

脳情報を活かしたサイバー空間の 感性評価技術の社会実装

研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム (BRIDGE)

研究開発等計画書
(令和5年度様式)

令和6年3月
総務省

○実施する重点課題に○を記載（複数選択可）

業務プロセス転換・政策転換に向けた取組	次期SIP/FSより抽出された取組	SIP成果の社会実装に向けた取組	スタートアップの事業創出に向けた取組	若手人材の育成に向けた取組	研究者や研究活動が不足解消の取組	国際標準戦略の促進に向けた取組
	○					—

○関連するSIP課題に○を記載（主となるもの）

持続可能なフードチェーン	ヘルスケア	包括的コミュニティ	学び方・働き方	海洋安全保障	スマートエネルギー	サーキュラーエコノミー	防災ネットワーク	インフラマネジメント	モビリティプラットフォーム	人協調型ロボティクス	バーチャルエコノミー	先進的量子技術基盤	マテリアルの事業化・育成エコ
											○		

資料 1 「脳情報を活かしたサイバー空間の感性評価技術の社会実装」の全体像（位置づけ）

内閣府

SIP第3期 課題12「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」

●社会実装に向けた戦略

- 【技術開発】 **フィジカル空間への価値環流のためのインターパス技術の研究開発**、オープンアーバンデジタルツイン実現のためのセンサなど横断的な技術開発
- 【事業】 バーチャルエコノミーを発展させる市場メカニズムデザイン及び、ヘルスケアや都市開発などの個別ユースケースのインターパスサービス設計・実装を実施
- 【制度】 **インターパスに関する**相互接続性やデータ連携技術（マルチスケールアーキテクチャーなど）の開発・実装、**生体安全性やELSIの検討と対策**
- 【社会的受容性】 **先駆実装事例創出に伴う関係者の理解の深化**
- 【人材】 バーチャルエコノミー圏拡大に資する人材育成・確保

BRIDGE 次期SIP/FSより抽出された取組

（方針）SIP課題に取り巻く経済・社会情勢の変化等を踏まえ、**早期に社会実装を図るため、各省庁が主導して社会実装に向けた取組を加速・強化すべきもの**

BRIDGEにおいて、総務省における施策の成果の早急な社会実装を図ることで、SIPにおいて課題とされた**インターパス技術の研究開発、生体安全性確保やELSI検討、先駆実装事例創出等**に資する。

具体的な取組

- 三次元空間の評価等が可能なヒト脳の反応を再現・評価するAIとその利活用プラットフォームの構築・実証
- 脳波計測等を活用したヒト感性情報を集約し、**フィジカル空間のみならず我が国のサイバー空間の研究に有効活用できるデータベースの構築**
- ヒト脳の情報を活用したAI・システムによる知覚認知の社会受容性向上に向けた、ELSI課題等に関する検討

各種政府戦略

統合イノベーション戦略2022

第2省 **Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策**

1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革
 - (1) サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出
 - ④ デジタル社会に対応した次世代インフラやデータ・AI利活用技術の整備・研究開発 今後の取組方針「AI戦略2022」に基づき、中核研究開発の更なる推進。**AI関連中核センター群が連携して我が国のAI研究開発を牽引すると同時に、脳情報解読技術のELSIに関するガイドラインを作成するなどの倫理的な検討を推進。**

AI戦略2022（別紙）

- 第二部 差し迫った危機への対処 (3) Resilient and Responsible AI でのリーダーシップの確立
脳情報を活用し知覚情報を推定するAI技術等の社会受容性の確保
- 第四部 「すべてにAI」を目指した着実な取組 2. 研究開発体制の再構築 (2) 中核研究プログラムの立ち上げ
映像等を視聴した際に人が知覚する内容を直接推定するAI技術等に必要**な脳情報データベースの構築**
脳モデルを利用したAI技術の研究開発

総務省

情報通信研究機構（NICT）における研究開発（既存の施策）

動画等を視聴した際の脳の反応の再現、VR等による脳への影響の評価に係る研究開発を実施

→ これらの研究を三次元空間の評価等に展開し、**国主導で早急に社会実装することで、我が国全体の研究の促進が可能**

資料2 「脳情報を活かしたサイバー空間の感性評価技術の社会実装」の概要

【背景・現状・課題】

メタバース空間を含むサイバー空間については今後さらなる活用の拡大が見込まれ、多様な応用研究の検討が開始されている。

しかし、**メタバース空間を含むサイバー空間の健全性の確保、倫理課題等については、未だ基準がなく、脳に与える悪影響も懸念される**（脳への過剰負荷による不快感、アバターによる醜形恐怖の助長等）。身体性インターバース情報（触覚、身体固有感覚の再現）についても、不適切に利用されれば、不快感を催したり、事故などにも繋がりうる（たとえば、意図せず平衡感覚を狂わせてしまう、過度な歩行補助等によりかえって自由が奪われたと感じてしまう、等）。**次期SIPの課題にも、インターバースに関する生体安全性やELSIの検討と対策が挙げられている。**（「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」の「社会実装に向けた戦略」）

総務省にて従前より研究開発を実施してきた、脳の状態や脳への負荷を客観的に評価できるAI・システムを高度化し三次元空間の評価等に適用し、さらに、脳情報のプラットフォームを構築することにより、我が国におけるメタバース空間を含めたサイバー空間の研究を促進し、さらに、それら技術の社会受容性向上に向けた取組を推進することを本研究開発の目標とする。

【施策内容】

- **三次元空間の評価等が可能なヒト脳の反応を再現・評価するAIとその利活用プラットフォームの構築**
- **脳波計測等を活用したヒト感性情報を集約し、フィジカル空間のみならず我が国のサイバー空間の研究に有効活用できるデータベースの構築**
- **ヒト脳の情報を活用したAI・システムによる知覚認知の社会受容性向上に向けた、ELSI課題等に関する検討**

【研究開発等の目標】（BRIDGE実施期間で目指す目標）

- 本AIを利用したサイバー空間に関する共同研究等を3件以上実施
- 実際のユースケースを幅広く検討し有望なユースケースを選定し、選定したユースケースでの実証を1件以上実施
- NICTにおける脳情報のデータベースの構築
- 本研究の社会受容性確保に向けた検討を行うとともに、研究成果について、国際学会において発表を実施

【社会実装の目標】（BRIDGE終了後の社会実装の目標）

- 本AIの利用促進に努め、BRIDGE終了後3年以内に製品開発等の実績を5件以上立ち上げ
- 国のデータベースであることを活かし、多様な利害関係者からのデータの循環（ユーザーからのフィードバック）がうまく機能するよう展開を促進
- BRIDGE終了後3年以内に、海外における本プロジェクト成果の活用実績を作る

【対象施策の出口戦略】（BRIDGE終了後に各省庁で実施する施策）

- **Society5.0の実現に向けた当該AI・システムの更なる研究開発、社会受容性向上に向けた取組の実施**
- 本事業で実施するガイドライン化等の取組を適用した民間企業との共同事業等の実施等、**脳情報を活用した事業における先行者事例の創出**
- 究極のコミュニケーションである**ヒト脳を再現する「CiNet Brain」プロジェクト**※への反映 ※AI戦略2021に定める総務省の研究開発重点項目のひとつ。

これらのBRIDGEの成果を活用して、総務省の施策目標である脳情報を活用した次世代の情報通信を実現していく。

○統合イノベーション戦略や各種戦略等との整合性

統合イノベーション戦略2022には以下のとおり記載あり。

第2省 Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革

(1) サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出

④ デジタル社会に対応した次世代インフラやデータ・AI活用技術の整備・研究開発 今後の取組方針

「AI戦略2022」に基づき、中核研究開発の更なる推進。

AI関連中核センター群が連携して我が国のAI研究開発を牽引すると同時に、脳情報解読技術のELSIに関するガイドラインを作成するなどの倫理的な検討を推進。

AI戦略2022（別紙）には以下のとおり記載あり。

第二部 差し迫った危機への対処（3）Resilient and Responsible AIでのリーダーシップの確立

脳情報を活用し知覚情報を推定するAI技術等の社会受容性の確保

第四部「すべてにAI」を目指した着実な取組 2. 研究開発体制の再構築（2）中核研究プログラムの立ち上げ

映像等を視聴した際に人が知覚する内容を直接推定するAI技術等に必要な**脳情報データベースの構築**

脳モデルを利用したAI技術の研究開発

○重点課題要件との整合性

本事業は「**次期SIP/FSより抽出された取組**」に該当する。

次期SIPの課題のひとつである「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」については、FS調査の結果等もふまえ、「社会実装に向けた戦略」として、「【技術開発】フィジカル空間への価値観流のためのインターバース技術の研究開発（後略）」、「【制度】インターバースに関する（中略）生体安全性やELSIの検討と対策」、「【社会的受容性】先駆的事例送出に伴う関係者の理解の深化」が挙げられているところ。

本事業は、**メタバース空間を含むサイバー空間からの情報によりフィジカル空間に存在する脳がどのような影響を受けるのかを新技術により明らかにし（【技術開発】）、客観的な評価をもってインターバース技術に対する安全性を評価することを可能とし（【制度】）、その社会受容性を確保するためのELSIの検討や（【制度】）、先駆的事例の創出として関係企業との共同研究を行う（【社会受容性】）**ものである。

さらに、本課題については、案件形成段階からSIP課題「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」のPD、サブPDと議論を進めており、SIPの取組内容が公募により決定し次第、具体的な連携を検討するという方向性について同意したところ。今後も随時情報共有を行っていく。

また、当該SIP課題について「我が国の強みである自動車、家電、センサデバイスなどの産業を活かし、インターバース開発・ルール形成を進めることで、バーチャルエコノミーで先行する諸外国とは異なるタッチポイントを取る」との説明がなされているが、本事業は、脳AIによる正確な評価のプラットフォームにより、それらの、**我が国が強みをもつ自動車等の企業の取組みを助けるものである**。（具体的には次項の「想定するユーザー」にて詳細を説明。）

○SIP型マネジメント体制の構築

SIP型マネジメント体制を確保するため、PDは、脳情報通信に係る研究開発等計画策定を実施し、脳情報の活用に係る制度・予算等についても政策的観点から有する、総務省研究推進室長が務め、マイルストーンの設定や進捗管理、機動的な研究開発等計画変更を行うものとする。それを補佐する体制として、これまで、脳情報通信技術について研究開発を実施してきた、情報通信研究機構（NICT）の脳情報通信融合研究センター（CiNet）の研究者が事業実施機関として参画する。さらに既存のコンソーシアム等を活用し、産業界からの参画を推進する。

○民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化

民間研究開発投資誘発効果として、本AI・システムに対する**マッチングファンドが見込まれる**。(詳細は「民間からの貢献額(マッチングファンド)」にて記載)
 さらに、データベースの構築やそのための脳情報の測定には膨大な時間と費用がかかるが、本AI・システムを国主導で作成し、NICTにおいて脳情報のデータベースの構築とユーザー企業による活用を可能とすることで、個社が類似のAIの構築に必要な脳情報を収集する必要がなくなり、我が国全体で見たときの支出の効率化を図ることができる。

○民間からの貢献額(マッチングファンド)

マッチングファンド比率は30%程度を見込んでいる。

内訳としては、既存の脳情報通信に係るコンソーシアムからの企業拠出金の活用や、本AIに関する資金拠出型共同研究において、企業から得られる資金的、人的援助について、過年度の実績を考慮すると、30%程度となることが見込まれる。

○想定するユーザー

本事業にて研究開発を実施する技術は、社会実装後に活用を希望している企業が既に多数存在している。例を以下に示す。これらの**企業のニーズを的確に踏まえたデータ収集・AI構築・実際のユースケースでの実証等を行うことにより、基礎研究的ではなく、社会実装に直接貢献するプロジェクトとなることを目指す**。更に、**SIP課題との連携による社会実装の更なる加速化に向けた取組の実施や、バーチャル空間のビジネスや安全性評価にも貢献できるプロジェクトとなることを検討する**。

例1：車内空間の快適な設計のための、三次元空間評価AIの開発

大手自動車メーカーの中には、自社製品である車内空間の検討に当たって、既存のAI等では困難であった車内空間(三次元空間)の評価を可能とするAIの開発を希求する声がある。



例3：脳波を活用した脳の疲労状態の測定手法の開発

オフィス空間設計等を担う企業の中には、従業員の脳情報をリアルタイムに捉え、それとオフィス環境について相関を見ることで、より優れた、働きがいのあるオフィス設計に役立てようという動きがある。さらに、この技術をメタバース空間を含むサイバー空間におけるオンライン会議等においても適用することで、より優れたサイバー空間の設計に活用することができる。

例2：SIP課題との連携による社会実装加速化

SIP課題「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」で取組むとされる身体性インターバス技術等については、本プロジェクトで取組む脳情報技術を応用することにより、身体感覚共有等における脳反応の検証等が可能となると考えられ、現在、具体的な連携の可能性について議論を進めている。



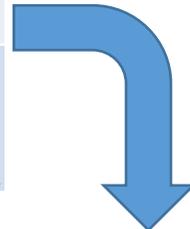
資料4 イノベーション化に向けた工程表

イノベーションに向けた工程表については、本プロジェクトの社会実装目標（当該AIによる製品開発の実施、当該AIを活用できるデータベースの構築等）を見据えて、以下の通り各年度の目標設定を行った。

これらの目標の達成のため、研究開発の促進・データベース構築といった研究開発に加え、**SIP課題「バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備」との連携による社会実装の加速化の可能性の模索、企業ニーズのヒアリングを通じた取得すべきデータの明確化、企業との共同研究件数の拡大等**の取組を実施する。

	1年目 2023年度	2年目 2024年度	3年目 2025年度
三次元空間の評価が可能な脳AI等の構築・実証	三次元空間等のAIによる評価について、想定使用環境でのテスト（TRL4）。	現在本技術について関心を持っている企業の中から、ビジネスパートナーを選定し、当該企業との協力の下、実使用環境下におけるプロトタイプの実証を実施し、脳AIの性能を実証、運用方法を確立。加えて、実際のユースケースを幅広く検討し有望なユースケースを選定し、選定したユースケースでの実証を実施し効果検証。（TRL6～7 / BRL6～7）	サイバー空間評価に係る技術情報の取りまとめ（TRL6～7）、事業計画の検討（BRL6～7）。構築した脳AIの実際のユースケースでの活用モデルを創出し、事業計画を策定。（TRL7 / BRL7）
ヒト感性の情報が収集・集約できるデータベースの構築	ヒトの感性に関わる脳情報のデータベースの構築の開始・初期テストモデルの構築（BRL4）		
社会受容性向上に向けたELSI課題等に関する検討	社会受容性確保に向けたガイドラインの検討（GRL4）を実施、初期検（SRL4）を開始。	ガイドラインに沿った研究実施とフィードバックの反映（GRL5）、関係機関等での発表等を実施（SRL4～5）	ガイドラインの公表に向けた調整を実施（GRL6）、国際機関等でのプレゼンスの向上に向けた取組を継続（SRL5）

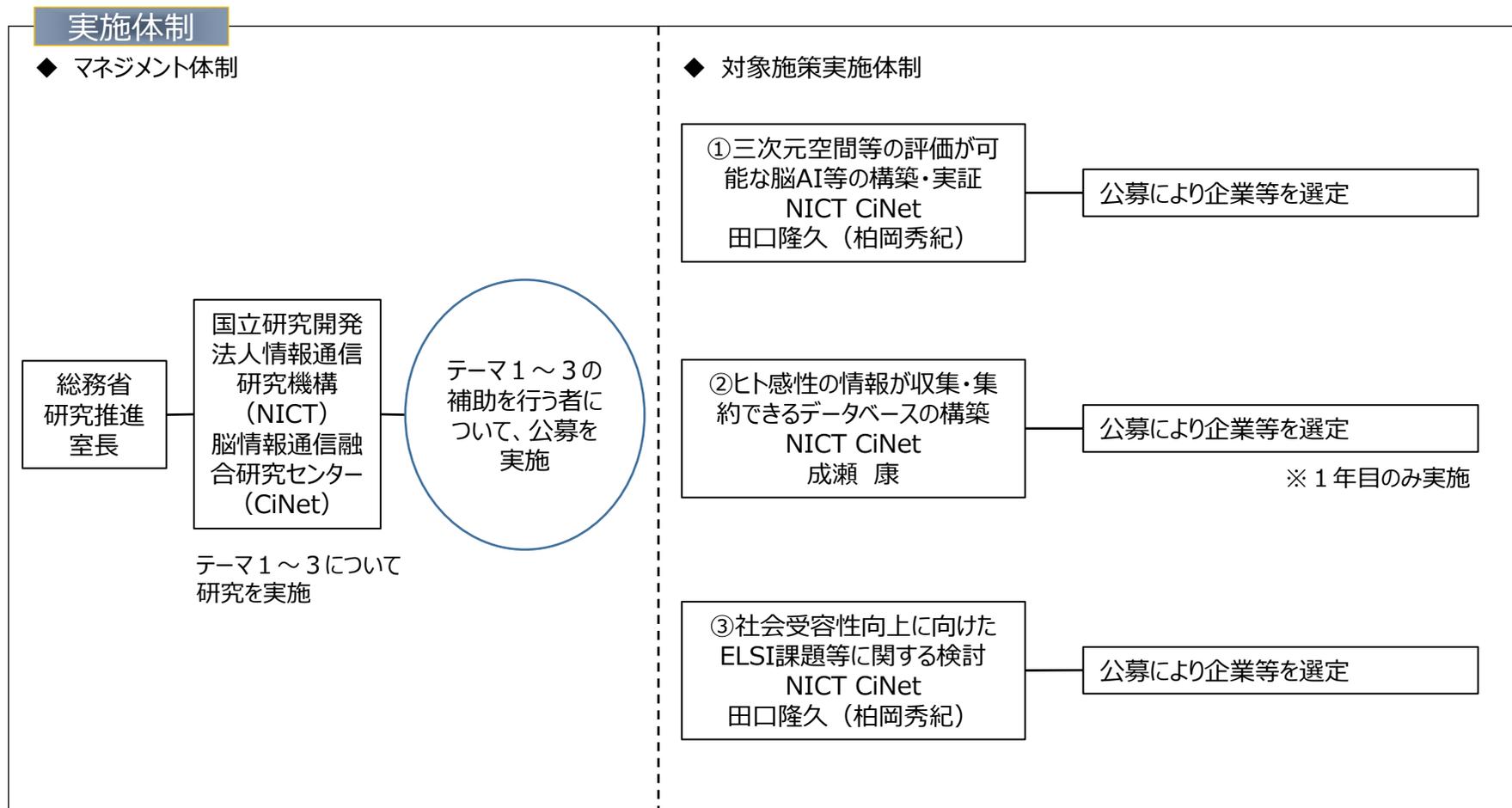
政策全体の
出口戦略への反映



内閣府の施策
BRIDGEによる社会実装加速化

総務省の施策
脳情報を活用したAIの研究開発

- Society5.0の実現に向けた当該AI・システムの更なる研究開発、社会受容性向上に向けた取組の実施
- 本事業で実施するガイドライン化等の取組を適用した民間企業との共同事業等の実施等、脳情報を活用した事業における先行者事例の創出
- 究極のコミュニケーションであるヒト脳を再現する「CiNet Brain」プロジェクトへの反映



資料6 「脳情報を活かしたサイバー空間の感性評価技術の社会実装」の目標及び達成状況（1年目）

- 総務省にて従前より研究開発を実施してきた、脳の状態や脳への負荷を客観的に評価できるAI・システムを高度化し三次元空間の評価等に適用し、さらに、脳情報のプラットフォームを構築することにより、我が国におけるメタバース空間の研究を促進し、さらに、それらの技術の社会受容性向上に向けた取組を推進することを本研究開発の目標とする。
- 具体的には、以下4項目の達成を、研究開発期間全体を通じた目標とする。
 - 本AIを利用したサイバー空間に関する共同研究等を3件以上実施
 - 実際のユースケースを幅広く検討し有望なユースケースを選定し、選定したユースケースでの実証を1件以上実施。
 - NICTにおける脳情報のデータベースの構築
 - 本研究の社会受容性確保に向けた検討を行うとともに、研究成果について、国際学会や国際機関において発表
- これを達成するため、1年目の年度目標を以下のように定める。

テーマ等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況（年度末報告）
①三次元空間の評価が可能な脳AI等の構築・実証	三次元空間のAIによる評価について、想定使用環境でのテスト（TRL5）を達成、ビジネスパートナーとの初期テスト（BRL5）を達成。 具体的には、サイバー空間における三次元空間等の刺激データの構築を開始し、脳情報を収集するとともに、リアル空間を対象にした脳AIをサイバー空間においても活用可能な改変について検討し、サイバー空間でも活用可能な脳AIの構築を開始する。	<ul style="list-style-type: none"> ・再配布可能で汎用的なサイバー空間の1時間程度の回遊動画データ(fMRIでの刺激用データ)を構築し、それをを用いたfMRIによる脳活動の計測を40名分実施。 ・計測したデータを用いて、サイバー空間でのモデルを構築。また、サイバー空間における印象評価に活用可能な脳AIモデルの初期バージョンを構築。 ・ビジネスパートナーとの初期テストについては、共同研究を実施しているコンソーシアム（8社が参画）と、次年度のプロトタイプの実施に向け必要な調整を実施。
②ヒト感性の情報が収集・集約できるデータベースの構築	ヒトの感性に関わる脳情報のデータベースの構築の開始・初期テストモデルの構築（BRL4）。 具体的には、ヒトの感性に関わる情報のラベルが付いた脳波などの脳情報のデータベースの構築を開始し、この脳情報データを使ってその時の感性情報の推定を試みるテストモデルの構築を開始する。	<ul style="list-style-type: none"> ・人の気分に関するラベルが付いた脳波データをのべ180人分、モチベーションに関するラベルのついた脳波データをのべ100人分取得。 ・人の気分を脳波から推定するモデルのプロトタイプを構築。
③社会受容性向上に向けたELSI課題等に関する検討	社会受容性確保に向けたガイドラインの検討（GRL4）を実施、初期検討（SRL4）を開始。 具体的には、サイバー空間での当該技術の利活用にむけたガイドラインの作成を開始する。そのために、これまでに検討してきた社会受容性確保に向けたガイドラインをベースに、サイバー空間に深い知見を持つ委員を加え、検討会を実施する。検討会においては、ガイドラインへの追加要件、メタバース特有の基準の必要性などを検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでに作成したガイドラインをベースにサイバー空間での利活用を含めたガイドラインを作成するため、有識者から意見・課題等を直接聞き取る形として検討会を代替し、9名の企業等の有識者へのヒアリングを実施。 ・国外に向けた活動について、2年目以降に実施としていたが、関連の国際会議において積極的な議論が始まっている状況を踏まえ、当初の計画を前倒しし、PRISMで作成したガイドラインの英訳を行いインプットを実施。加えて、OECD-BNCTの関連議題を担当し今年度中に継続的に開催される会合等で当該ガイドラインを活用し議論をリード。

資料 6 「脳情報を活かしたサイバー空間の感性評価技術の社会実装」の目標及び達成状況（2年目）

○ 1年目の成果を踏まえ、2年目の年度目標を以下のように定める。

テーマ等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況（年度末報告）
<p>①三次元空間の評価が可能な脳AI等の構築・実証</p>	<p>初年度に構築したサイバー空間における三次元空間等の刺激データを1時間程度増強し、モデル構築の為に脳情報を追加収集。 本技術について関心を持っている企業の中から、ビジネスパートナーを選定し、当該企業と共同研究契約を結び、実使用環境下におけるプロトタイプの実証を実施し、脳AIの性能を実証、運用方法を確立。 加えて、実際のユースケースを幅広く検討し有望なユースケースを選定し、選定したユースケースでの実証を実施し効果検証。 (TRL6~7 / BRL6~7)</p>	<div data-bbox="1350 629 1837 906" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>次年度の年度末評価の際に記載</p> </div>
<p>③社会受容性向上に向けたELSI課題等に関する検討</p>	<p>ガイドラインに沿った研究実施とフィードバックの反映（GRL5）、国内外の関係機関等での発表等を実施。（SRL4~5） 具体的には、テーマ1において、ガイドラインに沿った研究を実施し、これまでの検討で不足している社会受容性の確保に向けた課題を明らかにし、そのフィードバックをガイドラインに随時反映。 (GRL5) 1年目の成果を含め更新したガイドブックを国内向けに公開。 引き続きOECD-BNCTにおけるELSI関係の検討会の構成員として参画し、国際社会のルールメイキングに積極的に貢献するとともに、世界的な動向を調査し、ガイドラインの国内外への発信を行う。</p>	

参考 1 三次元空間の評価が可能な脳AI・システム等の構築に係る技術の概要①

本事業のうちテーマ1では、脳情報から知覚情報を推定し感性予測を行うAI技術によってメタバース空間を含むサイバー空間におけるヒト脳の反応を再現するような技術を活用することを想定している。さらにテーマ3では、脳情報を活用する場合のELSI課題について現在実施されている検討を、社会に拡げることが想定している。

技術等の概要

NICTでは、従来より脳情報を活用したAIモデルの構築に向けた研究開発を実施。



各情報を紐付け・脳活動をモデル化 (脳AIモデル構築)

従来のAIが苦手とする、感性・情動的な価値の評価・探索・予測が可能



この動画を見たら人間ならこういった印象を抱くだろう

さらに近年では、脳情報関連技術の社会受容に関する調査研究 (ELSI調査) も実施。

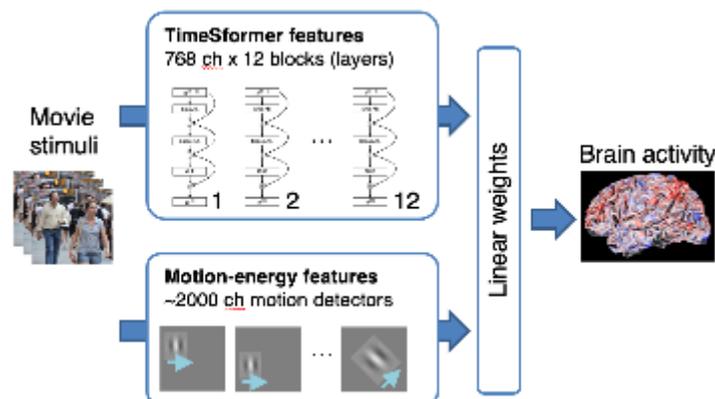
Ethical, Legal and Social Issues



学術的評価、社会実装の状況

脳予測コンテスト (MIT-IBM Watson AI Lab等主催) において世界3位 (参加73チーム中) に入賞。

AI系主要国際会議ICLRにおいて脳AI融合に関するワークショップを主催。



12種類の動画を自然な順番に並べ替えるテスト。

VR環境の3D映像の評価について、既存のCM等の動画の評価用モデル等を利用したいと企業から要望があり、トライアルを実施。

3Dに対応したfMRI広視野映像提示システムを構築し、3D映像提示の祭の視線計測システムを試作、広視野の評価モデルを構築中。



広視野fMRI用視線計測システム試作機

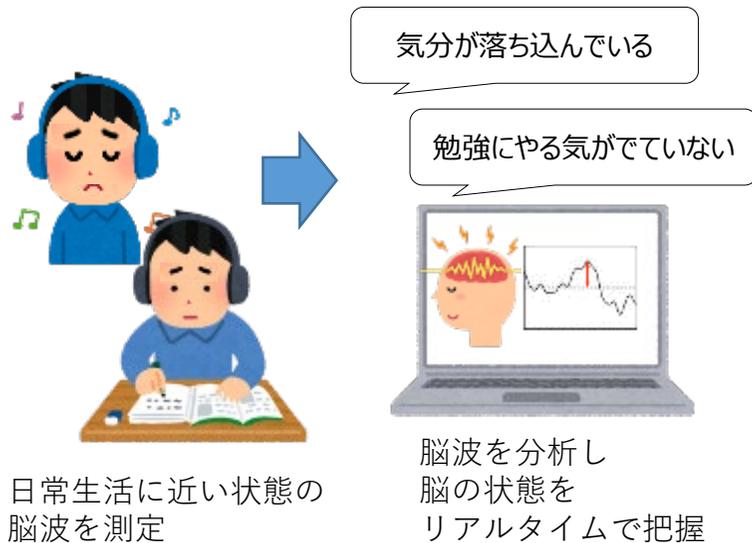
ELSIシンポジウム(2023.3.14)を実施する等、脳に関するELSI課題についての検討を継続中。

参考2 三次元空間の評価が可能な脳AI・システム等の構築に係る技術の概要②

本事業のうちテーマ2では、脳波により人の感性を分析する技術によってメタバース空間を含むサイバー空間におけるヒト脳の反応を評価するような技術を活用することを想定している。

技術等の概要

NICTでは、従来より脳波を測定・分析し脳の状態をリアルタイムで把握、行動変容につなげるための研究開発を実施。



学術的評価、社会実装の状況

ニュースを聞いている時の脳波からメンタル状態を推定するモデルを構築し、Scientific Reports誌に採択され、特許出願を実施(特願2022- 87801)。さらに、本研究をメンタル状態の日間変動を考慮したモデルに発展させるため、長期的な気分指標の取得と脳波計測を継続中。

加えて、**サイバー空間での脳波計測実験系の構築にも成功**し、研究成果がFrontiers in Human Neuroscience誌に採択された。

また、メタバース空間におけるアバターを変えることで気分が変化するプロテウス効果に関する研究も進めており、研究成果について論文投稿中である。

勉強等のモチベーションに関連する脳波指標の特定を進め、Front. Neuroergonomics誌に採択された。

ジェルが不要でいつでもどこでも誰でも利用可能な脳波計を開発し、技術移転することで、企業から製品化された。

