

材料系材料コース 学修課程

材料系材料コースは、物質の性質や反応性についての洞察力と、革新的な材料を開発して展開する創造力と応用力に基づき、社会の潮流を俯瞰することで現状の問題点を発見し、これらを独自の発想をもって先導的に解決するとともに、国際的な指導力を発揮しながら自然環境との共生を図り人類の幸福に寄与できる人材を養成する。

本コースでは、技術と環境との関係を理解し、材料科学および材料工学に関する高度な専門知識と技術、ならびに、豊かな教養と国際コミュニケーション能力を修得して、材料分野におけるリーダーとしての自覚を持ち、国際的にも活躍できる優れた技術者ならびに研究者を養成するために、その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、高度技術者として必須の知識と素養を身につける「研究指導」によって学修課程を構成している。

【修士課程】

人材養成の目的

修士課程は、材料科学および材料工学に関する高度な専門的学力を有するとともに、論理的思考力と実践的な問題解決力を身につけ、社会問題を俯瞰することにより抽出された課題を、科学技術的な背景のもとに深く理解し、解決していくような、グローバルな産業の発展を牽引する優れた人材を養成することを目的とする。

学修目標

本課程では上記の目的の達成のために、次のような能力の修得を学修目標としている

- ・材料科学および材料工学に関する高度な専門的学力によって学術研究と技術開発を推進する能力
- ・材料科学および材料工学に関する高度な専門知識を自在に活用して新しい材料を開発する応用力
- ・研究成果のグローバルな社会的影響を理解して課題を解決する能力
- ・国際的に通用する議論展開能力と文章構成力

学修内容

本課程では、「学修目標」で記載した「修得する能力」を身に付けるために、次のような内容の学修を行う。

A) 材料科学および材料工学分野の高度な専門学修

豊富な専門選択科目による材料科学および材料工学分野の高度な理論を学ぶ学修

B) 知識を応用し、主体的に進める学修

身に付けた専門知識を駆使し、自分および他者の課題解決のために主体的に取り組む学修、ならびに企業活動での研究・開発例を学び、実践的な問題解決力を学ぶ学修

C) 材料科学および材料工学分野に関する日本語および英語による表現力の学修

国内外の他研究者と議論等を通じ、また論文やゼミの概要作成、発表等を通じて、材料科学および材料工学分野における日本語および英語による表現力を学ぶ学修

D) 広い視野を養い、社会との関わり体験する学修

国内外の他研究者との共同研究等を通じコミュニケーション能力を高めるとともに、研究課題や成果のグローバルな視点からの意義付けを理解・発信する力を涵養する学修

修了要件

本コースの修士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. 3 4 単位以上を大学院授業科目（400 及び 500 番台）から取得していること。
2. 本コースで指定された授業科目において、次の要件を満たすこと。
 - ・講究科目を 4 単位、取得していること。
 - ・「材料工学研究第一」「材料工学研究第二」「材料工学研究第三」「材料工学研究第四」のうちから 3 単位以上修得していること
 - ・金属科目群、有機材料科目群、無機材料科目群のうち、材料系で指定した同一科目群の 400 番台、500 番台の講義科目から講究、研究科目を含めて 16 単位以上修得していること。
 - ・コース標準学修課程の専門科目群から 18 単位以上修得していること。
 - ・文系教養科目のうち 400 番台を 2 単位以上、500 番台の科目 1 単位以上、キャリア科目から 2 単位以上を含み合計 5 単位以上修得していること。
3. 修士論文審査及び最終試験に合格すること

表M1 材料コース修士課程修了要件

科目区分	必修科目単位	選択科目単位	単位数	学修内容との関連	備考
教養科目群	文系教養科目	<ul style="list-style-type: none"> ・400 番台から 2 単位以上 ・500 番台から 1 単位以上 	5 単位以上	B, D	
	キャリア科目	2 单位以上		B, D	
	その他				
専門科目群	講究科目	材料工学講究 S1 材料工学講究 F1 材料工学講究 S2 材料工学講究 F2 を各 1 単位、 合計 4 単位	18 単位以上	A, B, C, D	
	研究関連科目	材料工学研究第一 材料工学研究第二 材料工学研究第三 材料工学研究第四 のうちから 3 単位以上		A, B, C, D	
	専門科目	金属科目群、有機材料科目群、無機材料科目群のうち、材料系で指定した同一科目群の 400 番台、500 番台の講義科目から講究、研究科目を含めて 16 単位以上		A, B, C, D	
	コース標準学修課程以外の				

専門科目又は 研究関連科目						
修了単位合計	上記の条件を満たし、34単位以上修得する事					

【備考】

- 文系教養科目、キャリア科目の詳細は、IV. 教養科目群等履修案内のそれぞれの章を参照すること。

授業科目

表M1に本コースにおける授業科目分類と修士課程修了に必要な単位数を示している。必要な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修内容を示す。学修申告にあたっては、科目と学修内容の関係を十分理解すること。

表M2は本コースの修士課程における専門科目群の授業科目を示す。表中の備考欄にある、コース名が記載されている科目については、本コースが指定する他コース専門科目群を示し、修得した場合、本コースの標準学修課程の「専門科目」として取り扱われる。

表M2 材料コース修士課程専門科目群

科目区分	科目コード	科目名			単位数	身に着ける力	学修内容	備考
講究科目	400 番台	MAT.Z491.R	R ◎	材料工学講究 S1 (Seminar in Materials Science and Technology S1)	0-1-0	2, 3, 5	C	
		MAT.Z492.R	R ◎	材料工学講究 F1 (Seminar in Materials Science and Technology F1)	0-1-0	2, 3, 5	C	
	500 番台	MAT.Z591.R	R ◎	材料工学講究 S2 (Seminar in Materials Science and Technology S2)	0-1-0	2, 3, 5	C	
		MAT.Z592.R	R ◎	材料工学講究 F2 (Seminar in Materials Science and Technology F2)	0-1-0	2, 3, 5	C	
研究関連科目	400 番台	MAT.A450.B	B ○	材料工学研究第一 (Materials Research Methodology I)	0-1-0	1, 2, 4, 5	B	
		MAT.A451.B	B ○	材料工学研究第二 (Materials Research Methodology II)	0-1-0	1, 2, 4, 5	B	
	番台	MAT.A401.L	L 選 択	化学環境安全教育第一 (Environment Preservation and Chemical Safety I)	0-1-0		A	応用化学コース開講科目 (CAP.E401)
		MAT.A402.L	L 選 択	化学環境安全教育第二 (Environment Preservation and Chemical Safety II)	0-1-0		A	応用化学コース開講科目 (CAP.E402)

	500 番台	MAT. A550. B	B ○	材料工学研究第三 (Materials Research Methodology III)	0-1-0	1, 2, 4, 5	B	
		MAT. A551. B	B ○	材料工学研究第四 (Materials Research Methodology IV)	0-1-0	1, 2, 4, 5	B	
専 門 科 目	400 番台	MAT. M414. L	L 選 択	★ Advanced Metal Physics (金属物性特論)	2-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J401)
		MAT. M415. L	L 選 択	★ Physical Chemistry for High Temperature Processes -Thermodynamics- (高温物理化学-熱力学)	1-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J402)
		MAT. M416. L	L 選 択	★ Physical Chemistry for High Temperature Processes -Smelting and Refining Processes- (高温物理化学-製精錬プロセス)	1-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J403)
		MAT. M417. L	L 選 択	★ Physical Chemistry for High Temperature Processes -Oxidation of Metals- (高温物理化学-金属の高温酸化)	1-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J404)
		MAT. M418. L	L 選 択	★ 材料組織の形成と拡散 (Microstructure Evolution and Diffusion in Metals)	2-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J405) ○ 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
		MAT. P405. L	L 選 択	有機電子材料物理 (Organic Electronic Materials Physics)	1-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J406) ACEEES 対応科目
		MAT. P406. L	L 選 択	ソフトマテリアル設計 (Soft Materials Design)	1-0-0		A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J407) ACEEES 対応科目
		MAT. C413. L	L 選 択	研究者向け特許論文等知財の基礎 (Introduction to Intellectual Property System)	1-0-0	3	A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J409)
		MAT. C415. L	L 選 択	★ Nuclear Materials and Structures (原子力材料と構造工学)	2-0-0		A	原子核工学コース開講科目 (NCL. N403)
		MAT. A460. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト A1 (Off-campus Project in	0-0-1	1, 2, 5	D	キャリア科目 (C1M) の読み替え科目

			Materials Engineering A1)				
MAT. A461. L	L 選 択		材料工学オフキャンパスプロジェクト A2 (Off-campus Project in Materials Engineering A2)	0-0-2	1, 2, 5	D	キャリア科目 (C1M) の読み替え科目
MAT. A462. L	L 選 択		材料工学オフキャンパスプロジェクト B1 (Off-campus Project in Materials Engineering B1)	0-0-1	1, 2, 5	D	キャリア科目 (C1M) の読み替え科目
MAT. A463. L	L 選 択		材料工学オフキャンパスプロジェクト B2 (Off-campus Project in Materials Engineering B2)	0-0-2	1, 2, 5	D	キャリア科目 (C1M) の読み替え科目
MAT. C400. L	L 選 択		結晶科学 (Crystals Science)	2-0-0	3	A	
MAT. C401. L	L 選 択		誘電体・強誘電体特論 (Advanced Course of Dielectric and Ferroelectric Materials)	2-0-0	3, 5	A	
MAT. C402. L	L 選 択		量子光物性特論 (Quantum Physics in Optical Response of Materials)	2-0-0	3	A	
MAT. C403. L	L 選 択		セラミックス薄膜特論 (Advanced Course of Ceramic Thin Film Technology)	2-0-0	3	A	
MAT. C404. L	L 選 択		半導体物性特論 (材料) (Physics and Chemistry of Semiconductors)	2-0-0	1, 3, 5	A	
MAT. C405. L	L 選 択		材料機器分析特論 (Advanced Course of Instrumental Analysis for Materials)	2-0-0	3, 5	A	
MAT. C406. L	L 選 択		磁気物性特論 (Advanced Course of Magnetism)	2-0-0	3, 5	A	
MAT. C407. L	L 選 択	★ E	Advanced Course of Nano-Bionics (ナノバイオニクス特論)	2-0-0	1, 2, 3, 5	A	E 偶数年度 : 英語開講 0 奇数年度 : 日本語開講
MAT. C408. L	L 選 択		無機表面化学特論 (Advanced Course of Surface Chemistry on Inorganic Materials)	2-0-0	3, 5	A	
MAT. C409. L	L 選		微粒子工学特論 (Advanced Course of	2-0-0	3, 4, 5	A	

		択	Fine-Particle Engineering)				
MAT. C410. L	L 選 択	★ 0	無機エネルギー変換材料特論 (Energy Conversion Ceramics Materials)	2-0-0	3	A	エネルギーコース開講科目 (ENR. J408) 0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. C411. L	L 選 択		触媒化学特論 (Advanced Course of Catalytic Chemistry)	2-0-0	3, 5	A	
MAT. C412. L	L 選 択		高分子バイオマテリアル (Polymeric Biomaterials)	2-0-0	3, 5	A	
MAT. C414. L	L 選 択	★ 0	固体科学入門 (Introduction to Solid State Science)	2-0-0	3	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M401. L	L 選 択	★ 0	回折結晶学 (Applied Diffraction Crystallography in Metals and Alloys)	2-0-0	3, 5	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M402. L	L 選 択	★ 0	Characterization of Nanomaterials (ナノ材料計測)	2-0-0	3	A	a 4Q 開講 0 奇数年度：日本語開講 E 偶数年度：英語開講 b 3～4Q (清華大で開講するクラス), 每年英語開講
MAT. M403. L	L 選 択	★ 0	材料の環境劣化 (Environmental Degradation of Materials)	2-0-0	3	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M404. L	L 選 択	★ E	Transport Phenomena at High Temperature (移動速度論)	2-0-0	3, 5	A	E 偶数年度：英語開講 0 奇数年度：日本語開講
MAT. M405. L	L 選 択	★ E	Advanced Microstructure Design of Ferrous Materials (鉄鋼材料設計学特論)	2-0-0	1, 3, 4	A	E 偶数年度：英語開講 0 奇数年度：日本語開講
MAT. M406. L	L 選 択	★ 0	非鉄金属材料設計学特論 (Advanced Microstructure Design of Non-ferrous Materials)	2-0-0	3, 5	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M407. L	L 選 択	★ 0	固体物理特論 (Advanced Solid State Physics)	2-0-0	3, 5	A	a 3Q 開講 0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講 b 1～2Q (清華大で開講するクラス), 每年英語開講
MAT. M408. L	L 選 択	★ E	Quantum Statistical Mechanics (量子統計力学)	2-0-0	1, 3, 5	A	E 偶数年度：英語開講 0 奇数年度：日本語開講

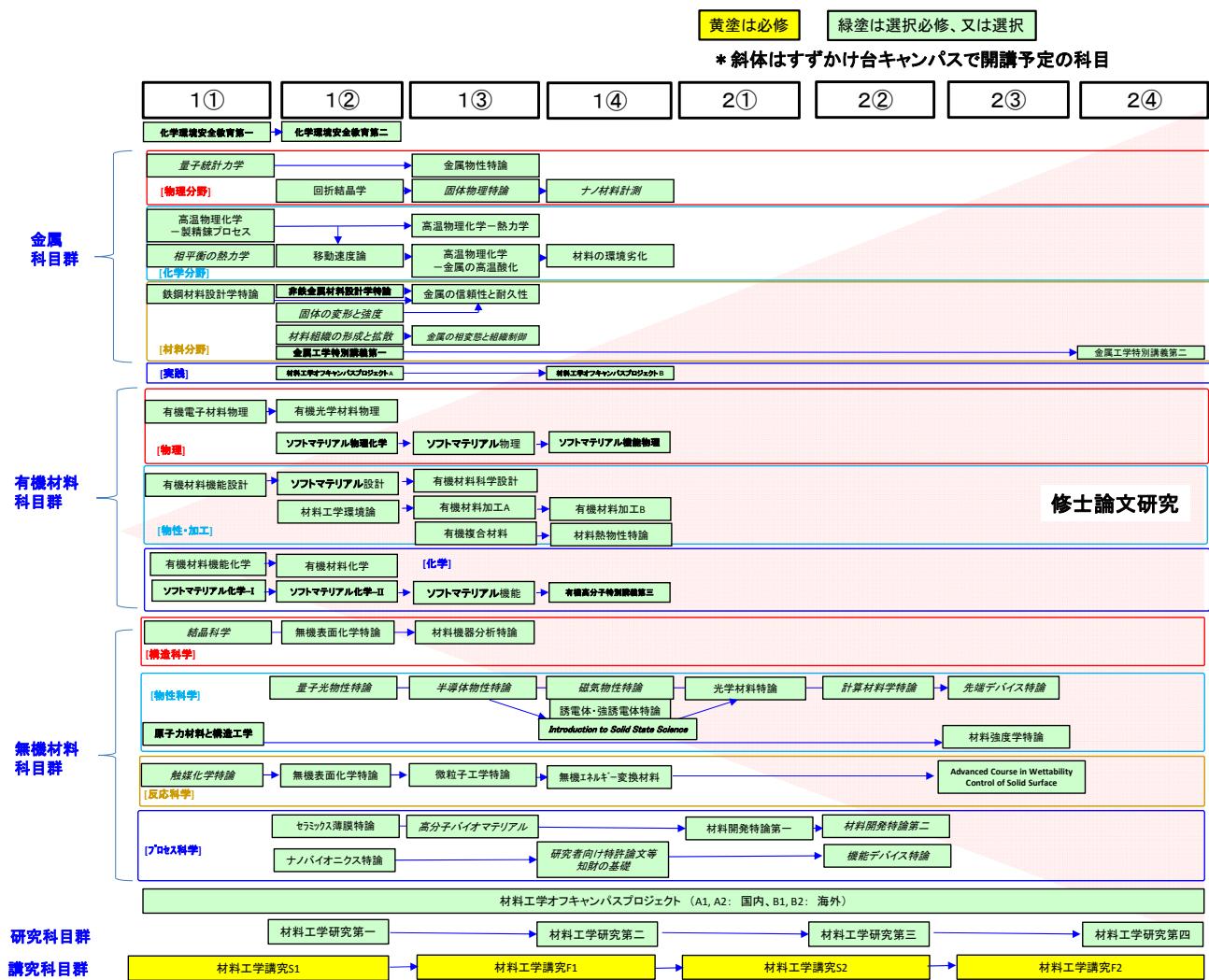
		択					
MAT. M409. L	L 選 択	★ 0	相平衡の熱力学 (Thermodynamics for Phase Equilibria)	2-0-0	3	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M410. L	L 選 択	★ 0	固体の変形と強度 (Deformation and Strength of Solids)	2-0-0	3	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M411. L	L 選 択	★ 0	金属の相変態と組織制御 (Phase Transformation and Microstructure Control)	2-0-0	3	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講
MAT. M412. L	L 選 択	★ E	Reliability and Durability of Metals and Alloys (金属の信頼性と耐久性)	2-0-0	3, 4, 5	A	E 偶数年度：英語開講 0 奇数年度：日本語開講
MAT. M413. L	L 選 択		金属工学特別講義第一 (Special Lecture on Metallurgical Engineering I)	1-0-0	3	A, D	
MAT. P401. L	L 選 択		有機光学材料物理 (Organic Optical Materials physics)	1-0-0	3, 5	A	ACEES 対応科目
MAT. P402. L	L 選 択		ソフトマテリアル物理化学 (Soft Materials Physical Chemistry)	1-0-0	3	A	ACEES 対応科目
MAT. P403. L	L 選 択	★	Soft Materials Physics (ソフトマテリアル物理)	1-0-0	1, 3	A	ACEES 対応科目
MAT. P404. L	L 選 択	★	Soft Materials Functional Physics (ソフトマテリアル機能物理)	1-0-0	2, 3	A	ACEES 対応科目
MAT. P411. L	L 選 択	★ 0	ソフトマテリアル化学-I (Soft Materials Chemistry I)	1-0-0		A	ACEES 対応科目
MAT. P412. L	L 選 択	★ 0	ソフトマテリアル化学-II (Soft Materials Chemistry II)	1-0-0		A	ACEES 対応科目
MAT. P413. L	L 選 択		有機材料機能化学 (Soft Materials Functional Chemistry)	1-0-0	3, 5	A	ACEES 対応科目
MAT. P414. L	L 選 択		ソフトマテリアル機能 (Soft Materials Function)	1-0-0	3, 5	A	ACEES 対応科目
MAT. P415. L	L 選 択		有機材料化学 (Chemistry of Organic Materials)	1-0-0	3	A	ACEES 対応科目
MAT. P421. L	L		有機材料機能設計	1-0-0	3, 5	A	ACEES 対応科目

	500 番台		選 択	(Organic Materials Functional Design)				
		MAT. P422. L	L 選 択	有機材料科学設計 (Organic Materials Design)	1-0-0	3, 5	A	ACEEES 対応科目
		MAT. P423. L	L 選 択	有機複合材料 (Advanced Course in Composite Materials)	1-0-0	3	A	ACEEES 対応科目
		MAT. P424. L	L 選 択	有機材料加工 A (Advanced Course in Polymer Processing A)	1-0-0	3, 5	A	ACEEES 対応科目
		MAT. P425. L	L 選 択	有機材料加工 B (Advanced Course in Polymer Processing B)	1-0-0	3, 5	A	
		MAT. P426. L	L 選 択	材料熱物性特論 (Thermal Properties of Materials)	1-0-0	3, 5	A	
		MAT. P491. L	L 選 択	材料工学環境論 (Materials Engineering and Ecology)	1-0-0		A	
		MAT. P492. L	L 選 択	有機高分子特別講義第3 (Advanced Course in Organic Polymer Science)	1-0-0		A	
		MAT. C500. L	L 選 択	光学材料特論 (Advanced Course of Materials Optics)	2-0-0	3, 5	A	
	500 番台	MAT. C501. L	L 選 択	材料強度学特論 (Advanced Course of Deformation and Fracture of Engineering Materials)	2-0-0	2, 3, 4, 5	A	
		MAT. C502. L	L 選 択	材料開発特論第一 (Advanced Course of Material Development I)	2-0-0	3, 5	A	
		MAT. C503. L	L 選 択	★ Advanced Course of Material Development II (材料開発特論第二)	2-0-0	3	A	
		MAT. C504. L	L 選 択	機能デバイス特論 (Functional Devices)	2-0-0	1, 3	A	
		MAT. C505. L	L 選 択	計算材料学特論 (Computational Materials Science)	2-0-0	3, 5	A	
		MAT. C506. L	L 選 択	★ 固体表面の濡れ制御 (Advanced Course in	2-0-0	2, 3, 4, 5	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講

			択		Wettability Control of Solid Surface)				
	MAT. C507. L	L 選 択	★ 0	先端デバイス特論 (Advanced Photo-Electronic Devices)	2-0-0	3	A	0 奇数年度：英語開講 E 偶数年度：日本語開講	
	MAT. M501. L	L 選 択		金属工学特別講義第二 (Special Lecture on Metallurgical Engineering II)	1-0-0	3	A, D		
• ◎：必修科目、○選択必修科目、★英語で授業を行う科目、○：奇数年度英語開講科目、E：偶数年度英語開講科目 • 身に着ける力：1 国際的教養力、2 コミュニケーション力、3 専門力、4 課題設定力、5 実践力又は解決力 • 科目コードにおける「分野コード」は次の通り。M：金属科目群、P：有機材料科目群、C：無機材料科目群、A：共通科目									

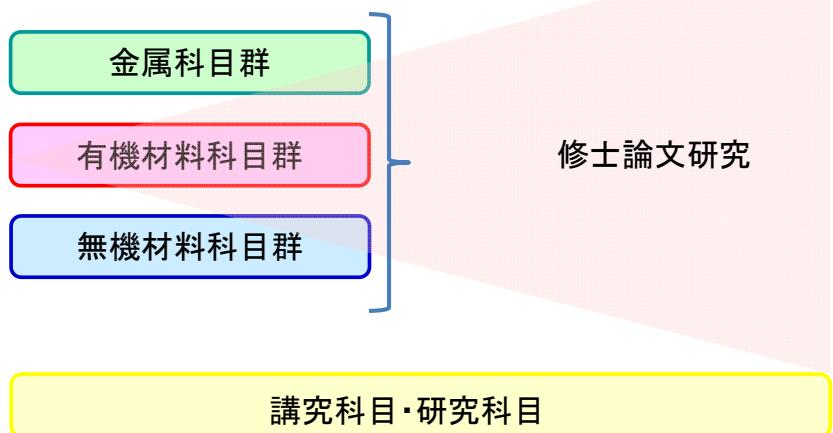
本コースの修士修了要件に記されるキャリア科目については、IV.教養共通群等履修案内－キャリア科目に記載されている、表 MA-1 に示す Graduate Attribute (GA)を原則として全て満たし、2 単位以上の単位を修得しなければならない。GA の修得状況については、修了時にコースで判定する。

科目体系図



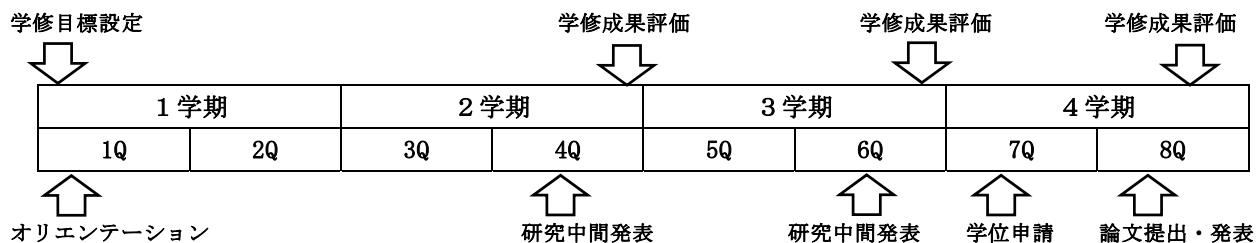
標準的履修例

400番台・500番台科目



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の一例を以下に示す。学修成果評価は適宜実施し、研究の方向性も関連付けて必要な履修計画を検討する。



・研究中間発表

自身の研究の背景、目的等を明確に意識できるよう第2学期、若しくは第3学期の適当な時期に「研究中間発表」を行う。

・修士論文審査基準

修修士位論文は、材料科学および材料工学の学術分野における新しい知見を含むか、または材料技術の発展に貢献する有用な知見を含み、独自の考察を含んだ自著の論文でなければならない。なお、論文概要は日本語若しくは英語で執筆することとする。

・修士論文審査実施方法

審査委員会は3名以上の審査員で構成される。審査員による事前査読の後、口頭発表を行って最終的な審査・評価を行う。博士後期課程に進学する者の審査は5名以上の審査員で行う。なお、口頭発表は日本語若しくは英語で行うこととする。

【博士課程】

人材養成の目的

博士後期課程は、材料科学および材料工学に関する最高度の専門知識を有し、それらを駆使して独創的かつ挑戦的な研究・開発を推進できる素養を身につけるとともに、国際社会の潮流を俯瞰して現状の問題点を発見し、これらを独自の発想をもって先導的に解決できるよう、国際感覚豊かで人類の幸福と科学技術の発展に貢献する優れた人材を養成することを目的とする。

学修目標

本課程では上記の目的の達成のために、次のような能力の修得を学修目標としている

- ・材料科学および材料工学に関する最高度の専門的学力によって独創的な学術研究と技術開発を推進する能力
- ・材料科学および材料工学に関する最高度の専門知識を自在に活用して革新的な材料を開発する創造力
- ・国際社会の潮流を俯瞰して材料科学および材料工学が関連する問題の本質を見抜き、解決すべき課題を具体的に設定する能力
- ・科学技術の発展のために国際的な研究グループを先導する指導力

学修内容

本課程では、「学修目標」で記載した「修得する能力」を身に付けるために、次のような内容の学修を行う。

A) 材料科学および材料工学分野の最高度の専門学修とその応用

修士課程で学んだ専門知識をさらに深化させるとともに、それらを駆使して独創的かつ挑戦的な研究・開発を推進する素養を身につける学修

B) 材料科学および材料工学分野における技術の俯瞰力並びに課題設定力の学修

国内外の専門家との議論や論文・総説の執筆等を通じ、社会の潮流を俯瞰して現状の問題点を発見するとともに、これらを独自の発想をもって解決できる総合力の学修

C) 材料科学および材料工学分野における研究のリーダーシップの涵養並びに知見の体系化の学修

論文作成や総説執筆等を通してさまざまな実験や研究を通じて得られた知見を体系化するとともに、設定した課題を先導的に解決するリーダーシップ力を涵養する学修

修了要件

本コース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. 24単位以上を大学院授業科目（600番台）から取得していること
2. 本コースで指定された授業科目において、次の要件を満たすこと
 - ・講究科目を12単位、取得していること
 - ・材料コース専門科目を4単位以上修得していること
 - ・コース標準学修課程の専門科目群から16単位以上修得していること。
 - ・文系教養科目のうち600番台を2単位以上、キャリア科目から4単位以上を含み合計6単位以上修得していること。
3. 博士論文審査及び最終試験に合格すること

表D 1 材料コース博士後期課程修了要件

科目区分		必修科目単位	選択科目単位	単位数	学修内容 との関連	備考
教養科目群	文系教養科目		2 単位以上	6 単位以上	C	
	キャリア科目		4 単位以上		C	
	その他					
専門科目群	講究科目	材料工学講究 S3 材料工学講究 F3 材料工学講究 S4 材料工学講究 F4 材料工学講究 S5 材料工学講究 F5 を各 2 単位, 合計 12 単位		コース標準 学修課程の 専門科目群 から 16 単位以上	A, B, C	
	研究関連科目					
	専門科目		4 単位以上		A, B, C	
修了単位合計		上記の条件を満たし, 24 単位以上修得する事				

【備考】

- 文系教養科目, キャリア科目の詳細は, IV. 教養科目群等履修案内のそれぞれの章を参照すること。

授業科目

表D 1 に本コースにおける授業科目分類と博士後期課程修了に必要な単位数を示している。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修内容を示す。学修申告にあたっては、科目と学修内容の関係を十分理解すること。

表D 2 は本コースの博士後課程における専門科目群の授業科目を示す。表中の備考欄にある、コース名が記載されている科目については、本コースが指定する他コース専門科目群を示し修得した場合、本コースの標準学修課程の「専門科目」として取り扱われる。

表D 2 材料コース博士後期課程専門科目群

科目区分	科目コード	科目名			単位数	身に着ける力	学修内容	備考
講究科目	600 番台	MAT. Z691. R	R ◎	材料工学講究 S3 (Seminar in Materials Science and Technology S3)	0-2-0	1, 2, 3, 4 , 5	C	
		MAT. Z692. R	R ◎	材料工学講究 F3 (Seminar in Materials Science and Technology F3)	0-2-0	1, 2, 3, 4 , 5	C	
		MAT. Z693. R	R ◎	材料工学講究 S4 (Seminar in Materials Science and Technology S4)	0-2-0	1, 2, 3, 4 , 5	C	

		MAT. Z694. R	R ◎	材料工学講究 F4 (Seminar in Materials Science and Technology F4)	0-2-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
		MAT. Z695. R	R ◎	材料工学講究 S5 (Seminar in Materials Science and Technology S5)	0-2-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
		MAT. Z696. R	R ◎	材料工学講究 F5 (Seminar in Materials Science and Technology F5)	0-2-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
専 門 科 目	600 番台	MAT. A600. L	L 選 択	材料工学特別セミナー第一 (Materials Science Special Seminar I)	0-1-0	2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A601. L	L 選 択	材料工学特別セミナー第二 (Materials Science Special Seminar II)	0-1-0	2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A602. L	L 選 択	材料工学特別セミナー第三 (Materials Science Special Seminar III)	0-1-0	2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A603. L	L 選 択	材料工学特別セミナー第四 (Materials Science Special Seminar IV)	0-1-0	2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A604. L	L 選 択	課題設定・解決実践プログラム 第一 (Practice Program of Topics Setup and Solution I)	0-1-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A605. L	L 選 択	課題設定・解決実践プログラム 第二 (Practice Program of Topics Setup and Solution II)	0-1-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A606. L	L 選 択	課題設定・解決実践プログラム 第三 (Practice Program of Topics Setup and Solution III)	0-1-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A607. L	L 選 択	課題設定・解決実践プログラム 第四 (Practice Program of Topics Setup and Solution IV)	0-1-0	1, 2, 3, 4, 5	C	
		MAT. A661. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第一 (Materials Off-campus Project 1)	0-0-1		D	キャリア科目読替え科目 (A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D)
		MAT. A662. L	L 選	材料工学派遣プロジェクト第二	0-0-2		D	キャリア科目読替え科目 (A1D, A2D, A3D, P1D,

			択 目	(Materials Off-campus Project 2)				P2D, P3D)
	MAT. A663. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第三 (Materials Off-campus Project 3)	0-0-4		D	キャリア科目読替え科目 (A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D)	
	MAT. A664. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第四 (Materials Off-campus Project 4)	0-0-6		D	キャリア科目読替え科目 (A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D)	
• ◎：必修科目、○選択必修科目、★英語で授業を行う科目、○：奇数年度英語開講科目、E：偶数年度英語開講科目 • 身に着ける力：1 国際的教養力、2 コミュニケーション力、3 専門力、4 課題設定力、5 実践力又は解決力 • 科目コードにおける「分野コード」は次の通り。M：金属科目群、P：有機材料科目群、C：無機材料科目群、A：共通科目								

本コースの博士後期課程修了要件に記されるキャリア科目については、IV.教養共通群等履修案内－キャリア科目に記載されている、表 A-1 または B-1 に示す Graduate Attribute (GA)を原則として全て満たし、4 単位以上の単位を修得しなければならない。GA の修得状況については、修了時にコースで判定する。

この GA を修得するために、キャリア科目に加えて、キャリア科目としてみなすことが出来る専門科目として、表 B-1 または B-2 の科目が用意されている。

なお、対応科目をキャリア科目として修了要件に含めた場合、専門科目として修了要件に含めることができないので留意すること。

なお、博士課程教育リーディングプログラムの教育課程を履修する者については、IV. 教養科目群等履修案内－キャリア科目に記載されている以外にキャリア科目とみなすことができる科目が用意されている場合がある。具体的な科目、履修要件等は、該当する教育課程の履修案内を参照のこと。

表 B-1 アカデミックリーダー教育院 (ALP) 材料コース博士後期課程キャリア対応科目

対応科目区分	科目コード	科目名	単位数	対応するGA	学修内容	備考
キャリア科目としてみなすことが出来る専門科目	MAT. A460. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト A1	0-0-1	C1M	B, D
	MAT. A461. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト A2	0-0-2	C1M	B, D
	MAT. A462. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト B1	0-0-1	C1M	B, D
	MAT. A463. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト B2	0-0-2	C1M	B, D
	MAT. A661. L	L 選	材料工学派遣プロジェクト第一	0-0-1	A1D, A2D,	D

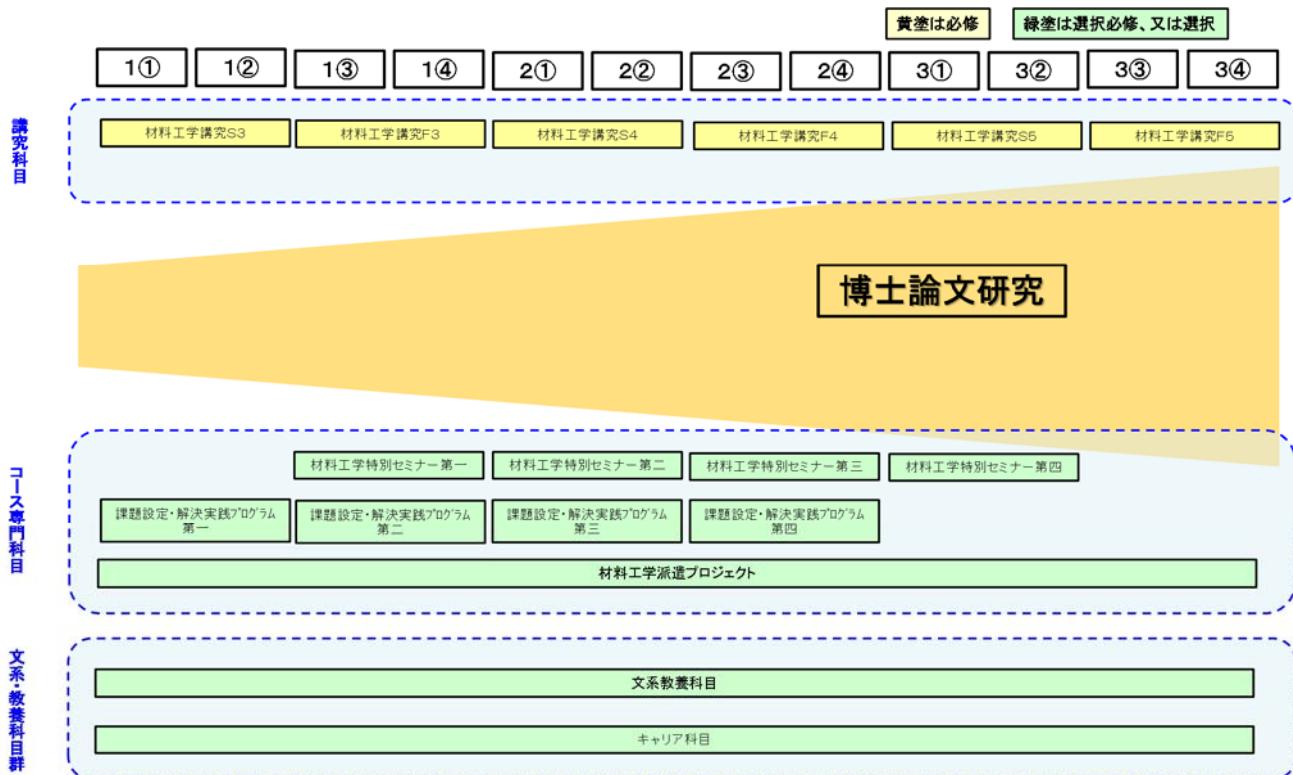
		択			A3D, P1D, P2D, P3D		
	MAT. A662. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第二	0-0-2	A1D, A 2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D	
	MAT. A663. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第三	0-0-4	A1D, A 2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D	
	MAT. A664. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第四	0-0-6	A1D, A 2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D	
上記科目の他、教養科目群キャリア科目から選択すること。（IV. 教養科目群等履修案内参照）							

表 B-2 プロダクティブリーダー教育院 (PLP) 材料コース博士後期課程キャリア対応科目

対応科目区分	科目コード	科目名			単位数	対応する GA	学修内容	備考
キャリア科目としてみなすことが出来る専門科目	MAT. A460. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト A1	0-0-1	C1M	B, D		
	MAT. A461. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト A2	0-0-2	C1M	B, D		
	MAT. A462. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト B1	0-0-1	C1M	B, D		
	MAT. A463. L	L 選 択	材料工学オフキャンパスプロジェクト B2	0-0-2	C1M	B, D		
	MAT. A661. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第一	0-0-1	A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D		

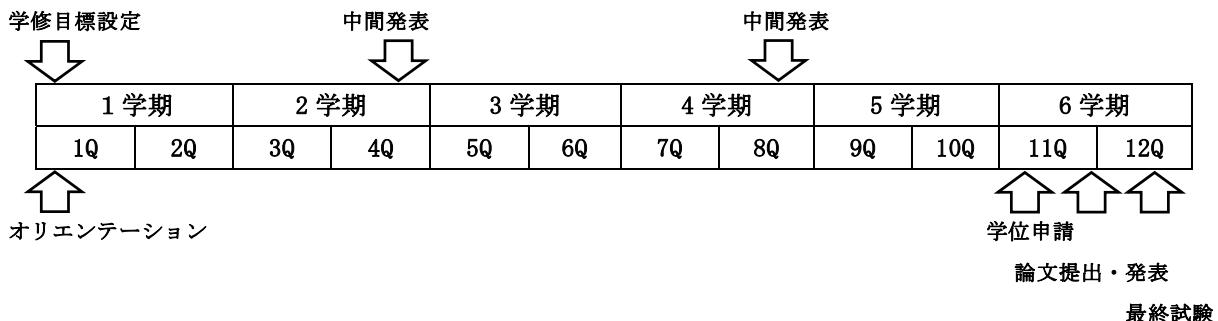
	MAT. A662. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第二	0-0-2	A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D	
	MAT. A663. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第三	0-0-4	A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D	
	MAT. A664. L	L 選 択	材料工学派遣プロジェクト第四	0-0-6	A1D, A2D, A3D, P1D, P2D, P3D	D	
上記科目の他、教養科目群キャリア科目から選択すること。（IV. 教養科目群等履修案内参照）							

標準的履修例



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。これらは学修成果の設定と評価の過程で修得する。また、博士学位の取得に向けての流れの一例を以下に示す。



・博士論文審査基準

博士学位論文は、材料工学分野における、新規性、独創性と十分な学術的価値を持つ自著の論文であって、主要部分が国際的な水準にある学術雑誌等に掲載されているか、あるいは掲載される水準でなければならぬ。なお、課程博士の学位論文は、日本語若しくは英語で執筆することとするが、英文での執筆を推奨する。

・博士論文審査実施方法

審査委員会は5名以上の審査員で構成されるものとし、他大学、研究機関及び外部審査員を含めるができる。博士論文を提出し、口頭発表の後、審査員による事前査読を経て、最終的な審査・評価を行う。最終審査では、当該分野に関する学力と共に語学力も確認する。なお、課程博士の口頭発表は日本語若しくは英語で行うこととする。

材料系材料コース 教授要目

MAT. A450 材料工学研究第一 (Materials Research Methodology I)

2Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

MAT. A451 材料工学研究第二 (Materials Research Methodology II)

4Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

MAT. A550 材料工学研究第三 (Materials Research Methodology III)

2Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

MAT. A551 材料工学研究第四 (Materials Research Methodology IV)

4Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

受講者の科学技術者としてのスキルを養うため、総説や論文執筆能力、対人コミュニケーション能力、英語でのプレゼンテーション能力を習得し、受講生の将来のキャリアプランについて指導教員と議論する。修士論文の中間発表をおこなうことにより、発表、質疑、討論技術についても習得する。

(Students get the skills as scientists or engineers by learning paper or review writing, communication skill, and English presentation skill. Students discuss their future career with their academic advisors. Midterm evaluation of master course thesis will be held.)

MAT. Z491 材料工学講究 S1 (Seminar in Materials Science and Technology S1)

1~2Q 0-1-0 指導教員

MAT. Z492 材料工学講究 F1 (Seminar in Materials Science and Technology F1)

3~4Q 0-1-0 指導教員

MAT. Z591 材料工学講究 S2 (Seminar in Materials Science and Technology S2)

1~2Q 0-1-0 指導教員

MAT. Z592 材料工学講究 F2 (Seminar in Materials Science and Technology F2)

3~4Q 0-1-0 指導教員

MAT. Z691 材料工学講究 S3 (Seminar in Materials Science and Technology S3)

1~2Q 0-2-0 指導教員

MAT. Z692 材料工学講究 F3 (Seminar in Materials Science and Technology F3)

3~4Q 0-2-0 指導教員

MAT. Z693 材料工学講究 S4 (Seminar in Materials Science and Technology S4)

1~2Q 0-2-0 指導教員

MAT. Z694 材料工学講究 F4 (Seminar in Materials Science and Technology F4)

3~4Q 0-2-0 指導教員

MAT. Z695 材料工学講究 S5 (Seminar in Materials Science and Technology S5)

1~2Q 0-2-0 指導教員

MAT. Z696 材料工学講究 F5 (Seminar in Materials Science and Technology F5)

3~4Q 0-2-0 指導教員

受講生は指導教員より与えられた研究課題（もしくは指導教員と協議して決定した研究課題）を中心に、専門知識とその周辺基礎知識を修得し、これらを自らのテーマに取り入れて研究し、討論し、まとめて発表を行う。この過程では、先行研究の調査・分析およびマップ化手法、データ取得・解析・評価手法などに習熟するとともに、理解力と語学力の養成、論文作成や発表、質疑、討論技術について習得を図る。

本学の大学院教育は、体系的カリキュラムに基づくコースワークと個人指導を特徴とする研究室教育とを両輪としている。講究は研究室教育の中核科目であり、能動的学修が強く求められている。一連の講究を受講し、研究

活動を進める過程で、専門力を向上させるとともに社会で必要とされる能力を身につけることが期待される。

(This two-quarter long course is designed to give students specialist knowledge in their field of study as well as basic knowledge in a broader area, with a focus on research assignments that are suggested by the academic supervisor (assignments may be decided through discussions with the academic supervisor).)

The students will incorporate this knowledge into their own research themes to carry out research, participate in academic discussions, and give presentations of their findings.

The aims of the abovementioned process are not only to develop the students' skills in such areas as literature search and analysis, mapping techniques, and techniques for collecting, analyzing, and assessing data, but also to acquire linguistic proficiency and comprehension skills as well as the ability to present ideas and arguments effectively in academic writing and through discussions and presentations. Graduate education at Tokyo Tech is comprised of coursework education based on a structured curriculum and laboratory work characterized by individualized instruction. Research Seminar courses are central to the laboratory-based education, and active learning is strongly encouraged. By enrolling in Research Seminar courses and pursuing research activities, students are expected to develop expertise in their field of study and gain skills that are sought after by society.)

MAT. A460 材料工学オフキャンパスプロジェクト A1 (Off-campus Project in Materials Engineering A1)

1~4Q 0-0-1 指導教員

MAT. A461 材料工学オフキャンパスプロジェクト A2 (Off-campus Project in Materials Engineering A2)

1~4Q 0-0-2 指導教員

本学以外の国内の組織における活動を体験を通して、広い視野を持つとともに、自らの適性についてのより深い洞察を得ることを目的として実施する科目である。

(This subject aims to educate deeper insight through internship in other domestic organization.)

MAT. A462 材料工学オフキャンパスプロジェクト B1 (Off-campus Project in Materials Engineering A1)

1~4Q 0-0-1 指導教員

MAT. A463 材料工学オフキャンパスプロジェクト B2 (Off-campus Project in Materials Engineering A2)

1~4Q 0-0-2 指導教員

本学以外の海外の組織における活動を体験を通して、広い視野を持つとともに、自らの適性についてのより深い洞察を得ることを目的として実施する科目である。

(This subject aims to educate deeper insight through internship in other overseas organization.)

MAT. C400 結晶科学 (Crystals Science)

1Q 2-0-0 大場 史康 教授

本講義では、結晶学の基礎から物質の基本的特性、格子欠陥の性質と材料機能との関係まで、無機材料の様々な機能を理解するために必要となる基礎概念を講述する。また、最先端の計測技術や理論計算による原子・電子スケールでの構造評価など、無機材料に関わる最近の研究手法とその応用例を紹介する。

現在実用に供されている無機材料は、複雑な組織・構造や格子欠陥を精緻に設計してつくりこむことで高機能を実現しているものが多い。本講義では、このような先端無機材料に関わる諸問題を解決し、より多彩かつ高性能な材料開発を行うために不可欠となる結晶科学の専門知識の習得を目的とする。

(This lecture covers basic concepts that are required for understanding the functionalities of inorganic materials, ranging from the basics of crystallography to the fundamental properties of materials, the properties of lattice defects, and their impacts on materials functionalities. Cutting-edge methods used in inorganic materials researches, including advanced experimental measurements and theoretical

calculations at the atomistic and electronic levels, are also discussed.

In many of currently commercialized inorganic materials, superb functionalities are realized via a precise design and fabrication of complex microstructures and lattice defects. An aim of this lecture is to acquire specialized knowledges on crystal science that are required for solving issues on such advanced inorganic materials and developing diverse high-performance materials.)

MAT. C401 誘電体・強誘電体特論 (Advanced Course of Dielectric and Ferroelectric Materials)

4Q 2-0-0 鶴見 敬章 教授 武田 博明 准教授

現在、誘電性を利用した多くのデバイスが実用化されており、誘電性は材料科学の重要な分野になっています。この誘電性を支配するのは分極です。本講義では、まず、分極の概念を古典的に理解するために誘電性の電磁気学から解説し、つづいて分極の発現機構を古典論と量子論を用いて説明します。物質の分極は周波数により変化します。この現象は誘電分散と呼ばれ、誘電体を材料科学的に理解するときや誘電体を応用するときには重要になります。本講義の前半は、分極が電界により発生する常誘電体に関する内容ですが、後半では、応力により分極が発生する圧電体、外部信号なしに自発的な分極を持つ焦電体、さらには、自発分極の方向が電界で変わる強誘電体について、その理論と応用を解説します。

(Dielectric property of materials is one of the most important subjects in material science because various dielectric devises are indispensable in the human society. Dielectric property of materials is dominated by the polarization. This lecture starts from description of dielectricity in classic electromagnetic theory follow by the description of the concept of polarization in terms of classical and quantum theories. The polarization of substances depends on frequency, which is called dielectric relaxation. The dielectric relaxation is an important phenomenon for usage of dielectric materials in real devises. The latter half of the lecture is for piezoelectricity, pyroelectricity and ferroelectricity. Applications of those materials will be explained.)

MAT. C402 量子光物性特論 (Quantum Physics in Optical Response of Materials)

2Q 2-0-0 中村 一隆 准教授

本授業では、物質および光の量子状態を状態ベクトルで表し、量子状態の時間発展を記述するシュレディンガー表示、ハイゼンベルグ表示、相互作用表示について学びます。その後、光と物質の相互作用について線形である光吸収放出過程を学びます。さらに、量子光学などで重要なコヒーレント状態について学びます。また最新の研究の例として、コヒーレントフォノン計測と光を用いた量子状態のコヒーレント制御について紹介します。

光と物質の相互作用に関する量子力学的な記述と計算方法を修得することを講義のねらいとします。

(This course gives fundamentals of quantum mechanical description for interaction between light and matter. The students learn description of quantum state using state vectors, equation of motions with three pictures, harmonic oscillators, coherent states. In addition, recent research results of coherent control will be presented.

The aim of this course is to understand the light matter interaction using quantum mechanical description.)

MAT. C403 セラミックス薄膜特論 (Advanced Course of Ceramic Thin Film Technology)

2Q 2-0-0 篠崎 和夫 教授 脇谷 尚樹 坂元 尚紀

セラミックスの多様な性質の多くは、粒界・界面といった微構造に由来しており、セラミックスの微構造を制御するプロセッシングがますます重要になっている。この状況はセラミック薄膜においても同様であり、セラミックス薄膜は界面の影響をさらに大きく受ける材料と考えることができる。本講義では、多様なセラミック薄膜の製造プロセスについて学ぶ。

前半では、セラミックス薄膜成長の基礎、各薄膜合成法および薄膜の応用に関する講義を中心に、後半では、薄膜のキャラクタリゼーション技術および電気特性の測定について述べる。キャラクタリゼーション技術では、光学測定技術、回折の基礎とX線回折、透過電子顕微鏡技術、プローブ顕微鏡技術、電気特性測定技術を紹介する。

MAT. C404 半導体物性特論（材料）（Physics and Chemistry of Semiconductors）

3Q 2-0-0 細野 秀雄 教授 真島 豊 教授 平松 秀典 准教授

材料研究者にとって必須な半導体理論を、しっかりととした物理基盤から、材料研究に必要な直観的な理解までを含めた講義を行う。そこで前半5回では、半導体の電子構造の基礎から、半導体のドーピング、フェルミ準位と統計分布関数からPN接合までを取り扱い、中盤5回では、太陽電池、発光ダイオード、電界効果トランジスタなどの半導体デバイスの動作原理の理解を中心取り扱う。そして、後半5回では、半導体の材料設計のために必要不可欠な電子構造に関して、いくつかのテーマを例としてあげ、実際の研究に役立つよう解説する。

本講義のねらいは、材料研究者が半導体材料の研究を進めるにあたり基盤となる、半導体の理論・デバイス・電子構造の素養を身につけることにある。

(Semiconductor theory, which is necessary for materials researchers, will be lectured from physical basic points to intuitive understanding that can apply to actual materials researches. In first 5 times, fundamental semiconductor physics will be lectured such as electronic structures of semiconductors, doping of semiconductors, Fermi level, statistical distribution functions, and PN junctions. Next, the principle of operation of semiconductor devices such as solar cells, light-emitting diodes, and electric field effect transistors will be lectured. In final 5 times, electronic structures of semiconductors for designing novel semiconductor materials will be lectured using some research examples in order to utilize them to the practical researches.

The aim of this course is to understand the basis of semiconductor theory, devices, and electronic structures for the materials researchers.)

MAT. C405 材料機器分析特論（Advanced Course of Instrumental Analysis for Materials）

3Q 2-0-0 矢野 哲司 教授

いろいろな材料に対しての評価・分析用として現在、数多くの分析機器が用いられている。本講義では材料研究において用いられている分析機器のうち、汎用的に使用されてかつ重要な先端分析機器について、その原理から最新の測定例を含めた応用に関する講義を行い、その知識を身に着けることをねらいとしている。

(Various kinds of the instrumental analysis techniques have been utilized for the evaluation and analysis of materials. In this lecture, indispensable analysis techniques are explained from their fundamental principles to their application to the latest materials science.)

MAT. C406 磁気物性特論（Advanced Course of Magnetism）

4Q 2-0-0 伊藤 満 教授 谷山 智康 准教授

本講義では、磁気的な相互作用の根源となるスピン角運動量と交換相互作用の理解から出発し、他の磁気的相互作用、その結果、発現する強磁性、反強磁性、らせん磁性について理解し、さらに金属磁性の基礎を学ぶ。また、磁気応用の基礎となる磁気異方性等についても取り扱う。

磁気現象は、無機材料、金属材料、有機材料など多様な物質において広範に観測され、また多岐に亘る技術にも応用展開されている。これらの磁気現象の起源は、電子移動を伴わない絶縁体と電子移動を伴う金属とでその取り扱い方が大きく異なり、磁気現象を理解するためには、それぞれ電子状態に対して特徴的な磁気的相互作用を理解することが必須である。本講義では、これらの理解を通して、磁気現象を包括的に捉えるための基礎知識を修得する。

(This course begins with a brief description of spin angular momentum and exchange interaction, and covers the other magnetic interactions that lead to ferromagnetism, antiferromagnetism, and helical

magnetism. Also, the fundamentals of magnetism in metals and magnetic anisotropy, which are central in magnetic applications, are included.

Magnetic phenomena are observed in a variety of inorganic, metallic and organic materials, and are used for a number of applications. The origins of the magnetic phenomena in insulators and metals are totally different, and it is essential to understand the magnetic interactions for each in order to understand such magnetic phenomena. The course enables students to acquire the fundamental knowledge that is necessary to fully understand the magnetic phenomena.)

MAT. C407 ナノバイオニクス特論 (Advanced Course of Nano-Bionics)

2Q 2-0-0 偶数年英語 生駒 俊之 准教授

材料科学や生物学が、医療に役立つという考え方は大切です。役立つ医療のイノベーションのために、この全く異なる学問を“界面”を通じて捉え、材料工学的な要素を整理して、医療機器の開発プロセスを理解するまでに達成させます。再生医療・ナノメディスン・診断技術といった具体例を取り上げ、グループによる議論を通じて理解を深めます。講義項目としては、表面、界面、細胞、レセプター、ナノ粒子、コラーゲン、足場材料などがあげられます。

(The attitude that materials and biological sciences have supported medical treatments is of great importance. To realize innovation in medical treatments, the recognition of development processes of biomedical devices from seeing “interface” of the different sciences and arranging various factors on material engineering is achieved. The specific examples about regenerative medicine, nanomedicine, and diagnostic technology will be dealt with and, through the group discussions, students promote deeper understanding about the related matters. The key words are surface, interface, cell, receptor, nanoparticle, collagen, and scaffold so on.)

MAT. C408 無機表面化学特論 (Advanced Course of Surface Chemistry on Inorganic Materials)

2Q 2-0-0 中島 章 教授 松下 祥子 准教授

固体表面の構造、性質、評価方法、応用等について幅広く講義します。講義の内容は無機材料を中心になりますが、金属や有機物、イオン結晶や共有結合結晶、半導体、非晶質体など、様々な固体の表面物性に関する内容にも触れ、それらを比較しながら説明することで、所望の固体表面特性を実現するための基本的な考え方や、材料・プロセスの選択に関する知識が身に付くよう工夫します。また、表面処理や表面評価についての技術に関する最近のトピックスについても可能な限り紹介し、単なる知識の付与ではない、大学院レベルの表面化学に関する講義を実施します。

固体の表面はその材料と、他の物質、光、電子、熱、力、磁気等の直接的なインターフェイスです。この「場」を効果的に制御することにより、バルク固体の性質をうまく引き出したり、バルク固体と異なる性質を表面に付与することが可能になります。この講義では、このような表面機能材料の設計に資する内容、特に構造と組成に着目し、表面物性を制御するための基本的なアプローチ方法を理解し、身につけることを狙いとします。

(This course addresses principles of surface chemistry of inorganic solid materials, including structure, properties, applications, and evaluation methods. Topics include technologies of surface modification for ceramic materials.

The aims of this course is to give fundamental knowledge of surface physics and chemistry on various solid materials for students and to cultivate application ability of the knowledge to solve practical problems for their future research.)

MAT. C409 微粒子工学特論 (Advanced Course of Fine-Particle Engineering)

3Q 2-0-0 坂井 悅郎 教授 宮内 雅浩 准教授

環境・エネルギー関連の機能性材料やセラミックスの製造においては、微粒子のサイズによる量子効果、微粒子

の形状による特異な物性、粉碎・分級、液中の分散・凝集、サスペンションのレオロジーなど、微粒子に関連した物性や要素技術が重要となる。本授業科目では、これらの微粒子の形状や構造、更にその分散等について理解し、近年における環境・エネルギー分野との関連について学ぶ。

(This course explains physical and chemical properties of nanoparticles and their dispersion and handling for environmental/ energy issues.)

MAT. C410 無機エネルギー変換材料特論 (Energy Conversion Ceramics Materials)

4Q 2-0-0 奇数年英語 坂井 悅郎 教授 安田 公一 准教授 松下 祥子 准教授 他

本講義は光エネルギー、化学エネルギー、熱エネルギー、量子エネルギー、電気エネルギーなどに関連したエネルギー変換材料に関する先端的研究について学ぶ。

(This course is to discuss the cutting-edge researches of energy-conversion materials for light energy, chemical energy, thermal energy, nuclear energy and electric energy.)

MAT. C411 触媒化学特論 (Advanced Course of Catalytic Chemistry)

1Q 2-0-0 原 亨和 教授 鎌田 慶吾 准教授 北野 政明 准教授

触媒は、化学反応の制御に最も広く使用されている物質であり、物質変換のキーとなる材料である。優れた機能を有する触媒を開発するためには、触媒に関する基本的な原理と概念を理解することは必須である。触媒化学は複合化学であるため複雑にみえるが、物理化学・無機化学・有機化学などの基礎学問を基盤としており、これら周辺知識を理解することで触媒という材料化学を体系的に理解することができる。具体的な講義項目は、速度論と平衡論、触媒のキャラクタリゼーション、触媒の構造と合成法、反応機構、触媒プロセスなどである。

本講義では、触媒化学に対する考え方の背景にある物理化学・無機化学・有機化学などの学問体系を理解し、その知識を実際の触媒設計・開発に応用するための基礎を築くことを目的とする。さらに、触媒の機能・特性とプロセス・化学反応との関連性を学び、持続可能な社会構築における触媒の重要性への理解を深めてほしい。

(Catalyst is not only a compound which is most widely used to control chemical reactions but also a key material for conversion of a substance. To develop the catalyst with an excellent property, an understanding the basic principle and concept about catalysis is indispensable. Catalytic chemistry seems complicated because it is applied chemistry covering a wide range of scientific fields. However, the material chemistry with regard to catalysis can be systematically understood by learning the knowledge based on physical chemistry, inorganic chemistry, and organic chemistry. This course includes kinetics and equilibrium, characterization of catalyst, structure and synthesis method, reaction mechanism, catalytic process, etc.

The purpose of this course is not only to understand the catalytic chemistry with backgrounds of physical chemistry, inorganic chemistry, and organic chemistry but also to apply the knowledge to practical catalyst design and development. Moreover, we would like students to learn the relationship between the catalytic properties and chemical processes and to understand the importance of catalyst to build a sustainable society.)

MAT. C412 高分子バイオマテリアル (Polymeric Biomaterials)

3Q 2-0-0 枝植 丈治 准教授 林 智広 准教授

これまでに多くの高分子材料が開発され、それらは適材適所で使用されることにより、今や生活に欠かせない材料になっている。本講ではなかでも、医療分野および環境分野で使用するバイオ高分子材料について学ぶ。

まず、バイオ高分子材料の特性を理解し、用途に合わせた材料設計の方策およびバイオマテリアルの表面・界面における分子挙動について学習する。

(Many kinds of polymeric materials have been developed for various purposes so far, and they are indispensable in our daily life.

In this lecture, students learn polymeric materials for the applications in medical and environmental fields, especially their material properties and structure-function relationships. Students also learn strategies for the design of the polymeric materials depending on targets and discuss molecular behavior at interfaces.)

MAT. M401 回折結晶学 (Applied Diffraction Crystallography in Metals and Alloys)

2Q 2-0-0 奇数年英語 中村 吉男 教授 藤居 俊之 教授

結晶性材料の構造解析を行うにあたって、X線回折や電子線回折は極めて有益な手法の1つである。本講義では、運動学的理論と動力学的理論をそれぞれ学び、X線回折による方位解析や構造解析の原理と具体的手法を演習を通して修得する。X線回折と電子線回折の特徴を理解することにより、材料のキャラクタリゼーションが最適な手法によって行えるようになる。

(This course is designed to give an introduction of fundamental theories and techniques of x-ray diffraction and electron diffraction, especially the principle of modern diffraction techniques and their applications to materials characterization.)

MAT. M402 ナノ材料計測 (Characterization of Nanomaterials)

4Q a 2-0-0 偶数年英語 曽根 正人 准教授 三宮 工 講師

ナノ材料の特性はナノサイズの構造に大きく依存するため、高い空間分解能を持つ計測手法は必要不可欠である。今日のナノ材料の発展にともない、ナノ計測手法も日々進化している。それらの計測手法には、多くの種類・応用法があり、材料の種類や知りたい情報によって使用法は大きく異なっている。適切な計測手法を選択するためには、その手法をよく理解していることが重要である。本講義では、ナノ材料計測手法を、具体例を通して学習する。前半では、電子顕微鏡法や粒子・チューブなどの低次元ナノ材料、後半では分光法や2次元・3次元ナノ材料、分子機械などに関するナノ材料とその計測手法を学習することを目標とする。

(Functions and properties of nanomaterials strongly depend on their size and structure. Therefore nanoscopic observation methods are indispensable. Recent progress of observation tools made numbers of new discoveries in nanomaterials. To obtain maximum performance of the measurement tools and to avoid errors, method should be well understood and properly selected. In this lecture, various nano-measurement methods are introduced with application examples. The objective of this class is to understand the nano material and nano-measurement methods, i.e. electron microscopy and low-dimensional materials are explained in the first half of the course and spectroscopic methods, 2D-3D materials, molecular machines in the last half.)

MAT. M402 Characterization of Nanomaterials (ナノ材料計測)

3~4Q b 2-0-0 清華大にて開講 每年英語 中村 吉男 教授 (Nakamura Yoshio) 史 蹤 教授 (Shi Ji)

Functions and properties of nanomaterials strongly depend on their size and structure. Therefore nanoscopic observation methods are indispensable. Recent progress of observation tools made numbers of new discoveries in nanomaterials. To obtain maximum performance of the measurement tools and to avoid errors, method should be well understood and properly selected. In this lecture, various nano-measurement methods are introduced with application examples. The objective of this class is to understand the nano material and nano-measurement methods, i.e. electron microscopy and low-dimensional materials are explained in the first half of the course and spectroscopic methods, 2D-3D materials, molecular machines in the last half.)

(ナノ材料の特性はナノサイズの構造に大きく依存するため、高い空間分解能を持つ計測手法は必要不可欠である。今日のナノ材料の発展にともない、ナノ計測手法も日々進化している。それらの計測手法には、多くの種類・応用法があり、材料の種類や知りたい情報によって使用法は大きく異なっている。適切な計測手法を選択するた

めには、その手法をよく理解していることが重要である。本講義では、ナノ材料計測手法を、具体例を通して学習する。前半では、電子顕微鏡法や粒子・チューブなどの低次元ナノ材料、後半では分光法や2次元・3次元ナノ材料、分子機械などに関するナノ材料とその計測手法を学習することを目標とする。)

MAT. M403 材料の環境劣化 (Environmental Degradation of Materials)

4Q 2-0-0 奇数年英語 西方 篤 教授 多田 英司 准教授

材料の環境性能は、材料を使用環境において安全に長期にわたって利用するために、最も重要な機能性のひとつである。本講義では、電気化学、表面科学、金属材料学を基礎学問として、様々な環境における構造材料および機能性材料の腐食、環境劣化現象について概説する。また、金属材料の腐食損傷度、環境強度、寿命評価の方法を理解し、適切な防食法や劣化防止策を提案できるようになることをねらいとしている。

(Long-term reliability of metallic materials in usage environments is one of the most important properties for structural and functional materials. This course provides an overview of corrosion and environmental degradation of structural and functional materials in various environments based on metallurgy, electrochemistry and surface science. Students will learn the evaluation methods for corrosion degradation, environmental strength, and life time of metallic materials.)

MAT. M404 移動速度論 (Transport Phenomena at High Temperature)

2Q 2-0-0 偶数年英語 須佐 匡裕 教授 小林 能直 教授 河村 憲一 准教授 林 幸 准教授 上田 光敏 准教授

本講義では、移動速度論の中で、特に材料工学と密接な関係にある、固体内拡散及び運動量と熱の流れについて解説する。固体内拡散については、物質内での荷電粒子の流れを扱い、その記述方法、応用例を学ぶ。一方、運動量と熱の流れについては、まず運動量流束とエネルギー流束（熱伝導・対流・輻射）を物質流束と対比せながら概説する。運動量の流れについては、ニュートンの粘性の式、ナビエ・ストークスの式を解説し、層流・定常状態における流束分布や壁に作用するせん断応力の計算手法の基礎を提供する。また、レイノルズ数等無次元数について、及び粘度と物質の構造との関係について解説する。また、伝熱について、解説し計算手法の基礎を提供する。

(This course focuses on the diffusion in solids, and the momentum and energy transport, which are lectured in parallel. The 'diffusion in solids' part deals with the kinetics of charged particles in solid. It starts with the expression of point defects in ionic crystals. Devices, which are related to the motion of charged particles, are introduced. The 'momentum and energy transport' starts with the comparison of these transports with the mass transport so as to understand the analogy of these three transports in terms of the relation between flux and driving force. With respect to the momentum transport, Newton's law of viscosity and Navier-Stokes equation are explained and applied to the calculation of the velocity profile of fluid and the shear stress acted on the wall assuming that the fluid is laminar.)

MAT. M405 鉄鋼材料設計学特論 (Advanced Microstructure Design of Ferrous Materials)

1Q 2-0-0 偶数年英語 竹山 雅夫 教授 林 重成 准教授 小林 覚 講師

金属材料に求められる特性は、その材料の持つ組織によって決まる。では、その組織とはどのように生み出されるのであろうか。本講義では、鉄鋼材料を中心とした、金属材料の組織制御法について、平衡論、速度論、結晶学、強度学の観点から講述する。また、材料設計をするための組織設計指導原理及び設計哲学について講述する。(Mechanical properties of metallic materials are determined by their microstructures. How are the microstructures formed? This course introduces microstructural controlling methods currently used in metallic structural materials, mainly steels, in terms of phase equilibria, kinetics of phase transformations, crystallography and strengthening mechanisms. Students will also learn the principles and philosophy of microstructural design to obtain advanced structural materials.)

MAT. M406 非鉄金属材料設計学特論 (Advanced Microstructure Design of Non-ferrous Materials)**2Q 2-0-0 奇数年英語 熊井 真次 教授 村石 信二 准教授 小林 郁夫 准教授**

非鉄金属材料学で学んだことを発展させ、主としてアルミニウム・チタン・マグネシウムなどの非鉄金属材料について、先端適応プロセス技術とその結果として得られる材料組織や特性を理解し、多様な用途で利用される非鉄金属材料について理解を深める。非鉄金属材料学で学んだ基礎的な知識と、この講義で取得する先端的なプロセスに関連する知識とを組み合わせることで、産業の様々な場面で非鉄金属材を利用する際の材料設計指針を習得することができる。

(This class is located as advanced course of non-ferrous metals. Student will achieve deep understanding of non-ferrous metals for various practical usages in terms of advanced processing technology and resultant microstructure and properties. By combination of the knowledge obtained during this course and elementary course of non-ferrous metals, students will achieve the sense of material design to handle non-ferrous metals in various industrial situations.)

MAT. M407 固体物理特論 (Advanced Solid State Physics)**3Q a 2-0-0 奇数年英語 中辻 寛 准教授 合田 義弘 准教授**

物質科学の最も基礎となる電子論を中心に固体物理の基礎を講義する。まず、固体の電子状態を記述するバンド理論を基礎から講義する。その最も単純かつ有用な取扱いとして、ほとんど自由な電子モデルと、強結合近似の方法を紹介する。最新の非経験的電子状態理論およびその数値シミュレーションへの適用にも触れる。電子が Fermi 粒子である事による交換効果を記述する Hartree-Fock 近似を講義した後、相関効果と呼ばれる交換効果以外の多体効果を取り入れる波動関数理論と密度汎関数理論を紹介する。

これらの内容に基づき、低次元物質系や金属材料組織界面などへの適用例を議論する事により理解を深める。
(This lecture covers fundamentals of solid state physics, where electron theory as the basics of materials science is mainly discussed. The course teaches the electronic band theory from the basics which describes the electronic states of solids. The nearly free-electron model and the tight-binding approximation will be introduced as the simplest and most valuable models in the band theory. First-principles electron theory is discussed as one of the most important topics in advanced solid state physics. First-principles electron theory is cutting-edge non-empirical electron theory applied for numerical simulations. Hartree-Fock approximation is discussed, where the exchange effect coming from the Fermi-Dirac statistics is taken into account. Then, wave-function theory and density functional theory is introduced. Applications to the electronic states of low-dimensional materials and metallic microstructure interfaces are discussed to deepen the understanding.)

MAT. M407 Advanced Solid State Physics (固体物理特論)**1~2Q b 2-0-0 清華大にて開講 每年英語 西 敏夫 (Nishi Toshio) 清華大学との大学院合同プログラム教員**

This lecture covers fundamentals of solid state physics, where electron theory as the basics of materials science is mainly discussed. The course teaches the electronic band theory from the basics which describes the electronic states of solids. The nearly free-electron model and the tight-binding approximation will be introduced as the simplest and most valuable models in the band theory. First-principles electron theory is discussed as one of the most important topics in advanced solid state physics. First-principles electron theory is cutting-edge non-empirical electron theory applied for numerical simulations. Hartree-Fock approximation is discussed, where the exchange effect coming from the Fermi-Dirac statistics is taken into account. Then, wave-function theory and density functional theory is introduced. Applications to the electronic states of low-dimensional materials and metallic microstructure interfaces are discussed to deepen the understanding.

(物質科学の最も基礎となる電子論を中心に固体物理の基礎を講義する。まず、固体の電子状態を記述するバンド理論を基礎から講義する。その最も単純かつ有用な取扱いとして、ほとんど自由な電子モデルと、強結合近似の方法を紹介する。最新の非経験的電子状態理論およびその数値シミュレーションへの適用にも触れる。電子が Fermi 粒子である事による交換効果を記述する Hartree-Fock 近似を講義した後、相関効果と呼ばれる交換効果以外の多体効果を取り入れる波動関数理論と密度汎関数理論を紹介する。

これらの内容に基づき、低次元物質系や金属材料組織界面などへの適用例を議論する事により理解を深める。)

MAT. M408 量子統計力学 (Quantum Statistical Mechanics)

1Q 2-0-0 偶数年英語 梶原 正憲 教授 中辻 寛 准教授 合田 義弘 准教授

統計力学の理解に必要な量子力学の基礎について復習する。また、Boltzmann の関係式に基づき、Lagrange の未定乗数法を用いて、小正準集合の分配関数を求める数学的な手法について説明する。さらに、正準集合や大正準集合に対する分配関数と Helmholtz エネルギーやグランドポテンシャルの関係について解説する。

これらを用いて、格子振動、電子、磁気スピン等に起因するエントロピーを評価し、Einstein モデルや Debye モデルにより定積比熱を解析的に記述する方法について学習する。これに対し、Fermi 系や Bose 系の特徴を議論することにより、統計力学における Pauli の排他律に対する理解を深める。

(Quantum mechanics is reviewed as an introduction to statistical mechanics. On the basis of the Boltzmann's principle and Lagrange multipliers, Boltzmann and Gibbs factors are derived.

Using basic principles of statistical mechanics, entropies due to lattice vibrations, electrons, spins are evaluated. Heat capacities by Einstein and Debye models are discussed. The Fermi-Dirac statistics and Bose-Einstein statistics are introduced, where the Pauli's exclusion principle are discussed.)

MAT. M409 相平衡の熱力学 (Thermodynamics for Phase Equilibria)

1Q 2-0-0 奇数年英語 梶原 正憲 教授 曽根 正人 准教授

材料学を理解するための最も重要な基礎学問は、熱力学である。本講義では、解析的な取扱いの容易な合金材料の相平衡に着目し、材料熱力学の基礎について分かり易く説明する。すなわち、熱力学の基本原理である「第一法則」および「第二法則」の意味について詳細に説明し、「内部エネルギーの最小則」および「エントロピーの最大則」として知られる熱力学的安定条件を導出する。この熱力学的安定条件を用いると、材料の平衡状態は単一の基本関係式により完全に記述できる。この結論に基づき、平衡状態図を計算する方法等を紹介する。

(Thermodynamics is one of the most important fundamental sciences. In this lecture, the fundamental aspects in thermodynamics of materials science are explained on the focus of metallic alloys which are relatively easy in analytical treatments. Through precise reviewing the fundamental thermodynamic principles first and second laws of thermodynamics, students understand stability conditions of thermodynamic systems such as the energy minimum principle and the entropy maximum principle. The equilibrium state of materials can be described by the fundamental equation. On this concept, thermodynamic calculation of equilibrium phase diagram is introduced.)

MAT. M410 固体の変形と強度 (Deformation and Strength of Solids)

2Q 2-0-0 奇数年英語 尾中 晋 教授 寺田 芳弘 准教授

固体の変形と強度を定量的に評価する手法を習得することは、目的に応じた材料を選択するため、そしてより進んだ材料を開発するために不可欠である。弾性論と転位論は、それぞれ、結晶性固体の弾性変形と塑性変形を評価するための学問体系であり、本講義前半ではそれらを修得するための講述と演習を行う。本講義後半では、結晶性材料の塑性変形挙動と塑性変形の進行に必要な外力について扱ったのちに、金属材料を例として、実用に用いられている材料が様々な条件のもとでのどのような機械的性質を示し、どのようにすれば材料の強度を高めていくことができるかを理解するための講述と演習を行う。

(To accomplish material selection and to develop advanced materials, we must know methods to evaluate

deformation and strength of materials quantitatively. The elasticity and the theory of dislocations are respectively academic frameworks to understand elastic and plastic deformation behaviors of crystalline materials. The first half of this course teaches the elasticity and the theory of dislocations. In the second half of this course, explaining the plastic deformation of crystalline materials and the external force to cause the plastic deformation, we consider mechanical properties of practical materials under various conditions and methods to increase strength of materials. Exercise problems are assigned during both of the first and second halves of the course.)

MAT. M411 金属の相変態と組織制御 (Phase Transformation and Microstructure Control)

3Q 2-0-0 奇数年英語 細田 秀樹 教授 稲邑 朋也 准教授

第7回までの前半部では、金属の性質と結晶構造（相），欠陥構造（点欠陥や転位など）の関係を学ぶ。さらに相変化の熱力学と状態図について学び、状態図と組織の関係に関する基礎を学ぶ。第8回からの後半部分では、単相における、変形や加熱によって生じる組織変化について学ぶ。変形組織の階層構造、変形集合組織、回復・再結晶の素過程を基に、加工熱処理による組織変化の基礎を学ぶ。

金属材料の性質を決定する相（結晶構造）と組織の制御に関する基礎原理を理解することが本講義のねらいである。また前半・後半共に演習問題を課して理解度を高める。

(This course focuses on the relationships among crystal structure (phase), defect structures (point defects and dislocation) and properties of metals in the first half, since the physical properties of metals and alloys are determined by the crystal structure and microstructures. Emphasis is placed on the thermodynamics of phase transformation and phase diagram to learn basics of the relationship between phase diagram and microstructure. The last half of this course covers the evolution of microstructure upon deformation and heat-treatment in single phase alloy including the hierarchical microstructure of deformed metals, deformation texture, recovery and recrystallization to understand the basics of microstructure control by thermomechanical processing. Exercise problems are set to improve understanding throughout this course.)

MAT. M412 金属の信頼性と耐久性 (Reliability and Durability of Metals and Alloys)

3Q 2-0-0 偶数年英語 熊井 真次 教授 小林 郁夫 准教授 小林 覚 講師

自動車、航空機等の構造材料や火力発電プラントの高温構造材料などにおいては、長期間の使用に耐える金属材料の信頼性と耐久性が重要となる。本講義では、金属材料の破壊事例を紹介し、破壊の起り方について学ぶ。次いで信頼性の観点から、破壊力学の観点から材料の破壊を科学的に理解する。さらに耐久性の観点から、金属材料における最も重要な二つの破壊現象である、疲労破壊とクリープ変形について理解する。特に疲労破壊に関しては、S-N曲線や疲労き裂の発生と伝播挙動について、クリープ変形に関しては、種々の高温変形機構について理解し、高温における材料強化法を学ぶ。

(Reliability and durability are highly required in use of metallic materials for structural applications such as automobiles, airplanes and thermal power plants etc. This course first gives an introduction to fracture of metallic materials in practical applications and fracture manners. The introduction is followed by basic lectures on fracture mechanics, fatigue and creep deformation which are important phenomena in terms of reliability and durability of metallic materials. In the lectures on fatigue you will study S-N curves, and nucleation and propagation of cracks. In the lectures on creep deformation students will learn high temperature deformation mechanisms and design principle of the materials for improved durability.)

MAT. M413 金属工学特別講義第一 (Special Lecture on Metallurgical Engineering I)

2Q 1-0-0 未定

材料工学の関連分野で活躍する研究者が最新の学問・技術を紹介する。材料設計、生産技術、材料分析、数値解析など、金属材料に関連した基礎学問と応用研究を紹介する。

(This course aims at introducing recent developments in material science and technology by invited lecturers. Students will learn selected topics related to material design, process engineering, material characterization, numerical computation, etc.)

MAT. P401 有機光学材料物理 (Organic Optical Materials physics)

2Q 1-0-0 石川 謙 准教授

表示デバイス材料として用いられている液晶と液晶表示の動作原理を理解する

- (1) 中間相としての液晶
- (2) 物質の光学定数と光学特性
- (3) 複屈折物質と偏光の取り扱
- (4) 薄膜の特性評価手法
- (5) ネマチック液晶の物性と表示デバイス

(This class deals with the basic knowledge of liquid crystals and optics of birefringent subject to understand the working mechanisms of liquid crystal displays.

- (1) Liquid crystals
- (2) Optical constants and optical properties of condensed matter
- (3) Birefringent object and polarized light
- (4) Thin film optics
- (5) Nematic phase and liquid crystal displays)

MAT. P402 ソフトマテリアル物理化学 (Soft Materials Physical Chemistry)

2Q 1-0-0 大内 幸雄 教授

本講義では、先ずイオン液体の歴史と背景を述べ、イオン液体と分子液体を対比させながらイオン液体の特徴を概説する。次に、イオン液体の構造パラメータに着目し、バルク構造・表面構造ならびに特徴的な電子構造について理解を深める。続いてイオン液体の物性ならびに機能について、最新の事例を紹介しながら解説する。

(In this course,)

MAT. P403 Soft Materials Physics (ソフトマテリアル物理)

3Q 1-0-0 每年英語 VACHA MARTIN 教授 (Vacha Martin)

The fields of optical functional materials, organic semiconductors, or organic opto-electronic devices require the basic knowledge of optical properties and photophysical processes of organic molecules and molecular complexes. With these applications in mind, the course uses the quantum-mechanical description of optical transitions to explain photophysical processes occurring on isolated organic molecules. Based on this knowledge, the course further explains both strong (exciton coupling) and weak (energy transfer) dipole-dipole interactions in molecular aggregates, examines the effect of external fields, the confinement of light, and introduces differences between organic materials and inorganic semiconducting nanostructures. As the advanced optical nanoscale characterization methods the course explains the principle of single-molecule spectroscopy, high-resolution optical spectroscopy and super-resolution microscopy. The course is given entirely in English.

(光機能性材料、有機半導体材料、有機材料の光・電子デバイスの分野で光物性および光物理的特性の基礎的な知識が必要です。このような分野での応用を考え、本講義の具体的な講義項目は、光学遷移の量子力学的コンセプトを用い、單一分子レベルで起こる光物理的過程を説明します。それに基づき、分子の会合体で起こる強い相互作用（励起子カップリング）、分子間で起こる弱い相互作用（エネルギー移動）、分子への外部場の影響、光

閉じ込め効果を紹介し、無機半導体ナノ量子との比較を紹介します。これらの現象を調べるため最新の材料の光学的ナノスケール評価の手法として、単一分子分光、高分解能光学分光、超解像度蛍光顕微鏡などを説明します。本講義を全て英語で行ないます。)

MAT. P404 Soft Materials Functional Physics (ソフトマテリアル機能物理)

4Q 1-0-0 毎年英語 早水 裕平 准教授 (Hayamizu Yuhei)

Organic materials are unique due to their molecular structures and organizations compared with inorganic materials. Physics of the soft materials will be presented particularly from the viewpoints of physics in organic molecules and biomaterials.

(有機物は無機物や金属に比較してソフトな材料である。また、一般に分子がその構成単位になっているのも特徴である。それだからこそ、興味深い物理現象があり、他の材料にはない機能材料としての特徴がある。本講義ではソフトマテリアルのひとつであるバイオ材料とそのセンターについて英語で講義する。)

MAT. P411 Soft Materials Chemistry I (ソフトマテリアル化学-I)

1Q 1-0-0 奇数年開講 毎年英語 手塚 育志 教授 (Tezuka Yasuyuki)

(高分子の「かたち (トポロジー)」のデザインには、ユークリッド幾何学の制約を超えた大きな自由度がある。直線状 (これまでのほとんどの合成高分子) だけでなく、分岐状や環状・多環状の構造を自在に設計し、さらにこれらを組み合わせて多様な高分子トポロジーを効率的に合成する、新しい化学反応プロセス (高分子トポロジー化学) の開発研究について、ソフトマテリアル化学-II と合わせて、その現状と将来展望について解説する。)

MAT. P412 Soft Materials Chemistry II (ソフトマテリアル化学-II)

2Q 1-0-0 奇数年開講 毎年英語 手塚 育志 教授 (Tezuka Yasuyuki)

(高分子の「かたち (トポロジー)」のデザインには、ユークリッド幾何学の制約を超えた大きな自由度がある。直線状 (これまでのほとんどの合成高分子) だけでなく、分岐状や環状・多環状の構造を自在に設計し、さらにこれらを組み合わせて多様な高分子トポロジーを効率的に合成する、新しい化学反応プロセス (高分子トポロジー化学) の開発研究について、その現状と将来展望について解説する。)

MAT. P413 有機材料機能化学 (Soft Materials Functional Chemistry)

1Q 1-0-0 早川 晃鏡 准教授

有機高分子材料の精密合成、自己組織化、薄膜化技術、構造制御技術に関する基礎知識と方法論の習得を目的とする。

(This course focuses on the fundamental knowledge and methodology for precise synthesis, self-assembly, thin film technology, and structure control technology in organic and polymeric materials.)

MAT. P414 ソフトマテリアル機能 (Soft Materials Function)

3Q 1-0-0 道信 剛志 准教授

有機高分子材料は、次世代の産業を支える重要なソフトマテリアルです。本講義では、有機半導体高分子について歴史的経緯から環境負荷が低い合成法まで幅広く概説し、それらを用いた薄膜トランジスター・有機太陽電池の特性を詳細に説明します。また、機能性高分子を迅速かつ簡便に合成するという観点からクリックケミストリーという概念が注目されています。クリックケミストリーに分類される化学反応を紹介し、それらを用いた高分子合成とその機能について解説します。

(Organic polymeric materials are an important soft material which supports the next generation industry. This course provides an overview of the history, environmental-benign synthesis, and electronic and photonic device applications of organic semiconducting polymers. Also, the concept of click chemistry has recently attracted much attention from the viewpoint of efficiently producing functional polymeric

materials. The important chemical reactions classified as click chemistry are introduced, and the use in polymer syntheses is explained.)

MAT. P415 有機材料化学 (Chemistry of Organic Materials)

2Q 1-0-0 柿本 雅明 教授

高分子材料の化学構造と物性の関係を理解し、エンジニアリングプラスチック・スーパーインジニアリングプラスチックの合成法と物性・用途を学ぶ

(Study relationship between chemical structure and characterization of the polymers. Study preparation and application of engineering plastics and super engineering plastics)

MAT. P421 有機材料機能設計 (Organic Materials Functional Design)

1Q 1-0-0 濱井 茂雄 准教授

結晶性高分子の構造と物性について研究するためには、構造と物性を評価するために様々な分析・解析手法を身に付ける必要があります。結晶性高分子の構造と物性の評価方法の中でも特に重要な手法である広角X線回折及び小角X線散乱について、その理論から実際の解析方法までを講義します。また、結晶性高分子の高圧二酸化炭素処理による結晶化及び微細発泡化、粒子充填系導電性高分子複合材料などに関する研究例を挙げ、結晶性高分子及び高分子複合材料の構造と物性の制御における基本的な考え方について講義します。

(In order to study on the structure and properties of crystalline polymer, it is essential to acquire the ability to analyze the structure and properties by using various analytical methods. This course focuses on the wide-angle X-ray diffraction (WAXD) and small-angle X-ray scattering (SAXS), including the theory and analytical methods, which are essential techniques to characterize the structure and properties of crystalline polymer.

This course also focuses on the basic concepts to control the structure and properties of crystalline polymer and polymer composites after introducing the research on the crystallization and microcellular foaming of crystalline polymer by using high-pressure carbon dioxide treatment, and the research on the electrical conductive particle-filled polymer composites.)

MAT. P422 有機材料科学設計 (Organic Materials Design)

3Q 1-0-0 扇澤 敏明 教授

本講義では、高分子材料の中で重要な位置を占める高分子多成分系材料（ポリマー・アロイ）の基礎として、相挙動、熱力学、相分離挙動、相分離構造制御、界面などについて説明する。

材料に要求される性能・機能は1つではないことから、いくつかの要求事項を満たすために、異なるポリマーを混ぜることが広く行われている。ここでは、その混合系材料の基礎として、物性に影響を及ぼす構造の発現機構、構造制御手法など材料設計について学んでほしい。

(This course focused on the basic concept of multi-component polymer system (polymer alloys), especially, the phase behavior, thermodynamics, phase separation behavior, morphology control and interface in polymer alloys are explained.

Mixing different polymers is carried out widely to satisfy some requirements. So the polymer alloys are used as practical use materials widely. It is desirable to understand the basic of the essence of polymer alloys and importance of structure design.)

MAT. P423 有機複合材料 (Advanced Course in Composite Materials)

3Q 1-0-0 塩谷 正俊 准教授

複合材料を形成することは、物性を最大限に引き出すために極めて有効な方法である。本講義では、複合材料の成形、構造、物性を取り扱う。

本講義のねらいは、複合材料の優れた物性が発現する機構を理解することである。

(Formation of the composite material is an extremely effective way for exerting excellent physical properties of the material to the maximum. This course focuses on the fabrication, structure and properties of the composite materials.)

This course aims at understanding the mechanisms that exert the excellent properties of the composite materials.)

MAT. P424 有機材料加工 A (Advanced Course in Polymer Processing A)

3Q 1-0-0 奇数年開講 鞠谷 雄士 教授

溶融成形プロセスにおける高分子の高次構造発現につき、溶融紡糸過程を中心に詳述する。

溶融成形プロセスの物質収支、運動量収支、エネルギー収支、構成則による取扱。

各種溶融成形プロセスについても紹介する。

(This course focuses on the high-order structure formation in melt processing of polymers, especially on the melt spinning process.)

Topics include four fundamental equations, i. e. mass balance equation, momentum balance equation, energy balance equation and constitutive equation.

Various melt processing technologies also will be introduced.)

MAT. P425 有機材料加工 B (Advanced Course in Polymer Processing B)

4Q 1-0-0 奇数年開講 鞠谷 雄士 教授

溶融成形プロセスにおける高分子の高次構造発現につき、溶融紡糸過程を中心に詳述する。

分子配向と結晶化を中心とする高次構造形成論。

(This course focuses on the high-order structure formation in melt processing of polymers, especially on the melt spinning process.)

High-order structure development through molecular orientation and crystallization will be discussed)

MAT. P426 材料熱物性特論 (Thermal Properties of Materials)

4Q 1-0-0 森川 淳子 教授

熱物性（熱伝導率、熱拡散率、熱浸透率、熱容量等）概論を材料の視点から解説する。材料はおもに有機材料、高分子材料、有機複合材料ならびに生体材料等を中心に、無機材料、金属についても触れる。巨視的およびナノ・マイクロスケールの熱物性について、理論的な解説とともに、具体的な材料開発事例に基づいて、材料の高次構造との相関からも論じる。熱物性測定法については、国際標準を含めた幅広い方法論を網羅して解説する。熱物性を材料の機能発現として具現化する際に必要なサーマルデザインの考え方を解説する。

(Thermophysical properties (thermal conductivity, thermal diffusivity, thermal effusivity, heat capacity) are reviewed from view points of materials science and engineering. Organic and polymeric materials, composites and bio-materials are the main topics, however, general theory of inorganic materials, and metals are introduced. The micro- and macroscopic thermal properties are discussed in relation with the existing advanced materials. The methodology of measuring methods are reviewed with regard to the International standard (ISO). The concept of thermal design is also reviewed.)

MAT. M414. L Advanced Metal Physics (金属物性特論)

3Q 2-0-0 每年英語 史 肇 教授 (Shi Ji) 中村 吉男 教授 (Nakamura Yoshio)

In this course, classical model and quantum mechanics model for free electron will be studied in order to understand the electron state in metals. And these theories are used to explain the nature of electrical properties of metals. In the second part, Langevin paramagnetism, molecular field theory, exchange

interaction will be introduced to understand ferromagnetism and magnetic properties of metals. Practical applications and latest research results in the related areas will also be introduced.

(本講義では自由電子の古典モデルと量子力学モデルを勉強し、自由電子の金属の中での状態を理解します。また、これらのモデルで金属の電気的特性を説明します。磁性の部分ではランジュバン常磁性、分子場理論、交換相互作用、磁化過程などを勉強し、強磁性や金属の磁気特性を理解する。これらの金属特性のデバイスへの応用や関連分野の最新の研究成果も紹介します。)

MAT. M415. L Physical Chemistry for High Temperature Processes -Thermodynamics- (高温物理化学－熱力学)
3Q 1-0-0 毎年英語 須佐 匡裕 教授 (Susa Masahiro) 小林 能直 教授 (Kobayashi Yoshinao) 河村 憲一
准教授 (Kawamura Kenichi) 他

This course focuses on thermodynamics for high temperature processes involving chemical reactions. This course starts with review on the first to third laws of thermodynamics including enthalpy, heat capacity, entropy, Gibbs energy, etc, followed by the topics such as the chemical potential and the Gibbs phase rule, the latter being applied to phase diagrams and also systems involving various chemical reactions. Finally, the concept of activity is introduced along with standard states for components in gas and condensed phases, the latter including Raoultian, Henrian and 1mass% Henrian activities. By combining lectures and exercises, the course enables students to understand and acquire the fundamentals of chemical equilibrium calculation for systems involving various chemical reactions.

Thermodynamics is a basis for other courses provided in Graduate Majors 'Energy Science and Engineering' and 'Materials Science and Engineering' and is also very important for research and development of high temperature materials and processing. For example, the second law defines the maximum efficiency of heat engine. The Gibbs energy change predicts the maximum work generated by electrochemical cells and also predicts whether or not some reaction occurs at certain condition. A reaction which is not expected to occur thermodynamically will never occur. Thermodynamics should be useful to your own research as well. Students are also expected to understand the backgrounds against which the concepts such as enthalpy, Gibbs energy, activity and so on were created in addition to how to use them.

(熱力学の考え方には、材料系エネルギーコースや材料コースで開講される多くの講義の基礎を成すとともに、研究を進める上でも非常に重要です。熱力学第二法則は熱機関の最大効率を規定します。また、ギブズエネルギー変化からは、電池反応で取り出せる最大仕事量を予測することができます。さらに、どのような条件下では反応が進行し、どのような条件下で系は平衡に達するのかを予測することも可能です。ギブズの相律は熱的平衡、機械的平衡および化学的平衡を達成するために、どの示強変数をどのように設定すべきかという検討に必須の概念です。講義は、以下に示すように、熱力学の第一～第三法則の復習から始め、ギブズの相律や活量といった概念の理解をより深めます。このために、講義では演習を多く取り入れます。

本講義は、化学反応をともなう高温プロセスの熱力学に関するものである。熱力学第一～第三法則を基礎としているため、まずこれらの復習を行い、エンタルピー、熱容量、エントロピー、ギブズエネルギーをはじめとする熱力学関数について解説する。特に反応の標準エンタルピー変化、標準エントロピー変化、標準ギブズエネルギー変化の計算方法に注力する。続いて、化学ポテンシャルを導入し、ギブズの相律を導出する。また、ギブズの相律を状態図や化学反応を含む系に適用して、系を平衡させるためにはどのような示強変数を実験的に固定する必要があるかといった問題についての考え方を解説する。さらに活量の概念を導入する。気体成分の活量および凝縮相成分の活量の標準状態と活量の定義について解説し、凝縮相成分に関しては、ラウール基準、ヘンリー基準、1mass%ヘンリー基準といった3種類の活量を扱う。最後に、相互作用係数についても解説する。以上を総合して、様々な化学反応をともなう系についての化学平衡計算手法の基礎を提供する。

熱力学は、エネルギーコースや材料コースの多くの講義の基礎を成すとともに、高温材料やプロセスの研究・開発を進める上でも重要な分野である。第二法則は熱機関の最大効率を規定し、ギブズエネルギー変化からは、化学電池反応から取り出せる最大仕事量が予測できる。さらに、ある反応が進行する条件、反応が平衡する条件

を予測することもできる。熱力学的に「起こらない」と判定される反応は決して起こらない。熱力学の考え方を自分の研究にも適用してみてほしい。また、エンタルピー、ギブズエネルギー、活量などの使い方だけではなく、なぜこのような概念が創出されたのかといった背景も理解してほしい。)

MAT. M416. L Physical Chemistry for High Temperature Processes -Smelting and Refining Processes- (高温物理化学-製精錬プロセス)

**1Q 1-0-0 毎年英語 須佐 匡裕 教授 (Susa Masahiro) 小林 能直 教授 (Kobayashi Yoshinao) 河村 憲一
准教授 (Kawamura Kenichi) 他**

This course aims to apply the fundamental and applied chemical thermodynamics to the prediction of practical process of smelting and refining of metals. Solution theory is the main approach which requires proper understanding of chemical potential and activity of the components of the system consequently leading to the concentration relation. The series of the classes is mainly composed of models such as regular solution focusing on the enthalpy and entropy term and thermodynamic index such as impurity capacity determined by slag basicity and activity coefficient of impurity, which methods can be acquired through many exercises.

(本講義は、これまでに修得した化学熱力学の基礎を踏まえ、応用熱力学を修得して、実プロセスの製精錬に適用することを主眼としています。基礎熱力学で修得した化学ポテンシャル、活量の概念を駆使し、各成分の濃度関係を把握することが重要で、そのためには溶液論を修得することが必要です。溶液論は、各成分活量間の関係を軸に、混合エンタルピー・エントロピーに着目した正則溶液などのモデル、スラグの塩基度やガス成分ポテンシャルが支配する不純物分配を予測するための不純物キャパシティなどから構成されており、その実プロセスへの応用方法を多数の演習により修得します。)

MAT. M417. L Physical Chemistry for High Temperature Processes -Oxidation of Metals- (高温物理化学-金属の高温酸化)

**3Q 1-0-0 毎年英語 須佐 匡裕 教授 (Susa Masahiro) 小林 能直 教授 (Kobayashi Yoshinao) 河村 憲一
准教授 (Kawamura Kenichi) 林 幸 准教授 (Hayashi Miyuki) 上田 光敏 准教授 (Ueda Mitsutoshi)**

In this course, students learn the basic thermodynamics and kinetics for understanding of oxidation of metals at high temperature. In the part of basic thermodynamics, students acquire the method of constructing the Ellingham diagram and estimate the chemical stability of metals and oxides by the diagram. In the part of kinetics, students learn the mechanism of scale formation and Wagner's theory for parabolic scale growth. Finally, students improve understanding of basic thermodynamics and kinetics for high temperature oxidation of metals through the examples of degradation of metals in the industrial processes.

(本講義では、金属の高温酸化現象を理解する上で必要な平衡論と速度論を学ぶ。平衡論では、金属の表面に形成する酸化皮膜に関して、その化学的安定性を評価するエリンガム図や高温相安定図の作成法とその使用法を学ぶ。また、速度論では、酸化皮膜の成長機構と Wagner の理論について学ぶ。最後に、現実の各種高温プロセスで見られる金属材料の環境劣化の事例に触れ、講義で学んだことに対する理解を深める。)

MAT. M418. L 材料組織の形成と拡散 (Microstructure Evolution and Diffusion in Metals)

2Q 2-0-0 奇数年英語 木村 好里 准教授 中田 伸生 准教授

本講義では金属材料組織の形成と変化について基礎となる拡散の理論を相平衡と速度論の視点から習得し、組織因子としての格子欠陥や相界面が金属材料の機械的性質や機能特性に及ぼす影響を理解する。金属材料の機能特性を決める組織形成の理解に不可欠な状態図の熱力学的な背景を説明し、状態図から相平衡および組織形成に関する情報を読み解く能力を身につけ、異相界面と格子欠陥を含む材料組織の制御による機能特性の改善法を学ぶ。通常、拡散の活発な温度域における材料組織の変化は拡散律速型で進行する。本講義では、数学的な取扱い

の容易な合金材料を対象として拡散理論の基礎について詳細に説明し、Fick の法則に基づく拡散方程式の解法を紹介する。さらに相平衡の視点に立脚し、拡散方程式の解を用いて組織変化の速度論的挙動を理解するための手法を議論する。

(This course focuses on the ability to understand the diffusion theory as a basis of the microstructure of metals and alloys from the viewpoint of phase equilibria and kinetics, and focuses on how the microstructure, including lattice defects and phase interfaces, affect mechanical and functional properties of metals and alloys. Thermodynamical background of phase diagrams is explained to understand phase equilibrium and microstructure formation. Students acquire how to improve functions and properties of metals and alloys by controlling microstructure. Microstructure change is generally proceeds as the diffusion rate controlled phenomena especially at high temperature. In this course, fundamental theory of diffusion is explained for metals and alloys using simple mathematical approaches, for instance, how to solve the diffusion equation based on the Fick's law will be introduced. Moreover, the methodology will be discussed over how to understand the dynamical behavior of microstructure changes using solutions of the diffusion equation from the viewpoint of phase equilibrium.)

MAT. P405. L 有機電子材料物理 (Organic Electronic Materials Physics)

1Q 1-0-0 森 健彦 教授

- (1) 分子軌道法の拡張として強結合近似を導入し、エネルギー-bandについて学ぶ。
- (2) 自由電子論、フェルミ分布、フェルミ面について解説する。
- (3) エネルギー-bandを使って固体中での輸送現象について理解する。
- (4) エネルギー-bandを超える現象として磁性と電子相関について概観する。
- (5) 有機伝導体の歴史と具体例について学ぶ。
- (6) 有機エレクトロニクスの基礎について学ぶ。
 - ((1) Tight-binding approximation and energy band are introduced as a natural extension of the molecular orbital theory.
 - (2) Free-electron model, Fermi distribution, and Fermi surface.
 - (3) Transport phenomena is explained using energy band.
 - (4) Magnetism and electron correlation are surveyed as phenomena beyond the energy band theory.
 - (5) History and concepts of organic conductors.
 - (6) Fundamentals of organic electronics.)

MAT. P406. L ソフトマテリアル設計 (Soft Materials Design)

2Q 1-0-0 松本 英俊 准教授

有機材料には低分子から高分子に至る幅広い物質群・相・形態が存在する。本講義では、物質物理化学の視点から、多成分系材料やナノ材料など、有機材料のナノ～マイクロスケールでの構造制御と材料物性との関連について、光電変換、熱電変換、高分子電解質などエネルギー分野への応用も視野に入れ、基礎から最近の研究成果も含めて講述する。

(Organic materials includes a broad range of materials groups, phases, and morphologies from small- to macro-molecules. From the viewpoint of materials science and physical chemistry, this course deals with the relationship between nano-microscaled structural controlling of organic materials including multi-component systems and nanomaterials and their properties. In addition, this course introduce recent energy applications of organic materials for photoelectric conversion, thermoelectric conversion, and polymer electrolytes.)

MAT. C413. L 研究者向け特許論文等知財の基礎 (Introduction to Intellectual Property System)

4Q 1-0-0 吉本 譲 教授

本講義は理工系教授でありながら、国家試験に合格して2008年に弁理士資格を取得したのを機に開講したものです。研究開発者には必携ともいえる特許化などのイノベーション実践能力の向上をめざして、研究者目線から知的財産制度全般の基礎について概説します。エネルギー関連の新材料開発研究を行っている理系教員としての立場から、将来の研究開発者を志向する理工系学生に「特許取得や論文・著作権などの知的財産関連の法律」の基礎講座を提供します。毎年のように改正される特許法や知財関連法（商標法、意匠法、著作権法、不正競争防止法など）のエッセンスを、日頃法律にあまりなじみのない学生にも分かり易い言葉で解説します。

(The aim of this course presented by a science professor having the license of patent attorney is to provide the opportunity for basic understanding about the Japanese intellectual property (IP) legal system including patent-law, copyright-law, etc. with the science and engineering student as a target. Students will have an ability to solve the practical IP-related problems in future innovation works by applying fundamental knowledge on IP system acquired through this course.)

MAT. C500 光学材料特論 (Advanced Course of Materials Optics)

1Q 2-0-0 矢野 哲司 教授 松下 伸広 准教授

この講義では、光学材料特論として、無機材料を中心とした物質と光、電磁波、磁場との相互作用に基づいた機能性材料について講義する。

前半では、無機材料の持つ特徴的な構造と性質から生じる優れた光学的性質について説明し、それを利用した光学材料・素子として、光ファイバー、光導波路、レーザー、光増幅器、光共振器、電気光学素子、非線形光学素子の機能、発現原理について説明する。

後半では光・電磁波と磁気の相関現象という観点について学ぶ。光と磁気に関するデバイス応用について修得した上で、代表的な高周波磁性材料としてのフェライトの磁化挙動や強磁性共鳴について確認する。また、人工的な構造体導入による誘電率と透磁率の制御で、特異な屈折率を持つ物質などを作りうるメタマテリアルについて学ぶ。

(In the latter half, this course provide the topics related on magneto-optics devices. It continues to the review of magnetization behavior and magnetic resonance of ferrite, a representative material in high frequency range. This course also include the topics of the basic structure and properties of metamaterial, which can produce unique refraction index by controlling permittivity and permeability of materials.)

MAT. C501 材料強度学特論 (Advanced Course of Deformation and Fracture of Engineering Materials)

3Q 2-0-0 安田 公一 准教授 多々見 純一 田中 諭

構造用材料が実社会で使われるためには、その強度信頼性を確保することは必須です。すなわち、一定の荷重や応力を与えたときに、その材料がどの程度変形するのか、あるいは、破壊しないかどうかを予め予測し、長期間の使用に対して問題なく使えることを保証するということです。このためには、金属、ポリマー、セラミックスとその複合材料の変形や破壊に共通する現象を一般化して理解するとともに、各材料で個別に起こる特殊な現象を、そのメカニズムから理解することが必要です。この総合と分析をいう相反する複眼的な見方で考えができるようになるための各種の構造用材料学上のテーマを、わかりやすい順番で、この講義では解説します。また、この中で、金属、ポリマー、セラミックスの概論、特に、セラミックスについては成形と焼結というプロセスについても講義します。

(This course gives an overview of fracture and deformation of engineering materials including metals, polymers, ceramics and their composites. It is necessary for the students to understand mechanical responses of materials in general and also to know a special phenomenon of each material relating to the mechanism. Different two viewpoints of generalization and analysis are very strong way to estimate the mechanical reliability of materials used in the real world, and also brings the students touch of

learning in their lives.)

MAT. C502 材料開発特論第一 (Advanced Course of Material Development I)

1Q 2-0-0 島 裕和 講師 (非常勤) 濱川 浩代 明渡 純

セメント製造を例に、製造プロセスのエンジニアとして必要な熱力学の基本知識や、実化学プロセスの解析に役立つシミュレーション技術の活用方法について学ぶ。平衡計算ソフトウェアやエクセルを用いた実習を行い、理解を深める。

ガラス材料を中心とした非晶質材料についての作製法や評価法に関する講義および課題を通して学習する。非晶質材料特有の作製方法やサイエンスについて学ぶことも出来るが、講義内容の多くの部分は材料研究において、共通する。講義を通じて材料研究に必要な幅広い知識を得ることを狙いとする。

(The objective of this course is to understand the basic concept of thermodynamics required for a process engineer and also learn the simulation technique useful for the analysis of actual chemical processes. Practice using thermodynamic calculation software and Microsoft Excel will be done for better understanding.

This course in Tuesday class gives an overview of amorphous materials, mainly glass materials. Students can extend their knowledge on the fabrication techniques and characterizations of the materials. This course can give the special fabrication techniques and characterization not only for amorphous materials but also general information for various types of materials. The aim of this course is to widen your knowledge about material research.)

MAT. C503 Advanced Course of Material Development II (材料開発特論第二)

2Q 2-0-0 毎年英語 川路 均 教授 (Kawaji Hitoshi) 東 正樹 教授 (Azuma Masaki) 松田 晃史 講師 (Matsuda Akifumi)

This is an introductory course on materials science (solid state physics), with emphasis on the crystal structure, and the physical properties of materials. After studying the basics, lectures are extended to recent topics and progress in the field of materials with novel functions.

Students can extend their knowledge of the physics for material research and learn about some recent research examples of functional materials.

(本講義は、結晶構造や固体物性などの材料科学（固体物理）の基礎を学んだ後、新規機能を有する材料の研究分野における最近の話題について学習する。

講義を通じて材料研究に必要な幅広い基礎知識を得るとともに、機能性材料研究の最新の研究課題に関する知識を得ることを狙いとする。)

MAT. C504 機能デバイス特論 (Functional Devices)

2Q 2-0-0 北本 仁孝 教授 舟窪 浩 教授

本講義では、材料物性にデバイスへの応用という観点を加えて、要求される特性は何か、物質設計などを、種々の性質の物質にわけて講義します。実用化あるいは開発中の先端的エレクトロニクス、フォトニクス・デバイスについて、材料・作製プロセス・応用の各側面から講述し、開発の考え方を知ることができます。誘電体、磁性体の視点から、半導体、金属などの分類にとらわれない光・電子機能性材料を扱い、その形態もバルクから薄膜、微粒子まで、主にナノテクノロジーの範疇に入るものを対象としており、未来のデバイス開発の方向を知ることができます。メモリ、キャパシタ、永久磁石、センサ、アクチュエータなど身近に存在するデバイスを例としてとりあげます。

本講義では、実用化あるいは開発中の誘電体、磁性体を用いたメモリ、エネルギー変換素子などの機能デバイスにおいて、動作原理とデバイスを構成する材料の物性がどのようにかかわっているかを理解することを目的とします。ナノテクノロジーの視点から、先端的デバイスと物質・材料の研究開発動向に関する知識を得るとともに、

デバイス創製における材料開発の重要性を理解することが重要です。

(This course gives an overview of devices based on dielectric and magnetic properties in electrical and electronic applications such as memory devices, capacitors, sensors, actuators and etc. Students learn operating mechanism, materials used in devices, and fabrication processes.)

MAT. C505 計算材料学特論 (Computational Materials Science)

2Q 2-0-0 若井 史博 教授 神谷 利夫 教授 笹川 崇男 准教授

本講義では、材料研究においてデータの解析や機構の解釈に必要な、コンピュータを用いた数値解析・シミュレーションの基礎と応用例を解説する。コンピュータの機構、動作原理からはじめ、数値微分、数値積分、方程式の解法、最適化法などの数値計算の原理とアルゴリズムについて説明したのち、微視的な分子動力学法や量子計算法、巨視的なシミュレーション手法である有限要素法、フェーズフィールド法などを学ぶ。

材料研究においては、実験データの本質的な特徴を抜き出したりするだけでなく、結晶構造解析など、複雑な数値計算により材料の構造や物性を解析する必要がある。また最近では、第一原理量子計算などが新しい解析・材料設計ツールとして使われるようになっており、その物理基礎およびアルゴリズムの特徴を理解して使いこなすことが必要になっている。このように、計算材料学は先端材料科学を進める上で重要な科目である。ぜひ習得してほしい。

(This course starts from explaining internal circuits and digital processing inside a computer in order to understand possible sources of numerical calculation errors. Then fundamental mathematics and representative algorithms of numerical analyses will be reviewed, which includes differentiation, integration, equation solvers, optimization, Fourier transform, linear algebra etc. It covers those applications such as molecular dynamics, first-principles quantum calculations, finite element method, and phase-field method.)

MAT. C506 固体表面の濡れ制御 (Advanced Course in Wettability Control of Solid Surface)

3Q 2-0-0 奇数年英語 中島 章 教授

雨の日、水滴は傘の表面を流れ落ちていますが、別の水滴はその場にとどまります。このような違いは、どのような理由から生まれるのでしょうか。どのような性質を調べ、改良すればよいのでしょうか。これまで、固体の静的な濡れは、主にコロイド界面科学分野で、また、動力学的な濡れは、主に流体力学や機械工学分野でそれぞれ取り扱われてきました。本講義では、これらを橋渡しして「固体表面での静的・動的濡れ性を制御する」ためのサイエンスを解説します。本講義は英語での「双方向」授業です。学生は12回目までの講義で濡れの科学を学び、その後、各自が濡れ制御に関する research proposal を作成してプレゼンします。そこで討論を通じて「固体表面の濡れ」に関する理解を深めてもらいます。

本講義では、固体表面の構造とその大きさや階層、また、化学組成の大きさと変化の割合、それらの分布等が、固体表面の濡れに及ぼす影響を理解し、それらを制御して所望の特性を導くことができるようにするための基礎を築くことを狙いとします。固体に関する表面化学、界面科学の知識を応用展開できる能力を身につけます。

(This course addresses principles of surface chemistry of inorganic solid materials, including structure, properties, applications, and evaluation methods. Topics include technologies of surface modification for ceramic materials.

The aims of this course is to give fundamental knowledge of surface physics and chemistry on various solid materials for students and to cultivate application ability of the knowledge to solve practical problems for their future research.)

MAT. M501 金属工学特別講義第二 (Special Lecture on Metallurgical Engineering II)

4Q 1-0-0 未定

本講義では、多岐にわたる社会基盤材料、機能性材料等の設計指針、生産技術、損傷寿命評価、数値解析法の基

基礎学問とその産業への応用をわかりやすく解説するとともに研究開発の動向と今後の展望についても紹介する。学生は、産業社会における金属学の重要性を認識し、必用な知識を習得する。

(This course aims at introducing various materials in the aspect of science through many topics drawing attentions in developing high performance materials in the field of infrastructure, functional materials, combined with computational simulation. Major topics related to innovative materials and creation process are selected to provide fundamental knowledge and broad interest in the science of materials.)

MAT. A600 材料工学特別セミナー第一 (Materials Science Special Seminar I)

3~4Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

MAT. A601 材料工学特別セミナー第二 (Materials Science Special Seminar II)

1~2Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

MAT. A602 材料工学特別セミナー第三 (Materials Science Special Seminar III)

3~4Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

MAT. A603 材料工学特別セミナー第四 (Materials Science Special Seminar IV)

1~2Q 0-1-0 扇澤 敏明 教授 西方 篤 教授 矢野 哲司 教授

本講義は材料コースに所属の博士課程の学生が自らの研究内容を発表し、博士課程の学生同士で討論することで、プレゼンテーションとコミュニケーションスキルを向上させることを目的としている。また、関連する分野の外部講師を招いて研究発表をしていただき、討論することで自らの研究にフィードバックする機会を得る。

(The aims of the course is to improve the presentation and communication skill as a materials scientist. Students make research presentation and discuss with the other enrolled students. Also, guest specialist speakers make presentation, and students learn the way of research from the specialists.)

MAT. A604 課題設定・解決実践プログラム第一 (Practice Program of Topics Setup and Solution I)

1~2Q 0-1-0 指導教員

MAT. A605 課題設定・解決実践プログラム第二 (Practice Program of Topics Setup and Solution II)

3~4Q 0-1-0 指導教員

MAT. A606 課題設定・解決実践プログラム第三 (Practice Program of Topics Setup and Solution III)

1~2Q 0-1-0 指導教員

MAT. A607 課題設定・解決実践プログラム第四 (Practice Program of Topics Setup and Solution IV)

3~4Q 0-1-0 指導教員

本講義は、材料系所属学生の課題設定と解決力を養うために開講する。学生が系内の他の研究室を訪問し、設定した課題に関する研究発表をおこない、他研究室の専門家とディスカッションをおこなうことで解決力を養う。また、国内外の学会や会議で発表、ないし、国内外の専門家とディスカッションしてもよい。

(The aim of this course is to improve the students' critical thinking and solving skills. The students visit the other laboratories to make their research presentations to discuss with specialists in the relevant field. Also, students are encouraged to attend domestic or international conference to make their research presentations and discuss with the researchers in the relevant field.)

MAT. A661 材料工学派遣プロジェクト第一 (Materials Off-campus Project 1)

1~4Q 0-0-1 指導教員

MAT. A662 材料工学派遣プロジェクト第二 (Materials Off-campus Project 2)

1~4Q 0-0-2 指導教員

MAT. A663 材料工学派遣プロジェクト第三 (Materials Off-campus Project 3)

1~4Q 0-0-4 指導教員

MAT. A664 材料工学派遣プロジェクト第四 (Materials Off-campus Project 4)

1~4Q 0-0-6 指導教員

本学以外の組織における活動を体験を通して、広い視野を持つとともに、自らの適性についてのより深い洞察を得ることを目的として実施する科目である。

(This subject aims to educate deeper insight through internship in other organization.)