



情報通信科学・イノベーション基盤創出

# 2024年度 募集説明

プログラムオフィサー 川原 圭博

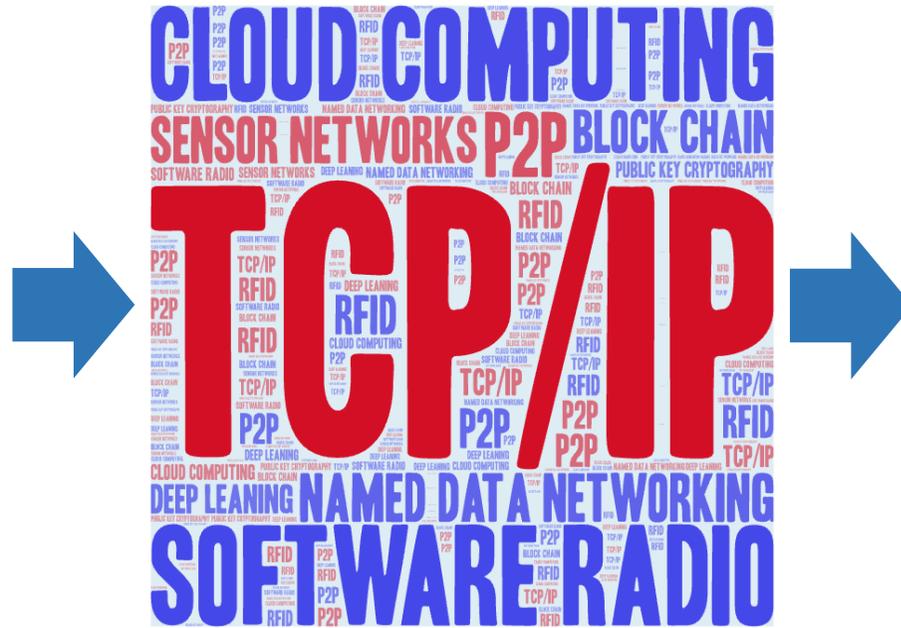
2024年5月

# 領域の目指すところ

【背景】インターネットの誕生依頼、数々の技術がグランドチャレンジの克服のために提案されてきました。

## グランドチャレンジ

- 世界規模の分散型通信インフラを作る
- サーバ・クライアント機能を分散させた真にスケラブルな仕組みを作る
- 取引の透明性を保ちながらデータの改ざんを防ぐ
- ハードウェアを動的に再構成して動的な挙動を実現する



## 新サービス

- 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。
- こうした循環を産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。

# 領域の目指すところ

## 良いグランドチャレンジ：より良い未来を共に創造するための 「登りがいのある山」

1

技術的に実現の難易度が高い野心的な目標設定であること

2

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めること

# 領域の目指すところ

## グランドチャレンジに求めること

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

- 学術及び開発者コミュニティに対して公開・共有され、利用されるプラットフォーム
  - ハードウェアプラットフォーム（例：ソフトウェア無線、センサネットワーク）
  - ミドルウェア、OS
  - アプリケーション、開発ツール
- データの構築と公開、コンペ
  - 各種データセット、ベンチマーク、コンペの開催



# 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】

- 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案が提示されていますが、**必ずしもこれに限定されません。**

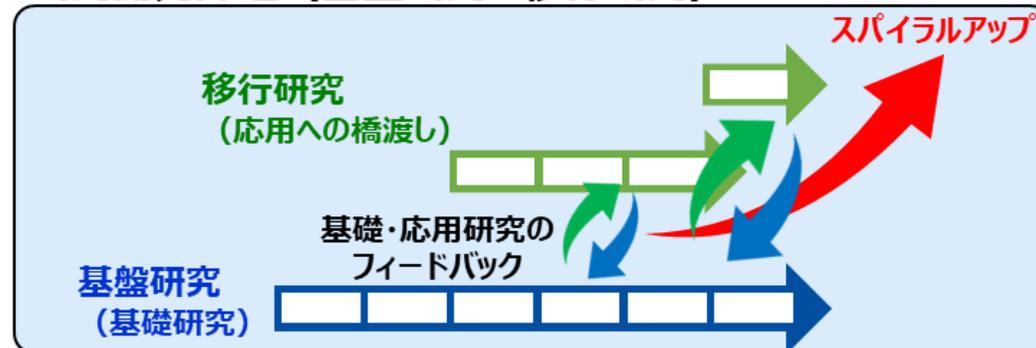
## 【研究提案に向けて】

- 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（トップカンファレンスやジャーナルで高く評価されるような）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。

# 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。
  - データセットの取得と公開、メンテナンス
  - データセットを活用したハッカソンやコンペ、シンポジウムの開催
  - ソフトウェアやハードウェア設計図のオープンソースのためのソフトウェア開発費用
  - 実証実験による技術の有効性評価、キラーアプリケーションの探索
- 技術やチャレンジ自体が自然と広がるもの、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。
- 移行研究期間を上手に活用して、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。

## 研究開発課題（基盤研究+移行研究）



# 研究開発の推進方針

- 本研究が目指すもの：技術やチャレンジ自体が自然と広がるものを期待します
  - 全ての提案が移行研究終了時に実用化フェーズに移る必要はありません
- 提案者の独自性が生きるシーズ志向の研究を歓迎しますが、（門外不出の独自のノウハウ・プロセス等により）誰も真似できない研究は望ましくありません
  - 特許等を取得した上で適切なオープン・クローズ戦略によりコミュニティの広がりが期待できるものは歓迎します
  - ハードウェアの場合は、利用、提供の道筋がついていることが望ましいです
- 周辺技術の見積もりが甘く、マイグレーションパスが明確でないものも劣後すると思います。
  - 例えば、20年後に完成予定の技術Aを前提とした応用技術Bを提案するけれども、Aは提案者自身が行わないような場合は、道筋が明確ではありません。

# 【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

- **限定的な状況理解:** 単機能センサは提供できる情報が限られており、多様なユーザー要求に応えられない。
- **保守の困難さ:** 現在のセンサーシステムは、電力供給や定期的なメンテナンスが必要で実装が複雑。

## 着眼点

- **マルチモーダル情報の活用:** 複数のセンサから得られる異なるタイプのデータを活用する。
- **エナジーハーベスティング:** 環境発電機能を持つセンサーの開発により、電力供給の問題を解消。

## 取り組む内容の例

- **社会規模のセンサネットワーク構築:** 環境に溶け込むセンサを使用して、広範囲でのデータ収集を実現。
- **高度なデータ処理技術の導入:** 数理モデルや深層学習を組み合わせ、高機能な仮想センサを実現。
- **高度な意味の理解:** 収集したマルチモーダルデータを大規模言語モデルなどで解析し、高度な状況理解を行う。

## 【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

### 【技術例】

- ・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情報表現や符号化技術
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

### 【活用例】

- ・人の一生涯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・グローバルマルチスケールな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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

## 課題

- **「情報の意味」に向けた統一理論**：シャノンの情報理論は情報の希少性に着目。しかし、言語の豊かな意味構造や因果関係など、希少性では捉えきれない重要な情報の側面が多数存在。

## 近年の新技术の例

- **大規模言語モデルの利用**：言語は豊かな意味構造持つ情報→大量のテキストデータから学習する大規模言語モデルが登場。
- **反実仮想機械学習**：因果関係という情報を活用し、特定条件が異なる仮想的な状況を扱いシナリオを分析するための新技术に注目。

## 取り組む内容の例

- **情報の意味を探る新たなモデルの開発**：情報の多様性と複雑性を取り込む理論的枠組みの構築。
- **データ解析技術の進化**：進歩したデータ解析技術を使用して、情報の爆発的増加を管理。
- **インフラ内での情報取り扱いの再考**：情報の本質的な意味をどのようにインフラで取り扱うかについての新たな議論の促進。

## 【技術例】

- ・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
- ・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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

## 【活用例】

- ・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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

# 【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

## 課題

- **静的な最適化の進展:** 目的関数や制約条件が静的に与えられる問題の理解が進んでいる。
- **動的な目的関数や制約条件への対応:** 疫病の流行や市場の変動、人の意思決定など、目的関数や制約条件が変化する複雑系現象の取り扱う最適化理論や技術の整備が重要に。

## 現状

- **目的関数が不明な問題:** 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。
- **目的関数や制約条件が変化する状況の最適化:** 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。

## 取り組む内容の例

- 過去の来歴に応じ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関する理論や手法の開発。
- 現在の状態だけでは予測が困難な事象に対する効果的な対応策の模索

# 【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

## 【技術例】

- ・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
  - ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

## 【活用例】

- ・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
  - ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

# 【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

## 課題

- **DRMの限界:** 現在のデジタル著作権管理（DRM）技術は、コンテンツのコピー防止や利用制限は可能だが、コピーされたコンテンツの追跡や二次利用の管理が不十分。
- **データ追跡の難しさ:** AI学習などのための大量データ利用において、その来歴や利用状況の追跡が困難。

## 着眼点

- **非構造化情報の取り扱い:** 人や情報、計算に関連するあらゆる社会活動のデータを効率的に管理し、連携、利用する技術。
- **コンテンツ流通と二次利用技術:** コンテンツの適切な二次利用と著作物使用料の公正な再分配を保証するシステムの開発。

## 取り組む内容の例

- **情報追跡技術の開発**
  - 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。
- **データ主権保護技術の強化**
  - 個人のデータ主権を保護しながら、情報を効率的に管理・利用できる技術。
- **計算コスト削減のための再利用技術**
  - コンピュータプログラム実行過程のデータを効率よく再利用し、演算コストを削減する技術。

# 【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フレームワーク

## 【技術例】

- ・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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

## 【活用例】

- ・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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

# 【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

## 課題

- **経験依存のプロセス:** 光デバイスなどの先端デバイスの開発は、長年の経験とノウハウに大きく依存しており、製造装置の変更が新たな課題を引き起こす。
- **高コストと長期間:** 新しい材料や回路の開発には多大な時間とコストが必要。

## 着眼点

- **計算機シミュレーションの活用:** 大規模シミュレーション技術を利用して、物理現象の予測や論理回路の最適化を行う。
- **自動化技術の導入:** 設計・開発・製造の自動化により、新しいアイデアを効率よく短期間で検証できる方法。

## 取り組む内容

- **自動化技術の開発**
  - 要求仕様を入力するだけで新しいアイデアを迅速に検証する自動化システムの開発。
- **AIによる最適化プロセス**
  - AIを活用して未知の物理現象の探索や製造プロセスの最適化を行う。
- **教育とトレーニングプログラムの強化**
  - 次世代の技術者を育成するためのAIとシミュレーションを組み合わせた教育プログラムの提供。

# 【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

## 【技術例】

- ・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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

## 【活用例】

- ・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
- ・・・等、これに限定されるものではなく、それ以外の技術提案も歓迎

# 【GC00】独自のグランドチャレンジ向けの参考資料（常識-挑戦事例リスト）

## 【情報通信と情報科学に共通する常識】

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

## 【情報通信の常識】

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

## 【情報科学の常識】

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知性を生成

## 【システムの常識】

常識：システムには特権を持つ管理者が存在

→挑戦：ユーザー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

## 【サービスや社会の常識】

常識：巨大サービスの開発・運用は高コスト

→挑戦：オンデマンドサービスの自動生成&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