

国立研究開発法人科学技術振興機構

ムーンショット型研究開発事業

新たな目標検討のためのビジョン策定（ミレニア・プログラム）

Ver. 20210717

Proposed MS Goal title (MS目標案の名称)

「2050年までに、誰もが自律的な個人としての幸福を感じながらも、  
人類という集団としても調和に満ちた社会を実現」

科学技術による「人類の調和」検討チーム <https://moonshot-harmony.jp>

チームリーダー： 佐久間 洋司 東京大学大学院総合文化研究科 修士課程

／大阪大学 グローバルイニシアティブ機構 招へい研究員

サブリーダー： 井上 昂治 京都大学 大学院情報学研究科 助教

チームメンバー： 加藤 直人 クラスター株式会社 代表取締役

小松 詩織 最高裁判所司法研修所第74期司法修習生

スクリプカリウ落合 安奈 現代美術家、東京藝術大学大学院美術研究科博士後期課程

溝口 力丸 株式会社 早川書房 SFマガジン編集部

## 背景（社会における要請）

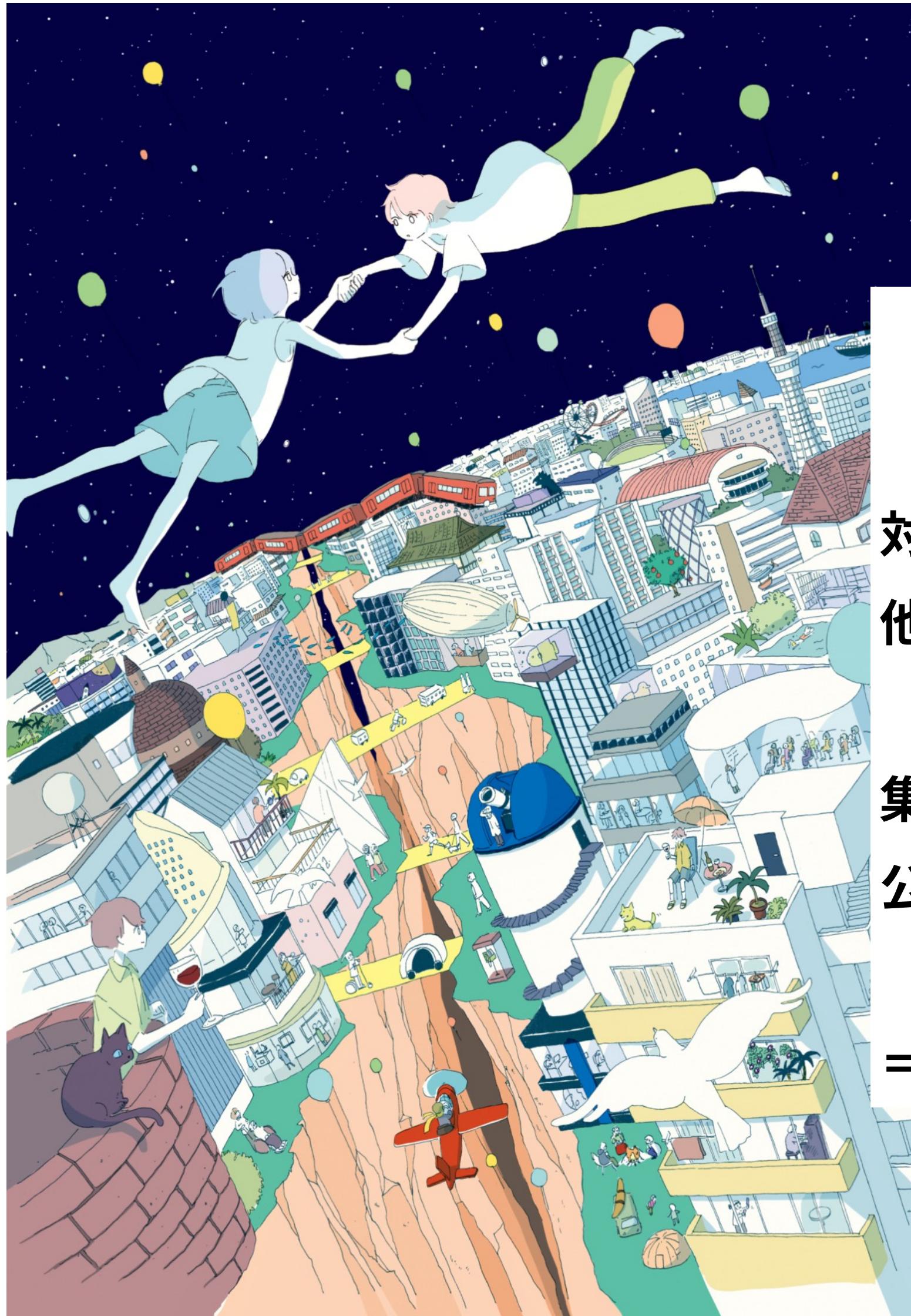
- ・新型コロナウイルス感染症の影響により、政治的分極化や経済的不平等から誹謗中傷まで、「分断」が顕在化された。
- ・深刻な分断を根源的なレベルから解消するためには、私たち自身が変わらなければいけない。それを支援する科学技術が不可欠である。

- "Political Polarization in the American Public," [Online]. Available: <https://www.pewresearch.org/politics/2014/06/12/political-polarization-in-the-american-public/>. [Accessed 17 7 2021].
- "All of the World's Wealth in One Visualization," [Online]. Available: <https://www.visualcapitalist.com/all-of-the-worlds-wealth-in-one-visualization/>. [Accessed 17 7 2021].
- "Black Lives Matter | Definition, Goals, History, & Influence | Britannica," [Online]. Available: <https://www.britannica.com/topic/Black-Lives-Matter>. [Accessed 17 7 2021].

## 背景（社会における要請）

- ・新型コロナウイルス感染症の影響により、政治的分極化や経済的不平等から誹謗中傷まで、「分断」が顕在化された。
- ・深刻な分断を根源的なレベルから解消するためには、私たち自身が変わら必要があり、それを支援する科学技術が不可欠である。

- "「亡くなったあとも中傷」木村花さんの母親 SNS投稿男性を提訴 | IT・ネット | NHKニュース" [Online]. Available: <https://www3.nhk.or.jp/news/special/enjyou/>. [Accessed 17 7 2021].
- "コロナ感染者への差別や中傷しないで 文科省が緊急メッセージ | “ネット炎上”追跡 500 日 | NHK NEWS WEB," [Online]. Available: <https://www3.nhk.or.jp/news/special/enjyou/static/20200825.html>. [Accessed 17 7 2021].
- "Why We Must Resist the Allure of Political Echo Chambers | by Mary Ostergren | Medium," [Online]. Available: <https://medium.com/@maryostergren/why-we-must-resist-the-allure-of-political-echo-chambers-404ebf3aaa49>. [Accessed 17 7 2021].
- "Are you in a social media bubble? Here's how to tell," [Online]. Available: <https://www.nbcnews.com/better/lifestyle/problem-social-media-reinforcement-bubbles-what-you-can-do-about-ncna1063896>. [Accessed 17 7 2021].



## 「人類の調和」とは？

対人関係において、互いの個性や能力を尊重し、相互理解しようと務め、他者の幸福を毀損したりしない状態

集団において、異なる文化を理解しようと務め、共有可能な価値観を共創し、公正な資源の分配ができている状態

=全ての個人と、人類という集団の双方にとっての幸福が両立している状態

イラスト：カシワイ (@kfkx\_)

## 「調和性」——個でありながら全であり、全でありながら個である

自律的な個人としての幸福を深く理解・更新するとともに、価値観を共創する集団としての俯瞰した幸福も認知できる特性  
個としての視座と全としての視座を往復することで、個別最適化でもなく、全体的でもない社会を実現する

## ムーンショット目標案と達成シーン

Proposed MS Goal title (MS目標案の名称) :

「2050年までに、誰もが自律的な個人としての幸福を感じながらも、人類という集団としても調和に満ちた社会を実現」

誰もが個人としての幸福を追求できる機会や権利が担保されながらも、人類という大きな集団としても調和的な振る舞いが可能になるという社会の実現のため、対人関係のレベルと集団のレベルについて、二つの達成シーンを設定する。



**対人関係のレベル 「自己と他者の相互作用を支援するインターフェース」**

2050年までに、私たちは自己を認知・更新しながら、自己と他者との間で思考や感情を深く相互理解することができるようになる。

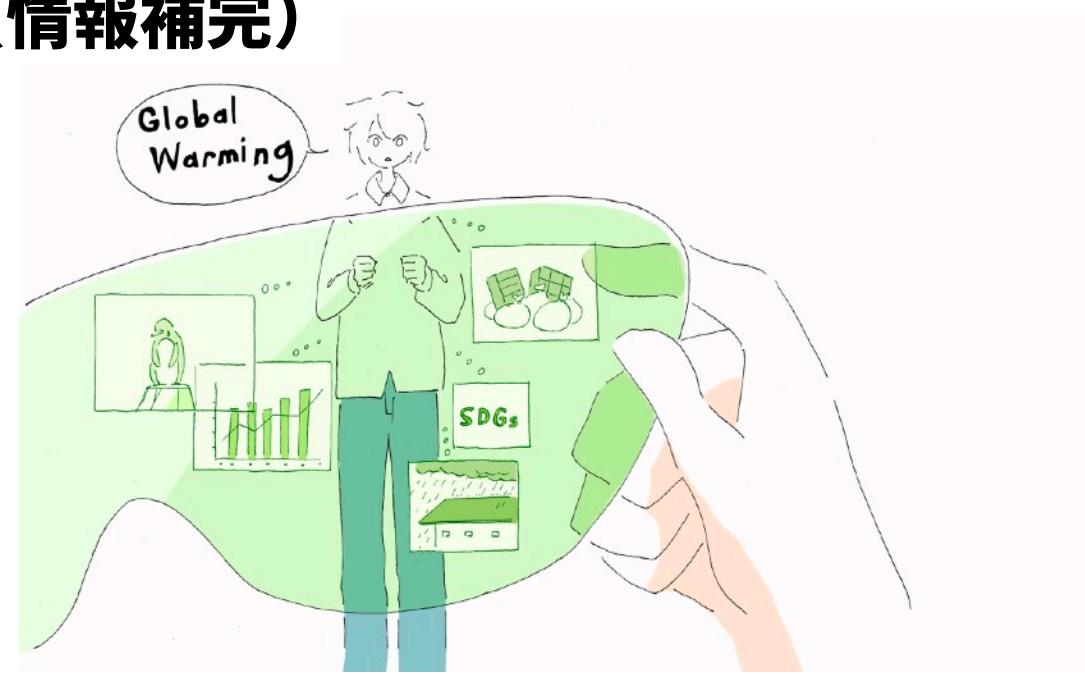
**集団のレベル 「集団の多様性ある自己組織化を支援するシステム」**

2050年までに、私たちは集団のなかで自律的な自己を保ちながらも、多様性ある融合と価値観の共創をすることができるようになる。

## 達成シーンとターゲット

対人関係のレベル「自己と他者の相互作用を支援するインターフェース」

B. 他者からの情報のインプット  
(情報補完)

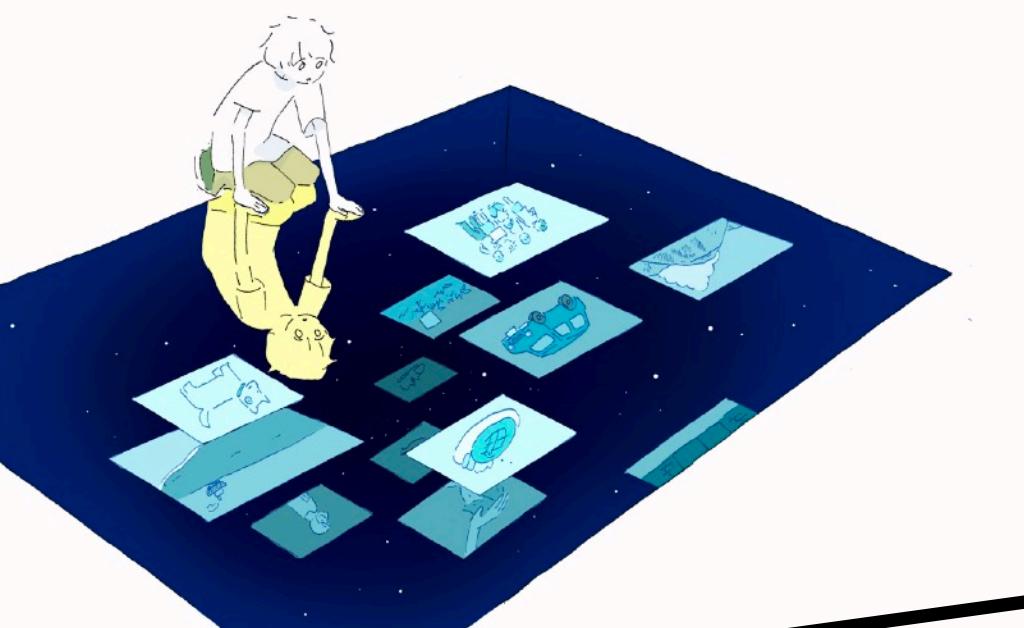


C. 他者への情報のアウトプット  
(思考転写)



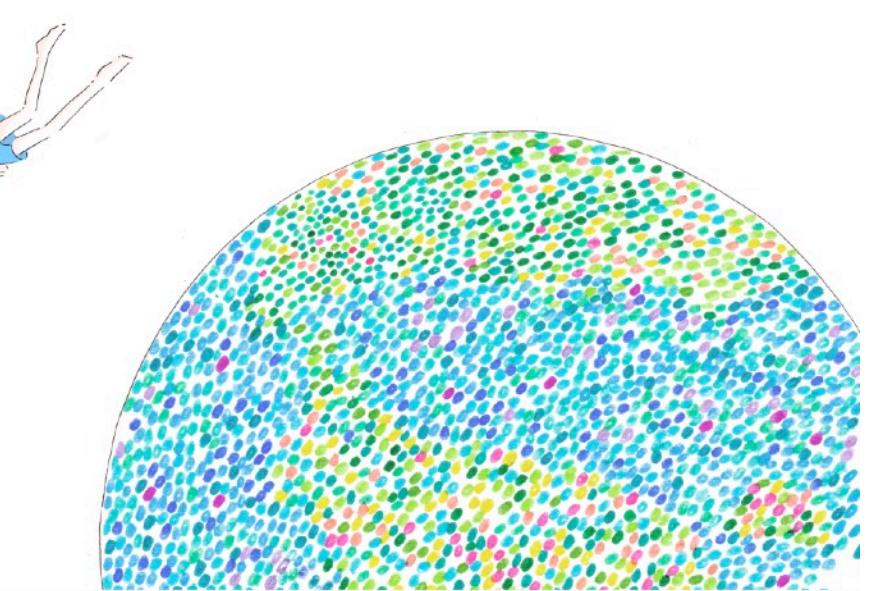
身体性をもった私たちが、  
共同行為を通じて社会全体を変化させ  
その社会でまた調和性を獲得する

A. 自己認知と共感能力



**身体性**  
身体的な行為主体と  
「共同行為」

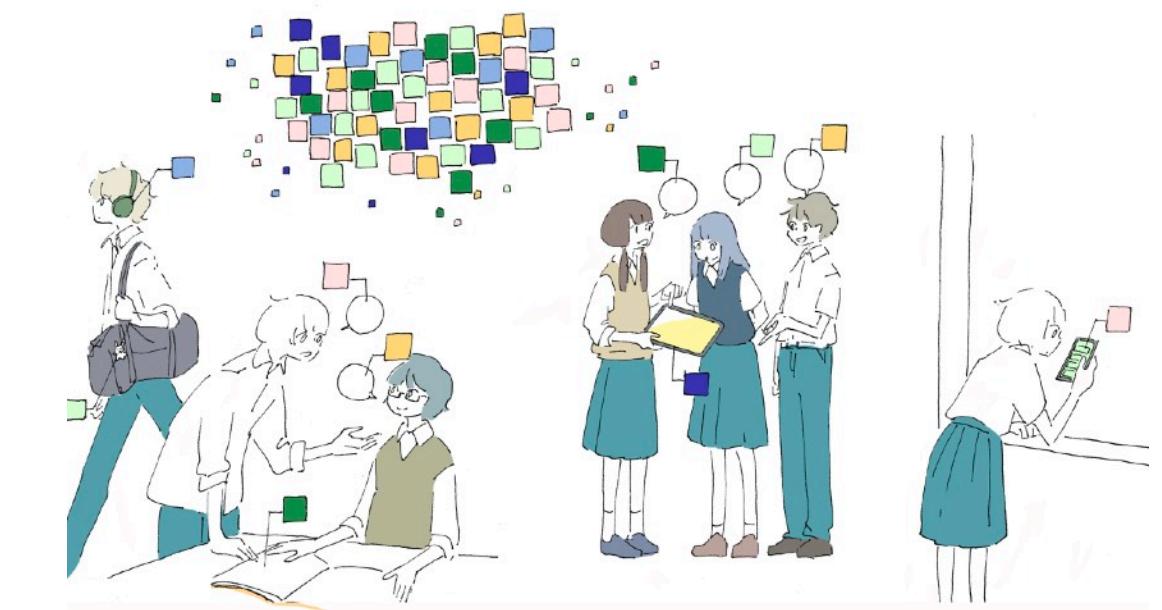
D. 集団における自律的な自己



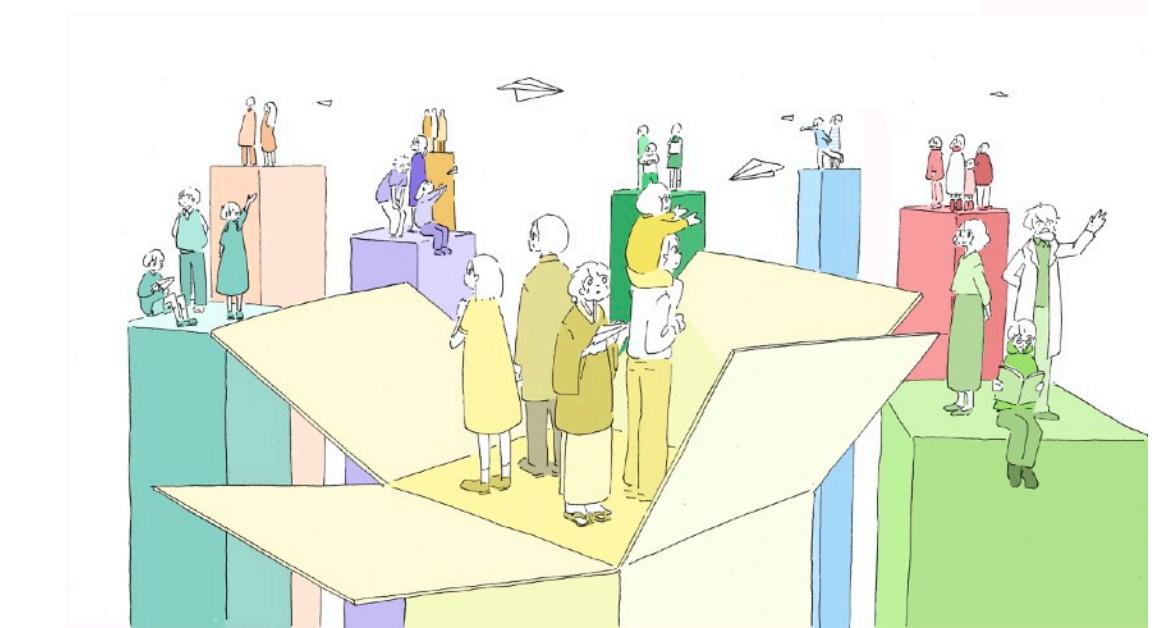
二つの達成シーンを構成する  
六つのターゲットと、  
身体性をもつ個人という主体

個人という主体

E. 集団としての合意形成

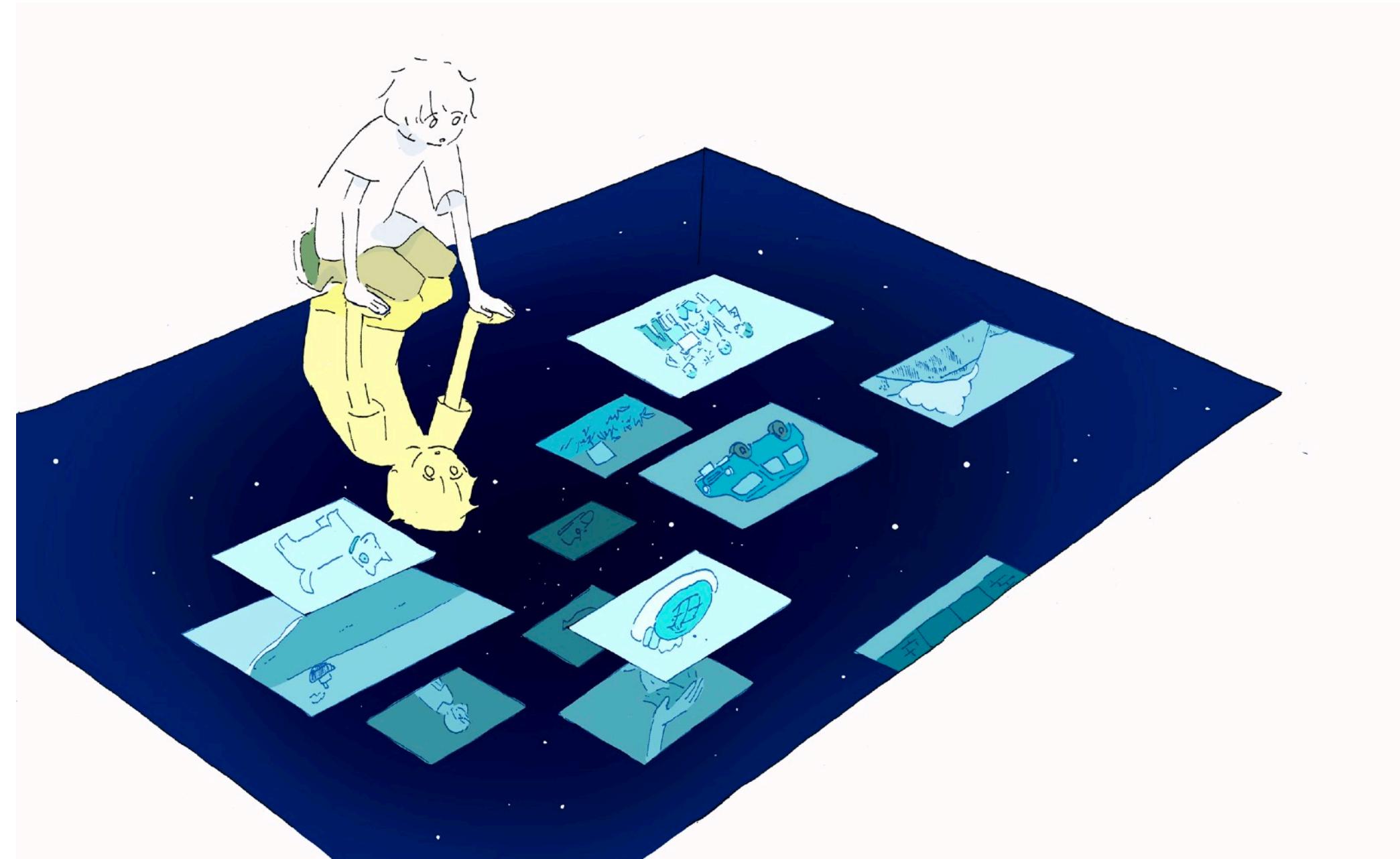


F. 集団への融合と多様性



集団のレベル「集団の多様性ある自己組織化を支援するシステム」

## A. 自己認知と共感能力



自分のパーソナリティや属性、能力などの情報が分析・可視化されることで、送り手の自己認知を深め、生体情報や主体的な感覚を組み合わせた幸福のあり方（身体的・精神的充足）を知ることができている。個人の脳の予測モデルを表現することで判断に活かしたり、鏡映的自己を観察したりすることもできている。また、身体化バーチャルリアリティによる他者の立場の追体験やインタラクションの想像力を補う訓練技術により、他者への共感能力も高められている。

# ターゲットを達成するための科学技術的課題

## 対人関係のレベル

A. 自己認知と共感能力

+

B. 他者からの情報のインプット

C. 他者への情報のアウトプット



### A. 自己認知と共感能力を実現するための課題

(送り手としての自己認知)

■自分の心理的属性や過去の経験をデータから分析・可視化する技術の実現

■生体情報のセンシングに基づき身体的・精神的充足の要因や作用を提示する技術の実現

■脳信号と思考や行動のデータから個人の脳の予測モデルをつくる技術の実現

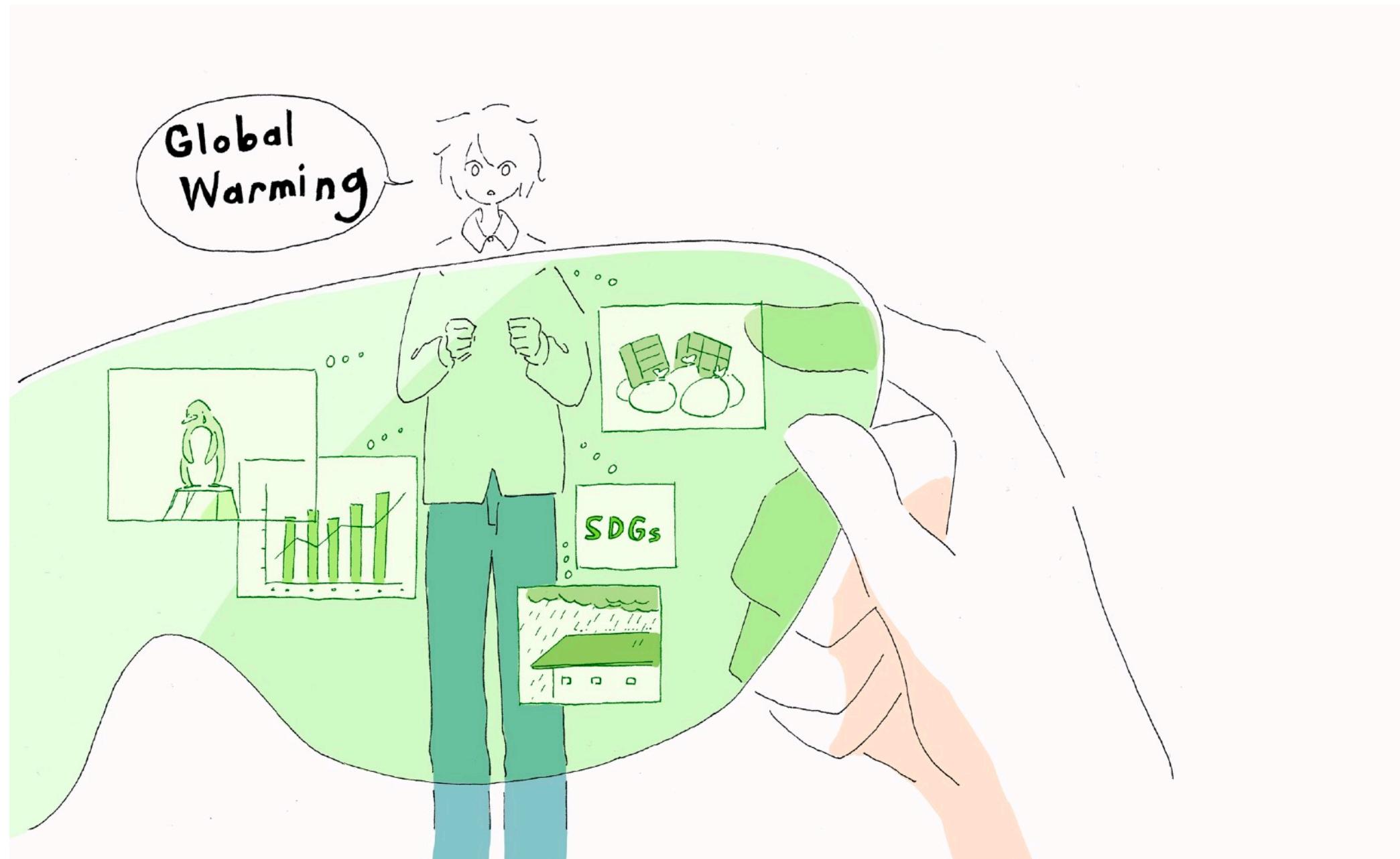
(受け手としての共感能力)

■短い時間で他者の立場を体験することができる身体化バーチャルリアリティ、身体共有技術の実現

■他者とのコミュニケーションのトレーニングができるゲームификаーション技術の実現

■日々の対人関係におけるコミュニケーションが成立しているかを可視化する技術の実現

## B. 他者からの情報のインプット（情報補完）



相手が伝えようとしている情報の背景や文脈を含む「概念」を翻訳するインターフェースにより言葉だけでは伝わらない文脈や文化の違いを補完して受け取ることができる。表情やモーションから意図をセンシングする能力がアフェクティブコンピューティングによって拡張されている。認知ミラーリングによって他者の認知する世界を主観的に経験することも可能になっている。時に有害な情報から身を守りながら、相互理解を深めるための情報のインプットができている。

# ターゲットを達成するための科学技術的課題

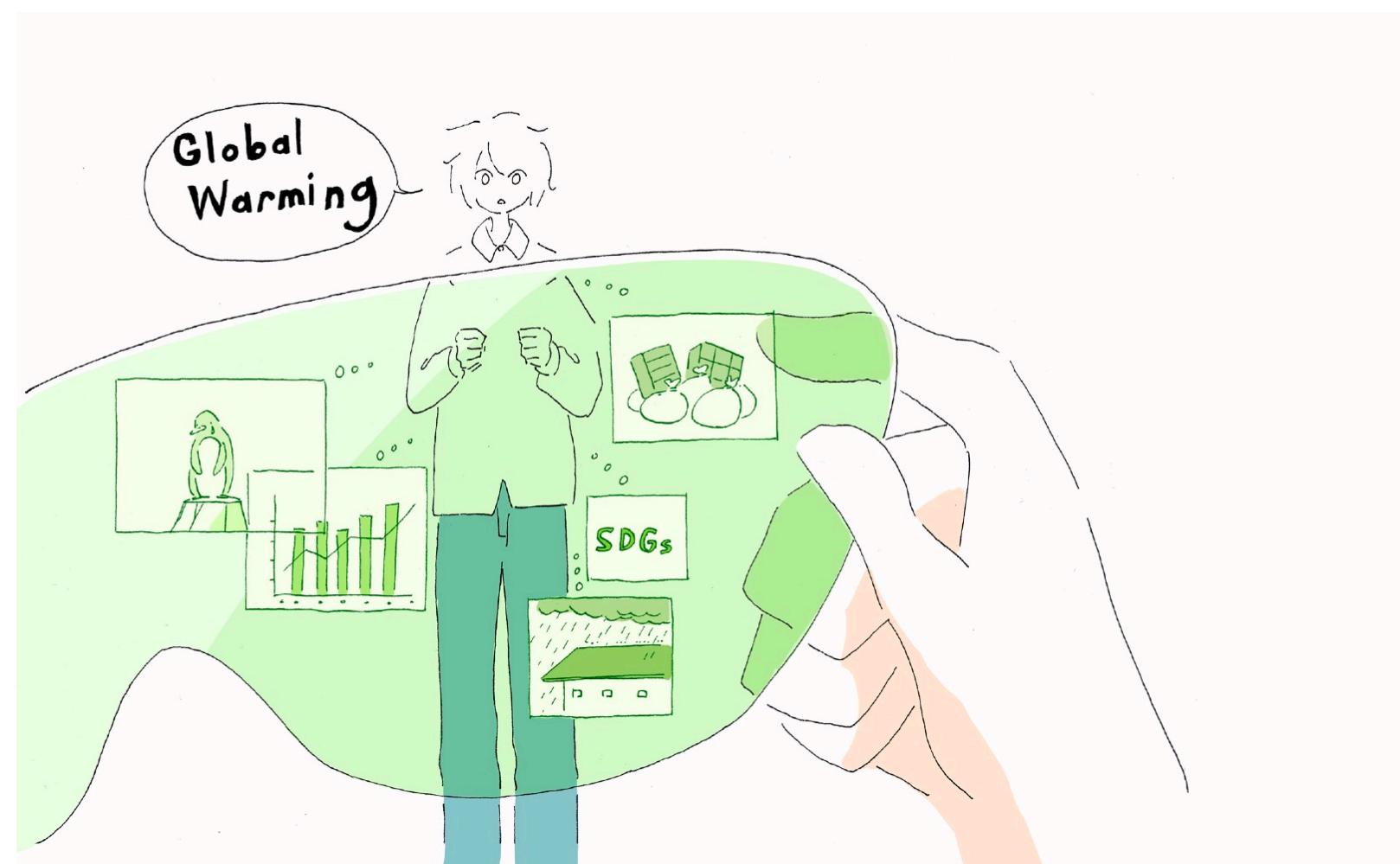
## 対人関係のレベル

A. 自己認知と共感能力

+

B. 他者からの情報のインプット

C. 他者への情報のアウトプット



## B. 他者からの情報のインプット（情報補完） を実現するための課題

- 過去の情報や文脈、文化的背景を含む「概念」を翻訳・提示する技術の実現
- 他者の感情や立場を推定することを支援する認知能力の拡張技術の実現
- 他者が認知する世界を擬似的に体験する認知ミラーリング技術の実現
- 偏見や差別を含む害のあるバイアスを検出し、モーフィング・除去する技術の実現

### C. 他者への情報のアウトプット（思考転写）



高精度かつ高効率なブレインマシンインターフェースによって、複雑な思考や感情を読み出すことができるようになっている。この際、侵襲型BMIのみならず、ビッグデータを元に学習・モデル化することで、高度な推測が可能になった非侵襲型BMIも普及している。読み出した脳情報を言語を組み合わせることで、即時的に五感を活用したマルチモーダルなメディアを生成することが可能になっており、さながらテレパシーと言えるほど短時間での高次な意思伝達が実現している。

# ターゲットを達成するための科学技術的課題

## 対人関係のレベル

A. 自己認知と共感能力

+

B. 他者からの情報のインプット

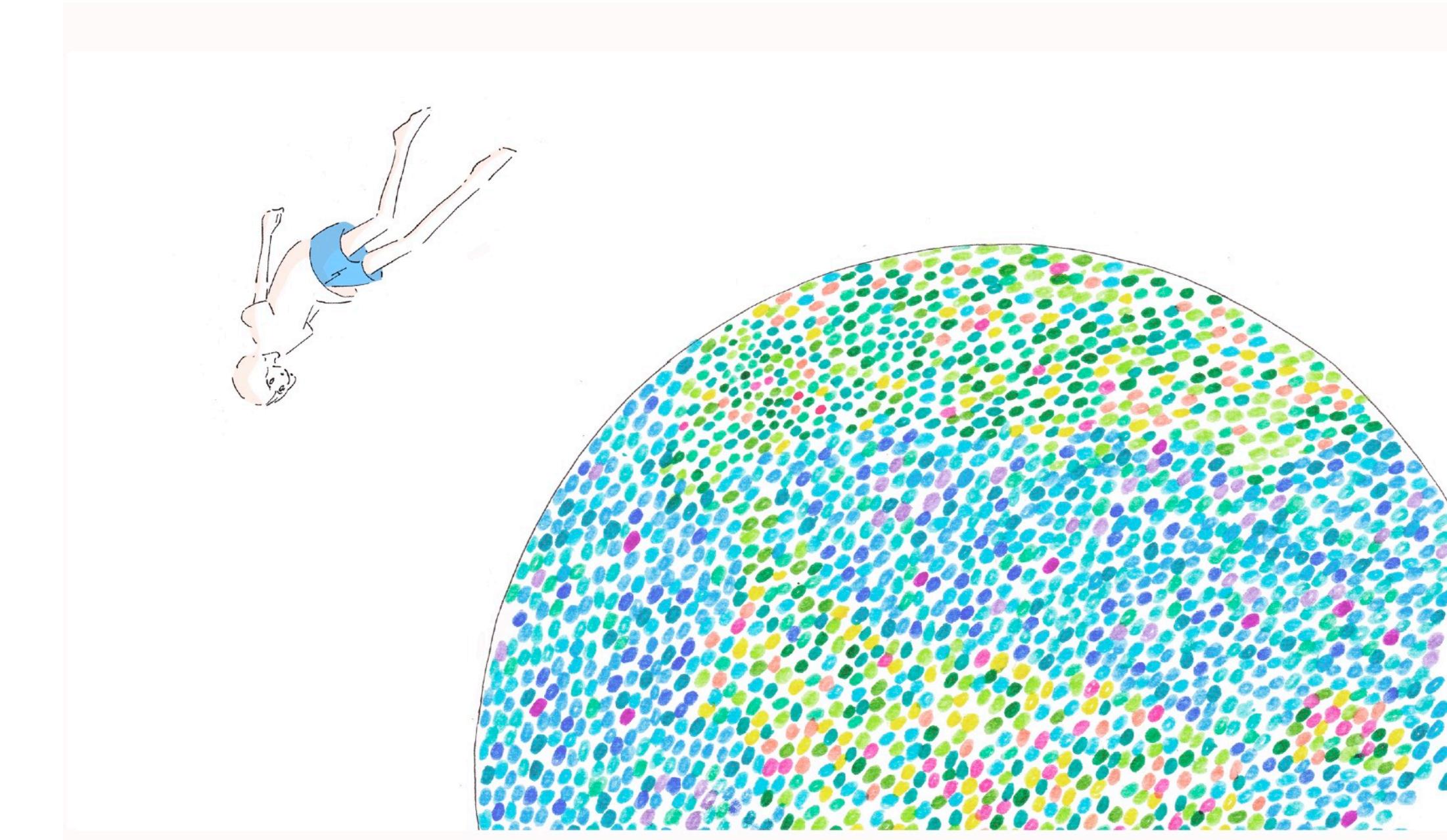
C. 他者への情報のアウトプット

## C. 他者への情報のアウトプット（思考転写） を実現するための課題

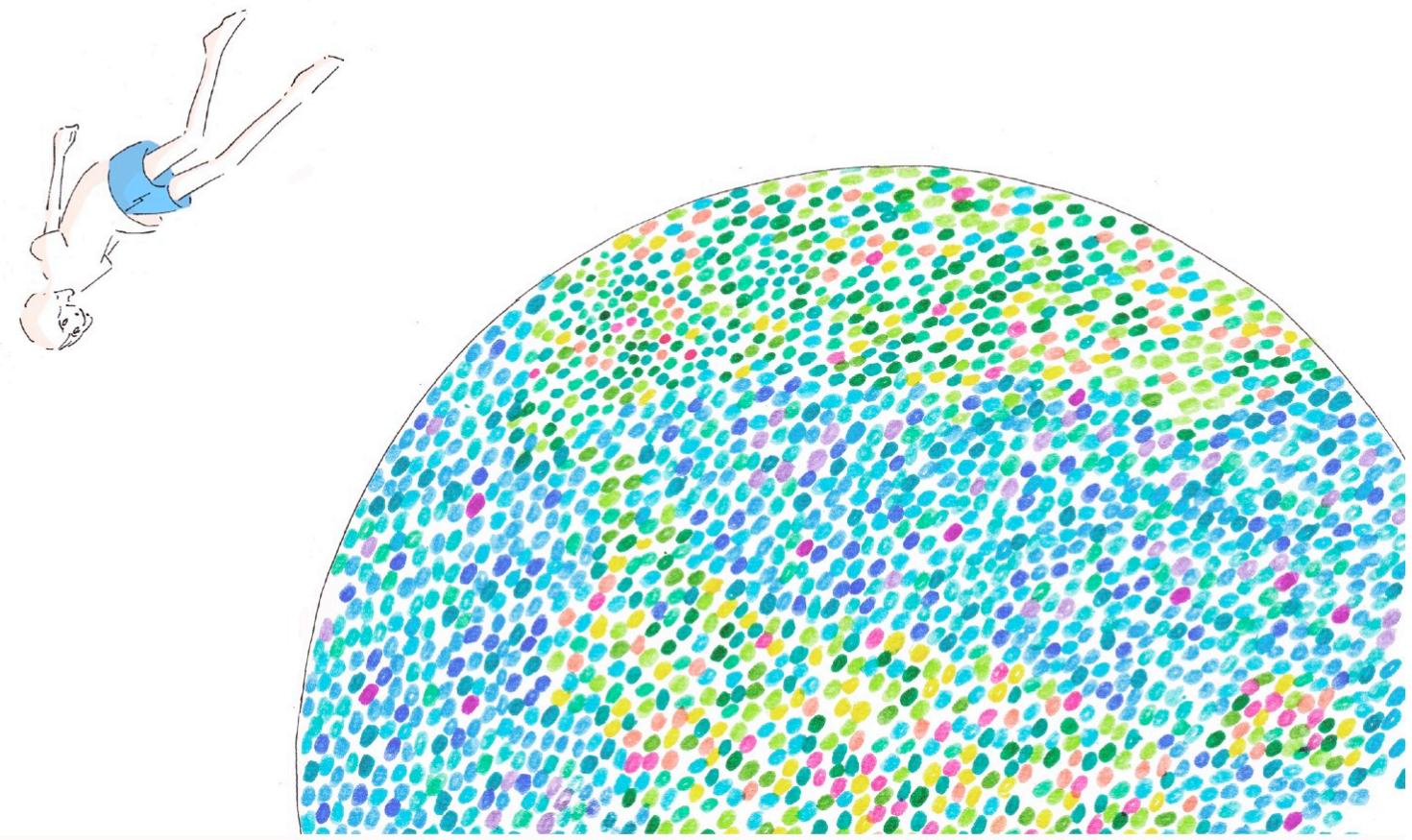
- 医療応用も可能な高次の脳情報の読み取りを可能にする技術の実現（侵襲型）
- 非侵襲型でありながらも侵襲型とほぼ同等の脳情報を読み取る技術の実現
- 時間的にダイナミックでマルチモーダルなメディアを生成する技術の実現
- 個人のプライバシー情報を保護・活用するための分散協調機械学習やデータ管理の技術の実現
- アウトプットの意図しない誤作動を未然に防ぐセキュリティ技術の実現



### D. 集団における自律的な自己



自己や他者のアイデンティティを認識することを助けるシステムや、人の影響力や情報伝播の社会シミュレーションにより、自らが自律的でありながらも集団の部分であるという相対化認知を獲得することができている。また、合意形成システムや多様性のある融和のプラットフォームを使用する際に、計算過程の可視化やオプトイン・オプトアウトの選択が可能になっており、技術に対する自律性が実現している。



## D. 集団における自律的な自己を実現するための課題

(集団に対する自律性)

- 集団での自己のアイデンティティの相対化などの認知獲得支援技術の実現
- 集団における自己や他者の影響力を計算・可視化して認知する技術の実現

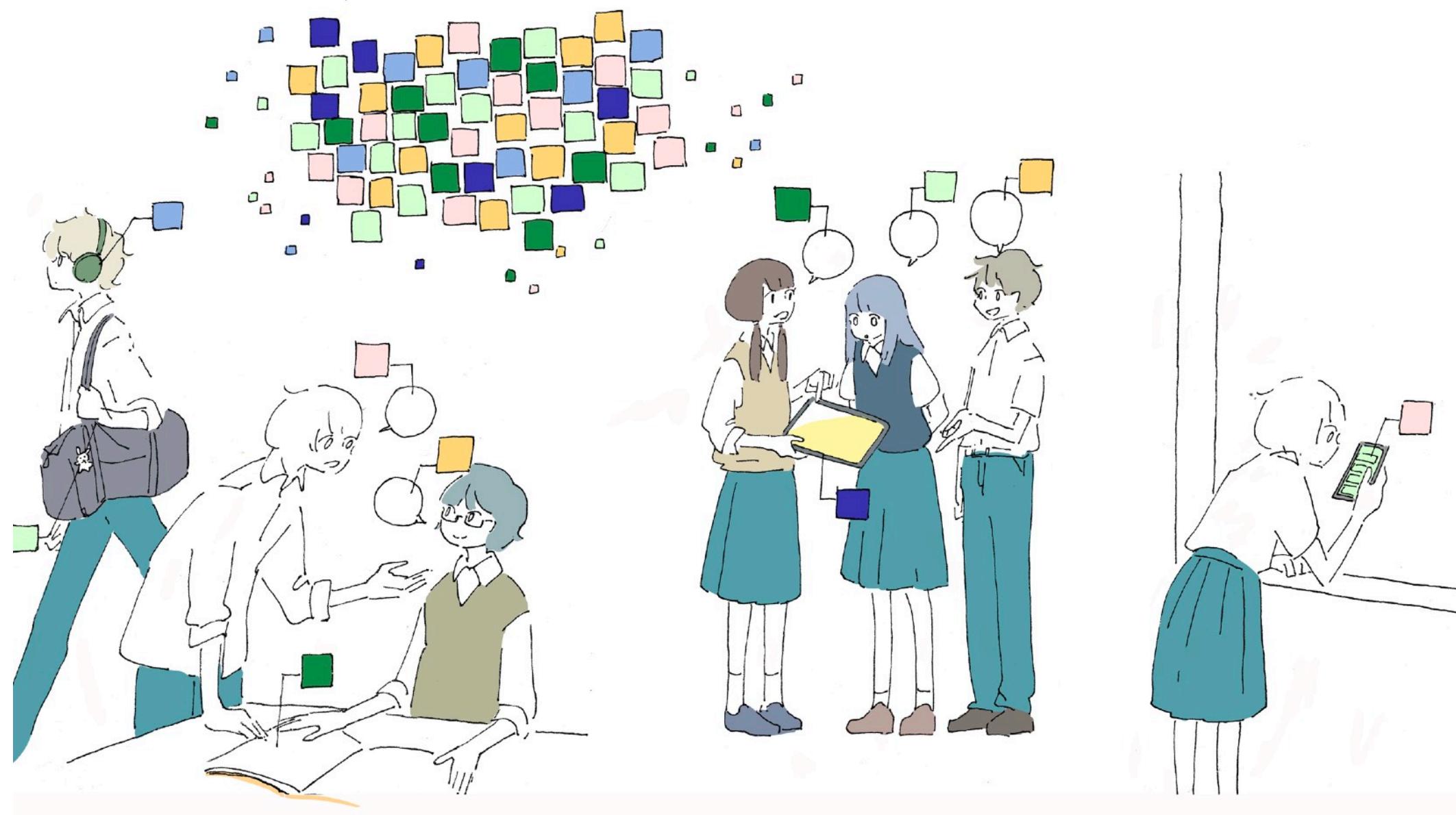
(技術に対する自律性)

- 合意を形成したステイクホルダーや情報の伝達経路を明示的に示す技術の実現
- 自律的に技術を使い続けるための社会的能力を磨くトレーニング技術の実現

D. 集団における自律的な自己  
+  
E. 集団としての合意形成  
F. 集団への融和と多様性

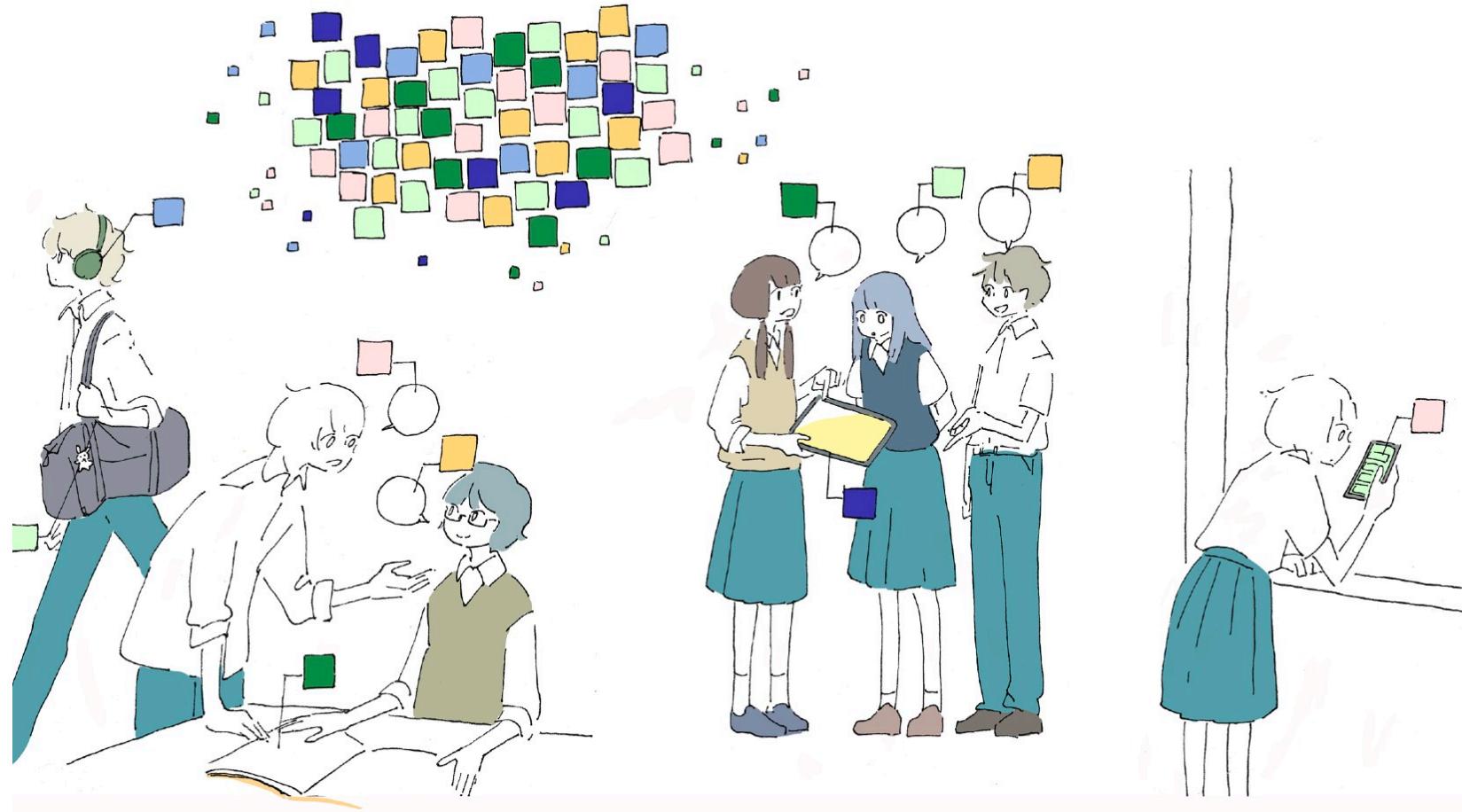
集団のレベル

## E. 集団としての合意形成



解決しなければいけない問題、形成する合意に対するステイクホルダーを抽出し、集団をダイナミックに形成することが可能になっている。そのような集団において、暗黙的な意見や見逃されてしまいそうな意見であっても次世代センシングネットワークにより拾い上げ（計測・データ収集）、適切にコーディネート（最適化）できるようになっている。この過程では、悪意のある意見の書き換えが行えないようブロックチェーンシステムも導入されている。

# ターゲットを達成するための科学技術的課題



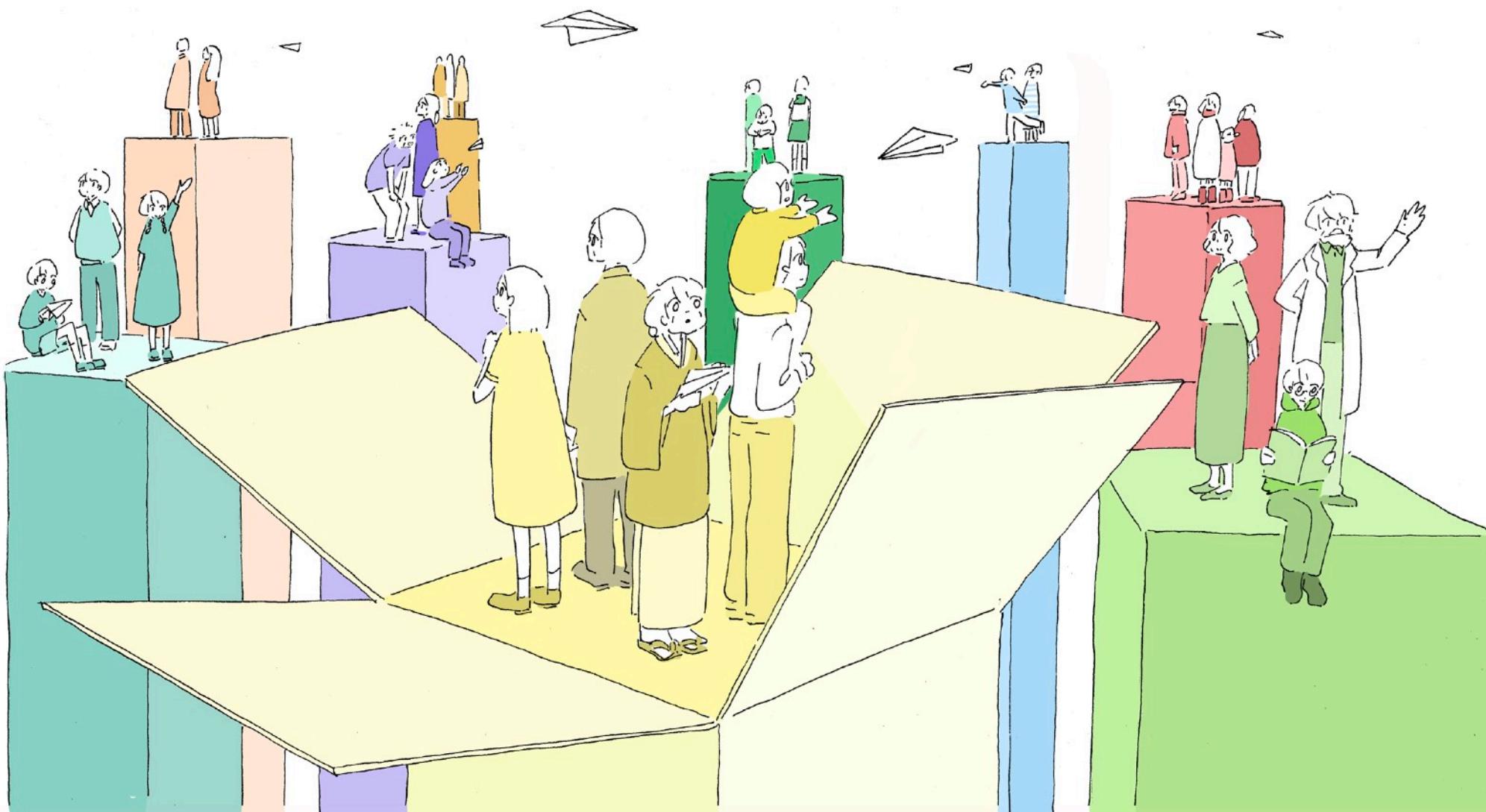
D. 集団における自律的な自己  
+  
E. 集団としての合意形成  
F. 集団への融和と多様性

集団のレベル

## E. 集団としての合意形成 を実現するための課題

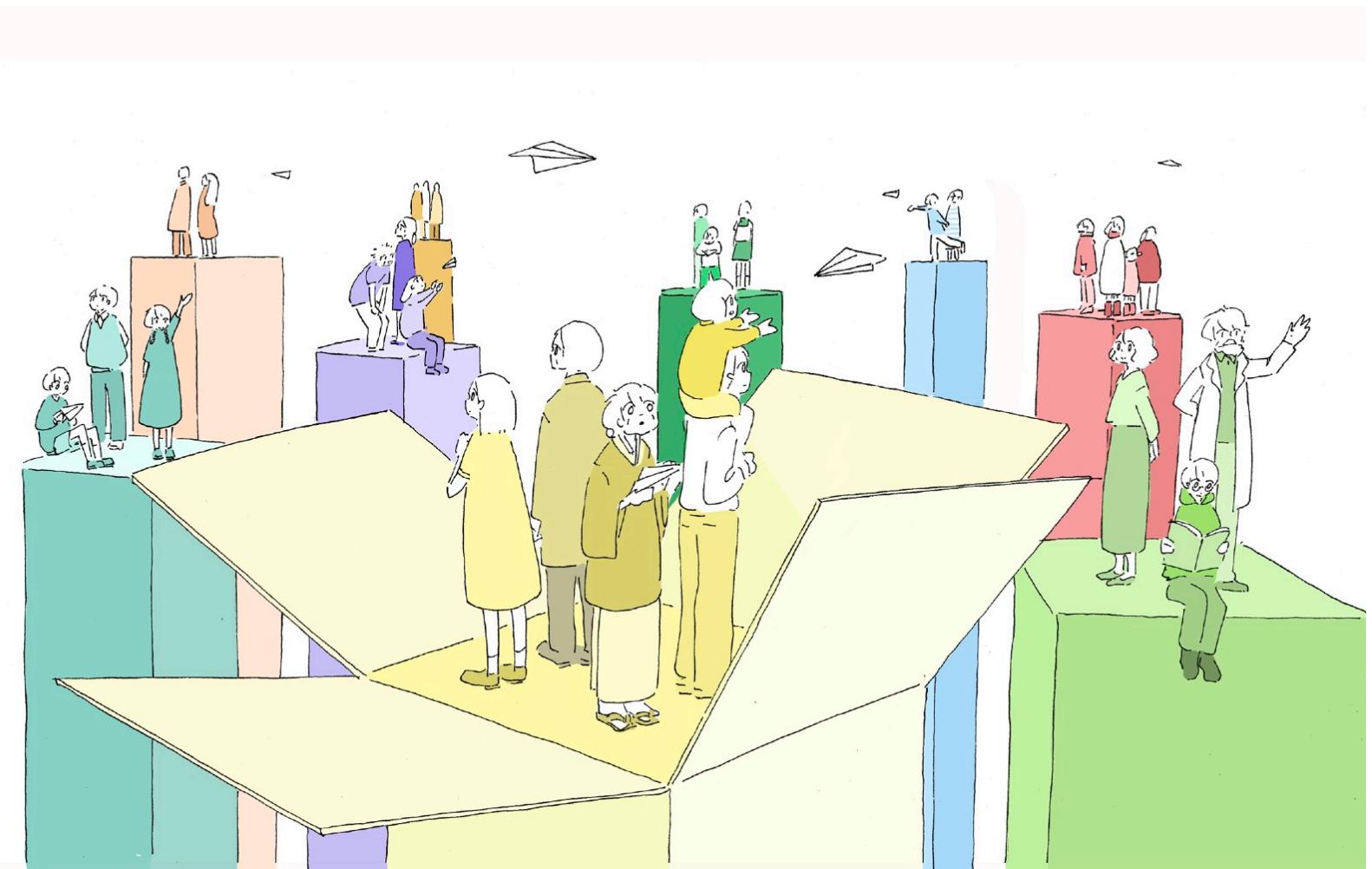
- 形成しなければならない合意に対するステイクホルダーを抽出する技術の実現
- 次世代センシングネットワークによってパワーレスな意見までをも抽出する技術の実現
- 意見から適切なコーディネートを行う合意形成システムの技術の実現
- 意見の書き換えやそれらの伝播を防ぐためのブロックチェーンシステムの実現
- 組合せ爆発を解決するコンピューティングや計算モデルの実現

## F. 集団への融和と多様性



推薦システムの発展により、各々の価値観が先鋭化してしまったフィルターバブルの問題が解決されている。集団におけるフィルターバブルの形成は合意形成を困難にするが、最も多様性が担保され、かつそれに対して寛容になれるように情報流通が制御されるプラットフォームが実現している。情報の分布や社会ネットワーク構造を活用した、多様性の原則に基づく情報流通が可能になっており、多様性のある融和が実現する。

## ターゲットを達成するための科学技術的課題



D. 集団における自律的な自己

+

E. 集団としての合意形成

F. 集団への融和と多様性

集団のレベル

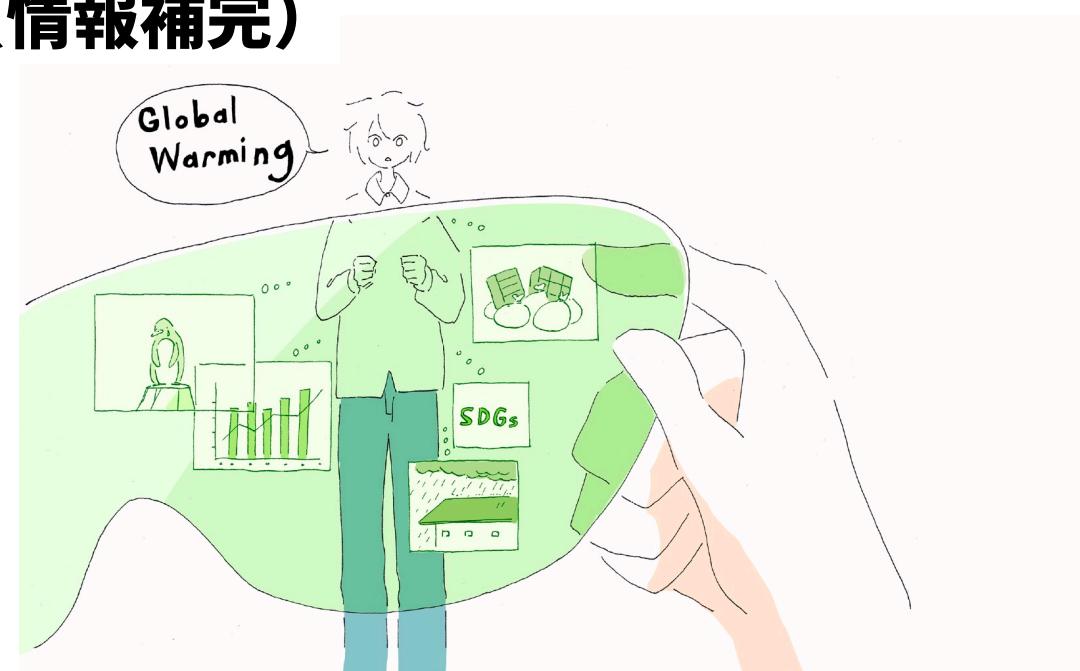
### F. 集団への融和と多様性 を実現するための課題

- 最も相互理解を促すような情報流通の制御やマッチングの技術の実現
- 合意形成に至らなかった場合の歩み寄りを支援する技術の実現
- フェイクニュースや煽動意図など悪意のある情報を検出・遮断する技術の実現

## 達成シーンとターゲット（再掲）

対人関係のレベル「自己と他者の相互作用を支援するインターフェース」

B. 他者からの情報のインプット  
(情報補完)

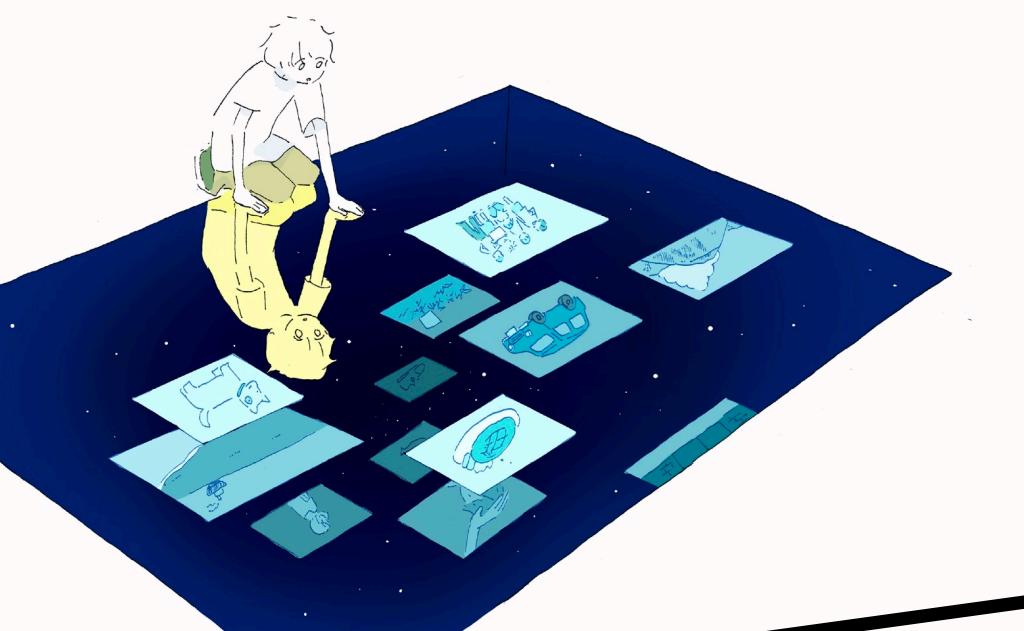


C. 他者への情報のアウトプット  
(思考転写)



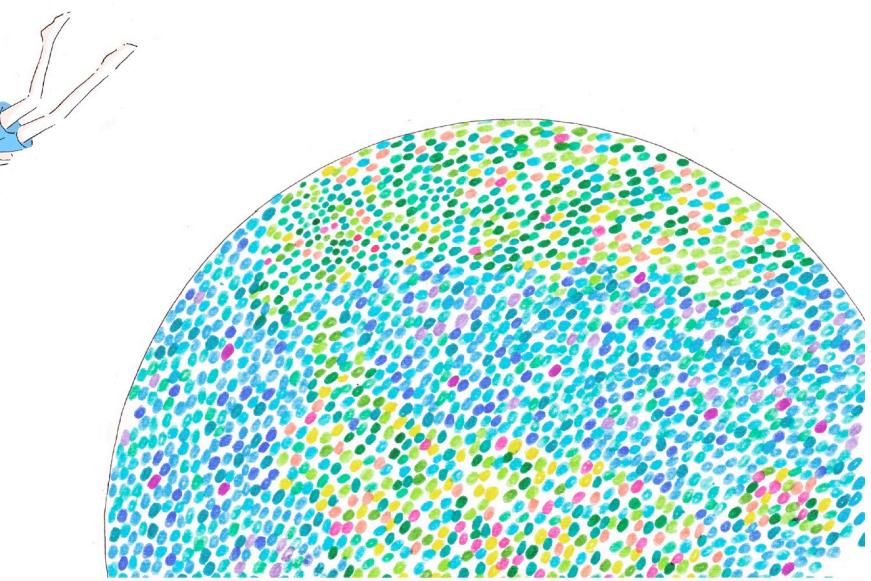
身体性をもった私たちが、  
行為主体として社会全体を変化させ  
その社会でまた調和性を獲得する

A. 自己認知と共感能力



**身体性**  
身体的な行為主体と  
「共同行為」

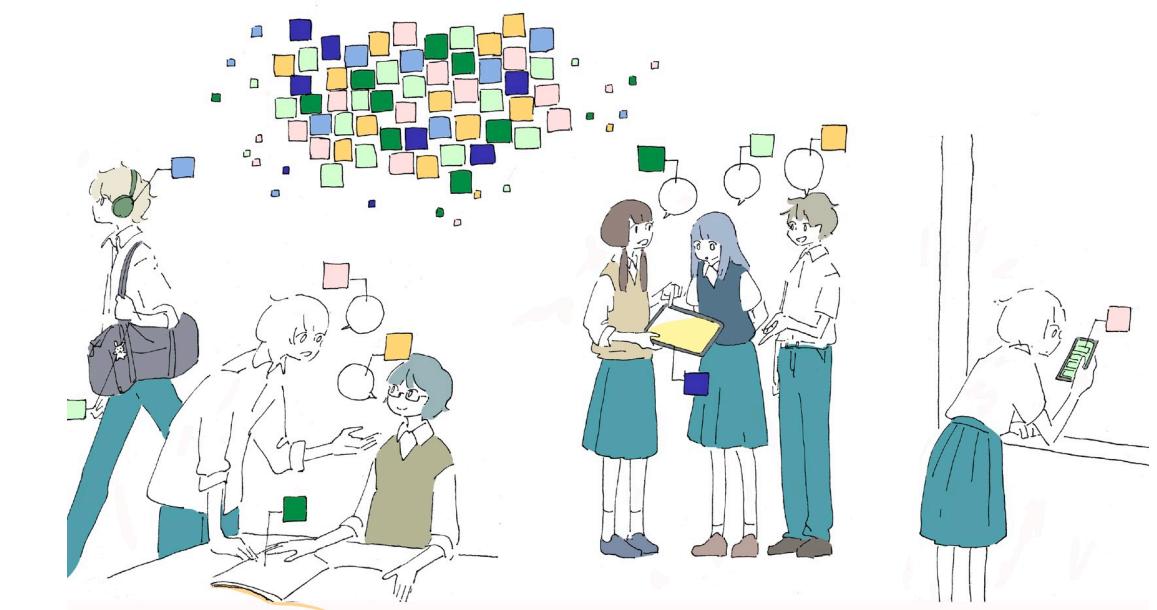
D. 集団における自律的な自己



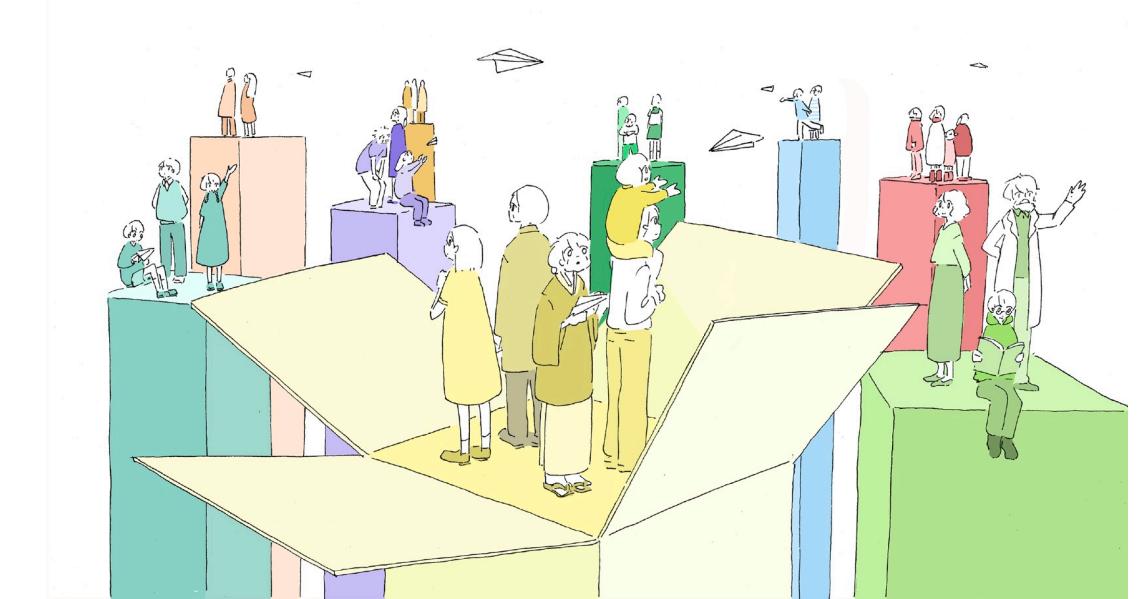
二つの達成シーンを構成する  
六つのターゲットと、  
身体性をもつ個人という主体

個人という主体

E. 集団としての合意形成

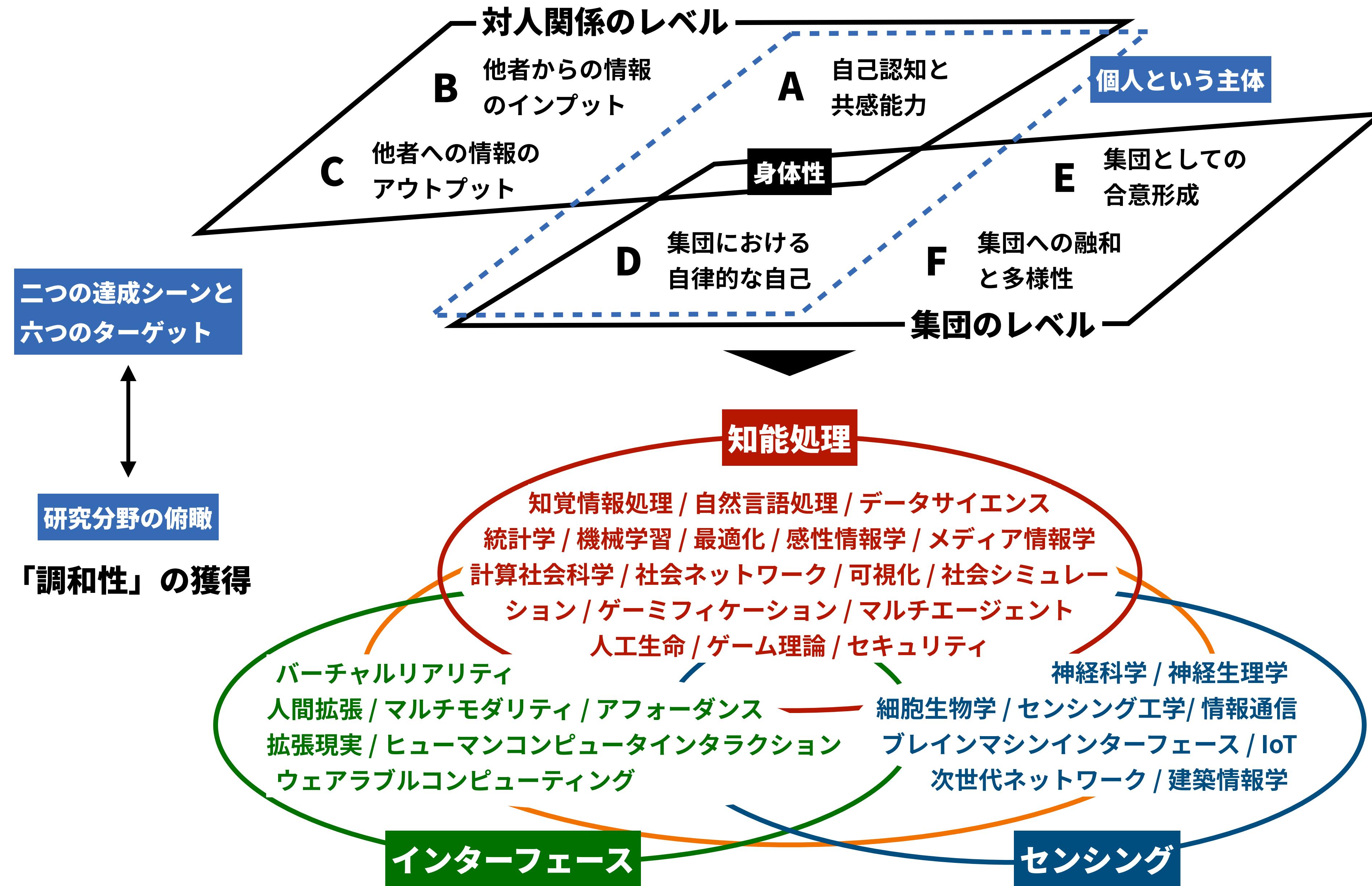


F. 集団への融合と多様性

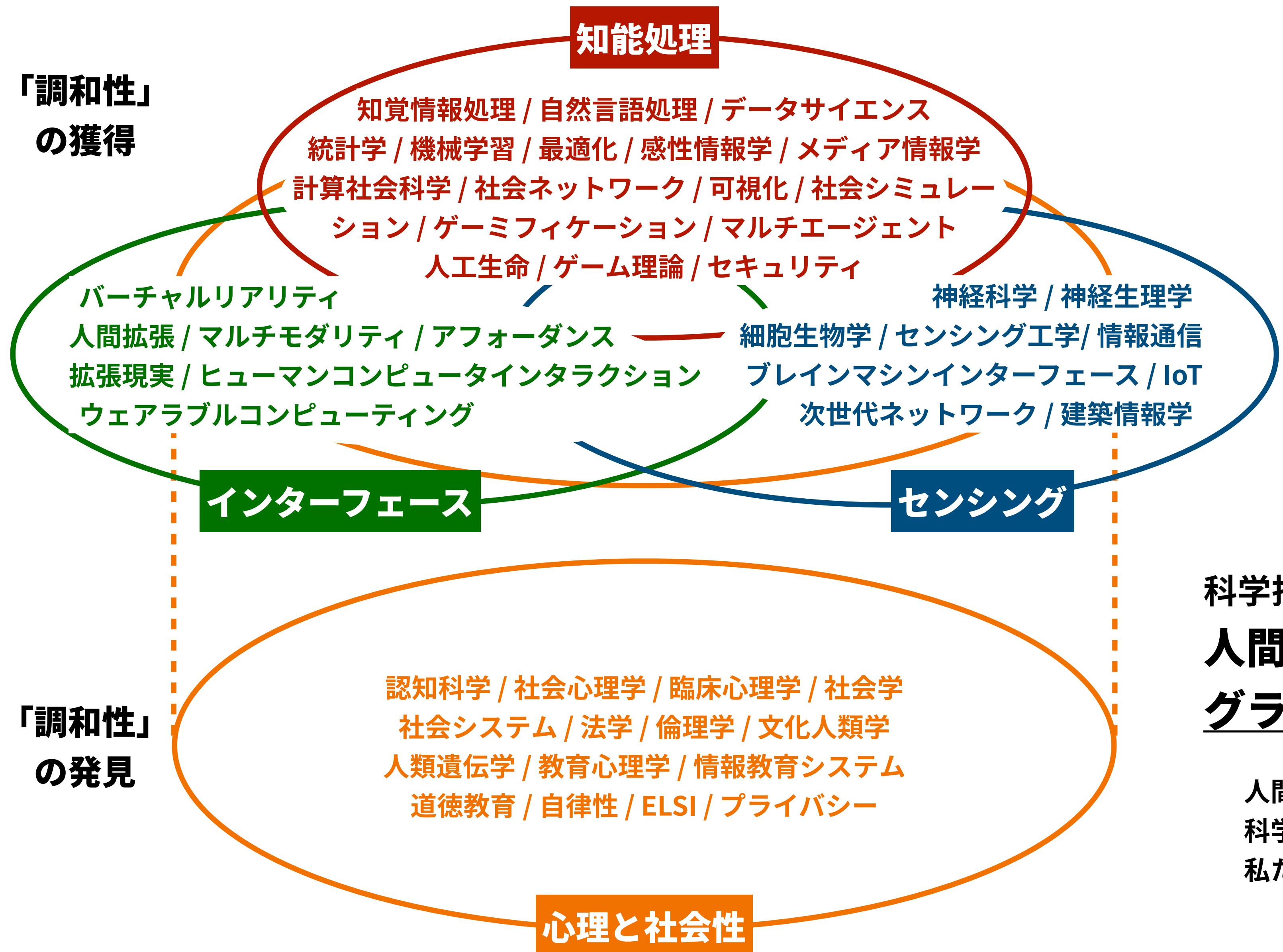


集団のレベル「集団の多様性ある自己組織化を支援するシステム」

# MS目標の俯瞰と分野・技術群の整理



# MS目標の俯瞰と分野・技術群の整理

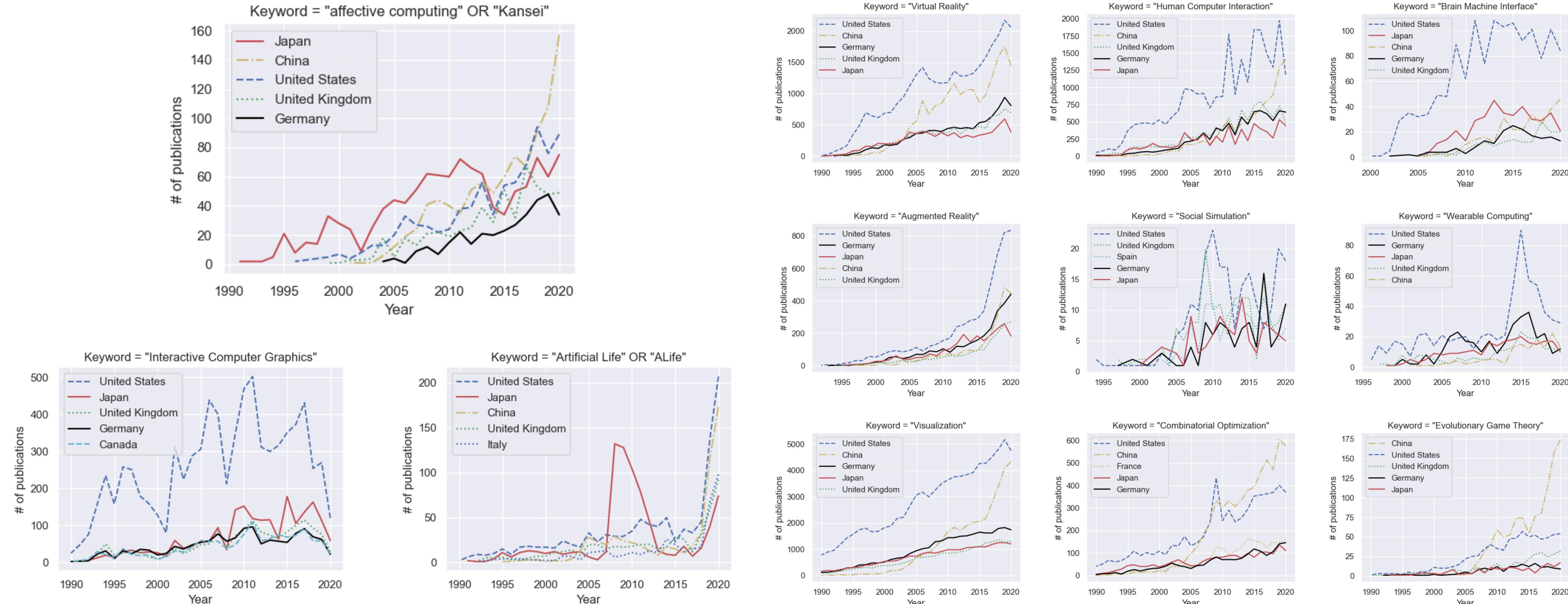


科学技術の開発と対になる、  
**人間の心理や社会性に関する  
グランドトゥルースの発見**

人間にとての自然な社会状態の本質を  
科学技術との共進化によって追求し、  
私たちの「調和性」を発見・獲得する

## 研究開発領域と研究課題の俯瞰

学識者・有識者100人ヒアリングにより、前述の主な科学技術的課題が、日本が強みを持つ研究で解決できることが示された。下記の関連分野の論文数で日本はトップクラス（5位以内）に位置し、これらの研究は世界的に注目されている。特に、アフェクティブコンピューティングと感性工学（1位）、インタラクティブコンピュータグラフィックス（2位）、人工生命（2位）の分野が強い。



# 研究開発領域と研究課題の俯瞰

## 〔対人関係のレベル〕

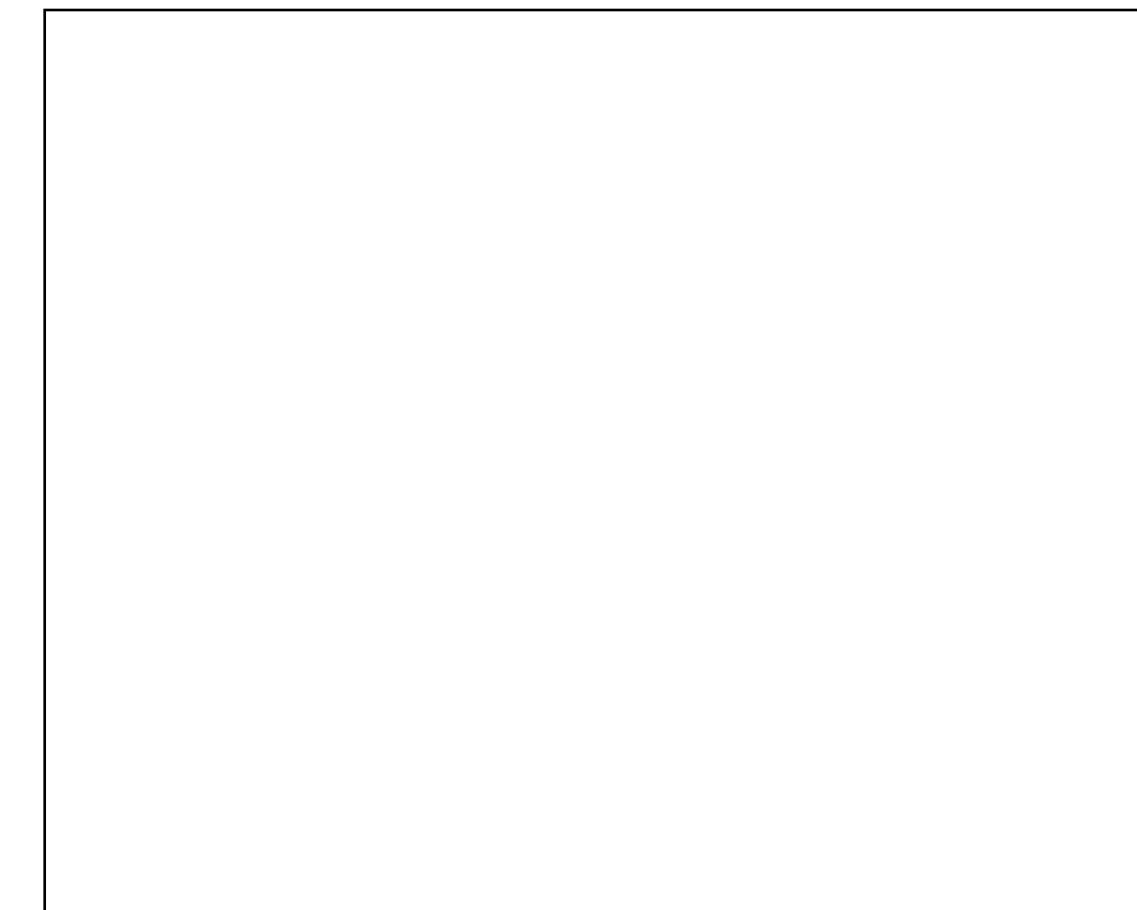
アバターの外見がユーザの心理や態度、振る舞いに影響を及ぼすプロテウス効果や、全身の身体感覚を再現した没入型バーチャルリアリティ、それを活用した様々な研究（白人ユーザが黒人の外見のアバターを身につけると、黒人に対する差別的偏見が軽減する等）が日本でも推進されている。将来のビッグデータの基盤となりうるバーチャル空間での日本発のプラットフォームも普及している。

- N. Yee and J. Bailenson, "The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior," *Human communication research*, vol. 33, no. 3, pp. 271-290, 2007.
- T. C. Peck, S. Seinfeld, S. M. Aglioti and M. Slater, "Putting yourself in the skin of a black avatar reduces implicit racial bias," *Consciousness and cognition*, vol. 22, no. 3, pp. 779-787, 2013.
- "バーチャル渋谷 | バーチャルSNS cluster (クラスター) ,," [Online]. Available: <https://cluster.mu/w/79347fb9-05f5-429e-ab5f-8951ee8cd966>. [Accessed 6 7 2021].

## 研究開発領域と研究課題の俯瞰

### 〔対人関係のレベル〕

認知ミラーリングによる他者の認知過程の追体験、共有身体アバター や感覚器レベルでの身体共有、アフェクティブコンピューティングや感性工学での感情推定・提示は日本が強みを持つ研究の一部である。また、超薄型素材などのエレクトロニクスや、脳情報デコーディングなどの神経科学研究でもリードする日本は、高精度非侵襲型BMIの実現に最も近い位置にいる。



- T. Hagiwara, G. Ganesh, M. Sugimoto, M. Inami and M. Kitazaki, "Individuals Prioritize the Reach Straightness and Hand Jerk of a Shared Avatar over Their Own," *Iscience*, vol. 23, no. 12, p. 101732, 2020.
- E. Tamaki, T. Miyaki and J. Rekimoto, "PossessedHand: techniques for controlling human hands using electrical muscles stimuli," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2011.
- "PGV株式会社," [Online]. Available: <https://www.pgv.co.jp>. [Accessed 7 6 2021].
- Y. Kamitani and F. Tong, "Decoding the visual and subjective contents of the human brain," *Nature neuroscience*, vol. 8, no. 5, pp. 679-685, 2005.



## 研究開発領域と研究課題の俯瞰

### 〔集団のレベル〕

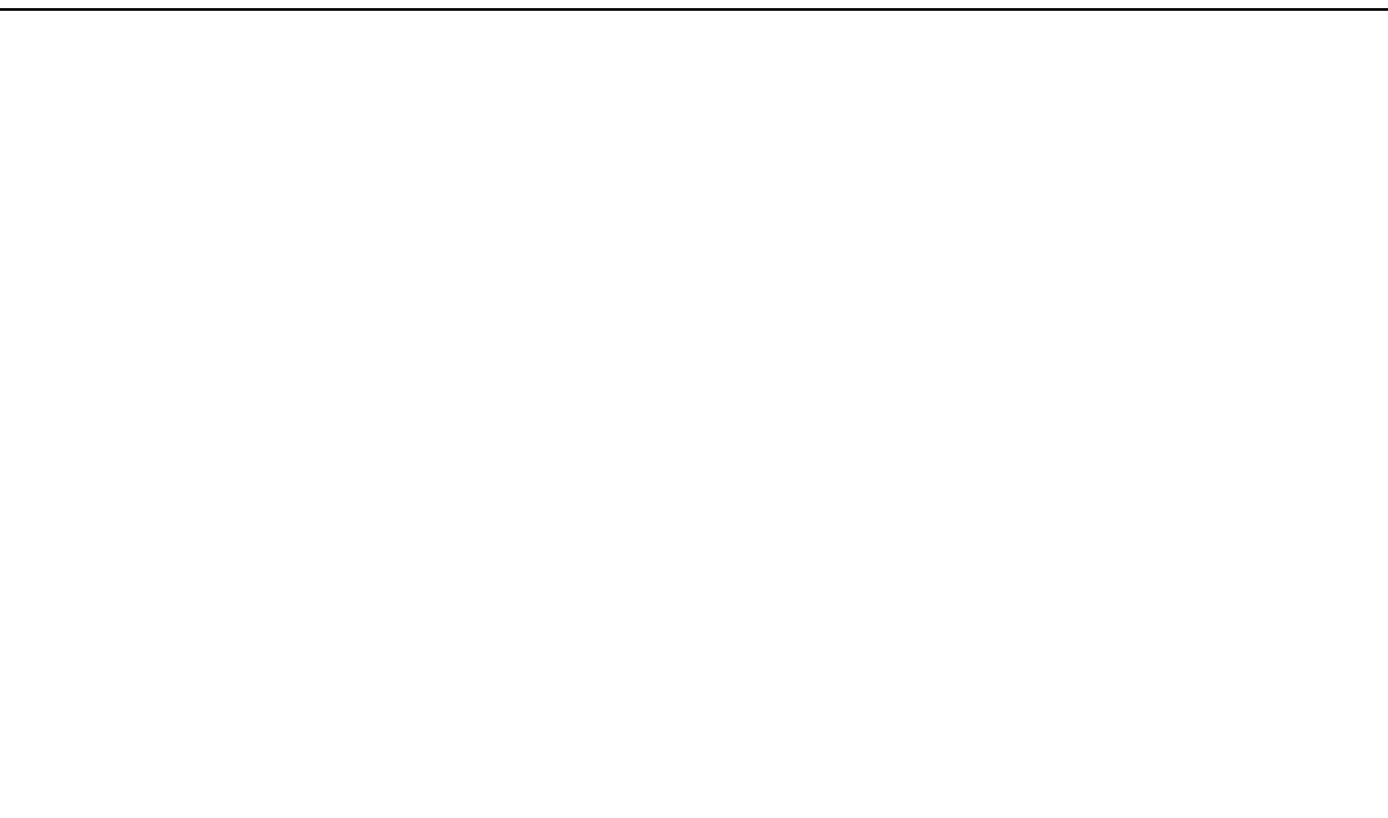
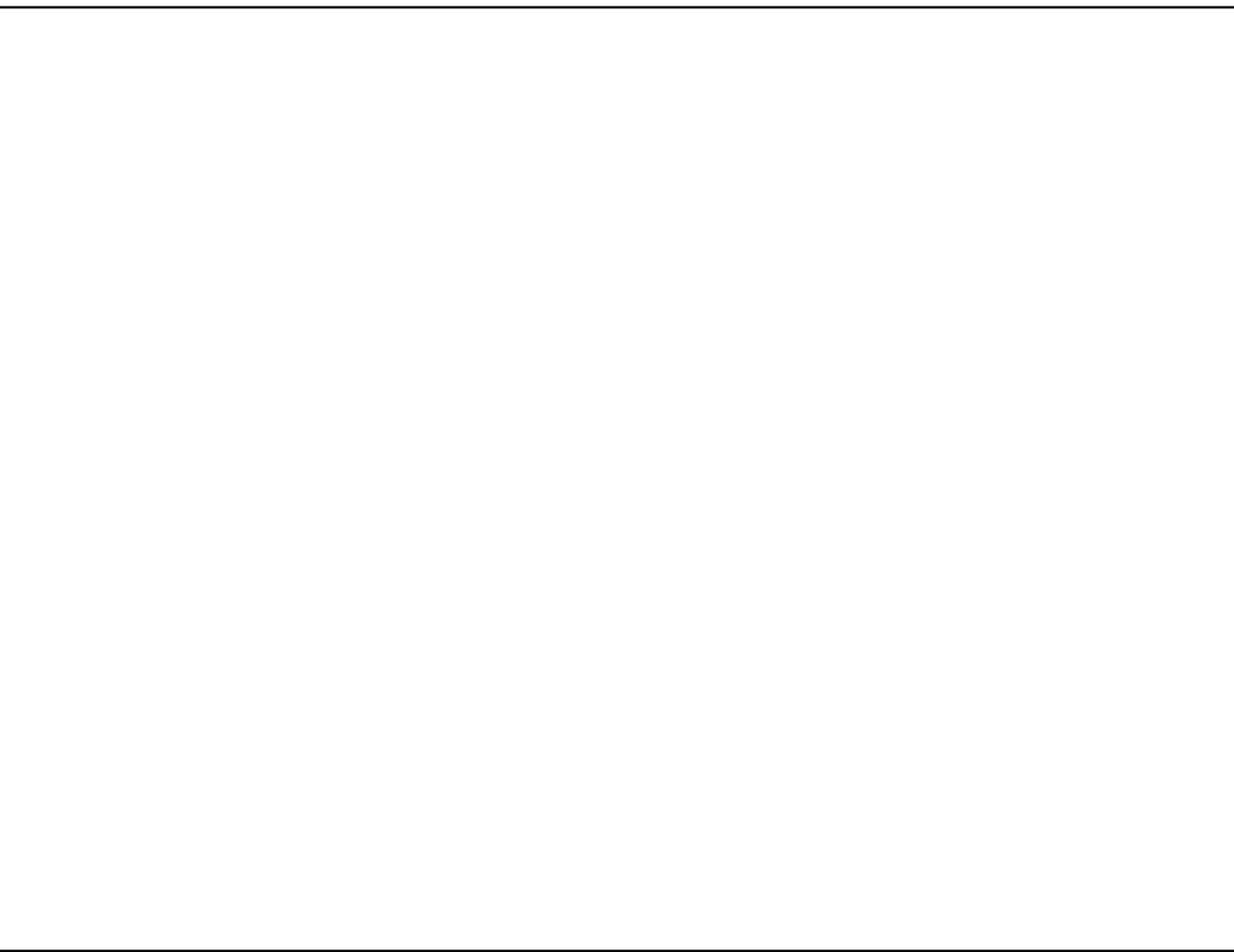
人工生命的アプローチによる影響力や情報伝播のシミュレーション、可視化の研究も盛んに行われている。大規模合意形成システムもエージェントベースモデルの研究において社会実装が進められているほか、多様性を原則とした情報流通の制御には計算社会科学の分野からアプローチできる。

- T. Ikegami, Y. Hashimoto and M. Oka, "Open-ended evolution and a mechanism of novelties in web services," *Artificial life*, vol. 25, no. 2, pp. 168-177, 2019.
- T. Ito, S. Suzuki, N. Yamaguchi, T. Nishida, K. Hiraishi and K. Yoshino, "D-Agree: Crowd Discussion Support System Based on Automated Facilitation Agent," in *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2020.
- "言論マッププロジェクト 東北大学 乾・岡崎研究室," [Online]. Available: <http://www.cl.ecei.tohoku.ac.jp/stmap/>. [Accessed 6 7 2021].

## 研究開発領域と研究課題の俯瞰

### 深層学習に始まるブレイクスルー

自己アテンション機構を導入することにより時系列データの学習時間が短く済むトランスフォーマーモデルなどの研究から高いレベルの機械翻訳が実用化した。また、敵対的生成ネットワークに代表される深層生成モデル研究が発展し、画像から文章、文章から画像を生成するようなマルチモーダルキャプション生成の研究が進められている。文脈や概念の翻訳やイメージの提示も可能になりつつある。



- S. Uppal, S. Bhagat, D. Hazarika, N. Majumdar, S. Poria, R. Zimmermann , A. Zadeh, “Multimodal Research in Vision and Language: A Review of Current and Emerging Trends,” arXiv preprint arXiv:2010.09522, 2020.
- M. Jaderberg, K. Simonyan, A. Zisserman , others, “Spatial transformer networks,” Advances in neural information processing systems, No 28, pp. 2017-2025, 2015.
- H. Zhang, T. Xu, H. Li, S. Zhang, X. Wang, X. Huang and D. N. Metaxas, "Stackgan: Text to photo-realistic image synthesis with stacked generative adversarial networks," in Proceedings of the IEEE international conference on computer vision, 2017.

## 研究開発領域と研究課題の俯瞰

### 機械学習とデータの問題

データを活用する際には、個人情報を保護することと有用なモデルの学習を行うこととのトレードオフが問題になる。近年では、ユーザのデバイスにのみ個人データが保存され、学習されたパラメータのみがサーバへと送信される分散協調機械学習、連合学習（Federated Learning）が国内外で研究されている。既存の社会構造がデータに反映されるバイアスの再生産への対策とバイアス検出の研究開発なども進められている。

- 大阪トラック・プロセス | 外務省, "DFFT (信頼性のある自由なデータ流通) の概要," [Online]. Available: [https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/it/page25\\_001989.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/it/page25_001989.html). [Accessed 17 7 2021].
- T. Li, A. K. Sahu, A. Talwalkar and V. Smith, "Federated learning: Challenges, methods, and future directions," IEEE Signal Processing Magazine, vol. 37, no. 3, pp. 50-60.
- UNESCO, "Artificial Intelligence and Gender Equality," 2020.

## 対人関係のレベル

自己と他者の相互作用を支援する

**B 他者からの情報のインプット  
(情報補完)**

- B1** ビッグデータプラットフォームから文化的背景などのスタイルを抽出し、「概念」を翻訳して補助的に提示する科学技術の研究開発
- B2** 他者の感情や立場を推測することを支援する感覚拡張、他者が認知する世界をミラーリングする科学技術の研究開発
- B3** 偏見や差別を含む害のある情報を検出し、現実世界のインターフェースでモーフィング・除去する科学技術の研究開発
- F2**

**C 他者への情報のアウトプット  
(思考転写)**

- C1** 安全な侵襲型または高精度な非侵襲型のブレインマシンインターフェースにより、複雑な脳情報を読み出すことができる科学技術の研究開発
- C2** 個人データのプライバシーを担保しながらも、複雑な思考や感情をマルチモーダルなメディアとして生成することができる科学技術の研究開発

**A 自己認知と共感能力**

- A1** 自分の心理的特性を俯瞰して分析、身体的・精神的充足の要因や作用を併せて提示し、自己の認知を深める科学技術の研究開発
- A2** 短時間で身体化・身体共有を伴ったゲーミフィケーションで他者の立場を体験し、他者への共感能力を高める科学技術の研究開発
- B2**

**身体性**  
身体的な行為主体と  
「共同行為」

**D 集団における自律的な自己**

- D1** 自己や他者のアイデンティティを抽出して認知することを補助し、また、影響力をシミュレーションして体験できる科学技術の研究開発
- D2** 形成される合意の計算過程や伝播する情報の伝達経路を明示的に示したり、主体的に選択したりすることを支援する科学技術の研究開発

**個人という主体****E 集団としての合意形成**

- E1** 次世代センシングネットワークによりパワーレスな意見までも抽出し、形成される合意に対するステークホルダーを選出する科学技術の研究開発
- E2** 組合せ爆発を開発するコンピューティングとモデルの構築により、多様な意見をコーディネートして提案する科学技術の研究開発

**F 集団への融和と多様性**

- F1** 最も多様性が担保される情報流通や相互理解を促すようなマッチングを可能にし、対立する意見の歩み寄りも支援する科学技術の研究開発
- F2** 情報の流通経路を把握し、フェイクニュースや煽動意図など悪意のある情報を検出・遮断する科学技術の研究開発

## 集団のレベル

支援団する多様性ある自己組織化を

# 研究開発課題の一覧

## A 自己認知と共感能力

|    |  |
|----|--|
| A1 | 自分の心理的特性を俯瞰して分析、身体的・精神的充足の要因や作用を併せて提示し、自己の認知を深める科学技術の研究開発  |
| A2 | 短時間で身体化・身体共有を伴ったゲーミフィケーションで他者の立場を体験し、他者への共感能力を高める科学技術の研究開発 |
| B2 |  |

## B 他者からの情報のインプット (情報補完)

|    |   |
|----|---|
| B1 | ビッグデータプラットフォームから文化的背景などのスタイルを抽出し、「概念」を翻訳して補助的に提示する科学技術の研究開発 |
| B2 | 他者の感情や立場を推測することを支援する感覚拡張、他者が認知する世界をミラーリングする科学技術の研究開発        |
| B3 |   |
| F2 | 偏見や差別を含む害のある情報を検出し、現実世界のインターフェースでモーフィング・除去する科学技術の研究開発       |

## C 他者への情報のアウトプット (思考転写)

|    |  |
|----|--|
| C1 | 安全な侵襲型または高精度な非侵襲型のブレインマシンインターフェースにより、複雑な脳情報を読み出すことができる科学技術の研究開発  |
| C2 | 個人データのプライバシーを担保しながらも、複雑な思考や感情をマルチモーダルなメディアとして生成することができる科学技術の研究開発 |

## D 集団における自律的な自己

|    |   |
|----|---|
| D1 | 自己や他者のアイデンティティを抽出して認知することを補助し、また、影響力をシミュレーションして体験できる科学技術の研究開発 |
| D2 | 形成される合意の計算過程や伝播する情報の伝達経路を明示的に示したり、主体的に選択したりすることを支援する科学技術の研究開発 |

## E 集団としての合意形成

|    |   |
|----|---|
| E1 | 次世代センシングネットワークによりパワーレスな意見までも抽出し、形成される合意に対するステイクホルダーを選出する科学技術の研究開発 |
| E2 | 組合せ爆発を開発するコンピューティングとモデルの構築により、多様な意見をコーディネートして提案する科学技術の研究開発        |

## F 集団への融合と多様性

|    |  |
|----|--|
| F1 | 最も多様性が担保される情報流通や相互理解を促すようなマッチングを可能にし、対立する意見の歩み寄りも支援する科学技術の研究開発 |
| F2 | 情報の流通経路を把握し、フェイクニュースや煽動意図など悪意のある情報を検出・遮断する科学技術の研究開発            |

### ■2050年のマイルストーン（ムーンショット目標）

- ・個としての視座と全としての視座を往復する「調和性」が獲得できている。
- ・教育・就労機会の提供や知識偏在の解消から貨幣経済に変わる新たな価値観の共創まで、あらゆる社会的・経済的構造を変革できる基盤が整っている。  
(ただし、当該MS目標では、2050年へ向けて私たちが選択する特定の理念や経緯を包含しない)

### ■2050年の研究開発テーマ

- ・挑戦的研究開発の分野・領域及び研究課題(1)におけるA～Fの全ての研究課題

### ■2030年のマイルストーン（概略）

2030年の時点では、主には日本を含む先進諸国で以下が達成されている。

- ・自分の主観的な認識だけでは気付かない場面でも、苦しいときに必要な助けを求められ、鬱や自殺が予防される（A1）
- ・他者に共感する能力が高められ、家族やコミュニティ、所属する組織の中で相互理解と思いやりが実現している（A2・B2・B3）
- ・組織の内外での会議や営業、クリエイティブな意思疎通に要する時間が短縮され、相互理解や業務効率が改善している（B1・C1・C2）
- ・可視化された技術の影響などを認知して、技術に対して自律的な選択ができている（D2）

- ・特定の地方自治体やコミュニティの運営、特定の企業・組織内において合意形成システムが役立てられている（E1・E2）
  - 多くのステークホルダーを巻き込み、アイデアや資本、労働力を繋ぐことができる
  - パワーレスな意見も反映できるフェアな会議体によって意思決定、合意形成を行える
  - 本来なら失わずに済む過剰な競争による富の喪失を防ぐことができている
- ・新たに誕生する一般向けの情報流通プラットフォームでは、フィルターバブルやエコーチェンバーの問題が解消している（D1・F1）
- ・企業や教育機関等において、ダイバーシティへの配慮や異なる文化への理解を促進するツールとして情報流通プラットフォームが導入されている（F1・F2）

### ■2030年の研究開発テーマ（一例）

個人のパーソナリティや属性、能力に関するデータを効率的に収集・安全に管理し、心理的属性を分析・可視化・提示する研究（A1）

短時間で擬似的に他者の人生を追体験できる、身体化を伴ったバーチャルリアリティの研究（A2）

各ユーザの背景にある情報を各デバイスやネットワーク上に安全かつ効率的に収集・保管する研究（B1）

表情やモーションの総合的なセンシングと認知しやすい形での分析・提示を行うAffective Computingの研究（B2）

誹謗中傷や偏見、差別を含むバイアスを検出するためのデータの収集と分類、および検出の研究（B3）

非侵襲型のパッチ式脳波計と侵襲型による計測データとのペアデータに基づく機械学習モデルの構築に関する研究（C1）

映像・音声・触覚を含む五感を活用したマルチモーダルなメディアをインタラクティブに生成する研究（C2）

集団における自己や他者のアイデンティティや相対的位置を抽出して提示する研究（D1）

様々なシステムにおいて、オプトイン・オプトアウトが選択できることを支援する技術の研究（D2）

複合的センシングシステム、材料・デバイス、ユビキタスコンピューティング、Wi-Fi、5G・6G通信を組み合わせたセンシングネットワークの研究（E1）

センシングされた多様な情報源からユーザの意見を抽出するシステムの研究（E1）

計算可能な合意形成システムの数理モデルの検討、集団の規模の可変化、合意形成システムの近似などの研究（E2）

マルチモーダルな情報に基づいたネットワークの分散表現、社会ネットワーク構造の情報を活用した情報流通の制御やマッチングの研究（F1）

ユーザの故意や過失の違いを正しく認識したうえで、集団における悪意のある情報を検出・遮断して伝播を抑える技術の研究（F2）など

### 科学技術と判断の指標（GO／NO-GO）

当初予算確保期間5年後の時点では

- ・価値観を共有する文化圏での1対1の対人関係において、映像メディアの即時的生成（C）や他者の認知の追体験ができるインターフェース（B）
  - ・規模が150人以内の特定の組織や集団の中で、多様性を原則とする情報流通の制御（F）や合意形成支援（E）を行うシステム
- が科学技術的に実現し、国内で概念実証されている。

それにより、判断の指標として、  
インターフェースがない場合よりも相互理解に係る指標が有意に向上し（B・C）、  
システムがない場合よりも、集団の多様性に関する指標（F）、  
また、集団に関与できていると感じる主観的指標／意見が反映されている度合いの  
客観的指標のすべてが有意に向上する（E）

### 主な波及効果

- ・2030年までに、対人関係のインターフェースにより鬱が予防されうることが挙げられ、自殺者の約半数が鬱であることなどから、約1.3兆～2.1兆円の社会経済的損失が半減されると推計される。
- ・2030年までに、企業を含む組織での意思疎通が容易になり、多様性情報プラットフォームの導入によってインクルーシブな組織や社会が実現すると仮定し、付加価値創出について3兆～8.5兆円の収益の向上が推計される。
- ・2050年にA～Fの科学技術が社会インフラとして普及し、これらなくしては経済活動や日常生活が成立しない位置を占めた場合には、少なくとも300兆円相当の波及効果が見込まれる。

## 対人関係のレベル 「自己と他者の相互作用を支援するインターフェース」

### A. 自己認知と共感能力

- 自己認知や共感能力を深める技術の使用場面や教育への導入についての検討
- 個人情報の収集と分析結果の提示による人権侵害の恐れについての検討

### B. 他者からの情報のインプット（情報補完）

- 技術が高価なツールとして普及した場合の格差拡大の可能性についての検討
- 情報の受け手が見たくないものを拒むことができる権利の検討
- 伝えたい自分と相手が知りたい自分との不一致が生じる危険性の検討

### C. 他者への情報のアウトプット（思考転写）

- アウトプットされるメディアを制御することができる能力についての検討
- アウトプットされるメディアに対して負う責任についての検討

## 集団のレベル 「集団の多様性ある自己組織化を支援するシステム」

### D. 集団における自律的な自己

- 様々なシステムに対するユーザの選択権が煩雑になることについての検討と対策
- 集団に対する個人の自律性を支援する技術の使用場面に関する検討

### E. 集団としての合意形成

- 合意形成システムの主体的な普及を実現する「キラーアプリ」設計の検討
- 合意形成に参加する意思と個人データのセンシングとの間のギャップの検討
- 合意形成システムへの参加に対して同調圧力や強制力が働きかねないことへの対策
- 民主主義を前提とする各国の諸制度と相容れない結果をシステムが出力しかねない問題への対策

### F. 集団への融合と多様性

- 融合の中でパーソナリティやアイデンティティを保つことについての議論と検討
- 多様性のある融合のシステムを普及させる方策についての検討

## 解決策の概略

- ・対人関係のレベルにおいては、インターフェースの使用に係る権利と責任についての法的対策、インターフェースの使用場面に関する検討・インターフェースの普及に伴う理解・表現能力の減退に関する対策、インターフェースの使用機会の平等化に関する対策が必要になる。
- ・集団のレベルにおいては、個人のデータとプライバシーに関する使用場面に関する検討と対策、利便性と自律性のバランスに関する検討と対策、主体的かつ任意な使用を推奨する中でのキラーアプリの提案、同調圧力の回避に関する対策が必要になる。

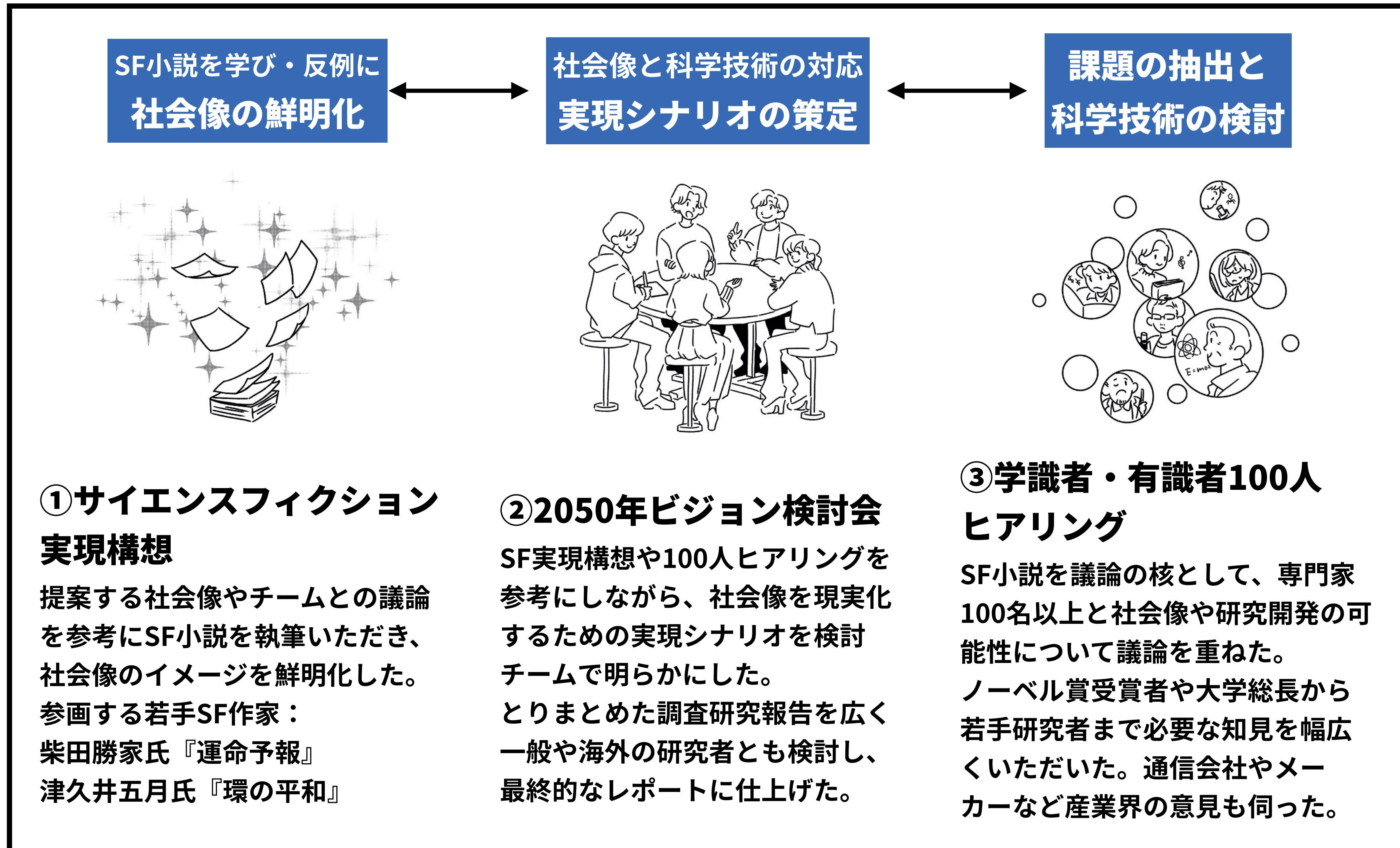
- ・「自己認知と共感能力」と「集団における自律的な自己」については、個人という主体の内面に係る情報をセンシングしたり、働きかけたりする可能性があることから、産学官民の多様なステイクホルダーによって構成されるコンソーシアムで慎重に議論を進める必要がある。

当該MS目標が掲げる研究開発に限らず、私たちの内面に働きかける可能性のある技術は存在する。それらの技術を追いかけるように倫理・法的・社会的対応を行うのではなく、コンソーシアムに参画するような未来志向を有するステイクホルダーハたちにより、技術の実現に先立って上記の検討と対応を行うことこそが重要となる。

# 本調査研究のプロセス

- ・SF実現構想が創造性のきっかけとなり、100人ヒアリングで徹底的に検証した
- ・社会像を達成させる科学技術的・社会課題の解決シナリオを検討チームで取りまとめた

科学技術による「人類の調和」検討チーム



# サイエンスフィクション実現構想

## 『運命予報』を執筆

→ 「集団における自律的な自己」などに反映

### 柴田勝家（しばた・かついえ）

1987年、東京都生まれ。中学時代に京極夏彦作品に触れて小説の面白さに目覚める。大学で文芸部に入ってから小説を書くことに意欲的になり、伊藤計画作品を読んだことで軸足をSFに。2作目の投稿作となった『ニルヤの島』で第2回ハヤカワSFコンテスト大賞を受賞。『雲南省スー族におけるVR技術の使用例』で第49回星雲賞日本短編部門を受賞。

## 『環の平和』を執筆

→ 「自己認知と共感能力」などに反映

### 津久井五月（つくい・いつき）

1992年生まれ。東京大学・同大学院で建築学を学ぶ。2017年、中編小説「コルヌトピア」で第5回ハヤカワSFコンテスト大賞を受賞しデビュー。デザイン、生き物、風景などをテーマに小説を執筆している。著書は『コルヌトピア』〈ハヤカワ文庫JA〉。

## 若手SF作家との「SF実現構想」

- ・断片的な達成シーンや科学技術のアイデアだけでは明らかにできない課題などを捉えるため、社会像をストーリーラインとしてSF小説として描いてもらった。

- ・SF小説を議論のきっかけに100人ヒアリングを実施し、調査研究のアップデートも両氏に共有して執筆に役立てもらった。

鮮明化された  
社会像を課題  
の検討に反映



ヒアリングや  
調査研究結果  
を隨時共有



ムーンショット型研究開発事業  
新たな目標検討のためのビジョン策定

Moonshot R&D MILLENNIA\* Program

\*Multifaceted investigation challenge for new normal initiatives program

「人類の分断を克服し調和を実現するための  
科学技術に関する調査研究」  
調査研究報告書/Initiative Report

令和3年7月

目標検討チーム/Brainstorming Team「科学技術による『人類の調和』検討チーム」  
チームリーダー：佐久間 洋司（東京大学 大学院総合文化研究科 修士課程）  
サブリーダー：井上 昇治（京都大学 大学院情報学研究科 助教）  
チームメンバー：加藤 直人（クラスター株式会社 代表取締役）

## 学識者・有識者100人ヒアリング（敬称略）

佐久間、井上が全てのヒアリングに出席し、並列的な探索ではなく直列的に深化するヒアリングを実施

学識者・有識者100人ヒアリング  
(ヒアリング先は調査研究報告書に記載)

## 学識者・有識者100人ヒアリング（敬称略）

佐久間、井上が全てのヒアリングに出席し、並列的な探索ではなく直列的に深化するヒアリングを実施

学識者・有識者100人ヒアリング  
(ヒアリング先は調査研究報告書に記載)

# 2050年ビジョン検討会

- ・検討チームは、2050年をつくり、2100年を生きる世代を中心として構成した（平均27歳）。
- ・「2050年ビジョン検討会」として毎週月曜日の19時～20時を目安に議論を実施した。
- ・ジェンダーや多様なアイデンティティ、産学官民の幅広い視点を反映できる立場を担保し、AIやVR、複雑系科学、芸術、法学、SFなどダイバーシティに満ちた分野からの検討を行なった。

検討チーム  
「人類による  
科学技術による  
調和」

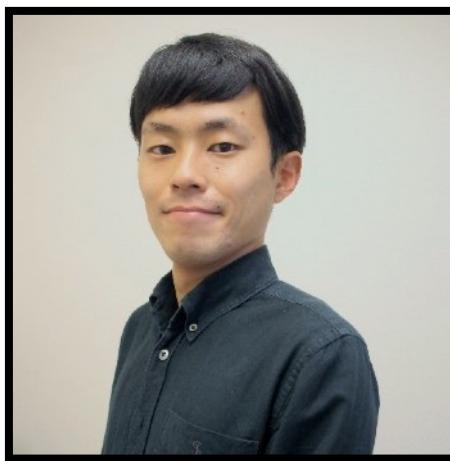
## チームリーダー



### 佐久間 洋司

東京大学大学院総合文化研究科 修士課程／大阪大学  
SF小説『ハーモニー』から  
人類の調和をもたらす学術研究・社会実装を志す。

## サブリーダー



### 井上 昂治

京都大学大学院情報学研究科  
助教  
音声対話システムや会話ロボットなどの研究で国際的に活躍する若手研究者。

## SF思考と社会実装



### 加藤 直人

クラスター株式会社  
代表取締役  
『ハーモニー』の影響も受け、国内最大のバーチャルSNS「cluster」を起業。



### 溝口 力丸

株式会社 早川書房  
SFマガジン編集部  
早川書房でSFマガジンなど数々の人気作品を手がける若手編集者・仕掛け人。

## 相対する分野からの議論



### 小松 詩織

最高裁判所司法研修所  
第74期司法修習生  
東大法学部在学中に司法試験予備試験に合格、AI法務・AI倫理を研究対象とする。



### スクリプカリウ落合 安奈

現代美術家、東京藝術大学大学院美術研究科博士後期課程  
人々の想いや歴史をつなぐ芸術を作ることで、世界に働きかける現代芸術家。

# 検討チームメンバー



## チームリーダー

### 佐久間 洋司

東京大学大学院総合文化研究科 修士課程／  
大阪大学 グローバルイニシアティブ機構 招へい研究員

1996年東京都生まれ。大阪・関西万博におけるパビリオン等地元出展に関する有識者懇話会 委員・バーチャル大阪館（仮称）等部会長、ムーンショット型研究開発事業 ミレニア・プログラム 科学技術による「人類の調和」検討チーム チームリーダー、人工知能学会 編集委員会 学生編集委員長などを務める。  
東京都立小石川中等教育学校、大阪大学 基礎工学部 システム科学科を卒業。  
Panasonic Silicon Valley Lab（当時）での半年間のインターンや、トロント大学の基礎工学部門での一年間の交換留学を経験し、トビタテ！留学JAPAN 日本代表プログラム 第3回留学成果報告会で優秀賞を受賞、世界経済フォーラム Global Shapers Community に選出。孫正義育英財団 第2期生（正財団生）に認定。大阪大学 第19回課外活動総長賞（阪大総長賞）特別賞、日本学生支援機構優秀学生顕彰 奨励賞ほかを受賞。大阪市や大阪産業局と「クリエイティブ・ディストラクション・サロン produced by 佐久間洋司」を主宰。大阪府 新たな戦略策定に向けた有識者懇話会 アドバイザー、コモングラウンド・リビングラボ アドバイザーなどを歴任。2019年、NewsPicks Magazine 「未来をつくる7人のUNDER30」に選出。

## 検討チームメンバー



### サブリーダー

#### 井上 昂治 京都大学 大学院情報学研究科 助教

2018年より京都大学大学院情報学研究科特定助教、2019年より現職。博士（情報学）。音声対話システムならびに会話ロボットに関する研究に従事。特に、人間型ロボット（アンドロイド）による人間レベルの音声対話の実現に重点的に取り組んでいる。日本音響学会粟屋潔学術奨励賞、同学会学生優秀発表賞、人工知能学会研究会優秀賞（3年連続）、情報処理学会全国大会学生奨励賞などを受賞。人工知能学会学会誌・論文誌編集委員、同学会言語・音声理解と対話処理研究会専門委員を務める。本調査研究では、これまでの世界的な学術面での経験を活かし、特に「個人レベル」の調和を実現するためのインターフェイスに関して、学術関係の調査ならび関係者との連携を担う。さらに、人工知能研究会での経験を活かし、学術界とその他の業種・業界との対話の主導役も担う。

（解説記事）“アンドロイドを用いた音声対話研究,”日本音響学会誌, Vol.76, No.4, pp.236-243, 2020.アンドロイドを用いた音声対話システムを構築する際の具体的な技術について、これまでの取り組みを網羅的に紹介している。

## 検討チームメンバー



**加藤 直人**  
クラスター株式会社 代表取締役

大阪生まれ。京都大学理学部で、宇宙論と量子コンピュータを研究。同大学院を中退後、スマホ・Web開発や技術本の執筆をしながら、約3年間のひきこもり生活を過ごす。その際出会ったVRデバイス（Oculus Rift Development Kit）に感銘を受ける。2015年にVR技術を駆使したスタートアップ「クラスター」を起業。2017年、大規模バーチャルイベントを開催することのできるVRプラットフォーム「cluster」を公開。現在では、イベントだけでなくオンラインゲームを投稿して遊ぶこともできるバーチャルSNSへと進化している。経済誌『ForbesJAPAN』の「世界を変える30歳未満30人の日本人」に選出。



### 小松 詩織

#### 最高裁判所司法研修所第74期司法修習生

1997年4月生まれ。桜蔭高校卒業時に成績優秀者として東京都知事賞を受賞し、東京大学に入学。在学時は日中友好青年大使への就任や孫正義育英財団正財団生への認定及び財団生専用施設Infinity館長に就任の実績がある他、学部在学中でありながら東京大学大学院で特別履修の許可を受け、情報法やワシントン大学との契約交渉などに関する12単位を取得。大学卒業時に成績優秀者表彰を受賞。大学卒業後は2020年度中国公費留学生、突き抜ける人財ゼミ8期生などに選抜され、世界経済フォーラム Global Shapers Community OsakaインパクトオフィサーやAI法研究会研究員として活動の幅を広げる。さらに、国連軍縮部と共同でAIガバナンスプロジェクトを進め、2021年2月には日本で初めてとなるAI倫理に関する学生向けワークショップを開催した。その他、日本テレビ「頭脳王」や中国のテレビ番組「最强大脳」への出場や日経電子版での羽生善治棋士との対談などメディア出演多数。これらの活動と並行して、大学在学中に司法試験予備試験に合格し、翌年司法試験に一発合格。

## 検討チームメンバー



### スクリپカリウ落合 安奈

現代美術家、東京藝術大学大学院美術研究科博士後期課程

日本とルーマニアの二つの祖國に根を下ろす方法の模索をきっかけに、「土地と人の結びつき」というテーマを持つ。国内外各地で土着の祭や民間信仰などの文化人類学的なフィールドワークを重ね、近年はその延長線として靈長類学の分野にも取り組みながら、「時間や距離、土地や民族を超えて物事が触れ合い、地続きになる瞬間」を紡ぐインсталレーション、写真、映像、絵画などマルチメディアな作品を制作。2020年埼玉県立近代美術館で個展開催、ルーマニア国立現代美術館にてグループ展開催。2019年東京都美術館でグループ展開催、ベトナムの世界遺産ホイアンにてグループ展開催など、国内外で活動中。東京芸術大学油画専攻を首席、美術学部総代で卒業。同大学院修士課程グローバルアートプラクティクス専攻修了。2020年「Forbes Japan 30 UNDER 30」受賞、2019年「コミテコレベルアワード 2019」ファイナリスト、2018年「第5回 CAF賞 (Contemporary Art Foundation Award)」ファイナリストなど受賞歴多数。

## 検討チームメンバー



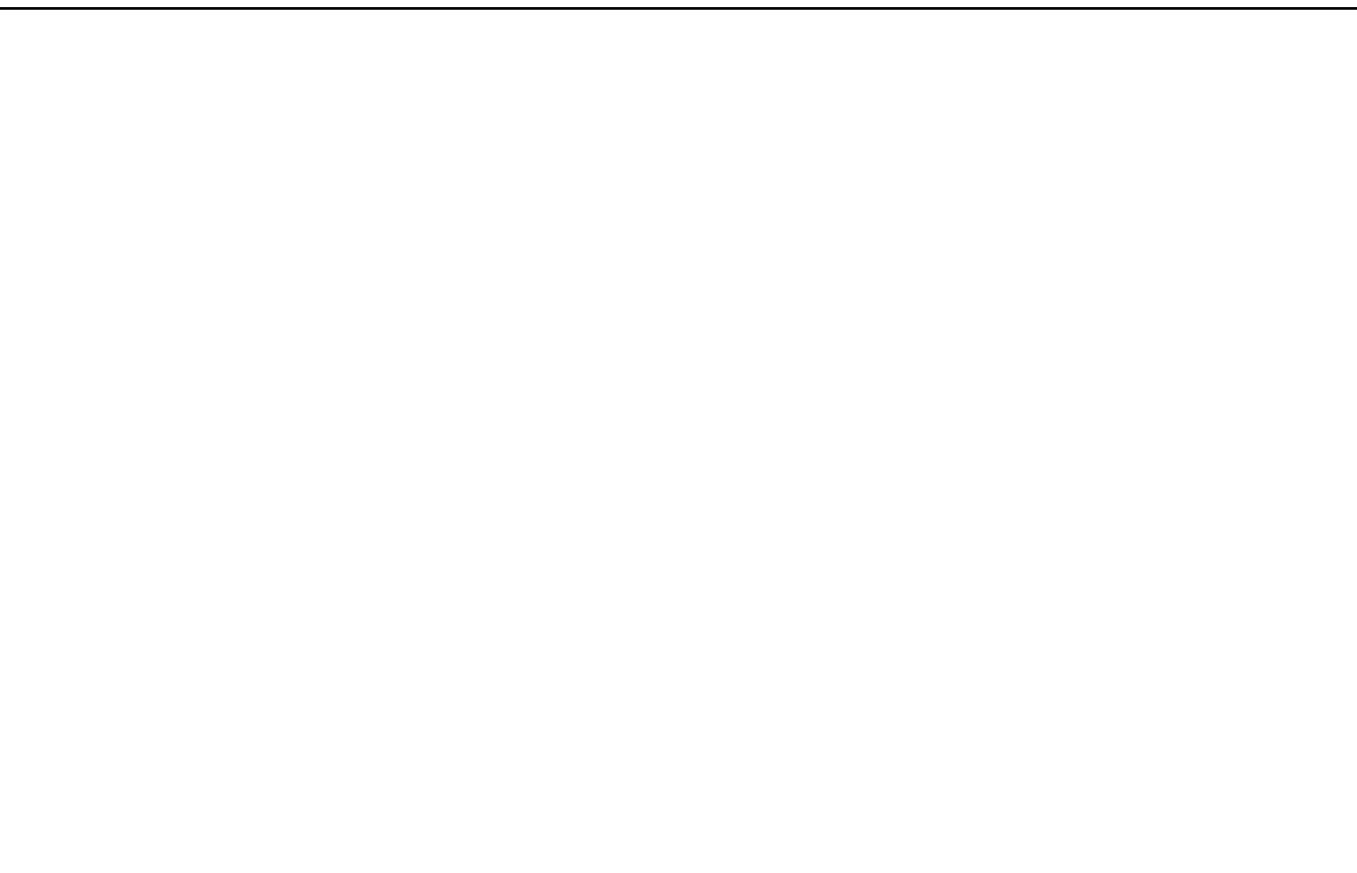
**溝口 力丸**

株式会社 早川書房 SFマガジン編集部

早川書房で日本唯一のSF専門文芸誌「SFマガジン」のほか、SFを中心とした書籍の編集を手がける。担当小説に伴名練『なめらかな世界と、その敵』（「ベストSF2019」第1位）、宮澤伊織『裏世界ピクニック』（2021年1月TVアニメ化）、草野原々『最後にして最初のアイドル』（第48回星雲賞日本短編部門受賞）、チャック・パラニューク『ファイト・クラブ〔新版〕』など。伴名練=編『日本SFの臨界点』などのアンソロジーや、日下三蔵=編『筒井康隆、自作を語る』（第50回星雲賞ノンフィクション部門受賞）、『SFの書き方』『ハヤカワ文庫SF総解説2000』といった関連書籍も刊行。

## メディア掲載とフィードバック

新聞、雑誌、ウェブメディアなどに掲載され、発行部数・閲覧数は総計500万人以上／SNSなどを通じて多くのフィードバックをいただき、調査研究にも反映することができた。



2021/06

BRUTUS（2021年6月15日）大人の勉強案内  
あとの”学び”方「未来→佐久間洋司」

2021/03

WIRED 「2050年」に起こりうる社会課題に取り組むために：  
ウイングアーク1st 田中潤×Z世代の若手研究者・佐久間洋司

2021/01

朝日新聞 「（私の志事：4）分断克服、AIで目指す  
バーチャル認知科学者・佐久間洋司さん」 朝日新聞 ほか

## 大阪・関西万博と「人類の調和」

チームリーダーの佐久間は2025年日本国際博覧会 大阪パビリオン推進委員会で  
ディレクターを務め、バーチャル大阪館のディレクションを推進している。



いっしょに、いこう！  
大阪・関西万博

1970年に開催された日本万国博覧会（大阪万博）で  
SF作家の小松左京らが描いた「人類の進歩と調和」  
岡本太郎によってつくられた太陽の塔

大阪万博から50年経ち、科学技術は進歩した  
検討チームとSF作家がコラボレーションし、  
人類が調和する未来を世界に示す。

