

I-A1	持続可能性を重視した太陽光発電技術の研究開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 1. 設置場所の制約を克服する柔軟・軽量・高効率な太陽光発電の実現
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・これまで、国内の太陽電池モジュールメーカーは海外メーカーとの価格競争の中でも銀等の金属資源や製造プロセスの省資源化に取り組んできたが、製造プロセスのゼロエミッション化、リサイクルしやすい太陽電池モジュールや代替材料の開発等はコスト高に繋がるためことからあまり取り組まれてこなかった。また、高性能を実現可能な太陽電池材料に研究投資が集中されてきたため、希少な資源や高環境負荷な材料の代替技術等の研究開発に対するサポートは十分でなかったため、将来的には技術の不確実性が存在する。 ・本課題は、既存の太陽電池モジュール（シリコン、CIS系）では重視されてこなかった、製造時におけるCO₂排出原単位や環境負荷の更なる低減、資源や材料の供給不安のない代替技術の開発を目指すものである。 ・本課題の実現により太陽光発電の一層の導入拡大が進むことが期待される。
目指すべき社会像	太陽光発電は世界各地で最も安価な電力になりつつある。世界の累積導入量も500GWを越えるなど、導入普及が着実に進んでいる。太陽光発電に関する研究開発は、これまで高性能化、低コスト化、信頼性の向上等の主力電源化に向けた研究開発を軸に進められてきた。一方、太陽光発電が拡大する市場に対応し、着実に主力電源として普及するためには、現時点では顕在化していない、原料や材料供給の不安や大量のリサイクル・廃棄の問題、CO ₂ 排出原単位のさらなる低減など、太陽光発電を持続可能な発電技術とするための課題解決が必要である。本研究課題は、主力電源としての地位を築きつつある太陽光発電を、今後長期間にわたり持続可能な社会を実現するための電源へとさらにステップアップすることを目指す非連続的な価値の創造に資する課題である。
技術開発の必要性	これまで国内の太陽電池モジュールメーカーは海外メーカーとの価格競争の中でも銀等の金属資源や製造プロセスの省資源化に取り組んできたが、製造プロセスのゼロエミッション化、リサイクルしやすい太陽電池モジュールや代替材料の開発等はコスト高に繋がるためことから真剣に取り組まれてこなかった。また、高性能を実現可能な太陽電池材料に研究投資が集中されてきたため、希少な資源や高環境負荷な材料の代替技術等の研究開発に対するサポートは十分でなかった。 エネルギー技術はコストが導入普及の重要な判断基準になっており、低コスト化は必須である。それに加えてCO ₂ 削減効果や環境負荷の低減等、新たな価値の創造することも求められる。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・リサイクルを前提としたモジュールの設計・製造技術 ・材料・元素戦略に基づいた高環境負荷材料及び希少金属・資源等の代替技術 ・製造時の省電力化及びプロセスの簡素化等の太陽光発電のCO₂排出原単位の更なる低減に資する技術開発
関連する国家プロジェクト等	NEDO「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（2020～2024年度）

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I—B1	次世代モビリティに向けた高効率モーターの開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 13. 自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上
課題設定理由	自動車や航空機、ドローンなどの次世代モビリティ用パワートレインシステムとしては、小型・軽量性、高効率性能、可変速や高速回転性能、高パワー密度に加え、特に安全を保証する高信頼性が求められる。構造が単純で耐久性に富む誘導モータは、その有力な候補であるが、高速域での低振動性を満たす機械的バランスに加え、電磁氣的バランスがよく、低エネルギーロスや高パワーを実現する技術が必須である。
目指すべき社会像	脱炭素社会の実現に向け、自動車などのモビリティの電動化は不可欠であり、その中核部品であるモータの性能向上、現在主流である永久磁石モータを代替しうる技術の開発は、国際商品である自動車を中心としたモビリティ関連産業の競争力強化にも直結する。こうした、新時代の電動モビリティ開発において求められるパワートレインに多くの選択肢を持つ社会を目指す。
技術開発の必要性	高パワー密度の高速誘導モータを製造するためには、我が国が強みとする各種材料技術や巻線技術を更に進化させ、モータ性能向上と生産性向上を両立する研究開発が必要となる。また、高効率のパワートレインシステムとして活用する観点では、高速・低負荷時の励磁電流の可変制御など、高速誘導モータに特化した高効率駆動ドライバの開発も同時に行う必要がある。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の自動車用誘導モータと比較して2倍以上の出力密度と高効率性能を実現できる、誘導モータ技術及び専用ドライバの開発 ・高性能電磁鋼板等の原理的に優れた材料を活用した高効率モータの開発
関連する国家プロジェクト等	—

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I—B2	多様化する自動運転モビリティ基盤となるハード・ソフトの車両技術やその安全性評価技術の標準化に向けた先導調査研究
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 13. 自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上
課題設定理由	<p>・環境・エネルギー制約への対応の観点から、我が国のCO₂排出量の約2割を占める運輸部門において、無人自動運転サービスの普及によりモビリティサービスを効率化し、省エネルギーに寄与することが期待される。また、自動運転技術について世界的な競争環境にある中で、新型コロナウイルス感染拡大・新生活様式の一般化とともに、これまで世界で開発若しくは構想されて来た「人が密で生活をする都市で複数人が搭乗する自動運転車両」とは異なる、パーソナル化やサービスそのものが移動するための自動運転車両が求められ、車両の形状、用途等への需要もコロナ以前に比べてさらに多様化する可能性が高い。</p> <p>一方で、多様化するニーズを満たす自動運転車両の市場化を実現するため多くのプレーヤーの参入を促す標準として、ニーズ、走行環境、運行条件等に合わせた構造を変更可能な車両の基礎となるプラットフォームや、コンポーネントとセンサーの自在な組み替えを実現するインターフェイス、コンポーネント組み替え時の通信時間遅れやセンサー位置、車両重量バランスの変化を吸収する制御ソフトウェア技術、またそれらの安全性評価技術の整備が必要と考えられ、併せてこれらの技術を産学官の連携による検証をもって、公道で走行するための基準や規制の整備を促進する必要がある。</p> <p>・本課題では、この状況の中で、上記市場化に向けた標準や基準・規制の整備を実現する国家プロジェクトのフィージビリティスタディとして、整備すべき標準や課題の特定及びそれに向けた技術開発等の方向性を確認するための試作等による可能性の検証を目指す。</p> <p>・現時点では、社会実装を前提とした機能／コストのバランスを確保しながら、多様化にも対応する車両は存在しないが、こうした多様なニーズに対応したモビリティのアーキテクチャーの検討が始まっている（例：独 Unicargil プロジェクト）が、大学を中心としてコンセプトを検討している段階であり、標準化までの具体的な検討がなされている状況ではないと認識。本課題の実現により、モビリティサービス向けの車両開発分野に多様なサービス分野のプレーヤーの参入を促し、多様化への対応と機能／コストのバランスに優れた車両の開発力を高めることは、新たな形態の車両やサービスを国内で育成し、ひいては日本発車両やサービスのプラットフォーマーと対外ビジネスの創出につながると考えられる。</p> <p>・これにより、無人自動運転サービスの実現のプラットフォームとなるハードやソフトウェア等のインターフェースの標準化等を推進することで、無人自動運転サービスの実装を加速化するとともに、多様なサービスに最適化した大きさや形状の多様な車両の普及を実現することで、不必要に大きい汎用車両の転用による無駄を無くし、運輸部門のエネルギー消費の抑制に貢献する。</p>
目指すべき社会像	新型コロナウイルス感染拡大・新生活様式の環境下において、標準化を国プロとして実施することで、多くの新しいアイデアを持った者が車両開発に参入でき、上記の従前に無い多様な需要への対応の実現し、人々が希望の場所で希望する多様なサービスを望まぬ他人との接触なしに受けることができる社会の実現、並びに日本発のモビリティサービス向けの車両やサービスのプラットフォーマー創出実現を目指す。これと同時に、運輸部門のエネルギー消費の抑制に貢献する。
技術開発の必要性	大手自動車メーカーの行っている自動運転技術の開発においても、様々な環境下で走破出来る性能の実現が志向されているが、現実的には、先進安全技術と

	<p>して自動運転技術の一部を取り出した自動ブレーキや自動追従、自動車線変更など実用化レベルに至っている技術についても ODD (Operation Design Domain) を限定して実現しているのが現状である。また、パーソナル化・サービス化に伴う多様なニーズを踏まえ、様々な走行環境、運行条件で走行できる車両と目指した場合には多数のセンサーや地図等が必要となり、車両コストの増加を招き、ニーズにコストが見合わない状況が生じている。</p> <p>同様に、現時点の技術で上記のプラットフォームを作っても目的は達せられず、基礎的な研究開発、その成果の検証と評価・フィードバック等を積み重ねていくとともに、自動車を取り巻く規制・基準への適合あるいは逆に規制改革の実現も必要となると考えられる。</p>
<p>当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】</p>	<p>多様化する自動運転モビリティ基盤となる技術の標準化に向けた先導調査研究</p> <p>①整備すべき標準や課題の特定に向けた調査研究 （「自動走行ビジネス検討会」等と連携し関連官庁や業界団体等との議論を踏まえ標準や課題を特定）</p> <p>②技術開発等の方向性確認のための対応技術の検証 （標準や基準策定に向け、対応しうる技術開発等の方向性を確認するための試作等による可能性検証）</p>
<p>関連する国の戦略、国家プロジェクト等</p>	<p>自動走行ビジネス検討会報告書「自動走行の実現に向けた取組方針」 Version4.0（2020年5月12日） 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議 「官民 ITS 構想・ロードマップ 2020」（2020年7月15日）</p>

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-B3	空飛ぶクルマ・大型ドローン向け騒音低減化に関する技術開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 13. 自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・空飛ぶクルマの世界においては、騒音の低減、それに伴う社会受容性の向上が、都市部や夜間での低空での利用を可能にするカギであり、人々が利用するクルマを代替するために重要である。騒音低減に関する研究について、決定的な技術が導出されている状況ではなく、最適化のアプローチが確立されていない。 ・本課題は、ロータによる推力の高効率化や回転数低下、ブレード及びロータダクト上の流体力学的な最適化、回転翼まわりの最適化等による騒音低減化などを内容としている。これを実現する方法として、シュラウドを用いた従来技術と比較して、例えばバイオミメティクスを応用して推進力の高効率化及び騒音低減化を図るなど独創的な技術を用いることを対象としている。技術はバイオミメティクスに限定はしない。 ・実現すれば、空飛ぶクルマの普及を大きく加速するとともに、これにより交通渋滞や道路のルート事情等でエネルギー非効率であったモノ・ヒトの移動を解決するという点でCO₂排出量削減に貢献する。
目指すべき社会像	<p>いわゆる空飛ぶクルマの世界においては、騒音の低減、それに伴う社会受容性の向上が、都市部や夜間での低空での利用を可能にするカギであり、人々が利用するクルマを代替するために重要である。</p> <p>また、騒音低減化が達成されなければ、空飛ぶクルマの爆発的な社会への普及は見込まれず、非連続な価値の創造に重要な役割を果たす。</p> <p>加えて、騒音低減化が達成され、順調に空飛ぶクルマがリムジンバス、タクシーなど旅客輸送を代替していくことで、空飛ぶクルマがゼロエミッションである新たな移動モードとして社会実装されることを目指す。</p>
技術開発の必要性	騒音低減に関する研究について、決定的な技術が導出されている状況ではなく、最適化のアプローチが確立されていない。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・ブレードおよびロータダクト上の流体力学的な最適化による騒音の低減 ・回転翼及び関連機器の最適化による騒音低減化
関連する国家プロジェクト等	NEDO「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト」 (2017年度～2021年度)

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I—B4	ドローン等による革新的リモートセンシング技術の開発および高度情報活用技術の研究開発
政策的位置付け	<p>革新的環境イノベーション戦略</p> <p>13. 自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上</p> <p>産業技術ビジョン2020</p> <p>V. Society5.0 を実現する Intelligence of Things とそれらを支えるデジタルテクノロジー</p> <p>A-1) Intelligence of Things・人間拡張を支えるロボティクス、センシング、XR、ブレイン・マシン・インターフェース、機械翻訳等</p>
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・リモートセンシングの手法がいくつかある中で、情報を統合する方法が確立されておらず各々の取得データの積み上げに留まっていた。 ・本課題では、ドローンの取得データと、衛星や航空機での取得データを統合して解析することを可能とし、補完関係を構築できる技術開発である。また、欲しい情報の取得頻度に合わせてデータ取得方法を決定できるようになり、シームレスなリモートセンシングが可能となる。ドローンによるリモートセンシング分野での価値が大きく高まり、ドローンの活用される市場を広げる取組である。特に当該テーマはまだ実現に至っていない認識の上で、実現に至らしめる要素技術やデータを有している日本において体制を組みフィージビリティを検証することで世界に先んじて技術を確認しサービスを提供することを狙う。 ・本課題の実現により、センシング対象に合わせて、航空機から小回りが利くことでエネルギー効率の高いドローンに代替されると考えられ、大きなCO₂削減効果が見込まれる。
目指すべき社会像	今後、順調に成長が見込まれるリモートセンシング市場において、撮影機体等の特色を生かしながら、ビックデータ化が図られ、様々な場面で取得される情報が適切に統合解析可能となること。
技術開発の必要性	今後、成長が期待される世界のリモートセンシング市場において、センシング方法の最適選択を図れる技術基盤を構築していくことで、CO ₂ 削減等が図れるようにしていく必要がある。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	ドローンを活用した可視光・非可視光リモートセンシングでの測定データと、地上、航空機、衛星を使った測定データの相関性が未確立であることを踏まえた、その統合・補完による階層化や精度向上技術の開発
関連する国家プロジェクト等	—

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I—C1	水素を活用した航空機関連技術開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 14. 燃料電池システム、水素貯蔵システム等水素を燃料とするモビリティの確立
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昨今、欧州を中心に低炭素要求が強まりつつあり、CO2削減の観点から水素燃料航空機開発にかかる国際競争が今後激化することが予想される。 ・ 液化水素を採用することで、燃料体積の増加や極低温維持の必要性等、従来航空機との多くの差異が生じるため、様々な技術開発が必要となる。 ・ 本課題は、従来のケロシン燃料と比較した水素の優位性に留意しつつ、水素航空機の実現に向けた技術開発に関するフェージビリティを検証するものである。 ・ 本課題の実現により、将来的に航空機からのCO2排出量をゼロとすることにつながる。
目指すべき社会像	<p>本テーマを通じて技術確立の目的が立ち、その後国家プロジェクトで実証レベルまで高めることができれば、我が国企業が国際競争において主導権を握ることが可能となる。持続可能な社会の実現に向けて、航空機のCO2排出量削減は喫緊の課題となっているが、水素航空機の実現により、将来的に航空機からのCO2排出量をゼロとすることができる。また、自動車分野をはじめとした他産業への技術波及も想定される。</p>
技術開発の必要性	<p>水素航空機の実現のためには、機体（燃料タンク、燃料供給システム等）、エンジン（燃焼器等）ともに様々な技術開発の必要がある。</p> <p>特に、燃料タンクについては、水素の液体貯蔵のために極低温環境が要求されるが、従来ロケット向けに使われてきた金属ライナー複合材のタンクでは、高い熱応力が作用してしまい、燃料漏れのおそれがある。</p> <p>そこで、燃料漏れを防止しつつ、航空機に求められる高気密・軽量・省スペースを満たす炭素繊維複合材を使ったタンクの技術開発を行う必要がある。</p> <p>しかし、液化水素タンク技術は、各国OEMメーカーですら実用化できていない状況であり、研究開発の技術的な難易度は相当に高い。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水素燃焼ジェットエンジンの燃焼器に関する研究開発 ・ 液体水素を用いた航空機用電動推進システムの研究開発 ・ 水素燃料航空機の燃料供給システムに関する研究 ・ 極低温液化水素燃料を利用した境界層制御技術に関する研究 ・ 水素航空機向け複合材製水素燃料タンクの研究開発
関連する国家プロジェクト等	NEDO「次世代複合材創製・成形技術事業」（2020年度～2024年度）

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-D1	将来の燃料の脱炭素化の導入を見据えた内燃機関高効率化の更なる追及に向けた要素技術開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 15. カーボンリサイクル技術を用いた既存燃料と同等コストのバイオ燃料・合成燃料製造や、これら燃料等の使用に係る技術開発
課題趣旨	地球温暖化の進行が懸念される中、パリ協定においてもCO ₂ 削減が求められている。自動車においても厳しい規制が導入されており対応が急務となっている。このために、自動車業界は、電動化を加速しており、HEVやPHEVに加えて、BEVやFCEVを市場に導入している。BEVやFCEVが走行時においてCO ₂ が出ないのは大きな利点であるが、生産から廃棄までを考えたライフサイクルとしての見方では、エンジンの熱効率を大幅に高めることでHEVでも十分にCO ₂ を削減可能なポテンシャルがあると考えられる。さらに、燃料の脱炭素化（e-fuelなど）が実現された際には、内燃機関がカーボンニュートラルに資する期待がある。 更に、これらの開発技術は、自動車用のみならず建設機械、産業機械用エンジンにおいても、排出ガス規制強化への対応およびCO ₂ 削減のニーズが高く、これらへの波及効果も期待できる。
目指すべき社会像	世界的にはバイオエタノールなどのバイオ燃料の活用、再生可能エネルギー活用によるe-fuelや水素活用が推進されている。一方でガソリン等を燃料とする内燃機関自動車は2040年でも8割を超えるとの予測もある（Energy Technology Perspectives 2017, IEA）。まずは内燃機関自動車のエンジン効率を大幅に高め、早期に低CO ₂ 化を実現し、来たるべき脱炭素化燃料の社会、それに続くカーボンニュートラルな社会へのスムーズな橋渡しを目指す。
技術開発の必要性	エンジンを搭載した電動化車両（xEV）では、エンジンの始動、停止回数が多くなり、エンジン効率向上のための摩擦損失の低減が従来よりも重要となる。また、排出ガス温度が低下して、後処理装置の触媒を活性状態に昇温するためのエネルギー（燃料）消費が増加する。さらに、モーター・インバーター等の電動化部品の搭載に伴い、エンジンルーム内のスペースが減少するため、エンジンや排気後処理デバイスのコンパクト化が必要となる。このように、部品のコンパクト化と摩擦損失低減、排出ガス後処理性能向上は、従来の技術開発のみでは解決困難な課題であり、材料領域などの基礎からの研究が期待される。
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・ エンジンフリクション低減に関する革新的技術開発 ・ エンジン排出ガス後処理装置のコンパクト化に関する技術開発 ・ エンジン熱効率改善
関連する国プロ等	SIP「革新的燃焼技術」（2014年度～2018年度） 経済産業省「クリーンディーゼルエンジン技術の高度化に関する研究開発事業」（2014年度～2016年度） NEDOエネ環先研究「自動車の早期低炭素化を実現する内燃機関／燃料組成の開発」（2020年度～2021年度）

I—E1	廃棄物を資源とする新たなリサイクル技術の開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 17. 金属等の高効率リサイクル技術の開発 18. プラスチック等の高度資源循環技術の開発 循環経済ビジョン 2020
課題設定理由	<p>・「循環経済ビジョン 2020」（2020年5月）においては、「循環経済をめぐる国際的な状況や市場の変化を更なる成長のチャンスと捉え、我が国産業構造の強みを生かしつつ、「循環性」の高いビジネスモデルへの転換・事業活動の「資源効率性」の向上を図ることで、中長期的視点から、我が国産業の競争力を強化し、環境と成長の好循環を実現する」としている。</p> <p>・我が国は3Rの取組を進め、世界的にもトップランナーではあるものの、最終処分場の残余年数や循環利用率は、ここ数年横ばいで推移しており、我が国の資源循環の取組は踊り場を迎えている。・廃棄物を廃棄物として適正に処理（焼却、埋め立て等）するだけでなく、資源の高度な循環利用を基軸とし、環境活動を取り込んだ循環経済への転換に向け、廃棄物を国内の新たな資源（マテリアル、ケミカル）として効率的かつ経済的に有効利用するため、新たな技術課題の解決が求められているところ。</p> <p>・特に近年、各種リサイクル法や業界の自主的取り組みの対象となっていない業種、急速に普及してきた製品、いわゆるカスケード型で循環型の取組が十分に進んでいない分野の廃棄物を対象とし、有価物として再生可能な新たな技術開発テーマを模索している。</p>
目指すべき社会像	温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「2050年カーボンニュートラル」の実現に向けて、廃棄物処理に関してもCO2排出削減の観点から、これまで大半を占めていた焼却処理から資源循環の転換が求められている。
技術開発の必要性	リサイクルには、回収、再生品化等の社会的コストが多くかかる。また、既存の熱としての利用には、CO2問題など環境負荷が伴う。それらを誰がどのように負担するのかと云った政策的な問題もあるが、上記社会像実現のためには、リサイクルに係るコストを削減し、環境負荷を低減する、効果的なリサイクル技術の開発の促進が求められているところである。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・塩素、臭素等含有廃棄プラスチックの効率的なマテリアル・ケミカルリサイクル技術の開発 ・ケミカルリサイクルにかかる新規触媒、新規プロセス技術の開発 ・廃棄物の減量化、有効利用技術 ・廃棄物の有益化、付加価値化に関する技術開発
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発」（2020年度～2024年度） ・NEDO「アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業」（2021年度～2025年度）

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-F1	発電プロセスによる排水・排ガス中有害物質無害化回収技術
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 23. 分野間の連携による横断的省エネ技術の開発・利用拡大
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の排水・排ガス処理は、曝気、汚泥処理、選択触媒脱硝 SCR 処理、回収再生利用等のために多大なコストをかけて処理している現状がある。 ・本課題は、窒素化合物ばかりでなく、有害物質を対象として、発電比率を向上させながら無害化するもので、「窒素循環」では、実施していない。 ・また、エネルギーキャリアで実施しているアンモニアは、純品のアンモニアガスの燃焼であり、有害物質を液相の状態 で燃焼させ、熱電比率をフレキシブルに変えることにより、無害化とともにコジェネを実現するケースとは異なる。 ・有害物質を対象として、液相で導入することから、周辺機器としては大型の圧縮機ではなく、液相ポンプで可能となり、コンパクトになる。
目指すべき社会像	<ul style="list-style-type: none"> ・排水、排ガス処理に含まれる有害物質（窒素系化合物、有機物、揮発性有機化合物 VOC 等）を必要に応じて回収・濃縮して、湿式タービン(HAT サイクル)やエンジンにより、アンモニア水を燃焼する場合においては、12%以下では無害化、12%以上では燃料資源化することにより、曝気、汚泥処理、選択触媒脱硝 SCR 処理、回収再生利用に要する硫安転換を行うことなく、無害化、創エネルギーを実現することができる革新的なプロセスを開発するもので、社会的なインパクトが大きい。
技術開発の必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・排水・排ガス中の有害物質の濃度を高めて、濃縮回収、吸着分離する技術を、低エネルギー投入によって実現する必要がある。 ・水の蒸発にエネルギーを必要とするため、燃焼し難くハードルが高い低濃度アンモニア水を、ガスタービン等発電での直接燃料として利用可能とする燃焼無害化技術を開発する必要がある。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・低エネルギーで利用可能な吸着材用素材の開発 ・マルチスケール空隙設計による、吸着素材をフルに生かした吸着材の開発 ・吸着分離システムの開発 ・実ガス・模擬ガスによる吸着材評価 ・低濃度アンモニア水、有機物、揮発性有機化合物 VOC 等の燃焼無害化技術 ・低濃度アンモニア水を燃料として利用可能にするバイオガスとの混焼技術
関連する国家プロジェクト等	—

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-F2	二次元材料の産業化に向けた革新的製造プロセスとデバイス作製基盤技術の開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 23. 分野間の連携による横断的省エネ技術の開発・利用拡大
課題設定理由	<p>・ IT 機器、IoT 機器の増加により、電力消費量は大幅に増大しており、世界的な課題となっている。今後、Society 5.0 の実現に向けて、更なる IT 機器、IoT 機器の増加が見込まれており、機器を構成する各デバイスには、より一層の小型化・低消費電力化が求められている。従来のシリコンを中心とした電子デバイスの微細化、低消費電力化の壁を突破するには、新規の材料を適用した革新的なデバイスを創出していく必要がある。</p> <p>・ 二次元材料は、三次元バルク材料とは大きく異なる電氣的・光学的・機械的物性等を有しており、高感度センサや高速・低消費電力トランジスタ、エネルギー変換デバイス等への応用が期待されており、IT 機器、IoT 機器の小型化、低消費電力化をはじめ、素子の組み合わせによる自立電源型 IoT システムの構築等が可能となる。</p> <p>・ 本課題では、グラフェンをはじめとする二次元材料の産業化のボトルネックとなっている、高品質・大面積合成技術、簡便で膜の品質に劣化を与えない転写プロセス技術等を開発し、小型化・高性能化・低消費電力化を実現する革新的デバイス開発を促進するための基盤技術を創出する。</p>
目指すべき社会像	二次元材料を用いた革新的デバイスの創出により、今後飛躍的に数が増加すると見込まれるセンサや情報通信デバイスの小型化・高性能化・低消費電力化を達成することで、Society 5.0 の実現と省エネルギー化に貢献する。
技術開発の必要性	<p>・ 二次元材料を用いたデバイスについては、学术界で様々な研究がなされているが、高品質な二次元材料の大面積合成技術が未確立であることや、現状の転写プロセスに多くの課題が残されていることなどから、社会実装が進展していない。</p> <p>・ グラフェンにおいては、工業的に合成されるグラフェンが低品質であることや、デバイス化した際の基板等の外環境の影響により、本来の移動度（シリコンの約 100 倍）が発現できていない。このような外環境要因を遮蔽する材料として、ホウ素と窒素からなる二次元材料である六方晶窒化ホウ素（h-BN）が着目されているが、理想的な層数の h-BN を大面積に合成する技術は確立されていない。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・ ウエハスケール（4 インチ以上）の高品質グラフェン合成技術の開発 ・ ウエハスケール（4 インチ以上）の多層 h-BN の合成技術の開発 ・ 高い移動度を実現するグラフェン/h-BN 積層構造作製技術の開発 ・ その他二次元材料のデバイス応用、産業化のボトルネックとなる課題解決に資する研究開発
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・ NEDO「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」（2010年度～2016年度） ・ NEDO「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」（2016年度～2022年度） ・ JST「戦略的創造研究推進事業（CREST）/二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出」（2014年度～）

【注】本技術テーマに限定するものではありません。

I-F3	インフラの超長寿命化を実現する革新的材料・接合・寿命予測・予防保全技術の開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 23. 分野間の連携による横断的省エネ技術の開発・利用拡大
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・日本のインフラは、補修、更新を重ねながら逐次的に強靱化技術が導入されてきたが、十分に維持管理が行き届いている状況にあるとは言い難く、昨今は特に、台風や地震の頻発、ゲリラ豪雨等、災害の大規模化が顕著となっていることから、より一層の対応が求められている。 ・また、深刻化する老朽化インフラの維持管理・更新に要するコストは莫大であり、大量の部素材の製造過程等で発生するCO2も削減の必要性が高い。 ・本課題では、これら喫緊の課題を解決するため、低コストで超長寿命な構造材料やそれを支える接合技術、予防保全を可能とする長期安定な計測技術、部素材から保全までの一元的な情報管理技術等の実現性・有効性を検証する。
目指すべき社会像	寿命100年などを超える耐食性や強度に優れたインフラ構造物を実現し、遠隔監視のモニタリングデバイスを従来の数倍から10倍程度に大幅に長寿命化することによって、インフラ構造物のメンテナンス性を飛躍的に向上させ、将来のインフラ維持管理・更新に要するコストとCO2排出量の大幅な削減を実現する。
技術開発の必要性	現在のインフラ構造物は例えば橋梁では50～60年程度の寿命とされ、更なる長寿命化に向けて、耐食性や強度が極めて優れた革新的な構造材料や接合技術が新たに必要となり、今の倍程度の寿命を実現することは非常に困難である。加えて、モニタリングデバイスに至ってはより短い製品寿命であることから、高耐久性材料の開発等による長期信頼性を確保するための技術的ハードルは非常に高い。
当該課題解決に求められる技術テーマ (例)【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・低コストで超長寿命な構造材料・接合技術と、その寿命予測技術の開発 ・インフラ構造物の遠隔監視を可能とするモニタリングデバイスの超長寿命化を可能とする高耐久性材料技術の開発
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「革新的新構造材料研究開発」(2014年度～2022年度) ・内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)／インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(2014年度～2018年度)

【注】本技術テーマに限定するものではありません。

I—G1	超小型の全固体型冷却素子や極低温固体冷却装置を実現する、固相-固相相転移による潜熱を用いた蓄熱材料及び熱マネジメント技術の開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 25. 未利用熱・再生可能エネルギー熱利用の拡大
課題設定理由	<p>・一次エネルギーの約6割に相当するエネルギーが有効利用されずに環境に放出されていると言われており、このいわゆる排熱の利用がカーボンニュートラルを達成する上で重要である。排熱利用につながる重要な技術として熱の回収（冷却）技術があるが、排熱の温度領域や規模はさまざまであり、それぞれの排熱に応じた多様な熱マネジメント技術が求められている。従来技術として液相-気相あるいは液相-固相相転移に伴う潜熱を利活用する技術があるが、これに対し固相-固相相転移の際の潜熱変化を利用する技術では全固体の特徴をいかし、デバイス自身を超小型する、あるいは、極低温領域における冷却に適用するなど、今までにないデバイスへの展開が期待される。さらに近年潜熱レベルとして現状の冷媒に匹敵する材料が有機・無機を問わず見出され注目度が高まっている。</p> <p>・最近見出された材料は、吸発熱を起こす誘因として磁気だけでなく、圧力や応力等の変化によるものがあり、その意味でも今までにない画期的な熱マネジメントシステムの実現が期待される。しかしながら、実用化に向けた研究開発はもとより、さらなる高性能材料の探索も十分とはいえない状況にある。</p> <p>・上記固相-固相相転移の際の潜熱変化を利活用した熱マネジメント技術が実用化されると、超小型化による半導体チップ内部への冷却素子の直接実装により、熱伝導による排熱では対応できないような急激な発熱を伴うパワーデバイスの温度維持が可能になる等、未利用熱の有効利用が一層進むと期待される。さらには極低温領域の冷却効率向上で熱マネジメントの省エネ化が期待される。</p>
目指すべき社会像	全固体による超小型デバイス冷却機能が半導体デバイスに実装されたり、極低温領域の冷却効率向上で熱マネジメントが省エネ化されることにより、未利用熱の利活用が一層進展し、スマート社会の省エネ化やエネルギー利用の高度化、CO2の削減に寄与する。
技術開発の必要性	材料にかかる外場の変化による吸発熱挙動の基礎的知見が不足している。このため応力や圧力等の変化で吸発熱する新しい原理を利用したシステム構築が不十分である。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 固相-固相相転移に伴う潜熱変化が現行の冷媒以上である革新的固体材料の探索 ・ 革新的固体材料の潜熱を制御する新技術（圧力や応力変化の利用等）基盤技術の開発 ・ 革新的固体材料と固体熱伝導・遮熱材料等の熱制御材料を組み合わせた、革新的な超小型全固体熱マネジメントデバイスの開発 ・ 革新的固体材料の特徴を活かした極低温熱マネジメントデバイスの開発

関連する国プロ等	NEDO「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発」(2018年度～2022年度) NEDO「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」(2015年度～2022年度)
----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

【注】本技術テーマに限定するものではありません。

I—H1	バイオリファイナリーのための超革新的技術の開発
政策的位置付け	革新的環境イノベーション戦略 31. バイオマスによる原料転換技術の開発
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・低炭素社会の実現に向けて、バイオエタノールは重要な原燃料と捉えられているが、セルロース成分分離、糖化、発酵の各工程に必要なエネルギー、薬品等のコスト構造がネックとなり、なかなか実用化が進んでいない。 ・本課題設定は、木材を超革新的技術で分解する等により、後工程である化学・発酵工程を容易にし、バイオエタノールの収量、効率を向上させることを目指すものである。
目指すべき社会像	<p>本技術の適用、および産業化の推進が可能となれば、現在ほとんど手つかずの森林資源等の有効利用により、産業構造をオイルリファイナリーからバイオリファイナリーへ大きくシフトさせる可能性を持っており、脱炭素社会の構築に資するものとする。</p> <p>また、エタノール製造だけでなく、セルロースそのもの（セルロースナノファイバー等）、リグニン誘導体等の化学製品の生産効率、製造コストを改善でできる可能性も秘めている。</p>
技術開発の必要性	<p>バイオエタノールの収量、効率向上のためには、木材を容易に分解する、従来にない革新的技術の適用可能性検討が必要である。例えば、粒子加速器といった非常に精密な装置の産業利用も考えられるが、技術的なブレークスルーにかなりの困難を伴うものと考えられるため、</p> <p>先導研究による原理検証やメカニズム解明などの基盤研究を経て、産業応用の可能性を検討する必要がある。収量や効率向上にむけては、新しい反応場の適用も考えられるが、基礎的な知見がまだ少ない状況であり、先導研究の枠組みを利用した技術開発が必要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<p>従来技術にない革新的な化成品原料・液体燃料転換技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・木質系バイオマス利用のための量子ビーム技術の開発 ・ファインバブル、ナノバブル活用によるバイオリファイナリー技術開発 ・イオン液体や超臨界二酸化炭素技術の深化、技術開発 ・その他、バイオマスの効率的な原料転換に資する技術開発
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」（2014～2019年度） ・NEDO「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」（2013～2019年度）

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-1	<p>様々な用途に利用可能な小型・高効率の深紫外波長領域レーザーの高度化技術開発や ICT データを活用したレーザー加工プロセスの超高速最適化技術の開発</p>
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・先端レーザー加工技術は、難加工材料の精密加工、ソフトマテリアルの計測・加工、3D、4D の精密造形などの新製造技術として有用性が高く、海外との開発競争が激化している。 ・他方、光源の種類や加工パラメータ等の自由度が大きく各種材料に対する最適条件を導き出す工程数が膨大で、時間的・人的リソースを浪費することも少なくない。 ・また、深紫外波長領域のレーザーは、難加工材料の精密微細加工に加えて、医療分野、殺菌等の用途でも幅広い活用が見込まれている。 ・これらの情勢を踏まえ、半導体レーザーによる新しい深紫外波長領域の光源開発や、ICT データを活用したレーザー加工プロセスの超高速最適化技術の開発に基づいた先端レーザー加工技術の効率的な社会実装による、ものづくりのイノベーションエコシステムの実現に向け当該課題を設定する。
目指すべき社会像	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外の半導体レーザーの高出力化や、レーザー加工の動的（リアルタイム）制御を ICT 技術によってパラメータ最適化していくスマート化を実現することにより、多様な産業分野においてレーザー技術が活用されることや、加工プロセスの最適化や付加価値が創出される。
技術開発の必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・深紫外半導体レーザー光源は、昨年初めて日本のチームによって発振が報告されたが、計測や加工などに応用するにはワットクラスまで出力を向上する必要がある。これまでにない波長・出力のレーザー光源を 3D 造形等の加工に最適活用するための十分なデータの集積も必要である。 ・レーザー加工の超高速最適化のためには、マテリアルプロセスデータなどを戦略的に収集し、最先端の計測・シミュレーション技術などを用いた多数パラメータの動的（リアルタイム）制御を行う必要がある。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・ワットクラス深紫外半導体レーザーの開発 ・連続紫外光源による新加工・計測法の開発 ・動的パラメータ制御による加工ダイナミクスマニピュレーション技術の開発 ・超高速レーザー加工シミュレーション技術の開発
関連する国の戦略、国家プロジェクト等	<p>統合イノベーション戦略2020 第5章戦略的に取り組むべき基盤技術 (3) 量子技術</p>

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-2	持続可能な産業発展や新需要創出につながる革新的研究開発
課題設定理由	不確実性が強くリスクは高いものの、ハイインパクトな革新的技術シーズを幅広い分野から選定するため。
目指すべき社会像	破壊的イノベーションを創出する非連続な技術革新により、社会課題の解決と経済成長の両立を達成を目指す。(Society 5.0の実現、SDGsの達成)
技術開発の必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル技術を主導とした研究開発は、近年盛んに行われているが、依然として、時間や原料等の資源が大量に消費されている。我が国の産業競争力の向上を目指すうえで、資源効率の向上と迅速な新規製品の創出を可能とし、持続可能な産業化を推進する必要がある。 ・これまで注目されていたものの革新的な突破口が見つからず、産業に発展できていない分野が数多くある。価値を創出し、新たな産業を発展させるために、既存技術の組み合わせではなく、これまでにない独創的な知見・アイデアに基づく革新的な研究シーズを分野横断的に発掘し技術開発を行う必要がある。
当該課題解決に求められる技術テーマ(例)	<p>持続可能な産業発展や新たな需要創出の実現にむけたデジタル技術等を活用した革新的な技術開発</p> <p>【技術テーマ例】</p> <p>※下記テーマは一例であり、採択分野・技術を限定するものではない</p> <p><例></p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来よりも大幅なコスト削減及び時間短縮が可能となるデジタル技術やゲノム編集技術等を活用した、新たな合成生物学的手法による機能物質生産技術の開発 ・ものづくり分野における開発・設計・製造等多数の個別要素技術の統合・最適化を実現するデジタル技術等を用いた知識基盤の構築 ・生物固有の機能(※)を活用した高機能・高付加価値を実現する基盤技術の開発 <p>(※)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電線等のライフライン、信号点灯機など交通インフラや太陽光パネル等に利用可能な、水/油、海洋生物、氷雪等に対する難付着性の発揮 ・未知の感染症やガン等の難病を早期に発見するセンシング技術
関連する国の戦略、国家プロジェクト等	<p>産業技術ビジョン 2020 (2020年5月29日、経済産業省)</p> <p>V. Society5.0を実現する Intelligence of Things とそれらを支えるデジタルテクノロジー</p> <p>Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)</p> <p>9. 産業と技術革新の基盤をつくろう (Industry, Innovation and Infrastructure)…「強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る」</p>