームとも連携して、様々なテーマについてのワークショップを実施する予定であったが、2020年春からの新型コロナウイルス感染拡大に伴う各種措置により多数の市民を1か所に集めることが難しく、計画通り進めることはできなかった。その代わりに比較的小規模なワークショップを学内で対面形式により実施し、試験的な取り組みを行った。(3)について、テキストマイニング分析により議論活性度を定量的に評価する手法を新たに開発した。(2)で取得した討議記録に適用して分析した結果、因果ループ図を用いて将来世代の討議を行うことにより、因果ループ図を用いない場合と比べて有意に議論活性度が向上することが分かった。(4)について、(3)の知見の活用を検討を行った。また、研究の過程で、適宜、市民参加型討議の研究で先行する海外の研究者、特にドイツ・ハンブルク大学の研究チームと意見交換を行い、今後の連携について相互の理解を深めた。

4. 研究成果

(1) ビジネスや公共政策の分野ではシステム思考の分析ツールである因果ループ図[3]の活用例がみられる。システム思考は、システムの複雑な挙動がパターンとして成立しているものとして考え、そのパターンを生み出す構造を理解することで、問題解決や望ましい変化のために働きか

けるべき点を探るアプローチである。因果ループ図では、システムの挙動に関連する変数がノード、変数間の因果関係が有向リンクで表現される。変数間の因果関係は、正の関係、すなわち、原因に対応する変数と結果に対応する変数の変化の方向が同じである関係と、負の関係、すなわち、原因に対応する変数と結果に対応する変数の変化の方向が逆である関係、の2種類のいずれかで表現される。このようにしてシステム全体の挙動が簡潔に表現される。分析者は因果関係のループを起点として、システムの分析を進める。

因果ループ図によって表現されるシステムモデルは定性的な内容に留まるが、表現の汎用性が高く、様々な内容を1つのモデルで記述することができる。そのため、システムを俯瞰して、システムの問題につながる要因を特定し、その解決のための指針を分析するのに役立つ。一方で、因果ループ図はどちらかといえばシステム分析のための手法であるため、表現の抽象度が高く、記述や解釈にはある程度の経験が必要となる。一般にシステムデザインの当事者はそうした記法になじみがなく、活用にあたっての課題となる。

そこで本研究では次のような活用方法提案した。フューチャー・デザインワークショップにおいては、基本的に同じ参加者によるセッションを日にちを空けて複数回実施し、各回のセッションでは前回セッションの討議の内容を振り返る時間を設ける。このことを踏まえ、まず、第n回のセッションにおける討議の内容を、グラフィッカー(討議の記録者)がその場で記録する。第n回のセッションの終了後に、システムモデリングの専門家がその内容に基づいて因果ループ図を作成する。作成した因果ループ図を第n+1回のセッションにおける振り返りで提示し、それをもとに参加者の討議を促す。グラフィッカーはそこでの内容を記録し、因果ループ図を更新することとする。

(2) 因果ループ図によるモデルベースフューチャー・デザインの実践として、2019年9月から2020年1月にかけて総合地球環境学研究所と京都市との共同主催により京都市WSを実施した。京都市WSのテーマは、2050年の京都市における炭素排出量ゼロの達成と京都市の魅力向上という2つの目標の両立に向けた取り組み・政策の提案である。上記期間中に計5回のセッションが開催された。市職員25名が5グループに分かれ、それぞれ、ライフスタイル、移動・交通、建物、土地利用、その他、のサブテーマについて討議した。研究代表者らが指導する大阪大学工学研究科の学生が各グループのグラフィッカーを担当した。第1回セッションで現世代の立場での討議を行った後、第2回セッション以降は将来世代としての討議を行った。第2回セッションの全グループの討議内容に基づいて、著者らの研究グループが図1に示す1枚の

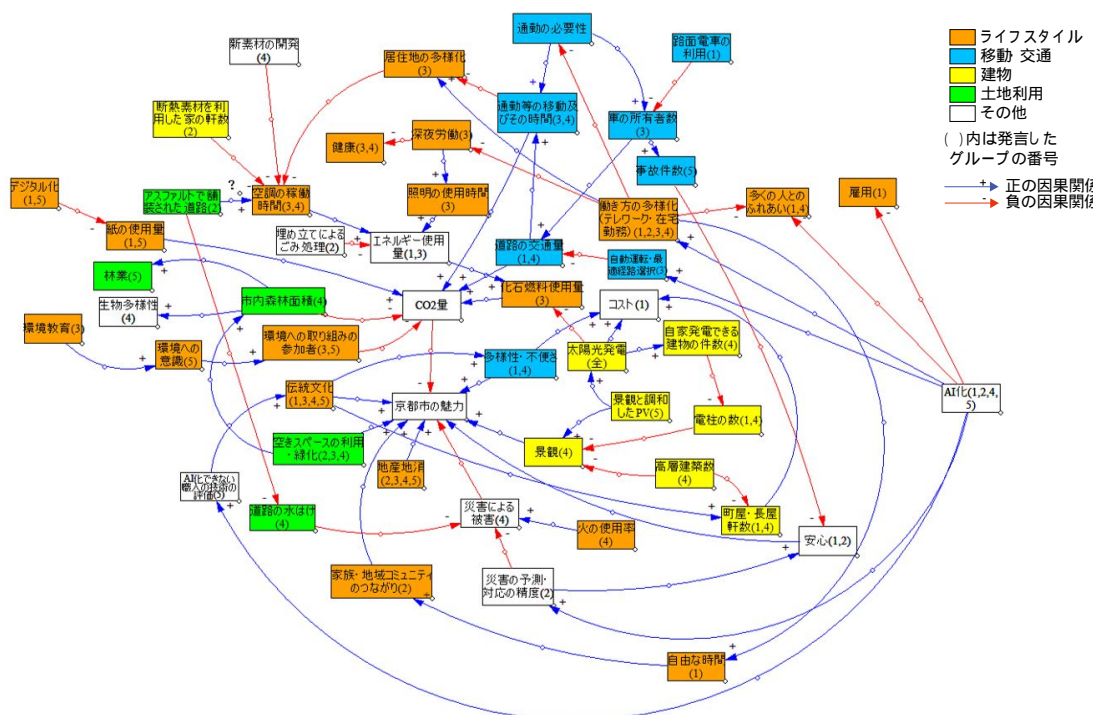


図1 京都市WSで作成された因果ループ図

因果ループ図を作成した。図1の因果ループ図では、討議された変数が矩形のノード、変数間の正の因果関係が青の矢印、負の因果関係が赤の矢印で示されている。ノードのカッコ内の数字は、その変数に対応する討議を行ったグループの番号である。ワークショップのテーマの2つの目標に対応する「CO₂量」と「京都市の魅力」の2つの変数が中央に配置され、討議で挙げられた様々な変数を含めた因果関係が示されている。例えば、「化石燃料使用量」、「道路の交通量」が増加することにより「CO₂量」が増加すること、「景観と調和した太陽光発電(PV)」の増加が「化石燃料使用量」を減少させると同時に「京都市の魅力」も増加させること、などの内容を読み取ることができる。

この因果ループ図を第 3 回セッションにおいて各グループに提示した。参加者は提示された因果ループ図を参照しながら、自分たちのグループの討議を振り返るとともに、他グループでの討議との関係を把握することができた。例えば、グループ 1 およびグループ 4 が討議した「道路の交通量」は、グループ 3 が討議した「自動運転・最適経路選択技術」の発達により減少すること、などの内容を読み取ることができる。

(3) 提案手法の効果を客観的に評価するために、ワークショップ参加者へのアンケート調査と並行して、参加者のワークショップでの議論の活性度の評価を行った。本研究では、議論活性度の評価指標として以下の 3 つを新たに開発した。

1. 活発度：参加者同士の議論の活発さを表す指標である。

次の 2 つの指標は参加者がトピックについてどれだけ体系的に議論できるかを評価する。

2. 発散度：参加者が議論をさまざまなトピックに発散させている度合いを表す。この指数の値が高いほど議論されたトピックが多いことを示す。一般に、システム設計には発散的思考と収束的思考の繰り返しが含まれる。新しいアイデアを探求して生み出し有望な解決策を提案するには多様な議論が不可欠である。しかし限られた時間内では、発散度の高いと断片的で抽象的な議論につながる。
3. 展開度：参加者が議論の中心的トピックに関連する内容を展開できた度合いを示す指標である。フューチャー・デザインワークショップにおいて、参加者は断片化されたさまざまなアイデアを統合して未来社会の展望を形成する。展開度は、あるトピックに統合されたアイデアの多さに対応する。

テキストマイニングは、文書を単語に分割し、単語の出現頻度や重要度、単語間の共起関係などを分析して、文書の特徴を定量的に扱う手法である[4]。本研究ではテキストマイニングにおける単語重要度と共起の考え方をを用いる。単語重要度は tf-idf とよばれる方法で定量化される。tf-idf では、出現頻度だけでなく、逆文頻度（逆文書頻度）、すなわち、多くの文書に出現する語（一般的な語）は重要度が下がり、特定の文書にしか出現しない単語の重要度が上がるように計算される。共起とは、2 単語が同一の発話文に存在する関係である。単語の共起関係をネットワークで表現したものを共起ネットワーク図という。共起ネットワーク図内で接続関係にある単語群を共起コミュニティと呼び、1 つのトピックに対応すると考えられている。

本研究では、前述の 3 つの指標をテキストマイニングを用いて次のように定量化する。活発度は、単位時間（本研究では 1 分）あたりに発言された単語の総数である。発散度は、単位時間（本研究では 10 分）あたりの共起コミュニティの数である。展開度は、一定時間（本研究では 10 分）ごとの共起ネットワークにおいて、最も重要度が高い単語を含む共起コミュニティの単語数が語彙総数に占める割合である。

フューチャー・デザインワークショップにおける因果ループ図の効果を検証するため、京都市 WS において、因果ループ図を使わずに行った第 2 回セッション、および因果ループ図を参照しながら行った第 3 回セッションの議論における参加者の発言データに対して分析を行った。グループ 1 ~ 5 の第 2 回セッションおよび第 3 回セッションにおける議論の(1) 活発度、(2) 発散度、(3) 展開度を、図 2 に示す。(1)~(3) の値について、「因果ループ図あり」のデータ群の平均値は「因果ループ図なし」のデータ群の平均値より大きい(2) については小さい) とは言えないことを仮説として立て片側 t 検定を行った結果、(1) 5%、(2) 5%、(3) 1% の有意水準で棄却されることがわかった。このことから、フューチャー・デザインワークショップの議論に因果

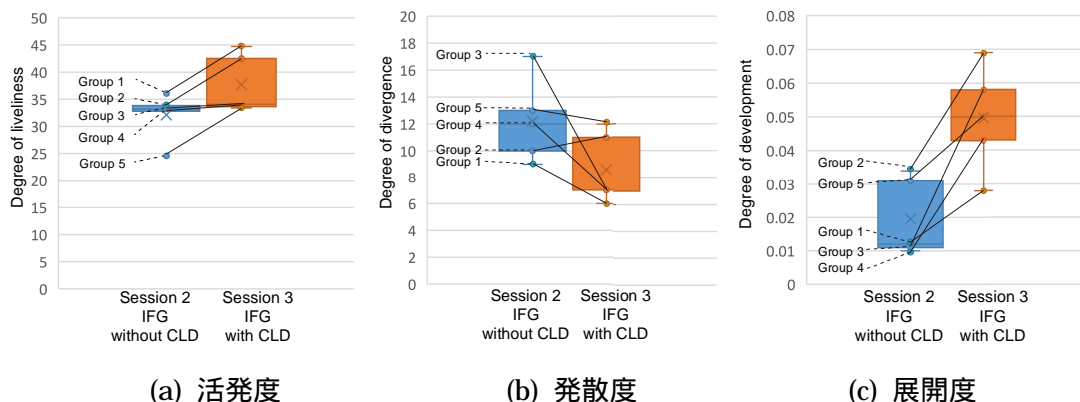


図 2 京都市 WS における第 2 回セッション（仮想将来世代，因果ループ図無し）と第 3 回セッション（仮想将来世代，因果ループ図あり）の議論活性度評価の比較

ループ図を活用することで、各有意水準のもとで(1) 議論の活性化, (2) 議論の集中, (3) 中心的テーマに関連する議論の展開, の効果をもたらすことがわかった。

図 2 に示された議論活性化の効果には、ワークショップ参加者がフューチャー・デザインでの議論に慣れたことによる学習効果が寄与している可能性がある。これを確認するために、因果ループ図をまったく使わずに実施した別のフューチャー・デザインワークショップとの比較を行った。比較対象として、2019 年 3 月から 8 月にかけて実施した、吹田市 WS を取り上げた。吹田市 WS では、25 人の吹田市民が 6 グループに分かれて、4 回のセッションを通じて議論を行った。第 1 回セッションは現世代で、第 2 回セッション以降は仮想将来世代での議論である。各回のセッションの議論における参加者の発言データに対して、京都市 WS の分析と同様に 3 つの指標による評価を行った。図 3 にその結果を示す。仮想将来世代のセッションを通じた習熟効果は見られなかった (5%有意)。この結果より、因果ループ図による議論活性化の効果は、習熟効果よりも大きいことが示唆された。

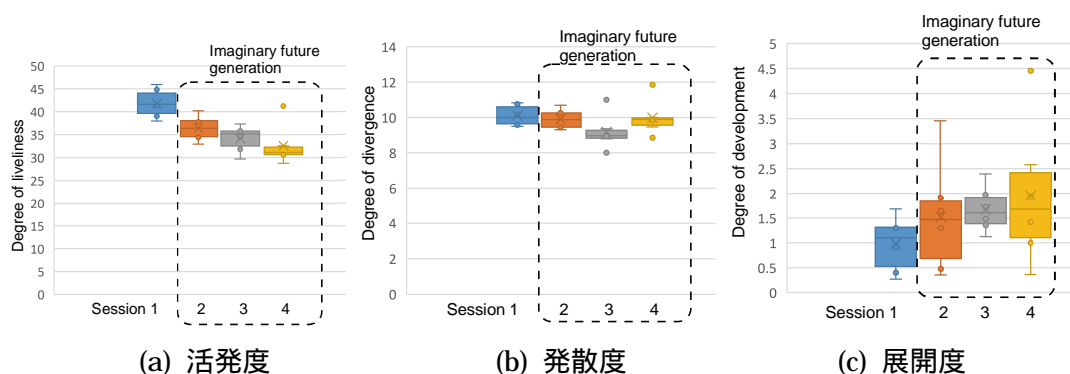


図 3 吹田市 WS における各セッション (第 1 回セッション：現世代, 第 2~4 回：仮想将来世代) の議論活性化評価の比較

(4) 京都市 WS および吹田市 WS の分析から得られた知見に基づいて、提案したモデルベースフューチャー・デザイン手法の一般化を行った。提案手法の第一の特徴は、因果ループ図の作成をシステムモデリングの専門家が行った点にある。これによりワークショップ参加者の負担が軽減され、議論に専念できた可能性がある。また、因果ループ図でのモデリングに適した議論のテーマ設定も重要である。京都市 WS では、CO2 削減と京都市の魅力向上という明確な目標が設定されており、議論されるトピックはこれら 2 つの目標との因果関係のもとで展開されることが求められる。因果ループ図はそうした関係を整理するのに適している。

このような知見に基づいて、2022 年 9 月から 11 月にかけて実施された国内大手企業 5 社と大阪大学学生の参加による「『2050 年の社会課題とニーズを探索する』フューチャー・デザイン」にモデルベースフューチャー・デザイン手法を適用した。その結果は上記の知見をあらためて裏付けるものであった。

(5) 今後は本研究で得られた知見に基づいて、モデルベースフューチャー・デザイン手法を様々な事例に適用し、さらなる洗練化を図る予定である。特にドイツ・ハンブルク大学を中心とする研究チームと連携し、新型コロナウイルス感染拡大の影響で実施できなかったドイツでのモデルベースフューチャー・デザインワークショップを具体的に計画している。ドイツは市民参加型の社会システムデザインにおいて世界をリードする国の一つである。社会的背景の異なるドイツと日本でワークショップを実施し、参加者の行動の違いを分析することは、科学的見地に立ってモデルベースフューチャー・デザインの方法論を確立する上で必要かつ重要な意味を持っている。

< 引用文献 >

- [1] 西條辰義(編著), フューチャー・デザイン{七世代先を見据えた社会}, (2015), 頸草書房.
- [2] 平野豊, 1D シミュレーションによるシステムのモデルベース開発, 日本機械学会誌, 119 (1177), (2016), pp. 662-665.
- [3] Sterman, J. D., *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, The McGraw-Hill (2000), (邦訳: J. D. スターマン(著), 枝廣淳子, 小田理一郎 (訳), システム思考- 複雑な問題の解決技法-, (2009), 東洋経済新報社).
- [4] R. Feldman and J. Sanger, *The Text Mining Handbook*, Cambridge University Press, 2007.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Uwasu Michinori, Kishita Yusuke, Hara Keishiro, Nomaguchi Yutaka	4. 巻 12
2. 論文標題 Citizen-Participatory Scenario Design Methodology with Future Design Approach: A Case Study of Visioning of a Low-Carbon Society in Suita City, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 4746 ~ 4746
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su12114746	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hoffmann Peter, Nomaguchi Yutaka, Hara Keishiro, Sawai Kana, Gasser Ingenuin, Albrecht Myriam, Bechtel Benjamin, Fischereit Jana, Fujita Kikuo, Gaffron Philine, Krefis Anne Caroline, Quante Markus, Scheffran Juergen, Schluenzen Katharina Heinke, von Szombathely Malte	4. 巻 4
2. 論文標題 Multi-Domain Design Structure Matrix Approach Applied to Urban System Modeling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Urban Science	6. 最初と最後の頁 28 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/urbansci4020028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Nomaguchi Yutaka, Senoo Ryotaro, Fukutomi Shinya, Hara Keishiro, Fujita Kikuo	4. 巻 17
2. 論文標題 Utilization Method and Effect Evaluation of Systems Thinking in Future Design: Comparative Analysis of Policy-Making Workshops in Local Governments	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 183 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/ijat.2023.p0183	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Onozuka Sota, Kishita Yusuke, Matsumoto Mitsutaka, Kojima Michikazu, Umeda Yasushi	4. 巻 25
2. 論文標題 An approach to quantifying narrative scenarios for sustainable consumption and production using participatory backcasting	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Environmental Research	6. 最初と最後の頁 23 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Onozuka Sota, Kishita Yusuke, Matsumoto Mitsutaka, Kojima Michikazu, Umeda Yasushi	4. 巻 98
2. 論文標題 Quantitative Assessment Method for Supporting Scenario Workshops toward Sustainable Consumption and Production	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Procedia CIRP	6. 最初と最後の頁 49 ~ 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procir.2021.01.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 野間口大	4. 巻 58
2. 論文標題 特集「フューチャー・デザイン：工学からのアプローチと社会実践」について	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 設計工学	6. 最初と最後の頁 2 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野間口大	4. 巻 58
2. 論文標題 モデルベース・フューチャー・デザインの考え方と実践	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 設計工学	6. 最初と最後の頁 52 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 野間口大, 福富慎也, 原圭史郎, 藤田喜久雄
2. 発表標題 フューチャー・デザインワークショップにおけるシステム思考の活用とテキスト分析による効果の検証
3. 学会等名 2020年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Uwasu, M., Kishita, Y., Nomaguchi, Y., and Hara, K.,
2. 発表標題 Combining Future Design and Scenario Design Methodology: A Case Study in Suita City
3. 学会等名 The 11th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野間口 大
2. 発表標題 モデルベースフューチャー・デザインの試み
3. 学会等名 2019年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 圭史郎
2. 発表標題 フューチャー・デザインの環境政策への応用 自治体での実践を例に
3. 学会等名 第23回実験社会科学カンファレンス2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nomaguchi, Y., Senoo, R., Fukutomi, S., Hara, K., and Fujita, K.
2. 発表標題 Utilization Method and Effect Evaluation of Systems Thinking in Future Design Workshops: Case Studies of Policy-making Workshops in Local Governments
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nomaguchi, Y., Morikawa, H., Nishida, R. and Fujita, K.
2. 発表標題 A Framework of Real-time Knowledge Capture and Formalization for Model-based Design with Spoken Annotation and Design Operations
3. 学会等名 ASME 2023 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	藤田 喜久雄 (Fujita Kikuo) (10228992)	大阪大学・工学研究科・教授 (14401)	
研究分担者	原 圭史郎 (Hara Keishiro) (30393036)	大阪大学・工学研究科・教授 (14401)	
研究分担者	上須 道徳 (Uwasu Michinori) (50448099)	大阪大学・経済学研究科・教授 (14401)	
研究分担者	木下 裕介 (Kishita Yusuke) (60617158)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	ドイツ気候サービスセンター	ハンブルク大学		