

各研究課題についてのフォローアップ結果

(1) ライフサイエンス領域

研究課題名	免疫ダイナミズムの統合的理解と免疫制御法の確立
中心研究者名	審良 静男
研究支援担当機関名	大阪大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、自然免疫から獲得免疫までの動的機構をイメージング技術やシステムバイオロジーを用いて包括的、統合的に理解することを目的としており、免疫機構の細胞内、細胞間システムを効果的に調節することにより、免疫細胞制御法を確立することを目指している。

本研究課題は以下の6つのサブテーマから構成されている。

- [1] 自然免疫による獲得免疫活性化機構の解明
- [2] 生体イメージングとシステム生物学による単球・マクロファージ系細胞のダイナミズム解析
- [3] 免疫現象を可視化する化学分子イメージングプローブの開発
- [4] 免疫研究のための無標識ラマンイメージング
- [5] 自然免疫の構造生物学的研究
- [6] 免疫応答のシステムバイオロジー解析

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① ナチュラルキラー細胞のサイトカインによる活性化にタンパク質 IκBζ が必須であることを発見した。また、細胞内脂肪滴に存在する抗ウイルスタンパク質 Viperin のインターフェロン産出における役割を解明した。
- ② 多光子顕微鏡を用い、生体組織内での破骨細胞分化を蛍光色調の変化として検出することに成功した。
- ③ イメージング技術に関しては、生細胞内での蛋白質のラベル化に際し、β ラクタマーゼ変異体をタグ蛋白質とする発蛍光型プローブを用いることに初めて成功した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 免疫制御法の確立に至る道筋をより明確にするとともに、個々のサブテーマ

の成果をより一段高いレベルに上げるために、各サブテーマの融合研究、例えば免疫研究とイメージング技術の融合などを進め、シナジー効果を引き出すことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者を含む4人のサブテーマリーダーが所属する大阪大学免疫学フロンティア研究センターを中心に、共同研究機関として、東京大学、北海道大学（各サブテーマリーダー1名）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、課題全体の運営会議として「審良プロジェクト運営委員会」（中心研究者、サブテーマリーダー、研究分担者、研究支援統括者等から構成）を年1回以上開催しているが、サブテーマ単位の運営会議は設置されておらず、サブテーマリーダーの研究室において適宜セミナー等で打合せを行っている。

研究支援体制としては、大阪大学（専任7名、兼任4名）を中心に、北海道大学（兼任2名）、東京大学（兼任3名）に支援組織が設置されており、大阪大学、東京大学、北海道大学の産学連携本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、本研究課題としての知財取扱規定は設けられておらず、審良プロジェクト運営委員会において決定した知的財産権の取扱いに基づき、当該機関間で協議することとしている。

(2) 課題又は留意点等

優れた研究成果を上げてきており、平成22年度の学会発表も93件であるのに対し、平成22年度の特許出願が0件であることから、知的財産権の規定の整備と併せ、知的財産権に関する取組みの強化が求められる。

研究課題名	心を生み出す神経基盤の遺伝学的解析の戦略的展開
中心研究者名	岡野 栄之
研究支援担当機関名	独立行政法人理化学研究所

1. 研究課題の概要

本研究課題は、中心研究者らが世界的にも独自の技術として有するトランスジェニック・コモンマーモセットの作出技術を活用するとともに、進化段階の異なる複数の実験動物系による比較解析を行うことにより、ヒトの心を生み出す神経回路の作動原理とその分子機構の解明を目指している。

本研究課題は2つの研究項目からなり、それぞれ5個のサブテーマで構成されている。

[1] 遺伝子改変マーモセットの作成と解析

ヒトの知的機能の生物学的基盤の解明及び精神疾患病態解明に革新的な貢献をすることを旨とする。

- ① 遺伝子改変マーモセットを用いたヒト高次認知脳機能の研究
- ② ヒト疾患モデルマーモセットの開発
- ③ ヒト特有の遺伝子導入マーモセットの開発
- ④ 特定神経機能阻害マーモセットの開発
- ⑤ 相同組み換え法によるノックイン・ノックアウトマーモセットの作成技術の開発

[2] 進化的な観点からのモデル動物の知見の集約と応用

種を越えた脳機構の普遍性及び霊長類において特異的に進化した脳の機能を明らかにする。

- ① 環境・遺伝子・神経活動との相互作用によるヒト認知進化誘導
- ② 多領域同時機能阻害および記録による多領域間相互作用の解析手法の開発
- ③ 局所神経回路の機能を効率よく限定的に可逆的及び不可逆的に阻害する基盤的技術の開発
- ④ 細胞種・領域特異的転写プロモーター及びエンハンサーの開発
- ⑤ マカク、マーモセット、齧歯類に共通する高次脳機能の解析法の開発

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

世界初の遺伝子改変マーモセットの開発をはじめ各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 世界でも類がない高次脳機能を持つモデル動物として、遺伝子改変マーモセットを開発した。
- ② 遺伝子改変が容易なマウスにおいて、ヒト特有の機能が付加されたかについての解析につなげるために、ヒト特異的な ASPM 遺伝子を発現させたトランスジェニックマウスを作成した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 研究項目について必要に応じて優先順位を加味した整理・集約の検討を行う等により、フォーカスを絞って戦略的に進めていくことが期待される。
- ② 中心研究者が参画する文部科学省の脳科学研究戦略推進プログラムでは、マーモセットによるヒト神経疾患動物モデルの開発を行っている一方で、本研究課題ではマーモセットによるヒト高次認識機能の解明を目指しており、両課題の役割分担を明確にして、成果の相互作用により相乗効果を発揮させていくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する慶応義塾大学と共同研究機関である理化学研究所脳科学総合研究センター（BSI）及び公益財団法人実験動物中央研究所を中心に、委託研究機関として独立行政法人国立精神・神経医療研究センターが参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年2回開催される課題全体の運営会議や月に1回開催されるサブテーマ毎の運営会議が設置されている。また、研究進捗や運営等について意見や助言を受けるために、外部アドバイザーボードが設置されている。

研究支援体制としては、上記の3機関のそれぞれに支援組織（慶応義塾大学：専任1名、兼任4名、理化学研究所：専任3名、兼任2名、実験動物中央研究所：兼任4名）が設置されており、理化学研究所及び慶応義塾大学の産学連携推進本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。また、BSI内に理研—慶大連携研究チームが設置され、BSIの実験動物飼育及び共同利用機器に係わる支援サービスを受けられるよう配慮されている。

知的財産権に関して、共同研究契約、知財取扱規約の中で、3機関（理化学研究所、慶応義塾大学、実験動物中央研究所）の間で知的財産権の取扱いに関する基本方針が規定されている。

(2) 課題又は留意点等

優れた研究成果を上げてきているのに対し、特許出願が0件であることから、今後、知的財産権に関する取組みの強化が求められる。

研究課題名	がんの再発・転移を治療する多機能な分子設計抗体の実用化
中心研究者名	児玉 龍彦
研究支援担当機関名	分子動力学抗体創薬技術研究組合

1. 研究課題の概要

本研究課題では、分子動力学計算に基づいた分子設計手法により、がんの再発・転移を治療する多機能抗体を創成することを目指している。

本研究課題は、以下の7つのサブテーマから構成されている。

- [1] 分子設計抗体医薬をめざした抗原抗体の作製および解析
- [2] デザインを指向した抗原抗体相互作用の熱力学研究
- [3] がん治療標的タンパク質とその特異的抗体との複合体のX線構造解析
- [4] 多機能抗体インフォーマティクス・分子動力学設計
- [5] イメージングによる新規抗体化合物の評価と放射免疫療法(RIT)用薬剤の開発
- [6] 次世代抗体医薬品の製剤化の基盤技術開発
- [7] 臨床における標的探索と抗体医薬品の診断医療への応用評価

具体的な研究目標としては、以下のとおりである。

- [1] 消化器と呼吸器の進行がんの原発巣と転移巣のデータを収集し、特異的な細胞表面分子を探索し、高い親和性で認識するモノクローナル抗体（単一の抗体産生細胞に由来するクローンから得られた抗体）を系統的に作成する技術を確立する。
- [2] 抗体と抗原のX線結晶構造と熱力学的解析をもとに、高い親和性を持つヒト化 scFV 抗体を設計する分子動力学による高速シミュレーションシステムを確立する。
- [3] ヒト型化（低免疫原性）ストレプトアビジンを用いたプレターゲットング法による 2mm 径のがん塊を検出できる PET イメージングの診断技術と、それに対する RIT を確立する。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

抗体・抗原複合体の構造解析をはじめ、各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 分子動力学計算用の並列型コンピューターを導入し、分子動力学計算によっ

て、抗原・抗体の結合構造が予測、計算可能であることを実証した。

- ② がん細胞をプレターゲットングするため、タンパク質であるアビジン及びビオチンを生体内で最適化した形で開発した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 抗体の分子シミュレーションに基づく設計は挑戦的な課題であるが、より大規模な分子系を取り扱うためには、計算能力の向上が必要であることから、将来的には「京」スパコンの利用等も視野に入れた計算モデルの大規模化が期待される。
- ② 分子設計による抗体治療薬の開発に向けた取組みにおいて、仮想のモデル分子を用いた検討が、最終的な治療効果とどのように結びつくのかの検証と併せて、製剤化に向けたロードマップを提示していくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する東京大学と共同研究機関である大阪大学を中心に、協力研究機関として2企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年2回開催する課題全体の運営会議（開発推進委員会）、毎週開催されるサブテーマ単位の運営会議が設置されているほか、中心研究者は、サブテーマの各研究者の研究機関訪問およびTV会議等を実施し、研究の推進を図っている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関の下に支援組織（専任3名、兼任5名）が設置されており、東京大学、大阪大学及び参画企業の産学連携本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、共同研究・支援契約等の中で、研究支援担当機関と関係研究機関との間で特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

研究支援担当機関（技術研究組合）内に、知財管理委員会を設置し、研究開発成果の権利化・ライセンス化等につき、統一的な方針を示すとともに、共同研究機関の知財管理担当部門と連携し、内外の関連分野の知的財産権の状況の把握や情報を共有化するなどの取組みを行うこととしている。

(3) 課題又は留意点等

平成22年度の特許出願件数は2件に留まっていることから、知財管理委員会を中心に、知的財産権に関する積極的な取組みを行っていくことが期待される。

研究課題名	高次精神活動の分子基盤解明とその制御法の開発
中心研究者名	柳沢 正史
研究支援担当機関名	筑波大学

1. 研究課題の概要

本研究課題では、睡眠／覚醒、エネルギー代謝やストレス・感情の制御などの高次中枢機能の制御メカニズムを、脳内リガンドとその受容体の機能解析から明らかにするとともに、高次精神活動の制御法開発基盤を確立することを目指している。

本研究課題は、サブテーマ「睡眠覚醒の根本的なメカニズムの解明」からなり、以下の4分野から構成されている。

- [1] マウス睡眠覚醒行動評価のため脳波・筋電図の大規模測定系の確立
- [2] エチルニトロソウレア（ENU）ランダム変異体の睡眠覚醒スクリーニング
- [3] ノックアウトマウスの作成および生理学的、生化学的解析
- [4] オレキシン受容体選択的作動物質スクリーニング

具体的な研究目標は、以下のとおりである。

- [1] マウス脳波・筋電図の大規模測定系を確立し、睡眠覚醒の定量的パラメータに異常を来す突然変異家系を検索
- [2] 「眠気」の生化学的信号を最新のプロテオミクス・リポドミクス手法を用いて探索
- [3] 睡眠覚醒（眠気）の制御に直接の因果関係を持つ遺伝子を複数同定しその機能を解析

2. 研究進捗状況について

（1）研究課題全体の進捗状況

マウス睡眠覚醒行動評価のため脳波・筋電図の大規模測定系の確立に成功しており、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

（2）特筆すべき成果等

- ① マウス睡眠覚醒行動評価のため脳波・筋電図の大規模測定系の確立がなされた
- ② 睡眠・覚醒制御に関与するオレキシン受容体の選択的作動物質スクリーニングを行い、オレキシン受容体に反応を示す化合物が数個得られた。

（3）課題又は留意点等

中心研究者の強いリーダーシップの下で、以下の点に留意しながら着実に研究を推進していくことが求められる。

- ① 中心研究者が提案しているように、ENU 突然変異誘発に基づき、課題発見型の研究を展開するのであれば、ENU 突然変異誘発によって、すべての遺伝子に十分な種類の変異を導入が可能な解析対象のマウスの規模の妥当性を明確にすること。
- ② 睡眠の制御に係る遺伝子に関する研究内容としては世界のトップ水準にあるが、マウスでの遺伝子解析と機能評価、薬剤スクリーニングなど新規遺伝子を発見する手法についてはより新しい工夫を行うこと。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、筑波大学を中心に、中心研究者の指導の下、委託研究機関7大学が参画している。中心研究者は、日本（筑波大学）と米国（テキサス大学、ハワードヒューズ医学研究所）を研究拠点としていることから、プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、日本滞在時には、週に1回の研究機関単位のラボミーティングや各委託機関への巡回により、米国滞在中においては筑波大学研究チームと定期的にTV会議システムを利用して連絡、打合せを行っている。

研究支援体制としては、筑波大学内に支援組織（専任4名、兼任2名）が設置されており、学内の産学連携本部がこれに協力して研究支援が行われている。

また、知的財産権に関しては、本研究課題全体としての共通の規定は設けられておらず、筑波大学の知的財産規則、受託研究取扱規定に則って、取扱いが行われている。

(2) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取扱いに関しては、筑波大学とハワードヒューズ医学研究所、テキサス大学との間で取決めが行われることとなっているが、研究成果試料等の移転に関する契約（MTA）も含め、早急に知的財産権に関する協定を締結することが求められる。こうした取組みが遅れた背景には、研究支援担当機関としての筑波大学の支援体制の問題があると考えられることから、同大学においては、知的財産権への対応を中心に支援体制の強化を早急に図ることが求められる。

また、国内における知的財産権の取扱いに関しても、委託研究先との関係を含む本研究課題に係る包括的な規定を整備する等により、特許の出願、実施許諾、権利譲渡などを中心研究者及び研究支援担当機関が的確に把握、管理していくことが求められる。

研究課題名	iPS 細胞再生医療応用プロジェクト
中心研究者名	山中 伸弥
研究支援担当機関名	京都大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、iPS 細胞に立脚した再生医療の社会実装に向けた応用研究を推進するため、(1) 乱立している iPS 細胞樹立技術の標準化を国際的な規模で行なうこと、(2) 体細胞や作製法の異なる iPS 細胞の多能性や移植安全性の評価を行い、世界標準と呼べるヒト iPS 細胞を見出すこと、さらに、(3) この標準技術を臨床応用に向けて、GMP (「医薬品及び医薬部外品の製造管理及び品質管理の基準」) に準拠した調製システムとして完成させることを目標としている。

本研究課題の研究項目は、上記目標に沿って以下のとおり構成されている。

[1] iPS 樹立方法の比較解析

多能性誘導因子の組み合わせ、因子導入法、フィーダー細胞の選定、ES 培地、凍結保存法について、多様な iPS 細胞の樹立と比較解析を行う。

[2] 細胞特性の把握

胚葉系への分化能、分化抵抗性細胞の残存、細胞表面抗原、遺伝子発現様式、マウス、サルなどの動物を用いた移植試験を実施する。

[3] GMP 準拠細胞調製

iPS 細胞の樹立、維持培養、分化細胞調製についての標準作業手順書 (SOP) の作成、細胞選別技術についての検討を進める。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

iPS 細胞の新しい誘導方法の確立については計画以上に前倒しで進められており、その他の研究項目についてもほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① ほとんど腫瘍原性が認められず、かつ iPS 細胞誘導効率を上昇させる L-Myc 遺伝子を世界に先駆けて発見した。
- ② L-Myc 遺伝子を細胞内に導入するエピソーマルベクターを用いた系の確立にも成功し、細胞のゲノムに外来遺伝子の挿入がない、より安全な iPS 細胞の樹立が可能となった。

(3) 課題又は留意点等

- ① 応用範囲が広く、かつ人類に大きく貢献できる研究課題であることから、標準化をベースに知的財産権の公開性に関する戦略に基づき、世界中の研究者・企業が参加しやすい環境を作ることが期待される。
- ② 安全性についての分子マーカーの確立により標準化を目指すことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所長を務める京都大学 iPS 細胞研究所の研究者を主として構成され、iPS 細胞に関する技術標準化に関連して、東京大学が平成23年度より委託研究機関として参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、週2回開催されているサブテーマ単位の運営会議等、各研究機関持ち回りで週2回開催されている研究進捗状況の進捗報告会等が設置されているが、課題全体の報告会は今後設置する予定となっている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である京都大学の iPS 細胞研究所に、支援組織（専任7名、兼任7名）が設置されており、京都大学の産官学連携本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、平成22年度までは発明者が京都大学に所属する研究者のみであるため、大学の職務発明規定に則り帰属の調整が進んでいる。今後共同研究を行う場合には、事前に当事者間で協議・合意の上、契約締結を行うこととしている。

(2) 課題又は留意点等

本研究課題を円滑に推進していく上で、中心研究者と参画研究者が研究方針、研究の進捗状況や研究テーマ間の相互関係等を共有するための研究課題全体に係る運営会議を早急に設置、開催していくことが求められる。

(2) 医療工学領域

研究課題名	再生医療産業化に向けたシステムインテグレーション -臓器ファクトリーの創生-
中心研究者名	岡野 光夫
研究支援担当機関名	独立行政法人科学技術振興機構

1. 研究課題の概要

本研究課題は、再生医療分野において、世界初の組織再生法（ティッシュエンジニアリング技術）「細胞シート工学」を基盤として、これまで手作業で行っていた組織再生工程を自動化（ファクトリー化）することにより、安全で高品質な再生組織の量産を図ることを目標としている（組織ファクトリーの開発）。また、次世代再生医療として細胞シートの大量培養と血管網付与技術による細胞シート積層化（50枚）を実現することにより、再生臓器創製に向けた再生医療の基盤技術の確立を目指している（臓器ファクトリーの創製）。

本研究課題は、[1]組織ファクトリーの開発及び[2]臓器ファクトリーの創製の2つの研究項目から構成されており、それぞれ以下を具体的な研究要素としている。

[1] 組織ファクトリーの開発

- ① 細胞単離・初代培養システム
- ② 細胞大量継代培養システム
- ③ 細胞シート積層化システム

[2] 臓器ファクトリーの創製

- ① 幹細胞大量培養技術
- ② 細胞選別技術
- ③ 血管網付与技術

2. 研究進捗状況について

（1）研究課題全体の進捗状況

組織ファクトリーの開発及び臓器ファクトリーの創製ともに、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

（2）特筆すべき成果等

- ① 細胞シート積層化システムでは細胞シートの搬送から、インキュベータ、積層化まで、各モジュールを自由に組み合わせることが可能な工程自動化システムの実用的な試作機を製作した。
- ② ラット大腿部骨格筋組織由来の血管付再構築組織及び微小流路付コラーゲンをを用いた血管床に、培養液及び血液が灌流可能な血管網が付与されたラット心

筋シート（12枚）積層化組織を作成した。

（3）課題又は留意点等

組織ファクトリーの開発については、これまでの中心研究者の研究成果が基になっていることから、本プログラムでの特筆すべき成果について積極的に示していくとともに、個別技術と全体の達成目標との関係を明確にしつつ、中心研究者のリーダーシップの下で個々の研究要素を一体的に推進していくことが期待される。

臓器ファクトリーの創製については、組織形成から臓器形成にステップアップしていく指導原理が見えにくいことから、国際的リーダーシップをとる観点からも、この点についての強力な研究マネジメントが期待される。

本研究課題の成果として、細胞シートの実用・量産化を図っていくために、今後、GMP（医薬品及び医薬部外品の製造管理及び品質管理基準）対応、臨床治験、薬事承認等のロードマップやビジネスモデルを明確にしていくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

（1）全体の状況

研究推進体制としては、医工・産学連携体制がとられており、東京女子医科大学と早稲田大学との連携による「先端生命医科学研究教育施設」を拠点とし、委託研究機関として8機関（2大学、5企業、1独立行政法人）、協力研究機関として1企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年4回開催される研究課題全体の運営会議や月1回開催されるサブテーマ単位の会議が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である科学技術振興機構が、東京女子医科大学内に現地支援室（専任5名）を設置し、東京女子医科大学の支援組織（兼任2名）と連携する形で研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、共同研究等実施規約の中で、中心研究者が所属する東京女子医科大学と関係研究機関との間で特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

（2）優れている点又は工夫が見られる点等

現地支援室には、装置コーディネータ（ハード担当）、技術コーディネータ（ソフト担当）や知的財産コーディネータ等が置かれ、これらの専門スタッフが、東京女子医科大学及び参画研究機関の研究者や知財関係部署と連携しつつ、相互に連絡

を取り合い、研究開発構想に基づいた総合的な判断を行い対応するという機能的な組織体制がとられている。

(3) 課題又は留意点等

学会発表は74件、特許の出願は8件であるが、重要なジャーナルでの論文発表が1件に留まっていることから、世界の研究界をリードしていく観点に立って、臓器ファクトリーの創製を中心に学術論文の迅速な発表を行っていくことが求められる。

研究課題名	ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション
中心研究者名	片岡 一則
研究支援担当機関名	独立行政法人科学技術振興機構

1. 研究課題の概要

本研究課題は、ナノデバイス、ピンポイント DDS (Drug Delivery System) 等のナノバイオテクノロジーを用い、がんの超早期・精密診断とピンポイント治療を目指している。また、本研究課題は、(1) ナノ診断システムの創成、(2) ナノ DDS の創成、(3) ナノ低侵襲治療システムの創成、(4) ナノ再建システムの創成の4つのサブテーマから構成されており、具体的な研究目標としては、以下のとおりである。

- [1] がん早期診断のための血中マーカーの迅速・高感度計測デバイス技術の確立
- [2] ナノデバイスによる患部イメージング技術の確立
- [3] 抗がん剤内包ナノバイオデバイスの実用化
- [4] 核酸医薬内包ナノバイオデバイスの基盤構築
- [5] ナノバイオデバイスとナビゲーション技術の融合による低侵襲治療技術の確立とナノバイオデバイス融合型組織誘導インプラントデバイスの実用化

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

抗がん剤搭載高分子ミセルの開発をはじめ、各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 難治がん治療のための抗がん剤搭載高分子ミセルの開発に関しては、臨床治験に進んでいるプラチナ系制がん剤内包ミセルが、細胞内の薬剤耐性機構を回避することによって、耐性がんに対しても優れた薬理作用を示すことを明らかにした。また、がん細胞内の pH 変化に応答して選択的にアントラサイクリン系抗がん剤を放出する高分子ミセルも新たに開発され、その臨床治験が2012年より開始される予定となっている。
- ② 核酸デリバリーのための超分子ナノデバイスの開発に関しては、siRNA 内包ミセルを調製し、治療用 siRNA を用いて固形がんモデルに対して顕著な制がん活性を得ることに成功した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 医工・産学連携体制で実用化が進んでいるが、最終目標として、特定のがんの治癒率がどの程度あがるのか、といった具体的な成果を示しながら、今後さらに製品化および実用化による社会還元に向けての取り組みの強化が期待される。
- ② これまでの研究の進捗を見た上で、各サブテーマ間の連携を図った、全体的な戦略的展開を進めることが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の下、9つの共同研究機関（3大学、3独立行政法人、3企業）を中心に、委託研究機関として5機関（1大学、1独立行政法人、3企業）、協力研究機関として3企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、月1回開催される課題全体の運営会議、各年2回程度開催される課題全体についての研究進捗状況等を確認する研究会議等が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、年2回程度開催される、外部評価者を含むアドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である科学技術振興機構及び東京大学にそれぞれ研究支援チーム（科学技術振興機構：専任2名、兼任3名、東京大学：専任7名）が設置されており、科学技術振興機構をはじめとする各共同研究機関の産学連携本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、科学技術振興機構と関係研究機関との間で締結された共同事業の実施に係る協定書及び共同研究契約規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

本研究課題において、知的財産マネジメントの専門家（研究者）が複数参画しており、支援事務局スタッフと知財マネジメント専門家の間で連携を図り、アカデミア、産業界の両面における業界動向を把握するよう努めている。また、月に1回程度、中心研究者、サブテマリーダー、知財マネジメント専門家、支援機関で話し合いを行い、業界動向を踏まえた知財戦略について方針を決定している。

研究課題名	持続的発展を見据えた「分子追跡放射線治療装置」の開発
中心研究者名	白土 博樹
研究支援担当機関名	北海道大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、呼吸や臓器の動きによって位置を変えてしまう体内のがんを自動的に追跡し、追跡した位置に治療線に向け照射する、世界最先端の放射線治療装置の開発を行う。

本研究課題は2つのサブテーマから構成され、それぞれ以下の内容を目標としている。

[1] サブテーマ1：分子追跡陽子線治療装置の開発

6cm以上の大型腫瘍に適用するものとして、中心研究者らが培ってきた動体追跡放射線治療技術と、我が国が先導してきたスポットスキニング照射技術とを組み合わせて、動きのある体内深部臓器の低酸素細胞を伴った大型腫瘍に対しても正確に照射できる装置を、研究期間の5年で完成させる。

この陽子線治療装置は、従来の70%サイズに小型化して設置・維持コストの低減や設置面積の縮小を図り、普及可能性を高める。

あわせて、臨床試験プロトコルの作成等を進め、装置完成後1年以内に臨床試験に入ることを目指す。

[2] サブテーマ2：分子追尾X線治療装置の開発

6cmまでの小～中型の腫瘍に適用するものとして、移動する腫瘍を追尾する追尾型X線治療装置を研究開始から4年以内に完成させる。

具体的には、腫瘍を追尾するジンバル機構を持つ国内メーカーの装置をベースにプラットフォーム機を製作し、腫瘍の動体データ解析とそのデータを反映させた効率的で正確な追尾照射技術（X線ヘッドおよび制御ソフトウェア等）の開発を行う。

さらに、臨床研究を通じた評価、問題点の洗い出しを行って製品化につなげる。

ここで開発する追尾型X線治療装置は、強度変調放射線治療技術（IMRT）や低酸素細胞イメージング技術と融合した将来の究極的な分子追尾X線治療装置を見据えたものである。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

2つのサブテーマともほぼ計画に沿って装置開発等が進められており、研究は

概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

分子追跡陽子線治療装置について、基本設計を完了した。研究課題の予算が、当初想定されていた規模から縮小されたにもかかわらず、スポットスキャンニング照射技術への特化とガントリーの小型化設計等により、装置のサイズを従来比70%へ小型化することができた。

(3) 課題又は留意点等

2つのサブテーマ間で連携が有効となる部分を明確にし、相乗効果が得られるように研究開発を推進していくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する北海道大学を中心とするサブテーマ1（分子追跡陽子線治療装置）と、共同提案者が所属する京都大学を中心とするサブテーマ2（分子追尾 X 線治療装置）から構成されている。2つのサブテーマの各々に装置メーカーが1社ずつ参画するとともに、臨床研究等に関わる大学・医療機関等が参画している。課題全体としては、北海道大学及び京都大学を中心として、14の協力研究機関（4大学、7独立行政法人等、3企業）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、課題全体として年2回開催される研究戦略総合会議、サブテーマ1においては週1回開催される研究戦略会議等、サブテーマ2においては2週間に1回開催される研究推進グループ会議が設置されている。

研究支援体制としては、北海道大学においては新設の最先端研究開発事業支援室を中心に支援組織（専任6名、兼任3名）が設置され、京都大学の支援組織（専任3名、兼任1名）等とともに研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、北海道大学と京都大学、北海道大学と関係機関、京都大学と関係機関のそれぞれの間の共同研究契約において、取扱いが規定されている。

(2) 優れている点又は工夫している点等

本研究課題での装置開発を世界標準の樹立につなげることを当初より目指しており、医用電気機器の安全規格を扱う国際委員会 IEC/TC62 の中で4次元放射線治療を所管する IEC/SC62C への提案活動を既に進めている。なお、平成23年度か

らは経済産業省の国際標準共同研究開発事業に採択され、国際標準化の実現に向けた取組みを更に進めている。この標準化の取組みについて、引き続き推進するとともに、内外に積極的に発信していくことが期待される。

(3) 課題又は留意点等

装置開発が順調に進んでいる中で、平成22年度の口頭発表が約160件に及ぶ一方で、論文発表、知的財産権の出願ともに0件であり、今後の取組みの強化が求められる。

研究課題名	未解決のがんと心臓病を撲滅する最適医療開発
中心研究者名	永井 良三
研究支援担当機関名	東京大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、大規模データのコンピューティングを軸として、革新的医療技術を開発し、治療法未解決のがんと心臓病に対して最適な治療技術を開発・提供することを目的としている。

具体的には、心臓シミュレータによる治療シミュレーション、多施設連携型の診療情報データベースの開発に加え、これらを用いた突然死予防、革新的がんウイルス療法、心不全・虚血性心疾患治療デバイス、心臓病診断機器、ナノ医療の研究開発を進め、国民の三大死因に関わるニーズに対して即効性のある解決法を提供することを目指している。また、診療情報データベースを、必要なニーズ・治療標的の抽出だけでなく、開発する治療法の評価にも活用することで、迅速に安全で有効な治療・予防法を社会に提供することを目指している。

本研究課題は、以下の4つのサブテーマから構成されている。

- [1] サブテーマ1「疾患発症メカニズムに基づく革新的医療デバイスの開発」
- [2] サブテーマ2「心臓シミュレータによる最適医療」
- [3] サブテーマ3「がんの革新的ウイルス療法」
- [4] サブテーマ4「診療情報活用と研究・臨床現場の連携を加速化する標準医療IT基盤システムの研究開発」

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

心疾患を再現し、個別患者への仮想的治療（バーチャル治療）が可能な心臓シミュレータを初めて開発するなど、個々の研究項目については概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

心臓シミュレータに冠循環系や胸郭モデルを組み込んで精緻化することで、心臓の健全な状態だけでなく、心不全、心筋梗塞、致死性不整脈等の病態モデルを新たに再現可能とすることができた。さらに、東大病院において心臓再同期療法（CRT）を受けた心不全患者の個別心臓モデルを作成し、治療経過中の心電図や拍動を再現することに成功した。これにより、個別患者に対する仮想的治療（バーチャル治療）を施行することが可能な段階に到達した。

(3) 課題又は留意点等

本研究課題の研究内容は多岐に渡っているが、1) ドライ系の臓器シミュレーション、2) ウェット系のメカニズム解明、及び3) 診療情報システムによるバイオマーカー等のデータの収集・同定・評価が相まって、単一臓器のみならず多臓器にわたる病態の統合的な理解や診断・治療法開発へと展開していくことが期待される。こうした観点から、本研究課題の終了時の目標・成果像をより明確化して、その実現に向けて、必要に応じて研究項目の整理・見直し等を行いながら戦略的に研究を推進していくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する東京大学の医学部附属病院、新領域創成科学研究科のメンバーを中心とした体制となっており、共同研究機関として1独立行政法人、委託研究機関として6機関（2大学、1独立行政法人、3企業）、協力研究機関として4企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年2回開催される課題全体のリーダー会議、月に1～2回程度開催されるリサーチミーティング等を設置している。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である東京大学内に新たに支援組織（専任4名、兼任11名）が設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、東京大学が定める本プログラム共通の「共同研究等実施規約」によって取扱いに係る基本的事項を定め、参加機関はこれに従うとしている。

(2) 課題又は留意点等

平成22年度の特許出願件数は2件であり、期待される成果から見て必ずしも十分とは言えないことから、今後、知的財産権についての積極的な取組みが望まれる。

(3) 物質材料領域

研究課題名	スーパー有機 EL デバイスとその革新的材料への挑戦
中心研究者名	安達 千波矢
研究支援担当機関名	九州大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、発光効率向上、劣化の抑制、製造コストの低減等を実現する次世代の有機 EL（エレクトロルミネッセンス）デバイス材料及びプロセス技術の開発を目的としている。

本研究課題は、九州大学内の拠点内の5つのサブテーマ、外部の大学の5つのサブテーマから構成されており、次世代の有機 EL デバイスを実現するために次の4項目を研究開発目標としている。

- [1] 現在高効率発光材料として研究開発が進められているりん光デバイスを超える、新規高効率有機 EL デバイスの実現を目指し、第3世代発光材料である熱活性型遅延蛍光材料（TADF）及び非貴金属錯体を開発する。
- [2] 劣化が存在しない、本質的に可とう性¹をもつ有機 EL デバイスへの挑戦として、液体有機半導体の利用により超薄膜有機ガラス使用の束縛からの脱出を目指す。
- [3] 有機ナノ構造の制御による光電子物性の飛躍的向上と有機 EL への展開として、分子の持つ光学的、電子的異方性を積極的に活用した有機単結晶デバイスや高配向アモルファス膜を用いた革新的な発光デバイスを創出する。
- [4] 分子固有の光学特性を活用する特異な円偏光発光デバイスを開発し、3次元表示ディスプレイ等の革新的ディスプレイ技術へつなげる。

また、上記の新規デバイス・技術に基づく展開として、低コストのプロセス技術開発、有機 EL に関する研究拠点形成、技術開発の加速や将来の新産業育成を図ることを目指している。

2. 研究進捗状況について

（1）研究課題全体の進捗状況

九州大学内の研究サイトにおける企業等からの派遣者等を含めた産学連携体制を主とした研究開発体制を順調に立ち上げるとともに、各サブテーマにおける研究開発もほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

¹可とう性：物体が柔軟であり、折り曲げることが可能である性質のこと。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 次世代の有機 EL 材料である熱活性型遅延蛍光材料 (TADF) について、以下のよう
に複数の有望な新規材料を見出した。
 - ・ トリアジン骨格を有する新規発光材料により、レアメタルを用いない高効率
発光材料の可能性を見出した。
 - ・ フルオレン誘導体を有する材料も TADF 特性を示すことを見出した。さらに分子設計への計算科学の導入も進められていることから、新規材料探索
について今後の加速的な展開が期待される。
- ② 液体有機半導体において、リン光分子を用いることで 3% を超える発光効率を得
た。
- ③ 有機層へのラビング²プロセスにより、分子配向が変化すること、それにより素
子の特性だけでなく耐久性が向上することを見出した。

(3) 課題又は留意点等

有機 EL は、既に実用化が進んでいる分野であり、新規の材料・技術の研究開発
についても国際的な競争が激しい。研究課題側からの報告においても、基礎研究
の深化と出口を目指した研究開発とのバランス等のプロジェクトの出口を見据え
た組織化が今後の課題であるとしており、成果の産業化に向け、産業界との
密接な情報交換・連携、出口戦略の明確化を一層進めることが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制として、九州大学に最先端有機光エレクトロニクス研究センター
(OPERA) を立ち上げ、10 企業と 1 公的研究機関からの派遣研究者および学内
研究者ら総勢約 60 名からなる研究開発体制を立ち上げるとともに、5 つのラボ
を構成している。また、OPERA のサテライトラボとして 5 つの大学を設定すると
ともに、4 つの大学を委託研究機関として本研究課題への参画を得ている。課題
全体としては、中心研究者が所属する九州大学を中心に、共同研究機関として 5
大学、委託研究機関として 4 大学、協力研究機関として 11 機関 (1 財団法人、
10 企業) が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年 4 回開催される課題全
体の共同研究協議会等、週 1 回～月 1 回程度開催されるサブテーマごとのグルー
プミーティング等が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を
受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

² 配向膜を布などで擦ることによって配向性を付加する処理

研究支援体制としては、同じく OPERA 内専属のプロジェクト支援室を中心とした支援組織（専任 1 1 名、兼任 1 名）が設置され、学内の知的財産本部、産学連携課等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、OPERA の全参加機関の統一契約として「共同研究基本協定書」及びその下位の「知的財産取扱規定」を定め、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

（２）優れている点又は工夫が見られる点等

- ① 九州大学における OPERA の研究開発拠点としての立ち上げ、及び OPERA に産学等の研究者らが集結され、出口を見据えた基礎研究と開発研究の一体的な推進が期待できる、いわゆる集中研方式を主とする研究開発組織体制の立ち上げを着実に行った。
- ② 知的財産権に関して、OPERA のプロジェクト支援室内に専門的に知的財産を担当する産学連携知財グループを設置し、日常的な研究成果の把握や研究者との議論を通じ、発明の発掘を行うよう努めている。また、上記の「共同研究基本協定書」およびその下位の「知的財産取扱規定」により、九州大学が出願の一括運用窓口となるとともに一定条件下で第三者へのライセンス権をもつなど、知的財産の円滑な社会還元、活用に向けて九州大学が主導する運用が可能となるよう工夫されている。

（３）課題又は留意点等

研究課題側からの報告においても、プロジェクト終了後を見据えた知財戦略と活用する仕組みづくりが課題としているが、有機 EL 分野は産業化が進みつつあり国際競争の激しい分野であることから、本研究課題において新たに設置された専門的な産学連携知財グループを有効に活用する等を通じて、知的財産戦略への取組みを一層強化していくことが期待される。

研究課題名	1分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイスの開発研究－超高速単分子 DNA シークエンシング、超低濃度ウイルス検知、極限生体分子モニタリングの実現－
中心研究者名	川合 知二
研究支援担当機関名	大阪大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、タンパク質や DNA などの分子の一つ一つを分離、検出、解析する技術を発展させ、簡易な疾患診断等を可能とするウイルスやアレルギー原因物質等を超高速検出するシステムを開発するもので、将来的にはそれらの実用化によって、安全・安心で健康な社会の実現に貢献することを目指している。

本研究課題は、基盤技術に関わる2つのサブテーマ、デバイス技術開発に関わる3つのサブテーマ、標準化に関わる1つのサブテーマの合計6つのサブテーマから構成されている。

具体的な研究目標としては、①中心研究者によるゲーティングナノポアを用いた1分子検出・識別技術、②共同提案者によるナノピラー・ナノウォールを用いた1分子分離・解析技術、の2つの基盤技術を基礎研究によって発展させ、

[1] トータル検査時間15分以内で、1) 呼気中疾病マーカー、2) 血中がんマーカー、3) ウイルス・病原菌、を検出する革新的ナノバイオデバイスを開発し、技術検証を行う

[2] これらの1分子解析技術についての標準化に向けた取り組みを並行して推進し、標準物質の開発、測定手順の標準化、規格の提案を行う

としている。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

基礎研究面の1分子検出・識別技術及び1分子分離・解析技術について優れた成果を挙げるなど、各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

① 1分子検出・識別技術に関して、以下のような成果を挙げている。

- ・ トンネル電流による DNA 1塩基分子識別に成功し、ラベルフリーな物理的高速シーケンスの実現への端緒を得た。
- ・ 直径数百 nm のナノポアデバイスの試作に成功し、1秒に1個という高速で

のヒノキ花粉由来アレルゲンの検出を達成した。

② 1分子分離・解析技術に関して、以下のような成果を挙げている。

- ・ 1分子 DNA 分離のためのナノウォール構造を開発して、世界最速の数ミリ秒での 1分子 DNA 分離に成功した。
- ・ ナノウォール構造により、数百分子の DNA を非標識で検出できることを示した。

(3) 課題又は留意点等

研究実施者から、世界と競合する研究開発の比較を意識した進捗報告がなされているが、本研究課題に関わる分野は国際競争が激しいことから、海外を含めた他の研究グループ等のトップ水準の研究開発の状況を引き続き把握して、それらに対する競争力を意識しつつ、研究開発を推進することが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、基盤技術を有する中心研究者および共同提案者の各々が所属する大阪大学、名古屋大学を中心とする2つのサブテーマが基礎研究を担い、3つの企業が各々サブテーマとして応用デバイス開発を担うとともに、製品化に向けた標準化を NPO 法人バイオチップコンソーシアム (JMAC) が1つのサブテーマとして担っている。課題全体としては、中心研究者が所属する大阪大学を中心に、共同研究機関として9機関 (5大学、1 NPO、3企業)、委託研究機関として3機関 (1大学、2独立行政法人)、協力研究機関として5大学等が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年4回開催される課題全体の川合プロジェクト運営委員会、週1回～月1回程度開催されるサブテーマごとの報告会等が設置されている。また、技術マネージャーが2ヶ月ごとに参加機関への巡回を行って、進捗状況等を中心研究者へ報告している。

研究支援体制としては、大阪大学において大型教育研究プロジェクト支援事務室 (専任3名、兼任3名) が設置され、同室が他の参加機関にわたる研究課題全体の支援を統括する事務局機能を持ち、学内の関係部署、名古屋大学の支援チーム (専任4名、兼任5名)、科学技術振興機構 (専任の技術マネージャーおよび兼任の広報担当者を大阪大学へ派遣)、参加機関の関係部署と連携して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、参加機関間で締結されている「研究開発の実施に係る協定書」及び「知的財産に関する覚書」により、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

- ① 成果の将来の実用化、普及に向けて、大学を主体とした基礎研究、企業を主体とした製品開発、バイオチップコンソーシアム（JMAC）による標準化推進という3つが機能的に組織されている。
- ② 研究課題内に1分子解析技術市場調査委員会を設置して市場調査を行うとともに、同調査の中で1分子解析技術に係るパテントマップを作成して研究者に提供した。

(3) 課題又は留意点等

優れた研究成果を挙げている中で、平成22年度の学会発表が240件であった一方、特許出願が3件であったことは必ずしも十分とは言えないことから、パテントマップの作成等の工夫も一層強化しつつ、より積極的な特許出願等が期待される。

研究課題名	低炭素社会創成へ向けた炭化珪素（SiC）革新パワーエレクトロニクスの研究開発
中心研究者名	木本 恒暢
研究支援担当機関名	独立行政法人産業技術総合研究所

1. 研究課題の概要

本研究課題は、電力系インフラ・産業用機器・自動車・家電機器等において電力変換（交流・直流変換、電圧や周波数変換）のために多用されているパワー半導体デバイスについて、従来のシリコン（Si）半導体では実現できない超高耐圧で低損失の炭化ケイ素（SiC）パワー半導体の実用化に向けた基盤技術の研究開発を目的としている。

本研究課題は、サブテーマ2「超厚膜・多層 SiC エピウェハ技術」、サブテーマ3「超高耐圧 SiC バイポーラデバイス技術」、及びこれらを支えるサブテーマ1「SiC の欠陥・物性制御とデバイス基礎」、の3つのサブテーマから構成されている。

具体的な研究開発目標としては、[1] 超高耐圧の 13kV-20A 級の SiC IGBT¹、PiN ダイオード²の実現、[2] 超高耐圧 SiC バイポーラデバイスの高温での動作（250°C、5kV スイッチング）の実証、及び[3] それらを可能とする材料科学、デバイス物理、結晶技術の確立としている。

2. 研究進捗状況について

（1）研究課題全体の進捗状況

n型 SiC 膜における点欠陥低減によるキャリア寿命の向上と PiN ダイオードの順方向特性の改善をはじめ、各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

（2）特筆すべき成果等

- ① C 原子拡散現象の活用による超厚膜中の点欠陥低減メカニズム、および n 型 SiC におけるキャリア再結合を記述する物理モデルを構築し、キャリア寿命を向上する手法と基本原理を明らかにした。
- ② 超厚膜 n 型 SiC エピ膜に、独自の「炭素イオン注入／熱処理プロセス」を適用して点欠陥を低減させることで、～19μs というキャリア寿命の大幅な向上を

¹ 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。MOSFET（金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ）をゲート部に組み込んだバイポーラトランジスタであり、電力制御の用途で使用される。

² 通常の PN 接合ダイオードの中間に電気抵抗の大きい真性半導体 I 層を設けた 3 層構造のダイオード。高周波の可変抵抗やスイッチなどに用いられる。

実現し、同プロセス等の適用により、高耐圧 PiN ダイオードの順方向特性を大幅に改善（オン電圧の低減と素子間ばらつき低減）できることを示した。

（3）課題又は留意点等

米国において本研究課題と競合するようなプロジェクトが進行していること等から、他の研究グループ等の国際的ベンチマーク比較を行いながら研究を推進することが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

（1）全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する京都大学及び共同研究機関である電力中央研究所と産業技術総合研究所（産総研）の3機関がそれぞれサブテーマ1、2、3の拠点となっており、委託研究機関として3機関（2大学、1企業）、協力研究機関として5企業が参画している。なお、企業からの参加者が一部を除いて京都大学ないし産総研に出向等で参加する、いわゆる集中研方式をとっている。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年6回開催される課題全体の定例研究会議、週1回開催されるサブテーマ打ち合わせ等が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である産総研に支援組織（専任1名、兼任3名）が設置され、研究支援統括者を含めた中心研究者会議を定期的を開催して支援ニーズを把握するなどしながら、産総研内の関連部署及び参加各機関の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、研究課題全体としての「最先端研究開発支援プログラム実施協力覚書」及び「SiC 革新パワーエレクトロニクスの研究開発研究体知的財産取扱ガイドライン」により、特許の権利帰属、出願、実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

（2）優れている点又は工夫が見られる点等

SiC 膜（結晶）の品質・作製技術の向上等を進めるサブテーマ2、SiC を用いた IGBT、PiN ダイオードの作製等を行うサブテーマ3、これら2つのサブテーマに対して機構解明、デバイスシミュレーション等によって設計指針の提供等を行うサブテーマ1、の3つのサブテーマが、SiC 半導体デバイスの実現という本研究課題の目的に向けて効果的に編成されている。

(3) 課題又は留意点等

優れた成果を挙げてきている中で、平成22年度の論文発表は4件、特許の出願は1件と少数に留まっていることから、今後は積極的な論文発表、特許出願等が求められる。

研究課題名	世界最速プラスチック光ファイバーと高精細・大画面ディスプレイのためのフォトニクスポリマーが築く Face-to-Face コミュニケーション産業の創出
中心研究者名	小池 康博
研究支援担当機関名	学校法人慶應義塾

1. 研究課題の概要

本研究課題は、中心研究者らがこれまで取り組んできた高速のプラスチック光ファイバー（POF）や光機能フィルムについての研究成果を総合的に展開し、高精細リアルタイム映像と大画面ディスプレイがもたらす、臨場感あふれる「Face-to-Face コミュニケーション産業の創出」につなげることを目指している。

本研究課題は、フォトニクスポリマー・コアテクノロジー開発として位置付けている以下のサブテーマ1及び2と、システム統合を推進する以下のサブテーマ3から構成されている。

各サブテーマの具体的内容は以下の通りである。

[1] サブテーマ1：「世界最速プラスチック光ファイバーの開発」

屈折率分布型プラスチック光ファイバー（GI型POF）について、家庭内ギガビットネットワーク用、および超高速情報家電用への実用化展開に向け、フォトニクスポリマー材料および押出技術の開発を行う。

[2] サブテーマ2：「高精細・大画面ディスプレイのためのフォトニクスポリマーの開発」

将来の高画質・大画面ディスプレイへの適用を目指し、ゼロ複屈折ポリマーによる新規プラスチックフィルムの開発、および光散乱導光ポリマーによる薄型・超低消費電力バックライトの開発を行う。

[3] サブテーマ3：「Face-to-Face コミュニケーションシステム開発」

サブテーマ1及び2の要素技術の成果を実際の生活シーンに適用するため、実装技術、規格化・標準化、法制化、社会的ニーズ等の要素をシステム・デザイン・マネジメントの手法で統合し、新たな産業創出へつなげることを目指す。研究課題の最終段階においては、実証住宅「ギガハウス」を建設して実証環境を整備する。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

ディスプレイ用フォトニクスポリマーの開発等に関して一部の研究開発体制の立ち上げ及び研究開発の開始に遅延があったが、これまでのところ研究課題全体

として概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 押出技術を用い、全フッ素化材料以外の材料で GI 型 POF の試作及び世界初のサンプル出荷に至った。
- ② 超高速情報家電用として、低損失・広帯域かつ低曲げ損失である全フッ素化 GI 型 POF の試作に成功した。

(3) 課題又は留意点等

中心研究者は、「Face-to-Face コミュニケーション産業創出」を目指すために「材料機能がシステムを変える」というコンセプトを提示している。参画大学・企業の間でこのコンセプトを共有するとともに、課題終了時におけるこのコンセプトの下での研究課題の出口像を明確にすることにより、戦略的に研究を推進することが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する慶應義塾大学を中心に、15の委託研究機関（1大学、14企業）が参画している。研究開発拠点として、慶應義塾大学内にフォトンクス・リサーチ・インスティテュート（KPRI）を新たに設置した。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年3回開催される中心研究者・サブテマリーダー及び研究支援部門等が参画する KPRI 評議会、及び年6回開催される参画研究者を中心とする KPRI 運営委員会、また月1回程度開催されるサブテマリーダー会議が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、慶應義塾大学の矢上研究支援センターを中心とした支援組織（専任5名、兼任3名）が設置され、支援メンバーが必要に応じて KPRI に駐在している。

知的財産権に関しては、慶應義塾大学と各参画機関との間の二者間の委託研究契約において、取扱いが規定されている。

(2) 課題又は留意点等

研究課題内での研究開発目標の共有を深めること等により、参画している材料メーカー相互間の連携など、研究課題全体として総合力・シナジー効果が発揮されるような研究推進体制の強化が求められる。

研究課題名	低炭素社会に資する有機系太陽電池の開発～複数の産業群の連携による次世代太陽電池技術開発と新産業創成～
中心研究者名	瀬川 浩司
研究支援担当機関名	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

1. 研究課題の概要

本研究課題は、次世代の低コスト太陽電池である有機系太陽電池について、世界市場獲得に向けて産学官連携体制で開発を推進するものであり、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池、有機無機ハイブリッド太陽電池、電気を溜められる太陽電池など、さまざまな次世代太陽電池について、実用化を目指している。

本研究課題においては、目標に関して、耐久性向上、変換効率向上及び標準化の推進を挙げており、色素増感太陽電池の個別目標としては、2015年に小面積セルで15%、サブモジュールで10%の変換効率を実現すること、有機薄膜太陽電池の個別目標としては、2015年に小面積セルで12%、サブモジュールで8%の変換効率を実現し、かつ劣化試験に耐え得ることを掲げている。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

個々の研究内容に関してはいくつかの成果を挙げており、これまでのところ、個別の研究項目単位で捉えた場合には概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 重原子を配位させた新たな色素を開発して吸収域を1100nmまで長波長化し、色素系で世界最高の 26.6mA/cm^2 の短絡電流を得た。また、当該色素と既存の色素であるレッドダイを組み合わせ、変換効率11.3%を達成した。
- ② ヨウ素レドックス材の代替を目指して、ニトロキシド誘導体およびホール輸送性を持つ有機レドックスを合成し、これを用いた色素増感太陽電池において変換効率5.5%を得た。
- ③ 近赤外光を利用可能な色素の探索を進め、新規のルテニウム錯体色素を開発して吸収端を900nm程度まで伸ばすとともに、変換効率9.2%を得た。

(3) 課題又は留意点等

今回の研究課題側からの報告の限りでは、これまでの成果や研究活動の状況は、各研究項目、サブテーマごとの個別の範囲に留まっている部分が多いものと見受けられる。今後、中心研究者が強いリーダーシップを発揮し、研究課題終了時

の課題全体としての成果像、出口像及びその実現に向けた道筋を明確にして課題内で共有することや、研究項目について優先順位を加味した整理・集約を検討することにより、参画大学・企業等間の実質的な連携・シナジー効果が得られるような研究マネジメントが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池のそれぞれについて実績のある国内の大学、企業等の研究グループが参画し、14のサブテーマを構成している。課題全体としては、中心研究者が所属する東京大学を中心に、委託研究機関として17機関（6大学、2独立行政法人等、9企業）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、研究課題全体の運営会議として年4回開催される全体会議が設置されているが、サブテーマ単位の運営会議は設置されておらず、特定分野ごとに年1回開催程度開催される2つの分科会が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザーボードが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）において、新エネルギー部を中心とした支援組織（専任1名、兼任8名）が設置され、このうち1名を東京大学の中心研究者の下に常駐させるとともに、東京大学においても専任の事務スタッフ1名を配置している。

知的財産権に関しては、NEDOと参加機関との二者間の委託契約、及び東京大学と参加機関との二者間の共同研究契約において、特許の権利帰属、出願および実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みについて、多くの有力な企業等が参画しているにもかかわらず、平成22年度は特許の出願件数は2件に留まっていることから、今後、より積極的な出願等の取組みが求められる。

研究課題名	新超電導および関連機能物質の探索と産業用超電導線材の応用
中心研究者名	細野 秀雄
研究支援担当機関名	東京工業大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、中心研究者らが発見した鉄系超電導物質を中心として、1) 超伝導転移温度 (T_c) が 77K 以上の新規物質および関連新機能の探索、および2) 産業応用に向けた高性能な線材 (薄膜線材、デバイスを含む) 作製技術の確立を目指している。

本研究課題は、[1]物質探索、[2]線材応用の2つの研究項目から構成されており、具体的な目標としては、それぞれ以下の内容を掲げている。

[1] 物質探索

- ① $T_c > 77K$ の新超電導物質の探索
- ② 物質的に広がりのある新しい超電導物質の発見
- ③ 際立った関連機能の発見

[2] 線材応用

- ④ 低温で $10^5 A/cm^2$ 以上の臨界電流密度 (J_c) を示す鉄系及び新超電導物質のメートル長級線材の実現
- ⑤ 鉄系及び新超電導物質薄膜を用いたジョセフソン接合、デバイスの実現

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

物質探索において鉄系以外の系での超電導発現を新たに見出す等の優れた成果を挙げるとともに、線材・デバイス応用についてもほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 物質探索に関しては、これまでのところ、 T_c が従来の鉄系超電導物質における最高温度 55K を超える物質は得られていないが、以下のような成果が得られている。
 - ・ 共有結合性遷移金属化合物系での新物質探索において、非鉄系の Co、Ni、La 系での超電導発現を新たに見出し、超電導物質探索の可能性を大きく広げた。
 - ・ 鉄系超電導体において、水素化物イオンを電子ドーパントとする超伝導体を提案、高圧合成法を用いて実証し、水素化物イオンが優れた電子ドーパント

であることを示した。

- ② 線材応用に関しては、PIT（パウダー・イン・チューブ（Powder-in-Tube））法で作成した(Ba,K)-122 線材において、4.2K、ゼロ磁界で 10^4A/cm^2 、10T で $1,000\text{A/cm}^2$ 以上という、鉄系超電導線材としては最高の J_c 特性を得た。
- ③ デバイス応用に向けた展開としては、鉄系超電導体において初めてジョセフソン接合と dc-SQUID の動作を実証した。

（3） 課題又は留意点等

物質探索に関しては、研究期間の前半2年間は、各サブテーマリーダー等の裁量に委ね、各自の得意なアプローチ等によって物質探索を進める研究計画としている。Tcが77Kを超える新物質の実現は社会からの期待が高いことから、当該目標を見据えつつ、研究計画に沿って引き続き挑戦的に物質探索を推進することが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

（1） 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の下、物質探索グループと線材応用の2グループを置き、前者の下に4つのサブテーマ、後者の下に1つのサブテーマ（2つの小テーマより構成）を設けている。課題全体としては、中心研究者が所属する東京工業大学を中心に、共同研究機関として4機関（2大学、2独立行政法人等）、委託研究機関として2機関（1大学、1企業）、協力研究機関として2機関（1大学、1研究所）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年3回開催される課題全体のリーダーズミーティング、2週間に1回から3か月に1回程度開催されるサブテーマミーティングが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である東京工業大学の総合プロジェクト支援センター研究支援室管理室を中心とした支援組織（専任6名、兼任9名）を設置して、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、東京工業大学と各参加機関の二者間の共同研究契約等において、取扱いが規定されている。

（2） 優れている点又は工夫が見られる点等

本研究課題全体の知的財産権の運用について、原則として東京工業大学が全ての知的財産権について一定割合以上の発明権利を持つ、出願事務及びライセンス交渉を一元的に行う等としており、知的財産権の円滑な活用に向けて東京工業大学が主導する運用を可能とするよう工夫がなされている。

(3) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みについては、平成22年度の特許出願は3件に留まっていることから、今後、中心研究者と研究支援担当機関が知的財産権の運用を主導できる仕組みを活かしつつ、より積極的な出願等の取組みが期待される。

研究課題名	高性能蓄電デバイス創製に向けた革新的基盤研究
中心研究者名	水野 哲孝
研究支援担当機関名	東京大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、既存の電池材料にとらわれず、現象理解による指導原理に基づいた原子・分子レベルでの物質設計コンセプトの提案及び新材料開発の推進を行うことにより、ポストリチウムイオン電池開発を目指している。それにより、研究課題の終了時には、研究開始時点の現行デバイスの3倍以上（例えば、高エネルギー密度型電池では 350Wh/kg、全固体電池では 550Wh/kg、金属空気電池では 700Wh/kg）のエネルギー密度が見込める蓄電池の要素技術を確立することを目標としている。

本研究課題は、以下の4項目の基盤的研究から構成されている。なお、平成22年度は、研究計画に沿って主に研究項目[1]～[3]を中心に推進したとしている。

- [1] 原子・分子レベルでの合理的デバイス材料設計（活物質、電極、電解質、セパレータ等）
- [2] 新原理蓄電池の開発
- [3] 高度な分析・解析技術の開発
- [4] 材料計算・シミュレーション技術の開発

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

軽元素原子の直接観察をはじめ、基礎的な面を中心に成果が挙がっており、これまでのところ、個別の研究項目単位で捉えた場合には概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 環状明視野一走査透過電子顕微鏡法（ABF-STEM法）による全元素対応型原子分解能電子顕微鏡の開発を行い、Li原子カラム及び最小原子番号の水素原子カラムの直接観察に成功した。
- ② 安全性・コストの観点からFe及びMnの酸素酸イオン化合物に着目し、新規材料 $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{II})\text{P}_2\text{O}_7$ を発見して、鉄系リン酸塩系正極の中で最高の3.5Vの電位を得た。
- ③ イオン液体を含有した固体電解質と正極活物質粒子（ LiCoO_2 ）の三次元コンポジット正極を用いた全固体型コインセル電池を試作し、正極理論容量（140mAh/g）を実現した。

(3) 課題又は留意点等

中心研究者が目指す「新原理蓄電池」の概念を明確にするとともに、その実現に向けた道筋を提示し、中心研究者が強いリーダーシップを発揮して、課題全体の研究項目が統合的に推進されるようにしていくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、4つの研究項目を各々担当する研究グループを置いている。課題全体としては、中心研究者が所属する東京大学を中心に、委託研究機関として3機関（1大学、1独立行政法人、1企業）、協力研究機関として1企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年2回開催される全体会議、月1回開催されるサブテーマ単位の研究連絡会議を設置している。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である東京大学に新たに支援組織（専任3名、兼任7名）が設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、東京大学が定める本プログラム共通の「共同研究等実施規約」によって、取扱いに係る基本的事項を定め、参加機関はこれに従うとしている。

(2) 課題又は留意点等

本研究課題には、化学および物理の広い分野から優れた研究者が参画しているが、各研究グループ・研究者の高い専門性とそれによる技術や成果がそれぞれの中で閉じることなく、新原理蓄電池へと結集され活用されていくよう、中心研究者の強いリーダーシップの下で、研究開発戦略の共有化、情報交換や連携を強化することが求められる。

研究課題名	グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発
中心研究者名	横山 直樹
研究支援担当機関名	独立行政法人産業技術総合研究所

1. 研究課題の概要

本研究課題は、ナノテクノロジーで培われた新規の機能材料や新規のデバイス構造をLSI（大規模集積回路）に応用することにより、LSIの低電圧化と高機能・高集積化を実現し、LSI及びLSIを利用するエレクトロニクス機器の消費電力を従来比で1/10～1/100に低減することを目指している。

本研究課題は3つのサブテーマから構成され、それぞれ以下の内容を目標としている。

[1] サブテーマ1「低電圧動作CMOS」

LSIの現状の1/10以下の低消費電力化を図るために、0.5V以下の電圧で動作する新材料CMOS（相補型金属酸化膜半導体）トランジスタを実証するとともに、量子効果等の新動作原理に基づくCMOSトランジスタを開発し、0.1Vに迫る極低電圧動作とLSI現状の1/100の低消費電力化に道筋をつける。

[2] サブテーマ2「ナノカーボン材料開発と応用」

LSIの低電圧動作を可能とする低抵抗ナノカーボン3次元配線技術を開発するとともに、極低電圧動作CMOSと配線埋め込み用デバイス作製を可能とするナノカーボン材料を開発しデバイス実証を行う。

[3] サブテーマ3「バックエンドデバイス」

0.5V以下の低電圧動作が可能な抵抗変化型不揮発デバイスを多層配線内に3次元的に埋め込んだバックエンドデバイスを開発し、微細化に頼らずにLSIの高機能・高集積化を実現するとともに、エレクトロニクス機器の消費電力を1/10～1/100に低減する道筋をつけるための基礎材料技術として、相変化膜超格子素子の低電圧材料・プロセス技術を開発する。

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

産業技術総合研究所（産総研）において、産総研及び企業出向等の研究者を集結させる等の産学官連携体制の構築、並びに拠点の立ち上げ等を順調に進めるとともに、各サブテーマの研究もほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① InGaAs 層に自己整合的に形成可能な Ni 合金コンタクト層の最適化によって、Ⅲ-V チャンネルトランジスタに適用可能な超薄膜・低抵抗の Ni-InGaAs 合金コンタクト層を開発した。
- ② 低電圧動作トランジスタの候補である TFET(トンネル電界効果型トランジスタ)について、斜めイオン注入を用いてゲートエッジドレイン側にオフセットを設けることで、ゲートオフ時のリーク電流を抑制する手法を提案した。
- ③ 触媒の選択等により、単層ないし数層のグラフェンを安定的に形成する見通しを得るとともに、グラフェンナノリボンの自己組織的形成を発見した。
- ④ 第一原理計算によって 2 種類の新規相変化材料を発見するとともに、GeTe/Sb₂Te₃ 超格子相変化材料において従来の 1/10 以下の低電力でのスイッチ動作を確認した。

(3) 課題又は留意点等

3つのサブテーマにおけるコア技術開発は順調に進んでいると考えられるが、将来の産業化に向けて要素技術を統合した成果像を一層明確にすることにより、研究課題全体としてのシナジー効果を更に発揮していくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、産総研に中心研究者を長とする「連携研究体グリーン・ナノエレクトロニクスセンター (GNC)」を新たな拠点として設置し、3つのサブテーマ全てに係る産総研および企業出向者等の約60名の研究者等を集結させたいわゆる集中研方式の体制、及び委託研究等による大学等との連携体制を組み合わせ、産学官連携による研究推進体制を構築している。課題全体としては、中心研究者が所属する産総研を中心に、委託研究機関として9機関(7大学、2独立行政法人等)、協力研究機関として6企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、月1回開催される課題全体のGNC連絡会、1~2ヶ月に1回開催されるサブテーマ会議が設置されている。

研究支援体制としては、中心研究者が所属する産総研において、つくばイノベーションアリーナ(TIA)推進部及びGNC等による支援組織(専任4名、兼任3名)が設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、上記の通り集中研方式であることから、産総研の規定に従って、産総研が権利を所有するとともに、出願・実施許諾等を担うことを基本としている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

- ① 産総研と企業が連携した、出口を見据えた基礎研究と開発研究の一体的な推進が期待できる、いわゆる集中研方式の研究開発体制を産総研内に順調に立ち上げた。
- ② 知的財産権の取扱いに関して、いわゆる集中研方式の研究推進体制を活かし、研究課題の実施中は原則として産総研に特許権等を帰属させることで、中心研究者主導による知的財産権のマネジメントを可能としている。

(3) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みについては、平成22年度の特許出願は3件に留まっている。今後は、いわゆる集中研方式により中心研究者と研究支援担当機関が知的財産権の運用を主導できるメリットを活かしつつ、より積極的な出願等の取組みが期待される。

(4) 数物・情報領域

研究課題名	複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技术応用
中心研究者名	合原 一幸
研究支援担当機関名	独立行政法人科学技術振興機構

1. 研究課題の概要

本研究課題は、現実の諸問題を数理的な解析対象とし、数理工学、カオス工学の観点から、様々な複雑な科学技術の問題を解くための複雑系数理モデル学の構築及び多分野を横断するその具体的な応用研究を同時に展開することによって、多様な複雑システムの理解、さらには予測、制御、最適化を目指すシステム科学技術の数理的基盤を構築することを目指している。

本研究課題は、[1]複雑系数理モデル学の基礎研究、[2]複雑系数理モデル学の工学応用研究及び[3]基礎研究と応用研究の融合による複雑系数理モデル学の体系化の3つのサブテーマから構成されている。

それぞれのサブテーマについては以下を具体的な研究要素としている。

[1] 複雑系数理モデル学の基礎研究

- ① 入出力複雑系の基礎数理
- ② ロバスト分岐・安定性解析
- ③ 複雑系予測・制御理論

[2] 複雑系数理モデル学の工学応用研究

- ① 複雑系情報処理システム
- ② β 写像に基づく新しい A/D (アナログ-デジタル) D/A 変換回路
- ③ 複雑ネットワークの工学応用
- ④ 産業プロセスへの最先端数理モデル応用

[3] 基礎研究と応用研究の融合による複雑系数理モデル学の体系化

- ① 複雑ネットワーク理論
- ② 時系列解析の基礎と応用
- ③ 脳や生命システムの数理モデリング
- ④ 疾病の数理モデル
- ⑤ 複雑系数理モデル学の体系化

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ①学術的成果として、細胞の生命分子ネットワークを数理モデル化する理論的手法を基礎から応用まで解説した本格的専門書を独国スプリンガー社より出版し、また、ハイブリッド力学系の基礎理論とその生命・医学システムへの応用に関して、特集号を英国 Royal Society の論文誌に刊行した。
- ②数理モデルの有効性を立証したケースとして、基礎理論と応用の融合により、PSA（前立腺特異抗原）の時系列データを基にして、前立腺癌の数理モデルに基づくテーラーメイド医療の手法を確立した。

(3) 課題又は留意点等

各サブテーマが何を目標として、サブテーマ間で相互にどのような関係付けを持って課題全体としての成果を導き出そうとしているのかという点が、必ずしも明確ではないことから、複雑系数理モデル学の基礎研究における基本理論研究の目標を明確に設定し、他のサブテーマへ橋渡しをすることと併せて、各サブテーマがどのように体系化されていくのか、見通し（ロードマップ）の提示が求められる。

また、数理モデルを現実の複雑な科学技術現象に適用するにあたっては、本モデルにより初めてその科学技術現象を数理的に説明することができ、有効なシミュレーションを含む数理解析が可能になったという成果を導き出すことができるものを選択することが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の所属する東京大学、共同研究機関として6機関（5大学、1独立行政法人）を中心に、協力研究機関として10機関（7大学等、1独立行政法人、2企業）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、週1回開催される課題全体の運営会議（ヘッドクォーターミーティング）や年4回のサブテーマ会議等が設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である科学技術振興機構及び中心研究者の所属する東京大学内に支援組織（科学技術振興機構：専任2名、兼任2名、東京大学：専任2名、兼任4名）が新たに設置され、東京大学内には、研究支援担当機関から専任の現地支援員1名が派遣されている。

知的財産権に関しては、研究支援担当機関と関係研究機関との間で締結した共同研究等実施規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

複雑システムに関する世界の主要研究者をメンバーとする国際アドバイザリーボードが設置されており、国際的なベンチマーク等の観点から研究推進に関する助言を受けている。また、月2回の最先端セミナー及び年1回のサブテーマ合宿等が開催され、研究者間の議論の場を促進する取組みが実施されている。

(3) 課題又は留意点等

中心研究者の強いリーダーシップの下で、強烈な個性の研究者によるアイディアの衝突からこれまでにない構想が生まれてくるプラットフォームを構築していくことが期待される。また、ユーザー視点からのアドバイスを研究内容に反映するため、国際アドバイザリーボードに産業界の研究者等を加えることが望まれる。

研究課題名	フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発
中心研究者名	荒川 泰彦
研究支援担当機関名	技術研究組合光電子融合基盤技術研究所

1. 研究課題の概要

本研究課題は、従来のLSIでは限界とされている省電力化、高速化、小型化等の産業技術を構築するため、光を集積回路（LSI）に導入し、光と電子が融合した従来にない光電子集積化技術基盤（フォトニクス・エレクトロニクス融合システム）の確立を目指している。

本研究課題は、[1]先端デバイス技術及び[2]光電子集積化技術の2つのサブテーマから構成され、それぞれのサブテーマについては、以下を具体的な研究開発要素としている。

[1] 先端デバイス技術

- ① シリコン・ナノレーザ、シリコンゲルマニウム光変調器、フォトニクス・ナノ構造光変調器、シリコン直接光源の技術
- ② 光変調器、受光器、光源実装の基本素子

[2] 光電子集積化技術開発

- ① アモルファス3次元配線、光ナノ構造配線、光配線基盤の技術
- ② LSI設計、デモ実証による技術統合化
- ③ 光配線用導波路及び集積プロセス基盤を用いた集積化

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

世界トップレベルの先端デバイスの要素技術の成果をはじめ、各サブテーマとも計画に沿った進展が見られ、研究は順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① シリコン型光変調器(MZI)で 10Gbps 以上の高速動作時に世界最高の変調効率 (0.29Vcm)を達成するとともに、ゲルマニウム受光器では、世界最高性能の光受信特性（感度(0.8A/W)、暗電流密度(0.4nA/μm²)、動作(20GHz)）を実証した。
- ② 直接貼り合せ技術の確立により、シリコン基板上に InAs/GaAs 量子ドットレーザを実現し、シリコン基板上半導体レーザとして世界最低閾値電流(205A/cm²)を達成した。
- ③ 光電子集積化技術開発については、レーザーアレイを搭載した光集積シリコンチップで、3.5Tbps/cm²の世界最高伝送密度を達成した。

(2) 課題又は留意点等

本研究課題は、グローバルスタンダードを目指すべき分野であることから、将来の世界市場をリードすることを意識し、今後も中心研究者のリーダーシップの下、個々の要素技術を統合した研究開発成果として、最終目標である光電子集積回路の全体像を明確に示した上で、情報通信産業界との連携を強化しつつ、ダイナミックに研究を展開していくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する東京大学、共同研究機関である技術研究組合光電子融合基盤技術研究所及び産業技術総合研究所を中心に、委託研究機関として3大学が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、月1回開催される課題全体の運営会議（PECST企画運営会議）及びサブテーマを構成する研究グループごとの会議等が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制として、研究支援担当機関である光電子融合基盤技術研究所を中心に、中心研究者が所属する東京大学及び産業技術総合研究所に新たに支援組織（光電子融合基盤技術研究所：専任6名、兼任8名、東京大学：兼任4名、産業技術総合研究所：専任4名、兼任2名）が設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、研究支援担当機関と関係研究機関との間で締結した共同研究等実施規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 課題又は留意点等

世界水準の研究成果が多数創出されている一方、知的財産権に関する取組みに関しては、現時点では出願が3件に留まっていることから、世界市場でリードするという観点から、今後、国外出願も含め、戦略性を持った取組みが期待される。

研究課題名	省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発
中心研究者名	大野 英男
研究支援担当機関名	東北大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、磁性と論理集積回路を融合し、要素であるスピントロニクス材料・素子・回路等の研究開発を行うことにより、従来レベルを遥かに超えた高性能、省エネルギー性、演算と記憶を持った半導体の実現を目指している。

本研究課題は、「スピントロニクス論理集積回路の研究開発」、「製造から回路設計が統合された基盤技術」及び「その試作環境の構築・整備」の3つの体系からなり、以下の7つの研究分野から構成されている。

- [1] スピントロニクス材料開発
- [2] スピントロニクスデバイス開発
- [3] 革新的スピントロニクス材料・デバイス研究開発
- [4] スピントロニクス集積プロセス開発
- [5] スピントロニクス論理集積回路動作検証・IP 開発
- [6] スピントロニクス論理集積回路設計手法・設計ツール開発
- [7] スピントロニクス論理集積回路実証・拠点形成

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

材料開発及びデバイス開発の2つの分野で顕著な成果が得られており、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

「垂直磁気異方性 MgO-CoFeB（酸化マグネシウム-コバルト鉄ボロン）磁気トンネル接合」を開発し、磁性体である CoFeB 薄膜とトンネルバリア膜である MgO 薄膜の界面磁気異方性を利用することによって、省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路を実現する要件（①微細化、②高性能化、③低電力化、④高信頼性、⑤CMOSプロセスとの親和性）を全て満たすことに成功した。

(3) 課題又は留意点等

本研究課題は最先端の国際競争が激しい研究分野であるため、スピード感を持って研究を推進するとともに、知的財産戦略を強化しつつ、学術論文の発表についても十分な戦略性を持って行うことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、研究支援担当機関であり、中心研究者が所属する東北大学と共同研究機関である日本電気（株）を中心に、委託研究機関として4機関（1大学、1独立行政法人、2企業）、協力研究機関としてクリーンルームを提供する産業技術総合研究所が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、週1回開催される課題全体の運営会議（センター運営委員会）、中心研究者による参画研究機関とのTV会議等が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制として、中心研究者の所属する東北大学内に省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター支援室（専任5名、兼任1名）が新たに設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、研究支援担当機関と関係研究機関との間で締結した共同研究等実施規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 課題又は留意点等

本研究課題は世界でも特に競争が激しい分野であり、支援部門の強力な役割が求められる。現在、緊急避難的に研究支援統括者が研究分野責任者を兼ねている状態にあることから、これを早急に改善し、研究支援統括者が支援に専念できる体制とすることが求められる。

研究課題名	超巨大データベース時代に向けた最高速データベースエンジンの開発と当該エンジンを核とする戦略的サービスの実証・評価
中心研究者名	喜連川 優
研究支援担当機関名	東京大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、将来、爆発的に増える膨大な情報量进行处理することが可能な非順序型と呼ばれる実行原理に基づき、平成25年度末までに従来比800倍程度の処理能力を持つ最高速データベースエンジンの開発を目指している。

本研究課題は、[1] 超巨大データベース時代に向けた最高速データベースエンジンの開発及び[2] 超巨大サイバーフィジカルシステム基盤のための情報創発技術とその戦略的社会的展開のサブテーマについては、以下を具体的な研究要素としている。

[1] 超巨大データベース時代に向けた最高速データベースエンジンの開発

超大量非同期入出力の発行、ストレージ駆動型非順序型の実行、実行時動的入出力スケジュールの処理

[2] 超巨大サイバーフィジカルシステム基盤のための情報創発技術とその戦略的社会的展開

サーバー情報とセンサー情報を融合した大規模データからの潜在情報の抽出、サイバーフィジカルシステムの実現・実証

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

データベースエンジンの開発では、従来比100倍を超える世界トップレベルのデータベース処理能力の成果を上げるなど、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

従来技術と比較して、平成22年度には、データベース処理能力が100倍を超える高性能データベースエンジンの開発をした。なお、平成23年度末に300倍程度の高速化が見込めるまでの実験を行っている。

(3) 課題又は留意点等

これまで得られたデータベース処理能力の成果や今後達成すべきデータベース処理能力の目標値（例えば、700倍や1000倍等）について、社会経済上の

意義を国民に明確に発信していくことが期待される。

また、サブテーマ2の超巨大サイバーフィジカルシステム基盤のための情報創発技術とその戦略的社会展開については、今後、適用例を拡大していく中でデータベース処理能力の性能に見合う適切な対象の選定を通じて、戦略性を明確に提示していくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の所属する東京大学や共同研究機関である国立情報学研究所を中心に、委託研究機関として8機関（5大学、1独立行政法人、2企業）、協力研究機関として1企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年11回開催される課題全体の運営会議（合同研究会）及びサブテーマ単位の会議（ステアリング会議、定例会議、技術分科会、特許戦略会議等）が設置されている。

研究支援体制として、研究支援担当機関である東京大学内に支援組織（専任1名、兼任11名）、共同研究機関である国立情報学研究所内に支援要員1名が置かれ、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、東京大学が定める本プログラム共通の「共同研究等実施規約」によって、取扱いに係る基本的事項を定め、参加機関はこれに従うとしている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

国際アドバイザーボードが設置されており、国際的なベンチマーク等の観点から研究推進に係る助言を受けている。

研究課題名	強相関量子科学
中心研究者名	十倉 好紀
研究支援担当機関名	独立行政法人理化学研究所

1. 研究課題の概要

本研究課題は、固体中で強く相互作用する多数の電子（強相関電子）の示す物性・機能応答の全体システムの構成に着目し、強相関電子の持つ多自由度の絡み合いを制御して、従来のエレクトロニクスの延長では到達できないエネルギーの高効率変換やエネルギー消費を伴わない量子状態の制御など革新的な電子物性機能の解明を目指している。

本研究課題は、[1]モットロニクス基礎（強相関電子系の金属・絶縁体相転移をナノスケールで利用する技術学理）、[2]強相関創発物性（電気-磁気-熱-光の相互の入出力応答の巨大化）及び[3]エネルギー非散逸性電子技術原理（スピン流、分極電流などのエネルギー非散逸性量子流の利用）の3つのサブテーマから構成されており、それぞれのサブテーマの具体的な研究要素としては、以下が挙げられる。

[1] モットロニクス基礎

光制御モット転移、電場制御モット転移、強相関光発電、電界誘起超伝導

[2] 強相関創発物性

新原理熱電材料、巨大電気磁気効果、電荷軌動秩序の動的機能

[3] エネルギー非散逸性電子技術原理

トポロジカル電流機能、量子多重秩序の完全解析、超構造超伝導

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

3つのサブテーマ全てで世界トップレベルの成果が上がっており、研究は順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ①これまで理論上は予言されていたが、観察することができなかったスキルミオンと呼ばれる幾何学的なスピンの渦を極低温の高分解能ローレンツ電子顕微鏡下で直接観察した。
- ②電場によるモット転移制御を実現し、電気二重層を用いたトランジスタの研究において、半導体トランジスタとは全く異なる動作原理によるモットトランジスタの実証に成功した。
- ③BiTeI（ヨウ化ビスマステルル）における巨大ラシュバ効果の発現及び実験によ

るスピン軌道分裂の起源の解明、輸送係数の計算など BiTeI の物性の解明を行った。

(3) 課題又は留意点等

本研究課題の成果を産業へ応用する道筋がより明確化されることにより、さらに研究水準を向上させていくことや産業界の企業研究開発戦略を担う人材層との対話の機会を積極的に設けていくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の所属する理化学研究所及び共同研究機関4機関（2大学、2独立行政法人等）を中心に、協力研究機関として4企業が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のため、年3回開催される課題全体の運営会議、週1回開催されるサブテーマ単位の会議等が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である理化学研究所及び共同研究機関である東京大学、産業技術総合研究所、高エネルギー加速器研究機構に新たに支援室（員）（理化学研究所：専任3名、兼任1名、東京大学：専任4名、産業技術総合研究所：専任1名、兼任2名、高エネルギー加速器研究機構：専任1名）が設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、研究支援担当機関と関係研究機関との間で締結した共同研究等実施規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

理化学研究所と東京大学で毎週1回開催されるディスカッションミーティングでの、実験・計算結果の解釈から次の実験・計算の計画に至るまで、中心研究者と数多くの参画研究者がほぼ一日を通して、集中的に議論を行う取組みは、研究手法間、研究チーム間、サブテーマ間の垣根を取り払うことに有効に働いている。

研究課題名	宇宙の起源と未来を解き明かす-超広視野イメージングと分光によるダークマター・ダークエネルギーの正体の究明-
中心研究者名	村山 斉
研究支援担当機関名	東京大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、米国ハワイ島のすばる望遠鏡に改造を加え、超広視野のイメージング用超高性能カメラ（超広視野イメージング）及びロボットを使った自動制御で2400天体を同時に観測できる分光器（超広視野分光）の2つを製作することを通じて、宇宙の9割以上を占めるとされる正体不明のダークマター（暗黒物質）とダークエネルギーの性質の解明を目指している。

本研究課題は、[1] 超広視野分光によるダークマター・ダークエネルギーの研究と [2] 超広視野イメージングによるダークマター・ダークエネルギーの研究の2つのサブテーマから構成され、それぞれのサブテーマについては、以下を具体的な研究要素としている。

[1] 超広視野分光によるダークマター・ダークエネルギーの研究

① 国際協力体制による2400天体同時観測ファイバースペクトロメータの設計・製作

[2] 超広視野イメージングによるダークマター・ダークエネルギーの研究

① すばる主焦点超広視野カメラ（新型イメージングカメラ）の開発

② 同カメラによる銀河大規模観測研究

③ 1億個の銀河の光度・形状に関する詳細カタログの作成

2. 研究進捗状況について

（1）研究課題全体の進捗状況

サブテーマ2は、当初計画通り、HSC（ハイパーシュプリーム・カム）補正光学系システム及びその搭載のためのすばる望遠鏡の改修を行うなど概ね順調に進展していると認められる。

サブテーマ1は、平成22年度には、国際連携体制が構築できず、当初計画の分光システムの詳細設計に遅れが生じた。（なお、平成23年度には国際連携体制の構築がほぼ完了し、遅れを取り戻している。）

（2）特筆すべき成果等

すばる望遠鏡に装着する新型イメージングカメラに必要な補正光学系システム等が平成22年度末までに予定通り完成し、観測の準備を整えた。

(3) 課題又は留意点等

サブテーマ1の分光器の設計は、平成23年度中に国際連携体制が整備される見通しが立ったことにより、今後の設計・製作を加速することが求められることから、中心研究者が一層、戦略的かつ国際的にリードしていくことが期待される。

また、サブテーマ2のイメージングカメラの製作は、これまで様々な研究費が複合支援されることにより、一定の段階まで研究開発が進展したものを、最終的に本FIRSTプログラムの支援で完成するものであることから、本FIRSTプログラムの支援による意義、得られた学術的な成果や特許等を対外的に明確に説明していくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては国際パートナーシップの下で行われており、中心研究者が所属する東京大学数物連携宇宙研究機構と共同研究機関である自然科学研究機構国立天文台を中心に、協力研究機関として8機関（4大学、4研究所）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年1回開催される課題全体の運営会議（コラボレーションミーティング）及びサブテーマごとの運営会議（ワークショップ、技術協力会議等）、月2回開催される国立天文台との会議が設置されている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、国立天文台教授を委員長としたアドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制として、研究支援担当機関である東京大学に新たに支援組織（専任3名、兼任11名）が設置され、研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、東京大学が定める本プログラム共通の「共同研究等実施規約」によって、取扱いに係る基本的事項を定め、参加機関はこれに従うとしている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

アウトリーチ活動の取組みとして、中心研究者による一般向けの解説書はベストセラーになり、ダークマター・ダークエネルギーに関する国民の認識と興味を高めた。

(3) 課題又は留意点等

今後の国際連携体制構築にあたっては、中心研究者の尽力のみならず、研究支援担当機関である東京大学が積極的なバックアップを行うことが求められる。

研究課題名	量子情報処理プロジェクト
中心研究者名	山本 喜久
研究支援担当機関名	情報・システム研究機構国立情報学研究所

1. 研究課題の概要

本研究課題は、情報、通信、半導体産業の活性化を図るとともに、量子情報処理技術で世界をリードする観点から、次世代のコンピュータ技術とされる量子コンピュータや量子シミュレータを世界に先駆けて開発・実証することを目指している。本課題は、8つのサブテーマから構成されており、それぞれのサブテーマの具体的な研究要素は以下のとおりである。

- [1] 量子情報システムの研究
動的ボーズアインシュタイン凝縮現象を利用した量子シミュレーション及びアナログ計算、トポロジカル表面コードを利用したデジタル量子計算
- [2] 量子計測の研究
光子検出/量子情報処理赤外光源開発、半導体量子ナノ構造による量子計測素子、光重ね合わせ状態を用いた高感度計測技術の開発
- [3] 量子標準の研究
光格子時計、高精度周波数リンクによる次世代時間標準の応用
- [4] 量子通信の研究
量子マルチパーティ通信、量子インターフェース
- [5] アナログ量子コンピュータ/量子シミュレーションの研究
光格子中の冷却原子、固体電子系と光の結合系、イオントラップを対象とした量子シミュレーション
- [6] 理論の研究
量子情報処理を実現するためのシステムとその基本素子に関する理論
- [7] 超伝導量子コンピュータの研究
量子万能ゲートを基にした計算方式、量子ビットの回路方式、アルミ超伝導量子ビット集積回路技術
- [8] スピン量子コンピュータの研究
半導体スピン又は分子スピンを基にした小規模量子システム、スピン量子ビットと超伝導、光調子ビットの結合制御

2. 研究進捗状況について

- (1) 研究課題全体の進捗状況

個々のサブテーマは概ね順調に進捗しているが、今後は、課題全体としての目標達成に向けて、中心研究者の強いリーダーシップの下、サブテーマの研究成果を統合していくことが求められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ①国際原子時の不確かさを1桁以上超える 10^{-17} の不確かさの光格子時計のネットワークを東京圏で実証した。
- ②量子インターフェースの単一光子-単一スピン変換に関して、2重ドットの共鳴トンネルを利用した新しい量子転写法を提案し、スピン依存トンネルを利用した角運動量転写を実現した。

(3) 課題又は留意点等

現状では、サブテーマごとの研究者が個々独立に研究を進めていると見受けられるため、今後は、中心研究者の強いリーダーシップの下で、本研究課題全体における各サブテーマの位置付けを明確にしつつ、研究成果を全体として統合していくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する国立情報学研究所、共同研究機関である東京大学及び理化学研究所を中心に、委託研究機関として17機関（12大学、3独立行政法人等、2企業）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年1回開催される課題全体の運営会議やサブテーマ単位の会議が設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である国立情報学研究所、共同研究機関である理化学研究所及び東京大学に新たに支援組織（国立情報学研究所：専任3名、兼任5名、理化学研究所：兼任2名、東京大学：兼任3名）を設置し、研究支援が行われている。

知的財産権については、研究支援担当機関と関係研究機関との間で締結した共同研究等実施規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

中心研究者の下に、5つの学問分野（光科学、原子物理、半導体物理、超伝導回路、理論）で領域アドバイザーを置き、5つの専門分野の観点から研究成果の評価、研究計画の妥当性等の助言を得ている。

(5) 機器・システム開発領域

研究課題名	マイクロシステム融合研究開発
中心研究者名	江刺 正喜
研究支援担当機関	東北大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、集積回路の高付加価値化を目指すヘテロ集積化技術、環境に対して優しくコストの少ない高効率 MEMS（マイクロマシン）融合製造技術、超並列電子線描画装置の開発等により、CMOS（相補型金属酸化膜半導体）集積回路と MEMS の一体化によるマイクロシステム融合技術の開発を目指している。

本研究課題は、以下のサブテーマから構成されている。

- [1] 超並列電子線描画装置
- [2] ヘテロ集積化初期試作
- [3] 試作コインランドリ
- [4] ヘテロ集積化量産試作
- [5] 高効率 MEMS 融合製造技術

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

各サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 超並列電子線描画装置としては、面電子源による2次元アレイパターンの一括露光実験により、3mm 角の領域に 180nm のパターンを一括転写できることを確認した。
- ② ヘテロ集積化初期試作としては、表面弾性波（SAW）デバイスと MEMS 可変容量とを一体的に集積化した可変 SAW フィルタを試作し、動作実証を行った。また、高周波用として、LSI 上に圧電 MEMS スイッチを製作した。
- ③ 高効率 MEMS 融合製造技術としては、射出成型技術とスクリーン印刷技術のみで MEMS 構造が作製可能なことを実証した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 試作コインランドリは、東北大学に蓄積された情報や技術支援の下で、MEMS を自由に試作開発できるような環境を整備し、企業に提供するものであるが、コインランドリの成果がどのようにヘテロ集積化等の研究に反映されるのか

等の点が不明である。このため、本研究課題においてこれをサブテーマとして実施する意義、位置付けを明確に示していくことが求められる。

- ② 本研究課題の成果が企業で有効に活用されていくためには、本研究課題の成果から創出されるデバイスやその用途などビジネス化に向けた具体的な方向性を示すことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の下、東北大学では、ヘテロ集積化初期試作等のテーマが進められており、その成果を基に、共同研究機関である産業技術総合研究所ではヘテロ集積化量産技術の開発等が進められている。研究課題全体としては、このほか、委託研究機関として5機関（2大学、1独立行政法人、2企業）の参画が行われている。また、東北大学においては、企業にMEMSを試作する環境を提供する試作コインランドリによる取組みも進められている。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、隔月で開催される研究課題全体の運営会議や2か月に1回で開催されるサブテーマ単位の運営会議が設置されているほか、中心研究者の委託研究先への巡回等が行われている。また、研究推進等についての意見や助言を受けるために、アドバイザーリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である東北大学、並びに産業技術総合研究所に支援組織（東北大学：専任2名、兼任2名、産総研：専任3名、兼任3名）が設置されており、東北大学及び産業技術総合研究所の産学連携推進本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、共同研究契約あるいは委託研究契約の中で、中心研究者が所属する東北大学と産業技術総合研究所あるいは関係研究機関との間で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱い等について個別に規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

研究推進体制に関して、東北大学がヘテロ集積化初期試作を行い、産業技術総合研究所がその成果を活用して、ヘテロ集積化の量産技術の開発に結びつけるという役割分担と出口を見据えた道筋が明確な研究開発であり、基礎研究から実用化までの一体的な研究推進体制がとられている。

(3) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みに関しては、平成22年度の特許出願は8件となっているが、産業技術総合研究所からの出願がほとんどで、中心研究者の所属する東北大学からは1件に留まっていることから、今後は、東北大学において、平成

23年度以降の取組みとして予定しているヘテロ集積化に関するパテントマップの作成の検討等を進めつつ、知的財産権の出願等に積極的に取り組んでいくことが求められる。

研究課題名	Mega-ton Water System
中心研究者名	栗原 優
研究支援担当機関名	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

1. 研究課題の概要

本研究課題は、高効率膜モジュールの開発及び大型施設の建設に関連する技術の開発をベースとして、環境・エネルギー配慮型巨大淡水化技術の実用化システム（大規模逆浸透膜海水淡水化プラント）の開発を目指している。

本研究課題は、[1]要素技術開発、[2]システム化技術の2つのサブテーマから構成されており、それぞれの研究項目は以下のとおりである。

[1] 要素技術開発

- ① 高効率・大型分離膜エレメント・モジュールの開発
- ② 深層海水等の取水技術に関する調査研究
- ③ 正味電力を安定に取り出せる浸透圧発電システムの構築
- ④ 国内初の容積型エネルギー回収装置の実用化
- ⑤ 高耐圧、大口径、高耐食樹脂管システムの開発

[2] システム化技術

- ① 大型海水淡水化プラントのトータルライフサイクルコストの最小化を実現する新しい設計・施工・メンテナンス・運転制御技術の実用化
- ② 汚泥生産モジュール（コンパクト膜分離活性汚泥法（MBR）＋高密度汚泥生成型 MBR）による、滞留時間2時間の廃水処理の実現
- ③ 世界の広範囲な海域において、低環境負荷の海水淡水化システムとして、ほとんど薬品を使用しないシステムを構築

2. 研究進捗状況について

（1）研究課題全体の進捗状況

両サブテーマともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

（2）特筆すべき成果等

- ① 高効率・大型分離膜エレメント・モジュールに関しては、逆浸透膜（RO）膜の微細構造に着目し、形態や高分子物性を解析し、高性能化に必要な物性を特定した。
- ② 浸透圧発電に関しては、新規に開発した正浸透評価装置で正味出力の予測が可能になり、目標値達成に向けての準備が整った。

(3) 課題又は留意点等

要素技術開発、システム化技術開発の目標との整合を図り、全システム完成を最終目標として、途中のマイルストーンでの達成目標、時期や開発のロードマップを明確にして取り組んでいくことが期待される。その際、本研究課題では、プラントの開発が最終目標であるという性格上、途中の成果が見えづらい面があることから、成果の公表にはより積極的に取り組むことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者の下、水処理分野において知見及び技術を有する10大学、18企業が委託研究機関として参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年4回開催される課題全体の運営会議、月1回開催されるサブテーマ単位の運営会議等が設置されており、中心研究者による年1回の各委託研究機関の巡回も行われている。また、研究推進等についての意見や助言を受けのために、年1回開催する、海外の有識者を含む国際アドバイザリーボードが設置されている。

研究支援体制としては、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)と東レ株式会社に、支援組織(NEDO:専任2名、兼任7名、東レ:専任1名、兼任6名)が設置されており、NEDO及び東レの既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、平成23年12月をめぐりに「知的財産権取扱規約」を全参加機関間で締結する予定となっている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

多数の研究者、研究機関が参画している中で、中心研究者が、年1回中心研究者が各委託研究機関を巡回することをはじめ各種手法と組み合わせることにより、本研究課題全体に対しリーダーシップを発揮している。

(3) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みに関しては、平成22年度の特許出願は3件に留まっていることから、今後は、課題全体の知的財産権取扱規約の早期締結と併せ、要素技術に加え、システム全体の知的財産権についても、より積極的な出願等の取組みが期待される。

研究課題名	健康長寿社会を支える最先端人支援技術研究プログラム
中心研究者名	山海 嘉之
研究支援担当機関名	筑波大学

1. 研究課題の概要

本研究課題は、健康長寿社会を支える最先端テクノロジーとして、脳神経科学、神経生理学、ロボット工学、IT 技術、再生医療等が融合したサイバニクス化技術を駆使することにより、ロボットスーツ等の最先端人支援技術を開発することを目指している。

本研究課題は、[1] 生理生体系支援技術、[2] 運動支援系の2つの分野から構成されている。

それぞれの分野の研究項目は以下のとおりである。

[1] 生理生体系支援技術

- ① 生体電位信号の取得・処理／活用技術高度化
- ② 生理・運動系の分析・管理
- ③ 次世代リハビリテーション支援

[2] 運動支援系

- ① ロボットスーツ及び全身運動支援機器の研究
- ② サイバニック制御の理論体系化と実装技術の確立
- ③ 次世代リハビリテーション支援（運動療法）

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

各研究項目ともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

皮膚電位の出ない神経損傷患者のために重心移動による歩行制御を行うロボットスーツのプロトタイプを作り、ダミー人形を歩かせることに成功した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 「高度化」という達成目標に関しては、最終目標を明示しつつ、達成度のレベルを具体的に明確にすることが求められる。
- ② 個々の要素技術の達成度に関しても、国内外の研究成果との比較、例えばモーションキャプチャ技術に関してはマサチューセッツ工科大や九州大学での研

究と比較して達成度を評価していくことが求められる。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、筑波大学を中心に、委託研究機関として1大学、協力研究機関として3機関（2大学、1企業）が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、中心研究者による委託研究先への訪問や週1回の中心研究者と研究統括者・支援組織の連絡調整会議が開催されているが、研究課題全体の運営会議は設置されていない。

研究支援体制としては、筑波大学内に支援組織（専任3名、兼任3名）が設置されており、学内の産学連携本部等がこれに協力して研究支援が行われている。

また、知的財産権に関しては、本研究課題全体としての共通の規定は設けられておらず、筑波大学の知的財産規則、受託研究取扱規定に則って、取扱いが行われている。

(2) 課題又は留意点等

本研究課題を円滑に推進していく上で、中心研究者と参画研究者が研究方針、研究の進捗状況や研究テーマ間の相互関係等を共有するための研究課題全体に係る運営会議を設置、開催していくことが求められる。

知的財産権の取扱いに関しては、委託研究機関、協力研究機関及び連携企業との関係を含む本研究課題に係る包括的な規定を整備する等により、特許の出願、実施許諾、権利譲渡などを中心研究者及び研究支援担当機関が的確に把握、管理していくことが求められる。

山海教授は、本研究課題の中心研究者であると同時に、筑波大学発のベンチャー企業であるサイバーダイナ社の代表取締役を兼ねることから、本研究課題においてサイバーダイナ社が製造するロボットスーツを活用したり、シンポジウムで展示する等にあたっては、利益相反の疑念が持たれることがないよう、筑波大学内に置かれた利益相反委員会及び外部の有識者からなる利益相反アドバイザリーボードによる適格な指導監督の下で、慎重に対応していくことが求められる。

研究課題名	次世代質量分析システム開発と創薬・診断への貢献
中心研究者名	田中 耕一
研究支援担当機関名	独立行政法人科学技術振興機構

1. 研究課題の概要

本研究課題は、世界最高性能の次世代の質量分析システムを開発し、これを用いたがんやアルツハイマー病の新たな診断・治療手法の確立に向けて、バイオマーカーの発見やがん創薬のための標的分子候補発見を目標としている。これにより、病気の早期診断や新しい治療法、新薬開発に大きく貢献することが可能となる。

本研究課題は、[1]次世代質量分析システムの開発、[2]乳がん等の新規バイオマーカー同定と創薬ターゲット探索及び[3]アルツハイマー病の早期診断方法の開発の3つのサブテーマから構成されている。

それぞれサブテーマの具体的な研究要素としては、以下が挙げられる。

[1] 次世代質量分析システムの開発

前処理の高度化、高感度イオン化、質量分析システム装置の高機能化、

[2] 乳がん等の新規バイオマーカー同定と創薬ターゲット探索

次世代質量分析システムを活用した乳がん関連バイオマーカーの取得、疾患プロテオーム解析基盤の構築

[3] アルツハイマー病の早期診断方法の開発

次世代質量分析システムを活用したアルツハイマー病等の診断方法の開発

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

次世代質量分析システム開発を中心に、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

次世代質量分析システム開発における前処理段階について、モデルペプチドとの融合抗体を試験管内で合成し、可変抗体の試験管技術の概念実証に成功し、結合能力が2～5桁性能向上した。

(3) 課題又は留意点等

サブテーマ2及び3の診断方法や創薬ターゲットの探索に係る研究においては、次世代質量分析システムにより、乳がん、アルツハイマー病だけでなく、前立腺がんなどにも適用範囲を拡大していく可能性を検討することも期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制として、産学連携体制がとられており、次世代質量分析システムの開発については中心研究者が所長である(株)島津製作所田中最先端研究所が行い、その成果を活用して、京都大学最先端創薬研究センターにおいて新たな診断法や創薬の開発につなげていくための応用研究が行われている。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、年4回開催される課題全体の運営会議、週1回開催されるサブテーマ単位の会議が設置されている。

研究支援体制として、研究支援担当機関である科学技術振興機構、中心研究者の所属する島津製作所及び共同研究機関である京都大学内に支援組織(科学技術振興機構：専任1名、兼任2名、島津製作所：専任5名、兼任1名、京都大学：専任8名)が新たに設置され、島津製作所内には、研究支援担当機関から専任の現地支援員1名が派遣されている。

知的財産権に関しては、研究支援担当機関と関係研究機関との間で締結した共同研究・支援契約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

研究推進体制に関して、島津製作所が次世代質量分析システムの開発を行い、京都大学がその成果を活用して、乳がんやアルツハイマー病の早期診断に結びつけるという役割分担と出口を見据えた道筋が明確な研究開発であり、産学連携推進に係る機能的な体制が構築されている。

(3) 課題又は留意点等

高度な研究成果に比較して、平成22年度は、雑誌論文0件(平成23年6月に1件実績)、学会発表2件、知的財産の出願が1件(京都大学)に留まっていることから、ハイレベルな国際誌への投稿、学会発表、次世代質量分析システム開発関連の知的財産の出願等を積極的に実施していくことが求められる。

研究課題名	原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡の開発とその応用
中心研究者名	外村 彰
研究支援担当機関名	独立行政法人科学技術振興機構

1. 研究課題の概要

本研究課題では、電子線ホログラフィー技術を用い、原子レベルでのゲージ場（ベクトル・ポテンシャル）を可視化する世界初の観察装置の開発を目指している。

本研究課題は、（１）電子顕微鏡本体開発及び要素技術開発、（２）開発予備実験と応用技術実験の２つの研究項目から構成されている。

具体的な研究目標としては、以下のとおりである。

- [1] 収差補正レンズや電子線ホログラフィーを用いて、従来技術で 0.1nm 止まりであった電子顕微鏡の分解能を 0.04nm 以下にまで向上。
- [2] 超高压電顕用の収差補正レンズを開発・装着し高分解能化を実現。
- [3] 電子線の検出効率を 100%に近づける。
- [4] 1/1000 波長オーダーでの位相検出を実現し、位相を用いた原子像観察を実現。
- [5] あらゆる方向から見た多数枚のホログラムから 3次元像の再構築を行い、微細な 3次元電磁場分布を観察。

2. 研究進捗状況について

（１）研究課題全体の進捗状況

各研究項目ともほぼ計画に沿った進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

（２）特筆すべき成果等

- ① 電子顕微鏡本体開発においては、各要素とも設計を終了し、部品調達、作製に取り掛かっている。
- ② 要素技術開発においては、高安定な高輝度電子銃の実現の見通しが立った。
- ③ 位相再生精度の向上に向けて、まず位相増幅法を用いてモリブデナイト (MoS_2) の単結晶のへき開面に生じる 1 原子ステップの計測から、1/100 波長の位相変化を確認した。（目標は 1/1000 波長オーダーの位相変化の検出）

（３）課題又は留意点等

- ① 本研究課題について、理化学研究所で行っている予備実験、応用実験の位置付けを明確にした上で、全体として期待される成果、目標を、より具体的に明示することが期待される。

- ② 本研究課題で開発している電子顕微鏡につき、より多くの用途、使用者のニーズを想定し、産業界とのよりオープンな議論と企業参加が見込める場を設定していくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する日立製作所と共同研究機関である理化学研究所を中心に、協力研究機関として独立行政法人沖縄科学技術研究基盤整備機構が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、月1回開催される課題全体の運営会議及び月1回開催されるサブテーマ単位の運営会議が設置されている。また、特に難度の高い電子線ホログラフィーにおける位相増幅技術および3次元観察技術については月1回の会議を開催してベクトル合わせを行っている。さらに中心研究者による各参加機関への巡回も随時行われている。

研究支援体制としては、科学技術振興機構、日立製作所、理化学研究所にそれぞれ支援組織（科学技術振興機構：専任4名、兼任3名、日立製作所：専任1名、理化学研究所：兼任2名）が設置されており、科学技術振興機構、日立製作所、理化学研究所の知的財産権本部等の既存組織がこれに協力して研究支援が行われている。

知的財産権に関しては、科学技術振興機構が日立製作所及び理化学研究所の3者間で合意・締結された共同事業の実施に係る協定書及び共同研究等実施規約の中で、特許の権利帰属、出願及び実施許諾等の取扱いに係る基本的な運用方針が規定されている。

(2) 優れている点又は工夫が見られる点等

本研究課題に従事する理化学研究所の研究グループは日立中央研究所鳩山サイトに常駐し、日立中央研究所電顕開発グループとは隣接する事務室および同一の建屋（電顕棟）内にある実験室で研究を行っており、連携・協働が円滑に進むような研究体制が構築されている。

(3) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みに関しては、平成22年度の特許出願が0件に留まっていることから、今後より積極的な出願等の取組みが求められる。

研究課題名	日本発の「ほどよし信頼性工学」を導入した超小型衛星による新しい宇宙開発・利用パラダイムの構築
中心研究者名	中須賀 真一
研究支援担当機関名	東京大学

1. 研究課題の概要

本研究課題では、中心研究者が提唱するほどよし信頼性工学に基づき、低コスト・短期開発・最適性能を実現する世界一の超小型衛星（50kg 以下）技術を確立し、新しい宇宙開発・利用のパラダイムを世界に先駆けて拓くことを目指している。

本研究課題は、以下の8つのサブテーマから構成されている。

- [1] 超小型衛星用信頼性工学の構築と実衛星開発を通じた先進的衛星開発・試験・運用利用手法に関する研究
- [2] 産業化を目的とする超小型衛星技術の実用化とものづくりインフラの構築
- [3] 先進的超小型衛星設計論と要素技術に関する研究
- [4] 革新的光学系および地上情報処理技術に関する研究
- [5] 超小型衛星用の先進的・非可動型地上局に関する研究
- [6] 地上試験手法に関する研究
- [7] 実践的宇宙教育・人材育成に関する研究
- [8] 科学への応用法とミッション系先進インターフェースに関する研究

2. 研究進捗状況について

(1) 研究課題全体の進捗状況

各サブテーマともほぼ計画通りの進展が見られ、研究は概ね順調に進捗していると認められる。

(2) 特筆すべき成果等

- ① 軌道上の過去の衛星の故障調査に基づき、その主要原因が信頼度を計算するための故障率である永久的偶発故障ではなく、一時的偶発故障や設計・製造に起因する確定論的故障であることが明確となり、現状の信頼性計算では衛星の信頼性を正確に測れないことを明らかにした。
- ② 衛星の通信にアンテナは不可欠の設備であるが、機械的可動部を持たないアクティブ・フェイズド・アレイを実現するためのアンテナ素子について独自のアイデアによる無指向性アンテナを実現し、アクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナの基本構成を確立した。

(3) 課題又は留意点等

- ① 「ほどよし信頼性工学」を普遍性をもった理論として構築していく取組みと併せて、プロダクトアプローチとプロセスアプローチが、「ほどよし信頼性工学」の体系の中でどのような位置づけにあるのかを明確にしつつ研究を推進していくことが期待される。
- ② 個々のサブテーマをどのように連携させ、全体的な成果に結びつけていくのかという戦略を明確にしていくことが期待される。

3. 研究推進体制・研究支援体制等について

(1) 全体の状況

研究推進体制としては、中心研究者が所属する東京大学を中心に、共同研究機関として11大学、委託研究機関として4企業等、協力研究機関として3機関(2大学1企業)が参画している。

プロジェクト全体の進捗状況の把握と推進のために、課題全体の運営会議として、年1回開催される全体報告調整会、研究成果報告会及び月1～2回程度開催されるサブテーマ単位の運営会議が設置されている。

研究支援体制としては、研究支援担当機関である東京大学内に支援組織(専任2名、兼任7名)が設置され、東京大学等10大学において産学連携本部等の既存組織等がこれに協力して、研究支援が行なわれている。

知的財産権に関しては、東京大学が定める本プログラム共通の「共同研究等実施規約」によって取扱いに係る基本的事項を定め、参加機関はこれに従うとしている。

(2) 課題又は留意点等

知的財産権に関する取組みに関しては、平成22年度の特許出願は2件に留まっていることから、今後より積極的な出願等の取組みが期待される。