

平成 27 年度戦略目表及び研究開発目標

【戦略目標】

- 新たな光機能や光物性の発現・利活用による次世代フォトニクスの開拓（2 ページ～6 ページ）

- 微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する革新的なエネルギー変換機能の原理解明、新物質・新デバイスの創製等の基盤技術の創出（7 ページ～10 ページ）

- 多様な天然炭素資源を活用する革新的触媒の創製（11 ページ～14 ページ）

- 気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築（15 ページ～18 ページ）

【研究開発目標】

- 革新的医療機器及び医療技術の創出につながるメカノバイオロジー機構の解明（19 ページ～22 ページ）

- 画期的医薬品等の創出をもたらす機能性脂質の総合解明（23 ページ～27 ページ）

平成 27 年度戦略目標

1. 目標名

新たな光機能や光物性の発現・利活用による次世代フォトニクスの開拓

2. 概要

光の利用技術はこれまで、物質の観察手段としてだけでなく、材料加工や情報通信、医療等の幅広い分野における横断的技術として活用されてきた。近年では、レーザー技術をはじめとする精密制御・高感度計測技術の飛躍的な進展に伴い、新物質の創製・新機能発現から量子状態の制御に至るまで、知のフロンティア開拓を先導する先端科学技術として現代に欠かせない社会インフラの一翼を担っている。他方で、物質と光の相互作用における多彩な非線形光学現象や素励起物性など光の作用の本質については未解明の点も多く、さらなる分野深化や応用展開に向けては新たな系統的・体系的知見の獲得が不可欠となっている。

そのため、本戦略目標では、新たな光機能や光物性の解明・利活用・制御等を通じて従来の光科学技術を横断的かつ重層的に集積・発展させることにより、将来の社会・産業ニーズに応える新たなフォトニクス分野の進展を加速させるとともに、新技術シーズの創出を支える基礎的な原理の解明にも併せて取り組むことで、新たな光機能物質の人工生成や革新的な光通信技術の開発・活用、微細構造の高時空間分解可視化、先端数理科学との融合による複合光基盤技術・システムの創出等を目指す。

これにより、環境・エネルギー・ものづくり・情報通信・医療等の広範な分野を更に横断的かつ有機的に支えていくことで、精度・感度・容量・消費電力等の様々な点で社会的要請に応える高次な社会・産業インフラの形成につなげる。

3. 達成目標

本戦略目標では、結晶構造や素励起の動的挙動等に関する物性解明からナノデバイスの開発、生体組織深部の非侵襲観察から電子の超高速動態の捕捉に至るまで、多様な目的に応じた最適な光源や光検出システムの開発を通じて広範な社会・産業ニーズに機動的に応える次世代のフォトニクス分野を開拓することを目的とする。具体的には、以下の達成を目指す。

- ①様々な光応答物性の精密制御による新たな光機能物質やナノ構造体の創製及び高機能光デバイスの開発
- ②非線形・有機フォトニクスの応用による生体やソフトマテリアル内部の非侵襲 in vivo 観察・イメージング手法の高度化
- ③物質中の多彩な素励起と光の相互作用に関する基盤的研究の推進
- ④超高密度・高電磁場科学やアト秒レーザー技術、超高精度の光周波数コム技術など極限フォトニクスの開拓

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

3. 「達成目標」に記載した事項の達成を通じ、以下に挙げるような社会の実現に貢献する。

○未開拓の光機能物質や先端光源等を用いたフォトンクス技術が環境・エネルギー問題など重要な社会的課題の解決・緩和に貢献し、ものづくり産業の革新や新たな基幹産業の構築が可能となった結果、我が国の知的基盤及びグローバル産業競争力が強化された社会。

○新たな光通信技術やセンシング技術など光の利用・制御に関するフォトンクス技術の進展により、情報社会・空間の捉え方が変わり、情報通信基盤の高度化・高セキュリティ化が進むとともに、実世界とITを緊密につなげるCPS（サイバー・フィジカル・システムズ）やモノのインターネット（IoT）が実現している社会。

○人や環境に配慮した光源や光検出器等の開発及びその制御技術の確立により、生命科学や医療システム等の高度化が促され、短時間・低コスト・低負担なストレスフリー診断など先端医療・診断を可能とする先端機器開発等が進展している社会。

5. 具体的な研究例

①様々な光応答物性の精密制御による新たな光機能物質やナノ構造体の創製及び高機能光デバイスの開発

誘電率・透磁率が人工制御されたメタマテリアル等を先行例として、従来の光科学技術では扱われなかった新たな原理に基づく光機能物質の開発やその幅広い利活用に向けた研究開発を行う。具体的には、光の波長よりも小さな構造物を用いた光波の制御や光の回折限界を超えた分解能の実現、ナノスケール領域における微細光加工・計測技術の開発、新物質創製に向けた研究等を行う。今後の課題とされる基礎的な原理の解明や将来的な大量製造技術の確立に向けては、シミュレーションを含む理論的アプローチから新機能の発現過程や新物質の生成過程、従来知られていない物性の解明に向けた研究を行うとともに、特定の屈折率や透明度、誘電率等を持つ物質・材料を自在に設計・作製する手法やそのための装置開発等を行う。

②非線形・有機フォトンクスの応用による生体やソフトマテリアル内部の非侵襲 *in vivo* 観察・イメージング手法の高度化

幅広い先端生命科学等への応用展開に向け、分子～個体レベルの生体機能を組織深部に至るまで非侵襲的かつリアルタイムで観察可能な光イメージング技術の開発や、そのために必要な小型かつ安定な実用的なコヒーレント光源の開発、生体関連物質（検出対象）と非生体物質（プローブ）との光照射下での相互作用機構の解明に向けた研究等を進める。これにより、生体分子やソフトマテリアル内部の直接観察・分析が可能な高品質・高分解能顕微鏡の開発等につなげる。

③物質中の多彩な素励起と光の相互作用に関する基盤的研究の推進

幅広い基礎研究や産業応用に必要な固体基礎物性の解明・理解深化や、次世代の高機能光デバイスの実現に向け、固体内部や表面における準粒子（集団励起）のダイナミクスや固体からの電子放出等の超高速動的過程を観測・制御可能な手法を開発し、極短パルス幅コヒーレント光の制御技術など様々な光応答や光化学反応に関する制御技術を確立する。具体的には、時間・空間の両次元で高分解能な電子状態の観察手法や、プラズモン・フォノン等の振動・伝搬制御技術の高度化研究等を行う。例えばプラズモニクスに関しては、光の回折限界を下回るサブ波長サイズの光機能素子や表面プラズモン回路・干渉計等のナノ光学素子の開発を目指す。

④超高密度・高電磁場科学やアト秒レーザー技術、超高精度の光周波数コム技術など極限フォトニクスの開拓

超高強度レーザーと物質の相互作用により発生する相対論的高密度プラズマを利用した研究や、アト秒パルス波の発生・制御技術、高強度任意電場の整形技術、究極の時空間計測に向けた光周波数コム技術、レーザー加速技術など、極限環境・条件下における先端光科学技術を開拓する。これにより、先端レーザー科学等に関する知見の集積や基礎的な原理の解明につなげ、原子物理や材料物性の理解深化に寄与するとともに、超高精度・超高安定な光格子時計の高度化・実用化に向けた研究開発や、化学反応等における電子の超高速運動の捕捉、物質中電子のアト秒精度での自在操作等を可能にする技術の開発等につなげる。

以上の各達成目標について、光の状態（位相、パルス、強度、波長等）の高度制御技術を共通項としつつ、計算科学や複雑系の数理科学等の知見に基づく予測的手法など多角的なアプローチからフォトニクス技術の先鋭化及び広範な利活用を図るとともに、これらの技術に基づくシステムの構築・最適化に向けた開発・実証につなげていく。

6. 国内外の研究動向

（国内動向）

我が国では、センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム等の他、「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」等の光科学技術が関連する利用研究が展開されている。具体的には、従来の動作原理を越える画期的な半導体レーザーを実現するフォトリソグラフィ結晶に関する要素技術やレーザー加速システムの確立、その応用による超小型X線自由電子レーザーの開発など新しい研究開発が進められている。

（国外動向）

欧州では、第7次研究枠組み計画（FP7）に引き続き、新しいイノベーション指向の研究開発スキームである「Horizon 2020」が立ち上げられ、情報通信ネットワークの革新や産業競争力の強化を目的とした光科学技術の強化が進められている。また、独国では、フラウンホ

一ファア研究機構を通じて生産技術に関わる光科学技術の研究開発が国策として進められている。さらに、米国では、2014年4月にNSFの光・フォトンクスにおける優先課題委員会より報告書（「Building a Brighter Future with Optics and Photonics」）がまとめられ、今後米国として、イメージングや微弱フォトンクス技術に注力していくことが謳われている。

7. 検討の経緯

「戦略的な基礎研究の在り方に関する検討会 報告書」（平成26年6月27日）に基づき、以下の通り検討を行った。

（サイエンスマップ及び科学研究費助成事業データベースを用いた国内外の研究動向に関する分析資料の作成）

「サイエンスマップ 2012&2010」（平成26年7月31日科学技術・学術政策研究所）及び科学研究費助成事業データベースにおける情報を用いて、国内外の研究動向に関する分析資料を作成した。

（分析資料を用いた専門家へのアンケートの実施及び注目すべき研究動向の作成）

「科学技術振興機構研究開発戦略センター」や「科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センターの専門家ネットワークに参画している専門家」に対し、作成した分析資料を用いて今後注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。その後、アンケートの結果の分析等を行い、注目すべき研究動向として「光の超精密制御による新たなフォトンクス分野の開拓」を特定した。

（ワークショップの開催及び戦略目標の作成）

注目すべき研究動向「光の超精密制御による新たなフォトンクス分野の開拓」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、特に注目すべき国内外の動向、研究や技術開発の進展が社会的・経済的に与え得るインパクトやその結果実現し得る将来の社会像、研究期間中に達成すべき目標などについて議論を行い、ワークショップにおける議論等を踏まえ、戦略目標を作成した。

8. 閣議決定文書等における関係記載

科学技術イノベーション総合戦略 2014（平成26年6月24日閣議決定）

第2章第1節 I. 3.（4）①

モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低消費電力パワーデバイス（SiC、GaN等）、超低消費電力半導体デバイス（三次元半導体、不揮発性素子等）、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。

（中略）これにより、エネルギーの効率的な利用と国際展開をねらう先端技術を有する社会を実現する。

第2章第2節1. 基本的認識

分野横断技術を下支えする数理科学やシステム科学、光・量子科学の活用を十分に図る必要がある。

9. その他

- 平成20年度戦略目標「最先端レーザー等の新しい光を用いた物質材料科学、生命科学など先端科学のイノベーションへの展開」では、これまで各分野で個別に行われてきた光利用開発を融合し、「物質と光の関わり」に関する光科学技術の基礎研究や、波及効果の大きな技術シーズの創出を目指してきた。ここで創出された優れた研究シーズを、本戦略目標の下で行われる研究により集中的に伸ばしていくことで、最先端光科学技術の実用化を加速していくことが重要である。
- 「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」事業では、光・量子科学技術分野のシーズと各重点分野や産業界のニーズとを融合した、最先端の光源、ビーム源、ビーム制御法、計測法等の研究開発等を目的としている。ここで開発された新規光源や要素技術が本戦略目標の下で行われる研究開発の基礎となる。
- 「先端計測分析技術・機器開発プログラム」では、革新的な先端計測分析技術の要素技術や機器及びその周辺システム等の開発が進められており、検出器や新規光源の開発が行われている。本戦略目標の下で行われる研究と連携することで、先端装置の実用化、特に光センシングにおいて迅速な成果創出が期待できる。

平成 27 年度戦略目標

1. 目標名

微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する革新的なエネルギー変換機能の原理解明、新物質・新デバイスの創製等の基盤技術の創出

2. 概要

自然界の中で未利用のエネルギーは数多くあり、これらを電気エネルギーに変換して利用する技術が盛んに研究されている。その中でも、微小なエネルギーから μW ～ mW 程度の出力ができる電気エネルギーへの変換技術の開発が欧米諸国で注目を集め、環境に存在するエネルギーを常に利用可能とすることで、社会の中で数億～数兆と利用されることが想定されるセンサーや、更には系統電源からの電源供給が不可能な環境下で用いることが想定されるモビリティ用デバイスや生体用デバイス等の自立的な電源として活用することを目的とした投資が強化されている。

一方、自然界の中で未利用の微小エネルギーを電気エネルギーに高効率に変換するための新原理と、それに基づく新たな物質の創製が必要とされている中で、我が国は、新しい原理（一例として、スピンゼーベック効果など）や、新物質創製（一例として、高 ZT 物質、マルチフェロイック物質など）に関する革新的な研究シーズを有している。

そのため、本戦略目標では、我が国の強みを活かし、微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する革新的なエネルギー変換機能の原理解明及び新物質・新デバイスの創製等の基盤技術の創出に取り組むことで、大量のエネルギーを必要としないセンサー等の様々な環境への普及を加速し、世界に先駆けた Internet of Things (IoT)、ビッグデータの活用による次世代型の環境保全・ものづくりの実現を目指す。

3. 達成目標

本戦略目標では、基本的な原理の解明や新物質・新構造デバイスの創製だけでなく、基盤的解析・設計技術や理論的アプローチを含めて戦略的に研究を推進することで、現在ある原理や変換材料を凌駕する、微小なエネルギーから電気エネルギーへの変換技術を創出することを目的とする。具体的には、以下の達成を目指す。

- ①微小エネルギーの高効率変換・高度利用技術に資する新原理の解明及び革新的な物質・デバイスの創製
- ②微小エネルギーの高効率変換・高度利用技術創出のための理論及び基盤的解析・設計技術の開発

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

3. 「達成目標」に記載した事項の達成を通じ、以下に挙げるような社会の実現に貢献する。

○微小エネルギーからの電気エネルギー創出が可能となることにより、系統電源への接続による電源供給には適さないものの大量のエネルギーを必要としないセンサー、モビリティ向けデバイス、生体デバイス等の普及が加速し、IoT、ビッグデータの活用による次世代型の環境保全・ものづくりが実現している社会。

5. 具体的な研究例

①微小エネルギーの高効率変換・高度利用技術に資する新原理の解明及び革新的な物質・デバイスの創製

熱、光、電波、振動、生体やフォノン、スピン等のエネルギーを電気エネルギーに高効率に変換または高度に利用するための基盤技術の構築とその源となる基本的な原理の解明を行い、従来の特性や機能を飛躍的に凌駕する、優れた物性を有する新物質・デバイスを創生する。具体的には、スピンとトポロジーの相関等革新的なエネルギー変換に資する原理の解明及びそれらを活用した新物質の創製や、無機化合物や有機化合物または無機・有機ハイブリッド化合物による機能性物質の創製、環境負荷の軽減を考慮した革新的なエネルギー変換に資する新物質の創製等を行う。

②微小エネルギーの高効率変換・高度利用技術創出のための理論及び基盤的解析・設計技術の開発

新原理の解明や革新的な材料創製のために必要な、エネルギー変換時における物理現象（材料物性、界面、輸送現象等）の解析基準や新しい解析技術を創出する。具体的には、新原理・新物質創製に貢献する理論計算・計算機シミュレーション手法の確立や、新原理や新物質に基づいた革新的なデバイスの原理や設計指針の創成を行う。また、2つのエネルギー形態（例えばフォノンとスピン流の輸送）を独立に制御するなど相互作用の制御や、電子とフォノン、マグノンとフォノンの分離による解析等を行う。

6. 国内外の研究動向

（国内動向）

我が国では微小エネルギーの活用に注目した大型プロジェクトは実施されておらず、研究投資は大幅に出遅れている。一方で、我が国は、強誘電体等の物理分野や熱電変換をはじめとした変換材料等の基礎的研究開発に強みを持っていることから、異分野の融合、基礎分野と応用分野の融合により、革新的技術を創出するポテンシャルを有している。

（国外動向）

欧州では、多数の微小エネルギーの活用に関連する事業が進行中である。2014年、英国ではエマージング・テクノロジー7分野に対し、4年間で5,000万ポンド（約89億円）のファンディングを決定している。7分野にはエナジー・ハーベスティングが含まれており、ワイ

ヤレスセンサーや自立電源等の商品化を目指している。また、米国では、2013年にFairchild Semiconductor、University of California, Berkley校等が、毎年1兆個規模のセンサーを使う社会を目指すプロジェクト「Trillion Sensors Universe」を立ち上げ、産学連携の取組が加速している。

7. 検討の経緯

「戦略的な基礎研究の在り方に関する検討会 報告書」（平成26年6月27日）に基づき、以下の通り検討を行った。

（サイエンスマップ及び科学研究費助成事業データベースを用いた国内外の研究動向に関する分析資料の作成）

「サイエンスマップ2012&2010」（平成26年7月31日科学技術・学術政策研究所）及び科学研究費助成事業データベースにおける情報を用いて、国内外の研究動向に関する分析資料を作成した。

（分析資料を用いた専門家へのアンケートの実施及び注目すべき研究動向の作成）

「科学技術振興機構研究開発戦略センター」や「科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センターの専門家ネットワークに参画している専門家」に対し、作成した分析資料を用いて今後注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。その後、アンケートの結果の分析等を行い、注目すべき研究動向として「小型・分散型電源構築に向けた高効率エネルギー変換・利用に係る基盤的技術の創出」を特定した。

（ワークショップの開催及び戦略目標の作成）

注目すべき研究動向「小型・分散型電源構築に向けた高効率エネルギー変換・利用に係る基盤的技術の創出」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、特に注目すべき国内外の動向、研究や技術開発の進展が社会的・経済的に与え得るインパクトやその結果実現し得る将来の社会像、研究期間中に達成すべき目標などについて議論を行い、ワークショップにおける議論等を踏まえ、戦略目標を作成した。

8. 閣議決定文書等における関係記載

第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）

Ⅲ. 2. (2) i)

付加価値率や市場占有率が高く、今後の成長が見込まれ、我が国が国際競争力のある技術を数多く有している先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術、高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術など、革新的な共通基盤技術に関する研究開発を推進するとともに、これらの技術の適切なオープン化戦略を促進する。

科学技術イノベーション総合戦略（平成 26 年 6 月 24 日閣議決定）

第 2 章第 1 節 I. 3.（7）①

さらなるエネルギー利用効率の向上のため、熱と電気を併産するコージェネレーションの活用や、これまで利用されていなかった低温排熱等のエネルギーを活用する技術の向上に取り組む。

9. その他

○以下の関連する研究開発と本戦略目標下で行われる研究の連携を確保しながら、微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する基盤技術の創出及び成果の実用化を目指すことが重要である。

- ・平成 23 年度戦略目標「エネルギー利用の飛躍的な高効率化実現のための相界面の解明や高機能界面創成等の基盤技術の創出」、平成 24 年度戦略目標「環境・エネルギー材料や電子材料、健康・医療用材料に革新をもたらす分子の自在設計『分子技術』の構築」、平成 25 年度戦略目標「選択的物質貯蔵・輸送・分離・変換等を実現する物質中の微細な空間空隙構造制御技術による新機能材料の創製」の下で行われている一部の研究では、エネルギー変換・輸送に関わる基盤的科学技術の創出に取り組んでいる。また、平成 26 年度戦略目標「二次元機能性原子・分子薄膜による革新的部素材・デバイスの創製と応用展開」の下で行われている一部の研究では、トポロジカル絶縁体を用いたデバイス設計技術の創出に取り組んでいる。その他、平成 25 年度戦略目標「情報デバイスの超低消費電力化や多機能化の実現に向けた、素材技術・デバイス技術・ナノシステム最適化技術等の融合による革新的基盤技術の創成」の下で行われている研究では、新機能性材料・電子デバイス・システム最適化を連携・融合することに取り組んでいる。
- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）においては、「クリーンデバイス社会実装推進事業」（2014 年から 2 年間）が実施されている。この事業の目的は、省エネルギーに資するクリーンデバイス（環境発電デバイス等の省エネルギーに資する革新的デバイス）が、従来利用を想定してきた機器等だけではなく、様々な製品・サービスへと新規用途の拡大を図ることにより、省エネルギー効果を最大限に活用することであり、デバイスの実装・実証および信頼性・安全性や標準化・共通化の方針策定がターゲットとなっている。
- ・センター・オブ・イノベーション（COI）プログラムにおいては、「さりげないセンシングと日常人間ドックで実現する理想自己と家族の絆が導くモチベーション向上社会創生拠点」等でナノセンシングデバイスの開発及び活用などに取り組んでいる。

平成 27 年度戦略目標

1. 目標名

多様な天然炭素資源を活用する革新的触媒の創製

2. 概要

世界では、石油に依存する化学産業が急激に変容しつつある。米国では、シェール革命を受け、安価な天然ガス原料のエタンを使用して製造するエチレンが強い競争力を持ち始めている。中国でも、石炭を用いたメタノールの合成等が行われている。一方で、天然ガスに豊富に存在するメタンや低級アルカンを効率良く活性化する画期的な触媒の創製は非常に難度が高く、実現できれば、国際的にもインパクトが非常に高い。特に、二酸化炭素排出（エネルギー投入）が少ない製造技術に期待が高まっており、極めて高い技術の醸成が急務である。

そのため、本戦略目標では、日本が誇る触媒研究の高い競争力を活かして、メタン (CH_4) や、低級アルカン (C_nH_x : $n = 2, 3$) 等の多様な資源を、化成品原料やエネルギーとして活用するための革新的触媒を創製する。最先端の物質合成・計測・計算技術とデータ科学を利活用した物質探索を共通基盤として、原理解明と触媒創製を戦略的に推進し、多様な天然炭素資源を高効率に活用する社会を切り拓く。

近年進化している、計算・計測技術を駆使することで画期的な触媒を設計及び創製することができれば、新たな触媒研究の基盤を確立することができるだけでなく、ナノテクノロジー・材料研究における新たな方法論を切り拓くことも期待でき、我が国のさらなる競争力強化につながる。

3. 達成目標

本戦略目標では、天然ガスの大半を占めるメタン (CH_4) や、低級アルカン (C_nH_x : $n = 2, 3$) 等の多様な天然炭素資源を、化成品原料やエネルギーとして活用するための革新的触媒を創製することを目的とする。具体的には、以下の達成を目指す。

- ①メタンを化成品原料やエネルギーへ変換する C1 化学を実現する触媒の創製
- ②低級アルカンを化成品原料やエネルギーへ高効率に変換する触媒の創製
- ③物質創製、計測・解析、理論計算、実験・計算データを利活用した物質探索の連携による、触媒反応の指導原理解明へ向けた共通基盤の確立

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

3. 「達成目標」に記載した事項の達成を通じ、以下に挙げるような社会の実現に貢献する。

○天然ガスに豊富に含まれるメタンや低級アルカン等、石油以外の多様な炭素資源を化成品や燃料に変換して利活用することが可能となり、我が国の根幹を支える基幹産業が形成さ

れている社会。

○石油に依存しない多様な原料・エネルギー源活用型社会を構築することで資源リスクを減少するとともに、将来的にメタンハイドレードの利用が実現した場合、資源立国への道が拓けている社会。

5. 具体的な研究例

①メタンを化成品原料やエネルギーへ変換する C1 化学を実現する触媒の創製

メタンを反応基質とし、メタノール等の高付加価値化成品への直接合成反応を実現する高活性・高選択性反応触媒を開発する。

②低級アルカンを化成品原料やエネルギーへ高効率に変換する触媒の創製

エタン/プロパン等を反応基質とし、エチレングリコールや酢酸、プロパノールやアクリル酸等の高付加価値化成品への反応を実現する革新的な高活性・高選択性反応触媒を開発する。

③物質創製、計測・解析、理論計算、実験・計算データを利活用した物質探索の連携による、触媒反応の指導原理解明へ向けた共通基盤の構築

触媒反応の実作動条件・その場での動的表面計測を実現する。大規模理論計算による触媒反応のマルチスケール、マルチフィジックス解析を実現する。マテリアルズインフォマティクスを活用による実験・計算データを利活用した物質探索を実現する。

6. 国内外の研究動向

(国内動向)

我が国の触媒研究は国外に対して高い競争力を有しており、バイオマスからの可溶化・糖変換、化成品触媒、太陽光を使った水分解・水素生成、二酸化炭素を燃料・原料へ変換する人工光合成等については、研究開発が鋭意進められている。一方で、メタン・低級アルカンを化成品原料やエネルギーとして利活用する研究は未踏の領域である。最近になり、従来の触媒研究とは異なる発想で常温アンモニア合成を可能としたエレクトライド触媒の研究(細野ら、2012)など、メタン・低級アルカンからの原料・エネルギー変換に資する可能性がある研究が活発化している。これらの周辺研究領域の知見や、計測・計算・データ科学の急速な進展を取り込み、メタン・低級アルカンからの原料・エネルギー変換へ取り組む体制を早期に構築する必要がある。

(国外動向)

シェール革命を受けて、メタンや低級アルカンを利活用する技術開発は各国の産業競争力へ直接的な影響を及ぼすこととなったため、欧米を始めとする各国で研究開発が進められて

いる。

例えば、露国では、亜酸化窒素を用いてメタン⇒メタノールの選択合成で 160℃において最大 96%を達成したとの報告がなされている。また、米国では、米エネルギー省における挑戦的な先端研究へのファンディングプログラム・ARPA-E において、2013 年からメタン資化性微生物を使って、メタンを液体燃料に変換する小規模プロセスを開発するプロジェクトの支援が行われている。加えて、ベンチャー企業が、微生物を利用したメタンからの化成品製造へ取り組んでいる。

7. 検討の経緯

「戦略的な基礎研究の在り方に関する検討会 報告書」（平成 26 年 6 月 27 日）に基づき、以下の通り検討を行った。

（サイエンスマップ及び科研費 DB を用いた国内外の研究動向に関する分析資料の作成）

「サイエンスマップ 2012&2010」（平成 26 年 7 月 31 日科学技術・学術政策研究所）及び科学研究費助成事業データベースにおける情報を用いて、国内外の研究動向に関する分析資料を作成した。

（分析資料を用いた専門家へのアンケートの実施及び注目すべき研究動向の作成）

「科学技術振興機構研究開発戦略センター」や「科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センターの専門家ネットワークに参画している専門家」に対し、作成した分析資料を用いて今後注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。その後、アンケートの結果の分析等を行い、注目すべき研究動向として「エネルギー高効率変換に向けた革新的触媒の創製」を特定した。

（ワークショップの開催及び戦略目標の作成）

注目すべき研究動向「エネルギー高効率変換に向けた革新的触媒の創製」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、特に注目すべき国内外の動向、研究や技術開発の進展が社会的・経済的に与え得るインパクトやその結果実現し得る将来の社会像、研究期間中に達成すべき目標などについて議論を行い、ワークショップにおける議論等を踏まえ、戦略目標を作成した。

8. 閣議決定文書等における関係記載

科学技術イノベーション総合戦略 2014（平成 26 年 6 月 24 日閣議決定）

第 2 章第 1 節 I. 3.（3）①

シェールガス、非在来型原油や二酸化炭素等多様な原料から効率的にエネルギー・化学品の生産を図る革新的触媒技術等及び微生物やバイオマスによるエネルギー資源の生産技術を研究開発する

9. その他

○触媒がカバーする研究領域は幅が広く、プロジェクトごとにターゲットとしている領域が異なる。大型プロジェクトの主な対象は以下の通りである。

- ・平成 24 年度戦略目標「環境、エネルギー、創薬等の課題対応に向けた触媒による先導的な物質変換技術の創出」の下で行われている研究では主に二酸化炭素を変換する化成品触媒や太陽光を使った水分解・水素生成を対象としている。
- ・科学技術振興機構の先端的低炭素化技術開発（ALCA）ではバイオマスからの可溶化・糖変換や、化成品触媒を対象としている。
- ・経済産業省では人工光合成化学プロセス技術研究組合（ARPCChem）において、太陽光と光触媒を使った水分解反応により生成した水素を用いて、二酸化炭素を原料へ変換する人工光合成へ取り組んでいる。
- ・平成 24 年度戦略目標「環境・エネルギー材料や電子材料、健康・医療用材料に革新をもたらす分子の自在設計『分子技術』の構築」、平成 25 年度戦略目標「選択的物質貯蔵・輸送・分離・変換等を実現する物質中の微細な空間空隙構造制御技術による新機能材料の創製」の下で行われている一部の研究では、バイオマスからの可溶化・糖変換や、化成品触媒を対象としている。

○このように、本戦略目標で対象とするメタンや低級アルカンからの化成品原料やエネルギーへの変換は重要な領域であるにも関わらず、現在までに対象としているプロジェクトがない未踏領域であり、本戦略目標の下で行われる研究に関して、他機関とも連携した体制を構築していくことが期待される。

平成 27 年度戦略目標

1. 目標名

気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築

2. 概要

気候変動等の環境変化に適応する農作物の開発・栽培技術の確立は、日本を含む世界的な食料問題の解決に不可欠である。これを実現するためには、我が国のモデル植物の研究で得られた基礎植物科学の知見を農作物の開発や栽培につなげることが重要であり、植物科学における生物的データを工学や情報科学等の異なる分野の技術も含めた新たな視点で収集・解析することで、育種開発や栽培技術の高度化につなげていくことが必要である。

そのため、本戦略目標では、植物科学で蓄積されたゲノム、トランスクリプトーム、メタボローム等のオミクスデータと、最先端の測定技術を活用して取得するフェノーム等の定量的データ、さらには数値化された環境要因等を情報科学的に統合解析することで、植物の生育・環境応答の予測モデルを構築し、さらに予測モデルをもとにした環境適応力が向上した植物体の作製と実環境における栽培実証を行い、植物の「生育・環境応答予測モデル」を基盤とする「環境適応型植物設計システム」を構築する。

これにより、様々な環境条件下で生育可能な農作物の設計・作製及び栽培を可能とし、食料の安定確保の実現を目指す。

3. 達成目標

本戦略目標では、植物体に関わる様々な要因と環境条件等の定量的データをもとに植物体の生育・環境応答を予測し、環境適応性を向上した植物の設計・作製及び栽培を可能とする「環境適応型植物設計システム」を構築することを目的とする。具体的には、以下の達成を目指す。

- ①植物の生育・生理状態・環境応答を詳細に把握可能な定量的計測技術の開発
- ②表現形質の変動に対応する対象植物ごとの生物的指標（バイオマーカー）の同定
- ③植物科学や工学等の異分野技術の融合を活用したバイオインフォマティクスによる「生育・環境応答予測モデル」の構築
- ④「生育・環境応答予測モデル」を基にした環境適応性を向上した植物体の設計・作製と実証

4. 実現し得る将来の社会像

3. 「達成目標」に記載した事項の達成を通じ、以下に挙げるような社会の実現に貢献する。

○急激な気候変動により、現在の農作物の栽培好適地域が栽培不適地域となる懸念が高まる中、「生育・環境応答予測モデル」による予測をもとに開発されてきた作物・品種によって、

現在の農作物では農耕不適地となる地域でも安定した食料生産量を確保できる社会。

- 我が国で開発された「生育・環境応答予測モデル」、作物改良技術、環境モニタリング技術、統合オミクス解析技術等を基盤とした「環境適応型植物設計システム」が総合的な農業技術パッケージとして海外へ技術移転され、国土の大半が現在の農作物では農耕不適地となっている国や気候変動の影響で収量が減少した国においても安定した農作物栽培が可能となり、人口増や環境悪化による食糧不足の解決に貢献している社会。

5. 具体的な研究例

①植物の生育・生理状態・環境応答を詳細に把握可能な定量的計測技術の開発

植物の表現型を定量的に把握可能なフェノーム解析技術の高度化を行う。また、植物の生理状態を精密に把握可能なセンシング技術及びイメージング技術の開発と農業現場展開に向けた高度化等を行う。

②表現形質の変動に対応する対象植物ごとの生物的指標（バイオマーカー）の同定

表現形質の変動に対応するバイオマーカーの同定に関する研究を行う。また、野外及び制御環境など、様々な環境条件下における植物の表現形質とリンクした遺伝子発現及び代謝変動情報の蓄積に関する研究等を行う

③植物科学や工学等の異分野技術の融合を活用したバイオインフォマティクスによる「植物の生育・環境応答予測モデル」の構築

想定環境における植物の生育や開花等の表現形質の予測に係る研究を行う。また、環境ストレスに対する応答性の予測とストレス耐性を向上させる遺伝子及び関連形質の予測に係る研究等を行う。

④「生育・環境応答予測モデル」を基にした環境適応性を向上した植物体の設計・作製と実証

「生育・環境応答予測モデル」を基に環境適応性を向上するように設計した植物体を作製するための植物体改変技術の開発と高度化を行う。また、「生育・環境応答予測モデル」を基に設計・作製された植物体の野外及び制御環境における栽培検証を行い、栽培期間における表現形質や生理状態変化のデータ化と「植物の生育・環境応答予測モデル」へのフィードバック等を行う。

6. 国内外の研究動向

(国内動向)

近年、日本の植物科学分野ではゲノム、トランスクリプトーム、代謝産物などのビッグデ

ータを基盤とした数理解析が進み、生態レベルでの個体差、気象変動なども取り込んだ発現解析などがトレンドとなっている(日本学術振興会 平成 25 年度学術研究動向に関する調査研究 報告概要(生物学専門調査班))。一方で植物科学分野における日本の研究水準は極めて高く、イネゲノムプロジェクトの成果に見られるように、欧米に匹敵するものであるが、その応用としての技術開発水準、産業技術力の何れにおいても欧米に劣っていると報告されている(科学技術振興機構研究開発戦略センター ライフサイエンス分野 科学技術・研究開発の国際比較 2009 年版)。

(国外動向)

米国では Plant Genome Initiative のもとに、シロイヌナズナの遺伝子解析が進められてきたが、近年では実用作物に対する遺伝子解析研究も進んでいる。一方で、欧州ではシステムバイオロジーによる統合的な理解をある特定の系に基づいて行ってきており、近年では Crop Performance and Improvement という形で実用作物を指向した研究開発を実施している(科学技術振興機構研究開発戦略センター ワークショップ報告書 2009「フィールドにおける植物の環境応答機構と育種技術」)。海外では DNA マーカー技術・遺伝子解析技術を独自開発できるバイオメジャーが中堅規模の種苗メーカーを吸収し、野菜の種苗開発へ進出する動きが目立つ。さらに次世代型シーケンサーの普及により、非モデル作物のゲノム解読が欧米及び中国で急速に進んでいる(科学技術振興機構研究開発戦略センター 研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野 2013 年版)。

7. 検討の経緯

「戦略的な基礎研究の在り方に関する検討会報告書」(平成 26 年 6 月 27 日)に基づき、以下の通り検討を行った。

(サイエンスマップ及び科学研究費助成事業データベースを用いた国内外の研究動向に関する分析資料の作成)

「サイエンスマップ 2012&2010」(平成 26 年 7 月 31 日 科学技術・学術政策研究所)及び科学研究費助成事業データベースにおける情報を用いて、国内外の研究動向に関する分析資料を作成した。

(分析資料を用いた専門家へのアンケートの実施及び注目すべき研究動向の作成)

「科学技術振興機構研究開発戦略センター」や「科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センターの専門家ネットワークに参画している専門家」に対し、作成した分析資料を用いて今後注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。その後、アンケートの結果についての分析等を行い、注目すべき研究動向として「植物の生命現象解明を加速するインシリコ植物デザインシステムの開発」を特定した。

(ワークショップの開催及び戦略目標の作成)

注目すべき研究動向「植物の生命現象解明を加速するインシリコ植物デザインシステムの

開発」に係る産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、特に注目すべき国内外の動向、研究や技術開発の進展が社会的・経済的に与え得るインパクトやその結果実現し得る将来の社会像、研究期間中に達成すべき目標などについて議論を行い、ワークショップにおける議論等を踏まえ、戦略目標を作成した。

8. 閣議決定文書等における関係記載

「第4期科学技術基本計画」（平成23年8月19日閣議決定）

Ⅲ. 2. (1) ii)

我が国の食料自給率の向上や食品の安全性向上、水の安定的確保に向けて、安全で高品質な食料や食品の生産、流通及び消費、更に食料や水の安定確保に関する研究開発を、遺伝子組換え生物（GMO）等の先端技術の活用や産業的な観点も取り入れつつ、推進する。

Ⅲ. 2. (5) i)

先端計測及び解析技術の発展につながるナノテクノロジーや光・量子科学技術、シミュレーションやe-サイエンス等の高度情報通信技術、数理科学、システム科学技術など、複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進する。

「科学技術イノベーション総合戦略」（平成26年6月24日閣議決定）

第2章第1節Ⅳ. 3. (1) ①

ターゲット市場や国際的な技術競争等を踏まえ、ゲノムや代謝産物等の解析、データベース構築等の情報基盤の整備、有用遺伝子の特定、DNA マーカーの開発、バイオインフォマティクスや工学技術、ゲノム編集技術の活用等において、基礎と実用化研究の双方向の連携を図りつつ、画期的な商品提供を実現する新たな育種技術の開発等を戦略的に推進する。

9. その他

○本戦略目標においては、基礎植物科学以外の情報科学・工学・農学等の異分野の研究者が積極的に参入し、実質的に協働するための取り組みが不可欠である。特に、人材不足が指摘されるバイオインフォマティクス分野の人材の参画と養成が重要である。また、我が国におけるライフサイエンス分野の研究データ及び成果が効率的に活用されるためには、科学技術振興機構バイオサイエンスデータベースセンター（JST-NBDC）等を最大限に活用することが求められる。

○実証を伴う課題設計のためには、農作物の実地的栽培環境と同等の条件で植物を栽培・管理する環境を備える機関の参画が期待される。また、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代型農林水産業創造技術」等の出口戦略と有機的に連携し、本戦略目標の下で行われる研究の成果が着実に展開されることが期待される。

平成 27 年度研究開発目標

1. 目標名

革新的医療機器及び医療技術の創出につながるメカノバイオロジー機構の解明

2. 概要

生体は重力などの物理的刺激に常にさらされ、それらの力に対して生体が常に適応していることは、宇宙飛行による筋肉量、骨密度の大幅な低下や、長期臥床による廃用性萎縮からも明らかである。メカノバイオロジーは、物理的刺激が分子、細胞内小器官、細胞や組織にどのように感知され、その刺激に対する生体応答や制御機構がどのように働くかを解明する研究である。近年、音波による血管新生作用を活用した新規治療法が開発されるなど、物理的刺激を医療に応用することへの将来性が示されている。

本研究開発目標では、我が国が誇る先導的詳細計測・制御技術等を融合し、物理的刺激の受容機構とその調節機構、物理的刺激の受容後に生じる細胞内シグナル伝達機構等の詳細な解明から、目標とする生体応答を惹起する適切な物理的刺激を選択し制御することにより、革新的医療機器及び医療技術を創出し、健康長寿社会を実現する。

3. 達成目標

本研究開発目標では、メカノバイオロジー機構の解明に基づく革新的な医療機器及び医療技術の創出することを目的とする。具体的には、以下の達成を目指す。

- ①物理的刺激に対する感知機構・調節機構・応答機構の解明を基にした新規適応疾患におけるシーズの創出
- ②バイオナノ界面技術等を活用した、医療応用につながる物理的刺激発生デバイスの開発及び最適化に資する基盤技術の創出

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

3. 「達成目標」に記載した事項の達成を通じ、以下に挙げるような社会の実現に貢献する。

○メカノバイオロジー機構の解明により、物理的刺激を積極的に取り入れた革新的医療機器や効果的な疾病予防、先制医療、リハビリテーション等の医療技術が開発され、健康寿命の延伸に資する、安全かつ費用対効果の高い医療が実現された社会。

5. 具体的な研究例

- ①物理的刺激に対する感知機構・調節機構・応答機構の解明を基にした新規適応疾患におけるシーズの創出

物理的刺激の感知機構を担う膜タンパク質、細胞骨格を構成するタンパク質等の同定や、細胞内及び細胞間の応答機構の解明に向けて、トランスクリプトーム、プロテオーム等の網羅的解析等を行う。また、物理的刺激に起因する細胞膜、細胞内小器官等を構成するタンパク質の構造変化等がもたらす調節機構の解明に向けた研究を行う。さらに、細胞レベルで解明した知見を組織・臓器レベルまで発展させ、メカノバイオロジー機構の解明に基づき、新規適応疾患における革新的医療機器及び医療技術の創出に向けた研究開発を行う。例えば、物理刺激と骨折治癒メカニズムの解明や音波による血管新生の作用機序の解明、圧による創傷治癒促進の機序解明、がん治療における温熱療法の作用機序の解明等を行う。

② バイオナノ界面技術等を活用した、医療応用につながる物理的刺激発生デバイスの開発及び最適化に資する基盤技術の創出

ナノメートルサイズで局所刺激を可能とする制御技術や細胞が発生する収縮力、組織内応力（ひずみ）分布を定量的に把握する計測技術等の開発により、目標とする生命現象を惹起する適切な物理的刺激の発生・制御法を開発する。また、三次元細胞培養や組織培養における機械刺激負荷システムやライブセルイメージングによる物理的刺激に対する感知機構及び応答機構の可視化技術等の詳細解析に資する基盤技術や、生体内で物理的刺激を惹起する生体適合性の高い医療材料の開発等の医療応用に向けた基盤技術を開発する。

6. 国内外の研究動向

（国内動向）

メカノバイオロジーは、科学研究費助成事業の特別推進研究等や科学技術振興機構の国際共同研究（ICORP）等によって推進され、平成 22 年度から平成 24 年度には科学研究費助成事業時限付き分科細目に指定されるなど、我が国における新たな科学技術分野として成熟してきた。応用研究領域では、筋骨格系、循環器系の研究が盛んであり、創傷治癒、生殖医療においても注目すべき成果が創出されている。論文数の比較では、米国に次ぐ 2 位グループであり、2000 年以降の当該分野の論文著者所属国では全体の約 6% を占めるが、2012 年以降は伸び悩んでおり、戦略的に研究を推進する必要がある。メカノバイオロジーは物理学・工学と医学・生物学の融合領域であり、我が国における個別要素はそれぞれ強みを有するものの、学問横断的な視点が弱く、領域間の交流の場が他国と比べると少ないのが現状である。

（国外動向）

論文数の比較では、米国が約半分を占めるなど、米国が圧倒的に優位な状況であるが、米国以下は全て 10% 以下のシェアで激しい競争の下にある。米国では、国立衛生研究所（NIH）の研究所の一つとして National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering を 2000 年に設立したほか、国立科学財団（NSF）は Biomechanics and Mechanobiology に対する資金配分を強化し、基盤的研究の支援を推進している。国際的にはメカノバイオロジーに特化した組織は少ないものの、米国内の主要な大学に数多くの医用生体工学関連の研究所が

設立されており、メカノバイオロジー関連の研究教育活動が盛んに行われている。また、アジア諸国においても、シンガポールでは 2009 年にメカノバイオロジー研究所（MBI）を設立し、米国コロンビア大学の教授を所長として迎えるなど、世界各国から研究者を公募して研究を推進している。

7. 検討の経緯

戦略的な基礎研究の在り方に関する検討会 報告書（平成 26 年 6 月 27 日）に基づき、以下の通り検討を行った。

（サイエンスマップ及び科学研究費助成事業データベースを用いた国内外の研究動向に関する分析資料の作成）

「サイエンスマップ 2012&2010」（平成 26 年 7 月 31 日科学技術・学術政策研究所）及び科学研究費助成事業データベースにおける情報を用いて、国内外の研究動向に関する分析資料を作成した。

（分析資料を用いた専門家へのアンケートの実施及び注目すべき研究動向の作成）

「科学技術振興機構研究開発戦略センター」や「科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センターの専門家ネットワークに参画している専門家」に対し、作成した分析資料を用いて今後注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。その後、アンケートの結果についての分析等を行い、注目すべき研究動向として「メカノバイオロジーに基づく次世代医療技術の創成」及び「インタラクティブバイオ界面創製技術の研究開発」を特定した。

（ワークショップの開催及び研究開発目標の作成）

注目すべき研究動向「メカノバイオロジーに基づく次世代医療技術の創成」及び「インタラクティブバイオ界面創製技術の研究開発」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップをそれぞれ開催し、特に注目すべき国内外の動向、研究や技術開発の進展が社会的・経済的に与え得るインパクトやその結果実現し得る将来の社会像、研究期間中に達成すべき目標などについて議論を行い、それぞれのワークショップにおける議論等を踏まえ、研究開発目標を作成した。

8. 閣議決定文書等における関係記載

「医療分野研究開発推進計画」（平成 26 年 7 月 22 日健康・医療戦略推進本部決定）

I. 1. (1) ③

科学技術立国である我が国が、iPS 細胞をはじめとする幹細胞を活用した再生医療技術やゲノム解析等の最先端医療技術だけでなく、工学や材料科学、製造業の特筆すべき課題解決力を最大限に生かした世界最先端の医薬品や医療技術を開発し、これらを速やかに国民に提供できる国を目指すことが期待される。

「第4期科学技術基本計画」（平成23年8月19日閣議決定）

Ⅱ. 4. (1)

医療・介護・健康サービス等の産業を創成し、活性化することで、我が国の持続的な成長と社会の発展を実現する。さらに、先進諸国がこれから直面する高齢社会への対応や発展途上国に蔓延する疾病に対し、医薬品、医療機器の開発等を通じて、国際貢献を目指す。

「科学技術イノベーション総合戦略2014」（平成26年6月24日閣議決定）

第2章第2節3. (4) ①

生体との相互作用を持つバイオデバイスのような「ナノバイオデバイス・システム」など、従来とは異なるアプローチで開発されたデバイス・システムが注目を集めている。これらの革新的なデバイスを次世代デバイス・システムとして活用する取組は、分野横断的に大きな波及効果を期待できる。

9. その他

○本研究開発目標の下で行われる研究によって生み出される成果は、直接的には物理的刺激による生体応答の制御を可能にするため、医療機器等への応用が期待される。そのため、日本医療研究開発機構における連携プロジェクト「オールジャパンでの医療機器開発」や「革新的医療技術創出拠点プロジェクト」等において、本研究開発目標の下で行われる研究の成果を着実に実用化に繋げるための取組が期待される。

平成 27 年度研究開発目標

1. 目標名

画期的医薬品等の創出をもたらす機能性脂質の総合解明

2. 概要

疾患等を始めとした様々な生命現象を制御する機能性脂質は、膜リン脂質等の代謝反応によって生成され、細胞応答を誘発する脂質メディエータや、膜タンパク質を制御する膜脂質など、生体において重要な分子群である。質量分析技術等の発達によって、極微量の脂質代謝物の検出が可能となった現在、新たな機能性脂質やその代謝経路の解明が進み、創薬標的の有望な候補の一つとして、画期的新薬の創出に貢献することが期待される。

一方で、疎水性分子である脂質に関する実験技術は、タンパク質、DNA 等親水性分子を扱う他の生命科学研究手法との親和性が低いこと、また脂質解析自体の網羅的かつリアルタイムでの計測や、生体内での操作が難しい等の課題を抱えていることから、広範な疾患研究等にて脂質解析が行われるには至っておらず、技術的ブレイクスルーの必要性が高まっている。

そのため、本研究開発目標では、我が国に蓄積された機能性脂質研究の知見や、創薬基盤技術等を活用しつつ、上記のような脂質特有の技術的障壁を解消し、幅広い疾患研究において機能性脂質に着目した疾患の機序解明等を行うことにより、創薬等の画期的な実用化シーズの創出を目指す。

3. 達成目標

本研究開発目標では、必要な技術開発を行うとともに、機能性脂質を介した様々な疾患機序を解明することを通じ、最終的には、画期的医薬品や診断マーカー等、疾患の克服に資する新たな実用化シーズを創出することを目的とする。具体的には、①、②の技術開発を行いながら、③を実施する事を目指す。

- ①超高感度・高精度な次世代脂質解析に資する革新的技術の開発
- ②機能性脂質を自在に操作するための制御技術創出
- ③機能性脂質に着目した様々な疾患の機序解明

4. 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像

3. 「達成目標」に記載した事項の達成を通じ、以下に挙げるような社会の実現に貢献する。

○免疫、生殖、代謝疾患、循環器疾患、がんを含む炎症性疾患、精神・神経疾患等、有効な治療法が確立されていない疾患（アンメットメディカルニーズ）を含む様々な疾患に関与することが指摘されている機能性脂質の機序の解明が創薬等へ応用され、健康長寿社会が実現している社会。

- それ自身がシース化合物として創薬研究への展開が可能であり、また低分子量であるためにその活性を模倣・阻害する分子の合成が比較的容易な機能性脂質が、製造・保管のコスト面など医療経済学の観点からも有用である低分子医薬品の開発に活用され、我が国の高騰する医療費負担が軽減されている社会。
- 不妊症やアトピー性皮膚炎・気管支喘息等、QOL に関する疾患が機能性脂質による創薬により克服され、我が国が直面する少子高齢社会における女性や子供の生活の質が向上している社会。

5. 具体的な研究例

①超高度・高精度な次世代脂質解析に資する革新的技術の開発

新規の機能性脂質のさらなる探索や超局所的な機能性脂質の産生・作用の場、機能性脂質の作用メカニズムを明らかにするために、質量解析（マスペクトロメトリー:MS）技術をはじめ、CT、PET 等を用いたイメージング技術や、Non target MS 法等によるデータドリブン型リポドミクス解析技術を開発する。さらにはそれらを活用し、情報科学的手法も取り入れながら、三次元解析、リアルタイム解析等を実現する革新的解析技術を開発する。

②機能性脂質を自在に操作するための制御技術創出

活性は強力であるものの生体内の産生が極微量であり、超局所的に作用していることが想定される近年新たに見出されつつある機能性脂質の生理的機能を解明するためには、上記のような微細環境における解析技術に加え、それ自身の動態や作用を制御する技術が必要であることから、従来の遺伝学的手法に加え、ケミカルバイオロジー的手法や脂質-タンパク質相互作用等の生物物理学的手法を活用した脂質操作の基盤的技術を創出する。

③機能性脂質に着目した様々な疾患の機序解明

上記で開発された革新的技術等をも動員しながら、機能性脂質を介した疾患の機序についての研究を推進し、特に新規分子を含む機能性脂質に着目した様々な疾患の機序解明を実施する事で、創薬ターゲットや診断マーカー等を始めとした画期的な実用化シーズの創出に貢献する。

6. 国内外の研究動向

（国内動向）

日本の脂質研究の水準はかねてより高く、いわゆる第一世代の脂質メディエータと呼ばれる、プロスタグランジン、ロイコトリエンといった分子について、日本人がその受容体、産生酵素の多くの同定・分子クローニングを行うなどの多数の成果を挙げてきた。現在も第二世代の脂質メディエータの発見とその意義の解明等により、論文数では米国に次ぐ状況であ

る。また、従前より産学連携も盛んであり、脂質メディエータ関連の化合物ライブラリが構築され、脂質メディエータに関連した医薬品が上市されるなど、日本企業の貢献も目立っている。さらに、我が国は、産学ともにこれまでの機能性脂質研究に大きく貢献してきた質量分析に関しても技術的土壌に強みがあり、本領域における認知度は世界的にも高い。加えて、我が国に 1961 年に発足した「日本脂質生化学会」では、1989 年には世界に先駆けて脂質データベース「Lipid Bank」の整備を開始するなど、以前より世界の脂質研究をリードし、脂質を一研究領域として高めてきた。

その一方で、我が国の脂質研究においては、マイクロアレイ、シーケンス解析を始めとしたゲノム解析のように、誰もが気軽に脂質を解析する事が困難となり、参画する研究者層の固定化が進んでいるという懸念がある。

(国外動向)

脂質研究に関しては、米国においては 2003 年より多機関参加型研究拠点「LIPID MAPS」が開始し、巨額の国立衛生研究所 (NIH) グラントと多数の研究グループの参画の元、今日まで継続的に支援がなされている。「LIPID MAPS」では全体に分析機器の改良や分析、脂質代謝経路の確定に重点が置かれており、現時点では機能性脂質の作用メカニズム等を追求する体制にはなっていないものの、代謝経路、代謝産物の同定とデータベースの構築後は、その過程で発見された新規脂質分子の機能解析に研究の方向が向かうことが予想されている。また、欧州においても 2005 年に第 6 期フレームワーク・プログラムとして「ELife」が開始し、第 7 期においても「LipidomicNet」として本領域の研究支援が継続されている。このように各国が長期的かつ精力的に研究を推進する中、我が国の機能性脂質研究の優位性は危機に瀕している。

また、質量分析の技術についても、古くより鉄鋼業等の分野で強みのあった独国、米国等が生物学領域に進出しており、我が国と競合しているほか、オランダ、スウェーデン、ベルギー等の欧州のグループも積極的に研究を実施している。中国、シンガポールといった新興国は大型機器を購入し、本格的な研究に着手するなど、過去ゲノム解析分野において見られた研究新興国の猛烈な追い上げも徐々に起こりつつある状況である。

7. 検討の経緯

「戦略的な基礎研究の在り方に関する検討会 報告書」(平成 26 年 6 月 27 日)に基づき、以下の通り検討を行った。

(サイエンスマップ及び科学研究費助成事業データベースを用いた国内外の研究動向に関する分析資料の作成)

「サイエンスマップ 2012&2010」(平成 26 年 7 月 31 日科学技術・学術政策研究所)及び科学研究費助成事業データベースにおける情報を用いて、国内外の研究動向に関する分析資料を作成した。

(分析資料を用いた専門家へのアンケートの実施及び注目すべき研究動向の作成)

「科学技術振興機構研究開発戦略センター」や「科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センターの専門家ネットワークに参加している専門家」に対し、作成した分析資料を用いて今後注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。その後、アンケートの結果の分析等を行い、注目すべき研究動向として「生物活性脂質の機能解明」を特定した。

(ワークショップの開催及び研究開発目標の作成)

注目すべき研究動向「生物活性脂質の機能解明」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、特に注目すべき国内外の動向、研究や技術開発の進展が社会的・経済的に与え得るインパクトやその結果実現し得る将来の社会像、研究期間中に達成すべき目標などについて議論を行い、ワークショップにおける議論等を踏まえ、研究開発目標を作成した。

8. 閣議決定文書等における関係記載

「医療分野研究開発推進計画」(平成 26 年 7 月 22 日健康・医療戦略推進本部策定)

I. 1. (1) ②

我が国の疾患別医療費及び死亡率の上位を占める、脳卒中を含む循環器疾患、(中略)、次世代を担う小児・周産期の疾患、不妊症、(中略)、国内最大の感染症である肝炎、長期にわたり生活の質(QOL)を低下させる免疫アレルギー疾患、慢性の痛みを呈する疾患、希少な疾患や難病、(中略)、女性に特有の健康課題、(中略)等の多岐にわたる疾患等に対し、(中略)新たな医薬品や診断・治療方法の開発、医療機器等の開発が推進される社会の実現を目指す。

「第 4 期科学技術基本計画」(平成 23 年 8 月 19 日閣議決定)

III. 2. (2)

新たな産業基盤の創出に向けて、多くの産業に共通する波及効果の高い基盤的な領域において、世界最高水準の研究開発を推進し、産業競争力の一層の強化を図っていく必要がある。

9. その他

○平成 25 年度戦略目標「疾患実態を反映する生体内化合物を基軸とした創薬基盤技術の創出」(以下、「代謝」)では、機能性脂質を含む生体内化合物を基軸として、疾患病態の理解や、これらに関する創薬基盤技術の開発に向けた取組を実施してきたところである。一方、本研究開発目標において実用化シーズを見出すに当たっては、これら「代謝」から創出されてきた成果が、その基盤的知見として活用されることが見込まれ、「代謝」における研究課題との間での連携等も期待される。

○本研究開発目標を通じて、脂質が広くライフサイエンスの中で開かれた対象となることが

期待される。様々な疾患研究者が脂質の解析を行うことで新たな知見が生まれる、あるいは新たな技術が脂質研究を向上させるといった、これまでになかった分野間の交流を実現するため、幅広い分野の研究者の参画が期待される。

○本研究開発目標で実施する研究については、創薬研究に直結する成果が期待される。実際に機能性脂質研究の成果が、創薬支援ネットワークの枠組において、アカデミア創薬シーズとして支援対象となっている例もあり、本研究開発目標の成果も、日本医療研究開発機構の適切な支援により、実用化に向けた研究に移行する事が期待される。