

2023年度「N E D O先導研究プログラム/新技術先導研究プログラム/エネルギー・環境新技術先導研究プログラム、新産業・革新技術創出に向けた先導研究プログラム」公募対象となる研究開発課題一覧

I. エネルギー・環境新技術先導研究プログラム

課題番号	研究開発課題
A.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	
I-A1	次世代型超高効率太陽光パネルの実現に向けた要素技術の研究開発
B.革新的環境イノベーション戦略 ③厳しい自然条件に適応可能な浮体式洋上風車技術の確立	
I-B1	風力発電の調査開発・O&Mの高度化に向けた革新的解析・評価技術の開発
C.革新的環境イノベーション戦略 ⑥高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術等の開発	
I-C1	半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC/レーザーデバイスの開発
D.革新的環境イノベーション戦略 ⑦製造：CO2フリー水素製造コスト1/10の実現	
I-D1	革新的水素製造・利用技術の開発
E.革新的環境イノベーション戦略 ②CCUS/カーボンリサイクルの基盤となる低コストなCO2分離回収技術の確立	
I-E1	温室効果ガスの回収・貯留・高付加価値製品の合成に資する革新技術の開発
F.革新的環境イノベーション戦略 ③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	
I-F1	航空機におけるエネルギー転換技術開発
I-F2	革新型モーターの研究開発
I-F3	航空機向け革新的部素材・製造プロセス技術の開発
G.革新的環境イノベーション戦略 ④バイオマスによる原料転換技術の開発	
I-G1	環境負荷低減を実現するための、バイオマスの微細構造を活用した機能性材料の開発
H.2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ②水素・燃料アンモニア産業	
I-H1	アンモニア分解システムと吸着技術の開発
I.2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑧物流・人流・土木インフラ産業	
I-I1	産業・物流のスマート化に向けた次世代ロボット技術の研究開発
J.2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑩カーボンリサイクル・マテリアル産業	
I-J1	革新的な高機能鋼材製造技術の開発
K.2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑬資源循環関連産業	
I-K1	繊維to繊維の資源循環システム構築に資する技術開発

II. 新産業・革新技術創出に向けた先導研究プログラム

課題番号	研究開発課題
A.量子技術【従来技術を凌駕する感度・精度を実現する量子計測・センシング】	
II -A1	量子効果を活用した革新的計測・センシング技術の開発と産業応用探索
B.AI技術【AIの実世界適用に向けた基盤的・融合的な研究開発】	
II -B1	AIと人が多対多で協調し合う基盤技術の開発
II -B2	次世代AI技術の確立と新産業創出に向けた理論学習型AI・仮説指向型AIに関する研究開発
C.バイオ技術【バイオ研究開発・生産システムの効率化／バイオ関連製品の開発・品質評価に必要な分析・測定技術の高度化】	
II -C1	革新的な合成生物学的手法を活用した物質生産基盤技術の開発
II -C2	バイオ研究の高精度化・ハイスループット化に必要な技術開発
D.マテリアル技術【社会のあらゆる基盤を支えるマテリアル革新力の強化】	
II -D1	マテリアル実用化期間を劇的に短縮するプロセス間・計測間の高度連携技術の開発
II -D2	革新的なクリティカルメタル等の希少資源の使用量削減・効率的利用および代替技術の開発
E.デジタル技術【Intelligence of Things・人間拡張を支えるデジタルテクノロジー】	
II -E1	デジタル・AI・ロボット技術、特に次世代センシングやXR技術を活用した新産業創出や生産性の向上につながる革新的研究開発

I-A1	次世代型超高効率太陽光パネルの実現に向けた要素技術の研究開発
政策的位置付け	<p>○革新的環境イノベーション戦略</p> <p>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</p> <p>○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</p> <p>⑫住宅・建築物産業/次世代型太陽光産業</p>
課題設定理由	<p>2050年カーボンニュートラル実現に向けて太陽光発電への期待がますます高まっている。太陽光発電の研究開発は、これまで高性能化、低コスト化、信頼性の向上等に向けて研究開発が進められてきた。一方、太陽光発電が信頼できる電源として今後50年、100年安心して使われるためには、高性能・低コストのみでは十分ではなく、原料供給、大量廃棄、太陽光発電の適地減少などの将来リスクの抜本的な解決が求められている。</p>
目指すべき社会像	<p>本課題では、GHG排出量削減のポテンシャルの大きい太陽光発電の大量導入を可能にする技術開発によって、2050年カーボンニュートラルの実現を目指すものである。</p>
技術開発の必要性	<p>2050年カーボンニュートラルへ向けたトランジションの中において、太陽光発電の大幅な発電容量拡大が世界的に求められている。我が国においてはFIT制度が始まった2012年度から20年経過する2030年代より既設太陽光発電プラントの処置に関する議論が本格化することが想定される。適地の限られる我が国の状況を鑑みると、このタイミングでより高効率な次世代型太陽光パネルにしっかり置き換えていくことが望まれ、その際にはギガワット単位で需要が立ち上がると予想される。加えて、今後膨大となる太陽光パネルの製造・供給・調達・設置～O&Mの安定化を考えると、省資源化・長寿命化・資源循環性といったサステナビリティの観点やサプライチェーンの構築も次世代型高効率太陽光パネルには不可欠な価値軸となる。また、移動体への搭載等で高い発電能力を要求する分野でも、2050年に向けて市場拡大が予想されており、その普及を加速するためユーザーニーズに応える次世代型超高効率太陽電池の登場が望まれている。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<p>○高変換効率・低コスト・長寿命な次世代型太陽光パネルの実現に資する次のような技術テーマを求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンデム型太陽電池の性能向上に資するトップセルの高性能化技術。 ・シリコン系太陽光パネル以上の耐用年数を達成するに有用な技術。 ・サステナブルかつリサイクルし易い材料の採用や環境汚染問題を解決する封止構造。 ・安定供給と量産性を担保した製造工程の構築に資する技術。 <p>○次世代型超高効率太陽電池へのユーザーニーズに応える更なる高効率化および超低コスト化に資する次の様な技術テーマを求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高効率を維持した上で、飛躍的な基板のコストダウンを実現可能とする技術であって、6インチサイズ以上に適用できる事。 ・製造工期を飛躍的に短縮できる技術。 ・曲面に加工でき超軽量を実現できる技術。
関連する国家プロジェクト等	<p>太陽光発電の導入可能量拡大等に向けた技術開発事業(2020～2024年度)</p> <p>グリーンイノベーション基金事業/次世代型太陽電池の開発(2021～2025年度)</p>

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-B1	風力発電の調査開発・O&Mの高度化に向けた革新的解析・評価技術の開発
政策的位置付け	○革新的環境イノベーション戦略 ③厳しい自然条件に適応可能な浮体式洋上風車技術の確立 ○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ①洋上風力産業
課題設定理由	<p>本課題では、風力発電の調査開発や風車配置等の設計、O&Mの高度化に資する革新的な解析技術や評価手法の開発を行なう。風車ウエイクの影響を踏まえた発電量予測、機械的疲労の解析・評価など、これまで計算量が膨大で実用的ではなかった解析や、条件の変化が多様で精度が十分ではなかった解析・評価を実用可能にすることで、風力発電技術の確立、さらには2050年カーボンニュートラルの実現に貢献する。</p> <p>また、本研究開発を、実際に風力発電事業を進める企業等と共同で取り組むことにより、風力発電設備の設置検討やO&Mの高度化等、出口を明確に意識しながら開発することにより、今後のウインドファームの設置拡大や低コスト化への貢献が期待できる。</p>
目指すべき社会像	<ul style="list-style-type: none"> ・風力発電技術の確立によって、国内各地に風力発電の導入普及が拡大し、国内のCO₂排出量が最大限に低減されて2050年にカーボンニュートラルを実現する。 ・風力発電産業の活性化により、日本の洋上風力発電技術がアジア市場へ展開される。 ・持続可能な風力発電技術が確立される。
技術開発の必要性	<p>2050年カーボンニュートラルの実現には再生可能エネルギーの導入拡大が不可欠であり、特に風力発電、中でも洋上風力発電は国内に大きなポテンシャルを有していることから、再エネの主力電源化の切り札として期待されている。また、洋上風力産業ビジョン(第一次)では、洋上風力の大量導入とそれを支える産業基盤の確立に向け、着床式洋上風力の発電コストを2030-2035年までに8-9円/kWh、国内調達比率を2040年までに60%にするという高い目標が設定されている。グリーンイノベーション基金事業においては浮体式洋上風力発電を中心に低コスト化に向けた技術開発を実施中であるが、2050年のカーボンニュートラル実現をより現実的なものとするためには、陸上・洋上(着床式・浮体式)を問わず、更なる低コスト化が期待できる革新的な技術が必要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ(例) 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・風車ウエイクの革新的解析・評価技術 ・風力発電における革新的な発電量予測技術 ・風車の機械的疲労の革新的解析・評価技術 ・SCADAデータと連動したウエイク起因故障の革新的予測技術
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「風力発電等技術研究開発」(2008~2024年度) ・NEDO「グリーンイノベーション基金事業/洋上風力発電の低コスト化」(2021~2030年度)

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-C1	半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC/レーザーデバイスの開発
政策的位置付け	<p>○エネルギー・環境イノベーション戦略</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SiC 電力機能・制御機能一体化・小型化 ・GaN(縦型) SiCを上回る高性能化技術開発 <p>○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</p> <p>⑥半導体・情報通信産業（超高効率次世代パワー半導体の研究開発）</p> <p>○革新的環境イノベーション戦略</p> <p>⑥高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術等の開発</p>
課題設定理由	<p>Si に比べて大きなバンドギャップや光遷移確率といった特徴を活かしたパワー半導体や半導体レーザーの研究開発が多数報告されているが、さらなる性能向上に向けて化合物半導体材料本来の性能を引き出す新たなパワー半導体の開発や新たに発振が確認された紫外域での高出力半導体レーザーの開発などの革新的な技術開発が強く求められている。</p> <p>① 【半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC 開発】</p> <p>SiC や GaN などの化合物半導体パワーデバイスは従来の Si パワーデバイスの性能限界問題を解決するものとして、EV、電動航空機、再生可能エネルギーの電力インフラ等への応用に大きな期待が寄せられているが、既存の技術では SiC は駆動回路とパワーデバイスが別々になっており、Si から SiC に切り替えても SiC 本来の高速スイッチング性能を引き出せておらず、顕著な省エネ効果が得にくい。また、GaN は高速スイッチング性能を出す手法としては有効だが、中高耐圧を要するアプリケーションに向けては、耐圧層の安定化に難がある。現状の高速駆動技術にはノイズ、デバイス保護、耐圧等の課題があり、化合物半導体本来の限界性能を引き出せてないという問題がある。</p> <p>例えば、SiC パワーデバイスの限界性能での高速スイッチングを可能とすることができれば、大幅な低損失化だけでなく、受動部品の小型軽量化にもつながり、EV 等への大量搭載が進むことが期待され、社会全体の CO₂ 削減に極めて大きなインパクトがある。</p> <p>② 【半導体の性能を最大限引き出す革新的なレーザーデバイス開発】</p> <p>波長 200～300nm の深紫外レーザーは多くの材質で高い吸収率となり、スポット径も小さくできるため、加工用途へのニーズは大きい。しかし深紫外レーザーには従来エキシマレーザー等のガスレーザーや YAG レーザー等の固体レーザーの高調波が使用され、大型・低効率・高価で実現波長が限られるという問題がある。AlGaIn などの化合物半導体を用いる半導体レーザーは小型・高効率・低価格で、AlGaIn の含有率の変更により発振波長の調整が可能であるが、深紫外域は実現からまだ日も浅く、加工用にはまだ出力不足である。そこで、たとえば複数の深紫外半導体レーザーセルを縦方向及び横方向に 2 次元配置することによる光出力の大幅増加、深紫外と赤外とのハイブリッド多波長化など、技術の応用の幅を広げることによりその有効性を実証する。</p>
目指すべき社会像	<p>パワーデバイス・IC については、化合物半導体の本来の性能が発揮され、高速スイッチング等の技術が実現されるようになれば、大幅なチップ面積削減による低コスト化、高速スイッチングによる省エネ化と小型化、確実な保護によるデバイスの長寿命化等を達成することも不可能ではなく、カーボンニュートラル</p>

	<p>に向けたEVの大量普及や電動航空機の実用化に資するところ大であり、社会の飛躍的な変化を引き起こすことに貢献する重要パーツとなり得ると考えられる。</p> <p>レーザーデバイスについては、カーボンニュートラル・半導体3D化・医療などで、今まで加工が難しい素材への微細加工が求められているが、短波長かつ小型化で高出力の利用ができていない。また、現在多く加工に利用されているのは赤外波長で、加工する素材や目的によりレーザー装置が異なっており、小型・高効率・長寿命・低消費電力・安価・波長選択性などの特長を有する半導体レーザーは今までに無い。材料により最適な波長を選択することが可能なスマート加工など新たなイノベーションを目指す。</p>
技術開発の必要性	<p>① 【半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC開発】 SiCやGaNの化合物半導体の本来の性能を引き出すことができ、本来の性能での高速スイッチング等を実現する点が革新的な点であり、本来の性能を十分に引き出せば、大幅なチップ面積削減による低コスト化、高速スイッチングによる省エネ化と小型化、確実な保護によるデバイスの長寿命化を達成することも不可能ではなく、カーボンニュートラルに向けたEVの大量普及や電動航空機の実用化に資するところ大であり、社会の飛躍的な変化を引き起こすことに貢献する重要パーツとなり得ると考えられる。</p> <p>② 【半導体の性能を最大限引き出す革新的なレーザーデバイス開発】 深紫外域の高出力半導体レーザーは従来の加工用深紫外光源よりサイズ・効率・価格等の面で大幅に改善でき、既存の加工用深紫外光源を置き換えるとともに、新規応用分野の開拓が期待できる。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<p>① 【半導体の性能を最大限引き出す革新的なパワーデバイス/IC開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・次世代半導体スマートパワーIC技術の開発 ・ハイブリッドデバイス開発 <p>② 【半導体の性能を最大限引き出す革新的なレーザーデバイス開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超高出力・集積型深紫外半導体レーザー
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「高品質、高信頼性を実現する先進パワーモジュール技術／高速スイッチング可能でタフなSiCモジュール技術開発」（2020年～21年） ・文部科学省「GaN PSJ-HEMT/SiCハイブリッドデバイスの開発」（2021年～23年） ・「NEDO先導研究プログラム／新産業創出新技術先導研究プログラム／ワットクラス深紫外半導体レーザーの研究開発」（2021年～23年）

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-D1	革新的水素製造・利用技術の開発
政策的位置付け	<p>○革新的環境イノベーション戦略</p> <p>⑦製造：CO₂フリー水素製造コスト1/10の実現</p> <p>⑧輸送・貯蔵：圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発</p> <p>○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</p> <p>②水素・燃料アンモニア産業</p>
課題設定理由	<p>水素は、利用時に二酸化炭素（CO₂）を出さないという環境適合性と、特定の地域に偏在せず多様な資源から製造できるというエネルギーセキュリティ確保の双方を満たす二次エネルギーである。</p> <p>水素製造や利活用における多様性を確保するため、これまで十分取り組まれていない技術の可能性を明らかにすることが、将来の水素利活用拡大に向けて重要である。</p> <p>具体的には、水素製造の際に、炭素を二酸化炭素ではなく、カーボンとして析出するなど、CCSを不要とし、CO₂を大量に排出する現行技術を置き換え得る技術、水素キャリアの一つとして検討が進められる有機化学水素化合物の有効活用の観点から当該物質から直接エネルギーに転換する技術などが想定される。</p>
目指すべき社会像	<p>水素は、発電・輸送・産業等、幅広い分野で活用が期待されるカーボンニュートラル実現のためのキーテクノロジーである。そのため、2050年に水素発電コストをガス火力以下にする等、化石燃料に十分な競争力を有する水準となることを目指す。目標量に関しては、再エネポテンシャルや市場規模等それぞれの国・地域が置かれている状況が異なることを認識しつつも、2050年には2,000万トン程度の供給量を目指す。</p>
技術開発の必要性	<p>水素の供給量に係る政策目標の達成をより確実なものとするため、水素の製造・利用に係るコストダウンのため、従来は十分取り組まれていない革新的な技術開発に取り組む必要がある。</p> <p>提案にあたっては、提案書において、実用化の時期及び実用化のイメージ（技術の適用先や想定される実施体制）、2050年における水素供給量やコストの想定を示すこと。</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"> ・炭化水素等を原料とする二酸化炭素を排出しない付加価値等を保有する水素製造技術の開発（従来の発想にはない機能等を有する新たな分離膜や触媒、反応器、システム等による水素製造技術開発） ・革新的水電解技術（現状のNEDO事業[※]で、アルカリ、PEM、SOEC、AEMの開発として取り組んでいる技術を除く、従来の方法によらない技術） ・革新的水素・水素キャリア利用技術（直接利用、直接発電等）
関連する国家プロジェクト等	○燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業

【注】本技術テーマに限定するものではありません

※「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業」、「水素利用等先導研究開発事業」

I-E1	温室効果ガスの回収・貯留・高付加価値製品の合成に資する革新技術の開発
政策的位置付け	<p>○革新的環境イノベーション戦略</p> <p>⑫CCUS/カーボンリサイクルの基盤となる低コストなCO₂分離回収技術の確立</p>
課題設定理由	<p>地球温暖化対策のため、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、各所でCO₂の排出抑制に加え、CO₂の貯留・固定などのネガティブエミッションに係る技術やCO₂の回収・濃縮・利活用などのカーボンリサイクル技術の開発が進められている。</p> <p>本課題では、「CO₂の回収・濃縮・貯留・固定化に関する革新技術」「CO₂からの高付加価値製品の合成技術」「CO₂の吸収・固定化能を強化したバイオマスの開発とその利活用技術」「酸素濃度を高めて燃焼等に用いるための技術」「海洋へのCO₂吸収を加速する技術」「ブルーカーボンオフセットのクレジット化に必要とされる海洋情報観測システム」「N₂OなどCO₂以外の温室効果ガスの回収・濃縮・貯留・固定・分解・利活用に関する技術」など、温室効果ガスの回収・貯留利活用に資する技術開発を目的とする。</p>
目指すべき社会像	<p>「炭酸塩化等による資材・土中・海底等へのCO₂貯留」「固体炭素としての固定化」「空気中からの高効率なCO₂回収」「高付加価値な機能性材料の選択的な合成」「非食用の植物や海藻のCO₂吸収や固定化能を最大化させる品種改良」「CO₂吸収に特化した海藻等の海洋生物を加速的生長させる養殖」「リモートセンシングや長期の自動計測などの海洋情報観測」等について、従来技術では成し得なかったチャレンジングな目標（CO₂削減量、低コスト、高効率、高速）を設定し実施することで、2050年のカーボンニュートラル社会を目指す。</p>
技術開発の必要性	<p>2050年カーボンニュートラルに向け、常圧・低温・省プロセス・オンデマンド化など低コスト・省エネルギーなネガティブエミッション技術、カーボンリサイクル技術を確立することで、大規模事業者だけでなく地方事業者や中小事業者への展開が可能な技術開発が必要である。また、CO₂より温室効果係数の大きいN₂Oなどの温室効果ガスに対する技術開発が必要である。海洋環境の改善やブルーカーボンオフセットのクレジット化などを通して、海洋全体のCO₂吸収能の向上が必要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂からの高付加価値固体炭素の創製 ・空気中からの高効率なCO₂回収技術開発 ・タンデム電解によるCO₂からの有価物合成 ・分子振動に基づく炭素資源循環プロセスの開発 ・空気中からの酸素富化の分離技術および高濃度酸燃焼の高度制御技術 ・CO₂還元光触媒による合成メタン製造技術 ・CO₂の資源化のためのガス改質技術 ・CO₂由来COの革新的オレフィン変換技術 ・海洋情報観測技術を活用したカーボンオフセットのクレジット化 ・N₂Oの濃縮・有効利用・分解技術の開発
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-F1	航空機におけるエネルギー転換技術開発
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 ○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑩航空機産業（装備品・推進系の電動化）
課題設定理由	<p>2050年のカーボンニュートラルの実現に向け、ICAO（国際民間航空機関）において「燃料効率の毎年2%改善」、「2020年以降CO2総排出量を増加させない」というグローバル目標が掲げられるなど急速に脱炭素化の要求が高まりつつあり、欧米OEMメーカーを中心に機体・エンジンの軽量化・効率化や電動航空機に関する技術開発が実施されている。なお、ICAOにおいては、2020年10月に「国際航空分野で2050年までに二酸化炭素（CO2）の排出を実質ゼロにする」との新たな目標が掲げられるなど、航空分野の脱炭素化への要求は一層厳しくなっている。</p> <p>現在グリーンイノベーション基金事業において、「水素航空機向けコア技術開発」及び「水素航空機向けのコア技術開発や航空機主要構造部品の複雑形状・飛躍的軽量化開発」に取り組んでいるところであるが、航空機の脱炭素化へ向けた取組をより確実なものとするため、航空機における電動化システムの導入につながる新たな技術を見出していく必要がある。</p> <p>そのため、航空機飛行時のCO2を排出しない水素、アンモニア等を活用した燃料電池やガスタービン発電などの新たな電動化システム、その他電動化システムの導入に資する技術開発など新たな燃料を活用した革新的な推進方式の検討を実施する。</p>
目指すべき社会像	<p>機体規模に応じた推進系の電動化を推進するため、燃料電池/ハイブリッド推進/化石燃料に代わる水素その他のガスタービンやジェット推進等に係わる基礎技術課題への解決策を追求する。これらの技術を活用した航空機の運用により、IATA（国際航空運送協会）の行動計画 Fly Net Zero by 2050（2050年までに航空機によるCO2排出量ゼロを目指す計画）やICAO（国際民間航空機関）によるグローバル目標（2019年比でCO2排出量を増加させない、同じく2050年にCO2排出ゼロ）を達成する。</p>
技術開発の必要性	<p>航空機の脱炭素化に向けた、従来の化石燃料に代わるエネルギー源の発見とその手法は未だ確立されていない。かかる状況下で水素/アンモニア/電動化システムなど幅のある研究の選択肢を検討し、他国に先行する本邦技術との接合により優位となる技術要素を見極め、その基礎を確立する必要がある。上記技術の導入により、航空機運航時のCO2を中心とした温室効果ガス排出量を大幅に削減することが可能となる。</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"> ・水素を用いた航空機電動化システム技術開発 ・アンモニアハイブリッド航空機概念検討 ・脱炭素化に向けた次世代新型航空機概念検討
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機用先進システム実用化プロジェクト ・グリーンイノベーション基金事業/次世代航空機の開発

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-F2	革新型モーターの研究開発
政策的位置付け	○革新的環境イノベーション戦略 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 ○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑤自動車・蓄電池産業
課題設定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電動車の重要な構成部品であるモーター開発においては小型化・軽量化・高効率化が重要な課題であり、特に今後モーターの磁石・鋼板・銅線等の材料が供給不足に陥る恐れがあるため、従来の発想によらない抜本的なアプローチが求められている。 ・ 本研究開発では革新型モーターとして超高速回転化・小型化に資する要素技術開発に向けた課題抽出や方向性の整理等を行うことにより、電磁鋼板等使用材料の大幅削減を可能にし、将来的な材料供給不足※という課題に先行して対策を講じる。 ・ また、小型化により従来型モーターでは配置できなかったスペース（ホイール内等）を利用することができるため、クルマ全体で見ると人・モノ搭載量が大幅拡大できるなどスペース効率の向上にも繋がり、車体構造の大きな変革を期待するものである。 ※ 例：2040年世界での電磁鋼板供給可能量260万トン以下に収めるには現行比60%の削減が必要となる見込み。
目指すべき社会像	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2050年カーボンニュートラルを見据えた電動車の普及に伴い、世界各国で量産競争が激化し、今後、電動車に搭載するモーターの磁石・鋼板・銅線等の材料供給不足に陥る恐れがある。本研究開発により、使用する材料の大幅削減と小型化を合わせて可能とするべく、こうした課題に先行して対策を講じる。 ・ これらが実現することにより、超小型・大型商用モビリティの搭載スペース拡大、空飛ぶクルマ・ドローン等の搭載スペース拡大・飛行性向上など、乗用車のみならず幅広いモビリティ用途に貢献出来る。この結果、モビリティ社会全体の変革を求めつつ、2050年カーボンニュートラル実現を目指すものである。
技術開発の必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・ モーターの材料供給不足を解決する手段の一つとしてモーターの高回転化・小型化が有効であり、今後の電動車の加速度的な普及を見据えると、2040年以降において材料の供給不足が懸念される。 ・ 本研究開発では現行量産実績（1.7万回転程度）から現状開発が進められている高速回転化モーターを更に上回り、モーター単体での10kW/kg以上の出力密度を実現する。 ・ また、アキシアル型・ラジアル型に拘らない革新的モーター構造の追求を図り、省資源化による供給不足リスク低減、低価格化、製造時に発生するCO2削減を達成し電動車普及への貢献、ひいてはCO2削減効果を求めていく。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	以下の幹となる大分類①～⑤を例示する。 ①電磁場（磁性材料、磁気回路、絶縁） ②機械応力場（遠心力、摩擦力） ③熱・流体（損失、冷却、潤滑） ④振動（電磁力） ⑤パワーエレクトロニクス（電力変換）
関連する国家プロジェクト等	グリーンイノベーション基金事業／次世代蓄電池・次世代モーターの開発

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-F3	航空機向け革新的部素材・製造プロセス技術の開発
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>○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</p> <p>⑩航空機産業（機体・エンジンの軽量化・効率化）</p> <p>○マテリアル革新力強化戦略</p> <p>○「安全・安心」の実現に向けた科学技術・イノベーションの方向性</p>
課題設定理由	<p>①世界的な脱炭素化要請に応えるべく、エンジンの中でも特に付加価値が高い一方で、認証取得が困難なエンジン高温部位に使用されるNi基合金の性能向上や、より耐熱性に優れたCMCへの代替を進めることで、燃費を向上させると共に、航空機運行時のCO₂を削減する必要がある。CMCの適用に向けては課題も多く、CMC自体の開発の他、非破壊検査手法の国際標準化検討が進んでいるが、CMCの挙動を網羅的に把握するシミュレーションシステムは存在していない。また、②航空機の機体に使用される炭素繊維複合材からリサイクルした炭素繊維の適用困難性、③製造プロセスに時間を要することに起因する、コスト高、月産機数に限界がある等の問題が存在する。</p> <p>そこで、①デジタル上でCMC（SiC/SiCを想定）の構造を網羅的に把握可能なAI等を活用したシミュレーションモデル（CMCデジタルマテリアルツイン）を開発し、デジタル上でCMCの挙動把握を可能とする事を目指す。②また、複合材料におけるリサイクル炭素繊維の適用困難性を解消するための炭素繊維取り出しに係る研究開発を実施し、廃棄時に発生するCO₂削減のほか、使用後の炭素繊維の廃棄以外の選択肢の拡大を目指す。③さらに、航空機用マテリアルに係る製造プロセスに関して、低コスト・高レート化に加え、CO₂排出量の少ない製造プロセスの確立を実施する。</p>
目指すべき社会像	本課題では、上記①、②、③の技術開発によって、2050年カーボンニュートラルの実現に寄与することを目指すものである。
技術開発の必要性	<p>①について、CMCは軽量化・耐熱性に優れた合金材料を代替する材料として着目されており、CMC自体の開発や非破壊検査手法の開発が進められているが、CMCは個別材料毎に特性（構造欠陥等）が異なる不均一性を有していることから、個別特性を考慮したシミュレーション技術はこれまで開発されていない。一方で、デジタルツインにより、デジタル上で構造把握を可能とすることは、これまで統計的な材料特性予測に基づいて想定していた議論を、実材料により近い次元に引き上げて実施可能とするものである。</p> <p>②について、航空機機体に用いられる炭素繊維について、リサイクルの際に生じるダウングレードは不可避であり、リサイクル後の再利用の障害となっている。また、炭素繊維は廃棄時（燃焼）に多量のCO₂を排出する。リサイクル過程の技術開発を行うことはCO₂排出量の削減に繋がるだけでなく、リサイクル後の適用先を広げる事が期待される。</p> <p>③について、航空機における部材製造プロセスの高度化することは、製造コスト低減及び航空機の月産機数の向上に向けて非常に重要である。また、素材製造時点からCO₂排出量を削減する取り組みも重要である。これらを実現する革新的な製造プロセスを開発することで、低コスト・高レート化に加え、環境負荷低減が見込める。</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"> ・航空機エンジン向けマテリアルにおける革新的プロセスインフォマティクス技術の開発 ・炭素繊維複合材のリサイクル技術開発と適用性検討 ・航空機機体向けマテリアルにおける製造プロセスの効率化技術開発

関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none">・次世代複合材創製・成形技術開発・NEDOクリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業「セラミックス基複合材料(CMC)の信頼性保証手法開発」
---------------	---

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-G1	環境負荷低減を実現するための、バイオマスの微細構造を活用した機能性材料の開発
政策的位置付け	<p>○革新的環境イノベーション戦略</p> <p>③バイオマスによる原料転換技術の開発</p>
課題設定理由	<p>非可食資源のバイオ由来ナノマテリアルを活用した様々な新規機能性材料の開発・応用が進んでいる。構造材としての補強機能だけでなく、微細構造を活かした特定成分（Cs、CH₄など）の分離膜としての機能や半導体基板、洗浄用のRO水の大量作製、リチウム電池材料（ナノペーパー）など、従来にない機能を利用した産業用途につながる研究報告が増えてきた。しかしながら、現状まだ基礎研究フェーズに留まっており、企業で行うにはリスクがあり、先導研究で開発してから国プロ化して市場展開するというストーリーが適切であると考えます。</p> <p>そこで、今回、先導研究にて、従来とは異なる機能素材としてのポテンシャルの評価と、CO₂排出量、廃棄等の環境負荷の低減と、持続可能な日本発の事業化実現に貢献できるバイオマスの微細構造を活用した機能性材料の研究開発を行う。</p> <p>成果として、機能や技術だけでなく実用化につながる産業分野や産業技術分野を示し、今後の日本の産業活性化にも資する。</p>
目指すべき社会像	非可食性バイオマス原料からの高機能バイオ製品開発を行い、革新的、非連続の技術シーズを育成、低コストで製品化、社会実装することで、持続可能な循環型経済の一翼を担う、国内産業が活性化したカーボンニュートラル社会
技術開発の必要性	<p>バイオマスの産業材料としての活用は将来のカーボンニュートラル社会の実現に向けて必要不可欠と考える。</p> <p>直近ではパルプなどセルロースレベルでの木質材料活用が進み、将来に向けては分子レベルでのケミカルリサイクルやバイオものづくり等の技術開発が進められている。</p> <p>直近と将来をつなぐ、中間レベルの材料利用として、細胞培養などの生物学的ではない物理的または化学的に製造した材料を対象とするバイオマス活用技術が必要である。</p> <p>非可食資源のバイオマスの材料活用技術の開発にあたっては、既存にはない海洋資源活用や、ヘミセルロース活用など、波及性が高く新たな価値を付与できる新産業創成につながる想定を超えた技術開発が必要と考える。</p> <p>既存の競合材料にはない新たな性能や付加価値の提案に加え、従来の枠組みにとらわれず、市場やユーザーの想定を超えた“驚き”をもたらす提案を生み出すような革新的な、循環型社会に適したバイオ系先端材料の開発や機能材料の研究・開発により、幅広い産業分野での利用拡大も期待できる。</p> <p>国内資源として豊富な海洋資源や森林資源の産業活用が可能になれば国内産業活性にもつながり、持続可能な日本発の事業化実現に貢献できる。</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"> ・微細構造制御技術に基づく高効率な選択的分離・回収機能材料技術開発 ・微細構造制御技術に基づく海洋資源やヘミセルロースの産業応用への活用技術開発 ・微細構造制御技術に基づくバイオマス由来次世代電子材料・センサー材料応用技術開発
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-H1	アンモニア分解システムと吸着技術の開発
政策的位置付け	<p>○第6次エネルギー基本計画</p> <p>○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</p> <p>②水素・燃料アンモニア産業</p>
課題設定理由	<p>現在アンモニアは、火力発電での石炭との混焼、ガスタービン発電での天然ガスとの混焼、工業炉での天然ガス等との混焼に関して社会実証に向けた技術開発が進められている。カーボンニュートラルの実現にあたっては、将来的にこれらの分野でのアンモニア専焼へと移行していく必要がある。現在、アンモニアを燃料とした装置では、その燃焼特性から灯油や天然ガスなどで燃焼を開始する必要があり、燃料としてアンモニア以外の炭化水素系等の燃料も必要となっている。アンモニアを単一の燃料（シングルフュエル）として利用（貯蔵）するためには、アンモニアを分解して水素を製造し、装置の着火に用いることが効果的である。本課題では、アンモニアシングルフュエルの燃焼装置の起動に活用できる、触媒反応によるアンモニア分解システムの開発を目指す。さらにアンモニアの触媒分解反応で残存する、未反応のアンモニアを吸着剤を用いて除去するためのアンモニア吸着技術についても材料探索に視点からの研究開発を実施し、発電・熱分野での燃料アンモニアによるカーボンニュートラル社会の実現に取り組む。</p>
目指すべき社会像	<p>2050年カーボンニュートラルの実現には、電力分野では発電所で、熱需要分野では工業炉等の燃料を水素やアンモニアなどの脱炭素燃料に置き換えていく必要がある。アンモニアはその候補の一つである、これらの利用設備で起動から運転、停止までに使用される燃料をアンモニアもしくは水素の単一燃料とすることができれば、今まで化石燃料等のインフラが無かった場所において、積極的にアンモニアが利用されることになる。アンモニアを分解した際には、生成する水素と窒素以外に微量のアンモニアが残存するが、アンモニアの吸着技術を開発することは、アンモニアが漏洩時の対策技術として、燃料としての安全性向上に資する技術として期待される。</p>
技術開発の必要性	<p>アンモニア分解システムとして、触媒を分解反応器に単に充填するのではなく、反応器の表面に触媒を固定化するための革新的技術について検討する。アンモニアを触媒分解した際に残存するアンモニアとしては、水素、窒素との混合ガス系の吸着除去以外に、アンモニア水溶液中のアンモニアを濃縮することのできる水溶液中でも反応可能な吸着剤の探索を行う。</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"> ・触媒を用いたアンモニア分解技術の開発 ・触媒を分解反応器の表面に固定化する技術（塗布、溶射など） ・ゼオライト等を用いたアンモニア吸着剤の探索
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーンイノベーション基金事業／燃料アンモニアサプライチェーンの構築プロジェクト

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-I1	産業・物流のスマート化に向けた次世代ロボット技術の研究開発
政策的位置付け	○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑧物流・人流・土木インフラ産業 ○ロボット実装モデル構築推進タスクフォース活動成果報告書 ○ロボットによる社会変革推進計画
課題設定理由	<p>我が国のCO2排出量の35%、19%を占める産業、運輸部門の脱炭素化に向けては、現在、産業界で用いられているロボットのスマート化による電力消費量のさらなる削減やラストワンマイル物流への電動ロボットの導入と効率の制御が期待されている。例えば、現状では複数のロボットが分かれて安全柵の中で行っている作業を、人とロボットの間の力の相互作用やコミュニケーションを通じて協働する人協調型ロボットによって人と共に複数のタスクを遂行可能とする技術や、現実空間を高品質にサイバー空間に写し取り、現在及び未来の予測状況を表現したデジタルツインにより建物内外において高精度に多数のロボットを管理・最適制御することにより物流を担えるようにする技術等が期待される。</p> <p>そこで、1つのタスクを人とロボットが協調して行う人協調型ロボットやデジタルツインによるサイバー・フィジカル・ロボット技術等、産業、物流分野のスマート化に資する次世代ロボット技術の研究開発を実施する。なお、本技術は様々なロボット分野（警備、掃除、建築、災害対応等）にも適用可能であり、波及効果として期待される。</p>
目指すべき社会像	<p>人とロボットが同じ空間に共存することに加え、一つのタスクを同時に協調して行うことができるようになれば、これまで人同士でなければ困難と考えられていたタスクや応用領域も扱えるようになり、対象となる作業が飛躍的に広がることを期待される。人とロボットが協働作業することにより、例えば体力・筋力が必要な作業はロボットが肩代わりしてくれることで、労働力のリソース配分やその制約が従来から大きく変化し、多様な人材がより適切に配置され、働き方に変革をもたらすことが期待される。</p> <p>また、建物内外で人と共存する多種多様な自律移動型ロボットが、日々の業務等において取得した環境データを基にサイバー空間上の情報を更新してデジタルツインを構築し、これをもとにエッジ（ロボット）との協調に基づくロボット群の管理制御ができるようになれば、エッジ側の計算負荷軽減によるロボットの低コスト化・軽量化や、混雑状況やAI技術を用いた需要予測等に基づくロボットの最適配置及び配送時間短縮等のサービス品質向上をもたらす、ロボットの飛躍的な普及と共に、システム全体で見た場合のエネルギー消費低減の効果が期待できる。さらには、空間の高度な監視制御による新たなサービスの創造に繋がり、ロボットがサービス提供デバイスとして屋内外に当たり前存在する新たな生活空間の創造に繋がることを期待される。</p>
技術開発の必要性	<p>人とロボットが一つのタスクを協調して行うには、ロボットが人の意図を汲み取って適切な動作を行う必要がある。例えば、一つのワーク（対象物）を同時に協調して扱うには、ロボットがその作業に応じた姿勢や強度でワークを保持すること等が必要であり、ロボットが人の力や意図を推定する、あるいは人がロボットにそれらを的確に伝達することでロボットが適切な動作を行う必要がある。</p> <p>また、ロボットが動作する現場をGPS（サイバー・フィジカル・システム）化するには、多種多様なサービスロボット等（＝エッジ側）を対象として、そこから得られる異種の情報をオンラインで収集し自動的あるいは半自動的にサイバー空間上に統合して載せると共に、その情報を各ロボットのサービスと要件に応じた形で提供する情報基盤の構築が必要である。</p>

当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人・ロボットの協調作業制御システム ・ 人と力や意図の相互作用を伴う生産システム ・ 多能工型移動マニピュレータ等の人協働ロボット ・ サイバー・フィジカル・ロボット設計技術 ・ 革新的デジタルツインの構築・更新技術 ・ 多種類のロボットが混在する空間での群ロボット最適制御技術 ・ メーカー・サービサーをまたいだロボット集中管理技術 ・ 次世代通信・低消費電力コンピューティング技術によるロボット制御基盤技術
関連する国家プロジェクト等	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」

【注】 本技術テーマに限定するものではありません

I-J1	革新的な高機能鋼材製造技術の開発
政策的位置付け	○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ①カーボンリサイクル・マテリアル産業（マテリアル）
課題設定理由	鉄スクラップを原料とする電炉法では、高炉法と同等の高機能鋼材を製造する方法が現時点では確立されておらず、製造できる鋼材品種が限定されている。不純物の多い市中スクラップ（廃車、建築物等）を原料に自動車用鋼板のような高機能鋼材の製造は現状の電炉技術では不可能なため、電炉による高機能鋼材製造技術についての先導研究を行う。
目指すべき社会像	鉄スクラップを溶解して製造する CO2 排出量の少ない電炉法において、不純物の多い鉄スクラップを原料した場合においても高機能鋼材を製造可能とし、カーボンニュートラルと循環経済を同時に実現する社会。
技術開発の必要性	電炉で高機能鋼材を製造する際の問題は、スクラップに含まれる Cu や Sn が表面割れ等をもたらすこと、電炉での溶解中に溶け込む N2 により硬度が上がり延性が低下すること等が考えられる。市中スクラップから電炉法により高機能鋼材を製造する技術を開発することで、従来の鋼材製造方法により大量に発生する CO2 を削減する必要がある。
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"> ・鋼材の物性に与える影響把握：老廃スクラップに含まれる特殊元素の鋼材物性（硬度、延性等）への影響把握に係る研究 ・雰囲気炉を用いた高温酸化の研究：老廃スクラップに含まれる特殊元素の高温酸化時の、温度、酸化時間、酸素濃度等に対するスケールの生成過程および表面品質への影響等に係る研究 ・焼鈍・メッキ・化成処理等への影響把握：老廃スクラップに起因する特殊元素の表面濃化や晶出の状況、焼鈍・メッキ工程・化成処理への影響に係る研究
関連する国家プロジェクト等	（グリーンイノベーション基金）製鉄プロセスにおける水素活用

【注】本技術テーマに限定するものではありません

I-K1	繊維 to 繊維の資源循環システム構築に資する技術開発
政策的位置付け	○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 ⑬資源循環関連産業 ○革新的環境イノベーション戦略 ⑱プラスチック等の高度資源循環技術の開発
課題設定理由	<p>循環経済の潮流が欧州を中心に活発化するとともに、近年のカーボンニュートラルの考え方の浸透に伴い、繊維分野での資源循環システムにおける再資源化率、CO2削減等の環境貢献については繊維業界のサプライチェーン上の課題として注目されている。また、将来的な製品に対する再生材利用率に関する国際的なルール形成も本分野での大きな懸念事項といえ、繊維産業における再資源化技術の確立が急務な状況にある。</p> <p>「繊維技術ロードマップ（経済産業省・2022年5月）」では、衣料・非衣料用途における繊維技術の多角的な展開の方向性を基にリサイクル技術の重要性が掲げられている。例えば、衣料品においては、国内では手放された衣料品の65%は有効活用されることなく年間約50万tが廃棄されており、繊維の水平リサイクルはほとんど進んでいない。このように繊維分野においても資源循環の推進余地があることから、再資源化手法およびその周辺技術の社会実装がより一層期待される状況にある。</p>
目指すべき社会像	繊維分野の再資源化率、CO2削減等の環境貢献に資する技術開発を実施することで、繊維製品の高度資源循環システムの確立を目指す。
技術開発の必要性	<p>再資源化の前段階においては、現在では主に人手で行われている繊維成分等の識別を、再資源化の用途ごとに高速かつ正確に仕分ける高度選別技術が必要となる。</p> <p>再資源化プロセスについては、実用化された既存技術も存在するものの、複数の繊維素材が微細に絡み合った混紡品等の複合素材から単一繊維への分離工程に資する新規技術が必要となる。また単一素材の再資源化においても、強度や純度等の製品水準を満たす高品位な再生技術を適応する場合の高い再資源化率（収率）、省エネルギーやコスト低減にはさらなる技術開発の余地があるといえる。</p> <p>さらにこれらの技術の社会実装に際し、繊維製品設計の段階から単一素材化等の再資源化を前提としたアプローチが展開されることも資源循環システムの実現には効果的である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<p>開発例として、衣料品等の繊維製品の素材等の選別、混紡品等の複合素材から単一素材までの分離を含めた再資源化手法、製品の環境配慮設計に有効な手法の開発など、繊維 to 繊維の資源循環システムを構築するための要素技術を対象とする（以下、例示）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・繊維成分等を考慮した高度選別技術 ・繊維の水平リサイクルに資する再資源化技術 ・繊維素材・製品の環境配慮設計に有効な要素技術
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

II-A1	量子効果を活用した革新的計測・センシング技術の開発と産業応用探索
政策的位置付け	○量子技術イノベーション戦略 技術ロードマップ 2. 量子計測・センシング ○量子未来社会ビジョン 各技術分野の取組 4. 量子計測・センシング等
課題設定理由	量子干渉や量子もつれなどの量子力学的な効果を計測に活用した量子センシングでは、種々の新奇な計測原理が提案されている。これらにより、従来技術を超える高分解能、高精度な計測や、大幅な小型化、低コスト化が期待されている。しかし、現状での実用化例は非常に限られている。 実用化に至るまでには、量子センシング原理を計測利用するためのデバイス実装技術、それを支える材料や素子等の製造技術、高信頼な計測を実現するためのシステム設計など、確立すべき高難易度の技術要素がいくつも存在する。そのため、量子センシングの実用化に向けた上述の技術要素の先導的な研究開発が必要である。
目指すべき社会像	量子センシングがもたらす既存計測の大幅な高性能化や新規アプリケーションを、生産、物流、交通、安全、エネルギー、資源、医療などのさまざまな分野へと広く普及させる。これにより、環境調和しながら持続的に発展、経済成長しつつ、人々の心豊かな暮らしを実現できる社会を目指す。
技術開発の必要性	量子センシングは従来技術の測定限界やデバイスのサイズ限界等を超えることができ、飛躍的な計測性能の向上や小型化などをもたらす可能性がある。しかし、その実用例は乏しいため、実用化に繋がる開発の必要性が非常に高い。その適用範囲は、研究開発の現場における種々の計測や、自動車、モバイル機器、IoT、資源、医療、ヒューマンセンシングなどの各種センシング技術と、様々な対象にまたがっているため、波及効果は非常に大きい。
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"> ・量子センシングを実現する材料や素子等の製造技術開発 ・測定システムのデータ信頼性や計測値の安定性向上 ・実装に向けた小型化や感度、S/N比、ダイナミックレンジの向上
関連する国家プロジェクト等	文部科学省「光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）」（2018年度～2029年度）

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-B1	AIと人が多対多で協調し合う基盤技術の開発
政策的位置付け	<p>OAI 戦略 2022</p> <p>第三部 社会実装の推進</p> <p>3. AIの社会実装の推進に向けた取組</p> <p>(1) AIのブラックボックス性の打破と不安の払しょく</p> <p>第四部 「すべてにAI」を目指した着実な取組</p> <p>2. 研究開発体制の再構築</p> <p>(2) 中核研究プログラムの立ち上げ：基盤的・融合的な研究開発の推進</p>
課題設定理由	<p>現状主流となっているAI技術の課題を解決するため、AIと人が共進化することで社会実装を実現する中核基盤技術の開発を推進しているが、主に1つのAIと1人の人の関係性を対象とした技術開発に注力しているところ。</p> <p>次世代のAIとして、より大規模な社会課題へ対応していくため、人とAIの1対1の相互関係に限らず、「AI群」と人間社会という多対多の関係性に広がっていくと考えられる。</p> <p>これらを実現するため、アジャイルな変化、相互調整や協調、画像・音・テキストといったモダリティをまたがるクロスモーダルな連携に対応できる次世代AI技術を開発することで、AIを群として利用する事を可能とし、AI技術適用範囲のさらなる拡大を目指す。</p>
目指すべき社会像	<p>「多対多」の共進化AI技術を実現することによって、従来の共進化AI技術よりも、より多様な社会問題へ対応する事が可能になる。</p>
技術開発の必要性	<p>次世代AI技術として、説明可能AI(XAI)及びその発展系として研究開発が行われている「人と共に進化するAI」技術については、現在研究開発が行われている段階にあり、「多対多」で機能するAIと人の共進化技術の実現は革新的といえる。</p> <p>現在の人と共に進化するAIの学習については、AI対人が「1対1」の関係となっているが、その拡張となる「多対多」の共進化AI技術を実現すれば、AI群と多数のユーザーをつなぐ事によって従来の人と共に進化するAIに比べてより広い領域への適用が可能になる。これによってAI適用サービスの拡大、AIの推定精度向上が見込まれることから技術開発の必要性は高いといえる。</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"> ・ AI群/マルチエージェントシステム/マルチモーダルAI/クロスモーダルAI ・ 少量データ学習/半教師学習/能動学習 ・ 多人数と連動したデジタルツイン ・ 量子コンピューティング+シミュレータ ・ 機械学習+秘密計算 ・ 連合学習
関連する国家プロジェクト等	<p>「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」にて1つのAIと1人の人の関係性を対象とした技術の研究開発を行っているが、今回の技術は多対多を想定しており、前述PJ研究開発内容の拡張を目指している。</p>

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-B2	次世代 AI 技術の確立と新産業創出に向けた理論学習型 AI・仮説指向型 AI に関する研究開発
政策的位置付け	<p>OAI 戦略 2022</p> <p>第四部 「すべてに AI」を目指した着実な取組</p> <p>2. 研究開発体制の再構築</p> <p>(2) 中核研究プログラムの立ち上げ：基盤的・融合的な研究開発の推進</p>
課題設定理由	<p>現状主流となっている AI 技術における課題克服に向け、近年物理学や自然科学等の理論を組み込んだ深層学習技術等により、外挿性の高い AI モデルの提案が国内外で紹介され始めているところ。</p> <p>日本の強みである実世界産業に関連した理論と AI の融合、及びこれらの早期社会実装に向けた研究開発が重要。</p>
目指すべき社会像	データ不足によって導入できない現場や、信頼性の問題から導入できなかった現場など、現状よりも多くの領域へ AI を導入する。
技術開発の必要性	外挿的なモデルを用いた AI を実現することで従来の AI に比べて説明性の担保、教師データや学習リソースの軽減、学習範囲外への対応を行える可能性があり、従来であればデータ不足によって導入できない現場や、信頼性の問題から導入できなかった現場など現在の AI よりも多くの領域への適応が期待できる。
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"> ・物理学や自然科学等の理論を組み込んだ深層学習技術等の理論学習型 AI・仮説指向型 AI (discoverly driven planning, physics informed machine learning, physics informed neural network 等) ・関数同定問題
関連する国家プロジェクト等	現在当該技術に関する技術開発プロジェクトは実施されていない。

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-C1	革新的な合成生物学的手法を活用した物質生産基盤技術の開発
政策的位置付け	○「バイオ戦略フォローアップ」(令和3年6月統合イノベーション戦略推進会議決定)
課題設定理由	<p>現在の細胞を用いた物質生産では、合成生物学の発展により、効率的に物質生産する細胞をデザインすることが可能となりつつあるが、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細胞機能の一部しか変更できない制約による目的物質の生産性の低さ ・細胞では生産できない物質が存在する適用困難性 <p>という課題等がある。一方で、細胞を用いない方法では、上記課題は克服できる可能性が高いものの、現状では反応効率が十分ではなく実際に物質生産を行うにはハードルは高い。そのため、人工細胞技術、新規固定化技術等の活用により生産効率の向上が必要である。バイオ由来製品の実用化を大幅に増やすためには、上記の取り組みにより経済合理性を大きく向上させることが必要である。</p>
目指すべき社会像	<p>ホワイトバイオ分野における生産可能な物質品目数の拡大、物質生産プロセスの低コスト化等に必要な基盤技術を開発し、バイオ産業の国際競争力強化を目指すと共に、低環境負荷であるバイオプロセスを普及させることによりバイオエコノミー社会を実現していく。</p>
技術開発の必要性	<p>セルフリーや人工細胞による物質生産は、細胞を用いた生産で起こる細胞毒性や、代謝経路設計での制限が少ないといった面で優位であるが、反応効率が低い点や基質供給といった物質生産プロセス面での課題がある。これらの課題を解決することにより、微生物等による物質生産が難しい品目の拡充および生産コストの低減が図れるため、必要性は極めて高い。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ(例) 【注】	<p>細胞による制約がない革新的な物質生産システムの構築に向けた技術開発を対象とする。なお、対象はホワイトバイオ分野とし、レッドバイオおよびグリーンバイオ分野のみは対象外とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・セルフリー生産技術の拡散律速等の課題を解決する生産効率向上、コスト低減に関する物質生産プロセスに関する技術開発
関連する国家プロジェクト等	NEDO「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」(2020年度～2026年度)

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-C2	バイオ研究の高精度化・ハイスループット化に必要な技術開発
政策的位置付け	○「バイオ戦略フォローアップ」(令和3年6月統合イノベーション戦略推進会議決定)
課題設定理由	<p>バイオ由来製品の実用化が増えない背景には、早期に目的物の生産性を担保できないこと、経済合理性を見いだせないこと等が挙げられる。</p> <p>バイオ分野の研究開発では、主に作業を人手により行うため、再現性(精度)の低さや研究効率(スピード)の低さ等の課題がある。研究開発過程にロボット等を導入することによる高精度化、高効率化、高速化、遠隔化、ハイスループット化が望まれている。DBTLサイクルを加速する研究は取り組まれているが、精度の高いデータを取得、共有化することで、ラボ全体の開発スピードをさらに加速する必要がある。</p>
目指すべき社会像	<p>ホワイトバイオ分野の研究開発期間の短縮化、低コスト化に必要な基盤技術の開発により、バイオ産業の国際競争力強化を目指すと共に、低環境負荷であるバイオプロセスを普及させることによりバイオエコノミー社会を実現していく。</p>
技術開発の必要性	<p>細胞培養や選別、代謝解析等の研究開発を高精度化、高効率化、高速化、遠隔化、ハイスループット化し、これらを高度連携させることは、ホワイトバイオ分野の研究開発スピードを高めるために必須である。さらには実験回数を大幅に削減する等によるDBTLサイクルを加速、自動化するシステムを構築することにより、研究開発スピードを飛躍的に向上することが出来るため、必要性は極めて高い。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ(例) 【注】	<p>下記技術の組合せ等によるDBTLサイクルを従来比較で10倍以上加速する技術開発を対象とする。尚、対象はホワイトバイオ分野とし、レッドバイオおよびグリーンバイオ分野のみは対象外とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオ分野特有の複雑な実験に対応した上で高精度のデータを大量に得る自動化ロボティクス技術開発(実験ロボットのデジタルツイン化等) ・バイオ分子設計における能動的AIと実験ロボティクスを融合する技術開発
関連する国家プロジェクト等	NEDO「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」(2020年度～2026年度)

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-D1	マテリアル実用化期間を劇的に短縮するプロセス間・計測間の高度連携技術の開発
政策的位置付け	<p>○「統合イノベーション戦略 2020」(2020年7月17日閣議決定)</p> <p>○「マテリアル革新力強化戦略」(2021年4月27日統合イノベーション戦略推進会議決定)</p> <p>○「AI戦略2022」(2022年4月22日)</p>
課題設定理由	<p>国際競争が激化しているマテリアル分野において我が国が強みを維持するためには、新規な高機能材料の実用化開発スピードを大幅に高める必要がある。しかしながら、高機能マテリアルに対する要求仕様が高度化してきている現在、実用化のための開発期間は長期化する傾向にある。その中で、強い競争力を発揮するためには、情報技術や自動化技術の援用による製造・加工プロセスの大幅な開発加速及び高度化する要求仕様に対応した計測・データ解析技術が欠かせない。しかし、原料から製品に至るまでの一連の製造プロセスを全体的に加速することは難易度が高い。</p> <p>そこで本課題では、複数の事業者間の連携体制等により、各プロセス間を高度に連携できる技術及びプロセス個別技術の高度化を検討する。</p>
目指すべき社会像	<p>製造業における材料設計から製品評価に至るまでの広範囲な一連の工程において、事業者をまたいだ複数のプロセス間連携による相乗効果や各種デジタル技術の高度化を波及させることにより、研究開発から製品の实用化にかかるコストや期間を飛躍的に低減させることを目指す。</p>
技術開発の必要性	<p>一連の製造プロセス全体の開発期間を大幅に短縮できる技術は、現状では存在しない。このような技術の確立のためには、複数の事業者からなる一連のプロセスを、従来の産業構造にとらわれずに革新する体系的手法と、協働体制とが必要である。</p> <p>高機能マテリアルの開発加速においては、原料、中間品、最終製品とそれらに付随する複雑で膨大なデータとを、各プロセス間で迅速かつ容易に橋渡しして処理することが求められる。そのためには、プロセスインフォマティクス、自動自律実験、秘匿計算などのプロセス間連携技術の確立と、連携を前提としてマテリアルズインフォマティクス、デジタルツイン、自動計測、高速データ取得・解析システムなどのプロセス個別技術を高度化することの、両者が必要となる。</p> <p>原料から製品に至る複数の事業者の協働によりこれらの技術を実現することで、開発工程全体からボトルネックを排除し、短期間での実用化が可能となりインパクトも大きい。</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"> ・製造プロセス連携における高セキュリティ性の獲得を目的とした秘匿計算等の技術開発 ・シミュレーションおよび製造プロセス高度化のための高速データ取得システムの開発 ・複数の製造プロセスにおける評価プロセスをインフォマティクス手法やオートメーションにより高度高速化する技術
関連する国家プロジェクト等	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDO「超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト」(2016年度～2021年度) ・NEDO「次世代ファインセラミックス製造プロセスの基盤構築・応用開発」(2022年度～2026年度) ・NEDO「機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発」(2022年度～2026年度)

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-D2	革新的なクリティカルメタル等の希少資源の使用量削減・効率的利用 および代替技術の開発
政策的位置付け	○「 <u>マテリアル革新力強化戦略</u> 」 資源制約の克服、代替・省資源化・リサイクル等の技術開発 ○「 <u>2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</u> 」 マテリアル、資源の有効利用
課題設定理由	レアメタル等は、カーボンニュートラルに資する輸送用機械・インフラ向けの金属素材や、先端電子部品、機能性化学品等の高機能化には不可欠であり、今後さらにニーズが高まるものと予想される。一方で、我が国は鉱物資源を海外に依存しているため、経済安全保障の観点から資源制約のあるクリティカルメタル等の安定確保には、代替・省資源化やリサイクルの高度化等が必要である。 本課題では、クリティカルメタル等の希少資源（特にLi、Mn、Co、Ni、Ga、In、Nb、W、レアアース、貴金属、Cu、Zn、ヘリウム）の使用量削減、需給バランス等も考慮して効率的に利用する技術や、より希少性がない原材料への代替技術を開発・高度化することにより、資源制約の克服・サプライチェーンの強靭化を目指す。
目指すべき社会像	資源産出国における生産動向や輸出政策の変化、また他国との間での資源獲得競争の激化による国際的なサプライチェーン寸断リスクへの懸念が高まった場合においても、クリティカルメタル等の希少資源を安定的に確保し、我が国の安定的かつ強靭なマテリアル産業を確立する。
技術開発の必要性	技術・経済性両面での国際競争力を保つ上で、現状と同等以上の性能、コスト、環境負荷の達成は必須であり、それらを満足する革新的な代替・省資源化技術等は開発のハードルが非常に高いが、実現できれば資源制約の克服、サプライチェーン強靭化につながり波及効果は大きい。 さらに資源循環の観点から、リユース・リサイクルも考慮した材料設計も重要であり、代替・省資源化との両立はハードルが高いが、実現できれば革新的でインパクトも大きい。またサプライチェーン全体における技術開発の位置付けや上・下流への影響の明確化、新たな課題抽出も重要である。これらについても先導研究での取組が望まれる。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	・クリティカルメタル等の希少資源を代替する新材料の実用化に向けた研究開発 ・クリティカルメタル等の希少資源の需給バランスを考慮した使用量削減・効率的利用技術の開発
関連する国家プロジェクト等	・NEDO「希少金属代替省エネ材料開発プロジェクト」 ・NEDO「部素材の代替・使用量削減に資する技術開発・実証事業」

【注】本技術テーマに限定するものではありません

II-E1	デジタル・AI・ロボット技術、特に次世代センシングやXR技術を活用した新産業創出や生産性の向上につながる革新的研究開発
政策的位置付け	○産業技術ビジョン2020 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
課題設定理由	<p>先進国に留まらず広く世界中でDXやXRが注目されているが、革新的なコア技術の確立や業界をリードする企業はまだ競争状態にある。また、日本においては製造業に留まらず広く生産性の向上が喫緊の課題と叫ばれている。そこで、新産業創出および生産性の向上により産業を力強く拡大するためにも、最先端となるデジタル技術やAI、ロボットを活用した次世代センシングやXR技術に関する非連続な革新的技術シーズを開発する必要がある。</p> <p>具体的には、実施者が設定するチャレンジングな研究開発目標が達成された時に、新しいサプライチェーンやバリューチェーンの構築につながる技術シーズ、日本国規模で生産性を飛躍的に向上させることが可能な技術シーズを対象とする。</p>
目指すべき社会像	<ul style="list-style-type: none"> デジタル、AIやロボット技術を活用した革新的な次世代センシング技術等の開発により、未然防止と高効率化による生産性の大幅な向上を実現すること、その応用のための新産業の創生が期待される。 例えばメタバースによる労働環境の変化や様々なXR技術により、個人の幸福度向上と労働生産性の大幅な向上を両立し、影響が多岐の分野に及ぶことが期待される。
技術開発の必要性	デジタル・AI・ロボット等の技術は、量子なども含め個別の技術開発が多く進められているものの、まだ大きな相乗効果に繋がっていない。プラットフォームが重要となってくるが、どこにゲームチェンジャーがあるか不確実。技術や社会の急激な変化により、急に重要となり得る技術は、中長期的目線で芽を育てておく必要がある。
当該課題解決に求められる技術テーマ（例） 【注】	<p>新産業創出に資する次世代の技術群として、デジタル・AI・ロボット技術、エッジコンピューティング、センシング、XR等の研究開発を求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> 人と機械の協働に資するエッジコンピューティング、ヘテロジニアスコンピューティング。 価値を創出するデータを取得できる次世代センシング技術の研究開発。例えば、脳波のような超微量信号の検出や、過酷環境下や非接触・非破壊で、高精度かつ大量にセンシングする技術等。 XR（テレプレゼンスや遠隔操作）を含めた次世代インターフェースの研究開発。 アナログ信号を含めたエッジコンピューティングやセンサなどの複合的な課題に資する革新的な研究開発。
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