

第 6 章 募集対象となる領域およびグランドチャレンジ

本章では、領域ごとのプログラムオフィサー（PO）の考え方や、グランドチャレンジ（GC）の詳細を記載しています。

グランドチャレンジは、これまでの常識にとらわれない挑戦的な研究開発を募り、推進するために設定するものです。本章に記載された技術例や活用例は仮説的に記載されたものであり、求める研究開発提案はこれらに限定されるものではありませんので、応募に際しては、ご自身が挑戦したい研究開発課題とグランドチャレンジとの関連を幅広く捉えて検討してください。

また、提示した GC01～GC10 のグランドチャレンジ以外のグランドチャレンジ GC00 を提案者自身が設定し、研究開発提案を行うことも歓迎します。

目次

第 6 章 募集対象となる領域およびグランドチャレンジ	1
6.1 プログラム実施にあたって	2
6.2 領域	3
6.2.1 中尾領域（主に情報通信分野を対象）	3
6.2.2 川原領域（主に情報処理分野を対象）	5
6.3 2024 年度募集対象のグランドチャレンジ	7
GC00：提案者が設定するグランドチャレンジ	7
GC01：人や AI を拡張し新体験を共創可能なコミュニケーションサービス	8
GC02：ニーズや技術の変化に追従し再構成が可能なネットワークアーキテクチャ	9
GC03：地球規模のカバレッジを実現する垂直統合ネットワークの構築	10
GC04：攻撃者有利の根本課題を解決するサイバーフィジカルセキュリティ	11
GC05：容量・遅延・電力性能の超飛躍的向上を可能とするデバイス・通信方式	12
GC06：環境に溶け込むセンサからのマルチモーダル情報センシング	13
GC07：膨大化し続ける情報・意味空間を扱う情報アーキテクチャ	14
GC08：目的関数や制約条件が変化する事象やシステムを解析・最適化する新理論の創出	15
GC09：あらゆる情報を永久に記録・活用しデータ主権を守りつつ情報流通を刷新するトラストフレームワーク	16

GC10 : 新しい材料・回路・プロセッサの創出と設計革新を支えるデバイスインフォマティクス 18
..... 18
(付録) 独自グランドチャレンジ作成に向けた常識-挑戦事例リスト 19

6.1 プログラム実施にあたって



プログラムディレクター

篠原 弘道

日本電信電話株式会社 相談役

これまでの情報通信技術の進歩が、社会生活や経済活動に利便性・効率性をもたらしただけでなく、社会に不可欠なインフラとして様々な分野で新たな価値やビジネスを創出していることは論を俟ちません。今後も、情報通信技術を発展させ続けることが、我が国の持続的成長に不可欠です。しかし、情報通信技術の発展は急速なため、近年の情報・通信に関する研究開発においては特定のテーマや、従来の延長線上での技術発展を追求するテーマの割合が増えているのではないかと懸念しています。

本プログラムでは、社会に大きなインパクトをもたらす挑戦的な目標を掲げ、革新的な技術を創出することを狙いとしています。新たな時代を切り拓くためにも、常識を打ち破るような技術への挑戦を待っています。

6.2 領域

6.2.1 中尾領域（主に情報通信分野を対象）



プログラムオフィサー

中尾 彰宏

東京大学 大学院工学系研究科 教授

I. 領域の目指すところ

昨今、社会経済活動や生命の維持のために、コンピュータやネットワークなどの情報通信を基礎として創造される「サイバー世界」を支える「次世代サイバーインフラ」の重要性が増しています。

我が国は多くの自然災害に悩まされてきましたが、そのたびに発生する情報流通の支障は甚大化しています。また、ひと度、大規模な通信障害が起きれば我が国の社会経済活動が機能不全に陥る危険性をはらんでいることが明らかになってきており、情報通信が社会インフラの重要なライフライン（生命線）であることが再認識されつつあります。

サイバーインフラに対して国民の期待する価値が、「ミッションクリティカル」、つまり業務遂行（mission）に必要不可欠（critical）であること、人間の生命維持や事業・組織などの存続に影響を与える障害や誤作動などを許さないこと、であるならば、我々のサイバーインフラはまだ十分に国民の期待に応えられていないと言わざるを得ません。

以上のような背景を踏まえ、通信工学と情報科学とを融合した新しい発想の技術革新に挑戦し、強力なレジリエンス性を持つサイバーインフラの実現を目指します。もう一つの重要な取り組みが、我が国における情報通信分野の人材育成です。情報通信産業における「人財のプール」を枯渇することなく循環させるには、産業政策だけでは不十分です。国家の命運をも左右する、「人類のライフライン」である次世代サイバーインフラの研究開発を産学官で強力に推進するとともに、情報通信分野における人材育成も併せて進めていきます。

II. 募集・選考・領域運営にあたっての PO の方針

1. 募集・選考の方針

【常識を打ち破るグランドチャレンジのデザイン】

2010年頃、世界的に、インターネットを白紙から再デザインするという研究開発への挑戦がありました。当時、“Successful and widely adopted technologies (e.g. the Internet!) are subject to ossification, which makes it hard to introduce new capabilities.” と言われ、Clean Slate、

つまり黒板を一度消して、情報通信インフラを設計し直すという思想が世界を席卷しました。日本でも「新世代ネットワーク」という取り組みが始まり、その研究開発を通して、SDN (Software Defined Networking)、ネットワーク仮想化、プログラマブルネットワーク、ソフトウェア化などの新しい学術分野が誕生しました。

上記の例のように、CRONOSでは、これまで学会や大学の講義の座学で教えられてきた「常識」を見直し、白紙から大胆に考え直すことを実践します。応募にあたっては、募集要項で示すグランドチャレンジとは異なる、提案者独自のグランドチャレンジも歓迎しますので、大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発構想を考える契機として欲しいと思います。

【研究提案に向けて】

研究過程の半分は、課題を定義 (Problem Statement) し提案手法を提示することであり、残りの半分が、提案の有用性を評価して示すことと言っても過言ではありません。提案時には、いわゆる常識やConventional Wisdomを打ち破るProblem Statement の明確な記述を求めます。

多様な専門知識と人生経験を経た評価者は、人類共通の社会的価値を求めています。未来社会の屋台骨を支えるサイバーインフラを作るための技術革新に向けた提案者の熱い思いが込められ、評価者の胸を打つ研究提案を期待しています。

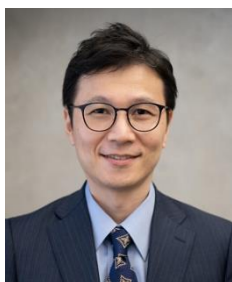
2. 研究開発の推進方針

「次世代サイバーインフラ」という言葉には、通信工学と大規模な計算能力を活用する機械学習やAIなどの情報科学を融合させ、データや新技術の活用に対する社会受容性を考慮しながら取り組む「総合知」に基づく学際的アプローチが必要であるという思いが込められています。

また、大容量・低遅延・多数接続通信の実現がもたらす、人類の幸福度 (Well-being) の向上も重要です。人々の生活を豊かにするためには、多くのユースケースがサイバーインフラ上に実装され経済を回して行く必要があります。例えばサイバーインフラは人間の移動制約を除去し、サイバー世界を活用する新たなモビリティにより、カーボンニュートラルに貢献します。単に通信工学の精度向上だけではなく、大局的な観点で、どのように社会に貢献していくかも常に意識しながら研究推進を図っていきます。

さらに、あらゆる学術・ビジネスがグローバル化し、一国が成し得ることは限定的となってきました。「人と人の繋がり」が研究の根本であり、「国際連携力」は未来社会を支える研究者の必須の素養となっています。研究推進にあたっては、国際連携の観点も取り入れながら研究推進を図っていきます。

6.2.2 川原領域（主に情報処理分野を対象）



プログラムオフィサー

川原 圭博

東京大学 大学院工学系研究科 教授

I. 領域の目指すところ

情報通信技術は、現代社会や日常生活に不可欠なものとなりました。インターネットの誕生以来、新しいパラダイムが次々と提案され、研究コミュニティでの激しい議論や市場での淘汰を経て、今日の情報通信インフラを構成する技術の取捨選択が行われてきました。TCP/IP、Wi-Fi、ソフトウェア無線、クラウドコンピューティング、P2P、Named Data Networking、センサネットワーク、公開鍵暗号方式、ブロックチェーン、深層学習など、数多くの革新的なアイデアが、それぞれの時代のグランドチャレンジに対して解決策をもたらしてきました。技術革新が新たなサービスを創出し、そのサービスが次世代の情報通信インフラを牽引し続けることで、技術とアプリケーションが相互に影響し合いながら新たな時代を切り開いています。こうした循環を生むにはトップ研究者による知識、経験、そして直感に基づく大胆な未来予測とグランドチャレンジの提案が極めて重要な意味を持つと考えています。

では、良いグランドチャレンジとはどのような特徴を持つべきでしょうか。技術的実現の難易度が高く、野心的な目標設定であることは重要な要素ですが、さらに重要なのは、挑戦そのものが刺激的で、多様なステークホルダーが共感し、共同で目標達成に取り組みたくなるような「登りがいのある山」であることです。歴史を振り返れば、革新的な技術も当初はデメリットが目立つものでありながら、長期的な視点と広範な改善努力により、最終的には広く受け入れられるものになったものが少なくありません。アイデアを囲い込むのではなく、ハードウェアやソフトウェアが研究プラットフォームとして学術コミュニティや開発者に対して公開・共有され、利用されることも重要です。AI分野でのベンチマークデータの構築と公開も、効果的なグランドチャレンジの例と言えるでしょう。このようにして、挑戦を通じて技術の進化を促し、より良い未来を共に創造していくことが、良いグランドチャレンジの本質ではないかと考えています。

II. 募集・選考・領域運営にあたってのPOの方針

1. 募集・選考の方針

本領域では、情報サービス、情報処理基盤、情報セキュリティ、デバイス・計算方式などに焦点を

置いています。募集要項には、グランドチャレンジ GC01～GC10 が提示されていますが、必ずしもこれに限定されません。

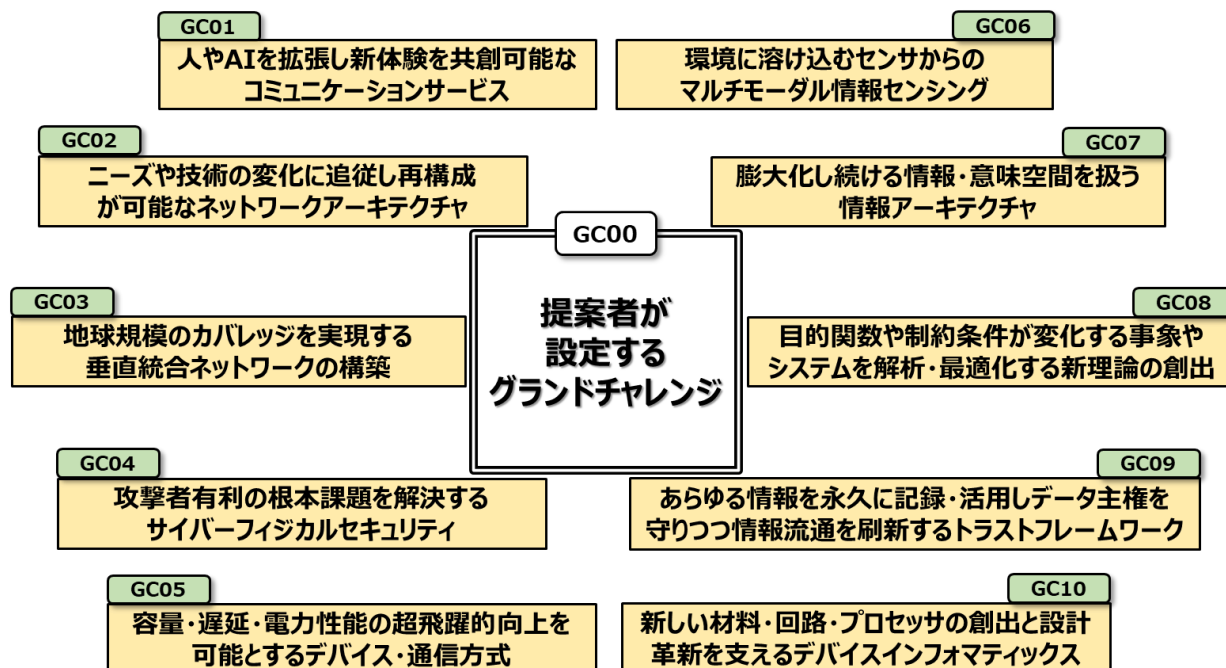
具体的なアプリケーションや達成したいブレークスルーが明確に示され、提案者の研究者としての強みが最大限に活かされる提案を期待しています。つまり、ブレークスルーをもたらす技術が、新技術、新理論、新発見などに基づいており、学術コミュニティにおいても関心を持って取り組まれる課題を歓迎します。選ばれたチャレンジに取り組むことが、提案者個人だけでなく、周囲の研究者や将来の社会にとってなぜ重要なのかをわかりやすく説明してください。また、研究期間終了後には、新たな事業の創出や新技術の実用化につながるスムーズな展開が見込まれる提案を歓迎します。

2. 研究開発の推進方針

基盤研究に加えて、移行研究に取り組むために、追加的な経費を受け取ることができます。移行研究は、概念実証（POC）のほか、ソフトウェア基盤やハードウェアのオープンソース化と生産、配布、ワークショップの開催、社会実装、データセットの共有とベンチマークの制定などが一例として考えられます。社会を巻き込んで新たな課題を浮き彫りにし、さらに基盤研究を見直すなど、研究と社会実装を行き来する機会としてご利用ください。移行研究を上手に活用して、標準化やビジネスモデルの構築、幅広いステークホルダーの参加や協働、インパクトの評価が行われることを期待しています。

6.3 2024 年度募集対象のグランドチャレンジ

2024 年度募集対象のグランドチャレンジは以下のとおりです。グランドチャレンジは、領域共通のものとして設定します。また、提案者自身が設定するグランドチャレンジの提案も歓迎します。



GC00 : 提案者が設定するグランドチャレンジ

本項で示す **GC01～GC10 以外に、提案者自身がグランドチャレンジ自体を設定し、それに基づく研究開発提案も歓迎します。** その場合、研究開発提案書・様式 1 において、グランドチャレンジ「GC00」を選択し、ご自身の考えるグランドチャレンジのタイトルおよび概要を必ず記載してください。

検討にあたり、本章末尾にある「(付録) 独自のグランドチャレンジ作成に向けた常識-挑戦事例リスト」を参考にすることも可能です。なお、このリストは検討にあたっての例示に基づく参考資料という位置づけですので、このリストの内容に沿った提案を行う必要はありません。

GC01：人や AI を拡張し新体験を共創可能なコミュニケーションサービス

【背景】

オンラインコミュニケーション技術により、時間や空間的な制約から解放されたコミュニケーションが可能になった。しかし、ビデオ動画や音声のみの伝送では、対面コミュニケーションの時のような、雰囲気・感情・意図の伝達に問題が生じることがある。また、旧来の対面コミュニケーションでも、言語・文化・知識量の相違などが大きな壁となり得る。これらの障壁は、支援技術による対話能力の強化なしには、相互理解を深めることが難しいという問題を残している。近年では、AI の利用機会が増加しているが、利用者が AI の動作状況を理解できない、また、AI が人間の意図を理解しないなどの問題が顕在化しつつある。さらに今後は、AI 同士を自律的にコミュニケーションさせることで性能を向上させる AI 技術の進展も予想されるが、その場合にも AI 間の知識構造の相違などから相互連携に問題が生じる可能性がある。

これらの技術問題を鑑み、本 GC では、人や AI を拡張し新体験を共創可能なコミュニケーションサービスに挑戦する。

【技術例】以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 雰囲気、感情、意図などに関するマルチモーダル情報を検出、伝達、提示する技術
- ・ 相互理解に必要な情報の自動提示、最適な伝達情報の自動補完などを行う技術
- ・ AI の意図や状態を説明可能な技術、AI が人の感情や意図を理解するための技術
- ・ フェイク情報、過度なバイアスのかかった情報、炎上状態を検知・是正する技術
- ・ 個人の人格や知識をアバターとして再現する技術
- ・ AI 同士の自律的なコミュニケーションや集合知形成を支援する技術
- ・ デバイスを小型化（無線給電、シンクラ化など）、共有化、ステルス化する技術（網膜直描プロジェクター、指向性スピーカーなど）
- ・ 脳から直接情報を取得する技術、脳に直接情報を入力する技術

【活用例】以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 対面以上に快適かつ円滑なオンラインコミュニケーションサービス
- ・ 言語や文化や知識の相違を克服したコミュニケーションを実現するサービス
- ・ SNS 等におけるコミュニケーショントラブルや社会分断を抑止するサービス
- ・ 人と同等かそれ以上のコミュニケーション能力を持つアバターAI・ロボット
- ・ アバターAI・ロボットを用いたコミュニケーションスキル訓練、独居高齢者向け会話代行サービス

GC02 : ニーズや技術の変化に追従し再構成が可能なネットワークアーキテクチャ

【背景】

インターネットは世界共通の通信ネットワークへと発展した。その一方で、仕様改変には多大な合意形成が必要であり、ニーズや技術の変化に柔軟に追従した仕様改訂や継続的な技術進化（マイグレーション）が困難となっている。この問題に応える対策事例としては、多種多様な論理ネットワークが多重化実行できる仮想化技術をコアとしたアーキテクチャの刷新などが挙げられるが、今後の更なる技術革新が期待される。また、ネットワークシステムの大規模化・複雑化により、大規模障害の原因だけでなく、身近な接続断や通信品質の低下の原因でさえ瞬時に把握することは難しく、レジリエンス性の向上が重要な課題となっている。そして、将来的には、人手による動作状況の精緻把握、障害からの復旧が困難になり、それらの自動化が強く求められることも予想される。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、ニーズや技術の変化に追従し再構成が可能なネットワークアーキテクチャに挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ ニーズや技術の変化に応じて、最適なネットワークを構築・運用できる技術・アーキテクチャ
- ・ 複数の論理ネットワークの多重化実行を可能とする仮想化技術
- ・ 論理ネットワーク間の通信プロトコル変換技術、負荷調停技術、隔離保証技術
- ・ 異なる論理ネットワーク上のリソースにシームレスにアクセスする技術
- ・ 状況の精緻把握、瞬時復旧を容易化するシステム設計理論
- ・ システム仕様や動作状況の把握、障害時復旧、障害発生防止策の特定を自動化する技術
- ・ 自己改変による品質向上を可能とするソフトウェアアーキテクチャ（デバッグやプログラミングの自動化）
- ・ 不均質なハードウェアなどが混在しても通信性能とスケーラビリティを両立可能な技術・アーキテクチャ

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ サービスおよび利用者毎のニーズに最適マッチしたネットワークサービス
- ・ アップデート自由度、スケーラビリティ、セキュリティ堅牢性を両立させたグローバルネットワーク
- ・ 地球規模のリアルタイム環境モニタリングや機能分散コンピューティング（ディスアグリゲータッドコンピューティング、スプリットコンピューティング）
- ・ 大規模障害発生時にも瞬時に復旧できるレジリエンス性の高いネットワークやシステム
- ・ スモールスタートアップで構築し、機材を順次追加しながらスケールアップできるネットワークインフラ
- ・ 動作状況を瞬時に分かりやすく提示することで、利用者を安心させるサービスやシステム

GC03 : 地球規模のカバレッジを実現する垂直統合ネットワークの構築

【背景】

地上の多くの地域では、インターネット・移動体通信・衛星通信などによる高性能通信が可能となった。その一方で、電力供給が困難な地上の孤立地帯・海上・海中・宇宙の大半には電波が届かず、通信や状況把握が困難な状況にあり、HAPS や海中ドローン、および、エナジーハーベスティングや無線電力供給などの技術の活用が進むことが予想される。また、それらの領域に個別の専用通信システム（低軌道（LEO）衛星ブロードバンド、水中光・音響通信、IoT 通信など）が存在しても、それぞれが閉じた通信網で時空間的なカバレッジが限られており、地球全域での高性能通信やリアルタイム状況把握は未だに困難な状況にある。加えて、海底ケーブルの検査・敷設、大規模データセンターの膨大なケーブル配線の構築・管理に要する人手やコストの削減なども重要な問題となっている。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、地球規模のカバレッジを実現する垂直統合ネットワークの構築に挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・異なる物理特性や周波数帯域を持つ陸/海/空/宇宙のネットワークを垂直統合する技術
- ・HAPS や海中ドローンなどを活用した無線環境構築技術
- ・HAPS や海中ドローンのメンテナンスコストを削減するエナジーハーベスティングや無線電力供給技術
- ・陸/海/空/宇宙の多数のセンサ連携とデータ同化による高機能仮想センサの構築技術
- ・最適なケーブル敷設・修正・撤去を自動化する技術

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・地球全域をカバーするインターネット
- ・地球全域のリアルタイム環境モニタリング
- ・社会インフラ状態の常時監視サービス
- ・災害地へのオンデマンドな通信ネットワークサービス提供
- ・インターネットの冗長化（陸回線切断時の宇宙回線への自動切替えなど）

GC04 : 攻撃者有利の根本課題を解決するサイバーフィジカルセキュリティ

【背景】

現状のセキュリティ技術は、システムレベルでの多重・多層的な防御、過去の動作履歴に基づいた確率統計を用いた異常検知や防御、システム脆弱性の定期的なアップデートといった受動的な防御手段に依存しており、攻撃者に圧倒的に有利な状況を与えてしまっているという根本的な課題がある。また、攻撃者が Tor などの匿名化された接続経路を使用する場合には、攻撃元の特定すらも極めて困難になる。この問題に答える対策事例としては、接続経路匿名化の無効化、サイバーフィジカル空間の常時監視、攻撃の事前検知、攻撃前の攻撃者無力化、セキュリティ機構のインテリジェントな強化、アプリケーションレベルでのより精密な多重・多層防御などの能動的サイバー防御などが考えられる。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、攻撃者有利の根本課題を解決するサイバーフィジカルセキュリティに挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ ワールドワイドなサイバーフィジカル空間を常時監視し、攻撃者の存在や攻撃発生を事前検知する技術
- ・ 接続経路の匿名化システムなどを無力化し、攻撃者を特定する技術
- ・ 攻撃者システムの情報を収集し、必要に応じて無力化する技術
- ・ 攻撃者システムからのアクセスをおとりシステム（ハニーポット）に誘導し、自動解析する技術
- ・ すべてのアプリケーションやサービスをセキュリティ機構が管理する個別の仮想マシン上で実行するアーキテクチャ
- ・ セキュリティの AI 化技術（システム動作仕様と動作状況の常時把握、攻撃検知、攻撃の無効化、セキュリティアップデートなどの自動化）

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 能動的サイバーセキュリティ・コンステレーション
- ・ 匿名性のないインターネット
- ・ アプリケーションやサービス毎に最適化したセキュリティ機構
- ・ セキュリティパッチを自動生成し、自律的なセキュリティアップデートを行うシステムやアプリケーション

GC05 : 容量・遅延・電力性能の超飛躍的向上を可能とするデバイス・通信方式

【背景】

サイバー空間とフィジカル空間の融合による遠隔化、自動化、省力化などで、様々な制約から解放された世界を実現するには、容量・遅延・電力性能を超飛躍的に向上させたネットワークシステムが必要になる。そのためには、性能上の問題（高速大容量性・低遅延性・低消費電力）に加えて、今後深刻化が予想される運用上の問題（耐障害性、メンテナンスコスト）なども踏まえたデバイスや通信方式を、新しい発想やクリーンスレートな再設計も含む方法により、アーキテクチャから再整理することも必要となる。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、容量・遅延・電力性能の超飛躍的向上を可能とするデバイス・通信方式に挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・低速だが超広帯域な光通信・無線通信デバイス
- ・低コストかつ低消費電力の自己位置検出方式、超高精度な時刻同期方式（nsec オーダー）
- ・自律的かつ分散的に動作するビームフォーミングデバイスによるセルフリーネットワーク
- ・電力線不要なセンサ、アクチュエータ、プロセッサ
- ・階層構造からクリーンスレートに再設計したインターネットアーキテクチャ
- ・AI を介した情報伝達を前提とした新しいインターネットアーキテクチャ
- ・BMI（Brain Machine Interface）技術

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・光回線網による遅延時間の短縮
- ・群知能マイクロロボットの超高速制御、超多軸ロボットの超高速制御
- ・クラウドロボティクス
- ・超精密時刻同期によるディスアグリゲータッド・コンピューティング
- ・インターネット階層のフラットな再設計による遅延時間の短縮・消費電力の削減
- ・AI による通信エラーの補完で再送制御を極小化したオーバーヘッドのないネットワーク
- ・個人用 BMI デバイスによる意図や考えの脳から脳への直接伝送

GC06 : 環境に溶け込むセンサからのマルチモーダル情報センシング

【背景】

単機能センサから得られる情報は限られており、利用者が求める高度な情報とのギャップは大きい。その解決には、環境に溶け込んだセンサから発せられるマルチモーダルな情報を常時収集し続けられる社会規模のセンサネットワークを構築し、複数センサ情報を統合した数理モデルや深層学習を用いて、高精度かつ高機能の仮想的なセンサを実現することが有効と考えられる。また、現状のセンサシステムでは、電力供給のための配線敷設や電池の定期交換など、実装や保守面での制約が大きく、前述のような広範囲にわたるセンサネットワークの構築は容易ではない。しかしながら、エナジーハーベスティングや無線電力供給などの適用により長期間のモニタリングの実現も期待される。このようなセンサネットワークから得られるマルチモーダルな情報をAIで解釈することで、より健康的で効率的な生活、そして持続可能な社会の実現に寄与する可能性が見込める。

これらの技術背景を鑑み、本GCでは、環境に溶け込むセンサからのマルチモーダル情報センシングに挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ エナジーハーベスティングや無線電力供給で各種センサシステムの保守制約を0に近づける技術
- ・ 多数の断片的なセンサ情報を統合するデータ同化技術
- ・ 複数の小規模センサを連携させ、高精度かつ高機能な仮想的なセンサを構築する技術
- ・ ユーザの求める情報を理解し、複数のセンサ情報をもとに最適な判断を下し、アクションを起こす技術
- ・ 各種センサの利用に必要な契約交渉等を自動化する技術
- ・ 不足するセンシング情報をAIで補完する技術
- ・ 深層学習と親和性の高いマルチモーダル情報表現や符号化技術

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 人の一生の記録に基づく健康診断サービス、ライフログ記録サービス
- ・ 膨大なセンサを活用したリアルタイムな社会活動モニタリング及び高精度予測
- ・ ローカルおよびグローバルなマルチスケール情報に基づくデジタル社会シミュレーション、国策や地方政策の意思決定を支援するサービス
- ・ 各種非定型作業のタスクやスキルを認識・実行できるクラウドロボティクス
- ・ プライバシーに配慮しながら地球全土のインターネット上で分散実行されるハイパースケール深層学習モデル

GC07 : 膨大化し続ける情報・意味空間を扱う情報アーキテクチャ

【背景】

情報の意味を定義する統一された理論はまだ確立されていない。工学分野では、情報の希少性に基づくシャノンによる情報量の定義が存在する。しかし、希少性のみでは効果的に扱えない情報の重要な側面は数多く存在する。例えば言語は独自の豊かな意味構造を持つ情報で、これを扱うには膨大なテキストデータを解析した大規模言語モデルが必要である。他には因果関係という情報が、特定の条件が異なる仮想的な状況を扱うのに有用で、反実仮想機械学習などによって解析と活用が進んでいる。さらに多様な情報が、あらゆるデバイスのあらゆるアプリケーションで、時々刻々と生成、編集、複製され、急激に増大し続けている。これらのアプローチは、情報の多様な側面とその意味についての理解を広げるとともに、情報が持つ本質的な意味をインフラでどのように本質的に取り扱うべきかという新たな議論の端緒になる可能性を秘めている。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、膨大化し続ける情報・意味空間を扱う情報アーキテクチャに挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 社会活動（誰が、何時、何に、何をしたか）を含むあらゆる非構造化情報を関連付ける技術
- ・ 情報間の関連付けに基づき、因果構造を推論する技術
- ・ 因果構造に基づき、情報の意味や価値を理解する情報理論
- ・ 求める意味と価値を持つ情報を自動提示するゼロクエリ検索技術
- ・ 新しい意味と価値を持つ情報を自動生成する技術

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 人の意図を理解し、効率的に伝える情報インフラの実現
- ・ 意味と価値に基づく実世界情報の自動ランキング
- ・ 検索することなく必要な意味を持つ情報が手に入るゼロクエリ検索
- ・ リアルタイムマーケティング
- ・ 説明可能な AI
- ・ コミュニケーション、デジタルヒューマン、デジタル社会にかかる AI 基盤モデル生成

GC08 : 目的関数や制約条件が変化する事象やシステムを解析・最適化する新理論の創出

【背景】

目的関数や制約条件が静的に与えられる問題の最適化は、数理最適化の技術を通じて、何がどこまでできるかの理解が深まっている。また、目的関数が不明な問題も、ブラックボックス最適化の枠組みで、強化学習やベイズ最適化など、さまざまな最適化手法が整備されつつある。そして、目的関数や制約条件が変化するような状況における最適化は、オンライン最適化の枠組みで研究が進められているが、その理論や技術の基盤は未だ確立されていない。しかし、現実に現れる多くの最適化では、疫病の流行、市場の値動き、科学の発展、人の意思決定などは、過去の来歴や記憶に応じて、目的関数や制約条件が動的に変化する複雑系現象を扱う必要があり、それらを最適化できる理論や技術の整備は非常に重要となる。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、目的関数や制約条件が変化する事象やシステムを解析・最適化する新理論の創出に挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・過去の来歴によって目的関数や制約条件が動的に変化する事象やシステムの最適化にかかる理論や手法
- ・矛盾した目的関数や制約条件を同時に併せ持つ事象やシステムの最適化にかかる理論や手法
- ・現在の状態のみから未来が一意に決まらない非マルコフ過程の解析にかかる理論や手法
- ・既存の自然言語や数式では記述し切れない知識構造をブラックボックス状態のまま高度化・マージするための理論や手法
- ・最適化に至るエネルギー状態空間の構造解析にかかる基礎理論、および、エネルギー状態空間を単峰化し、最適化を一気に収束させる理論や手法

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・システム障害発生時の自動復旧やシステム攻撃発生時の防衛方法の最適化
- ・中央集権処理と分散処理のバランスをリアルタイムに最適化可能な制御技術
- ・学習コストを飛躍的に削減させた GPU 不要の AI 学習モデル
- ・人以上の創発能力を持つ AI、意思決定を代行できる AI
- ・地震、疫病伝搬、市場の値動きなど精緻な予測
- ・人間のより効率的な学習方法の発見

GC09 : あらゆる情報を永久に記録・活用しデータ主権を守りつつ情報流通を刷新するトラストフレームワーク

【背景】

コンテンツのデータ主権を守る手段としては、デジタル著作権管理 (DRM)がある。DRM では、専用のクラウドサービスやアプリにより配信コンテンツを暗号化し、コピーの禁止や回数制限・利用期限の制限などを保証できる。しかし、コンテンツの全体や一部がコピーされた場合にも、それらを追跡し、二次利用方法を保証するプラットフォームは未だに確立していない。また、誰でもデジタルデータを生成できる時代になったものの、二次利用を促すプラットフォームの確立はまだ進んでいない。特に近年では、AI の学習には大量のデータが必要とされるが、その来歴や利用状況の追跡は難しく、適切な使用許諾や著作物利用料の再分配は契約に基づくより他ない。解決策としては、個人のデータ主権を守りつつ、人・情報・計算に関するあらゆる社会活動（誰が、いつ、何に、何をしたか等）の非構造化情報を効率よく管理・連携・利用できる技術、コピー情報を含む全情報の適切な二次利用方法の遵守と著作物使用料の公正な再分配を保証する技術、違法やフェイク情報の発信源や利用履歴を正確に追跡できる技術の開発が必要になると予想される。さらに、コンピューティング分野では、プログラム実行過程のあらゆる演算結果データを効率よく再利用する事で、演算コストを飛躍的に削減する応用なども予想される。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、あらゆる情報を永久に記録・活用しデータ主権を守りつつ情報流通を刷新するトラストフレームワークに挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・あらゆる情報を永久的かつ高速に記録し、常時活用できるデバイス技術および情報アーキテクチャ
- ・DID（分散型識別子）技術やブロックチェーン技術などで、データ著作権の所在を永久的に保障する技術
- ・二次利用（参照・複製・再配布等を含）に関するあらゆる情報を永久的に記録する技術
- ・複製情報を含むあらゆる情報について、二次利用方法の順守を保証する技術
- ・あらゆる二次利用に関する情報の永久的な保存に基づく、完全なバージョン管理およびコピー情報追跡
- ・情報剽窃の検知、関連情報の高速探索、フェイク情報発信源の特定
- ・プログラム実行過程のあらゆる計算データを永久的に記録・活用できる技術
- ・記録された情報にかかるプライバシー権利等を柔軟かつ確実に守る技術

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・データの二次利用を促進するサービス
- ・データの二次利用方法（コピー時の課金規定等も含）を著作権保持者が動的に規定できるサービス
- ・著作物使用料の再分配、コピーデータや二次利用方法の追跡を保証するサービス
- ・フェイクニュースの発信源の特定・追跡および防止を実現するサービス

- ・過去の計算データを可能な限り再利用できる省エネ情報処理サービス

GC10 : 新しい材料・回路・プロセッサの創出と設計革新を支えるデバイスインフォマティクス

【背景】

デバイスの設計・開発・製造は、長年の知識とノウハウによって支えられてきた。先端デバイス（光デバイスなど）では、経験者の長年の感覚に基づいて研究開発のレシピが決められることもある。例えば製造装置特性も複雑に絡み合うため、製造装置が変わると、最初から条件出しをやり直すなどの問題も数多く生じる。このため、新しい材料・回路・プロセッサの開発には、経験豊富な人材、長い期間、多大なコストが必要となる。しかし、近年、計算機性能の向上に伴う大規模シミュレーション技術、機械学習を用いた未知の物理現象の予測や論理回路の最適化にかかる技術の発展により、設計・開発・製造の自動化が進み、長年の経験やノウハウがなくても要求仕様を入力するだけで、新しいアイデアを効率よく短期間で検証できる可能性が見え始めている。

これらの技術背景を鑑み、本 GC では、新しい材料・回路・プロセッサの創出と設計革新を支えるデバイスインフォマティクスに挑戦する。

【技術例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 求める物性を入力するだけで、可能性のある新材料の構造・製法等を予測する技術
- ・ 計算原理の仕様を入力するだけで、最適な回路の設計・配線、実効性能等を自動的に予測する技術
- ・ プロセッサの設計仕様や回路図を入力するだけで、ファームウェアや検証ソフトを自動作成する技術
- ・ 製造装置の変更に伴う条件出しを自動化する技術
- ・ 経験に基づいていた製造ノウハウやレシピの理論的な意味を推定する技術

【活用例】 以下に限定されるものではなく、それ以外の提案も歓迎

- ・ 仕様を入力だけで、試作チップおよび評価用ソフトを短期間かつ低コストで納品するデバイス試作サービス
(例) 低速ながら大容量な光通信デバイス、秘密計算特化型プロセッサ、
大小比較と加減算のみで高度情報処理を行うプロセッサ、
同期不要な汎用デジタル処理を行うプロセッサ等

【付録】独自グランドチャレンジ作成に向けた常識-挑戦事例リスト

※参考用の事例であり、これに限定されるものではありません

【情報通信】

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 常識：インターネットにはルーターが必須 | →挑戦：ルーターのないインターネット |
| 常識：通信システムには標準化が必須 | →挑戦：標準化が不要なインターネット |
| 常識：複雑な情報の共有には多くの通信が必要 | →挑戦：知識の自動生成による情報共有 |
| 常識：災害や通信障害でデータが消失する | →挑戦：データが消失しない通信システム |
| 常識：インターネットは情報を送受信するだけ | →挑戦：情報処理機能を併せ持つインターネット |

【情報科学】

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 常識：高度情報処理は数値演算で行う | →挑戦：パターン検索に基づく高度情報処理 |
| 常識：高効率の情報処理には乗算・除算が必須 | →挑戦：大小比較と加減算に基づく高効率な情報処理 |
| 常識：学習は目標値に対する誤差削減演算に基づく | →挑戦：関係性の記憶のみに基づく学習 |
| 常識：無矛盾な基底情報の積上げで知識を構成 | →挑戦：矛盾を含む無限情報からの削減で知識を創発 |
| 常識：量子計算には物理的な量子もつれが必須 | →挑戦：深層学習で量子計算に迫る |
| 常識：1種類の知性が量的に進化する | →挑戦：多様な知性構造から新種の知性を生成 |

【システム】

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 常識：非中央集権システムは非効率的 | →挑戦：同期不要な汎用デジタル処理 |
| 常識：システムには特権を持つ管理者が存在 | →挑戦：ユーザ権限でしか利用できないシステム |
| 常識：システムはプログラム通りに動作するだけ | →挑戦：自身の仕様・動作を理解するシステム |
| 常識：セキュリティアップデートは人手で行う | →挑戦：適宜自己改変するシステム |
| 常識：インターネットの原則は匿名性の保証 | →挑戦：匿名通信が不可能なインターネット |
| 常識：コピーされた情報は追跡できない | →挑戦：コピーされた情報を永久的に追跡 |
| 常識：あらゆる情報の全自動関連付けは危険 | →挑戦：あらゆる情報を自動的に関連付ける |
| 常識：低性能 PC を連結してもスパコンにならない | →挑戦：低性能 PC 群からスパコンを構築 |
| 常識：ロボット制御・自動運転などはエッジで行う | →挑戦：リアルタイム制御のクラウド化 |
| 常識：分散システムの時刻同期はmsecの精度 | →挑戦：分散システムのnsec精度での時刻同期 |

【サービスや社会】

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 常識：巨大サービスの開発・運用は高コスト | →挑戦：オンデマンドでサービスを自動生成・運用 |
| 常識：バイアスのない社会やSNSはあり得ない | →挑戦：バイアスの発生原因の証拠を可視化 |
| 常識：意思決定は人が行う | →挑戦：意思決定を行えるAI |