

## 27 物質電子化学専攻 学習課程

物質電子化学専攻では、化学反応は「電子の移動過程である」との理念に基づき、原子・分子レベルからその集合体である材料開発まで化学を通して学際的で最先端の研究に柔軟に対応できる教育・研究を行っている。本専攻ではこうした広範な化学分野を的確に理解し、新たな領域を切り開いて行く人材を養成するため、基盤となる学問分野を高度な水準で履修する「授業科目」と、研究者・技術者として必須の知識と素養を身に付ける「研究指導」を両輪として学習課程を構成している。

また、修士論文研究では、研究指導を通じた学習成果を専攻の統一基準で評価、博士論文研究においては学術誌への論文受理を義務づけるなど、客観的な指標を重視している。

### 【修士課程】

#### 人材養成の目的

本課程では、基礎化学の習熟と広範な最先端化学に関する知識および技術の修得を通じて、多様化する科学技術の分野において、異分野の研究者・技術者とも積極的に交流できる高度かつ柔軟な思考力を養い、高い見識と倫理観のもとに社会の発展に貢献する国際性豊かな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。

- ・ 化学分野の研究・技術開発に必要な理工系基礎学力と論理的思考能力
- ・ 専門知識を自在に活用して課題解決を行う力
- ・ 化学分野以外の専門学力を自己修得し実践する能力
- ・ 科学技術課題を本質的に理解するための幅広い専門学力
- ・ 高い見識と倫理観のもとに社会に貢献する研究開発を実行する力
- ・ 国際的視野をもって研究・開発の潮流を理解する能力
- ・ 日本語と英語による論理立った説明能力と文書化能力を持ち、議論を展開できる力

#### 学習内容

本課程では、上記の能力を身に付けるために、次のような内容に沿って学習する。

##### A) 化学および関連する幅広い専門知識

学部で学んだ化学および関連分野の基礎知識をより深く習熟し、さらに最先端化学を含む、高度かつ広範な専門分野を履修する。

##### B) 他専門分野

専門分野に関わる科目の履修のみならず、他専攻の授業科目等を積極的に履修することで見識を広げ、異分野への適応能力の向上を図る。

##### C) 修士論文研究

課題解決のために必要となる専門的知識を講義で学び、修士論文研究で実践する。指導教員と他教員からの指導を通じて、自ら課題を解決するための方法論を学ぶ。

##### D) 実践研究スキル

修士論文研究を通じて当該分野における最先端の研究に携わるとともに、学生自らの発想や創意工夫を取り入れた研究を実践し、創造性豊かな研究能力を修得する。

##### E) 論理的対話スキル

修士論文研究や講究を通じて、研究成果を発信する能力とともに、専門分野内外の研究者・技術者との確に意見交換するための論理的思考力、コミュニケーション能力を修得する。

#### 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。

- 30 単位以上を大学院授業科目から取得していること
- 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 8 単位、研究関連科目を 4 単位取得していること
  - 専攻専門科目を 14 単位以上、他専門科目を 2 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
- 修士論文研究において、研究計画の設定、評価、改善といった一連の研究プロセスを履修していること
- 修士論文審査および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」と「他専門科目」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 物質電子化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	12 単位		
講究科目	• 8 単位	表2の講究科目	A), E)
研究関連科目	• 4 単位	表2の研究関連科目	C), D), E)
専門科目群	16 単位以上		
専攻専門科目	• 14 単位以上	表3の専攻専門科目より選択	A), B), D), E)
他専門科目	• 2 単位以上	表3の他専門科目より選択	B)
大学院教養・共通科目群	2 単位以上		
大学院国際コミュニケーション科目 大学院総合科目 大学院広域科目 大学院文明科目 大学院キャリア科目 大学院留学生科目	• 2 単位以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記分類科目のいずれかから選択(表4を参照)</li> <li>※印を付された専攻専門科目の授業科目の単位を大学院教養・共通科目群の授業科目として振替できる。(注1)</li> <li>大学院留学生科目は、外国人留学生のみ履修可</li> </ul>	B), E)
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	

(注1) ※印を付された専攻専門科目の授業科目の単位を振替えた場合、専攻専門科目の単位は認められないで留意すること。

表2 物質電子化学専攻 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	95701	◎	物質電子化学講究第一	0-2-0	前	A), E)	修士課程(1)
	95702	◎	物質電子化学講究第二	0-2-0	後	A), E)	修士課程(1)
	95703	◎	物質電子化学講究第三	0-2-0	前	A), E)	修士課程(2)
	95704	◎	物質電子化学講究第四	0-2-0	後	A), E)	修士課程(2)

研究 関連 科目	95711	◎	物質電子化学特別実験第一	0-0-1	前	C), D), E)	修士課程(1)
	95712	◎	物質電子化学特別実験第二	0-0-1	後	C), D), E)	修士課程(1)
	95713	◎	物質電子化学特別実験第三	0-0-1	前	C), D), E)	修士課程(2)
	95714	◎	物質電子化学特別実験第四	0-0-1	後	C), D), E)	修士課程(2)

表3 物質電子化学専攻 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	95001	□	電気化学	2-0-0	前	A)	
	95002	□	有機電気化学	2-0-0	前	A)	
	95003	□	触媒化学特論	2-0-0	前	A)	
	95005	□	高分子科学特論	2-0-0	前	A)	
	95009	□	有機金属化学	2-0-0	前	A)	
	95050	□	レーザー分光化学	2-0-0	前	A)	
	95071	□	超分子・錯体化学	2-0-0	前	A)	
	95024	□	有機機能分子と高分子の設計	2-0-0	前	A)	
	95010	□	機器分析特論	2-0-0	前	A)	
	95013	□	生物化学	2-0-0	後	A)	
	95018	□	物性物理化学特論	2-0-0	後	A)	
	95056	□	有機合成化学特論	2-0-0	後	A)	
	95057	□	半導体電子物性	2-0-0	後	A)	
	95048	★ □	Inorganic Materials Science	2-0-0	後	A)	E
	95049	★ □	Organic Electrode Process	2-0-0	後	A)	E
	95051	★ □	Laser Spectroscopy for Chemistry	2-0-0	後	A)	O
	95047	★ □	Organic Synthesis	2-0-0	後	A)	E
	95039	★ □	Nanotechnology and Nanoscience	2-0-0	前	A)	E
	95038	★ □	Organic Molecular and Macromolecular Chemistry	2-0-0	後	A)	O
	95058	★ □	Semiconductor Physics and Devices	2-0-0	後	A)	E
	95059	★ □	Applied Electrochemistry	2-0-0	後	A)	O
	95026	□	無機材料科学	2-0-0	前	A)	
	95021	★ □	Coordination Chemistry	2-0-0	後	A)	O
	95028	□	熱・統計力学特論	2-0-0	後	A)	
	34012	※ □	化学環境安全教育	2-0-0	前	B), D), E)	他)応用化学専攻
	95043	□	電気化学応用特論	2-0-0	後	A)	

	95037	★ □	Fundamental Electrochemistry	2-0-0	後	A)	O
	95041	★ □	Fundamental Science of Thermodynamics and Magnetics	2-0-0	後	A)	E
	95045	★ □	Advanced Catalytic Chemistry	2-0-0	後	A)	O
	95046	★ □	Fundamental Biological Chemistry	2-0-0	後	A)	O
	95074	□	Topics in Process Chemistry	2-0-0	後	A)	O
	95063	□	触媒反応化学	2-0-0	前	A)	
	95501	□	物質電子化学特別講義第一	1-0-0	前	A)	
	95502	□	物質電子化学特別講義第二	1-0-0	前	A)	
	95503	□	物質電子化学特別講義第三	1-0-0	前	A)	
	95504	□	物質電子化学特別講義第四	1-0-0	前	A)	
	95505	□	物質電子化学特別講義第五	1-0-0	前	A)	
	95506	□	物質電子化学特別講義第六	1-0-0	前	A)	
	95507	□	物質電子化学特別講義第七	1-0-0	前	A)	
	95508	□	物質電子化学特別講義第八	1-0-0	前	A)	
	95509	□	物質電子化学特別講義第九	1-0-0	前	A)	
	95052	□	物質電子化学専攻インターンシップ第一A	0-0-1	前	D), E)	
	95053	□	物質電子化学専攻インターンシップ第一B	0-0-1	後	D), E)	
	95054	□	物質電子化学専攻インターンシップ第二A	0-0-2	前	D), E)	
	95055	□	物質電子化学専攻インターンシップ第二B	0-0-2	後	D), E)	
	28009	□	エネルギー基礎学理	2-0-0	前	A)	他) 環エネ院
	28010	□	エネルギーデバイス基礎特論	2-0-0	前	A)	他) 環エネ院
	28011	□	エネルギーマテリアル基礎特論	2-0-0	後	A)	他) 環エネ院
	28013	□	Scientific Writing	1-1-0	前	D), E)	他) 環エネ院
	28015	□	科学技術社会論	2-0-0	後	A)	他) 環エネ院
	40082	□	Intensive Thermal Engineering	2-0-0	後	A)	他) 機械系3専攻・環エネ院 (個別指定対応)
	95072	#	物質電子化学異分野特定課題研究 スキルA	0-2-0	前	A)	他) 環エネ院
	95073	#	物質電子化学異分野特定課題研究 スキルB	0-2-0	後	A)	他) 環エネ院
他専門科目	97035		固体光化学	2-0-0	前	B)	他) 物質科学創造専攻
	97034		集積分子工学特論	2-0-0	前	B)	他) 物質科学創造専攻
	87064		環境基礎群・無機化学	2-0-0	前	B)	他) 化学環境学専攻
	87063		環境基礎群・有機化学	2-0-0	前	B)	他) 化学環境学専攻
			上記の他専門科目に加えて、 他専攻及び各教育院の専門科 目群の授業科目(自専攻の専 攻専門科目を除く)				

(注) 1) 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)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)★印を付している授業科目は、国際大学院プログラムに対応する科目である。

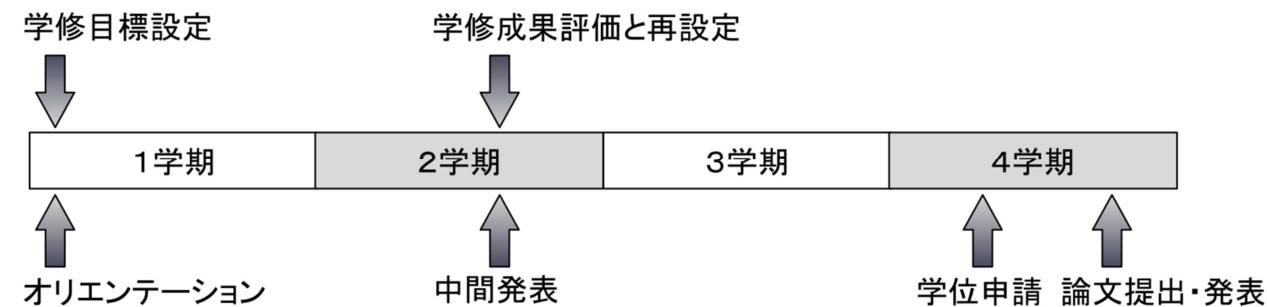
- 4)※印を付している専攻専門科目は、大学院教養・共通科目群の授業科目に振替えることができる。ただし、振替えた場合は、専攻専門科目の単位として認めない。
- 5)□印を付してある授業科目は、リーディング大学院「環境エネルギー協創教育院」プログラムに対応する科目を表す。
- 6)♯印を付された授業科目は、リーディング大学院「環境エネルギー協創教育院」プログラムに所属する他専攻の学生のみ、環境エネルギー協創教育院の他専門科目として履修することができる。
- 7)備考欄中の他)は、専攻で指定した他専攻の開設科目である。
- 8)備考欄中の他)環エネ院(個別指定対応)の授業科目は、リーディング大学院「環境エネルギー協創教育院」に所属する学生から専攻専門科目とみなすよう申請し、受理された場合には専攻専門科目として扱う科目である。

表4 物質電子化学専攻 大学院教養・共通科目群

分類・授業科目	学習内容	備考
大学院国際コミュニケーション科目		・左記各研究科共通科目より選択
大学院総合科目		
大学院広域科目		
大学院文明科目	B), E)	・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。
大学院キャリア科目		
大学院留学生科目		

### 修士論文研究

修士論文研究では、一連の研究プロセスを体験し、問題設定能力、問題解決力やコミュニケーション力の向上を目指す。そのための修士論文研究の流れを付図1に示す。研究室での講究を通じて、学期毎に目標設定と評価を進める。また、修士学位の取得については、2学期に中間発表を行い、修士論文の提出および発表に至る。



付図1 物質電子化学専攻修士課程における修士論文研究の流れ

## 【博士後期課程】

### 人材養成の目的

本課程では、先端的かつ創造的な学術研究・技術開発を推進するための高度な化学的専門知識と卓越した技術を有し、先見性、課題発掘能力および高い見識と倫理観をもって、世界的なレベルで将来の科学技術を牽引する研究者及び技術者の養成を目的とする。

### 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。

- ・ 化学分野の先端的研究・技術開発を推進するための高度な専門学力と論理的思考力
- ・ 高度かつ広範な専門知識を活用し、新たな創造的研究課題を提案し解決する能力
- ・ 異分野における科学技術課題に取り組むために十分な幅広い専門知識
- ・ 世界的な研究・開発の潮流を理解し体系化する能力
- ・ 高い見識と倫理観のもとに知のフロンティアを先導する力
- ・ 日本語と英語による論理立った説明能力と文書化能力を持ち議論をリードする能力

### 学習内容

本課程では、上記の能力を身に付けるために、次のような内容に沿って学習する。

- A) 化学および関連分野の高度かつ広範な専門知識  
講究を通じて世界レベルの先端化学と最新技術を理解し、専門知識の深化・先鋭化を図る。
- B) 化学分野におけるマルチリンガル能力  
専門分野のみならず、複数の異分野における先端研究の潮流を理解し、自身の課題研究に応用できる能力を修得する。
- C) 博士論文研究  
世界的水準の研究を自ら構築する能力を修得するために、博士論文研究を実施する。指導教員と他教員との議論を行い、既存の枠組みを越えた斬新かつ独創的発想に基づく提案能力を身につける。
- D) 論理的対話力  
国内外の多様な分野の研究者・技術者と発展的な議論を展開するための論理的思考力、コミュニケーション能力を修得する。

### 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. 博士論文研究において、研究計画の設定、評価、改善といった一連の研究プロセスを履修していること
3. 査読付きの学術誌に論文受理の実績を有すること
4. 博士論文審査を経て、最終審査に合格すること

表5 物質電子化学専攻 博士後期課程研究科目群

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	95801	◎	物質電子化学講究第五	0-2-0	前	A), B), D)	博士後期課程(1)
	95802	◎	物質電子化学講究第六	0-2-0	後	A), B), D)	博士後期課程(1)
	95803	◎	物質電子化学講究第七	0-2-0	前	A), B), D)	博士後期課程(2)

	95804	◎	物質電子化学講究第八	0-2-0	後	A), B), D)	博士後期課程(2)
	95805	◎	物質電子化学講究第九	0-2-0	前	A), B), D)	博士後期課程(3)
	95806	◎	物質電子化学講究第十	0-2-0	後	A), B), D)	博士後期課程(3)

### 博士論文研究

博士論文研究では、問題解決力に加えて問題設定能力を培い、さらに英語によるコミュニケーション力の向上を目指す。また、講究を通じて、学期毎に研究目標設定と評価を進める。博士学位の取得に向けては、付図2の博士論文研究の流れに示すように、博士論文の提出、研究発表を経て、最終試験に至る。



付図2 物質電子化学専攻博士後期課程における博士論文研究の流れ

\*総合理工国際大学院教育研究特別コースにおいては、大学院特別教育研究コースの当該コースの履修案内を参照すること

## [教 授 要 目]

### 95701～95704

<b>物質電子化学講究第一</b>	前学期	2単位	各 教 員
同 <b>第二</b>	後 ノ	2 ノ	
同 <b>第三</b>	前 ノ	2 ノ	
同 <b>第四</b>	後 ノ	2 ノ	

(Seminar in Electronic Chemistry I - IV)

修士課程2ヵ年の在学期間(通算4学期)に順次履修する。これらの実施は指導教員の研究室で行なわれることが原則であるが、専門の近い研究室が合同して行われることもある。

### 95801～95806

<b>物質電子化学講究第五</b>	前学期	2単位	各 教 員
同 <b>第六</b>	後 ノ	2 ノ	
同 <b>第七</b>	前 ノ	2 ノ	
同 <b>第八</b>	後 ノ	2 ノ	
同 <b>第九</b>	前 ノ	2 ノ	
同 <b>第十</b>	後 ノ	2 ノ	

(Seminar in Electronic Chemistry V - X)

いずれも博士後期課程における学科目であり、それぞれ示した期間に履修するものとする。この内容は博士後期課程相当の高い程度の輪講、演習、実験等より成るものである。

### 95711～95714

<b>物質電子化学特別実験第一</b>	前学期	1単位 (0-0-1)	各 教 員
同 <b>第二</b>	後 ノ	1 ノ (0-0-1)	
同 <b>第三</b>	前 ノ	1 ノ (0-0-1)	
同 <b>第四</b>	後 ノ	1 ノ (0-0-1)	

(Laboratory Work in Electronic Chemistry I - IV)

各学生の指導教員が自己の研究室において学生に履修させる専門的な実験。修士課程2ヵ年の在学期間(通算4学期)に順次履修する。

備考:平成18年度より新規開講。必修科目。平成18年度以降入学の修士課程学生が対象。

### 95001

#### 電気化学(Electrochemistry)

前学期 2-0-0 大坂 武男 教授・北村 房男 准教授

電気化学測定を実施するために必要な装置系について述べ、ボルタノメトリー、ポテンシオメトリーなど種々の電気化学測定法の理論とその実際にについて解説する。

### 95002

#### 有機電気化学(Organic Electrochemistry)

前学期 2-0-0 稲木 信介 准教授

有機物を対象とした電気化学挙動、特に有機化合物の電解合成に重きを置いて基礎から解説する。電極電子移動を鍵とした有機合成の特徴、優位性、制約の理解を目標とする。また、ファインケミカル合成から高分子反応まで最近の動向についても講義する。

### 95003

#### 触媒化学特論(Advanced Catalytic Chemistry)

前学期 2-0-0 ○野村 淳子 准教授・原 亨和 教授・馬場 俊秀 教授・穂田 宗隆 教授・竹内 大介 准教授・本倉 健 講師・鎌田 慶吾 講師

触媒反応の速度論、反応機構ならびに活性種の化学的性質の研究法について解説し、新しい触媒を設計するに当っての考え方を述べる。また表面の構造や化学的性質と反応との関連を論じるとともにトピックス

となっている新しい触媒反応、有機合成やエネルギー化学における触媒の応用などについても解説する。

## 95005

### 高分子科学特論 (Special Lecture of Polymer Sciences)

前学期 2-0-0 ○福島 孝典 教授・富田 育義 教授・彌田 智一 教授・小坂田耕太郎 教授・  
竹内 大介 准教授・高田十志和 教授・大塚 英幸 教授・芹澤 武 教授・

小西 玄一 准教授・石曾根 隆 准教授・斎藤 礼子 准教授・稻木 信介 准教授

高分子生成論、高分子のキャラクタリゼーション、高分子の化学構造と物性との関係、高分子の結晶化と粘弾性等の基礎を論じ、さらに高分子の機能設計、応用について講義する。

## 95009

### 有機金属化学(Organometallic Chemistry)

前学期 2-0-0 中村 浩之 教授・布施新一郎 准教授

有機合成化学において特に重要な役割を果たしている有機金属化学について、その反応機構の観点から述べ、それぞれの有機金属試薬の性質や特徴などを実際の天然物合成や医薬品合成等への応用例を紹介しながら解説する。

## 95050

### レーザー分光化学(Laser Spectroscopy and Dynamics for Chemistry)

前学期 2-0-0 藤井 正明 教授・酒井 誠 准教授

種々の光遷移に関する分子分光学の理論を講義し、基底状態の分子振動、電子励起状態での分子構造と緩和過程について詳述する。また、スペクトルを測定する種々の実験手法、特にレーザーを用いる手法を中心に紹介する。

## 95071

### 超分子・錯体化学(Supramolecular and Complex Chemistry)

前学期 2-0-0 福島 孝典 教授・小泉 武昭 准教授

超分子錯体および遷移金属錯体の化学について主に合成化学的立場から述べる。超分子錯体の合成法、機能、超分子を形成する分子間に働く力などについて解説し、最近のトピックスについても紹介する。また、金属錯体化学の基礎理論、結合論、合成法、反応性および遷移金属錯体の触媒作用(重合、低重合、還元、酸化、異性化、カルボニル化)について講義する。

## 95024

### 有機機能分子と高分子の設計(Design of Organic Functional Molecules and Macromolecules)

前学期 2-0-0 富田 育義 教授

導電性、磁性、分子認識、メモリー、スイッチングなどの様々な機能性を示す有機分子や超分子について、また多様な反応性や機能性をもつ高分子材料の合成手法や性質について各々講述する。

## 95010

### 機器分析特論(Instrumental Analysis)

前学期 2-0-0 ○稻木 信介 准教授・小田原 修 教授・久堀 徹 教授・林 宣宏 准教授・  
原 亨和 教授・大谷 弘之 准教授・北村 房男 准教授・吉沢 道人 准教授  
酒井 誠 准教授・本倉 健 講師

電子化学およびその関連分野の研究を行うのに必要な機器分析法(螢光分析、電気泳動、質量分析、高速液体クロマトグラフィー、核磁気共鳴、電子顕微鏡、X線解析、表面分析—電子分光、赤外・ラマン分光、旋光分散、円二色性など)について解説する。

母体専攻及び指定専攻以学の学生については受講を制限する場合がある。

## 95013

### 生物化学(Biochemistry)

後学期 2-0-0 田中 寛 教授・今村 壮輔 准教授

糖、脂質、タンパク質、核酸などの細胞を構成する生体物質について、基本的知識の習得を行なう。また、生体内における代謝反応、エネルギー変換、遺伝情報の発現についての基本事項の理解を目標とする。

## 95018

### 物性物理化学特論(Thermodynamics and Magnetic Properties of Materials)

後学期 2-0-0 川路 均 教授・松下 伸広 准教授

講義の前半では、固体における熱物性を理解するために不可欠な統計熱力学についての基礎的概念の学習あるいは復習を行い、さらに固体の熱容量、熱伝導率、熱膨張率などの熱物性について学習する。講義の後半では、磁性材料について、シュレディンガーの方程式など量子力学の復習から始め、結晶場における電子状態、スピン相互作用を経て、各種磁性の特徴の理解へ進む。

**95056**

**有機合成化学特論**(Topics in Organic Synthesis)

後学期 2-0-0 松川 公洋 連携教授・井上 宗宣 連携准教授

講義の前半では、炭素炭素結合形成反応及び官能基変換反応等の有機反応について解説した後、天然有機化合物、医薬品、機能材料等の合成法に関して講義する。講義の後半では、機能性有機ポリマーの合成、有機物と無機物の相互作用によるハイブリット材料の調製と特性について講義する。

備考:平成18年度より新規開講。

**95057**

**半導体電子物性**(Electronic Properties of Semiconductors)

後学期 2-0-0 山本 浩史 連携教授・尾笛 一成 連携准教授

半導体の材料物性とデバイス物理について、無機材料と有機材料の観点より講義する。無機半導体の基礎を解説し、PN接合を基軸として太陽電池やフラッシュメモリーなどについて具体例を含めて講義する。さらに、新しい半導体としての有機材料の電子伝導性、光学特性を学び、発光デバイスやトランジスタへの展開など幅広い知識を修得する。

備考:平成18年度より新規開講。

**95048**

**Inorganic Materials Science**(無機材料科学)

西暦偶数年度英語開講

後学期 2-0-0 菅野 了次 教授・平山 雅章 准教授

1. 無機機能材料化学とは
2. 結晶構造
3. 固体中の化学結合
4. 欠陥、非化学両論組成
5. 相図の見方
6. 電気伝導
7. 磁性
8. 固体電気化学

Inorganic Materials Chemistry

Autumn Semester (2-0-0) Even years

Prof. Ryoji KANNO, Assoc. Prof. Masaaki HIRAYAMA

Inorganic materials chemistry is concerned with the synthesis, structure, properties and applications of inorganic solid materials. The study of structure–property relations is very fruitful area and one with immense possibilities for the development of new materials or materials with unusual combination of properties.

Schedule:

1. What is materials chemistry
2. Crystal structure
3. Chemical bonding in solids
4. Defect, nonstoichiometry
5. Interpretation of phase transition
6. Ionic and electronic conductivity
7. Magnetic properties
8. Solid state electrochemistry

**95051**

**Laser Spectroscopy for Chemistry**(レーザー分光の化学への応用)

西暦奇数年度英語開講

後学期 2-0-0 藤井 正明 教授・酒井 誠 准教授

- (1) 原子・分子の量子論
- (2) 原子・分子のエネルギー構造
- (3) 分子の励起・緩和過程
- (4) レーザー
- (5) 光と分子の相互作用
- (6) 各種分光法とその化学への応用

Laser Spectroscopy for Chemistry

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Prof. Masaaki FUJII, Assoc. Prof. Makoto SAKAI

- (1) Quantum theory of atoms and molecules
- (2) Structures of atoms and molecules
- (3) Dynamical process of molecule
- (4) Laser
- (5) Interaction of light with molecule
- (6) Applications of laser spectroscopy

#### 95047

#### Organic Synthesis (有機合成化学)

西暦偶数年度英語開講

後学期 2-0-0 松川 公洋 連携教授・井上 宗宣 連携准教授

Autumn Semester (2-0-0) Even years

Visiting Prof. Kimihiro MATSUKAWA, Visiting Assoc. Prof. Munenori INOUE

This lecture will be focused on the basic and advanced organic synthesis. The former will mainly cover the C-C bond formation reactions and the functional group transformations. The latter will deal with organic polymers by some polymerization methods. Furthermore, this lecture will present the synthesis of organic-inorganic hybrids and their properties.

1. Introduction
2. C-C Bond formation by using carbanion (1)
3. C-C Bond formation by using carbanion (2)
4. C-C Bond formation by using carbanion (3)
5. C-C Bond formation by using carbocation
6. C-C Bond formation by using radical and carbene
7. Functional group transformations
8. Introduction of macromolecules
9. Polymerizations and characterization of organic polymers
10. Network formation by photo-polymerization
11. Synthesis of organic-inorganic hybrid materials
12. Organic-inorganic hybrids with nano materials
13. Properties of organic-inorganic hybrid materials
14. Potential applications of organic-inorganic hybrid materials

#### 95039

#### Nanotechnology and Nanoscience(ナノテクノロジーとナノサイエンス)

西暦偶数年度英語開講

前学期 2-0-0 原 正彦 教授・林 智広 准教授

1. ナノテクノロジーとナノサイエンスの概要
2. 走査型プローブ顕微鏡とスペクトロスコピー
  - 2-1. 走査型プローブ顕微鏡の歴史:観るから操るへ
  - 2-2. 走査型トンネル顕微鏡1:表面化学と相転移
  - 2-3. 走査型トンネル顕微鏡2:自己組織化单分子膜
  - 2-4. 原子間力顕微鏡1:生体マクロ分子と表面力計測

- 2-5. 原子間力顕微鏡2:単一分子計測
- 2-6. 近接場光学顕微鏡とその他のプローブ手法:蛍光寿命過程, プロキシミティ効果
- 3. ナノテクノロジーの限界と21世紀の新しい科学技術展望
- 4. 表面・界面科学 概論
- 5. 表面・界面を解析するための実験的・理論的アプローチ
- 6. 固体表面の化学修飾:基礎から実用まで
- 7. バイオインターフェースへの展開:構築、分析及び応用
- 8. バイオインターフェースにおける物理現象:理論と解析

Nanotechnology and Nanoscience

Spring Semester (2-0-0) Even years

Prof. Masahiko HARA, Assoc. Prof. Tomohiro HAYASHI

- 1. Introduction of Nanotechnology and Nanoscience
- 2. Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy
  - 2-1. History of Scanning Probe Microscopy (SPM): from Observation to Manipulation
  - 2-2. Scanning Tunneling Microscopy (STM) 1: Surface Chemistry and Phase Transitions
  - 2-3. Scanning Tunneling Microscopy (STM) 2: Self-Assembled Monolayers (SAMs)
  - 2-4. Atomic Force Microscopy (AFM) 1: Biological Macromolecules and Surface Forces
  - 2-5. Atomic Force Microscopy (AFM) 2: Single Molecular Detection (SMD)
  - 2-6. Scanning Near-Field Optical Microscopy (SNOM) and Other Probe Methods: Fluorescence Decay Process, and Proximity Effect
- 3. Limits of Nanotechnology and Paradigm Shift for 21C's Science and Technology
- 4. Introduction of surface & interface science
- 5. Experimental and theoretical techniques for surface & interface analysis
- 6. Chemical modification of solid surfaces (fundamentals and applications)
- 7. Biointerfaces (construction, analysis and applications)
- 8. Interactions at biointerfaces (theory and analysis)

## 95038

### Organic Molecular and Macromolecular Chemistry(有機分子と高分子の化学)

西暦奇数年度英語開講

後学期 2-0-0 富田 育義 教授

本講義では以下の話題を中心に取り扱う

- 1)導電性, 磁性, 分子認識, メモリー, スイッチングなどの様々な機能性を示す有機分子や超分子の合成と性質
- 2)反応性および機能性高分子の設計と合成

Organic Molecular and Macromolecular Chemistry

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Prof. Ikuyoshi TOMITA

This lecture will cover the following topics.

- 1. Novel organic redox systems
- 2. Electroconductive and superconductive organic molecules
- 3. Organic field effect transistors (FET)
- 4. Organic ferromagnets
- 5. Inclusion complexes
- 6. Solid phase organic synthesis
- 7. Photo- and electro-luminescent organic materials
- 8. Fundamental aspects of step-growth polymerizations
- 9. Recent topics on step-growth polymerizations
- 10. Fundamental aspects of chain polymerizations

11. Living polymerization and macromolecular design through living processes
12. Recent topics on chain polymerizations
13. Reactive polymers
14. Functional polymers

### **95058**

#### **Semiconductor Physics and Devices** (半導体電子デバイス)

西暦偶数年度英語開講

後学期 2-0-0 山本 浩史 連携教授・尾篠 一成 連携准教授

Autumn Semester (2-0-0) Even years

Visiting Prof. Hiroshi YAMAMOTO, Visiting Assoc. Prof. Kazunari OZASA

This lecture covers the basic physics of semiconductors as well as the wide applications including solar cells, transistors, memory devices, and sensors. The first half term focuses on inorganic semiconductors (PN junction, solar cells, transistors, memory devices, new technologies, nanomaterials), and the second half focuses on organic semiconductors (new organic semiconductor materials, luminescence, thin film transistors, displays ).

備考:平成18年度より新規開講。英語による講義。

### **95059**

#### **Applied Electrochemistry** (電気化学応用)

西暦奇数年度英語開講

後学期 2-0-0 佐藤 縁 連携教授・中村 二朗 連携教授

Autumn Semester (2-0-0) Odd years Visiting Prof. Yukari SATO, Visiting Prof. Jiro NAKAMURA

Electrochemical sensing devices such as chemical and biochemical sensors, and energy devices such as batteries and fuel cells, will be introduced and discussed with the emphasis on surface and material properties. Based on the fundamental understanding of electrochemical reaction and materials, history of these devices and the technological trend will be also overviewed.

1. Introduction to battery technology
2. Introduction to Chemical and Biochemical Sensors
3. Reactions and performance of batteries
4. Lithium batteries and their safety
5. Lithium ion batteries
6. Electrode design for lithium ion batteries
7. Fuel cells
8. Metal air batteries
9. Biomaterials for chemical and biosensors
10. Electrochemical sensors
11. Affinity sensors (DNA, Proteins etc.)
12. Micro and nano-sensors
13. Electrochemical microfluidic devices for bioanalysis
14. Ubiquitous Sensor Systems

備考:平成19年度より新規開講。英語による講義。

### **95026**

#### **無機材料科学** (Inorganic Materials Science)

前学期 2-0-0 菅野 了次 教授・平山 雅章 准教授

無機材料化学で固体を中心とした講義を行う。なかでも無機固体化学は、固体を合成して構造と物性を調べて応用に展開する研究を、化学の立場で整理し体系づけた学問であり、比較的新しい学問分野である。磁性、イオンや電子伝導、超伝導、光学的性質など、多様な物性の扱い手となる無機固体物質を自由に設計し、合成するためには、伝統的な学問体系である鉱物学、金属学、材料科学、固体物理学などから様々な概念を取り入れ、それらを化学の言葉になおした後、この知識によって固体物質の本質に迫ろうとする。このための基礎概念と基礎知識を講義する。さらに無機固体物質を材料として展開する際に必要な物性科学の知識を講義する。講義では隨時、最近注目されている無機固体物質の応用分野、電気化学との関連

についても講義する。

## 95021

### Coordination Chemistry(配位化学)

西暦奇数年度英語開講

後学期 2-0-0 福島 孝典 教授・小泉 武昭 准教授

配位化合物である金属錯体について、配位結合、錯体の立体化学、合成、反応について講義を行う。さらに、金属錯体を用いた最近のトピックスについても紹介する。

1. 配位結合とは
2. 金属錯体の立体化学
3. 金属錯体の合成
4. 金属錯体の反応性
5. 遷移金属錯体の電気化学
6. 配位化学のトピックス
7. 配位結合性高分子の合成と機能
8. 配位結合で構成されるナノ材料

Coordination Chemistry

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Prof. Takanori FUKUSHIMA, Assoc. Prof. Take-aki KOIZUMI

1. Introduction of coordination chemistry
2. Stereochemistry of metal complexes
3. Synthesis of metal complexes
4. Reactivity of metal complexes
5. Electrochemistry of transition metal complexes
6. Recent topics in coordination chemistry
7. Synthesis and Properties of Coordination Polymers
8. Nanomaterials formed by coordination bonds

## 95028

### 熱・統計力学特論(Thermodynamics and Statistical Physics)

後学期 2-0-0 原 正彦 教授・林 智広 准教授

前半

今までに習って来た熱力学や物理学のいくつかの要素について、歴史的な背景も含めて、新しい観点から整理と再考を試みる。また、それぞれの定理や方程式が、どのような観点で考えられ、自然科学の中でどのような位置付けにあるのかを考察する。専門に限らず、一般教養としても、これから解決すべきことは何か、などを示唆する議論を行う。

1. 热力学と統計力学、エントロピーを情報科学の観点から考える
2. 束縛されたエネルギー、自由エネルギー、エンタルピー、比熱、偏微分体系
3. ルジャンドル変換の世界、ヘルムホルツヒギブス、熱力学も解析力学も
4. 古典力学から解析力学、量子力学への歴史的必然性
5. デカルト座標と極座標、ラグランジュとハミルトンが観た世界
6. 波の記述、振動と減衰、指数関数とオイラーの世界
7. シュレディンガー方程式の発見、運動量と演算子
8. 電子が感じる実数の世界と虚数の世界、トンネル効果
9. ランダムウォークと拡散、可逆から不可逆の世界へ
10. ノイズが秩序を生む確率共鳴の世界、ランジュバン方程式
11. 組み合わせ最適化とグローバル最適化
12. セルオートマトンと時間発展、生物と非生物の違いとは何か
13. 時間とは何か

後半

材料科学でも重要性が高まっている、理論計算、コンピュータシミュレーションを行うための熱力学の基礎、

統計力学に関して講義を行う。最新の材料科学、ナノテクノロジー分野における応用例についても言及する。

1. 热力学から統計力学へ
2. 古典力学、電磁気学、量子力学、熱力学、統計力学の位置関係、守備範囲
3. 統計の基礎（確率、平均値、分散など）
4. 確率について
5. 確率分布
6. 様々な確率分布関数(2項分布, Gauss 分布, Poisson 分布など)
7. 確率分布に関する演習
8. 統計力学で扱う系(小正準集団 (Boltzmann 分布), 正準集団, 大正準集団)
9. コンピュータシミュレーション 1
10. 材料科学におけるコンピュータシミュレーションの重要性
11. エネルギーの計算方法(第一原理計算、古典的なポテンシャルを用いる方法)
12. コンピュータシミュレーション 2
13. 分子動力学法、モンテカルロ法、それぞれの手法の長所・短所について

### 34012

#### **化学環境安全教育** (Environment Preservation and Chemical Safety)

前学期 2-0-0

(応用化学専攻の教授要目を参考のこと)

### 95043

#### **電気化学応用特論** (Topics in Applied Electrochemistry)

後学期 2-0-0 佐藤 縁 連携教授・中村 二朗 連携教授

電気化学を応用したバイオセンサ、化学センサなどの情報デバイス、および電池・燃料電池などのエネルギーデバイスについて、特に材料面、表面特性に重点を置きつつ、最近のトピックスも交えて講義する。動作原理・材料を理解した上で、新しい測定原理に基づくセンシングデバイスの高感度化、新材料による各種エネルギーデバイスの高性能化の経緯と将来動向を俯瞰する。

### 95037

#### **Fundamental Electrochemistry** (基礎電気化学)

西暦奇数年度英語開講

後学期 2-0-0 大坂 武男 教授・北村 房男 准教授

電気化学平衡を取り扱う上で基礎となる電極電位の概念について、以下の項目を中心に講義する。

1. 電極電位の起源
2. 電極反応の熱力学的取り扱い
3. 濃度と活量
4. 標準電極電位
5. 泳動と拡散

Fundamental Electrochemistry

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Prof. Takeo OHSAKA, Assoc. Prof. Fusao KITAMURA

This course aims to develop the foundations and applications of electrode potentials from first principles using a minimum of mathematics only assuming a basic knowledge of elementary thermodynamics.

This lecture will cover the following topics.

1. Introduction
2. The origin of electrode potentials
3. Electron transfer at the electrode/solution interface
4. Thermodynamic description of electrochemical equilibrium
5. Nernst equation
6. Activity and concentration
7. Activity coefficient

8. Measurement of electrode potentials
9. Standard electrode potentials
10. The relation of electrode potentials to the thermodynamics of the cell reaction
11. Standard electrode potentials and the direction of chemical reaction
12. Migration and diffusion
13. Application of electrode potentials (1)
14. Application of electrode potentials (2)

**95041**

**Fundamental Science of Thermodynamics and Magnetics**(熱力学および磁気学の基礎科学)

西暦偶数年度英語開講

後学期 2-0-0 川路 均 教授・松下 伸広 准教授

Autumn Semester (2-0-0) Even years

Prof. Hitoshi KAWAJI, Assoc. Prof. Nobuhiro MATSUSHITA

This lecture deals with the thermodynamics and magnetics of materials. In the first half, the temperature variation of the properties of materials will be discussed from the thermodynamic point of view. In the latter, the class deals the electronic state in crystal fields and the spin interaction to understand the magnetism of various materials.

1. Introduction to thermodynamics
2. Laws of thermodynamics
3. Entropy and statistical mechanics
4. Thermal excitations in materials
5. Heat capacity of materials
6. Thermodynamics of phase transitions
7. Microscopic models of phase transitions
8. Introduction to magnetics
9. Schrödinger equation
10. Angular momentum and quantum number
11. Crystal field and electron
12. Molecular orbital and exchange interaction
13. Molecular field theory I: para - and ferromagnetism
14. Molecular field theory II: antiferro- and ferrimagnetism

**95045**

**Advanced Catalytic Chemistry**(先端触媒化学)

西暦奇数年度英語開講

後学期 2-0-0 野村 淳子 准教授

1. 固体触媒の基本
2. 表面分析
3. グリーン化学
  - a. 固体酸塩基触媒
  - b. 部分酸化
4. 新しい触媒
  - a) ナノ触媒
  - b) 光触媒

Advanced Catalytic Chemistry

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Assoc. Prof. Junko NOMURA

1. Fundamental heterogeneous catalytic chemistry
2. Surface analytical techniques—How can we clarify black boxes?
3. Green Chemistry by catalysts

- a. Solid acid and base catalysts
  - b. Selective oxidation by catalysts
4. New catalysts
- a. Nanocatalyst
  - b. Photocatalyst

**95046**

**Fundamental Biological Chemistry**(基礎生物化学)

西曆奇數年度英語開講

後学期 2-0-0 田中 寛 教授・今村 壮輔 准教授

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Prof. Kan TANAKA, Assoc. Prof. Sousuke IMAMURA

Living cells are composed of bio-molecules, such as sugar, lipid, protein and nucleic acid. This course will give fundamental knowledge on these components, as well as the basis of intracellular energy conversion and genetic information processing.

1. Introduction
2. Sugars and lipids
3. Amino acids, peptides and proteins
4. Nucleic acids
5. Catabolic metabolism and energy conversion
6. Mitochondria and chloroplasts
7. Genes and central dogma: Genetic information processing

**95049**

**Organic Electrode Process**(有機電極反応プロセス)

西曆偶數年度英語開講

後学期 2-0-0 稲木 信介 准教授

Autumn Semester (2-0-0) Even years

Assoc. Prof. Shinsuke INAGI

This lecture will cover the fundamentals and applications of organic electrochemistry. Some of the topics dealt with are as follows:

1. Introduction to electroorganic synthesis
2. Direct and indirect electron transfer
3. Reaction selectivity
4. Electrogenerated acid and base
5. Paired electrosynthesis
6. Electropolymerization
7. Recent progress in organic electrochemistry

**95074**

**Topics in Process Chemistry**(プロセス化学特論)

西曆奇數年度英語開講

後学期 2-0-0 中村 浩之 教授・布施新一郎 准教授

Autumn Semester (2-0-0) Odd years

Prof. Hiroyuki NAKAMURA, Assoc. Prof. Shinichiro FUSE

This lecture is aimed at students who have a basic grounding in organic chemistry and attempts to convey an understanding organic process research with special focus on the development and optimization of chemical reactions and processes and their transfer to a larger scale, via large laboratory and pilot plant operations, for manufacture. This lecture covers research and development in the fine organic chemicals including pharmaceuticals. Students are encouraged to discuss synthetic route strategy and design, giving reasons and rationale for choice of reagents, solvents, conditions, etc., and learn unexpected differences observed as processes are scaled up. Students also learn aspects which may be important including yield improvement, cost reduction, improvement in space-time yield, etc. with reaction conditions, choice of solvent, workup and product isolation, safety, and environmental considerations.

## **95063**

**触媒反応化学**(Catalytic Reaction Chemistry)

前学期 2-0-0 野村 淳子 准教授・横井 俊之 助教

現在多く生産されている化学製品のほとんどは、様々な触媒の存在下でつくられている。触媒なしで私達の生活は成り立たないと言っても過言ではない。触媒反応は、活性点と呼ばれる特別なサイトで進行し、活性点の構造や反応機構の詳細を理解することは、触媒開発のためのみならず学術的にも重要である。本講義は触媒反応の理解を進めるとともに、触媒反応の詳細について基礎から広く知見を得られるようにすすめる。

## **95501～95509**

**物質電子化学特別講義第一～第九**(Special Lecture on Electronic Chemistry I - IX)

前・後学期 各1単位 各 教 員

本専攻、または関連する他の専攻に所属する各教員がそれぞれの専門分野において特殊の題目を選択して隨時開講する。

なお、平成27年度は下記の講義を開講する。

## **95501**

**物質電子化学特別講義第一**

前学期 1-0-0 八木 清(非常勤講師)

## **95502**

**物質電子化学特別講義第二**

前学期 1-0-0 成川 礼(非常勤講師)

## **95503**

**物質電子化学特別講義第三**

前学期 1-0-0 里川 重夫(非常勤講師)

## **95052**

**物質電子化学専攻インターンシップ第一A**(Internship(ECHEM)IA)

前学期 0-0-1 専 攻 長

## **95053**

**物質電子化学専攻インターンシップ第一B**(Internship(ECHEM)IB)

後学期 0-0-1 専 攻 長

## **95054**

**物質電子化学専攻インターンシップ第二A**(Internship(ECHEM) II A)

前学期 0-0-2 専 攻 長

## **95055**

**物質電子化学専攻インターンシップ第二B**(Internship(ECHEM) II B)

後学期 0-0-2 専 攻 長

## **28009**

**エネルギー基礎学理**

前学期 2-0-0

(環境エネルギー協創教育院の教授要目を参考のこと)

## **28010**

**エネルギー・デバイス基礎特論**

前学期 2-0-0

(環境エネルギー協創教育院の教授要目を参考のこと)

## **28011**

**エネルギー・マテリアル基礎特論**

後学期 2-0-0

(環境エネルギー協創教育院の教授要目を参考のこと)

## **28013**

**Scientific Writing**

前学期 1-1-0

(環境エネルギー協創教育院の教授要目を参考のこと)

**28015**

**科学技術社会論**

後学期 2-0-0

(環境エネルギー協創教育院の教授要目を参考のこと)

**40082**

**Intensive Thermal Engineering**

後学期 2-0-0

(機械系3専攻の教授要目を参考のこと)

**95072**

**物質電子化学異分野特定課題研究スキルA**

(Specific Interdisciplinary Subject A in Electronic Chemistry)

前学期 0-2-0 大坂 武男 教授・菅野 了次 教授

エネルギー及び環境技術のブレークスルーと密接に関わる燃料電池、リチウム電池等を題材として、水素・酸素電池反応、リチウム電池反応、電極触媒、電極材料など電気化学・電気化学エネルギー変換学に関するスキルを自学自習で習得するための指導と演習を行う。

Specific Interdisciplinary Subject A in Electronic Chemistry

Spring Semester (0-2-0) Prof. Takeo OHSAKA, Prof. Ryoji KANNO

Understandings of electrochemical energy conversion systems, such as fuel cells and lithium battery systems, are the key concepts to bring about technology breakthroughs relating to fundamental energy and environmental issues. This exercise/drill course utilizes a self-study approach on the subjects for students seeking to broaden their knowledge on electrochemistry and to acquire sufficient problem-solving skills to conduct research on fuel cells and lithium batteries.

**95073**

**物質電子化学異分野特定課題研究スキルB**

(Specific Interdisciplinary Subject B in Electronic Chemistry)

後学期 0-2-0 菅野 了次 教授・大坂 武男 教授

エネルギー及び環境技術のブレークスルーと密接に関わる燃料電池、リチウム電池等を題材として、水素・酸素電池反応、リチウム電池反応、電極触媒、電極材料など電気化学・電気化学エネルギー変換学に関するスキルを自学自習で習得するための指導と演習を行う。

Specific Interdisciplinary Subject B in Electronic Chemistry

Autumn Semester (0-2-0) Prof. Ryoji KANNO, Prof. Takeo OHSAKA

Understandings of electrochemical energy conversion systems, such as fuel cells and lithium battery systems, are the key concepts to bring about technology breakthroughs relating to fundamental energy and environmental issues. This exercise/drill course utilizes a self-study approach on the subjects for students seeking to broaden their knowledge on electrochemistry and to acquire sufficient problem-solving skills to conduct research on fuel cells and lithium batteries.