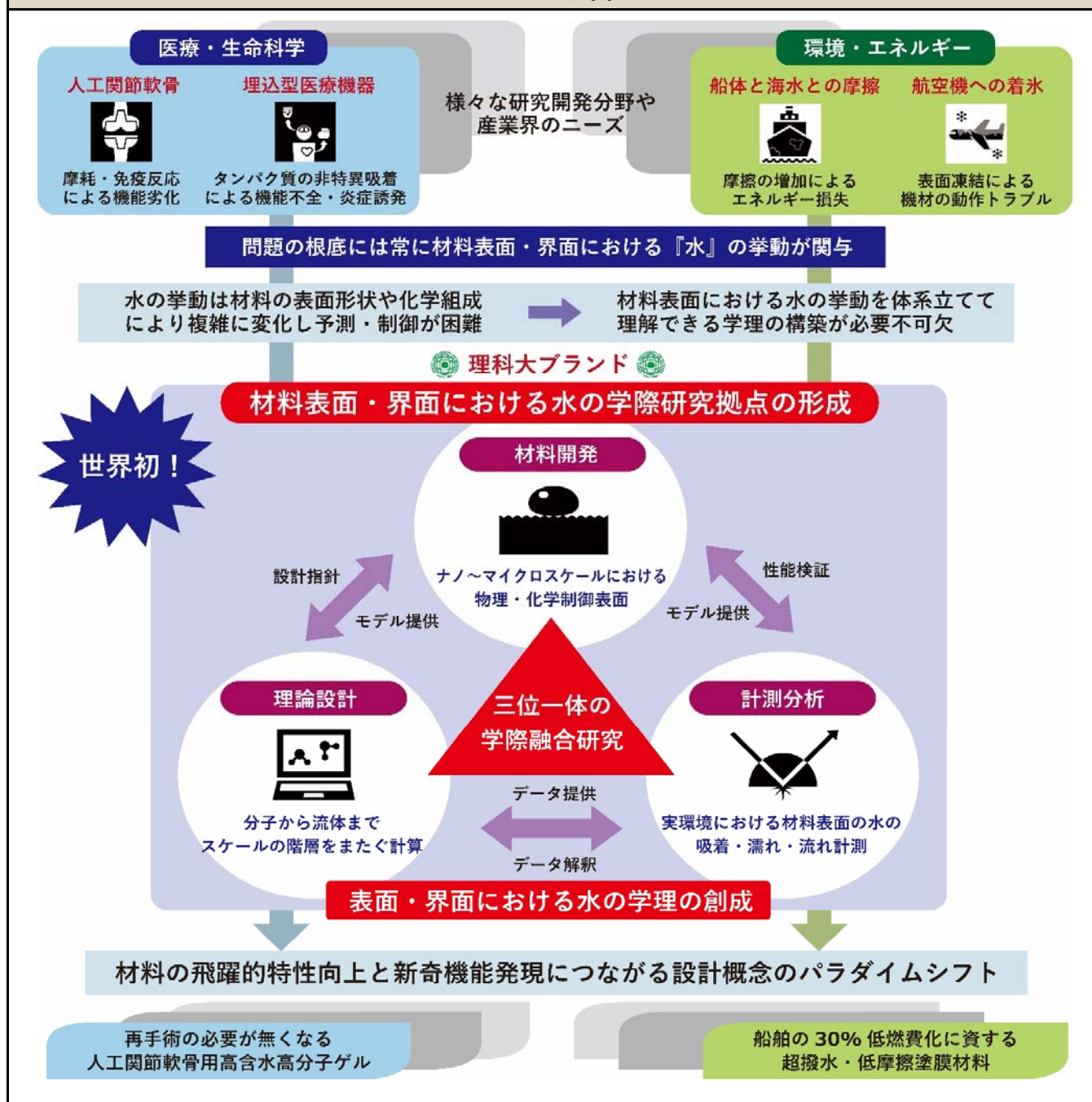


平成28年度私立大学研究ブランディング事業計画書

1. 概要（1 ページ以内）

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				
審査希望分野	人文・社会系		理工・情報系	○	生物・医歯系
事業概要	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。				

イメージ図



2. 事業内容（2ページ以内）

（1）事業目的**＜本学、外部環境、社会情勢等に係る現状と課題の分析＞**

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。

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。

＜分析内容に照らした研究テーマの設定＞

我々の日常生活を支える人工関節等の医療材料や、産業活動を支える船舶や航空機といった輸送機材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、これらの機能の発現には常に表面・界面の水が関与している。材料表面・界面に存在する水の吸着・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。本学の藤嶋学長が発見した酸化チタン表面における水の光分解現象（本多-藤嶋効果）を利用した光触媒機能や、光誘起超親水化現象を利用した環境浄化・機能素材への応用はその典型例と言える。

一方で、材料の機能発現に深く影響する材料表面・界面における水の挙動は、材料表面の凹凸形状や化学組成等により複雑に変化するため、その予測・制御が難しく、体系立てて理解・制御する学理の構築そのものが立ち遅れている。そこで、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、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。

＜大学のブランドとして打ち出すテーマとしての妥当性＞

本申請テーマ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。昨今ではイノベーションを起こすためには異分野融合が重要であると政策的にも謳われているが、本学は従来から異分野融合を促進する仕組み（1981年総合研究所、2005年総合研究機構、2014年総合研究院設立）を導入し、文科省からの戦略的研究基盤形成支援事業等の補助を活用しつつ、学部・学科を横断した研究を組織的に推進するノウハウを醸成してきた。この中で、平成27年4月に本学の材料開発と水科学の叡智を結集させた材料表面の水を科学する「ウォーターフロンティアサイエンス研究部門」を総合研究院のもとに立ち上げ、現在、全学的な取組みに発展しつつある。

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ダルムシュタット工科大学に置かれた拠点（CoWET）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、本学独自の取組みとなる。以上の理由から、材料・ものづくり技術開発の伝統を有し、かつ、材料表面における水の科学に全学的な取組みを開始した本学にとって、本申請は、組織・内容ともにブランドとして打ち出すのに相応しいテーマである。

(2) 期待される研究成果**<期待される成果と、科学技術の進展及び経済・社会の発展への貢献>**

これまで体系的な理解が難しかった材料表面・界面における水の諸挙動の理解と制御に関する学理が深化し、表面科学・界面科学・材料科学・流体力学といった基礎科学の進展がもたらされる。その結果、我々の日常生活や産業活動に不可欠な材料の特性の飛躍的向上と新奇機能発現がもたらされ、とりわけ材料表面の水が決定的な役割を果たす医療技術や省エネルギー技術への貢献が期待できる。例えば、本学では高強度の人工関節軟骨用の高含水高分子ゲルの開発に既に取り組んでいるが、材料表面の水の濡れや流れを制御し、再手術の必要がない潤滑性能・耐摩耗性能の向上を達成できれば、国民の1/3が罹患すると言われる関節障害によるロコモティブ症候群の克服を通じた健康・長寿社会の実現に寄与できる。また、船舶の燃料コストは我が国だけでも年間総額約1兆円に達し、そのうち船底と海水との摩擦によるエネルギー損失は燃料の80%にも及ぶ。船底塗膜材料の低摩擦化を図り、そのエネルギー損失の30%分を低減するだけでも大幅な省エネルギー・低コスト化につながり、環境低負荷な低二酸化炭素排出社会の実現に貢献できる。

<全学的な優先課題としての適切性>

本学は平成26年に策定した「研究戦略中期計画」において、環境・エネルギー、ものづくり・計測技術、医療・生命科学、農水・食品を重点課題として設定し、全学を挙げてこれらの研究を推進している。本研究拠点で得られた材料表面・界面における水の学理を積極的にこれらの分野に応用し、貢献することは、全学的な重点課題に合致したものとなっている。

<5年間の事業期間における実現可能性>

本事業では研究チームを、①材料開発班、②計測分析班、③理論設計班の3班に分け、これらの三位一体の連携体制により、材料表面・界面における水の新たな学理の創成と材料開発への応用を目指す。本事業で目指す新たな学理と技術は、先述した「ウォーターフロンティアサイエンス研究部門」を始め、総合研究院の様々な研究センター・研究部門等がこれまでに培ってきた材料開発技術や、材料表面における水の吸着、濡れ、流れの各挙動に適した計測・シミュレーション技術を基盤としており、年次ごとに着実に成果を積み上げることが出来る計画となっている。

<研究成果の測定方法や自己点検・評価及び外部評価の実施体制>

成果の測定方法として、拠点内の共同研究・共著論文数、学会発表数、企業も含む学外との共同研究数、ニュース・新聞等への掲載数等の定量的な目標を定めて客観的な自己点検を行うとともに、成果が波及する分野を含む学内外の有識者により構成される研究評価部会及びアドバイザリー委員会において、年度毎にその達成度の評価を行う。また、研究拠点が主催する研究会やシンポジウムでは、当該拠点で創出された技術の波及が期待できる企業（医療用材料・機器、機能性素材、半導体加工と洗浄、印刷等）の研究者・技術者を招聘し、当該企業の材料開発・機能向上のニーズへの適合性、研究の方向性等に対して助言をいただく。さらに、材料表面・界面の水に関連した技術に関わる10社以上の企業が参画する日本学術振興会水の先進理工学第183委員会と合同の研究会やシンポジウムを開催し、産業界からのニーズを取り入れつつ、研究項目や研究方針の策定に反映する。

(3) ブランディングの取組**<研究の独自色や社会的意義を学内外に広報する方法と期待される研究成果との関係>**

水は我々にとって不可欠な存在であり、水に関わる数多くの材料は我々の日常の活動を根底から支えているため、その理解と機能向上は社会的意義も大きい。従って、以下のように産業界や学術界のみならず、一般の方々や中高生に対しても積極的に広報活動を行い、期待される研究成果を本学のブランドにつなげる。

A) 産業界に対する積極的な情報の発信とニーズの把握

[日本経済団体連合会](#)や[経済同友会](#)を通じて、広く企業に技術シーズを広報し、企業が求めるニーズを把握する。また、上記の日本学術振興会水の先進理工学第183委員会との合同研究会や公開シンポジウムの開催を通じ、本拠点の活動を企業に伝え、定期的にニーズと技術シーズのマッチングを行う。さらに、本学のホームページやプレスリリースを有効利用し、日本語と英語のプロモーションビデオをYouTubeで発信する。本学の研究戦略・産学連携センターを主な相談・受付窓口とし、外国を含む外部からの問合せをニーズとして受け取り、企業との新たな連携・共同研究を促進するために活用する。

B) 学術界への情報の発信とニーズの把握

本拠点に参画する研究者が所属している[日本分析化学会](#)や[日本表面科学会](#)等の学会との共催による、本分野で国際的にも著名な研究者を招聘した国際シンポジウムの開催、[環太平洋国際化学会議](#)でのセッションの主催、本拠点の研究者を、サイエンスの分野で歴史と権威のある[ゴードン会議](#)へ派遣しての議論のリード等により、本拠点の研究成果を幅広く国内外に伝えるとともに、本学のプレゼンスを向上させる。また、この場を活用し、学術界の先端動向を把握し、研究方針に反映する。

C) 一般の方々に対する積極的な情報発信

本学の生涯学習センターと協力し、一般の方々向けの教養講座における水の基礎科学と身の回りの機能性材料の講演会を開催する。また、本学が発行し、全国の高等学校等に配布している月刊の科学教養誌「[科学フォーラム](#)」、[中高生向けの解説講座](#)及び葛飾キャンパスに敷設されている五感で学ぶことを意識した「[理科大サイエンス道場](#)」等を積極的に活用し、世の中に役立つ材料と水の関わりについての教育普及活動を展開する。

D) 本学を卒業した数多くの教員による教育啓発活動への貢献

本学は[毎年約150名にのぼる卒業生を中学校・高校の教員](#)として教育現場に送り出しているが、本研究拠点で得られた研究成果を分かり易い学習・啓発教材としてまとめ、本学を卒業した教員が赴任校で生徒の教育に積極的に活用することにより、教育啓発活動にも貢献する。

<本事業で打ち出す研究のブランディングを大学のブランディングにつなげていく展望>

材料開発、計測分析、理論設計の三位一体の体制で5年間の研究を実施するが、これらの材料開発や計測技術の蓄積は大学の研究力の基盤となるものであり、当該研究拠点が培った知見や技術を大学の資産として活用するため、[事業終了後も研究拠点を継続・発展](#)させる。

また、理論設計班は、材料表面の水の吸着・濡れ・流れを統合して扱う「[統合シミュレーター](#)」を創出するが、これは[水が関与する数多くの材料の特性・機能向上のための設計指針を与えるシミュレーター](#)という大学の重要な資産となるものである。学内の研究者は勿論のこと、広く社会へ開かれたものとして、事業終了後も産業界等のニーズを反映しつつ開発を継続する。これを国内外を問わず学外の企業や研究機関との共同研究等に活用することで、材料表面・界面の水の研究と言えば東京理科大学と認識されるようブランディング活動を展開し、本学の「研究戦略中期計画」にも掲げる「[世界の理科大](#)」の一翼を担う研究拠点へと発展することを目指す。

3. 事業実施体制（1ページ以内）

<学長のリーダーシップの下での全学的な事業実施体制>

本事業の中核として研究を実施する本拠点は、①材料開発班（ナノからマイクロメートルスケールの分子設計に基づく機能性材料創製を専門とする研究者）、②計測分析班（材料表面における水の吸着、濡れ、流れの計測と分析を専門とする研究者）、③理論設計班（水の吸着・濡れ・流れをシミュレートし、材料開発班への設計指針を提供する研究者）という3つの機能の連合体として構成する。

また、チームを構成する研究者を主たるメンバーとした運営委員会を組織し、研究の進捗や効率的なブランディングのための広報活動の企画と運営・実施を行う。本拠点を本学の学部横断型研究を推進する総合研究院下の組織として位置付け、大学から5年間の予算を支援すること、研究戦略・産学連携センターによる重点的な支援を行うこと、を機関決定している。

当該拠点は、藤嶋学長がセンター長である光触媒国際研究センターと親水性・撥水性材料等の環境・エネルギー分野への応用研究において、また、再生医療等を推進し国内の医療系機関と連携関係を有する生命医科学研究所と人工関節軟骨等の医療・生命分野の研究において、連携をとりつつ研究を進める。さらに、産学連携の支援等を担当する研究戦略・産学連携センターによる戦略的な知的財産の活用方法の検討や、本学の研究機器の共用化を促進している研究機器センターとも強固に連携して研究機器を有効活用する等、学長のリーダーシップの下で全学的な実施体制により研究開発を強力に推進する（下図参照）。

<自己点検・評価、外部評価によるPDCAサイクルの実施>

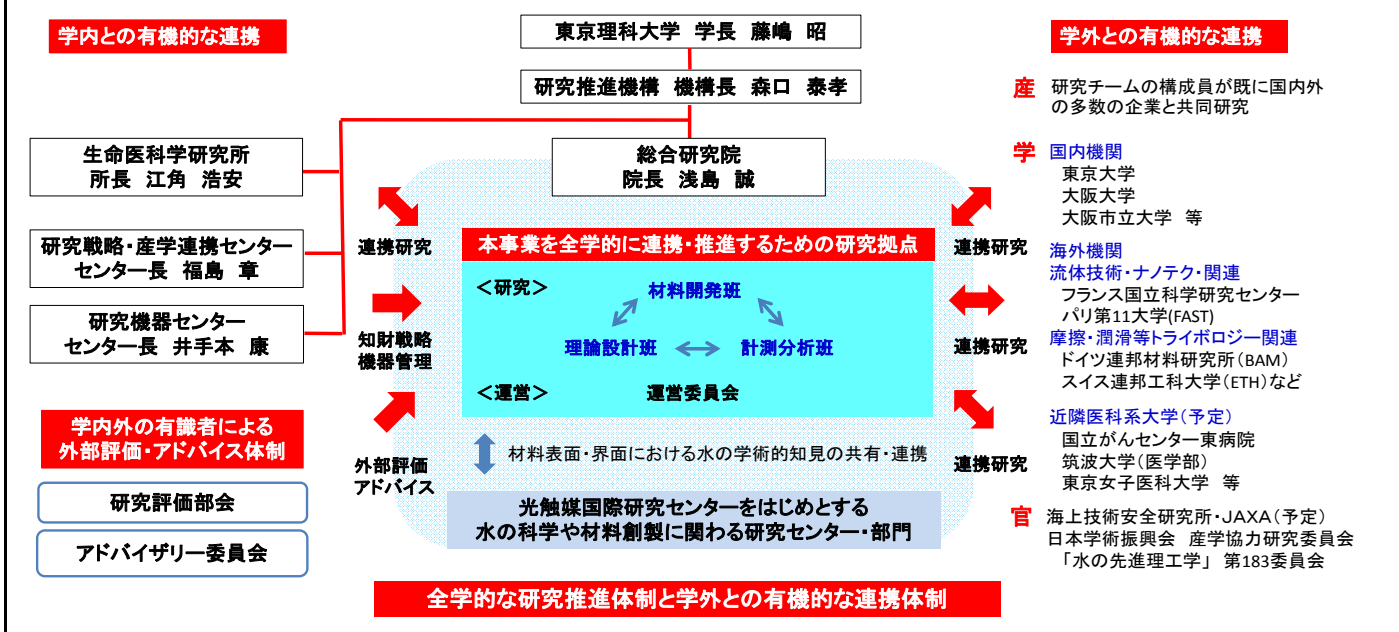
毎年、10月～11月の運営委員会において自己点検を行い、全体の研究の進捗を確認する。11月下旬に総合研究院における成果報告会において研究成果を報告し、学内の広い範囲の専門家から意見を聴取する。また、研究成果が波及する分野の産業界や学術界の専門家を招聘した研究評価部会及びアドバイザー委員会において研究の進捗や実施体制、材料開発のニーズへの適合性等について評価をいただく。その後、次年度の研究の進め方や研究体制の改善策等について検討を進め（12月から2月）、3月に運営委員会を開催し、翌年度の事業計画を決定する。年次計画に掲げた年度毎の目標の達成度をもって研究成果の評価を行う。

<学外機関との有機的な連携>

学外の他機関との連携に関しては、既に本学の研究者が下図に示すような連携・共同研究活動を国内外問わず積極的に展開している。医療用材料の研究とその応用に関しては、本学が都心にあるという立地的なメリットを活かし、近隣に多数存在する医科大学や研究機関等との連携を促進する。船舶や航空機などの輸送機材の省エネルギー化・安全性能の向上に関しては、海上技術安全研究所、宇宙航空研究開発機構との連携研究を行う。

また、既に本拠点を構成する構成員が有する企業との関係を最大限に活用し、多数の企業との共同研究への発展を模索し、研究の過程で企業のニーズを常に聞きながら研究開発を進める体制を整備する。

グローバルな展開としては、既に当該研究拠点に参画を予定している研究メンバーが、材料表面における流体に関する研究においてフランス国立科学研究センター、パリ第11大学との研究者・学生交流を、また、材料表面の摩擦に関する研究ではドイツ連邦材料研究所、スイス連邦工科大学等との連携研究を進めている。本学が世界的に高いプレゼンスを示すことができるよう、今後もこのような海外の研究機関との連携を加速・強化し、ブランドとしての浸透を図る。



4. 年次計画（2ページ以内）

平成28年度	
目標	各種機能性材料に関する産業界からのニーズを調査するとともに、計測機器を導入し、その整備と調整を行う。また、 <u>シミュレーションに最適な理論とアルゴリズム</u> を検討する。
実施計画	<p>【材料開発班】医療分野では、人工関節軟骨用高分子ゲルや埋め込み型医療デバイス表面、血管内壁などの免疫反応や血の凝固反応を防ぐ高分子膜、運輸分野では、船底の界面との摩擦を低減する機能性塗料素材、航空機機体表面の着氷・氷結防止素材等、医療、省エネ、安全技術に資する材料を選定する。</p> <p>【計測分析班】一体型フェムト秒再生増幅装置一式と雰囲気制御走査型プローブ顕微鏡を導入・整備する。前者は材料表面の化学組成と水分子の吸着構造に関するスペクトルを得るための広帯域和周波発生分光用に、後者は材料表面の吸着水の摩擦・粘性等の測定用に、それぞれ用いる。</p> <p>【理論設計班】材料表面の化学状態や、吸着した水分子のスペクトルを再現するシミュレーションについて、最適な理論とアルゴリズムを検討する。</p> <p><達成度の測定方法>アドバイザー委員会によって、作製する材料が適切に検討・決定されたか、装置が導入・整備されたか、用いる理論とアルゴリズムが確定したかについて評価を受ける。</p>
平成29年度	
目標	産業界からのニーズを踏まえて、 <u>表面形状・化学組成がそれぞれ規定された標準モデル材料</u> を作製する。また、これらの材料表面における <u>水の吸着・濡れ・流れといった諸挙動の測定</u> を開始し、これらの挙動をそれぞれシミュレートするプログラムを開発する。
実施計画	<p>【材料開発班】前年度に選定した各種材料について、当該年度に導入される小型研究開発用スパッタリング装置を活用し、表面の凹凸形状、表面酸化状態といった物理・化学状態が規定された標準モデル材料の作製と計測分析班への提供を開始する。</p> <p>【計測分析班】前年度に導入・整備した装置による、表面選択的な振動分光スペクトルと走査型プローブによる材料表面の吸着水の構造・物性計測と、当該年度に導入される高速度・高感度カメラシステムとTi-U手動TIRFシステムによる材料表面の濡れ広がり、流れの計測を開始する。</p> <p>【理論設計班】材料表面と吸着した水のスペクトルを再現する電子状態計算、材料表面と吸着水分子の間や水分子同士の水素結合、さらに水の濡れ広がりを再現する分子動力学法、マイクロメートル以上の流体を扱うナビエ・ストークス式を基盤に吸着・濡れ・流れの各挙動のシミュレーションに適したプログラムを開発する。</p> <p><達成度の測定方法>アドバイザー委員会によって、標準モデル材料の作製、材料表面の吸着・濡れ・流れの測定がなされたかについて評価を受ける。</p>
平成30年度	
目標	<u>材料表面の形状や化学組成を系統的に変化させた標準モデル材料</u> を作製し、この材料上における <u>吸着・濡れ・流れの各挙動がどのように系統的に変化するか計測・分析</u> する。開発した <u>シミュレーションによる計測結果の再現性を検証</u> し、理論やアルゴリズムを改善する。
実施計画	<p>【材料開発班】複雑に相関する水の吸着・濡れ・流れを体系立てて理解する学理を深めるため、材料表面の凹凸のスケールや、表面水酸基や高分子密度等を系統的に振った標準モデル試料を作製し、計測分析班に提供する。</p> <p>【計測分析班】上述した標準モデル材料の水の吸着構造・濡れ広がり・流れを逐次計測し、一連の系統的なスペクトル、物性値・流速分布等のデータを得て、これらを理論設計班へ提供する。また、次年度の湿度・温度等を変化させた実環境下の計測に備えた環境制御セルの設計・開発に着手する。</p> <p>【理論設計班】開発したプログラムによるシミュレーションが、水の実際の吸着・濡れ・流れの挙動を再現できるか検証し、計測分析班から提供される系統的なデータに基づき、各種挙動のシミュレーションのベースとなる理論や計算のアルゴリズムを改善する。</p> <p><達成度の測定方法>研究評価部会とアドバイザー委員会によって、系統的にパラメータを振った標準モデル試料の作製の進捗、それらのスペクトルや物性変化の測定の精度、シミュレーションによる測定結果の再現性について評価を受ける。また、事業5か年計画としての<u>中間評価</u>を受ける。</p>

平成31年度

目 標	<p>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>
実施計画	<p>【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。</p> <p>【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。</p> <p>【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><達成度の測定方法>アドバイザー委員会によって、吸着・濡れ・流れの湿度・温度依存性が計測できたかどうか、シミュレーターが湿度・温度等、外部環境のパラメーターを反映できる設計仕様となっているかどうかについて評価を受ける。</p>

平成32年度

目 標	<p>グラフィカルユーザーインターフェースを搭載した「水統合シミュレーター」を構築し、材料開発班に設計指針を提供する。</p> <p>「水統合シミュレーター」による設計指針の提供、それに基づく材料開発と特性・機能評価、さらに表面の水の諸挙動を理解・制御する計測分析が三位一体となって、事業終了後も成長し続ける研究拠点体制を確立する。</p>
実施計画	<p>【材料開発班】理論設計班から提供される設計指針に基づいて、材料表面の凹凸形状や化学組成のパラメーターを複合的に制御した機能性材料を開発し、その特性・機能の評価する。</p> <p>【計測分析班】材料開発班から提供される機能性材料を、使用が想定される実環境下において材料表面・界面における水の吸着・濡れ・流れを計測し、これらの水の諸挙動と材料特性・機能との相関を分析する。得られた相関分析の結果から、特に材料特性・機能の向上に有効であった水の挙動を抽出し、理論設計班に分析結果を提供する。</p> <p>【理論設計班】シミュレーションの専門家以外も利用し易いグラフィカルユーザーインターフェースを備えた「水統合シミュレーター」を構築する。材料特性・機能発現のための設計指針の提供を材料開発班に試験的に開始する。材料開発班による材料開発と特性・機能試験、計測分析班による材料表面の水の諸挙動との相関分析に基づき、これらを反映させたシミュレーション・理論設計のサイクルを回す体制を確立することで、事業終了後も成長し続ける研究体制を確立する。</p> <p><達成度の測定方法>研究評価部会とアドバイザー委員会によって、理論設計班の設計指針に基づく材料開発ができたかどうか、材料特性や機能発現と材料表面における水の諸挙動との相関分析ができたかどうか、水統合シミュレーターが出来上がり、シミュレーションの非専門家も利用できるようなインターフェースを実装しているかどうかについて達成度を測定し、評価を受ける。また、事業期間5年間の総括としての最終評価を受ける。</p>