

## &lt;募集特別課題&gt;

## 「モノづくり」に貢献する革新的計測分析技術に関する基盤的研究

## &lt;背景（社会、技術等）&gt;

「モノづくり」化学産業は、機能や性能を「モノ」に付加するべく開発を行い、工業生産し、「モノ」を社会生活に還元する産業である。これまで特に材料の性能向上や生産工程に際し、既存の計測・分析技術に頼ってデータを取得し、管理することが主体であった。一方で、既存材料の性能・機能を凌駕する新たな材料の開発には、物理化学現象の解明や従来に無い物理量及び環境の領域における製造プロセスが求められている。また、医療・福祉、安全・安心生活空間、環境・エネルギーなどの社会分野において、ネットワークを張り巡らせることで状況を把握し対処するために、大量の情報から必要な情報を瞬時に取捨選択することも求められている。今後はこのような新たな「モノづくり」や新たな社会環境の領域に踏み込む産業界のニーズとアカデミアの創意工夫による具体的な計測分析技術・機器の研究開発や新しい原理に基づく測定ツールとの連携を進め、オリジナルなデータを取得可能な手法を構築する事は有効と考える。

## &lt;化学産業が求める理由、期待効果&gt;

「モノづくり」化学産業は、「モノ」が持つ機能や性能を社会に提供していく産業である。化学産業の進展のために、「モノ」が持つ機能・性能の向上を図り、更に新たな機能を発現する「モノ」を見出すことが重要である。計測して現象を記述する、あるいは元素・分子レベルから高次構造に至る構造を可視化する、という高度な計測分析技術の寄与が望まれている。すなわち、「モノづくり」と「計測分析技術」の協業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。

## &lt;課題内容の詳細説明、テーマ例等&gt;

本課題では「モノづくり」化学産業の国際競争力強化に繋がる、科学的根拠に基づいた**独創性**のある計測分析技術に関する萌芽的な研究提案を募集する。特に従来の計測・分析技術、計測・分析装置と比較して、モノづくりに必要な化学量・物理量を選択的に計測分析する目標においたコンセプト、手法を期待する。

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。

【計測分析対象】重さ、長さ、時間、温度、圧力、物理量（力、熱量、光量、電磁気量、等）の極限值計測への挑戦。生物や細胞の寿命、材料の可使時間、等のソフトマター寿命を予測する化学量、物理量の計測。

【計測分析機器とその要素技術】顕微鏡、分光計、表面分析装置、NMR、XRD等、の性能向上（高分解能、高解像度、高選択性、等）を目指した測定コンセプトや線源・光源、分離機、検出器などの要素技術とその複合化手段。時間や空間における時分割、空間分割によるイメージング技術。

【測定サンプル調製法】「特定対象を捉えて物性や構造を増感・励起する、あるいは染色やエッチングなど空間の分解能を向上させることを目的とした化学的・物理的付加手法による測定サンプル調製方法

【測定環境】物性発現や化学反応が生じている実環境下、例えば化学生産プロセス、蓄電池、触媒反応、デバイス稼働時、医療・福祉、安全・安心生活空間等、の「その場」の現象を解明する「オペランド」「アンビエント」計測分析技術。

（ただし、センサ応用に関しては課題5、6にて応募ください）

## &lt;評価のポイント&gt;

本課題の評価のポイントは主に独創性と波及効果です。応募の際はめざす計測物理量・化学量を記載して現状レベルと提案により達成される目標との差異を明確にしてください。更に「モノづくり」への貢献を期待される適用領域についても可能な範囲で記載ください。

## ＜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。またサステ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。

## ＜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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>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、再生可能資源、クリティカルメタル等の利活用
- ・CO<sub>2</sub>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）

## 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。国内においても本年内閣府にて「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、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 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：バッテリー、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/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、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/新規性に重きを置く。

**<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****<背景（社会、技術等）>**

2015年に国連サミットで定められた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」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。

我が国は昨年11月、2050年カーボンゼロ達成を宣言し、本年4月には2030年温室効果ガス削減目標46%への引き上げを表明した。また、プラスチック資源循環戦略のマイルストーンの一つとして、2030年までのバイオマスプラスチック約200万トン導入を公表している。このような状況下においてバイオマスを由来とする化学品が市場に浸透しつつあるが、更なる促進の為に、原料コストの低減、変換プロセスの効率化、バイオマス由来製品の高機能化、品質の安定化など課題が残されている。

**<化学産業が求める理由、期待効果>**

CO<sub>2</sub>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に関する研究を奨励する。

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。また、バイオガス（メタン）、合成ガスを経由した製品も含む。一方で、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。

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り立た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。

## ＜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的な機能を有する素材・技術に関する研究**

## ＜背景（社会、技術等）＞

日本政府が発表した「2050年カーボンニュートラル宣言」では、2050年までに脱炭素社会を実現し、温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることを目標としている。カーボンニュートラル実現のためには、CO<sub>2</sub>を排出しない再生可能エネルギーの導入に加えて、省エネルギーなどでCO<sub>2</sub>排出量を減らしていく着実な「低炭素化」、「脱炭素化」に向けた革新的技術（イノベーション）への投資は欠かせないとされており、これらエネルギー分野における革新的な機能を有する素材・技術に関する研究は今後益々重要となってくる。安定供給は勿論のこと、環境保全や経済性の観点での新たな技術開発、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感ずるが、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、等

**（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、有機ハイドライド、アンモニア等のエネルギーキャリア技術、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、多価電池、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＞

**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（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。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。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、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、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、高速大容量通信、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 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

## ② 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

## ③ 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、バンプ材、三次元パッケージ基板等）、及び、次世代メモリやリザーブコンピューティングなど新原理情報処理に用いられる材料など

## ④ IoT社会を実現するためのセンサ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

## ⑤ 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、低誘電材料など

## 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・高電圧耐性、高解像フォトレジスト

## ＜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、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。研究内容において独創的と考える部分（材料や方法）と実現性についてわかりやすく記載し、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）＞

IoT、AIにみられる科学技術のイノベーションに伴い、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、超多様かつ大量なセンサがネットワークをつくり、莫大な情報をもとに状況を把握し対処する社会構築が進みつつある。科学技術のイノベーションは、持続可能な開発目標（SDGs）を達成する手段としても、貢献することが期待されており、地球観測などの現状把握のためのツール開発や目標設定の根拠への活用、ターゲット相互の関係分析、達成度評価等にニーズがある。このような社会的ニーズに応えるためには、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（\*）と下記に示すような新材料とその加工技術の開発が必須である。

- 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) タンパク質や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

\* 「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など）や、機能を付与するための機能性材料（グラフェン等の2次元材料、メタマテリアルなど）等、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。

- ・萌芽期の材料（グラフェン等の2次元材料、ナノ粒子、メタマテリアルなど）を利用したマイクロナノシステム
- ・カーボンニュートラルに貢献するマイクロナノシステムとその材料・加工技術
- ・用途の拡張並びに創出を意識したマイクロナノシステム（\*）とその材料・加工技術
  - \*：エネルギー変換・蓄積、医用ロボティクス、ライフサイエンス・ヘルスケア・地球環境測定の計測器や膜等の材料、化学プロセスのモニタリング・制御、生体システムを模倣した超高効率エネルギー変換など
- ・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システム
- ・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、放射能汚染下）で動作するマイクロナノシステムとその材料・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。尚、研究テーマについて既存技術がある場合、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＞

**生体機能を利用した新規生産プロセスやそ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、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糖、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を含む新興・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、グリーンサステイナブルな方向性が求められています。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酵素、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。

長年蓄積し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、独自の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、ゲノムをはじめとする各種オミックス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、有用物質あるいは生物を作製するプロセスだけでなく、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. 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。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。

また、近年、「人工知能（AI）やマテリアル・インフォマティクス（MI）の活用」や「新型コロナウイルスをはじめとした新興感染症対策」がライフサイエンス材料分野の重要な課題となっている。

## ＜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。化学産業を今後も持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。また、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。さらに、新型コロナに限らず、温暖化が進む現状において新興感染症への脅威は高まっており、予防・診断をはじめとして材料面での対策が強く期待されている。

## ＜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。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。また、画期的なシステムや方法を生み出す為のキーとなる材料も対象とする。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. 新型コロナウイルスなどの新興感染症対策に繋がる材料開発
4. 化粧品、未来の食や水の問題、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

## ＜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>**

化学産業が人に寄り添う新しい社会に貢献するため、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、感覚受容体神経機構（2021年のノーベル医学生理学賞を受賞）などの技術を社会実装できれば、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/感性科学を用いて人に寄り添う新しい社会に対応するための研究を募集する。研究室内だけではなく、社会実装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。

以下にテーマ例を示すが、これらに限定せず、新たな発想の研究にも期待する。

**〔テーマ例〕**

- (1) 製品設計法：五感のうち触覚と聴覚などの複数感覚による脳反応を解析して、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、細かく記憶できたりするようになる。
- (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、または、直接的間接的な脳刺激を加えることで生産性や安全性を向上させる。
- (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、感覚を定量化する感覚受容体からの神経信号の応用手法、ブレインマシンインタフェース技術などの研究。

**<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。

**<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。高機能な材料を低コストで大量生産し大量消費した後は廃棄するという一方通行の経済活動から、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、化学産業ではカーボンニュートラル実現に向けた様々な要素技術の創出がより一層急務となる中、それら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とともに、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。計算科学はミクロスケールからメソスケール、計算工学はマクロス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。富岳などの先進計算リソースの有効活用も積極的に検討されたい。以下に具体的なアプリケーション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のための分離膜材料設計
- (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) プラスチックのケミカルリサイクルのための触媒設計および解重合プロセス設計
- (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) 電池の高容量化を実現するための材料設計技術
- (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

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。

**<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・情報通信・エネルギー等の分野産業に及び、Society 5.0の実現、SDGsの達成、資源・環境制約の克服、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強化に向けた戦略が策定される中、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、情報技術・エレクトロニクス・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、必ずしも具体的な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機能を有する「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、本課題では専ら「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、以下の通り。

- ・ 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、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
- ・ 高強度化や軽量化など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・相分離など)、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、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、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、あるいは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、あるいは生体適合性・生物学的安全性に優れる、汎用高分子代替材料や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・希少元素代替材料などの製法や機能向上に関する研究、あるいはカーボンリサイクル技術に利用できる機能素材に関する研究

## ＜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。
- ・ 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。
- ・ 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があれば歓迎します。

## &lt;募集課題12&gt;

## “カーボンリサイクル”に貢献する革新的触媒技術に関する研究

## &lt;背景（社会、技術等）&gt;

2020年10月、菅内閣総理大臣による「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」との宣言のとおり、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。

しかし、2050年の脱炭素社会達成は、容易な目標ではない。温室効果ガスの国内排出量のうち、約85%を占めるのがエネルギー起源のCO<sub>2</sub>であり、2018年で10.6億トンにもおよぶ。そのため、2050年に実質収支ゼロとするには、現行の産業を構築する多くの化学技術のイノベーションが必要である。中でも“カーボンリサイクル”は脱炭素社会を実現するためのキーテクノロジーとして位置づけられており、物質転換のキーマテリアルである触媒が果たす役割に対する期待は益々大きくなっている。本奨励賞はそのような革新的な触媒反応の構築を目指す研究を支援する。

## &lt;化学産業が求める理由、期待効果&gt;

化学産業は脱炭素社会実現のソリューションプロバイダーとしての取り組みが求められている。特に直接的にCO<sub>2</sub>を削減できる“カーボンリサイクル”技術、例えば、CO<sub>2</sub>を原料とした有用化合物の製造技術、廃プラスチックの炭素資源としての有効利用などの社会実装が喫緊の課題であり、そのためには革新的触媒技術による次世代イノベーションの創出が不可欠である。新しい触媒技術を取り入れた炭素循環システムおよびビジネスモデルを構築し、早期に国際的に展開することは、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実現に向けて大きな貢献が期待できる。

## &lt;課題内容の詳細説明、テーマ例等&gt;

本課題では、前項で挙げた通り、将来的に“カーボンリサイクル”のシステムに実装し得る新規かつ独創的な触媒技術についての研究提案を募集する。また、温室効果ガスの分解や変換も「リサイクル」の範疇として、“カーボンリサイクル”の上位概念ニュートラルに貢献し得るものとして募集範囲に含める。以下にテーマ例を示す。

- CO<sub>2</sub>を原料とした有用化合物への変換を実現する触媒反応に関する研究
- 廃棄物（廃プラスチック含む）のケミカルリサイクルを実現する触媒反応に関する研究
- グリーンメタン、グリーンメタノールを原料とした有用化合物への変換を実現する触媒反応に関する研究
- 温室効果係数の高いガス（フロン等）の有用化合物への変換または分解の触媒反応に関する研究

なお例示はしたが、これらに限定されるものではなく、脱炭素社会の実現に貢献する触媒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する考察が記載されていることが望ましい。特に希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いただきたい。

## &lt;評価のポイント&gt;

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。特に独創性と実現性に比重を置いて選考します。