

2 基礎物理学専攻 学習課程

基礎物理学専攻では、物理現象に貫かれる基本法則・根本原理を探究し素粒子・原子核から宇宙までを統一的に理解することを目指している。そして、これらの研究を通して、物理学の研究者、教育者ならびに物理学的素養を備えた技術者を養成することを教育目的としている。そこで、修士課程では、指導教員の指導のもと、セミナーや実験を通して各自の専門分野の研究を進めると共に広く物理学全般の知識を習得できるようにカリキュラムを組んでいる。また、博士後期課程では、独創的研究の遂行と研究能力の向上を主眼とした指導を行っている。

【修士課程】

人材養成の目的

本課程では、物理現象に貫かれる基本法則・根本原理の探究を通じて得られた、高い専門知識、創造性および物理学的素養を備え、グローバル社会で活躍できる人材の養成を目的としている。

学習目標

本課程では、上記の目的のために、次のような能力を修得することを目指す。

- ・物理現象に貫かれる基本法則・根本原理の探究や、物理現象の多面的な理解に必要な幅広い専門学力
- ・確かな専門学力に基づく実践的な問題解決力
- ・倫理観をもって創造的な研究を行う力
- ・物理学の深奥を究めようとする探求力
- ・国際的な研究活動に必要な語学力と議論する能力

学習内容

本課程では、上記の能力を身につけるために、次のような特徴ある教育を実施します。

A) 物理的素養および高度な専門知識の修得

これまでに学んだ専門基礎分野から出発し、講義、演習、実験を通じて、物理的素養および高度な専門知識を修得する。

B) 問題解決力、創造力の修得

素粒子・原子核から宇宙までの幅広い分野で先端的研究を推進している各研究室における少人数専門教育と学位論文作成を通じて問題解決力、創造力を修得する。

C) 最先端の知識の修得

最先端の知識の修得のため、集中講義を履修する。

D) 語学力と議論する能力

実践的な講義、発表会、外国派遣を通じて、語学力、プレゼンテーション能力、コミュニケーション能力を修得する。

E) リーダーシップ能力の修得

国際研究集会の企画等を通じて、リーダーシップ能力を修得する。

修了要件

本課程を修了するためには、次の要件を満たさなければならない。

1. 30 単位以上を大学院授業科目から取得していること
2. 本専攻で指定された授業科目において、つぎの条件を満たすこと
 - ・講究科目を 4 単位取得していること
 - ・研究関連科目を 10 単位以上取得していること
 - ・専攻専門科目を 9 単位以上取得していること
 - ・大学院教養・共通科目群の授業科目より 2 単位以上取得していること

3. 修士論文審査、ならびに英語の試験を含む最終審査に合格すること

授業科目

表1に本専攻における授業科目分類と修了に必要な単位数を示す。必要単位数は科目分類ごと、また科目群ごとに指定され、また対応科目欄には科目選択にあたっての注記がある。右端の欄には科目と関連する学習内容を示す。学習申告にあたっては、科目と学習内容の関係を十分理解し、意識すること。

表2は本専攻の修士課程における研究科目群の授業科目を示す。表3は、本専攻が指定する専攻科目群を示し、「専攻専門科目」を示している。また、表4は本専攻が指定する大学院教養・共通科目群を示す。

表1 基礎物理学専攻授業科目分類および修了に必要な単位数

授業科目	単位数	対応科目	学習内容との関連
研究科目群	14 単位以上		
講究科目	・4 単位	表2の講究科目	B)
研究関連科目	・10 単位以上	表2の研究関連科目	A), B)
専門科目群	9 単位以上		
専攻専門科目	・9 単位以上	表3の専攻専門科目より選択	A), C), D)
大学院教養・共通科目群	2 単位以上		
専攻指定科目 物理学アカデミックライティング 物理学アカデミックプレゼンテーション 量子物理学・ナノサイエンスアカデミック ライティング 量子物理学・ナノサイエンスアカデミック プレゼンテーション 研究企画演習 1～6 国際研究実地演習 1～11 国際研究集会企画演習 1～11	・2 単位以上	・左記分類科目のいずれかから選択(表4を参照) ・大学院留学生科目は、外国人留学生のみ履修可	D), E)
大学院国際コミュニケーション科目 大学院留学生科目			D)
総単位数	30 単位以上	上記科目群及びその他の大学院授業科目から履修	

表2 基礎物理学専攻 研究科目群

分類	申告番号	区分	授業科目	単位数	学期	学習内容	備考
講究科目	16701	◎	基礎物理学講究第一	0-1-0	前	B)	修士課程(1)
	16702	◎	基礎物理学講究第二	0-1-0	後	B)	修士課程(1)
	16703	◎	基礎物理学講究第三	0-1-0	前	B)	修士課程(2)
	16704	◎	基礎物理学講究第四	0-1-0	後	B)	修士課程(2)
研究関連科目	16751	□	基礎物理学演習第一	0-2-0	前	A), B)	修士課程(1) 理論系のみ
	16752	□	基礎物理学演習第二	0-2-0	後	A), B)	修士課程(1) 理論系のみ
	16753	□	基礎物理学演習第三	0-2-0	前	A), B)	修士課程(2) 理論系のみ
	16754	□	基礎物理学演習第四	0-2-0	後	A), B)	修士課程(2) 理論系のみ

16761	△	基礎物理学実験第一	0-0-2	前	A), B)	修士課程(1) 実験系のみ
16762	△	基礎物理学実験第二	0-0-2	後	A), B)	修士課程(1) 実験系のみ
16763	△	基礎物理学実験第三	0-0-2	前	A), B)	修士課程(2) 実験系のみ
16764	△	基礎物理学実験第四	0-0-2	後	A), B)	修士課程(2) 実験系のみ
16771	◎	基礎物理学コロキウム	0-2-0	前	D)	
16651		物理基本実験 I	0-0-1	前	A)	実験系に強く推奨

表3 基礎物理学専攻 専門科目群

分類	申告 番号	区分	授 業 科 目	単位数	学期	学習 内容	備 考
専攻専門科目	16001		量子情報	2-0-0	後	A)	
	16002		場の理論 第一	2-0-0	前	A)	
	16003		場の理論 第二	2-0-0	後	A)	
	16007		原子核物理学	2-0-0	前	A)	
	16008		ハドロン物理学	2-0-0	前	A)	
	16005		高エネルギー物理学	2-0-0	前	A)	
	16009		宇宙物理学	2-0-0	前	A)	
	17025		多体系の量子力学	2-0-0	前	A)	他) 物性物理学専攻
	17026		光と物質 I	1-0-0	前	A)	他) 物性物理学専攻
	16551		基礎物理学特別講義 第一	1-0-0	未定	C)	O
	16552		同 第二	1-0-0	未定	C)	E
	16553		同 第三	1-0-0	未定	C)	O
	16554		同 第四	1-0-0	未定	C)	E
	16555		同 第五	1-0-0	未定	C)	O
	16556		同 第六	1-0-0	未定	C)	E
	16557		同 第七	1-0-0	未定	C)	O
	16558		同 第八	1-0-0	未定	C)	E
	16559		同 第九	1-0-0	未定	C)	O
	16560		同 第十	1-0-0	未定	C)	E
	16561		同 第十一	1-0-0	未定	C)	O
	16562		同 第十二	1-0-0	未定	C)	E
	16563		同 第十三	1-0-0	未定	C)	O
	16564		同 第十四	1-0-0	未定	C)	E
	16565		同 第十五	1-0-0	未定	C)	O
	16566		同 第十六	1-0-0	未定	C)	E
	16567		同 第十七	1-0-0	未定	C)	O
	16568		同 第十八	1-0-0	未定	C)	E
	16569		同 第十九	1-0-0	未定	C)	O
	16570		同 第二十	1-0-0	未定	C)	E
	16571		同 第二十一	1-0-0	未定	C)	O
	16572		同 第二十二	1-0-0	未定	C)	E
	16573		同 第二十三	1-0-0	未定	C)	O
	16574		同 第二十四	1-0-0	未定	C)	E
	16575		同 第二十五	1-0-0	未定	C)	O

	16576		同 第二十六	1-0-0	未定	C)	E
	16577		同 第二十七	1-0-0	未定	C)	O
	16578		同 第二十八	1-0-0	未定	C)	E
	16579		同 第二十九	1-0-0	未定	C)	O
	16580		同 第三十	1-0-0	未定	C)	E
	16581		同 第三十一	1-0-0	未定	C)	O
	16582		同 第三十二	1-0-0	未定	C)	E
	16583		同 第三十三	1-0-0	未定	C)	O
	16584		同 第三十四	1-0-0	未定	C)	E
	16585		同 第三十五	1-0-0	未定	C)	O
	16586		同 第三十六	1-0-0	未定	C)	E
	16587		同 第三十七	1-0-0	未定	C)	O
	16588		同 第三十八	1-0-0	未定	C)	E
	16589		同 第三十九	1-0-0	未定	C)	O
	16590		同 第四十	1-0-0	未定	C)	E
	16023		英語理学講義(基礎物理)第一	1-0-0	未定	D)	
	16024		英語理学講義(基礎物理)第二	1-0-0	未定	D)	
	16025		英語理学講義(基礎物理)第三	1-0-0	未定	D)	
	16026		英語理学講義(基礎物理)第四	1-0-0	未定	D)	
	16027		英語理学講義(基礎物理)第五	1-0-0	未定	D)	
	16028		英語理学講義(基礎物理)第六	1-0-0	未定	D)	
	16054		英語理学講義(基礎物理)第七	1-0-0	前	D)	
	16061		英語理学講義(基礎物理)第八	1-0-0	未定	D)	
	16073		英語理学講義(基礎物理)第九	1-0-0	未定	D)	
	17020		英語理学講義(物性物理)1	1-0-0	未定	D)	他)物性物理学専攻
	17021		英語理学講義(物性物理)2	1-0-0	未定	D)	他)物性物理学専攻
	17022		英語理学講義(物性物理)3	1-0-0	未定	D)	他)物性物理学専攻
	17023		英語理学講義(物性物理)4	1-0-0	未定	D)	他)物性物理学専攻
	16075		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十一	1-0-0	後	C)	
	16076		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十二	1-0-0	後	C)	
	16077		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十三	1-0-0	前	C)	
	16078		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十四	1-0-0	後	C)	

17060		量子物理学・ナノサイエンス 特論第十一	1-0-0	前	C)	他) 物性物理学専攻
17061		量子物理学・ナノサイエンス 特論第十二	1-0-0	前	C)	他) 物性物理学専攻
17062		量子物理学・ナノサイエンス 特論第十三	1-0-0	前	C)	他) 物性物理学専攻
17063		量子物理学・ナノサイエンス 特論第十四	1-0-0	後	C)	他) 物性物理学専攻
17059		量子物理学・ナノサイエンス 連続講義 A	1-0-0	前	A)	他) 物性物理学専攻
16074		量子物理学・ナノサイエンス 連続講義 B	1-0-0	後	A)	

- (注) 1) ◎印(全員)、□印(理論系研究室学生)、△印(実験系研究室学生)を付してある授業科目は、必ず履修しておかなければならない授業科目で、備考欄の(1)、(2)などは履修年次を示す。
- 2) 一部の授業科目は隔年講義となっており、備考欄中の E は西暦年の偶数年度に、同じく O は奇数年度に開講するもので、何も書いていないものは毎年開講の授業科目である。
- 3) 備考欄中の他)は、他の専攻において開設されている授業科目である。

表4 基礎物理学専攻 大学院教養・共通科目群

分類・申告番号・授業科目			単位数	学期	学習 内容	備 考
大学院国際コミュニケーション科目					D)	・左記各研究科共通科目より選択 ・大学院留学生科目は、外国人留学生に限り履修可能とする。
大学院留学生科目					D)	
専攻指定	17019	物理学アカデミックライティング	2-0-0	前	D)	他) 物性物理学専攻
	16022	物理学アカデミックプレゼンテーション	2-0-0	後	D)	
	17045	量子物理学・ナノサイエンスアカデミックライティング	2-0-0	前	D)	他) 物性物理学専攻
	16039	量子物理学・ナノサイエンスアカデミックプレゼンテーション	2-0-0	後	D)	
	17024	研究企画演習 1	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17028	研究企画演習 2	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17029	研究企画演習 3	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17035	研究企画演習 4	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17053	研究企画演習 5	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17057	研究企画演習 6	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	16029	国際研究実地演習 1	0-1-0	前	D)	
	16031	国際研究実地演習 2	0-1-0	後	D)	
	16032	国際研究実地演習 3	0-1-0	前	D)	
	16037	国際研究実地演習 4	0-1-0	後	D)	
	16038	国際研究実地演習 5	0-1-0	前	D)	
	16052	国際研究実地演習 6	0-1-0	後	D)	
	16053	国際研究実地演習 7	0-1-0	前	D)	
	16062	国際研究実地演習 8	0-1-0	後	D)	

16063	国際研究実地演習 9	0-1-0	前	D)	
16069	国際研究実地演習 10	0-1-0	後	D)	
16070	国際研究実地演習 11	0-1-0	前	D)	
16030	国際研究集会企画演習 1	0-1-0	前	E)	
16033	国際研究集会企画演習 2	0-1-0	後	E)	
16034	国際研究集会企画演習 3	0-1-0	前	E)	
16035	国際研究集会企画演習 4	0-1-0	後	E)	
16036	国際研究集会企画演習 5	0-1-0	前	E)	
16050	国際研究集会企画演習 6	0-1-0	後	E)	
16051	国際研究集会企画演習 7	0-1-0	前	E)	
16064	国際研究集会企画演習 8	0-1-0	後	E)	
16065	国際研究集会企画演習 9	0-1-0	前	E)	
16071	国際研究集会企画演習 10	0-1-0	後	E)	
16072	国際研究集会企画演習 11	0-1-0	前	E)	

修士論文研究

修士論文研究では、先端的研究を推進している各研究室における少人数専門教育によって一連の研究プロセスを体験し、論文作成を通じて問題解決力、創造力の向上を目指す。

【博士後期課程】

人材養成の目的

本課程では、物理現象に貫かれる基本法則・根本原理の探求を通じて得られた高い専門知識と物理学の素養を備え、国際的に通用するリーダーとして独創的研究を遂行できる人材を養成することを教育目的としている。

学習目標

本課程では、上記の目的のために、次のような能力を修得することを目指す。

- ・物理現象に貫かれる基本法則・根本原理の追究を通じて得られた物理学に関する深い知識をもとに、新たな知見を創造・発信する力
- ・物理現象の本質・普遍性を見抜き、新たな課題を発見・探求する力
- ・高い見識と倫理観のもとに物理学のフロンティアを先導する力
- ・物理学と他分野の知見を有機的に結びつけ、活用する力
- ・専門分野における国際的リーダーシップを発揮する力

学習内容

本課程では、上記の能力を身につけるために、次のような内容に沿って学習する。

- 博士論文研究と講究を通じた、深い物理的素養および世界的水準の高度な専門知識の修得
- 素粒子・原子核から宇宙までの幅広い分野で先端的研究を推進している各研究室における少人数専門教育と学位論文作成を通じた問題発見能力、問題解決力、創造力の修得。
- 集中講義の履修による最先端の知識の修得
- 実践的な講義、発表会、外国派遣を通じた国際的な場面で議論する能力の修得
- 国際研究集会の企画・実施等を通じた国際的リーダーシップ能力の修得

修了要件

本専攻の博士後期課程を修了するためには、次の要件を満たさなければならない。

1. 博士後期課程に所属した期間に対応する表5に示す講究科目を取得していること

2. イノベーション人材養成機構のアカデミックリーダー教育院もしくはプロダクティブリーダー教育院に対応する科目(表B-1、B-2)を2単位以上修得していること。
3. 博士論文最終試験における外国語試験において、専攻規定の水準に達していること
4. 博士論文研究において、以下の学位審査基準を満たすこと。
 - 1) 研究内容について
 - i) 分野の進展に寄与する世界的水準の研究であること。
 - ii) 国際的な査読付学術誌に出版可能な研究であること。
 - 2) 学位論文について
 - i) 関連分野の概観について広い読者を想定した適切なレビューを行い、当該研究の位置づけが明確になされていること。
 - ii) 学位論文が明解な英語で書かれているか、英語で書いた論文が査読付学術誌に出版されていること。

表 5 基礎物理学専攻 博士課程研究科目群

分類	申告番号	区分	授業科目	単位数	学期	学習内容	備考
講 究 科 目	16801	◎	基礎物理学講究第五	0-2-0	前	B)	博士後期課程(1)
	16802	◎	基礎物理学講究第六	0-2-0	後	B)	博士後期課程(1)
	16803	◎	基礎物理学講究第七	0-2-0	前	B)	博士後期課程(2)
	16804	◎	基礎物理学講究第八	0-2-0	後	B)	博士後期課程(2)
	16805	◎	基礎物理学講究第九	0-2-0	前	B)	博士後期課程(3)
	16806	◎	基礎物理学講究第十	0-2-0	後	B)	博士後期課程(3)
専 攻 専 門 科 目	17034	○	量子物理学・ナノサイエンスコロキウム 第一	0-1-0	後	D)	博士後期課程、他) 物性物理学専攻
	17043	○	量子物理学・ナノサイエンスコロキウム 第二	0-1-0	後	D)	博士後期課程、他) 物性物理学専攻
	17044	○	量子物理学・ナノサイエンスコロキウム 第三	0-1-0	後	D)	博士後期課程、他) 物性物理学専攻
	17033	○	量子物理学・ナノサイエンス海外留学研究第一	0-1-0	後	D)	注5) 他) 物性物理学専攻
	17046	○	量子物理学・ナノサイエンス海外留学研究第二	0-1-0	前	D)	注 5)、他) 物性物理学専攻
	17024		研究企画演習 1	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17028		研究企画演習 2	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17029		研究企画演習 3	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17035		研究企画演習 4	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17053		研究企画演習 5	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	17057		研究企画演習 6	0-1-0	後	D), E)	他) 物性物理学専攻
	16029		国際研究実地演習 1	0-1-0	前	D)	
	16031		国際研究実地演習 2	0-1-0	後	D)	
	16032		国際研究実地演習 3	0-1-0	前	D)	

	16037		国際研究実地演習 4	0-1-0	後	D)	
	16038		国際研究実地演習 5	0-1-0	前	D)	
	16052		国際研究実地演習 6	0-1-0	後	D)	
	16053		国際研究実地演習 7	0-1-0	前	D)	
	16062		国際研究実地演習 8	0-1-0	後	D)	
	16063		国際研究実地演習 9	0-1-0	前	D)	
	16069		国際研究実地演習 10	0-1-0	後	D)	
	16070		国際研究実地演習 11	0-1-0	前	D)	
	16030		国際研究集会企画演習 1	0-1-0	前	E)	
	16033		国際研究集会企画演習 2	0-1-0	後	E)	
	16034		国際研究集会企画演習 3	0-1-0	前	E)	
	16035		国際研究集会企画演習 4	0-1-0	後	E)	
	16036		国際研究集会企画演習 5	0-1-0	前	E)	
	16050		国際研究集会企画演習 6	0-1-0	後	E)	
	16051		国際研究集会企画演習 7	0-1-0	前	E)	
	16064		国際研究集会企画演習 8	0-1-0	後	E)	
	16065		国際研究集会企画演習 9	0-1-0	前	E)	
	16071		国際研究集会企画演習 10	0-1-0	後	E)	
	16072		国際研究集会企画演習 11	0-1-0	前	E)	
	16551		基礎物理学特別講義 第一	1-0-0	未定	C)	O
	16552		同 第二	1-0-0	未定	C)	E
	16553		同 第三	1-0-0	未定	C)	O
	16554		同 第四	1-0-0	未定	C)	E
	16555		同 第五	1-0-0	未定	C)	O
	16556		同 第六	1-0-0	未定	C)	E
	16557		同 第七	1-0-0	未定	C)	O
	16558		同 第八	1-0-0	未定	C)	E
	16559		同 第九	1-0-0	未定	C)	O
	16560		同 第十	1-0-0	未定	C)	E
	16561		同 第十一	1-0-0	未定	C)	O
	16562		同 第十二	1-0-0	未定	C)	E
	16563		同 第十三	1-0-0	未定	C)	O
	16564		同 第十四	1-0-0	後	C)	E
	16565		同 第十五	1-0-0	未定	C)	O
	16566		同 第十六	1-0-0	未定	C)	E
	16567		同 第十七	1-0-0	未定	C)	O
	16568		同 第十八	1-0-0	未定	C)	E
	16569		同 第十九	1-0-0	未定	C)	O
	16570		同 第二十	1-0-0	未定	C)	E
	16571		同 第二十一	1-0-0	未定	C)	O
	16572		同 第二十二	1-0-0	未定	C)	E
	16573		同 第二十三	1-0-0	未定	C)	O
	16574		同 第二十四	1-0-0	未定	C)	E
	16575		同 第二十五	1-0-0	未定	C)	O
	16576		同 第二十六	1-0-0	未定	C)	E
	16577		同 第二十七	1-0-0	未定	C)	O

16578	同	第二十八	1-0-0	未定	C)	E
16579	同	第二十九	1-0-0	未定	C)	O
16580	同	第三十	1-0-0	未定	C)	E
16581	同	第三十一	1-0-0	未定	C)	O
16582	同	第三十二	1-0-0	未定	C)	E
16583	同	第三十三	1-0-0	未定	C)	O
16584	同	第三十四	1-0-0	未定	C)	E
16585	同	第三十五	1-0-0	未定	C)	O
16586	同	第三十六	1-0-0	未定	C)	E
16587	同	第三十七	1-0-0	未定	C)	O
16588	同	第三十八	1-0-0	未定	C)	E
16589	同	第三十九	1-0-0	未定	C)	O
16590	同	第四十	1-0-0	未定	C)	E
16075		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十一	1-0-0	後	C)	
16076		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十二	1-0-0	後	C)	
16077		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十三	1-0-0	前	C)	
16078		量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十四	1-0-0	後	C)	
17060		量子物理学・ナノサイエンス特論第十一	1-0-0	前	C)	他) 物性物理学専攻
17061		量子物理学・ナノサイエンス特論第十二	1-0-0	前	C)	他) 物性物理学専攻
17062		量子物理学・ナノサイエンス特論第十三	1-0-0	前	C)	他) 物性物理学専攻
17063		量子物理学・ナノサイエンス特論第十四	1-0-0	後	C)	他) 物性物理学専攻
17059		量子物理学・ナノサイエンス連続講義 A	1-0-0	前	A)	他) 物性物理学専攻
16074		量子物理学・ナノサイエンス連続講義 B	1-0-0	後	A)	

- (注) 1) ◎印を付してある授業科目は、必ず履修しておかなければならない授業科目で、備考欄の(1)、(2)などは履修年次を示す。
- 2) ○印を付してある授業科目は、グローバルCOE特別教育コース所属学生は必ず履修しておかなければならない授業科目である。
- 3) 一部の授業科目は隔年講義となっており、備考欄中の E は西暦年の偶数年度に、同じく O は奇数年度に開講するもので、何も書いていないものは毎年開講の授業科目である。
- 4) 備考欄中の他) は、専攻で指定した他専攻の開設科目である。
- 5) グローバルCOE特別教育コース所属学生は、「量子物理学・ナノサイエンス海外留学研究第一」および「量子物理学・ナノサイエンス海外留学研究第二」から一科目以上を履修しなければならない。同教育コース修了の要件詳細は、本学習案内の同コースに関する部分を参照すること。

本専攻の博士後期課程を修了するためには、自らのキャリアプランに基づき、IV.大学院教養・共通科目群等履修案内の 5. 2 イノベーション人材養成機構 (IIDP) 開講科目の履修についてに記載さ

れている、表 A-1 又は表 A-2 に示す Graduate Attribute (GA) を修得しなければならない。この GA を修得するために、イノベーション人材養成機構開講科目に加えて、表 B-1 及び表 B-2 に示す科目が用意されている。本専攻の博士課程を修了するためには、自身のキャリアプランに関連する全ての GA に対応する科目を含み 2 単位以上を修得する必要がある。GA の修得状況は、修了時に専攻で判定する。なお、これらの科目の多くは、「大学院教養・共通科目群」に分類される。

ただし、博士課程教育リーディングプログラムで開設されている教育院（グローバルリーダー教育院、環境エネルギー協創教育院、情報生命博士教育院、グローバル原子力・セキュリティ・エージェント教育院）に所属する学生には、この要件は適用しない。また、社会人博士の学生は、この修了要件について指導教員と相談すること。

表 B-1 基礎物理学専攻のアカデミックリーダー教育院対応科目

分類	申告番号	科目名称	単位数	対応するGA	備考
大学院教養・共通科目群	16039	量子物理学・ナノサイエンスアカデミックプレゼンテーション	2-0-0	A1D, A2D	基礎物理学専攻開講科目
	上記科目の他、イノベーション人材養成機構開講科目（アカデミックリーダー教育院）から選択すること。（IV.大学院教養・共通科目群等履修案内 5.2 参照）				

表 B-2 基礎物理学専攻のプロダクティブリーダー教育院対応科目

分類	申告番号	科目名称	単位数	対応するGA	備考
大学院教養・共通科目群	16039	量子物理学・ナノサイエンスアカデミックプレゼンテーション	2-0-0	P1D, P2D	基礎物理学専攻開講科目
	上記科目の他、イノベーション人材養成機構開講科目（プロダクティブリーダー教育院）から選択すること。（IV.大学院教養・共通科目群等履修案内 5.2 参照）				

博士論文研究

博士論文研究では、先端的研究を推進している各研究室において世界的水準の研究を実施し、論文作成を通じて高い専門知識と物理学の素養、国際的に通用するリーダーシップおよび独創的研究を遂行する能力を修得する。

〔教 授 要 目〕

16001

量子情報 (Quantum Information)

後学期 2-0-0 細谷 暁夫 非常勤講師

本講義では、量子情報理論の基本事項を述べる。

1. 量子力学の公理
2. 古典情報理論
3. 密度演算子
4. EPR論文とベルの不等式の破れ
5. 量子測定理論
6. 量子情報量とホレボ限界
7. 量子計算
8. 最近の話題

16002

場の理論第一 (Field Theory I)

前学期 2-0-0 今村 洋介 准教授

場の理論とは何か、から始めて場の量子論の基本事項を述べる。

1. 場の量子論と場の古典論
2. 正準量子化
3. 相互作用場の一般的性質
4. 経路積分量子化
5. 摂動論のファインマン則

16003

場の理論第二 (Field Theory II)

後学期 2-0-0 伊藤 克司 教授

場の理論第一に続き、ゲージ場の理論を中心に場の理論より進んだ事項について論じる。

1. くり込み
2. ゲージ場の経路積分量子化
3. 自発的対称性の破れとヒッグス機構
4. 最近の進展から

16007

原子核物理学 (Nuclear Physics)

前学期 2-0-0 旭 耕一郎 教授・肥山 詠美子 准教授

核物理の最前線を紹介する。まず、原子核を陽子と中性子という 2 種のフェルミ粒子から構成される多体系ととらえ、その量子力学的構造がどうなっているか、そこからどのような性質が導かれるかを概観したあと、特に、中性子数と陽子数のバランスが崩れた原子核 (中性子過剰核、陽子過剰核) でどのようなことが起こるか、それをどのような実験法 (核分光、核反応) や装置で観測するかについて議論する (旭)。陽子と中性子で構成された原子核にハイペロンと呼ばれるストレンジネスクォークを含めたハイパー核のダイナミ

クスを量子力学的3体・4体問題観点から解き明かす。同時にこの原子核を基礎となるバリオン間相互作用の現状について理論の観点から解説する。(肥山)。

16008

ハドロン物理学(Hadron Physics)

前学期 2-0-0 岩崎 雅彦 教授

ハドロンは強い相互作用をする粒子の総称で、クォークないし反クォークから構成されている。クォークの質量は本来はゼロである。ハドロンが現在持っている質量は、強い相互作用における対称性の破れによって獲得されたものである。クォーク間の力を媒介するグルーオンの役割、色の自由度、高エネルギーでの特徴である漸近的自由、低エネルギーでの特徴であるクォークの色による閉じ込め、などについて説明する。素粒子物理・原子核物理の理解を確認しながら、ハドロン物理の特性を説明する。演習も取り入れて授業を行う。

16005

高エネルギー物理学(High Energy Physics)

前学期 2-0-0 久世 正弘 准教授

素粒子物理の基礎を復習しつつ、標準模型の確立並びに近年の発展までの領域を実験中心に解説する。また高エネルギー実験の測定器技術に関する解説も併せて行う。

16009

宇宙物理学(Astrophysics)

前学期 2-0-0 ○ 河合 誠之 教授 ・ 山口 昌英 准教授

天体物理学と宇宙論について講義を行う。前半は(1)観測的宇宙物理学の基礎知識、(2)電磁波放射の素過程 (3)様々な天体 (4)降着円盤の構造と放射、(5)相対論的アウトフローを講じ、後半には (1)宇宙原理と宇宙の計量、(2)宇宙の熱史、(3)ビッグバン軽元素合成、(4)宇宙背景放射、(5)ビッグバン理論の問題点とインフレーション理論、について講ずる。

17025

多体系の量子力学(Quantum Mechanics of Many-body Systems)

前学期 2-0-0 斎藤 晋 教授

本講義では、学部で学んだ量子力学を基礎知識として、相互作用のある多体系の量子力学問題に対する基本的な取り扱い手法およびその適用例を学ぶ。主な項目は、下記の通りである。

○第2量子化と場の演算子 ○フェルミ流体理論と準粒子 ○グリーン関数入門 ○多体物理系への応用 ○遮蔽と有効相互作用 ○密度汎関数法。 物性物理学専攻の教授要目を参照のこと。

17026

光と物質 I (Light and Matter I)

前学期 1-0-0 上妻 幹旺 教授

光と物質の相互作用により生じる物理現象について、以下の各項目に沿って教授する

第一部)原子の構造

水素原子、アルカリ原子、2電子系原子、電場・磁場に対する原子の応答、コヒーレントな輻射場に対する原子の応答(ラビ振動の半古典論)、対称性と選択則

第二部)光の量子論

電磁場の量子化、コヒーレント状態とスクイーズド状態、ジェインズーカミングス模型、ドレスト状態、自然放出のワイスコップーウィグナー理論、ラムシフト、協力現象

17019

物理学アカデミックライティング(Academic Writing in Physics)

前学期 2-0-0 興野 登 非常勤講師

物理学を含む科学技術を題材に、解説と演習を通じて英文を正確、明瞭、簡潔に書くための基礎スキルを養成する。物性物理学専攻の教授要目を参照のこと。

16022

物理学アカデミックプレゼンテーション (Academic Presentation in Physics)

後学期 2-0-0 SHI Jie 非常勤講師

学術発表において初級者レベルの授業である。物理学の各専門において得られた研究成果の英語による口頭発表を行う際に必要となる基礎的な技術を段階的なエクササイズを通して習得する。さらに幅広く様々な学術的発表及びパブリックスピーチを実践することにより独立性のある学生の育成を目指す。

17045

量子物理学・ナノサイエンスアカデミックライティング

(Academic Writing in Quantum Physics and Nanoscience)

前学期 2-0-0 興野 登 非常勤講師

物理学を含む科学技術を題材に英文作成技法に焦点を絞り、解説と演習を通じてアカデミックライティングスキルを養成する。物性物理学専攻の教授要目を参照のこと。

16039

量子物理学・ナノサイエンスアカデミックプレゼンテーション

(Academic Presentation in Quantum Physics and Nanoscience)

後学期 2-0-0 SHI Jie 非常勤講師

学術発表において中級者レベルの授業である。高度なScience Englishを身につけるために、学生主体型の授業を実施し、学生のニーズを反映する。柔軟なカリキュラムを取り入れ、リアル・ライフ・イングリッシュを身につける。授業中、能動的な学生間のコミュニケーションを重視する。

16029, 16031, 16032, 16037, 16038, 16052, 16053, 16062, 16063, 16069, 16070

国際研究実地演習1～11 (Practical Exercises in International Researches I～XI)

前学期または後学期 0-1-0 ○ 村上 修一 教授・伊藤 克司 教授・
宗宮 健太郎 准教授・上妻 幹旺 教授

学生を海外に派遣し、海外での研究活動を体験させることにより、国際的指導力を有した研究者を育成する。ただし、本演習は、基礎物理学、物性物理学両専攻所属の学生のみを対象とする。平成27年度は第7(前学期)、第8(後学期)を開講する。

16030, 16033, 16034, 16035, 16036, 16050, 16051, 16064, 16065, 16071, 16072

国際研究集会企画演習1～11 (Practical Exercises in Organizing International Conferences I～XI)

前学期または後学期 0-1-0 陣内修 准教授・田中 秀数 教授

大学院生から国際研究集会の提案があった場合に、その企画・実施をこの科目で支援する。企画書を提出し採択されると、大学院生が実際に国際研究集会を準備して実施する。「物理学リーダーシップ」プログラムの一環として行われる。本演習は、基礎物理学、物性物理学両専攻所属の学生のみを対象とする。平成27年度は第7(前学期)、第8(後学期)を開講する。

17024, 17028, 17029, 17035, 17053, 17057

研究企画演習1～6 (Exercises in Planning Research Projects I～VI)

未定・集中 0-1-0 未定

研究の企画の方法について学ぶ。特に、大学院を修了後どのような組織においてテーマを選び、どのような研究を遂行するか、実施を通して学習することにより、研究の企画力を高めることを目指す。物性物理学専攻の教授要目を参照のこと。

16023, 16024, 16025, 16026, 16027, 16028, 16054, 16061, 16073

英語理学講義（基礎物理）第一 前学期 1-0-0 未定 西暦奇数年度開講

同	第二	前学期	1-0-0	未	定	西暦偶数年度開講
同	第三	前学期	1-0-0	未	定	西暦奇数年度開講
同	第四	後学期	1-0-0	未	定	西暦偶数年度開講
同	第五	後学期	1-0-0	未	定	西暦奇数年度開講
同	第六	後学期	1-0-0	未	定	西暦偶数年度開講
同	第七	前学期	1-0-0	未	定	西暦奇数年度開講
同	第八	後学期	1-0-0	未	定	西暦偶数年度開講
同	第九	後学期	1-0-0	未	定	西暦奇数年度開講

(Science in English (Fundamental Physics) I - IX)

外国人講師が英語で物理の講義を行う。内容については広く物理分野から講師が世話人と協議の上、設定する。講義は集中講義として適宜開講する。講義により、英語でのコミュニケーション能力の向上を図る。

17020, 17021, 17022, 17023

英語物理学講義（物性物理）1, 2, 3, 4 (Science in English (Condensed Matter Physics) I, II, III, IV)

前後学期 1-0-0 未 定

外国人講師が英語で物理の講義を行う。内容については広く物理分野から講師が世話人と協議の上、設定する。講義は集中講義形式として適宜開講する。講義により、英語でのコミュニケーション能力の向上を図る。

基礎物理学演習第一	前学期	0-2-0	}	岡 真 教授 武藤 一雄 准教授	16751
同 第二	後学期	0-2-0			16752
同 第三	前学期	0-2-0			16753
同 第四	後学期	0-2-0			16754

(Exercises in Fundamental Physics I - IV)

指導教員の研究室で行われている研究に参加するための準備の段階として適当なテーマについて討論や計算などを行う。また必要に応じて輪講を行う。

基礎物理学実験第一	前学期	0-0-2	}	旭 耕一郎 教授	河合 誠之 教授	16761
同 第二	後学期	0-0-2		柴田 利明 教授	久世 正弘 准教授	16762
同 第三	前学期	0-0-2		中村 隆司 教授	實吉 敬二 准教授	16763
同 第四	後学期	0-0-2		垣本 史雄 教授	松原 英雄 教授	16764
				陣内 修 准教授	宗宮健太郎 准教授	
				堂谷 忠靖 教授	岩崎 雅彦 教授	

(Laboratory Works in Fundamental Physics I - IV)

指導教員の研究室で行われている基礎物理に関する研究実験に参加、あるいは必要に応じて行われる特別な実験を行う。

16771

基礎物理学コロキウム (Colloquium in Particle-, Nuclear- and Astro-physics)

前学期 0-2-0 各 教 員

物理学に関する研究トピックの紹介を学生自ら行う。短時間の口頭発表とポスター発表で構成される研究発表における表現の方法と討論の訓練を目的とする。

16651

物理基本実験 I (Physics Fundamental Experiments I)

前学期 0-0-1 ○ 陣内 修 准教授・河合 誠之 教授・柴田 利明 教授・中村 隆司 教授・宗宮 健太郎 准教授

物理学の基本的な実験を典型的な測定器を用いて実際に行うことによりその方法を習得し、国際規格の測定器エレクトロニクス、安全基準等についての知識を確認して大学院での研究の基礎とする。実験は2人1組で他の研究室の学生と組んで行い、レポートを提出する。基礎物理学・物性物理学専攻所属の学生のみを対象とする。

基礎物理学講究第一	前学期	1単位	}	指導教員	16701
同 第二	後学期	1単位			16702
同 第三	前学期	1単位			16703
同 第四	後学期	1単位			16704

(Seminars in Fundamental Physics I－IV)

各教員の研究室で行われている輪講に参加し、専攻分野に関する原著論文などの紹介を行い、論文理解力の養成、語学の習熟、講演における表現方法および討論の訓練をすることを目的とする。

基礎物理学講究第五	前学期	2単位	}	指導教員	16801
同 第六	後学期	2単位			16802
同 第七	前学期	2単位			16803
同 第八	後学期	2単位			16804
同 第九	前学期	2単位			16805
同 第十	後学期	2単位			16806

(Seminars in Fundamental Physics V－X)

いずれも博士後期課程の学科目であり、定められた期間に履修すべきものとする。内容は、博士後期課程相当の高い程度の輪講、演習、実験等により成るものである。

16551～16590

基礎物理学特別講義第一～四十 (Special Lectures in Fundamental Physics I～XXXX)

前学期または後学期 1-0-0 未 定 西暦奇数年度または西暦偶数年度開講

基礎物理学の分野における最新のトピックスに関して講義する。非常勤講師に依頼するのを通例とする。

17034, 17043, 17044

量子物理学・ナノサイエンスコロキウム第一～三

(Colloquium in Quantum Physics and Nanoscience I, II, III)

後学期 0-1-0 未 定

量子物理学・ナノサイエンスおよびその基礎と発展型分野の研究成果を学生が互いに発表し議論する。平成 27年度は量子物理学・ナノサイエンスコロキウム第二を開講する。

17033

量子物理学・ナノサイエンス海外留学研究第一

(Overseas Visiting Research in Quantum Physics and Nanoscience I)

後学期 0-1-0 ○斎藤 晋 教授・河合 誠之 教授

学生を海外に派遣し、海外の大学等における実践的な研究活動を通して国際的視野とセンスを養う。但し、本科目は、物性物理学、基礎物理学両専攻所属の学生のみを対象とし、派遣に際しては、量子物理学・ナノサイエンス特別教育研究コースに所属の大学院生を優先する。

17046

量子物理学・ナノサイエンス海外留学研究第二

(Overseas Visiting Research in Quantum Physics and Nanoscience II)

前学期 0-1-0 ○斎藤 晋 教授・河合 誠之 教授

学生を海外に派遣し、海外の大学等における実践的な研究活動を通して国際的視野とセンスを養う。但し、本科目は、物性物理学、基礎物理学両専攻所属の学生のみを対象とし、派遣に際しては、量子物理学・ナノサイエンス特別教育研究コースに所属の大学院生を優先する。

16077

量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十三

(Special Lectures in Quantum Physics and Nanoscience XI)

前学期 1-0-0 大見 和史 非常勤講師

非常勤講師によって量子物理学・ナノサイエンス分野における最先端の研究成果を講じる。

16078

量子物理学・ナノサイエンス特別講義第十四

(Special Lectures in Quantum Physics and Nanoscience XII)

後学期 1-0-0 未定

非常勤講師によって量子物理学・ナノサイエンス分野における最先端の研究成果を講じる。

17062

量子物理学・ナノサイエンス特論第十三

(Special Topics in Quantum Physics and Nanoscience XI)

前学期 1-0-0 出口 哲生 非常勤講師

非常勤講師によって量子物理学・ナノサイエンス分野における最先端の研究成果を講じる。

17063

量子物理学・ナノサイエンス特論第十四

(Special Topics in Quantum Physics and Nanoscience XII)

後学期 1-0-0 未定

非常勤講師によって量子物理学・ナノサイエンス分野における最先端の研究成果を講じる。

17059

量子物理学・ナノサイエンス連続講義A

(Omnibus Lectures in Quantum Physics and Nanoscience A)

前学期 1-0-0 ○斎藤 晋 教授・河合 誠之 教授・吉野 淳二教授

オムニバス形式で量子ナノ物理学に関連する最先端の研究分野を紹介し、その基礎的な問題を解説する。

16074

量子物理学・ナノサイエンス連続講義B

(Omnibus Lectures in Quantum Physics and Nanoscience B)

後学期 1-0-0 ○斎藤 晋 教授・河合 誠之 教授・吉野 淳二教授

オムニバス形式で量子ナノ物理学に関連する最先端の研究分野を紹介し、その基礎的な問題を解説する。