

■ エネルギー化学専攻

教育目標及び育成すべき人材

専攻主任教授 武 哲夫

1. 専攻の特色

エネルギー化学専攻は、次世代エネルギー社会の実現のために化学の視点から貢献できる技術者の育成を目的として、エネルギーに関連する物質や材料、デバイス、システムについての教育・研究を行なう、日本の他大学院では類例のない特色ある専攻である。低環境負荷で高効率なエネルギー利用技術の開発のためには、それを支える化学および化学と密接に関連した理工学分野の高度な専門知識と技術が必要とされる。このため、本専攻では以下の4学科目を設置し、機能性材料開発や燃料電池、太陽電池、光触媒、エネルギー変換デバイス、水素利用システムなどを主な対象として教育・研究に取り組んでいる。

「エネルギーシステム」：水素エネルギーシステムの構築と高効率化、燃料電池の性能向上と耐久性評価、高効率エネルギー資源変換、グリーンプロセス、カーボンニュートラルシステム

「エネルギー材料設計・解析」：機能性材料の合成・構造解析・特性評価、X線分析、赤外-可視-紫外分光分析、化学反応解析、廃棄物活用、水素製造、分子性材料、錯体化学

「エネルギー材料化学」：燃料電池用および色素増感太陽電池用構成材料、可視光応答型光触媒、有機分子組織体の機能性評価、新素材設計・合成・特性評価、高温構造・電子材料、精密熱処理プロセス

「高分子・バイオ化学」：精密重合・液晶配向プロセスによる電子・イオン伝導性ポリマーの開発と蓄電・発電デバイスへの応用、生体適合性微粒子材料および酵素反応を利用する環境調和型物質変換・輸送技術の開発

また、学問領域の垣根を越えた幅広い専門知識と俯瞰的視野をもつ研究者・技術者を育成するため、エネルギー化学専攻では電気電子工学専攻と共同で「先端ナノテクデバイス専修コース」を設置している。

2. 専攻のポリシー

ディプロマポリシー			
社会で必要とされる幅広い教養と倫理観ならびに自らの考えを発信するためのコミュニケーション能力や語学力、プレゼンテーション能力を修得している。	理工学分野の基幹学問の知識に加え、機能性素材の開発、エネルギー材料の分析と特性評価、エネルギーデバイスやシステムへの応用など、エネルギーの高度利用に関連する幅広い知識と高度な技術を修得している。	持続可能な社会の実現のために必要な新技術の創成において、自ら課題を発見しそれを解決できる能力ならびにエネルギー化学分野の知識や技術を実践的に応用できる能力を修得している。	
カリキュラムポリシー			
工学の基礎となる数学や物理、化学に加えて、英語および工学教養に関する科目の学修により、国際性をもった専門職業人としての素養を身に付けるための教育課程を編成する。	エネルギー化学分野の基礎となる科目の総合的かつ体系的な学修を通して、研究の遂行に必要な幅広い基礎知識や基礎技術を習得させる教育課程を編成する。	エネルギー利用を支える化学の高度な知識と先進的技術の学修ならびに学問領域の垣根を越えた幅広い専門知識、技術の体系的な修得により、総合的研究推進能力を育成する教育課程を編成する。	エネルギー化学に関する各自の研究テーマを推進することで、実践的な研究遂行能力と課題解決能力を涵養する教育課程を編成する。
A分類	B分類	C分類	D分類

3-1. 各区分の科目対応表

区分	科目名	必選	A分類	B分類	C分類	D分類
基礎	偏微分方程式論Ⅰ	選択	○			
基礎	偏微分方程式論Ⅱ	選択	○			
基礎	離散数学特論Ⅰ	選択	○			
基礎	離散数学特論Ⅱ	選択	○			
基礎	解析幾何学特論Ⅰ	選択	○			
基礎	解析幾何学特論Ⅱ	選択	○			
基礎	統計解析特論	選択	○			
基礎	計算科学特論	選択	○			
基礎	数学解析特論	選択	○			
基礎	量子力学特論Ⅰ	選択	○			
基礎	量子力学特論Ⅱ	選択	○			
基礎	誘電体特論	選択	○			
基礎	磁性材料応用特論	選択	○			
基礎	分析化学特論	選択	○			
基礎	化学反応特論	選択	○			
基礎	統計力学特論	選択	○			
基礎	機能性材料物性特論	選択	○			
教養	技術英語演習Ⅰ	選択	○			
教養	技術英語演習Ⅱ	選択	○			
教養	英語プレゼンテーション技法	選択	○			
教養	エネルギー環境工学特論	選択	○	○		
教養	研究の作法	選択	○			
教養	インターンシップ	選択	○			
教養	環境保全技術特論	選択	○			
教養	設計基礎論	選択	○			
教養	技術と知的財産	選択	○			
教養	工学教養特別講義（安全学）	選択	○			
専門	応用電気化学特論	選択		○		
専門	エネルギー変換材料特論	選択		○		
専門	高分子エネルギー材料学特論	選択		○		
専門	材料と物性特論	選択		○		
専門	エネルギー有機材料特論	選択		○		
専門	超分子化学特論	選択		○		
専門	反応工学特論	選択		○		
専門	真空工学特論	選択			○	
専門	先端 X 線分析特論	選択		○		
専門	無機材料プロセス特論	選択		○		
専門	特別講義	選択			○	
専門	エネルギーシステム特論Ⅰ	選択			○	

3-2. 各区分の科目対応表

区分	科目名	必選	区分A	区分B	区分C	区分D
専門	反応プロセス工学特論	選択		○		
専門	エネルギー材料設計・解析特論Ⅰ	選択			○	
専門	結晶化学特論	選択			○	
専門	機能性材料設計特論	選択			○	
専門	エネルギー材料化学特論Ⅰ	選択			○	
専門	分子性材料化学特論	選択			○	
専門	高分子・バイオ化学特論Ⅰ	選択			○	
専門	生体分子機能化学特論	選択			○	
専門	エネルギーシステム特論Ⅱ	必修			○	
専門	エネルギー材料設計・解析特論Ⅱ	必修			○	
専門	エネルギー材料化学特論Ⅱ	必修			○	
専門	高分子・バイオ化学特論Ⅱ	必修			○	
専門	各学科目実験Ⅰ	必修				○
専門	各学科目実験Ⅱ	必修				○
専門	特別研究	必修	○			○

学科目 研究内容

■エネルギーシステム Energy Systems

武 哲夫 / 高津 淑人

地球環境と調和した持続的発展型の社会が求める新たなエネルギーシステムの開発に貢献し得る人材の育成を目標とする。クリーンなエネルギー変換法として注目されている燃料電池システム、および再生可能な有機資源を代替エネルギーとして利用するための触媒反応システムをテーマに研究と教育を行っている。システム構築に欠かせない化学工学の専門知識を中心に、エネルギー科学を構成する幅広い学術分野（電気化学、触媒化学、有機化学、無機化学等）の知識と技術を学習・習得する。燃料電池システムについては、固体高分子形燃料電池システムと固体酸化物形燃料電池システムの高性能化、低価格化および長寿命化を目指したセル構成、運転方法、システム構成などに着目し、また、触媒反応システムについては、石油製品を網羅的に代替できる植物資源（バイオマス）の変換に高活性な触媒、速度論と平衡論に基づく反応システムの最適化などに着目し、広範囲にわたって研究に取り組んでいる。これらの研究テーマを通して化学工学とエネルギー科学に関する知識を吸収し、複合的・総合的な視点からエネルギー・環境に関する諸問題をとらえることのできる能力を有する修士を育成する。

■エネルギー材料設計・解析 Design and Analysis of Materials for Energy 宗像 文男 / 江場 宏美 / 塩月 雅士

エネルギー分野で使用する新機能材料や化学反応プロセスの開発を目的として、環境負荷を考慮した発想・視点のもとに物質・材料を設計・合成し、反応機構の解明や分析・解析を通して材料特性の評価を行う。種々の材料の構造・組織をX線、電子線、赤外-可視-紫外光、レーザーなどを用いた計測・観察機器や各種分光装置、熱分析装置、クロマトグラフ等々により様々な観点から分析・評価し、また電気化学的特性、電磁氣的・光学的特性、表面・界面・細孔特性などの計測により諸物性を明らかにし、使用目的に適合した材料機能を発現させ、その用途・応用を検討する。さらに酸化・還元、化合・分解、イオン交換などの化学的性質・反応の解明を通して、材料の化学的機能を創出する。具体的には、廃棄物を活用してエネルギーや資源を取り出す化学反応プロセスの検討、光触媒の組成・形態制御と触媒活性の向上、自己組織化ナノマテリアル合成の高効率化、重金属吸着性セラミックスおよびエネルギー貯蔵・変換材料の設計に基づいたデバイス開発、さらには材料の分析・解析方法の改良や、新しい物理分析手法・装置の開発にも取り組む。種々の実験・評価・分析を通して計測・観察技術を習得するとともに、物質の化学的・物理的性質を総合的に評価する視野・判断力、新しい材料開発を行う上で重要な大局的な視点の育成を教育目標とし、材料特性評価や新材料開発および分析・計測技術の革新とその応用研究に携わる修士を育成する。

■エネルギー材料化学 Energy Materials Chemistry

高橋 政志 / 岩村 武 / 小林 亮太

熱、電気、光、動力あるいは化学エネルギーなどの多様な形態をとるエネルギー間の相互変換、輸送、貯蔵および利用に関する技術は、必要とされる様々な機能性材料の探索、製法開発、機能改善によって支えられてきた。本学科目では環境に対する安全性・資源の継続性・リサイクル性などの社会的影響を考慮しながら、エネルギー関連の有機・無機機能性材料の改良・開発と分析・性能評価に関する知識と技術を習得する。特に、多岐にわたるセラミックスや有機材料あるいはそれらの複合材料の中で、色素増感太陽電池の構成材料や可視光応答型光触媒、高温構造・電子材料への応用を念頭に、ナノ加工技術・ナノ構造体作製技術・分子配向制御技術・表面修飾技術・精密熱処理プロセス技術などによって大幅な機能の向上を目指した新素材の設計・製造および特性評価に関する研究ならびに教育を行う。これらの取り組みを通して、有機化学・無機化学・応用化学の基礎知識とエネルギー関連材料に関する専門知識、機能性材料の製造・評価技術を学習・習得し、エネルギー化学分野で活躍できる技術者・研究者としての修士を育成する。

■高分子・バイオ化学 Polymer Chemistry and Biochemistry

金澤 昭彦 / 黒岩 崇

高分子化学とバイオ化学に関する教育・研究を通して、環境エネルギー材料分野における新技術・新材料の研究開発に従事できる優れた人材の育成を目指す。高分子化学においては高分子合成化学、機能材料化学、液晶化学、光化学を学習し、その基礎に立って新規な重合反応・素反応開発から化合物合成、物性・構造評価、さらに新物質やナノ構造に起因する機能材料開拓までを行い、実験技術・評価技術を習得する。素材としては容易に入手可能な化合物を利用し、化学技術により付加価値のある物質を創生することを目指す。具体的には、新しい導電性ポリマーの開発と蓄電デバイスへの応用、液晶を由来とするナノ構造材料の開発と発電デバイスへの応用、刺激応答型ポリマー電解質の開発と環境・エネルギー材料への応用などの研究テーマを通して高分子化学の基礎と応用を学習・習得する。バイオ化学においては生化学、生物反応速度論、生体触媒化学、バイオマス変換技術などを学習し、これらを基礎として、生体分子集合体を利用した新規機能材料の開発、酵素反応による有用物質の合成・変換技術の開発、生体高分子を基盤とする生体・環境適合性微粒子材料の開発、および各種エネルギー材料への応用など、多面的な実験・研究・開発を通してバイオ化学の種々の実験技術、評価技術の基礎から応用までを学習・習得する。以上のテーマに関する教育・研究を通して、この分野で活躍できる技術者・研究者としての修士を育成する。

教育課程表 学科目及び必修科目

1. †印科目は選択必修科目で、これらのうち指導教授又は研究指導補助教員が担当する科目を履修しなければならない。
2. 学科目に付随する科目(実験・演習等)及び特別研究は、授業時間外において指導教授の指導のもと行う。
3. 指導教授欄の*印は、研究指導補助教員を意味する。

学 科 目	必 修 科 目	年次・単位数			指 導 教 授
		1年次	2年次	計	
エネルギーシステム	†エネルギーシステム特論Ⅰ	2		2	教 授 武 哲夫 准教授 高津 淑人
	†反応プロセス工学特論	2		2	
	エネルギーシステム特論Ⅱ	2		2	
エネルギー材料設計・解析	†エネルギー材料設計・解析特論Ⅰ	2		2	教 授 宗像 文男 准教授 江場 宏美 准教授 塩月 雅士
	†結晶化学特論	2		2	
	†機能性材料設計特論	2		2	
	エネルギー材料設計・解析特論Ⅱ	2		2	
エネルギー材料化学	†エネルギー材料化学特論Ⅰ	2		2	教 授 高橋 政志 准教授 岩村 武 講 師 小林 亮太 *
	†分子性材料化学特論	2		2	
	エネルギー材料化学特論Ⅱ	2		2	
高分子・バイオ化学	†高分子・バイオ化学特論Ⅰ	2		2	教 授 金澤 昭彦 准教授 黒岩 崇
	†生体分子機能化学特論	2		2	
	高分子・バイオ化学特論Ⅱ	2		2	
各学科目共通	各学科目実験Ⅰ	2		2	各学科目担当教員
	各学科目実験Ⅱ	(2)	2	2	
	特別研究			8	

履修モデル

履修モデル：エネルギーシステム

工学研究基礎・教養科目	専門基礎科目	専門科目	関連科目
偏微分方程式論 I	応用電気化学特論	エネルギーシステム特論 I	エネルギー材料設計・解析特論 I
偏微分方程式論 II	エネルギー有機材料特論	エネルギーシステム特論 II	超分子化学特論
統計解析特論	材料と物性特論	結晶化学特論	生物反応速度論特論
量子力学特論 I	先端 X 線分析特論	反応工学特論	機能性材料設計特論
統計力学特論	無機材料プロセス学特論	エネルギー材料化学特論 I	材料力学特論 I (他専攻)
機能性材料物性特論		エネルギー変換材料特論	
技術英語演習 I		反応プロセス工学特論	
技術英語演習 II			
エネルギー環境工学特論			
計算科学特論			
設計基礎論			
インターンシップ			

履修モデル：エネルギー材料設計・解析

工学研究基礎・教養科目	専門基礎科目	専門科目	関連科目
偏微分方程式論 I	材料と物性特論	エネルギー材料設計・解析特論 I	エネルギー材料化学特論 I
偏微分方程式論 II	先端 X 線分析特論	エネルギー材料設計・解析特論 II	超分子化学特論
計算科学特論	エネルギー有機材料特論	結晶化学特論	エネルギー変換材料特論
量子力学特論 I	応用電気化学特論	機能性材料設計特論	無機材料プロセス学特論
分析化学特論			新素材工学特論(他専攻)
統計解析特論			信頼性工学特論(他専攻)
統計力学特論			表面処理特論(他専攻)
機能性材料物性特論			
技術英語演習 I			
技術英語演習 II			
エネルギー環境工学特論			
インターンシップ			

履修モデル：エネルギー材料化学

工学研究基礎・教養科目	専門基礎科目	専門科目	関連科目
偏微分方程式論Ⅰ	材料と物性特論	エネルギー材料化学特論Ⅰ	結晶化学特論
偏微分方程式論Ⅱ	先端X線分析特論	エネルギー材料化学特論Ⅱ	エネルギー材料設計・解析特論Ⅰ
計算科学特論	エネルギー有機材料特論	分子性材料化学特論	生体分子機能化学特論
量子力学特論Ⅰ	応用電気化学特論	超分子化学特論	反応プロセス工学特論
分析化学特論	無機材料プロセス学特論	高分子エネルギー材料学特論	機能性材料設計特論
化学反応特論		エネルギー変換材料特論	真空工学特論
機能性材料物性特論			高分子・バイオ化学特論Ⅰ
技術英語演習Ⅰ			表面処理特論(他専攻)
技術英語演習Ⅱ			新素材工学特論(他専攻)
英語プレゼンテーション技法			
エネルギー環境工学特論			
インターンシップ			

履修モデル：高分子・バイオ化学

工学研究基礎・教養科目	専門基礎科目	専門科目	関連科目
偏微分方程式論Ⅰ	エネルギー有機材料特論	高分子・バイオ化学特論Ⅰ	エネルギー材料化学特論Ⅰ
偏微分方程式論Ⅱ	先端X線分析特論	高分子・バイオ化学特論Ⅱ	機能性材料設計特論
計算科学特論	無機材料プロセス学特論	生体分子機能化学特論	表面処理特論(他専攻)
量子力学特論Ⅰ		高分子エネルギー材料学特論	新素材工学特論(他専攻)
統計力学特論		生物反応速度論特論	ナノバイオハイブリッド工学特論(他専攻)
機能性材料物性特論		超分子化学特論	
技術英語演習Ⅰ		分子性材料化学特論	
技術英語演習Ⅱ			
エネルギー環境工学特論			
環境保全技術特論			
インターンシップ			