

ナノテク高機能ファイバー連携・融合拠点

実施予定期間：平成19年度から平成28年度

総括責任者：国立大学法人信州大学学長 小宮山 淳

協働機関：金井重要工業（株）、（株）クラレ、住江織物（株）、ダイワボウノイ（株）、東洋紡績（株）、帝人ファイバー（株）、小松精練（株）、テクノス（株）、（株）ミマキエンジニアリング、ルビコン（株）、スター・ジャパン（株）、日本バイリーン（株）

I. 概要

信州大学が有する超微細加工技術、機能性材料の設計技術に協働企業が長年蓄積してきた匠の技術を融合させ、ナノサイズ繊維、ナノレベル表面・内部構造制御、ナノレベル欠陥制御、バイオメテイクスの共通基盤技術を開発して、『True Nano』による飛躍的機能をもつナノテク高機能ファイバーを創出する。それによって、健康革命とエネルギー革新分野においてイノベーションを創出するナノテク高機能ファイバー連携融合拠点を形成する。

1. 機関の現状

a. 提案機関（信州大学）

本提案拠点は、我が国の繊維及び関連分野の高等教育研究を約100年にわたって支えてきた我が国唯一の繊維学部を基盤とする大学院総合工学系研究科生命機能・ファイバー工学専攻に置く。

本提案拠点は、科学研究費COE形成基礎研究費「先進繊維技術科学に関する研究」（平成10～14年度）の最終評価において、最高の「A+」の評価を受け、21世紀COEプログラム「先進ファイバー工学研究教育拠点」（平成14～18年度）の事後評価でも「設定された目的は概ね達成され、期待通りの成果があった」との評価を受けた。また文部科学省長野上田地区知的クラスター創成事業「スマートクラスター事業」（平成14～18年度）では全国18クラスター中1位の評価を受け、文部科学大臣賞を受賞した。

信州大学のナノファイバーに関する論文数は世界第5位（国内1位）、化学分野の論文数では全国の国公立大学中10位、材料科学分野で5位である。

信州大学は米国ノースカロライナ州立大、英国マンチェスター大と国際的な研究・教育連携を目的として世界3極拠点会議を構築し、毎年、繊維関連の研究・教育に関する会議を

開催している。また米国商務省主催の全米繊維センター（NTC）アニュアルフォーラムの正式メンバー（米以外で信州大が世界唯一）、アジアの12大学と学術交流協定を締結など、国際的な情報交流を実施している。

b. 協働企業

(1) 金井重要工業（株）

繊維機器部門の国内トップメーカー。不織布部門は産学連携で高性能フィルターなど高付加価値製品を開発。

(2) （株）クラレ

非溶剤系クラリーノ・メディエル・導電性繊維ほか多数の機能性繊維材料を実用化し、年間100件の特許を出願。

(3) 住江織物（株）

信州大学と協働で超寿命消臭脱臭剤を開発。3次元ファブリックスの開発に強みを持つ。

(4) ダイワボウノイ（株）

信州大学と協働し、かゆみ抑制機能を持つ繊維製品を開発し、H18年から販売開始。電磁波遮蔽繊維を開発。

(5) 東洋紡績（株）

高度に欠陥制御した世界最高の強度と難燃性を持つザイロンを開発。遺伝子工学研究用試薬、臨床診断用酵素などのバイオメディカル分野に事業拡大している。

(6) 帝人ファイバー（株）

ポリエステル製品の完全循環型リサイクルシステムを開発。世界初の構造色を持つポリエステル繊維を開発。

(7) テクノス（株）

クリーンルーム用ワイピングクロスで高い技術を持つ。繊維の特殊カット・加工技術で匠の技術を保有。

(8) 小松精練（株）

ポリエステルの減量技術を開発。ハニカム状多孔質薄膜素材を開発した。

(9) （株）ミマキエンジニアリング

各種捺染用インクジェットシステムを開発。大型インクジェットプリンタの各種工業分野での用途を開発。

(10) ルビコン（株）

高伝導電解液を用いた電解コンデンサーの低損失化技術、高温度対応化技術などに高レベルの独自技術を持つ。

(11) スター・ジャパン（株）

白内障治療用眼内レンズを開発。信州大学繊維学部との次世代眼内レンズを近く事業化する。

(12) 日本バイリーン（株）

エレクトロスピンニングで有機ナノファイバーのパイロット生産プロセスを確立。世界最先端の技術を有する。

2. 拠点化が対象とする先端融合領域及び研究開発

本拠点ではナノテクノロジー材料分野における材料領域のイノベーションを創出する。ナノ界面・内部制御などの超微細加工技術と革新高分子合成、高機能化技術などの機能性材料の設計技術及び繊維関連産業分野で培ってきた極細紡糸・ラミネーション等の匠の技術を要素技術として融合するとともに、原子・分子が持つ機能と構造の階層制御を融合し、イノベーションに必要なブレークスルー課題の研究を行う。

3. 拠点化構想の内容

本拠点はナノテク高機能ファイバー分野でイノベーション創出を目指した研究開発を推進するとともに、本拠点を学内特区として協働企業が研究資源を提供しやすくするためのバンク機構を構築する。また組織、教育・人材育成などのシステム改革に取り組み、国内外に広く開かれた研究拠点とする。超微細加工技術、機能性材料の設計技術と匠の技術を融合してイノベーション創出を目指す本拠点化構想は、世界に類がなく、他機関、他分野産業への波及効果は極めて大きい。

4. 具体的な達成目標

a. 3年目における具体的な目標

「ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センター」を発足させ、センター内に4つの共通基盤研究推進組織と協働企業と大学が協働してイノベーションを創発する6つのインスティテュートを設立する。また試作機能を担う基本設備を導入するとともに、幅広い視野を持ち、匠技術も修得できる人材育成プログラムを立ち上げる。さらに知的財産の学内特区的制度を制定する。

共通基盤研究推進組織（部門）ならびに協働開発推進組織（インスティテュート）の目標は以下の通りである。

(1) ナノサイズ繊維部門

ハイブリッドエレクトロスピンニング法を駆使してサイズ制御が可能なナノファイバー小規模量産技術を確立する。既存のエレクトロスピンニング法を革新し、溶媒フリー技術、長繊維製造技術などの生産手法を開発する。

(2) ナノレベル表面・内部構造制御部門

超撥水機能、高性能触媒機能などを目指したナノレベル表面構造制御法を開発する。超イオン・電子伝導機能ほかを目指し機能分子の設計とナノレベル内部構造制御法を開発する。

(3) ナノレベル欠陥制御部門

高分子の結晶化制御技術、超精密重合法、超高分子量高分子の紡糸技術、遺伝子組み換えによる天然高分子の構造制御などのナノレベル欠陥制御法を開発する。

(4) バイオミメティクス部門

筋繊維・神経線維・生物産生機能繊維・生物形態などの生

体の究極のナノ構造制御を解明し、これを超えるスーパーバイオミメティック法を開発しスマートファイバー開発する。

各インスティテュートでは、共通基盤研究推進組織と連携し、実証可能なナノテク高機能ファイバーを試作するとともに、匠技術を融合して各々基盤的ノウハウの蓄積を図る。

b. 7年目における具体的な目標

ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センターの機能をさらに高めるために、体制・組織を改善、拡充する。

各インスティテュートでは更なる技術の革新と深化を進め、ナノレベルの長・短繊維の製造法、ナノレベル内部構造制御法、遺伝子組み換え新生物ナノ繊維産生などの共通の基盤技術開発を推進し、各分野でイノベーションの芽を育てる。

サンプルの試作機能を担う試作設備では、オリジナルな各種試作機能・評価装置を開発整備し、開発したナノテク高機能ファイバー試作品での外部機関による実用性評価を受ける。

c. 実施期間終了時における具体的な目標

ナノテク高機能イノベーション連携センターの組織や運営システムは改善・改革し、さらに充実を図る。人材育成システム・プログラムも充実して、プログラムを修了した人材がイノベーションを創発できる研究者・企業人として活躍し始める。知的財産管理・運用システムも充実したシステムに進化させる。

各インスティテュートではマーケティング調査により7~9年目で絞り込んだ事業化候補を精査し、協働企業が事業化を推進する。サンプルの試作機能においては、国内外から高機能ファイバー・ナノ材料の開発を受託し、匠技術を持つ人材の派遣、製品・機能評価受託などの事業を立ち上げ、先端的繊維開発のプラットフォームとして自立化を図る。

5. 実施期間終了後の取組

本拠点をナノテク高機能ファイバーの国際的開発拠点として整備拡充し、自立的な運営と継続的な発展を図る。中量サンプル提供・評価機能を持つ試作機能施設では、先端ファイバーの開発・委託生産の受託体制を敷き、メンバー制などを取り入れ株式会社として経営する。この中で技術移転や、若手企業人に対するリサーチトレーニングも行う。ベンチャービジネス化技術を、具体のベンチャー企業育成に向ける。

6. 期待される波及効果

デンケンドルフ繊維研究所（独）など欧米やアジアの繊維系研究開発拠点では、ナノテクノロジーと融合した研究活動が行われているが、本拠点のようにナノテクノロジーと機能性材料の設計技術に、世界的に優位な繊維・高分子の匠技術を融合したこれだけの規模の本格拠点は類がない。その意味

でファイバー材料を中核にしたナノテクノロジー創出のモデルとして他の研究機関に及ぼす波及効果は極めて大きい。さらにナノファイバーテクノロジーは、健康産業やエネルギー産業に留まらず、運輸関連産業、IT・情報産業など幅広い産業分野で活用でき、我国のものづくり産業の競争力強化に多大な貢献が期待される。(株)野村総合研究所によるとナノファイバー用品、関連計測装置、加工・成膜装置関連で2015年には2兆6663億円の大市場が予測されている。

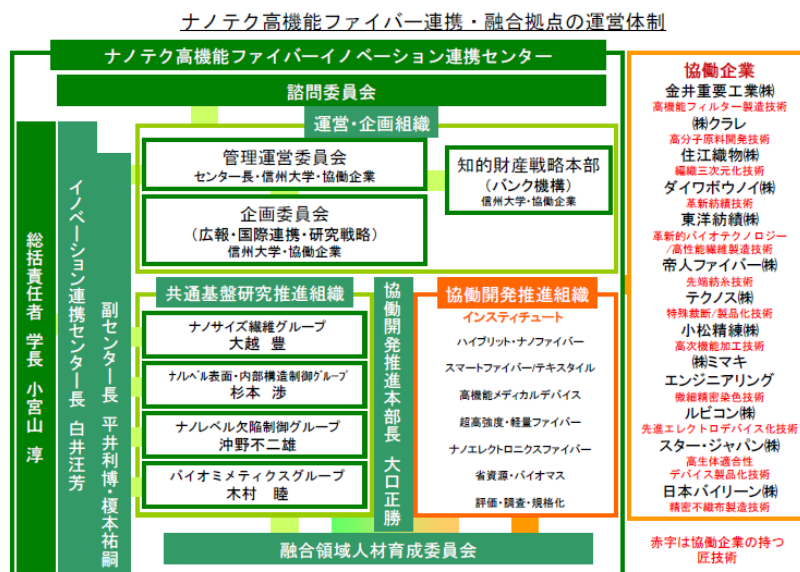
7. 実施体制

総括責任者のもとに、信州大学繊維学部キャンパスに実務機関としてナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センターを設置する。センターの人事・財務・知的財産について

では、迅速な拠点活動を行うために学内特区とし、協働企業との円滑な連携体制を構築する。

センターに信州大学と協働企業、(株)信州TL0による管理運営委員会を設置し、センターの管理運営を行う。管理運営委員会に直結した協働開発推進本部を設置し、協働企業との円滑な連携を行う。本拠点の運営・企画に関わるアドバイザーボードとして、権威者で構成する諮問委員会を置く。

センター内にナノテク高機能ファイバー先端融合領域の柱となる4つの共通基盤研究推進組織を設置するとともに協働企業主導による6つのインスティテュートを組織化し10-15年後の健康革命・エネルギー革新を目指すバトンゾーンと位置づける。



8. 各年度の計画と実績

a. 平成 19 年度

(1) 計画

(a) ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センター組織構築

各機能を担う委員会及び本部機能を持つセンター組織の構築を行い、協働体制の円滑な管理運営システムの構築を目指す。

(1. センターの設置

総括責任者のもとにナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センターを設立する。協働企業と大学による管理運営委員会を設立し、人事・財務・知的財産管理に於ける学内特区としての管理運営システムの構築を目指す。

(2. 企画委員会の設置

管理運営委員会のもとに企画委員会を設置し、拠点における広報・国際連携・研究戦略の推進を目指す。

(3. 知的財産戦略本部の設置

知的財産の戦略的管理運営のため、知的財産戦略本部を設置する。協働企業と包括的機密保持契約を結び、知的財産や

ノウハウなどを一括管理するシステムの構築を目指す。

(4. 諮問委員会の設置

アドバイザーボード機能をもつ諮問委員会を設置する。

(b) 共通的基盤研究の推進

ナノテク高機能ファイバー先端融合領域の柱となる4つの共通基盤研究推進組織を設置し、ブレークスルー手法の開発に着手する。

(1. ナノサイズ繊維

繊維のナノサイズ制御を目指してレーザー光照射加熱加工法の開発に取り組み、高強度繊維や極細繊維及び環境調和型繊維の開発を目指す。レーザー光と高電圧を併用したレーザーエレクトロスピニング法の開発に注力する。

(2. ナノレベル表面・内部構造制御

材料の表面や内部構造を精密制御することで、高性能、高機能材料の開発を目指す。今年度は多孔質材料の内部構造制御方法の確立とその表面利用について重点的に行い、ナノレベルにおける表面・内部構造設計指針の確立を目指す。

(3. ナノレベル欠陥制御

高分子やナノカーボンの欠陥をナノレベルで制御すること

で、高機能性材料の創製を目指す。今年度は、超高分子量高分子の紡糸技術、配位高分子の結晶構造のデザイン化技術、ナノチューブの製造及び欠陥制御技術の開発を目指す。

(4) バイオミメティクス

今年度は、生体内のナノ構造評価に重点的に行い、構造と機能との相関を解析し繊維内におけるナノ構造制御に新機能発現に向けた基本的酵素・ナノ構造発色・筋肉など生体の持つ機能性ナノ構造を解明し、これを超えるスーパーバイオミメティック手法の開発を目指す。生体内のナノ構造評価に重点を置き、新機能発現に向けた構造設計指針の確立を目指す。

(c) 協働開発推進組織の組織化

インスティテュートを設置し、目標とするイノベーションのためのバトンゾーンにおける協働開発を開始する。

(1) 協働開発推進本部の設置

協働企業との円滑な事業推進のため協働開発推進本部を設置する。

(2) 試作製造機能の整備

サンプル提供可能な試作製造のための基本的設備の整備を開始する。

(2) 実績

(a) 高機能ファイバーイノベーション連携センター組織構築

(1) センターの設置

平成19年7月に拠点の実務機関として、ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センターを立ち上げた。同時に管理運営委員会を組織化し、センターの運営管理を開始した。

(2) 企画委員会の設置

平成19年8月より広報・国際連携・研究戦略を司る企画委員会を立ち上げ、全体的な戦略の観点から、平成20年2月より管理運営委員会に統合した。

(3) 知的財産戦略本部の設置

知的財産戦略本部を設置する検討を平成19年12月から開始し、平成20年3月に機能の概要を固めた。

(4) 諮問委員会の設置

センターの立ち上げと同時に、諮問委員会を組織化した。平成19年度の諮問委員会は、8月及び1月に開催した。

(b) 共通の基盤研究の推進

(1) ナノサイズ繊維

レーザーエレクトロスピンニング法により、熱分解を低減して直径1ミクロン以下の極細繊維の安定的製造を達成した。

(2) ナノレベル表面・内部構造制御

独自の新材料(酸化ルテニウムナノシート)が高温環境下で1キロファラッド強の大容量特性を示すことを見出した。

(3) ナノレベル欠陥制御

ポリエチレンの連続引上げ紡糸可能なゲル条件を把握した。単層カーボンナノチューブの熱処理で充放電効率が向上した。

(4) バイオミメティクス

True Nano 機能を持つ生物ナノ構造探索を行った。人工神経系につながる軸比10000以上の有機導電性ワイヤの一次元自己組織化制御手法を見いだした。

(c) 協働開発推進組織の組織化

(1) 協働開発推進本部の設置

センターの立ち上げ時に、協働開発推進本部を設置した。

(2) 試作製造機能の整備

有機・無機ナノサイズファイバーのウェブを試作する静電紡糸装置と、多目的湿式紡糸機を設置した。

b. 平成20年度

(1) 計画

(a) ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センター組織運営

各機能を担う委員会及び本部機能を持つセンター組織の運営を行い、システム改革を推進し、協働体制の円滑な管理運営を目指す。

繊維研究の第一人者招聘により基盤研究グループとインスティテュートとの研究開発コーディネートを行う。

(b) 共通の基盤研究の推進

ナノテク高機能ファイバーのイノベーション創出のために必要なブレイクスルー手法の開発を推進する。

(1) ナノサイズ繊維

レーザー紡糸による合成繊維の高強度化機構解明・ヨウ素複合による高強度PVA繊維の開発・溶融型エレクトロスピンニング技術のメカニズム検討・レーザー延伸による高強度PVA繊維の開発に注力する。

(2) ナノレベル表面・内部構造制御

エネルギーデバイスに向けた表面利用の抜本的向上・光エネルギーの効率利用を実現する表面・内部構造制御・多機能性エネルギー素子を実現する表面・内部構造制御に注力する。

(3) ナノレベル欠陥制御

逆ゲル紡糸法による高強度PE繊維製造・高純度カーボンナノチューブのリチウムイオン電池への応用技術に注力する。

(4) バイオミメティクス

天然ナノ構造を模倣したバイオミメティックスマテリアルの機能実証・新規なモチーフ探索のため極限微生物の培養・機能探索・メカニズムの解明・新機能創出の研究に注力する。

(c) 協働開発推進組織運営

健康革命、エネルギー革新を視野に入れ、協働企業と信大との間でインスティテュート(ハイブリッドナノファイバー・スマートファイバーテキスタイル・高機能メディカルデバイス・ナノエレクトロニクスファイバー・超高強度/軽量ファイバー・省資源/バイオマス・評価/調査/規格化)を構成し、サンプルレベルの製造技術・評価技術の確立を目指す。

c. 平成21年度

(1) 計画

(a) ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携セン

ター組織運営

各機能を担う委員会及び本部機能を持つセンター組織の運営を行い、システム改革を推進し、協働体制の円滑な管理運営を目指す。

(b) 共通の基盤研究の推進

ナノテク高機能ファイバーのイノベーション創出のために、4部門にて必要なブレークスルー手法の開発を推進する。

(c) 協働開発推進組織運営

インスティテュートでの進捗管理運営を行い、イノベーション創出の芽を創出する。

d. 平成 25 年度までの計画（平成 22－25 年度の計画）

(1) 計画

(a) ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センター組織運営

(b) 共通の基盤研究の推進・基盤研究組織の見直し

(c) 協働開発推進組織・インスティテュートの見直し

e. 平成 28 年度までの計画（平成 26－28 年度の計画）

(1) 計画

(a) ナノテク高機能ファイバーイノベーション連携センター組織運営

(b) 共通の基盤研究の推進・基盤研究組織の見直し

(c) 協働開発推進組織・インスティテュートの見直し

9. 年次計画

項目	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度
●拠点化構想										
連携センター組織構築	6	4								
共通の基盤研究の推進	17	10								
インスティテュート設置	7	15								
人材育成プログラム実施		1								
市場調査・試作販売実施										
自立的経営のための調査										
●調整費充当計画										
連携センター組織構築										
共通の基盤研究の推進										
インスティテュート設置										
人材育成プログラム実施										
市場調査・試作販売実施										
自立的経営のための調査										
総計（百万円）	30	30								
うち調整費分（百万円）	30	30								

10. 諮問委員会

委員	所属	備考
(研究実施者)		
小宮山 淳	信州大学 学長	総括責任者
白井 汪芳	信州大学 理事	センター長
平井 利博	信州大学 繊維学部 学部長	副センター長
榎本 祐嗣	信州大学 繊維学部 教授	副センター長
大口 正勝	信州大学 特任教授	協働開発推進本部長
(外部有識者)		
○岡本 三宣	LCA 大学院大学教授	
丸山 瑛一	(財) 理化学研究所知的財産戦略センター知的財産戦略センター センター長	
石井 忠浩	東京理科大学 理学部 教授	
和田 守叶	東京理科大学 専門職大学院総合科学技術経営研究科 客員教授	
峯村 勲弘	峰村技術事務所 繊維技術士	