

金沢大学 大学院新学術創成研究科

ナノ生命科学専攻
設置の趣旨等を記載した書類

国立大学法人 金沢大学

目 次

1	設置の趣旨及び必要性	1
2	研究科，専攻等の名称及び学位の名称	1 1
3	教育課程の編成の考え方及び特色	1 5
4	教員組織の編成の考え方及び特色	2 1
5	教育方法，履修指導，研究指導の方法及び修了要件	2 2
6	施設，設備等の整備計画	2 9
7	入学者選抜の概要	3 1
8	大学院設置基準第 14 条による教育方法の実施	3 4
9	管理運営の考え方	3 7
10	自己点検・評価	3 8
11	情報の公表	3 9
12	教育内容等の改善のための組織的な研修等	4 0
	添付資料目次	4 1

1 設置の趣旨及び必要性

1-1. 社会的背景と課題認識

経済システムや社会システム及び産業構造等が世界規模で急速かつダイナミックに変化し、先行きが見通しにくい現代社会においては、国内外の潮流を見定め、未来の産業創造や社会の変革に先見性を持って戦略的に取り組むことが必要となっており、新しい価値やサービスが次々に創出される超スマート社会（Society5.0）の実現に向け、科学技術イノベーションを強力に推進することが不可欠である。

このような課題認識とそれに対する取組みについては、国の方針としても示されており、例えば「第5期科学技術基本計画」（平成28年1月22日）において、「経済・社会が大きく変化する中で、新たな未来を切り拓き、国内外の諸問題を解決していくためには、科学技術イノベーションを今後も強力に推進していくことが必要」であることが明記され、科学技術イノベーションを支える人材力の徹底的な強化により、イノベーションの源である多様で卓越した知を生み出す基盤の強化が不可欠であることが提言されている。また、「高度な専門的知識と倫理観を基盤に自ら考え行動し、新たな知及びそれに基づく価値を創造し、グローバルに活躍する高度な博士人材」を育成することの重要性も併せて示されている。

先般、中央教育審議会から示された答申「2040年に向けた高等教育のグランドデザイン」（平成30年11月26日）においては、超スマート社会の実現に向けて、高等教育機関に対する人材育成の観点として、「高度な教養と専門性を備えた先導的な人材養成」が挙げられ、従来の専攻・分野を越えた幅広くかつ深いレベルの教育の必要性が指摘されている。

さらに「科学技術イノベーション総合戦略2017」（平成29年6月2日）においては、超高齢化・人口減少社会等に対応する持続可能な社会の実現に向け、様々な分野における人間の在り方そのものに影響を与える新たな科学技術の進展には、科学技術イノベーションの根幹を担う人材、イノベーションの源となる学術研究や基礎研究等、基盤的な力を強化していくことが不可欠であることが示されている。生命科学分野について言えば、基礎科学研究を展開して世界最先端の技術開発を推進し、その成果を、例えば「がん」をはじめとする難病の病態解明や健康寿命の延伸といった健康増進へ活用することが、課題の1つとして認識されている。このように、課題解決に当たっては、複数の研究成果や技術開発の成果を横断的に活用することが求められている。

上記の背景を踏まえ、科学技術の持続的発展に向け、新たな価値や技術を生み出す科学技術イノベーションを強力に推進する必要があるとの考えの下、その実現の基盤となる「高度な専門的知識を有し、また、従来の分野を越えた新たな知を創造する高度な博士人材」を養成することが求められている。

この新たな価値や技術を生み出す科学技術イノベーションの1つとして、Scanning

Probe Microscopy (SPM: 走査型プローブ顕微鏡) 技術を用いるナノ計測学が挙げられ、この分野においては、約20年にわたり金沢大学（以下「本学」と表記。）が世界を牽引している。

あらゆる材料の物性や現象の起源は、原子及び分子の集合体で構成されたナノスケール（10億分の1メートル程度）の構造とその動的挙動で説明できる。人類は長い歴史の中で、光学顕微鏡や電子顕微鏡、X線結晶構造解析にまで至る微小領域を探索する科学技術を発展させ、微生物、細胞、分子、原子といった人の目には見えない世界を観ることを可能にし、そこで起きる現象から様々な物性や現象の起源を明らかにしてきた。

しかし、現在の科学技術をもってしても、たとえナノスケールの構造を知ることができてもナノスケールの動的挙動を正確に知ることのできない「未踏ナノ領域」が多く残されており、この存在が科学技術イノベーションのさらなる発展を妨げる要因となっている。

様々な課題の解決に向けて、ナノスケールの構造、とりわけナノスケール構造の動的変化・挙動を理解し、原子・分子を制御することにより、物性と現象を意のままに操ることができる技術（＝ナノテクノロジー）は、既存の学問分野の枠組みを超越し、材料・デバイス分野や、更にはバイオサイエンス分野へとその応用領域を広げ、今後、生命科学分野へ展開することが求められている。

生命科学分野においても、他の学問分野と同様に、人体を構成する基本単位である細胞の表層や内部におけるタンパク質、核酸等の生体分子の動態を正確に理解することが、生命の誕生や疾患、老化等の複雑な生命現象の仕組みを根本的に理解し、制御するための鍵になると考えられている。しかし、これらの動きを詳細に観ることはほとんどできておらず、人体の基本構成単位である細胞の内外に「未踏ナノ領域」が残されており、当該領域が疾患や老化等の様々な生命現象の根本的な理解を妨げる要因となっている。

前述の「第5期科学技術基本計画」の中では、超スマート社会における競争力向上と基盤技術の強化策として、「新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術」である「ナノテクノロジー」と「バイオテクノロジー」の分野の強化を図るとしており、これら2つの分野融合による生命科学分野における「未踏ナノ領域」の解明については、さらなる重要性が伺える。

以上のことから、本学の強みである世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓く研究人材を養成・輩出を行い、それらの人材が今後研究者として活躍することにより、生命現象の根本的理解が飛躍的に進展し、様々な生命現象の精密な制御へと繋がることとなり、生命科学をはじめとする各分野における科学技術の持続的発展と様々な社会課題の解決に向けて、社会的意義があると言える。

1-2. ナノ生命科学専攻の構想及び必要性

本学は、平成29年9月、本学の強みであるSPM技術を発展させ、ナノスケールでの生物学的機能解析に適用するという革新的な観察手段により、生命科学に大きな発展が期待されるとして、文部科学省世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）に採択された。この採択に伴い、SPM技術やがん研究等の生物学的研究に関する研究機能を充実・強化し、細胞という生命科学分野に残された「未踏ナノ領域」を開拓することで、生命現象の仕組みを原子・分子レベル（≒ナノレベル）で根本的に理解し、将来、がんをはじめとする疾患や老化等の巨視的な生命現象をナノレベルで精密に制御する基盤を築くことを目的として、同年10月、ナノ生命科学研究所（以下「NanoLSI」と表記。）を設立したところである。

また、NanoLSIは、「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」及び「数理計算科学」の各分野の技術と知見の融合によって、新たな学問領域「ナノプローブ生命科学」を創出することとしており、その達成のために二つの具体的なミッションを担っている。一つは、細胞の表層や内部のタンパク質・核酸等の生体分子の動態をナノレベルで直接動画として観察することや、細胞内の特定のナノ領域に存在する物質の採取・分析及び生体分子の機能制御を実現する「ナノ内視鏡技術」の研究開発であり、もう一つは、「ナノ内視鏡技術」を用いた基本的な細胞機能のナノレベルでの観察、正常細胞とがん細胞の比較による分子・細胞の動態原理の理解とその異常による疾患の理解である。

NanoLSIの他の研究機関に対する最大の特徴・優位性は、「SPM技術を基盤とした分子細胞動態のナノスケール・ライブイメージング」にある。電子顕微鏡によるナノスケール・イメージングでは、液中でのタンパク質の動態を直接観察することはできず、また、蛍光顕微鏡でのライブイメージングでは、分子自体の構造変化を直接観ることはできない。その一方で、SPM技術は、液中での分子の位置や構造の変化を無標識で直接動画として観察することや、水分子や分子鎖の三次元分布をサブナノレベルの分解能で直接観察することのできる、現在唯一の方法である。これらの技術は、本学の高速原子間力顕微鏡（AFM）や液中周波数変調AFM、三次元AFMによって世界で初めて実現されたものであり、本学は現在もこのナノ計測学分野において世界を牽引している。

しかし、このSPM技術を進化させるだけでは、細胞の表層や内部のタンパク質・核酸等の生体分子の動態をナノレベルで直接動画として観察することや、細胞内の特定のナノ領域に存在する物質の採取・分析及び生体分子の機能制御を実現する「ナノ内視鏡技術」を開発することはできない。そこで、SPMの探針先端に、物性のナノ分布を可視化できる分子センサや、ナノ構造への作用を可能とする分子機械を取り付ける等、超分子化学技術を融合し、「ナノ内視鏡技術」の飛躍的な発展を実現させる。

また、この「ナノ内視鏡技術」を用いて、生命現象に関わる分子細胞動態をナノレベルの分解能で直接観察し、加えて、計測結果を数理計算科学のシミュレーションで分子細胞動態を再現することにより、がんをはじめとする様々な疾患や老化等の仕組みを根本的

に解析する。NanoLSIが、数ある生命現象のうち、「がん」という疾患を最初の研究対象としたのは、難病の克服という明白な社会的意義に加え、その理解を目指すことで生命現象の普遍的理解に役立つ基礎的知見が得られる等、大きな科学的意義もあることからである。

このように、NanoLSIでは、ナノ計測学に係る知見・技術を基盤とした上で、ミッション達成に必要な超分子化学、生命科学及び数理計算科学の知見・技術を相補的に用いて、がんを含む様々な生命現象をナノレベルで理解する「ナノプローブ生命科学」の研究を展開している。

当該研究の展開により、生命現象の根本的な理解が進み、がんに限らず様々な疾患の病態解明や健康寿命の延伸等に繋がるのが期待される。ナノテクノロジーの生命科学分野への展開が加速する中で、ナノプローブ生命科学分野が果たす役割は大きく、今後、当該分野の研究を担う人材の育成は急務であると言える。

このような状況を踏まえ、本学が有する世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、「未踏ナノ領域」を切り拓く博士人材を養成することを目的として、新たに博士課程「ナノ生命科学専攻」（以下、「本専攻」と表記。）を本学に設置するものである。具体的には、NanoLSIの研究実績を基盤とし、“高性能SPM等の革新的ナノ動態計測技術の研究開発に取り組む人材”と、“最先端の動態計測技術をナノレベルの生命現象の解明に向けた研究に展開する人材”の養成を行う。

本専攻では、未踏ナノ領域を切り拓くため、通常の顕微鏡技術では観察不可能なナノ現象を直接観察・理解するための「ナノ計測学」を大きな柱とする。それに加え、プローブ等へ応用し、革新的ナノ計測技術の開発へつなぐと考えられる分子複合体の設計・合成等に関する「超分子化学」、その計測技術の応用先として期待されるがん研究等の「生命科学」、計測で得られた実験結果から、原子・分子レベルの動態を知るためのマルチスケールシミュレーションを目指す「数理計算科学」のそれぞれの素養を学び、それらの分野を融合させ、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材を養成する。したがって、本専攻の教育研究の柱を、「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」及び「数理計算科学」とする。

ナノ計測学分野においては、世界トップレベルのSPM技術による分子細胞動態のナノスケール・ライブイメージング技術を基に、「ナノ計測制御基礎論」、「ナノ生物物理学」、「ナノバイオロジー」等の科目で先端ナノ計測技術である各種SPM技術や蛍光計測技術、生体分子（核酸・タンパク質・脂肪）のメカニズムやその機能発現に伴う動的な構造変化について知見を高める。

超分子化学分野においては、世界的な注目を集めている新規柱型リング状分子の開発等をはじめとする高度な制御性を持つ分子複合体を設計・合成できる知見・技術を基に、

「高分子材料合成化学」，「錯体機能化学探求」，「超分子材料化学」等の科目で高分子や超分子等の機能や分子構造について知見を高める。

これらの2分野においては，世界トップレベルのSPM技術と超分子化学の技術を融合・発展させ，あらゆる生命の基本構成単位である「細胞」の表層や内部におけるタンパク質，栄養素，核酸等の生体分子の動態をナノレベルで直接動画として観察することや，細胞内の特定のナノ領域に存在する物質の採取・分析及び生体分子の機能制御を実現する「ナノ内視鏡技術」の開発に向けた研究に展開する素養を身に付ける。

生命科学分野においては，がん研究に特化した国内唯一の共同研究拠点である本学ががん進展制御研究所において卓越した実績を上げているがん幹細胞・微小環境分子標的治療の研究を基に，「腫瘍生物学特論」，「ヒューマン分子生物学」等の科目でがんに関連する分子生物学やがんの分子標的治療について知見を高める。これにより，分子細胞動態（細胞の分化・増殖，幹細胞性，シグナル伝達，ゲノム動態等）をナノ動態計測技術と融合し，がん悪性化メカニズムの解明に向けた研究に展開する素養を身に付ける。

数理計算科学分野においては，生体分子から細胞レベルまでの複雑系シミュレーションで多くの実績を持つ研究者による「計算ナノバイオ科学」等の科目で生体分子の計算機シミュレーションのための物理モデルや解析法について知見を高める。これにより，物質・細胞の動きを空間・時間といった様々な階層で数理計算により解析するマルチスケールシミュレーションをナノ動態計測技術と融合し，ナノスケール分解能で得られた複雑な分子細胞動態を分子運動から解明する研究に展開する素養を身に付ける。

本専攻では，“高性能SPM等の革新的ナノ動態計測技術の研究開発に取り組む人材”を養成するに当たり，当該人材は「ナノ計測学」と「超分子化学」の知見だけでなく，計測対象の生命現象や計測結果のシミュレーションによる活用方法を念頭に置いて計測技術の研究開発を進めるため，「生命科学」及び「数理計算科学」の知見も身に付ける。また，“最先端の動態計測技術をナノレベルの生命現象の解明に向けた研究に展開する人材”を養成するに当たり，当該人材は計測結果を「生命科学」に展開する際，革新的ナノ動態計測技術の原理である「ナノ計測学」と「超分子化学」や計測結果から分子動態を解明するために活かす「数理計算科学」の知見も身に付ける。つまり，「ナノ計測学」，「超分子化学」，「生命科学」及び「数理計算科学」の特定の分野を教育研究対象とするのではなく，各分野の知見を融合させることにより，はじめて「未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材」が養成できると考えている。

また，本専攻が目的とする研究人材を養成するための方法論として，研究者に求められる俯瞰的な視野と専門的な知識・技術を修得するための「コースワーク」と，世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）に採択されて設置したNanoLSIの研究資源を活かした「研究プロジェクトへの参画」，研究推進科目による「研究指導」の3つを有機的に組み合わせた教育課程を編成することも大きな特色である。

ナノ生命科学は、ナノスケールのアプローチを基軸としながら、物理、化学、生物、薬学、医学といった既存の学問分野の枠組みを超え、分子・材料・細胞の物性・メカニズム・動作原理を解明し、あるいは技術応用を進めていくための最も根幹となる科学を、生命科学分野に展開・融合するものである。したがって、既存の自然科学研究科や医薬保健学総合研究科がカバーする領域を超えた分野融合型の領域であるため、グローバル社会のニーズや動向を察知し、様々な科学的知見と先端科学技術を基に、科学技術イノベーションに協奏的・共創的に貢献できる人材を養成することを目的とする新学術創成研究科に本専攻を設置することが妥当である。

また、新学術創成研究科には、既に融合科学共同専攻を設置しているが、当該専攻は、複数の科学分野の「融合」から、イノベーションの源泉である「新たな知」を創造することを目的としており、必ずしもナノスケールのアプローチを求めている。したがって、分野融合に基礎を置くことは同じであるが、ナノスケールのアプローチを行うことを必須として求めているという点において、融合科学共同専攻とは別に、新たな教育組織（専攻）を設ける意義があると考えられる。

未踏ナノ領域を切り拓く博士人材を養成するフレームワークとして、本専攻には、特にコース等を設けず単一の教育課程を構成することとする。博士前期課程においては、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識と生命・物質科学分野の知見や感性を併せ持ち、未踏ナノ領域に係る研究の素養を身に付けた人材」を養成し、博士後期課程まで含めた5年間では、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓く研究人材」を養成し、輩出することを目的としているため、それに対応した積み上げ型のカリキュラムとする。

また、平成30年度から本学自然科学研究科博士前期課程に設置している「NanoLSIプログラム」において、令和2年3月に修了予定である博士前期課程の学生の接続を確保する。

よって、本専攻の博士課程に大学院設置基準第4条第4項の定め（前期2年及び後期3年の課程に区分する博士課程においては、その前期2年の課程は、これを修士課程として取り扱うものとする。）による区分を設ける。

本専攻の修了後は、アカデミアを中心とした多様なセクターで研究者として活躍すること、具体的には、①国内外の高等教育機関・研究機関の研究職、②バイオ・メディカル分野等を中心とした民間企業等の研究職を想定している。

まず、全体から見ると、①国内外の高等教育機関・研究機関の研究職については、国立研究開発法人科学技術振興機構 JREC-IN Portal（研究人材のためのキャリア支援ポータルサイト）によると、平成29年度にナノ・マイクロ科学分野で助教相当41件、ポスドク相

当58件の求人があり、平成27年度からの3年間では、毎年同程度の求人が行われている。また、本専攻がカバーする化学分野（有機化学、分析化学、高分子化学等）では、助教相当107件、ポスドク相当131件の公募がある。生命科学分野（生物科学、基礎生物学、腫瘍学、基礎医学等）では、助教相当291件、ポスドク相当437件の公募がある。計算科学分野（数理工学、計算力学、数値シミュレーション等）では、助教相当37件、ポスドク相当63件の公募がある。本専攻の強みであるナノ科学と超分子化学、ナノ科学と生命科学の異分野融合教育を行う点を考慮すると、これらの公募の中で、ナノ・マイクロ科学と化学を同時に対象とした公募は10件、ナノ・マイクロ科学と生物科学を同時に対象とした公募は2件、ナノ・マイクロ科学と計算科学を同時に対象とした公募が2件あり、国内の高等教育機関、研究機関等において、本専攻が養成する世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材のニーズがあることが伺える。

個別・具体的に見ると、②バイオ・メディカル分野等を中心とした民間企業等の研究職については、本専攻の専任教員とバイオ・メディカル分野等に関する共同研究を行っている民間企業等が多数あることから、本専攻が行おうとしている教育研究に対し期待が寄せられていることが伺える。

具体的な企業等のニーズにおいては、本学が平成31年3月に、製造業を中心とした企業239社に本専攻の趣旨を説明し、本専攻の修了者を採用したいかアンケートを行ったところ、博士前期課程では73.6%、博士後期課程では64.0%の企業が採用に前向きなことが分かった。これらのことから、民間企業等の研究職として、本専攻の修了者が博士人材のニーズとして受け入れられることが期待できる。

総括すると、本専攻では、本学の世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命科学・物質科学分野に展開し、「未踏ナノ領域」を切り拓く博士人材を養成することを目的とする。NanoLSIにおける「ナノ計測学」の知見・技術を基盤とした上で、「超分子化学」、「生命科学」及び「数理計算科学」の知見・技術を融合した体系的なカリキュラムを構築することにより、“高性能SPM等の革新的ナノ動態計測技術の研究開発に取り組む人材”と、“最先端の動態計測技術をナノレベルの生命現象の解明に向けた研究に展開する人材”を輩出する。これが、本専攻の構想及び必要性の全体像である。

1-3. 教育上の理念・目的及び養成する人材像

本専攻では、博士前期課程の2年間で「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識と生命・物質科学分野の知見や感性を併せ持ち、未踏ナノ領域に係る研究の素養を身に付けた人材」を養成し、さらに博士後期課程まで含めた5年間で「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓く研究人材」を養成し、輩出することを目的とする。

■ ディプロマ・ポリシー

博士前期課程では、ナノ生命科学領域の授業や様々な研究活動を通じて、次に掲げる能力を修得させるとともに、所定の期間在学し、かつ所定の単位を修得した上で、博士論文研究基礎力審査に合格した学生又は、修士論文又は課題研究の審査及び最終試験に合格した学生に「修士（ナノ科学）」の学位を授与する。

- 1) ナノ生命科学に関する全方位的な研究を行うための基礎力
- 2) 自身の研究分野と他分野を融合させた研究計画を立案する能力
- 3) 未踏の学際領域や新たな分野に積極的に関与する意欲と能力
- 4) 基盤的な研究分野に係るプレゼンテーション力・コミュニケーション力・文書作成能力

博士後期課程では、ナノ生命科学領域の授業や様々な研究活動を通じて、次に掲げる能力を修得させるとともに、所定の期間在学し、かつ所定の単位を修得した上で、博士論文の審査及び最終試験に合格した学生に「博士（ナノ科学）」の学位を授与する。

- 1) ナノ生命科学に関して自身の探求心・興味・関心に基づき全方位的に研究を実施できる能力
- 2) 自身の研究分野と他分野を融合させ研究を完遂する能力
- 3) 未踏の学際領域や新たな分野を開拓する能力
- 4) 最先鋭の研究に係るプレゼンテーション力・多言語コミュニケーション力・論文作成能力

■ カリキュラム・ポリシー

本専攻では、学位授与方針（ディプロマ・ポリシー）に掲げる学修成果に到達するため、ナノ生命科学領域に関するカリキュラム（教育課程）を編成する。具体的には、博士前期課程及び博士後期課程のそれぞれで、以下のように科目を体系的に編成する。

【博士前期課程】

- 1) 研究者として未踏領域に挑戦する意欲を育み、科学に対する視野を広げるための基幹教育科目を設ける。
- 2) 分野融合を重視したナノ生命科学領域を学ぶに当たり必要な基礎的知識を基礎及び専門の2つのレベルに区分して、自らの研究分野以外の領域を含め、体系的に学ぶナノ生命科学基盤科目を設ける。
- 3) 研究していく上で必要となる基礎的な技能を身に付けるためのスキル科目を設ける。
- 4) 分野融合研究や学内外での多様な研究に参画し、他者とコミュニケーションしながら科学に向き合う姿勢を身に付けるためのプロジェクト科目を設ける。
- 5) 自身の研究分野に関する課題を発見し、プレゼンテーション力、文書作成能力を涵養する研究推進科目を設ける。

【博士後期課程】

- 1) ナノ生命科学研究者として全方位的な研究を行うために必要な視点を強固にするための基幹展開科目を設ける。
- 2) 新たな領域の研究に挑戦するために必要な最新の知見等を学ぶ深淵レベルのナノ生命科学革新科目を設ける。
- 3) 最先端の研究者として必須となる実践的な研究技能を身に付けるための高度スキル科目を設ける。
- 4) 分野融合研究や学内外での先鋭的な研究に参画し、国内外の研究者とコミュニケーションしながら、真理を探究する姿勢を身に付け、研究者としての実践を積むための高度プロジェクト科目を設ける。
- 5) 自身の研究分野に関する課題を解決し、研究完遂能力・プレゼンテーション力を涵養する高度研究推進科目を設ける。

なお、本専攻は区分制大学院であるが、博士後期課程までの5年間を通じた体系的な教育プログラムを編成する。

また、博士後期課程から入学する場合でも、後述する「基幹展開科目」を履修することにより、ナノ生命科学を研究するに当たり必要な基礎的知識を修得することができる。

■ アドミッション・ポリシー

博士前期課程では、学士課程等で修得してきた分野の基盤的専門知識のほか、基本的な英語運用能力を備え、研究者として求められる資質や探求心、直観力及び基本的倫理観を有する者を受け入れる。

博士後期課程では、修士又は博士前期課程等で修得してきた分野の専門知識のほか、研

究者として自立するために必要な高度な英語運用能力を備え、卓越した研究者として求められる資質や探求力、直観力及び規範的倫理観を有する者を受け入れる。

なお、本専攻は区分制大学院であるが、博士後期課程までの5年間を通した体系的な教育プログラムを編成する。

2 研究科、専攻等の名称及び学位の名称

2-1. 研究科・専攻の名称及び理由

研究科及び専攻の名称並びにそれぞれの英語名称は、次のとおりとする。

研究科名：大学院 新学術創成研究科
(Graduate School of Frontier Science Initiative)

専攻名：ナノ生命科学専攻
(Division of Nano Life Science)

ナノ科学(ナノサイエンス)とは、原子及び分子の集合体で構成されたナノスケール(10億分の1メートル程度)の構造を理解し、その動的挙動を制御するための科学(science)であり、物理、化学、生物、薬学、医学といった既存の学問分野の枠組みを超え、この世界に存在するあらゆる物性や現象を説明し、あるいは一般にナノテクノロジーと言われる技術応用を進めていくために最も根幹となる科学である。

このナノ科学は、現在、生命科学分野への展開・融合が最も期待されているところであり、本専攻における教育内容・教育体制も、SPM等により様々な現象をナノスケールで観察・分析する「ナノ計測」を必修の分野として配置し、それらを生命・物質科学分野に展開し、特に生命科学分野の未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材を養成することを目的とした教育内容を編成していることから、専攻の名称としては「ナノ生命科学」を付すのが相応しいと考える。

2-2. 学位の名称及び理由

本専攻において授与する学位名及びその英語名は次のとおりとする。

修士(ナノ科学) Master of Nanoscience

博士(ナノ科学) Doctor of Philosophy in Nanoscience

あらゆる材料の物性や現象の起源は、原子及び分子の集合体で構成されたナノスケール(10億分の1メートル程度)の構造とその動的挙動で説明できる。人類は長い歴史の中で、微小領域を探求する科学技術を発展させ、微生物、細胞、分子、原子といった人の目には見えない世界を観ることを可能にし、そこで起きる現象から様々な物性や現象の起源を明らかにしてきた。しかし、現在の科学技術をもってしても、たとえナノスケールの構造を知ることができてもナノスケールの挙動を正確に知ることのできない「未踏ナノ

領域」が多く残されており、この存在が科学技術イノベーションのさらなる発展を妨げる要因となっている。

本専攻では、本学の世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命科学・物質科学分野に展開し、この「未踏ナノ領域」を切り拓く博士人材を養成することを目的とする。

具体的に養成する人材像として、以下の二種類を想定する。

- 高性能SPM等の革新的ナノ動態計測技術の研究開発に取り組む人材
- 最先端の動態計測技術をナノレベルの生命現象の解明に向けた研究に展開する人材

本人材を養成するに当たり、本専攻においては、細胞よりも微細なスケール、つまり、原子・分子のナノレベルの動態を直接計測するための「ナノ計測学」の知見・技術を大きな柱とする。それに加え、プローブ等へ応用し、革新的ナノ計測技術の開発へつながると考えられる分子複合体の設計・合成等に関する「超分子化学」、その計測技術の応用先として期待されるがん研究等の「生命科学」、計測で得られた実験結果から、原子・分子レベルの動態を知るためのマルチスケールシミュレーションを目指す「数理計算科学」のそれぞれの知見・技術を融合した体系的なカリキュラムを構築する。

“高性能SPM等の革新的ナノ動態計測技術の研究開発に取り組む人材”を養成するに当たり、当該人材は「ナノ計測学」と「超分子化学」の知見だけでなく、計測対象の生命現象や計測結果のシミュレーションによる活用方法を念頭に置いて計測技術の研究開発を進めるため、「生命科学」及び「数理計算科学」の知見も身に付ける。また、“最先端の動態計測技術をナノレベルの生命現象の解明に向けた研究に展開する人材”を養成するに当たり、当該人材は計測結果を「生命科学」に展開する際、革新的ナノ動態計測技術の原理である「ナノ計測学」と「超分子化学」や計測結果から分子動態を解明するために活かす「数理計算科学」の知見も身に付ける。

つまり、「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」及び「数理計算科学」の特定の分野を教育研究対象とするのではなく、各分野の知見を融合させることにより、はじめて「未踏ナノ領域」を切り拓く研究人材が養成できると考えている。

国立の研究機関である国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センターが発行する「研究開発の俯瞰報告書(ナノテクノロジー・材料分野(2019年))」においては、「ナノサイエンス」(＝ナノ科学)を、「1ナノメートルから100ナノメートルの領域において、物質を成長させ、加工し、そしてそのサイズのバルク・表面・界面の構造や、そこで生ずる諸現象を原子・分子レベルで観察し、理解し、制御し、それら諸要素を組み合わせることで応用することにより、あるいは他の知識・技術と組み合わせることにより、新しい知と機能を創出しようとする学術的領域」と定義している。

また、科学研究費助成事業における審査区分においても、中区分で「化学工学」「物理化学」「高分子、有機材料」等と並び、「ナノマイクロ科学」が位置付けられており、上記の報告書での記載を含め、“ナノ科学”という名称は、既に一般的に使用され、社会的にも認知されている名称となっている。

我が国のナノスケールの科学に関する学位名称に目を向けると、東洋大学学際・融合科学研究科学際・融合科学研究科バイオ・ナノサイエンス融合専攻において、“バイオサイエンスとナノテクノロジーを融合し、創造的研究領域の創成と基盤技術の修得を目指す”ことを掲げ「博士（バイオ・ナノサイエンス融合）」とする学位を授与している。このような扱いからも、「ナノサイエンス」は確立された専門分野としてとらえられ、学位名称として既に使われている。

中央教育審議会における2008年の答申においては、学位に付記する専攻名称について、「過度に細分化された状態が、真に学問の進展に即したもののなのか、（中略）能力の証明としての学位の国際的通用性を阻害するおそれはないのか、懸念を持たざるを得ない状況である」と提言されている。

また、日本学術会議 大学教育の分野別質保証委員会における「学士の学位に付記する専攻分野の名称の在り方について」（2014年9月17日）と題する報告書の中で、組織名称との関係性について、「複数の学問分野の名称を独自のやり方で組み合わせて名称とする例も見られる。また、特に複数の学問分野にまたがらない場合でも、当該学部・学科の教育の特色を強調して独自の名称を掲げる例が見られる。（中略）こうした場合においては、学位に付記する専攻分野の名称を組織名とは区別して考えることが適切であろう。」と提言している。

さらに、同報告において、学位に付記する専攻分野の名称について、「一般的な学問分野の名称を専攻分野の名称としない場合は、分かりやすく、単純で、かつ同様の内容を提供する他大学の教育課程とも共通性のある表現を用いることが望まれる。」と提言している。

このような状況を踏まえ、まず、国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センターが発行する「研究開発の俯瞰報告書」における“ナノ科学”の定義と本専攻において養成する人材像を比較すると、「原子・分子レベルで観察し、理解し、制御し、それら諸要素を組み合わせて応用することにより、新しい知と機能を創出」する者は“高性能SPM等の革新的ナノ動態計測技術の研究開発に取り組む人材”に、また、「原子・分子レベルで観察し、理解し、制御し、他の知識・技術と組み合わせることにより、新しい知と機能を創出」する者は“最先端の動態計測技術をナノレベルの生命現象の解明に向けた研究に展開する人材”に合致していることが伺える。

また、本専攻が育成しようとしている人材は、「世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓くことのできる研究者」である。専攻名としている「ナノ生命科学」は、世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)採択拠点であるNanoLSIにおける研究実績を基盤に複数の学問分野の名称を組み合わせ、その特色を強調した名称である。

学位の名称として、科学研究費助成事業における区分や学位の名称としての先行事例を踏まえると、科学研究費助成事業の中区分「ナノマイクロ科学」の下に小区分として区分された「ナノ構造化学、ナノ材料科学、ナノバイオサイエンス」等や、国立大学法人名古屋工業大学及び公立大学法人名古屋市立大学の共同教育課程である共同ナノメディシン科学専攻において授与している「ナノメディシン科学」の学位名称のように、専攻名称として掲げた「ナノ生命科学」や「ナノ●●学」等として、細分化された専門分野名を“ナノ”の後に記載した学位の名称とすることも考えられるが、中央教育審議会答申や日本学術会議大学教育の分野別質保証委員会報告を踏まえると、学位に付記する専攻分野の名称を組織名とは区分した上で過度に細分化せず、かつ共通性、国際通用性のある表現とすることが望ましいと考えられる。

以上のことから、本専攻においてナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御、並びにそれらを生命科学や物質科学分野に展開する学術的領域を扱う学問を修めたことを示す学位として、先行事例や種々の提言等を踏まえ、特化した専門分野の名称を「ナノ科学」に付加することは適切ではなく、ナノスケールにおける科学分野の一般的な名称である「ナノ科学」が最もふさわしいと考え、学位名称を博士(ナノ科学)／修士(ナノ科学)とする。

また、英語名称には「Nanoscience」を用いることとする。海外の大学の事例として、例えば、米国ノースキャロライナ州立農業工業大学とノースキャロライナ大学の共同大学院の学位プログラムにおいて、ナノ生物学、ナノメトロロジー、ナノ材料学、ナノスケール計算シミュレーション等、ナノスケールの科学を幅広く教育研究分野の対象とし、「Ph.D. in Nanoscience」の学位を授与している。その他にも、米国バージニア・コモンウェルス大学や英国ケンブリッジ大学等において、同様にナノスケールのアプローチを基軸とした物理学、化学、材料学を幅広く教育研究対象とし、「Ph.D. in Nanoscience and Nanotechnology」の学位を授与しているように、本名称は国際通用性があり、海外で研究活動等を行う場合も適切に認知される。なお、本学の学位の英語名称を付す際のルールに従い、英文ではそれぞれ、「Doctor of Philosophy in Nanoscience / Master of Nanoscience」と表記する。

3 教育課程の編成の考え方及び特色

本専攻では、「未踏ナノ領域」を切り拓く博士人材の養成を目指していることから、カリキュラム・ポリシーに従い、以下の科目を体系的に構成・配置する。

3-1. 教育課程の編成の考え方

本専攻の教育課程編成に当たっては、「2040年を見据えた大学院教育のあるべき姿～社会を先導する人材の育成に向けた体質改善の方策～」(審議まとめ)(平成31年1月22日 大学分科会)のうち「大学院教育の改善方策」において、学修課題を複数の科目等を通して体系的に履修することで、関連する分野の基礎的素養の涵養を図り、学際的な分野への対応能力を含めた専門的知識を活用・応用する能力を培うコースワークの充実が必要」との指摘があることを踏まえ、博士前期課程では「基幹教育科目」「ナノ生命科学基盤科目」「スキル科目」「プロジェクト科目」「研究推進科目」の科目群を、博士後期課程では「基幹展開科目」「ナノ生命科学革新科目」「高度スキル科目」「高度プロジェクト科目」「高度研究推進科目」の科目群を設け、体系的な科目履修が可能となるような構成を整えている。(【資料2】参照)

3-2. 教育課程の編成方針(カリキュラムポリシー)

本専攻の人材養成目的である、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材を養成する」ため、次のカリキュラム・ポリシーに基づき、教育課程を編成する。

【博士前期課程】

- 1) 研究者として未踏領域に挑戦する意欲を育み、科学に対する視野を広げるための基幹教育科目を設ける。
- 2) 分野融合を重視したナノ生命科学領域を学ぶに当たり必要な知識を基礎及び専門の2つのレベルに区分して、自らの研究分野以外の領域を含め、体系的に学ぶナノ生命科学基盤科目を設ける。
- 3) 研究していく上で必要となる基礎的な技能を身に付けるためのスキル科目を設ける。
- 4) 分野融合研究や学内外での多様な研究に参画し、他者とコミュニケーションしながら科学に向き合う姿勢を身に付けるためのプロジェクト科目を設ける。
- 5) 自身の研究分野に関する課題を発見し、プレゼンテーション力、文書作成能力を涵養する研究推進科目を設ける。

【博士後期課程】

- 1) ナノ生命科学研究者として全方位的な研究を行うために必要な視点を強固にするため

- の基幹展開科目を設ける。
- 2) 新たな領域の研究に挑戦するために必要な最新の知見等を学ぶ深淵レベルのナノ生命科学革新科目を設ける。
 - 3) 最先端の研究者として必須となる実践的な研究技能を身に付けるための高度スキル科目を設ける。
 - 4) 分野融合研究や学内外での先鋭的な研究に参画し、国内外の研究者とコミュニケーションしながら、真理を探究する姿勢を身に付け、研究者としての実践を積むための高度プロジェクト科目を設ける。
 - 5) 自身の研究分野に関する課題を解決し、研究完遂能力・プレゼンテーション力を涵養する高度研究推進科目を設ける。

3-3. 教育課程編成の特色

本専攻では、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材を養成することを目的としている。この未踏ナノ領域を切り拓くために、ナノレベルの動態を直接計測するための「ナノ計測学」を大きな柱とする。それに加え、プローブ等へ応用し、革新的ナノ計測技術の開発へつながると考えられる分子複合体の設計・合成等に関する「超分子化学」、その計測技術の応用先として期待されるがん研究等の「生命科学」、計測で得られた実験結果から、原子・分子レベルの動態を知るためのマルチスケールシミュレーションを目指す「数理計算科学」のそれぞれの素養を学び、それらの分野を融合させ、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材を養成する。したがって、本専攻の教育研究の柱を、「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」及び「数理計算科学」とする。

また、本専攻が目的とする研究人材を養成するための方法論として、研究者に求められる俯瞰的な視野と専門的な知識・技術を修得するための「コースワーク」と、世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）に採択されて設置した NanoLSI の研究資源を活かした「研究プロジェクトへの参画」、研究推進科目による「研究指導」の3つを有機的に組み合わせ合わせた教育課程を編成することも大きな特色である。

なお、本専攻では、多様な人材を集めるため、4月入学及び10月入学を想定しているが、受講者数が少数になると授業科目の教育効果が薄れる可能性があるため、10月入学者向けの特別な時間割は設定しない。

具体的には、次のような教育課程を編成する。

【博士前期課程】

本専攻博士前期課程の養成する人材像は、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端のSPM技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識と生命・物質科学分野の知見や感性を併せ持ち、未踏ナノ領域に係る研究の素養を身に付けた人材」である。この未踏ナノ領域に係る研究の素養を身に付け

るために、ナノ現象を直接観察・理解するための「ナノ計測学」を大きな柱とする。それに加え、プローブ等へ応用し、革新的ナノ計測技術の開発へつながると考えられる分子複合体の設計・合成等に関する「超分子化学」、その計測技術の応用先として期待されるがん研究等の「生命科学」、計測で得られた実験結果から、原子・分子レベルの動態を知るためのマルチスケールシミュレーションを目指す「数理計算科学」のそれらの基礎とその応用を学び、ナノ生命科学を研究していく上で必要な知識を網羅的に学ぶカリキュラムを設けていることが特色である。この「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」及び「数理計算科学」の4分野を教育研究の柱となる分野とする。

「基幹教育科目」は、研究者として未踏領域に挑戦する意欲を育み科学に対する視野を広げることを目的とし、1年次に配当する。「科学史・科学哲学」(1単位)及び「研究者倫理」(1単位)を設け、必修科目として位置付ける。「科学史・科学哲学」は、人類史において科学・技術が担ってきたその役割と、それが今後人類にもたらす正負の可能性を、科学知・技術知の本質論から学ぶと同時に、学生に未踏領域へ踏み出す気概を持たせる。また、「研究者倫理」では、研究に従事する者に求められる倫理、規範意識、科学の社会的責任について取り扱う。また、選択科目として、「実践的データ分析・統計概論」(2単位)を設ける。この科目では、確率統計の基礎とデータマイニングの基礎を学ぶとともに、いくつかの専門分野における応用例を学ぶ。

「ナノ生命科学基盤科目」は、分野融合を重視したナノ生命科学領域を研究するに当たり必要な知識を「基礎科目」及び「専門科目」の2つのレベルに区分する。

「基礎科目」は、1年次に必修科目として5科目を配当する。

ナノ計測学の基本を身につけるために2科目を設ける。具体的には、「ナノ生命科学基礎」においては、ナノ生命科学の基盤となる技術であるバイオSPMの基礎を学ぶ。この中では、本学が誇るバイオSPMの基本原理やその他のバイオイメージング技術について概説し、ナノスケールのバイオSPM技術をベースとしたナノ生命科学の基礎となる知識を学ぶ。また、この科目では、バイオSPMの開発過程に触れることにより、ナノ生命科学研究に向かう意欲を養う。また、「ナノ計測工学基礎」では、計測全般や電気計測などの基礎を学ぶとともに、バイオ応用以外のナノ計測の基本原理や応用事例について学ぶ。そのほか、「超分子化学探求」ではケミカルバイオロジーやNMRなど含む超分子化学の基礎的知識を、「生命科学探求」ではがん研究を含む生命科学の基礎的知識、「数理計算科学探求」では理論・シミュレーション・機械学習などの数理的手法の基礎などを学ぶ。

この「基礎科目」で学んだことを踏まえ、「専門科目」では、この4分野について、より専門的に展開した内容を学ぶ。博士前期課程では、「自身の探求心・興味・関心に基づき、全方位的に研究を実施できる能力」を養うために必要な知識を自ら選ばせることが重

要と考える。しかしながら、自らの専門分野に偏ることなく、体系的な科目履修を行うことも重要である。そのため、各分野 2~4 科目を配置し、満遍なく履修できるよう配慮するとともに、ナノ生命科学の核となる「ナノ計測学」の分野から 2 単位を含む 6 単位を履修することを義務付ける。

研究していく上で必要となる基礎的な技能を身に付けるための「スキル科目」においては、「博士研究スキル養成」(1 単位)を必修科目として位置付け、自立案するスキルとプレゼンテーションに関するスキルを修得させる。この科目では、研究計画の立案するにあたり、実験の原理を理解した上で実験を正確にこなすスキル、実験装置の原理を理解した上で正しい操作を実践できるスキル、実験結果の意義を理解するスキル、実験結果を適切な統計手法を用いて提示する技術、データベースや文献などによる情報収集の方法やその分析方法、文章化する方法を学ぶ。また、研究者として、学会や会議等で発表するためのプレゼンテーション技法などを扱う。また、選択科目として、「博士論文スキル養成」を設け、科学技術論文を深く理解するとともに研究内容を紹介する訓練を行うとともに、学術論文執筆に必要となる日本語、英語での表現について学修する。

他者とコミュニケーションしながら科学に向き合う姿勢を身に付けるための「プロジェクト科目」においては、「融合研究プロジェクト実習」(4 単位)と「萌芽的融合研究実習」(1 単位)を必修科目として位置付ける。「融合研究プロジェクト実習」では、学内を中心として融合研究プロジェクトの一員として研究に参画する。研究を実施できる能力や研究デザイン能力、未踏の学際領域や新たな分野に積極的に関与する意欲と能力を養う。また、「萌芽的融合研究実習」では、学外との共同研究プロジェクトに参画する。これにより技術の修得や研究への意欲の喚起を図る。

本専攻における修士研究の取りまとめの方法として、「修士論文」又は「博士論文研究基礎力審査」のいずれかを選択することができる。その研究取りまとめを支援する科目として、1 年次から 2 年次において、自身の研究分野に関する課題を発見し、研究デザイン能力、プレゼンテーション力、文書作成能力を涵養する「研究推進科目」を設ける。

副指導教員から研究指導を受ける「創造的学際演習Ⅰ」、「創造的学際演習Ⅱ」(各 2 単位)を設け、必修科目として位置付ける。本専攻では、1 名の異分野からの指導教員を含む 2 名の副指導教員を配置するため、それぞれから指導を受ける。また、最終的な研究取りまとめのアプローチを支援する科目として、「ナノ生命科学修士研究」(6 単位)、「ナノ生命科学博士研究調査」(2 単位)を配置し、いずれかを選択する選択必修科目として位置付ける。「ナノ生命科学修士研究」においては、主任指導教員の下、自身の研究課題を決定し、同時に副研究指導教員による他の研究分野でのゼミナール・演習への参加を通して得た新たな知見、研究手法を取り入れながら修士論文をまとめる。博士後期課程に進学

する者については、「ナノ生命科学博士研究調査」において、将来的に博士論文をまとめ、提出・発表することを目指し、より高度なレベルでの専門分野に関する知識・能力及び関連分野に係る基礎的素養を得るための関連論文・データの収集、実験・調査等の手法を学び、博士研究計画調査報告書をまとめる。

【博士後期課程】

本専攻博士後期課程の養成する人材像は、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端の SPM 技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓く人材」である。この未踏ナノ領域を切り拓くために、これまでに身に付けた「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」、「数理計算科学」の基礎をベースに、自らのテーマに併せ、最新の研究に基づきより深い専門知識を身に付ける。また、NanoLSI の研究プロジェクトに参加することを教育課程に組み込むことにより、研究者として自立するための能力を養う。

「基幹展開科目」は、ナノ生命科学研究者として全方位的な研究を行うために必要な視点を強固にすることを目的とし、1年次に、「研究者として自立するために」（1単位）を設け、必修科目として位置付ける。ここでは、社会で信頼される研究を遂行し、研究者として自立するための倫理、規範意識、科学の社会的責任、研究費について取り扱う。また、博士後期課程からナノ生命科学を学ぶ学生に対し、ナノスケールのバイオ SPM 技術をベースとしたナノ生命科学の基礎となる知識基礎を履修する科目を設ける。

「ナノ生命科学革新科目」は、博士前期課程ナノ生命科学基盤科目の「基礎科目」及び「専門科目」よりも深淵なレベルの「高度専門科目」として位置付け、最先端のナノ生命科学を研究する上で必要な最新の学術動向等を学修するため、ナノ計測学、超分子化学、生命科学及び数理計算科学の各分野について、新たな領域の研究への挑戦に必要な最新の知見等を学ぶため、各分野 2～4 科目を配置する

最先端の研究者として必須となる実践的な研究技能を身に付けるための「高度スキル科目」においては、「博士実践スキル養成」（1単位）を必修科目として位置付け、研究計画の立案するにあたり、データベースや文献などによる情報収集の方法やその分析方法、それらの分析などを参考として問題を発見し、課題を解決するための研究計画を立案し、文章化する方法を学ぶ。また、研究者として、学会や会議等で発表するためのプレゼンテーション技法等のサイエンスコミュニケーションに関する技術や究を完遂する上で必要となる研究プロジェクトのマネジメント方法等のスキルを修得させる。

国内外の研究者とコミュニケーションしながら、真理を探究する姿勢を身に付け、研究者と

しての実践を積むための「高度プロジェクト科目」においては、「萌芽的先鋭研究実習」（1単位）を必修科目として位置付ける。この科目は、学外の研究者との共同研究に参加することにより、分析技術とコミュニケーション能力の向上を図り、研究対象の捉え方や、将来の共同研究への展開も見据えた研究ネットワークの構築を図らせる。この能力は、「2040年を見据えた大学院教育のあるべき姿 ～社会を先導する人材の育成に向けた体質改善の方策～」(審議まとめ)(平成31年1月22日 大学分科会)のうち「大学院教育の改善方策」において指摘されているような、将来他者に、自らの知識や技術を他者へ教授するトレーニングを行うものである。

さらに、自身の研究分野に関する課題を解決し、研究完遂能力、プレゼンテーション力を涵養する「高度研究推進科目」として、「先鋭的学際演習Ⅰ」、「先鋭的学際演習Ⅱ」(各2単位)及び「ナノ生命科学博士研究論文」(6単位)を設け、必修科目として位置付ける。

「先鋭的学際演習Ⅰ」においては、副研究指導教員の指導・助言により、研究、討論、学修等を通して、自身の研究課題に対して異分野からのアプローチ法を身に付け、自身の主テーマに関する知見をさらに深化させる。「ナノ生命科学博士研究論文」においては、主任指導教員の下、博士前期課程を含め、これまで学んだナノ計測学、超分子化学、生命科学及び数理計算科学の知見や研究成果を基に、英語論文の作成指導も受けながら、博士論文の質の向上を図り、博士論文をまとめる。

4 教員組織の編成

4-1. 教員組織の編成と基本的考え方及び特色

本専攻の教育課程を担当する教員組織は、各専任教員（専任教員の全てが研究指導教員とする。）のほか、関連組織から兼任又は兼任として参画する教員により構成する。

専任教員は、本専攻が「世界最先端の SPM 技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材」を養成することが目的であることを踏まえ、NanoLSI の教員から、主に「ナノ計測学」「超分子化学」「生命科学」「数理計算科学」を研究領域とする教員を中心に組織する。

「ナノ計測学」に携わる教員として、「薄膜、表面界面物性」、「モーターたんぱく質、一分子計測」、「原子間力顕微鏡、膜たんぱく質」、「電気化学計測、走査型プローブ顕微鏡」等を専門とする教員を配置する。

「超分子化学」に携わる教員として、「超分子化学、錯体化学」、「高分子化学」等を専門とする教員を配置する。

「生命科学」に携わる教員として、「分子細胞生物学」、「バイオテクノロジー、がんの生物学」、「生物化学、機能生物科学」等を専門とする教員を配置する。

「数理計算科学」に携わる教員として、「バイオメカニクス、メカノバイオロジー」等を専門とする教員を配置する。

専任教員については、令和2年4月の開設時において、博士前期課程17名、博士後期課程13名とする。本専攻の専任教員は、NanoLSI の教員を中心に構成し、本専攻の主要な科目となる博士前期課程「ナノ生命科学基盤科目」、博士後期課程「ナノ生命科学革新科目」等は専任教員が担当する。

4-2. 教員の年齢構成

本専攻の教育課程を担当する博士前期課程の専任教員17名の内訳は、令和2年4月の開設時において、教授6名、准教授7名、助教4名としている。専任教員の年齢構成については、完成年度（令和3年度）末時点で、30歳代4名、40歳代10名、50歳代2名、60歳代1名としており、教育研究水準の維持向上及び活性化に相応しい、バランスの取れた構成としている。また、博士後期課程の専任教員13名の内訳は、令和2年4月の開設時において、教授6名、准教授7名としている。専任教員の年齢構成については、完成年度（令和4年度）末時点で、30歳代1名、40歳代3名、50歳代8名、60歳代1名としており、教育研究水準の維持向上及び活性化に相応しい、バランスの取れた構成としている。

なお、教員の定年年齢は、国立大学法人金沢大学職員就業規則（【資料3】参照）において65歳と規定しており、完成年度（令和4年度）において定年となる教員はいない。

5 教育方法, 履修指導, 研究指導の方法及び修了要件

本専攻では, 世界最先端の SPM 技術を用い, ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し, 未踏ナノ領域を切り拓く研究人材の養成を目指している。そのため, 以下の教育方法, 履修指導, 研究指導, 修了要件, 学位論文の審査体制及び公表方法等を設定する。

(i) 教育方法・履修指導に関する基本的な考え方

未踏ナノ領域を切り拓くための人材養成を行うため, 博士前期課程及び博士後期課程において次のような教育・履修指導を行う(なお, 入学から終了までのスケジュールは【資料4】, 履修モデルについては【資料5】を参照)。なお, 4月入学及び10月を想定しているが, 受講者数が少数になると授業科目の教育効果が薄れる可能性があるため, 10月入学者向けの特別な時間割は設定しない。

【博士前期課程】

「基幹教育科目」は, 研究者としての視野を広げ, 未踏ナノ領域への興味, 意欲を沸き立たせるための「科学史・科学哲学」(1単位)及び研究者として必要な研究倫理を学ぶ「研究者倫理」(1単位)を1年次に配当し, 必修科目とする。

「ナノ生命科学基盤科目(基礎)」は, 1年次に配当し, ナノ生命科学の基本となるナノ生命科学の基盤となる SPM や AFM などの基礎原理や応用例をはじめとする「ナノ計測学」に関する科目を2科目開設するほか, その他の3分野の基礎を全て学ぶ。具体的には, 「ナノ生命科学基礎」(1単位), 「ナノ計測工学基礎」(1単位), 「超分子化学探求」(1単位), 「生命科学探求」(1単位), 「数理計算科学探求」(1単位)の5科目全てを必修科目とする。

「ナノ生命科学基盤科目(専門)」は, 1年次及び2年次に配当し, ナノ生命科学基盤科目(基礎)で学んだ科目を基に, 自らの興味・関心に基づき, 4分野を発展的に学修する。ただし, ナノ動態計測の基盤を扱う「ナノ計測学」2単位以上を必ず単位修得するものとし, それを含む6単位を修得する。

「スキル科目」は, 1年次又は2年次に配当し, 研究者として基礎的なリサーチスキルを身に付ける。そのうち, 「博士研究スキル養成」(1単位)を必修とし, 立案するスキルとプレゼンテーションに関するスキルを修得させる。この科目では, 研究計画の立案するにあたり, 実験の原理を理解した上で実験を正確にこなすスキル, 実験装置の原理を理解した上で正しい操作を実践できるスキル, 実験結果の意義を理解するスキル, 実験結果を適切な統計手法を用いて提示する技術, データベースや文献などによる情報収集の方法やその分析方法, 文章化する方法を学ぶ。また, 研究者として, 学会や会議等で発表する

ためのプレゼンテーション技法などを扱う。また、科学技術論文を深く理解するとともに研究内容を紹介する訓練を行うとともに、学術論文執筆に必要な日本語、英語での表現について学修する「博士論文スキル養成」(1単位)を選択科目として配置する。

「プロジェクト科目」は、1年次から2年次にかけて履修する。「融合研究プロジェクト実習」は、NanoLSI 内で行われる融合研究プロジェクトの一員として参画する。「萌芽的融合研究実習」は、学外との研究プロジェクトに参画する。両科目とも必修科目とする。また、関連するインターンシップを行う「学外実務プロジェクト実習」や国内外の大学や研究機関等において研究を行う「学外研究プロジェクト実習」を選択科目として設ける。

「研究推進科目」として、副指導教員から研究指導を受ける「創造的学際演習Ⅰ」「創造的学際演習Ⅱ」を必修とする。また、主任指導教員の指導のもと、学外の研究者から研究指導を受ける「創造的学際演習Ⅲ」を選択科目として設ける。

主任指導教員から、研究指導を受ける「ナノ生命科学修士研究」又は「ナノ生命科学博士研究調査」のいずれかを選択必修科目とする。この2科目は、博士前期課程の研究取りまとめの方法を修士論文とするほか、博士論文研究基礎力審査により行うかにより選択させる。

博士前期課程の修了要件は、研究取りまとめの方法として、修士論文を選択する者は、合計30単位以上、博士論文研究基礎力審査を選択する者は合計32単位以上修得することとする。特に博士論文研究基礎力審査を選択する者は、修士論文を選択する者より修得する単位数が多くなるため、博士後期課程における研究を見据えながら、早期から指導教員による履修指導を行う。

【博士後期課程】

博士後期課程では、博士前期課程で培ったナノ生命科学に対する基礎力とのつながりと学生自身の研究課題への応用を意識した教育を行う。

「基盤展開科目」は、研究者として必要な研究倫理を学ぶ「研究者として自立するために」(1単位)、NanoLSIの最新の研究成果を概説する「ナノ生命科学特論」(2単位)を1年次に配当し、必修科目とする。また、本専攻博士前期課程を修了していない学生が博士研究を行うために必要な知識を学ぶ「学際ナノ生命科学概論」を開設する。

「ナノ生命科学革新科目」は、1年次から3年次にかけて配当し、4単位を履修する。「ナノ生命科学革新科目」は、「ナノ計測学」「超分子化学」「生命科学」「数理計算科学」の科目を配置する。学生は、科目の履修により、自身の研究課題を解決するために必要となる高度な内容及び最新の研究結果について学修する。

「高度スキル科目」は、1年次又は3年次に配当し、科学コミュニケーションと社会発信、説得・議論・ネゴシエーション術や、研究者として求められるプレゼンテーション、論文執筆、データ分析等を学ぶ「博士実践スキル養成」(1単位)を必修科目として配置する。

「高度プロジェクト科目」は、1年次から3年次にかけて履修する。「萌芽的先鋭研究実習」は、学外との研究プロジェクトに中心的に参画する科目とし、必修科目とする。また、海外研究留学を行う「研究留学」や国内外の企業や研究機関でインターンシップや実習を行う「学外高度実務プロジェクト実習」及び「学外高度研究プロジェクト実習」を選択科目として設ける。

「高度研究推進科目」として、副指導教員から研究指導を受ける「先鋭的学際演習Ⅰ」を必修とする。また、主任指導教員の指導の下、学外の研究者から研究指導を受ける「先鋭的学際演習Ⅱ」を選択科目として設ける。

主任指導教員から、実験結果等に対する洞察力、先駆性や革新性を見極める拠り所、研究の方向性を探る着眼点等、科学者としての自立と飛躍をもたらす直接的で影響力の大きい研究指導を受けるため「ナノ生命科学博士研究論文」を必修科目とする。

(ii) 研究指導

研究指導については、「新時代の大学院教育－国際的に魅力ある大学院教育の構築に向けて－答申」(平成17年9月5日 中央教育審議会)のうち「課程制大学院制度の趣旨に沿った教育の課程と研究指導の確立」において指摘されているように、学生が単位を修得してきた授業科目や、様々な教員や研究プロジェクトに参加して会得した知識、技術、経験等を基に、体系的に実施する。学生は、自身の研究テーマや研究計画の策定から遂行、論文等の作成に至るまで、綿密な研究指導の下で学修することができる。

【博士前期課程】

博士前期課程の研究指導は、主任指導教員1名及び副研究指導教員2名以上の合計3名以上の複数指導教員体制により行う。指導教員の選任は、入学後速やかに行うこととし、副研究指導教員のうち1名は、学生が志望する研究内容を勘案しながら、柱となる4分野のうち分野の異なる教員を配置し、幅広い視野からの研究指導のみならず、分野融合による指導を行う。また、入学時から学生が希望する進路を見据え、研究取りまとめの方法として修士論文か博士論文研究基礎力審査かの選択に関する指導を行う。

主任指導教員は、当該学生に対する教育研究上の指導の中心を担うものであり、研究テーマに関する授業の履修指導、研究指導、学位論文等の作成指導(博士論文研究基礎力審査に向けた学習指導を含む。)等を行い、副研究指導教員等と連携をとりながら、当該学

生の指導に注力する。

副研究指導教員は、主任指導教員と連携をとりながら、専門的な分野のみならず、他の分野の知見の融合についても行えるよう、主任指導教員とは異なる見地からの指導・助言を行う。

学生は、研究計画を指導教員に対して書面で提出することとし、当該計画を主任指導教員及び副研究指導教員が確認し、これに基づき学生は学修及び研究指導を受ける。また、より適切な研究指導を行うため、学生に1年次に1回、中間発表させる。

博士論文研究基礎力審査による学位授与を目指す学生に対しても、同様の学修及び研究指導体制とする。ただし、研究指導の内容として、本専攻での博士論文研究基礎力審査による学位授与を希望する学生は、修了希望の1年半前にはその旨を申告することとしていることから、研究指導も博士後期課程への進学を前提に博士研究論文執筆を見据えた研究計画を立て、文献調査や実験等の指導はもとより、修士の学位授与、それ以後の博士研究を見据えた研究指導を行う。併せて必要な履修指導を行う。また、修了1年前までに行う予備的審査の結果を受け、修了に向けた指導を行う。

【博士後期課程】

博士後期課程の研究指導は、主任指導教員1名及び副研究指導教員2名以上の合計3名以上の複数指導教員体制により行う。指導教員の選任は、入学後速やかに行うこととし、副研究指導教員のうち1名は、学生が志望する研究内容を勘案しながら、柱となる4分野のうち分野の異なる教員を配置し、幅広い視野からの研究指導のみならず、分野融合による指導を行う。

主任指導教員は、当該学生に対する教育研究上の指導の中心を担うものであり、学生に対して、毎日の研究活動を通して直接指導を行う。研究テーマ設定の綿密な打合せを行い、授業の履修指導、研究指導、学位論文等の作成指導等を行い、副研究指導教員等と指導学生の単位修得状況や研究の進捗状況について情報共有し、指導方針について相互に確認しながら、当該学生の指導に注力する。

副研究指導教員は、主任指導教員と連携をとりながら、専門的な分野のみならず、他の分野の知見の融合についても行えるよう、主任指導教員とは異なる見地からの指導・助言を行う。

学生は、指導教員に対して研究計画を書面で提出することとし、当該計画を主任指導教員及び副研究指導教員が確認し、これに基づき学生は研究指導を受ける。また、より適切な研究指導を行うため、学生に年1回以上、中間発表させる。主任指導教員及び副研究指導教員はもとより、幅広い教員から研究指導を受ける。

学生は、主任指導教員の指導の下、ナノ生命科学に関連する研究テーマを設定する。主任指導教員は学生が研究成果を博士論文として取りまとめることを目指し、文献調査や研究活動に係る指導を行う。また、学生は自身の研究テーマに関して、主任指導教員とは

異なる見地を持つ副研究指導教員の指導・助言を受け、授業科目において学んだ知見や研究プロジェクトへの参加した経験等を活かしながら、自らの研究テーマに関する知見をさらに深化させる。

(iii) 修了要件

【博士前期課程】

以下の条件を全て満たし、研究の取りまとめに修士論文を選択する者は 30 単位以上、博士論文研究基礎力審査を選択する者は 32 単位以上修得すること。

- ・基幹教育科目から、必修科目を含む 2 単位以上修得すること。
- ・ナノ生命科学基盤科目（基礎）から、5 単位全て修得すること。
- ・ナノ生命科学基盤科目（専門）から、ナノ計測学分野の科目を 2 単位以上含む、6 単位以上修得すること。
- ・スキル科目から必修科目を含む 1 単位以上を修得すること。
- ・プロジェクト科目から必修科目を含む 5 単位以上修得すること。
- ・研究推進科目から、研究取りまとめに修士論文を選択する者は、必修科目を含み 10 単位以上修得していること。また、博士論文研究基礎力審査を選択する者は、必修科目を含み 6 単位以上修得していること。

【博士後期課程】

以下の条件を全て満たし、20 単位以上修得すること。

- ・基幹展開科目から、必修科目を含む 3 単位以上修得すること。
- ・ナノ生命科学革新科目から、4 単位以上修得すること。
- ・高度スキル科目から必修科目を含む 1 単位以上を修得すること。
- ・高度プロジェクト科目から必修科目を含む 2 単位以上修得すること。
- ・高度研究推進科目から、必修科目を含む 10 単位以上修得すること。

(iv) 学位論文の審査体制及び公表方法等

【博士前期課程】

学位論文の審査を行うため、3 名以上で構成する審査委員会を研究科会議において設置する。

学位論文の審査に当たり、最終審査として、発表会及び最終試験を行う。発表会は、学位論文の内容について発表し、教員及び学生に対して公開することにより、審査の厳格性や透明性を担保する。また、別途、学位論文に関連する科目について、審査委員会により最終試験を行う。

最終発表及び口頭試問を受け、審査委員会は博士論文及び最終試験について可否の判定を行う。

上記の論文審査の結果を踏まえて、研究科会議において、論文審査結果や単位修得状況等を基に、学位の授与を審議する。

【博士後期課程】

学位論文の審査を行うため、5名以上で構成する審査委員会を研究科会議において設置する。委員のうち、3名は、本専攻の研究指導教員とする。なお、審査委員には、本専攻を担当していない者を含むことができるものとする。

学位論文の審査に当たり、最終審査として、公聴会及び最終試験を行う。公聴会は、学位論文の内容について発表し、教員及び学生に対して公開することにより、審査の厳格性及び透明性を担保する。また、別途、学位論文に関連する科目について、審査委員会により最終試験を行う。

最終発表及び口頭試問を受け、審査委員会は博士論文及び最終試験について可否の判定を行う。

博士論文は、後述する金沢大学学術情報リポジトリ（KURA：Kanazawa University Repository for Academic Resources）等において公表する。

以上のとおり、学位論文の審査の厳格性及び透明性を確保している。

(v) 博士論文研究基礎力審査の実施方法等

本専攻では、修士論文に代えて博士論文研究基礎力審査による修士の学位を授与することを可能とする。博士論文研究基礎力審査は、筆記試験及び口述試験により実施する。博士論文研究基礎力審査を希望する者は、修了を希望する1年半前までにその旨を研究科長に申し出る。申し出を受けた後、専任教員2名以上を含む3名以上からなる審査委員会を設置し、審査委員会が審査を実施する。また、指導教員は、入学当初から、学生の目指す進路を見据えて博士前期課程の研究取りまとめの方法について指導しているが、申し出後は、博士研究としての研究計画を立てる等の研究指導や改めて修了に必要な単位の計画的な修得指導を加えて行う。審査委員会は、修了1年前までに口頭試問により予備的な審査を行い、その結果を本人及び指導教員に通知する。その結果を踏まえ、指導教員は、筆記試験及び口述試験に向けた指導を行う。結果によっては修士論文による研究取りまとめへの変更も視野に入れ、研究指導を行う。本専攻で博士論文研究基礎力審査の対象とするのは、本専攻博士前期課程から本専攻博士後期課程への進学を希望する者のみとし、他専攻等への進学希望者は本審査の対象とはしない。

筆記試験は、学生が専攻する分野を中心に行うが、本専攻が柱とする他の分野の基礎力についても試験を行う。試験は、60%以上の点数を合格基準とする。

口述試験は、審査委員会により、学生による発表及び口頭試問により実施する。学生は、あらかじめ、これまでの研究の経過及び博士後期課程進学後の研究計画を書面により提出する。学生はその内容に関して口頭発表を行う。審査委員は学生から提出した書面と発表、博士前期課程において学んだ学力に関して口頭試問を行い、これまでの研究経過や実績、今後の研究計画が修士の学位を授与するに値するかの審査を行う。口述試験については、全ての審査員が、修士の学位を授与するに値する学力と研究成果があり、博士後期課程での研究を行うに必要な学力と研究能力があると認める場合に合格とする。

審査委員会は、試験結果を研究科長に報告し、研究科会議において可否を判定する。可否の判定は、修了希望の半年前までに行う。

(vi) 研究の倫理審査体制

本学では研究活動の不正行為等を防止する規程を整備しており、本専攻の学生にも当該規程を適用する。【資料6】

また、授業科目「研究者倫理」や「研究者として自立するために」を必修科目とし、日常の研究指導においても、ねつ造、改ざん、盗用等の研究不正について教授し、未然防止を図る。博士論文については、学位申請前に、学位論文を剽窃検知ツールにより剽窃チェックを行うことにより、盗用等がないことを確認する。

なお、倫理違反やその恐れが判明した場合は、直ちに研究を中止させるとともに、事実関係を調査し、適切に対処する。

(vii) 海外実習等における危機管理等

事前指導として、派遣先の国情理解、情報収集の徹底、予防接種等の案内、健康管理の方法、危機発生時の連絡体制と基本的対処・対応等についてオリエンテーションを行い、指示・指導を徹底する。更に学生は、海外危機管理サービスへの登録や海外旅行保険への登録等を遺漏なく行うとともに、海外渡航届を提出させ、実習中の連絡体制を構築する。また、有事の際は、本学が定めるマニュアル等に従い、即時に危機管理対応を図り、併せて、学生の受入機関、在外公館、その他関係機関等の協力を得ながら必要な対応を図る。

なお、実習期間が比較的長期にわたる場合は、実習科目の科目担当教員及び指導教員と受入機関との間で、実習内容等について事前に調整を十分に行い、必要に応じて現地指導者を特定しておく。派遣中は学生と科目担当教員及び現地指導者との密な連絡指導を通じ、学生の状況について学業面だけでなく安全・健康状況についても把握し、問題を未然に防ぐ。

(viii) 他専攻等における授業科目等

学外を含む他専攻等における授業科目については、ナノ生命科学に関する他分野との融合を促進する観点から、10単位まで修了要件に含めることができるものとする。

6 施設、設備等の整備計画

本専攻において、以下のとおり既存の施設・設備等を整備し、共同で利用する。

6-1. 校舎等施設の整備計画

(i) 教室等

教室、実験・実習室については、既存の講義室等を活用することで対応可能である。また、学生の自習室等については、これまでも多数の大学院学生を受け入れていることから、既存の自習室等を活用することで十分に対応可能である。また、建物内には有線、無線のLAN環境を整備しており、常時インターネットに接続することができる。

具体的には、以下のとおり教室等を備えている。

1) 講義室

自然科学本館 36室

2) 演習室、実験室

各研究指導教員の研究室の傍には、演習室、実験室を備えている。

3) 自習室

各研究指導教員の研究室の傍には、学生が自習できる自習室を備えている。【資料7】参照)

4) 学生の厚生施設

専任医師・看護師によるケガや急病の応急措置・健康相談等に応じることができる保健管理センターを設置しており、専任のカウンセラーが常駐している。

キャンパス内にあるラウンジを使用でき、同箇所を利用する他研究科等の学生との交流が可能である。

(ii) 教員研究室

専任教員は全て自らの研究室を有し、学生の研究指導を行うには十分なスペースを確保している。

6-2. 設備の整備計画

本学では、最先端の高速原子間力顕微鏡や三次元原子間力顕微鏡、走査型イオン電導顕微鏡、共焦点レーザー顕微鏡システム、集束イオン・電子ビーム加工観察装置、分子間相互作用解析装置等の優れた研究設備、実験装置が充実しており、講義・演習・実習等に支障はない。

また、教育研究の必要に応じ、順次設備更新や新規設備の導入等を行う。

6-3. 図書等の資料及び図書館の整備計画

長年にわたる図書資料の体系的な収集整備により、理学・工学に関する図書・学術雑誌類は充実しており、今後も随時拡充を行う。

なお、未所蔵の資料については、図書館間相互貸借システムを用いて、他大学図書館等に現物貸借及び文献複写の提供依頼を行うことで、蔵書整備を補完している。更には、国内のみならず海外の大学図書館等と相互協力を果たしながら、学術資料を迅速に提供する環境を整えている。

(i) 図書等の資料

本学の全蔵書数については、図書約 192 万冊、雑誌等約 36,000 種、視聴覚資料約 8,000 点を数え、その内、図書については、角間キャンパスにある、中央図書館に約 120 万冊、自然科学系図書館に約 42 万冊、宝町キャンパスにある、医学図書館に約 25 万冊、保健学類図書館に約 5 万冊を所蔵している。その他にも、ネットワーク対応のデータベース 19 種や約 7,900 タイトルの電子ジャーナルを提供しており、これらの電子媒体を含めた所有の蔵書を一括で検索できるよう、検索システムについても整備している（附属図書館蔵書検索 OPACplus）。

なお、附属図書館では、本学の教職員が教育・研究活動の結果として生み出した学術的な情報（コンテンツ）を電子的な形態で保存し、インターネット上で公開するシステムである金沢大学学術情報リポジトリ（KURA: Kanazawa University Repository for Academic Resources）を構築し、教育・研究成果の公開や学術情報の発信に努めている。

(ii) 図書館の整備

本学には、角間キャンパスに中央図書館、自然科学系図書館、宝町キャンパスに医学図書館、保健学類図書館と合計 4 つの附属図書館を設置している。

各図書館の総建物面積は 19,793 m²、総閲覧席数は 2,187 席を有しており、加えて中央図書館には、利用者へ知識を「伝達」することから、利用者の自律的な学習によって知識の「創造」を目指すラーニングコモنزのコンセプトを導入し、ブックラウンジ（飲食も可能なコミュニケーションスペース）、インフォスクエア（PC を設置し、図書館の各種情報へのアクセスポイントとなるスペース）、コラボスタジオ（グループ討議、学習のためのスペース）をゾーニングすることにより、多様な学修形態を支援している。

7 入学者選抜の概要

本専攻では、選抜試験等の質を担保した上で、入学者選抜を行う。入学定員は各年次につき博士前期課程 6 名，博士後期課程 6 名，収容定員は博士前期課程 12 名，博士後期課程 18 名である。また，入学時期は 4 月又は 10 月とする。

7-1. ナノ生命科学専攻が求める学生

本専攻では，博士前期課程の 2 年間で，「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち，世界最先端の SPM 技術を用い，ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識と生命・物質科学分野の知見や感性を併せ持ち，未踏ナノ領域に係る研究の素養を身に付けた人材」を養成し，更に博士後期課程まで含めた 5 年間で，「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち，世界最先端の SPM 技術を用い，ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し，未踏ナノ領域を切り拓く研究人材」を養成することを目的とする。

アドミッション・ポリシーで定めたとおり，博士前期課程では，学士課程等で修得してきた分野の基盤的専門知識のほか，基本的な英語運用能力を備え，科学者として求められる資質や探求心，直観力及び基本的倫理観を有する者を受け入れる。

また，博士後期課程では，修士又は博士前期課程等で修得してきた分野の専門知識のほか，研究者として自立するために必要な高度な英語運用能力を備え，卓越した科学者として求められる資質や探求力，直観力及び規範的倫理観を有する者を受け入れる。

7-2. 出願資格

出願資格については，学校教育法（昭和 22 年法律第 26 号），学校教育法施行規則（昭和 22 年 5 月 23 日 文部省令第 11 号），その他関係する法令等及び告示等に基づき，次のとおりとする。なお，関係法令等が改正された場合には，速やかに修正を行う。

【博士前期課程】

- (1) 学校教育法(昭和 22 年法律第 26 号)第 83 条に定める大学を卒業した者
- (2) 学校教育法第 104 条第 4 項の規定により学士の学位を授与された者
- (3) 外国において学校教育における 16 年の課程を修了した者
- (4) 我が国において，外国の大学の課程を有するものとして当該外国の学校教育制度において位置付けられた教育施設であって，文部科学大臣が別に指定する当該課程を修了した者
- (5) 外国の学校が行う通信教育における授業科目を我が国において履修することに

より当該外国の学校教育における 16 年の課程を修了した者

- (6) 外国の大学その他の外国の学校（その教育研究活動等の総合的な状況について、当該外国の政府又は関係機関の認証を受けた者による評価を受けたもの又はこれに準ずるものとして文部科学大臣が別に指定するものに限る。）において、修業年限が三年以上である課程を修了すること（当該外国の学校が行う通信教育における授業科目を我が国において履修することにより当該課程を修了すること及び当該外国の学校教育制度において位置付けられた教育施設であって文部科学大臣の指定を受けたものにおいて課程を修了することを含む。）により、学士の学位に相当する学位を授与された者
- (7) 文部科学大臣の指定した者
- (8) 専修学校の専門課程（修業年限が 4 年以上であることその他の文部科学大臣が定める基準を満たすものに限る。）で文部科学大臣が別に指定するものを文部科学大臣が定める日以降に修了した者
- (9) 学校教育法第 102 条第 2 項の規定により他の大学の大学院に入学した者であって、当該者を本学の研究科において、大学院における教育を受けるにふさわしい学力があると認めたもの
- (10) 外国において学校教育における 15 年の課程を修了した者、我が国において、外国の大学における 15 年の課程を有するものとして当該外国の学校教育制度において位置付けられた教育施設であって、文部科学大臣が別に指定する当該課程を修了した者、又は外国の学校が行う通信教育における授業科目を我が国において履修することにより当該外国の学校教育における 15 年の課程を修了した者であって、本学の研究科において、所定の単位を優れた成績をもって修得したと認めたもの
- (11) 本学の研究科において、個別の入学資格審査により、第 1 号に定める者と同等以上の学力があると認めた者で、22 歳に達したもの

【博士後期課程】

- (1) 修士の学位又は専門職学位を有する者
- (2) 外国において修士の学位又は専門職学位に相当する学位を授与された者
- (3) 我が国において、外国の大学院の課程を有するものとして当該外国の学校教育制度において位置付けられた教育施設であって、文部科学大臣が別に指定する当該課程を修了し、修士の学位又は専門職学位に相当する学位を授与された者
- (4) 外国の学校が行う通信教育における授業科目を我が国において履修し、修士の学位又は専門職学位に相当する学位を授与された者
- (5) 国際連合大学本部に関する国際連合と日本国との間の協定の実施に伴う特別措置法（昭和 51 年法律第 72 号）第 1 条第 2 項に規定する 1972 年 12 月 11 日の国際連合総会決議に基づき設立された国際連合大学（以下「国際連合大学」という。）の課程を

- 修了し、修士の学位に相当する学位を授与された者
- (6) 文部科学大臣の指定した者
 - (7) 本学の研究科において、個別の入学資格審査により、修士の学位又は専門職学位を有する者と同等以上の学力があると認められた者で、24歳に達したもの
 - (8) 外国の学校、第3号の指定を受けた教育施設又は国際連合大学の教育課程を履修し、大学院設置基準第16条の2に規定する試験及び審査に相当するものに合格し、修士の学位を有する者と同等以上の学力があると認められた者

7-3. 選抜方法

【博士前期課程】

選抜の方法は、一般選抜のみとする。入学者の選抜に当たっては、アドミッション・ポリシーに沿って、小論文及び面接試験による審査を行う。具体的には、小論文は、本専攻入学後に取り組みたい研究課題等について提出し、面接試験における口頭試問における質疑を踏まえ、判定する。また、学士課程等で修得した分野の基盤的専門知識及び研究に対する意欲を、面接試験において口頭試問により問う。その中で、一部の質疑を英語で行い、基本的な英語能力を問う。ただし、社会人学生に対しては、学士課程等で修得した分野の基盤的専門知識に代え、業務での研究開発実績について問うことがある。なお、入試の方法については、WEBコミュニケーションツール等による遠隔入試を実施し、渡日せずに入学者選抜を受験できるようにする。

【博士後期課程】

選抜の方法は、一般選抜のみとする。入学者の選抜に当たっては、アドミッション・ポリシーに沿って、面接試験を行う。具体的には、博士前期課程（又は修士課程）において行ってきた研究の経過及び博士後期課程における研究計画について口頭発表を行い、質疑応答を行う。質疑の中で一部を英語で行い、研究者を目指すに当たり必要となる高度な英語運用能力を問う。ただし、社会人学生に対しては、これまでの研究経過に代え、業務での研究開発実績について問うことがある。なお、入試の方法については、WEBコミュニケーションツール等による遠隔入試を実施し、渡日せずに入学者選抜を受験できるようにする。

8 大学院設置基準第 14 条による教育方法の実施

本専攻では、世界最先端の SPM 技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓くための研究人材の養成を目的とする。具体的には、博士前期課程の 2 年間で、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端の SPM 技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御の知識と生命・物質科学分野の知見や感性を持ち、未踏ナノ領域に係る研究の素養を身に付けた人材」を養成し、博士後期課程の 3 年間で、「あくなき探求心と人・科学・社会に貢献する高い志を持ち、世界最先端の SPM 技術を用い、ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命・物質科学分野に展開し、未踏ナノ領域を切り拓く研究人材」を養成し、輩出することを目的とする。そのため、本専攻の入学試験においては、アドミッション・ポリシーに沿って、入試を行うが、博士前期課程、博士後期課程のいずれも面接を中心とする入試を行うため、特別な選抜は行わない。

8-1. 修業年限

本専攻の標準修業年限は、他の学生同様、博士前期課程を 2 年、博士後期課程を 3 年とする。ただし、長期履修制度を適用し、標準修業年限を超えて一定の期間にわたり計画的に教育課程を履修し修了することを認める等、個別の実情に配慮する。

8-2. 履修指導及び研究指導の方法

履修指導及び研究指導については、14 条特例適用学生の個別の事情を勘案し、指導教員による指導の下、履修計画を立てるとともに、夜間又は休日を含めて指導を行う。また、指導の手法についても、必要に応じて、面談形式だけではなく、電子メール等を利用した指導を行う等、個別の実情に配慮する。

8-3. 授業の実施方法

授業の実施方法については、14 条特例適用により、学生の要望に応じて、夜間及び休日に講義等を行う。

8-4. 教員の負担の程度

入学定員規模は、博士前期課程 6 名、博士後期課程 6 名であるのに対し、研究指導教員は、博士前期課程に 17 名、博士後期課程に 13 名を配置しており、研究指導については、複数の教員を指導教員として配置し、特定の教員に負担が偏ることがないようにしている。したがって、14 条特例適用学生の要望に応じた場合であっても、教員に過度の負担は生じない。

8-5. 図書館・情報処理施設等の利用方法や学生の厚生に対する配慮，必要な職員の配置

附属中央図書館は，通常期間では平日は8時45分から22時まで，土曜・日曜は9時から17時まで開館しており，休業期間については，平日は8時45分から17時まで開館している。情報処理施設である総合メディア基盤センターは，平日8時45分から18時まで開館し，時間外においても，総合メディア基盤センターや総合教育棟に共用パソコンを設置しており，自由に利用することができる。なお，ネットワークについては，本学の各キャンパス内に設置してある無線LANを利用することができる。食堂，喫茶部，書籍販売等の福利施設は20時まで大学構内にて営業されている。

8-6. 入学者選抜の概要

【博士前期課程】

選抜の方法は，一般選抜のみとする。入学者の選抜に当たっては，アドミッション・ポリシーに沿って，小論文及び面接試験による審査を行う。具体的には，小論文は，本専攻入学後に取り組みたい研究課題等について提出し，面接試験における口頭試問における質疑を踏まえ，判定する。また，学士課程等で修得した分野の基盤的専門知識及び研究に対する意欲を，面接試験において口頭試問により問う。その中で，一部の質疑を英語で行い，基本的な英語能力を問う。また，学士課程等で修得した分野の基盤的専門知識に代え，業務での研究開発実績について問うことがある。

【博士後期課程】

選抜の方法は，一般選抜のみとする。入学者の選抜に当たっては，アドミッション・ポリシーに沿って，面接試験を行う。具体的には，博士前期課程（又は修士課程）において行ってきた研究の経過及び博士後期課程における研究計画について口頭発表を行い，質疑応答を行う。質疑の中で一部を英語で行い，研究者を目指すに当たり必要となる高度な英語運用能力を問う。また，これまでの研究経過に代え，業務での研究開発実績について問うことがある。

8-7. 教育方法の特例を適用する必要性

本専攻は，世界最先端のSPM技術を用い，ナノレベルでの原子・分子の動態計測及び動的挙動制御を生命科学・物質科学分野に展開し，未踏ナノ領域を切り拓く研究人材を養成することとしている。平成31年3月に製造業を中心とする企業239社に対し，本専攻の構想を説明し，本専攻の教育が従業員のリカレント教育（学び直し）や学位取得に活用できるか聞いたところ，「修士・博士ともに活用できる」と回答したところが86社，「修士なら活用できる」と回答した社が21社，「博士なら活用できる」と回答した社は11社であり，本専攻でのリカレント教育の需要はあるものと考えられる。

8-8. 大学院を専ら担当する専任教員を配置する等の教員組織の状況

研究指導教員については、令和2年4月の開設時において、博士前期課程は17名、博士後期課程は13名にて編成する。教員は「ナノ計測学」、「超分子化学」、「生命科学」、及び「数理計算科学」の4つの柱に沿って配置する。

したがって、14条特例適用学生にも配慮した体制を確保している。

9 管理運営の考え方

9-1 管理運営組織

研究科の専任教員に加え研究指導教員を構成員とする新学術創成研究科会議を、月1回定例で開催する。研究科会議における審議事項は、金沢大学研究科会議規程に規定する次の事項について審議する。

- (1) 中期目標・中期計画及び年度計画に関する事項
- (2) 規程その他の教育に係る重要な規則の制定又は改廃に関する事項
- (3) 教育に係る予算の執行に関する事項
- (4) 教育課程の編成に関する事項
- (5) 学生の円滑な修学等を支援するために必要な助言、指導その他の援助に関する事項
- (6) 学生の入学又は課程の修了その他学生の在籍に関する事項及び学位の授与に関する事項
- (7) 教育の状況について自ら行う点検及び評価に関する事項
- (8) 授業の内容及び方法の改善を図るための研修及び研究の実施に関する事項
- (9) その他教育に関する重要事項
- (10) 研究科長の候補者の選考に関する事項
- (11) その他当該研究科に関する重要事項

9-2. 事務組織

事務組織は、研究科の管理運営及び教育研究に関するあらゆる事務を処理しなければならないことから、学生や教職員を身近に支援できる体制が求められるところである。

したがって、新学術創成研究科に係る事務を司る学生部が、事務組織として本専攻の事務を担う。

10 自己点検・評価

10-1. 全学的実施体制

本学は、従来から自己点検・評価を実施している。これまでの自己点検評価の実施体制、実施方法、評価結果の公表及び活用方法等については以下のとおりである。

学校教育法第 109 条第 1 項の規定に基づく自己点検・評価について、「国立大学法人金沢大学自己点検評価規程」及び「国立大学法人金沢大学における全学の自己点検評価実施要項」を定めている。

また、この自己点検評価及び認証評価並びに中期目標・中期計画等の企画立案及びそれらの目標・計画に係る評価を担当する組織として、全ての理事及び研究域長並びに各センター長の代表者等から構成する企画評価会議を設置している。

更に、自己点検評価等の任務を円滑かつ効率的に行うため、同会議の下に企画部会、評価部会及び認証評価部会を設置している。

10-2. 実施方法、結果の活用、公表及び評価項目等

「国立大学法人金沢大学における全学の自己点検評価実施要項」に基づき、「基本データ分析による自己点検評価」及び「年度計画の実施状況に係る自己点検評価」を毎年実施するとともに、平成 26 年度においては、「機関別認証評価基準による自己点検評価」を実施した。

これらの自己点検評価については、企画評価会議において、自己点検評価書（案）を作成し、教育研究評議会の議を経て、本学の公式 Web サイトで公表している。

また、自己点検評価の結果、改善すべき事項が認められる場合、企画評価会議議長から当該事項を所掌する理事、部局長に改善計画の提出を求めるとともに、企画評価会議において、次年度にその進捗状況を確認している。

11 情報の公表

本学の公式 Web サイトにおいて、大学の理念と中期目標・中期計画等の大学が目指している方向性を発信するとともに、カリキュラム、シラバス等の教育情報、学則等の各種規程や定員、学生数、教員数等の大学の基本情報を公表している。具体的には以下のとおりである。

11-1. 大学としての情報提供

- ① 大学の教育研究上の目的に関すること。
- ② 教育研究上の基本組織に関すること。
- ③ 教員組織及び教員の数並びに各教員が有する学位及び業績に関すること。
- ④ 入学者に関する受入方針及び入学者の数、収容定員及び在学する学生数、卒業又は修了した者の数並びに進学者数及び就職者数その他進学及び就職等の状況に関すること。
- ⑤ 授業科目、授業の方法及び内容並びに年間の授業の計画に関すること。
- ⑥ 学修の成果に係る評価及び卒業又は修了の認定に当たっての基準に関すること。
- ⑦ 校地、校舎等の施設及びその他の学生の教育研究環境に関すること。
- ⑧ 授業料、入学料その他の大学が徴収する費用に関すること。
- ⑨ 大学が行う学生の修学、進路選択及び心身の健康等に係る支援に関すること。
- ①～⑨に関する Web サイト

http://www.adm.kanazawa-u.ac.jp/ad_syomu/jyouhoukoukai/kyoiku/index.html

⑩ その他

金沢大学学則等

(<http://www.kanazawa-u.ac.jp/university/index.html>)

設置計画書・設置計画履行状況報告書等

(http://www.adm.kanazawa-u.ac.jp/ad_syomu/jyouhoukoukai/secchi/)

自己点検・評価等

(<http://www.kanazawa-u.ac.jp/university/evaluation/index.html>)

11-2. 大学における情報提供

本専攻の教育研究活動に係る情報は、本学の公式 Web サイトのほか、新学術創成研究科の Web サイトに掲載する。

12 教育内容等の改善のための組織的な研修等

本学では、教育企画会議（議長：教育担当理事）の下に、FD 活動教育の質的向上を図るために、全学の FD 委員会を置き、授業の内容、方法の改善等による教育の質の向上並びに学生の心身の保護とキャリア形成を促進する等の学生支援を組織的に行えるよう体制を整備している。また、FD 委員会をサポートし、全学の FD 活動を支援・牽引する組織として国際基幹教育院高等教育開発・支援部門を設置し、FD 委員会と連携を図りながら、企画・立案に当たっている。なお、FD 委員会は上記の全学における FD 活動について、年度ごとに報告書を作成・公開し情報の共有にも取り組んでいる。このほか、教員評価委員会において教員評価大綱を策定し、毎年、教員の業績評価を実施し、教員が自ら点検・評価を行うとともに、ピアレビュー形式での評価や、部局長・学長等による階層化された評価を行い、教員資質の維持向上を図っている。

職員研修においては、コンプライアンス研修（情報セキュリティ、研究の不正防止を含む。）や職員ビジネス英語研修、職員パソコン研修、ハラスメント防止研修、民間派遣研修、海外派遣研修等のほか、役職に応じて必要な識見を得るための階層別職員研修や、担当職務を円滑に遂行するための実務研修を実施している。また、東海・北陸・近畿地区学生指導研修会や、国立六大学事務職員研修会等に職員が参加する機会を設け、積極的な参加を奨励している。