

第 6 章 募集対象となる技術領域

目次

第 6 章 募集対象となる技術領域	- 1 -
6.1 「蓄エネルギー」領域.....	- 2 -
I. 技術領域の概要	- 2 -
II. 提案を期待する技術要素	- 3 -
6.2 「エネルギー変換」領域.....	- 5 -
I. 技術領域の概要	- 5 -
II. 提案を期待する技術要素	- 6 -
6.3 「資源循環」領域	- 8 -
I. 技術領域の概要	- 8 -
II. 提案を期待する技術要素	- 9 -
6.4 「グリーンバイオテクノロジー」領域	- 12 -
I. 技術領域の概要	- 12 -
II. 提案を期待する技術要素	- 13 -
6.5 「半導体」領域.....	- 16 -
I. 技術領域の概要	- 16 -
II. 提案を期待する技術要素	- 17 -
6.6 「グリーンコンピューティング・DX」領域.....	- 20 -
I. 技術領域の概要	- 20 -
II. 提案を期待する技術要素	- 21 -

6.1 「蓄エネルギー」領域



プログラムオフィサー

渡邊 正義

(横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授)

I. 技術領域の概要

持続可能なエネルギーシステムへの転換を支える上で、蓄エネルギー技術は欠かせない要素です。本技術領域では、蓄エネルギーの中でも蓄熱・蓄電の化学に着目します。熱エネルギーを取り扱う際に時間・場所・温度のミスマッチを是正するための技術である蓄熱技術は、工場排熱の利用は飛躍的に進歩してきたものの、まだ中低温の未利用排熱等を活用する余地は残されています。また、今日において蓄電池をはじめとする蓄電技術は国民生活・経済活動を維持する上で必要不可欠なものとなっており、その重要性は益々増えています。身の回りの小型の蓄電デバイスから、太陽光や風力といった出力が大きく変動する再生可能エネルギーの利用を促進する電力系統用の大規模な蓄電装置まで幅広い用途に向けた、より汎用性が高く、経済的であり、環境に優しい蓄電方法が求められています。

そこで、これらの社会の要望を踏まえつつ、前例にとらわれない自由な発想に基づき、かつ、革新的な蓄エネルギー技術シーズへの発展が期待される挑戦的な研究開発に取り組みます。新しい反応機構や新材料の発見によるブレークスルーによって、カーボンニュートラルを前提としたわが国のエネルギー構造転換に貢献することを目指します。

なお、研究開発提案においては、エネルギーフローやマテリアルフローの観点から、提案される技術の利用プロセス全体を通して二酸化炭素排出量削減へ貢献できることを前提とし、選考の際にも重視します。

また、今年度は、JST「革新的 GX 技術創出事業(GteX)」においてチーム型研究を推進する領域：蓄電池でも蓄電池関連技術の研究開発提案を募集しています。GteX のチーム型での研究実施が適切なものはALCA-Next では採択いたしません。また、GteX では、チーム型研究の要素技術となり得る発想についても「革新的要素技術研究」として募集していますので、GteX の募集要項も参照の上、GteX のテーマの対象となりうるものについては GteX への応募を推奨します。GteX との関係については、ALCA-Next 募集要項第1章「1.4 ALCA-Next へ応募に際しての留意事項」もご参照ください。

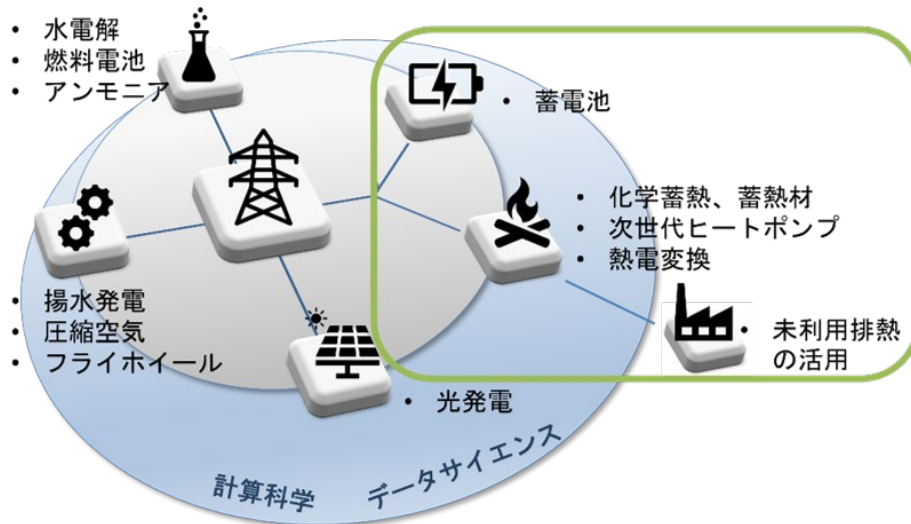


図1「蓄エネルギー」領域の対象とする技術イメージ

II. 提案を期待する技術要素

「蓄エネルギー」領域では、以下のカテゴリーに関する研究開発提案を期待します。

- a. 中低温未利用熱エネルギーの貯蔵技術の研究
- b. 再生可能エネルギーの利用を促進する安全で低コストな電気エネルギー貯蔵技術の研究
- c. カーボンニュートラル実現に向けた蓄エネルギー技術の新発想

a. 中低温未利用熱エネルギーの貯蔵技術の研究

高温で動作するタービンやエンジン等ではカルノーサイクルに基づく高い動力変換効率を得られますが、消費エネルギーの大半を占める中低温領域では、製造・保守コストに見合う熱エネルギーの利用技術が未熟で、多くの熱は利用されずに廃棄されています。このため、中低温領域において、温室効果ガスの排出量の削減に資する蓄熱・熱再生利用、熱回収等の熱マネジメント技術の開発が強く求められています。そこで、中低温未利用廃熱の利用を実現するための反応機構の解明や蓄熱材の探索に関する提案を募集します。熱エネルギーを貯蔵する従来からの顕熱・潜熱蓄熱に加えて、化学的現象、特に可逆な化学反応を利用して化学エネルギーとして貯蔵する化学蓄熱にも注目します。化学蓄熱は、顕熱・潜熱蓄熱に比べて蓄熱密度が大きく、実用化技術の拡大が期待されます。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- 高蓄熱容量の化学蓄熱を実現するための反応機構の解明や材料探索
- 安全・安価かつ高性能な潜熱・顕熱蓄熱材の開発

b. 再生可能エネルギーの利用を促進する安全で低コストな電気エネルギー貯蔵技術の研究

カーボンニュートラルな社会実現に向けた太陽光や風力といった再生可能エネルギーの大規模導入のためには、再生可能エネルギーの中長期の調整(需給調整)や短期の調整(天候等の影響による出力変動の調整)を行う、蓄電池・キャパシタ等を含む電力系統用に適した電気エネルギー貯蔵技術の高度化が不可欠です。なかでも、レドックスフロー電池はライフサイクルコストの低さ、難燃性材料の使用による安全性の高さなどの特徴を有し、系統用蓄電池として注目されていますが、体積エネルギー密度が低く、大きな設置面積が必要などの課題がありブレークスルーが期待されています。また、次世代電気エネルギー貯蔵技術への将来的な応用が検討されている難燃性のイオン液体や水系電解液についても、イオン輸送特性の改善や蓄電装置の高電圧化を可能とする電位窓の拡張等が求められています。本カテゴリーでは、これらの課題を克服し、低コストで安全性が高い電気エネルギー貯蔵技術に関する研究開発提案を募集します。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・ 出力変動の平滑化に資する蓄電材料の開発
- ・ レドックスフロー電池の体積エネルギー密度の大幅な向上技術
- ・ イオン液体や水系の不燃性電解液を使用する大規模電気エネルギー貯蔵技術

c. カーボンニュートラル実現に向けた蓄エネルギー技術の新発想

上記に当てはまらない蓄電・蓄熱技術や、まだ名前が付いていないような新奇な電池系に関して、カーボンニュートラルの実現に大きく貢献する、斬新な化学的発想に基づく研究開発提案を期待します。

6.2 「エネルギー変換」領域



プログラムオフィサー

渡邊 正義

(横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授)

I. 技術領域の概要

カーボンニュートラル実現に向けたグリーン成長戦略では、再生可能エネルギーの主力電源化と水素エネルギーを活用する技術の革新が不可欠であると考えられています。再生可能エネルギーの利用拡大には、太陽光発電などの導入コストの低減やエネルギー変換効率の向上を実現することが求められています。また、発電・産業・運輸など幅広い場面での活用が期待される水素でも、その生成やエネルギーキャリアへの変換、その利用技術において、変換効率の大幅な向上が求められています。

そこで、これらの需要を踏まえつつ、前例にとらわれない自由な発想に基づき、かつ、革新的なエネルギー変換技術シーズへの発展が期待される挑戦的な研究開発に取り組みます。次世代エネルギーの安定調達・大規模利用につながる技術開発や水素エネルギーキャリアに関する技術開発に取り組むことにより、カーボンニュートラルを前提としたエネルギー構造転換に貢献することを目指します。

なお、研究開発提案においては、エネルギーフローやマテリアルフローの観点から、提案される技術の利用プロセス全体を通して二酸化炭素排出量削減へ貢献できることを前提とし、選考の際にも重視します。

また、今年度は、JST「革新的 GX 技術創出事業 (GteX)」においてチーム型研究を推進する領域：水素でも水素関連技術の研究開発提案を募集しています。GteX のチーム型での研究実施が適切なものは ALCA-Next では採択いたしません。また、GteX では、チーム型研究の要素技術となり得る発想についても「革新的要素技術研究」として募集していますので、GteX の募集要項も参照の上、GteX のテーマの対象となりうるものについては GteX への応募を推奨します。GteX との関係については、ALCA-Next 募集要項第 1 章「1.4 ALCA-Next へ応募に際しての留意事項」もご参照ください。

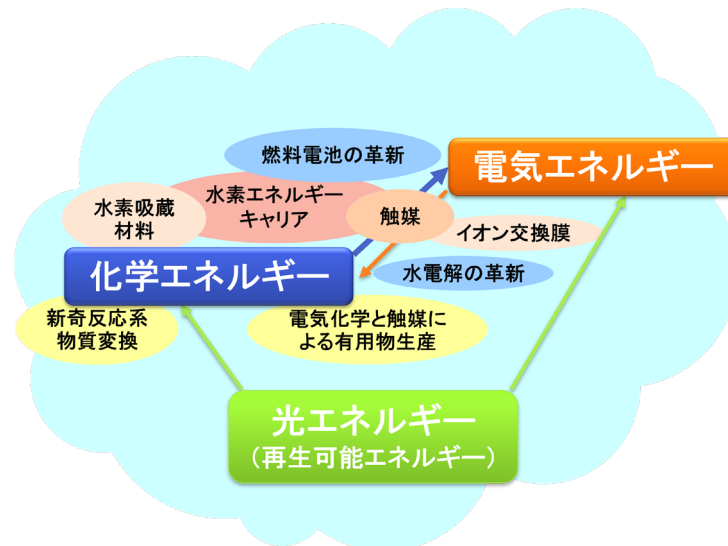


図2 「エネルギー変換」領域の対象とする技術イメージ

II. 提案を期待する技術要素

「エネルギー変換」領域では、以下のカテゴリーに関する研究開発提案を期待します。

- a. 低コスト・高効率・高利便性太陽エネルギー変換技術
- b. 省エネルギー・低コストで水素エネルギーキャリアを合成・利用する技術の研究
- c. カーボンニュートラル実現に向けたエネルギー変換技術の新発想

a. 低コスト・高効率・高利便性太陽エネルギー変換技術

高効率化および低コスト化が進んだ結晶シリコン太陽電池は、メガソーラー等の大規模な施設を中心に、最近では家庭の屋根など民生用まで用途が広がってきています。しかし、さらなる太陽電池の普及拡大のためには、結晶シリコン太陽電池が設置できない耐荷重の小さい工場屋根、ビルの壁面、高速道路の防音壁・法面、農業用ビニールハウス等への設置拡大が必須です。このためには、軽量、フレキシブル、低コストのすべてを実現可能な有機薄膜太陽電池や鉛フリーペロブスカイト太陽電池などの新規太陽電池の飛躍的な高効率化と高寿命化が重要な研究課題です。また、太陽光を利用して、水、二酸化炭素等の安定小分子を活性化し、水素やメタン、メタノール等の有用な物質に変換する手法およびその変換過程を促進する触媒の開発も重要な課題です。さらに、太陽光エネルギーのみを活用し、エネルギー密度の高いエネルギーキャリアに変換するための基盤技術の開発も重要な課題です。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定すること

なく革新的な提案を募集します。

- 設置場所の飛躍的な拡大を可能にする低コスト・薄型・軽量・フレキシブル太陽電池の開発
- 既存技術を凌駕する低コスト・高効率を実現する太陽エネルギー利用有用物質生産技術

b. 省エネルギー・低コストで水素エネルギーキャリアを合成・利用する技術の研究

水素エネルギー社会の構築において、気体のままでは貯蔵や長距離の輸送の効率が低い水素を、液体や水素化合物にして効率的に貯蔵・運搬を可能にするエネルギーキャリアはキーテクノロジーの一つです。エネルギーキャリアとしては、アンモニア、有機ヒドライド、ギ酸などの研究が行われていますが、未だ、コストや利便性を兼ね備えたエネルギーキャリアの確立には至っていません。

水素エネルギーキャリアの共通の課題は、水素からの合成、そして脱水素を含めた利用技術です。有望な水素エネルギーキャリアとしてアンモニアが挙げられますが、従来の工業用合成法では多くのエネルギーを必要とすることから、カーボンニュートラルを担うエネルギーキャリアとして全く新しい合成方法が求められています。また、利用の点でも、水素を分離させる「脱水素」の過程での低コスト化や省エネルギー化が課題です。加えて、脱水素を経ずに水素エネルギーキャリアを直接利用する技術も重要となっています。本カテゴリーでは、これらの課題を抜本的に解決する革新的な提案を募集します。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- アンモニア等の水素エネルギーキャリアの合成・脱水素における高性能かつ安価な触媒や新規なプロセスの探索
- 水素エネルギーキャリアの直接利用技術の開発

c. カーボンニュートラル実現に向けたエネルギー変換技術の新発想

上記に当てはまらないエネルギー変換技術に関して、カーボンニュートラルの実現に大きく貢献する、斬新な化学的発想に基づく研究開発提案を期待します。

6.3 「資源循環」領域



プログラムオフィサー

渡邊 正義

(横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授)

I. 技術領域の概要

本技術領域では、資源の効率的な循環利用を低環境負荷で可能とし、温室効果ガス排出量の削減に大きく貢献する技術や材料、化学的プロセスの研究開発を推進します。カーボンニュートラルを実現するために、炭素をはじめとする資源の回収・循環利用の重要性が世界的に高まっています。例えば、大規模な温室効果ガス排出源となっている工業排気からの温室効果ガスの回収・資源化はカーボンニュートラルに大きく貢献することが期待されます。そのため、二酸化炭素ガスをはじめとする温室効果ガスを省エネルギーかつ高効率で回収・分離する技術の研究や、温室効果ガスを直接原料とする、あるいは、温室効果ガスを吸収・固定化したバイオマス为原料とする高性能・高機能な化学品や燃料を合成する新しいプロセスの確立が求められています。また、温室効果ガス排出量削減に向けて、蓄電池・燃料電池・太陽電池は今後生産量・流通量の増加が見込まれますが、原料となる金属資源の供給量や産出国は限定されており、原料安定供給のためには既存資源の循環利用が重要となります。そこで、有機物・無機物の資源循環利用を可能とし、温室効果ガス排出量の削減に大きく貢献する技術や材料、化学的プロセスの開発を目指します。

なお、研究開発提案においては、エネルギーフローやマテリアルフローの観点から、提案される技術の利用プロセス全体を通して、低環境負荷での二酸化炭素排出量削減へ貢献できることを前提とし、選考の際にも重視します。

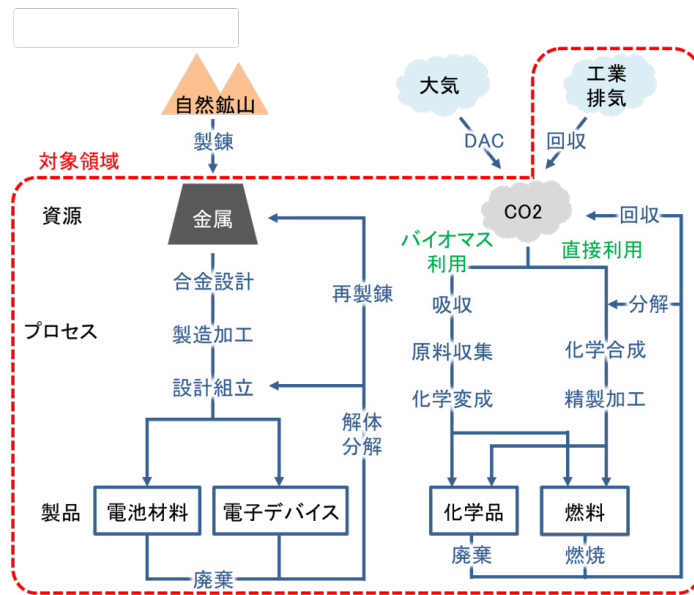


図 3 「資源循環」領域の対象とする技術イメージ

II. 提案を期待する技術要素

「資源循環」領域では、以下のカテゴリに関する研究開発提案を期待します。

- a. 高効率・省エネルギーな温室効果ガス回収・分離・利用技術の研究
- b. バイオマスを原料とする高性能・高機能材料を低環境負荷かつ高効率で生産する新しい合成技術
- c. 温室効果ガス削減に資する分解性・易解体性材料を用いた循環利用プロセス開発の研究
- d. カーボンニュートラル実現に向けた資源循環にかかわる化学的な新発想

a. 高効率・省エネルギーな温室効果ガス回収・分離・利用技術の研究

化石資源の利用により発生する温室効果ガスの排出量は莫大であり、その排出削減に向けて、省エネルギー技術の開発や、二酸化炭素フリーの再生可能エネルギーへのシフトが進められています。しかし、カーボンニュートラルを実現するには、大規模発生源からの温室効果ガスの分離・回収、および回収した温室効果ガスの資源化が必要であり、喫緊の課題です。温室効果ガスの分離・回収技術は既に実用化に向けた検討が進められていますが、より広範な利用のための大幅な性能向上・コスト削減に繋げるためには、いずれの方法においても従来法を凌駕する技術開発が依然必要です。また、産業的に需要の高い化合物の新たな合成プロセスを確立して、温室効果ガス、特に二酸化炭素を資源化していくことが求められています。

そこで、温室効果ガスの革新的な吸着材料・分離膜などの開発や二酸化炭素を原料とする高付加価値化合物の新しい合成技術を構築する研究開発提案を募集します。なお、研究開発提案にあたっては、想定される動作条件や規模を明確にし、回収・分離・利用プロセス全体で温室効果ガス排出量削減に貢献できる開発を高く評価します。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・ 高効率・省エネルギーで温室効果ガスを分離・回収可能な新規材料の開発
- ・ 温室効果ガス回収・分離を高効率化する化学プロセスの開発
- ・ 二酸化炭素を原料とする高付加価値化合物の新しい合成技術の開発

b. バイオマスを原料とする高性能・高機能材料を低環境負荷かつ高効率で生産する新しい合成技術

二酸化炭素の吸収・固定化・資源化のために、バイオマス(木本系・草本系材料)の利活用が重要であることは世界的な共通認識であり、これまでバイオマス利活用に関する研究が幅広い分野において取り組まれてきました。日本は豊富な森林・海洋資源を有していますが、バイオマス利活用に関する研究については、世界各国の取り組みに比較して遅れている部分もあるのが現状です。特に、日本特有の気象や環境、地理的条件などを考慮した技術の開発が求められています。本カテゴリーでは、非可食性バイオマスを原料として、社会が求める高性能あるいは高機能な化成品や高分子材料へと効率的に変換する挑戦的で新しい化学的合成方法や、有機酸やアルコール等の汎用化成品、燃料などを非可食性バイオマスから低コストで生産可能とする技術の開発を求めます。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・ 原料の骨格構造を活かした高性能あるいは高機能な化成品や高分子材料に変換する化学合成技術
- ・ バイオマス由来の原料を用いて、汎用化成品や高分子材料を低コストで効率良く生産する合成技術

なお、バイオマスの生物学的利用については、「グリーンバイオテクノロジー」領域において対象とします。詳細につきましては、募集要項第6章「6.4. 「グリーンバイオテクノロジー」領域」の記載をご確認ください。

c. 温室効果ガス削減に資する分解性・易解体性材料を用いた循環利用プロセス開発の研究

カーボンニュートラルの実現に向けて、限られた資源を省エネルギーかつ効率的に活用することは、持続可能性の面からも重要であると考えられます。特に、温室効果ガスを資源として捉える「カーボンリサイクル」の実現や、カーボンニュートラル実現に向けてより需要の高まる蓄電池・太陽電池の循環利用などが期待されます。これらの資源循環利用のためには、省エネルギーかつ効率的な材料の分解・解体手法の開発が重要となります。本カテゴリーでは、温室効果ガス排出量の削減に大きく貢献可能な分解性材料の化学的合成手法の開発、資源循環利用の省エネルギー化・効率化に寄与する易解体性材料の開発、温室効果ガスを資源化し循環利用を可能とする材料利用プロセスの開発などを求めます。

例えば、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく

く革新的な提案を募集します。

- ・ 環境中で分解・再原料化が可能な循環型高分子材料の開発
- ・ 金属・樹脂などの異種材料の接合強度と分解・解体性を両立する効率的な接着・接合材料の合成方法と利用プロセスの開発

d. カーボンニュートラル実現に向けた資源循環にかかわる化学的な新発想

上記に当てはまらない有機・無機資源の循環利用に関して、カーボンニュートラル実現に大きく貢献する、化学的発想に基づく新奇な研究開発提案を期待します。

6.4 「グリーンバイオテクノロジー」領域



プログラムオフィサー

江面 浩

(筑波大学 生命環境系 教授)

I. 技術領域の概要

カーボンニュートラル実現への貢献に向けて、バイオものづくりや、食料・農林水産業が「グリーン成長戦略」の重点分野に挙げられ、バイオテクノロジーを活用した技術開発に注目が集まっています。特に、植物や微生物による森林及び木材・農地・海洋などへの二酸化炭素の固定化・資源化は以前より注目されており、温室効果ガス(GHG)排出量の削減への大きな貢献が期待されます。そこで、本技術領域では、微生物や植物の機能を最大限活用し、GHG 排出量削減へ貢献するゲームチェンジングな革新的技術シーズの開発を目指します。

これまで、微生物・植物の機能を解明・改良する検討が多くなされていますが、近年では、微生物叢と植物、さらには周囲の生物との共生関係までを対象とした研究にも注目が集まっています。このような多様な生物が関わり合う複合生物系の中では、微量のシグナル伝達物質などの分泌・代謝によってコミュニケーションが行われていることが明らかになっており、生物機能の最大化に向けて、複合生物系における相互作用メカニズムの解明や制御、活用が期待されています。

本技術領域においては、アカデミアを中心として、自然環境下の複合生物系における相互作用の機序解明と活用など、未知の部分が多い領域に対する革新的・挑戦的な研究を推進し、バイオテクノロジーを活用してカーボンニュートラル実現へ貢献する新たな技術開発を行います。研究開発にあたっては GHG 排出量削減、二酸化炭素の固定化・資源化などへの寄与を強く期待します。

なお、JST「革新的 GX 技術創出事業(GteX)」では、幅広い産業にバイオものづくり技術を適用するため、微生物／植物による次世代バイオものづくりシステム基盤につながるチーム型研究を推進する領域：バイオものづくりでも研究開発提案を募集します。GteX で対象とする内容については、「革新的要素技術研究」も含めて積極的な応募を期待しますので、GteX の募集要項も参照の上、事業趣旨を踏まえた応募のご検討をお願いします。GteX との関係については、ALCA-Next 募集要項第 1 章「1.4 ALCA-Next へ応募に際しての留意事項」もご参照ください。

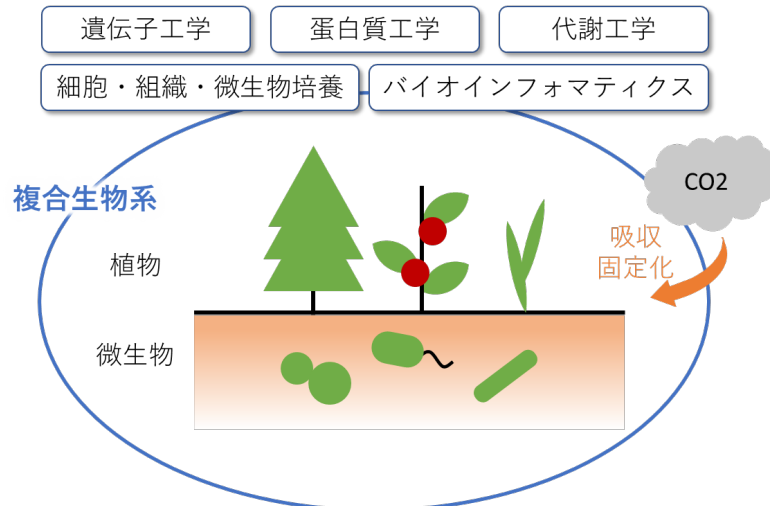


図4 「グリーンバイオテクノロジー」領域の対象とする技術イメージ

II. 提案を期待する技術要素

「グリーンバイオテクノロジー」領域では、以下のカテゴリーに関する研究開発提案を期待します。

- a. 複合微生物系の構造・機能の革新的な分析・解析技術
- b. 環境変動耐性・二酸化炭素固定化能の向上などの植物機能を最大化する複合生物系の制御法
- c. 高収量・低環境負荷なバイオマス生産の実現に向けた多様な植物の次世代育種技術
- d. 温室効果ガス排出量削減と食料生産を両立する新奇な微生物・植物活用技術
- e. カーボンニュートラル実現に向けてバイオテクノロジーを活用する新発想

a. 複合微生物系の構造・機能の革新的な分析・解析技術

地球上の炭素循環・窒素循環の中で微生物が果たす役割は大きく、GHG 排出量の削減に向けて、環境中に存在する微生物の機能制御は重要であると考えられます。自然環境下では多数の微生物が微生物叢を形成するだけでなく、植物など他の生物と複合生物系を形成して存在しています。この複合生物系において微生物や植物が、様々な相互作用因子(シグナル伝達物質)を介して関わっていることが報告されていますが、多様な気候・地理的条件下での相互作用の変動など、未知の部分が多いと言えます。また、微生物叢のメタゲノム解析は進歩してきているものの、環境中には難培養性の菌が多く存在しており、それらの菌の解析は従前の技術では不十分なため、環境中の複合微生物系の構造や機能に関する体系的な分析・解析は依然難しい状況です。

そこで、ブラックボックスが多く存在する複合微生物系の構造や機能を解明し、地球上の物質循環の維持に寄与する新たな知見を得るため、複合微生物系に関する情報の革新的なハイスループット分析技術を募集します。例として、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限

定することなく革新的な提案を募集します。

- ・ 土壌を保全し炭素・窒素循環を維持するための、微生物叢の環境変動に関する革新的なハイスルー
プット分析技術の開発
- ・ 下水処理におけるバイオフィルムの活性制御等を含む、水圏における GHG 排出量削減のための微
生物叢解析技術の開発

b. 環境変動耐性・二酸化炭素固定化能の向上などの植物機能を最大化する複合生物系の制御法

植物は様々な生物との共生関係を通じて多様な環境への適応性を発揮していると考えられています。例えば、植物と微生物叢の相互作用に関して、植物の生育へ寄与する微生物の同定や、相互作用因子(シグナル伝達物質)の検討が進められていますが、より効率的・効果的な相互作用確立のためには植物自身が有するレセプターや因子の同定およびその動的変化の解析も必要であると考えられます。

また、複合生物系のもつ植物への作用の活用により、様々な環境への耐性、病虫害抵抗性等を付与し、多様な環境で生産量／成長を維持できる植物を開発することが期待されていますが、多様な要素が関わる複合生物系における相互作用の機序解明は依然困難な状況です。

そこで、複合生物系の作用を活用して、優れた生育性や二酸化炭素固定化能、環境変動耐性を示す植物を育成するため、複合生物系との相互作用に寄与する植物遺伝子の解析、植物が産生する相互作用因子などの解明、これらの作用機序に基づく新奇な植物遺伝子改良法・育種法・栽培法の開発を募集します。例として、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を求めます。

- ・ 共生する微生物叢や植物から影響を受ける植物遺伝子の解析とそれを利用した植物の開発
- ・ 複合生物系の設計・制御により、生育促進・環境変動耐性・病虫害抵抗性向上等を可能にする新しい植物の栽培技術の開発

c. 高収量・低環境負荷なバイオマス生産の実現に向けた多様な植物の次世代育種技術

植物の光合成による二酸化炭素の固定化は、ネガティブエミッションによるカーボンニュートラル実現への貢献が期待されます。特に、GHG 排出量削減に大きく寄与しうる植物のバイオマス増産のためには、生育地の拡大、生産性の増加／向上と、それに伴う利用サイクルの加速が重要です。例えば、草本バイオマスでは、低環境負荷な食料生産を実現する、より効率的な作物の品種改良を可能とする技術開発が期待されています。また、木本バイオマスについては、エリートツリー(成長や材質等の形質が良い精英樹同士の人工交配等により得られた次世代の個体の中から選抜される、成長等がより優れた精英樹)等の生産による木材利用の拡大や、適切な森林管理による GHG の中長期的な森林吸収量の確保・強化が求められます。この実現には、林木育種の高速度等によるエリートツリーの効率的な開発やその苗木の生産拡大が必要になります。

そこで、本カテゴリーでは、樹木を含む多様な植物の育種を効率化・高速化する次世代基盤技術の開発を募集します。例として、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を求めますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・ 高収量・低環境負荷なバイオマス増産に向けた、新機軸に基づく植物ゲノム情報解析・遺伝子選抜・ゲノム編集技術の開発
- ・ 新たな育種技術による、収量を維持しつつ施肥や資源投入を低減可能な植物の開発

d. 温室効果ガス排出量削減と食料生産を両立する新奇な微生物・植物活用技術

将来的に解決が強く望まれるタンパク質危機・エネルギー危機に対して微生物・植物が果たす役割は大きいと考えられ、微生物・植物の機能を活用した食料生産技術の開発はこれまでも多く取り組みがなされています。カーボンニュートラル実現への貢献の観点では、食料生産の効率向上と GHG 排出量の削減効果を両立することが重要と考えられます。例えば、農業における GHG 排出量削減については、微生物資源を活用した土壌改良や施肥の効率化、畜産などにおいてはエネルギー投入削減、あるいは精密発酵による代替タンパク質や脂肪酸の生産などの技術開発が期待されます。

そこで、本カテゴリーにおいては、微生物や植物の機能を最大限活用し、省エネルギー・省資源で食料生産を可能とする技術や、食料生産に資する新奇な微生物・植物の開発を募集します。例として、以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・ 低エネルギー投入量で食料・飼料の生産を可能にする微生物活用技術の開発
- ・ 新奇の微生物・植物等を活用した新たな食料生産技術の開発

e. カーボンニュートラル実現に向けたバイオテクノロジーを活用した新発想

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への貢献に向けて、微生物や植物を活用した新たな発想に基づく研究開発提案を期待します。

なお、バイオマスを原料とした化成品の合成技術の開発については、「資源循環」領域において対象とします。詳細につきましては、募集要項第6章「6.3. 「資源循環」領域」の記載をご確認ください。

6.5 「半導体」領域



プログラムオフィサー
 黒田 忠広
 (東京大学大学院 工学系研究科 教授)

I. 技術領域の概要

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、情報・通信インフラの消費電力は指数関数的に増加しており、カーボンニュートラル実現のためには、情報・通信インフラの基盤となる半導体デバイス・回路ハードウェアの抜本的な省電力化は必須です。また、電力の伝送の面でも、再エネ/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と高信頼化が、カーボンニュートラル実現達成には極めて重要です。

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指します。具体的には、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・実装方式の開発を目指します。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します。

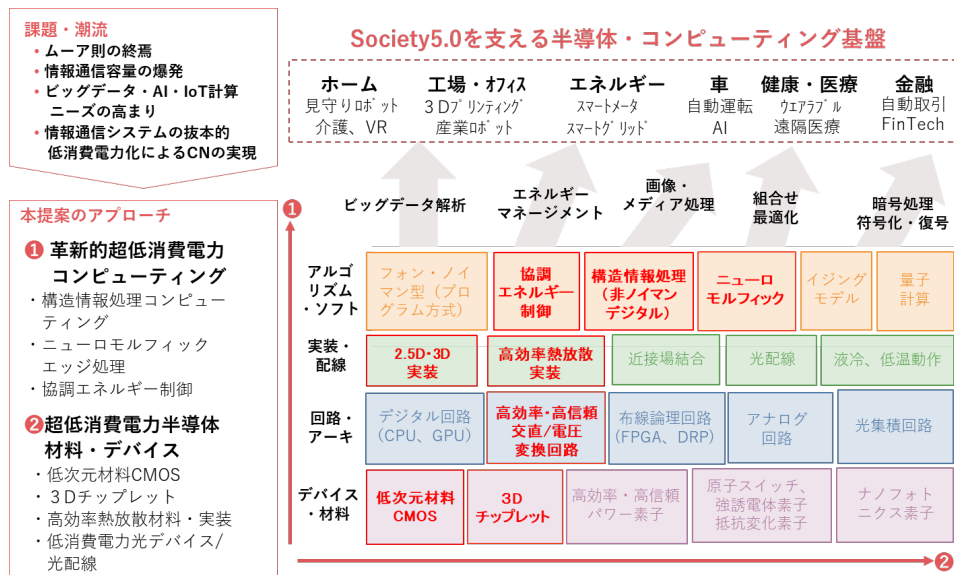


図 5 「半導体」領域の対象とする技術イメージ

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

II. 提案を期待する技術要素

「半導体」領域では、以下のカテゴリに関する研究開発提案を募集します。

- a. 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
- b. 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
- c. チップやボードの高効率の熱伝導・熱放散を実現する新規材料・デバイス・熱マネージメント技術
- d. 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
- e. 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

a. 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

既存の Si 半導体材料を用いた情報処理半導体は微細化の限界に直面しており、さらなる高性能・低消費電力化を実現するサブ nm 世代 CMOS 向けのチャンネル材料として、グラフェンや MX2 と表記される遷移金属カルコゲナイドなど従来の Si とは異なる新規な二次元層状材料に大きな期待が寄せられています。しかしながら、サブ nm 世代 CMOS としての成膜やコンタクト形成プロセスをはじめ、実用的な性能、集積度、信頼性などの要求仕様を満足するための要素技術は未だ確立されておらず、ボトルネックとなっています。

また、現状のメモリとロジックが分離した情報処理では、利用が急速に拡大している AI 等の応用において、ロジック・メモリ間の大量のデータ移動による大量の電力消費やレイテンシーの低下が課題となっています。そこで、メモリとロジックを集積化してデータ移動距離を抜本的に短縮して高速化・低消費電力化する三次元集積デバイスに大きな期待が寄せられています。ディスプレイの駆動回路に応用されてきた IGZO などの酸化物半導体は、半導体集積回路の多層配線層に低温で高品質にトランジスタを形成できることから、三次元集積デバイスの有力な技術として注目を集めています。しかしながら、ナノスケールでの集積度を達成するためには、高移動度・高信頼性・低ばらつきを実現する高い技術レベルが要求されボトルネックとなっています。さらにロジックとメモリの三次元集積化がシステムとして有用となるには、高周波データ伝送特性の向上やパワーデリバリーの最適化も必要となります。

本カテゴリでは、サブ nm 世代 CMOS の実用化に向けた二次元層状材料等の超薄膜で高移動度を有する革新的なチャンネル材料、形成プロセス、インテグレーション、信頼性などの要素技術に関する研究開発提案、およびロジックとメモリの三次元集積化に向けた酸化物半導体の材料探索、プロセス開発、集積デバイス応用に関する研究開発提案を募集します。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・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

b. 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

高度のデジタル社会 (Society5.0) の進展に伴って、従来の予想を超える膨大なデータが取り扱われるようになり、世界の情報量は 2030 年には 2018 年の 30 倍以上、2050 年には 4,000 倍に達し、現状のまま進展すると、情報関連だけで 2030 年には年間 42PWh、2050 年に 5,000PWh と、現在の全世界の消費電力の約 24PWh を大きく上回ると予測されています。増大し続ける通信需要をまかない、かつ低炭素社会を実現していくには、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ハードウェア技術の開発が急務です。特に大量のデータが処理されるデータセンター内の通信エネルギーの低減が極めて重要となります。たとえば、高速ルータ機器の省電力化、Co-packaged Optics (CPO) などを含む超低消費電力の光電インターフェース、情報処理ボード間の通信の省力化、大規模 SoC マルチチップレット実装に必要なチップ間通信の省電力化、チップレット間通信の省電力化や高速ルータ機器の省電力化をはじめ、様々な技術を駆使して情報処理・通信経路のボトルネックを解決しなければなりません。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・光通信の送受信速度向上および省電力化を実現する光電インターフェース技術
- ・光および無線等を用いた超低消費電力チップ間情報伝送技術
- ・パッケージ内の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
- ・高速ルータ機器の省電力化を実現する革新的メモリ・FPGA 技術

c. 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・熱マネージメント技術

半導体集積回路の大容量化が進行するとともに、集積回路を搭載したチップからの放熱がチップの情報処理速度や消費電力低減への大きなボトルネックになっています。また、半導体の微細化が減速する中、集積度を向上させ消費電力を低減する手段として、半導体チップを縦方向に積層する三次元集積回路 (3DIC) に大きな期待が寄せられていますが、三次元化によって電力密度が増大し素子の接合温度が上昇

すると、信頼性不良を引き起こすことが懸念されます。システム、デバイス構造、材料、物理など様々な階層で革新的な放熱技術の開発が必要ですが、学術体系は未だなく、ボトルネックとなっています。本カテゴリーでは、放熱モデルの理論的検討、材料および材料加工の探索と開発、システムとデバイス構造の検討と提案に関する研究開発提案を募集します。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・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
- ・フォノンエンジニアリングなどによる高度な放熱技術の提案と実証
- ・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およびその製造技術の開発
- ・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
- ・マテリアルインフォマティクス(MI)手法などを取り入れた高放熱性新材料の追究

d. 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

カーボンニュートラル達成のためには、情報インフラの省電力化の高い目標を達成するのみならず、電力エネルギー資源の「生成」「運搬」から「供給」「利用」に至る大規模かつ複雑なサプライチェーン全体の中で、電力エネルギー消費を低減することが求められます。そのためには、基幹電力網に再エネ／水素発電や蓄電池が接続された複雑な電力システム内に多数存在するインターフェース装置・回路などの高効率化が求められます。また、分散した多様なエネルギー源と需要家システムをつなぎ、電力系統から家庭やビル内の機器までが連携動作させるには、多数のインバータの設置が必要となり、系統との間で大電圧変換が頻繁に発生するため、系統連系インバータの安定化やノイズ抑制の機能がボトルネックとなっています。また将来のさらなる大電圧電力変換のためには、駆動電圧や電流等で従来の性能を大幅に凌駕する次々世代の半導体素子の基礎研究も重要です。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・系統電力網の不安定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
- ・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

e. 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を期待します。

6.6 「グリーンコンピューティング・DX」領域



プログラムオフィサー

黒田 忠広

(東京大学大学院 工学系研究科 教授)

I. 技術領域の概要

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、情報・通信システムの通信量と消費電力は指数関数的に増加しており、カーボンニュートラル実現のためには、情報・通信システムを抜本的に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急務です。中でも、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問題は看過できません。また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います。

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します。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します。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します。

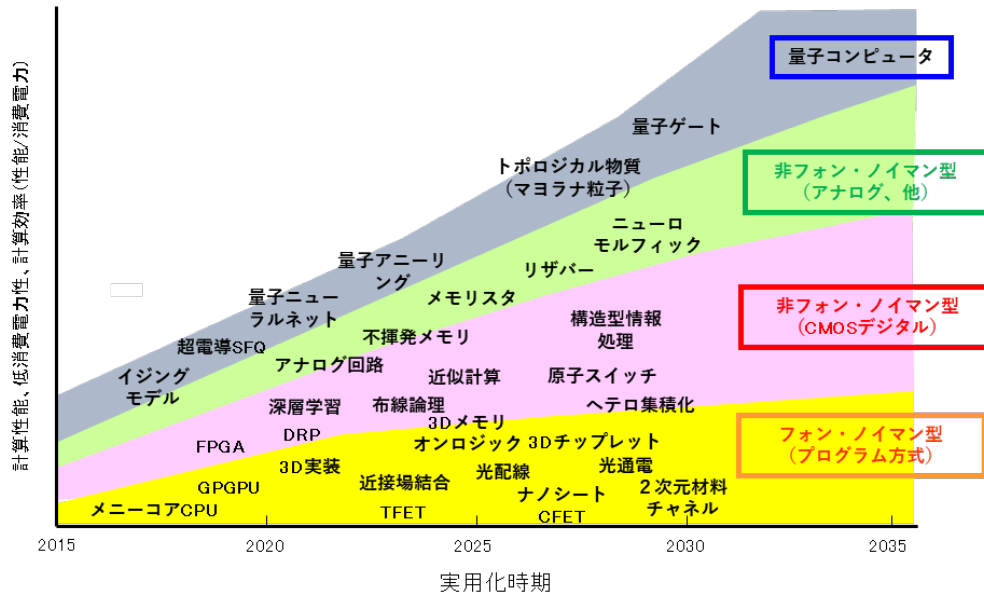


図 6 「グリーンコンピューティング・DX」領域が対象とする技術イメージ
(JST/CRDS 戦略プロポーザル (CRDS-FY2017-SP-02)をベースに改変)

II. 提案を期待する技術要素

「グリーンコンピューティング・DX」領域では、以下のカテゴリに関する研究開発提案を募集します。

- a. 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
- b. 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
- c. 通信システムやエネルギー管理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
- d. 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

a. 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

AI 処理の飛躍的な発展と活用により、GPU などの先端チップの需要が増加し、さらに GPU が置かれるデータセンターの電力消費は爆発的に増大しています。またモバイル用途でも、従来の PC やスマホに加え、ロボットや自動運転車などの高度な知的判断を必要とするエッジ機器において AI 処理を拡大する動きが活発化し、今後消費電力の大幅な増大が予想されています。しかしながら、現状の汎用のフォンノイマン型アーキテクチャを用いた AI 処理は、プロセッサとメモリ間のデータ転送に多大なエネルギーを消費するため、これを刷新する領域を限定した(Domain-Specific な)新規の非フォンノイマン型次世代コンピューティング技術の導入による AI 技術等のデータ処理技術の開発が期待されています。本カテゴリでは、ゲームチェンジングな非フォンノイマン型次世代コンピューティングアーキテクチャや、それを用いた AI 処理技術、および

それを実現するチップに関する研究開発提案を募集します。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・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
- ・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
- ・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
- ・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
- ・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
- ・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

b. 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

生成系の AI の爆発的な普及に伴い、トランスフォーマの学習に要する演算処理は膨大なものとなり、クラウドでの電力消費の爆発的な増加を招く可能性があります。これを防ぐためには、軽量の学習でも用途に応じて必要な性能を実現できる新しいコンピューティングアーキテクチャが必要となります。また、クラウドの学習処理における省電力化と共に、エッジで独立して学習を行う省電力なモデル、アーキテクチャ、実装技術が重要になります。

本カテゴリーでは、省電力化を主目的としたゲームチェンジングな次世代コンピューティングアーキテクチャや、それを用いた AI 処理技術、およびそれを実現するチップに関する研究開発提案を募集します。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・生成系 AI の抜本的な省電力化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
- ・脳型 AI アーキテクチャなど、革新的 AI アーキテクチャに基づく超低消費電力な回路とそれを応用したチップの開発
- ・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とそれに基づくエッジチップの開発
- ・生体情報処理の知見に基づく、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
- ・生体埋め込み型情報処理技術とこれに適合したアーキテクチャ、エッジチップの開発

- ・ロボット等の領域を限定した(Domain-Specific な)省電力 AI アクセラレータの開発

c. 通信システムやエネルギー管理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

スマートロボット、自動運転、IoT などによる物理的な世界としてのフィジカル空間と、コンピュータやネットワーク上における様々なデータや情報からなるサイバー空間とが高度に融合した CPS により、人間の能力の強化や活動を支援し、安全で快適な生活や活力ある社会を目指す Society 5.0 の実現が期待されています。しかしながら、センサーデバイスが収集する膨大な量のデータをクラウドに転送してから情報処理を行うのでは、莫大な通信エネルギーがかかるばかりでなく、遅延の大きさがネックとなり、リアルタイム性が求められる領域で CPS/IoT の効果が十分に発揮されないという課題があります。また、エネルギー管理システムにおいても、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が強く求められています。エネルギーシステム全体での大幅な省エネ化のためには、センサー情報・機器動作情報・周辺環境情報に加え、システム内の人の行動に関するデータなどエッジ部のデータをリアルタイムに収集・分析し、システム全体でのエネルギー供給の最適化を行うことが求められます。

本カテゴリーでは、IoT センサーなどエッジ部で収集された膨大な情報をエッジクラウド間で情報を適切に制御し、通信システム全体の電力消費を抜本的に低減する新しいアーキテクチャの研究開発提案を募集します。さらに、IoT センサーによって収集されたデータの秘匿方式、データ分析によるシステム／構成要素の状況の把握、人の行動、意図などの推定・予測、およびセキュアかつ効率的なデータ共有・流通アルゴリズムに関する研究開発提案を募集します。例えば以下のようなボトルネック課題を解決する研究開発提案を期待しますが、これらに限定することなく革新的な提案を募集します。

- ・マルチアクセスエッジコンピューティング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(Domain-Specific な)エッジクラウド情報処理アーキテクチャ
- ・階層的 IoT デバイスのセキュアな収集・管理・共有方式および電力ネットワーク全体での効率的なデータ流通を可能とする革新的アルゴリズム
- ・電力データから需要家の行動・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
- ・電力利用や人・モノの動きの合成的データの作成技術および流通方式の開発
- ・時間／空間的なマルチスケールのエネルギー需要予測技術の開発

d. 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 の研究開発提案を期待します。