



## 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

「サイバー空間のコミュニケーションインフラ構築  
による孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会に関  
する調査研究」

調査研究報告書

令和3年7月

目標検討チーム「サイバー空間の次世代コミュニケーションインフラ構築による世界の中  
で誰も孤独を感じないウルトラダイバーシティ社会の実現」  
チームリーダー：岡田志麻（立命館大学理工学部 准教授）  
サブリーダー：王天一（立命館大学グローバルイノベーション機構 専任研究員）  
チームメンバー：西原陽子（立命館大学情報理工学部 教授）

山浦一保（立命館大スポーツ健康科学部 教授）

向英里（立命館大学生命科学部 准教授）

塩澤成弘（立命館大スポーツ健康科学部 教授）

伊坂忠夫（立命館大スポーツ健康科学部 教授）

辻涼平（立命館大学グローバルイノベーション機構 非常勤研究員）

## 目次

### I. MS 目標案のコンセプト

1. MS 目標案
  - 1.1 MS 目標案の名称
  - 1.2 実現したい 2050 年の社会像
2. 当該 MS 目標の達成シーン。2050 年（及び 2030 年）に何が実現しているか
3. 当該 MS 目標を設定した理由及び、目標達成の社会的意義等
  - 3.1 当該 MS 目標の設定や目標達成に向けた取組みが、今必要である理由
  - 3.2 目標達成の社会的意義
  - 3.3 当該 MS 目標の達成に向けた社会全体の取組み概要
4. 当該目標達成によりもたらされる社会・産業構造の変化

### II. 統計・俯瞰的分析

1. 当該 MS 目標を達成するための課題（科学技術的・社会的課題）や必要な取組
2. 当該 MS 目標を達成するために取り組むべき研究開発の俯瞰
3. 当該目標に関連する研究開発の動向（全体）、海外動向及び日本の強み

### III. 社会像実現に向けたシナリオ

1. 挑戦的研究開発の分野・領域及び研究課題
2. 2030 年・2040 年・2050 年のそれぞれにおける、達成すべき目標（マイルストーン）、マイルストーン達成に向けた研究開発、これによる波及効果
3. 目標達成に向けた国際連携の在り方
4. 目標達成に向けた分野・セクターを越えた連携の在り方
5. 目標達成に向けて取り組む上での倫理・法的・社会的課題及びその解決策

### IV. 結論

### V. 参考文献

## I.提案する MS 目標案のコンセプト

### 1. MS 目標案

#### 1.1 MS 目標案の名称

「2050 年までにこころ伝達手段獲得による孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会を実現する。」

## 1.2 実現したい2050年の社会像

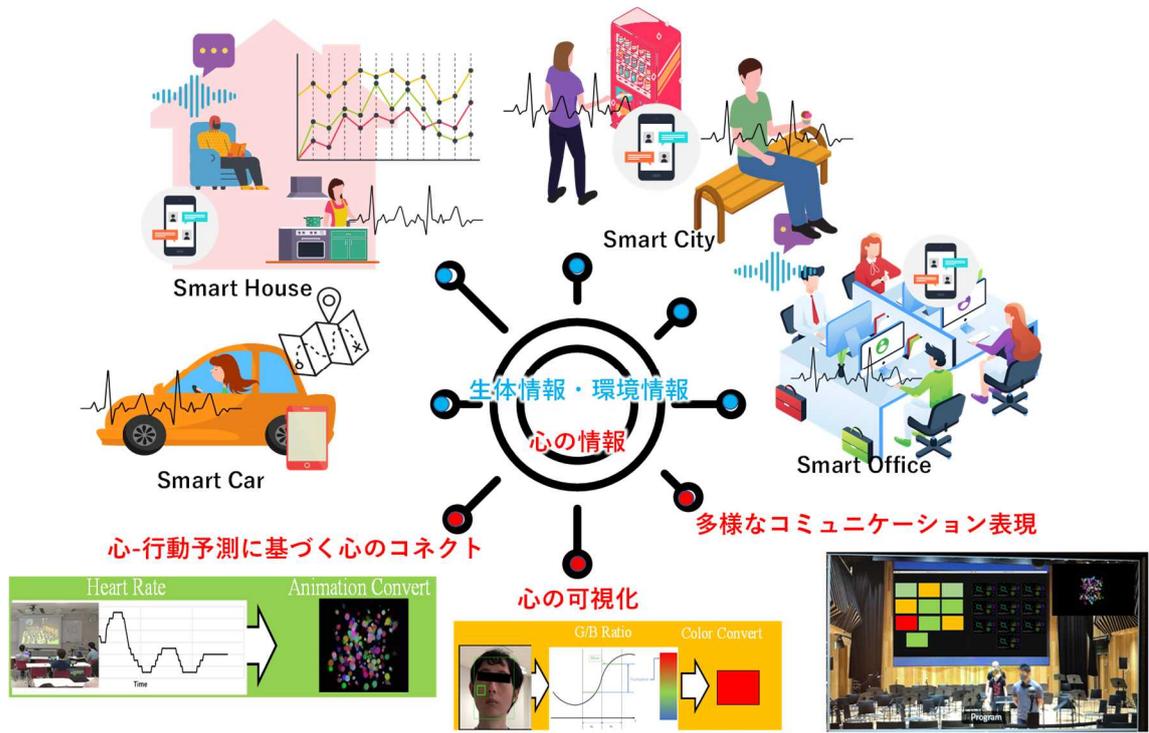
我々は、今回の調査研究を通じて、こころの可視化・伝達・モデル化技術が他者理解、共感の促進、こころを中心としたサービスの展開、そして、それが、あらゆる人が孤独でなくなるウルトラダイバーシティ社会の実現へ繋がると結論づけた。

現在、AI/ICT/VR技術(サイバー)と実世界(フィジカル)を融合・連携させたサイバーフィジカルシステム(CFS)は、あらゆる分野で活躍している。例えば、自動運転自動車、ロボット、ドローン、遠隔医療などは特に大きな期待が寄せられている。

一方、CFSにおいて人間の情報も“フィジカル”の一部であるものの、人間を構成する重要な要素の一つである“こころ”に関する情報の扱いは不十分である。このことが、メール、SNS、テレビ会議などの人同士のサイバー空間コミュニケーションやサイバー空間の存在する様々なサービスとの間のコミュニケーションで、こころを直接伝えることを難しくしている。さらに、言葉、文化、性別、年齢の違いもコミュニケーションや共感を難しくするこころの壁の要因になっている。

本プロジェクトはこころを含む次世代サイバーフィジカルシステム実現により、新たなコミュニケーション手段を獲得し、様々なこころの壁を乗り越え、「あらゆる人間同士の他者理解と共感の創発的コミュニティ」を当たり前とするウルトラダイバーシティ社会の実現を目指す。非接触、無意識化でのマルチモーダルな生体情報計測およびAI解析を適用したこころのモデル化により、個人や集団の心の状態の可視化が可能となり、他者理解および他者肯定を導き、かつ誰もが自己肯定の受益を得ることが可能となる。例えば、言葉で表しきれない部分も理解/共感を効果的に使って、共に学び世界中のあらゆる人とお互いを理解/共感でき、共に学び、共に考え、共に創作活動を行うことができるようになる。また、こころのモデル化は、個人、集団のこころの変化や行動変化予測が可能とし、どうすれば一体感や幸福感を一緒に感じられるのか、感じ方の違いを認めつつ共感/協働するためにはどうすればよいのかを明示的かつ定量的に示唆することができる。また、現在、サイバー空間では、ネットサービスやICT機器といったものに代表されるように様々なサービスが展開されている。様々なICT機器やサービスがこころを理解できれば、考えるだけ、感じるだけで、それに応じたサービスを提供する新たなマルチモーダルインターフェースにも展開していく。

以上のように、本提案は人同士や人とサービス間で国や文化、年齢、性別の違いなどから起こるディスコミュニケーションの原因が理解/解消する。これは、他者やサービスと共生しながら自己実現することを可能とする多様、かつ孤独ゼロの新しいコミュニティ社会への変革を意味している。



2050年の社会像

## 2.当該 MS 目標の達成シーン。2050 年（及び 2030 年）に何が実現しているか

本提案では開発技術の概念実証として、以下に示す【人間間のコミュニケーション】、【人と“もの”のコミュニケーション】、【社会の変革】の各領域で計 3 つの Target を設定する。

### 【人間間のコミュニケーション】

- 2050 年までに日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用した集団のこころの可視化コミュニケーションにより、言葉を介さず集団/国家レベルの重要な意思決定を行えるようになる。
- 2030 年までに日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により他人のこころの状態が理解できるようになる。

#### < 実現可能性 >

まずこころの可視化を実現するためには、いかにして、日常生活を阻害しない自然な形で生体情報、言語情報や行動、環境データを計測するのかが重要になる。現在、日本のみならず世界ではウェアラブルセンサや完全非接触に生体情報や会話、言葉のやり取りを計測する技術が発展してきている。例えば、衣類に各種の生体計測用のセンサや電極、配線を組み込む技術が実用化されつつある（立命館大学、下図）。これらのデバイスは回路基板は外付けされているものの、極薄フィルム上にセンサや回路を集積し、体に貼ることができる生体計測技術（山形大学）や飲み込むことができ、体内から生体計測を行うカプセル型センサ（東北大学）など様々なウェアラブル生体計測技術の研究が進んでいる。

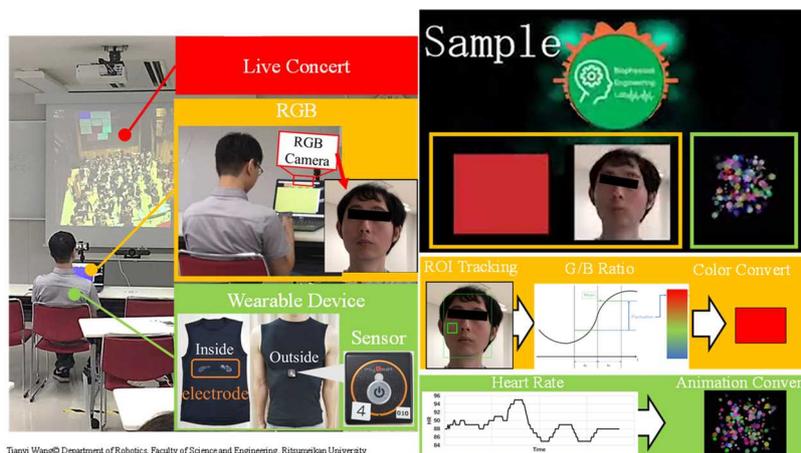


スマートウェア（立命館大学）

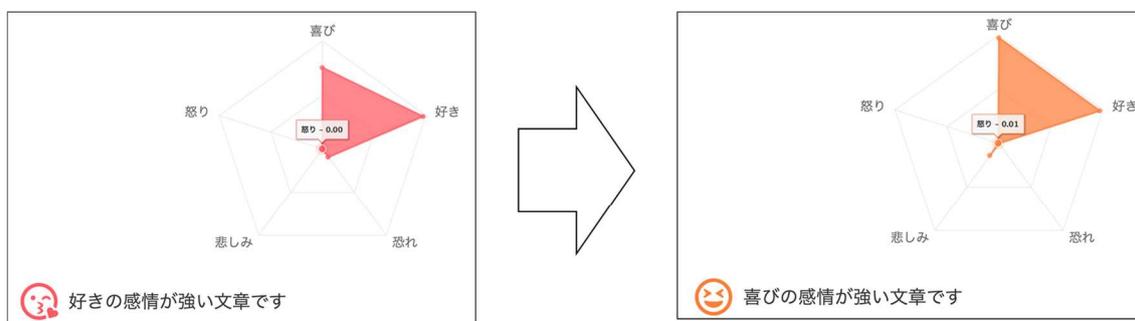
また、こころの可視化に関しては、本チームで西本チーム主催の音楽トライアル WS にて、参加者 42 名を対象とした実現可能性の検証実験を行った。その結果、カメラによる非

接触自律神経計測、ウェアラブルデバイスによる中枢神経情報、テキスト計測においてコンサートにおける心の変化をとらえることに成功しており、その実現可能性を示すことができている。

以上の技術を結集することにより、2030年ごろの早期に日常生活での生体計測とこころの可視化が可能となり、本提案の核となる基盤技術を実現できる。



ウェアラブルセンサ、非接触センサによる  
オーケストラ視聴中の自律神経や中枢神経の計測



視聴後、喜びの度合いが強くなった

テキスト解析によるオーケストラ視聴前と後の気持ちの変化  
( AI テキストマイニングを使用 <https://textmining.userlocal.jp/> )

また、2050年の目標である集団や国家単位でのこころの可視化やコミュニケーションへの展開のためには、生体計測手段の高精度化、小型化、省電力化はもちろんのこと、膨大な生体計測、およびこころの情報の伝送/集積が必要である。

Cyber 空間へのデータ伝送に関する実現可能性については、通信エリアのカバー率、同時接続数に依存する。

『DIGITAL 2021 GLOBAL OVERVIEW REPORT』によると、インターネットユーザは世界人口の 59.5%を占める。

一方、今後のモバイル通信技術の継続的な発展により、通信エリアのカバー率という観点では、陸上のみならず空や海、宇宙といったところまでカバレッジが拡張されていくことが期待されている。

また、同時接続数に対しては、5G で定義されている 100 万デバイス/km<sup>2</sup>から 6G 化に伴い、10 倍の多接続が期待され 1,000 万デバイス/km<sup>2</sup>をスコープとされている。国際統計サイト(引用)によると世界で最も人口密度が高い地域はマカオで 21,067/人/km<sup>2</sup>であることから、6G が見据える同時接続数のスコープは 1 人あたり 474 デバイス保持しても耐えることができる。このような技術の進化に伴い 2050 年の目標に対して、社会的基盤も十分に耐えることができると考えられる。

<b>超高速・大容量通信</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・最高伝達速度：最大100Gbps</li><li>・100倍以上の超大容量化</li><li>・上りリンクの超大容量化</li></ul>	<b>超低遅延</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・E2Eで1ms以下程度の超低遅延</li><li>・常時安定した低遅延性</li></ul>
<b>超カバレッジ拡張</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・陸上（面積）カバー率100%</li><li>・空（高度2万m）</li><li>・海（200海里）</li><li>・宇宙</li></ul>	<b>超高信頼通信</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・幅広いユースケースにおける品質保証</li><li>・レベルの高いセキュリティと安全性</li></ul>
<b>超低消費電力・低コスト化</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・さらなるビット当たりのコスト低減</li><li>・充電不要な超低消費電力デバイス</li></ul>	<b>超多接続&amp; センシング</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・1,000万デバイス/km<sup>2</sup></li><li>・高精度な測位とセンシング（&lt; 1cm）</li></ul>

参考：[ホワイトペーパー5Gの高度化と6G](#)

## 6G に求められる技術要件

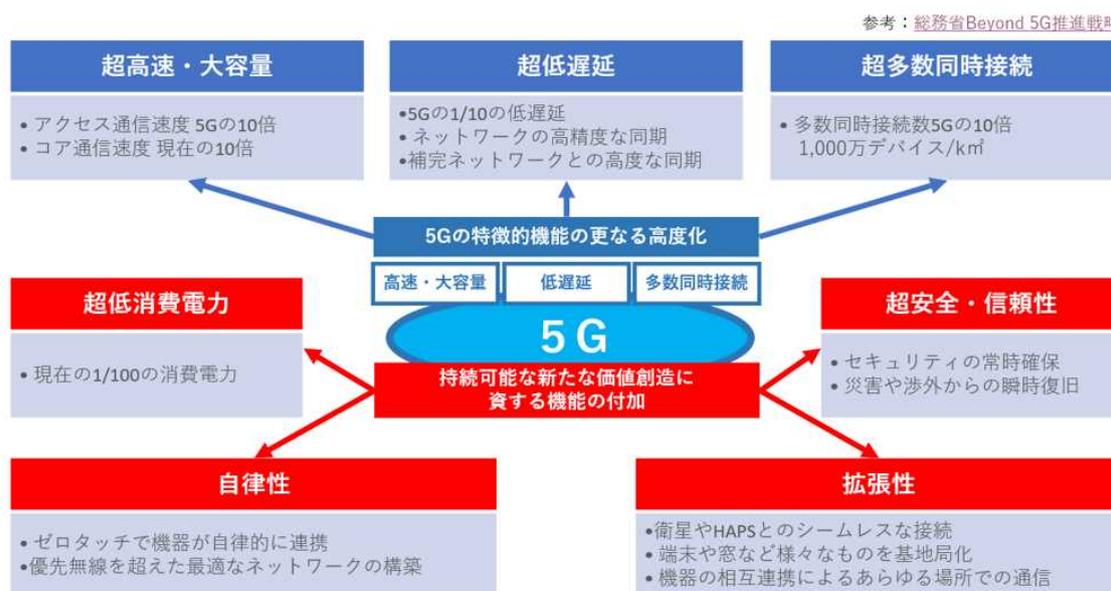
### 【人と“もの”のコミュニケーション】

- 2050 年までに機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したところの可視化により、ところや行動の変化を理解/予測し、ところに合わせた提案や反応、サービスを展開できるようになる。
- 2030 年までに機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したところの可視化により、ところを理解し、明示的な操作なしに感じる、思うだけでそれに合わせて機器が動作を完了することができる。

### <実現可能性>

本目標は【人間間のコミュニケーション】で実現するところの可視化技術をヒューマンインタフェースとして活用し、“もの”の操作や“もの”がところを理解することによる新たなサービスを実現するものである。

2030年の目標に対しては、【人間間のコミュニケーション】と同様に実現可能性は高いと考えられる。ただし、“もの”によっては人間間のコミュニケーションと比べ、即応性が求められることが考えられる。Cyber空間を介したコミュニケーションをおこなう際、通信においては遅延が生じる問題が存在する。この課題に対する技術実現可能性について『令和2年度 情報通信白書』によると、現在検討が進む Beyond 5G の実現により遅延は 5G の 1/10 まで軽減されることが期待される。結果、通信における遅延は 1msec 程度になることが想定される一方、ITU 標準 G.114 によると Cyber 空間でのコミュニケーションにおける遅延に対しては 150msec までは許容されることが定説であることから、技術的に十分実現可能であるといえる。



### 今後の通信技術の見通し

2050年までの目標に関しても【人間間のコミュニケーション】と同様に生体計測手段の高精度化、小型化、省電力化に加え、データの伝送や集積化の課題があるものの前述のように通信環境が整備されていることが十分に見込めるため、目標達成の可能性は十分に高いと考えられる。

## 【社会の変革】

- 2050 年までにこころを中心としたコミュニケーションが世界中にひろがり、言葉を介さずとも豊かな人間関係やコミュニティを築く = 孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会が実現される。
- 2030 年までに、こころを主要なコミュニケーション手段としてだれとでも芸術分野における共同創作作業が可能となる。

### < 実現可能性 >

本目標については【人間間のコミュニケーション】 および【人と“もの”のコミュニケーション】の普及化が最も大きな課題である。2030 年までの目標達成のためには、必要な人が手に取ることができる製品化の状態である必要がある。この点については、前述のターゲットで述べた通り、技術的に十分に実用化レベルに到達できる見込みがある。2050 年の目標に関しては、世界的な普及が必要であるが、後述（ . Analysis ）で示す通り、普及に必要な顕在的/潜在的な需要が見込めることから、達成できる可能性が高いといえる。

### 3.当該 MS 目標を設定した理由及び、目標達成の社会的意義等

#### 3.1 当該 MS 目標の設定や目標達成に向けた取組みが今必要である理由

#### 【社会における要請】

##### ・ 日本社会の問題

75 年以上にも渡る追跡研究を行った「ハーバード成人発達研究」によると幸福と健康に影響を与える因子で最も重要なものは人間関係であると結論付けている。また、人間関係が影響を与えるメンタルストレスは生産効率、作業効率、経済利益、学習効率に深く関わっていることが知られており、良好な人間関係の構築や維持は個人や組織、社会にとって非常に重要である。また、世界の中で見た日本の幸福度ランキングは低く人間関係、コミュニケーションの観点からこれらを解決していく必要がある。ここで日本の幸福度ランキングをみると、ここ数年では 50 位以下となっている。この要因としては、上位 10 か国と比較して特に「Explained by: Generosity」のスコアが低く、心の豊かさ、他者とのかかわりに関しての満足度が低いといえる。加えて、ユニセフによる子供の幸福度調査では、新しい友だちをつくるなどの社会的適応力では最下位クラスの 27 位、「精神的幸福度」では、生活満足度の高い子どもの割合は 62.2% (38 か国平均 75.7%)、15 ~ 19 歳の自殺率(10 万人あたりの自殺者数)は 7.5 人(平均の 6.5 人)と 38 か国の中でもかなり悪い状況である。世界の中での日本のプレゼンスや価値を考えると、豊かな心や思いやりを持った生活による幸福度の向上は、日本において解決すべき必須の社会課題である。

表. 世界幸福度調査における上位 10 か国と日本との比較

Country	Parameter link	Dystopia (2.43) + residual	Explained by: Freedom to make life choices	Explained by: GDP per capita	Explained by: Generosity	Explained by: Healthy life expectancy	Explained by: Perceptions of corruption	Explained by: Social support	Score
1. Finland	真	3.25	0.69	1.45	0.12	0.74	0.48	1.11	7.84
2. Denmark	真	2.87	0.69	1.50	0.21	0.76	0.48	1.11	7.62
3. Switzerland	真	2.84	0.65	1.57	0.20	0.82	0.41	1.08	7.57
4. Iceland	真	2.97	0.70	1.48	0.29	0.77	0.17	1.17	7.55
5. Netherlands	真	2.80	0.65	1.50	0.30	0.75	0.38	1.08	7.46
6. Norway	真	2.58	0.70	1.54	0.25	0.78	0.43	1.11	7.39
7. Sweden	真	2.68	0.68	1.48	0.24	0.76	0.45	1.06	7.36
8. Luxembourg	真	2.65	0.64	1.75	0.17	0.76	0.35	1.00	7.32
9. New Zealand	真	2.61	0.67	1.40	0.28	0.78	0.44	1.09	7.28
10. Austria	真	2.78	0.64	1.49	0.22	0.78	0.29	1.06	7.27
Average		2.80	0.67	1.52	0.23	0.77	0.39	1.09	7.47
SD		0.19	0.02	0.09	0.05	0.02	0.09	0.04	0.17
56. Japan	真	2.05	0.50	1.39	0.02	0.84	0.19	0.95	5.94

##### ・ 世界の動向からみた日本の問題

現在、日本の GDP は 2010 年に中国に追い抜かれ、米国、中国に次ぐ第 3 位となっている。日本は依然として世界で有数の豊かな国の 1 つであることは明らかである。このなかで、幸福のパラドクスという現象が生じている。幸福のパラドクスとは、GDP の高い国の well-being が必ずしも高いとはいえないこと、所得の上昇が必ずしも well-being の上昇をも

たらないこと、well-being に飽和点があり、所得がある水準以上になると well-being が頭打ちになることが示されている。

経済活動については、オムロン創業者でもある立石氏の未来学で明示されているように、経済成長は生物の個体数の変遷と同様にロジスティック曲線（S 字カーブ）で表現される。

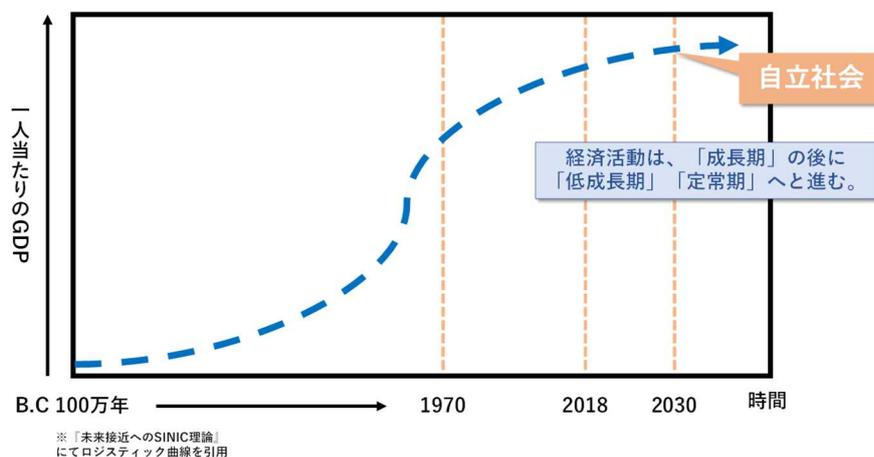


図 経済活動の成長曲線

経済活動は成長期の後に低成長期または定常期へと進む。現在の日本は、高度成長期を終え、低成長期または定常期に入りつつある。これまでの大量生産大量消費の時代から、緩やかな成長、定常期へ遷移していき自律社会にたどり着くといわれている。この自律社会を実現するにあたっては、これまでは物質優先主義であった社会が精神や心のつながりといったところを支えるテクノロジーが重要になると予測されてきた。立石氏の提唱した SINIC 理論によると成長を続けてきた工業・自動化・情報化社会（物の豊かさの追求）を終え、自律社会（心の豊かさ）に向かうにあたり、2010年から2030年の20年間では、その変遷期における混沌や葛藤を創造と破壊により収束させる最適化社会になるであろうと予測している。現在の最適化社会から自律社会へとパラダイムシフトを遂げるために、今、この瞬間にも我々は自律社会へ向けた心の豊かさを獲得するための社会変容、技術革新が必須である。加えて、幸福のパラドクスを解決する手段を模索する必要がある。

#### ・ COVID-19 の影響

世界経済フォーラム（WEF）では、2021年5月に開催するダボス会議のテーマを「グレート・リセット」とした。世界規模のパンデミックをうけ、世界においていかに我々人類がお互いに繋がりがあっているかが証明された。一方で、新型コロナウイルスの感染拡大が経済成長、公的債務、雇用、人間の幸福に深刻な影響を及ぼしている。特に、貧困層や社会的弱者への深刻な社会的・経済的影響や根本的な不平等や格差、特に、貧困、ジェンダー不平等、人種的不公平を悪化かつ増大させている。このような危機からより良い世界を取り戻すためには、まったく新しい技術革新や経済社会システムを構築する必要がある。

### 【科学技術における要請】

上述のように、現在の社会では、幸福度の低下や心の孤独、いじめといった人間関係に関する問題に直面し、心の豊かさを醸成していく社会へ変容する要請が高まっている。長期的に見ても、心の豊かさを醸成していかない限り、個人間、個人-集団間、国家間での差や紛争など、人間、社会の関係による問題を解決することは困難である。だれもが心の豊かさをもち、人が人を思いやる、別の国の人のことを自分のことのように考えられる、このような考えを醸成していくためには、人間を構成する重要な要素の一つである“こころ”に関する情報を取り扱うことが重要なポイントとなる。

たとえば、自身のことで考えると、何気なく送ったメールでけんかになってしまったり、思いもよらず SNS が炎上してしまったり、といった経験があるだろう。個人の性格や考え、経験、知識、過去の出来事、それに加えてその時の気分（体調も関係するかもしれない）によって、送る側は自身の伝えたいことが正確に伝わらない、受け取る側は正確に把握できないといったディスコミュニケーションが生じることになる。決定的な分断を起こす前に何とかできなかったのだろうか？

もう少し広げて考えると、国や文化、宗教など社会的背景が異なると、お互いにとって相当な年月をかけて上記のような相手の状態理解をしなければ、正確な気持ちや思いの伝達は非常に困難になる。すぐにでも仲良くできないのだろうか？今すぐ戦争は止められないのだろうか？また、赤ちゃんの気持ちがわかったら？家事や仕事に忙しく時間のない両親も、どうして泣いているのか、赤ちゃんの心と行動を学びながら一緒に成長できる機会が提供できるかもしれない。

以上のようなことを考えると、まず、こころを知る技術（Mind-Reading）が必要となる。体に身に着けることなく、または身に着けていることさえ気づかないウェアラブルセンサによって生体情報や取り巻く環境情報を収集する最先端センシング技術が必要となる。この情報の特徴化や、意味理解においては中枢神経系や自律神経系、行動解析の技術も重要となるだろう。この技術があれば、人だけでなく「もの」も人の気持ちを知覚することは可能となる。次に、知る技術だけではディスコミュニケーションの解決には至らない。こころや行動、その状態、予測といった心を繋ぐ技術（Mind-Connection）が必要となる。この技術では、特徴化された生体情報から機械学習やビッグデータ解析を適用してこころの状態をモデル化し、心理的な指標や行動予測、感情推定などを可能とする。人が人を理解し繋がろうとする、これに加えて「もの」にとっても人のこころを認知する技術になりうるだろう。

また、CFS を利用して、こころの表現が自由にできたら？認知症の親戚の方の好きなこと、心に残る思い出を知って思い出を一緒にサイバー空間で経験できたら？ロックトイン症候群の方をご存じだろうか。彼らと一緒に心を使って一緒に音楽を演奏して、バンドが組めたら？絵をかいても下手、楽器の演奏もできない、歌も下手、でもこころで藝術の創作活動ができたら？このように、CPS を活用した生体信号表現技術により（Mind-Expression）場所や時間、能力や機能は一切に関係せずに創作活動をすることが可能となる。この技術に

はブレンコンピュータインターフェースや脳科学、AR や MR の研究分野、マルチモーダルインターフェースの分野も強化される必要がある。

また、このような社会変革や社会システムそのものを変革するような研究の場合、人の行動変容や意識変容が重要となる。しかし、確立された行動や意識を変えることは容易ではない。科学技術が社会や個人を変えるのではなく、あくまでセンシングやインターフェースを技術ツールとして用いて、個人が変容しなければならない。このためには、現在は分野として分けられているが、工学や情報工学と心理学、社会科学、医学など必要な専門科学分野が一体となった統合知にて技術課題を解決する必要がある。

**【短期的な取り組みでは解決し得ない目標であり、我が国の研究開発プログラムとして取り組むべき課題が多数含まれるものであることの説明】**

本目標は、CPS を活用して人間のコミュニケーションそのものを新しくし、社会変革を起こす試みである。コミュニケーションインフラ構築にかかわる要素技術開発は挑戦的である。また、人の意識を変容する技術であり、この効果を追跡するためには長期的に評価を実施する必要がある。

ここまで述べたようにこころを可視化や理解、その活用は人類共通のニーズがあると考えられる。ただし、その実現には、こころの研究が盛んに行われている心理学や精神医学の分野のみならず、医用工学、人間工学、電子工学、情報科学、化学、生理学、生化学、認知科学、データサイエンス、社会学、通信工学、人工知能など、様々な学問領域を結集しなければ、実現することができない。例えば、日常生活の中の生体情報からこころの可視化を考えた場合、まず高度、かつ多様な生体センシング手段の確立が必要になる。ここには医用工学や人間工学、電子工学、情報科学などの連携が必要になる。また、取得した生体情報からこころの可視化を試みる場合、心理学、データサイエンス、認知科学、情報科学などの連携が必要になると考えられる。また、個人のこころの可視化を集団や社会のこころの可視化に展開する場合には、その規模に応じてそれぞれ生体計測手段や解析方法、表現方法が異なることが予想できるため、各規模レベルに応じて研究開発を実施する必要があり、加えて、前述の分野だけではなく、社会学との連携が必要になる。さらに、その応用展開を考えると、人間が関係する分野すべてに連携範囲が拡大していく。

以上のように本目標を達成するためには、自然科学、人文社会科学を問わず様々な分野の連携が必須となり、短期的取り組みでは達成できず、我が国の英知を結集して長期的に取り組む必要がある。

### 3.2 目標達成の社会的意義

2050 年に実現したい社会像の意義を考えると、本プロジェクトの目標が国内外の人たちの望むところと合致していることが重要である。また、ターゲットとなる開発が進められる際には、その使い道のさらなる検討や倫理的・法的整備が必要かもしれないが、それが克服されれば活用の幅は広く、2050 年の目指すべき社会像となり、新しい心を取り扱うテクノロジーの研究開発方向の指針となる。

上記を踏まえて 2050 年に実現したい社会像の意義について説明する。ウルトラダイバーシティ社会では、常に自分を振り返り、自己理解に努めることになり、「個」が自らのアイデンティティをしっかりと認識していくプロセスを他者とのつながりの中で常態化させる。つまり、孤独ゼロ、ディスコミュニケーション解消により、誰もが自己成長する機会を得て、他者肯定と自己肯定による生活充足を図ることができる。ウルトラダイバーシティ社会は、多様性を生活充足に結びつける発想で、これにより、自殺なき社会、活力ある社会、誰もが新たな経験や価値創出にチャレンジする社会を導く立脚基盤となり、自律的個人を育てていく、ことが可能となる。

次に、前項で述べた達成シーンについてその意義を説明する。

#### 【人や集団間のコミュニケーション】

- 2050 年までに日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用した人や集団のこころの可視化コミュニケーションにより、言葉を介さず集団/国家レベルの重要な意思決定を行えるようになる。

< 達成シーンの意義 >

コミュニケーションには人間関係の構築、相互理解、情報共有など様々な直接的な目的があるが、最終到達点としては、これにより、意思や行動を決定することと考えた。意思や行動の決定としては、個人レベル、集団レベル、国家（社会）レベルの順番に困難になる。これらの観点から、本達成シーンを最終到達点の一つと位置づけた。

#### 【人と“もの”のコミュニケーション】

- 2050 年までに機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により、こころや行動の変化を理解/予測し、こころに合わせた提案やサービスを展開できるようになる。

< 達成シーンの意義 >

こころの可視化を活用したサービスは複数想定できる。単純な機器の操作レベルからこころに寄り添った相談、提案まで様々なレベルが考えられる。こころに寄り添うレベルまで想定した場合、人間とももの間で様々なインタラクションが発生すること

が考えられる。良好な人間同士をモデル化し、それと同様にそのインタラクションの結果も想定した上で、人間との関係性を築くことができれば、真の意味で“ここに寄り添った”人間とものとの関係が築けると考え、本達成シーンを最終到達点の一つと位置づけた。

### 【社会の変革】

- 2050年までにこころを中心としたコミュニケーションが世界中にひろがり、言葉を介さずとも豊かな人間関係やコミュニティを築く＝孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会が実現される。

#### <達成シーンの意義>

本目標は、こころの可視化技術やそれを使った新しいコミュニケーションにより、ウルトラダイバーシティ社会を創造することである。技術の到達レベルを測る場合、その技術が社会にどのような影響を与え、社会をどのように変えたのか、特に社会がどれほど良好な状態に変化したのかは最も重要な指標となる。そのような観点から、本達成シーンを最も重要な最終到達点として設定している。

### 3.3 当該 MS 目標の達成に向けた社会全体の取組み概要

本目標では、こころを可視化し繋ぐ技術をコアとして、個人、組織、社会における人間関係の変容を目的としている。この目標達成のためには、研究者では、心理学、社会科学、邦楽、倫理学や工学、情報学、認知工学、生体工学など研究分野の枠を超えた叡智の結集が必須となる。加えて、研究者は研究推進にあたり、国民、市民との対話を通じて、産官学の連携、孤立を問題視する海外の各国との国際協力を推進していく必要がある。特筆すべきは、2050年の社会の主役である、Z世代の意見や研究アイデアを取り入れながら、また彼らの成長の過程において、彼らを研究者として研究プロジェクトに取り込みながら社会実装していく必要がある。

#### 4.当該目標達成によりもたらされる社会・産業構造の変化

我々の提案する目標が世界の人々の時空や年齢、性別、国籍、人種、民族、宗教、言語、文化、思想のギャップを埋め、良好な人間関係が構築されれば、単なる異文化間交流ではなく新たな世界共通の文化の創成につながる。フィジカル空間では、それぞれの文化を育みつつ、サイバー空間で国境や文化、言語などの垣根のない世界中の人々が共感しあえるもう一つの社会の価値を享受することができる。このことはこれまで距離や時間などで制約を受けてきた雇用、学習、娯楽といった様々な可能性を最大化することに繋がることは想像に容易い。今の新型コロナウイルス感染症( COVID-19 )により、インターネットを介した仕事、学習、コミュニケーションの比率が急激に高まっている。これまでの生活様式とは一変したサイバー空間におけるコミュニケーションの時間や機会が大幅に増加している。これは Post コロナにおいても新しい感染症の拡大予防のため、継続されると考えられる。このようなサイバー空間における生活、および人間関係の構築は、今後持続性のある社会を構築していく上で必須である。一方、サイバー空間は感染症予防の側面だけではなく、うまく活用すれば、時空や言語を超えた新たな人間関係構築の礎となる。このように持続性のある社会の構築、さらに世界中のあらゆる人同士が共感し、信頼しあえる社会の構築が本提案目標の核である。

人の感情を推定したり良い方向へ導く技術は Affective Computing や Positive Computing と呼ばれる研究分野である。Gartner Hype Cycle によると、Affective Computing が高レベルのイノベーションが期待される分野だといえる。



テクノロジーのトレンドを示す Hype Cycle

たとえば、消費者の広告に対する反応分析や店内の買い物客の好みの商品を推定するような感情解析のビジネスや、医師による患者の痛みの定量的な判断する医療にも応用される。心を気遣える AI やコンピュータ、計算機は自動運転やデジタルアシスタント、デジタルヒューマンへの応用が可能となる。このことから、日本、世界の産業において、サービス業、医療福祉、自動車、アミューズメント、通信など様々な分野へ人のこころを統合した新しいシステム提案が創出されていく。

現在、このような技術のなかでサイバーコミュニケーションにおいて、サイバー空間、SNS などで先行しているのはアメリカ、中国である。しかし SNS やサイバー空間などを利用して人間関係を構築したりこころの状態を改善したりするような提案、システムはみられない。人のことを思いやる、気を遣う、本来「和」として日本人が得意なことであり、世界的にも認知されていることである。心理学と工学の融合で新しい叡智として技術提案できれば世界的にもこれらは今後、世界でなくてはならないデータベース構築やコミュニケーションのインフラ構築の取り組みとなる。現在、日本はビッグデータ解析、ネットワーク通信関係で世界から遅れをとる可能性がある。しかし我々が新しく提案する技術は新しい通信基盤や社会基盤になりうり、日本が中心になって開発していけば、世界でイニシチアティブをとることができる。これらは GAFA に代表されるようなビッグデータ、SNS、ICT、通信技術、AI などの次に来る技術となる。

## II.統計・俯瞰的分析

### 1.当該 MS 目標を達成するための課題（科学技術的・社会的課題）や必要な取組み

#### 【社会的な課題について】

調査を通して、このころの状態を推定する精度については、ステークホルダとなる国民、ユーザにとって、重要な関心ごとであることがわかった。しかし、この技術が普及し、社会変革を起こすためには解決すべき社会課題が存在する。知調査資料に基づいてこれを説明する。調査研究において、4か国（日本、アメリカ、中国、イギリス）、広い年代の2000人に対して人のこころを知るという技術に対するアンケートを実施した。

- 設問 “あなた自身の心の状態について、知りたいと思うことがどのくらいありますか？”

- 設問 “周囲の人たちの心の状態について、知りたいと思うことがどのくらいありますか？”

これまでに何度かはそう思ったことがある（「たまにそう思う」「よくそう思う」「いつもそう思う」）という回答した者は、どちらの設問に対してついても7割強を占めた。その上で、2つの質問項目を設定した。一つは、“あなたと周囲のだれかとの「対人関係の良し悪し」を知ることができる技術が創られたら、活用してみたいと思いますか？”という質問、もう一つは、「組織内の人間関係・雰囲気の良い悪し」を知る技術の活用についての質問であった。

集計結果をみると、これら2つの問いの回答傾向は似ていた。「対人関係の良し悪し」を知る技術を活用してみたいかの問いに対して、そう思う（だいたい+非常に）と回答した者は50.6%であり、そう思わない（あまり、全く）の回答者44.7%を上回った。

注目すべき特徴としては、これらいずれの回答傾向も、次世代（2050年）を担う若い世代ほど、そして国別で見ると、中国は他国（日本、アメリカ、イギリスに比べて）よりも、人を知りたい、人を知る技術があれば活用したいという欲求が強かった。ちなみに、“人のこころを知る Mind-Reading”の技術活用に関して、年代別で見ると、～20歳代57.8%；30歳代56.6%；40歳代51.1%；50歳代46.6%；60歳代41.3%であった。また、中国（77.1%）は対人関係を知る技術活用にもっとも積極的であったのに対して、日本は37.9%ともっとも消極的であった（アメリカ59.7%；イギリス48.7%）。そして、「組織内の人間関係・雰囲気の良い悪し」を知る技術を活用してみたいかの問いに対しても、ほぼ同様の傾向であった（下図）。

n=2,000

Q2 4 1 もし、あなたと周囲のたれかとの「対人関係の良し悪し」を知ることができる技術が創られたら、活用してみたいと思いますか？

			(%)				
			全くそう思わない	あまりそう思わない	だいたいそう思う	非常にそう思う	回答しない
n=							
全体		2,000	17.4	27.3	32.6	18.0	4.8
国別	日本	1,000	19.6	36.5	28.7	9.2	6.0
	アメリカ	300	18.0	16.0	34.0	25.7	6.3
	中国	400	7.0	14.8	41.8	35.3	1.3
	イギリス	300	23.3	24.3	32.0	16.7	3.7
性別	男性	999	16.1	24.8	33.7	20.3	5.0
	女性	1,000	18.7	29.7	31.4	15.7	4.5
	その他	1	100.0				
年代別	20代以下	400	14.8	21.5	34.0	23.8	6.0
	30代	400	14.8	25.3	36.8	19.8	3.5
	40代	400	17.0	26.5	30.8	20.3	5.5
	50代	400	19.5	28.3	31.3	15.3	5.8
	60代以上	400	21.0	34.8	30.3	11.0	3.0
性年代別	男性 20代以下	200	13.0	21.5	32.0	27.5	6.0
	男性 30代	200	14.0	23.0	36.5	22.5	4.0
	男性 40代	199	18.1	21.6	30.2	22.6	7.5
	男性 50代	200	16.5	25.5	36.0	17.0	5.0
	男性 60代以上	200	19.0	32.5	34.0	12.0	2.5
	女性 20代以下	200	16.5	21.5	36.0	20.0	6.0
	女性 30代	200	15.5	27.5	37.0	17.0	3.0
	女性 40代	200	16.0	31.5	31.0	18.0	3.5
	女性 50代	200	22.5	31.0	26.5	13.5	6.5
	女性 60代以上	200	23.0	37.0	26.5	10.0	3.5

n=10未満は参考値のため灰色。

### 対人関係の良し悪しの技術に関する問い

そして、「組織内の人間関係・雰囲気の良い悪い」を知る技術を活用してみたいかの問いに対して、ほぼ同様の傾向であった（下図）。

n=2,000

Q2 4 2 あなたが所属している「組織内の人間関係・雰囲気の良い悪い」がどのような状態にあるかを知ることができる技術が創られたら、活用してみたいと思いませんか？

			(%)				
			全くそう思わない	あまりそう思わない	だいたいそう思う	非常にそう思う	回答しない
n=							
全体		2,000	16.6	26.4	33.9	17.7	5.6
国別	日本	1,000	20.1	33.7	28.4	10.6	7.2
	アメリカ	300	16.7	20.0	35.0	21.0	7.3
	中国	400	4.8	14.8	44.0	35.5	1.0
	イギリス	300	20.3	23.7	37.3	14.3	4.3
性別	男性	999	15.6	23.6	35.3	20.0	5.4
	女性	1,000	17.5	29.1	32.4	15.3	5.7
	その他	1	100.0				
年代別	20代以下	400	15.3	20.5	36.5	20.5	7.3
	30代	400	15.8	24.8	36.0	19.5	4.0
	40代	400	16.0	24.0	35.0	18.3	6.8
	50代	400	16.8	29.8	32.3	15.8	5.5
	60代以上	400	19.0	32.8	29.5	14.5	4.3
性年代別	男性 20代以下	200	13.5	18.0	38.0	23.5	7.0
	男性 30代	200	16.0	20.0	38.0	21.5	4.5
	男性 40代	199	16.6	20.6	34.7	20.1	8.0
	男性 50代	200	15.0	25.0	37.5	18.0	4.5
	男性 60代以上	200	17.0	34.5	28.5	17.0	3.0
	女性 20代以下	200	17.0	23.0	35.0	17.5	7.5
	女性 30代	200	15.5	29.5	34.0	17.5	3.5
	女性 40代	200	15.5	27.5	35.5	16.0	5.5
	女性 50代	200	18.5	34.5	27.0	13.5	6.5
	女性 60代以上	200	21.0	31.0	30.5	12.0	5.5

n=10未満は参考値のため灰色。

### 組織における対人関係の良し悪しの技術に関する問い

以上のことから、たとえ、人と人の心を繋ぐ技術革新をおこしたとしても社会や新しい技術から背を向ける層が出てきた場合、また、情報システムの活用を良いとしない層（アンケートの結果年齢が上がるほど多くなる）に対して、地方自治体や所属機関を通じて、技術活用を促進する必要がある。また、医療機関や教育機関、各種施設等とも連携しながら、セキュリティや情報の活用方法について丁寧に対話しながら普及させていく必要がある。

### 【科学技術的な課題について】

センシングや感情推定、認知工学、脳科学に関連する複数の専門家にヒアリングを実施した結果について説明する。現在、国内外ではこころの状態を知る技術について、研究レベルでは様々な方面から手法が提案されている。しかし、そのほとんどが実験室レベルで証明されているもので、生理情報の中でも、中枢神経系や自律神経系から推定するもの、行動から推定するものが散見される。加えて、SNS やチャットを利用した言語処理や、スピーチによる発話など言葉に関する情報から心の状態を推定するものもある。

今後、提案する社会像へつながる技術について考える場合、実験室レベルで心の状態を推定しうる生体信号計測から、日常生活下でユーザにとって非接触、低拘束、無意識化に検出できる生体信号計測へと技術の飛躍が必要となる。計測デバイスについてのスポーツ健康科学専門家やスマートウェア事業に関連する複数企業へのヒアリングによると、現在スマートウォッチといったウェアラブル端末の生体情報計測機器については装着のわずらわしさや、計測データ種類が少なくデータ活用の対象がヘルスケアやスポーツに特化しているという問題が顕在化している。このことから、センシングシステムについて現在開発されているスマートウォッチやスマートウェアからの、ブレークスルーが必要となる。たとえば、微小センサや超低拘束ウェアラブルセンサ、小型ドローンを活用した人追従センサ、家や車、都市埋め込み型センサなどである。また、日常生活下での計測の機会や、計測手法の幅を広げることで、生体情報 こころをモデル化するための大規模な学習データを収集することが可能となり、こころの状態を可視化する AI 技術の飛躍的な高精度化が望める。マルチモーダルかつ無意識化での生体センシングによって、こころが変化する状況に応じた生体信号を複数取得、活用することにより、精度の高いこころの状態推定が可能となる。

### 【国際連携、分野・セクターを越えた連携、ELSI 等による取組み】

国際連携については、ハーバード大学の Grant study の研究チームのように、幸せ、well-Being を科学する社会的な側面から検討する機関や、こころの情報を計測するセンシング分野、AI 技術など海外との連携も重要となる。また、生体情報を扱うことから、情報の規制やプライバシーの問題を考量すると、法律、生命倫理に関する専門家の協力が必要となる。加えて、実現する技術が実用化、社会実装される分野は教育、医療、福祉、行政と多岐にわたる。教育現場、フリースクール、教育者、ソーシャルワーカー、介護者、など現場における運用に携わる実務者との連携も必須である。

**(補足 : 心の情報活用にむけた幸福感に関する調査)**

課題克服のために社会における潜在的な要求を明らかにするため、下記のアンケート結果を参照する。物理的な空間を越えて、多様な人と人が繋がることは、私たちの幸福感にとって重要なことなのか？ アンケート調査では、そのような問いを投げかけてみた。その結果、4か国全体でみると、重要だという回答者（非常に重要、だいたい重要なこと、と回答した人の合計）は67%にのぼった。特に、日本以外の3か国においては、ほぼ8割を占めた（下図）。

n=2,000

Q3 6 1 年齢や性別（ジェンダー）、人種、民族、学歴、社会的地位、障がいの有無など **様々な人たちと「良好な関係を築くこと」は、あなたが幸せを感じる上でどのくらい重要なことだと思いますか？**

		(%)				
		全く重要なことだと思わない	あまり重要なことだと思わない	だいたい重要なことだと思う	非常に重要なことだと思う	回答しない
全体		6.2	18.5	42.2	24.4	8.8
国別	日本	7.6	26.4	40.9	12.0	13.1
	アメリカ	6.7	8.0	37.7	38.7	9.0
	中国	3.0	13.0	50.5	32.5	1.0
	イギリス	5.3	10.0	40.0	40.3	4.3
性別	男性	7.6	18.3	41.5	23.0	9.5
	女性	4.8	18.7	42.8	25.7	8.0
	その他	100.0				
年代別	20代以下	8.0	15.3	40.8	26.5	9.5
	30代	6.8	19.3	42.0	22.3	9.8
	40代	6.8	19.5	41.8	21.8	10.3
	50代	5.0	21.3	37.5	27.3	9.0
	60代以上	4.5	17.3	49.0	24.0	5.3
性年代別	男性 20代以下	9.0	15.5	43.5	22.5	9.5
	男性 30代	8.5	19.5	40.5	21.5	10.0
	男性 40代	9.5	18.6	38.7	19.1	14.1
	男性 50代	5.5	21.5	35.5	27.5	10.0
	男性 60代以上	5.5	16.5	49.5	24.5	4.0
	女性 20代以下	7.0	15.0	38.0	30.5	9.5
	女性 30代	5.0	19.0	43.5	23.0	9.5
	女性 40代	4.0	20.5	44.5	24.5	6.5
	女性 50代	4.5	21.0	39.5	27.0	8.0
	女性 60代以上	3.5	18.0	48.5	23.5	6.5

n=10未満は参考値のため灰色。

**人間関係と幸福に関する問い**

また、人と繋がればそれだけ関係性の煩わしさやそれを維持することの難しさも経験する。しかし、精神的な繋がりのある人がいなくなったときの状態を点数に表してもらったところ、私たちの幸福感は100点満点中の半分程度になるようである（下表）。特に、日本人の得点の低さが目立つ。

n=1,451

Q3 7 1 もし、あなたが、**精神的な繋がりのある人がいなくて生活をしたとしたら**、あなたの「幸せ」の程度は何点くらいでしょうか？0点（全く満足していない）～100点（とても幸せ）

		n=	M	SD
全体		1,451	52.1	30.7
国別	日本	663	41.7	29.2
	アメリカ	213	59.9	31.0
	中国	338	64.6	26.6
	イギリス	237	56.6	30.0
性別	男性	699	55.0	29.6
	女性	752	49.5	31.4
	その他	0	-	-
年代別	20代以下	262	50.5	30.5
	30代	279	53.5	30.7
	40代	283	52.2	30.5
	50代	295	50.9	31.8
	60代以上	332	53.3	29.9
性年代別	男性 20代以下	134	51.7	27.9
	男性 30代	135	57.1	29.8
	男性 40代	123	57.6	28.9
	男性 50代	144	53.5	31.3
	男性 60代以上	163	55.2	29.6
	女性 20代以下	128	49.2	33.0
	女性 30代	144	50.2	31.3
	女性 40代	160	48.1	31.2
	女性 50代	151	48.4	32.2
	女性 60代以上	169	51.5	30.0

n=10未満は参考値のため灰色。

幸せの得点(人とつながりがない場合)

多様な人たちが繋がり合うことを求め合っていること、その(精神的な)繋がりが私たちの幸福感を生み出すということがいずれの国にも共通して認識されていることは、注目すべき点である。それと同時に、それをより良い関係性にしていくことがのぞまれているとわかる。

#### (補足 : 心ころの状態を知ることについて期待する技術)

また、ステークホルダによる心ころを取り扱う技術の利用方法に関する期待をアンケート調査によって抽出した(上記アンケートと同じ対象)。「人の心ころを知る Mind-Reading」の技術活用ニーズが高い層にとくに注目をして、アイデア・要望を集約することを試みた。アンケート項目で、多様な人たちとの「現在の関わり方」と「理想の関わり方」について、4つの選択肢から1つずつ選択してもらった：a. 狭く浅い関わり、b. 浅く深い関わり、c. 広く浅い関わり、d. 広く深い関わり(および、NA. 回答しない)。これらの回答をもとに、現在 - 理想の関わり方の組み合わせを以下のとおり、4つのタイプに分類した(有効回答者

数 1744 名 / 2000 名中; 87.2% )

①現在 - 理想が一致のタイプ [ 有効回答該当者数 1,036 名 ]

例 . 現在「狭く浅い関わり」 理想も「浅く狭い関わり」

現在 - 理想が真逆のタイプ [ 有効回答該当者数 185 名 ]

例 . 現在「狭く浅い関わり」 理想は「広く深い関わり」

理想はより広い、もしくは深い関わりを求めているタイプ [ 有効回答該当者数 422 名 ]

例 . 現在「狭く浅い関わり」 理想は「浅く深い関わり」

理想はより狭い、もしくは浅い関わりを求めているタイプ [ 有効回答該当者 101 名 ]

例 . 現在「狭く深い関わり」 理想は「狭く浅い関わり」

“人のこころを知る Mind-Reading”の技術があれば活用したいと思うか？について問うたところ、タイプ ~ は、タイプ よりも活用したいという意向の程度が高かった。このことは、「現在 - 理想が一致のタイプ」以外は、現状の人間関係に何らかの課題や煩わしさの感覚があるため、別のタイプを理想にしている人たちが一定数いることを表している。とりわけ、今回の調査データの平均値をみると、タイプ (理想はより狭い、もしくは浅い関わりを求めているタイプ) は、4 点満点で 2.36 (SD=1.02)点であった (全体 M=2.04, SD=.95)。年齢や性別、性別などの社会的カテゴリーの多様さとその違いに対して、「面倒だな、少し距離を置きたいな」と感じるものがやや多く経験されている傾向にあった。

このギャップを解消するための示唆を得ようとして、今回はこれら 3つのタイプに該当する回答者を対象に、“人を知る Mind-Reading”の技術についてのアイデアを集計することにした (問: “あなた自身、もしくはあなたが関わる人たちにとって心地よい人間関係を築くとき、それをサポートしてくれる技術が創れるとしたら、どんな機能の、どんな技術があるとよいと思いますか?”)。アイデア・要望の記述があった 588 ケースを対象にまとめたものが、下表である。

## “人を知る Mind-Reading”の技術アイデア集約

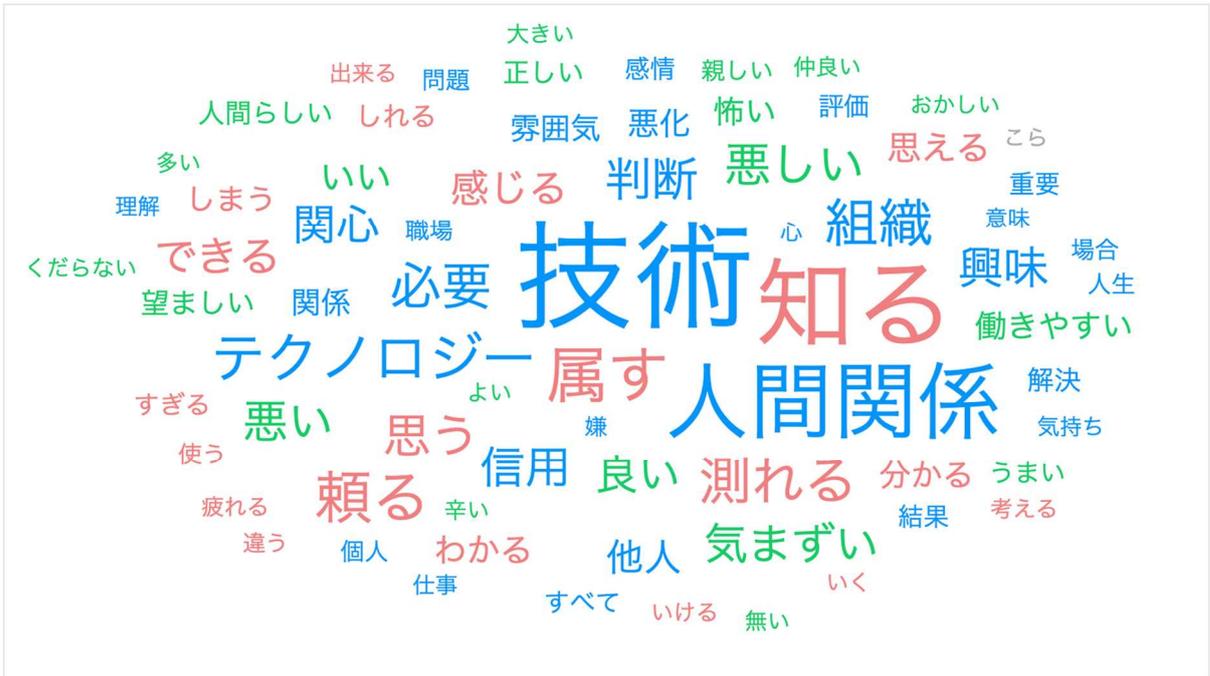
タイプ (現状の関係性のカチ - 理想のカチ)	具体例	②	③	④
		今と理想が 真逆	理想はより 広く or 深く	理想はより 狭く or 浅く
	言及・記述者数 / タイプの人数 (1744名中)	65 / 185 名 (35.1%)	148 / 422 名 (35.1%)	28 / 101 名 (27.7%)
「自分の心の状態」 に対するサポート技術	・相手にストレスを感じたときの対処法を教えてくれるサポート。 ・AIに悩みを打ち明けた時に、適格なアドバイスをしてくれたとしたら、心が晴れるような気がする。 ・意図せずに相手を傷つけるような発言や行為をしてしまい、相手がそれを指摘しづらいときに、それとなくダメ出しして教えてくれる技術。	15 名	28 名	5 名
	「相手の心の状態」 に対するサポート技術	・相手の本当の好みや人に対する認識が分かる技術。 ・本音と建前の両方がわかるツール。 ・相手が心の底から喜んでいるかどうかわかる「幸福メーター」。 ・映画のように、眼鏡で他人の考えていることを正確に読み取れる技術。	23 名	59 名
「自分と相手の関係性」 を良好にするサポート技術	・相手の本当の好みや人に対する認識が分かる技術。 ・多くの人達のいろいろな考えを肯定的にまとめてくれる技術。 ・誤解をされた時、仲介して仲直りできるサポート。 ・意図のすれ違いの誤解を防ぐもの。	14 名	33 名	8 名
	その他のアイデア	・自分と同じ価値観を持ち、付き合うのに適した人を選び出してくれる技術。 ・思考回路が画面にアイコンとして表示されるなど。 ・人の問題の原因を素早く見つける方法。非常に迅速なセラピーセッションのようなもの。 ・思想の違う人が関わらない技術。 ・人を親切で理性的にする薬。	13 名	28 名

Note. 「今と理想が一致」型: 1036名/1744名中 (59.4%)

もっとも多かったのは、相手の状態が分かる技術であった。そして、対人関係で生じる自分自身の心理状態に対処し(穏やかにし)行動を調整する技術、お互いの関係性が、たとえディスコミュニケーションが生じたときでも対処してくれる技術が挙がった。

### (補足 : 精度の高いこころの状態推定が必要な根拠、技術への期待)

なぜ技術を使いたくないのか、を分析するために思わないと回答した群に対し、その理由についての回答に対するワードクラウドを図に示す。なお、フリーワードは日本語に翻訳したうえで実施した。その結果、心の中は技術ではわからない、知らないほうが良いこともあるということが明確化された。また、テクノロジー、判断、怖い、というワードから技術に対する信頼度や性能に関して不安を感じる傾向がある。また、高校生(日本とタイ)を対象とした3週にわたるワークショップにおける、こころを扱い技術のアドバンテージとディスアドバンテージの議論の結果の一例を示す。複数のグループから「本当にこころがわかると思えないから」、「間違えると大変なことになるから」といった発表が散見された。つまり、これらのことから、こころの状態を推定する技術に対しては、非常に高い精度での推定を求められていることがわかる。



こころの状態推定技術を使いたくない理由のワードクラウド結果  
(User Local AI テキストマイニングを使用)



こころの状態推定技術を使う場合の長所と短所の概念

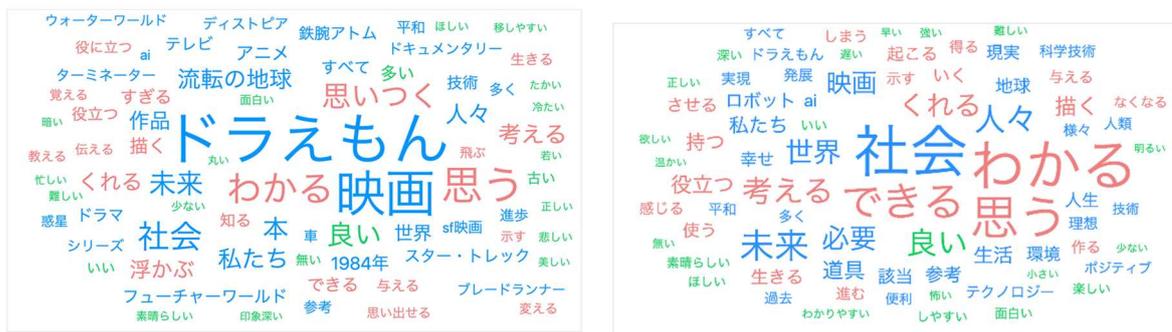
(補足 : ステークホルダがあったらいいな、と望んでいるもの)

現在想像しうる未来社会の技術はどのようなものか、確認する。

-未来社会を考えると、映画やドラマ、本、マンガ、動画や画像などで参考になるもの、印象的なものがあれば、1つ教えてください。

-未来社会を考えると、上記でお答えいただいた内容が、どのような点で参考になる、あるいは印象的なものか、その理由についてもお答えください。

この設問に対し、ドラえもんという回答が多くを占めた。この回答理由として、フリーワードについてテキスト解析すると、「くれる」や「わかる」「思う」といったワードが散見され、人間の本質、自然の素晴らしさ、思いやりの大切さといったことから選ばれていることがわかった。ドラえもんが多くのステークホルダに選択される理由は、当初、秘密道具の便利さや技術の高さ(未来の技術)と想定していたが、そうではなく、ここに寄り添う機能、いわばのび太君にとっての相談相手としてのドラえもんが想起されていることが確認された。以上のことから、人ではない何かと心を通わせることに、すべての世代や、調査対象国においては、一定の理解があることが示された。



想像する未来についてワードクラウド結果  
(User Local AI テキストマイニングを使用)

(補足 : こころの状態を使って共感する技術)

西本 MS 音楽感動共創プロジェクト主催のムーンショット音楽 トライアル ワークショップにおいて、会場(東京)、サテライト会場、個人宅における視聴の3形態を対象に、音楽によって感動や一体感を得ることができるのか、その評価は可能か実証実験を実施した。

客観的データ:(脳波、スマートウェアによる心電図、画像解析による自律神経指標)

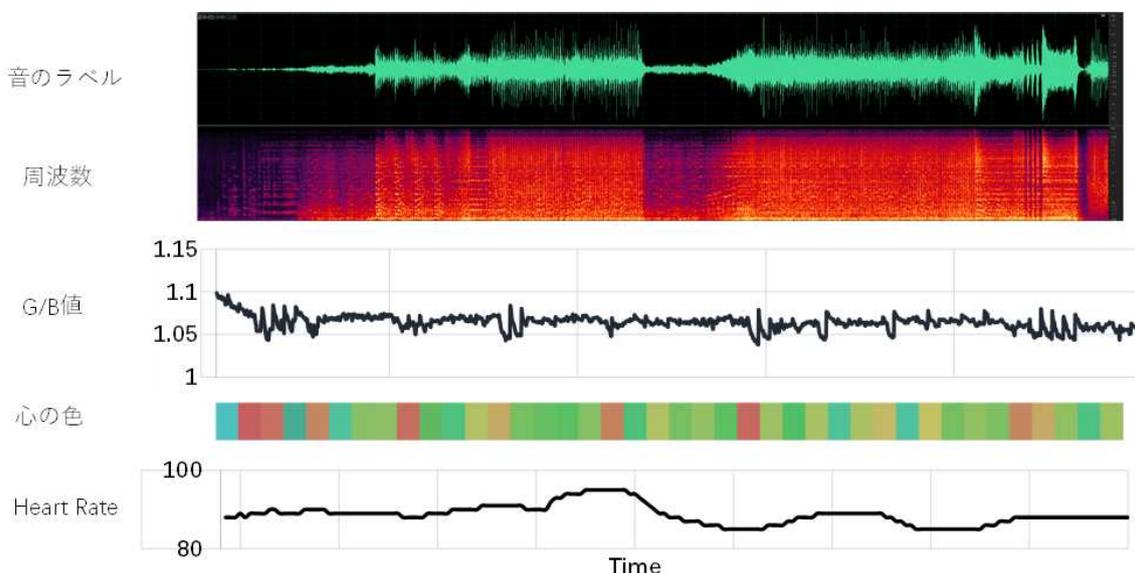
主観データ: Pre と Post で PANAS (ポジティブ - ネガティブ感情) 計測

計測対象: 34名

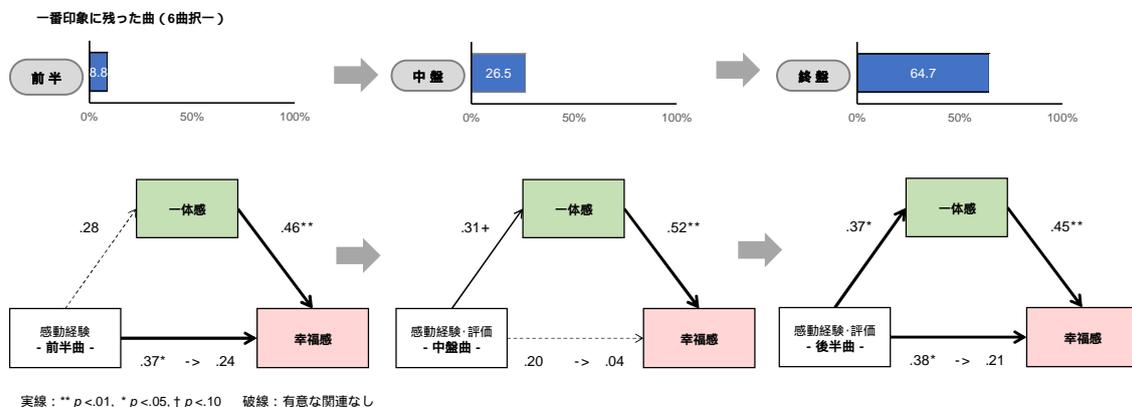
主観データによると、音楽の音圧や周波数の変化に伴い、中枢や自律神経系の変動を確認することができる。会場ごと、被験者ごとに音楽の各所における反応傾向は一致するが、大きく乖離する被験者も存在した。しかし、音楽会が進むにつれ、反応の同期化がみられ、最終演目の際には、ほとんどの被験者の反応が同期する現象が見られた。

また主観解析結果からは、下図の通り、音楽会が進み、印象に残る曲目に出会うにつれて観客の感動がもたらす効果は強まっていることがうかがえた。とくに、楽曲から受け取った感動は、自分自身を含む観客と演奏者、他の観客との一体感を生み出し、そのことが音楽会後の幸福感に強く作用することが示された。

以上のことから、こころの状態を可視化できること、音楽という媒介により場所が異なっても一体感や幸福感を得られることが分かった。



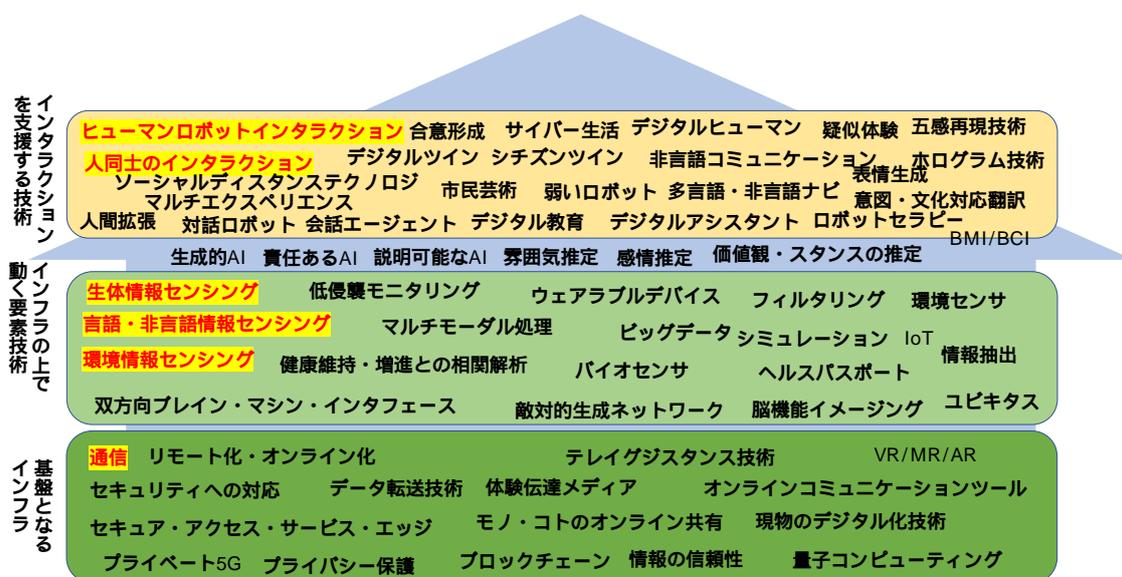
音楽ワークショップ参加時のウェアラブルセンシングによる生体信号計測例



音楽による感動経験・評価 と 幸福感の関係：一体感による媒介効果. N = 34

## 2.当該 MS 目標を達成するために取り組むべき研究開発と課題克服に必要な研究開発の俯瞰

上述の通り、我々が設定した MS 目標を達成するために重要な観点は、こころの状態に推定に関連するセンシングシステム、推定手法に関する技術における高い精度と、通信のインフラや CPS を活用した世帯、分野（産業、教育、医療福祉など）への普及である。ターゲットについて 2050 年までに達成を考える場合、下記の俯瞰図のように、通信に関連する基盤となるインフラ、インフラの上で動く要素技術、インタラクションを支援する技術の 3 段階構造が考えられる。なお、情報通信のインフラについては今後整備されることが予測されている。現在、その通信基盤について活用できていないことが課題である。目標達成のためには、通信基盤の活用促進となるインフラ上で動く要素技術とそれを社会実装するためのインタラクションを支援する技術について、開発を加速する必要がある。



科学技術により克服すべき課題の俯瞰図とその構造

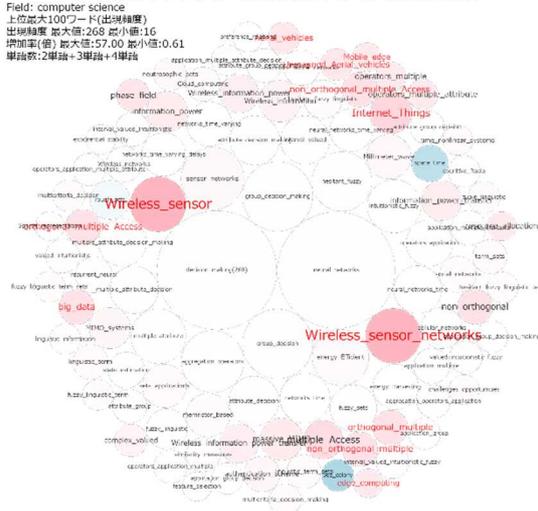
特にインフラの上で動く要素技術について大胆な技術革新が必要となる。ハードウェアについては、人が装着するものに関してはセンサの小型化、省電力化、エネルギーハーベスティングの技術進捗が重要である。また、画像脈波のように完全非接触に自律神経計測、行動計測が可能なビジュアルセンシング/処理技術、音声やテキストを用いた自然言語処理については今後さらに研究の加速が必要となる。加えて、こころの可視化を考える場合にアプリケーション開発の視点からは、センシング情報の最適な特徴化、フィルタリング、統合、次元削減といった信号処理技術に加え、「こころ」を正確に表現する心理指標を用いた機械学習による生体情報-こころのモデル化に関連する技術開発が重要となる。これらを実現して

はじめて、高精度な感情推定や雰囲気推定、こころをもった AI アシスタントの実現が可能となる。

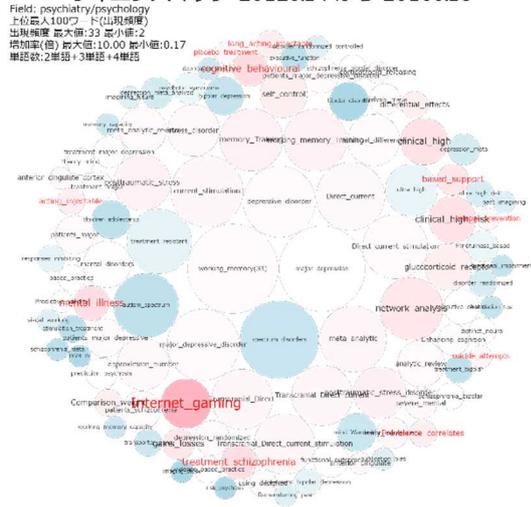
### 3.当該目標に関連する研究開発の動向（全体）、海外動向及び日本の強み

サイエスマップによるとセンシングネットワークやウェアラブルセンシングといった生体情報や環境収集に関連する技術への関心が強まっている。心理学に関連する技術においてはインターネットやゲーミングなど Cyber 空間への関心の高まりがある。生体医工学関連の専門家へのヒアリングにより、日本の技術では、デバイス開発や新規素材開発、MEMS、LSI 開発などにおいて Wearable センシングに強い。Affective computing に関連する生体医工学、感性工学、学際領域に強いことがわかった。これについては、学術的、産業的な観点から説明する。

サイエスマップ 2012&14 から 2016&18

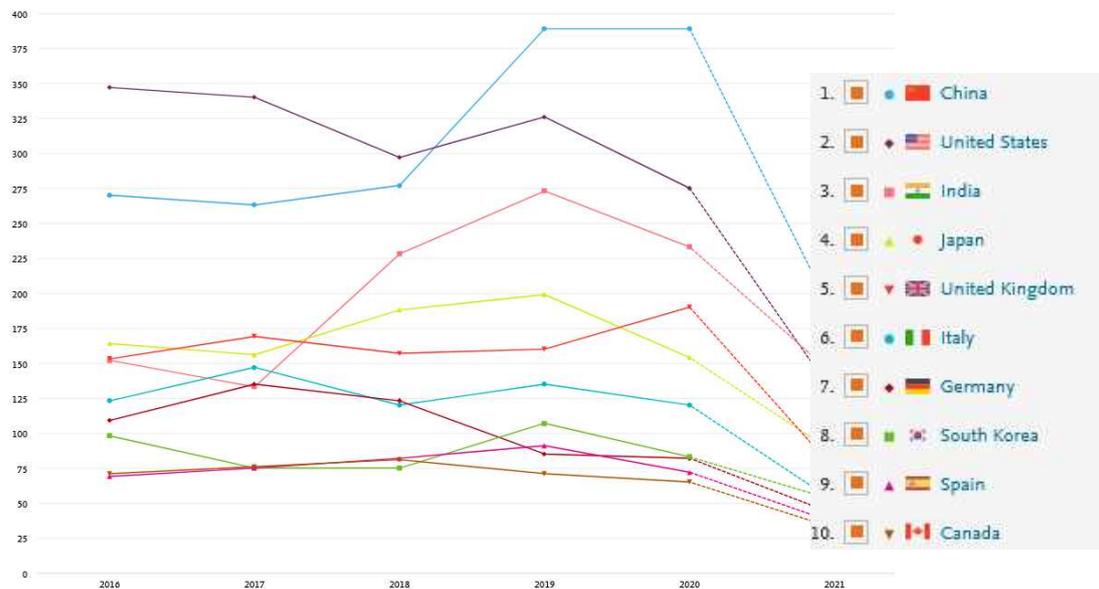


サイエスマップ 2012&14 から 2016&18



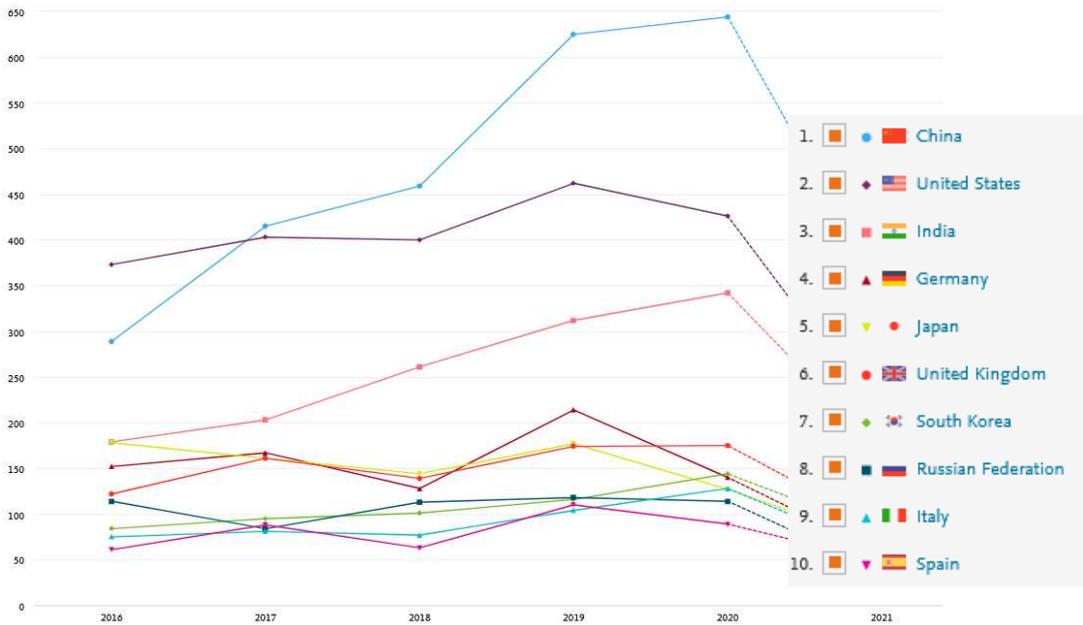
ウェアラブルセンシング等技術のサイエスマップ

ウェアラブルセンシングについての日本の学術的な強みを確認するため、「Sensors; Accelerometers; Smartphones」をキーワードとして、学術論文の世界における位置づけを確認した。下図の通り、人口の多い中国やアメリカ、インドについて4位に位置付けられている。世界的にもプレゼンスが高いということが出来る。



ウェアラブルセンシング等技術の論文投稿の世界動向

次に、生体情報解析技術およびヒューマンインタラクション技術として、「Electroencephalography; Brain Computer Interface; Electrophysiology」をキーワードとして、学术论文の世界における位置づけを確認した。下図の通り、人口の多い中国やアメリカ、インド他にはドイツ、についで 5 位に位置付けられている。世界的にもプレゼンスが高いといえる。



ブレインコンピューティング等技術の論文投稿の世界動向

また、人工知能（意味理解）分野の技術傾向については特許取得に関して、日本はバランスよく取っていて、とくに自然言語処理、機械翻訳、音声処理、画像処理、計算モデル、機械学習が強い。論文は音声認識、ロボティクス関連の論文が多い。

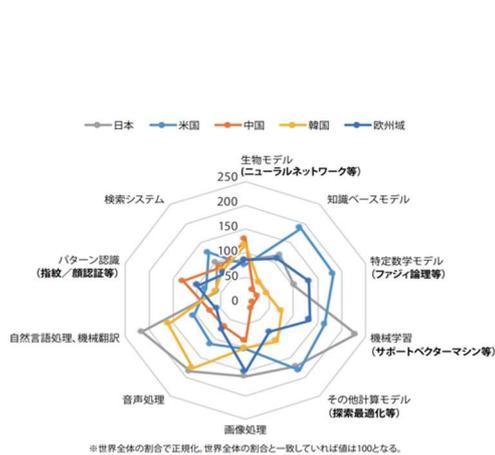


図6 国地域別特許出願の技術傾向  
出所：Derwent Innovationでの検索結果を基に NEDO 技術戦略研究センター作成（2018）

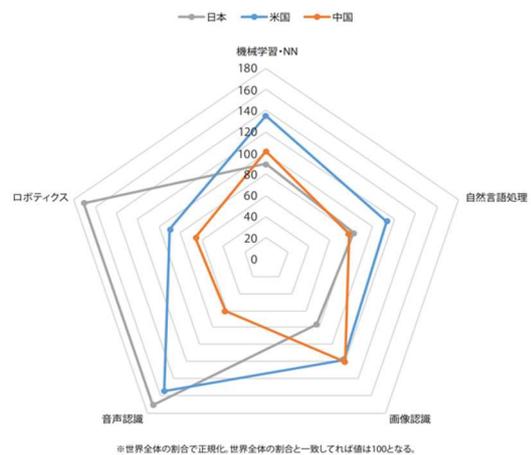


図9 国別 AI 関連論文の技術傾向  
出所：Derwent Innovationでの検索結果を基に NEDO 技術戦略研究センター作成（2019）

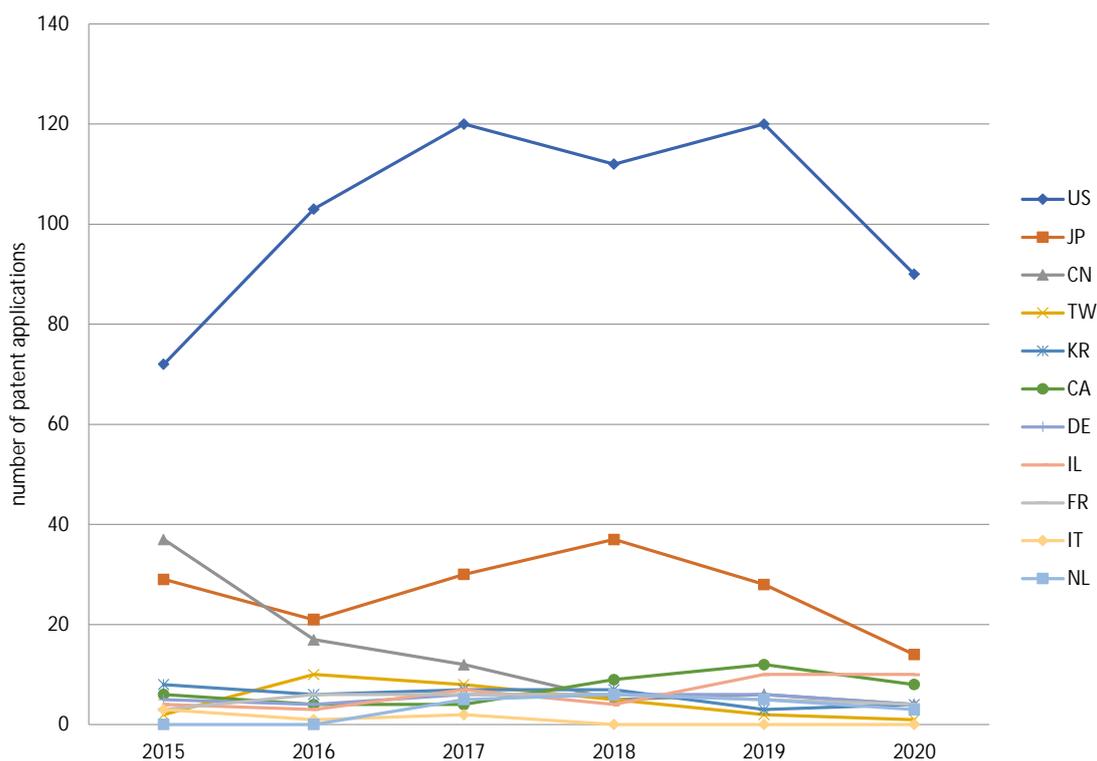
### 認知工学等の日本の技術の強み

また、産業界における日本の強みについて説明する。下記の通り「physiology brain mind biomedical affective」をキーワードとして国際的な特許の比較を行った。

文献種別：WIPO、アメリカ、EP、日本、中国、韓国、イギリス、ドイツ、フランス、スイス、カナダ出願情報に基づく。

調査範囲：IPC = A61B 5 /00 (診断目的のための測定)、キーワード = (physiology brain mind biomedical affective)

公知日が 2015 年から 2020 年までのものを年別、国別に統計を取った。(なお、2020 年については、公開情報の事情により 8 月公知分までとなっている。) この技術分野においては、世界的に 200 件 / 年以上もの出願がコンスタントになされている。この分野において、日本は米国に次ぎ多く出願をしていることが分かった。全体的に研究所や大学の出願が多い傾向にあることも分かった。



国際比較による日本の特許プレゼンス (physiology brain mind biomedical affective)

また、国内の国内出願について、詳細に分類した。出願人別、テーマ別で分類したデータを記載する。出願人としては自動車関連、電機メーカ、健康関連機器メーカの出願が目立つ。また、テーマ別でみると心理反応にかかわる測定技術の出願が目立つ。これにより、

自動車関連、電機メーカー、健康関連機器メーカーにおける技術開発基盤が整っており、産業応用、これまで蓄積されてきた日本企業の強みとして言及できる。

### 出願人別

出願日	オムロン株式会社	コーニンクレッツカフリップスエヌベ	シチズン時計株式会社	ソニー株式会社	トヨタ紡織株式会社	パナソニックインテリジェントソリューションズアメリカ	パナソニックグローバルプロパティコーポレーション	マツダ株式会社	京セラ株式会社	国立大学法人東京工業大学	富士ゼロックス株式会社	富士フイルムビジネスイノベーション株式会社	富士通株式会社	本田技研工業株式会社	株式会社デンソー	株式会社日立製作所	株式会社東芝	沖電気工業株式会社	koninklij kephilpa n. v.	panasonicintellectualpropertycorporationofamerica	
2015年	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2016年	1	0	0	1	0	5	2	1	0	1	1	1	2	2	1	0	0	4	0	0	5
2017年	2	3	2	2	0	0	0	4	4	1	2	2	0	2	1	1	0	3	4	3	0
2018年	2	2	2	2	1	2	0	3	4	0	0	5	2	0	4	2	2	0	1	2	0
2019年	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	1	3	4	3	4	1	1	1	1	0	0
2020年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

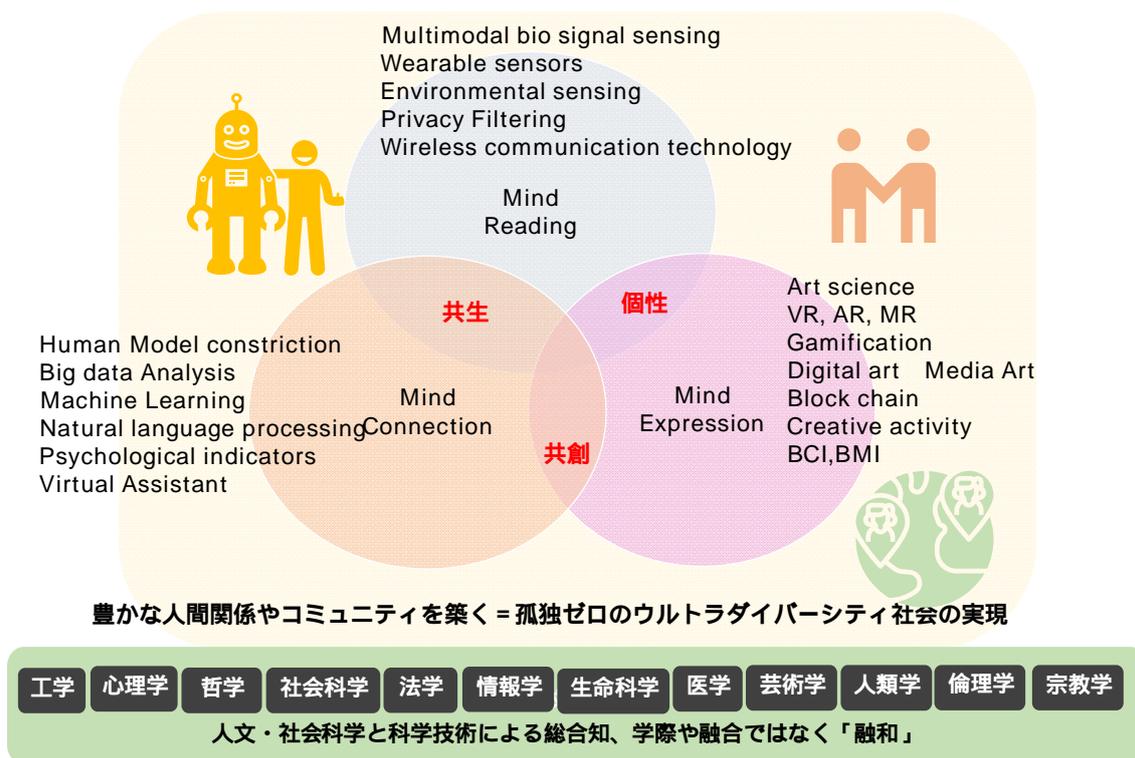
### F ターム別

出願日	Fターム																			
	4C017AA 02	4C038FP 01	4C038FP 03	4C038PP 05	4C038PQ 03	4C038PQ 04	4C038PQ 06	4C038PR 01	4C038PR 04	4C038PS 00	4C038PS 03	4C038PS 05	4C038PS 07	4C038VA 04	4C038VB 03	4C038VC 05	4C127AA 03	5E555FA0 0	5H181AA 01	5H181CC 04
	脈拍・心拍・血圧・血量の測定(心拍数)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(疲労度)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(精神、心理、感情)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(睡眠状態)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(運動状態)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(車両と結合したものの)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(携帯用)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(視覚刺激)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(聴覚刺激)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(心理反応検査(心拍、体温))	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(脳波)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(発声状態)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(動き(眼球))	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(特定部位の測定)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(顔)	生体の呼吸・聴力・形態・血液特性等の測定(写真撮影、ビデオ録画など)	生体の電気的および電気的特性の測定(脳波)	デジタル計算機のユーザーインターフェイス	交通制御システム(道路上の車両)	交通制御システム(携帯手段を利用するもの)
2015年	2	4	27	4	8	6	7	7	9	7	5	2	5	4	1	1	5	4	3	3
2016年	8	4	40	7	5	6	3	5	5	5	11	9	6	8	2	4	6	3	5	4
2017年	8	7	83	10	1	8	9	8	5	18	11	10	9	7	12	3	8	4	4	5
2018年	4	4	46	8	5	7	10	10	11	17	10	11	8	5	6	13	8	4	3	4
2019年	1	2	34	4	6	5	5	4	4	12	6	7	2	1	4	6	6	5	7	7
2020年	1	1	3	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

### III.社会像実現に向けたシナリオ

#### 1.挑戦的研究開発の分野・領域及び研究課題

挑戦的研究開発を推進すべき分野・領域 (Area and field to promote challenging R&D)  
 本提案は人同士や人とサービス間で国や文化、年齢、性別の違いなどから起こるディスコミュニケーションの原因が理解/解消する。これは、他者やサービスと共生しながら自己実現することを可能とする多様、かつ孤独ゼロの新しいコミュニティ社会への変革を意味している。技術を俯瞰すると現在、人のこころを扱う研究は心理学、精神医学の分野で盛んに研究されている。しかし、上述の社会要請のように、幸せや健康な生活を実現するためには個人に特化したこころの状態を可視化するツールや表現のためのインターフェースなどが必要となる。心理学、精神医学にもとづく心の分析結果と生体センシングや AI、通信などの技術ツールを最適に融合することで、効果的なインタラクティブ作用が可能となる。



挑戦的研究開発を推進すべき分野・領域の俯瞰図

目標達成に当たっての研究課題 (Research subject for realization of MS Goal)

本提案では、下記【人間間のコミュニケーション】、【人と“もの”のコミュニケーション】、【社会の変革】について、目標を設定している。

#### 【人間間のコミュニケーション】

- 2050年までに日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用した集団のこころの可視化コミュニケーションにより、言葉を介さず集団/国家レベルの重要な意思決定を行えるようになる。

#### 【人と“もの”のコミュニケーション】

- 2050年までに機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により、こころや行動の変化を理解/予測し、こころに合わせた提案やサービスを展開できるようになる。

#### 【社会の変革】

- 2050年までにこころを中心としたコミュニケーションが世界中にひろがり、言葉を介さずとも豊かな人間関係やコミュニティを築く = 孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会が実現される。

2. 2030年・2040年・2050年のそれぞれにおける、達成すべき目標（マイルストーン）  
マイルストーン達成に向けた研究開発、これによる波及効果

本提案では、【人間間のコミュニケーション】、【人と“もの”のコミュニケーション】、【社会の変革】について、目標を設定している。研究開発の進め方については、その概要とキーワードを下図に示す。図に示すようにこころの可視化を基盤技術とし、その適応範囲を年度進行とともに拡大していき、最終的にはウルトラダイバーシティ社会を実現する。

影響レベル	時間軸	人間間のコミュニケーション	人と“もの”のコミュニケーション	社会の変革
社会	2050年	<b>集団のこころの可視化コミュニケーションの実現</b> <b>開発キーワード</b> 生体情報計測の完全非接触化、集団/組織のこころの状態のモデル化、集団の意思計測技術、集団の意思決定プロセスのモデル化	<b>こころや行動の変化の理解/予測技術活用</b> <b>開発キーワード</b> こころの状態変化のモデル化、こころの状態変化予測技術	<b>集団こころコミュニケーションによるウルトラダイバーシティ社会の実現</b> <b>開発キーワード</b> 大規模こころデータベースシステム、開発技術の社会システム化
組織/集団	2040年	<b>こころの可視化コミュニケーションの実現</b> <b>開発キーワード</b> 人間の意思決定プロセスモデル化、非接触生体計測デバイス、人間の意思計測技術、こころ情報伝達技術、こころ情報伝達プロトコルの標準化、こころ情報データベース	<b>“もの”とのこころの可視化コミュニケーションの実現</b> <b>開発キーワード</b> 高度会話理解技術、感情読取り技術、こころ情報処理LSI、こころを理解し会話相談できるバーチャルアバター	<b>こころ可視化コミュニケーションによる共同作業の実現</b> <b>開発キーワード</b> 社会実装課題の抽出、こころを理解する共同作業サポートシステム
個人	2030年	<b>こころの可視化技術の実現</b> <b>開発キーワード</b> 省電力生体計測センサ、生体適合センサ材料、ウェアラブル生体計測デバイス、こころと生体情報の関係解明、こころの状態推定、こころの状態表現、感情/雰囲気計測技術	<b>こころの可視化技術によるヒューマンインタフェースの実現</b> <b>開発キーワード</b> 非接触生体計測技術、こころの状態に合わせた環境制御システム、こころ-マシンインタフェース技術	<b>こころ可視化技術による芸術共同創作の実現</b> <b>開発キーワード</b> こころ/音楽変換技術、こころ/映像変換技術

それぞれの目標の2030年、2040年、2050年のマイルストーン、マイルストーン達成に向けた研究開発課題、波及効果の詳細は以下の通りである。

【人間間のコミュニケーション】

2050年までに日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用した集団のこころの可視化コミュニケーションにより、言葉を介さず集団/国家レベルの重要な意思決定を行えるようになる。

[2030年]

マイルストーン

日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により他人のこころの状態が理解できるようになる。

### 研究開発テーマ

- 省電力生体計測センサの開発
- 生体適合センサ材料の開発
- ウェアラブル生体計測デバイスの開発
- こころと生体情報の関係解明
- 生体情報によるこころの状態推定
- こころの状態表現方法の開発
- テキストデータによる感情/雰囲気計測技術の開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

こころの可視化により、現状では感じることをできない他人のこころの変化を知ることができる。このことより、使用者の人間関係構築能力が向上や WEB 会議、WEB 授業、SNS といった感情や雰囲気が伝わり難いサイバー空間におけるコミュニケーションが対面と変わらない意味を持ち、時空を超えた円滑なコミュニケーションが実現する。また、SNS の意図しない“炎上”といった事故をその傾向から察知し、回避/減少させることができる。さらに、言葉を習得していない乳幼児とのコミュニケーションが円滑になり、育児の質が向上するだけでなく、その負担を減らすことができる。

[2040 年]

### マイルストーン

日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化コミュニケーションにより、言葉を介さず一対一での個人間の意思決定を行えるようになる。

### 研究開発テーマ

- 人間の意思決定プロセスのモデル化
- 非接触生体計測デバイスの開発
- 人間の意思計測技術の開発
- こころ情報伝達技術の開発
- こころ情報伝達プロトコルの標準化
- こころ情報データベースの開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

共通言語を持たない相手とのコミュニケーションができるようになり、これまで言葉の壁により成しえなかったビジネスチャンスや人脈作りが促進される。また、共通言語を持っていたとしても、文化、性別、年齢などによる意思疎通の壁がなくなる。

[2050年]

### マイルストーン

日常的にセンシングされる生体情報、言語情報や行動、環境データを活用した集團のこころの可視化コミュニケーションにより、言葉を介さず集團/国家レベルの重要な意思決定を行えるようになる。

### 研究開発テーマ

- こころ計測に必要な生体情報計測の完全非接触化
- 集團/組織のこころの状態のモデル化
- 集團の意思計測技術の開発
- 集團の意思決定プロセスのモデル化

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

こころ計測に基づく意思決定プロセスによって、政府や自治体、組織とそこに所属する市民や組織構成員との間に信頼関係が醸成や新たなコミュニティが創成される。また、集團の意思決定において、単なる賛成/反対の表明や多数派の意見抽出ではなく、少数派も含めた様々な意見を抽出でき、それらの共通点を見出したり、多様な想いを反映させた意思決定が可能になる。このことはウルトラダイバーシティ社会の実現につながる。

### 【人と“もの”のコミュニケーション】

2050年までに機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により、こころや行動の変化を理解/予測し、こころに合わせた提案やサービスを展開できるようになる。

[2030年]

### マイルストーン

機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により、こころを理解し、明示的な操作なしに感じる、思うだけでそれに合わせて機器が動作を完了することができる。

### 研究開発テーマ

- 非接触生体計測技術の開発
- こころの状態に合わせた環境制御システムの開発
- こころ - マシンインタフェース技術の開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

こころの可視化技術を機器操作・コントロールに活用することにより、新しいヒューマンインタフェースが誕生する。現在、技術向上を受け音声操作といった音声認識技術の市場規模が拡大してきている。この人同士のコミュニケーションで使用される発話を介したヒューマンインタフェースは直感的であり、人と cyber 空間の機器との距離より縮めている。思う・感じるだけで機器をコントロールできるインターフェースは、音声操作よりも直感的であり、操作そのものを不要にする可能性がある。

[2040 年]

### マイルストーン

機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により、こころを理解した上で、会話や相談ができるようになる。

### 研究開発テーマ

- 高度会話理解技術の開発
- 感情読取り技術の開発
- こころ情報処理 LSI の開発
- こころを理解し会話・相談できるバーチャルアバターの開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

AI の進化によって、人と機械の会話ができつつある。一方、.Analysis で述べたように人と cyber 空間の機器・サービスとの関係で求められているものにこころを通わせることがある。ここで重要なのは明確な回答を得ることではなく、こころを理解した上で、話を聞いてくれることである。こころを理解し会話・相談できるバーチャルアバターといった人以外の自分専用の相談相手を獲得することにより、孤独を感じる人を減少させることができる。

[2050 年]

### マイルストーン

機器が生体情報、言語情報や行動、環境データを活用したこころの可視化により、こころや行動の変化を理解/予測し、こころに合わせた提案やサービスを展開できるようになる。

### 研究開発テーマ

- こころの状態変化のモデル化
- こころの状態変化予測技術の開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

こころの変化を予測する技術が実用化することで、ユーザの想いに合わせた新しいサービスが創成されるようになる。

#### **【社会の変革】**

2050年までにこころを中心としたコミュニケーションが世界中にひろがり、言葉を介さずとも豊かな人間関係やコミュニティを築く＝孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会が実現される。

[2030年]

### マイルストーン

こころを主要なコミュニケーション手段としてだれとでも芸術分野における共同創作作業が可能となる。

### 研究開発テーマ

- こころ/音楽変換技術の開発
- こころ/映像変換技術の開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

こころの可視化技術を活用し、音楽や映像といった表現方法とすることで、様々な人同士の協調的な創作活動ができるようになる。例えば、コミュニケーションが難しい自閉症、認知症であっても、想いを形にすることによる共同芸術創作活動や言語を介さない表現方法は赤ちゃんから高齢者まで、全世代参加型の創作活動を実現できる。これらにより、あらゆる人の社会参画や活躍の機会が促進され、ウルトラダイバーシティ社会への変革に向けたきっかけになる。

[2040年]

### マイルストーン

こころを主要なコミュニケーション手段としてだれとでもあらゆる分野における共同作業が可能となる。

### 研究開発テーマ

- こころ計測技術の社会実装実験による実装課題の抽出
- こころを理解する共同作業サポートシステムの開発

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

こころの可視化技術の進化、高精度化により、こころを介したコミュニケーションの適応範囲が広がり、コミュニケーションや言葉の壁がなくなる。例えば、重度障がい者でも普通学級と一緒に授業が受けられたり、言葉が通じない海外での活躍の場が広がる。

[2050年]

### マイルストーン

こころを中心としたコミュニケーションが世界中にひろがり、言葉を介さずとも豊かな人間関係やコミュニティを築く＝孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会が実現される。

### 研究開発テーマ

- 大規模こころデータベースシステムの開発
- 開発技術の社会システム化

### マイルストーンの達成が社会にもたらす効果

提案技術の全世界への普及化により、言葉、文化、年齢、性別、思想、時間、空間などの壁がなくなり、孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会が実現される。

### 3.目標達成に向けた国際連携の在り方

ハーバード大学の Grant study の研究チームのように社会科学的な観点から、幸福を研究するチームと連携することで、人のこころを扱い、Well-Being に効果的な技術の社会的な意義を検討することができる。

また、技術面としては本研究を進める上で欠かせない技術として、生体センシング技術、リモート化技術、そして AI 技術がある。このうち生体センシング技術については、日本の特許取得の割合は高く、この点が日本の強みと考えられる。今後も生体センシングの技術についての研究を進めることで、この分野で日本が世界をリードすることができる。

続いて、リモート化技術については、日本は米国について特許取得比率については2番手となっている。リモート化技術は5つの要素技術にさらに分けることができ、このうち日本はハプティクス、ロボット分野での特許の取得比率が高くなっている。その他の通信や、AI、XR の分野では米国の特許取得比率が圧倒的に高い。本研究の技術がターゲットとするユーザ層は日本だけではなく世界各国の人であり、真のウルトラダイバーシティを実現するためには、各国との協力、協働は欠かせない。ハプティクスやロボットを自らの強みを軸として持ちつつ、米国や中国など特許や技術を有する国と連携をし、研究を進めていくことが可能である。

最後に AI 技術であるが、要素技術に分解すると自然言語処理、機械翻訳、音声処理、画像処理、計算モデル、機械学習などがある。日本はこれらの分野の特許をバランスよく取得しており、特にロボティクス、音声認識の分野で世界をリードしている。人間から取得される情報を処理する上では AI 技術が欠かせないが、情報のモダリティが多種多様であるため、バランス良く特許や技術を有していることは本研究を進める上での利点となる。加えて、健康や介護分野に関する特許の出願件数においても日本は強みがあるが、同程度に世界をリードしている国として韓国がある。幸福度ランキングにおいても日本と韓国は類似した状況にある。協力、協働し、本研究を進めていくことが可能と思われる。

#### 4.目標達成に向けた分野・セクターを越えた連携の在り方

目標達成に向けた分野・セクターを越えた連携において、次に挙げるところの理解や協力・連携が重要であると考える。

##### 1．国民の理解と協力

納税者である国民に一人でも多く、この MS 目標を達成し、よりよい社会をイメージしてもらい、一緒に創り上げ実現させていくために、情報開示・提供、理解のための普及活動および調査研究への参画（広報、教育、特に、児童・生徒、およびその保護者への展開など）。

##### 2．産学官の新規開拓と連携強化

- ・ 互いの叡智を結集しそこからさらなるイノベーションを創出する。
- ・ 実装の場、研究知見・開発テクノロジーに関するフィードバックとしての協力関係を築き、経済的利得 - 損失計算を実施する。
- ・ MS 調査研究に採択された他機関との関係を構築し、共創の機会創出を実現する。

##### 3．国際連携の推進

- ・ 幸せのパラドクスにおける well-Being 低下国（発展国）、コミュニティ機能が壊れつつあるまたは希薄になりつつある国や地域への情報提供・提言をおこなう（有識者会議）。
- ・ 日本の精緻な技術力と好奇心旺盛で活用意欲の高い中国との連携を行う。研究 - 実装の協力体制、組織化を実施する。
- ・ 外国人労働者 / 外国人技能実習生を多く採用している企業と連携する。

## 5.目標達成に向けて取り組むうえでの倫理・法的・社会的課題及びその解決策

アンケートの設問として、“「組織内の人間関係・雰囲気の良し悪し」がどのような状態にあるかを知ることができる技術が創られたら、活用してみたいと思いますか？”を設定した。そのうち、そう思わない（全くそう思わない、あまりそう思わない）という回答者を対象に、その理由をみてみた。その内容は、大きくは以下の点に集約できそうであった。

まず、そもそも人間が本来もつ営み（自分で感じ取り、考え、判断し、コミュニケーションをとる）を大切にしたい、知らなくてよい部分がある、という意見が挙がっていた。

- ・ “自分で考えたい”
- ・ “技術がなくても現状でだいたいわかる”
- ・ “ありのままの方がいいと思う”、“自然体で接するのが良いと思っている”
- ・ “知らない方がいいこともある”、“人の心の中まで知りたくない”
- ・ “必要ない。みんなで一つの集団になっているから、多少の摩擦があっても普通のことだ”

上記は心身操作の倫理に関する留意点と考えられる。これに対しては、心身操作が生む格差についての議論や様々なデータが人間の行動に影響を与える中、自己決定とはどういうことかについての議論が今後検討すべき事項の例として挙げられる。

テクノロジーに対する抵抗感と同時に、必要性を感じていない人や技術開発に懐疑的な意見も一定数みられた。

- ・ “テクノロジーに支配されすぎ”、“AIには思いやりがない”
- ・ “興味がない”、“そのような技術は欲しくない”、“必要ない”
- ・ “しょせん無理だから”、“AIを使って正しく判断するには変数が多すぎる”
- ・ “どういった技術なのか、よく分からない”、“どうやって技術がこれを判断するのだろうか？”

仮に、このようなテクノロジーが開発された場合に懸念される点として、技術の使い方、活用後に予想される（ネガティブな）影響を指摘する声、さらには知ること・活用することへの怖さやプライバシーに関する問題も記されていた。

- ・ “そんな技術、自分で扱いきれない”

- ・ “気にしすぎて何もできなくなりそう”、“悪い結果が出た場合、さらに雰囲気が悪くなりそう”、“この技術は問題を解決するものではなく、単に問題を指摘するものである”
- ・ “そういう技術が開発されること自体が怖い”、“相手の本音を知るのは怖い”
- ・ “あまりにもプライバシーを侵害している”

上記は個人情報の扱い、データの管理・利用の倫理に関する留意点と考えられる。これに対しては社会の共通利益と自己決定・選択のバランスについての社会的合意、公平性、透明性、信頼など、法規制の前提となる事項の社会的合意、膨大なデータを有向に利用することに対する社会の理解について検討すべき事項として挙げられる。

また、人間関係の変化に対する懸念も想定される。これに対しては、多様な価値観による議論を通じた、共有できる物語の形成が必要である。新しいことへの挑戦やイノベーションに対しては、予想やイメージがつかないため、人は諸々の恐れや心理的抵抗感などを抱きやすい。そのため、上記のような克服すべき点や課題はあるものの、現時点でも、自分や他者の心の状態を知る技術に対する期待も窺えている。

下図のとおり、技術活用による良好な人間関係の構築に対して、中国における期待・可能性の高さ（非常にそう思う、だいたいそう思うという回答者を合わせると 83.1%）を筆頭に、アメリカ、イギリス、日本と続く。若い世代ほどその可能性を感じていることも見て取れる。ちなみに、国別、年代別の傾向は、Mind Reading（自・他の心を知ることができるといった）技術が開発されたら活用してみたいか？の回答傾向と符合する結果である。

n=2,000

Q2 6 あなたは、自分や相手の心の状態を知ることができる**技術を活用すると、お互いのより良好な人間関係が築ける**と思いますか？

			(%)				
			全くそう思わない	あまりそう思わない	だいたいそう思う	非常にそう思う	回答しない
	全体	n=2,000	11.6	27.0	39.9	12.5	9.1
国別	日本	1,000	13.5	35.1	34.8	6.7	9.9
	アメリカ	300	12.0	20.0	39.0	13.7	15.3
	中国	400	2.5	12.8	53.8	29.3	1.8
	イギリス	300	17.0	26.0	39.0	8.0	10.0
性別	男性	999	12.8	24.4	39.4	13.9	9.4
	女性	1,000	10.4	29.6	40.2	11.0	8.8
	その他	1			100.0		
年代別	20代以下	400	8.0	21.5	43.5	15.5	11.5
	30代	400	10.3	23.8	43.8	12.3	10.0
	40代	400	11.0	27.3	40.0	13.3	8.5
	50代	400	12.0	32.8	33.8	12.0	9.5
	60代以上	400	16.8	29.8	38.3	9.3	6.0
性年代別	男性 20代以下	200	11.0	18.5	44.0	16.5	10.0
	男性 30代	200	11.0	20.5	41.5	15.0	12.0
	男性 40代	199	13.1	25.6	35.7	14.6	11.1
	男性 50代	200	11.0	28.5	38.5	13.5	8.5
	男性 60代以上	200	18.0	29.0	37.5	10.0	5.5
	女性 20代以下	200	5.0	24.5	43.0	14.5	13.0
	女性 30代	200	9.5	27.0	46.0	9.5	8.0
	女性 40代	200	9.0	29.0	44.0	12.0	6.0
	女性 50代	200	13.0	37.0	29.0	10.5	10.5
	女性 60代以上	200	15.5	30.5	39.0	8.5	6.5

n = 10未満は参考値のため灰色。

### 技術活用による良好な人間関係の構築 国際比較

#### IV.結論

本チームでは、様々な観点での設定目標の検討を行った。具体的には、有識者に対するヒアリング調査、将来本提案目標の開発研究や受益を得る中心世代となる国内外の高校生によるワークショップ、検証実験、文献調査を通じて、設定目標の再構築、実現可能性、社会の受容性、解決すべき課題抽出を行った。結果として、本提案ムーンショット目標は、社会からの要請や意義が大きく、かつ国家プロジェクトとして実施すべき課題であることが明らかになった。

以上の検討を踏まえ、本チームでは、「2050年までにこころ伝達手段獲得による孤独ゼロのウルトラダイバーシティ社会を実現する。」

をムーンショット目標候補として設定/提案する。

## V.参考文献

1. McGrath J. E. (1984). Groups: Interaction and performance. Prentice-Hall, New Jersey.
2. Vaillant, G. E. (2012). Triumphs of Experience: The Men of the Harvard Grant Study. The Belknap Press of Harvard University Press.
3. L. Parker Schiffer & Tomi-Ann Roberts (2017). The paradox of happiness: Why are we not doing what we know makes us happy? The Journal of Positive Psychology, Volume 13, Pages 252-259, Published online
4. Jan M. Pawlowski, Sabrina C. Eimler, Marc Jansen, Julia Stoffregen, Stefan Geisler, Oliver Koch, Gordon M üler & Uwe Handmann (2015). Positive Computing -A New Trend in Business and Information Systems Engineering? Business & Information Systems Engineering volume 57, pages405 -408
5. RICHARD H. R. HARPER. Texture: Human Expression in the Age of Communications Overload Published by: The MIT Press, <https://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhh65>
6. RICHARD H. R. HARPER. Texture: Human Expression in the Age of Communications Overload Published by: The MIT Press, <https://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhh65>
7. Robin S. Rosenberg, Shawnee L. Baughman, Jeremy N. Bailenson (2013). Virtual Superheroes: Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior, PLOS ONE, Published: January 30, 2013, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003>
8. 立石 義雄(2005). 未来から選ばれる企業 オムロンの「感知力」経営, PHP 研究所
9. ケヴィン・ケリー (2014). テクニウム テクノロジーはどこへ向かうのか? WHAT TECHNOLOGY WANTS, みすず書房
10. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/affective-computing-market>
11. <https://www.nanalyze.com/2016/04/affective-computing-and-ai-emotion-recognition/>
12. Hype Curve
13. <https://www.weforum.org/great-reset/>
14. <https://www.nedo.go.jp/content/100925160.pdf>
15. 文部科学省科学技術 学術政策研究所、第 1 1 回科学技術予測調査 ST Foresight 2019 の概要、2019
16. <https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/ST-Foresight-2019-summary.pdf>
17. AI マップ 2.0 [https://www.ai-gakkai.or.jp/pdf/aimap/AIMap\\_JP\\_20200611.pdf](https://www.ai-gakkai.or.jp/pdf/aimap/AIMap_JP_20200611.pdf)

## Supplements

### アンケート調査実施

#### サンプル概要

- ・ 調査実施機関：株式会社クロスマーケティング
- ・ 実施時期：2021年6月
- ・ サンプル総計  $N=2,000$ 
  - 国籍：日本  $n=1,000$  アメリカ  $n=300$  中国  $n=400$  イギリス  $n=300$
  - 性別×年代別（～20代以下、30代、40代、50代、60代以上）の10区分に対して200サンプルずつ割付収集。

### シンポジウム

「Flex インフラを考える会」, 「ウルトラダイバーシティ社会実現チーム」, 「Intelligent Living Cell ～究極の個別化医療の実現～」合同シンポジウム  
2050年 自遊に生きる ～暮らしと場所、コミュニケーション、ウェルビーイング～  
6月21日実施

### シンポジウム

第60回日本生体医工学会大会特別企画

「知人・知面・知心 分野を越えた融合研究による Human-well being を支える技術」  
6月17日実施 秋山チーム、熊谷チーム、佐久間チーム、樋口チーム、吉田チームと共同で開催

### ワークショップ

Title: 知人・知面・知心 Human Relation in Physical & Cyber Space

Date: 2021.05.18 2021.06.08

Participates: 76 senior high school students (40 from Ritsumeikan Junior and Senior High School, Japan 36 from Mahidol Wittayanusorn School, Thailand) Location: Japan (On-site) and Thailand (Online)

### ワークショップ

西本 MS 音楽感動共創プロジェクト主催, “ムーンショット音楽 トライアル・ワークショップ”

6月23日実施