

<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・ナッタ触媒も、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るが、最近では金属を使用せず、分子の形状を利用した分子触媒も注目を浴びている。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も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>

反応開発や反応機構解明では、企業よりも大学や公設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る。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、今年度当協会では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
3. 精密合成
有用な天然物、並びに医農薬の合成
（スキーム中に独自開発反応を含むこと）
4. 精密重合
立体選択的・特異的重合、交互共重合、ブロック共重合
（得られる重合体の特異性よりも、重合反応そのもの自体の独創性に重きを置いたもの）

<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。

＜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・評価技術等に関する環境技術の研究

＜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。また持続可能な世界に向け「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、我々が取り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。

＜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（縦系の取組み）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（横系の取組み）の拡充が必要となっている。

＜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。

1) 資源の循環・利用に関わる技術

- ・石炭・天然ガス（シェールガス）、バイオ由来燃料・材料、クリティカルメタル、再生可能資源等の利活用
- ・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（資源確保、水質管理、浄水、再処理等も含む）、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、海洋プラスチック、環境浄化・保全等も含む）

*なおこれらに関する革新的触媒反応技術については課題12で募集しておりますので、こちらをご参照ください。

2) 産業の環境負荷低減に関わるプロセス技術

- ・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、IoT（AIやディープラーニング）の活用による効率化、新規熱媒体化合物、低GWPフロンなど）

3) 環境に関わる計測、評価技術

- ・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）

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

＜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。

＜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
(エネルギー資源、食糧・水資源を含むものとする)**

＜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とクリーン技術および環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大、天然資源の持続可能な管理および効率的な利用の達成など、多くの項目に資源に関連する開発目標があり、世界的に資源の有効利用に関する研究開発の必要性が示されている。こうした開発目標を達成するためには、資源の有効利用に関する様々な施策が重要となる。

国内においてもマテリアル革新力の強化に向けた取り組みが始まり、希少資源代替・循環技術の革新による「資源の海外依存国から資源産出国への実質的転換」がその一つに挙げられており、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、従来あまり利用されてこなかった廃熱・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、それら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の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、

- 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：都市鉱山や採掘時の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
- 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か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材料、高強度・高靱性材料、蓄電材料、高性能触媒、磁性材料、蛍光材料など
- 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
- 5) 1)～4) 以外の偏在物質、各種規制対象物質の削減、リサイクル、代替えを推進する技術
例：He、F 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優先する。

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、波及効果ですが、特に、課題適合性、独創性/新規性に重きを置きます。

<募集課題3>

バイオマス由来製品の事業化課題を解決する革新的素材・技術に関する研究

<背景（社会、技術等）>

2015年に国連サミットで持続可能な開発目標（SDGs）が定められ、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」という概念のもと、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、近年では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が強く求められている。一方、アメリカがパリ協定から離脱するなど、環境問題解決に向けた道のりは決して容易ではない。

日本はパリ協定に批准し、2030年度温室効果ガス26%減を目指している。2019年には資源・廃棄物制約、海洋プラスチックごみ問題、地球温暖化、アジア各国による廃棄物の輸入規制等の幅広い課題に対応するため、「プラスチック資源循環戦略」を策定し、マイルストーンの一つとして、2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入する事を5月に公表した。

バイオ燃料、バイオマス由来化学品は、現在でも一部市場に浸透しているが、石油製品や石油化学品と性能、コスト両面で競合できるものは限られている。バイオマス由来製品の更なる事業化の為に、バイオマスの収集コストの低減、変換プロセスの効率化、バイオマス由来製品の高機能化、品質の安定化など種々の課題を解決する必要がある。

<化学産業が求める理由、期待効果>

CO₂排出量、廃棄物量を削減し、環境に優しい製品を提供することは化学産業の使命である。加えて、欧州中心に環境と経済活動を両立させる取り組みが行われている。来たる循環型社会において、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。日本の各化学企業はバイオマス由来製品の開発を始め環境適応型製品の開発を進めているが、石油を中心とした既存システムとは異なる課題が種々存在する。このようなバイオマス由来製品の事業化の障壁となっている課題を解決する事で、バイオマス由来製品（燃料、化学品、プラスチック等）がさらに普及し、イノベーションが起こる事を期待する。

<課題内容の詳細説明、テーマ例等>

本課題では、バイオマス由来製品の事業化の障壁となっている課題を解決する革新的素材・技術等に関する研究開発を奨励する。

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。なお、バイオマスを用いた発電については本課題の対象から外す。

本課題では事業化の課題を解決する事を目的とする。しかし、事業化が見えている現行技術の延長や改良といった研究開発を対象とするのではなく、課題解決のブレークスルーになるような革新的な研究開発の提案を求める。

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。

- ① バイオマスの生産を劇的に向上させるバイオテクノロジー技術
- ② バイオマスリファイナリーの実現の為に革新的技術開発
- ③ 化学触媒反応もしくはバイオテクノロジーを用いたバイオマスの効率的変換技術
- ④ バイオマスの構造を活かした、独自機能を発現する素材/部材の開発
- ⑤ 膜分離等を用いた高効率な分離/精製手法の開発
- ⑥ リグニン等の利用が進んでいないバイオマスの革新的利活用方法の開発
- ⑦ バイオマス由来の生分解性プラスチックの研究
- ⑧ 生産地域における経済性を成立させるビジネスモデルに関する研究
- ⑨ バイオマス由来製品の普及を目的とした社会システムの研究

<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。独創性/新規性に比重を置いて選考します。

＜募集課題4＞

創エネ・エネルギー貯蔵・省エネルギー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）＞

地球温暖化やエネルギー需要拡大に対応する国内のエネルギーベストミックスについては、東日本大震災の影響を機にエネルギー源を巡る議論が継続されている。一方、世界各国のその構成は様変わりしてきている。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へシフト、ピーク電源は再生可能エネルギーの導入が増進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は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、未利用熱の活用等、新たな技術が期待されており、これらの根拠を化学・材料が支えている。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

化学産業においてエネルギーの大量安価安定供給は、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、地球環境保全や快適な社会生活の維持への貢献することも求められている。

創エネ・蓄エネ・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・材料は直接的（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の、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＞

創エネ・蓄エネ・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) 新しい創エネ技術の実用化促進

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。

例) 太陽電池の利用可能な波長を広げる技術、地熱発電の低温熱源利用技術、エネルギーハーベスティング技術、環境エネルギー、植物エネルギー、微生物エネルギー、雷エネルギー等の利活用に関する技術

(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、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

例) 燃料電池触媒の長寿命化、人工光合成的な水素発生技術、安全・高効率な水素貯蔵方法、等

(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など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

例) LiBの有機系正極材料や合金系負極材料、金属空気電池、固体電池などの長寿命化、等

(5) エネルギー貯蔵・変換技術

創エネ技術と補完関係となる必要な時に変換可能なエネルギーの貯蔵・変換技術

例) 圧縮空気や蓄熱材料などのエネルギー貯蔵技術、ヒートポンプや低温創出技術、等

＜評価のポイント＞

本課題においては、「独創的」で「実現性」が高く、「波及効果」が大きい提案を求めている。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チャレンジングな『ぶっ飛んだ』超常識と実現性に比重を置いて選考します。なお、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＞

DXによる超スマート化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（COVID-19）の世界的流行（パンデミック）で未曾有の危機に直面し、新たな日常（ニュー・ノーマル）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。例えばオンラインショッピング、テレワーク、オンライン授業、遠隔医療などデジタルテクノロジーを駆使した新しいサービスが一気に広がっている。これらデジタル・トランスフォーメーション（DX）は、コロナ以前よりサイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合することで、社会的課題の解決と経済発展の両立が期待され、人工知能（AI）、ロボット技術、IoT、高速通信（5G,beyond5G）などを軸とした様々な取り組みが行われている。例えば、製造業・流通業の分野においては、IoTを利用してサプライチェーンの最適化が期待できることで、消費者の嗜好に応じた生産が可能となるマス・カスタマイズ生産化、自動車の分野ではカメラビュー、超音波センサ、レーダー等さまざまなセンサを搭載した自動運転システム化をはじめとするカーエレクトロニクス化、医療・ヘルスケアの分野では、ウェアラブル端末等を利用したデータ収集に基づく健康・医療サービスの提供など、広範な分野に波及しつつある。これらにより、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、活き活きと快適に暮らすことのできる社会」（第5期科学技術基本計画）すなわち超スマート社会（Society 5.0）が近い将来実現することが期待されている。また、ポスト・コロナ時代においてパンデミックや大規模自然災害などに対して強力なレジリエンスのあるスマート社会が構築できると考えられる。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

超スマート社会実現に向けて半導体、ディスプレイ、アンテナ、センサなどのエレクトロニクスデバイスの役割がますます大きくなることは言うまでもないが、現状、エレクトロニクス製品の設計・組み立て技術の海外シフトが進んでいる状況にある。一方、これらを製造する装置や構成する主要材料の開発は依然として日本メーカーが世界のトップシェアを占めている。すなわち世界のエレクトロニクス分野を日本の化学産業が支えているといっても過言ではない。これからのDXが引き起こすスマート社会を支えるエレクトロニクスにおいて、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、成長市場として期待されるフレキシブルデバイス、蓄電池、センサ、高速通信、次世代モビリティに関連する素材が注目される。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

本課題では超スマート社会を早期実現するためのエレクトロニクス材料に関する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。

- 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・高電圧耐性、高解像フォトレジスト
- 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
- 蓄電池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、キャパシタ、燃料電池及び電極・セパレータ・電解液材料
- IoT社会を実現するためのセンサ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）・クラウド・ビッグデータ、MEMSセンサ、自立給電型センサ、エネルギーハーベスティングなど
- 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）、無線給電、スマート反射板、低誘電材料など
- 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

＜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。特に独創性と実現性に主眼を置いて選考しますので、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用途の拡大につながる新規材料技術、及びプロセス・デバイス技術に関する研究

<背景（社会、技術等）>

エレクトロニクス産業の基盤技術である半導体微細加工技術に機械的要素を加えた MEMS は、各種センサ・部品として自動車分野や情報通信分野において市場が急拡大している。今後は、医療・福祉、安全・安心生活空間、環境・エネルギーなどの分野において、多様なセンサがネットワークを張り巡らし、莫大な情報をもとに状況を把握し対処するために、大量の各種センサ・部品の消費拡大が見込まれている。これらのニーズを満たすためには、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（*）とその基盤技術となる新材料とその加工技術の開発が必須である。

これらの新たな分野におけるニーズに対応するマイクロナノシステムを実現する技術としては、

- 1) ナノテクノロジーとの融合によるナノスケールからマイクロスケールのスケール横断型加工、三次元加工、等の安価な大面積、連続製造プロセス技術
- 2) たんぱく質や DNA などの生体由来材料を含めた多様な材料との集積化技術、界面制御技術（構造体表面の生体適合性の向上等）
- 3) 新たな低次元ナノ材料やメタマテリアル等の機能材料、構造材料などがある。

*「機械・電気・光・化学・バイオなどの機能要素をマイクロからナノメートルの微小領域に統合することにより今までにない新たな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>

次世代の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となることが期待される。マイクロナノシステムを製造するためのマイクロ/ナノ製造技術に必要な各種材料（例えば次世代リソグラフィ用レジスト材料など）、機能化に必要な新機能材料（例えばカーボンナノチューブ、グラフェン、メタマテリアルなど）および、バイオ、有機材料との融合型次世代デバイスなどの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により実現できる新規機能は、医療・福祉、安全・安心生活空間および環境・エネルギーなど新たな分野において必要とされる画期的な製品の登場を牽引し、これに伴って、化学材料に関する大きな市場が切り拓かれると同時に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・新規性のある材料技術、及びプロセス・デバイス技術に関する萌芽的な研究提案を募集する。

具体的なテーマを以下に示すが、これに限定するものではない。

- ・マイクロナノ加工を利用したメタマテリアル
- ・萌芽期にある新規材料（グラフェン、ナノチューブ、ナノ粒子、等）を利用したマイクロナノデバイス
- ・用途拡張(*)並びに用途創出(*)を意識したマイクロナノシステムデバイス
*例；エネルギー変換・蓄電技術（超小型発電、蓄電デバイス）、医用ロボティクス、ライフサイエンス、ヘルスケア領域、地球環境測定のための計測器等の装置や膜等の材料、化学プロセスのモニタリング・制御
- ・微小空間の特長を利用した省エネルギー化学合成、新規化学物質の合成に適したマイクロナノデバイス
- ・マイクロナノシステムとバイオ、有機材料を融合したデバイス等を開発するための構造体表面の界面制御技術
- ・再生医療に向けたバイオ/マイクロナノ基盤技術
- ・過酷条件下（宇宙空間、深海、放射能下）で動作するマイクロナノシステム材料、加工技術
- ・マイクロナノシステムの複合化技術、多機能化技術
- ・簡便な三次元微細構造形成技術

<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。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、単なる学術的研究提案にとどまらず、化学産業の国際競争力強化に繋がる独創性/新規性を重視します。

※ 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7＞

生体機能を利用した新規生産プロセスの開発、そのための基盤技術と評価技術に関する研究

＜背景（社会、技術等）＞

近年に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転換点を迎えています。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、メタボローム解析、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。

＜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、グリーンサステイ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、独創的な生産プロセスと評価技術に重点を置きます。代謝経路の設計と効率化、ゲノム情報の効果的な利用、機能化された改変酵素による反応、プロセスのセンシングや生産制御など、生体機能の広い応用を対象とします。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。

さらに、有用なモノを合成するプロセスだけではなく、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、本課題で募集する提案では、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ー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. 新規に取得された遺伝子を用いた酵素変換物質生産システムやその構築手法
2. 有用二次代謝産物の生合成機構の解明と効率化
3. メタゲノム解析とその修飾による生産系の制御
4. 物質生産に用いる動植物細胞・微生物培養のモニタリングとその制御
5. 動物細胞培養中における発現タンパク質の糖鎖迅速解析法の創出
6. 植物の代謝工学による油脂高生産株の創成
7. 細胞や生体関連物質の新規な単離精製技術の開発
8. AIを活用した発現細胞の最適化や遺伝子改変の最適化

＜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。

＜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。ライフサイエンス材料の重要性は医療・再生医療の分野に留まらない。生物の構造や機能を模倣した種々の特異な機能を持つ材料が開発され、様々な分野において実用的に用いられるようになってきている。そして、様々な分野で更なる革新的な機能性材料が渴望されている。

一方、人工知能（AI）やマテリアル・インフォマティクス（MI）の進展が凄まじく、材料開発においても、開発時間の短縮・省エネルギーの観点でその活用が期待されている。

＜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。化学産業を今後も永続的に発展させるには、有用な材料を継続的に開発していくことが必要である。生体機能や生体分子が持つ様々な特長を材料設計に導入することより、革新的な機能性材料を創出できる可能性がある。次に、日本における材料開発に対するAI・MIの活用は欧米・中国と比較して大きく立ち遅れ、化学産業の優位性が揺らいでいる現状を鑑み、その強化が求められる。

＜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『革新的な機能性材料』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。すなわち、生体分子や生命活動における高度な機能や構造を材料設計に活かし、生体に学んだ新規な機能性材料創出を期待する。また、生体分子そのものを取り入れた材料の開発や『生体機能・生体分子』に着目した新規な評価系構築、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〕

1. 新規なメカニズムによるゲノム編集のため材料開発
2. 生体分子を欠陥フリーで高次コーティングした安定な高感度生体センサ
3. 筋肉を生体模倣した軽量アクチュエーター
4. がん細胞のみを特異的に吸着する合成素材によるゲル材料
5. 生体機能に着目した高感度な防疫のためのウイルス検出システム
6. 自己組織化等を利用したクライオ電子顕微鏡観察用の試料作製技術
7. コントロール・リリース、DDSにかかわる革新的材料技術
8. AIやMIを活用した革新的なライフサイエンス材料の設計

＜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で、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り、個々人の多様な思考や満足度が見える化する手段が実現したため、従来の供給者の知見や感覚に基づく一方通行ではなく、双方向コミュニケーションをベースとする個人の感性に適應した供給サービスへの変革が進む。また、コロナ禍で加速する感染防止やテレワーク、高齢化・人手不足・多国籍化などの環境変化による、開発生産やサービスの現場での社会課題の解決のため、提供側の個々人の感性にも適應するモノづくりやサービスの手法も求められている。

このような新しい社会の実現のためには、従来にはない脳科学/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る。

<化学産業が求める理由、期待効果>

化学産業が新たな社会に対応するために、基盤となる脳科学/感性科学技術のレベルアップを期待する。

特に、脳のモニタリング・感性/思考解析・脳の感性/思考活性化などの技術が、社会実装できれば、エビデンス取得も進み、研究と実業の両面で、新しい社会対応のための成果を期待できる。

<課題内容の詳細説明、テーマ例等>

脳科学/感性科学を用いて新しい社会に対応するための研究を募集する。

- (1) 五感に訴える、飽きの来ない製品の設計法、
- (2) こころ（感性、気分、こころ、ストレス、ひらめき、意思決定、価値感覚、等）の定量化法、
- (3) 記憶力、思考力、知覚力、運動能力、等を脳科学的に拡張するための、効率的な学習法、
- (4) 脳モニタリングや脳刺激を用いた、心と体の最適化による、生産性や安全性の向上法、
- (5) (1)～(4)を実現するための計測手法やブレインマシンインタフェースのような要素技術の研究、など。

更に、研究室内ではなく、産業界の現場でエビデンス取得を重ねられる手法が望まれる。

従来の手法にとらわれない研究を期待したい。但し、医療行為そのものは対象としない。

〔テーマ例〕

- (1) 製品設計法：脳反応の解析から、五感のマルチモーダルによる感性デザイン法（五感に訴える飽きの来ない製品の設計法）を導き出す。
- (2) こころの定量化法：製品を購入するとき、使用したときの気持ちを複数の指標で定量化することで、従来のアンケート手法ではわからなかった正直な心の状態がわかる。
- (3) 学習法：神経の刺激で、かすかな匂いの違いを感じたり、細かく記憶できるようになる。
- (4) 生産性や安全性の向上法：テレワークや人員削減による不安感やストレスなどの生産性や安全性の低下した状態を脳科学手法で検出する技術、または、直接的^{(*)1}もしくは間接的^{(*)2}な脳刺激を加えることで生産性や安全性を向上させる技術の構築。

^{(*)1}電気/磁気/電磁波(マイクロ波/レーザー光等)/音波(音/超音波/低周波)/接触(針/冷熱/圧/振動等)等

^{(*)2}視覚：光/映像等、聴覚：音波等、触覚：振動/熱等、嗅覚：匂い/気体等、味覚：飲食物/液体等

- (5) 要素技術：ニューロデザイン、ニューロエデュケーションなどに資する、脳活動や感性を定量化する使い勝手がよく信頼性の高い計測手法やブレインマシンインタフェースの研究開発。

<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＞

計算化学・計算科学・データ科学を用いた先導的な材料設計・解析・評価の研究

＜背景（社会、技術等）＞

デジタル技術の加速度的な進歩により、様々な分野においてビジネスや研究開発の急速な変革が進んでいる。IoT および HPC 技術によるビッグ・データ生成及び AI 関連の新規技術によるデータ解析は、大規模なゲームチェンジを引き起こす可能性を秘めており、化学産業においても大きな期待を寄せている。同様に、将来のゲームチェンジを引き起こす技術として量子コンピュータもその実用化が現実味を帯びてきており、化学分野における種々のアプリケーション開発が精力的に進められつつある。

＜化学産業が求める理由、期待効果＞

化学産業においてもデジタル技術の高度活用を強力に推進する必要がある。素材開発においては、従来は分子レベルの情報からシミュレーション技術で“順方向”の設計を行う活用を進めてきた。今後は必要な実用特性から“逆方向”に分子設計を行うことで材料開発を加速し、開発の確度を一層高めることが求められている。様々な分野で AI 技術の実用化が進む中、スモールデータが一般的な材料開発においては、AI・ML 技術はまだその期待に十分に答えられていない。新たな発想、独創性に満ちた新規な技術の出現、さらには、これまでの理論解析、シミュレーション技術との融合による高度な理論・方法論の確立が強く求められている。そのためには、若手研究者による独創的なアプローチの提案が活発に行われる状況が望ましい。

＜課題内容の詳細説明、テーマ例等＞

材料開発に活用できる理論解析、シミュレーション技術、情報科学を適用したデータ解析手法、さらにはそれらを融合した新規な解析方法を提案する研究を広く募集する。

シミュレーション技術はマイクロからマクロ、量子から古典系まで分野を問わない。また、データ解析手法としては、統計的手法を活用した帰納的アプローチ（情報科学、機械学習、材料インフォマティクス、ケモインフォマティクス等の AI・IoT 関連手法）を含み、単独もしくはそれらを組み合わせた手法でもよい。

データ解析手法のテーマとしては、ML 技術に特有の課題として、例えば、スモールデータの活用方法、データ解析のための周辺技術の充実、判断結果の説明を可能にするホワイトボックス型 AI の実現などが挙げられるが、その限りではない。新規の理論モデル化や、富岳をはじめとする HPC を活用した大規模シミュレーション技術、あるいは実験と計算科学を融合する提案も対象とする。量子コンピュータを用いたシミュレーションあるいはデータ解析等のように、従来の技術に対して飛躍を図る研究も歓迎する。

化学産業分野における応用を目的とした、新規で独創的な研究の提案を期待する。

＜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。

上記記載の通り、将来、化学産業を大きく変革するポテンシャルを有する独創的な研究を高く評価する。特に、従来からの延長ではなく、若手研究者ならではのアプローチを評価したい。必ずしも産業応用を明示する必要はないが、応募テーマのシーズ技術をどのような材料・プロセスに、どのように使えるのか、それをどのように検証するのかといった具体的な貢献へのシナリオがあるとなお良い。なお、前述の通り、ターゲットとする材料、及びシミュレーション・データ解析手法の分野は問わない。

＜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）＞

革新的新素材はあらゆる産業において重要である。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・環境・情報通信・エネルギー等の分野産業、更には国土強靱化や災害への耐性等の社会インフラのレジリエンス向上にまで及び。

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、その差別性を維持してきた。一方、これに必要な資源の多くを輸入に頼る中で、戦略的製品は価格競争に陥り、更には技術開発においても諸国の攻勢にさらされつつある。

国内においてもマテリアル革新力の強化に向けた取り組みが始まる中、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」（材料・技術・システム）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、情報通信/センシング技術・家電・総合医療・自動車・ロボットなどの諸産業を支える高機能素材を指すが、必ずしも用途が明確である必要はなく、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、本課題では環境・エネルギー・資源・エレクトロニクス・ライフサイエンスなどの用途に関する内容ではなく、「新素材」の製法・解析・機能・原理解明などの基礎的・基盤的研究に関する案件を選考する。

あえて例示すれば、

- ・ 金属、酸化物・炭化物・窒化物などの無機材料、有機材料・有機金属材料、あるいは配位高分子などのハイブリッド材料を用いた、新規ナノ材料の製法や機能向上に関する研究
- ・ ボトムアップ的手法(自己組織化・凝集・配向・相分離など)あるいはトップダウン的手法(レーザー加工・ナノインプリントなど)を用いた三次元構造形成技術に関する研究
- ・ 金属、酸化物・炭化物・窒化物などの無機材料、炭素材料、高分子等を用いた、多孔質材料・ワイヤ・チューブ・シート・ファイバー等の構造特異性を有する材料の製法や機能向上に関する研究
- ・ 強度・耐久性・軽量化・信頼性・安全性などの材料特性を飛躍的に向上させる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
- ・ 量子ドット・フォトリソグラフィ結晶・メタマテリアル・プラズモン材料など、フォトリソグラフィ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
- ・ 新規な計測技術や高度な分析手法の開発を基礎とする機能性材料の創製に関する研究
- ・ 生物の機能や仕組みを活かしたバイオミメティック材料や、生体適合性無機材料に関する研究
- ・ 循環使用可能材料、自己修復材料、低環境負荷材料などの製法や機能向上に関する研究

＜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。

課題の性質から、特に独創性/新規性に比重を置いて選考します。

周辺・関連分野があれば、それらとの関係と独創性/新規性のポイント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歓迎します。

<募集課題 12>

SDGsの目標13、14、15達成に貢献する革新的触媒反応技術に関する研究

<背景（社会、技術等）>

2015年9月の国連総会において「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択され、17の目標が設定され5年が経過した。これまで産・学・官で様々な活動が展開され、日々課題解決に向けた取り組みが進められているところであるが、2020年6月に発表された Sustainable Development Report 2020(SDSN^{*1}、ベルステルマン財団)によると、日本の達成度合いは17位であり、その中でも目標5、13、14、15、17の達成度評価がまだ低い結果であった。化学産業界においても13(気候変動に具体的な対策を)、14(海の豊かさを守ろう)、15(陸の豊かさを守ろう)は、環境負荷低減として重要な課題となっており、達成に向け更なる取り組み強化が求められている。JACIでも、GSCを基盤とした環境負荷低減、持続的な発展を目指した活動を推進しているところであり、本分科会では、これらの課題解決のために有用な触媒技術の開発が不可欠で大きな役割を果たすことになると期待している。そこで今回は、地球環境問題に関連するSDGs目標13、14、15に着目し、革新的な触媒反応技術により、これら課題を解決に導き大きな貢献が期待できる研究について、支援をしたいと考えている。

*1: SDSN: Sustainable Development Solutions Network

<化学産業が求める理由、期待効果>

化学産業界では、化学製品の設計から、原料の選択、製造過程、使用形態、リサイクル・廃棄までの製品の全サイクルにおいて、環境負荷低減は持続可能な社会実現のための共通の重要課題であり、SDGsの方針と合致した目標の達成を目指している。また、これら課題を解決へ導く革新的触媒技術は、日本だけでなく、地球環境を重視する国際社会においても注目される重要な技術となることが期待される。

<課題内容の詳細説明、テーマ例等>

本課題では、SDGsの目標13、14、15の達成に貢献できる革新的触媒反応技術に関する研究の提案を募集する。他の目標と重複した研究でも構わないが、これら目標13、14、15に関する部分を重視する。各目標に関するテーマ例としては、下記のようなものが挙げられる。

目標13（気候変動に具体的な対策を）

- ・CO₂削減プロセス、CO₂利用反応等に関する触媒研究
- ・低温低圧アンモニア合成を実現する触媒技術に関する研究
- ・クリーンエネルギーとしての水素製造触媒に関する研究
- ・高温室効果ガス（フロン等）の分解を可能にする触媒研究

目標14（海の豊かさを守ろう）

- ・河川の水質改善に関する触媒研究
- ・工場排水等のクリーン化、汚染排水の削減に関する触媒研究

目標15（陸の豊かさを守ろう）

- ・有害廃棄物の削減に関する触媒研究
- ・廃棄物のリサイクルなど、有効利用に関する触媒研究

なお、上記に例示はしたが、これらに限定されるものではなく、SDGsの目標13、14、15に貢献できる触媒に関する研究を広く募集する。

応募にあたり、提案される研究が、SDGsのどの目標に関わるかを明記し（目標13、14、15を含んでいれば複数記入可）、2030年を見据えた実現性や効果、貢献度についてもできるだけ具体的に言及して頂きたい。

<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。特に実現性と波及効果に比重を置いて選考します。