

I-A1	未利用地熱エネルギー資源の活用による革新的発電・エネルギー資源創出に係る技術開発
課題趣旨	<ul style="list-style-type: none"> ・我が国に豊富に存在する地熱資源の開発を進めるには、開発リスクや発電コストの低下と周辺環境や温泉などへの影響の低減が必要となるが、現状では地熱開発拡大に対する障壁が多く存在する。とりわけ、低コストで発電するには、地下に高温の蒸気・熱水が賦存することが必要になる。しかし、これらの条件に合致する地域は限られている。 ・さらに、小資源国の我が国は、多くの資源を海外からの輸入に頼っている。一方で、地政学的に見て、火山帯に位置し、地熱水が豊富に存在する。これまでも、温泉水などからのエネルギー資源回収は有望視されながら、開発が進んでいないことを踏まえると、有用エネルギー資源の回収技術は我が国にとって不可欠な技術であるといえる。 ・こうした経緯より、高温であるが、蒸気・熱水に乏しい地域では、地熱資源の利用が進んでいないため、開発の余地が大きく、これらの資源を開発することは、我が国の地熱資源の普及に大きく貢献することができる。ついては、このような地域で、低コストかつ環境負荷を最小化する技術が開発されることへの期待は高い。 ・発電や熱利用の用途として利用されてきた地熱水などから有用エネルギー資源を回収する技術を開発できれば、我が国の資源エネルギー安全保障上の問題を解決できる。加えて、これまで活用されていなかった化学的性質にも注目すれば、物質転換の余地もあり、水素などエネルギー資源の回収も併せて可能となる。 ・具体的には、地下に超臨界CO₂を圧入して熱を抽出する循環型地熱発電システム技術などがあげられる。天然の蒸気・熱水がなくても高温であれば利用できるシステムが確立できれば、従来型の地熱発電システムよりも利用できる地下環境は多く、地熱発電の導入拡大に資する技術となる。これまで実証されておらず、非連続、かつ、技術の不確実の両者に該当し、大いに期待がもてる。 ・さらに、これまで未利用であった地熱水等の有効利用と合わせて、エネルギー資源を回収する技術が確立すれば、従来と比較して、安価に資源・エネルギーを確保することにつながる。また、これらが商業的レベルで普及すれば、我が国の安全保障上の課題を解決することにとどまらず、新たな地場産業を創出し、地域経済発展にも期待できる。
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率な超臨界 CO₂ 循環型地熱発電システムを実現する技術開発 ・地熱地帯における CO₂ 圧入による蒸気生産量増大システム開発 ・地熱水等からの水素等エネルギー資源の回収に係る技術開発
関連する国プロ等	<ul style="list-style-type: none"> ・地熱発電技術研究開発（2013～2020年度） ・超臨界地熱発電技術研究開発（2018～2020年度）

I-B1	航空機用高安全長寿命バッテリーの研究開発
解決すべき産業・社会ニーズ	航空機用高質量エネルギー密度バッテリーシステムレベルでの運用管理方法及び劣化予測技術を開発することで、安全性の向上と寿命延長によるメンテナンス費用削減、交換頻度抑制を実現し、バッテリーセル製造時に発生するCO2抑制に貢献する。
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none">・ 航空機用高安全長寿命バッテリーの研究開発・ 航空機用バッテリーの劣化モニタ技術開発・ 航空機用バッテリーの熱マネジメント技術開発
関連する国プロ等	<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のうち、次世代電動推進システム研究開発「軽量蓄電池」

I-B2	環境熱で電力を蓄え、SDGs や Society 5.0 の実現に貢献する従来にない新たな原理や材料を用いた蓄電・発電技術の開発
課題趣旨	<p>環境熱や温度変化で電力を蓄える事ができる電池及びその実装のための周辺技術等の開発。</p> <p>室温付近で大きな熱起電力を示す材料を用いて室温近傍の低温度差の熱で充電する電池が出来れば、排熱や環境熱を用いた極めて省エネルギーな電池として、スマートフォンから各種 IoT 機器向け等、SDGs や Society 5.0 の実現に貢献する幅広い自立分散電源としてこれまでにない新たなエネルギーの社会的価値の創造が期待できる。一方で、現時点では最低限の起電力が確認出来ている状況にあるなど、その電池の実用化の可能性を示すレベルに上げるためには高い技術ハードルがある。また、従来の熱電変換を介在する場合においてもその性能や効率だけでなく、素子化、実装、システム化の段階で熱的電気的ロスなどの課題があり、これらの技術が社会実装に至るためには周辺技術も含めたブレイクスルーが必要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・従来にない新たな原理や材料を用いた環境熱や温度変化で電力を蓄える事ができる電池 ・熱を利活用した電池で、電気的・熱的ロスを減らした実装技術等の革新的な周辺技術開発
関連する国プロ等	

I-B3	高品質、高信頼性を実現する先進パワーモジュール技術
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>・ COP21 で言及された「2°C目標」の実現に向け、Society 5.0(超スマート社会)を支える重要コア技術であるパワーエレクトロニクスにおいては、先進パワー半導体(SiC、GaN、Ga₂O₃等のワイドバンドギャップ(WBG)半導体)の優れた特性による省エネ・低炭素化が期待されている。一方で、WBG半導体は複数の元素から成る化合物半導体のため、単一元素のSiに比べ結晶欠陥が入りやすいという課題があり、特に高信頼性が求められる領域では、不断の品質改善努力と共に、高価なインバータやコンバータのユニットを冗長構成として装置の信頼性を確保して、一部社会実装が始まっている。さらなる先進パワー半導体の社会実装による省エネ化・低炭素化を進めるためには、WBG半導体の最適なセンシング技術を活用した劣化診断技術による予防保守およびフェールセーフ(冗長運転を含む)技術による高品質・高信頼性を小型で安価なモジュールレベルで実現することが望まれている。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・ パワー半導体デバイスの信頼性を高めるための半導体素子の電圧・電流・温度等をセンシングする技術と劣化診断技術の研究開発 ・ 高性能化により発熱密度が高くなるWBG半導体のジャンクション温度を下げるための革新的な放熱・抜熱技術の研究開発 ・ 高信頼性を要求される用途に資する冗長運転をモジュールレベルで実現する先進パワーモジュールの研究開発
関連する国プロ等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内閣府：SIP次世代パワーエレクトロニクス ・ 内閣府：SIP-II脱炭素社会実現のためのエネルギーシステム ・ 文科省：省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発 ・ 経産省：電気機器性能の向上に向けた次世代パワーエレクトロニクス技術開発事業

I-B4	従来の性能を凌駕する圧縮・膨張機構等を用いた低コストで高性能な排熱活用・制御技術の開発
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>200℃以下の低温排熱は貯存量が多く、省エネ化・温暖化ガス排出低減のために活用することが望まれている。一方で、それらは小規模で多数の温度レベルの異なる熱源に分散し、排熱活用の出来る温度差が低いために回収機器効率が低い、などの理由から、効率的な回収・利活用が技術的・経済的に困難であり、活用しないまま捨てられていることが多い。低温排熱の回収・活用・制御には、熱の温度レベルを少ないエネルギーで制御可能なヒートポンプ（含む冷熱サイクル）技術の利用が有効であるが、現状ではヒートポンプ性能を主に決定する圧縮機技術の制約が大きい。</p> <p>小型システムで用いられている圧縮機構は主にレシプロ式・ロータリー式・スクロール式の3方式であるが、最も新しいスクロール式でも1980年代に実用化された技術であり、既に30年以上、新しい圧縮機構の実用化を行われていない。また、圧縮効率の向上につながる等温圧縮に近づける中間冷却技術、ヒートポンプ性能を制約している油分の革新的な制御技術などの開発が望まれている。さらに、近年のマイクロエレクトロニクスの進展を踏まえて、これまで主に受動的な機械要素で構成されていた弁制御等を動的に最適化を実現するセンサ・制御技術が開発できれば、革新的な性能向上が期待できる。</p> <p>なお、圧縮機等の各要素機器の技術開発においては、その要素機器の性能目標だけでなく、その要素機器の性能向上によるヒートポンプ・システム全体での評価を行うことが重要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・従来のレシプロ式・ロータリー式・スクロール式の性能を凌駕する革新的な圧縮・膨張機構 ・等温圧縮に近づける中間冷却技術、弁損失の低減技術などの圧縮効率向上技術 ・密閉型圧縮機に内蔵可能な超小型サイクロン分離器、帯電吸着式精密油分離技術などのサイクル中の油分制御技術の開発 ・動的サイクル最適化を実現するセンサ・制御技術
関連する国プログラム等	未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発(NEDO)(2013年～2022年)、戦略的省エネルギー技術革新プログラム(NEDO)(～2021年)【重要技術として高性能ヒートポンプ、熱マネジメント技術】ほか。

I-B5	合金系潜熱蓄熱マイクロカプセルによる高速/高密度蓄熱と、これら蓄熱やマイクロバブルを用いた新たな熱制御・熱輸送技術の開発
課題趣旨	<p>革新的潜熱蓄熱材料を基盤とし高温域で工業的に使用可能な合金系潜熱蓄熱マイクロカプセルによる高速/高密度蓄熱・熱制御・熱輸送技術の研究開発や、マイクロバブルを動力源とする新しい冷却システムの研究開発。</p> <p>従来の蓄熱技術では、例えば水、パラフィン、エリスリトール等、エクセルギーの低い低温のみ、高温ではリジェネバーナにおけるアルミナボールのように、蓄熱密度の低い顕熱利用に限られ、これらを打破するコアシェル構造等の潜熱蓄熱（PCM）が提案されているがシェルと PCM の構造に起因する多くの課題がある。従来に無い500℃以上の高温で高速高密度蓄熱が可能な新しい蓄熱ができれば、熱需給の時空間的ギャップを埋める事ができ、産業界で従来に無いエクセルギー再生の達成が期待できる。</p> <p>また、従来の水冷システムや蓄熱流体による熱輸送では、流速や温度の境界層が壁から水への熱伝達を制限しているとともに、外部のポンプで水を循環させるためにシステムの小型化が課題である。熱制御や輸送に関し、新しい流制御等により効率的な伝熱・冷却を実現し、外部動力を必要としない冷却システムが実現すれば、増大する電子デバイスの冷却のみならず電気自動車等の熱マネジメント等幅広い冷却ニーズに対して、既存冷却システムを刷新する破壊的な価値創造が期待できる。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・合金系潜熱蓄熱マイクロカプセルによる高速/高密度蓄熱・熱制御・熱輸送技術の研究開発 ・マイクロバブルを動力源とする新しい冷却システムの研究開発
関連する国プロ等	

I-C1	窒素資源循環に資する排アンモニア等の分離回収・直接燃焼等の研究開発
課題趣旨	<p>廃液・排ガス中には窒素成分としてアンモニアが含まれており、これをエネルギー源として有効活用できれば、大幅なCO2削減が期待できる。</p> <p>窒素資源循環における液相系でのアンモニア類の回収では、アンモニア水としての回収がコスト面では有望と考えられる。本提案技術が実現すると回収資源としてのアンモニアの活用先が拡大できる。</p> <p>アンモニア源は工場廃水や下水処理排水を想定しており、この技術を利用するために新たにアンモニアを製造することは想定しない。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高効率な革新的アンモニア分離・濃縮技術。 ・ 各種廃水から低エネルギー投入でアンモニア水の濃度を高める技術。 ・ アンモニア水の濃度を高めてガスタービン発電等の直接燃料として利用する技術の研究開発。 ・ 廃・副生ガスとして回収されたアンモニア水を用いて化学品を製造するプロセス開発。
関連する国プロ等	<p>2019年度エネ環先導研究：生産活動により排出されるNO_x等窒素化合物からのアンモニア製造：</p> <p>「産業廃水からの反応性窒素の高濃縮・資源化技術(産総研等)」</p> <p>「燃焼器から排出される窒素酸化物からのアンモニア創出プロセス開発(東大、早大等)」</p>

I-C2	産業部門のCCUS/カーボンリサイクルの抜本的な省エネ化に資するCO ₂ 分離・回収技術
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>産業活動において排出せざるを得ないCO₂を分離・回収し、化学品や燃料、鉱物などの有用化合物へ変換・再利用するCCUS/カーボンリサイクル技術は、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和元年6月11日閣議決定）において重要技術の一つと位置付けられている。一方、CCUS/カーボンリサイクル技術の適用範囲拡大に向けて経済性と環境性を両立するためには、CO₂の分離・回収から製品の分離・精製までのプロセス全体を俯瞰したシームレスな省エネプロセスの提案が求められている。CO₂分離・回収技術については、アミン系吸収液等を用いた化学吸収法は既に実用化されているが、分離・回収プロセスの更なる省エネ化のため、吸収法、吸着法、膜分離法等の技術開発が進められている。</p> <p>国内で排出されるCO₂の約4割が産業部門から排出され、中でも鉄鋼業や化学産業、窯業、紙パルプ産業等からのCO₂排出量が約7割を占めると言われている。これらCO₂濃度や随伴物質の異なる産業部門の様々なCO₂排出源に対し、高効率かつ省エネルギーでCO₂を分離・回収する技術は、後段の幅広い変換プロセスにつながるため、抜本的な省エネ化・高効率化が期待される。</p> <p>エネルギー準位の低いCO₂を分離・回収し、化成品等を製造することは、化石資源から化学品等を製造するコストが安価な現状を踏まえると、エネルギー・コスト面から不利であるため、CO₂分離・回収を含め、プロセス全体を俯瞰した抜本的な省エネ化が重要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂分離・回収技術等において、単位時間・単位体積あたりのCO₂分離・回収量が高く、CO₂回収・吸収液再生プロセスにかかるエネルギーを大幅に低減できる革新的な技術。例えば、非水系吸収液の利用や、加熱を必要としないCO₂分離・回収技術。 ・CO₂濃度が低い条件を含む各種排出源に合わせ、後段プロセスの変換プロセスも含め最適な分離・回収プロセスを設計する技術。
関連する国プロ等	

I-C3	<p>廃プラスチックを効率的に化学品原料として活用するためのケミカルリサイクル技術の開発</p>
<p>解決すべき産業・社会ニーズ</p>	<p>近年、海洋プラスチックごみが深刻な問題として国際的に認識され、世界的に資源循環経済の実現に向けた取組が進められている。我が国では、これまでも資源循環の考え方を重視し、3R政策を進めてきた結果、廃プラスチックの86%が有効利用されているものの、そのうちの58%は国際的にはリサイクルと認められていない熱回収であることから、今後、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルの比重を増やしていく必要がある。このうち、単一の樹脂からなるプラスチックについては、これまでに十分にマテリアルリサイクルが進んでいるが（例：ペットボトルの85%、塩ビの46%等）、PET to PETのような技術を除いては、バージン品相当のリサイクル技術は現在実用化されておらず、カスケード利用となっている。さらに、単一の樹脂でない場合には、そもそもリサイクルが困難であり、ごく一部（4%）がケミカルリサイクルされているものの、バージン品相当のプラスチックに戻す技術については、要素技術が存在しているにとどまっておらず、商用化には至っていない。</p> <p>他方、海外ではBASFやインドラマ等化学大手が、廃プラスチックを熱分解油に戻してエチレンプラントに投入し、化学品原料として使用する技術の商用化に向けて動いている。海外企業で先に商用化された場合、日本企業は技術のライセンスとなることから、国内の廃プラスチック事情に合ったプロセスに改良することも困難となる。加えて、再生プラスチックに関する国際ルール作りを進められるおそれもあり、早期に国内における技術の確立と商用化を目指す必要がある。</p> <p>特に我が国においては、海外と違い、複数の樹脂が混合した形態の廃プラスチックが多いことから、こうした廃プラスチックにも対応しつつエチレンプラント投入可能とするようなケミカルリサイクル技術の実装を行うことが重要であり、そのための高い技術的ハードルを官民連携して超える必要がある。なお、要素技術が存在していることに鑑みれば、既に存在する要素技術を補完するような新規技術やケミカルリサイクルプロセスが環境に与える影響の評価手法の開発についても併せて検討する必要がある。</p>
<p>当該課題解決に求められる技術テーマ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩素などの不純物の許容量を向上するための選別技術や油化技術等の開発 ・ 材料品質とCO₂-LCA分析の相互評価によるケミカルリサイクルプロセスの評価手法の開発 ・ 混合廃プラをモノマーに分解すること等により、バージン品と同等の化学品原料を精製するための技術開発
<p>関連する国プロ等</p>	<p>プラスチック有効利用高度化事業（令和2年度・新規）</p>

I-D1	CO ₂ を原料利用した含酸素化合物などを直接合成するカーボンリサイクル技術
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>・「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」(2019年6月閣議決定)においては、「気候変動問題の解決は、(中略)非連続なイノベーションが不可欠である。」とし、「非連続なイノベーションを実現するには、あらゆる選択肢を追求し、柔軟に見直していきつつも、水素やCCS・二酸化炭素回収・利用(CCU)、(中略)等の脱炭素化のカギとなる分野におけるコスト、効率等の具体的な目標を掲げ、(中略)官民一体で取り組んでいく必要がある。また、気候変動問題は、(中略)世界の叡智を結集しながら『イノベーションの推進』を図り、技術開発とその普及を進めていく必要がある。」としている。</p> <p>・一方で、CCU関連技術の中でも化学品利用によるカーボンリサイクル技術は、技術の進展や社会実装が遅れており、2050年に向けて技術開発の加速は必要となっている。カーボンリサイクル技術ロードマップで言及されているコストや技術課題を実現することで、資源に乏しい日本においてCO₂を資源として利用できるようになり、新しいビジネスの創出などに結びつくと考えている。</p> <p>参考資料：カーボンリサイクル技術ロードマップ https://www.meti.go.jp/press/2019/06/20190607002/20190607002-1.pdf</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・水素等による還元反応を利用せずに、CO₂を直接原料利用する含酸素化合物(カーボネート、カーバメート、有機酸等)や誘導体の製造プロセスの構築 ・上記含酸素化合物をモノマー利用した高分子材料の製造プロセスの構築
関連する国プロ等	

I-D2	新規手法（材料系、加工方法等）を用いた、航空機用一次構造材としてのCFRP複合材の高レート、低コスト成形に関する研究
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>航空機産業では、世界的な旅客数の増加を受け航空機の需要が今後20年間で大幅に増加することが予想されている。需要の高まりを受け、ボリュームゾーンである単通路機の生産レートは現行機の1.5倍から2倍まで増加し、また、近年では「空飛ぶクルマ」やUAV (Urban Air Mobility)、極超音速機など新たな空のモビリティの検討が進んでおり、空への期待はますます高まっている。</p> <p>同時に、空の移動に対する省エネルギー要求も高まっており、ICAO（国際民間航空機関）で「2050年のCO2排出量を2005年比半減する」という目標が定まった中、産業全体として省エネルギーに資する取組が求められている。特に、航空機に必要な強度要求などに合致しつつ、軽量で燃費向上に貢献、かつ高生産性を有する機体構造材料の技術開発は極めて重要である。</p> <p>現状、軽量・燃費向上に大きく貢献した構造材料として炭素繊維強化プラスチック（CFRP）が挙げられ、実際にB787やA350といった機体では50%超の部材がCFRPに置き換わることにより燃費を約2割削減することに成功している。しかし、現行のCFRPはオートクレーブによる高温加熱・加圧による成形手法が主流であり、航空機に要求される強度や品質を担保するためには、低生産性（成形にかかる時間は8-10時間程度）と成形のために膨大なエネルギーの消費を受け入れなければならない。</p> <p>そこで、現行の製造手法によるCFRPに遜色ない強度や特性を保持しつつ、航空機産業需要に応えうる高い生産性を実現しうるCFRPの材料要素ならびに革新的製造手法の技術開発が必要不可欠である。これらの研究開発を通じ、製造にかかるエネルギー消費量を大幅に低減しうるのみならず、航空機の軽量化技術を我が国が主導し、世界の航空機産業のCO2削減に大きく寄与することが期待される。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機用一次構造材の高レート・低コスト生産に資する高速硬化プリプレグ材料の開発 ・製造タクトタイムの大幅削減を達成する航空機用CFRP成形自動化技術の開発
関連する国プログラム等	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「航空分野における現行接合（機械的締結）以上の信頼性を達成する、熱硬化性CFRP（CF/エポキシ）と熱可塑性CFRP（CF/スーパーエンブラ）等の異種複合材シームレス接合・最適成形技術の開発」（NEDO）（2019年） ・次世代構造部材創製・加工技術開発（NEDO）（2015-2019年） ・革新的新構造材料等研究開発（NEDO）（2014-2022年）

I-D3	最先端材料（例えば航空機部材等の難加工材料）の高速、高精度加工システムの開発
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>航空機では燃費向上に対する非常に強いニーズがあり、その手段のひとつとして機体の軽量化が常に求められている。軽量化の為に機体構造部品の一体化・薄肉化・複雑化が進んでいるが、それに伴い部品製造の難易度は増し、量産に至るまでの開発期間の長期化、及び開発コスト増大に繋がっている。</p> <p>航空機用構造材料等の高い品質要求が求められる先端材料における加工技術は、自動車産業とは異なり未だに高性能な装置、熟練者による技術が必要となっている。今後、航空機市場の拡大に伴い、航空機部品の生産を国内の中小企業等に広めていくためには、加工技術の大幅なブレイクスルーが必要となってくる。本テーマでは、航空機用先端材料（難加工材料等）を中小企業が保有する汎用加工装置でも容易に加工できるように、精密計測技術等を駆使し、加工ツールと制御技術を開発することで、日本の高精度・高品質部品を低コストで提供できるようになり、今後の需要増加が見込まれる航空機産業において、国内参画企業の裾野を大きく広げるブレイクスルーにつながると考えられる技術開発を実施する。また、空飛ぶクルマ等への展開も期待できる。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複雑形状かつ高度な加工要求精度が要求される航空機部品製造の自動化に必要な加工ノウハウのデータ化（取得方法、アルゴリズム設計含）と自動学習を統合させた最適自動化プログラムを活用した加工システムの開発 ・ 加工システムの開発に必要な、航空機用複雑形状部品製造における自動化を支援する三次元位置計測制御技術の開発
関連する国プロ等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 革新的新構造材料等研究開発（NEDO）（2014～2022年度） 自動車等の抜本的な軽量化に向けて、革新的なアルミニウム材、チタン材、マグネシウム材、鋼板、CFRP等の開発を実施。 ・ 次世代構造部材創製・加工技術開発（NEDO）（2015～2019年度） 航空機の燃費改善、環境適合性向上、整備性向上、安全性向上のための複合材料及び軽金属材料技術の開発を実施。 ・ 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」（内閣府）（2018～2022年度） 航空機を始めとした輸送機器等への適用を目標に、樹脂・CFRP、耐熱合金・金属間化合物等、革新的構造材の開発を実施。

I-E1	天然ガス/合成ガスから炭化水素を製造する革新的な省エネルギープロセス
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>国内で排出されるCO₂の約4割が産業部門から排出されていると言われ、化学産業のCO₂排出量は産業部門の中で鉄鋼に次いで多い。CO₂排出量削減等を目的に、これまでの石油由来の化成品製造プロセスに替わり得る、バイオマスや天然ガスなどの資源を活用した化成品製造プロセスに関する様々な研究開発が進められている。</p> <p>例えば、オレフィン等の製造プロセスにおいては、天然ガスから分離される炭素数3以上のパラフィンからの脱水素反応によりオレフィンを製造し、アルコール等の汎用化学品へ変換する新規プラントの需要が高まっている。ナフサクラッカーからのオレフィン製造とは異なり、水素が副生する平衡反応であるため、反応効率向上のために反応生成物を系外に除去する必要があるが、水素の共存下でオレフィン/パラフィン等を分離する技術は確立されていない。そこで、脱水素反応および生成物分離を可能にする投入エネルギーの小さいプロセスを実現できれば、省エネルギーオレフィン製造プロセスの社会実装が期待される。</p> <p>合成ガスからメタノールなどを經由して化成品を合成する手法、あるいはFT（フィッシャー・トロプシュ）法にて直鎖状の炭化水素を合成する手法は工業的にも確立されているが、炭素数が3~5程度の化成品を得る場合、後段に分離精製プロセスなどにエネルギーを投入する必要があるため、全体プロセスを考慮した上でより省エネルギーで炭素数3~5程度の化成品を得るプロセスが期待される。</p> <p>種々の化成品の中間体となる合成ガスを得るために、ガス化プロセス等で酸素が用いられているが、酸素製造時のエネルギー原単位を大きく低減させる革新的な技術が期待されている。</p> <p>これまでも、種々の省エネ分離技術に関する研究開発が進められ、一部では実用化が進んでいる一方、適用範囲の拡大に向けて経済性と環境性を両立するためには、個別要素技術の開発だけでなく、原料の調達から製品の分離・精製までのプロセス全体を俯瞰した上で、一層の技術革新が求められる。また、膜分離等による省エネ分離技術が提案されているが、選択性や処理量、耐久性等に課題があり、蒸留プロセス代替となり得る技術レベルに到達してはいない。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・脱水素反応における諸条件（温度、圧力等）において、高効率かつ安定的に反応生成物を分離できる反応・分離技術 ・合成ガスを、炭素数2以上のアルコールなどを經由して炭化水素などの化成品を製造する革新的な省エネプロセス ・従来の工業プロセスのエネルギー効率を超える革新的な酸素製造技術
関連する国プロ等	

I-E2	運輸部門の早期低炭素化を実現する内燃機関／燃料組成の開発
解決すべき産業・社会ニーズ	<p>地球温暖化の進行が懸念される中、パリ協定においてもCO₂削減が求められている。自動車分野を中心に鉄道や船舶・航空を含む運輸部門から排出されるCO₂は、世界の25%、国内の18%を占めるとされ、排出量の削減が求められている。例えば、大型・長距離の航空分野では電動化が極めて困難であることから、バイオ燃料の導入が進められている。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CO₂が出ないのは大きな利点であるが、Well to Wheelの視点で抜本的なCO₂排出量削減を実現するためには、電源の低炭素化が不可欠である。CO₂削減という喫緊の課題に対して早期に打てる実効性の高い対策として、内燃機関の高効率化の推進というアプローチもあり、昨年の自動車新時代戦略会議でも重要なアクションに位置づけられている。</p> <p>例えば、内燃機関の熱効率向上手法としては過給リーンバーンのポテンシャルが高く、SIPでも研究が進み、最高熱効率で50%以上を実現している。しかしながら、従来のエンジン技術開発の延長のみでは上記の課題解決は困難であり、熱効率向上を図った上で、NO_x低減とノックの改善を実現するような、燃料組成からのアプローチが大いに期待される。</p> <p>本課題は、エンジン技術と燃料技術を組み合わせて従来のレベルから大きく技術進化をさせることで、エンジンの効率を大幅に向上させつつ、排気ガスのクリーン化に貢献するものである。</p> <p>(参考) 昨年の自動車新時代戦略会議で2030年自動車普及目標が再掲されたところであるが、BEV/PHEV20-30%に対して、従来車30-50%、HEV30-40%、と示されており、また、2℃シナリオ達成を考慮したIEAの示す技術普及シナリオでも、2040年の新車販売に占めるエンジン搭載車の割合は84%にも昇ると試算されており、燃料を使用する自動車は依然として一定数が残り続ける想定である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃焼限界を拡大するための特性（例えば層流燃焼速度）と、ノックを改善するための特性（例えば低温酸化反応の着火遅れ時間やオクタン価など）の両方を併せ持つ内燃機関／燃料組成の開発。 ・ 将来的な燃料サプライチェーンを見据え、製油所等での精製が可能であること。 <p>【開発目標（例）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現状のレギュラーガソリンに比べ、600～1000K付近で2倍程度の着火遅れ時間を有し、ノッキングを抑制できること。 ・ 空気過剰率（λ）が2以上の状態で、層流燃焼速度を30%程度向上させること。
関連する国プロ等	<ul style="list-style-type: none"> ・ SIP革新的燃焼プログラムの中では、流動強化と点火エネルギーの強化を中心に内燃機関の開発が行われた。熱効率50%超かつ排気ガス規制対応の両立の検討は行われていなかった。 ・ 化学物質によっては希薄限界を拡大する効果が期待できることが報告されている。（自動車技術会論文集 p. 241-246, Vol. 49, No. 2. (2018)）

II-1	情報・素材産業において生物機能を活用する基盤技術の開発
課題趣旨	<p>・DNAを記憶媒体とする技術は米国で開発されたが、ハードディスク等と比較すると読み書き速度が圧倒的に遅く、現状では、磁気テープやDVDの代替としてアーカイブ記録媒体としか利用できていない。また、DNAの合成費用及びシーケンサーでの読み取り費用が非常に高額であるので、それらを大幅に低減する基盤技術の研究開発を実施する。</p> <p>・生物は、複雑な構造の目的物質を少ない消費エネルギーでかつワンステップで合成できるなど、エネルギー面、機能面では、通常の合成反応にはない多くの長所がある。しかしながら、生物機能を利用した有用機能分子生産は、反応素子の不安定性、反応環境が限られる、反応速度が遅い等の制限があり、産業的に実用化されているのは、機能の一部にすぎない。</p> <p>生物機能研究における基礎的な in-situ 計測、放射光や中性子利用による知見の蓄積に加え、遺伝子工学当の生物学やAI等の情報処理技術を融合させることにより、生物機能の発現機構を明らかにすることで、生産性向上に資する基盤技術の研究開発を実施する。また、生物機能素子自体を非生物素材で再現する研究も海外で進められており、現時点では特定の反応に限った機能の再現であるが、将来的には複雑な生物機能を人工的に再現できるような技術開発に繋げる。</p> <p>・環境中には様々な有用な微生物が存在しているが、人類が既知の微生物は地球上の全微生物の1%程度と考えられており、培養法まで分かっているものは更に限られている。また、有用な能力を有する微生物の探索・分離・培養の技術競争は激化しており新産業創出を他国に先駆けて行うためにも、効率的な微生物のスクリーニング技術の開発は重要である。そのため、微生物探索や培養条件確立に関する時間的・人的コストの軽減、有用微生物の探索速度の大幅な向上を実現する新たな微生物スクリーニング・分離・探索に関する技術開発を実施する。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・DNA等の核酸類を記憶媒体として利用するための研究開発 ・生物機能を活用した生産性向上に資する産業応用技術の研究開発 ・有用微生物の効率的な探索・スクリーニング・分離・利用技術の開発
関連する国プロ等	

II-2	計算科学とデータ科学を活用し、生理活性物質、物質変換、エネルギー変換物質等の有用機能分子の新規合成・製造プロセス創成に関する研究開発
課題趣旨	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算科学とデータ科学を主に駆使し、目的有用機能分子構造・合成プロセスの設計 ・ 計算科学とデータ科学を主に駆使し、生体高分子の弱い相互作用、励起状態、電荷移動速度等の解析による有用反応機構の解明 ・ 計算科学とデータ科学を主に駆使し、最適触媒、反応場の設計 (MI等データ科学を用いた機能分子設計、プロセス設計のRFIが3件あり。またデータ駆動による有機機能分子設計は、我が国では成功例が少ない)
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算科学とデータ科学を主に駆使し、目的有用機能分子構造・合成プロセスの設計 ・ 計算科学とデータ科学を主に駆使し、生体高分子の弱い相互作用、励起状態、電荷移動速度等の解析による有用反応機構の解明 ・ 計算科学とデータ科学を主に駆使し、最適触媒、反応場の設計
関連する国プロ等	MI2I (NIMS/JST)、超超PJ (NEDO)

II-3	次世代磁石創製のための革新的磁性材料の開発
課題趣旨	<p>消費電力量のうち、電気モーターによる消費が占める割合は、世界では40%、日本国内においては55%となっている。高い磁性能を持つ磁石を用いた効率の高い電気モーターに置き換えることが出来れば、消費電力削減が可能となり省エネ化を実現できる。</p> <p>また、磁性材料はインダクタや電波吸収体などにも広く使用されており、今後は第5世代の通信技術(5G)など高周波に対応できる軟磁性材料の開発も重要である。</p>
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none">・ 電磁鋼板に取って代わる、高周波領域にも対応可能な軟磁性材料の開発。・ ネオジム等の重希土類を使用せずに高い磁性能を示す、次世代磁性材料の開発。・ ネオジム磁石よりも高い飽和磁束密度を持つ、永久磁石の開発。
関連する国・プロ等	

II-4	機能物質等の標準化・規格化及び認証取得等を推進するための基盤技術開発
課題趣旨	<ul style="list-style-type: none"> ・標準化を推進するには、製品の信頼性、寿命予測が極めて重要である。一方、大多数の製品は複数の素材を複合し、素材そのもの単一で使用されることは少なく、種々の添加剤が混合された系である。 信頼性向上のための製品の劣化や寿命を正確に予測に資する素材の劣化や寿命を素材製造時に予測するための基盤技術を開発する。 劣化や寿命の分子レベルでの解明をするため、ナノ構造解析、局所的な物性測定、動的測定、大規模シミュレーションとAI等のデータ科学を融合させることで、老化度の客観的な判断基準となる規格作成の指標となるように数値化を実現し、標準化に資する基盤技術開発を実施する。 ・CNT等のナノ物質の環境・人体へのリスク等が明確になっていない部分が多い、それは、ナノ物質等を定量的に評価するための技術が十分でなく、十分に評価を行うことができていないためである。環境規制等が強化されていく中で、新規ナノ材料の工業化、実用化を円滑に行うためにも、ナノ材料の定量・標準化等の支援に係わる技術開発が重要である。そのためこれらに係わる基盤技術開発を実施する。
当該課題解決に求められる技術テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ・新規有用機能分子やCNT等のナノ物質等の環境・人体へのリスク評価・防止に係わる基盤技術開発（動物実験を行わないで） ・加速試験によらない、寿命を正確に予測する技術開発 ・CNT等のナノ粒子の粒系形状、サイズ、分布、凝集状態等の標準化・規格化を推進するための計測プロトコル構築等の基盤技術開発 ・「健康維持」、「疾患治癒」などのウェアラブルセンサーや人工筋肉や人工神経等の「身体機能の補修・代替・拡張」を可能にする生体調和材料・デバイスのプロアクティブな評価技術の研究開発
関連する国プロ等	