

応用理工学学位プログラム（博士後期課程）

Doctoral Program in Engineering Sciences

- 博士（工学）
- Doctor of Philosophy in Engineering

人材養成目的 / Program Educational Objectives

物質、材料からデバイス、計測技術に至る多様な分野において、十分な理学的基礎力を備えた上で、多様な現実の問題に対応できる、深い知識と豊かな創造性を有する優れた研究者、並びに、オリジナルの技術を作り上げ、後進を育成できる工学的応用力、適用力を有する研究者、高度専門職業人を養成する。

<p>養成する人材像</p>	<p>十分な理学的基礎力を備えた上で、最先端工学における多様な現実の問題に対応できる、深い知識と豊かな創造性を有する優れた研究者、並びに、高い研究開発能力を有し社会に貢献できる高度専門職業人材。</p> <p><電子・物理工学サブプログラム></p> <p>物理学を中心とする自然科学を基礎とした応用物理計測、ナノ工学、電子デバイスの分野において、世界的レベルの研究および技術開発、さらに工学的実践を先導する、創造性豊かな優れた研究・開発能力を持つ研究者、あるいは、高度な専門知識・能力をもつ高度専門職業人材。</p> <p><物性・分子工学サブプログラム></p> <p>研究者として自立するのに必要な研究能力を備え、量子物性、量子理論、材料物性及び物質化学・バイオ工学等の物質工学における専門分野についての深い知識と高度な研究を行い得る研究者、高度な研究能力を持って社会に貢献できる高度専門職業人材。</p> <p><NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム></p> <p>国立研究開発法人 物質・材料研究機構の研究者が大学院教員として研究指導を行い、金属・セラミック材料工学、ナノ材料工学、有機・生体材料工学、物理工学、半導体材料工学などの物質・材料工学分野において、創造性豊かな優れた研究・開発能力を持つ研究者、様々な社会的課題に対して物質・材料工学の専門家として高度な工学的応用力、適応力を持ち貢献できる高度専門職業人材</p>
<p>修了後の進路</p>	<p>応用物理、エレクトロニクス、計測、物質化学、材料科学を中心とする学問分野および応用分野における、高等教育機関、国立研究開発法人等の公的研究機関、民間企業の教員、研究者、高度技術者、製造業（自動車関連、電器、金属、化学、情報・IT 関連等）、ガス、電力、鉄道輸送などの研究開発職、地方公務員、国家公務員（特許庁など）、大学・公的研究機関の教員、常勤研究員、博士研究員、国立研究開発法人、大学等の公的研究機関あるいは企業の研究所などの研究者</p>

学位授与の方針 / Diploma Policy

筑波大学大学院学則及び関係規則に規定する博士後期課程の修了の要件を充足したうえで、次の知識・能力を有すると認められた者に、博士（工学）の学位を授与する。

	コンピテンス	評価の観点	対応する主な学修
知識・能力	1. 知の創成力：未来の社会に貢献し得る新たな知を創成する能力	①新たな知の創成といえる研究成果等があるか ②人類社会の未来に資する知を創成することが期待できるか	特別研究、大学院セミナー、インターンシップ、博士論文作成、学会発表
	2. マネジメント能力：俯瞰的な視野から課題を発見し解決のための方策を計画し実行する能力	①重要な課題に対して長期的な計画を立て、的確に実行することができるか ②専門分野以外においても課題を発見し、俯瞰的な視野から解決する能力はあるか	特別研究、インターンシップ、TA 経験、他研究室と共同の演習、達成度自己点検
	3. コミュニケーション能力：学術的成果の本質を積極的かつわかりやすく伝える能力	①異分野の研究者や研究者以外の人に対して、研究内容や専門知識の本質を分かりやすく論理的に説明することができるか ②専門分野の研究者等に自分の研究成果を積極的に伝えとともに、質問に的確に答えることができるか	特別研究、大学院セミナー、学会発表、他研究室と共同研究、TA 経験、科学・産業イベント等での討議・発表
	4. リーダーシップ力：リーダーシップを発揮して目的を達成する能力	①魅力的かつ説得力のある目標を設定することができるか ②目標を実現するための体制を構築し、リーダーとして目的を達成する能力があるか	特別研究、TA・RA 経験、他研究室と共同演習、大学院共通科目、学会発表、インターンシップ、プロジェクト参加経験、セミナー企画・開催
	5. 国際性：国際的に活動し国際社会に貢献する高い意識と意欲	①国際社会への貢献や国際的な活動に対する高い意識と意欲があるか ②国際的な情報収集や行動に十分な語学力を有するか	大学院共通科目（国際性養成科目群）、外国語の演習科目、国際的な活動を伴う科目、学術論文執筆、国外での活動経験、外国人（留学生を含む）との共同研究、TOEIC 等得点、国際会議発表、英語論文執筆公表
	6. 工学基礎力：工学分野の研究者または高度専門職業人にふさわしい知識と学力	異分野・初学者に対して、研究内容や専門知識の本質を分かりやすく説明することができるか	特別研究、セミナー、TA 経験、学会発表、講習会、技術研修

	コンピテンス	評価の観点	対応する主な学修
知識・能力	7. 基礎学力：工学分野の発展に欠かせない盤石な基礎学力	工学で広く用いられる高度な数理的な知識と能力を備えているか	特別研究、セミナー、TA 経験、学会発表、講習会
	8. 専門知識：工学分野および関連分野の発展に求められる高度な専門的知識	工学分野の専門知識を幅広くもち、先端的な研究を行うための高度な技術を獲得しているか	特別研究、セミナー、学会発表、論文執筆
	9. 倫理観：工学分野の研究者、高度職業人に求められる高い倫理観	研究者倫理および技術者倫理、ヒトを対象とする研究に関する倫理と研究に必要な手続きについて十分理解しているか	大学院共通科目、基礎科目、特別研究、INFOSS 情報倫理、eAPRIN、他倫理講習、応用理工学関連の各種法令
	10. 実践的見識と問題解決力：工学分野および関連分野の問題を実際に解決するために求められる見識と問題解決力	①先端的な研究課題を適切に設定し、研究を遂行して独創的な成果を上げることができるか ②世界の専門家と討論できるだけのプレゼンテーション能力、コミュニケーション能力があるか	特別研究、大学院セミナー、国際会議での発表等、海外派遣、学会発表
学修成果の評価に関する方針	<p>〈電子・物理工学サブプログラム〉</p> <p>学修成果の評価は、「達成度評価表（ルーブリック）」により、客観的に確認・評価をすることで行う。博士論文審査後に、以下の要領で口頭試問により最終試験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 最終試験で博士論文（特別研究）における研究の目的、方法、進め方について口頭試問を行い、知の活用力、マネジメント能力、コミュニケーション能力、チームワーク力を有するかどうか確認する。 - 最終試験において外国語による口頭試問を行い、適切な回答ができるかどうか確認する。 - 最終試験において、工学基礎力、基礎学力、専門知識について口頭試問し、適切な回答ができるかどうか評価する。 - 最終試験において研究倫理に関する試問を行い、十分理解しているかどうか確認する。 - 最終試験において工学分野における問題について口頭試問し、適切に回答できるかどうか確認する。 		

<p>学修成果の 評価に関する 方針</p>	<p>〈物性・分子工学サブプログラム〉 学修成果の評価は「達成度評価表」に基づく達成度評価によって以下の段階毎に学位授与の方針に基づくコンピテンスの修得状況を客観的に確認し評価する。達成度評価の段階・方法を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 毎年次の博士後期セミナーの発表に対して、コンピテンスの獲得状況を主査および複数の教員による評価を行う。 - 最終年次に博士論文の公開発表会および主査、副査3名以上で構成される学位論文審査委員会による博士論文の審査を行うとともに、最終試験として最終達成度審査を行う。 <p>〈NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 学修成果の評価は、「達成度評価表（ループリック）」により、客観的に確認・評価をすることで行う。 - 物質・材料工学特別研究 IA、I B、IIA、IIB、IIIA、IIIB に加えて、物質・材料工学セミナー I、II において、多面的な観点から研究、基礎能力、専門知識、および研究計画遂行技能が身に付いているかを研究達成度とともに評価する。 - 予備審査を含めた学位論文審査では、主査及び3名以上の副査により博士論文の内容を審査する。副査には1名以上の本サブプログラム以外の教員が加わり、広い観点から審査を行う。最終試験では書面の審査に加えて、公開のもと口頭試問を行うことで、世界的基準での研究レベル、論文の質の高さ、評価の客観性を保証する。
<p>学位論文に 関する評価 の基準</p>	<p>【審査委員の体制】 論文審査委員会の構成 主査1名及び副査3名以上から構成される。</p> <p>【審査方法】 各サブプログラムが定める審査方法に従い、予備審査、論文審査及び最終試験を行う</p> <p>1) 電子・物理工学サブプログラム 学位論文を受理する前に予備審査を行い、学位論文提出の可否を決定する。論文審査委員会では、論文審査および最終試験を行う。</p> <p>2) 物性・分子工学サブプログラム 学位論文を受理する前に予備審査を行い、学位論文提出の可否を決定する。論文審査委員会では、論文審査及び最終試験、又は学力の確認により、物質工学のすべての分野の基礎となる学力と知識ならび物質工学のいずれかの分野の専門知識を有し、かつ物質工学のいずれかの分野で自ら課題を設定し、その解決のための研究を遂行し、すぐれた成果をおさめることができたかどうかの審査を行う。</p> <p>3) NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム 学位論文を受理する前に予備審査を行い、学位論文提出の可否を決定する。論文審査委員会では、論文審査及び最終試験を行う。</p> <p>【審査項目】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究課題設定と研究方法の選択が妥当であること。 2. 結果の解釈と、結論に至るまでの論旨展開が妥當かつ明確であること。 3. 研究課題に関する先行研究の把握と理解、それに対する適切な評価と引用がなされていること。 4. 研究倫理が遵守され、得られた結果ならびに結論について、第三者による検証が可能であること。 5. 研究課題成果の学術的な意義が国際的に認められること

学位論文に関する評価の基準	<p>【学位論文が満たすべき水準】</p> <p>上記の評価項目のすべてを満たし、各サブプログラムが定める基準を満たすこと。</p> <p>1) 電子・物理工学サブプログラム</p> <p>論文審査委員会までに、筆頭論文1編が、学術雑誌に出版または掲載可となっていること。併せて、最終試験を経た上で、博士論文として合格とする。</p> <p>2) 物性・分子工学サブプログラム</p> <p>筑波大学大学院学則第3条の2で規定する課程の目的を充足すること。併せて、最終試験又は学力の確認を経た上で、博士論文として合格とする。</p> <p>3) NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム</p> <p>上記の評価項目すべてを満たす学位申請論文を、最終本審査を経た上で、博士論文として合格とする。</p>
----------------------	---

教育課程編成・実施の方針 / Curriculum Policy

応用物理計測、ナノ工学、電子デバイスの分野、量子物性、量子理論、材料物性、物質化学・バイオ工学等の分野、金属・セラミック材料工学、ナノ材料工学、有機・生体材料工学、物理工学、半導体材料工学などの物質・材料工学分野における研究者、高度専門職業人育成のための教育を行う。

教育課程の編成方針	<p>工学分野における世界レベルで高い専門的知識・能力を身につけるための教育課程を編成する。</p> <p>< 電子・物理工学サブプログラム ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 複数指導教員制による研究指導を行い、多面的な観点から指導する。これにより、充実した基礎能力とその上に築かれた深い専門基礎能力を育てるとともに、実践的見識と実行力、問題解決能力の涵養を目指す。 - 電子・物理工学特別研究で実施されるセミナーにおいて、異なる専門分野の多彩な聴衆に対し発表することが義務づけられている。ここでは英語による発表が推奨され、世界の専門家と討論できるだけのプレゼンテーション能力、コミュニケーション能力の涵養を図る。 - インターンシップや海外研究派遣などにより、広い視野とともに世界で活躍できる国際的見識を養う。 <p>< 物性・分子工学サブプログラム ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 「量子物性」、「量子理論」、「材料物性」、「物質化学・バイオ」の4分野からなるが、修了のために履修すべき科目は必修科目である各分野の「特別研究Ⅲ A、Ⅲ B、Ⅳ A、Ⅳ B、Ⅴ A、Ⅴ B」（合計 18 単位）のみとなっており、これらの科目では博士論文作成のための各自のテーマの研究活動に加え、サブプログラム所属の学生と教員が参加する「後期課程セミナー」では年1回の英語による研究発表を課し、研究進捗状況を英語で発表・議論することを訓練する。 - これにより、高度な専門的知識や問題を実際に解決するために求められる見識と問題解決力、コミュニケーション能力を身に付ける。 - 特定分野の深い専門知識だけでなく幅広い視野を身に付けるため、前期課程の科目、他の学位プログラムやコースの専門科目および大学院共通科目の履修を奨励している。
------------------	--

<p>教育課程の編成方針</p>	<p>< NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 物質・材料研究機構での国際的で知的刺激にあふれた研究環境の中で、専門的な知識と関連分野に関する基礎知識、新概念実証の研究計画の企画・立案ができる見識、企画・立案した研究計画を実験的あるいは理論的に遂行する技能、研究活動における高い倫理観、学会・論文発表を通じた国際的な研究成果の発信や海外の研究者と闊達な議論ができる英語でのコミュニケーション能力を養う。 - 本方針を達成するため、履修すべき科目として「特別研究 IA、IB」、「特別研究 IIA、IIB」、「特別研究 IIIA、IIIB」（計 18 単位）、「セミナー I」、「セミナー II」（計 2 単位）を用意している。 - 「特別研究」では先進的・国際的な研究環境のもとで博士論文作成のための高度な研究活動を行う。 - 「セミナー」では、研究進捗状況を英語で発表・議論することを訓練する。また、幅広く工学分野の知識を身につけるために、教員がそれぞれの研究分野を解説する前期課程の科目「ナノ材料工学特論 I」、「ナノ材料工学特論 II」の履修を推奨している。
<p>学修の方法 特色的な教育</p>	<p>工学分野における高度専門分野の理解と発展に欠かすことのできない基礎能力をもち、博士の学位に相応しい世界レベルの優れた研究成果を学位論文にまとめることが必要であり、特別研究科目によりこれらを修得する。</p> <p>< 電子・物理工学サブプログラム ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 「電子・物理工学特別研究 III A、III B、IV A、IV B、V A、V B」で、応用物理計測、ナノ工学、電子デバイスの分野において、高度専門分野の理解と発展に欠かすことのできない基礎能力、当該分野の研究者、高度専門職業人として求められる高い専門的基礎能力、実践的見識と実行力、広い視野、問題解決能力、世界の専門家と討論できるプレゼンテーション能力及びコミュニケーション能力を身に付ける。 <p>< 物性・分子工学サブプログラム ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 「量子物性」、「量子理論」、「材料物性」、「物質化学・バイオ」の 4 分野の「特別研究 III A、III B、IV A、IV B、V A、V B」により、自ら課題を設定した上で研究を独力で遂行し、研究テーマの意義、成果、位置づけを理解し、英語による情報発信力を備えることが出来る能力を身に付ける。 <p>< NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 「物質・材料工学特別研究 I A、I B、II A、II B、III A、III B」では、金属・セラミック材料工学、ナノ材料工学、有機・生体材料工学、物理工学、および、半導体材料工学分野の世界最先端レベルの研究開発に携わることにより、研究活動における高い基礎能力、倫理観に加えて、当該分野の高度な専門知識、研究計画を遂行する技能、課題解決能力を修得する。 - 「物質・材料工学セミナー I、II」では、英語による研究発表と討論を通じて、研究成果の国際的なプレゼンテーション能力とコミュニケーションの能力を修得する。

入学者受入れの方針 / Admission Policy

<p>求める人材</p>	<p>応用理工学に対する興味と、博士前期課程で身に付けたしっかりした学問的基盤、十分なコミュニケーション能力を有し、広範で豊かな好奇心と目的実現のために努力を惜しまない強い精神力、高い倫理観を有し、深く広い視野、優れた先見性を持つ学生を求める。</p>
<p>入学者選抜方針</p>	<p>基礎学力および基礎知識、及びこれらを基にした深い考察力を選抜の基本パラメータとし、自律的かつ熱意をもって研究を遂行する意欲と集中力を持つ者を、修士論文の内容と入学後の研究計画を基にして口述試験により選抜する。</p>

学修支援体制 / Learning Support Framework

<p>学修支援</p>	<p>〈電子・物理工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 複数指導教員体制により、研究指導の客観性と多様な相談への対応体制を整えている。 - 博士1年生必修の大学院セミナーを開講している。そこでは、自身の研究内容を発表し、また他者の発表を聴講することを通して、自身の研究内容を客観的に見直す契機とし、研究の深化を支援している。 <p>〈物性・分子工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 副指導教員体制により、研究指導の客観性と多様な相談への対応体制を整えている。 - 学外での研究成果発表会への参加機会を供し、旅費の支援を行っている。自身の研究体制を客観的に見直す契機とし、研究の深化を支援している。 - 論文執筆、英語でのプレゼンテーション能力向上のための集中講義を開講している。 - 幅広い見識の拡大を目指し、学内外の講師を招き、物質工学域セミナーを開催している。 <p>〈NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム〉</p> <p>年に1回、全ての学生は物質・材料工学セミナーにおいて自分の研究内容を英語で発表することを義務付けている。発表内容が博士後期課程にふさわしいレベルか、社会的課題に込んでいるか、学生が物質・材料工学分野の専門家としての知識を有しているか、英語で議論できるコミュニケーション能力を有しているかなど、専攻内の全ての教員により評価する。</p>
--------------------	--

<p>学生同士の交流機会</p>	<p>〈電子・物理工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 博士1年生必修の大学院セミナーを開講している。そこでは、自身の研究内容を発表し、また他者の発表を聴講し、質疑応答を通して、学年／組織を超えた学生同士の交流機会を促進する仕組みを教育課程に組み込んでいる。 - 学類の講義・実験のTAにより、学生同士が学び合う機会を継続的に生み出す仕組みを創出している。 - 学術院で開催される学生の集いを通じて、専門を超えた学生同士の交流機会を供している。 <p>〈物性・分子工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 所属年次以外の成果発表会への参加機会を供し、質疑応答の場などを通じて、学年を超えた学生同士の交流機会を促進する仕組みを教育課程に組み込んでいる。 - TAや留学生に対するチューター制度により、学生同士が学び合う機会を継続的に生み出す仕組みを創出している。 - 学術院や研究センターで開催される学生の集いを通じて、専門を越えた学生同士の交流機会を供している。 <p>〈NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム〉</p> <p>学生の発表会終了後に懇親会を行い、学生の交流を促進している。また博士前期課程学生の発表会をポスター形式とすることで後期課程学生も交えて交流する機会を提供している。</p>
<p>教員との交流機会</p>	<p>〈電子・物理工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 学術院で開催される学生の集いを通じて、専門を超えた学生同士の交流機会を供している。 - 大学院セミナーでは指導教員、副指導教員のほか、他の教員の前でプレゼンテーションを行い、質疑応答することで、指導教員／指導以外の教員との交流機会を供している。 - 年に1度、大学院生と教員の懇談会を開催して、学生と教員の交流を促進している。 <p>〈物性・分子工学サブプログラム〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 学術院や研究センター等で開催される集いを通じて、専門を越えた教員との交流機会を供している。 - 博士論文発表会等に学位プログラム担当教員全員が参加し意見交換などを通じて指導教員／指導以外の教員との交流機会を供している。 - 年に1回、教員と学生の懇談会を開催している。 <p>〈NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム〉</p> <p>学生の発表会終了後に懇親会を行い、教員と学生の交流を促進している。</p>

教育の質の保証と改善の方策 / Approaches to Assuring and Enhancing Educational Quality

〈電子・物理工学サブプログラム〉

- 運営委員会において、学生の学修成果に関する評価を行い、教育課程の妥当性や指導の適切性を検証する。
- 講義（専門科目、専門基礎科目等）終了後にアンケートを行い、検証と改善の参考にしている。
- 学務委員を中心にシラバスのチェックが毎年行われており、必要に応じて教員に修正や改善を促すことで質を保証している。

〈物性・分子工学サブプログラム〉

- 運営委員会において、学生の学修成果に関する評価を行い、教育課程の妥当性や指導の適切性を検証する。

〈NIMS 関係物質・材料工学サブプログラム〉

- 運営委員会において、学生の学修成果に関する評価を行い、教育課程の妥当性や指導の適切性を検証する。