

飛行艇を用いた臨床地球惑星科学の創成

① 計画の概要

学術観測用の大型飛行艇を導入し、その優れた機動性を生かした観測研究を、海域を中心に実現する。また、これを整備・運用する共同利用機関を設置する。飛行艇を導入することで、初めて実現が想定される観測研究としては、(1)大型の「ジオイベント」の発生に即応した初動観測研究、(2)地球環境変化の持続的超高精度モニタリング研究、(3)次世代型三次元地球観測研究、が挙げられ、最終的に「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を日本発で創始する。

(1)の大型「ジオイベント」としては、巨大地震や火山噴火、台風、竜巻、隕石落下、大型タンカー座礁、油田事故、原発事故等が挙げられ、これらの発生に即応した初動観測を実現することが本計画の第一の目的である。このような未経験の事象・事件が突発的に発生した時、科学者が社会から求められるのは、学術的に正確な見解を迅速に提供することであり、これを実現するには、現場で観測データや試料を迅速に入手する必要がある。飛行艇は、これを海域で実現するのに最も有効で、かつ、唯一の手段である。

(2)は、海域定点における高頻度時系列観測を実現したり、陸上の大型・特殊分析機器や施設を用いて海域採取試料を超高精度定量したりするもので、これも機動性に優れた飛行艇を導入することで、初めて実現可能となる。さらに海域長期自動観測装置 (Argo や海底地震計など) も (2)の目的を達成する上で有用であるが、飛行艇はこれらの広域設置・回収作業を最も効率的に実現するツールとなり得る。

(3)は、その具体例として、火山島や岩礁、流水、極域等の研究が挙げられる。飛行艇を用いて上空から広域的に観測すると同時に、飛行艇を着水させて上陸観測や海洋内観測を実現することは、飛行艇以外では難しい。さらに大型海洋生物や特定水塊、漂流ゴミなどを追跡観測することも、飛行艇なら実現出来る。

② 目的と実施内容

近年飛躍的に性能が向上している日本製の大型飛行艇を、地球惑星科学分野を主要対象とした観測研究推進の新しいツールとして導入するとともに、これを整備・共同利用する体制を構築し、またこれを運用する上で必要となる観測機器や分析機器を開発・整備することを目的としている。これにより、大型「ジオイベント」発生から数日以内に対象海域に着水して試料採取や観測を実現し、突発的に発生した大型「ジオイベント」の発生原因解明や影響評価を、迅速に実施する。これは従来用いられて来た船舶や航空機では実現不可能であった世界初の試料採取や観測であり、これを実現することで、世界初の新しい「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を日本発で創始する。

具体的な実施内容としては、まず共同利用の中核となる飛行艇共同利用センターと、その運営方針を決定する運営委員会を名古屋大学に設置する。また評価委員会が、飛行艇共同利用センターや運営委員会の運営内容をチェックする体制を整える。現在日本で唯一の飛行艇用の整備施設がある岩国飛行場内に機体の整備場を、またアクセスが容易で、かつフライトスケジュールに余裕のある名古屋小牧空港に搭載機材の整備場を新設し、飛行艇共同利用センターのメンバーが常駐する。基本的には名古屋小牧空港を発着拠点とするが、必要に応じて各地の飛行場も活用して運用する。また計画開始 4 年目に飛行艇本体と関係する観測設備を導入し、観測を開始する。運用時の年間の観測総フライト日数は 100 日程度とし、1 日単位で年間 70 日分程度のプロポーザルを半期に分けて公募し、実施する。また巨大地震などの大型「ジオイベント」発生などの緊急時には、事前に決めたスケジュールに依らず機動的に初動対応出来るように運用する。

③ 学術的な意義

もし東シナ海の下海底から突発的にガス噴出が起これ、大量の気泡が海面上に到達している現象が民間飛行機のパイロットに

によって発見されたとしよう。外洋で観測中の研究船を呼び戻し、装備や人員を入れ替えた上で東シナ海に向かわせた場合、現場で観測を開始するまで発見から一ヶ月前後かかるだろう。これは「海底からのガス噴出」を、「宇宙からの隕石の落下」や「核燃料運搬貨物船の沈没」に置き換えても同様のことが言える。

これに対して、飛行艇があれば、このような地球惑星科学領域における突発性の大型「ジオイベント」の発生に即応した初動観測を数日以内に実施することが可能である。これまで得られたことの無いデータを取得することが可能で、大型「ジオイベント」に対する学術的知見を深めることが出来る。また迅速な実態把握を通じて、研究者に対する社会からの要請に応えることが出来る。さらに海洋資源が関係する研究では、いち早い学術研究の実施が、それを実現した国の国益に直結する可能性も



Fig. 1 飛行艇 (新明和工業 US-2)。

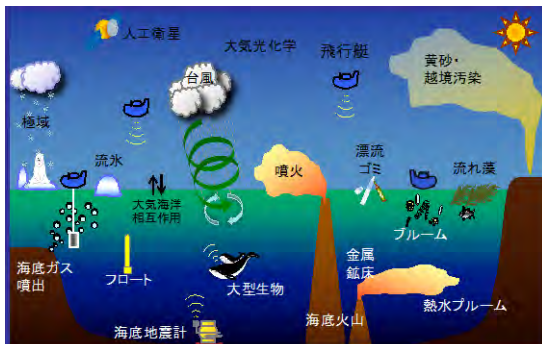


Fig. 2 飛行艇を用いた観測の具体例。

ある。

また、飛行艇は、海洋学研究を遂行・実現する上で必要な各種コストを削減することが出来るため、海洋学研究の活性化も期待出来る。例えば、飛行艇は、現状では観測船を用いて約一ヶ月かかる海洋観測や大気観測を、一日で終了させることが出来る。実験室レベルで高い分析・解析技術を保有する優れた非大気・海洋分野の研究者の大気・海洋分野への参入を促進することになるため、国内の科学全体に利益をもたらすことが出来る。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

特に海洋科学分野における東アジア諸国の台頭は顕著で、日本にとって大きな脅威となっている。特に中国では、海洋学会の会員数が6000名を超え（日本は1500名弱）、国家海洋局に属する中型以上の研究船は30隻を超える（日本は10隻弱）など、今や研究者の数も、また観測船の数も日本を大きく上回っている。本提案は、機動性に勝る飛行艇の導入で緊急に状況の改善をはかり、国益を守ることを主要目的の一つとしている。

これまで世界のどの国でも、飛行艇を地球惑星科学研究に利用した前例は無い。これは、日本以外では大型飛行艇の開発が実質的に行われておらず、その性能が極めて低いことに原因がある。本提案は、飛行艇を地球惑星科学研究の推進に利用する世界初の提案である。諸外国が観測に使用する船舶や航空機では実現不可能な試料採取や観測が実現することで、世界初の新しい「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を日本発で創始する。

⑤ 実施機関と実施体制

名古屋大学に設置される予定の飛行艇共同利用センターと、その運営方針を決定する運営委員会が、共同利用の中核となる。またこれとは別に評価委員会を設置し、飛行艇共同利用センターや運営委員会の運営内容をチェックする。日本地球化学会等の関係する学会コミュニティが、運営委員会と評価委員会の人選などをバックアップする。なお型式証明が導入に間に合わない場合は、南極観測船の運用を参考に、自衛隊に運用を委託する。

現在日本で唯一の飛行艇用の整備施設がある岩国飛行場内に機体の整備場を、また名古屋小牧空港内に、搭載機材の整備場を新設し、飛行艇共同利用センターのメンバーが常駐する。一般の共同利用者は、基本的に名古屋小牧空港を発着拠点として利用することになるが、課題に強い必要性がみとめられる場合は、各地の飛行場も活用出来るようにする。

⑥ 所要経費

大型設備費：170億円（飛行艇本体120億円、小型観測船10億円、観測機器10億円、整備場および管理棟建設費30億円）

運営費：35.9億円/10年（機体維持費・消耗品・燃料代25億円、運営委員会および飛行艇共同利用センター運営費1.4億円、共同利用推進経費6億円、委託費3.5億円）

人件費：18.8億円/10年（特任教授2名、特任准教授2名、特任助教2名、事務職員6名、技術職員10名）

⑦ 年次計画

初年度～3年目 ＜拠点整備および大型設備の導入準備＞：

拠点の組織作りを行い、特任教員等の人員を整備する。また整備場および管理棟を建設を開始する。関係団体（特にメーカーや機体の開発委託元である防衛省）との細かい調整や場合によって新しい法整備が必要となるため、これを民間コンサル会社に委託して対応する。共同利用に際して、研究課題の公募システムの構築、迅速な課題評価システム、共同利用実験の実施システムを構築する必要があり、特任教授が中心となって整備を進める。また飛行艇本体と小型観測船、さらにこれに搭載する観測機器の機種選定と設計、発注等の作業を、特任教授が中心となって進める。

4～5年目 ＜飛行艇の導入・試験運用＞：

飛行艇本体と小型観測船、さらにこれに搭載する観測機器を4年目までに導入し、試験運用を開始する。

6～9年目 ＜運用＞

飛行艇の共同利用を開始する。

10年目 ＜自己点検と研究所化＞

研究成果や共同利用システムの良否の点検を行い、その質の向上を進める。特に利用者の増加や利用者の研究成果の発信状況などの観点から、拠点としての評価を行う。また拠点として必要な機器の追加の整備を進める。共同利用機能を中心に据えた大学共同利用機関法人の1つとして、「飛行艇観測研究所」の設立を進める。

⑧ 社会的価値

飛行艇は一フライトの乗員は3名、交代・整備を含めても10名程度で運用出来るため、長期的な運用コストは一般の観測船より安くなる。さらに、一研究室でも定点時系列観測が実現可能になり、地球環境変化の持続的超高精度モニタリング研究が容易に実現出来る。従来通り観測船を用いて行われていた場合と比較すると、所要する経済的コストや、研究者の負担を大幅に削減することが出来る。

また、大型「ジオイベント」発生の脅威は、国民一般が強く感じている。このような緊急時に必要なデータや試料を迅速に入手出来る体制を整えることを目的とした飛行艇の導入計画は理に叶っている。さらに、飛行艇は、惰性或猿まねの提案ではなく、日本の技術的優位性を生かしたオリジナリティの高い提案であり、国民の理解が得やすい。

さらに資源や領土・領海が関係する研究は、迅速に実施しないと、国益を失う可能性がある。海洋に囲まれた日本の国益を守る上でも、飛行艇の導入は強く望まれる。

⑨ 本計画に関する連絡先

角 皆 潤（日本地球化学会）

ヒューマンセントリック思考による経験知集約材料創製

① 計画の概要

物質・材料分野における新しい学理創成を目指し、人間の感覚・感性に合わせた材料創製(ヒューマンセントリック思考による材料創製)を可能にする研究拠点を形成する。人間の感性に訴える材料創成を実現するために、従来の原子・分子レベルの精密配置を制御するボトムアップ型材料創成研究に、これまでに蓄積されている材料設計の成功・失敗から得た「経験知」を集約、活用した新材料創製を目指す新しい研究モデル「経験知集約材料創製モデル」を構築、実践する。材料創成に関わる研究を、成功、失敗に関わらずデータベース化し、成功と失敗の分岐となる特異点をマイニングし、実践検証する経験知集約材料創製拠点を設置する。多様な素材やモノ作りの経験値をデジタルデータとして収集し双方向に共有すると共に、人の感性に応える物質・デバイスの本質を見極める科学とそれを実現する技術基盤を確立し、研究から得られる経験値をムダにしないシステムとビッグデータ時代に対応出来るモノ作り人材育成を実践する。

② 目的と実施内容

物質・材料分野における新しい学理創成を目指し、人間の感覚・感性に合わせた材料創製(ヒューマンセントリック思考による材料創製)を実現する拠点を形成する。人間の感性に訴える材料創成には、触感などを科学、さらには化学的な言葉に翻訳する操作が不可欠であり、また、そのような材料をどのようにしたら創成出来るのかという本質的な問題に答える必要がある。これを実現するために、従来のボトムアップ型材料創成研究の成功と失敗から得た「経験知」を集約、活用し、成功と失敗の分岐となる特異点での研究者の判断の精度を飛躍的に向上することを目指す。「経験知」は人の失敗、成功から得られるかけがえの無い知識であるが、その多くは次世代に伝えることが難しい失敗の経験である。組織母体として既存の5大学附置研究所からなる「物質・デバイス領域共同研究拠点」に経験知集約材料創製拠点を置き、これまで研究者が試みた材料創成に関わる研究を、成功、失敗に関わらずデータベース化し、成功と失敗の分岐となる特異点のマイニングと、具体的なモノ作りの実践により経験知集約材料創製モデルを検証する。一方、今後得られる実験データなどの効率的かつ網羅的な収集には、ネットワークに接続した分析・合成装置などからの情報収集方法を確立し、材料創成を支援・設計情報収集する体制を整えて経験値のデータベース化を容易にする。データベース作成やデータ収集に於いては、研究データは知的財産権などの利権が複雑に絡まることから、権利関係を整理すると同時に、知財そのものである「経験知」を共同利用に供するための法整備や利用の仕方等、専門家による判断を仰ぐ。本提案のモデルの構築と実践には、人の感性を化学の言葉に翻訳する必要がある。そのために、知能科学や数理科学の専門家の参画を仰ぎ、人が感じる心地よさ等の「感性」を物質・材料の物理数理モデルで記述することに取り組む。

③ 学術的な意義

今日の物質・材料化学は、物質を原子・分子に還元し、その基本法則を解明した上で、再度統合する事によりマクロな性質を物性値として把握するという論理構成に基いている。その上に構築される技術・産業は、物性値の優れた材料を製品に加工して安く大量に生産・販売する事で成り立っている。これまで日本は材料化学・ナノテクノロジーの分野において国際的優位を保ってきたが、中堅国の激しい追従から今では日本発の新たなイノベーションが期待される状況にある。こうした中で、感性工学という言葉に象徴されるように、単純な物性値には還元しにくい人の感覚・感性を重視したモノ作りが注目されている。物質の質感を数理的に表現し、従来のボトムアップな物質数理モデルとの融合、すなわち、物質の原子・分子レベルと人の感覚・感性を数理科学的につなぐヒューマンセントリック思考は、まだまだ未踏の分野であり学術的価値が極めて高く新たなイノベーションを生み出しうる概念を提示する可能性を持つ。本研究を国が主導することにより、物理・化学・材料工学などの物質に係わる分野と、情報・数理科学、感性工学等の異分野学際融合が加速される。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

多くの便利な製品が行き渡った現在、人の価値観は、優れた機能を持つモノから、人の感覚・感性に訴えるクールなモノへと移行しつつある。感性をモノ作り、材料創製に結びつけるためには、感性を科学的な数値で表現することが必須となるが、このような試みは我が国においては極めて遅く緊急な対策が求められる。一方、科学的に記述された感性を化学的な材料に翻訳する試みは、現在においても経験に頼っているのが実情である。本計画はこれら2点を結び付けた拠点形成であり、今、集中的な研究体制を構築すれば、欧米の一步先をいくことが可能である。

⑤ 実施機関と実施体制

実施機関として、日本列島縦断型のネットワーク型共同研究拠点を形成する、物質・デバイス共同研究拠点(北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質化学研究所、東京工業大学化学生命科学研究所、大阪大学産業科学研究所、九州大学先端物質化学研究所)を中核として、「物質・デバイス領域共同研究拠点」に参画していた多様な分野の研究者に参画を呼びかけ、新しい学問創成に挑む。産業科学研究所は情報科学分野を、電子科学研究所は数理科学分野を有することから、両研究所では従来の実験的手法のみでは解析ができなかった要素を、情報・数理科学を活用して材料設計指針として提案し、5研究所が共通して有するモノ作り基盤を活用して提案された指針を実際のモノ作りへ実践して、経験知集約材料創製モデルを検証する。

⑥ 所要経費

予算総額 99 億円

- (1) 装置整備費：32 億円 物質・材料開発、物性・機能評価、デバイス化研究用既存設備の有効活用に配慮しつつ、各経験知集約材料創製拠点ブランチに、ヒューマンセントリック思考による新材料創製に必要不可欠な、各 1-5 億円規模の装置設備拡充を図る。（内訳：化学合成ロボット、超臨界ナノ粒子製造システム、多機能インクジェット、3D プリンタ、質感計測装置）
- (2) クラウド・ネットワーク整備費：7 億円-拠点全体を結ぶネットワーク構築のため、各ブランチに遠隔コミュニケーションシステムとクラウド環境（内訳：設計用クラウド計算機・データ記録装置）を整える。
- (3) 運営経費：60 億円（10 億円／年×6 年）各経験知集約材料創製拠点ブランチに、情報ネットワーク技術室と材料創製技術室を併設し、共同研究者間の情報共有及び材料の試作を支援する人員を配置する。（教員 10 名、技術職員 10 名、職員 6 名）

⑦ 年次計画

1～2 年目：各拠点の設備を充実させるとともに、遠隔コミュニケーションならびにクラウド環境を整えたネットワーク型拠点を構築し、今後蓄積される「経験値」を効率的かつ効果的に収集する施設整備を図る。具体的には、ナノプラットフォーム等の既存設備と分野・地域性を考慮して、超薄膜作製、微細加工、ナノ物性・機能評価などの設備を整備し、ネットワーク型拠点として効率の良い材料創製ライン整備を行い、試作を通してモノ作りの経験値蓄積をすすめる。

並行して、知財である「経験値」を共有するための問題点、諸課題を法律の専門家を交えて洗い出し、知財獲得と経験値利用ルールを整備する。

3～4 年目：各経験知集約材料創製拠点にヒトの感覚・感性をはかる質感計測装置から得られる人の感性を、科学的な数値、さらには化学的な言葉への翻訳するシステムを構築する。すべての参画機関と連携し、無機―有機―生体にまたがる多様な新物質・高機能材料に関する学術情報と材料設計情報の集積、また、質感計測装置による既存材料の質感情報の収集を開始する。これらの収集活動を通じて、原子・分子のレベルから材料設計を行う新材料創製のためのモデルを構築する。

5～6 年目：収集した学術情報のデータベース化と材料設計のノウハウの知識体系化を図ると共に、新材料創製のためのモデルを学理として体系的にまとめる。さらに、ヒューマンセントリック思考による新材料創製が可能なネットワーク拠点として全国共同利用共同研究を推進し、さらなるノウハウの蓄積、体系化を進め、ヒトの感覚・感性に訴える新材料創成を加速させる。

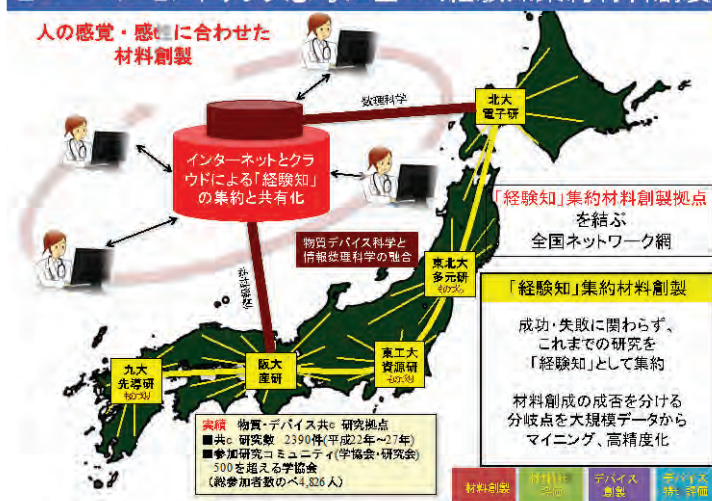
⑧ 社会的価値

ヒューマンセントリック思考に基づく材料創製は、従来の個別の技術領域における知的財産創出と異なり、材料・デバイスからデザイン、社会心理に至る幅広い概念を主張する知的財産の創出につながる。このような広い背景を請求項に持つ特許は、日本の弱い部分であり、まさに産業イノベーションの原動力となる。また、本ヒューマンセントリック思考は、大量生産による画一製品の生産者側から消費者側への一方通行の商品の流れを対話型個別生産方式へと産業の在り方を変え、わが国の産業が勝残る鍵を提供するものである。

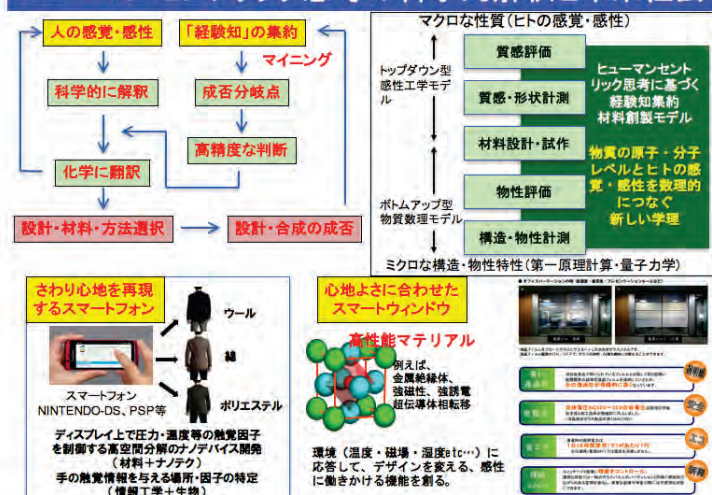
⑨ 本計画に関する連絡先

中谷 和彦（大阪大学・産業科学研究所）

ヒューマンセントリック思考に基づく経験知集約材料創製



ヒューマンセントリック思考の科学的解釈と未来社会



第二ターゲットステーションによる中性子・ミュオン科学の新たな展開

① 計画の概要

大強度陽子加速器施設は高エネルギー加速器研究機構(KEK)と日本原子力研究開発機構(JAEA)の協力により建設され、国内だけでなく国際的に広く利用されている。とりわけ中性子とミュオンを用いて実験を行う物質生命科学実験施設(MLF)に関しては、世界最強のパルスソースとして利用が広がりつつある。J-PARC の計画最大出力が 1MW であることを考えると 2016 年現在は道半ばではあるものの、SNS では第2 ターゲットステーションの計画が具体化しつつあること、ヨーロッパでは ESS 計画が進んでいるという現状を考えると、J-PARC においても次期計画を検討する必要がある。そこで本計画では新たなコンセプトによる中性子・ミュオン源 (2nd Target Station = TS2) を建設して輝度の大幅な増大を達成し、新たなサイエンスの創出と利用者拡大による展開を目指す。

TS2 への陽子ビーム供給は、現有の加速器を効率的に利用する。そして陽子ビーム集束や中性子標的とモデレータ及びビーム輸送の最適化などにより現在の MLF の 10 倍以上の中性子輝度増大を達成する。同時に中性子標的の表面から発生するミュオンを効率的に取り出すことにより、1 桁以上のミュオン強度増大を実現する。

これらを用いることにより、例えばガン治療や酵素の機能に関係するタンパク質の構造解析や、地球の下部マントルに匹敵する高温高压条件における構造解析等が可能になる。またミュオンにおいては、パルス周期に合わせた時間分割測定や透過型ミュオン顕微鏡を実現する。これらにより物質生命科学の新領域を拡大するとともに、産業界を含むユーザーの拡大によりイノベーションに貢献する。

② 目的と実施内容

J-PARC では線形加速器(LINAC)で 400MeV まで陽子を加速し、速い繰り返しのシンクロトロン(RCS)で 3GeV まで加速して MLF の中性子標的とミュオン標的にビームを供給している。RCS からの陽子は 25Hz で射出しているが、パルス間隔が長いほど実験装置における利用効率は高まるので、新たな施設を作る際に加速器を新設する必要はなく、25Hz のビームを振り分けるだけで済む。すなわち TS2 を建設することにより、最小限の加速器のアップグレード(1.5MW)で利用効率の 2 倍以上が実現できる。本計画では 20Hz 分を MLF に送るとともに 5Hz を TS2 に供給することで、MLF における実験装置よりも高性能な装置を建設できる。

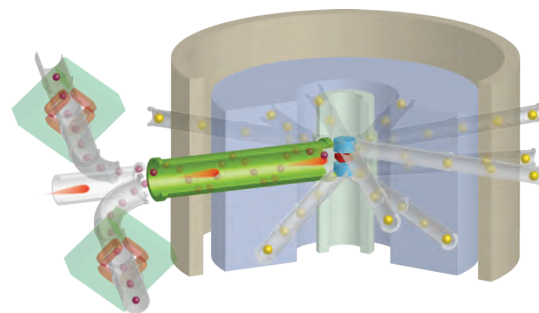


図1 TS2における中性子源とミュオン源。

RCS から供給される陽子ビームは、集束することにより中性子源における面積当たりの陽子強度を増大する。中性子標的としては固体もしくは液体金属を用い、標的のコンパクト化やモデレータ形状の最適化により MLF の 5 倍以上の輝度増大を達成する。またビーム輸送に高性能中性子ミラーを利用することにより、実験装置においては MLF (1MW) の 10 倍以上の中性子輝度 (1 パルスあたり及び単位面積あたりの中性子強度) が期待できる。これにより、現在は測定不可能な微小なタンパク質の結晶構造解析や、地球の下部マントルと同等の高温高压条件を達成するための高压装置の利用が可能になる。

一方中性子標的の表面から発生するミュオンを効率的に取り出すことにより、ミュオン強度の 1 桁以上の増大が期待できる。これにより反応過程の in situ 測定やミュオンの波動性を利用する装置を実現する。

③ 学術的な意義

TS2 の実現により、中性子科学とミュオン科学は「トップサイエンスの実現」と「裾野の拡大」の両面で学術的に貢献できる。「トップサイエンス」において最も期待できるのは、生体高分子中性子結晶構造解析である。TS2 の実現により 0.1 立方ミリメートルの結晶で測定可能になるため、例えば水素イオンポンプの役割を果たす膜タンパク質における水素イオンの経路解析や、癌細胞の増殖や転移に関わるタンパク質の抗がん剤結合部位の解析、水素分子を分解する機能を有するタンパク質の機能解析等が可能になる。

一方高压科学においては、数百 GPa および数千°C の高温高压下の実験ができるようになれば、地球や惑星の下部マントルにおける軽元素の状態を解明することが可能になる。そのためにはダイヤモンドア



図2 TS2で実現するサイエンスの展開。

ンビルセルを利用する必要があり、0.1 立方ミリメートルの試料サイズを測定することが求められる。

一桁以上のミュオンビーム強度が実現すれば、パルス周期に合わせた短時間測定が可能となる。これにより電気化学反応や水素脱離反応などの in situ 観察を行うことが可能となり、新材料の創成に貢献する。加えて透過型ミュオン顕微鏡を新たなツールとして提供する。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

国内においては震災以来 JRR-3 が停止しているため、中性子実験が可能なのは現在 MLF だけである。震災による被害などにより長期停止を余儀なくされることも多いが、それでも酸化物超伝導体やタンパク質等の基礎科学やリチウムイオン電池、有機 EL 等の新物質開発に繋がる研究、エコタイヤ開発などの産業応用まで様々な成果が出ており、利用は拡大の一途にある。

このような傾向は世界的にも同様であり、むしろ国内よりも拡大のペースは速い。ミュオンについてはパルスミュオン源と定常ミュオン源の世界をまたいだ相補利用が進んでおり、MLF-TS2 の実現により核磁場から電子磁場にわたる広い時間領域での物質生命科学研究が可能になる。

⑤ 実施機関と実施体制

J-PARC センター（高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力研究開発機構）が建設から利用に至る全ての責任を持つ。

⑥ 所要経費

リニアック

イオン源 100,000 千円 RFQ 400,000 千円 DTL1 100,000 千円 MEBT 50,000 千円 アライメント 100,000 千円 冷却水 50,000 千円、ACS 200,000 千円

RCS

高周波空洞 1,800,000 千円 キッカー 400,000 千円 入射部 100,000 千円

BT

取り出し部電磁石+電源 900,000 千円 電磁石及び電源 1,225,000 千円 制御 179,000 千円 モニタ 334,000 千円 真空 364,000 千円 付帯設備 1,018,000 千円

中性子源

標的循環設備 2,000,000 千円 遠隔操作機器 1,500,000 千円 極低温設備 1,500,000 千円 シャッター&遮へい体 1,500,000 千円 付帯設備 1,500,000 千円

ミュオンライン

電磁石 500,000 千円 電源 200,000 千円 付帯設備 600,000 千円

共通部分

実験室建屋 6,000,000 千円 第二 3NBT 棟 435,000 千円 トンネル 2,771,000 千円 空調および機械 486,000 千円 計 26,312,000 千円

⑦ 年次計画

1 年次-2 年次：概念検討・設計

3 年次-4 年次：TS2 実施設計、陽子ビーム輸送系実施設計、第 2 実験ホール実施設計、加速器機器製作、ミュオンライン実施設計、陽子ビーム輸送系機器実施設計

5 年次：TS2 実施設計、第 2 実験ホール建設、加速器機器製作、ミュオンライン実施設計、陽子ビーム輸送系機器実施設計、陽子ビーム輸送系建屋建設

6 年次：TS2 製作、第 2 実験ホール建設、加速器機器製作、ミュオンライン実施設計/製作、第 2 実験ホール建設、陽子ビーム輸送系機器製作、陽子ビーム輸送系建屋建設

7 年次：TS2 製作、第 2 実験ホール建設、ミュオンライン製作、第 2 実験ホール建設、陽子ビーム輸送系機器製作、陽子ビーム輸送系建屋建設

8 年次-9 年次：機器設置

10 年次：試験

11 年次以降：ビーム供用

⑧ 社会的価値

J-PARC MLF は 2008 年より中性子・ミュオンビームの供用を開始し、実験課題を国際公募して利用を進めてきた。その間に東日本大震災等の理由によって度重なる長期停止を余儀なくされてきたが、応募課題は半期で約 300 件あまり、利用者数は年間 800 人弱と国際的な水準に近づいてきた。また利用者の内訳も海外から約 20%、産業利用ユーザーも約 20%と増大してきている。またそれに伴って発表論文数も徐々に増えている。中でも水素やリチウムなどの軽元素の物質中での位置や運動状態を調べる、あるいは磁気的な構造を調べるという点では中性子とミュオンを使わなければ分からないことが多く、タンパク質やリチウム 2 次電池、鉄系超伝導物質等国際的な成果が出てきている。更に産業利用においてもエコタイヤの開発への貢献など、様々な成果として結実してきている。

⑨ 本計画に関する連絡先

岡田 安弘（大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構）

物性科学連携研究体

① 計画の概要

本計画に参画する5機関は、我が国を牽引するトップ研究所群である。本計画は、これら5研究所と、その基盤となる化学・物理・材料分野の多様なコミュニティが連携した研究体において、物性科学における融合学術研究の創成を目指した (A) 物性科学の戦略的な連携研究と、それを通じた (B) トップ研究人材の育成・交流プログラムからなる。

(A) 従来、物性科学では、個人あるいは研究室単位の「小規模研究」が主体で、大型装置が必要である場合は研究所が共同利用の場を提供するという形で研究が行われてきた。研究者個人の自由な発想が、独創的成果を挙げるうえで重要なことは言うまでもないが、一方で、大局的な研究目標や社会的に要請の高いテーマを設定し、それに向かって異なる研究者間、異なる分野間、そして異なる組織間でそれぞれに特色のある概念、手法、設備を戦略的に組織化して最大限のシナジー効果を発揮させることが必要不可欠になってきた。以上の背景を鑑みて、本研究計画では、専門分野の異なるトップ研究所間の連携研究により、異分野融合・シナジー効果を最大化し、物性科学を基盤とする新しい融合学術分野を創成することを目的とする。さらに、このような基礎学理から、環境・エネルギーなど全地球的課題の解決に資する革新的な新技術や指導原理を提案・実証する。

(B) 連携研究活動を強力に推進するために、多様な研究基盤を持つ人材の交流・頭脳循環の国際的な連携拠点（ハブ）を形成し、ネットワークを構築する。このような連携研究と国際ハブ拠点を生かし、将来の研究トップリーダーとなる人材を、連携研究のプログラム組織（物性科学（若手 PI）フォーラム）で育成する。さらに、クロスアポイントメントも利用して、大学を含む他機関との間で相互に中長期滞在研究を実施し、中核機関のポテンシャルを全国展開することによりわが国の物理化学研究の基盤を強化する融合研究を推進する。

② 目的と実施内容

物性科学においては、新しい物質合成手法の進展と量子論・統計物理学に立脚した物性学理の絶え間ない進展が、20世紀から21世紀にかけて、半導体、機能高分子、磁性体、液晶、超伝導体など、枚挙に遑のない大きなイノベーションの淵源となってきた。従来、物性科学では研究室単位の「小規模研究」が主体であったが、近年は様々な分野に跨る研究者・概念・手法・計測設備を組織化して総合力で取り組む戦略性が不可欠となってきた。もしこの考え方の導入が遅れると、物性科学分野における我が国の国際的優位性は時間の問題で失われるであろう。そこで本研究では (A) 物性科学の戦略的な連携研究として

(1) 卓抜機能物質、(2) 創発量子物性、(3) 省・創エネルギー原理

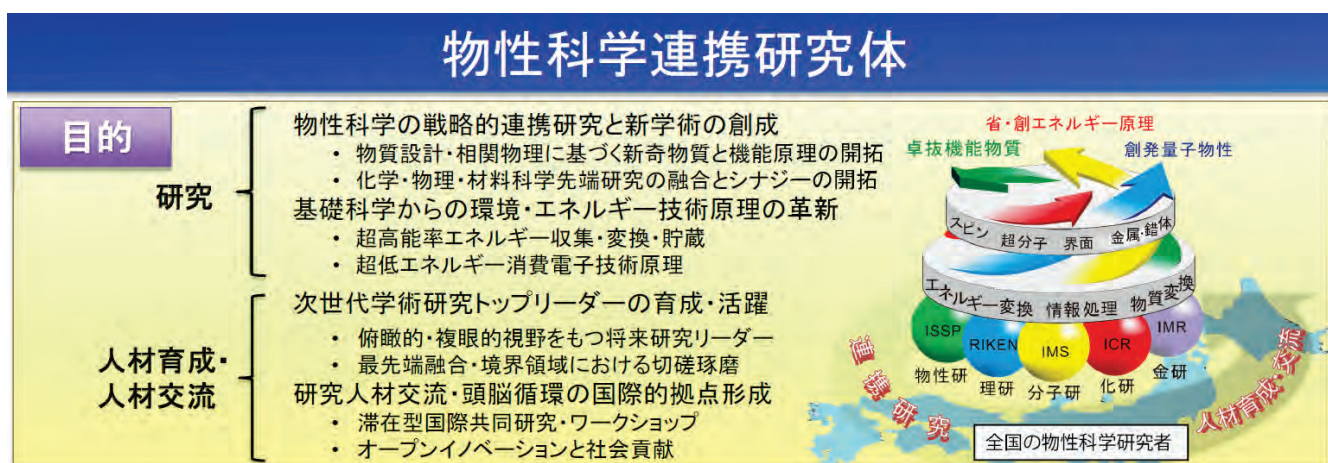
の3研究項目を取り上げて、これら重要物性科学研究における戦略的方法論の確立を目指す。また、研究を推進するために不可欠な設備群として、本研究計画では

(I) 特殊環境下の物質合成・反応制御、(II) 先端量子ビーム計測、(III) 多次元時空間プローブ

の3つを5研究所の連携と相補により重点的に推進する。また、(B) 将来のトップ研究人材育成および人材交流を推進するため、5研究所に連携研究部門／領域を設置する。これら連携研究室では、多様な研究基盤を持つ若手人材の育成・ネットワーク構築を行い、戦略的連携研究の中核を担うほか、諸大学からの兼務者をクロスアポイントメントで誘致するなど、中核研究機関で培ったポテンシャルが、我が国の学術基盤の強化に資することを目指す。

③ 学術的な意義

本研究の学術的特徴は、化学分野のみならず、物性物理、材料科学とのトップ研究機関間の連携による戦略的・重点的な研究計画の策定と実行によって分野融合学理を構築することである。この研究の最前線に若手研究者を登用しながら、かつ5研究所およびそのコミュニティ間での人材交流も促進することによって、将来の我が国の学術を牽引するトップリーダー人材



の育成を行う。具体的な研究項目としては、

- (1) 卓抜機能物質：近未来の社会システムに大幅な変革をもたらす高機能新規物質群を創出する。
界面触媒・反応科学、機能材料科学など。
- (2) 創発量子物性：物質中で互いに強く相互作用する電子群が示す創発的な物性、および表面や界面などの電子の運動が拘束された運動量空間・実空間のトポロジを反映した波動の干渉によって生じる量子物性を探求する。
- (3) 省・創エネルギー原理：上記の2つの項目のアウトプットの融合学理に相当し、機能物質およびデバイスにおける新たな原理を実証する。

を取り上げる。各項目について、世界を先導する成果を創出するとともに、環境・エネルギーなどの課題解決に資する革新的な新技術や指導原理を確立する。そのアウトカムとして、(a)環境調和型反応場の創出と超高効率エネルギー収集・変換・蓄積と、(b)超低エネルギー消費電子技術原理、が挙げられる。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

物性科学分野では、日本、ヨーロッパ、アメリカ、アジア諸国の間で熾烈な研究競争が行われており、早くから国家的集中投資が行われている。日本の強みは、従来から物質開発において物理と化学の連携が有効に機能していることで、本提案は、これを戦略的に連携させ、全世界的課題の解決に資する研究に展開するものである。

⑤ 実施機関と実施体制

自然科学研究機構 分子科学研究所、京都大学 化学研究所、理化学研究所 創発物性科学研究センター、東京大学 物性研究所、東北大学 金属材料研究所、以上の研究組織間の連携によって、有機半導体やトポロジカル絶縁体など有機から無機に広がる多種多様な新物質の迅速なデバイス化とその多重極限下での特性評価、触媒活性の多次元時空間プローブ、などの研究を推進する。また、放射光、自由電子レーザー、中性子などの量子ビームを用いて、各種デバイスのオペランド測定など、大型研究施設との戦略的共同研究を展開する。さらに、計算科学研究機構（京/ポスト京コンピュータ）との共同研究体制を構築し、最先端の物質開発・計測・シミュレーション技術が融合した物性科学を展開する。

⑥ 所要経費

本研究計画は、所要経費総額150億円、継続期間10年間とする。本事業は、下記の3つから構成される。

- (ア) 研究トップリーダーの育成と人材交流（総額75億円）
- (イ) シナジー促進のための基礎研究体制の充実（総額65億円）
- (ウ) 国際的研究発信・オープンイノベーション（総額10億円）

⑦ 年次計画

- (ア) 研究トップリーダーの育成

以下の施策を10年間継続して行う。各研究所において連携研究部門／領域を5つ設置し、その中に5つの連携研究室を設置する。それぞれの連携研究室はPI（特任教授、特任准教授、特任講師など）とその構成員（特任助教1名＋ポスドク1名）で構成する。5研究所の連携研究室を統合した物性科学（若手PI）フォーラムを設置し、若手PI 同士および関連研究者間との研究討論、情報交換、共同研究、ワークショップ開催を常態化させ、世界最先端研究環境の緊張感とその構成員としての矜持を促す。

- (イ) シナジー促進のための基礎研究体制の充実

連携研究所間のシナジー効果を創出するためには、各研究所の最先端実験設備を充実し、連携研究所間の共同利用を促進する必要がある。

- (ウ) 国際的研究発信・オープンイノベーション

本計画のような基礎研究の活性化には、人材の交流が最も重要である。これを促進するため、研究体が主催する連携研究体国際会議を、各期3年目と5年目に開催する。それ以外の年度には、研究体全体会議と分野別国際WSを開催する。また、各年度に、分野別連絡会議と、若手による運営と切磋琢磨を目的とした若手道場を開催する。

⑧ 社会的価値

物質科学には、革新的なエネルギー変換学理、物質変換学理、電子技術学理の創成によって、持続可能社会の確立に寄与することが、強く求められている。そのため本計画では以下に挙げる画期的な技術学理（game-changing technology）の構築を目指す。

- (a) 環境調和型反応場の創出と超高効率エネルギー収集・変換・蓄積

高効率人工光合成、大容量二次電池、高効率光触媒機能の開拓、環境調和型ナノ化学反応場の創成、さらには、これらを活用した有用な卓抜機能物質の創製。

- (b) 超低エネルギー消費電子技術原理

外場誘起相変化現象による極少散逸デバイス、超低エネルギー消費トポロジカルエレクトロニクス、高機能界面・分子系の開発。

⑨ 本計画に関する連絡先

山本 浩史（自然科学研究機構・分子科学研究所）

4次元時空間モデリング・アクティビティ解析プラットフォーム

① 計画の概要

本計画では、日本中を覆う無数のカメラ（以降、草の根センサと呼ぶ）から得られた、時空間上に疎に分布する膨大な映像データから、構造物の3次元復元だけでなく、様々な活動（人や車の動き、天候・環境の変化、農作物の成長など）を再構成可能な4次元時空プラットフォームを構築することを目的とする。本プラットフォームは、時々刻々と変化する生活空間を過去・現在・未来にわたって表現することによって、犯罪捜査・テロ対策、市民活動の把握と表現、交通状況予測、減災対策など未来における多面的な市民生活を支援し、第5期科学技術基本計画で推進される超スマート社会の実現のために重要な役割を果たす。

② 目的と実施内容

映像データ収集環境を整備し、映像データを蓄積・共有・解析するためのクラウド及びネットワーク環境の構築を行う。前半では、各地域拠点のキャンパス内に人、車両の映像データを取得するための広域な実験フィールドを整備し、継続的に実験データの収集を行う。関西拠点ではキャンパス内に人物行動データ収集のための実験フィールドを整備し、1000人規模の行動データを取得する。関東拠点では付設実験所に交通解析用道路を新たに整備しており、ここに映像収集・解析システムを整備する。さらに後半では、本計画内で議論・開発する個人情報保護に基づくガイドラインに基づいて、協力企業と連携しながらスマートフォン・ウェアブルカメラ・車載カメラ・超小型衛星など草の根センサからの情報収集、蓄積システムを構築する。

データ蓄積、解析のために各拠点にはクラウドサーバを整備する。データ拠点では、データベースおよび管理システムを構築し、共同利用者・ユーザフォーラム間でセキュアに利用可能なネットワークを構築する。これらのデータ利用を管理・研究利用するための共同機関を設置し、学術利用だけでなくイノベーション創出のためのビジネス利用も含めた活用を進めていく。関西拠点では映像取得・公開に関わるプライバシー問題の解決を目指すとともに開発技術が社会に与えるELSIを検討し、社会合意取得方法を議論する。画像・映像を研究する最大のソサエティとして、個人情報保護、情報倫理、情報セキュリティ、ELSIなどの観点から議論するとともに、社会意識の共通化を目指してガイドラインの制定も含めた実質的な問題解決を図る。

③ 学術的な意義

従来、大量カメラの研究は、数多く研究されているが、多くとも1000台程度の世界である。一般にスケールの違いは問題の本質を変えるものであり、新たな学問領域を創成しうる。例えば、ロンドンのように一都市300万台の防犯カメラが設置された世界では、エクサビットクラスの映像データが毎日発生している。これらのデータを如何に効率よくデータベース化するか、我々の呼ぶ4次元時空活動モデルの構築は、次世代ICT社会において必要不可欠である。また、映像情報により、様々なスケールで日本列島を丸ごと活動分析できる基盤は、世界初の試みである。本計画により、日本発として世界に先駆け新たな学問領域を発信していくことは、10年先のICT社会を日本が先導することとなり、社会的影響は計り知れない。

さらに本計画は、情報分野においてパラダイムシフトを起こす可能性を持つ重要課題であり、災害時には、その被害の状況を復元し対策に役立て、平時には、車の動きを捉えて渋滞を解消する、公共空間における人の挙動を認識して犯罪・テロ防止に役立てるなど、その利用価値は高い。

また一方で、これらの技術を発展し実用化するためには、ELSIを考慮した上で、社会合意形成が不可欠であり、本計画ではELSI的課題を抽出する方法論の開発・整備方法を検討する。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

防犯カメラなどの映像をもとに、実世界で生じている各種事象や人の活動をセンシングしようとする試みは、コンピュータビジョンの分野を中心に活発に進められてきた。米国におけるvisual surveillanceと並び、我が国においても分散協調視覚処理と呼ばれる研究分野が立ち上がり、同分野における研究開発で先行してきている。しかし大規模テロ事件を機に、欧米で研究開発投資が進められ、現在同分野における我が国の優位性が失われつつある。本計画は、これまで全く扱えなかった数万台規模の超大規模分散カメラ群からの映像の統合解析技術の確立を目指す。これは、超スマート社会の基盤技術として不可欠な超大規模分散カメラの映像解析に関して、全く新しい挑戦的課題の明確化とその解決に向けた技術開発を他に先駆けて実施するものであり、同分野における我が国の技術的優位性を再び確固たるものとするという点において極めて重要な意味を持つ。

⑤ 実施機関と実施体制

地域を考慮した日本列島縦断型のネットワーク研究拠点を形成する。各拠点では、本趣旨に賛同し参画する近隣の研究機関を取り纏め、各地域において収集したデータの保存ならびに4次元時空活動モデル化を行う。衛星画像については、データ拠点で保存し、データの知的財産、倫理・法・社会の諸問題に関して、関西拠点を中心に検討をする。また、各拠点の特徴を活



かし、モデル化に当っては、以下に示す役割を特に担う。

関西拠点（拠点本部） 大阪大学産業科学研究所（人物活動解析、科学捜査支援）大阪大学データビリティフロンティア機構（倫理・法・社会的課題対応）

東北拠点 東北大学大学院情報科学研究科（次世代交通システム、災害復興支援）

関東拠点 東京大学生産技術研究所（次世代交通システム、災害復興支援、人物活動解析）

九州拠点 九州大学大学院システム情報科学研究院（人物活動解析、CPS 応用）

データ拠点 国立情報学研究所（人物活動解析、衛星画像解析）

各拠点代表者をもって研究計画を策定する本部会議、4次元時空プラットフォーム構築に関連する情報学、都市工学、地球惑星研究等の有識者、ならびに、活動モデルの利用者である、地域研究、地理学、社会心理学、経済学等の有識者の意見を反映させる諮問委員会、全国の研究者コミュニティへ開かれた共同利用・共同研究の公募、採択を審議する共同研究推進委員会、共同利用・共同研究の課題設定、応募資料のとりまとめ、公募審査に関する実務を行う全国に展開した複数の領域部会、共同利用者との情報交換の場としてユーザフォーラム、ネットワーク拠点間での安定なデータ相互利用のためのデータ管理・相互利用委員会を設置する。なお、拠点本部は、大阪大学産業科学研究所におく。

⑥ 所要経費

（1）中核拠点共通設備； 総額 18 億円 —1 万台規模のカメラ映像の配備による映像収集のためには、各中核拠点ならびに公募研究機関が保有する既存設備の有効活用、参加協力者のスマートフォンの活用に配慮しつつ、データ収集ならびにモデル構築のための設備充実を図る。（主な内訳：全周撮影車両 3 千万円×10 台、スマートフォン 5 万円×6 千台、ウェアラブルカメラ 5 万円×2 千台、固定カメラ 60 万円×1 千台、クラウドコンピュータ 1 億円×5 台）

（2）運営経費： 総額 48 億円（8 億円／年×6 年） —中核拠点ならびにデータ拠点における、データ収集、モデル構築のための人員、各センシング機器の維持費、衛星画像の使用料が主目的である。（主な内訳：センシング機器維持費 1 億円、衛星画像使用料 1 億円、拠点要員 3 億円（データ収集・処理指導教員 700 万×20 名、データ収集・処理研究員・技術職員 500 万円×24 名、拠点運営事務職員 400 万円×6 名）、携帯通信回線・高速光通信契約費 3 億円）

⑦ 年次計画

（初年度）各拠点においてデータ収集環境となる実験フィールドを整備する。固定カメラや全周カメラを搭載した車両の整備を行い、各拠点において映像データを蓄積・共有するためのクラウド及びネットワーク環境を構築する。またモデル化の要件を明確化し、プラットフォームの全体設計を行う。ELSI に関しては諮問委員会を発足し、調査・議論を開始する。

（2 年目）映像データの収集を各実験フィールドで開始し、拠点間で共通利用できる体制を整える。また収集した映像データを元に、実世界環境・活動の 4 次元モデル化システムの開発に着手し、統合データベースのフォーマットを策定する。ELSI については専門家、一般市民を対象としたワークショップなどを開催し、社会合意の形成を進める。

（3 年目）モデル化システムの初期開発を完了し、テストデータベースを構築する。社会合意のもと超小型衛星を含む草の根センサによる映像集積環境を整備し、実環境データ利用の課題抽出と次年度以降の開発計画を策定する。またエンドユーザ調査によりデータベースからの情報検索・表示インタフェースの設計を行う。

（4 年目）映像収集環境の見直しと更新を行うと同時に、草の根センサによるデータ収集に着手する。またプラットフォームの実運用に向けてシステムの改良、汎用化設計を行い、情報検索・表示プログラムの開発を行う。

（5 年目）公開に向けたモデル化システムの改良を行い、汎用ライブラリ開発・マニュアル作成などを行う。前年度策定運用計画を元にプラットフォーム全体の非公開運用試験を行い、システム・運用の両面から評価と問題点の抽出を行い、改良を行う。

（最終年度）プラットフォームを公開し、システム全体の運用試験を開始する。利用者からのフィードバックを元にシステム全体の安定化を行う。またユーザビリティを含めた最終的な性能評価を行う。

⑧ 社会的価値

日常における事故の防止や、テロや犯罪の抑止・解決は一般に強く求められるところである。プライバシーの問題からカメラの設置、映像データの利用は慎重に議論する必要があるが、これに関する課題を調査し、解決するのも本計画の重要な課題の一つである。東日本大震災に見られるように災害／緊急時における状況の把握は、国・地方自治体だけでなく一般市民にとって最も重要な関心事項である。的確で迅速な状況把握は、発災時の直接的な避難誘導によって人命が損なわれるのを防ぐのに加えて、都市部における 2 次被害を避けることによって経済の麻痺を回避し、利益の損失を最小限に留めることができる。また様々な事象と照らし合わせて人・物の流れを把握することで新たな価値を創造し、新たなビジネスの創出が期待される。移動の効率化は直接的な生産性の向上につながり、快適な社会は豊かな発想と高い生産性をもたらす。さらに本プロジェクトは、電気機器メーカー、自動車メーカーなど産業界との連携協力が必須であり、創出された日本独自の技術を世界市場に展開することによってハード・ソフト両面からグローバル経済を牽引することを目指している。

⑨ 本計画に関する連絡先

村松 大吾（大阪大学産業科学研究所）

太陽光エネルギーを利用する二酸化炭素の再資源化に基づく物質生産

① 計画の概要

石油・石炭等の化石資源は、エネルギー資源のみならず、有機化合物をベースとする我々の生活を支える多様な物質合成の原料となる炭素資源としても極めて重要である。エネルギー資源の問題については再生可能エネルギーの利用が始まっているものの、化石資源の燃焼に依存した現況のエネルギー体系を完全に代替できる技術開発の目途は全く立っていない。また化石資源の燃焼は、大気中の二酸化炭素濃度の上昇と地球温暖化の問題の主因ともなっている。もし、多量に排出されている二酸化炭素を、新たな炭素資源として活用できれば、そしてそれを太陽光エネルギーの活用により達成できれば、炭素資源の枯渇とエネルギー資源の不足、そして地球温暖化という、人類の将来にとってきわめて深刻な 3 つの問題を一挙に解決する技術となりうる。

本研究では、これら問題の解決に資するため、二酸化炭素の再資源化手法の開拓、太陽光エネルギーの利用、ならびにその応用・展開に多面的に取り組み、真に有効なさまざまな工業プロセスを実現することを目指す。この目的を実現するため、1. 再資源化の手法、2. 研究手法、3. 再資源化研究ステージの三つの視点からの取り組みを織りなすことにより、総合的な研究展開を行う。具体的には 1. 再資源化の手法に関しては、二酸化炭素を、a. 炭酸エステル系化合物（ポリカーボネート）への変換、b. 一酸化炭素、メタノール、メタン等の一炭素資源への還元、c. 有用有機分子への直接変換、の三つの再資源化法と、これに付随して必要不可欠な、d. 太陽光エネルギーの利用、というエネルギー資源の活用法についてそれぞれ独創的な方法論の開発を行う。これらの課題をまず基礎科学として解決に導き、次いでそれらについて実際に企業との共同研究を推進し、実用化の目処が得られたものを順次工業化することを検討する。

② 目的と実施内容

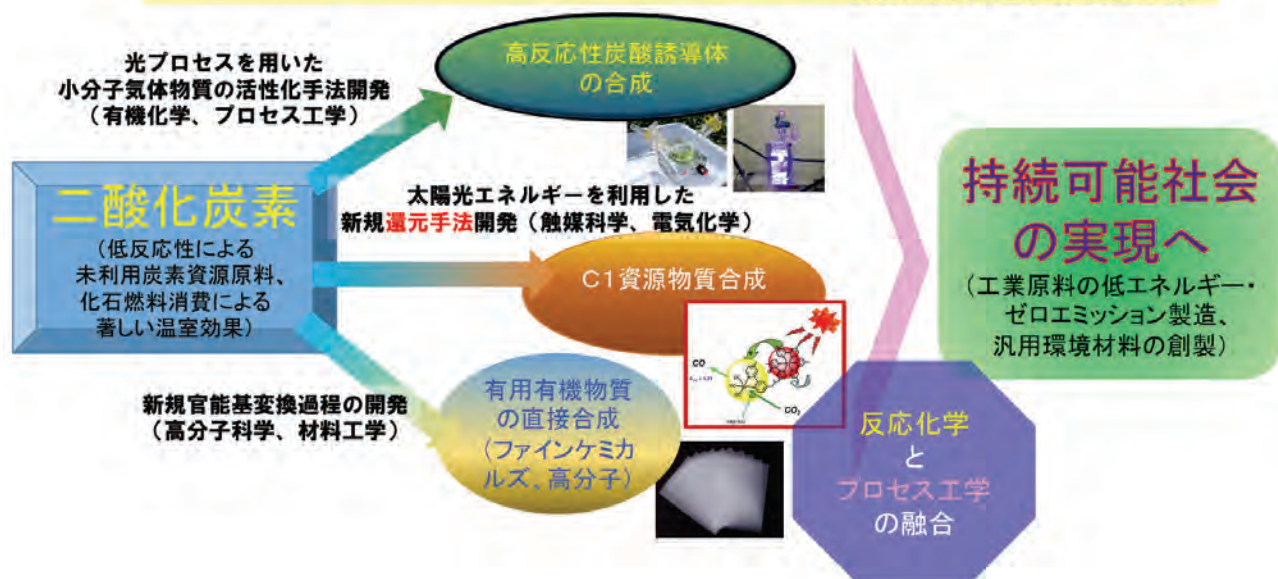
石油・石炭等の化石資源は、エネルギー資源のみならず、有機化合物をベースとする我々の生活を支える多様な物質合成の原料となる炭素資源としても極めて重要である。エネルギー資源の問題については再生可能エネルギーの利用が始まっているものの、化石資源の燃焼に依存した現況のエネルギー体系を完全に代替できる技術開発の目途は全く立っていない。また化石資源の燃焼は、大気中の二酸化炭素濃度の上昇と地球温暖化の問題の主因ともなっている。さらに、石油・石炭等の化石資源にかわる炭素資源の開拓は容易ではなく、いずれ人類の存亡に関わる重大な問題となることは間違いない。もし、多量に排出されている二酸化炭素を、新たな炭素資源として活用できれば、そしてそれを太陽光エネルギーの活用により達成できれば、炭素資源の枯渇とエネルギー資源の不足、そして地球温暖化という、人類の将来にとってきわめて深刻な 3 つの問題を一挙に解決する技術となりうる。これらの先進的技術の開発は非常に困難であるので、長期的な視野に立ち、ある程度余裕のある現在から我々が取り組まなければならない喫緊の研究課題である。

③ 学術的な意義

本研究の推進により、新しい二酸化炭素の資源化プロセスが開発され、さらに太陽光エネルギーを活用した大規模生産へと展開することができれば、人類が直面する炭素およびエネルギー資源問題の極めて重要な解決策となるものと期待される。

太陽光エネルギーを利用する二酸化炭素の再資源化に基づく物質生産

東京工業大学理学院(岡田哲男)



また、二酸化炭素の再資源化法の実現により、基礎科学的に新しい物質合成の方法論や光エネルギーの活用が多数展開され、同時にその際に必須となる解析手法が大きく進展することが期待される。さらにこれらを実際の工業的なプロセスへと展開する際には、化学工学的なプロセス研究に関しても刷新が行われることが考えられ、これらをネットワーク化し総合的に推進することにより、多様な波及効果が期待できる。

具体的な成果としては、1. 炭酸エステル系化合物への変換、2. 一炭素資源への還元、3. 有用有機分子への変換、の三種の達成目標について独創的な方法論の開発に取り組むことにより、1. に関しては、一部で既に実施されているポリカーボネートに代表される機能性高分子材料の工業的な合成法をさらに効率化することにより実用性の高い工業プロセスへと展開するとともに、高分子材料として新しい可能性を持つ新たなウレタン型やウレア型高分子材料の合成も期待できる。2. に関しては工業原料として重要性の高い一酸化炭素やメタノール、さらにはメタンへの変換を大規模スケールで、かつ太陽光エネルギーを利用して安価に行うことができれば、炭素資源・エネルギー問題の根本的な解決の可能性を秘めたものであり、そのインパクトは極めて大きい。また、3. についても医薬品等の合成に必要な合成中間体を一挙に二酸化炭素から合成するプロセスを実現することにより、有用物質生産の刷新が期待できる。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

二酸化炭素の再資源化に関する研究は現在世界中で活発に研究が行われている。例えば一例としてドイツではエチレンと二酸化炭素からアクリル酸を合成するプロセスがBASFを含む国家プロジェクトとして行われている。また二酸化炭素の還元反応、中でも太陽光エネルギーを利用する手法の開発研究が世界中で行われている。我が国でも二酸化炭素の資源化は大きな注目を集め、プロジェクト研究としてもACT-CやCREST研究、新学術領域研究などにおいて多くの研究者が関連する研究課題に取り組んでおり、現在世界を先導する研究が行われている。しかしこれらのプロジェクト研究は、比較的狭い範囲の関連する研究者が集まったものであり、二酸化炭素の再資源化や光エネルギーの活用に関するさまざまな分野の先導的な研究者が分野横断的に集まった体制はいままで十分に組織されていない。一方これらの関連するいずれの分野でも、日本は最先端の研究を展開しており、特に東京工業大学においては、多くの研究者が世界トップレベルの成果を出し続けている。今回の提案はそれらを先導してきた東工大の研究者が異分野融合的に連携し、全国的な組織の構築を目指すものである。

⑤ 実施機関と実施体制

東京工業大学には各部署に二酸化炭素の再資源化、及び付随して太陽光エネルギーの利用に関わる研究者が多数存在し、それらが一同に会し本研究の中核となって研究を推進する。その基盤としてこれまで環境エネルギー機構が設置されてきたが、これを中心として関連研究者が集結し新たに組織化し本研究を実施する。また、全国に関連する研究を行っている研究者に積極的に参加を求める。すでに、東京大学大学院工学系研究科、産業技術総合研究所を初めとして多くの研究者が参加を表明している。今回の申請には十分な時間的余裕がなかったため現在の所個人ベースでのコンタクトに留まっているが、今後これらを組織化していく計画である。

⑥ 所要経費

10カ年で90億円程度。

二酸化炭素再資源化センター：20億円。運営費：年度あたり7億円。内訳：大型装置費、運営経費、人件費、共同研究経費等。

⑦ 年次計画

初年度：二酸化炭素再資源化センターの設計と建築、機器導入。

2～10年度：二酸化炭素の再資源化の目的を実現するため、1. 再資源化の手法、2. 研究手法、3. 再資源化研究ステージの三つの視点からの取り組みを織りなすことにより、総合的な研究展開を行う。1. 再資源化の手法に関しては、二酸化炭素を、a. 炭酸エステル系化合物（ポリカーボネート）への変換、b. 一酸化炭素、メタノール、メタン等の一炭素資源への還元、c. 有用有機分子への直接変換、の三つの再資源化法と、これに付随して必要不可欠な、d. 太陽光エネルギーの利用、というエネルギー資源の活用法についてそれぞれ独創的な方法論の開発を行う。2. 研究手法については、これら再資源化方法論の効率的な開発に必須な、a. 実際の資源化手法の開発（合成）と、b. 手法の効率化、大規模化のための反応解析、を統合して研究を推進する。3. 再資源化ステージについては、a. 新しい再資源化手法の開拓を目指す基礎研究段階、b. プロセス化を目指した中規模合成段階、c. 実際の工業プロセス化を目指した大規模生産段階、の三つの段階にわけ、化学工学的な視点を含めた研究を行う。

⑧ 社会的価値

エネルギー・資源問題は将来に人類が直面する極めて深刻な課題であり、ある程度余裕のある現時点からさまざまなアプローチでこの課題に取り組む必要があることは自明であり、世界中の共通認識である。その中で二酸化炭素の再資源化は最も大きな可能性を持ち多方面から期待されているアプローチである。その方法論の開拓は基礎科学として新しい概念の創出が必須であり、高い知的価値を有するとともに、資源問題に対する重要な解として経済的・産業的価値は極めて高い。また実際にこれを工業プロセス化し大規模生産へと展開することができれば、その経済的・産業的価値ははかりしれない大きなインパクトがあることは自明である。さらに太陽光エネルギーの利用は、エネルギー・環境問題の解決策として最も期待の大きいもので、これらの実現により地球的規模での問題解決に貢献できる。

⑨ 本計画に関する連絡先

岡田 哲男（東京工業大学理学院）