

開講期間	配当年	単位数	科目必選区分
3年後期	3	2	選択
担当教員			
東城 友都			
添付ファイル			

講義概要	<p>電気・電子分野，エネルギー・環境分野，生命科学分野等において，電気分解，腐食・防食，生体計測等の電気化学的事象が応用されている。また，クリーンエネルギー社会実現のためのキーとなる二次電池や燃料電池等の電池作用もその一つであり，電気化学の知識や技術を活用する場面が増えてきている。そのため本講義では，荷電粒子の振る舞いを，熱力学，材料科学，界面化学等の観点から説明し，化学反応を理解する。また，電気化学デバイスを構成する材料を紹介し，材料科学の側面から化学反応，および各種デバイスの動作原理を学習する。</p>
授業計画	<p>1 電気化学の概要 電気工学と電気化学の歴史的背景から電気化学の発展過程を説明する。また，電気化学セルの構成を説明し，電気化学反応に関連する物理法則を解説する。</p> <p>目標 ・電気化学の歴史的発展過程を把握する (AL①)。 ・電気化学セルの構成を理解する (AL①)。 ・ファラデーの電気分解の法則を用いて，電流量や反応電流等を計算できるようにする (AL①)。</p> <p>準備学習 ・教科書(1)の第1章 電気化学の基礎 (pp. 1-7)の内容を把握し，種々電気化学セルの構成材料の違いを説明できるようにする。ファラデーの電気分解の法則に関連する例題1・1，1・2 (pp. 8-10)の計算手順を確認しておく。</p> <p>基礎レポート課題 (AL③) ・ファラデーの電気分解に関する計算問題を出题する。</p> <p>2 電解質溶液の電気伝導率とイオン伝導機構 電解質溶液の電気伝導率の測定方法と考え方について説明する。その後，電解質塩の解離，イオン間相互作用の観点からイオン伝導機構を解説する。</p> <p>目標 ・電解質溶液の電気伝導率の考え方を理解する (AL①)。 ・水系および非水系溶媒における電解質塩の解離，イオン間相互作用を理解し，イオン伝導機構に関係するデバイ効果やウィーン効果等を説明できるようにする (AL①)。</p> <p>準備学習 ・教科書(1)の第2章 電解質溶液の性質 (pp. 11-29)の内容を把握し，電気伝導率の測定方法と考え方を確認しておく。また，電解質塩のイオン解離に関する物理法則を確認しておく。</p> <p>基礎レポート課題 (AL③) ・電解質溶液の電気伝導率に関する計算問題を出题する。</p> <p>3 熱力学法則 仕事，熱，内部エネルギー，反応エンタルピー等の基本的な概念から熱力学第1法則を説明する。また，カルノーサイクル，エントロピー等の概念から熱力学第2法則を説明する。</p> <p>目標 ・熱力学第1法則の概念を理解する (AL①)。 ・熱力学第2法則の概念を理解する (AL①)。</p> <p>準備学習 ・配布資料(1)の内容を学習し，熱力学法則の基本概念の理解を進める。</p>

4	<p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>熱力学法則の理解度を確保するような問題を出題する。</li> </ul> <p>電池の起電力と電極電位</p> <p>熱力学関数と化学ポテンシャルの関係を説明し、電池起電力の熱力学的計算過程を解説する。また、ネルンストの式を説明し、電極電位の計算を行う。さらに、ネルンストの式を基に電解質濃淡電池の動作原理を説明する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電池起電力の熱力学的計算手順を把握する (AL①)。</li> <li>ネルンストの式を使用し、各種電極の理論電位を計算できるようにする (AL①)。</li> <li>電解質濃淡電池の動作原理を説明できるようにする (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>教科書(1)の第3章 電池の起電力と電極電位 (pp. 35-55)の内容を把握し、電池起電力の導出過程を確認しておく。</li> </ul>
5	<p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>理論電位に関する計算問題を出題する。</li> </ul> <p>電気二重層と電極反応の素過程</p> <p>電極と電解質溶液の界面構造として、電気二重層の概念を説明する。その後、電極反応過程および性質を解説する。また、各過程における電流密度の計算式を導出し、その計算を行う。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電気二重層模型を用いて、電極反応の概念を説明できるようにする (AL①)。</li> <li>電荷移動過程および物質移動過程を説明できるようにする (AL①)。</li> <li>諸過程における電流密度を計算できるようにする (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>教科書(1)の第4章 電極反応の速度のうち、4・1節～4・4節 (pp. 57-71)の内容を学習し、電極反応速度の式変形について、ある程度理解できるように学習する。</li> </ul>
6	<p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電流密度の計算問題を出題する。</li> </ul> <p>発展レポート課題 (AL④)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>微分方程式、ラプラス変換、逆ラプラス変換を使用し、反応電流式を導出するような発展問題を出題する。</li> </ul> <p>電極反応過程におけるIR損や電極触媒作用による影響</p> <p>電極反応速度に影響を与えるIR損や電極触媒作用について説明する。実例を挙げてそれらの影響を低減させるための工夫について説明する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>オーム抵抗による分極 (IR損) の影響について理解する (AL①)。</li> <li>電極の種類や形状による触媒作用の影響について理解する (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>教科書(1)の第4章 電極反応の速度のうち、4・5節 (pp. 72-77)の内容を学習し、IR損や電極触媒作用の概要を把握する。</li> </ul>
7	<p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電極反応の理解度を確保するような問題を出題する。</li> </ul> <p>一次電池の種類と電池反応</p> <p>実用一次電池の種類、構成、公称電圧、特徴および主な用途を概説し、各一次電池に使用されている電極材料の結晶学的特徴および電池反応式について説明する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一次電池の特徴・用途を把握する (AL①)。</li> <li>各一次電池の電池反応式を理解する (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>教科書(1)の第5章 エネルギーの変換と貯蔵のうち、5・1節～5・2節 (pp. 79-94)の内容を学習し、実用一次電池の種類を把握しておく。</li> </ul>
8	<p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一次電池のイオン反応式や全反応式に関する問題を出題する。</li> </ul> <p>二次電池の種類と電池反応</p> <p>実用二次電池の種類、構成、公称電圧、特徴および主な用途を概説し、各二次電池に使用されている電極材料の結晶学的特徴、電解質の種類と特徴、および電池反応式について説明する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>二次電池の特徴・用途を把握する (AL①)。</li> <li>各二次電池の電池反応式を理解する (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>教科書(1)の第5章 エネルギーの変換と貯蔵のうち、5・3節 (pp. 94-108)の内容を学習し、実用二次電池の種類を把握しておく。</li> </ul>
9	<p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>二次電池のイオン反応式や全反応式に関する問題を出題する。</li> </ul> <p>リチウムイオン二次電池と電池構成材料</p> <p>実用二次電池の中でも近年注目を集めているリチウムイオン二次電池について、正極・負極活性物質の種類と結晶構造、電極反応機構を説明する。併せて充放電特性、Cレート特性、クーロン効</p>

	<p>率等の評価方法を説明する。さらに、理論電位や理論容量の算出方法について解説する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リチウムイオン二次電池の各種電極活物質の電池反応を理解する (AL①)。</li> <li>・リチウムイオン二次電池の諸特性の評価方法を理解する (AL①)。</li> <li>・リチウムイオン二次電池の理論電位および理論容量の算出方法を理解する (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書(1)の第5章 エネルギーの変換と貯蔵のうち、5・3・4項 (pp. 102-108)の内容を学習し、理論電位および理論容量の算出手順を確認しておく。</li> </ul> <p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・二次電池の理論容量の計算問題を出题する。</li> </ul> <p>発展レポート課題 (AL②, ④)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高校化学で取り扱うような結晶構造について、格子面や結晶構造因子等に関する問題を出题する。</li> </ul> <p>電気分解プロセスの応用</p> <p>電気分解による物質製造、精製、透析、メッキ等の応用場면을概説し、そこで利用する電解反応を詳説する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種電気分解プロセスの原理を説明できるようにする (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書(1)の第6章 電気分解の応用 (pp. 121-159)の内容を学習し、電解プロセスの分類と応用例を把握する。</li> </ul> <p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気分解・析出に関する計算問題を出题する。</li> </ul> <p>10 腐食と防食</p> <p>金属腐食の種類とその腐食機構を説明し、防食方法を説明する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金属腐食の形態を分類し、説明できるようにする (AL①)。</li> <li>・防食方法について、説明できるようにする (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書(1)の第7章 金属の腐食とその防止 (pp. 161-178)の内容を学習し、鉄の腐食機構(局部電池機構)の概念図を理解する。</li> </ul> <p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・腐食・防食の理解度を確認するような問題を出题する。</li> </ul> <p>11 半導体電極を用いた光電池</p> <p>半導体のエネルギー準位およびバンド構造を復習し、電解質溶液中の分極特性を説明する。その後、光照射した場合の電解質溶液の光分解反応とエネルギーの関係性を詳説する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体電極と電解質溶液の界面におけるエネルギー準位・電位の物理的意味と求め方を説明できるようにする (AL①)。</li> <li>・電解質溶液に浸漬した半導体電極に光照射を行った場合のエネルギー準位変化について説明できるようにする (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書(1)の第8章 光がかかわる電気化学のうち、8・1節～8・4節 (pp. 179-195)の内容を学習し、半導体材料のバンド構造形成の概念を理解しておく。</li> </ul> <p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異物質接合によるバンド構造形成に関する問題を出题する。</li> </ul> <p>発展レポート課題 (AL②, ④)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎レポート課題の電極材料について、光照射時のバンド構造形成に関する問題を出题する。</li> </ul> <p>12 色素増感太陽電池</p> <p>光触媒として機能する半導体材料を紹介し、作用機構を説明する。関連して色素増感機構を説明し、色素増感太陽電池の構成と動作原理を説明する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光触媒の作用機構を説明できるようにする (AL①)。</li> <li>・色素増感機構を説明できるようにする (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書(1)の第8章 光がかかわる電気化学のうち、8・5節、8・6節 (pp. 195-200)の内容を学習し、各作用機構の概要を把握する。</li> </ul> <p>基礎レポート課題 (AL③)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・色素増感太陽電池の動作原理の理解度を確認するような問題を出题する。</li> </ul> <p>13 生体電池</p> <p>細胞膜(脂質二重層)やニューロンの構造を説明し、生体活動に関わる電位発生機構について概説する。</p> <p>目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・細胞膜やニューロンの構造を理解する (AL①)。</li> <li>・生体信号発生・伝達機構を理解する (AL①)。</li> </ul> <p>準備学習</p>
	<p>準備学習</p>

	<p>・教科書(1)の第9章 生体の機能と電気化学 (pp. 201-217)の内容を学習し、生体電池としての機能を把握する。</p> <p>基礎レポート課題 (AL③)  ・生体電池の動作原理の理解度を確保するような問題を出題する。</p> <p>電気化学測定法  電気化学測定法で代表的なクロノアンペロメトリー法、サイクリックボルタンメトリー法、交流インピーダンス法等の測定原理を説明し、測定データの解析方法について概説する。また、電気化学計測機器として各種センサーを紹介する。</p> <p>目標  ・代表的な電気化学測定法の原理を理解する (AL①)。  ・電気化学計測機器の動作原理を理解する (AL①)。</p> <p>準備学習  ・教科書(1)の第10章 電気化学を応用する計測 (pp. 219-249)の内容を学習し、電気化学測定方法の概要を把握する。</p> <p>基礎レポート課題 (AL③)  ・電気化学測定法の理解度を確保するような問題を出題する。</p> <p>16 定期試験  ・基礎課題、発展課題レポートで出題した関連内容 (計算問題および記述問題)を復習すること。  ・電気化学反応や各種電池の反応機構について、模式図を用いて説明できるようにしておくこと。</p>
授業形態	教科書を中心とした講義 アクティブラーニング (AL) : ①15回, ②2回, ③15回, ④3回, ⑤0回, ⑥0回
達成目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ファラデーの電気分解の法則を理解し、反応電流や物質量等を計算できる。</li> <li>2. 電解質溶液の電気伝導率の考え方を理解し、イオン伝導機構について説明できる。</li> <li>3. 熱力学的関数と電池起電力の関係を理解し、ネルンストの式を幅広く適用できる。</li> <li>4. 電極反応過程を理解し、基本的な電気化学特性を理解できる。</li> <li>5. 一次電池と二次電池の違いを説明でき、電気分解や腐食・防食等の電気化学応用プロセスについて説明できる。</li> <li>6. 各種電池の基本構成と動作原理を説明できる。</li> <li>7. 各種電池の電極材料の物理特性を材料科学の観点から説明できる。併せて、理論容量やエネルギー密度等を算出できる。</li> </ol>
評価方法・フィードバック	授業内に行う、基礎・発展レポート課題 (60%)、定期試験 (40%) によって評価する。なお、カッコ ( ) 内は、評価割合を表す。 基礎・発展レポート課題については、採点后に返却し、結果をフィードバックする。
評価基準	「達成目標」の項目に応じて、次のように単位を与える。カッコ ( ) 内は、「達成目標」の項目番号を表す。 秀 (1~7) : 100~90点, 優 (1~6) : 89~80点, 良 (1~5) : 79~70点, 可 (1~4) : 69~60点, 不可: 59点以下
教科書・参考書	<p>教科書  (1) 松田 好晴, 岩倉 千秋 著, 「第2版 電気化学概論」 丸善出版, 2014年発行。  ISBN: 978-4-621-08680-3.</p> <p>配布資料  (1) 熱力学に関する内容をまとめた資料 (物質の状態, 熱平衡, 熱量保存の法則, 熱力学第1・第2法則, 熱力学関数, 化学ポテンシャル等)。  出典となる参考書として, W. Greiner, et al. 著, 伊藤 伸泰 他訳, 「グライナー物理テキストシリーズ 熱力学・統計力学」 Springer出版, 1999年発行。  ISBN: 978-4-431-70785-1.</p>
履修条件	電気電子工学科の「半導体デバイス」, 「センサ工学」, 「電気・電子材料」, またはこれらの内容に準ずる科目を履修済みであることが望ましい。
履修上の注意	授業で取り扱う数式の導出には、微分積分や偏微分方程式の解法などの知識が必要であることを考慮して履修すること。
準備学習と課題の内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 授業計画に記載されている「準備学習」を行うこと (1.5時間)。学習範囲が広い場合もあるが、その場合は各自判断を行い、要点のみを学習すること。</li> <li>2. 授業計画に記載されている「課題」を行うこと (1.5時間)。</li> <li>3. 提出すべきレポート課題は、A4用紙を使用し、授業科目名、学籍番号、氏名を必ず明記すること。また、複数ページにわたる場合は、左上をホッチキス留めすること。レポートの提出をActive academyから行う場合もある。</li> </ol>
ディプロマポリシーとの関連割合 (必須)	知識・理解30%, 思考・判断25%, 関心・意欲20%, 態度10%, 技能・表現15%
DP1 知識・理解	
DP2 思考判断	
DP3 関心意欲	
DP4 態度	
DP5 技能・表現	