

私立大学研究ブランディング事業

令和元年度の進捗状況

学校法人番号	131065	学校法人名	東京理科大学		
大学名	東京理科大学				
事業名	材料表面・界面における水の学際研究拠点の形成				
申請タイプ	タイプB	支援期間	5年	収容定員	14,300人
参画組織	理学部・工学部・理工学部・基礎工学部				
事業概要	<p>135年の歴史を持つ本学の叡智を結集し、医療・生命科学や環境・エネルギー分野で活用される材料について、その特性向上と機能発現の根底にある表面・界面における水の挙動を体系的に理解・制御し、産業界のニーズに応える世界初の学際研究拠点を形成する。研究成果は国内外の学术界や産業界に広く伝達し、材料表面・界面の水の研究と言えば東京理科大学と国際的にも認識される「世界の理科大」への発展を目指す。</p>				
①事業目的	<p><本学、外部環境、社会情勢等に係る現状と課題の分析> 現在、日本が抱える問題である超高齢化社会に対応した医療技術の実現、エネルギー低自給率の解決、地球温暖化の抑制は急務であり、安全・環境低負荷はもとより様々な医療・省エネルギー技術を支える材料の高機能化は、日本が世界を先導し、地球規模の問題を解決していくための必須の技術課題である。135年の歴史を有する本学は、「理学の普及を以て国運発展の基礎とする」という建学の精神と「自然・人間・社会とこれらの調和的発展のための科学と技術の創造」という教育研究理念のもと、科学の発展への貢献と、産業界からのニーズに応えるべく、界面科学研究とそれに基づく材料・ものづくり技術の開発に全学を挙げて取り組んできた。さらに近年では、人口が集中する都市部にキャンパスを有する強みを生かし、近隣に多数存在する医科系大学や病院との緊密な共同研究体制を構築することで、医療分野で活用する材料開発や計測機器の開発にも積極的に取り組んでいる。</p> <p><現状と課題の分析内容に照らした研究テーマの設定> 人工血管や人工関節等の再生医療材料や、様々な局面で産業活動を支える機械に使用される材料は、水が存在する大気中、水中、生体中などで機能し、その機能発現には常にその表面・界面の水が関与している。これらの水の吸着・濡れ・流れといった挙動は、材料表面の親水・撥水性や生体適合性等の諸機能の発現を決定付ける。しかしこれらの水の挙動は、材料表面の化学組成や微細な凹凸形状により複雑に変化するため、その予測・制御が難しく、研究の遂行に当たっては、物理・化学・材料科学・機械工学等の学問分野の垣根を超えた異分野融合を必要とする。そこで総合理工学系大学である本学の叡智を結集して「材料表面・界面における水の学際研究拠点」を世界に先駆けて形成し、材料表面・界面における水の挙動を体系立てて理解できる学理の創成を目指す。得られた科学的知見に基づき材料特性の飛躍的向上と新奇機能発現を先導し、再生医療や省エネルギー技術の革新をもたらすことを目標とする。</p> <p><大学のブランドとして打ち出す研究テーマとしての妥当性> 水や材料表面の濡れや流れに関連する研究拠点としては、国内では安全・安心な水を提供できる革新的な造水・水循環システムの実用化に取り組む大学、水資源確保のための機能性浄化膜の開発に取り組む大学が存在する。また、国際的には、塗料などの複雑流体の濡れや流れを科学し、工学応用に役立てるドイツの工科大学に置かれた研究拠点等が存在する。しかし、材料表面・界面における水を学際融合的に研究し、材料の機能発現との相関を系統立てて応用まで結び付ける研究拠点は、日本はもとより世界にも類を見ず、本学独自の研究拠点の形成を目指す。</p>				
②R1年度の実施目標及び実施計画	<p><実施目標> 前年度の中間評価を踏まえつつ、学术界の優先課題や産業界のニーズと本学の研究の方向性の摺合せを行う。また、系統的に変化させた表面形状・化学組成のうち、材料特性の飛躍的な向上に寄与する本質的な因子を同定する。前年度に開発した環境制御セル等を用いて、各種の材料が実際に機能する環境下で測定を行う。さらに、吸着・濡れ・流れを1つのシミュレーターで計算できる「水統合シミュレーター」の設計・作製を開始する。</p> <p><実施計画> 【材料開発班】 前年度に作製した表面形状、化学組成等を系統的に振った標準モデル材料の特性・機能試験を行い、機能発現に関わる本質的な制御因子を抽出する。 【計測分析班】 前年度に開発された環境制御セル等を用いて、材料が実際に機能する湿度・温度範囲や、海水中、摩擦摺動下など、実環境下での材料表面の水の吸着・濡れ・流れ等の変化を計測する。計測した各種データを理論設計班に提供する。 【理論設計班】 前年度までに構築・改良した、吸着・濡れ・流れといった各挙動のシミュレーションプログラムを基に、材料表面における水の諸挙動を1つのシミュレーター上で取り扱える水統合シミュレーターの設計・作製に入る。</p>				

<p>③R1年度の事業成果</p>	<p>材料開発班、計測分析班、理論設計班が三位一体となり、学理の構築のためのモデル材料の創出、実環境におけるその場計測を目指す計測機器群の開発・整備、さらに構造・濡れ・流れをスケール階層横断的に扱うことのできる統合シミュレーターの創出に向けて、本年度は以下のような成果を上げた。</p> <p>【材料開発班】 学術的・工業的に重要な無機材料の代表例として、シリコン、シリカ、酸化チタン、ナノカーボン材料を選定し、それらの表面における水和構造・濡れ・流れについての研究を進めた。目標に掲げた機能発現に関わる本質的な制御因子のひとつとして湿度に着目した。特に摩擦特性が湿度によって変化するシリカにおいて、本事業で開発したヘテロダイナミクス振動和周波発生 (HD-VSFG) 分光装置で湿度依存性を計測するための環境最適化を行った。ナノカーボン材料では、疎水表面における界面水の構造についてHD-VSFG分光法で計測可能になるよう大面積試料の開発を進めた。再生医療用材料として、患部に溶液を注射すると、患部で細胞再生の足場材料となり、時間がたつと生体内で自然に加水分解し炎症を抑制するインジェクタブルタイプのゲルを開発した。</p> <p>【計測分析班】 本事業で開発したHD-VSFG分光装置を用いて、上述したシリカにおいて湿度依存的な不均一濡れ構造を見出し、本成果を国際会議(招待講演)にて発表した。またフォトルミネセンスやNMR等の手法を駆使し、水蒸気圧と温度を振ることで、カーボンナノチューブの水和水・内包水における相境界のラウンディング等の特異現象を見出し、本成果を国際会議(招待講演)ならびにインパクトファクターの高い国際誌にて発表し、理論設計班と情報共有した。再生医療用とりわけ膝関節向けの再建用足場高分子材料の創生にて論文発表(表紙に採択)ならびに本学博士号取得者を輩出した。さらに表面洗浄や塗膜作成で重要になる固体基板上における複雑流体の濡れ広がりやレオロジー特性(粘弾性物性)を評価できる新たな2つの装置を開発し、この成果を国際会議にて発表した。</p> <p>【理論設計班】 カーボン材料としてグラフェンを選択し、吸着水層厚みを変化させながら表面吸着水和層内における水素結合ネットワークの変化をパーシステントホモロジー解析した。その結果、これまで不明であったバルク水と界面水の境界を明らかにし、論文発表(年度末の時点で当該論文誌アクセス数第1位)ならびに大学から研究成果の広報を行った。また水の統合シミュレーターに関し、企業のニーズ調査のための面談を令和元年6月に実施し、「界面自由エネルギー」と密接に関係する「接触角」を定量的に求め、吸着構造・濡れ・流れを階層横断的に取り扱うことのできるシミュレーターの設計・作製に入った。</p>
<p>④H30年度の自己点検・評価及び外部評価の結果</p>	<p><自己点検・評価> 物質・材料表面の機能に深く関わる湿度等の制御因子に着目し、表面の水和構造・濡れ・流れを理解・制御するための各種材料の作成、計測装置の開発・応用、理論・シミュレーションの検討が概ね順調に進んでいる。開発中の統合シミュレーターでは、企業のニーズヒアリングを実施し、ニーズに沿ったパラメーターの定量抽出とGUIが搭載できるように仕様を検討したり、本学が令和元年11月に開催した公開研究会で、その取り組みを広く紹介し、受けた質問・コメントを令和2年1月末の成果報告会で反映したりするなど、PDCAサイクルも適正にまわらせている。また産学連携を促進する新たなアイデアとして「技術フォーラム」を令和元年12月に実施し、フォーラム内で設けられた技術面談会では活発な相談、その後の見学会が実施されるなど、着実に産業界との連携が進みつつある。大学院学生向けに開講している「ウォーターサイエンス特論」では受講生の数が280名を超え、一般市民向け公開講座「そこが知りたい身の回りの水と最先端の科学」も年一度開催するなど、教育・啓発活動も着実に展開している。</p> <p><外部評価> 3名の外部評価委員により、①研究の進捗状況、②産学連携のための工夫、③国際展開(広報)、観点から評価を受けた。①市販装置でないHD-VSFG分光装置の立ち上げ、統合シミュレーターの開発など、大学のブランディングのための独自の活動が着実に進んでいると判断される。全学的な取り組みとして学部・学科をまたぐ共同研究も着実に進みつつあり、今後はこれらの共同研究グループを核としたさらなる進展が期待される。産学連携の促進に向けた、主として企業研究者向けの試みである「技術フォーラム」の開催も高く評価できる。とりわけ研究紹介後に実施された技術相談会の活況は、新たな産学連携・共同研究の種を生み出す仕組みとして期待できる。研究紹介は東京理科大学の取り組みだけでなく、該当分野の世界的な最新情報・動向を紹介するのも、企業研究者のニーズに応えるものになるのではないかと判断される。広報活動として、学術洋書を刊行する計画も着実に進んでおり、国際展開への意識が高いと判断される。洋書の中身については単なる研究成果を束ねたものではなく、国内外問わず大学院講義にも使えるような教育的な配慮がなされることが望ましい。</p>
<p>⑤R1年度の補助金の使用状況</p>	<p>【機器備品費】 HD-VSFG分光計測用真空チャンバ、機械学習用計算機等 2,879,304円 【委託費】 統合シミュレーターの開発 3,358,800円 【会議・セミナー開催費用】 研究成果報告会、技術フォーラムの開催等 1,295,839円 【成果発信に関する費用】 HP管理、パンフレット等 135,740円 【報酬委託・人件費】 助教雇用等 18,949,111円 【消耗品等】 11,133,206円 【修繕費】 2,198,000円 【合計】 39,950,000円</p>

【これまでの進捗状況】

- ・平成28年度進捗状況 https://w-fst.tus.ac.jp/wp-content/uploads/2017/11/branding_h28.pdf
- ・平成29年度進捗状況 https://w-fst.tus.ac.jp/wp-content/uploads/2018/05/branding_h29.pdf
- ・平成30年度進捗状況 https://w-fst.tus.ac.jp/wp-content/uploads/2017/11/branding_h30.pdf