

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）
2021(令和3)年度採択 プロジェクト企画調査
終了報告書

科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への
包括的実践研究開発プログラム

プロジェクト企画調査

「責任ある研究とイノベーションを促進する
SF プロトタイピング手法の企画調査」

Feasibility Study for SF Prototyping
to Promote Responsible Research and Innovation

企画調査期間

2021(令和3)年10月～2022(令和4)年3月

調査代表者／Principal Investigator

大澤 博隆

筑波大学 システム情報系 助教

OSAWA Hirotaka

Assistant Professor, Faculty of Engineering, Information and Systems,
University of Tsukuba

1. 企画調査の概要

■概要：

SF プロトタイピング手法は専門家と作家が共同で参加し、サイエンスフィクション (SF) の持つ技術描写手法、感情移入手法やプロット作成を元に、科学技術の問題点を考慮しながら、社会のイノベーションを物語作品の形で作成し、それを元にビジョンを共創するワークショップ手法である。本企画調査の目的は 1) SF プロトタイピングのファシリテーターが、どのように参加者における価値共創を喚起しているかを、ファシリテーターおよび参加者の会話、行動、意識、創出結果から認知科学的に分析する。2) ファシリテーターサポートツールのプロトタイプを開発する。3) SF プロトタイピングを適用するための特定のフィールドを探すことの 3 点である。具体的には、責任ある研究やイノベーションを生み出すファシリテーション手法のプロトタイプを開発し、開発した手法を、想定するフィールドの現場で適用することで、ファシリテーションや、ファシリテーションをサポートするツールが、どのように参加者の物語的発想の想像力や、参加者の相互作用を喚起するか、また、参加者の議論や創発行動に影響するかを認知科学的に分析する。手法の評価としては、日本 SF 作家クラブの協力のもと、第三者による客観的な評価を行う。これらにより、フィクションがイノベーションと社会に与える影響を明らかにする。

■参画・協力機関：

筑波大学、東京大学、香川大学、三菱総合研究所、日本 SF 作家クラブ

■キーワード：

筑波大学、東京大学、香川大学、日本 SF 作家クラブ

■Summary:

SF prototyping is a methodology to create a future vision, in which experts and writers jointly participate to build innovation in the workshop to form a story while considering the future society and the issues of science and technology. This method incorporates the technical depiction, sympathetic, and plot creation method of science fiction. The purposes of this project survey are 1) to analyze cognitively how the SF prototyping facilitator stimulates value co-creation among participants from the conversations, behaviors, consciousness of the facilitators and participants, and creative results, 2) to develop a prototype of the facilitator support tool, 3) to find a specific field to apply SF prototyping. Specifically, a prototype of the facilitation method that generates responsible research and innovation is developed and applied to the site of the target field workshop. We also analyze the workshop discussion text to find how the facilitator and/or the facilitation tool evokes imagination of participants' narrative ideas and their interactions, affect their discussions, and emergent behaviors. The method will be objectively evaluated with the cooperation of the Science Fiction and Fantasy Writers Club of Japan. From the survey results, we will clarify the impact of fiction on innovation and society.

■Joint R&D Organizations:

University of Tsukuba, The University of Tokyo, Kagawa University, Science Fiction and Fantasy Writers of Japan

■Key words:

Speculative Design, Innovation Emergence, Future Insight, Cognitive Science, Value Co-Creation

2. 企画調査の目標

本企画調査では SF プロトタイピングの参加者が、ファシリテーションによって、どのように価値共創を行っているかを参加者の会話、行動、意識、創出結果から認知科学的に分析する。具体的には、SFプロトタイピングの参加者が責任ある研究やイノベーションを生み出すファシリテーション手法のプロトタイプを開発し、開発した手法を様々な現場で適用することで、参加者が持つ物語的発想の想像力や、参加者の相互作用を喚起するファシリテーションなどが、参加者の議論や創発行動にどのように影響するかを評価する。

技術の複雑化によって生じる予見不可能性と、人々の目指すべき価値観の多様化に伴って、将来的な未来社会のビジョンを共有することがますます難しくなっている。機械学習技術のように、現在の技術でもたらされる結果は事前に予測不可能な場合も多く、社会的タブーの侵犯を含め多くの問題を生みつつある。また、文化や性指向が多様な人々がいる社会では、従来のように共通の価値観を前提として、望むべき社会ビジョンを企業や行政が目指すことが難しくなっている。企業や行政の未来社会ビジョンが、古い価値観や差別意識を引き継ぐ点に批判もある (J. Robertson, “Gendering Robots: Posthuman Traditionalism in Japan,” in *Recreating Japanese Men*, 2011)。

こうした不確実性を伴う社会で、多くの人に問題意識や課題、将来ビジョンを共有する手法方法として、スペキュラティブ・デザインやシナリオ・プランニング、未来洞察手法やフューチャー・プランニングなど、様々な手法が開発されてきた (M. Amer et al., “A review of scenario planning,” *Futures*, vol. 46, 2013)。本研究ではこの中で、SFプロトタイピングと呼ばれる手法に着目する。SFプロトタイピングはSFを作り出す過程をイノベーション創発に応用する手法である[1]。SFプロトタイピングは、階層型組織の中で、フィクションという手段を使いながら複数の専門家のアイデアを組み合わせることに利点がある。SFプロトタイピングは米国発祥の手法だが、現在では日本や中国など、様々な国が目指す手法となっており、JSTの『課題解決の対話から2050年に向けてつむぐ2021年3月から「つくりたい未来」「来るだろう未来」へ』を含め、国内企業や行政でも多くの応用が生まれている[2, 4]。日本はフィクション分野において独自の発展を遂げた先進社会であり、特に小説だけでなく映画、漫画やアニメーション、ビデオゲームなど、先進メディアを含めた多くの蓄積を持つ。こうした分野は日本のSFによって先導されてきており、我が国の隠れた資産の一つである

本研究ではこのSFプロトタイピング手法がどのように効果をもたらすかを分析し、その分析結果を元に、人々が責任ある研究およびイノベーションを生み出すためのスキルを獲得する新しいSFプロトタイピング手法を開発する。SFプロトタイピングの最終プロダクトは小説・漫画・アート・ビデオゲームなどの物語作品だけでなく、その作品を元にした議論や参加者たちの未来社会に対する意識向上なども含まれる。単純な企業技術広報と異なり、ネガティブな未来社会のストーリーが参加者の意識を改革することもある。

しかし、その効果について学術的な検証が積み重ねられているとは言い難く、現状は作家やコンサルタントの経験的な知見に依存している。また、フィクションをそのまま社会ビジョンに応用する場合、フィクションの面白さが特定の方向のみに議論を誘導してしまう危険性もある。代表者はこれまで人工知能とSFの双方の関係性を分析してきた[3]。その中では、SFが研究者のアイデアを触発する面がある一方で、SFで描かれてきた人工知能のビジョンが、人々の恐怖心を煽り、より注意すべき問題から議論をそらしてしまうという弊害を発見してきた。SFの持つ想像力喚起効果自体は有効だが、SFを応用するにはその弊害にも目を向ける必要がある。

上記の問題を解決するため、本研究では、SFプロトタイピングにおけるイノベーション創発過程を認知科学の手法を用いて分析する。分析結果を元にして、SFプロトタイピングの参加者や、作成された作品を体験した読者・鑑賞者・操作者など、SFプロトタイピングに関係した関係者の問題意識を喚起するためのSFプロトタイピング手法を新しく開発する。そして開発した手法をビジネスの現場および市民参加の現場で、それぞれ検証する。

1. **著書**：宮本道人, 難波優輝, and 大澤博隆. 2021. SFプロトタイピング: SFからイノベーションを生み出す新戦略. 早川書房.
2. **学会発表**：大澤博隆, 宮本道人, 藤本敦也, and 関根秀真. 2021. SFプロトタイピングを用いた未来ビジョン作成の評価. In インタラクシオン.
3. **学会発表**：大澤博隆, 長谷敏司, 宮本道人, 西條玲奈, 福地健太郎, and 三宅陽一郎. 2020. SFの分析を用いた未来のエージェント像の検討. In HAI シンポジウム, G-16..
4. **政策解説記事**：大澤博隆. 2020. サイエンスフィクションのイノベーション応用の動向. USJI Voice 44: <https://www.waseda.jp/usji/voice/usji-voice-vol-44>.

3. 企画調査の内容と結果

3-1. 実施項目

■項目1：SFプロトタイピング手法の分析と開発（2021/10-2022/3）

本項目では未来ビジョンを提示するためのファシリテーションシステムを開発する。ファシリテーションにあたっては、宮本がこれまで作成してきたSFプロトタイピング手法を元に、適切なタイミングで参加者のアイデアを合成し、参加者の新しいアイデアを触発させる。また、特定の話者からの提案に集中しないよう、発話者の発話量を計測し参加者間のバランスを取る。開発にあたっては、大澤がJSTRISTEX「人と情報のエコシステム」の「多様な価値への気づきを支援するシステムとその研究体制の構築」にて共同開発した単語のサジェストを行うファシリテーションシステムを参考として、プロトタイピングの現場で役に立つシステムを、筑波大で雇用するRAとともに開発する。開発にあたっては、大澤、西中、宮本、藤本、長谷川が参加する。

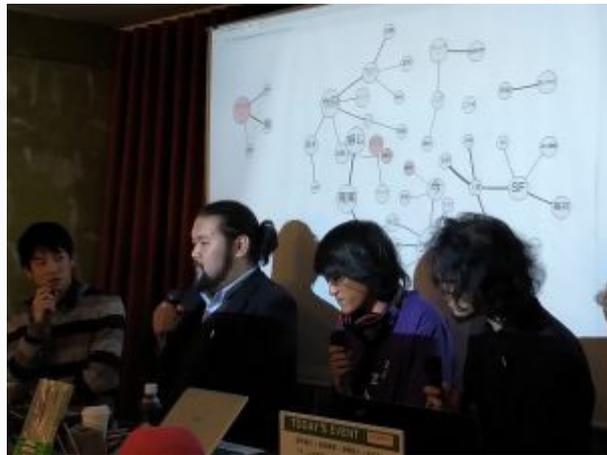
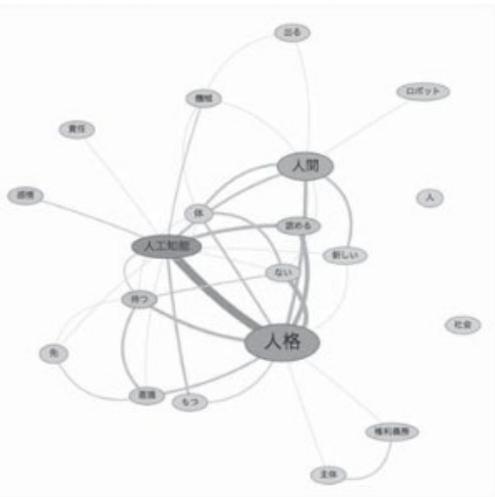


図1：左：共起ネットワークを用いたファシリテーションシステム（吉添衛，服部宏充，江間有沙，大澤博隆，神崎宣次，2018. 多様な価値観への気づき支援 議論の可視化と考察. 科学技術社会論研究 16 巻, (2018), 120–133.）。右：その応用事例（2019/3/24, 協賛イベント：藤井義允×柴田勝家×草野原々×宮本道人「ゲーム的実存と小説的想像力ーVR, AI, SF」）

■■項目2：SFプロトタイピングを適用可能なフィールドの探索（2021/11-2022/3）

開発したシステムを元に、SFプロトタイピング手法を参加者実験の形で実施し、参加者の会話、行動、意識、創出結果から影響を検証する。検証にあたっては、関連するフューチャー・プロトタイピング、シナリオ・プランニング、スペキュラティブ・デザインなどの手法に詳しい西中、藤本、長谷川が参加し、参加者の責任ある研究及びイノベーションへの態度を評価するための指標を作成し、それを元に大澤と宮本がシステム評価を実施する。

また、藤本および三菱総合研究所と共同で、企業を含めたSFプロトタイピングを実施し、開発した手法をフィールドで検証し、適用可能な現場を探索する。企業との研究実施時には数社間でのNDA (Non-disclosure Agreement) 等を結び、公開情報と非公開情報を分ける。また、参加者間の知識の偏りや性別の偏りが起きないように、十分に配慮してテストを行う。

■企画調査としての目標

未来社会 Society 5.0 では、自然科学と人文・社会科学の知を融合した「総合知」を活用して、

一人ひとりの多様な幸せ (well-being : WB) の実現を目指すことが重要だと令和 3 年版白書に示されている。そのため、本プロジェクトは総合知を活かすための特定フィールドの探索を重視する。本研究プロジェクトを企画調査として行う上で、SF プロトタイピング技術を開発するだけでなく、それを適用するための特定のフィールドを探求することを、6 ヶ月間の目標とする。目標とする特定フィールドはプロジェクトメンバーが関わった以下のテーマや、開発したプロトタイプを用いた今後の探索にしたがって決定する。

- ・ AI 倫理, 共生
- ・ 科学技術への市民の信頼と説明責任
- ・ 宇宙開発・利用
- ・ パンデミックと医療技術
- ・ パンデミックの食文化

FS 期間を通じて、項目 1 の SF プロトタイピング手法の開発を行い、この手法を用いて、項目 2 の現場での検証を達成し、その結果として、SF プロトタイピングを実施する特定のフィールドを探求することを、本企画調査の 6 ヶ月間の目標とする。

3-2. 実施内容と結果

項目 1 : SF プロトタイピング手法の分析と開発

本項目では、まず未来ビジョンを提示するためのファシリテーションシステムを開発した。SF プロトタイピングを行う際に必要な、単語の入力や共有が容易に行えるようにすること、また議論中に新たな単語創造の支援、議論後の分析を容易に行えるようにすることを目的とした。開発にあたっては、RA 雇用の峯岸朋弥が中心となり、オンラインで実施可能なプロトタイピングソフトウェアを開発した。開発にあたっては宮本、藤本がファシリテーションに必要なノウハウを提供し、オンラインにて検討が繰り返し行われた。また、メンバーのうち東京で西中、清河、峯岸、藤本、宮田が集まり、実際にソフトを使った運用を行うことで、ソフトウェアに関する検討を行った。

実装した Web アプリケーションは、主に以下の機能を持つ。

1. テキストフィールドに入力された内容の自動共有機能
2. 入力内容から自動的に組み合わせ参加者へ提示する機能
3. 自動データベース化機能
4. グループごとに参加者を分ける機能

1 の機能は、同じグループ内に居る参加者が Web アプリケーションに接続している間テキストフィールドに入力した内容を自動共有されるものである。参加者がテキストフィールドに入力し送信した内容は、他の参加者が自動受信し、自身の画面へ表示される。プロジェクト等を用意できない環境でも、自前の PC やスマートフォン等を使って議論に参加できる。

2 の機能は、SF プロトタイピングの未来の言葉創造フェーズにおいて、参加者が入力した内容を自動で組み合わせ、提示するものである。これにより参加者が気づかなかった組み合わせ等新しい気付きを与えることを狙う。またファシリテーターの負担を軽減する。言葉の提示を行うことで、議論で挙げられた言葉を確認することや、議論の進行を促す効果があると考えられる。

3 の機能は、入力内容がデータベースに自動登録されるものである。従来の SF プロトタイピングでは、議論後は手作業によりデータを取り出し、分析していた。Web アプリケーショ

ンのデータベース自動登録機能により、従来に比べ容易にデータ取得や分析を行うことができる。また過去のSFプロトタイピング結果を全て保存可能であるため、長期間の分析も可能になる。

4の機能は、SFプロトタイピングを同時に複数グループで行うことができるものである。従来のSFプロトタイピングでは、プロジェクト等の機器を用意できなければ行うことができなかった。Webアプリケーションによりファシリテーターによる画面共有の必要がなくなるため、台数制限のないSFプロトタイピングを行うことができる。

作成したソフトウェアの動作を図2、図3に示す。未来の言葉フェーズでは、メンバーごとに挙げた最近気になっていることやこだわっていることを組み合わせる。画面上部には気になっていること等を表示し、中央には議論用のテキストボックスを用意した。テキストボックスに入力することで未来の言葉を作っていく。なお上部の言葉をクリックすることで自動的にテキストボックスへ入力される。入力後、共有ボタンを押すことで全参加者に入力内容が送信される。



図2 未来の言葉フェーズで入力している様子

入力内容が共有された様子を図 3 に示す。ここでは「食べたら痩せるソーシャルロボット」という言葉が共有されたため、中央部のボックスに追加されている。また、グループごとに部屋を分けているため、この共有はグループ内のみに行われていることを確認した。よって1、4の機能が正常に動作していることが確認できた。

また、総括より指摘のあった、SFプロトタイピング手法に内在する倫理的課題や、その手法としての限界を調べるため、2021年に出版され公開されたSFプロトタイピング作品16作を調べ、その検討を行った。検討結果として、SFプロトタイピング作品が、社会構造の変化を描くものと新規技術の導入によって人間関係が変わるさまが描かれるものに大別されること、新規技術導入に関しては科学技術による環境変動に対応するもの、社会制度の変化による生活の変化を描くものが含まれることがわかった。また、個人の人間関係を描くものとしては、コミュニティ内の人間関係の推移を描くものと、コミュニティの分断を技術が繋ぐ形で描かれるものがあることがわかった。特に、コミュニティの分断を新規技術がつなぐ点に、SFプロトタイピングとしての新規性があることがわかった。一方で、SFプロトタイピング執筆の際には、通常執筆に比べ制約があり、その書き方にある程度制約があることがわかった。本研究を比較文学・世界文学・批評理論・実践に関するジャーナルNeoheliconへ投稿した。

以下、Neohelicon 投稿論文の概要となる。「科学技術は、論理的に受け入れられるだけでなく、情緒的に受け入れられる必要がある。しかし、近年は直感的に理解しにくいメリットを持つ科学技術が増え、科学技術がどのようなイノベーションを起こすのかわからない。特に、自動的に判断するAI技術は、その複雑な構造から予測不可能性が高く、世界中の人々の感情を揺さぶるものとして認識される。こうした新しい技術を受け入れる人々の感情の変化を検証することに貢献する方法として、SFを利用してイノベーションを創出するSFプロトタイピングの試みが増えている。SFプロトタイピングは、企業などが作家を含む専門家チームを結成し、未来像としてのSFを共同で制作する方法として、米国で考案されたものである。著者らは、日本におけるSFプロトタイピングの変遷を調査した結果、日本におけるSFプロトタイピングは人工知能コミュニティを中心に発展し、未来像そのものではなく、その過程で読者や参加者の感情を動かすことに焦点が当てられていることを明



図 3 システムが提案した言葉が共有された様子

らかにした。また、2021年に日本で発売された人工知能に関するSFプロトタイピング16作品を分析し、それぞれの作品が人工知能という新しい技術を導入し、読者の感情とどのようにコミュニケーションしていたかを明らかにした。」

16作品すべてに人工知能技術が適用されているが、その方法は作品によって異なることがわかった。大きく分けると、以下の4つのタイプの作品がある。社会インフラとしての人工知能活用、人工知能技術が人間の身体活動を記録し、支援する物語、人工知能をエージェントとして活用し、対話によって問題を解決していく物語、人工知能のエージェントが社会的な相互作用を支援する話が含まれる。

話のプロットから、SFプロトタイピングには、社会を改革することを前提に進む話と、現在の社会システムを前提に進む話があることが示された。また、社会の変容そのものを扱う作品には、変容そのものが科学技術によってもたらされるものと、社会システムの変化によって実現されるものの2種類がある。現在の社会システムを前提に進行する物語については、コミュニティ内での会話を促進し、より質の高いコミュニケーション・アシスタントを実現しようとするものと、コミュニティ間の文化の違いを人工知能技術で支援するもの2種類がある。

制約についてさらに調べるため、三菱総合研究所が実施したSFプロトタイピング作品5編と、それぞれの作家が類似年代をテーマに自由に書いた小説5編を比較した分析を、クラウドソーシング手法を用いて行った。実施にあたっては、実施者の清河、西中、宮本、大澤、峯岸、協力者の難波が関わり、評価指標を作成した。

■項目2：SFプロトタイピングを適用可能なフィールドの探索

総括より指摘のあった、SFプロトタイピングを新興科学技術のELSI/RRIR研究としてどう発展・寄与できるかの点について、複数の観点から調べた。まず、技術課題として、教育分野、地方行政、人工知能やメタバース技術のそれぞれを検討した。教育分野と地方行政は、それぞれ複数のステークホルダーが関わる分野であり、SFプロトタイピングの効用として考えられる、複数分野の参加者同士の意見交換を促進する価値が高い分野として検討された。人工知能やメタバース技術は、それぞれ最先端技術のうち、SFとの関わりが多く、SFプロトタイピングで扱う可能性が高い分野であり、同時にSFプロトタイピングで扱われる題材としてメジャーであることから対象として選ばれた。

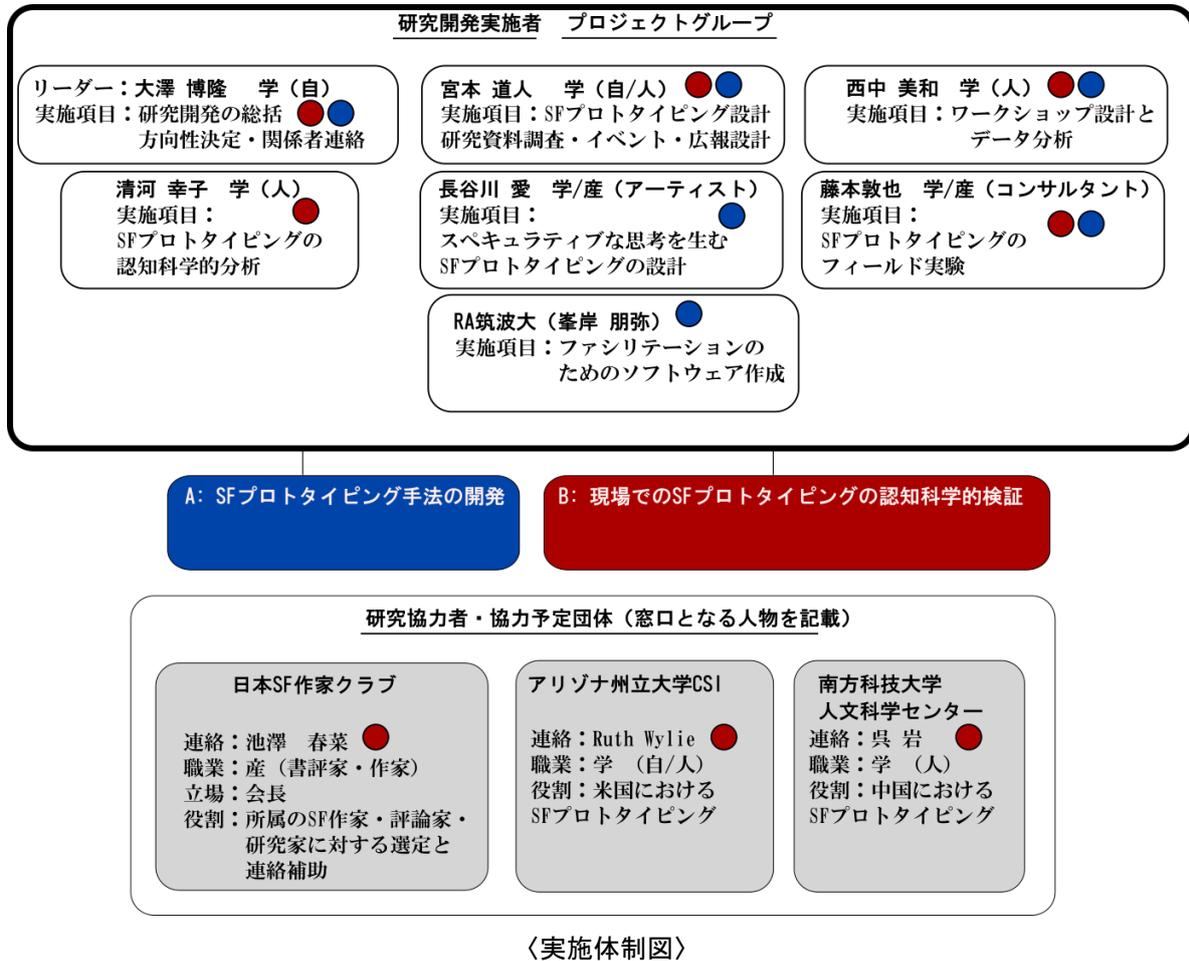
教育分野での試みを分析するため、2021年12月に、大澤、宮本、藤本、峯岸の4名が日比谷高校にて6名5グループ、計30名の学生を対象としたSFプロトタイピングを実施した。実施データを分析し、ジャーナル投稿予定である。

人工知能技術については、SF作家と議論を重ねた。特に、2021年のSFプロトタイピング作品では、人工知能技術がすべて含まれることがわかった。この点を踏まえて、実施者の大澤、西中、宮本および、SF小説家の長谷敏司が提案者となり、2022年6月に行われる人工知能学会全国大会企画セッションとして「SFとともに拓く知能化社会：未来社会におけるフィクションの役割」を実施予定である。

地方行政への貢献として、慶應システムデザインマネジメント研究科の山形与志樹教授とともに、2022年3月に山梨県北杜市にて、SFプロトタイピングワークショップを実施した。分析結果はジャーナルとして投稿予定である。

メタバースに関しては、実施者の大澤、宮本と、書評家の橋本輝幸、小説家の八島游航が検討を行った。また、2021年12月に開かれた、世界SF大会（ワールドコン）にて、実施者の大澤、宮本、協力者の池澤がSFプロトタイピングに関するバーチャル登壇を行った。

4. 企画調査実施体制



協力者・協力機関名	協力内容
日本 SF 作家クラブ 会長 池澤春菜	協力する SF 作家選定にあたっての相談
アリゾナ州立大学 Center for Science and the Imagination, Assistant Director, Ruth Wylie	米国における SF プロトタイピング実施時のアドバイスと調整
南方科技大学 人文科学センター 教授 呉 岩	中国における SF プロトタイピング実施時のアドバイスと調整
株式会社セオ商事 アシスタントディレクター 難波 優輝	SF プロトタイピング指標設計アドバイス

5. 主な活動実績

- 1) イベント: 宮田龍(運営)他, 大澤博隆(監修)他, きみとロボット ニンゲンッテ、ナンダ?, 日本科学未来館, 2022/3/18-8/31
- 2) 口頭発表: 峯岸朋弥, 宮本道人, 大澤博隆, SFプロトタイピングを手助けする多人数同時接続型 Web アプリケーションの試作, 第116回グループウェアとネットワーク研究会, 2022/3/14-15
- 3) 記事掲載: 宮本道人, 先を見る人類の能力をいかせ SFで描く地球の「最悪シナリオ」, 朝日新聞, 2022/2/14
- 4) 記事監修: 宮本道人(監修), 【最新解説】なぜビジネスパーソンにSFが必要なのか, NewsPicks, 2022/2/14
- 5) 記事執筆: 大澤博隆, いまSFを読む本当の価値とは。「世界のリーダーはSFを読んでいる」フェア解説, 早川書房, 2022/1/31
- 6) 口頭発表: Hirota Osawa, SF Prototyping for Business Innovation, DisCon III academic session, 2022/12/17
- 7) パネル: Dohjin Miyamoto, Haruna Ikezawa, Yugen Yashima, Denis Taillandier, SF Prototyping for Business Innovation, DisCon III panel, 2022/12/17
- 8) イベント: 大澤博隆, 宮本道人, 藤本敦也, 峯岸朋弥, 2070年はどんな未来? 自分達でSF小説を書いてみよう!, 日比谷高校、三菱総合研究所主催, 2021/12/13
- 9) 記事: 藤本敦也, 未来の事業を考える枠組 SF思考に役立つ推薦作品紹介, 三菱総合研究所イベント, 事業構想, 2021/11