



**戦略的創造研究推進事業
先端的カーボンニュートラル技術開発（ALCA-Next）
「半導体」領域 募集説明**

令和5年6月

「半導体」領域の概要

【領域の背景】

- 5G/6G、IoT、自動運転、ロボティクス、DX等の本格的な高度情報社会の進展に伴って、**指数関数的に増加**している情報・通信インフラの消費電力を抜本的に削減することは、カーボンニュートラル達成のために喫緊の課題である。さらに、再生エネ/水素発電や蓄電池が接続された大規模かつ複雑な電力網の省エネルギー化も、カーボンニュートラル達成のための重要な課題である。

IT関連消費電力予測	2016年	2030年	2050年
IPトラフィック (ZB/年)	4.7	170	20,200
消費電力 (国内: TWh/年)	41	1,480	176,200
消費電力 (世界: TWh/年)	1,170	42,300	5,030,000

IT関連の消費電力予測(LCS調査報告2019より)

【領域の目的】

- 本技術領域では、**情報・通信インフラ向けの半導体の抜本的な消費電力削減を目標**として、超低消費電力のロジック・メモリを実現する半導体デバイス・プロセス技術、1通信ビット当たりの消費電力を数桁低減する革新的な伝送ハードウェア技術、高効率な熱マネージメントを実現する材料・実装方式の開発を行う。
- また、**大規模で複雑な電力網の省エネルギー化と高信頼化**のために、高効率・高信頼な電力変換・制御回路、インバータ/コンバータ安定化技術等を開発する。

「半導体」領域の概要

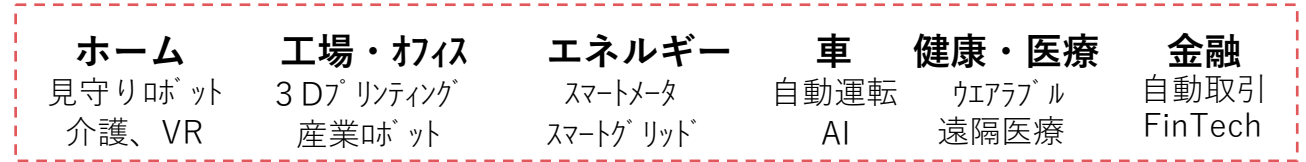
【半導体デバイス・回路技術が支えるSociety5.0社会】

※JST/CRDS 戦略プロポーザル(CRDS-FY2017-SP-02)をベースに改変

課題・潮流

- ・ムーア則の終焉
- ・情報通信容量の爆発
- ・ビッグデータ・AI・IoT計算ニーズの高まり
- ・情報通信システムの抜本的低消費電力化によるCNの実現

Society5.0を支える半導体・コンピューティング基盤



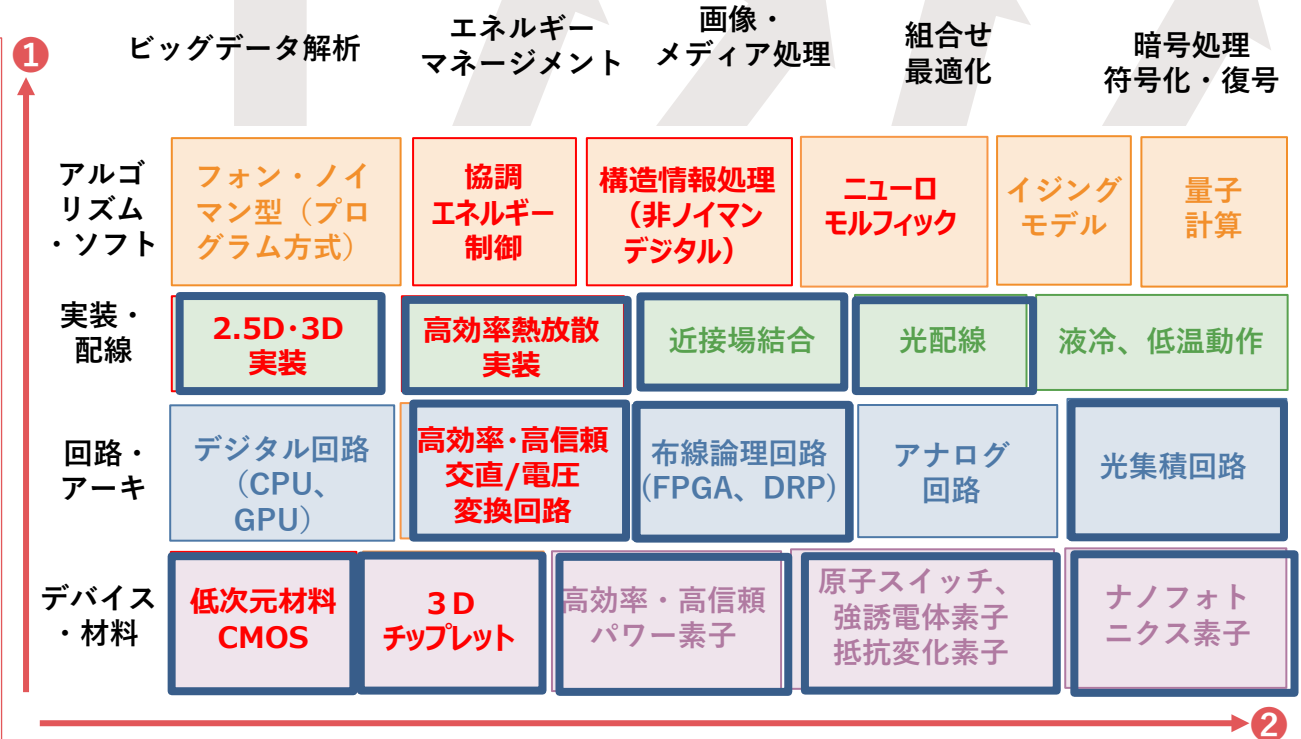
本提案のアプローチ

① 革新的超低消費電力コンピューティング

- ・構造情報処理コンピューティング
- ・ニューロモルフィックエッジ処理
- ・協調エネルギー制御

② 超低消費電力半導体材料・デバイス

- ・低次元材料CMOS
- ・3Dチップレット
- ・高効率熱放散材料・実装
- ・低消費電力光デバイス/光配線



提案を期待する技術要素

【提案を期待する技術要素】（1）

カテゴリー	ボトルネック課題例
ロジック・メモリの抜本的な省電力化を実現する半導体デバイス・プロセス技術	<ul style="list-style-type: none">・高移動度チャンネル用無欠陥極薄材料の形成プロセスの開発・サブ nm 世代 CMOS 向けの数 nm オーダーの極薄膜高移動度チャンネル材料とそれを用いた大面積もしくはトランジスタ活性領域の選択的成膜手法の開発・大面積での均一で高品質な結晶膜成膜を念頭においた欠陥低減技術や欠陥修復技術の開発・超薄膜層状材料をチャンネルとするトランジスタのゲートスタックやソース・ドレインなどに関する要素およびインテグレーション技術の開発・三次元トランジスタ向けの移動度、信頼性、加工性に優れた材料の探索と成膜プロセス・三次元構造メモリデバイスによる高密度化技術の開発・Si CMOS と酸化物半導体のハイブリッド構造による集積技術の開発・三次元集積システムにおけるデカップリング特性向上など高周波データ伝送のための技術やIRドロップ抑制を目的としたパワーデリバリー技術の開発

提案を期待する技術要素

【提案を期待する技術要素】（2）

カテゴリー	ボトルネック課題例
1 通信ビット当たりの消費電力を抜本的に低減する革新的伝送ハードウェア技術	<ul style="list-style-type: none">・光通信の送受信速度向上および省電力化を実現する<u>光電インターフェース技術</u>・光および無線等を用いた<u>超低消費電力チップ間情報伝送技術</u>・パッケージ内の<u>チップレット間をつなぐ超低電力・低遅延・広帯域通信技術</u>・高速ルータ機器の省電力化を実現する<u>革新的メモリ・FPGA技術</u>
チップやボードの高効率な放熱を実現する新規材料・デバイス・熱マネジメント技術	<ul style="list-style-type: none">・<u>ナノスケールの熱伝導や界面での熱伝導モデルの構築と検証、シミュレーションへの組み込み</u>・<u>フォノンエンジニアリング</u>などによる高度な放熱技術の提案と実証・<u>パッケージ工程に適応可能な新規の高熱伝導材料の開発</u>およびその製造技術の開発・<u>BEOL工程に適応可能な放熱特性に優れた絶縁材料の低サーマルバジェット製造技術の開発</u>・<u>マテリアルインフォマティクス(MI)手法</u>などを取り入れた高放熱性新材料の追究

提案を期待する技術要素

【提案を期待する技術要素】（3）

カテゴリー	ボトルネック課題例
大規模かつ複雑な電力網の高効率・高信頼化を実現する電力変換素子・回路・制御技術	<ul style="list-style-type: none">・<u>系統電力網の不安性やノイズに対処可能なインバータ／コンバータ回路技術</u>・高効率・高信頼性を実現する交直変換回路技術・高精度の電力制御を実現する高機能ゲートドライバー技術
カーボンニュートラル実現に向けた半導体にかかわる新発想	上記の内容に当てはまらない、カーボンニュートラル実現に向けた新たな発想に基づく半導体の研究開発提案



**戦略的創造研究推進事業
先端的カーボンニュートラル技術開発（ALCA-Next）
「グリーンコンピューティング・DX」領域 募集説明**

令和5年6月

「グリーンコンピューティング・DX」領域の概要

【領域の背景】

- 5G/6G、IoT、自動運転、ロボティクス、DX等の本格的な高度情報社会の進展に伴って、指数関数的に増加している情報・通信システムの消費電力を抜本的に削減するには、半導体等のハードウェアの消費電力の削減に加え、**情報・通信システムを抜本的な省電力化する革新的なコンピューティングアーキテクチャ**の導入が必須である。。
- 特に、人間社会の無駄を省き効率化するはずの**AI技術(予測、認識、生成、最適化)**等の一連の知的情報処理技術の発展が、逆に**通信量や消費電力の爆発的な増加の面**で既に大きな社会問題を引き起こしつつあることは、看過できない問題である。
- 電力の伝送の面でも、電力インフラハードウェアの省エネルギー化に加え、**エネルギー資源の「生成」「運搬」から「供給」「利用」に至る複雑なサプライチェーン全体での省電力化**に資する協調制御アーキテクチャの開発が強く求められてる。

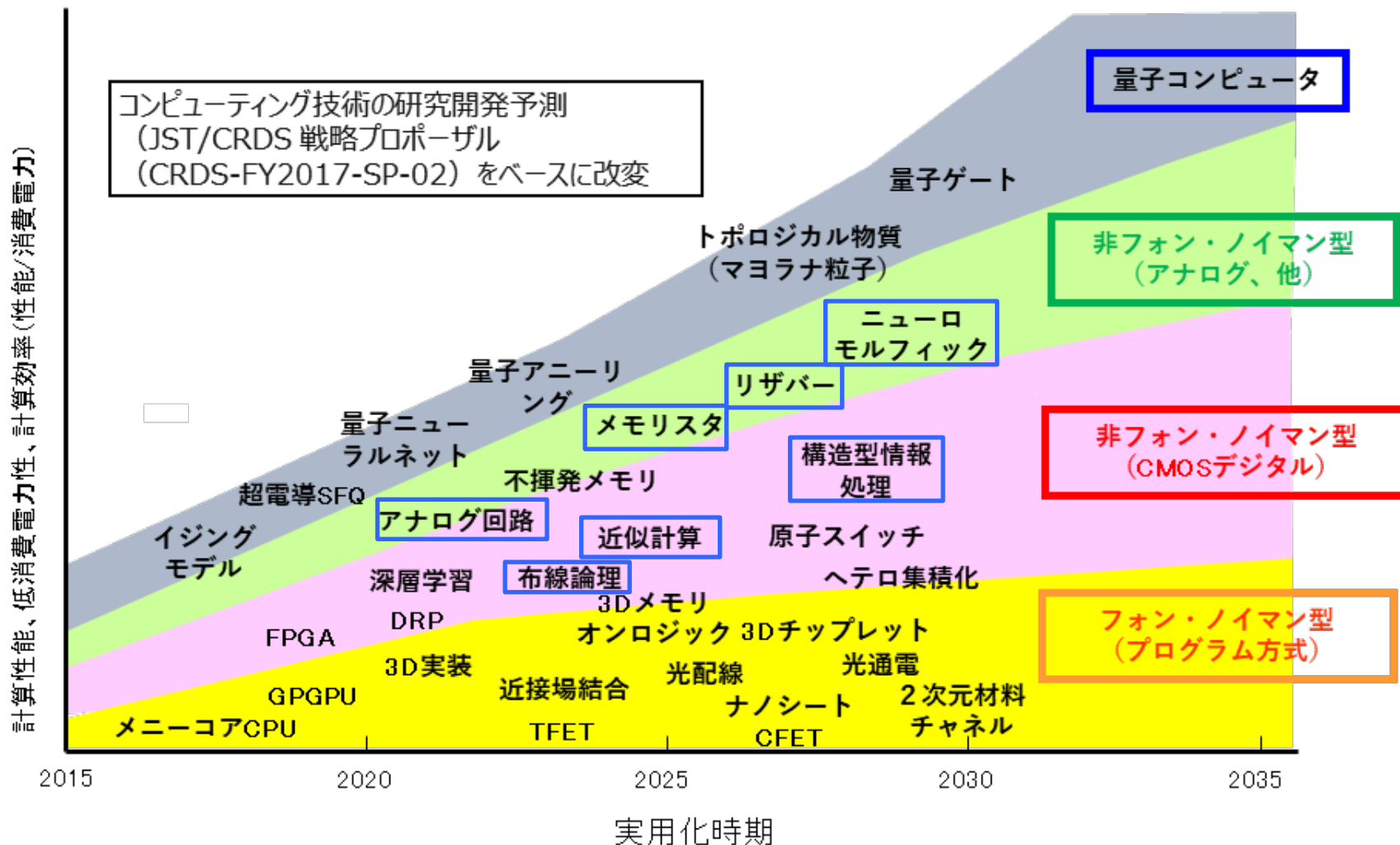
「グリーンコンピューティング・DX」領域の概要

【領域の目的】

- 本技術領域では、情報・通信システムの消費電力を抜本的に削減することを目標に、電力消費の大きい汎用コンピューティングから、応用領域を限定した低消費電力のコンピューティングへのパラダイムシフトを目指す。
- 具体的には、領域を限定した（Domain-Specificな）非フォンノイマン型の革新的コンピューティングアーキテクチャとそれを応用したエッジチップや、エッジクラウド間のデータ通信量爆発の問題に対処するための効率的なデータ制御技術などの研究開発を推進する
- また電力システム全体の省エネルギー化に向け、IoTセンサによって収集したデータの分析により、電力システムの構成要素の状況や、人の行動・意図などを推定・予測できる革新的アーキテクチャなどの研究開発も推進する。

「グリーンコンピューティング・DX」領域の概要

【コンピューティング技術分類と対応する要素技術のロードマップ】



提案を期待する技術要素

【提案を期待する技術要素】（1）

カテゴリー	ボトルネック課題例
非フォンノイマン型革新的デジタルコンピューティングアーキテクチャ	<ul style="list-style-type: none">• <u>自動運転、ロボティクス等の領域を限定した（Domain-Specificな）非フォンノイマン型コンピューティング等の革新的アーキテクチャ</u>• <u>構造型情報処理等のメモリを介さず演算器のスイッチングで計算を行う新規なコンピューティングアーキテクチャ</u>• <u>間欠的コンピューティング等必要な時のみ電力を使用して演算を行う新規なエッジコンピューティングアーキテクチャ</u>• <u>確率的コンピューティング等不確実性を利用した超低消費電力コンピューティング</u>• <u>メモリの中ないしは近くで情報処理を行うことで消費電力を低減するインメモリ／ニアメモリコンピューティングアーキテクチャ</u>• <u>AI処理が対象とするビッグデータに遍在するスパース性、不規則性、グラフ型構造等を効率よくこなす領域を限定した（Domain-Specificな）コンピューティングアーキテクチャ</u>

提案を期待する技術要素

【提案を期待する技術要素】（２）

カテゴリー	ボトルネック課題例
AI処理の省電力化を実現するコンピューティングシステム	<ul style="list-style-type: none">・<u>生成系AIの抜本的な省電力化</u>を実現する革新的なコンピューティングアーキテクチャ・<u>脳型AIアーキテクチャ</u>など、革新的AIアーキテクチャに基づく<u>超低消費電力な回路とそれを応用したチップ</u>の開発・<u>クラウドで大規模な学習を行う必要がない、オンデバイス、オンサイトにおける学習技術</u>とそれに基づくエッジチップの開発・<u>生体情報処理の知見</u>に基づく、情報処理の新たなモデル・アルゴリズム・コンピューティングアーキテクチャの開発・<u>生体埋め込み型情報処理技術</u>とこれに適合したアーキテクチャ、エッジチップの開発・<u>ロボット等の領域を限定した（Domain-Specificな）省電力AIアクセラレータ</u>の開発

提案を期待する技術要素

【提案を期待する技術要素】(3)

カテゴリー	ボトルネック課題例
通信システムやエネルギーマネージメントシステム全体のデータ処理の効率化を目指した革新的なアーキテクチャ	<ul style="list-style-type: none">・<u>マルチアクセスエッジコンピューティング</u>を利用した超低消費電力エッジクラウド情報転送・処理アーキテクチャ・スマートロボット、自動運転等の領域を限定した（<u>Domain-Specific</u>な）エッジクラウド情報処理アーキテクチャ・階層的IoTデバイスの<u>セキュアな収集・管理・共有方式</u>および電力ネットワーク全体での<u>効率的なデータ流通</u>を可能とする革新的アルゴリズム・電力データから<u>需要家の行動・意図を推定・予測し電力消費を極小化する統合アルゴリズム</u>・電力利用や人・モノの動きの<u>合成的データの作成技術</u>および流通方式の開発・時間／空間的な<u>マルチスケールのエネルギー需要予測技術</u>の開発
カーボンニュートラル実現に向けたグリーンコンピューティング・DXにかかわる新発想	上記の内容に当てはまらない、カーボンニュートラル実現に向けた新たな発想に基づくグリーンコンピューティング・DXの研究開発提案