

## 授業科目名：化学 I

### 1. 教育目標 (G I O) :

我々の身のまわりの物質は、わずか 100 数種類の原子から成り立っている。我々の身体も葉も例外ではない。では、原子とはどのような構造をしており、それらがどのように結合するのだろうか。その疑問に答えるのが、この講義の一つの大きなねらいである。ところで、原子や分子のような微視的世界について考えようとするとき量子力学の知識が必要になる。本講義では、まず、微視的観点からの理論の代表格である量子力学に立脚して原子の電子構造や化学結合のメカニズムについて考える。また、大変面白いことに、化学の理論には微視的観点からの理論と対極をなす巨視的観点からの理論もある。巨視的観点からの理論の一つとして、化学反応速度論の基本的な考え方についても学ぶ。

本講義は、論理的に考える力を養うことを念頭に、化学実験の授業と補完し合って取り組んでいく。化学実験の初回に思考力判定テストを行い、自らの思考力を客観的に理解し、今後の学習に反映させる。また、思考力を養うトレーニングも行い、論理的思考力を身につけていく。

G I O s : (1) 論理的思考力を身につける。

- (2) 量子力学の基本的な考え方を理解する。
- (3) 原子の電子構造を理解する。
- (4) 分子における結合を理解する。
- (5) 化学結合を分類・理解する。
- (6) 分子間相互作用を分類・理解する。
- (7) 反応速度論の基本的な考え方を理解する。

\*連絡がある場合には、keio.jp の当該科目ページあるいは掲示板に掲示する。

### 2. 講義予定

担当者：久保田 真理

月・日・曜日	時限	講義	授業タイトル	備考
4月9日(木)	2(B)・3(A)	講義	第1回 論理的思考力・レポートの書き方	
4月16日(木)	2(B)・3(A)	講義	第2回 レポートの書き方・反応速度論(1)	小テスト
4月23日(木)	2(B)・3(A)	講義	第3回 反応速度論(2)	
4月30日(木)	2(B)・3(A)	講義	第4回 電子の発見と原子模型	
5月7日(木)	2(B)・3(A)	講義	第5回 量子論のはじまり	
5月14日(木)	2(B)・3(A)	講義	第6回 量子力学の基礎	
5月21日(木)	2(B)・3(A)	講義	第7回 原子軌道と原子の電子構造	
6月4日(木)	2(B)・3(A)	講義	第8回 水素分子イオンの分子軌道	
6月11日(木)	2(B)・3(A)	講義	第9回 二原子分子の分子軌道(1)	
6月18日(木)	2(B)・3(A)	講義	第10回 二原子分子の分子軌道(2)	
6月25日(木)	2(B)・3(A)	講義	第11回 分子の形と混成軌道	
7月2日(木)	2(B)・3(A)	講義	第12回 配位結合と金属錯体	
7月9日(木)	2(B)・3(A)	講義	第13回 分子間相互作用・結晶構造	
その他	2(B)・3(A)	演習	課題・総括	

第2回で行う小テストは化学実験の成績に計上される。上記の表と日時・内容にずれが生じることがある。

●講義室：第2校舎 2階 224講義室

3. 講義の内容

第1～2回：論理的思考力・レポートの書き方

G I O：論理的に考える力の重要性について理解する。今後、医学部生が学習・研究する上で必須であるレポートや実験ノートの書き方について理解する。レポートの形式および内容、さらに科学者として遵守すべき事項にも言及する。実験ノートの書き方およびその意義について学ぶ。

S B O s：(1) 単位の取得について説明できる。

(2) 覚えるのではなく、論理的に説明しようとする姿勢が身につく。

(3) レポートの形式および記載する内容を理解し、実践できる。

(4) 実験ノートの形式および記載の意義について理解し、実践できる。

(5) 表やグラフを正しく書くことができる。

第2～3回：「反応速度論」

G I O：反応速度論の基礎について学習する。

S B O s：(1) 一次反応・二次反応における反応速度式を書き下し、説明することができる。

(2) 活性化エネルギーとは何か説明することができる。

(3) 速度定数と温度の相関を Arrhenius の式を使って説明することができる。

(4) 酵素反応の速度論を説明できる。

第4回：「電子の発見と原子模型」

G I O：我々の身の回りの通常の世界は、原子や分子から成り立っている。言うまでもなく、分子は原子が化学結合をしてできる。従って、化学結合を理解するためには、原子についての知識が必要になる。そこで、まず、現在の原子モデルがどのように変遷して成立したのかを学ぶ。

S B O：(1) 代表的な2つの原子模型について説明できる。

第5回：「量子論のはじまり」

G I O：量子論の始まりである Planck の量子論と Einstein の光電効果の理論について学ぶ。また、Bohr の水素原子模型について学び、その理論により水素の発光スペクトルが説明されることを理解する。

S B O s：(1) 電子が二重性(波動性と粒子性をもつ)を示すことが説明できる。

(2) Bohr の水素原子模型について説明できる。

第6回：「量子力学の基礎」

G I O：化学結合について学ぶ際に必要不可欠である量子力学の基本的な考え方とシュレーディンガーの波動方程式について学ぶ。また、一次元井戸型ポテンシャル中の一粒子の問題を扱い、具体的にシュレーディンガー方程式を解き、そのイメージをつかむ。

S B O s：(1) シュレーディンガー方程式とはどのような式かを説明できる。

(2) ハミルトニアン演算子がどのような演算子かを説明できる。

(3) 一次元井戸型ポテンシャル中の一粒子問題についてシュレーディンガー方程式を解くことができる。

第7回：「原子軌道と原子の電子構造」

G I O : 水素類似原子の波動関数について学ぶ。そして、その波動関数を支配する3種の量子数、すなわち、主量子数( $n$ )・軌道角運動量量子数( $\ell$ )・軌道磁気量子数( $m_\ell$ )について学習し、波動関数の表現方法を習得するとともに、オービタルの表記法とその形について学ぶ。さらに、多電子原子では電子がどのような法則に従って原子軌道に配置されるのかを理解する。

- S B O s : (1) 主量子数( $n$ )・軌道角運動量量子数( $\ell$ )・軌道磁気量子数( $m_\ell$ )・スピン磁気量子数( $m_s$ )について説明できる。
- (2) オービタルの表記法について説明することができ、その形を描くことができる。
- (3) Pauli の排他律・Hund の規則について説明できる。
- (4) 多電子原子の電子配置を表現できる。

#### 第8回：「水素分子イオンの分子軌道」

G I O : 前回までに化学結合を考える上で必要な思考を身に付けた。これらを活かし、実際に、化学結合の本質について考えてゆく。まず、分子の中で一番簡単な水素分子イオン $\text{H}_2^+$ の分子軌道について定性的に考える。

- S B O s : (1) 結合性分子軌道と反結合性分子軌道について説明できる。
- (2) 軌道を記号を使って表現することができる。
- (3) 水素分子イオン $\text{H}_2^+$ の分子軌道エネルギー準位図を定性的に表現できる。
- (4) 結合次数についても説明し、それを求めることができる。

#### 第9～10回：「二原子分子の分子軌道」

G I O : 前回学習した水素分子イオン $\text{H}_2^+$ における原子軌道の組み合わせに関する考え方に基づいて、第一、第二周期元素の等核二原子分子の分子軌道と電子配置、さらに簡単な異核二原子分子の分子軌道と電子配置について定性的に考える。

- S B O s : (1) 第一、第二周期元素の等核二原子分子の分子軌道と電子配置について定性的に説明できる。
- (2) 結合次数、結合エネルギーについて説明することができる。
- (3) 磁性と対電子の関係について説明することができる。
- (4) 分子の極性について説明し、結合のイオン性を評価することができる。

#### 第11回：「分子の形と混成軌道」

G I O : 分子の幾何学的構造を考えた場合、今まで学習した概念では説明できない場合がある。分子の形が混成という概念から説明し得ることを学び、種々の混成軌道について学習する。また、代表的な共役 $\pi$ 電子系化合物における $\pi$ 分子軌道についても考える。

- S B O s : (1) 種々の混成軌道がどのような原子軌道の混成により生じるのか、またその形を説明することができる。
- (2)  $\pi$ 分子軌道について定性的に説明できる。

#### 第12回：「配位結合と金属錯体」

G I O : 配位結合はどのような様式の化学結合なのかを学び、金属錯体について考える。

- S B O s : (1) 共有結合・配位結合について説明することができる。
- (2) 金属錯体の構造について説明することができる。
- (3) 結晶場理論について説明することができる。

#### 第13回：「分子間相互作用・結晶構造」

G I O：分子間に働く分子間相互作用について学ぶ。固体，特に，結晶中での結合様式による分類について学習する。

S B O s：(1) 静電相互作用，ファン・デル・ワールス相互作用，交換斥力，電荷移動相互作用，水素結合について説明することができる。

(2) 結晶中における結合様式と性質について説明することができる。

その他：「課題・総括」

G I O：春学期には，化学の理論的な分野である物理化学を通して，単に知識として覚えるのではなく，論理的に説明ができることを学習した。論理的思考力の重要性を確認するとともに，答案の書き方や計算過程の書き方を身につける。

S B O s：(1) 事象を論理的に説明することができる。

(2) ポイントを押さえた答案を書くことができる。

#### 4. 教科書・参考書

教科書：

「興味が湧き出る化学結合論 - 基礎から論理的に理解して，楽しく学ぶ -」 久保田真理 共立出版

また，必要に応じて，web (<http://user.keio.ac.jp/~shinly/>) 上に資料を載せることがあるので，適宜，印刷して持参すること。

参考書：

(1) 基礎化学結合論

小林常利

培風館

(2) エッセンシャル化学辞典

玉虫伶太他編

東京化学同人

#### 5. 評価方法

基本的には期末試験で評価を行う。

合格点に達しない場合のみ，適宜行うクイズ，課題，授業中の質疑応答などを評価対象に加える。

#### 6. コメント

- ・必ず，教科書を持参し，簡単な関数電卓を携行すること。
- ・不定期にクイズを行ったり，課題を出したりする。そのフィードバックは授業中に行う。
- ・当該科目と卒業認定・学位授与方針との関連，教育課程内の位置づけや水準については，シラバス巻頭の卒業コンピテンス達成レベル表を参照のこと。
- ・予習を行う必要はないが，それまで学習した内容がわかるまで（各人によるが，1～2時間程度）復習をして授業に望むこと。
- ・必要があれば，講義に関する連絡や個人への連絡を keio.jp の授業支援システムで行う。
- ・定期試験のフィードバックは keio.jp の授業支援システムへアップロードすることで行う。