

授業科目名： 環境・エネルギー工学 演習 I	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 3単位	担当教員名： 山本 雅博, 町田 信也, 池田 茂, 木本 篤志, 小荒井 千人 , 下条 晃司郎, 田村 宏之, 野瀬 嘉太郎
			担当形態： 複数
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>本授業では、受講生が研究を進める上で求められるライティング、作図、プレゼンテーション等の表現技能を中心に、受講生の研究課題を踏まえ実践的演習を通して修得する。そこで、本授業の到達目標を、自然科学分野の研究遂行時に求められる表現技法を身につけると設定する。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>環境・エネルギー工学専攻の担当者全員による総合講義で、「環境・エネルギー工学研究実験 I」で扱った実験、受講生の研究指導題目の内容について演習を通して理解を深める。そして、第三者への的確な説明を通してそれらの内容理解の深化をはかるため、専門知識の理解と併せて研究に関する表現技能をプレゼンテーションなどの実践的演習を通して身につける。そのために、本授業は、学術的な文章表現と口頭発表の技法について基礎から実用的なレベルまでを演習を中心に体系的に指導を展開する。その際に、文章・発表の質的向上には各々の研究指導題目の理解が不可欠なので、関連した学術論文や書籍の精読ならびに教員からの解説も含む。本授業で学修する表現技法は、中学校・高等学校の理科での観察・実験結果の記録と考察を的確に第三者に伝えるために求められるので、理科教員の資質向上に大きく寄与する。また、研究を進める方法を体系的に学ぶことで、中学校・高等学校教員が学びを持続するための研究能力を育成する。</p>			
<p>授業計画（全30回）</p> <p>学生の研究の進捗に合わせ、担当指導教員が適宜授業を実施する。</p> <p>第1回 環境・エネルギー工学のための作文技術(1)：作文技術を学ぶ必要性</p> <p>第2回 環境・エネルギー工学のための作文技術(2)：論文講読①（環境科学分野の学術的文章表現を知る）</p> <p>第3回 環境・エネルギー工学のための作文技術(3)：論文講読②（環境科学分野の論文読解に必要な専門知識の解説）</p> <p>第4回 環境・エネルギー工学のための作文技術(4)：文章を書くまでの準備作業</p> <p>第5回 環境・エネルギー工学のための作文技術(5)：文章の組み立て・パラグラフの構造</p>			

- 第6回 環境・エネルギー工学のための作文技術(6)：パラグラフィティングの実践
- 第7回 環境・エネルギー工学のための作文技術(7)：文の構造と文章の流れ
- 第8回 環境・エネルギー工学のための作文技術(8)：執筆メモの意義と実践
- 第9回 環境・エネルギー工学のための作文技術(9)：論文講読③（エネルギー工学分野の学術的文章表現を知る）
- 第10回 環境・エネルギー工学のための作文技術(10)：論文解説④（エネルギー工学分野の論文読解に必要な専門知識の解説）
- 第11回 環境・エネルギー工学のための作文技術(11)：「環境・エネルギー工学研究実験Ⅰ」の実験レポートの検討
- 第12回 環境・エネルギー工学のための作文技術(12)：学会講演の要領・要約の技術
- 第13回 環境・エネルギー工学のための作文技術(13)：環境科学分野，エネルギー工学分野の学会発表要旨を読み解く（学会発表の要旨を知る）
- 第14回 環境・エネルギー工学のための作図技術(1)：論文の図・表のルール
- 第15回 環境・エネルギー工学のための作図技術(2)：論文講読⑤（環境科学分野の論文の図・表を知る）
- 第16回 環境・エネルギー工学のための作図技術(3)：論文講読⑥（環境科学分野の論文の図・表の理解に必要な専門知識の解説）
- 第17回 環境・エネルギー工学のための作図技術(4)：論文講読⑦（エネルギー工学分野の論文の図・表を知る）
- 第18回 環境・エネルギー工学のための作図技術(5)：論文講読⑧（エネルギー工学分野の論文の図・表の理解に必要な専門知識の解説）
- 第19回 環境・エネルギー工学のための作図技術(6)：論文の表の作成ツールの操作方法(Excel)
- 第20回 環境・エネルギー工学のための作図技術(7)：Excelを用いたグラフ作図の実践
- 第21回 環境・エネルギー工学のための作図技術(8)：Originを用いたグラフ作図の実践
- 第22回 環境・エネルギー工学のための作図技術(9)：Illustratorを用いた作図の実践
- 第23回 環境・エネルギー工学のための作図技術(10)：ChemDrawを用いたグラフ作図の実践
- 第24回 環境・エネルギー工学のための作図技術(11)：LaTexを用いた数式作成の実践
- 第25回 環境・エネルギー工学のための口頭発表技術(1)：プレゼンテーションの準備・ストーリーの構成と資格素材の使い方
- 第26回 環境・エネルギー工学のための口頭発表技術(2)：「話し方の」技術
- 第27回 環境・エネルギー工学のための口頭発表技術(3)：プレゼンテーション資料の作成
- 第28回 環境・エネルギー工学のための口頭発表技術(4)：プレゼンテーションの作法
- 第29回 環境・エネルギー工学のための口頭発表技術(5)：プレゼンテーションの実践
- 第30回 環境・エネルギー工学のための口頭発表技術(6)：プレゼンテーションの講評と全体

討論

テキスト

特になし。授業資料を適宜配布する。

参考書・参考資料等

改訂版 理系研究者のためのアカデミックライティング（ヒラリー・グラスマン - ディール著，東京図書）

まったく新しいアカデミック・ライティングの教科書（阿部幸大，光文社）

理系のパラグラフライティング～レポートから英語論文まで論理的な文章作成の必須技術（高橋良子ほか，羊土社）

学生に対する評価

研究指導題目に関連した学術論文や書籍に関する理解度，ならびに，高度な専門知識・技術的な基礎知識に対する習熟度を，研究指導計画（履修要項「II. 研究指導」参照）に準じて，環境・エネルギー工学専攻の担当者全員によって評価する。さらに研究指導題目に関連したプレゼンテーションに対する評価も加味される。

授業科目名： 環境・エネルギー工学 演習Ⅱ	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 3単位	担当教員名： 山本 雅博, 町田 信也, 池 田 茂, 木本 篤志, 小荒井 千人, 下条 晃司郎, 田村 宏之, 野瀬 嘉太郎
			担当形態： 複数
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>環境・エネルギー工学の分野において、近年の科学技術の急速な発展に対応するため、データの適正な扱いを中心とした高度な専門的知識と技術を身につけ、高度な研究能力を培うことを目的とする。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>この授業は、環境・エネルギー工学専攻の担当者全員による総合講義で、自然科学の研究を進める上で求められる実験データの扱い方と、そのために求められる環境・エネルギー工学を中心とした高度な専門知識・技術的な基礎知識を解説・講義する。そして、「環境・エネルギー工学研究実験Ⅱ」の実験結果、受講生各自の研究データなどを用いて、研究でデータを適切に扱う能力を実践的な演習を通して養い、研究手法の体系的な理解を促し研究能力を涵養する。本講義で修得する実験データを適切に扱う手法は、中学校、高等学校の理科の観察・実験でデータを適切に扱う際の指導の礎になる。また、研究を進める方法を体系的に学ぶことで、中学校・高等学校教員が学びを持続するための研究能力を育成する。</p>			
<p>授業計画（全30回）</p> <p>学生の研究の進捗に合わせ、担当指導教員が適宜授業を実施する。</p> <p>第1回 実験データを正しく扱う方法(1)：物理量と国際単位系(特に新SI量子単位系)</p> <p>第2回 実験データを正しく扱う方法(2)：測定値の確からしさ：系統誤差，偶然誤差，実験室における物理量の測定と誤差</p> <p>第3回 実験データを正しく扱う方法(3)：有効数字:従来法による定義，誤差を用いた定義</p> <p>第4回 実験データを正しく扱う方法(4)：繰り返し測定における数値の扱い：母集団，標本，抽出，推測，標本平均，標本分散，標本標準偏差，平均の平均，平均の分散</p> <p>第5回 実験データを正しく扱う方法(5)：繰り返し測定における数値の扱い：正規分布，母集団の平均の推定</p> <p>第6回 実験データを正しく扱う方法(6)：誤差の伝播の定式化，有効数字の評価</p>			

- 第7回 実験データを正しく扱う方法(7)：検定と異常データの棄却：仮説検定の考え方
- 第8回 実験データを正しく扱う方法(8)：検定と異常データの棄却：t検定, F検定, 分散分析(ANOVA)
- 第9回 実験データを正しく扱う方法(9)：検定と異常データの棄却： χ^2 検定
- 第10回 実験データを正しく扱う方法(10)：検定と異常データの棄却：Dixon法(Qテスト)
- 第11回 実験データを正しく扱う方法(11)：検定と異常データの棄却：検出限界と検定
- 第12回 実験データを正しく扱う方法(12)：最小二乗法：定式化および誤差, 最小二乗法：重み付き最小二乗法定式化及び誤差
- 第13回 実験データを正しく扱う方法(13)：研究論文での実験データの扱い①（論文講読）
- 第14回 実験データを正しく扱う方法(14)：研究論文での実験データの扱い②（論文の解説）
- 第15回 実験データの扱い（実践1）：単位系の変換による物理量の変化：濃度・誤差伝播（演習）
- 第16回 実験データの扱い（実践2）：単位系の変換によるエラーバーの大きさの変化（演習）
- 第17回 実験データの扱い（実践3）：新SI単位系による物理量の再定義：量子単位（演習）
- 第18回 実験データの扱い（実践4）：誤差伝播の式に基づいた希薄溶液の作成方法（演習）
- 第19回 実験データの扱い（実践5）：データの棄却の可能性：Q-testによる演習
- 第20回 実験データの扱い（実践6）：studentのt分布によるエラーバーの求め方：実際の実験データをつかっでの数値計算の演習
- 第21回 実験データの扱い（実践7）：測容器の検定：実際の実験データを用いたF検定, t検定の実践
- 第22回 実験データの扱い（実践8）：理論値と実験値の検定：実際の実験データを用いた χ^2 検定の実践
- 第23回 実験データの扱い（実践9）：最小二乗法：重みなし線形最小二乗法・重みつき非線形最小二乗法の数値計算演習
- 第24回 実験データの扱い（実践10）：分光測定, 回折測定の実験データの扱い（理論と実践）
- 第25回 実験データの扱い（実践11）：研究論文での実験データの扱い③（分光測定, 回折測定に関する論文講読と解説）
- 第26回 実験データの扱い（実践12）：界面・表面分光測定の実験データの扱い（理論と実践）
- 第27回 実験データの扱い（実践13）：研究論文での実験データの扱い④（界面・表面分光測定に関する論文講読と解説）
- 第28回 実験データの扱い（実践14）：質量分析測定, 核磁気共鳴測定の実験データの扱い（理論と実践）

第29回 実験データの扱い（実践15）：研究論文での実験データの扱い⑤（質量分析測定，核磁気共鳴測定に関する論文講読と解説）

第30回 授業の振り返り・総合討論

テキスト

適宜，講義資料を配布，またはPDFファイルで提供する。

参考書・参考資料等

実験データを正しくあつかうために（化学同人編集部，化学同人）

学生に対する評価

高度な専門知識ならびに技術的な基礎知識に対する習熟度を評価し，研究指導計画（履修要項「II. 研究指導」参照）に準じて，環境・エネルギー工学専攻の担当者全員によって行う。

特に，修士学位論文の審査に先立って行われる研究経過発表会の内容を含むものであり，研究経過発表会での発表に関する質疑応答を通じて，本専攻の全教員によって行われる指導ならびに評価が重視される。

授業科目名： 環境・エネルギー工学 研究実験 I	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 6単位	担当教員名：池田 茂，木本 篤志，小荒井 千人，下条 晃 司郎，田村 宏之，野瀬 嘉太 郎，町田 信也，山本 雅博 担当形態： 複数
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 環境・エネルギー工学の分野において、近年の科学技術の急速な発展に対応するため、高度な専門知識と観察・実験の技能を身につけること、そして修得した知識・技能を受講生各自の研究に活用することを目標とする。			
授業の概要 本授業では、修士論文研究の基礎となる実験の仕組みを理解するため、環境・エネルギー工学を基にした研究指導題目に関する高度な実験を行う。また、研究倫理も同時に教授する。各実験では、測定の原理とその方法学び実践的な技能を修得する。そして、文献講読、論文執筆、プレゼンテーションを通し各実験の内容の深い理解を促し、研究題目に関する最新の知見を修得する。本授業の各実験で学修する課題解決の過程と表現技法は、中学校・高等学校の理科での観察・実験指導、結果の記録、考察をまとめ、第三者に伝えるために求められるので、理科教員の資質向上に大きく寄与する。また、研究を進める方法を体系的に学ぶことで、中学校・高等学校教員が学びを持続するための研究能力を育成する。			
授業計画（全60回） 学生の研究の進捗に合わせ、担当指導教員が適宜授業を実施する。 第1回 ガイダンス：授業の概要，目的，進め方 第2回 研究における倫理 第3回 文献取得の方法：学术论文の検索と取得方法 第4回 界面物理化学実験(1)：固液界面分析の目的と課題（計画の立案） 第5回 界面物理化学実験(2)：固液界面分析の理論（文献調査と理論の整理） 第6回 界面物理化学実験(3)：固液界面分析実験の準備（実験環境・手法の準備） 第7回 界面物理化学実験(4)：固液界面分析実験の実施（実験の実施とデータ収集） 第8回 界面物理化学実験(5)：固液界面分析実験における結果の整理（データ整理と解析） 第9回 界面物理化学実験(6)：固液界面分析実験における結果の活用（考察及び追加実験） 第10回 界面物理化学実験(7)：固液界面分析のまとめ（成果のまとめと論文作成）			

- 第11回 計算材料科学実験(1)：化学反応機構及び材料特性理論研究の目的と課題（計画の立案）
- 第12回 計算材料科学実験(2)：化学反応機構及び材料特性理論研究の理論（文献調査と理論の整理）
- 第13回 計算材料科学実験(3)：化学反応機構及び材料特性理論研究に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第14回 計算材料科学実験(4)：化学反応機構及び材料特性理論研究に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第15回 計算材料科学実験(5)：化学反応機構及び材料特性理論研究に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第16回 計算材料科学実験(6)：化学反応機構及び材料特性理論研究に関する実験における活用（考察及び追加実験）
- 第17回 計算材料科学実験(7)：化学反応機構及び材料特性理論研究のまとめ（成果のまとめと論文作成）
- 第18回 地球科学実験(1)：環境の変遷研究の目的と課題（計画の立案）
- 第19回 地球科学実験(2)：環境の変遷研究の理論（文献調査と理論の整理）
- 第20回 地球科学実験(3)：環境の変遷研究に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第21回 地球科学実験(4)：環境の変遷研究に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第22回 地球科学実験(5)：環境の変遷研究に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第23回 地球科学実験(6)：環境の変遷研究に関する実験における結果の活用（考察及び追加実験）
- 第24回 地球科学実験(7)：環境の変遷研究のまとめ（成果のまとめと論文作成）
- 第25回 電池材料実験(1)：全固体電池材料研究の目的と課題（計画の立案）
- 第26回 電池材料実験(2)：全固体電池の理論（文献調査と理論の整理）
- 第27回 電池材料実験(3)：全固体電池材料研究に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第28回 電池材料実験(4)：全固体電池材料研究に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第29回 電池材料実験(5)：全固体電池材料研究に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第30回 電池材料実験(6)：全固体電池材料研究に関する実験の活用（考察及び追加実験）
- 第31回 電池材料実験(7)：全固体電池材料研究のまとめ（成果のまとめと論文作成）
- 第32回 半導体材料実験(1)：半導体材料物性研究の目的と課題（計画の立案）
- 第33回 半導体材料実験(2)：半導体材料物性の理論（文献調査と理論の整理）

- 第34回 半導体材料実験(3)：半導体材料物性に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第35回 半導体材料実験(4)：半導体材料物性に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第36回 半導体材料実験(5)：半導体材料物性に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第37回 半導体材料実験(6)：半導体材料物性に関する実験の活用（考察及び追加実験）
- 第38回 半導体材料実験(7)：半導体材料物性研究のまとめ（成果のまとめと論文作成）
- 第39回 光触媒材料実験(1)：光触媒研究の目的と課題（計画の立案）
- 第40回 光触媒材料実験(2)：光触媒の理論（文献調査と理論の整理）
- 第41回 光触媒材料実験(3)：光触媒に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第42回 光触媒材料実験(4)：光触媒に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第43回 光触媒材料実験(5)：光触媒に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第44回 光触媒材料実験(6)：光触媒に関する実験の活用（考察及び追加実験）
- 第45回 光触媒材料実験(7)：光触媒研究のまとめ（成果のまとめと論文作成）
- 第46回 分子機能学実験(1)：金属イオン抽出の目的と課題（計画の立案）
- 第47回 分子機能学実験(2)：金属イオン抽出の理論（文献調査と理論の整理）
- 第48回 分子機能学実験(3)：金属イオン抽出に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第49回 分子機能学実験(4)：金属イオン抽出に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第50回 分子機能学実験(5)：金属イオン抽出に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第51回 分子機能学実験(6)：金属イオン抽出に関する実験の活用（考察及び追加実験）
- 第52回 分子機能学実験(7)：金属イオン抽出研究のまとめ（成果のまとめと論文作成）
- 第53回 有機電子材料実験(1)：有機エレクトロニクス研究の目的と課題（計画の立案）
- 第54回 有機電子材料実験(2)：有機エレクトロニクスにおける理論（文献調査と理論の整理）
- 第55回 有機電子材料実験(3)：有機エレクトロニクス材料に関する実験の準備（実験環境・手法の準備）
- 第56回 有機電子材料実験(4)：有機エレクトロニクス材料に関する実験の実施（実験の実施とデータ収集）
- 第57回 有機電子材料実験(5)：有機エレクトロニクス材料に関する実験における結果の整理（データ整理と解析）
- 第58回 有機電子材料実験(6)：有機エレクトロニクス材料に関する実験の活用（考察及び追加実験）
- 第59回 有機電子材料実験(7)：有機エレクトロニクス材料研究のまとめ（成果のまとめと論

文作成)

第60回 総括：全体の振り返りと総合討論

テキスト

特に指定しない。当該の研究実験に関連する学術論文，文献等を使用する。

参考書・参考資料等

界面活性物理化学実験：「たのしい物理化学2 量子化学」（山本雅博 他著，講談社サイエンティフィック）

計算材料科学実験：「材料電子論入門：第一原理計算の材料科学への応用」（田中功 他著，内田老鶴圃）

地球科学実験：「全地球史解説」（熊澤峰夫 編著，東京大学出版会）

電池材料実験：「電子移動の化学—電気化学入門（化学者のための基礎講座）」（渡辺正 他著，朝倉書店），「電気化学インピーダンス法」（板垣昌幸，丸善出版）

半導体材料実験：「半導体材料工学：材料とデバイスをつなぐ（材料学シリーズ）」（大貫仁 著，内田老鶴圃）

光触媒材料実験：「触媒・光触媒の科学入門」（山下弘巳他著，講談社サイエンティフィック）

分子機能学実験：「クリスチャン分析化学 原書7版 I. 基礎編」（G. D. Christian 他著（今任 稔彦 監修・翻訳，丸善出版）

有機電子材料実験：「有機機能材料 第2版」（荒木孝二 他著，東京化学同人），「第5版 実験化学講座27 機能性材料」（日本化学会編，丸善株式会社）

学生に対する評価

高度な専門知識ならびに技術的な基礎知識に対する習熟度を評価するとともに，研究指導計画（履修要項「II. 研究指導」参照）に準じて，日常的な研究態度，定期的実施する研究報告会での報告内容に対して，環境・エネルギー工学専攻の担当者全員により，総合的に評価する。

授業科目名： 環境・エネルギー工学 研究実験II	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 6単位	担当教員名： 山本 雅博, 町田 信也, 池 田 茂, 木本 篤志, 小荒井 千人, 下条 晃司郎, 田村 宏之, 野瀬 嘉太郎 担当形態：複数
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>環境・エネルギー工学の分野において、近年の科学技術の急速な発展に対応するために、高度な専門的知識と実験の実践的技能を身につけ、研究能力を高めることを目的とする。また、学生の研究課題について、担当教員の指導のもと、研究課題を設定し、実験計画を立案する。そして、実施する実験の理解に求められる論文の講読・レビュー、研究課題に関連するテーマを中心とした実験及び演習、研究経過や成果の報告などを通し、高度な研究能力の養成をはかる。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>本授業では、高度な研究能力の育成を目指し、高度な実験と演習を通して環境・エネルギー工学の知識と実践的技能を深める。そして、各学生の修士学位論文のテーマに基づき、実験計画の立案、実験計画と手法の検討、実験結果を検証する。また、実験に関連する論文の講読、研究経過及び研究成果のプレゼンテーションを、少人数グループでのディスカッションを含むアクティブラーニングで実施する。これらの学修を通して高度な研究能力を培う。本授業で修得する、高度な実験技能と研究能力は、中学校・高等学校の理科、探求活動などの指導に広く活かされる。また、研究を進める方法を体系的に学ぶことで、中学校・高等学校教員が学びを持続するための研究能力を育成する。</p>			
<p>授業計画（60回）</p> <p>第1回 分光測定（蛍光，発光スペクトル）（1）：原理の理解</p> <p>第2回 分光測定（蛍光，発光スペクトル）（2）：実験</p> <p>第3回 分光測定（蛍光，発光スペクトル）（3）：実験結果の評価と考察</p> <p>第4回 分光測定（蛍光，発光スペクトル）（4）：実験結果のプレゼンテーション（準備）</p> <p>第5回 分光測定（蛍光，発光スペクトル）（5）：実験結果のプレゼンテーション</p> <p>第6回 分光測定（蛍光，発光スペクトル）（6）：論文講読</p> <p>第7回 界面・表面分光測定（1）：原理の理解</p> <p>第8回 界面・表面分光測定（2）：実験</p> <p>第10回 界面・表面分光測定（3）：実験結果の評価と考察</p>			

- 第11回 界面・表面分光測定(4)：実験結果のプレゼンテーション（準備）
- 第12回 界面・表面分光測定(5)：実験結果のプレゼンテーション
- 第13回 界面・表面分光測定(6)：論文講読
- 第14回 NMR(1)：原理の理解
- 第15回 NMR(2)：化学シフト，スピン結合
- 第16回 NMR(3)：論文講読
- 第17回 元素分析(1)：原理の理解
- 第18回 元素分析(2)：実験
- 第19回 元素分析(3)：実験結果の評価と考察
- 第20回 元素分析(4)：実験結果のプレゼンテーション（準備）
- 第21回 元素分析(5)：実験結果のプレゼンテーション
- 第22回 元素分析(6)：論文講読
- 第23回 クロマトグラフィー(1)：GC, LC
- 第24回 クロマトグラフィー(2)：
- 第25回 クロマトグラフィー(3)：
- 第26回 質量分析測定(1)：原理の理解
- 第27回 質量分析測定(2)：測定
- 第28回 質量分析測定(3)：測定結果の評価と考察
- 第29回 質量分析測定(4)：実験結果のプレゼンテーション（準備）
- 第30回 質量分析測定(5)：実験結果のプレゼンテーション
- 第31回 質量分析測定(6)：論文講読
- 第32回 コンピューターの基礎(1)：OS (Linux, Unix)
- 第33回 コンピューターの基礎(2)：ワード，エクセル
- 第34回 コンピュータープログラミング(1)：FORTRANの操作方法
- 第35回 コンピュータープログラミング(2)：FORTRANを用いたプログラミング演習
- 第36回 コンピュータープログラミング(3)：Pythonの操作方法
- 第37回 コンピュータープログラミング(4)：Pythonを用いたプログラミング演習
- 第38回 コンピュータープログラミング(5)：Juliaの操作方法
- 第38回 コンピュータープログラミング(6)：Juliaを用いたプログラミング演習
- 第39回 自作のプログラムによる分子動力学計算(1)：プログラミング
- 第40回 自作のプログラムによる分子動力学計算(2)：統計解析
- 第41回 量子化学計算(1)：原子，分子
- 第42回 量子化学計算(2)：電荷，IR，Ramanスペクトル
- 第43回 量子化学計算(3)：UV-VISスペクトル，NMRスペクトル，溶媒和
- 第44回 研究における実験の実践(1)：研究テーマに関連する文献講読（論文検索）

- 第45回 研究における実験の実践(2)：研究テーマに関連する文献講読
- 第46回 研究における実験の実践(3)：研究テーマのプレゼンテーション（準備）
- 第47回 研究における実験の実践(4)：研究テーマのプレゼンテーション
- 第48回 研究における実験の実践(5)：研究テーマのプレゼンテーション（討議）
- 第49回 研究における実験の実践(6)：研究テーマのプレゼンテーション（フィードバック）
- 第50回 研究における実験の実践(7)：実験計画の立案
- 第51回 研究における実験の実践(8)：実験計画の検討
- 第52回 研究における実験の実践(9)：実験（準備）
- 第53回 研究における実験の実践(10)：実験（データ収集）
- 第54回 研究における実験の実践(11)：実験結果の検証と評価
- 第55回 研究における実験の実践(12)：実験結果の評価に基づくフィードバック（再実験）
- 第56回 研究における実験の実践(13)：プレゼンテーション（シナリオの検討）
- 第57回 研究における実験の実践(14)：プレゼンテーション（発表資料作成）
- 第58回 研究における実験の実践(15)：プレゼンテーション
- 第59回 研究における実験の実践(16)：プレゼンテーションについての意見交換
- 第60回 振り返りと総括

テキスト

特に指定しない。当該の研究実験に関連する学術論文，文献等を使用する。

参考書・参考資料等

- 「理工系のためのよい文章の書き方」（福地 健太郎，園山 隆輔，翔泳社）
- 「地球環境テキストブック エネルギー工学」（牛山泉 山地憲治著，オーム社）
- 「紫外可視・蛍光分光法」（築山光一他 編著，講談社サイエンティフィク）
- 「固体表面キャラクタリゼーション 機能性材料・ナノマテリアルのためのスペクトロスコーピー」（山下弘巳他 編著，講談社サイエンティフィク）
- 「有機化合物のスペクトルによる同定法（第8版）」（著R. M. Silverstein他 著（岩澤伸治他 訳，東京化学同人）
- 「元素の分析（試料分析講座）」（日本分析化学会 編，丸善出版）
- 「入門クロマトグラフィー〔第2版〕」（R. J. Gritter 著（原昭二 訳），東京化学同人）
- 「Pythonで動かして始める量子化学計算」（野田秀俊 著，コロナ社）

学生に対する評価

高度な専門知識ならびに技術的な基礎知識に対する習熟度を評価するとともに，研究指導計画（履修要項「II. 研究指導」参照）に準じて，日常的な研究態度，定期的実施する研究報告会での報告内容および提出された修士学位論文に対して，環境・エネルギー工学専攻の担当者全員により，総合的に評価する。

授業科目名： 地球科学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 小荒井千人
			担当形態： 単独
科目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
地球の多様な要素・現象の成因・メカニズムを読み解き、現在の地球環境に対する理解を深める。地球科学分野の最新の研究成果を基に、その研究方法などを踏まえた考察を行い、科学的な思考と理解に基づく地球観を持つことを目標とする。			
授業の概要			
地球環境の重要な要素となる、岩石や鉱物などを扱う固体地球科学、海洋や大気を扱う流体地球科学、太陽系の形成などを扱う宇宙地球科学の各分野の事象とそのメカニズムを簡単な実習を取り入れ学修する。そして、現在の多様で複雑な地球環境が、広大な空間で長大な時間を費やした変遷の結果として成立していることを理解し、地球環境について深く思考する。これらの学びで育まれる地球観を基に、持続可能な社会システムの維持・資源エネルギーの確保と開発などを見据え地球科学の視野を拡大する。			
授業計画			
第1回：固体地球の構造と変動（1）地球の内部構造と構成物質			
第2回：固体地球の構造と変動（2）地球を作る鉱物と岩石			
第3回：固体地球の構造と変動（3）日本列島の火山活動とその特徴			
第4回：地球史と環境の変遷（1）地球の形成と大気・海洋の起源と変遷			
第5回：地球史と環境の変遷（2）地球環境と生物の変遷			
第6回：地球史と環境の変遷（3）第四紀の環境と人類			
第7回：流体地球科学（1）大気の構造と地球の熱収支			
第8回：流体地球科学（2）海洋の組成と構造、海洋の循環			
第9回：流体地球科学（3）地球と陸水の水環境、土壌			
第10回：地球科学分野の研究例：古環境の復元			
第11回：地球エネルギー資源（1）自然エネルギー、化石燃料の起源と形成			
第12回：地球エネルギー資源（2）地球エネルギー資源に関するプレゼンテーションと討論			
第13回：金属鉱物資源（1）金属鉱物、鉱床の起源と形成			
第14回：金属鉱物資源（2）金属鉱物資源に関するプレゼンテーションと討論			
第15回：総括			
定期試験は実施しない。			

テキスト

地球惑星科学入門（在田一則・竹下 徹・見延庄士郎・渡部重十 著、北海道大学出版会）

また、授業中に適宜資料を配布する。

参考書・参考資料等

資源・エネルギー工学要論（世良 力著、東京化学同人）

学生に対する評価

レポート（40%）、プレゼンテーション（30%）、授業参画度（30%）

授業参画度は、授業時の討論への参加程度と発言内容で評価する。

授業科目名： 光触媒材料特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 池田 茂
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>予習及び教員によるフィードバック等も含めた学修を通じて、以下の目標を達成することを目指す。</p> <p>(1) 触媒表面上で触媒を含めた化学反応が起こっていることを理解できる。</p> <p>(2) 触媒は単に性能が優れていけばよいのではなく、それを生かすプロセスが必用なことなどを反応工学的な観点も合わせて理解できる。</p> <p>(3) 固体の電子構造・固体内での電子の振舞いを含めた光触媒の動作原理を理解できる。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>触媒は化学反応を効率的に進行させる重要な役割を果たします。化学産業では触媒自体の市場規模は小さいものの、それを用いて生産される製品の量は莫大です。また、触媒は自動車排ガスの浄化や発電所の排煙処理など、環境浄化分野でも欠かせない存在です。一方、光エネルギーを利用して熱的駆動では困難な反応を進行させる「光触媒」は、太陽電池やエネルギー変換材料として注目されています。本講義では、触媒と光触媒の基礎と応用を学びます。</p>			
<p>授業計画</p> <p>第1回 序論および触媒の種類</p> <p>第2回 触媒現象発現の要因</p> <p>第3回 触媒反応の速度論</p> <p>第4回 化学吸着</p> <p>第5回 物理吸着と吸着の定量的取り扱い</p> <p>第6回 Langmuirの吸着等温式</p> <p>第7回 BETの多分子層吸着（理論）</p> <p>第8回 BET式を利用した固体の表面積の求め方</p> <p>第9回 分子の活性化と触媒反応機構</p> <p>第10回 固体触媒の反応機構</p> <p>第11回 半導体の電子エネルギー構造</p> <p>第12回 固体内の電子の振る舞い</p>			

第13回 光触媒の構成と動作原理

第14回 光触媒の反応事例

第15回 光電気化学反応

テキスト

「触媒・光触媒の科学入門」 山下弘巳、田中庸裕、三宅孝典著（化学同人 2006年）

参考書・参考資料等

「新版 新しい触媒化学」 菊地英一、射水雄三、瀬川幸一、多田旭男、服部英著（三共出版 2013年）

「エネルギー変換型光触媒」 久富隆史、久保田純、堂免一成著（共立出版 2017年）

学生に対する評価

レポート課題（50%）、講義中の演習（50%）

授業科目名： 界面物理化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 山本雅博
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
<p>表面・界面に特化した物理化学について講義する。表面・界面の化学の基礎について、学部レベル以上の知識を積み重ね、日々おこなっている各院生の研究にも応用可能になるようにすることを目標とする。</p>			
授業の概要			
<p>学部で学習した物理化学を基礎にして、「表面・界面の物理化学」について講義する。なぜ表面・界面の化学がおもしろいのか、どのように測定し、どのように理論解析しているのかについて学部の物理化学レベルからはじめて、最先端の部分まで解説する。</p> <p>表面・界面の定義とその構造・組成・反応場について具体的な例を挙げながら、分子・原子・電子のレベルでの物理化学的な見方で、どのように表面界面での現象実験的にとらえるのかを詳細にのべる。また、実験結果の理論的な解釈も表面・界面の現象を理解する上では必要不可欠である。どのように理論的に解釈されているのかについても、そのエッセンスを講義する。学部の物理化学では学習しなかったフーリエ変換について3回学習する。</p>			
授業計画			
第1回：化学数学：フーリエ変換1 波の性質			
第2回：化学数学：フーリエ変換2 直交関数展開・フーリエ級数			
第3回：化学数学：フーリエ変換3 フーリエ級数からフーリエ変換へ			
第4回：表面界面とは？バルクとどう違うのか？			
第5回：固体表面の構造，組成，電子状態：電子分光			
第6回：固体表面の構造：プローブ顕微鏡			
第7回：固体表面での化学反応：触媒反応			
第8回：固体表面：理論			
第9回：気液界面，固液界面，液液界面の構造・組成			
第10回：固液界面，液液界面：電位差			
第11回：固液界面，液液界面：電気二重層			
第12回：固液界面，液液界面：電子移動反応，イオン移動反応の電気化学			
第13回：固液界面，液液界面：分光，プローブ顕微鏡			
第14回：固液界面，液液界面：光の全反射，表面プラズモン共鳴			

第15回：固液界面，液液界面：非線形分光

定期試験は行わない

テキスト

必要に応じてプリントを配布する。あるいは，PDFファイルのダウンロード先を提示する。

参考書・参考資料等

- 1) 高校数学でわかるフーリエ変換：フーリエ級数からラプラス変換まで 竹内淳 ブルーバックス 講談社
- 2) 表面科学シリーズ（丸善）
- 3) K. B. Oldham, J. C. Mayland, A. M. Bond, Electrochemical Science and Technology: Fundamentals and Applications, 2012, John Wiley & Sons
- 4) 大塚，加納，桑畑， ベーシック電気化学（化学同人）

学生に対する評価

授業開始時の小テストにより評価を行う。

授業科目名： 分子機能学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 下条 晃司郎
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>機能性分子による特異的な相互作用、分子認識、超分子、自己組織化、メゾ構造、ナノ材料化などの理論を理解し、環境調和型物質や分離分析試薬の開発方法、さらに化学工学的な観点と融合することで環境保全技術への応用について講義します。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>現在、環境汚染、希少資源の枯渇、産業廃棄物の大量発生などが問題になっています。限りある資源の中で、人類が存続するためには「資源循環と環境保全が調和した持続可能な社会」を構築しなければなりません。そのためには、元素分離技術、リサイクル技術、環境汚染物質の除去・分解技術、微量検出分析など高度な科学技術を開発する必要があります。本講義では、環境保全や資源リサイクルに役立つ機能性分子の設計、分子認識、ナノ材料化といった先端技術に関して解説します。また、国内外における最新の研究開発動向について紹介し、SDGs との関連性や社会応用への可能性について議論を行います。</p>			
<p>授業計画</p> <p>第1回：官能基と化学修飾の基礎</p> <p>第2回：非共有結合と分子間相互作用の基礎</p> <p>第3回：分子認識の基礎</p> <p>第4回：ホストゲストケミストリー</p> <p>第5回：超分子化学</p> <p>第6回：自己組織化・自己集合</p> <p>第7回：メゾ構造・階層構造</p> <p>第8回：ナノマテリアル</p> <p>第9回：環境調和型物質</p> <p>第10回：グリーンケミストリー</p> <p>第11回：分子認識を利用した元素分離</p> <p>第12回：分子認識を利用した資源リサイクル</p> <p>第13回：分子認識を利用した環境汚染物質の除去</p>			

第14回：分子認識を利用した微量分析
第15回：SDGsに向けた近年の研究動向
定期試験は実施しない

テキスト

講義スライドを配布します。

参考書・参考資料等

「超分子化学」木原伸浩著、日本化学会編（共立出版 2017年）

「貴金属・レアメタルのリサイクル技術集成」執筆者57名（エヌ・ティー・エス 2007年）

「SDGsと化学: 元素循環からのアプローチ」春山哲也、高辻義行、村上也、前田憲成、
村上恵美子著（丸善出版 2022年）

学生に対する評価

出席（30%）、小テスト（30%）、レポート課題（40%）

授業科目名： 計算材料科学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 田村 宏之
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>量子化学、分子動力学計算、モンテカルロ法、マテリアルズインフォマティクスなどの計算科学の方法論を理解し、材料の物性や化学反応機構を解析する方法を学ぶ。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>材料科学の分野で用いられている計算科学の基礎と応用について講義する。量子力学、統計力学、物性理論の基礎について復習し、第一原理的な電子状態計算や分子動力学計算等の方法論について講義する。計算科学の方法論を太陽電池を始めとするエネルギー変換材料や発光材料等へ応用した事例について紹介する。また、データ科学を材料開発に応用するマテリアルズインフォマティクスについて解説する。</p>			
<p>授業計画</p> <p>第1回：量子力学の基礎</p> <p>第2回：固体電子論の基礎</p> <p>第3回：統計力学の基礎</p> <p>第4回：量子化学：分子軌道法</p> <p>第5回：量子化学：第一原理計算</p> <p>第6回：量子化学：密度汎関数法</p> <p>第7回：固体の第一原理計算</p> <p>第8回：光物性、電子励起状態</p> <p>第9回：分子動力学計算</p> <p>第10回：モンテカルロ法</p> <p>第11回：化学反応の計算科学的解析</p> <p>第12回：エネルギー変換材料の計算学的解析</p> <p>第13回：光合成系の計算学的解析</p> <p>第14回：発光材料の計算学的解析</p> <p>第15回：マテリアルズインフォマティクス</p> <p>定期試験は実施しない。</p>			
<p>テキスト</p> <p>講義スライドを配布する。</p>			

参考書・参考資料等

「量子力学 (I, II)」小出昭一郎 (裳華房)、 「新しい量子化学 (上, 下)」 A. Szabo, N.S. Ostlund (東京大学出版会)、 「固体物理学入門 (上, 下)」 C. Kittel (丸善出版)

学生に対する評価 出席 (50%)、レポート課題 (50%)

授業科目名： 半導体材料特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 野瀬 嘉太郎
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>予習及び教員によるフィードバック等も含めた学修を通じて、以下の目標を達成することを目指す。</p> <p>(1) 熱力学を基にバルク，薄膜結晶成長について理解できる。</p> <p>(2) 半導体中の電子物性，およびこれに係わる分析手法について理解できる。</p> <p>(3) 金属/半導体界面，およびpn接合界面について学び，これらが実際のデバイスにどのように応用されているかを理解できる。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>半導体材料はスマートフォンやLED，太陽電池など身の回りのあらゆる電子デバイス，創エネデバイスに用いられており，エレクトロニクスや情報技術の基盤を支えています。本講義では，結晶成長をはじめとする半導体材料製造技術，バンド理論に基づく半導体の基本特性および制御技術，pn接合を含む半導体デバイスの構築技術について，熱力学や固体物理に基づいて概説します。また，半導体材料開発に必要な分析技術について紹介するとともに，遷移金属カルコゲナイドなどの2次元材料やSiCをはじめとするパワー半導体など，最新の材料についても講義します。</p>			
<p>授業計画</p> <p>第1回 序論および半導体材料の種類</p> <p>第2回 バルク融液成長，溶液成長，状態図，固液界面</p> <p>第3回 気相成長による半導体製膜手法と熱力学</p> <p>第4回 気相成長と化学ポテンシャル図</p> <p>第5回 固体のバンド理論</p> <p>第6回 半導体における電子と正孔の挙動，フェルミディラック分布</p> <p>第7回 半導体の電気伝導機構</p> <p>第8回 金属と半導体界面の理論，オーミック接合</p> <p>第9回 pn接合の物理，MOSトランジスタ</p> <p>第10回 半導体物性の分析手法①：電気的特性評価</p> <p>第11回 半導体物性の分析手法②：光電子分光法</p>			

第12回 半導体物性の分析手法③：欠陥評価手法，理論計算によるアプローチ

第13回 薄膜配線材料，エレクトロマイグレーション

第14回 太陽電池の動作機構とその物理

第15回 新しい半導体材料：SiC，二次元材料

テキスト

必要に応じて講義資料を配布する

参考書・参考資料等

「結晶成長」齋藤 幸夫 著（裳華房 2002年）

「半導体材料工学」大貫 仁 著（内田老鶴圃 2004年）

「半導体材料・デバイスの評価」ディーター・K・シュロウダー 著，嶋田 恭博 訳（シーエムシー出版 2012年）

学生に対する評価

レポート課題（45%）、講義中の演習（55%）

授業科目名： 有機電子材料特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 木本 篤志
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
<p>授業のテーマ及び到達目標</p> <p>予習及び教員によるフィードバック等も含めた学修を通じて、以下の目標を達成することを目指す。</p> <p>(1) 分子の電子状態について理解できる。</p> <p>(2) 分子の集合体（バルク）の物性について理解できる。</p> <p>(3) バルク固体中での電荷の振る舞いについて理解できる。</p> <p>(4) 各種電子素子の駆動原理と分子設計指針について理解できる。</p>			
<p>授業の概要</p> <p>私たちの生活は、さまざまな機能性有機材料によって支えられている。特に最近では、導電性高分子の発見を契機に様々な光・電子機能性有機材料が開発されている。これらの機能発現を支えるのは、構造由来の分子の電子状態と、固体状態での電荷のふるまいである。本講義では材料の構造が物性に与える影響を中心に、種々の有機電子素子の動作原理について有機化学や高分子化学的な視点だけではなく、量子化学、物理、および電子工学の視点から理解を深め、有機エレクトロニクスの最先端について触れることを目的としている。</p>			
<p>授業計画</p> <p>第1回：光化学の基礎</p> <p>第2回：光機能1（エネルギー移動）</p> <p>第3回：光機能2（フォトクロミズム）</p> <p>第4回：光機能3（多光子吸収）</p> <p>第5回：光機能4（高速分光）</p> <p>第6回：電気機能1（有機伝導体）</p> <p>第7回：電気機能2（導電性高分子）</p> <p>第8回：電気機能3（ポリマーバッテリー）</p> <p>第9回：有機発光素子1（基本的な駆動原理と分子設計指針）</p> <p>第10回：有機発光素子2（最近の高効率素子）</p> <p>第11回：有機系太陽電池（駆動機構と設計）</p>			

第12回：有機薄膜太陽電池 1（基本的な駆動原理と分子設計指針）

第13回：有機薄膜太陽電池 2（最近の高効率素子）

第14回 最近の光電気機能素子 1（調査学習）

第15回 最近の光電気機能素子 2（プレゼンテーションとディスカッション）

定期試験は実施しない。

テキスト

なし（資料を配布します）。ただし、必要に応じて下記の参考書を参考にする事。

参考書・参考資料等

「有機半導体のデバイス物性」 安達 千波矢 講談社

「基礎化学コース 光化学I」 井上 晴夫他 丸善

「電子・光機能性高分子」 吉野 勝美 講談社サイエンティフィック

「マテリアルサイエンス有機化学」 伊与田 正彦他 東京化学同人

「先端材料のための新化学 材料有機化学」 伊与田 正彦 朝倉書店

「有機薄膜太陽電池の科学」 松尾 豊 化学同人

「有機半導体デバイス」 日本学術振興会情報科学用有機材料第142委員会C部会 オーム社

学生に対する評価

レポート課題（30%）、講義中の演習（30%）、プレゼンテーション課題（40%）

授業科目名： 電池材料特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 町田信也
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 理科）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標： 電気化学インピーダンス法について理解を深めるとともに、実際の蓄電池システムの材料へ適用した例を学ぶことにより、電池材料の特性評価ならびに各種電気化学反応の解析にこの手法を適用できる能力を養うことを到達目標とする。			
授業の概要： 次世代蓄電池として期待されているいくつかの蓄電池システムについて、その原理、従来型蓄電池と比較したときの利点、これからの開発課題などを概説するとともに、蓄電システムに用いられる材料の評価法として、電気化学インピーダンス法を中心に解説し、実践的な能力を養う。			
授業計画 第1回 電気化学インピーダンス法の基礎1 第2回 電気化学インピーダンス法の基礎2 ー複素インピーダンスの計算ー 第3回 インピーダンス法の原理 第4回 実験装置の構成 第5回 イオン伝導性材料 第6回 電気化学インピーダンス測定法と機器1: ポテンショガルバノスタット、周波数応答解析装置(FRA) 第7回 電気化学インピーダンス測定法と機器2: FRAとインピーダンスブリッジ 第8回 電気化学インピーダンスのデータ処理1: インピーダンス、容量リアクタンス、誘導リアクタンス 第9回 電気化学インピーダンスのデータ処理2 :インピーダンスの合成回路とCPE成分 第10回 次世代蓄電池の技術ロードマップ 第11回 リチウムイオン電池、全固体電池 第12回 負極用材料1: 炭素系材料(人造黒鉛、メソポーラスグラフェン) 第13回 負極用材料2: 酸化物材料(LTOなど)、合金材料(Si-Liなど) 第14回 正極用材料1: 高電位型材料(LCO、LNMC0、LMO)など 第15回 正極用材料2: 高容量型材料、硫化物材料			
テキスト 電気化学インピーダンス法 第三版 板垣 昌幸 著, 丸善出版 ISBN978-4-621-30779-3			

参考書・参考資料等

電気化学インピーダンス法 第三版 板垣 昌幸 著,

丸善出版 ISBN978-4-621-30779-3

図解 革新型蓄電池のすべて 小久見善八・西尾晃治 監修、オーム社 平成23年

固体電気化学 水田 進、脇原将孝 編著、講談社 (2001) ISBN4-06-153399-1

ウェスト固体化学 一基礎と応用一 A.R. ウェスト著、後藤 他訳、講談社 (2016)

ISBN 978-4-06-154390-4

ベーシック無機材料科学 辰巳砂昌弘・今中信人 編著、化学同人 (2021年)

ISBN 978-4-7598-2024-9

学生に対する評価

小テスト 50% + 課題・レポート 50%

合計 100点 うち 60点以上の成績で合格

なお、小テストは授業時間内に適宜行う。