

<募集特別課題>

有機合成化学におけるフロンティア

<背景(社会、技術等)>

化学産業は日本の基幹産業の一つであり、20 世紀から大きな発展を遂げてきた。これまで様々な製品を生み出しているが、中でも有機化合物およびそれを基盤とする各種材料の重要性は高く、官能基導入・変換、重合や得られた重合物の加工など、多種多様な技術が融合されて、我々の生活に不可欠な製品を世の中に届けている。

このような変換反応の中でも、不斉水素化反応やクロスカップリング反応の業績で、日本人研究者にノーベル化学賞が授与されたことは深く記憶に刻まれている。また、同様にノーベル賞の対象となったチーグラー・ナツタ触媒も、汎用プラスチックの製法を大きく変えた。これらは全て、金属錯体が関与する触媒反応であったが、金属を使用しない不斉有機触媒が、2021 年のノーベル化学賞を受賞したことは、未だ記憶に新しい。加えて、必ずしも触媒反応に限ることなく、官能基や立体などの選択的反応も、作りたいものだけを作る観点から極めて重要な技術である。よって、特に有機化合物の製造であれば、基幹となる技術は有機合成化学にあると言っても過言ではない。

<化学産業が求める理由、期待効果>

有機合成化学における革新的な進展は、国内化学産業の国際競争力強化に貢献する化学技術イノベーションの一つになりうる。一方、反応開発や反応機構解明では、企業よりも大学や公的研究機関に一日の長がある。そのような基礎検討結果を応用して、既存の製造方法の改良や新製品の開発などを行い、世の中の多様なニーズに応えることが化学産業の役目であり、よって化学産業の将来は基礎技術に支えられている。

そのような観点から、先端的な基礎技術開発に重点を置き、特に有機合成化学に関する提案を、今年度の特別課題として募集する。

<課題内容の詳細説明、テーマ例等>

提案いただきたい有機合成化学の例を以下に示すが、あくまでも例示であり、他に分類されるものであっても、新反応開発に関わるものであれば提案をお願いしたい。いずれの場合も、目的とする反応や化合物を選択した意義、関連技術と独自性との関係、および産業への適応の可能性についても記載願いたい。

1. 不斉合成
金属錯体触媒、有機金属触媒、分子触媒
2. 素反応開発
アトムエコノミー(副産物のない反応)、高価化合物の代替、官能基や立体の選択的反応、可視光駆動型反応、制御されたラジカル反応
3. 精密合成
有用な天然物、並びに医薬品の合成
(スキーム中に独自開発反応を含むこと)
4. 精密重合および解重合(アップサイクルを含む)反応
立体選択的・特異的重合、交互共重合、ブロック共重合、並びにケミカルリサイクルを志向した新たな解重合プロセス(重合反応においては、重合反応自体の独創性・新規性に重きを置いたもの、解重合反応においては、既存プラスチックの解重合や有価物へのアップサイクル、および容易に解重合可能な新規高分子の合成を含む)

なお、有機合成化学に関する提案のうち、目的物である新素材の開発が主たる提案は課題 11、原料としての CO₂ 利用等カーボンニュートラル実現に資する提案は、課題 1 もしくは課題 12 への応募を推奨する。

<評価のポイント>

本課題の評価のポイントは主に課題適合性、独創性/新規性、実現性、波及効果である。特に独創性/新規性に比重を置いて選考する。

<p>＜募集課題1＞ グリーンイノベーションを推進するための資源・プロセス・評価等に関する環境技術の研究</p>
<p>＜背景(社会、技術等)＞ 「SDGs(Sustainable Development Goals)」や「ESG(Environment, Social, Governance)投資」等が、その存在価値を高めている。その中でも、地球温暖化対策としての「適応と緩和」や、海洋プラスチック問題も含む「循環型社会の実現」等の環境問題への取組みは喫緊の課題となっている。 我が国でも、温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現すべく「革新的環境イノベーション戦略」(内閣府)が策定され、政府は 2050 年までに温室効果ガスを実質的にゼロにする目標を表明した。またサステイナブルな世界に向け「プラスチック資源循環戦略」(環境省)が策定されている。 これらの戦略を推し進めるためには、個々の要素技術だけでは不十分なため、我々が取組むべき環境技術開発は、「課題解決型」の研究姿勢を念頭に、幅広い分野の基礎から実用、技術開発からシステム化に関わる「多角的な取組み」を、持続的に推進することが必要である。</p>
<p>＜化学産業が求められる理由、期待効果＞ 世界の急激な発展に伴い、環境負荷量が急増し、自然が循環処理しきれなくなった CO₂、CH₄ やプラスチック等の人為的な処理や、さらに資源・エネルギー・食料・水等の安定確保のために化学の力が強く求められている。具体的には、原料入手から製造、廃棄、リサイクルに至る製品の全ライフサイクルにおいて、環境負荷に配慮した先端的で革新的な技術開発(縦糸の取組み)と共に、各製品・プロセスの環境影響や技術的優位性等を定量化できる計測・評価技術や、安全・安心をサポートする管理・システム技術等(横糸の取組み)の拡充が必要となっている。</p>
<p>＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞ 本課題では、以下に例示するような、グリーンイノベーションにつながる、資源の循環・利用に関わる技術、産業の環境負荷低減に関わるプロセス技術、環境に関わる計測、評価技術等に関わるテーマを募集する。将来の環境技術を切り拓く、基礎(理論)、応用、ソフト、ハード等、多様なフェーズからの提案を受け付ける。新規な着想・技術に限らず、既存技術の改良や統合によって飛躍的なブレークスルーを目指す提案や、さらに既に起こりつつある気候変動影響への備えや、新しい気象条件の利用に対する技術も歓迎する。</p> <p>1) 資源の循環・利用に関わる技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオ由来燃料・材料、再生可能資源、クリティカルメタル、石炭・天然ガス(シェールガス)等の利活用 ・CO₂ 等(削減、固定化、燃料・材料などへの資源化)、水素等のエネルギーキャリア(製造、輸送、貯蔵、利活用) ・水(造水、淡水化、浄水、水処理、水質管理、リサイクル等)、食料(資源確保、生産の高度化) ・環境負荷物質や廃棄物等の高効率処理・リサイクル・無害化(循環型社会実現、資源回収、海洋プラスチック、環境浄化・保全等も含む) <p>2) 産業の環境負荷低減に関わるプロセス技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学品の製造や分離精製プロセスの最大効率化(省工程化・省エネ化・省資源化など。また物理化学や熱力学的考察を加えることでの新しい切り口での効率化、熱化学法による水素の製造、データサイエンスの活用による効率化、新規熱媒体化合物、低GWPフロンなど) ・化学品を利用する製造プロセスにおける環境負荷低減(有機フッ素化合物など) <p>3) 環境に関わる計測、評価技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製品・プロセス等の安全性に関わる評価・管理 (リスク評価、化学物質管理、産業保安、品質保証、耐久性評価技術等も含む) ・環境負荷物質等の計測(LCA・LCI、カーボンフットプリント)・管理、 環境影響評価・予測(生体影響評価、物質循環や環境モニタリング等も含む) <p>4) その他、既におこりつつある気候変動影響等による災害等の備え・対策や、変化している気象条件の利用などに関する技術</p>
<p>＜評価のポイント＞ 本課題では「課題適合性」「独創性/新規性」「実現性」「波及効果」を総合的に判断する。</p>

＜募集課題2＞

新しい資源代替材料・技術の創製、および資源の節約・回収・再利用に関する基盤的研究

＜背景(社会、技術等)＞

SDGs(持続可能な開発目標)が国連で採択され、新興国も含め、持続可能な社会を実現するために必要な開発目標が設定された。「資源」に注目すると、資源効率の改善、資源利用効率の向上など、多くの資源に関連する開発目標があり、これらに関する研究開発の必要性が示されている。また、近年の米中貿易摩擦に関連した輸出規制をはじめ、不安定な国際情勢の影響を鑑みても資源の有効利用の重要性は更に増している。また、国内においても内閣府にて「マテリアル革新力強化戦略」が策定され、目標の一つである、「資源制約の克服」の中で代替・省資源化・リサイクル技術開発が述べられており、その重要性が益々高まっている。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

化学産業は機能性部素材の安定供給の面から、我が国の産業基盤を支えてきた。この領域において資源問題に対処するためには部素材の機能を維持したまま、より供給リスクの少ない資源に転換する代替材料・技術の開発が重要となる。また、エネルギー資源問題においては、廃熱・地熱等の低品位エネルギーやメタンハイドレートなど非在来型資源も注目され、それらに即した利用技術や材料・エネルギーへの変換技術の開発等が期待されている。更に、特に欧州で進められているサーキュラーエコノミーを意識した材料の開発も求められている。

新材料や新技術の開発にあたっては、人類の持続可能な発展のため、更には ESG(環境/社会/ガバナンス)や CSR(企業の社会的責任)や、CSV(共通価値の創造)の観点からも、環境への負荷を最小限に留める配慮を欠いてはならない。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

当研究課題では「資源問題」を希少元素に限定せず、食糧・水資源やエネルギー資源も含め、持続可能な社会を実現する上での資源問題ととらえ、資源の観点から見た資源の節約・回収・再生・再利用や、代替材料・技術並びにマテリアルの高度循環のための技術創製等に関する基礎的・基盤的研究を対象とする。より具体的には、下記の通り。

- 1)希少元素を含む廃棄物からの資源の回収・再生・再利用および、機能を損なわずに希少元素の使用量を削減する技術。例:使用済み製品(バッテリー、太陽電池等)、都市鉱山、採掘時廃棄物等からの有用元素の簡便・安価・低環境負荷な回収・再生・再利用技術並びに、それらのリサイクルシステム。
- 2)希少元素を含む材料が発現している“機能”に着目し、その機能を、希少元素を含まない材料で同等、もしくはそれ以上に実現する代替材料、または代替技術。
例:希少元素を用いない高硬度/高強度/高靱性材料、蓄電材料、触媒、磁性材料、蛍光材料等
- 3)食糧・水資源問題に寄与し、大きな環境負荷をとまなわない材料・技術・システム
例:肥料に用いる元素(N, P, K 等)の回収・再生、浄水・保水・土壌改良技術
- 4)従来利用されてこなかった非在来型資源や低品位の熱源、散逸する熱等を利活用するための材料・技術・システム
例:高選択・高効率触媒、蓄熱材料、熱電変換材料、その他新たな材料を利用した技術並びに、熱有効利用のための集熱、冷却システム
- 5)1)~4)以外の偏在、希少物質、各種規制対象物質等の削減、リサイクル、代替を推進する技術
例:He, F, 天然ゴム等

＜評価のポイント＞

選考では、課題適合性が高いこと、応募者自身のオリジナルな発想に基づくユニークな提案であることを重視する。

すなわち、既知の方法で確実な成果が予想される研究よりも、応募者本人のアイデアによる挑戦的な提案で、新しい化学技術の芽になることが期待できる研究提案を期待する。

本課題の評価のポイントは課題適合性、独創性/新規性、実現性、波及効果だが、特に課題適合性、独創性/新規性に重きを置く。

<p>＜募集課題3＞</p> <p>バイオマス由来製品の事業化課題を解決する革新的な機能を有する素材の開発研究、又は革新的なバイオマス変換技術の研究</p>
<p>＜背景(社会、技術等)＞</p> <p>SDGs は社会に浸透しつつあり、国際的に持続可能な社会実現に向けた動きが活発化している。欧米ではバイオエコノミーのもと、再生可能資源を活用し温暖化など地球規模の課題の解決と経済発展を共存させる取り組みが活発に進められている。また温暖化等の気候変動だけではなく、海洋プラスチック問題などの環境汚染問題とも複合し、これら課題を解決する循環型社会の実現は喫緊の課題となっている。</p> <p>我が国においても、2050 年カーボンニュートラルが宣言され、その達成に向けたグリーン成長戦略が策定された。本戦略においては、バイオマス資源等を原料としてバイオプラスチックや機能性素材等の化学品を生産する「バイオものづくり」が採り上げられており、既に GI 基金やバイオものづくり革命推進などの、技術開発のための事業が措置されている。この様に、バイオマスを由来とする化学品や燃料の開発が活発化する中、社会実装に向け、原料コストの低減、変換プロセスの効率化等コストダウンに向けた研究開発やバイオマス由来製品の高機能化、品質の安定化などを可能とする技術が求められている。</p>
<p>＜化学産業が求める理由、期待効果＞</p> <p>CO₂ 排出量・廃棄物量が少なく、循環可能で環境に優しいバイオマス資源等を原料とした化学品・燃料を提供することは化学産業の使命である。本分野において日本の化学業界が存在感を示し続けるには、豊富な技術蓄積を活かし新たな価値を創出していく必要があるが、石油を中心とした既存システムとは異なる様々な課題(原料調達、原料多様性への対応、新規プロセス構築、バイオ化コストダウン、プロダクトの社会実装など)が存在する。事業化の障壁となっているこれらの課題を解決する技術を開発することで、バイオマス資源等を原料とした化学品・燃料がさらに普及することが期待される。</p>
<p>＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞</p> <p>本課題では、バイオマス由来製品の社会実装を実現するイノベーションに資する研究(革新的な機能素材の開発研究、革新的なバイオマス変換技術の開発研究など)を奨励する。バイオマス由来製品とは、バイオマスを原料として導かれる製品群であり、燃料、化学品、プラスチック等の化学製品を指す。一方で、バイオマスをを用いた発電については本課題の対象から外す。</p> <p>以下、研究開発の例を挙げるが、これらに限定されるものではない。</p> <ol style="list-style-type: none">① バイオマスの生産性を向上する技術② バイオマスから有用品への変換技術③ バイオマスの構造を活かした素材/部材④ バイオマス由来物の高効率な分離/精製技術⑤ 未利用バイオマス利活用技術⑥ バイオマス由来プラスチックに関する技術⑦ バイオマス複合材に関する技術
<p>＜評価のポイント＞</p> <p>本課題では「課題適合性」「独創性/新規性」「実現性」「波及効果」を総合的に判断して選考します。</p>

＜募集課題4＞

エネルギー変換・貯蔵・省エネ分野における革新素材・技術に関する研究

＜背景(社会、技術等)＞

2021年に第6次エネルギー基本計画が閣議決定された。2030年のエネルギー目標に向けて、3E+S、Energy Security(安定供給)、Economic Efficiency(経済性)、Environment(環境)、Safety(安全)の基本方針に沿って、日本はエネルギーミックスを進めている。原子力発電の信頼性、ウクライナ侵攻によるエネルギー価額高騰、気候変動対策として火力発電の脱炭素対応などの問題が、エネルギー自給率が10%程度の日本にとって喫緊の課題である。国内では、ベースロード電源としての原子力発電の再稼動が流動的で、ミドル電源はシェールガス等の天然ガス火力ヘッジ、ピーク電源は再生可能エネルギーの導入が増加している状況であり、今後も安定供給は勿論のこと、環境保全や経済性の観点で新たな技術開発が益々重要になっている。また、発生する電気エネルギーの変動対応での系統連結電力網や分散型電源網の社会インフラに改善すべき点も多く残っており、これらを含め供給量の変動に柔軟に対応するための技術革新が望まれている。

石炭・天然ガス火力、原子力、水力、地熱等の従前発電技術は既に確立済とを感じるが、化学分野から見ると更なる技術革新が必要な課題は未だ残されている。例えば、火力発電では燃料源拡大や超高効率化が重要課題であり、原子力発電の安定利用には使用済核燃料の安全処理が不可避である。その他、未利用熱の利活用等、新たな技術が期待されており、これらの根底を化学・材料が支えている。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

エネルギーの大量安価安定供給は、化学産業において、産業の死命を決める重要問題である。これを受身ではなく、積極的に促進することは不可欠である。更に社会的立場として、エネルギーの大量安価安定確保地球環境保全や快適な社会生活の維持に貢献することも求められている。

エネルギー変換・貯蔵・省エネに必要な安全性、及び高効率化や低コスト化等に対し、化学・材料の直接的(主役)又は間接的(脇役)に貢献する役割は非常に大きい。その効果判断が難しい側面も多いが、それを一掃するような視野拡大や知見融合等、新奇性に富んだ提案を期待する。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

エネルギー変換・貯蔵・省エネに関する全ての技術分野で、現状技術の連続的な改良ではなく、新たな発想を加えた不連続性の高い技術もしくは素材に関する研究提案を募集する。

(1)新しいエネルギー変換技術の実用化促進

太陽光・風力・水力・地熱・波力・潮力・海温水・工場排熱、周辺環境からの微小エネルギーなどの再生可能エネルギーの関連で、発電効率や耐久性を高め、コストダウンや安定供給を向上させる技術、または新たなエネルギー源の利活用技術。

(2)既存発電分野の革新的改良

原子力・火力発電のベースロード・ミドル電源において、燃料の新規利用や廃棄物処理等、従来術を革新し、展望を変える技術。

例)低品位石炭の燃焼効率向上による新規活用や排気未利用熱の利用、使用済核燃料の安全・安心な処理・保管や再有効利用技術、アンモニア混焼、専焼技術等

(3)水素社会の推進技術

水素燃料電池、水素発生・貯蔵・運搬等の新しいエネルギーキャリアを推進する有効な革新的技術。

(4)次世代の蓄電池に関する技術

リチウムイオン電池、ポストリチウム電池、レドックスフロー電池、電気化学キャパシタ等の実用化が進む蓄電分野において、技術的な限界を超え、大幅なコストダウンや高容量化・小型化・軽量化・急速充電化・安全性等の性能向上につながる技術・素材の研究。

(5)エネルギー貯蔵・変換技術

必要な時に変換可能なエネルギーの貯蔵・変換技術

＜評価のポイント＞

本課題では、「独創的」が高く、「波及効果」が大きい提案を求める。実用化に時間が掛かっても、技術・素材の研究で将来性があり、現状を一新するような大きな性能向上、用途拡張、コストダウンにつながるような革新的で挑戦的な『従来と異なった発想に基づく提案』を期待します。尚、評価技術の提案については、対象とする募集課題における有用性・価値について評価します。

＜募集課題5＞

超スマート社会を支えるエレクトロニクス材料に関する研究

＜背景(社会、技術等)＞

新型コロナウイルス感染症の世界的流行の影響により、DX化が加速化し、新たな日常の模索と行動様式の変容へと社会全体が大きく変わりつつある。また、地球温暖化に伴う気候変動により、全世界的に大規模自然災害が発生し、カーボンニュートラル、脱炭素社会の早期実現が望まれている。昨今の半導体不足を長期的トレンドとしてとらえた場合には、経済安全保障の観点からも、技術開発によってロバストなサプライチェーンを構築しておく必要性もあるだろう。これら喫緊に解決すべき課題を前に、新しい技術によって社会的課題の解決と同時に経済の発展を両立できる超スマート社会(Society5.0)の構築が今後求められる社会像として期待されている。超スマート社会を実現するためには、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合したシステムづくりが鍵で、人工知能(AI)、ロボット技術、クロスリアリティ(XR)、IoT、高速大容量通信(5G,6G)などを軸とした様々な取り組みが行われている。スマートシティや次世代モビリティにおいては化石燃料を使用しない脱炭素化を目指したローカルな発電用・蓄電用の効率的なデバイスが求められている。そのため、これらの技術を支える次世代エレクトロニクス材料の開発が強く求められている。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

超スマート社会を支えるエレクトロニクス材料において、ますますグローバルな競争が激化することが予想され、今後の化学産業において、新たなイノベーションを引き起こすエレクトロニクス材料の開発に余念がない。特に、日本が得意な材料技術・プロセス技術(の向上)が期待できる半導体、IoT、高速大容量通信、フレキシブルデバイス、蓄電池、センサ、次世代モビリティに関連する分野が注目される。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

本課題では独創的かつ革新的な提案を期待する。革新的材料を適用する具体的な分野並びに求める物性を以下に例示するが、この限りではない。また、提案により期待される性能向上を従来材料との比較をもって提案されることが好ましい。

① 半導体分野におけるエレクトロニクス材料

微細化・集積化・多層化デバイス、新原理コンピューティング材料、先端半導体デバイスの前工程に用いられる材料(ナノシート、配線材料、絶縁材料等)、後工程に用いられる材料(封止材、パンプ材、三次元パッケージ基板等、熱界面材料(TIM))、及び、次世代メモリやリザバークンピューティングなどに用いられる材料など

② DXを実現するためのIoTに関するエレクトロニクス材料

センサ(低消費電力、小型軽量、高感度、環境耐性等)・生体センサ・クラウド・ビッグデータ、MEMSセンサ、自立給電型センサなど

③ 5G、Beyond 5G/6G社会を支えるエレクトロニクス材料

無線通信(低ノイズ、高感度アンテナ等)、スマート反射板、低誘電材料、オプティカルデバイス(光配線、レーザ)など

④ フレキシブル/ストレッチャブルデバイスに関するエレクトロニクス材料

フレキシブル・プリンタブル・ストレッチャブル・デジタルヘルス、圧電材料(フィルム、印刷体等)、導電性シート、導電性高分子、導電ペースト、ナノインプリント用樹脂、フレキシブル基板、生体センサ、接合材料(フレキシブル・ハイブリッド部材間、低温接合等)、フレキシブルバッテリーなど

⑤ 発電用・蓄電用デバイスに関するエレクトロニクス材料

リチウムイオン電池、全固体二次電池、空気二次電池、キャパシタ、燃料電池及び電極・セパレータ・電解液材料、エネルギーハーベスティング

⑥ 次世代モビリティを支えるエレクトロニクス材料

カーエレクトロニクス・EV/FCV・車載センサ、車載カメラ、車載用蓄電池、接合材料、パワーデバイス材料、熱制御材料・技術、軽量化材料・技術、電磁波制御材料・技術、高性能磁性材料(最大エネルギー積が大きく、熱減磁が小さいなど)、無線給電など

⑦ エレクトロニクス材料に必要な下記特性の飛躍的向上を期待される材料並びにその設計コンセプト

(単一材料だけでなく既存材料の組み合わせ・接合やブレンド効果による性能向上も含む)

耐熱性(耐熱保持可能な特性を明確に)、高周波対応材料、高電気・熱伝導、高透明、異種材料との高接着性、高電気・誘電容量、高イオン伝導、低熱膨張、高じん性、高絶縁性・電圧耐性、高解像フォトレジスト、その他省エネ材料

⑧ ①～⑥の材料を実現するためのカーボンニュートラル・サステナブルなプロセスの研究

スマートファクトリ、3Dプリンティング、フローケミストリー、水素還元など

＜評価のポイント＞

本課題の評価のポイントは、課題適合性、独創性/新規性、実現性、波及効果の4点です。特に独創性/新規性と実現性を高く評価します。研究内容において独創的と考える部分(材料や方法)について記載し、更に、既存技術からの優位性をできるだけ定量的に明示してください(コスト、効率、消費エネルギー等)。

＜募集課題6＞

マイクロナノシステムの用途拡大につながる新規な材料・加工技術、及びデバイスに関する研究

＜背景(社会、技術等)＞

「環境・エネルギー」、「医療・福祉」、「安全・安心生活空間」の分野において、IoT(Internet of things)社会の構築が急速に進みつつある。この社会構築には、新たな機能を提供し、低コストかつ大量生産可能なマイクロナノシステム(*)と下記に示すような新規な材料・加工技術の開発が必須である。加えて、このような科学技術のイノベーションは、持続可能な開発目標(SDGs)の達成にも貢献することが期待されている。

- 1) ナノからマイクロまで幅広く適用且つ、安価に大面積、連続生産を可能とする微細加工技術
- 2) タンパク質や DNA などの生体由来材料を含む多様な材料との集積化技術、界面制御技術
- 3) 新たな低次元ナノ材料やメタマテリアルに代表される人工構造材料

*「マイクロ流路、バイオチップ、MEMS(微小電気機械システム)等に代表されるように、微小領域に機械・電気・光・化学・バイオなどの科学的要素を統合することで、それぞれの機能の増強・高効率化や、今までにない機能を提供するシステム」を意味する。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

マイクロナノシステムと化学産業との関わりは、従来のシリコン半導体産業以上に深いものになることが期待される。マイクロ・ナノ加工するための材料(例えば次世代リソグラフィ用レジスト材料他)や、機能を付与するための材料(メタマテリアル他)等、多種多様な材料の開発と実用化には化学産業の関与が必要不可欠である。マイクロナノシステムとその材料・加工技術は、IoT社会や SDGsで必要とされる画期的な製品の登場を牽引し、わが国の化学産業の国際競争力強化に貢献していくことが期待される。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

本課題では、IoTや SDGsに貢献し、化学産業の国際競争力強化に繋がる、独創性・新規性のあるマイクロナノシステムとその材料・加工技術に関する萌芽的な研究提案を募集します。テーマ例を下記に列挙しますが、これに限定するものではありません。

- ・萌芽期の材料(新規誘電体、バイオメティック材料、メタマテリアル他)を利用したセンサ、アクチュエータ、ハーベスタなどのマイクロナノシステム
- ・微小空間の特長を利用して、化学物質を省エネルギーで合成したり新規物質を合成する技術
- ・マイクロナノシステムにバイオや有機材料を融合するための界面制御技術
- ・再生医療など先端科学の実現に向けたマイクロ・ナノ基盤技術
- ・極限環境下(宇宙空間、深海、放射能汚染下他)で動作するマイクロナノシステムとその材料・加工技術
- ・量子センサなど超高性能デバイスの実現に貢献するダイヤモンド NV センターなどの材料およびそれを利用したマイクロナノシステム

＜評価のポイント＞

本課題の評価ポイントは、課題適合性、独創性・新規性、実現性、波及効果です。従来機能の性能向上のみならず、新規機能の提案を期待しています。また、選考にあたっては、独創性・新規性を重視します。尚、研究テーマについて既存技術がある場合は、どのような優位性が想定されるかについても、可能な限り具体的に言及してください。

＜募集課題7＞

生体機能を利用した新規合成・生産・製造に貢献する基盤技術と評価技術に関する研究

＜背景(社会、技術等)＞

近年著しく進展したバイオ技術によって生体機能を利用したモノづくりは大きな発展期を迎えています。例えば、次世代DNAシーケンシング、ゲノム編集、ゲノム合成技術、オミックス解析、進化分子工学等のツールが揃い、新たな代謝系の設計・構築や高機能な酵素の取得が迅速化され、さらにはAIを利用して膨大なデータの中から最適な代謝系やアミノ酸配列を再設計することも試みられています。

こうした技術の発展によって、化石資源に依存していた基礎化学品やポリマーなどの汎用品の領域にバイオ技術を用いた製品が進出しており、また医薬のような高機能品では、低分子化合物から高分子量の抗体を始めとして中分子のペプチドや核酸、ウイルスや細胞そのものを利用したものへと転換が進められています。

また、ライフサイエンスは、人類を悩ます病の克服や食料・環境問題の解決など、人々の生活に直結した「生きる」「食べる」「暮らす」の領域での貢献が期待されており、特に近年、COVID-19のみならず新興・再興感染症への対応や再生医療・カーボンニュートラル社会実現のための革新的技術が期待されています。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

化学産業におけるモノづくりでは、省エネルギーで廃棄物の少ない、グリーンサステナブルな方向性が求められています。それに加え、各種物質を現実的なコストで、かつ高品質に生産することが産業化には必須です。そのためには使用する細胞や生体触媒、そして製品の品質を迅速にモニタリングして、プロセスを制御するための分析・評価技術も求められています。

長年培われてきた生物化学工学・農学・薬学によるモノづくり技術を基盤に、最新のバイオ技術を利用した画期的なバイオプロセスやモニタリング技術を創製することで、これらの課題を解決できれば、化石資源の利用削減のみならず、複雑化する高機能製品を高品質・低コストに生産することが可能になると期待されます。このような取り組みによって、将来は世界をリードできる化学産業に発展することを望みます。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

本課題では、生体機能を利用したモノづくりを高効率化するための、独創的な合成・生産・製造技術と評価技術に重点を置きます。ゲノム合成や編集などで機能化された細胞や改変酵素による反応、代謝経路の設計と効率化、ゲノムをはじめとする各種オミックス情報の効果的な利用、プロセスのセンシングや生産制御、デジタル・ロボティクスによる加速など、生体機能を利用したモノづくりに関わる技術を広く対象とします。対象とする生産物は、バイオ燃料、汎用化学品やポリマー、機能性化学品や生理活性物質のみならず、ウイルスや生体そのものも含めます。また微生物だけでなく、動植物の利用も歓迎します。また、カーボンニュートラル社会の実現に寄与するCO₂の利用も歓迎します。

さらに、有用物質あるいは生物を作製する技術だけではなく、革新的なセパレーション技術など、生物利用産業のプラットフォームを底上げするような提案も期待します。また、実際に生産やモニタリングを行う研究開発だけでなく、代謝系の解明といった将来のブレイクスルーに繋がる基礎研究についても奨励します。

ただし、評価技術については品質管理やプロセス制御に関わるものを対象とし、医療診断を目的としたものは除外します。

(例)

1. 核酸・宿主・細胞に関するご研究
2. 酵素・タンパク質・代謝産物・有用物質に関するご研究
3. 培養・生産・精製・修飾・保存技術に関するご研究
4. 分析・解析・予測・自動化技術に関するご研究
5. その他、これまでの研究例を乗り越えるような斬新なご提案

＜評価のポイント＞

本課題の評価のポイントは、主に課題適合性、独創性/新規性、実現性、波及効果です。特に独創性/新規性に比重を置いて選考します。

<募集課題8>**生体機能・生体分子に着目した革新的ライフサイエンス材料に関する研究****<背景(社会、技術等)>**

ライフサイエンスの発展に伴い、「生物」と「化学」の融合領域における機能性材料の材料開発が重要となっている。例えば、医療・再生医療の分野では生体適合性などの特性を有するライフサイエンス材料の利用が不可欠となっており、「ペプチド」、「抗体」、「核酸」といった生体分子を利用した様々な生体デバイスが開発され、医療機器等の発展に役立っている。そして、近年は「細胞」までも材料として注目され、医療・再生医療分野に限らず工学的に改変された「細胞」が利用され始めている。また、「新型コロナウイルスをはじめとした新興感染症対策」が全世界的に重要な課題となっているが、その手段としても新規なライフサイエンス材料に期待が集まっている。

上記のような現状を鑑み、様々な分野における Well-being 関連技術開発に貢献する革新的なライフサイエンス材料の出現が渴望されている。

<化学産業が求める理由、期待効果>

日本はこれまで材料開発を核とした「モノづくり」を強みとして発展してきた。日本の製造業の優位性が揺らいでいる現状を鑑み、他国にまねできない競争力を持つ革新的な材料開発を期待する。

さらに、温暖化が進む現状において「新興感染症」や「水・食の確保」への脅威は高まっており、社会的課題に対する材料面での解決が求められている。

<課題内容の詳細説明、テーマ例等>

本課題では、『生体機能・生体分子』に着目した『革新的なライフサイエンス材料』の開発において、実用化を目指した独創的な研究を募集する。ここでは、生体に学んだ新規な機能性材料創出に限らず、『生体機能・生体分子』に着目してなされた独創的な材料開発を広く募集する。また、材料そのものに限らず、材料開発に必要な評価系の開発や材料設計等における AI・MI の活用についても本課題の範疇とする。但し、医薬品、及び医療行為そのものに関する研究は本課題の対象とはしない。具体的なテーマの例としては、下記を挙げることができる。

[テーマ例] 本例に限らずこれまでの研究例を乗り越えるような斬新な提案を期待する。

1. バイオマテリアル、バイオセンサー、ソフトマター、DDS 材料等に関する研究
2. ライフサイエンス材料を開発するための新規な技術開発(生体分子の分離・濃縮・精製に関する材料、ライフサイエンス材料開発のための新規な評価手段や AI・MI 的手法等を含む)
3. 新興感染症対策のための材料開発
4. 未来の食や水の問題解決や生活を豊かにする化粧品などに関わる研究
5. 動物代替試験や人工肉・人工皮革等の動物代替に関わる研究
6. 細胞そのものを材料とした革新的システムの開発、細胞の培養/制御/生産/調製に関わる材料開発

<評価のポイント>

本課題の評価項目は「課題適合性」「独創性/新規性」「実現性」「波及効果」を設定します。特に「独創性/新規性」と「実現性」に比重を置いて選考します。尚、医薬品、及び医療行為そのものに関する研究は本課題の対象とは致しませんのでご留意願います。

＜募集課題9＞

人に寄り添う新しい社会へ対応するための脳科学および感性科学の研究

＜背景(社会、技術等)＞

Society5.0 の社会実装に向けて、個々人に寄り添う新しい社会への対応が期待されている。人工知能と通信サービスの発展により、製品やサービスの供給者と使用者がリアルタイムにつながったため、従来の供給者からの一方通行ではなく、双方向コミュニケーションをベースとする、使用者個人に寄り添うサービスへの変革が進んでいる。また、コロナ禍で加速したテレワーク、高齢化・人手不足・多国籍化などの環境変化により、使用者だけでなく供給者の個別ニーズにも適応するモノづくりやサービスも求められている。

このような人に寄り添う新しい社会の実現のためには、脳科学/感性科学的な手法による、意識や感性の見える化や、それに基づく新たな社会サービスの導入が期待されている。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

脳科学研究の基盤となる「脳の可視化」技術は日本が世界をリードするレベルにあるといえる。可視化することによって得られる認知・意思決定等に関わる脳と心の働きに関する知見を核として化学産業の素材開発力やエンジニアリングとの融合が進めば、ビジネス応用で先行する欧米を凌駕する脳科学・感性科学の産業応用が期待できると考える。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

本課題では、人に寄り添う新しい社会の実現につながる萌芽的な脳科学/感性科学研究で、科学的根拠に基づいて社会実装の現場でエビデンス取得を重ねられ、かつ将来化学産業への貢献が期待できる提案を募集する。新規な着想や技術に限らず、既存技術の改良や統合によって飛躍的なブレイクスルーが期待できる独創的な提案も歓迎する。

以下にテーマ例を示すが、これらに限定するものではない。

〔テーマ例〕

- (1) 製品設計法: 五感(視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚)による脳反応を解析して感性デザインを導く手法(使ってみたくなる/また使いたくなる製品の設計法)。
- (2) 新規材料の感性評価法: 感性工学的手法により素材がもつ感性価値を定量化・客観化する手法。
- (3) こころの推定法: 製品を選択・使用する際に生体情報を計測することで、アンケート等の主観評価ではわからない潜在感情を推定する手法。
- (4) 学習法: 脳活動情報のフィードバックによる効果的な学習・記憶法、脳波計測による習熟度評価法、匠の技を伝承するエキスパート脳モデルの構築法。
- (5) 生産性や安全性の向上法: ストレスなどによるメンタル不調、および生産性や安全性の低下した状態を脳応答に基づいて検出・可視化し、脳科学的に向上させる手法。
- (6) 要素技術: 脳活動や感性を簡便かつ信頼性/再現性高く計測する技術、感覚受容体からの神経信号を感覚の定量化に応用する手法、ブレインマシンインタフェース技術などの研究、XR 技術を社会実装する際に実体のないものを脳がどのように認識するかを評価して身体感覚を補完する技術、その他将来の脳科学研究を切り拓く可能性のある技術・手法。

評価のポイント＞

本課題の評価のポイントは、主に独創性/新規性で、課題適合性、実現性、波及効果も考慮します。
※提案テーマについて既存技術がある場合、これに対する優位性を明確に記述してください。

＜募集課題10＞

持続可能な開発目標に資する材料設計・プロセス設計のための計算科学・計算工学・データ科学の研究

＜背景(社会、技術等)＞

2015年に国連総会で採択された持続可能な開発目標(SDGs)は、地球温暖化による気候変動、マイクロプラスチックなどの環境問題、貧困、飢餓、格差といった地球規模の課題の解決に向けて2030年までに達成すべき世界共通の17の目標である。特に近年では SDGs 達成のために不可欠な産業上の重要課題としてカーボンニュートラルや循環経済がクローズアップされ、これらを実現するための技術開発が急務となっている。わが国でも SDGs への貢献と経済成長の両立を目指した科学技術政策が推進されており、サイバー空間とフィジカル空間との融合によりこれを実現するための Society5.0 への様々な取り組みが進められている。また高齢化社会を迎えるわが国においては、健康と福祉に関する開発目標への取り組みも重要である。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

カーボンニュートラルや資源循環の課題は化学産業における大きな方向転換を迫るものとなっている。持続可能な循環型の経済活動にシフトするために、リサイクル資源の活用技術やバイオマス原料の創出が必要である。二酸化炭素の回収・固定化・資源化技術、二酸化炭素を排出しないグリーン水素の製造および活用技術、再生可能エネルギーの生成・貯蔵技術、自動車の軽量化・電動化を支える素材・プロセス技術などの革新的要素技術の創出に資する新素材・新材料の開発も、化学産業が果たすべき重要な役割である。これらの社会課題解決と経済成長の両立を目指した Society5.0 では、デジタルトランスフォーメーションを軸としたスマート社会実現のためのセンシング、通信、データ処理の技術革新を実現する新素材が求められる。また、健康と福祉を支える新たなライフ・ヘルスケア材料も必要とされている。それら新素材を創出するための高度なデジタル技術を駆使した材料設計・プロセス設計の革新への期待が高まっている。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

本課題では、上記を背景とした社会課題解決に資する材料設計・プロセス設計の具体的なアプリケーションを想定した計算科学、計算工学、データ科学の研究を募集する。計算科学はミクروسケールからメソスケール、計算工学はマクروسケールの現象を取扱うが、これらを組み合わせたマルチスケール手法やさらに**シミュレーションとデータ科学を融合した先端的な研究提案**を歓迎する。富岳などの大規模計算リソースや量子コンピューター、あるいは生成 AI などの次世代 AI 技術や先進的なデータ連携技術の有効活用も積極的に検討されたい。一方で AI が生み出す間違った情報は SDGs 実現を阻害する要因となりえるため、そのようなリスクに対応する提案も考えられる。以下に具体的なアプリケーションおよび技術開発を例示するがこれらに限定するものではない。

- (1) 二酸化炭素の分離回収に関する技術開発および材料設計
- (2) グリーン水素、アンモニアなどの製造の実用化に向けた触媒および製造プロセスの設計
- (3) プラスチックのリサイクル全般に関わる技術開発
- (4) バイオマスプラスチックの材料設計及び効率的製造方法
- (5) 海洋分解性プラスチックの材料設計
- (6) 自動車の軽量化に向けた高強度、高耐熱複合材料設計
- (7) 電池の高性能化を実現する材料設計技術
- (8) 次世代通信を実現するための低誘電材料、センサ材などの材料設計、メタマテリアル等のアンテナ材料、高熱伝導率絶縁材料
- (9) 高齢化社会における健康と福祉を支えるライフ・ヘルスケア材料
- (10) 次世代 AI 技術の潜在的リスクを検知・回避・軽減するための“技術”開発
- (11) 上記課題解決に向けた従来のコンピューターケミストリーを変革するような技術開発(例えば、反応経路自動探索や AI を活用したドラッグデザインなど)

これらのアプリケーションを想定した実験的アプローチと連携した研究提案であっても構わない。またアプリケーションのために重要な貢献が期待できる基礎研究の提案であってもよい。

＜評価のポイント＞

本課題の評価項目は「課題適合性」「独創性/新規性」「実現性」「波及効果」である。「課題適合性」としては上記の社会課題解決の方向性がわかる研究提案である点、独創性/新規性としてはデジタル技術を高度に活用したこれまでにない研究提案である点を重視する。また、研究提案の理論的根拠の明確さを「実現性」、研究が成功した時のインパクトの大きさ及び他の課題への展開性を「波及効果」としてそれぞれ評価する。

＜募集課題11＞

国内産業の強化・新産業創出に資する「新素材」実現のための基盤的研究

＜背景(社会、技術等)＞

革新的新素材は、素材産業のみならず、あらゆる産業にとって欠かすことのできないものである。その適用範囲はモビリティ・航空宇宙・エレクトロニクス・ロボティクス等用途の化学素材はもとより、ライフサイエンス・医療・農業・情報通信・エネルギー等の各分野に及び、SDGs の達成、資源・環境制約の克服によるサステナブルな社会の実現、強靱な社会・産業の構築等に不可欠である。

我が国は高機能・高性能材料の開発と供給において世界有数の地位にあり、その差別性は、わが国の経済社会を支える基盤として貢献してきた。一方、不透明な国際環境の中、原材料・エネルギー価格の高騰等、国内事業環境は厳しさを増し、価格競争・技術開発においても諸国の攻勢にさらされている。

国内においても、政府戦略の下、マテリアル革新力強化に向けた取り組みが強力に推進される中、上記の状況を打破するためには、我が国本来の強みである「ものづくり」を活かして日本の化学産業の基盤を一層強化するとともに、新たな産業を創出するための差別性が高く産業に対するインパクトの大きな「新素材」と、これを実現するための基礎的・基盤的研究が必須である。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

上記課題を克服するための「新素材」の実現は、単純な価格競争に埋没することなく、高度な科学技術に裏打ちされた世界に先駆ける新製品開発につながり、化学産業への波及効果は計り知れない。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

ここでいう「新素材」は、医療・ライフサイエンス・半導体・自動車・ロボット・情報通信等の諸産業を支え、あるいは社会課題の解決や社会の持続可能な発展に資する高機能素材を指すが、必ずしも具体的用途分野への適用に限定される必要はなく、独創性が高く特異なファンクションを有する「とんがった材料」であることを求めている。選考では既成のカテゴリーにとらわれない、オリジナル、かつユニークな発想に基づく、挑戦的な提案であることを重視する。

他の課題との重複を避けるため、本課題では専ら「新素材」の製法・解析・機能・原理解明等の基礎的・基盤的研究に関する案件を選考する。

あえて例示すれば、以下の通り。

- ・ 生物学的安全性・低環境負荷性・生体適合性等に優れるバイオプラスチック等の汎用高分子代替材料、あるいは生物の機能や仕組みを活かしたバイオメテック材料に関する研究
- ・ 二酸化炭素の削減・資源化・効率的な回収・有効利用に資する材料や技術に関する研究、ゼロ・エミッション社会を志向した循環使用可能材料・自己修復材料・希少元素代替材料等、あるいは次世代蓄エネルギー技術、カーボンリサイクル技術に利用できる機能素材の製法や機能向上に関する研究
- ・ 高強度化や軽量化等の材料特性を飛躍的に向上させるボトムアップ的手法(自己組織化・凝集・配向・相分離等)、トップダウンの手法(レーザー加工・ナノインプリント等)を用いた三次元構造形成技術、マルチマテリアル化の鍵を握る異種材料接合技術や高度分散技術に関する研究
- ・ 無機/有機/有機金属材料、配位高分子等のハイブリッド材料を用いたワイヤ・チューブ・シート・ファイバー・多孔質材料等の構造特異性を有する材料、あるいは量子ドット・フォトニック結晶・メタマテリアル・プラズモン材料等、特異なナノ構造を有する新素材の製法・機能向上・原理解明に関する研究
- ・ シミュレーションやマテリアルズ・インフォマティクス、プロセス・インフォマティクスを、新機能設計や生成効率の飛躍的向上等に適用した実証的材料開発に関する研究

＜評価のポイント＞

- ・ 本課題の評価項目は「課題適合性」「独創性/新規性」「実現性」「波及効果」です。
- ・ 特に独創性/新規性を重視します。周辺・関連分野があれば、それらとの関係を明確にご提示ください。
- ・ 産業応用の明示は必須ではありませんが、将来展開についてのご提案は波及効果の評価で考慮します。
- ・ 他課題に適合する具体的な用途についてのご提案は、各課題へのご応募をご検討ください。

<募集課題12>

サステナブルな社会の実現に向けた革新的反応技術に関する研究

<背景(社会、技術等)>

「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち、2050年までにカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」との宣言から、国をあげてカーボンニュートラルへの取り組みが加速している。

その実現には多くのイノベーションが必要であり、またその周辺領域の技術発展がかかせないものとなっている。さらには、カーボンニュートラルにとどまらず、さらに大きな枠組みとしてサステナブルな産業構造が求められている今、幅広い技術革新が求められていることを忘れてはならない。

そこで、本分科会では、カーボンニュートラルをはじめとし、新たな技術分野が切り開かれていく昨今、サステナブルな化学産業に貢献する、幅広い分野の「反応技術」の革新を奨励したいと考えている。本分科会の得意とする触媒反応をはじめ、化学産業を切り開く幅広い萌芽的研究の奨励を行いたい。

<化学産業が求める理由、期待効果>

化学産業は、社会活動の中でも、大きな物質とエネルギーを用いた様々な「反応」を基礎とする産業である。そのため、わずかな反応技術の進歩でも、収量の増大や有害副生物の低減、使用エネルギーの削減など、環境負荷低減に対して、大きな波及効果が期待される。

新しい反応技術を取り入れた既存・新規化学ビジネスの発展は、日本の化学産業の競争力強化につながり、さらに、2050年カーボンニュートラル、またさらにサステナブルな社会の実現に向けて大きな貢献が期待できる。

<課題内容の詳細説明、テーマ例等>

本課題では、前項で挙げた通り、将来的に”サステナブルな化学”につながるシステムに実装し得る新規かつ独創的な反応技術についての研究提案を募集する。従来通り触媒反応は勿論、革新的技術であれば反応に関与する研究は該当する。以下例を示す。

- ・カーボンニュートラルに関わる、またはそれを支える反応技術、触媒技術に関する研究(カーボンニュートラルな方法で得た合成ガスからの有機合成、CO₂回収のためのDAC素材など)
- ・新しい反応場を利用した研究(電場・磁場・光・マイクロ波など)
- ・新規、有機合成・重合反応
- ・生態機能を模した反応・触媒反応(生合成・酵素)
- ・高エントロピー物質を触媒とする反応

なお例示はしたが、これらに限定されるものではなく、サステナブルな社会の実現に貢献する「革新的反応」に関する研究テーマ提案を期待する。

本研究課題への応募に際しては、提案テーマの社会実装への道筋や実現された場合の「波及効果」に関しての考察を入れて頂きたい。特に貴金属や毒性の高い金属を触媒に用いる場合は実装時のコスト面や健康安全性の課題に対しての考察も言及頂きたい。

また、提案テーマの技術が社会実装される際に、同時に必要となるその他の要素技術(例えば新規開発や共同研究が必要など技術)がある場合は分かる範囲で記載頂きたい。

*カーボンニュートラルよりも、“有機合成化学の基礎技術開発”への貢献度が高い提案については“特別課題”への応募を推奨する。

<評価のポイント>

本課題の評価のポイントは主に課題適合性、独創性、実現性、波及効果です。特に独創性と波及効果に比重を置いて選考します。