

SIP 光・量子を活用した Society5.0 実現化技術 研究テーマ「光電子情報処理」の研究開発計画について

2019/8/8

1. 研究開発計画策定の経緯

本研究開発計画の検討においては、専門家メンバーによる分科会を発足し、関係府省もオブザーバーとして加わり、情報処理技術に関する他プロジェクト(*)の成果や取組状況を踏まえた上で、研究開発の方向性(図1)を決定した。

* 内閣府「革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)」、文部科学省「光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)」、経済産業省・NEDO「高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業」

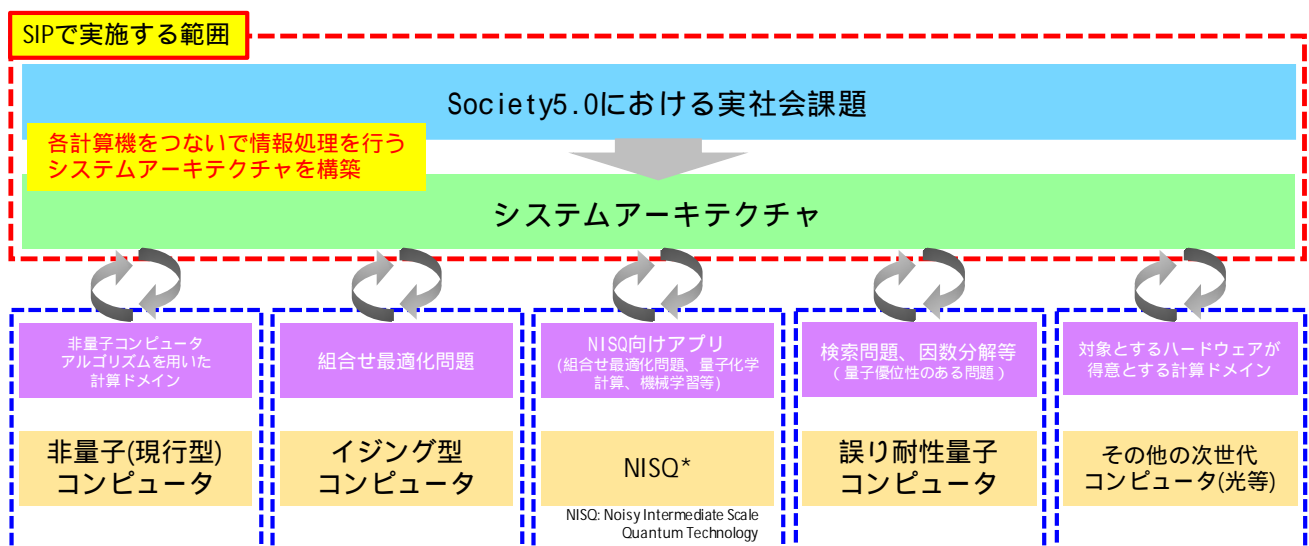


図1 分科会により決定された研究開発の方向性イメージ

2. 研究開発の全体像:

Society 5.0 では、スマート製造や自動車産業、物流、材料など多様な産業分野において、フィジカル空間から膨大な情報をサイバー空間に集積し、これらを瞬時かつ自在に操作し、フィジカル空間にフィードバックすることが求められる。膨大なビッグデータを人間の能力を超えた人工知能が解析し、その結果がロボットなどを通して人間にフィードバックされることで、これまでには不可能とされた新たな価値が産業や社会の至るところにもたらされることになる。

これらを実現するための一つの手法として、これまでイジング型コンピュータ(アニーリング型量子コンピュータや古典技術を用いたイジングマシン)、NISQ コンピュータ、誤り耐性量子コンピュータ等による提案・開発への期待が高まり、現在、我が国でも各々網羅的・技術横断的に研究開発が進められている。これらの計算資源を最適に活用することによって、従来の計算方法に比較して、格段に処理や解析の高速化や高度化ができること期待される。

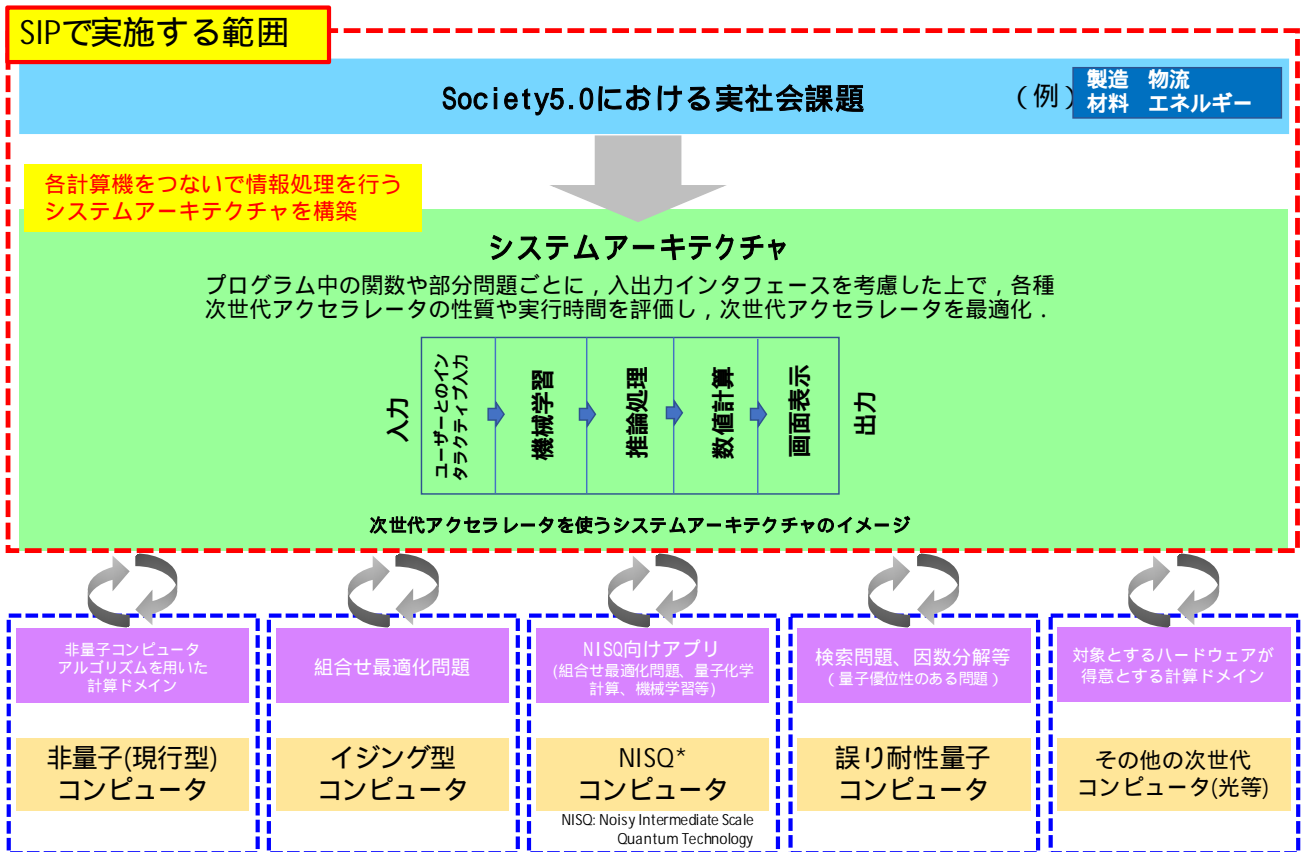
一方で、これら計算資源はアクセラレータとして用いる場合に得意・不得意な分野を持っており、適材適所に用いることが必要である。

例えば、スマート製造分野では、工場内の様々な状態の検知には現行型コンピュータを用い、現行型コン

コンピュータでは困難な多くの製造パラメータの組合せの最適化にはイジング型コンピュータを、また、その過程の機械学習プロセスではNISQコンピュータを用いるというような事例が考えられる。それぞれのプロセスに適した計算資源をアクセラレータとして用いることによって処理の高速化・高度化が実現できる。一連のプロセス集合(=アプリケーションプログラム)が与えられたとき、各種条件のもと、各プロセスをどのアクセラレータで実現するかを、全体最適化することが重要となる。

本研究開発では、イジング型コンピュータ(量子および古典を含む)、NISQコンピュータ、誤り耐性量子コンピュータ等を広く計算アクセラレータとみなし、これらをSociety 5.0に資するアプリケーション分野において、アプリケーションプログラム開発者が活用可能とするシステムプラットフォームを構築し、またこれらの計算資源を最適活用することで、Society 5.0実現のためのボトルネックを解消することを目標とする。

また、アクセラレータを活用するためには、活用するアクセラレータに最適な入力データフォーマットを準備(プリプロセス)し、また出力データを取り出し、解釈(ポストプロセス)する必要がある。本研究開発では、こうしたそれぞれのアクセラレータを適材適所で利活用することを念頭に、Society 5.0に資するアプリケーションプログラム全体を高速化・高度化することで、従来の計算方法と比較して、格段に処理や解析を高速化・高度化する次世代アクセラレータ基盤の研究開発に取り組む。



本テーマでは、Society5.0における実社会課題を解決するアプリケーションプログラムにとって最適なアクセラレータの活用を可能とするソフトウェア、当該プログラムと各種アクセラレータ間のインタフェース、などを研究開発の対象とする。また、個々のアクセラレータのハードウェアは外部から調達する。

図2 次世代アクセラレータ基盤に係る研究開発の方向性

3. 具体的な実施内容:

1) 次世代アクセラレータ・コデザイン技術

Society 5.0では、膨大なデータを高速かつ高精度に計算する必要がある、これを実現するための次世代アクセラレータとして、イジング型コンピュータ、NISQコンピュータ、誤り耐性量子コンピュータ等が研究開発

されている。これらは、それぞれ得意・不得意な分野を持ち、またアクセラレータを活用するためには、アプリケーションプログラムによって、アクセラレータに投入するデータを準備し、これをアクセラレータに投入、アクセラレータによる処理の後、計算結果を取り出し、これをもとに、元のアプリケーションプログラムの実行を継続する必要がある。アクセラレータの成否は、アクセラレータの処理時間だけでなく、アクセラレータへの入力データ準備・入力データ投入、さらには出力データ取り出し・出力データの解釈等、一連の処理全体で決まる。さらに、最適な出力結果を得るために、パラメータや条件を適宜変化させながら、入力データの準備・投入や出力データの取り出し・解釈が複数回必要になる場合も考えられる。

アプリケーションプログラム全体を高速化・高度化するためには、イジング型コンピュータ、NISQ コンピュータ、誤り耐性量子コンピュータや、GPU などの古典アクセラレータを前提に、プログラム中のどの部分に対して、どのようなアクセラレーションが適切か、また実際にアクセラレータとして何を使うべきかを考え、アプリケーションプログラムの最適化と、アクセラレータの最適化を同時に実行することが不可欠になると考えられる(次世代アクセラレータ・コデザイン)。上記を踏まえ、本研究開発では、次世代アクセラレータ基盤技術として次世代アクセラレータ・コデザイン問題を定式化し、この最適な解法を研究開発する。具体的な研究開発事項として以下のものを取り上げる：

次世代アクセラレータ・コデザイン問題の定式化

Society 5.0 に資するアプリケーションプログラムに対して、これを各種の次世代アクセラレータで高速化・高度化することを前提に、次世代アクセラレータ・コデザイン問題を定式化する。次世代アクセラレータを前提にアプリケーションプログラムアーキテクチャを抽象化し、処理速度・計算コストを最適化することが求められる。

次世代アクセラレータ・コデザイン問題の解法

定式化された次世代アクセラレータ・コデザイン問題を解法するしくみを研究開発する。アプリケーションプログラムに対して、各種の次世代アクセラレータを呼び出す、結果を受け取るしくみを取り入れ、アプリケーションプログラム全体の高速化・高度化を実現する。

2) 次世代アクセラレータインタフェース技術

NISQ コンピュータ、量子コンピュータ、GPU を使った古典アクセラレータなど、各種アクセラレータについて、アプリケーションプログラムに対するインタフェースを実現する。

各種アクセラレータについて、実施内容 1)と連携しながら、各種アクセラレータが対象とする問題やこれらに対する入出力形式等を定義するものとする。

4. 社会実装：

代表的なアプリケーションとして、スマート製造、物流、材料、エネルギー・環境産業等の各種アプリケーションのうちいくつかを想定し、これらの分野の潜在ユーザと、社会問題の抽出ならびに定式化や最適解法の選択ならびに構築について連携しながら社会実装を進める。事業終了後、画像認識処理や製造機器最適化等のスマート製造の各種アプリケーション、物流サービス、新材料探索、スマートグリッド等エネルギー分野で社会実装を進める。

5. 開発目標：

2020 年度までの中間目標

- ・次世代アクセラレータ・コデザイン基盤のための問題定式化を完了する。
- ・各種アクセラレータについて、アプリケーションプログラムとアクセラレータとのインタフェース設計のプロトタイプ設計を完了する。

2022年度までの最終目標

- ・次世代アクセラレータ・コデザイン基盤を実現するソフトウェアを実装完了し、オープンテストベッド化を完了する。
- ・代表的なアプリケーションについて、次世代アクセラレータ基盤により、古典アクセラレータのみを活用した従来技術に比較して10倍～100倍高速化を達成し、企業による準製品化を完了。

2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画
<ul style="list-style-type: none"> ・内閣府「ImPACT」、文部科学省「Q-LEAP」、経済産業省・NEDO「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業」の状況を踏まえ、今後詳細を決定する。 ・上記検討にあたって、必要な調査を実施する。 	<p>1) 次世代アクセラレータ・コデザイン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各種アプリケーションプログラムのボトルネック調査 ・ボトルネックと次世代アクセラレータとの相関性調査 ・調査結果を踏まえた設計指針の確定 	<ul style="list-style-type: none"> ・次世代アクセラレータ・コデザイン問題定式化完了 ・各種アプリケーションプログラムとアクセラレータを用いたプロトタイププログラム開発完了（第1段階） 	<ul style="list-style-type: none"> ・次世代アクセラレータ・コデザイン問題の解法を確定 ・各種アプリケーションプログラムとアクセラレータを用いたプロトタイププログラム開発完了（第2段階） 	<ul style="list-style-type: none"> ・次世代アクセラレータ・コデザイン基盤を実現するソフトウェアの実装完了とオープンテストベッド化の完了 ・代表的なアプリケーションへ適用評価し、古典アクセラレータのみの技術と比べ10-100倍の高速化
	<p>2) 次世代アクセラレータインタフェース技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各種アクセラレータの入出力調査 ・各種アクセラレータの入出力計算・データ量調査 ・調査結果を踏まえた設計指針の確定 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種アクセラレータと問題との性質調査 ・各種アクセラレータインタフェースのプロトタイプ設計完了 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種アクセラレータインタフェース設計とコデザイン問題の解法への適用完了 	

図3 年度ごとの工程表

6. 必要経費：

- 2018年度： 1,000千円
- 2019年度： 250,000千円
- 2020年度： 500,000千円
- 2021年度： 500,000千円
- 2022年度： 500,000千円

2019年度経費は上限。採択者から提案される研究開発内容を精査して決定する。
(2020年度以降経費は目安)

以上