

設置計画の概要

事項	記入欄
事前相談事項	事前伺い
計画の区分	研究科の専攻の設置
フリガナ設置者	コクリツダ イガクホクシツンホッカイドウダ イガク 国立大学法人北海道大学
フリガナ大学の名称	ホッカイドウダ イガクダ イガクイン 北海道大学大学院 (Graduate School of Hokkaido University)
新設学部等において養成する人材像	<p>①養成する人材像 物質科学と生命科学の新しい学際領域の成長分野であるソフトマター科学を開拓できる広い視野、化学合成、物性解析、生体のバランスよい基礎知識、及び材料・医学をはじめ様々な分野へ応用・展開するビジョンを持つ国際性を兼ね備えた人材を養成する。</p> <p>②教育研究上の目的（学生に習得させる能力等） ①の人材を養成するため、以下の能力・素養を習得させる。 (1) ソフトマター科学への豊富な知識と柔軟で自由な発想力 (2) 自立して研究活動を行うための基礎となる豊かな学識、研究立案能力、分析能力、応用能力、課題解決力、実践力 (3) 国際的な先端ソフトマターの研究開発の場で、リーダーシップを発揮できる能力</p> <p>③修了後の進路 教育研究職のほか、医療・健康福祉、製造業、エネルギー・環境、農業・漁業など幅広い産業分野で即戦力として活躍することが期待できる。</p>
既設学部等において養成する人材像	<p>①養成する人材像 ゲノミクス・プロテオミクスを基盤に、生体分子の相互作用から種々の生命現象を包括的に理解し、さらにはそれらの応用についても思考できる人材を養成する。</p> <p>②教育研究上の目的（学生に習得させる能力等） ①の人材を養成するため、以下の能力・素養を習得させる。 (1) 生命科学分野における広範で深い知識と応用展開できる能力 (2) 自立して研究活動を行うための基礎となる豊かな学識、研究立案能力、分析能力、応用能力、課題解決力、実践力 (3) 国際的な生命科学の研究及び開発の場で、リーダーシップを発揮できる能力</p> <p>③修了後の進路 教育研究職のほか、化学、食品、医薬・医療、化粧品、製造業など主にライフサイエンス系の産業分野で即戦力として活躍することが期待できる。</p>
新設学部等において取得可能な資格	該当なし
既設学部等において取得可能な資格	【中学・高校教員専修（理科）】 ①国家資格 ②資格取得が可能 ③修了要件科目のほか、教職関連科目の履修が必要

新設学部等の概要	新設学部等の名称		修業年限	入学定員	編入学定員	収容定員	授与する学位等		開設時期	専任教員		
							学位又は称号	学位又は学科の分野		異動元		助教以上
	生命科学院 [Graduate School of Life Science]	ソフトマター専攻 [Division of Soft Matter] (修士課程)	2	16	—	32	修士 (ソフトマター科学)	理学関係	平成30年 4月	生命科学院生命科学専攻	14	4
										医学院医科学専攻	1	0
										総合化学院総合化学専攻	3	1
										新規採用	1	0
										計	19	5
										生命科学院生命科学専攻	14	4
										医学院医学専攻	1	0
										総合化学院総合化学専攻	3	1
										新規採用	1	0
										計	19	5

既設学部等の概要	既設学部等の名称		修業年限	入学定員	編入学定員	収容定員	授与する学位等		開設時期	専任教員		
							学位又は称号	学位又は学科の分野		異動先		助教以上
既設学部等の概要	生命科学院	生命科学専攻 (修士課程)	2	132	—	264	修士 (生命科学) (薬科学)	理学関係 薬学関係	平成 18 年 4 月	生命科学院ソフトウェア専攻	14	4
										生命科学院生命科学専攻	132	45
		退職	2	1								
		計	148	50								
	生命科学院	生命科学専攻 (博士後期課程)	3	46	—	138	博士 (生命科学) (薬科学)	理学関係 薬学関係	平成 18 年 4 月	生命科学院ソフトウェア専攻	14	4
										生命科学院生命科学専攻	126	45
		退職	2	1								
		計	142	50								
医学院	医科学専攻 (修士課程)	2	20	—	40	修士 (医科学) (公衆衛生学)	医学関係	平成 29 年 4 月	生命科学院ソフトウェア専攻	1	0	
									医科学専攻	238	39	
	計	239	39									
	医学院	医学専攻 (博士課程)	4	90	—	360	博士 (医学)		医学関係	平成 29 年 4 月	生命科学院ソフトウェア専攻	1
医学専攻								238			39	
計								239			39	
総合化学院	総合化学専攻 (修士課程)	2	129	—	258	修士 (総合化学)	理学関係	平成 22 年 4 月	生命科学院ソフトウェア専攻		3	1
									総合化学院総合化学専攻	128	34	
									退職	1	1	
	計	132	36									
	総合化学院	総合化学専攻 (博士後期課程)	3	38	—	114	博士 (理学) (工学) (総合化学)	理学関係	平成 22 年 4 月	生命科学院ソフトウェア専攻	3	1
										総合化学院総合化学専攻	128	34
退職										1	1	
計	132	36										

【備考欄】
(同一設置者内における変更状況)
生命科学院
生命科学専攻 修士課程 [定員減] (△ 16) (平成 30 年 4 月)
" 博士後期課程 [定員減] (△ 8) (")
臨床薬学専攻 博士課程 [定員増] (+ 2) (")

(大学院設置基準第 14 条における教育方法の特例)
実施する。

教育課程等の概要(事前伺い)

(生命科学院 ソフトマター専攻 修士課程)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手	
専門科目	ソフトマター科学研究	1~2通	10					○	5	4	3	7		共同
	ソフトマター科学論文講読I (リーディング)	1~2通	2					○	5	4	3	7		共同
	ソフトマター科学論文講読II (ライティング)	1~2通	2					○	5	4	3	7		共同
	ソフトマター科学実習	1~2通	2					○	5	4	3	7		共同
	ソフトマター科学概論	1①	2			○			5	4	3			兼1 オムニバス
	ソフトマター物理学特論	(連続体力学) 1②	1			○			1	1		1		兼1 オムニバス
		(高分子物理) 1③	1			○			1					兼1 オムニバス
		(非線形現象) 1④	1			○			1					兼1 オムニバス
	ソフトマター解析学特論	(ソフトマター構造解析) 1②	1			○			1					兼1 オムニバス
		(分光学) 1③	1			○			1	1	1	1		兼1 オムニバス
	ソフトマター分子科学特論	(高分子化学) 1②	1			○			1			1		兼1 オムニバス
		(超分子化学) 1③	1			○			1			1		兼1 オムニバス
	ソフトマター設計学特論	(ソフトマター工学) 1②	1			○			1	1		1		兼1 オムニバス
		(インフォマティクス) 1③	1			○			1					兼1 オムニバス
	ソフトマター医工学特論	(ソフトマター基礎医学入門) 1②	1			○			1			1		兼1 オムニバス
		(再生・臨床医学入門) 1③	1			○					1			兼1 オムニバス
		(メカノバイオロジー) 1④	1			○					1			兼1 オムニバス
	ソフトマター科学特別講義	1②	1			○								兼1 集中
	生命融合科学概論	1①	2			○								兼13 オムニバス
小計 (19科目)	—	—	18	15	0	—	—	—	5	4	3	7	0	兼24 —
通生命科学院共	特別講義	1・2通		1			○							兼1 集中
	特別演習	1・2通		1				○						兼1 集中
	特別実習	1・2通		1								○		兼1 集中
	海外留学	1・2通		1				○	5	4				兼1 共同
小計 (4科目)	—	—	0	4	0	—	—	5	4	0	0	0	兼3 —	
合計 (23科目)	—	—	18	19	0	—	—	—	5	4	3	7	0	兼27 —
学位又は称号		修士 (ソフトマター科学)		学位又は学科の分野			理学関係							

教育課程等の概要 (事前伺い)

(生命科学院 ソフトマター専攻 博士後期課程)

科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考	
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手		
専門科目	ソフトマター科学特別研究	1~3通	10					○	5	4	3	7		共同	
	科研究群	ソフトマター科学論文講読	1~3通	2				○		5	4	3	7		共同
		国際共同研究提案演習	1~3通	1				○		5					共同
		小人数討論型育成プログラム	1①	2				○		1					兼1 オムニバス
		博士海外研究	1~3通	1				○		5	4	3	7		共同
	科国際群	国際学会口頭発表	1~3通	1				○		5					兼1 共同
		国際研究会企画プログラム	1~3通	2				○			1				
		理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成	1①	1				○							兼1
	科キャリア実践	博士研究者のキャリア開発研究	1①	1				○							兼1
		小計 (9科目)	—	10	11	0	—	—	—	5	4	3	7	0	兼4
生命科学院共通	特別講義	1・2通	1				○							兼1 集中	
	特別演習	1・2通	1					○						兼1 集中	
	特別実習	1・2通	1									○		兼1 集中	
	海外留学	1・2通	1					○	5	4				兼1 共同	
	小計 (4科目)	—	0	4	0	—	—	—	5	4	0	0	0	兼3	
合計 (13科目)			—	10	15	0	—	—	5	4	3	7	0	兼7	
学位又は称号		博士 (ソフトマター科学)		学位又は学科の分野				理学関係							

I 背景

1. 21 世紀の成長分野・ソフトマター

平成 28 年度版高齢社会白書によれば、今後半世紀で世界の高齢化が急速に進展することが見込まれており、その中でも我が国は他に例をみない速度で高齢化が進行している。高齢化が進むにつれ、人工心臓、人工関節、内視鏡やロボットといった再建医療・介護機器等の重要性が増大しているが、こうした機器はいずれも既存の金属、セラミック、プラスチック等の硬く高強度である基盤材料（以下、ハードマター）を用いて作製されており、柔軟性や耐衝撃吸収性に問題があることが指摘されている（図 1）。こうした諸問題を解決する、先端的な基盤材料として期待されているのがソフトマターである。

ソフトマターとは、柔らかい物質・材料群に対する総称かつ概念である。高分子、液晶、ゲルといった既存の生体物質が代表的である一方で、技術の組み合わせ次第では、まだ世界にない新素材の発見が期待できる成長分野として注目を集めている。（図 2）。ソフトマターという総称自体は、1991 年ノーベル物理学賞者であるド・ジェンヌの受賞講演を皮切りに国際的な認知度を高め、世界でも基礎から応用まで様々なソフトマターに関する研究が進められている。現在では、国際的な学術雑誌である”Soft Matter”（2005 年創刊、イギリス）が刊行されているほか、材料科学分野において世界的に権威のある学術雑誌”Nature Reviews Materials”でも 2016 年の注目トピックスとして取り上げられ、国際会議、サマースクールや企業アワードの実施も活発化している。



図 1 再建医療・介護機器の諸問題



図 2 ハードマターとソフトマター

2. 成長分野であるがゆえのジレンマ

このように、21 世紀の成長産業として様々な分野で応用可能なソフトマターであるが、世界中で研究開発が先行して行われていたこともあり、体系的にソフトマター科学の教育を提供できる教育機関が世界的にも少なく、本邦にはほとんどない。このため、教育研究機関は研究開発を進めつつ、(1) 新たな学問体系の構築と、(2) ソフトマターを応用できる人材の養成を並行して行わなければならない状況にある。

(1) 新たな学問体系の構築

革新的ソフトマターの創成には、規範となる生体物質に関連する生命科学（ゲノム基礎研究、医薬科学、生命融合科学等）の知識が最も大切となる。生命科学はこれまで先端分野とされてき

たが、こうした分野が基盤分野化することで、さらに物質科学（高分子物理、ソフトインターフェース、階層構造解析統計等）や情報科学（データ駆動型サイエンス、人工知能等）という他の基盤分野との統合・融合が可能となり、新たな革新的ソフトマターが創成できる期待も高まっている。このため、ハードマターの創成をベースに置いた従来の学問体系とは別に、ソフトマター科学に特化した学問体系の構築が世界的に模索されている。

（２）ソフトマターを応用できる人材の養成

上述のとおり、ソフトマターは再建医療・介護機器業界をリードする素材である。加えて、環境・エネルギー対策の新物質・材料（図 3）として、例えば自動車産業では、ゴムタイヤ素材の代替材料による燃費の向上と二酸化炭素の削減、海運産業では、船舶へのコーティングによる海洋汚染防止効果が期待できる。そのほか、半導体、セラミックなどハードマター系の様々な業界でソフトマターの研究開発に強い人材が求められている。

しかしながら、（１）でも述べたとおり、複数の基盤分野を習得しなければ革新的ソフトマターの創成は困難であり、従来の学問体系では十分な研究開発能力を養成できない状況にある。

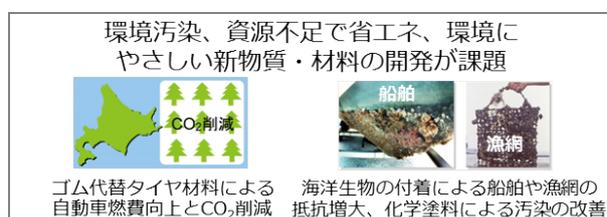


図 3 環境・エネルギー対策の新物質・材料

II 本学に設置する必要性

上述のとおり、教育研究機関には、生命科学と物質科学を理論と実験の両面から体系的に学ぶことができる教育環境を整備し、ソフトマター研究が可能な人材を輩出することが求められている。1. 他に類を見ない研究実績と、2. 受け継がれてきた教育実績を持つ本学は、こうした世界的問題の解決に貢献するために専攻を新設する必要がある。ソフトマターについて統一的な教育を行う専攻は本邦初となるが、以下に掲げる実績を有する本学であるからこそ、専攻を設置するに相応しいと考えている。

1. 他に類を見ない研究実績

（１）ダブルネットワークゲル

ソフトマターである含水ゲルは生体物質に最も類似し、生体代替材料として期待されてきた。しかし、従来のゲルは、わずかな力を加えるとすぐ壊れてしまうという特徴を持つため、実用性がなかった。本学では、ゲルの柔らかさを活かしながらも強靱性を確保した、高強度ダブルネットワーク(DN)ゲル（日本、中国、韓国、アメリカ及び EU で特許出願済み）を開発し、「ゲル=弱い物質」という常識を履返した研究実績がある（図 4）。

DN ゲルは、硬くて脆い網目と柔らかくて伸びる網目を絡み合わせて構成されるゲルである。従来のゲルより数千倍の靱性を示し、軟骨や工業用ゴムに匹敵する。本学は、弱い網目を組み合わせることで、飛躍的に強いゲルができるという新奇な現象を追求し、DN ゲルの高靱性メカニズムが、脆い網目の効率的な内部破壊による犠牲結合の原理によることを解明した。

さらにこの原理を「犠牲結合原理による材料の高靱性化」と一般化し、高靱性ゲル材料のみではなく、工業用ゴム材料、複合材料などへ適用・拡張することにも成功した。近年本学は可逆的な犠牲結合を開発し、高靱性に加え、自己修復性を併せ持つゲル材料の開発にも成功している。この「犠牲結合原理」は高靱性材料の設計指針として、国内外の学界・産業界に使われつつある。

◆世界で最も高靱性のゲルを創製
◆犠牲結合による高靱性原理を発見,その普遍性を証明
◆可逆的犠牲結合による自己修復性高靱性ゲルの創製

従来のゲル

不均一構造 (応力集中)

力学的に弱い

ダブルネットワーク(DN)ゲル

硬い網目と柔らかい網目の対照的構造

従来のゲルの**1000倍**の靱性を達成!
Gong et al. Adv. Mat. 2003
被引用数 **1033**回 (2017.3.31)
(**全材料分野トップ0.1%**)

日本,米国,EU,中国,韓国
特許取得済み

ゲルが弱いという常識を覆した!
Nature Materials (2013)
[材料分野の被引用数世界上位1%]

医療応用へ向けた研究

DNゲル DNゲルシートを軟骨欠損部の基底に移植すると、欠損部 (空隙) に硝子軟骨が自然再生する (Yasuda, Gong, et al: 2009)

DN gel Implantation → In vivo Regeneration

日・米・欧
特許出願

医学の常識「硝子軟骨が再生しない」を修正

生体軟組織(軟骨) 研究で世界8位の業績(Web of Science)

史上初・強靱DNゲルと骨の直接結合に成功!
人工軟骨・軟骨への応用へ!
Advanced Materials (2016)
日経産業新聞 (2016.5.30)

人工軟骨 (米特許)
Biomaterials (2005)
[生体材料分野の被引用数世界上位1%]

ゲル医学応用業績
共著論文 原著23編、総説2編、治療応用特許3件

図4 「タフポリマー」としての高強度ダブルネットワーク (DN) ゲルの開発と医療応用
他に類を見ない基礎研究の実績が実り、民間企業との継続的な“組織対組織型”共同研究による DN ゲルの軟骨治療への実用化研究を開始している。

DN ゲル発見の研究論文は材料科学のトップ学術雑誌である”Advanced Materials”(2003)に掲載されてからすでに 1033 回も引用され、全材料分野のトップ 0.1%論文となっている。高靱性・自己修復ゲルの研究論文は”Nature Materials”(2013)に掲載され、被引用数世界上位 1%論文となっている。世界中の研究者が本学の研究成果に注目しており、IUPAC World Polymer Congress 2014 において、DSM Materials Sciences Award (オランダ DSM 社と国際純正・応用化学連合 IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry 協力による賞で、隔年発表される) を日本の研究者として本学教授が初めて受賞した。

また、内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の『超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現』(プログラム・マネージャー: 伊藤耕三) に本学がコアメンバーとして参画し、DN ゲル強靱化の犠牲結合原理は、タフポリマーの分子設計の基本原則として大手自動車材料メーカーにより省エネ・エコ材料の開発に使われている。この DN ゲルの研究が、平成 27 年 9 月 18 日に行われた内閣府・科学技術イノベーション総合戦略「革新的な材料・デバイス等の幅広い分野への適用」でも取り上げられ、本学の研究成果が日本国内でも広く一般に知られることとなった。

また、本学がいち早く高靱性 DN ゲルが医療応用に大きな可能性を持っていることに気づき、DN ゲルが開発された直後から、学内連携で人工軟骨応用へ向けた研究に取り組んできた。本学

は生体軟組織(靭帯)研究で世界 8 位(Web of Science)の業績を持ち、このような高い実績がある医療グループと材料グループの連携で多くの成果を挙げている。その一例として、DN ゲルの誘導による生体内の軟骨自然再生がある。骨と骨を連結する関節は滑らかな動きを保障しながら、耐衝撃吸収性を持たなければならない。その役割を担う重要な組織は骨の表面を覆う硝子軟骨(しょうしなんこつ)である。この硝子軟骨は、一度損傷してしまうと再生しないことが医学界では常識とされてきた。しかしながら本学は、DN ゲルの開発途上で得た知識を応用することで、人工軟骨(日本、アメリカ、EU で特許出願済み)の作製に成功し、硝子軟骨を再生することが可能となった。さらに、最近 DN ゲルを生体中で骨と直接結合させることにも成功し、DN ゲルの軟骨応用のブレークスルーとなった。DN ゲルの人工軟骨に関する基礎研究が共著論文原著 23 編、総説 2 編、治療応用特許 3 件と大きな成果を挙げている。その中で DN ゲルによる軟骨の生体内の自然再生の成果は、生体材料分野における研究論文の被引用数世界上位 1%を占めている(図 4)。

このような他に類を見ない研究実績が実り、2017 年 1 月から人工骨などの整形外科向け医療機器の製造販売を手掛ける日本特殊陶業株式会社が本学に産業創出講座「高靱性ゲルの軟骨応用部門」を設置し、継続的な“組織対組織型”共同研究による DN ゲルの軟骨治療の実用化研究を開始している。

(2) 研究しやすい環境作り

一方で、本学では平成 26 年 4 月に教育研究環境の充実化を図るため、総長管轄の下、国際連携研究教育局(GI-CoRE: Global Institution for Collaborative Research and Education, ジーコア)を設置しており、平成 28 年 4 月には GI-CoRE の新たな拠点として、ソフトマター・グローバルステーションを設置した。こうした組織体制を構築し活用することで、本学の強みである世界トップレベルのソフトマター研究をさらに強化し発展していくことが可能となった。具体的には、フランス及びアメリカから 10 名程度のソフトマター研究者をクロスアポイントで招へいすることができ、学内外の研究成果を集結することで、特に医療応用へ向けた研究が強化された。これにより、GI-CoRE 研究拠点からソフトマター関連の教育に効果的に還元していくことができる。

また、平成 29 年 8 月には、GI-CoRE の教員を中心に、「Hokkaido Summer Institute -Soft Matter: From single molecules to materials- and International Soft Matter Summer School in Hokkaido 2017」と題して、国内外の学生を対象としたサマースクールを 2 週間開催する。これは、海外講師 12 名、受講生 60 名(国内外 30 名、本学 30 名)の規模で実施されるものであり、2017 年のソフトマターに関する教育イベントとしては、世界最大級となる見込みである。様々なバックグラウンドを持った教員・学生が結集するため、異分野交流による活発なディスカッションが期待されている。

2. 受け継がれてきた教育実績

(1) 既存の専攻における実績

こうした研究成果は、以前より本学の生命科学院生命科学専攻の一部において教育に還元されてきた。生命科学院は生命科学専攻(修士課程、博士後期課程)と臨床薬学専攻(博士課程)からなり、生命科学専攻では、3つの履修コース(生命融合科学、生命システム科学、生命医薬科

学)を設けている。このうち、生命融合科学コースでは、生命科学専攻のカリキュラム内で可能な限り、ソフトマターに関する教育を提供してきた。ソフトマターに関する基礎科目として、生命物質科学特論、生命情報分子科学特論、細胞機能科学特論、生命機能制御科学特論を提供し、さらに修士課程では平成28年度より「ソフトマター科学特論」及び「総合物質生命科学特論」を新たに開講した。

(2) 教育体制のさらなる充実化

また、生命科学専攻は生命科学全般を広範に取り扱った専攻であるため、従来のカリキュラムの枠組みではソフトマターに関する十分な教育を提供できないという問題点もある。先に述べたとおり、ソフトマターそれ自体は高分子や液晶のように、世界中で十分に研究されてきた素材がある一方で、DN ゲルのように全く新しい素材が生まれる余地がある。こうした新しい素材の開発と応用には、従来の教育体制では、物質科学という側面が欠けているため、ソフトマター分野に特化した、新しい教育課程を提供できる専攻の編成が必要である。

加えて、ソフトマター研究を学んだ卒業生からは、従来の生命科学専攻で授与している学位名称「生命科学」では、材料系企業への就職活動では不利に働くことも多いため、学位名を変更してほしいという要望も受けていた。複数のコースで成り立つ生命科学専攻では、材料系企業に就職しない学生も当然おり、学位名を変更するとなると、ソフトマター以外を研究する学生にも影響を与えることが懸念されたが、新たに専攻を新設することで、こうした問題点も解決可能である。

以上のように、本学は、ソフトマター材料研究の世界トップ拠点として、優れた人材育成と産業分野のイノベーションに貢献する専攻を新設し、社会に対して責任を果たす必要がある。志望者や修了者にとって、何を学ぶか、学んだかが対外的に明確にわかるよう、専攻名は「ソフトマター専攻」とし、学位名称は以下のとおりとする。

修士 (ソフトマター科学) Master of Soft Matter Science

博士 (ソフトマター科学) Doctor of Philosophy (in the field of Soft Matter Science)

Ⅲ 3つのポリシー

1. アドミッション・ポリシー

物質科学と広範な生命科学との融合研究によるソフトマター科学の発展、さらに生命体の構造と機能を物質科学の視点で理解し、それを活かした先端ソフトマターのデザインと創成、及び応用展開力が期待できる学生を求める。

修士

- ソフトマターに関する基礎物理、化学、生物の知識を学び、かつソフトマターに関する解析能力、及びもの作り力を身に付けようとする学生
- 高度先進科学研究の応用にも対応できる先端技術を自在に使いこなせる技術力を持ち、研究教育職や民間企業の研究開発職に進もうとする学生

博士後期

- ソフトマターの微視から巨視までの階層構造の解析, それに伴うダイナミックな創発機能の原理解明, それを活かした先端ソフトマターのデザインと創成等, 優れた考察力と解析能力を持ち, 独創性の高い研究を遂行しようとする意思を持つ学生

2. カリキュラム・ポリシー

ソフトマター科学の広範な分野における研究の進展・深化と, それに伴う社会的要請に即応し, 得られた最新の成果を反映したカリキュラムを編成・実施する。

修士

- 多様な科目履修を通じて, 研究者及び技術者として必要となる基礎的・先端的な知識を修得させ, かつ課題の解決に向けた実践的トレーニングを課すことにより, 将来, 先端的ソフトマター科学の研究及び開発に貢献し得る実践的専門能力を培う教育
- 国際性のある人材育成を目指し, 英語によるプレゼンテーションスキルを習得・向上させるための教育(サマー・インスティテュート等)
- 博士後期
- 自立した研究者・技術者として, 高度かつ独創性の高い研究活動を行うために必要な能力を修得させる教育
- グローバルな視点から, 先端的ソフトマター科学の研究及び開発をリードできる人材を養成する教育(北大コチュテル・プログラム等)

3. ディプロマ・ポリシー

所定の期間在学し, 必要な研究指導を受け, 所定の単位を修得したうえで, 次に掲げる知識・能力等を修得している者に学位を授与する。

修士

- ソフトマター分野における広範で深い知識と応用展開について思考できる能力
- 高度先進科学研究の応用にも対応できる技術力
- 国際的に通用するコミュニケーション能力・プレゼンテーションスキル

博士後期

- 自立して研究活動を行うための基礎となる豊かな学識, 研究立案能力, 分析能力, 応用能力
- 国際的な先端的ソフトマター科学の研究及び開発の場で, リーダーシップを発揮し関わっていくことができる能力

IV 教育課程編成の考え方・特色

1. 現在の教育課程

生命科学専攻はカリキュラム・ポリシーに従って生命科学分野を体系的に学ぶ教育課程を提供し, 4学期制(春・夏・秋・冬ターム)で授業科目を提供している(図5)。

修士課程では生命科学研究のほか, 生命倫理学特論を必修としている。修士1年に選択必修科目(生命融合科学概論, 生命システム科学概論, 生命医薬科学概論)のいずれかを受講して各コース

に必要な生命科学の基礎を積み、修士1年から2年にかけて、より専門性の高い選択科目（生命融合科学，生命システム科学，生命医薬科学（科目群（特論），特別講義））へと履修を進める体系的なカリキュラムを提供している。

博士後期課程は生命科学特別研究を必修とし、選択科目では研究科目群，国際化科目群，キャリア実践科目群を提供している。博士後期課程在学中は多くの時間を必修科目の研究に充てることになるが，選択科目を提供することで，学生の主体的学習能力を伸ばし，国際コミュニケーション能力，キャリアパス形成の汎用スキルを身につけることができる。また，他研究科等科目，大学院共通授業科目も履修することができ，生命科学とその周辺分野について広範な知識を主体的に学べる教育課程としている。

さらに，修士課程及び博士後期課程のいずれでも履修が可能な生命科学院共通科目を設け（平成28年度），講義，演習を集中開講するほか，海外留学による演習の単位化が可能な教育課程を提供している。

2. 新しい教育課程

ソフトマター材料研究の世界トップ拠点として，優れた人材育成と産業分野のイノベーションに貢献するためには，理・工・医学分野における実験・理論を一貫通した研究・教育体系を実現し，ソフトマター分野に精通する横断的・国際的人材育成を達成できるカリキュラムの提供が必須となる。ソフトマター専攻では生命科学と物質科学を理論と実験の両面から体系的に学ぶことができる教育環境を提供する（図6）。

修士課程は4学期制（春・夏・秋・冬ターム）とし，ソフトマター科学研究，ソフトマター科学論文購読I（リーディング），ソフトマター科学論文購読II（ライティング），ソフトマター科学実習及びソフトマター科学概論を必修とする。修士1年春タームにソフトマター科学概論を受講し，ソフトマターの理論と実験を進める上で基礎となる生命科学と物質科学を概観する。

修士1年夏ターム以降はソフトマター物理学特論，ソフトマター解析学特論，ソフトマター分子科学特論，ソフトマター設計学特論，ソフトマター医工学特論を開講し，ソフトマターの創成や革新技术開発につながる物理学，化学，生物学及び応用科学の基礎知識を総合的に学ぶ科目を体系的に提供する。

修士1年夏ターム以降はソフトマター物理学特論，ソフトマター解析学特論，ソフトマター分子科学特論，ソフトマター設計学特論，ソフトマター医工学特論を開講し，ソフトマターの創成や革新技术開発につながる物理学，化学，生物学及び応用科学の基礎知識を総合的に学ぶ科目を体系的に提供する。

さらに，関連分野を幅広く学べるよう他研究科等科目，大学院共通授業科目も履修することができる。4学期制とすることで，留学はもちろんのこと，海外で開会される学会への参加も容易にな

生命科学専攻		
授業科目（概要）	単位	備考
<修士課程>		
必修科目		修了要件：30単位以上 必修科目：12単位 選択必修科目：8単位 選択科目：10単位以上
生命倫理学特論	2	
生命科学研究	10	
選択必修科目		
生命融合科学概論	2	
生命システム科学概論	2	
生命医薬科学概論	2	
生命科学論文購読I	2	
生命科学論文購読II	2	
生命科学実習	2	
選択科目		
(生命融合科学コース科目群) 6科目	[0.5]	
(生命システム科学コース科目群) 6科目	2	
(生命医薬科学コース科目群) 6科目	2	
(特別科目群) 6科目	[1~2]	
<博士後期課程>		
必修科目		修了要件：10単位以上 必修科目：8単位 選択科目：2単位以上
生命科学特別研究	8	
選択科目		
(研究科目群)		
生命科学文献講読	2	
研究提案演習	2	
小人数討論型育成プログラム	2	
(国際化科目群)		
博士海外研究	2	
国際研究集会企画プログラム	2	
(キャリア実践科目群)		
理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成I	1	
理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成II	1	
キャリアマネジメントセミナー	2	
博士研究者のキャリア開発研究	1	
博士インターンシップ	2	

注 「単位数」の欄の数字に[]のついている授業科目は、授業(講義)題目が異なるものであれば複数個の履修が可能な授業科目である。

図5 生命科学専攻の教育課程

り、より国際的な視野を持った人材の養成も可能である。

博士後期課程は4学期制（春・夏・秋・冬ターム）とし、ソフトマター科学特別研究を必修とする。選択科目では研究科目群（ソフトマター科学論文講読，国際共同研究提案演習，小人数討論型育成プログラム），国際化科目群（博士海外研究，国際学会口頭発表，国際研究集会企画プログラム），キャリア実践科目群（理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成，博士研究者のキャリア開発研究）を提供する。

先端的ソフトマター研究では，生命科学と物質科学を理論と実験の両面からどのように統合・融合するかが重要である。選択科目の「小人数討論型育成プログラム」（課題解決型学習・ワークショップ形式）では，生命科学専攻と合同で開講・チーム編成を行い，これまで学んできた分野横断的な理論をどう応用していくかを実践的に考える場を提供する。他専攻の学生と共同でひとつの課題に取り組むことで視野が広がるのはもちろんのこと，他者に自身の研究内容をわかりやすく説明することで，より総合的に研究内容を捉えられるようになる。

ソフトマター専攻			
授業科目	単位	備考	
<修士課程>			
必修科目			
ソフトマター科学研究	10	修了要件：30単位以上 必修科目：18単位 選択科目：12単位以上	
ソフトマター科学論文講読I(リーディング)	2		
ソフトマター科学論文講読II(ライティング)	2		
ソフトマター科学実習	2		
ソフトマター科学概論	2		
選択科目			
ソフトマター物理学特論（講義題目A）●	[1]		
ソフトマター解析学特論（講義題目B）●	[1]		
ソフトマター分子科学特論（講義題目C）●	[1]		
ソフトマター設計学特論（講義題目D）●	[1]		
ソフトマター医工学特論（講義題目E）●	[1]		
ソフトマター科学特別講義	1		
生命融合科学概論	2		
<博士後期課程>			
必修科目			
ソフトマター科学特別研究	10	修了要件：12単位以上 必修科目：10単位 選択科目：2単位以上	
選択科目			
(研究科目群)			
ソフトマター科学論文講読	2		
国際共同研究提案演習	1		
小人数討論型育成プログラム	2		
(国際化科目群)			
博士海外研究	1		
国際学会口頭発表	1		
国際研究集会企画プログラム	2		
(キャリア実践科目群)			
理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成	1		
博士研究者のキャリア開発研究	1		

注 「単位数」の欄の数字に[]のついている授業科目は、授業(講義)題目が異なるものであれば複数個の履修が可能な授業科目である。
(●企業へのインタビューを反映した科目)

図6 ソフトマター専攻の教育課程

3. 教育課程の特色

ソフトマター専攻の教育課程には以下のような特色がある。

(1) ソフトマターに特化した教育の提供

ソフトマターを創成するためには，生命科学と物質科学の学際領域の知識が必要なことは既に述べたとおりである。従来，生命科学専攻では生命科学の枠組みの中でソフトマターの教育を行っており，ソフトマターに特化した人材を養成することは困難な状況にあった。しかしながら，ソフトマター専攻を設置することによって，生命科学専攻では用意しきれない物理学系，化学系，生物学系，応用科学系からなる概論及び特論科目を提供できる。

(ソフトマター専攻修士課程における主な科目)

ソフトマター科学概論

ソフトマター物理学特論（連続体力学）

ソフトマター物理学特論（高分子物理）
ソフトマター物理学特論（非線形現象）
ソフトマター解析学特論（ソフトマター構造解析）
ソフトマター解析学特論（分光学）
ソフトマター分子科学特論（高分子化学）
ソフトマター分子科学特論（超分子化学）
ソフトマター設計学特論（ソフトマター工学）
ソフトマター設計学特論（インフォマティクス）
ソフトマター医工学特論（ソフトマター基礎医学入門）
ソフトマター医工学特論（再生・臨床医学入門）
ソフトマター医工学特論（メカノバイオロジー）

ソフトマター科学概論は、修士課程1年次第1学期（春ターム）に開講し、ソフトマターの創成に関する基礎から応用までを概観できる内容を提供するとともに、生命倫理、及び知財に関する基礎も学習する。全ての学生が共通で学ぶべき内容であるため、このソフトマター科学概論は、必修科目とする。また、夏ターム以降の体系的カリキュラムである特論群（物理学、解析学、分子科学、設計学、医工学）を選択科目と位置付け、学生が希望する研究テーマや進路に応じたソフトマターの理論を自由に学べるようにする。

これにより、学生はソフトマターの設計・開発に関する分野融合・横断的な基礎知識を修得でき、本学はソフトマターの創成に貢献できる優れた人材を安定して社会に送り出すことができる。再建医療・介護機器等に留まらない幅広い分野での応用が期待できるほか、将来的には、生命の起源といった生命科学分野の未解明現象の解明に貢献できると考えている。

（2）幅広い科学基礎知識の提供（生命科学専攻との連携等）

従来、「生命科学」は、DNA、タンパク質から生体膜、細胞、軟組織まで生命体を構築する基本単位を研究対象としており、こうした文脈の中でソフトマターの教育研究が行われてきた。ソフトマターの基礎となる生命科学の必要性はこれまで述べてきたとおりであり、生命科学専攻では、こうした生命科学を体系的に学ぶ概論や特論が提供されている。このため、ソフトマター専攻の学生は、ソフトマターに特化した教育体系にはない生命科学（ゲノム解析等）について、必要に応じて生命科学専攻の科目を履修し、基礎に立ち返ってソフトマターの設計・開発を研究することができる。生命科学専攻の学生についても、彼らにとっての応用領域であるソフトマター専攻の科目を履修することができるようにするほか、両専攻の博士後期課程において、ワークショップ等を実施する選択科目を設け、生命科学及び学際領域全般の最新科学を各専攻の学生が共同で学ぶ科目を提供する。

また、本学の特色である大学院共通授業科目制度も活用する。これは、各学院（研究科）で開講する共通性の高い幅広い分野の科目を、どの学院（研究科）の学生でも履修できる制度である。これにより、幅広い基礎科学を学ぶことができ、学生のソフトマターの設計・開発を大きく後押しする。ソフトマター科学概論も大学院共通授業科目とする予定であり、他専攻・他学院からの

履修が見込まれるため、専攻の枠を超えた学修効果が期待され、ソフトマター専攻の学生にとっても利点は大きい。同様に、博士後期課程の選択科目のうち、「小人数討論型育成プログラム」は大学院共通授業科目のアクティブラーニング科目として提供する。

V 学位名称

本学のソフトマター専攻では、以下の学位を授与する。

修士（ソフトマター科学） Master of Soft Matter Science

博士（ソフトマター科学） Doctor of Philosophy (in the field of Soft Matter Science)

ソフトマターの学術的名称については、ド・ジェンヌのノーベル物理学賞受賞講演を皮切りに、イギリスの学術雑誌“Soft Matter”（2005年創刊）や世界的に権威のある学術雑誌“Nature Reviews Materials”でも「Soft Matter」として取り上げられ、国際会議等の実施が活発化していることは既に述べたとおりである。海外大学では、Doctor of Philosophy (Ph.D.)の分野名称として、以下のとおり Soft Matter の名を冠した学位を提供している。

(他国における学位名称の例)

イギリス： Soft Matter Science (ブリストル大)

カナダ： Soft Matter (サスカチュワン大)

アメリカ： Soft Matter Physics (マサチューセッツ工科大、ペンシルベニア大)
Experimental Soft Matter (ハーバード大)

フランス： Soft Matter (ストラスブール大)

ドイツ： Soft Matter Physics (シュトゥットガルト大)

イスラエル： Soft Matter Physics (バル＝イラン大)

インド： Soft Matter Photonics & Soft Matter Physics (マドラス大)

中国： Soft Matter Physics (南京大)

このように、Soft Matter の名を冠する学術雑誌が刊行して十年以上が経過しており、ソフトマター分野における競合国であるイギリス、カナダ、アメリカ、フランス、ドイツ、イスラエル、インド及び中国でも Soft Matter が学位名称(全部ないし一部)として使用されている。このように、Soft Matter それ自体に国際通用性があることは疑いようもない。

独立行政法人 大学改革支援・学位授与機構の調査 (H27 学位に付記する専攻分野の名称一覧) を見ると、本邦においては「〇〇科学」(例 生命科学) のように、学位名称には「科学 (Science)」を付記することが一般的であり、ソフトマターという物質そのものを指す Soft Matter を学位名称にすることは馴染まない。一方、他国の例のように Soft Matter に Physics (物理学) や Photonics (光通信学) を付記すると、物理学や情報学の意味合いが強くなり、生命科学と物質科学の2分野を体系的に学んできた学際・融合領域という総合性が失われる。

上記を踏まえ、ソフトマター研究に従事する学内外の研究者、共同研究を実施している企業担当者や企業に就職した学生から意見を募り、検討した結果、本学では、国際通用性のある Soft Matter に

本邦で馴染みの深い Science を付記した「ソフトマター科学 (Soft Matter Science)」を学位名称とする。

学術雑誌”Soft Matter”を発刊し、ソフトマターそれ自体の普及に努めてきたイギリスで授与される学位名称でもあることから、「ソフトマター科学 (Soft Matter Science)」の国際通用性は十分ある。

卒業要件及び履修方法	授業期間等	
【修士課程】 専門科目（必修）18 単位，専門科目（選択）12 単位以上の合計 30 単位以上を修得し，修士論文の審査及び試験に合格すること 【博士後期課程】 専門科目（必修）10 単位，専門科目（選択）2 単位以上の合計 12 単位以上を修得し，博士論文の審査及び試験に合格すること	1 学年の学期区分	4 学期制
	1 学期の授業期間	8 週間
	1 時限の授業時間	90 分

教育課程等の概要															
(既設 生命科学院 生命科学専攻 修士課程)															
科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考	
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手		
必修科目	生命倫理学特論	1①	2			○			2	1				兼2	オムニバス
	生命科学研究	1~2通	10				○		50	34	10	32			共同
	小計 (2科目)	—	12	0	0	—	—	—	50	34	10	32	0	兼2	—
選択必修科目	生命融合科学概論	1①	2			○			12	1					オムニバス
	生命システム科学概論	1①	2			○			14						オムニバス
	生命医薬科学概論	1①	2			○			15						オムニバス
	生命科学論文講読Ⅰ	1~2通	2				○		50	35	10	53			共同
	生命科学論文講読Ⅱ	1~2通	2				○		50	35	10	53			共同
	生命科学実習	1~2通	2					○	50	35	10	53			共同
	小計 (6科目)	—	0	12	0	—	—	—	50	35	10	53	0		—
選択科目	生命融合科学 コース科目群	生命情報分子科学特論	1・2②~③	[0.5]			○		3	1					オムニバス
		生命物質科学特論	1・2②~③	[0.5]			○		4	2					オムニバス
		細胞機能科学特論	1・2②~③	[0.5]			○		3			2		兼4	オムニバス
		生命機能制御科学特論	1・2②~③	[0.5]			○		3			1		兼12	オムニバス
		ソフトマター科学特論	1・2②~③	[0.5]			○		1					兼1	オムニバス
		統合物質生命科学特論	1・2②~③	[0.5]			○		3			2		兼4	オムニバス
	小計 (6科目)	—	0	3	0	—	—	—	14	3	0	5	0	兼21	—
選択科目	生命システム科学 コース科目群	生命システム科学基礎論	1・2②	2			○			13			3		オムニバス
		基礎ゲノム機能学特論	1・2①~③	2			○		2	2			1		オムニバス
		細胞高次機能学特論	1・2①~③	2			○		2	3					オムニバス
		環境応答システム科学特論	1・2①~③	2			○		3	3			2		オムニバス
		行動システム制御科学特論	1・2①~③	2			○		3	4			1		オムニバス
		生殖発生機構学特論	1・2①~③	2			○		3	2			2		オムニバス
	小計 (6科目)	—	0	12	0	—	—	—	13	14	0	8	0		—
選択科目	生命医薬科学 コース科目群	創薬化学特論	1・2②	2			○		2		1		2		オムニバス
		天然物化学特論	1・2③	2			○		1			1			オムニバス
		創薬有機合成化学特論	1・2②	2			○		1	1					オムニバス
		有機金属反応特論	1・2②	2			○		2	1					オムニバス
		生命薬学特論	1・2②	2			○		4	2	3				オムニバス
		医療薬学特論	1・2②	2			○		4	2	2				オムニバス
	小計 (6科目)	—	0	12	0	—	—	—	14	6	7	2	0		—
特別科目群	生命科学特別講義Ⅱ (国際)	1・2②	[2]			○			1	1			2	兼1	共同
	生命科学特別講義Ⅲ	1・2②~④	[1]			○		1				2	兼1	共同	
	生命科学特別講義Ⅳ	1・2②~④	[1]			○			1					兼1	共同
	生命科学特別講義Ⅴ	1・2②~④	[1]			○		1							
	生命科学特別講義Ⅵ	1・2②~④	[1]			○		1							
	生命科学特別講義Ⅶ	1・2②~④	[1]			○		1							
	小計 (6科目)	—	0	7	0	—	—	—	4	2	0	4	0	兼2	—
生命科学院共通科目	特別講義1	1・2通	1			○			1						集中
	特別講義2	1・2通	2			○		1							集中
	特別演習1	1・2通	1				○	1							集中
	特別演習2	1・2通	2				○	1							集中
	特別実習1	1・2通	1					1							集中
	特別実習2	1・2通	2					1							集中
	海外留学1	1・2通	1				○	1							集中
	海外留学2	1・2通	2				○	1							集中
	小計 (8科目)	—	0	12	0	—	—	—	3	0	0	0	0		—
合計 (40科目)		—	12	58	0	—	—	—	50	35	10	53	0	兼23	—
学位又は称号		修士 (生命科学) (薬科学)		学位又は学科の分野			理学関係, 薬学関係								

備考 「単位数」の欄の数字に[]がついている授業科目は、授業 (講義) 題目が異なるものであれば複数履修することができる授業科目である。

教 育 課 程 等 の 概 要																
(既設 生命科学学院 生命科学専攻 博士後期課程)																
科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数			授業形態			専任教員等の配置					備考		
			必修	選択	自由	講義	演習	実験・実習	教授	准教授	講師	助教	助手			
必修科目	生命科学特別研究	1～3通	8				○		50	29	5	1			共同	
選択科目	研究科目群	生命科学文献購読	1～3通	2			○		50	35	9	48			共同	
		研究提案演習	1～3通	2			○		50	35	9	48			共同	
		小人数討論型育成プログラム	1～3通	2			○		1							
	科目国際化	博士海外研究	1～3通	2				○	1							
		国際研究会企画プログラム	1～3通	2				○		1						
	キャリア実践	理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成Ⅰ	1・2・3②	1			○			1					兼4	共同
		理系・科学技術系大学院生のステップアップキャリア形成Ⅱ	1・2・3③	1			○			1					兼4	共同
		キャリアマネジメントセミナー	1・2・3①～②	2			○								兼5	共同
		博士研究者のキャリア開発研究	1・2・3③～④	1			○			1					兼2	共同
		博士インターンシップ	1・2・3通	2				○		1					兼2	共同
	小計 (10科目)	—	8	17	0		—		50	35	9	48	0	兼6	—	
生命科学学院共通科目	特別講義 1	1・2・3通	1			○			1						集中	
	特別講義 2	1・2・3通	2			○			1						集中	
	特別演習 1	1・2・3通	1				○		1						集中	
	特別演習 2	1・2・3通	2				○		1						集中	
	特別実習 1	1・2・3通	1					○	1						集中	
	特別実習 2	1・2・3通	2					○	1						集中	
	海外留学 1	1・2・3通	1				○		1						集中	
	海外留学 2	1・2・3通	2				○		1						集中	
	小計 (8科目)	—	0	12	0		—		3	0	0	0	0		—	
合計 (19科目)			—	8	29	0	—		50	35	9	48	0	兼6	—	
学位又は称号		博士 (生命科学) (薬科学)		学位又は学科の分野			理学関係, 薬学関係									