

2. 事業内容（2ページ以内）

(1) 事業目的

本学のナノ材料研究のスタートは、1980年代に戦略的創造研究推進事業（ERATO）の林超微粒子プロジェクトにおいて本学で実施された上田良二教授（当時）によるナノスケールの微粒子に関する研究であった。その成果は、本プロジェクトの研究者であった飯島澄男終身教授によるカーボンナノチューブの発見によって大きく花開くこととなる。その後も本学では飯島終身教授が中心となり、カーボンナノチューブやカーボンナノウォール、さらにはグラフェンなどナノカーボン材料の研究を推進し、現在では青色LEDの窒化物半導体と並び本学を代表する2大材料となっている。2002年度に本学が採択された文部科学省の21世紀COEプログラム「ナノファクトリー」においても、ナノカーボンとナノナイトライド（窒化物半導体）を2本柱として本学に研究拠点が形成され、多数の優れた成果が上げられた。一方、本学理工学部はその後の改組により、現在は11学科を有する大組織となっている。それに伴い、ナノカーボンにとどまらず金属ナノ粒子、酸化物ナノチューブ、酸化物ナノシート等、様々なナノ材料を対象とする研究者が本学で研究を進めるようになった。青色LEDや窒化物半導体に関する研究は、2014年の赤崎勇終身教授のノーベル物理学賞受賞を機に知名度が大きく向上し、昨年度から研究ブランディング事業「青色LEDを起点とした新規光デバイス開発による名城大ブランド構築プログラム」が始まり、本学のブランド力向上に貢献している。一方、本学のナノ材料分野の研究成果は学界関係者にはよく知られているものの、一般社会に広く認知されているとは言い難かった。本学の学生調査でも、本学の教員がカーボンナノチューブを発見したことを知っている学生は少なく、青色LED（窒化物半導体）だけでなく、本学のナノ材料研究が世界的にも高いレベルであることを一般社会に印象づけることが、本学のブランド力をさらに向上させ、「世界の名城大」ブランドを確立するための課題であった。

本事業では上記のような背景の中、学長の強いリーダーシップの下、本学が伝統的に得意とするナノ材料分野の基礎研究を中核に次世代アプリケーションの基盤となる新規ナノ材料の開拓と創製を行うことにより、ナノ材料分野においても本学の研究レベルが世界水準にあることを、戦略的・積極的な情報発信を通じて国内外に広く周知し、「世界の名城大」を確固たるブランドとして構築することを最終目標とする。具体的には、研究面では本学・天白キャンパスに「名城大学ナノマテリアル研究センター」を創設し、飯島澄男名誉センター長の下、本学のナノ材料研究者が結集することで、全学的なバックアップのもと本研究拠点を中心に新規ナノ材料の開拓と創製を進め、世界的な開発拠点を構築する。本センターには、本事業で整備する研究装置・研究設備に加え、本学の研究者が保有しているナノ材料研究関連の装置を配置し、効率的・集中的な運用を行うことで、本事業を強力に推進する。また、国内外の大学や研究所と連携し、学生と教員、外部の研究者とのトライアングルを構築することによって、刺激のある環境の下、世界レベルの研究を意識させながら、質の高い研究に学生を参画させる。これまで進めてきたモンペリエ大（フランス）や上海大、浙江大（中国）、マドラス大（インド）などの欧米やアジアの研究機関との国際交流を継続・発展させることによって、国際的に開かれた世界レベルの研究拠点を形成する。広報面では、一般に開かれた国際シンポジウムの開催、ホームページ、モニュメントの製作を初めとしたショールームの展開、さらにはメディア発表を通じて研究成果を広く内外に情報発信する。さらに、小・中・高校での模擬講義・模擬実験を戦略的・積極的に実施し、次代の科学技術を担う若者への啓発を行い、同時に本学のブランド力の向上を図る。これらに加え、本学のナノ材料研究のブランディング活動のアイデアを全学的に公募し、学生の柔軟な発想をブランディングに活用していく。これにより、新しいアイデアをブランディングに取り入れるとともに、本学が高いナノ材料研究を推進してきたことを在籍生に周知・浸透させ、1万5千人を超える学生が在籍する本学の規模を活かしたブランディング活動を進める。

以上のように、本事業では、新規ナノ材料の開拓と創製を通じた戦略的なブランディングにより、本学のブランド力を向上し、広い視野をもった質の高い意欲的な入学者を獲得することで、本学伝統のナノ材料研究を世界最高水準に発展させ、世界的な研究拠点を構築する。同時に、本学の将来ビジョンである「『学びのコミュニティ』を創り広げる」ため、学問の探求と理論の応用による成果を教育と社会に還元することを目指す。さらに、研究ブランディング事業「青色LEDを起点とした新規光デバイス開発による名城大ブランド構築プログラム」とのツインブランド体制を構築し、本学において青色LED（窒化物半導体）とナノ材料の2つの世界レベルの材料研究が推進されていることを広くアピールし、本学において多様な研究が高度なレベルで行われていることを一般社会に印象づける。両事業が協力してブランディング活動を行うことで、両者がシナジー効果を発揮する協奏的ブランディングを推進し、確固とした「世界の名城大」ブランド構築を行うことを目的とする。

【大学の将来ビジョン】 本学は、2016年には開学90周年を迎え、立学の精神である「穏健中正で実行力に富み、国家、社会の信頼に値する人材を育成する」を、本学の普遍的理念として位置づけ、今日まで創設以来の伝統に基づく学風を築き上げてきた。現在、この立学の精神を具現化するため、2026年の開学100周年に向けた戦略プラン【Meijo Strategy-2026 (MS-26)】を策定し、様々な改革を推し進めている。この戦略プランでは、創設時の想いと将来を見据え、「生涯学びを楽しむ」を価値観とし、この理念の下、2026年までに目指すビジョンとして、「多様な経験を通して、学生が大きく羽ばたく『学びのコミュニティ』を創り広げる」ことを掲げている。本ビジョンでは本学の強みである多様性を生かした学びのコミュニティを通じて、主体性と実行力を兼ね備えた学生を育成し、社会に貢献していくことを目指している。

このビジョンを実現するため、教育、研究、社会貢献それぞれにミッションを定めている。特に研究ミッションでは、「『学問の探求と理論の応用』を通して、成果を教育と社会に還元する」を設定しており、今回、本事業で申請する世界レベルのナノ材料研究による研究成果を広く社会に還元し、貢献していく。更にこうした高いレベルの研究に学生が関わることで、高度な「学びのコミュニティ」を通じて育った優秀な学生を社会に輩出し、こうした一連の活動を社会が認知することで本学のブランド価値が高まり、ビジョンを実現していく。

(2) 期待される研究成果**【全学的な優先課題としての背景】**

本学では、これまで飯島澄男終身教授によるカーボンナノチューブの発見などナノ材料に関する高い研究レベルを保ってきた。近年も、半導体とカーボンナノチューブの融合体の物性の解明や世界で最も低温での単層カーボンナノチューブの作製など、画期的な研究成果を継続して挙げている。また、飯島澄男終身教授がセンター長を務めていた産業技術総合研究所ナノチューブ応用センターにおいてカーボンナノチューブ量産化技術の開発が進められ、本学でも2005年に設立したベンチャー企業（株式会社名城ナノカーボン）により、高純度の単層カーボンナノチューブやグラフェンの販売が始まり、これらナノ材料の実用化への裾野は着々と広がっている。しかし、カーボンナノチューブの構造制御やグラフェンへの異種原子ドーピングの制御は未だ実現しておらず、本学においてもナノカーボン材料の基礎研究を今後さらに進めていく必要がある。一方、ナノ材料分野の研究は、今世紀に入ってから世界的に急速に広まり、金属ナノ粒子、酸化物ナノチューブ、酸化物ナノシートなど、様々なナノ材料が世界中で盛んに研究されるようになり、最も注目される分野の一つとなっている。本学においても様々なナノ材料を扱う研究者が所属するようになり、飯島澄男終身教授を中心に、特に基礎研究分野では現在も世界レベルでの研究が進められている。しかし、これまでは各研究者の力を有機的に結合し結集させ、研究成果の向上につなげる動きが乏しかった。本事業では学長の強いリーダーシップの下、全学的な体制で世界レベルの研究成果を持続的に上げることで、ナノ材料の草分けとも言える「カーボンナノチューブ」の「発祥の地」である本学が、ナノ材料分野の研究レベルをさらに向上し、世界的にも注目される研究拠点となることを目標とする。本学のブランド力向上のため高度な研究成果を継続して発信しつづけることが、本事業における研究分野の目的である。

【研究テーマの内容と期待される研究成果】

本事業では、ナノ材料分野の基礎研究、特に各種ナノ材料の生成メカニズムの解明と構造制御を中心に研究を進め、最終的には構造制御されたナノ材料により構成される、異なる次元を有するナノ材料間の交差・融合に基づく新規ナノ材料の開拓と創製を目指す。

具体的には、ナノカーボン実用化への鍵となる生成メカニズムの解明とナノカーボンの構造制御に取り組む。また、新規ナノカーボン材料としてナノカーボン材料に異種原子を導入した混晶型ナノカーボン材料の作製についても研究を進める。ナノ粒子に関しては、新規手法を用いて遷移金属合金ナノ粒子や遷移金属酸化物ナノ粒子の作製を行い、粒子サイズ・組成・結晶構造の制御に取り組む。特に、溶液中の反応条件を精密に制御することで、粒径・組成の均一性の高いナノ粒子構造の形成を目指す。また、本事業で導入するアークプラズマ成膜装置により気相反応を利用した遷移金属合金ナノ粒子の作製に関しても研究を進め、粒径・組成・結晶構造が制御された合金ナノ粒子の作製を進める。同時に、これら合金ナノ粒子や酸化物ナノ粒子の生成メカニズムについても研究を進める。ナノシートに関しては、気相法と溶液法を併用し、遷移金属酸化物ナノシートや窒化物ナノシートの作製を行い、シートサイズ・組成・膜厚・結晶構造の制御に取り組む。本事業では溶液中での剥離手法に改良を加えるとともに、気相法と溶液法を併用することで構造制御された高品質のナノシート構造の作製を目指す。さらに得られたナノシートに対し、光学的性質や電子状態などの物性測定を行い、ナノサイズ化に伴う物性変化を明らかにする。また、ナノシートの生成メカニズムについても明らかにしていく。最終的に、作製したナノ粒子（0次元）、ナノチューブ（1次元）、ナノシート（2次元）を用いて異なる次元を有するナノ材料の融合構造体の作製を行う。具体的にはナノシート間に構造制御されたナノ粒子やカーボンナノチューブを配置することで、量子効果に由来するナノ材料独自の物性を効果的に発現できる新規ナノ材料の創製を行う。特に、導電性に優れたナノカーボン材料と多様な光学特性や触媒作用を有する合金ナノ粒子や酸化物ナノシートの融合を目指す。構造・物性の制御された異なる次元をもつナノ材料から成る融合体の研究は、世界でも未知の領域であり、ナノ材料の研究分野において大きなインパクトを与えることが期待できる。また、以上の研究成果を画像処理の手法を用いてビジュアル化する。若い世代に本分野の研究成果を継続的に発信することは極めて重要であるため、「研究成果の見える化」を本事業において推進し、本学のブランド力の向上に活用する。さらに、ナノ材料分野の最新の研究成果を発信するシンポジウムを毎年開催し、一般社会に対してアピールを行い、本学のブランドイメージを高めていく。上記の研究成果の評価は、学術論文発表回数、学会発表回数を中心に行う。また、自己点検・評価を本学の研究ブランディング事業実施委員会が行うとともに、他大学の研究者・企業研究者・経済界・行政機関からなる外部評価委員会が、本事業の研究成果に対する評価を行う。さらに必要に応じて海外の研究者からの意見を聴取し評価を行う。

【科学的・技術的、社会的・経済的意義、国際的な経済・社会の発展や科学技術の進展への寄与】

上述したように、ナノ材料は現在世界中で盛んに研究が行われているが、生成メカニズムなど基礎的な部分で未解明な点が多い。また、同じ物質でもナノサイズになることで量子効果等により新たな物性を発現することが知られており、特に、異なる次元を有するナノ材料融合体の実現を目指し、新規ナノ材料の開拓と創製を目的とする本事業の学術的・科学的意義は大きく、研究成果は科学技術の進展に大きく貢献すると期待できる。また、ナノ材料は、触媒、太陽電池など様々な応用が期待されており、新たな産業を生み出す力となる。例えば、カーボンナノチューブはまだ実用化の初期段階であるが、構造により半導体や金属にもなり得る上、電気的・熱的・機械的特性が極めて優れている。そのため、カーボンナノチューブの構造制御技術の実現は、高効率の太陽電池や高速コンピュータ、さらには、自動車や航空機・宇宙船向けの高強度部材や宇宙エレベータの開発につながることから、波及効果は非常に大きい。また、貴金属触媒の代替となる新たな遷移金属ナノ粒子の開発により、燃料電池の普及や排ガス処理の低コスト化が可能となり、遷移金属ナノシートの組成・構造制御が実現すれば、キャパシタやLiイオン電池の性能が大きく向上することから、環境・エネルギー問題の解決につながり、社会的・経済的意義は非常に大きい。さらに、炭素や一部の遷移金属は地球上に豊富に存在するため、これらを構成元素とするナノ材料はレアメタル問題を解決し、低炭素社会の実現につながることから、国際的な経済・社会の発展への寄与は極めて大きいといえる。