成果物一覧

(1) カリキュラム（p.91～p.100）

(2) 受講者用 Web サイト使用説明書（p.101～p.105）

(3) 管理者用 Web サイト使用説明書（p.106～p.110）

(4) 評価試験問題一覧（p.111～p.145）

(5) 講義資料（p.146～p.205）

(6) 化学分野学び直し講座実施モデル（p.206～p.230）

(7) 実証講座受講者アンケート調査票（p.231～p.233）

テーマ：Ⅰ	学習項目：化学実験の実務操作向上	講師：

概　　要

化学実験の実務を、安全にかつ正しく取り組むために必要な試薬・器具の取扱方法の学び直しを行う。また、実験室でのルールを再認識する機会とする。

学習時間

9.0 時間（540 分間）

実施形態

①ｅラーニング 4.5 時間（270 分間）
②スクーリング 4.5 時間（270 分間）

学習内容

①ｅラーニング

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	基本の所作	自己管理と身だしなみ，実験室での基本的な行動	30 分間
2	汎用的事項	整理整頓と実験準備，基本的な安全対策，廃液処理	30 分間
3	器具の扱い	全般事項，測容器，バーナー，天秤，水浴・温浴，顕微鏡など	75 分間
4	試薬の扱い	試薬の保管と取扱い，危険な試薬，試薬の特性，試薬の廃棄	45 分間
5	機器類の扱い	全般事項，クロマトグラフ，吸光分析，pH 分析など	60 分間
6	確認テスト※1	№1～№5 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

②スクーリング

№	標　　題	内　　容	目安時間
7	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意など	30 分間
8	実験準備	試薬調製，器具類の洗浄など	30 分間
9	実験	標定，アセチルサリチル酸の定量（既知試料）［中和滴定法］	90 分間
10	実技テスト	アセチルサリチル酸の定量（未知試料）［中和滴定法］	60 分間
11	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
12	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

評価方法

①ｅラーニング：確認テストの正解率 80%で合格
②スクーリング：実技テストの定量誤差 10%以内で合格

テキスト

①ｅラーニング：
・映像教材「化学実験の実務操作向上」
・日本分析化学専門学校（2012）「分析化学のべからず 171」JIPM ソリューション
②スクーリング：
・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学実験の実務操作向上編」
・今日の授業シート※5

特記事項

スクーリングへの参加条件：ｅラーニングの確認テストに合格していること。

テーマ：Ⅰ	学習項目：化学分析･機器分析の実務操作向上	講師：

概　　要

各業界での製品開発・品質管理・安全性評価、および各種試験・検査・測定・管理を正しく遂行するために必要な化学分析・機器分析の原理・方法の学び直しを行う。

学習時間

9.0 時間（540 分間）

実施形態

①ｅラーニング 4.5 時間（270 分間）
②スクーリング 4.5 時間（270 分間）：テーマ A～G の中から選択※6

学習内容

①ｅラーニング

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	単位操作	ろ過，透析，沈殿，抽出，乾燥，粉砕，温度・圧力調整など	30 分間
2	サンプリング	環境試料，食品試料，生体試料，試料の溶解	30 分間
3	統計処理	標準偏差，端数処理，検定，不確かさなど	30 分間
4	定性分析	陽イオンの系統的分離（第 1 族～第 6 族）	45 分間
5	定量分析	標準試薬，標準液の標定，各種滴定法，重量分析法	45 分間
6	機器分析	UV，AAS，GC，HPLC，FT-IR など	60 分間
7	確認テスト※1	№1～№6 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

②スクーリング

［テーマ A：定性分析］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意など	30 分間
9	実験準備	器具類の洗浄など	15 分間
10	実験	陽イオンの系統的分離（既知試料）	105 分間
11	実技テスト	陽イオンの系統的分離（未知試料）	75 分間
12	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	15 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

［テーマ B：定量分析（酸化還元滴定）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意など	30 分間
9	実験準備	試薬調製，器具類の洗浄など	30 分間
10	実験	標定，過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定（未知試料）	60 分間
12	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

［テーマ C：機器分析（紫外可視分光光度計）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	30 分間
10	実験	吸光光度法による金属成分の定量（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	吸光光度法による金属成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ D：機器分析（原子吸光光度計）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	標準添加法による栄養成分の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	標準添加法による栄養成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ E：機器分析（ガスクロマトグラフ）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	内標準法による有機溶剤の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	内標準法による有機溶剤の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ F：機器分析（高速液体クロマトグラフ）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	検量線法による防腐剤成分の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	検量線法による防腐剤成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ G：機器分析（赤外分光光度計）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬・器具類の準備	30 分間
10	実験	KBr 法・ATR 法による赤外吸収スペクトル測定（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	ATR 法による赤外吸収スペクトル測定（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，試薬等の廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

評価方法

①ｅラーニング：確認テストの正解率 90%で合格
②スクーリング：テーマ A・G　未知成分 3 種類中 2 種類の正解で合格
テーマ B～F　実技テストの定量誤差 10%以内で合格

テキスト

①ｅラーニング：
・映像教材「化学分析･機器分析の実務操作向上」
・日本分析化学会（2004）「分析化学実験の単位操作法」朝倉書店
・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学分析･機器分析の実務操作向上編」
②スクーリング：
・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学分析･機器分析の実務操作向上編」
・今日の授業シート

特記事項

スクーリングへの参加条件：ｅラーニングの確認テストに合格していること。

テーマ：Ⅱ	学習項目：実験室での安全保護実務	講師：

概　　要　化学関係の実務を行う上で、事故等を未然に防ぐために必要な安全作業、災害対策の学び直しを行う。また、事故等発生時の応急処置法を再認識する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	装置の取扱い	電気装置，レーザー，放射線発生装置，機械装置，高圧装置，高温・低温装置，ガラス器具，静電気対策	60 分間
2	応急処置法	薬品による障害，外傷，やけど，凍傷，電撃傷，放射線被ばく，心肺蘇生法	45 分間
3	災害対策	保護具，火災対策，地震対策	45 分間
4	確認テスト※1	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80%で合格

テキスト
・映像教材「実験室での安全保護実務」
・化学同人編集部（2017）「実験を安全に行うために」株式会社化学同人

テーマ：Ⅱ	学習項目：化学薬品と法規の関係性	講師：

概　　要　化学関係の実務を行う上で、取扱う物質の区分、取扱・保管上の法的要求事項の学び直しを行う。また、廃棄物に関する法的要求事項を再認識する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	危険な物質 有害な物質	危険な物質と有害な物質の区分と法規，労働安全衛生法，消防法，高圧ガス保安法，毒物及び劇物取締法，環境法規制（環境基準・排出基準・その他），化学物質の保管・管理・リスク管理	90 分間
2	廃棄物	廃棄物の処理及び清掃に関する法律（産業廃棄物の種類と委託処理，廃液の貯留，実験室からの排水，一般廃棄物）	60 分間
3	確認テスト※1	№1・№2 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80%で合格

テキスト
・映像教材「化学薬品と法規の関係性」
・化学同人編集部（2017）「実験を安全に行うために」株式会社化学同人

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と反応（元素・無機化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「無機化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、この「無機化学」領域での物質の反応とその利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	物質の構造	原子構造，周期表，結合と構造，結晶の構造と性質	60 分間
2	典型元素	典型元素の性質，典型元素の反応	30 分間
3	遷移元素	遷移元素の性質，遷移元素の反応	30 分間
4	錯体	錯体の構造，錯体の性質，錯体の反応	30 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト
・映像教材「物質の構造・性質と反応（元素・無機化学)」
・齋藤勝裕・長尾宏隆（2009）「ステップアップ 大学の無機化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と反応（有機化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「有機化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、この「有機化学」領域での物質の反応とその利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	原子と結合	原子構造，共有結合	30 分間
2	有機化合物の構造	構造と命名，異性体，脂肪族化合物，芳香族化合物	45 分間
3	有機化合物の性質と反応	炭化水素，アルコール・エーテル，アルデヒド・ケトン，カルボン酸，ベンゼン及び置換基，高分子化合物	75 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト
・映像教材「物質の構造・性質と反応（有機化学)」
・齋藤勝裕（2009）「ステップアップ 大学の有機化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と探究（物理化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「物理化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、物質の探究における「物理化学」の利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	原子の構造と性質	原子構造，原子の性質	30 分間
2	物質の構造と状態	化学結合，分子構造，物質の状態	45 分間
3	化学熱力学	熱・仕事・エネルギー，エントロピー，ギブズエネルギー	45 分間
4	溶液の性質と反応速度	溶液の性質，反応速度	30 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト　・映像教材「物質の構造・性質と探究（物理化学)」
・齋藤勝裕・林久夫（2009）「ステップアップ 大学の物理化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と探究（分析化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「分析化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、物質の探究における「分析化学」の利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	溶液と平衡	溶解と濃度，平衡反応	45 分間
2	容量分析	中和滴定，沈殿滴定，酸化還元滴定，キレート滴定	60 分間
3	重量分析	溶解平衡と溶解度積，沈殿の生成と精製・重量測定	45 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト　・映像教材「物質の構造・性質と探究（分析化学)」
・齋藤勝裕・藤原学（2008）「ステップアップ 大学の分析化学」裳華房

テーマ：Ⅴ	学習項目：キャリアチェンジに必要な化学基礎	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「基礎的な化学」について学習する。

学習時間　6.0 時間（360 分間）

実施形態　e ラーニング 6.0 時間（360 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	科学と人間生活	科学技術の発展，人間生活の中の科学（物質の科学），これからの科学と人間生活（関連事例）	40 分間
2	化学基礎	化学と人間生活，物質の構成，物質の変化	50 分間
3	物質の状態と平衡	物質の状態とその変化，溶液と平衡	50 分間
4	物質の変化と平衡	化学反応とエネルギー，化学反応と化学平衡	50 分間
5	無機物質の性質と利用	無機物質，無機物質と人間生活	40 分間
6	有機化合物の性質と利用	有機化合物，有機化合物と人間生活	40 分間
7	高分子化合物の性質と利用	高分子化合物，高分子化合物と人間生活	40 分間
8	確認テスト	№1～№7 に関係する問題（多肢選択問題：25 問）	50 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト
・映像教材「キャリアチェンジに必要な化学基礎」
・高等学校教科書「科学と人間生活」「化学基礎」「化学」

テーマ：Ⅴ	学習項目：工業製品素材と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「石油・石炭の化学工業」について学習する。また、「工業製品素材」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	石油の精製	石油製品の分離，石油留分の化学的処理，脱硫	50 分間
2	石油化学工業	オレフィンガス，BB 留分，水素，BTX	50 分間
3	天然ガス・石炭の化学工業	天然ガス，石炭，C1 化学	50 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト
・映像教材「工業製品素材と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅴ	学習項目：各種工業材料と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「工業材料と新素材」について学習する。また、「各種工業材料」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	セラミックス材料	ガラス，セメント，ファインセラミックス	30 分間
2	金属材料	金属の精錬方法，鉄鋼，銅，アルミニウム，その他の金属，金属系機能材料	60 分間
3	高分子材料	高分子化合物，プラスチック，合成ゴム，合成繊維，機能性高分子，複合材料	60 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト　・映像教材「各種工業材料と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅴ	学習項目：生命支援技術と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「生命と化学工業」について学習する。また、「生命支援技術」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	食品と化学	タンパク質，炭水化物，油脂，加工食品，食品添加物	45 分間
2	肥料と農薬	肥料，農薬	30 分間
3	バイオテクノロジー	発酵，培養，遺伝子組換え，細胞融合技術，バイオリアクター，環境浄化とバイオテクノロジー	45 分間
4	医薬品	予防薬，治療薬，診断薬など	30 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト　・映像教材「生命支援技術と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅴ	学習項目：生活関連製品と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「生活と化学工業」について学習する。また、「生活関連製品」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	セッケンと界面活性剤	セッケンと界面活性剤，イオン性界面活性剤，非イオン性界面活性剤	45 分間
2	色素材料と塗料	色素材料，塗料	30 分間
3	紙・印刷・写真	紙，印刷，銀塩写真	30 分間
4	情報と材料	半導体，情報の伝達・表示と材料，情報の記録と材料	45 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト　・映像教材「生活関連製品と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅴ	学習項目：有害・危険物質と取扱い	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「有害・危険物質とその取扱い」について学習する。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	物質の有害性	有害物質，中毒と薬傷	50 分間
2	危険性物質	危険性物質，燃焼と爆発，混合危険，自己反応性物質，高圧ガス	100 分間
3	確認テスト	№1，№2 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60%で合格

テキスト　・映像教材「有害・危険物質と取扱い」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅴ	学習項目：実験基礎技術	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「基礎的な実験技術」について学習する。

学習時間　9.0 時間（540 分間）

実施形態　①ｅラーニング 4.5 時間（270 分間）
②スクーリング 4.5 時間（270 分間）

学習内容　①ｅラーニング

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	実験を行うための心構え	実験の計画と予習，服装と保護具，実験室と実験台，実験操作、観察と記録，廃棄物，相談など	30 分間
2	器具類の種類と用途	ビーカー，試験管，フラスコ，各種瓶，冷却管，漏斗，バーナー，乾燥器，測容器，磁性器具など	60 分間
3	器具類の洗浄と水	ガラス器具の洗浄方法，乾かし方，置き方，保管方法，水の種類と使い分け，共洗い	60 分間
4	基本的な実験操作	真空，粉砕，加熱，冷却，溶解・融解，撹拌，抽出，ろ過と遠心分離，乾燥，蒸留・濃縮，再結晶，秤量，温度の測定，pH の測定，ピペット操作，滴定	60 分間
5	集合学習に向けて	酸と塩基，pH 指示薬，実験内容と原理，操作の概略	30 分間
6	確認テスト	№1～№5 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

②スクーリング

№	標　　題	内　　容	目安時間
7	ガイダンス	安全上の諸注意など	15 分間
8	実験準備・試薬調製	器具類の選択，器具類の洗浄，秤量・試薬調製など	45 分間
9	測容器の取扱い	測容器の取扱い、滴定基本操作	30 分間
10	標定	標準溶液の標定、ファクター算出	45 分間
11	実験	食酢中の有機酸の定量（既知試料）［中和滴定］	45 分間
12	実技テスト	食酢中の有機酸の定量（未知試料）［中和滴定］	30 分間
13	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
14	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

評価方法　①ｅラーニング：確認テストの正解率 80%で合格
②スクーリング：実技テストの定量結果、器具類の取扱いと実験操作で総合評価

テキスト　①ｅラーニング
・映像教材「実験基礎技術」
・化学同人編集部（2017）「続 実験を安全に行うために」株式会社化学同人
②スクーリング
・日本分析化学専門学校（2019）「実験－実験基礎技術編」

特記事項　スクーリングへの参加条件：ｅラーニングの確認テストに合格していること。

eラーニングを活用した化学分野学び直し講座

eラーニングサイト

使用説明書
（受講者用）

学校法人重里学園

日本分析化学専門学校

目次

1. 機能構成 2

(1) 受講登録・ログイン 2

(2) 学習・試験 2

(3) 学習支援 2

2. ご利用にあたっての注意事項 2

3. 受講登録 3

4. ログイン 4

5. 学習 5

6. 評価試験 6

7. お知らせ 7

8. 学習履歴 8

1. 機能構成

本システムは「受講登録・ログイン」「学習・試験」「学習支援」の 3 分類の機能群で構成されます。各機能の概略は次の通りです。それぞれの機能のご利用方法は次項以降をご参照ください。

(1) 受講登録・ログイン
① 受講登録（→ p.3）
受講者の個人情報を登録し、ログインに必要な「ユーザー名」「パスワード」を取得する機能。
② ログイン（→ p.4）
「ユーザー名」「パスワード」を使って各受講者専用ページにログインする機能。

(2) 学習・試験
① 学習（→ p.5）
テーマ・学習項目別に用意された教材（講義映像・講義資料・小テスト）を利用する機能。
② 評価試験（→ p.6）
学習内容に関わる知識の理解度を測定するための試験を受験するための機能。

(3) 学習支援
① お知らせ（→ p.7）
講座事務局（学校）・システム管理者からのお知らせ事項を通知・閲覧する機能。
② 学習履歴（→ p.8）
学習の進捗状況や過去の評価試験の受験結果を閲覧できる機能。

2. ご利用にあたっての注意事項

① 本システムのご利用にあたってブラウザや端末の「戻る」ボタンは使用しないようご注意ください。
前の画面やトップページ等に戻る場合はサイト上の「戻る」ボタンやサイドメニューボタン ☰ をご利用ください。これは、システムの意図しない動作を防止するための措置です。

② 本システムの利用に際して、各端末の標準ブラウザをご使用ください。他の任意のブラウザを使用すると意図しない動作が発生する恐れがあります。
≪各端末の標準ブラウザ≫
Windows 端末：Microsoft Edge　Android 端末：Google Chrome　Mac 端末・iOS 端末：Safari

③ スマートフォン、タブレットなどで講義映像を視聴する際には、Wi-fi 環境でのご利用を推奨します。
講義映像は 1 本 30mb～50mb 程度となっておりますので、通信容量の圧迫にご注意ください。

④ 学習方法については、別紙「学習手順書」をご参照ください。

3. 受講登録

① お手持ちのスマートフォン、タブレット、パソコン等の端末で以下の URL にアクセスしてください。

化学学び直し講座 e ラーニングサイト
http://www.jei.ne.jp/cheel/

② 「受講申込」を選択してください。
③ 氏名、所属などの個人情報の入力を行ってください。全項目入力必須です。
④ 入力が完了したら、「申込内容確認」を選択してください。
⑤ 入力内容を確認いただいた後、お間違えなければ「送信」を選択してください。修正する場合は「戻る」を選択してください。
⑥ 登録が完了すると、画面に「ユーザー名」「パスワード」が表示されます。またこれらの情報は、申込時に入力したメールアドレス宛にも自動送信されます。
※自動返信のメールは登録後、すぐに送信されます。届かない場合は、迷惑メールボックスを確認してください。または、別のアドレスで再度申請を行ってください。

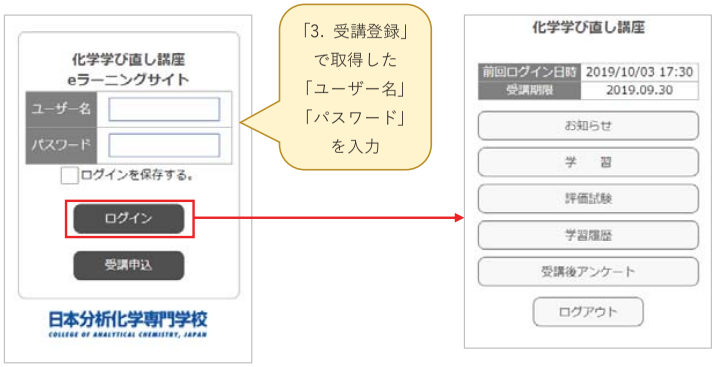
※ここでご入力頂いた個人情報は受講者の管理を目的に使用します。
許可なく他の目的に使用することはありません。

4. ログイン

① お手持ちのスマートフォン、タブレット、パソコン等の端末で以下の URL にアクセスしてください。

化学学び直し講座 e ラーニングサイト
http://www.jei.ne.jp/cheel/

② 「3. 受講登録」で取得した「ユーザー名」「パスワード」を入力し、「ログイン」を押すと受講者用サイトのトップページに移動します。



5. 学習

① トップページから「学習」を選択してください。
② 学習テーマの一覧が表示されるので、学習したいテーマを選択してください。（※1）
③ テーマを構成する学習項目の一覧が表示されるので、学習したい項目を選択してください。
④ 講義映像を視聴する場合は、任意の項目の「講義を視聴する」を選択すると、講義映像を選択する画面に移動します。当該講義で使用する講義資料（パワーポイント資料）の PDF ファイルのダウンロードも可能ですので、必要に応じてご活用ください。
⑤ 小テストを受験する際は、「小テストを受ける」を選択すると出題が始まります。（※2）

※1: 今回の講座では、"テーマⅡ"は必修です。テーマⅠもご利用頂けますので、任意でご利用ください。
※2: "テーマⅡ"には小テストはありません。小テストはテーマⅠのみです。

※受講開始時には、先に評価試験を受験してください。詳細は「学習手順書」をご参照ください。

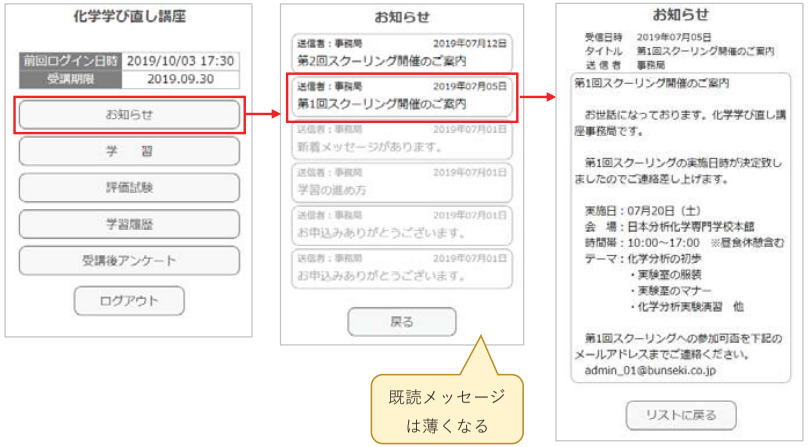
6. 評価試験

① トップページから「評価試験」を選択すると、学習テーマの一覧が表示されるので、評価試験を受験したいテーマを選択してください。（※）
② 学習項目の選択画面が表示されるので、評価試験を受験する学習項目を選択してください。
③ 注意事項が表示されます。すべての注意事項を確認し、問題がなければ「注意事項を確認しました。」にチェックを入れて、「試験を開始する」を選択してください。出題が開始されます。
④ 問題・選択肢が表示されるので、選択肢を選択してください。「次へ」を押すと次の問題が表示されます。同様に解答を行ってください。「前へ」を押すと前問に戻ることができます。
⑤ 左上に問題のプルダウンリストが表示されます。解答済みの問題には「★」が付きます。番号を選択することで当該問題に移動することもできます。
⑥ 右上に試験の残り時間が表示されます。時間内に全ての問題への解答を終えるようにしてください。
⑦ 全ての問題への解答が終了したら、「解答終了」を選択してください。また、所定の試験時間が経過すると、未解答の設問があっても自動的に解答終了となります。

※今回の講座では、"テーマⅡ"は必修です。テーマⅠもご利用頂けますので、任意でご利用ください。

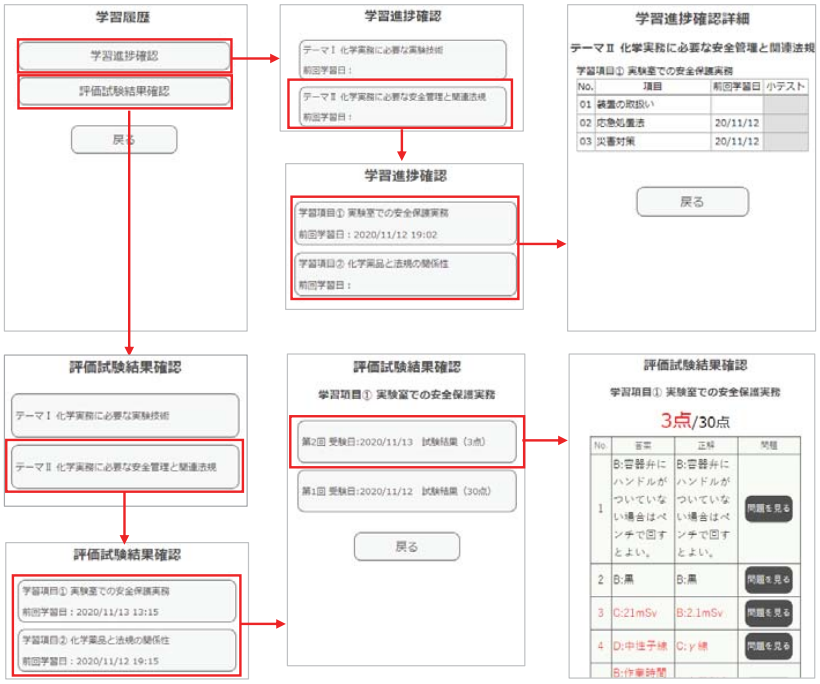
7. お知らせ

① トップページから「お知らせ」を選択してください。
② お知らせの一覧が表示されますので、閲覧したい項目を選択してください。
③ 未読の項目は白地で表示され、既読の項目はグレーになります。



8. 学習履歴

① トップページから「学習履歴」を選択してください。
② 学習の進捗状況を確認する場合は、「学習進捗確認」を選択してください。テーマを選択する画面に遷移し、閲覧したいテーマを選ぶと、当該テーマの学習項目の各講義の学習日や小テストの受験結果が表示されます。
③ 評価試験の結果を確認する場合は、「評価試験結果確認」を選択してください。評価試験のテーマと学習項目を選択すると、当該試験の受験結果（受験日・点数）の一覧が表示されます。さらに詳細を閲覧したい場合、特定の受験結果を選択すると、答案と点数を閲覧することができます。



2020 年度 文部科学省 専修学校による地域産業中核的人材養成事業
ｅラーニングの積極活用等による学び直し講座開設
ｅラーニングを活用した化学分野学び直し講座実施モデル構築

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校
電話　06-6353-0347　E-Mail　info@bunseki.ac.jp

eラーニングを活用した化学分野学び直し講座

eラーニング管理サイト

使用説明書

（講師用）

目次

1. 機能構成 2

（1） 申込管理機能 2

（2） 学習フォロー機能 2

（3） 学習履歴管理機能 2

2. ご利用にあたっての注意事項 2

3. 管理サイトへのログイン 3

4. 申込管理 4

5. お知らせ管理 5

6. 質疑対応 6

7. 学習履歴管理 7

1. 機能構成

本システムは学習者用のシステムと対応して、「ログイン」「申込応対」「学習フォロー」「学習管理」の4分類の機能群で構成されます。各機能の概略は次の通りです。それぞれの機能のご利用方法は次項以降をご参照ください。

(1) ログイン
① 管理者ログイン（→ p.3）
管理者用の「ユーザー名」「パスワード」を使って各管理者専用ページにログインする機能。

(2) 申込管理機能
① 申し込み情報確認（→p.4）
受講申込者の本システム登録情報を確認する機能。

(3) 学習フォロー機能
① お知らせ管理（→p.5）
受講者の一斉配信するお知らせ情報の新規登録、編集、削除等を行う機能。
② 質疑応対（→p.6）
受講者の質問メッセージの確認および返信を行う機能。

(4) 学習履歴管理機能
① 学習進捗確認（→ p.7）
受講者の各講義に対応した小テストの点数、学習日時を確認する機能。
② 評価試験受験結果確認（→ p.7）
受講者の評価試験の受験結果について、点数と受験日、答案を確認する機能。

2. ご利用にあたっての注意事項

① 本管理システムは、受講者用システムとは異なり、パソコンでの利用を推奨します。

② 本管理システムのご利用にあたってブラウザや端末の「戻る」ボタンは使用しないようご注意ください。前の画面やトップページ等に戻る場合はサイト上の「戻る」ボタンをご利用ください。これは、システムの意図しない動作を防止するための措置です。

③ 本システムの利用に際して、各端末の標準ブラウザをご使用ください。他の任意のブラウザを使用すると意図しない動作が発生する恐れがあります。
≪各端末の標準ブラウザ≫
Windows 端末：Microsoft Edge　Mac 端末：Safari

3. 管理サイトへのログイン

① お手持ちのパソコン等の端末で以下の URL にアクセスしてください。

eラーニングを活用した化学分野学び直し講座
eラーニング管理サイト
http://www.jei.ne.jp/cheel/admin/

② 下記の事務局用ユーザー名・パスワードを入力してログインしてください。

＜事務局専用アカウント＞
ユーザー名：admin1
パスワード：admin1

4. 申込管理

① トップページから「申込管理」を選択してください。
② 画面上段に受講申込者の一覧が表示されます。任意の受講者を選択してください。
③ 画面下段に選択した受講者が入力した登録情報、およびシステムが自動登録した当該受講者のユーザー名・パスワードが表示されます。
④ なお、受講者のユーザー名・パスワードはシステムの自動返信により、各受講者に通知されます。

5. お知らせ管理

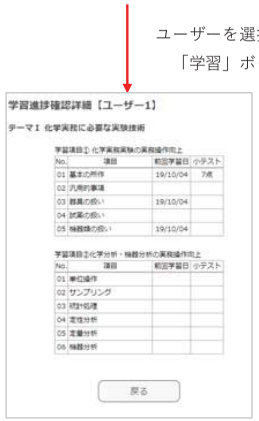
① トップページから「お知らせ管理」を選択してください。
② お知らせを新規作成する場合、下記の手順で操作を行ってください。
(1) 中段の「新規追加」のボタンを押し、モードが【新規追加】になったことを確認。
(2) 「開始日時」の空欄からお知らせを受講者に通知を開始する日時を選択。
(3) 「タイトル」の空欄に任意のお知らせのタイトルを入力。
(4) 「本文」の空欄に受講者に通知する情報を入力。
(5) 作成するお知らせに表示期限をつける場合、「終了日時」の空欄から通知を終了する日時を選択。
※表示期限を設けない場合は「終了日時」は空欄のままで構いません。
(6) 入力内容を確認して「保存」ボタンを選択。
③ 既存のお知らせを編集する場合、編集するお知らせを上段の一覧から選択して、中段の「編集」ボタンを押し、任意の項目を編集して「保存」ボタンを押してください。なお編集を行った場合、受講者側で当該既読になっていても未読状態に変更されます。
④ 既存のお知らせを削除する場合、削除するお知らせを上段の一覧から選択して、中段の「削除」ボタンを押してください。なお削除を行った場合、管理者側のお知らせ一覧、および受講者側のお知らせ一覧から当該項目が削除されます。
⑤ 既存のお知らせを管理者側に残留させ、受講者側には非表示にする場合は、非表示にするお知らせを上段の一覧から選択して、中段の「編集」ボタンを押し、「非表示」のチェックボックスにチェックを入れて、「保存」をおしてください。

6. 質疑対応

① トップページから「質疑対応」を選択してください。
② 未返信の質疑の確認および返信を行う場合は、下記の手順で操作を行ってください。
(1) 上段の「モード切替」から「未返信」を選択。
(2) 未返信のメッセージの一覧が表示されるので、確認または返信するメッセージを選択。
(3) 中段にメッセージの送信者、受信時刻、内容等が表示。
(4) 「返信」ボタンを押すと、返信内容の編集画面が表示。
(5) 「タイトル」「本文」に任意の内容を入力して、「送信」を選択。
③ 返信済みのメッセージを確認する場合は、上段のモード切替から「返信済み」を選択してください。
返信済みメッセージの一覧が表示されるので、任意のメッセージを選択すると、受講者のメッセージ内容等および返信内容が表示されます。

7. 学習履歴管理

① トップページから「学習履歴管理」を選択してください。
② 全受講者の各テーマの学習進捗状況、および評価試験受験結果が表示されます。それぞれの表記は次の数字が記載されています。
学習 ：テーマ内小テストの獲得点数合計、満点数総計、および最新学習日
評価試験：当該評価試験の獲得点数、満点数、および最新受験日
③ 各テーマの学習進捗状況の詳細を閲覧する場合は、任意の受講者を選択し、上段の「学習」ボタンを押してください。ここでは、各学習項目の講義ごとの学習日時や小テスト獲得点数を閲覧できます。
④ 評価試験の受験結果の詳細を閲覧する場合は、任意の受講者を選択し、上段の「評価試験」ボタンを押してください。ここでは、各評価試験の過去すべての受験結果、受験日時、答案等を閲覧できます。



2020 年度 文部科学省 専修学校による地域産業中核的人材養成事業
ｅラーニングの積極活用等による学び直し講座開設
ｅラーニングを活用した化学分野学び直し講座実施モデル構築

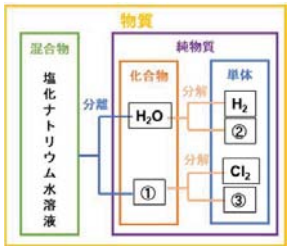
学校法人重里学園　日本分析化学専門学校
電話　06-6353-0347　E-Mail　info@bunseki.ac.jp

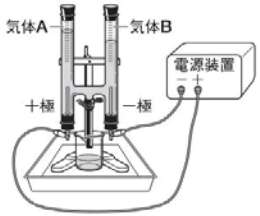
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	化学の特徴
問題	
問題文	ほかの物質が混じっていない単一の物質を何というか。
選択肢	A　純物質 B　単一物質 C　素子 D　分子 Z　わからない
解答	A　純物質
解説	ほかの物質が混じっていない単一の物質を純物質という1種類の物質で構成されており、炭素のみからできているダイアモンドや化合物である塩化ナトリウムも純物質である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	化学の特徴
問題	
問題文	空気と海水は純物質と混合物のどちらか
選択肢	A　空気：純物質、海水：純物質 B　空気：純物質、海水：混合物 C　空気：混合物、海水：純物質 D　空気：混合物、海水：混合物 Z　わからない
解答	D　空気：混合物、海水：混合物
解説	空気も海水も2種類以上の純物質が混ざった混合物である。 空気は窒素、酸素、アルゴン、二酸化炭素、ネオン、ヘリウムなどからできており、海水は水に塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫酸マグネシウム、硫酸カルシウムなどの固体物質が溶けたものである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	物質の分離・精製
問題	
問題文	実験において、たがいに混じりあわない2種類の溶媒を用いて抽出を行うときに使うガラス器具を何というか。
選択肢	A　分注ロート B　じょうご C　分液ロート D　ナスフラスコ Z　わからない
解答	C　分液ロート
解説	2種類の溶媒を用いて抽出を行うときに使うガラス器具を分液ロートという。 https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%88%86%E6%B6%B2%E6%BC%8F%E6%96%97

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	

問題文	塩化ナトリウム水溶液を分けていくと右図のようになる。①～③に当てはまる物質として正しい組み合わせはどれか。 
選択肢	A　①$NaCl_2$、②O_2、③Na B　①NaCl、②O_2、③Na C　①MgHCl、②O、③Mg D　①MgCl、②O_2、③Mg Z　わからない
解答	B　①NaCl、②O2、③Na
解説	塩化ナトリウム水溶液は水と塩化ナトリウムに分離することができる。水は水素と酸素からできており、水素はH_2、酸素はO_2と表す。塩化ナトリウムは塩素とナトリウムからできており、塩素はCl_2、ナトリウムはNaと表す。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	
問題文	水を電気分解するとプラス極に（　①　）、マイナス極に（　②　）が得られ、その気体の体積比は1：2である。①、②に当てはまる気体は何か。  http://uicc1070.main.jp/com/post-7267/
選択肢	A　①酸素、②窒素 B　①窒素、②水素 C　①酸素、②水素 D　①水素、②塩素 Z　わからない
解答	C　①酸素、②水素
解説	水を電気分解すると、プラス極から酸素、マイナス極から水素が得られる。水の電気分解の式は次のようになる。 $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ よって、水素は酸素の2倍量得られる。

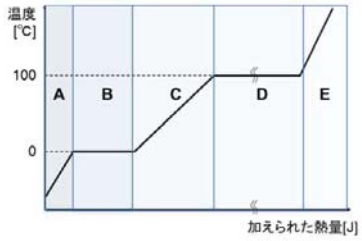
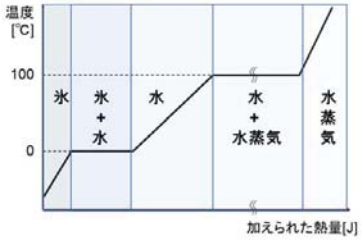
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	
問題文	二酸化炭素の検出には沈殿反応が用いられることがある。二酸化炭素を通すと白く濁る液体はどれか。
選択肢	A　水酸化カルシウム水溶液 B　硝酸銀水溶液 C　ヨウ素液 D　希硫酸 Z　わからない
解答	A　水酸化カルシウム水溶液
解説	水酸化カルシウム水溶液は石灰水のことであり、二酸化炭素を通すと炭酸カルシウムを生成して白く濁る。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	物質の種類は変化せず、その状態だけが変化する現象を（　①　）、物質を構成する原子が組み変わり、もとの物質が別の物質に代わる現象を（　②　）という。①、②に当てはまる語句の最も適切な組み合わせはどれか。
選択肢	A　①状態変化、②化学変化 B　①物理変化、②化学変化

	C　①状態変化、②物質変化 D　①現象変化、②物質変化 Z　わからない
解答	B　①物理変化、②化学変化
解説	物質の種類は変化せず、その状態だけが変化する現象を物理変化といい、物質を構成する原子が組み変わり、もとの物質が別の物質に代わる現象を化学変化という。例えば、水が氷や水蒸気になるのが物理変化であり、水を電気分解すると水素と酸素ができるのを化学変化という。

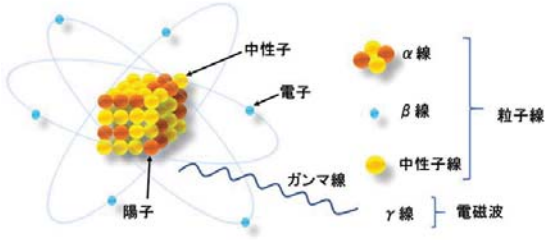
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	30°Cを絶対温度で表すとどうなるか。
選択肢	A　30°C B　273°C C　30K D　303K Z　わからない
解答	D　303K
解説	一般に用いられている温度はセルシウス温度といい、単位には°Cが用いられる。絶対温度は絶対零度を原点として表したもので単位には K(ケルビン)が用いられる。セルシウス温度と絶対温度の関係は次に示す通りである。 T[K] = T[°C] +273

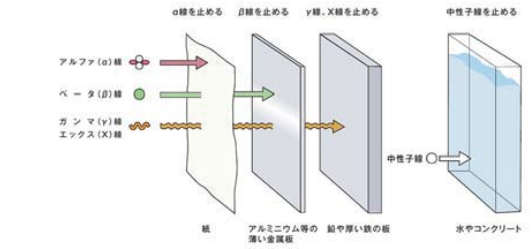
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	

問題文	水の状態変化のグラフは右図のようになる。説明として正しいものはどれか。 
選択肢	A　0°Cで温度が一定となるとき、加えられた熱量を停滞熱という。 B　図の C のエリアでは水と氷が共存している。 C　100°Cで温度が一定となるとき、加えられた熱量を蒸発熱という。 D　図の E のエリアでは水と水蒸気が共存している。 Z　わからない
解答	C　100°Cで温度が一定となるとき、加えられた熱量を蒸発熱という。
解説	A～E のエリアにおける水の状態は図に示す通りである。また、0°Cで温度が一定となるときに加えられた熱量は融解熱と呼ばれ、氷から水への状態変化だけに用いられる。100°Cで温度が言って位となるときに加えられた熱量は蒸発熱と呼ばれ、水から水蒸気への状態変化だけに用いられる。 

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	原子番号 5 のホウ素、6 の炭素、7 の窒素の中で、もっとも陽子数が多いのはどれか。
選択肢	A　全て同じ陽子数である B　ホウ素 C　炭素

	D　窒素 Z　わからない
解答	D　窒素
解説	原子番号は陽子の数、もしくは電子の数と等しい。そのため、原子番号が一番大きい窒素の陽子数が最も多い。

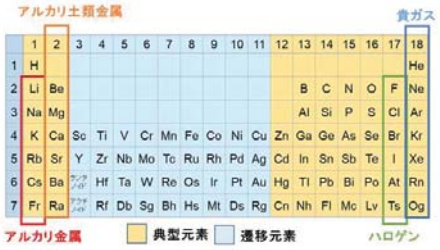
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	同位体には時間の経過とともに放射線と呼ばれる粒子や電磁波を出して別の元素の原子に変わるものがある。これを(　①　)という。この放射線には主に以下のような中性子2個と陽子2個からなるα線、電子によるβ線、中性子による中性子線といった粒子線とガンマ線のような電磁波がある。①に当てはまる語句とα線、β線、γ線、中性子線のうち、最も透過力の強いものの組み合わせとして正しいのはどれか。 
選択肢	A　放射性同位体　α線 B　放射性同位体　γ線 C　ラジオアイソトープ　中性子線 D　ラジオアイソトープ　電磁波 Z　わからない
解答	C　ラジオアイソトープ　中性子線
解説	放射性同位体もラジオアイソトープも同じ意味である。透過力は放射線の種類によって異なるが、最も透過力が強いのは厚い金属の板も通過することのできる中性子線である。

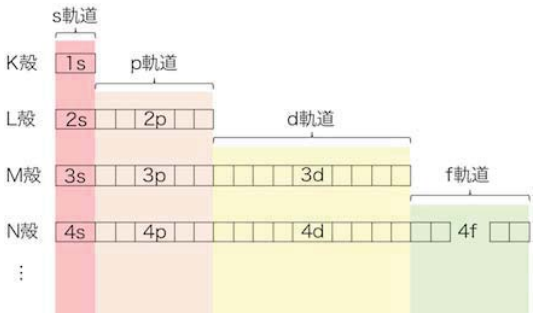
	 https://www.jnfl.co.jp/ja/pr/manabi/radiation/ 元は　一般財団法人　日本原子力文化財団　原子力・エネルギー図面集

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	空気中に微量に存在し、価電子数が0で1種類の原子を除いて最外殻電子が8個のため安定でほかの物質と反応しにくい原子のことを何というか。
選択肢	A　ハロゲン B　アルカリ土類金属 C　遷移金属 D　貴ガス Z　わからない
解答	D　貴ガス
解説	空気中に微量に存在し、ヘリウム原子を除いて最外殻電子が8個のため安定でほかの物質と反応しにくい原子のことを貴ガス(希ガス)という。ちなみに、最外殻電子数が8でない原子はヘリウム原子であり、その最外殻電子数は2である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成　1節 物質の探求
学習項目	原子の構造
問題	

問題文	希ガスは 1 個の原子が分子としてふるまうことができる。これを何というか。
選択肢	A　分子化 B　単原子 C　単原子分子 D　自立分子 Z　わからない
解答	C　単原子分子
解説	希ガスのように 1 個の原子が分子としてふるまうことができることを単原子分子という。

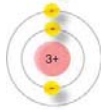
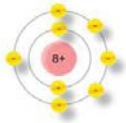
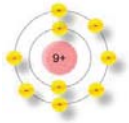
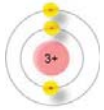
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章　物質の構成　1 節　物質の探求
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	それぞれの同族元素の説明として間違っているものはどれか。
選択肢	A　アルカリ金属：典型元素であり、1 族の元素 B　アルカリ土類金属：典型元素であり、2 族の元素 C　ハロゲン：典型元素であり、17 族の元素 D　貴ガス：典型元素であり、18 族の元素 Z　わからない
解答	A　アルカリ金属：典型元素であり、1 族の元素
解説	アルカリ金属は水素以外の 2 族の元素のことである。ただし、アルカリ土類金属についても、性質のやや違う Be、Mg を除く 2 族とすることもある。 

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章　物質の構成　1 節　物質の探求
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	K、L、M…といった電子殻には、さらに副核と呼ばれる軌道(オービタル)があり、軌道には s 軌道、p 軌道、d 軌道…がある。カルシウム Ca の 20 個の電子が電子殻・軌道に順番に入っていったとき、最後に入る電子殻と軌道の組み合わせとして正しいものはどれか
選択肢	A　M 殻 d 軌道 B　N 殻 s 軌道 C　N 殻 p 軌道 D　M 殻 f 軌道 Z　わからない
解答	B　M 殻 s 軌道
解説	カルシウム Ca の電子は K 殻の s 軌道(1s)→L 殻の s 軌道(2s)→L 殻の p 軌道(2p)→M 殻の s 軌道(3s)→M 殻の p 軌道(3p)と順に入っていくが、M 殻の d 軌道(3d)より N 殻の s 軌道(4s)のエネルギーが低いため、最後に入る電子は N 殻の s 軌道に入る。  http://www.jukenmemo.com/chemistry/theory/electron-configuration/

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章　物質の構成　1 節　物質の探求
学習項目	イオンとイオン結合

問題	
問題文	原子のイオン化エネルギーの説明として適切なものはどれか。
選択肢	A　原子の最外殻から１個の電子を取り去って、１価の陽イオンにするために必要な最小限のエネルギー。 B　原子の最外殻に１個の電子を受け取り、１価の陰イオンにするために必要な最小限のエネルギー。 C　アルカリ金属の原子はイオン化エネルギーが大きいため、１価の陽イオンになりやすい。 D　貴ガス原子はイオン化エネルギーが非常に小さいため、陽イオンになりにくい Z　わからない
解答	A　原子の最外殻から１個の電子を取り去って、１価の陽イオンにするために必要な最小限のエネルギー。
解説	原子の最外殻から１個の電子を取り去って、１価の陽イオンにするために必要な最小限のエネルギーを原子のイオン化エネルギーという。アルカリ金属原子は、イオン化エネルギーが小さいため、１価の陽イオンになりやすい。一方、貴ガス原子はイオン化エネルギーが非常に大きく、陽イオンになりにくい。 イオン化エネルギーの大きさ http://www.dainippon-tosho.co.jp/college/chemistry/elements/ionization.html

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	１章　物質の構成　１節　物質の探求
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	次の選択肢に示す電子配置のうち、１価の陽イオンになりやすいものはどれか。

選択肢	A B  C  D 
解答	B 
解説	価電子が１個または２個の原子は、電子を放出して陽イオンになりやすい。また、価電子が６個または７個の原子は、電子を受け取って陰イオンになりやすい。 選択肢 A はヘリウムのことであり、貴ガスのため１個で安定に存在できるためイオンにはならない。選択肢 B はリチウムであり、１個の電子を放出して１価の陽イオンになる。選択肢 C は酸素であり、２個の電子を受け取って２価の陰イオンとなる。選択肢 D はフッ素であり、１個の電子を受け取って１価の陰イオンとなる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	２章　物質と化学結合　１節　イオン結合
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	陽イオンと陰イオンはそれぞれがもつ正の電荷と負の電荷から生じる静電

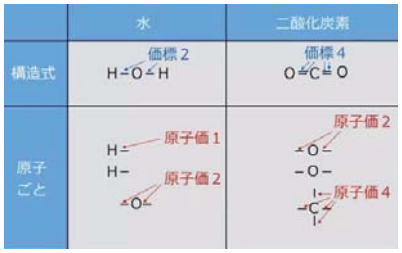
	気的な力によって互いに引き合う。この力のことを何というか。
選択肢	A　クーロン力 B　ファンデルワールス力 C　電子吸引力 D　斥力 Z　わからない
解答	A　クーロン力
解説	陽イオンと陰イオンはそれぞれがもつ正の電荷と負の電荷から生じる静電気的な力によって互いに引き合う。この力のことをクーロン力という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合　1節 イオン結合
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	イオン結晶の性質として、正しいものはどれか。
選択肢	A　柔らかくもろい B　イオン結合でできており、融点が高い C　固体では電気伝導性を持つ D　水溶液や融解した液体では電気伝導性をもたない Z　わからない
解答	B　イオン結合でできており、融点が高い
解説	イオン結晶は陽イオンと陰イオンの静電気的な引力が強いため、融点の高いものが多い。また、かたいがもろく、特定の方向に簡単に割れる(劈開)。固体のままでは電気を通さないが、融解したり水に溶かすと電気を通すといった性質をもっている。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合　2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	次の分子のうち、二重結合をもっているものはどれか。
選択肢	A　メタン B　二酸化炭素 C　窒素分子

	D　アセチレン Z　わからない
解答	B　二酸化炭素
解説	それぞれの構造式は以下のようになるため、二重結合をもっているのは二酸化炭素である。ちなみに、メタンは単結合。窒素分子とアセチレンは三重結合をもっている。 http://sekigin.jp/science/chem/chem_02_5_30.html

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合　2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	構造式において、それぞれの原子からでる価標の数を何というか。
選択肢	A　原子価 B　価数 C　価標 D　原子数 Z　わからない
解答	A　原子価
解説	構造式において、それぞれの原子からでる価標の数を原子価という。一般に、原子価はその原子がもつ不対電子の数に等しい。

	 https://juken-mikata.net/how-to/chemistry/atomic-valence.html#:~:text=%E5%8E%9F%E5%AD%90%E4%BE%A1%E3%81%A8%E3%81%AF%E3%80%81%E3%81%82%E3%82%8B,%E3%82%92%E3%80%81%E6%84%8F%E5%91%B3%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合　2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	次の分子のうち、極性分子はどれか。
選択肢	A　水素 B　水 C　二酸化炭素 D　ベンゼン Z　わからない
解答	B　水
解説	無極性分子とは結合に極性がない、または、あっても分子の形から結合の極性が打ち消される分子のことである。水素 H_2 は結合に極性がない分子であり、二酸化炭素 CO_2、ベンゼン C_6H_6 は結合に極性はあるが打ち消される分子である。水は結合に極性があり、分子全体として電子の偏りがあるため極性分子である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合　3節 金属結合
学習項目	金属と金属結合
問題	
問題文	それぞれの金属の説明として間違っているものはどれか。
選択肢	A　鉄 Fe：灰色で融点が高い。湿った空気中ではさびやすい B　アルミニウム Al：銀白色の堅い軽金属であり、展性・延性が大きい C　銅 Cu：赤色の光沢を持ち、電気伝導性・熱伝導性に優れている D　水銀 Hg：常温で液体の唯一の金属
解答	B　アルミニウム Al：銀白色の堅い軽金属であり、展性、延性が大きい
解説	アルミニウムは銀白色のやわらかい軽金属であり、展性・延性が大きい金属である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量
問題	
問題文	標準状態(0°C、1気圧)において、水素、酸素、水それぞれ 1mol を比較したとき、分子の個数が等しいものはどれか。
選択肢	A　水素と酸素 B　水素と水 C　水素と酸素と水 D　等しいものはない Z　わからない
解答	C　水素と酸素と水
解説	1mol の分子の個数は 6.02×10^{23} 個である。よって、水素、酸素、水 1mol に含まれる分子の個数は全て 6.02×10^{23} 個である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量
問題	
問題文	標準状態(0°C、1気圧)において、水素、酸素、二酸化炭素それぞれ 1mol

	を比較したとき、分子の体積が等しいものはどれか。
選択肢	A　水素と酸素 B　水素と二酸化炭素 C　水素と酸素と二酸化炭素 D　等しいものはない Z　わからない
解答	C　水素と酸素と二酸化炭素
解説	1mol の分子の体積は 22.4L である。よって、水素、酸素、水 1mol に含まれる分子の体積は全て 22.4L である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章　物質の変化　1 節　物質量と化学反応式
学習項目	物質量
問題	
問題文	水素、酸素、水それぞれ 1mol を比較したとき、分子の質量が等しいものはどれか。
選択肢	A　水素と酸素 B　水素と水 C　水素と酸素と水 D　等しいものはない Z　わからない
解答	D　等しいものはない
解説	分子 1mol を比較したとき、分子の個数や体積はその種類によらず等しいが、質量はその気体の種類によって異なる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章　物質の変化　1 節　物質量と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	アルミニウムと塩化水素を反応させて無水塩化アルミニウムを生成した。この時、(　①　)、(　②　)、(　③　)に当てはまる係数として正しい組み合わせはどれか。 (　①　)Al+(　②　)HCl→(　①　)$AlCl_3$+(　③　)H_2
選択肢	A　①2　②2　③2 B　①2　②4　③2 C　①2　②6　③3 D　①3　②5　③3 Z　わからない
解答	C　①2　②6　③3
解説	化学反応式はその両側でそれぞれの原子の数が等しくなるようにしなければならない。そのため、以下の式のようになる。 $2Al+6HCl→2AlCl_3+3H_2$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章　物質の変化　1 節　物質量と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	マグネシウムに塩酸を加えると水素が発生する。5mol/L の塩酸 100mL で全てのマグネシウムを反応させることができたとすると、このマグネシウムの量は何 g か？ただし、マグネシウムの原子量を 24 とする。
選択肢	A　6g B　8g C　10g D　12g Z　わからない
解答	C　$_{10}Ne$
解説	反応式は $Mg+2HCl→MgCl_2+H_2$ となる。 5mol/L の塩酸 100mL を用いたことから、使用した塩酸量は 5mol/L ×0.1L ＝0.5mol である。 塩酸量 2 に対して反応するマグネシウム量は 1 であることから、 0.5mol/2 ＝0.25mol マグネシウムは 1mol あたり 24g のため 24g ×0.25mol/1mol ＝6g

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章　物質の変化　1 節　物質量と化学反応式

学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	炭酸カルシウムの式量を求めよ。 ただし、それぞれの原子量は次のものとする。 C=12、N=14、O=16、Ca=40
選択肢	A　68 B　82 C　100 D　140 Z　わからない
解答	C　100
解説	炭酸カルシウムの組成式は $CaCO_3$ である。よって 40＋12＋16×3＝100

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	銀の同位体において、^{107}Ag が 52%、^{109}Ag が 48%の割合で存在しているとする。この時、銀の原子量を求めよ。ただし、^{107}Ag の原子量を 107、^{109}Ag の原子量を 109 とする。
選択肢	A　107 B　107.5 C　108 D　109 Z　わからない
解答	C　109
解説	^{107}Ag の原子量を 107、^{109}Ag の原子量を 109 であり、それぞれの存在比が 52：48 である。よって 107×52/100＋109×48/100＝107.96 となるため、四捨五入により 108 となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式

学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	ドライアイス 44g に含まれる CO2 分子は何個か。ただし、C の原子量は 12、O の原子量は 16 とする。
選択肢	A　107 B　107.5 C　108 D　109 Z　わからない
解答	C　109
解説	ドライアイスとは二酸化炭素のことである。二酸化炭素の分子量は C+O×2＝12＋16×2=44 二酸化炭素 1mol あたり 44g である。アボガドロ定数より、1mol あたりの二酸化炭素分子の個数は 6.0×10^{23} 個である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	グルコース C6H12O6、180g に含まれる水素分子は何 mol か。ただし、C、H、O の原子量はそれぞれ 12、1、16 とする。
選択肢	A　1mol B　3mol C　6mol D　12mol Z　わからない
解答	C　3mol
解説	グルコースの分子量は C×6＋H×12+O×6＝12×6＋1×12＋16×6=180 よって、グルコースは 1mol である。 1mol のグルコースには H が 12 こあるため、水素分子は 6 個ある。 よってグルコース 1mol あたり水素分子は 6mol である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	234g の塩化ナトリウムに含まれる塩化ナトリウムは何個か。ただし、アボガドロ定数は $N_A=6.0\times10^{23}$/mol であり、Na の原子量は 23、Cl の原子量は 35.5 とする。
選択肢	A　24×10^{23} 個 B　18×10^{23} 個 C　12×10^{23} 個 D　6×10^{23} 個 Z　わからない
解答	A　24×10^{23} 個
解説	塩化ナトリウム NaCl の分子量は Na＋Cl＝23＋35.5＝58.5 よって、234g の塩化ナトリウムは 234/58.5＝4mol である 1mol の物質は 6.0×10^{23}/mol であるため $4\times6.0\times10^{23}=24\times10^{23}$ 個となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	酸化マグネシウム 10g 中に含まれるイオンの総数は何個か。ただし、Mg の原子量は 24、酸素の原子量は 16 である。
選択肢	A　1.5×10^{23} 個 B　3×10^{23} 個 C　6×10^{23} 個 D　12×10^{23} 個 Z　わからない
解答	B　3×10^{23} 個
解説	酸化マグネシウム MgO の分子量は 24＋16＝40 である。 よって、10g の酸化マグネシウムは 1×10/40＝0.25mol である。 よって、Mg^{2+} と O^{2-} の量は 1 ： 1 であることから、
	0.25＋0.25＝0.5mol となる。 アボガドロ定数が $N_A=6.0\times10^{23}$/mol であることから、 $6.0\times10^{23}\times0.5$mol＝$3.0\times10^{23}$ 個となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	標準状態において、1mol の分子量が 33.6 の気体がある。この気体 10L の質量は何 g か。
選択肢	A　10g B　15g C　20g D　25g Z　わからない
解答	B　15g
解説	標準状態において、1mol の気体の体積は 22.4L である。よって 22.4L の質量が 33.6g であることから、10L の質量は 33.6×10/22.4＝15g である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	アンモニア 11.2L の質量は何 g か。 ただし、N の原子量は 14、H の原子量は 1 である。
選択肢	A　8.5g B　12g C　17g D　20.5g Z　わからない
解答	A　8.5g
解説	標準状態において、1mol の気体の体積は 22.4L である。よって 1×11.2/22.4＝0.5mol

	アンモニアの分子量は N+H×3=14＋3＝17 よって、17×0.5＝8.5g となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	次の物質の中に1つだけ酸の強弱が他の3つと違う物質がある。それはどれか。
選択肢	A　塩化水素 B　硫酸 C　硝酸 D　酢酸 Z　わからない
解答	D　酢酸
解説	電離度が大きく、同じモル濃度で多くのプロトンを生じ酸としての働きが強いものを強酸という。逆に、電離度が小さく、同じモル濃度であまりプロトンを生じず酸としての働きが弱いものを弱酸という。塩化水素は塩酸のことである。塩酸 HCl、硫酸 H_2SO_4、硝酸 HNO_3 は強酸であるのに対し、酢酸 CH_3COOH は弱酸である。ただし、酸の価数は酸の強弱とは全く関係ない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	次の物質の中に1つだけ塩基の強弱が他の3つと違う物質がある。それはどれか。
選択肢	A　アンモニア B　水酸化ナトリウム C　水酸化マグネシウム D　水酸化銅(Ⅱ) Z　わからない
解答	B　水酸化ナトリウム

解説	電離度が大きい塩基を強塩基、電離度が小さい塩基を弱塩基という。アンモニア NH_3、水酸化マグネシウム $Mg(OH)_2$、水酸化銅(Ⅱ)$Cu(OH)_2$ が弱塩基であるのに対し、水酸化ナトリウムは強塩基である。ただし、酸の価数は酸の強弱とは全く関係ない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	酸性雨とは pH がいくつより小さくなった雨のことか。
選択肢	A　pH7 B　pH5.6 C　pH4.5 D　pH2.1 Z　わからない
解答	B　pH5.6
解説	雨水はその中に大気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため、pH5.6 程度の弱い酸性を示す。そこに、窒素酸化物や硫黄酸化物が大気中で様々な反応を経て硝酸や硫酸などに変化するため、雨水の pH は 5.6 より小さくなる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	溶液が中性であることを確認したいときに用いる pH 指示薬はどれか。
選択肢	A　ブロモチモールブルー B　メチルオレンジ C　フェノールフタレイン D　メチルレッド Z　わからない
解答	A　ブロモチモールブルー
解説	ブロモチモールブルーは BTB 溶液のことである。ブロモチモールブルーの変色域は 6.0〜7.6、メチルオレンジの変色域は 3.1〜4.4、フェノールフ

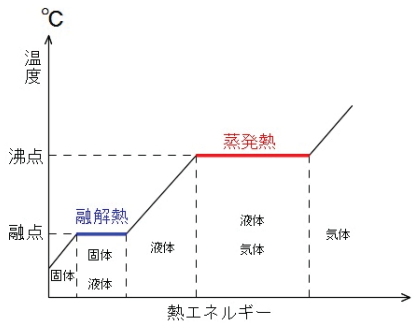
	タレインの変色域は 8.0〜9.8、メチルレッドの変色域は 4.2〜6.3 であるため、中性の pH7 を確認するのに用いるのはブロモチモールブルーである。ちなみに、ブロモチモールブルーは黄色⇔青色、メチルオレンジは赤色⇔黄色、フェノールフタレインは無色⇔赤色、メチルレッドは赤色⇔黄色に変化する。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	次の物質のうち、酸化数が最も小さいものはどれか。
選択肢	A　HNO_3 B　NO C　N_2 D　NH_3 Z　わからない
解答	C　N_2
解説	HNO_3 の酸化数は+5、NO の酸化数は+2、N_2 の酸化数は 0、NH_3 の酸化数は-3 である。ちなみに、HNO_3 は窒素原子の最高の酸化数であることからこれ以上相手に電子を与えることができず、相手を還元する働きはない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	次の物質のうち、酸化数が最も小さいものはどれか。
選択肢	A　H_2SO_4 B　SO_2 C　S D　H_2S Z　わからない
解答	A　H_2SO_4
解説	E　H_2SO_4 の酸化数は+6、SO_2 の酸化数は+4、S の酸化数は 0、H_2S の酸化数は-2 である。ちなみに、H_2SO_4 は硫黄素原子の最高の酸化数であることからこれ以上相手に電子を与えることができず、相手を還元する働きはない

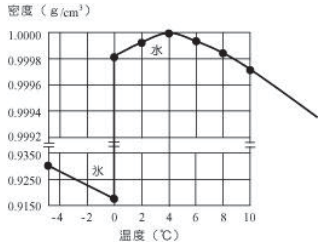
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	次の物質の中で還元剤はどれか。
選択肢	A　過マンガン酸カリウム B　塩素 C　過酸化水素 D　硫化水素 Z　わからない
解答	D　硫化水素
解説	過マンガン酸カリウム、塩素、過酸化水素は酸化剤であり、硫化水素は還元剤である。ちなみに、還元剤には他にもシュウ酸やヨウ化カリウムなどがある。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化　3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	P_4O_{10} の酸化数はいくつか。
選択肢	A　-20 B　-5 C　+5 D　+20 Z　わからない
解答	D　+20
解説	十酸化四リンの酸化数は酸素原子 O が 10 個あることから -2×10＝-20 を打ち消す必要があるため、 -20+X＝0 X=20 となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	エネルギー
問題	
問題文	固体から液体、気体と状態変化するとき、最もエネルギーを必要とするのは次のうちどれか。
選択肢	A　固体の温度を融点まで上昇させるとき B　固体を液体に変化させるとき C　液体の温度を沸点まで上昇させるとき D　液体を気体に変化させるとき Z　わからない
解答	D　液体を気体に変化させるとき
解説	固体より液体、液体より気体の方がより大きなエネルギーをもっている。 選択肢 B が融解熱にあたり、選択肢 D が蒸発熱の説明である。  https://fromhimuka.com/chemistry/336.html

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	状態変化
問題	
問題文	次の結合の組み合わせのうち、どちらも分子間力であるものはどれか。
選択肢	A　ファンデルワールス力、水素結合
	B　ファンデルワールス力、イオン結合 C　イオン結合、共有結合 D　水素結合、共有結合 Z　わからない
解答	A　ファンデルワールス力、水素結合
解説	分子間力にはファンデルワールス力と水素結合がある。ファンデルワールス力とは、無極性分子をはじめ、すべての分子間に働く弱い引力と、極性分子同士の間に働く静電気的な引力の総称である。水素結合とは、水素原子を仲立ちとしてできる結合のことである。 ちなみにそれぞれの結合の強さを比較すると以下の通りである。 ファンデルワールス力＜水素結合＜イオン結合＜共有結合

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	沸点・融点
問題	
問題文	水の密度は 4°Cのとき最大となることが知られている。では、密度が最小となるのは何°Cか。
選択肢	A　-100°C B　-10°C C　0°C D　4°C Z　わからない
解答	C　0°C
解説	氷の結晶は、多数の水分子が水素結合によって集まったものである。氷の結晶中では、水分子は水素結合によって隙間が多い構造になる。状態変化によって氷の結晶が水になるとき、隙間の多い分子の配列がくずれ、隙間に水分子が入り込み、体積が減少する。このため、固体から液体に変化する 0°Cの体積が最も密度が小さくなる。

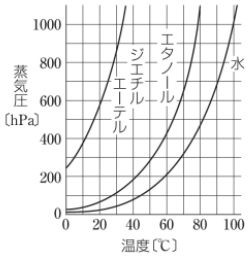
	 https://oshiete.goo.ne.jp/qa/9088239.html

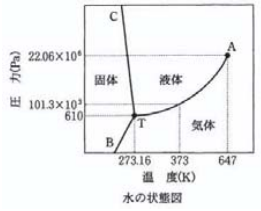
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	沸点・融点
問題	
問題文	それぞれの結合からなる物質のうち、最も融点や沸点が高くなる可能性が高いものはどれか。
選択肢	A　共有結合 B　イオン結合 C　金属結合 D　水素結合 Z　わからない
解答	A　共有結合
解説	物質の融点や沸点は、その物質を構成する粒子間の引力の強さと関係が深い。粒子間に強い引力が働く物質では、融点や沸点が高くなる。これは、規則正しい粒子配列をくずしたり、集合している粒子を引き離したりするのに、より大きなエネルギーを必要とするためである。 ちなみに、結合力の強さは以下の通りである。 ファンデルワールス力＜水素結合＜金属結合＜イオン結合＜共有結合

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	状態変化
問題	
問題文	一定の温度で密閉した容器に液体を入れたとき、実際に蒸発や凝縮が起きているにも関わらず、見かけ上、その変化が止まっているように見える状態を何というか。
選択肢	A　停止領域 B　気液平衡 C　固定領域 D　蒸気平衡 Z　わからない
解答	B　気液平衡
解説	一定の温度で密閉した容器に液体を入れたとき、実際に蒸発や凝縮が起きているにも関わらず、見かけ上、その変化が止まっているように見える状態を気液平衡、もしくは蒸発平衡という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	状態変化
問題文	沸騰とは、液体内部から激しく蒸発が起こり、気泡が発生する現象である。このとき、蒸気圧は何と等しくなるか。
選択肢	A　内圧 B　外圧 C　差圧 D　加圧 Z　わからない
解答	B　外圧
解説	沸騰が起こるとき、蒸気圧は外圧（大気圧）と等しくなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	状態変化

問題文	気圧が 0.5atm の時、水の沸点として最も近い温度はどれか。  http://www.osaka-c.ed.jp/suita/kadai/3nen/34kagaku01.pdf
選択肢	A　100°C B　90°C C　80°C D　70°C Z　わからない
解答	C　80°C
解説	1atm は 1013hPa のことである。そのため、0.5atm は 506.5hPa であり、その時の温度をグラフからよむと 83°Cくらいとなる。よって、最も近い温度は 80°Cである。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章　物質の状態と平衡　1 節　状態変化
学習項目	状態変化
問題文	図の点 T における水は固体、液体、気体の区別がつかない状態である。この点 T で示される部分を何というか。  水の状態図 http://bpharm.com/archives/2005/09/01_1727.php
選択肢	A　共存点 B　不明点
	C　三在点 D　三重点 Z　わからない
解答	D　三重点
解説	3 つの曲線の交点である点 T は三重点と呼ばれ、固体、液体、気体の区別がつかない状態である。

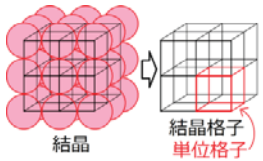
問題情報	
科目	化学
章・節	1 章　物質の状態と平衡　1 節　状態変化
学習項目	気体の性質
問題文	液体窒素の沸点は-196°Cである。これを絶対温度で表すといくらか。
選択肢	A　-196K B　0K C　77K D　273K Z　わからない
解答	C　77K
解説	絶対温度(K)はセルシウス温度(°C)に 273 を加えたものである。 よって、 -196°C+273＝77K となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章　物質の状態と平衡　2 節　気体の性質
学習項目	気体の性質
問題文	気体の状態方程式において R であらわされる気体定数の値として誤っているものはどれか。
選択肢	A　8.32 atm・L /(K・mol) B　8.31 J/(K・mol) C　8.31 Pa・m^3/(K・mol) D　8.31×10^3 Pa・L/(K・mol) Z　わからない
解答	A　8.31 atm・L /(K・mol)

解説	気体定数は 8.31×10^3 Pa・L/(K・mol)である。 書き換えると、8310 Pa・L/(K・mol)となる。 単位を Pa・L/(K・mol)→Pa・m^3/(K・mol)にすると、 １Ｌあたりを意味していたものが 1000Ｌあたりとなるので、 8.31 Pa・m^3/(K・mol)となる。 Pa・m^3 はＪのことなので、Pa・m^3/(K・mol)を J/(K・mol)に変えても値はかわらず 8.31 J/(K・mol)となる。 1atm は 101325Pa のため、 8310 Pa・L/(K・mol)を 101325 で割ると 0.082 atm・L /(K・mol)となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　2節 気体の性質
学習項目	気体の性質
問題文	近法期待において、混合気体の全圧に等しくなるのは各成分気体の分圧の何と等しくなるか。
選択肢	A　見かけの量 B　各成分分圧の和 C　各成分分圧の差 D　各成分の積 Z　わからない
解答	B　各成分分圧の和
解説	ドルトンの分圧の法則より、混合気体では、各成分気体の分圧の和が混合気体の全圧になる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　3節 固体の構造
学習項目	個体の構造
問題文	結晶では、原子、分子、イオンなどの構成粒子が規則正しく配列してい

	る。この配列構造を何というか。
選択肢	A　単位格子 B　繰り返し構造 C　順列構造 D　結晶格子 Z　わからない
解答	D　結晶格子
解説	結晶では、原子、分子、イオンなどの構成粒子が規則正しく配列している。この配列構造を結晶格子といい、その最小単位を単位格子という。 https://butsurimemo.com/lattice-plane/ 

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　3節 固体の構造
学習項目	個体の構造
問題文	固体の時には伝導性を示さないが、液体にすると伝導性を示す結晶はどれか。
選択肢	A　金属結晶 B　イオン結晶 C　分子結晶 D　共有結合の結晶 Z　わからない
解答	B　イオン結晶
解説	イオン結晶は陽イオンと陰イオンからできている。しかし、陽イオンと陰イオンはそれぞれ帯電しているが、固体のでは動くことができないため電気伝導性を示さない。しかし、強熱しや水に溶かすことで液体にすると、陽イオンと陰イオンが自由に動く事ができるようになり、電気伝導性を示す。

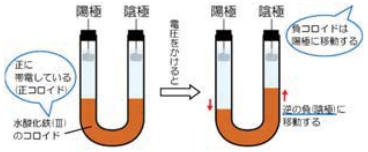
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　3節 固体の構造
学習項目	金属結晶の構造
問題	
問題文	次の金属のうち、六方最密構造をとるのはどれか。
選択肢	A　ナトリウム B　アルミニウム C　マグネシウム D　銅 Z　わからない
解答	C　マグネシウム
解説	ナトリウムは体心立方格子、アルミニウムと銅は面心立方格子、マグネシウムは六方最密構造をとる。 https://www.fukuzaki-gijutsushi.com/2019/04/07/%E9%87%91%E5%B1%9E%E6%9D%90%E6%96%99%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E8%AC%9B%E5%BA%A7-2/

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　4節 溶液
学習項目	溶液平衡
問題	
問題文	次の物質のうち、強電解質はどれか。
選択肢	A　CH_3COOH B　KOH C　H_3PO_4 D　H_2S Z　わからない
解答	B　KOH
解説	酢酸 CH_3COOH、リン酸 H_3PO_4 硫化水 H_2S は弱電解質であり、水酸化カリウム KOH は強電解質である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　4節 溶液
学習項目	溶液とその性質
問題文	純水と海水とを半透膜で仕切ると水が海水側に浸透する。この時、海水に浸透圧以上の圧力を加えて水を海水から純水のほうへ移動させることで純水を取り出すことができる。このような浸透法を何というか？
選択肢	A　逆浸透法 B　可逆浸透法 C　脱塩浸透法 D　非順浸透法 Z　わからない
解答	A　逆浸透法
解説	浸透圧以上の力を加えることで、本来得られるものとは逆のものを得る浸透法を逆浸透法という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　4節 溶液
学習項目	コロイド
問題	
問題文	コロイド溶液のコロイド粒子は決まった符号の電荷を帯びているため、互いに反発して沈殿せずにコロイド状態を保つ。しかし、中には少量の電解質を加えると沈殿するものがある。その現象を何というか。
選択肢	A　凝集 B　凝固 C　凝析 D　沈降 Z　わからない
解答	C　凝析
解説	少量の電解質を加えることで、コロイド溶液が沈殿することを凝析とい

	う。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	コロイド
問題	
問題文	コロイド溶液を U 字管に入れ、直流の電圧をかけるとコロイド粒子が一方の方に引き寄せられる、この現象を何というか。  http://tabimikami.jugem.jp/?eid=26
選択肢	A　電流誘導 B　誘導泳動 C　電気誘導 D　電気泳動 Z　わからない
解答	D　電気泳動
解説	コロイド溶液を U 字管に入れ、直流の電圧をかけるとコロイド粒子が一方の方に引き寄せられる。これはコロイド粒子が決まった符号と電荷を帯びているため、電極の一方に引かれるからであり、この現象を電気泳動という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	濃度
問題	
問題文	4mol の塩化ナトリウムが溶けた水溶液が 1000g ある。塩化ナトリウムは何 g の水に溶けているか。ただし、Na の原子量を 23、Cl の原子量を 35.5 とする。
選択肢	A　234g B　383g C　766g D　902g Z　わからない
解答	C　766g
解説	塩化ナトリウムは 1mol あたり 23＋35.5＝58.5g である。 よって、4mol の塩化ナトリウムは 58.5×4＝234g 塩化ナトリウム水溶液は 1000g なので 1000－234＝766g 4mol の塩化ナトリウムが溶けた水溶液 1000g は 766g の水と 234g の塩化ナトリウムからできている。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	
問題文	2mol/L の硝酸カリウム水溶液が 200mL ある。この中に溶けている硝酸カリウムは何 g か。ただし、N、O、K の分子量をそれぞれ 14、16、39 とする。
選択肢	A　60.6g B　40.4g C　20.2g D　2g Z　わからない
解答	B　40.4g
解説	硝酸カリウム KNO3 は 1mol あたり 39＋14+16×3＝101g である。 1L に 2mol 溶けているので、200mL だと 2×200/1000＝0.4mol 溶けていることになる。 1mol あたり 101g なので、0.4mol だと 101×0.4＝40.4g の硝酸カリウムが解けていることになる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	
問題文	2mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 200mL に 4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液と水を加えたら 0.5mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 1L できた。

	加えた 4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液と水の量の組み合わせとして最も適切なものはどれか。ただし、H、O、Na の原子量はそれぞれ 1、16、23 とする。
選択肢	A　4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 25mL、　水 775mL B　4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50mL、　水 750mL C　4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 125mL、　水 675mL D　4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 150mL、　水 650mL Z　わからない
解答	A　4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 25mL、　水 775mL
解説	水酸化ナトリウムは 1mol あたり 23＋16+1＝40 g である。 2mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は 1 L 中に 2mol の水酸化ナトリウムが溶けている。よって、200mL 中ならば 0.4mol 溶けていることになる。 0.5mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 1L のうち、0.4mol が 2mol/L の水酸化ナトリウム水溶液によるものであるため、残り必要な水酸化ナトリウム量は 0.5-0.4＝0.1mol である。 4mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の 0.1mol 分は 4mol：1000mL＝0.1mol＝XmL X=25mL である。 よって、加える水の量は 1000-200-25＝775mL である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章　物質の状態と平衡　4 節　溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	質量パーセント濃度が 20%の塩化ナトリウムを 450g 作るには、塩化ナトリウムを溶かすための水は何 g 必要か。ただし、H、O、Na の原子量をそれぞれ 1、16、23 とする。
選択肢	A　400g B　360g C　340g D　300g Z　わからない
解答	B　10g
解説	質量パーセント濃度とは溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合を表

	したものである。 質量パーセント濃度 20%＝X/450×100 となるので X=90g となり、これが塩化ナトリウムの量である。 よって、溶液の質量は溶けている塩化ナトリウムと水の合計の質量であるため、水の量は 450－90＝360g となる。

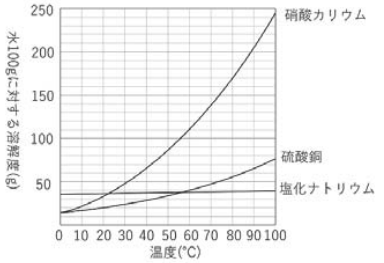
問題情報	
科目	化学
章・節	1 章　物質の状態と平衡　4 節　溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	体積 30 cm^3、質量 150g の物質の密度はいくつか。
選択肢	A　7.5g/cm^3 B　5g/cm^3 C　1g/cm^3 D　0.5g/cm^3 Z　わからない
解答	B　5g/cm^3
解説	密度とは 1 cm^3 あたりの質量(g)のことである。 そのため、 150/30＝5 g/cm^3 となる。

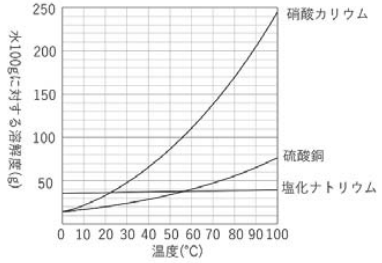
問題情報	
科目	化学
章・節	1 章　物質の状態と平衡　4 節　溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	質量 2kg の物質の体積が 2000 cm^3 のとき、この物質の密度はいくつか。
選択肢	A　1 g/cm^3 B　0.1 g/cm^3 C　0.01g/cm^3 D　0.001 g/cm^3 Z　わからない
解答	A　1 g/cm^3
解説	密度とは 1 cm^3 あたりの質量(g)のことである。

	質量が 2kg であることから、2000g になおし計算すると 2000/2000＝1 g/cm^3 となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	質量パーセント濃度が 10%の食塩水 200g から水を 40g 蒸発させたとき、質量パーセント濃度はいくつか。
選択肢	A　塩酸 B　水酸化ナトリウム C　酢酸 D　硫酸 Z　わからない
解答	C　酢酸
解説	質量パーセント濃度より溶けている食塩の量は 10＝X/200×100 より X=20g である。 よって、溶液の質量から蒸発した水の量を引いて質量パーセント濃度を計算すると 20/(200-40)×100＝12.5%となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	溶解度
問題	

問題文	80°Cの飽和硝酸カリウム水溶液の温度を下げると、硝酸カリウムが 60g 析出した。温度が大体何°C 下がったと考えられるか。  https://pigboat-don-guri131.ssl-lolipop.jp/831%20Dissolution%20and%20solution.html
選択肢	A　110°C B　80°C C　50°C D　20°C Z　わからない
解答	D　20°C
解説	グラフから、80°Cの飽和硝酸カリウム水溶液に溶けている硝酸カリウムは 170g である。60g 析出するのは、飽和溶解度が 110g の時なので 60°Cである。よって 80－60＝20°Cとなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡　4 節 溶液
学習項目	溶解度
問題	
問題文	飽和硫酸銅水溶液 280g を 20°Cに冷却したら約 40g 析出した。冷却前の温度は何°Cか。  https://pigboat-don-

	guri131.ssl-lolipop.jp/831%20Dissolution%20and%20solution.html
選択肢	A　60°C B　70°C C　85°C D　100°C Z　わからない
解答	A　60°C
解説	60g の析出は硝酸銅水溶液 280g の時であるが、溶解度は水 100g あたりの量を示している。60g 析出後の飽和硝酸銅水溶液は 20°Cで 240g である。20°Cでの飽和溶解度は 20g なので、その時の硝酸銅水溶液は 120g である。 よって、飽和硝酸銅水溶液は 200g の水と 40g の硝酸銅からできている。60g 析出したということは、水 100g につき 30g 析出したことになるので、溶解度が 50g の時の温度は 60°Cとなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2 章 物質の変化と平衡　1 節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー（化学反応と熱・光）
問題	
問題文	状態変化や化学変化に伴って放出したり吸収したりする熱量を何というか
選択肢	A　発熱 B　変化熱 C　エネルギーギャップ D　反応熱 Z　わからない
解答	D　反応熱
解説	状態変化や化学変化に伴って放出したり吸収したりする熱量を反応熱という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2 章 物質の変化と平衡　1 節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー（化学反応と熱・光）
問題	
問題文	比熱が違う物質 A、B がある。A の比熱は 0.38、B の 4.18 であった。A、B に同じ熱量を加えた場合の温度変化の説明として、最も適切なものはどれか。
選択肢	A　B よりも A の方が温度が上がりにくい B　A よりも B の方が温度が上がりにくい C　A も B も同じだけ温度が上昇する D　A も B も温度は上昇しない Z　わからない
解答	B　A よりも B の方が温度が上がりにくい
解説	比熱とは、物質 1g の温度を上昇させるのに必要な熱量のことである。つまり、B は A よりも温度を上昇させるのに多くの熱量を必要とるため、同じ熱量を加えても温度が上がりにくい。

問題情報	
科目	化学
章・節	2 章 物質の変化と平衡　1 節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー
問題	
問題文	1mol の物質が多量の溶媒に溶解するときに放出または吸収する熱量を何というか。
選択肢	A　中和熱 B　生成熱 C　溶解熱 D　燃焼熱 Z　わからない
解答	C　溶解熱
解説	1mol の物質が多量の溶媒に溶解するときに放出または吸収する熱量を溶解熱という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2 章 物質の変化と平衡　1 節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー(電池)
問題	
問題文	電池において、正極と負極間の電位差をなんというか。
選択肢	A　起電力 B　電圧

	C　送電力 D　エネルギーギャップ Z　わからない
解答	A　起電力
解説	電池において、正極と負極間の電位差を起電力という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　1節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー
問題	
問題文	メタンの燃焼は 891kJ/mol である。このときの反応式として最も適切なものはどれか。
選択肢	A　$CH_4+2O_2+891\ kJ/mol=CO_2+2H_2O$ B　$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O+891\ kJ/mol$ C　$CH_4+891\ kJ/mol=CO_2+2H_2O$ D　$CH_4+891\ kJ/mol=CO_2+H_2O$ Z　わからない
解答	B　$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O+891$
解説	メタンの燃焼反応はメタンと酸素反応により、二酸化炭素と水と燃焼熱がえられるという式にする。この時、式の左右でそれぞれの原子数が等しくなるように気を付ける必要がある。 $CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O+891$

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　1節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー
問題	
問題文	化学式に aq と付記されている場合、何を意味しているか。
選択肢	A　水溶液 B　濃度（濃い） C　濃度（薄い） D　液体 Z　わからない
解答	A　水溶液
解説	化学式に aq と付記されている場合(ex NaOHaq)、水溶液の意味を持つ。 ちなみに単独で aq と記載されている場合は多量の水を意味している。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　1節 化学反応と熱・エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー
問題	
問題文	0°Cの氷 54g を 30°Cの水にするには何 kJ の熱量が必要か。ただし、H、O の原子量をそれぞれ 1、16 とする。また、0°Cにおける水の融解熱は 6kJ/mol、100°Cにおける水の蒸発熱は 41kJ/mol、水の比熱は 4.2J/(g・K) とする。
選択肢	A　12.4kJ B　24.8kJ C　124.8kJ D　224.8kJ Z　わからない
解答	B　24.8kJ
解説	水の分子量は H×2＋O＝ 1 ×2＋16＝18 よって、54g の氷は 54/18＝3mol である。 融解熱は 1mol あたりのエネルギーなので(単位を確認 kJ) 3×6＝18kJ 0°Cから 30°Cまでに必要なエネルギーは(単位を確認 J) 4.2×54×30K（温度差 304K―274K）＝6804J≒6.8kJ よって、必要な熱量は 18＋6.8＝24.8kJ となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　2節 電池と電気分解
学習項目	化学反応とエネルギー(電気分解)
問題	
問題文	硝酸銀水溶液 $AgNO_3$ を電気分解したときの説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A　陽極からは何も出てこない B　陽極に銀が析出する

	C　陰極に酸素が発生する D　陰極に銀が析出する Z　わからない
解答	D　陰極に銀が析出する
解説	硝酸銀水溶液の陽極、陰極での反応はそれぞれ以下のようになる。 陽極：$2H_2O \rightarrow 4H+O_2\uparrow$(酸素発生)＋$4e^-$ 陰極：$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$(銀析出) よって、陽極背は酸素が発生し、陰極では銀が析出する。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　3節 反応のはやさ
学習項目	化学反応と並行反応(反応速度)
問題	
問題文	マグネシウムを塩酸に加えるとき、より水素が多く発生するのはどの形状のときか。
選択肢	A　板状 B　リボン状 C　粉末状 D　塊 Z　わからない
解答	C　粉末状
解説	固体が関係する反応では、その表面積が反応速度と大きく関係する。マグネシウムが粉末状である場合、その表面積の大きさから反応する粒子との衝突回数が増えるため、より多くの水素が発生する。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　4節 化学平衡
学習項目	化学反応と並行反応(化学平衡)
問題	
問題文	化学反応において、原子同士の結合が組み変わるとき、反応物がエネルギーの高い不安定な状態になる。この状態を何というか。
選択肢	A　中間状態 B　不活性状態 C　遷移状態

	D　典型状態 Z　わからない
解答	C　遷移状態
解説	化学反応において、原子同士の結合が組み変わるとき、反応物がエネルギーの高い不安定な状態になることを遷移状態、もしくは活性化状態という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　4節 化学平衡
学習項目	化学反応と並行反応(化学平衡)
問題	
問題文	可逆反応を化学式で表す場合、記号の⇄をつかう。このとき、反応式の右向きを(　①　)反応、左向きを(　②　)反応という。 (　①　)、(　②　)に当てはまる語句の組み合わせとして正しいのはどれか。
選択肢	A　①正　②負 B　①順　②逆 C　①一次　②二次 D　①正　②逆 Z　わからない
解答	D　①正　②逆
解説	可逆反応において、化学式の右向きの反応を正反応、左向きの反応を逆反応という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡　4節 化学平衡
学習項目	水素イオン濃度と pH
問題	
問題文	0.01mol/L の水酸化ナトリウムの水素イオン濃度はいくつか。
選択肢	A　1.0×10^{-5} mol/L B　1.0×10^{-9} mol/L C　1.0×10^{-12} mol/L D　1.0×10^{-14} mol/L Z　わからない

解答	C　1.0×10^{-12} mol/L
解説	水のイオン積は Kw=$[H^+][OH^-]=1.0\times10^{-14}$ である。 $[H^+]=\frac{1.0\times10^{-14}}{[OH^-]}$ とし、$[OH^-]$のところに濃度を入れる。 よって、$[H^+]=\frac{1.0\times10^{-14}}{[OH^-]}=[H^+]=\frac{1.0\times10^{-14}}{1.0\times10^{-2}}=1.0\times10^{-12}$ mol/L となる。

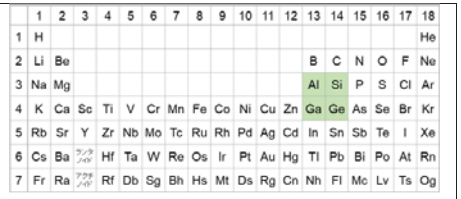
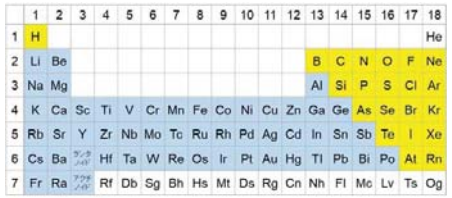
問題情報	
科目	化学
章・節	2 章　物質の変化と平衡　4 節　化学平衡
学習項目	水素イオン濃度と pH
問題	
問題文	0.001mol/L の硫酸の水素イオン濃度はいくつか。
選択肢	A　1.0×10^{-11} mol/L B　2.0×10^{-11} mol/L C　1.0×10^{-3} mol/L D　2.0×10^{-3} mol/L Z　わからない
解答	D　2.0×10^{-3} mol/L
解説	水のイオン積は Kw=$[H^+][OH^-]=1.0\times10^{-14}$ である。 硫酸はイオン化すると$[H^+]$を 2 つ放出することができるため、電離度が 2 である。 よって、$[H^+]=2\times1.0\times10^{-3}=2.0\times10^{-3}$ mol/L となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2 章　物質の変化と平衡　4 節　化学平衡
学習項目	水素イオン濃度と pH
問題	
問題文	0.01mol/L の塩酸の pH はいくつか。
選択肢	A　pH1 B　pH2 C　pH3 D　pH4 Z　わからない
解答	B　pH2

解説	酸の pH は $[H^+]=X$mol のとき、$pH=-\log_{10}X=X$ として求める。 よって、 $pH=-\log_{10}(1\times10^{-2})=-(\log_{10}1+\log_{10}10^{-2})=2$ となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2 章　物質の変化と平衡　4 節　化学平衡
学習項目	水素イオン濃度と pH
問題	
問題文	0.01mol/L の水酸化ナトリウムの pH はいくつか。
選択肢	A　pH12 B　pH11 C　pH10 D　pH9 Z　わからない
解答	A　pH12
解説	塩基の pH は水のイオン積 Kw=$[H^+][OH^-]=1.0\times10^{-14}$ を用いて求める。 $[H^+]=\frac{1.0\times10^{-14}}{[OH^-]}$ とし、$[OH^-]$のところに濃度を入れる。 よって、$[H^+]=\frac{1.0\times10^{-14}}{[OH^-]}=[H^+]=\frac{1.0\times10^{-14}}{1.0\times10^{-2}}=1.0\times10^{-12}$ $[H^+]=X$mol のとき、$pH=-\log_{10}X=X$ となるので、 $pH=-\log_{10}(1\times10^{-12})=-(\log_{10}1+\log_{10}10^{-12})=12$ となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	3 章　無機物質　1 節　周期表
学習項目	典型元素
問題	

問題文	周期表の緑色をつけている4つの原子の中に1つだけ元素の種類が違うものがある。それはどれか。 
選択肢	A　Al B　Si C　Ga D　Ge Z　わからない
解答	B　Si
解説	周期表において、黄色く色をつけた原子を非金属元素、青く色をつけた原子を金属元素という。よって、ケイ素 Si は非金属元素であるが、他の3つは金属元素である。 

問題情報	
科目	化学
章・節	3章　無機物質　2節　非金属元素
学習項目	典型元素
問題	
問題文	貴ガス原子の最外殻電子数はある1つの原子を除いて同じである。最外殻電子数はいくつか。
選択肢	A　2個 B　8個 C　18個 D　32個 Z　わからない
解答	B　8
解説	希ガス原子の最外殻電子数はヘリウム He が2個であることを除くと他は8個である。 そのため、貴ガス原子は他の原子と反応しづらく、価電子数は0とみなされている。

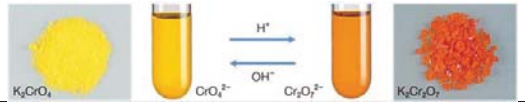
問題情報	
科目	化学
章・節	3章　無機物質　2節　非金属元素
学習項目	典型元素
問題	
問題文	でんぷんの検出に用いられている指示薬は何か。
選択肢	A　BTB 液 B　硝酸銀水溶液 C　ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 D　フェーリング液 Z　わからない
解答	C　ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
解説	ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液をでんぷん溶液に作用させると青紫色になる。ちなみに、この反応をヨウ素デンプン反応という。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章　無機物質　2節　非金属元素
学習項目	典型元素
問題	
問題文	次のハロゲン単体について、最も酸化力が強いのはどれか。
選択肢	A　F_2 B　Cl_2 C　Br_2 D　I_2 Z　わからない
解答	A　F_2
解説	ハロゲンの単体は酸化剤として働き、陰イオンになりやすい。その酸化力は原子番号が小さいものほど強い。 酸化力　$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　2節 非金属元素
学習項目	典型元素
問題	
問題文	分子中に酸素原子が含まれている酸をなんというか。
選択肢	A　カルボン酸 B　ギ酸 C　オキソ酸 D　フェノール酸 Z　わからない
解答	C　オキソ酸
解説	分子中に酸素原子が含まれている酸をオキソ酸という。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	アルミニウムは表面に酸化物の被膜ができると内部がさびにくくなる。この性質を利用し、人工的にアルミニウム表面を酸化し、酸化被膜をつけたものを何というか。
選択肢	A　トタン B　アマルガム C　ゼオライト D　アルマイト Z　わからない
解答	D　アルマイト
解説	アルミニウム表面に酸化物の被膜ができると不動態となり、内部がさびにくくなる。この性質を利用し、人工的にアルミニウム表面を酸化し、酸化被膜をつけたものをアルマイトという。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　3節 金属元素
学習項目	遷移元素・典型元素
問題	
問題文	王水は濃塩酸と濃硝酸を混ぜた液体である。混合するときの体積比として適切なものはどれか。
選択肢	A　濃塩酸：濃硝酸＝3：1 B　濃塩酸：濃硝酸＝2：1 C　濃塩酸：濃硝酸＝1：2 D　濃塩酸：濃硝酸＝1：3 Z　わからない
解答	A　濃塩酸：濃硝酸＝3：1
解説	王水は濃塩酸と濃硝酸を体積比3対1で混ぜたものである。酸化力が非常に強く、通常の酸には溶けない金や白金を含め多くの金属を溶かすことができる。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　3節 金属元素
学習項目	遷移元素・典型元素
問題	
問題文	クロム Cr を溶かした水溶液が酸性である場合、クロムのイオン状態と色の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A　二クロム酸イオンになり黄色 B　二クロム酸イオンになり橙赤色 C　クロム酸イオンになり黄色 D　クロム酸イオンになり橙赤色 Z　わからない
解答	B　二クロム酸イオンになり橙赤色
解説	酸性では二クロム酸イオン $Cr_2O_7^{2-}$ になり橙赤色を示し、塩基性ではクロム酸イオン CrO_4^{2-} になり黄色を示す。 この反応は以下のとおりである。 酸性：　$2CrO_4^{2-}$（黄色）$+2H^+ \rightleftarrows Cr_2O_7^{2-}$（赤橙色）$+H_2O$ 塩基性：　$Cr_2O_7^{2-}$（赤橙色）$+2OH^- \rightleftarrows 2CrO_4^{2-}$（黄色）$+H_2O$ 

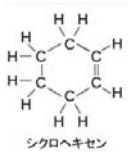
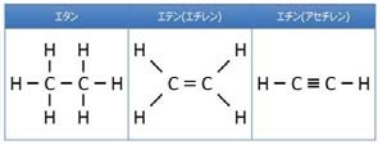
	http://sekatsu-kagaku.sub.jp/transition-elements1.htm

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　3節 金属元素
学習項目	遷移元素・典型元素
問題	
問題文	金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、硫化物の沈殿を生じることがある。次の金属イオンの中で酸性でも塩基性でも沈殿を生じるのはどれか。
選択肢	A　Fe^{2+} B　Zn^{2+} C　Al^{3+} D　Cu^{2+} Z　わからない
解答	D　Cu^{2+}
解説	銅イオン Cu^{2+} 、銀イオン Ag^{+} 、鉛イオン Pb^{2+}は酸性でも塩基性でも硫化水素と反応して黒い硫化物が沈殿する。鉄イオン Fe^{2+} 、亜鉛イオン Zn^{2+} アルミニウムイオン Al^{3+} は塩基性状態でのみ沈殿を生じ、アルミニウムイオンの場合は硫化物ではなく水酸化アルミニウムができる。

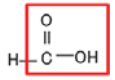
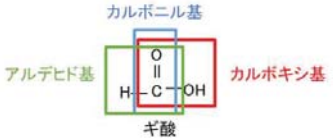
問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　3節 金属元素
学習項目	遷移元素・典型元素
問題	
問題文	銀イオン、銅イオン、鉄イオンが含まれている水溶液がある。この液に希塩酸を加えて生じた沈殿①をろ過して得た。このろ液に硫化水素を通じ、生じた沈殿②をろ過して得た。このろ液を沸騰させた後、冷まして硝酸を加えたのち、アンモニア水を加え生じた沈殿③をろ過して得た。鉄が含まれた沈殿が得られるのはどれか。
選択肢	A　沈殿① B　沈殿② C　沈殿③ D　鉄が含まれた沈殿は得られない Z　わからない
解答	C　沈殿③
解説	銀イオン、銅イオン、鉄イオンが含まれている水溶液に希塩酸を加えると、塩化銀が沈殿する(沈殿①)。 そのろ液に硫化水素を通じると硫化銅が沈殿する(沈殿②)。 このろ液中から硫化水素を除くため沸騰させた後、冷まして硝酸を加えると、鉄イオンが酸化された2価の状態から3価に戻る。その後、アンモニア水を加えると水酸化鉄(III)が沈殿する(沈殿③)。 よって、鉄が含まれる沈殿は沈殿③で得ることができる。

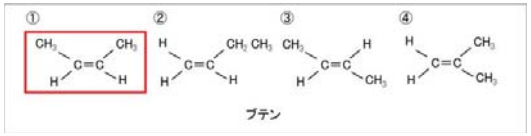
問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質　4節 無機物質と人間生活
学習項目	セラミックス
問題	
問題文	陶磁器、ガラス、セメントなどの伝統的なセラミックスに対して、ケイ酸塩以外の高純度の無機材料を精密に制御された条件で焼結して成形した製品を何というか。
選択肢	A　ファインセラミックス B　ポルトランド C　アマルガム D　アルミナ Z　わからない
解答	A　ファインセラミックス
解説	陶磁器、ガラス、セメントなどの伝統的なセラミックスに対して、ケイ酸塩以外の高純度の無機材料を精密に制御された条件で焼結して成形した製品をファインセラミックスという。

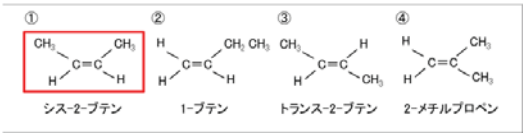
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　1節 有機化合物の特徴と分類
学習項目	炭化水素
問題	
問題文	次の化合物のうち、飽和炭化水素はどれか。
選択肢	A　シクロヘキセン B　エタン C　エチレン

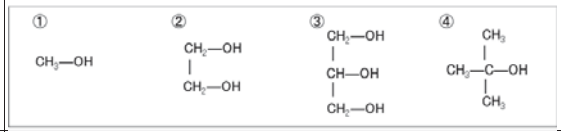
	D　アセチレン Z　わからない
解答	B　エタン
解説	炭素と水素だけからなる有機化合物を炭化水素という。その中でも、炭素原子間の結合が全て単結合からできているものを飽和炭化水素、二重結合や三重結合を含むものを不飽和炭化水素という。よって、全ての炭素原子間の結合が単結合からできているのはエタンである。  シクロヘキセン  エタン　エテン(エチレン)　エチン(アセチレン) https://ja.wikibooks.org/wiki/%E9%AB%98%E7%AD%89%E5%AD%A6%E6%A0%A1%E5%8C%96%E5%AD%A6I/%E7%82%AD%E5%8C%96%E6%B0%B4%E7%B4%A0/%E7%92%B0%E5%BC%8F%E7%82%AD%E5%8C%96%E6%B0%B4%E7%B4%A0 https://fukafukanet.com/compound

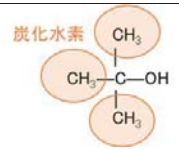
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　2節 脂肪族炭化水素
学習項目	脂肪族
問題	
問題文	アルカンの融点や沸点の上昇は何に比例するか。
選択肢	A　結合している水素の数 B　結合している窒素の数 C　結合している酸素の数 D　アルカンの炭素の数 Z　わからない
解答	D　アルカンの炭素の数
解説	アルカンの融点や沸点は、炭素数の増加により少しずつ高くなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　1節 有機化合物の特徴と分類
学習項目	炭化水素
問題	
問題文	ギ酸の赤く囲った部分の官能基を何というか。  ギ酸
選択肢	E　アミノ基 F　ヒドロキシ基 G　カルボニル基 H　カルボキシ基 Z　わからない
解答	D　カルボキシ基
解説	ギ酸の赤く囲った部分の官能基をカルボキシ基という。ちなみに、青く囲った部分の官能基をカルボニル基、緑で囲った部分の官能基をアルデヒド基という。  カルボニル基　アルデヒド基　カルボキシ基　ギ酸

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　2節 脂肪族炭化水素
学習項目	脂肪族
問題	
問題文	ブテンの立体異性体は4つ存在する。その中で、赤く囲った①の構造のトランス異性体はどれか。  ①　②　③　④　ブテン
選択肢	A　②

	B　③ C　④ D　トランス異性体はない Z　わからない
解答	B　③
解説	①のトランス異性体は③である。ちなみに、それぞれの構造の命名は以下の通りである。 

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　3節 酸素を含む脂肪族炭化水素
学習項目	官能基をもつ化合物
問題	
問題文	次の化合物のうち、第三級アルコールはどれか 
選択肢	A　① B　② C　③ D　④ Z　わからない
解答	C　④
解説	アルコールは分子中のヒドロキシ基-OH の数により 1 価アルコール、2 価アルコール、3 価アルコールと分類され、ヒドロキシ基のつく炭素原子にいくつ炭化水素がついているかで第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールと分類されている。第三級アルコールはヒドロキシ基がついている炭素原子に炭化水素が 3 つついている構造をもつ。

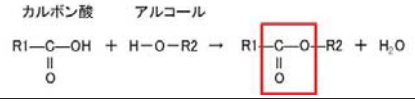
	

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　3節 酸素を含む脂肪族炭化水素
学習項目	官能基をもつ化合物
問題	
問題文	アルコールにナトリウムを加えると起こる反応はどれか。
選択肢	A　水素が発生する B　酸素が発生する C　薄い青色に呈色する D　白色の沈殿がでる Z　わからない
解答	A　水素が発生する
解説	アルコールにナトリウムを加えるとナトリウムエトキシドができ、水素が発生する。この反応はヒドロキシ基の有無を調べるのに利用されている。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　3節 酸素を含む脂肪族炭化水素
学習項目	官能基をもつ化合物
問題	
問題文	試験管にアンモニア性硝酸銀水溶液とアルデヒドを加え、その溶液を加えて温めると器壁に銀が析出する。この反応を何というか。
選択肢	A　ヨードホルム反応 B　銀鏡反応 C　付加反応 D　ルミノール反応 Z　わからない
解答	B　銀鏡反応
解説	試験管にアンモニア性硝酸銀水溶液とアルデヒドを加え、その溶液を加え

	て温めると器壁に銀が析出する反応を銀鏡反応といい、アルデヒドの検出に利用されている。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　3節 酸素を含む脂肪族炭化水素
学習項目	官能基をもつ化合物
問題文	フェーリング液にアルデヒドを加えその溶液を加熱すると、酸化銅(Ⅰ)Cu_2Oの赤色沈殿が生じる。これは、溶液中の銅(Ⅱ)イオンにどのような反応が起こったからか。
選択肢	A　酸化 B　還元 C　置換 D　脱水 Z　わからない
解答	B　還元
解説	フェーリング液にアルデヒドを加えその溶液を加熱すると、溶液中の銅(Ⅱ)イオンが還元されて酸化銅(Ⅰ)Cu_2Oの赤色沈殿が生じる。銀鏡反応と同じく、アルデヒドの検出に利用されている。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　3節 酸素を含む脂肪族炭化水素
学習項目	官能基をもつ化合物
問題文	カルボン酸とアルコールを反応させると縮合反応が起こり、水分子がとれる。生成する化合物の赤く囲った部分の結合を何というか。 
選択肢	A　アミド結合 B　イオン結合 C　エステル結合 D　エーテル結合

	Z　わからない
解答	C　エステル結合
解説	カルボン酸とアルコールによる縮合反応でできる－COO－をエステル結合という。ちなみに、このエステル化の逆の反応を加水分解という。

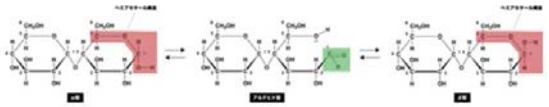
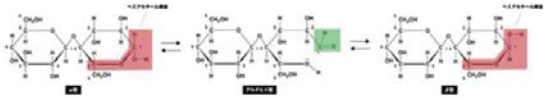
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物　4節 芳香族化合物
学習項目	芳香族化合物
問題文	ベンゼンの性質として誤っているものはどれか。
選択肢	A　独特の香りを持つ揮発性の液体である B　水にほとんど解けないが、有機物をよく溶かす C　有毒である D　水よりも重い Z　わからない
解答	D　水よりも重い
解説	ベンゼンは独特の香りを持つ揮発性で有毒の液体である。水にほとんど解けないが、有機物をよく溶かすことが可能であり、水よりも軽くその密度は 0.88g/cm^{3}と小さい。 https://www.try-it.jp/chapters-9788/sections-9987/lessons-9988/point-2/

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡　1節 状態変化
学習項目	気体の性質
問題文	アニリンに硫酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えるとできるものは何か。
選択肢	A　塩 B　二酸化炭素 C　アニリンブラック D　メチルオレンジ Z　わからない
解答	C　アニリンブラック
解説	アニリンに硫酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えるとアニリンブラックという黒色沈殿を生じる。この反応はアニリンの検出に用いられている。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　1節 高分子化合物
学習項目	高分子化合物
問題文	多くの高分子化合物は、小さな構成端子を繰り返し共有結合することでつながっている。この構成単位となる小さな分子を(　①　)といい、 (　①　)が次々と結合してできた高分子化合物を(　②　)という。 (　①　)、(　②　)に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A　①モノマー　②重合体 B　①単量体　②キラル C　①エステル　②ポリマー D　①樹脂　②重合体 Z　わからない
解答	A　①モノマー　②重合体
解説	高分子化合物の構成単位となる小さな分子を単量体(モノマー)といい、それが次々と結合してできた高分子化合物を重合体(ポリマー)という。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題文	分子中に多くのヒドロキシ基をもち、一般式 $C_m(H_2O)_n$ で表される化合物を何というか。
選択肢	A　樹脂 B　糖 C　アミノ酸 D　ポリマー Z　わからない
解答	B　糖
解説	分子中に多くのヒドロキシ基をもち、一般式 $C_m(H_2O)_n$ で表される化合物を糖といい、また、それらを総称して糖類という。また、炭素と水の化合物の形をとることから、炭水化物とも呼ばれている。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　2節 天然高分子化合物
学習項目	糖類・タンパク質
問題文	二糖類であるマルトースを構成する単糖の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A　グルコースとガラクトース B　グルコースとフルクトース C　ガラクトースとフルクトース D　グルコースとグルコース Z　わからない
解答	D　グルコースとグルコース
解説	マルトースはグルコース2つかグリコシド結合したものである。ただし、結合の仕方によっては、同じグルコース2つからできているがセロビオースとなることもある。

	マルトース  セロビオース  https://kimika.net/y2nito.html#i-5

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　2節 天然高分子化合物
学習項目	糖類・タンパク質
問題文	デンプンを構成する多糖の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A　①アミロース　②グリコーゲン B　①アミロース　②アミロペクチン C　①グリコーゲン　②デキストリン D　①アミロペクチン　②デキストリン Z　わからない
解答	B　①アミロース　②アミロペクチン
解説	デンプンはアミロースとアミロペクチンという多糖から構成されている。アミロースは環状のα-グルコースが直鎖状に連なった構造をもち、比較的小さく、その立体構造はらせん状になっている。アミロペクチンは環状のα-グルコースが所々で枝分かれしながら鎖状に連なった構造を持っている。一般に、アミロペクチンの平均分子量はアミロースより大きい。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　2節 天然高分子化合物
学習項目	糖類・タンパク質
問題	
問題文	セルロースの性質の説明として間違っているものはどれか。
選択肢	A　白色の粉末で熱水にも溶けない B　酸と長時間加熱すると、加水分解されて二糖のセロビオースを経てグルコースになる C　還元性を示す D　ヨウ素デンプン反応を示さない Z　わからない
解答	C　還元性を示す
解説	セルロースは白色の粉末で熱水に溶けないが、酸と長時間加熱すると加水分解されて二糖のセロビオースを経てグルコースになる。また、還元性を示さず、ヨウ素デンプン反応も示さない。 ちなみに、多糖はどれも還元性をもたず、甘味ももっていない。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　2節 天然高分子化合物
学習項目	糖類・タンパク質
問題	
問題文	天然繊維を化学的に処理してから紡糸した繊維を何というか。
選択肢	A　合成繊維 B　半合成繊維 C　加工繊維 D　アセテート繊維 Z　わからない
解答	B　半合成繊維
解説	天然繊維を化学的に処理してから紡糸した繊維を半合成繊維という。ちなみに、アセテート繊維は半合成繊維の1種である。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　2節 天然高分子化合物

学習項目	糖類・タンパク質
問題文	タンパク質の三次構造を安定化するのに関わっている結合を何というか。
選択肢	A　ジスルフィド結合 B　イオン結合 C　グリコシド結合 D　ペプチド結合 Z　わからない
解答	A　ジスルフィド結合
解説	タンパク質の三次構造を安定化するのに関わっている結合はジスルフィド(S-S 結合)である。ジスルフィド結合はポリペプチド中のシステイン分子が持つ-SH 基同士が水素原子を失って結合することでできる。 ちなみに、美容室でかけるパーマはこのジスルフィド結合を利用している。

問題情報	
科目	化学
章・節	5 章　高分子化合物　3 節　合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	酢酸ビニルを付加重合させた後、水酸化ナトリウムでけん化するとポリビニルアルコールができる。ポリビニルアルコールは不安定なため、水に溶けないよう加工したものを何というか。
選択肢	A　アラミド B　ナイロン C　ビニロン D　ペット Z　わからない
解答	C　ビニロン
解説	ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の 35〜45％程度をアセタール化して水に溶けないようにしたものをビニロンという。ビニロンは初の国産合成繊維であり、親水基のヒドロキシ基を残すため、適度な吸湿性を保持する。また、耐摩耗性、耐薬品性、保湿力にすぐれるため、衣料、魚網、ロープなどに用いられている。

問題情報	
科目	化学
章・節	5 章　高分子化合物　3 節　合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	尿素とホルムアミドを付加縮合させることで得られる樹脂を何というか。
選択肢	A　アルキド樹脂 B　フェノール樹脂 C　メラミン樹脂 D　ユリア樹脂 Z　わからない
解答	D　電気泳動
解説	尿素とホルムアミドを付加縮合させることで得られる樹脂を尿素樹脂(ユリア樹脂)という。尿素樹脂は着色性や接着力がよく、各種成形品や接着剤などに用いられている。

問題情報	
科目	化学
章・節	5 章　高分子化合物　3 節　合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	生ゴムは弾性が弱く、熱によって変形しやすいため実用性に乏しい。そこで、生ゴムに数％の硫黄を加えて加熱することにより、高弾性、耐熱性・耐久性を持たせている。この硫黄を加える操作を何というか。
選択肢	A　混硫 B　入硫 C　加硫 D　荷硫 Z　わからない
解答	C　加硫
解説	生ゴムは弾性が弱く、熱によって変形しやすいため実用性に乏しい。そこで、生ゴムに数％の硫黄を加えて加熱することにより、鎖状のポリイソプレンの分子間に硫黄原子による架橋構造をつくり、高弾性、耐熱性・耐久性を持たせている。この硫黄を加える操作を加硫という。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物　3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	近年、ごみ問題の理由から買い物をするときのビニール袋が有料となった。自然界で微生物の働きにより分解される高分子が開発されているが、それを何というか。
選択肢	A　自然分解性高分子 B　生分解性高分子 C　高機能性高分子 D　溶解性高分子 Z　わからない
解答	B　生分解性高分子
解説	自然界で微生物の働きにより分解される高分子を生分解性高分子(生分解性ポリマー)という。

装置の取扱い（電気装置）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

電気装置

ほとんどの実験装置が電気をエネルギー源とするため，感電，電気災害(火災，爆発など)を防止する注意が必要である．

電気装置（一般的注意）

電源	• 消費電流の合計が電源の定格電流(一般的なコンセントは15A)より大きくならないこと． • ブレーカーが落ちる場合は定格以上の機器がコンセント等に接続されているので，電源の分散化を行う． • 各機器に個別のスイッチをつけ，こまめに切ること（節電対策）． • ACアダプターを通じて機器に電源供給を行っている場合は，その機器に付属しているものを用い，他のACアダプターを流用しない． • 装置本体の電源部分にヒューズが設けられているときは，表示電流値以上のヒューズを絶対に使用しない．
電線	• 老朽化したコードを使わない． • コードを束ねたり，足で踏んだり，ひっかけられたりすることのないよう留意する． • 湿気や薬品，腐食性ガスにさらされないようする． • ヒーター類には耐熱コードを用い， ビニルコードを使ってはいけない．

電気装置（一般的注意）

電気機器	• 機器に所定以上の負荷をかけてはいけない．大きな負荷がかかると，トランスやモーターが発熱して燃えることがある． • ある種の機器(回転機を含む装置など)は停電などののち通電すると，負荷が過大にかかり発熱，火災の原因になる． • 終夜運転の電気炉，恒温槽や排気ポンプなどは保護リレーなどの安全回路を付置しておくとよい． ドラフト，電気冷蔵庫，乾燥機は溶剤などの蒸気やガスを扱う場合は防爆型のものを使用する．
停電・その他	• 実験を終了し退室するときは，電源スイッチを必ず切ること．停電時，特に夜間実験を断念して退室するときには電源を切り忘れないように注意する． • 夜間，突然に停電して暗闇になっても困らないように，懐中電灯をわかりやすい定位置に常備しておく．停電時に自動的に点灯する非常灯があれば安心である．

電気装置（感電）

装置の取り扱い

感電とは，人間の身体の一部を電流が流れることである．最も直接的な電気災害であり，時には死をもたらす．

感電は，配電線や電気機器の通電部，帯電部への接触，接近によって発生する．

A.人体への影響

感電の程度は人体を通る電流の値に大きく影響されるが，その通路にも関係がある．電流が心臓部を流れると，心臓障害を起こし最も危険である

表 3.3　電流量による影響(50 ～ 60 Hz 交流)

電流量 / mA	人体への影響
1	感覚に感知
5	かなりの苦痛
10	耐えがたい苦痛
20	筋肉の収縮，感電回路部から自力で離脱不能
50	呼吸困難，相当危険
100	ほとんど致命的

電気装置（感電）

装置の取り扱い

B.感電に関する一般的注意

【感電防止】

① 高電圧や大電流の帯電部，通電部に接近・接触しないように絶縁物で遮蔽する．

② 危険区域を指定し，安全距離以内に立ち入らないよう柵などを設ける．

③ 電気機器のアースを完全にする．高電圧，大電流機器の場合には，接地抵抗を数Ω以下にする．

④ 帯電部，通電部に直接触れる場合は，安全帽，ゴム靴，ゴム手袋などの防護具を着用する．電源を切り，接地棒などで機器が帯電通電状態でないことを確認したうえで作業をする．

電気装置（感電）

装置の取り扱い

B.感電に関する一般的注意

【感電防止】

⑤ コンデンサーなどは，電源を切っても蓄電している場合があるので注意する．

⑥ 高電圧，大電流を伴う実験は，単独で行わず，２人，できれば３人以上でする．この場合，命令系統を明確にすること．

⑦ 電気機器はその漏洩電流を防ぐため，ごみや油を清掃し，その周辺も清潔に保つ．場合によっては，漏電遮断器を設置する．

⑧ 感電により転倒しても安全なように，平常から実験室を整頓しておく．また，高所での作業には安全帯などを用いる．

電気装置（感電）

装置の取り扱い

【感電事故の発生時】

① 迅速に電源を切る．電源を遮断できないときは，乾燥した木，またはゴム手袋などを用いて，感電者の身体を引き離す．
※素手で引き離すと自分も感電する可能性

② 感電者を現場近くの快適な場所に移し，着衣をゆるめて身体全体を楽にさせる．

③ やけど，外傷のあるなしに関わらず，早急に医師に連絡してその手当を受ける．

④ ショック状態となって心臓や呼吸が停止した場合は，寸秒を争って心臓マッサージを始め,AEDを用いた救命処置を実施する．
一見，回復不可能に思えても，医療機関に引き継ぐまで，あきらめずに救急活動を行うこと．

電気装置（電気災害）

電気に起因する災害には火災と爆発がある．その主な誘因として以下のようなものが挙げられる．以下のような発熱または電気火花の発生時に，可燃性，引火性物質または可燃性ガス，粉じんなどが近辺に存在すると，火災，爆発を起こす．

表 3.5　電気災害の主な誘因

発　熱	1. 漏洩電流によるジュール熱の発生 2. 機器および電線に対する過負荷による発熱 3. 電線接続部の接続不良による発熱
火　花	1. スイッチ開閉時のスパークやアーク 2. 電線間短絡時のスパーク 3. スリップリングのついた電動機のアーク

装置の取り扱い

電気装置（電気災害に関する一般的注意）

【火災・爆発防止】

① 定期的に絶縁テストを行い，漏電の早期発見に努めるとともに機器の保安点検を十分にする．

② 引火性，可燃性物質を， スイッチや発熱する機器の近くに置かない．

③ 可燃性ガスや粉じんが部屋に充満しないように注意する．やむを得ずこれらを使用する実験では，防爆機器を装着し，ガス報知器などを設置する必要がある．

④ 停電，断水時の対処法をあらかじめ考慮しておく．

装置の取り扱い

電気装置（電気災害に関する一般的注意）

【火災発生時】

① 電気事故により火災が発生したときは，特別な事情のない限り電気を遮断してから消火活動を始める．

② 特別の事情のために通電したまま消火するときは，水を用いると感電するおそれがあるので，粉末消火器や炭酸ガス消火器などを用いる．

③ 災害発生時に電源を遮断できない事情がある場合は，事故に備えて特別な対策をしておく必要がある．

装置の取り扱い

電気装置（防爆機器使用上の注意）

① 防爆機器は溶剤などの蒸気やガスを扱う危険な場所で使用するが，万能ではないので注意すること．

② 実験室で防爆の冷蔵庫を使用する場合は，防爆仕様を確認し，適用以外の物質を入れてはならない．

装置の取り扱い

装置の取扱い（レーザー）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

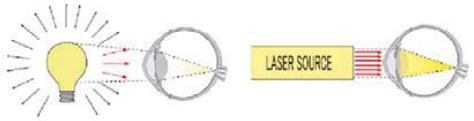
レーザー（LASER）の特徴

自然光とは 全く性質が異なる.

- 波長と位相がそろっている。
- 指向性がある.
- 単色性の作用はレンズの集光作用によりパワーが集中し、高密度になる.
- 中には一瞬で金属も溶かしてしまうほどの パワーになることもある.

レーザー（LASER）の危険性

- 一般電球等には様々な波長の光が混じっており、眼に入った場合でも各波長の水晶体での屈折率が異なる為、焦点は１ヶ所では結ばれない。
- レーザー光は単一波長の為、エネルギー密度が高い上、水晶体で集光され、網膜の一点にさらに高密度のエネルギーが到達する。
- 適正な保護具を使用する.
- レーザ光の特徴と眼への危険性レーザー光と一般電球等と違い
  １点でエネルギーが集約される.



レーザー光の特徴と眼への危険性(レーザ光の眼への影響)

- 可視光レーザーと不可視光レーザーがある.
- レーザー溶接、溶断、マーカーなどの加工機に採用されているレー ザーには、炭酸ガス（以下CO_2）やYAGなど不可視光レーザーが多い。
- 波長により眼の損傷部位が異なる。
  CO_2レーザーは角膜、YAGレーザは網膜が主に損傷
  眼が損傷した場合、回復機能が低いため永続的な視力障害に陥る。
  ※暴露されるレーザの波長によって傷害部位が異なる。

レーザー光の特徴と眼への危険性(レーザ光の眼への影響)

装置の取り扱い

- 不可視域(400nm以下)及び1400nm～1mm (1,000,000nm)
  大部分が角膜の表面で吸収され、一部透過した部分が水晶体で吸収されます。
  高出力の紫外線レーザーが暴露されると光化学作用により組織が損傷され、短期的には角膜の炎症(火傷)が起こり、長期の暴露では光化学作用により、白内障になる場合もあるといわれています。
- 可視光域 (400-700nm)
  すぐに眩しさを感じ、瞬きによる防御反応を示します.
  但し、これには時間的な限界があり、危険を感じて防御反応に出る約 0.25秒の間には，眼にレーザーが入ってしまいます．この時間内に眼に入っても、ほぼ安全と思われるレーザーは、おおむね1 mW以下の出力が目安になります。それ以上の出力では、熱作用と集光作用により網膜が局部的に損傷を受け、永久的な障害を与えるといわれています。
- 近赤外線域(700～1400nm)
  可視光域同様に網膜までレーザーが達します。特に注意すべき点は不可視域であるため、損傷を受けるまで気が付かず目にとって非常に危険な波長域と言われています。

レーザーの危険度による分類

クラス	レーザーの種類
1	裸眼もしくは光学機器を用いた観察を行っても安全なレーザー製品
1M	裸眼で観察を行っても安全なレーザ製品 **光学機器を用いて集光し観察すると危険**となる可能性があるレーザー
1C	医療や美容の分野で体組織（眼部を除く）へ照射するためのレーザー 強い出力を有するものも含まれるので，取扱説明書の通りに使用し，目的外の使用をしない.
2	クラス1より大きな出力の可視光レーザー。瞬間的な被ばくは安全。 人体の防御反応（目の瞬き，頭の回避行動）により障害を回避しうる程度のレーザー
2M	クラス1より大きな出力の可視光レーザー。瞬間的な裸眼被ばく、安全なレーザー製品。光学機器を用いて観察すると、目に障害が生じる可能性がある。 クラス2と同程度であるが，光学機器を用いて集光し観察すると危険となる可能性があるレーザー.
3R	目に被ばくすると、障害が生じる可能性があるが、比較的リスクが小さいレーザー製品。
3B	直接および鏡面反射によるレーザー光の暴露により，目の障害を生じる可能性があるレーザー 目に被ばくすると、短時間の露光でも危険なレーザ製品
4	拡散反射（壁などのザラザラした表面に当たっての反射）によるレーザー光のばく露でも，目や皮層に損傷を与える可能性があるレーザー. 目および皮膚に被ばくすると、短時間の露光でも危険なレーザ製品。拡散反射光も危険。

レーザー光の安全対策について

装置の取り扱い

- 必ずレーザー機器のレーザークラスを確認する。

措置内容（項目のみ）			レーザー機器のクラス			
			4	3B	3R	2M,1M
レーザー危機管理者の選任			○	○	○	
管理区域（標識、立入禁止）			○	○		
レーザー機器	レーザー光路	光路の位置	○	○	○	○
		光路の適切な設計・遮蔽	○	○	○	
		適切な終端	○	○	○	○
	キーコントロール		○	○		
	緊急停止スイッチ等	緊急停止スイッチ	○	○		
		警報装置	○	○	○	
		シャッター	○	○		
	インターロックシステム等		○	○		
	放出口の表示		○	○	○	

レーザー光の安全対策について

措置内容（項目のみ）			レーザー機器のクラス			
			4	3B	3R	2M,1M
作業管理・健康管理等	操作位置		○			
	光学系調整時の措置		○	○	○	○
	保護具	保護めがね	○	○	○	
		皮膚の露出の少ない作業着	○	○		
		難燃性素材の使用	○			
	点検・整備		○	○	○	○
	安全衛生教育		○	○	○	○
	健康管理	前眼部（角膜・水晶体）検査	○	○	○	
		眼底検査	○			

レーザー光の安全対策について

措置内容（項目のみ）			レーザー機器のクラス			
			4	3B	3R	2M,1M
その他	掲示	レーザー機器管理者	○	○	○	
		危険性・有毒性、取扱注意事項	○	○	○	○
		レーザー機器の設置の掲示	○	○	○	
	レーザー機器の高電圧部分の表示		○	○	○	○
	危険物の持ち込み禁止		○	○		
	有害ガス、粉じんなどへの措置		○	○		
	レーザー光線による障害の疑いのあるものに対する医師の診察、処置		○	○	○	○

レーザー光の安全対策について

- 眼、皮膚に対してレーザーを露光させないための対策
  - A．レーザー光を外部に出さない（管理区域の設定）
  - B．レーザー光を直接見ない方法を考案する。
  - C．最終的には保護めがねをする.

レーザーに関する一般的注意

① レーザーを取り扱うときは**必ず保護メガネを着用**する.
保護メガネは**使用するレーザーの波長に合ったもの**を用いる.

② 予期しない反射光が目に入ることがあるので，光線の放出方向に十分注意するとともに，反射する壁などのないことを確認しておく.

③ レーザーの装置全体を覆うことが望ましい.
また，レーザーの光路上には，適宜，遮蔽物を置く.

④ 強力なレーザー光線を出力する装置については，光線を捕捉するトラップを備える.

⑤ 強力なレーザー光線を照射した試料から二次的にX線が発生することがあるので，X線に対する注意を要する.

⑥ レーザー装置は高圧電源を使用しているので，この点を注意して取り扱わねばならない.

装置の取り扱い

装置の取扱い（放射性物質）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

放射性物質と放射線発生装置

放射性物質

放射性物質又は，これを含む化合物のうち，密封されていない物を**非密封線源**という．

非密封線源を取り扱う際に特に注意しなければならないのは，外部被ばくのほかに，密封線源と違い至近距離で操作することが多いがゆえに生じる体内取り込みによる内部被ばくである．

外部被ばくは物理的条件を満たせばある程度防ぐことができ，かつその被ばく量を推定できる．

内部被ばくは予期せぬ体内摂取で起き，それを防止するには，化合物の揮発性，分解性などの物理的・化学的特徴を把握しなければならない．

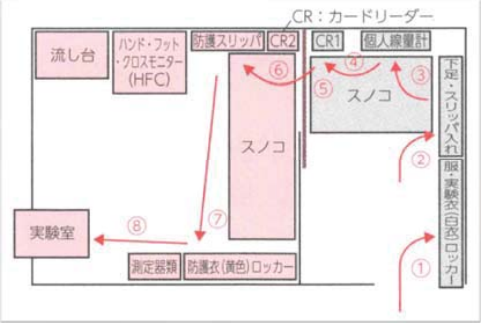
放射性物質と放射線発生装置

放射性物質

管理区域出入りの基本

- 管理区域内では専用のスリッパと防護衣を使用する．
- 管理区域外のスリッパや実験衣とは厳密に区別し共用しない．
- 退出時には必ず汚染検査を行い，汚染のないことを確認する．万一汚染が見つかった場合には除染を行う．
- 近年では入退室をIDカードで管理している場合が多く，IDカードとPCで管理区域境界の扉,HFC(ハンドフットクロス）モニタを自動制御し,個人名,入退室記録,HFCモニタ計数値等が記録される．それらが記録されていない場合には扉が開かないシステムとなっている．
- さらに， ビデオカメラで24時間記録することも行われている．

【管理区域に入る順序】



①一般の実験衣や靴などをロッカーに入れる．

②靴，スリッパなどの下足を脱いでスノコなどに上がる．

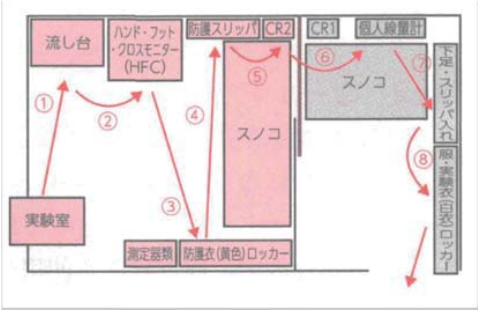
③自分の個人線量計を装着する．

④⑤IDカードをリーダーに読み込ませ，登録者であれば自動扉が開くので入域する．

⑥⑦管理区域に入り防護スリッパ，防護衣を着用する．防護衣のボタンは汚染防止の観点から必ず掛ける．

⑧ 実験室へ向かう．

【管理区域から出る順序】



管理区域における入退域で重要なのは、**管理区域内から放射性同位元素を外に出さないこと**である．
そのために何が大事かを考えて習慣づける必要がある．

①流し台で手をよく洗う．

②HFCモニタで汚染検査を行う．汚染されていた場合は，放射線取り扱い主任者に知らせて除染等を行う．

③④防護衣，防護スリッパを脱ぐ．

⑤IDカードをリーダーに読ませ扉を開けて退域する，このとき，物品を持ち出す場合は物品の汚染検査もしなければならない．

⑥個人線量計を返却する．

⑦⑧靴や白衣を着用し退出する．

非密封線源の安全取扱いの具体例①

① 手や顔などに傷があるときは取り扱わない．

② 個人線量計は必ず着用する．

③ 原則として，1人で実験を行わない．必ず複数人で行う．その際，非密封線源を扱う者，扱わずに実験補助を担当する者をあらかじめ決めておき，混乱がないようにする．

④ 保護メガネ，マスク，ゴム手袋を着用する．これらが汚染した際には，直ちに除染するか新しい物と交換する．

⑤ サーベイメータを常時ONの状態にしておく．

非密封線源の安全取扱いの具体例②

⑥ 非密封線源は原則としてフード内で取り扱う． この際， フードの外に非密封線源が漏れ出さないよう陰圧になっているか確認する．フード内は，除染しやすいようにポリエチレンろ紙でカバーをしておくとよい．またフードの前の床にも汚染拡大防止のためにポリエチレンろ紙を敷く．

⑦ 非密封線源を取り扱う作業者は，ゴム手袋を着用したまま電源機器やガス等のスイッチを触らない．補助者に依頼する．

⑧ 実験で使用する核種がγ線放出核種の場合は鉛等の遮蔽体を，^{32}Pなどの強いβ線放出核種にはアクリルなどの衝立を配置する．これらの鉛や衝立にも除染しやすい方策を整えておく．

⑨ 冷凍保管されていた非密封線源は湿気が容器に入るのを防ぐため室温に戻してから開封する．

非密封線源の安全取扱いの具体例③

⑩ 開封時に飛び出ることがあるため，容器の蓋をビニル袋で覆うなどの対策をする．

⑪ 使用している核種が何であるか容易にわかるように表示をする．

⑫ 作業従事者は実験中にその場を離れないようにする．ただし，無用な被ばくは避けなければならないため臨機応変に対応する．

⑬ フード内に持ち込んだ器具類を出すときには，必ずサーベイメータで汚染の有無をチェックする．

⑭ 実験中に発生した廃棄物は可燃不燃，難燃と分別して廃棄する．

非密封線源の安全取扱いの具体例④

⑮ 実験が終了したら，フード内，フード周辺及び床等の汚染検査を行う．

⑯ 万一汚染が見つかった際には，マークをつけて汚染箇所がわかるようにする．また，床が汚染している場合は，拡大を防ぐ、ために立ち入り禁止の縄張りをして区画する．

⑰ 汚染箇所は速やかに除染し，表面密度以下であることを確認する．

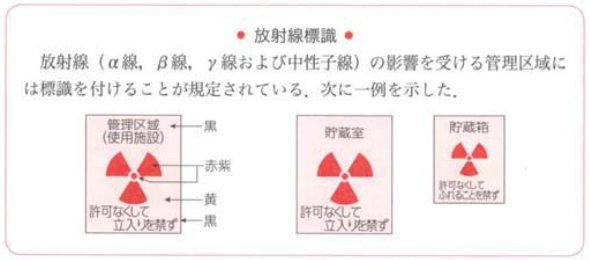
⑱ 使用終了後は，使用者氏名･使用時間･日時･場所･方法を記録しておく．

放射線を用いる施設・装置

A．加速器施設

B．大線源照射施設

C．X線等装置



装置の取扱い（機械装置）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

機械装置

機械・工具を用いての作業は，初心者に思わぬ事故をもたらす．

合理的な作業方法と手順があるので，熟練者の指導によって標準作業を習熟することが必要である．

A.機械装置に関する一般的注意

① 工作機械を取り扱う場合は，正規の工具を使用する．機械または工具が破損紛失した場合には，必ず管理者や担当者に申し出て整備しておく．

② 機械工具，安全装置などの保守管理は十分に行う．

③ 工作材料の種類，形状などにより思わぬ事故が起こるのでよく注意する

④ 刃物，加工物，工具などの取り付けは入念に，確実に行う．

機械装置

⑤ 機械の駆動部分にはカバーを付け，直接手が触れないようにする．大型機械はスイッチを切っても停止するまでに時間がかかるので注意する．

⑥ 機械の運転には，点検，合図，起動の3動作を励行する．停止の際にも，合図，停止，確認の3動作を励行する．

⑦ 停止中の機械でも他人が誤ってスイッチを入れる可能性があるから，点検，修理，給油，掃除などを行う場合には，起動装置に錠をかけるか，標示板を取り付ける．

⑧ 安全装置の操作法も熟知して活用する．

⑨ 停電したときには必ずスイッチ，クラッチなどを切り，再送電による事故が起こらないようにする．

機械装置

⑩ 機械の構造や運動などを指し示す場合には，棒などを用い，決して指で指し示してはいけない．

⑪ 溶接は，有資格者以外は行ってはいけない．

⑫ 作業場は常によく整理整頓し，かつすべての物の正しい置き場所と置き方を決めておく．

⑬ 服装は機械にまき込まれず軽快に動作できるものでなければならない．

作業服：そで口，すそをしぼったものがよい．

靴：安全靴がよい．下駄，スリッパ，サンダルなどは不可．

手袋：一般に使用しない．

その他:安全帽ﾍﾙﾒｯﾄ，保護用ﾒｶﾞﾈの着用が望ましい．

装置の取り扱い

機械装置（ボール盤）

- 材料の固定には把持用バイスまたは治具を用いる．
  小物の加工のときも手で押さえると危険である．
- ドリル，材料の脱着は回転が止まってから行う．
  また，チャック締め付け用ハンドルを取り付けたまま回転させない．

・切削直後の切粉は高温のため触れてはいけない．

装置の取り扱い

機械装置（旋盤）

- 材料はチャックで，できれば治具を用いて強固に固定する．
- 釣合いおもりを用い，回転のバランスをとる．
- バイトは正しい位置に緩まないように取り付ける．
- 無理な切込み，送り，切削速度を与えない．
- 加工中の計測やバイトの掃除は，必ず機械を止めて行う．
- 機械，刃先に異常振動や騒音が発生すれば作業を中止して点検する．
- 切削中，刃物を切り込んだまま機械を止めてはいけない．必ず刃物を切り離してから停止させる．

装置の取り扱い

機械装置（フライス盤）

- 材料は治具などによってしっかり固定して保持する．
- 運転中にフライスカッターが材料に引っ掛かって機械が停止したときには，すぐ電源スイッチを切り，熟練者の指示を受ける．
- 無理な送りや切削速度を与えない．

装置の取り扱い

機械装置（グラインダー）

- 切削粉が飛ぶので，必ず防じんメガネなどの保護具を着用すること．
- 砥石の交換取り付けは有資格者以外が行ってはいけない．
- 使用前には必ず試運転をし，砥石の割れ，ボルトの緩みなどがないか確認する．
- 受け台と砥石との間隔は2～3mmを保つこと．広い間隔では材料，指などが巻き込まれる．
- 砥石は高速運転しているから，グラインダーの前面に身体がこないような位置で作業する．
- 砥石の側面は使用しない．小物を研削するときはプライヤーなどで保持する．

機械装置（電動ハンドドリル）

- ボール盤の取扱いについての注意を守ること．
- ハンドドリル・腕の力や身体の重みでドリルを押し付けるので，穴が貫通した瞬間やドリルが破損した瞬間に身体のバランスを失って大けがをすることがある．

機械装置（鋸盤）

- 事故の多い機械なので，特に使用前によく点検すること．
- 試料を確実に固定し，途中で具合の悪いときは必ずスイッチを切って調整する．
- 作業中に現場を離れてはいけない．

装置の取扱い（高圧装置）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

高圧装置の構成機器類

- 高圧発生源　ガス圧縮機，高圧ガス容器(ボンベ)など
- 高圧反応器　オートクレーブ，各種合成管，触媒充填管など
- 高圧流体輸送器　循環ポンプ，導管流量計など
- 高圧機器類　圧力計，各種高圧弁など
- 安全機器類　安全弁，逆火防止弁，逆止弁など

高圧装置

高圧装置が破裂事故

飛散する破片や，ガスの衝撃波によって人や装置に大きな損傷を与える．

周辺に存在する薬品による爆発や火災などの二次災害を伴うことがある．

『高圧ガス保安法』や『労働安全衛生法（ボイラーおよび圧力容器安全規則）』の適用を受けるものがある．

高圧装置（オートクレーブ）

実験室の高圧実験で最も広く用いられているのがオートクレーブ．

オートクレーブは内部を飽和蒸気によって高温高圧にできる機器．

高圧装置（オートクレーブに関する一般的注意）

- 耐圧試験圧力，常用圧力，最高使用温度の範囲内で使用．
- ゲージの表示圧力の2/3以下，加圧容器の耐圧の1/2以下の圧力で使用．
- 酸素用の圧力計は，他のガス用のものとの混用を避ける．
- 安全弁その他の安全装置は定期的に点検された所定のものを用いる．
- 温度計は確実に反応溶液中に入っているように注意する．
- 容器の内容積の1/3以上の原料を仕込まない．
- 容器の内部およびパッキング部は清潔に保つ．
- フランジ式の蓋を閉めるときは，ボルトは対角線上にあるものを一対とし，順次，数回に分けて一様に締める．

高圧装置（高圧ガス容器）

- 高圧ガス容器とは，鋼製容器にガスを加圧充填したものをいい，その多くが『**高圧ガス保安法**』の規制を受ける．
- 高圧ガス容器は過去に多くの破裂事故などを発生させており，その取扱いには十分な注意が必要である．
- ガスの使用量が少ないことが予測される場合には，価格的には割高になるとしても，安全性や管理面を優先して，小さい容器でガスを購入すべき．

装置の取り扱い

高圧装置（高圧ガス容器）

容器の刻印，塗色および表示

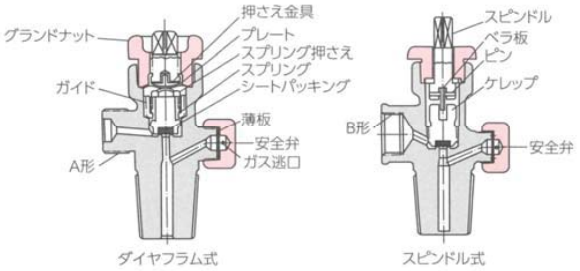
表 3.11　高圧ガス容器の塗色と文字の色

高圧ガスの種類	容器の塗色	ガスの名称を示す文字の色	ガスの性質とそれを示す文字の色
酸素ガス	黒　色	白　色	
水素ガス	赤　色	白　色	「燃」白色
液化炭酸ガス	緑　色	白　色	
液化アンモニアガス	白　色	赤　色	「燃」赤色，「毒」黒色
液化塩素ガス	黄　色	白　色	「毒」黒色
アセチレンガス	褐　色	白　色	「燃」白色
可燃性ガス	ねずみ色	赤　色	「燃」赤色
可燃性，毒性ガス	ねずみ色	赤　色	「燃」赤色，「毒」黒色
毒性ガス	ねずみ色	白　色	「毒」黒色
その他のガス	ねずみ色	白　色	

装置の取り扱い

高圧装置（高圧ガス容器）

高圧ガス容器弁



ハンドルが付いていない場合は、専用のレンチを用いて開閉する．ペンチやスパナなどを用いることは危険

装置の取り扱い

高圧装置に関する一般的注意

① 実験の目的，条件を明確に把握し，それに合った装置，機器類，構成材料を選択する．

② 購入，製作にあたっては，信用あるメーカーを選ぶ．その際，使用圧力，温度，薬品の性状など各種条件を十分に考慮する．

③ 安全機器類を必ず装着する．
特に危険が予測されるときは，遠隔測定用・操作用のものを使用する．また安全機器類の定期的検査を怠らない．

④ 停電などによって機能が失われても安全であるような措置を講じておく．

⑤ 高圧装置は試験耐圧の2/3以下の圧力で使用すること（常用圧力の1.5倍の圧力で耐圧試験を行うこと）．

高圧装置

高圧装置に関する一般的注意

⑥ 実験室は3方向を厚い防護壁で囲み，1方向を弱い吹抜壁とする．屋根も軽量材料でつくる．

⑦ 高圧装置は常用圧力以上の圧力でガスの漏洩のないことを確認するのはもちろんのこと， もし漏れても滞留しないように室内の換気に注意する．

⑧ 実験室内の電気設備はガスの性状によって防爆型にするなど適切なものを選ぶ．

⑨ 実験室内の装置の配置は，もし事故が発生しても被害を最小限に食い止められるように十分な配慮をしておく．

スレート葺きのボンベ室

防爆構造の蛍光灯

高圧装置

高圧装置に関する一般的注意

⑩ 実験室の外および周辺に標識を出し，実験の内容，使用ガスなどが外部の者に明確にわかるようにする．

⑪ 高圧実験は危険度が高いので，各種装置機器類の構造，取扱法を熟知したうえで慎重に行わねばならない．不明な点があれば，専門書を参照したり，専門家の教示を受けたりする．

高圧装置

装置の取扱い（高温･低温装置）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

高温･低温装置

化学実験には高温および低温装置が用いられる機会が多く，しかも高圧，低圧など苛酷な条件も組み合わされる場合が多い．

これらの取扱いを誤れば，やけど，凍傷のほか，火災，爆発などの危険も伴うので，慎重な注意を要する．

高温装置：電気炉，燃焼炉，乾燥機、

低温装置：寒剤，冷凍機，ドライアイス寒剤，低温液化ガス

高温・低温装置（一般的注意）

① 高温に対する人体の保護に留意する.

② 高温装置の取扱法を熟知し，入念な注意のもとで操作する.

③ 高温装置を用いる実験は，防火建築内または防火設備を備えた室内で行う．また，室内の換気を良好にする.

④ 実験の性質に最も適した消火設備を備える（たとえば粉末，強化液，炭酸ガス消火器などを使いる).

⑤ 高温炉などの高温装置を実験台に設置するときは，耐火剤の使用や台面との間に空隙をつくることにより，発火の危険を防ぐ.

⑥ 使用温度によって，適当な容器材料，耐火材料を選ぶ． ただし， この際使用雰囲気，接触物質をも考慮して選定する.

⑦ 高温実験に水は禁物．いわゆる水蒸気爆発を起こす.

高温・低温装置（人体の保護）

① 高温装置を取り扱うときは，常に衣服に火が燃え移る危険を想定し，簡単に脱ぎ捨てることのできる服装を選ぶ.

② 手袋は乾いたものを使用する．手袋が水に濡れていると熱伝導性が大きく， また手袋中の水分が水蒸気となって手にやけどを負う危険がある.

③ 白熱体，炎などを長い間凝視する必要のある場合には保護メガネを着用する．色の濃いメガネよりも緑色系の視野の明るいメガネのほうがよい.

④ プラズマジェット炎， アセチレン炎のような強い紫外線を発する熱源に対しては，防護面などを用いて目のほかに皮膚の保護も考慮する.

⑤ 溶融金属，溶融塩などの高温流体を取り扱う場合には，靴などにも留意する.

高温・低温装置（電気炉）

①電線，配電盤， スイッチなど電気設備に対する安全対策を十分に考慮する.

②ある種の耐火材料は高温で導電性となることがあるので， このような場合，金属棒などをもって炉材に触れて感電しないように留意する.

高温・低温装置（燃焼炉）

① 燃焼炉の着火は，まず燃料を噴出させて点火し，ついで空気，酸素などを送入する．着火の順を間違えると爆発することがある.

② 酸素をボンベから供給するときは，配管系に油分などの可燃性物質が存在しないよう注意する.

③局部過熱の起こらないように炉の構造に留意する.

高温・低温装置（乾燥機）

① 電気設備に関し，電気炉と同様な事項を注意する．

② タイマーで一定時間経過後には停止させる．

③ 爆発放散口，廃棄ダクトに損傷などがないことを確認する．

④ 危険物などを乾燥させるときは使用する危険物に適合した防爆仕様の機器を用いる．

高温・低温装置（寒剤）

低温実験では，低温を得る手段として冷凍機を用いる場合と適当な寒剤を使用する場合があるが，実験室では後者のほうが簡便なためよく用いられる．

氷と食塩や塩化カルシウムを混ぜる寒剤は大体－20℃くらいで大きな危険はない

－70～－80℃のドライアイス寒剤
－180～－200℃の低温液化ガスを用いる場合　　相当の危険性を伴う．

高温・低温装置（冷凍機）

冷凍設備は原則**「高圧ガス保安法」**の適用を受ける．

大型の設備は冷凍機械責任者免状を有する者を冷凍保安責任者として選任しなければその取り扱いができない．

小型のものは免状所有者の選任は不要であるが，法令の適用は受けているので，法令などで定める基準等に従って取り扱わねばならない．

冷凍機はかなりの高圧で作動するので，信用あるメーカーの製品を購入する．

冷凍機には，アンモニア，フロン，メタン，エタン，エチレンなどの可燃性の冷媒が用いられることがある．これらの冷媒に適応した取扱いをしなければならない．　．

高温・低温装置（ドライアイス寒剤）

ドライアイスに種々の物質を混合すると，－60～－80℃の低温が得られる．

注意点：
混合する物質のほとんどはアセトン，アルコールなどの有機溶媒⇒引火、蒸気の吸引
ドライアイス寒剤で冷却した容器に素手で触れると，皮膚が容器に付着⇒凍傷

高温・低温装置（低温液化ガス）

極低温，超高真空を得るのに実験室でもよく使われる．
液体窒素、液体ヘリウム、液体水素など

以下のような危険性をもっているので，その取扱いには熟練と細心の注意が必要．

表 3.15　低温液化ガスの危険性

液化状態	極低温のため凍傷を起こし，ひどい場合は壊疽になる．また，材料は低温脆性などにより破壊されやすくなり，二次災害の原因になる．液体水素−固体酸素，液体酸素−油脂類または炭化水素燃料などは火薬と同様，激しい爆発反応を起こす(凝相爆発)．
気化状態	液化ガスは気化すると 800 ～ 900 倍の体積になり，空気を置換する．過剰の熱によって爆発的に気化する（蒸気爆発）．CO は猛毒，CO_2 は呼吸機能に影響．水素，不活性ガスは単純窒息剤．F_2，O_3 は毒性，腐食性が強い．可燃性液化ガスの場合は火災，爆発の危険性が大である．

ガラス器具

ガラス器具による事故は多く，そのほとんどは切傷とやけどである．
これらの事故を防ぐにはガラスの性質をよく知っておかねばならない．

表 3.17　ガラスの性質

硬　さ	硬度は 6 ～ 7 であるが，もろくて割れ目は貝殻状になり，鋭利な刃物のように危険である．
強　度	圧縮力には強いが(圧縮強度 900 MPa)，引張り力には弱い(40 ～ 60 MPa)．少し傷をつけると容易に折れる．
耐熱性	熱伝導度が悪く，部分的な温度差を与えるともろさと相乗して容易に割れる．肉厚ガラスに熱をかけてはならない．
耐久性	長期保存したガラスはアルカリ分が失われ，熱すると失透・白濁してもろくなる．

高圧装置

ガラス器具（一般的注意）

① 使用前によく点検し，傷のあるものの使用は避ける．特に減圧，加圧，加熱するものについては，入念に検査する．

② ビーカー，フラスコ，試験管などは肉薄で機械的強度が低いので，加熱するときは取扱いに注意が必要．

③ 吸引瓶，洗瓶など肉厚の容器は，急激な加温で破損する．

④ ゴム栓やコルク栓にガラス管や温度計などを差し込むときに折れて負傷することが多い．管に水またはアルコールやグリセリンを塗って右手に栓をもち，まわしながら左手の管に少しずつ押し込む． この際右手の親指と左手の親指の間が5cm以上離れてはいけない．また，タオルで手を保護して行えば， より安全である． ゴム栓などに穴をあけるときは，管径より小さい穴をあけ，丸ヤスリで内面を広げて適当な大きさにする．

高圧装置

ガラス器具（一般的注意）

⑤ ガラス細工の際の大きい事故は，可燃性気体が入っている容器を加熱して爆発するときに起こるので，気体を十分逃がす．

⑥ 加熱されたガラスは，一見してそれと気づきにくいので，触れてやけどをすることが多い．

⑦ 封管，密栓を開封するときは，内圧がかかっているので噴出したり，爆発したりして，内液を浴びることがある．

装置の取扱い（静電気対策）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

静電気対策

静電気帯電による事故：　爆発，火災と電撃

電撃は人体に対し 直接的な危険はないが，電撃によるショックで二次的な事故を誘発するおそれがある．

工場では静電気帯電が原因である災害や事故に対する安全が重要視されている．

表 3.19　人体帯電と電撃の強さの関係

人体の帯電電位(kV)	電撃の強さ
1.0	まったく感じない．
2.0	指の外側に感じるが痛まない．
2.5	針に触れた感じを受け，ピクリと感じるが痛まない．
3.0	針で刺された感じを受け，チクリと痛む．
4.0	針で深く刺された感じを受け，指がかすかに痛む．
5.0	手のひらから前腕まで痛む．
6.0	指が強く痛み，後腕が重く感じる．
7.0	指，手のひらに強い痛みと，しびれた感じを受ける．
8.0	手のひらから前腕までしびれた感じを受ける．
9.0	手首が強く痛み，しびれた重みを受ける．
10.0	手全体に痛みと電気が流れた感じを受ける．
11.0	指が強くしびれ，手全体に強い電撃を感じる．
12.0	手全体を強打された感じを受ける．

※労働安全衛生総合研究所技術指針「静電気安全指針」(2007) より．

静電気対策（静電気発生のしくみ）

同種または異種の物質が機械的な接触をすると，その界面に電荷移動が起こり，両物質を分離させると電荷が分離し，両者に等量かつ異符号の過剰電荷が発生する．

帯電の大きさは温度，湿度，物質中の不純物などの影響を受ける．接触している２物質のうちの１つの導電率が小さいときは，危険な帯電が生じる(可燃性，爆発性雰囲気で放電したとき，着火能力のある静電帯電になる)．

静電気対策（静電気発生のしくみ）

人体が3000～4000Vに帯電すると，接地物に近づいたとき放電し，電撃を受ける．ときには火花放電（0.8mJ相当）を起こし，可燃性ガスなどに着火し事故を起こすことがある．

表 3.20 可燃性ガスと蒸気および粉じんの最小着火エネルギー（大気圧，20 ℃）

(a)空気との混合気体

物　質	最小着火エネルギー (mJ)
アセチレン	0.019
アセトン	1.15
エタン	0.25
エチレン	0.07
エチレンオキシド	0.065
エーテル(ジエチルエーテル)	0.19
シクロヘキサン	0.22
シクロペンタジエン	0.67
水素	0.019
二硫化炭素	0.009
ブタン	0.25
プロパン	0.25
ヘキサン	0.24
ヘプタン	0.24
ベンゼン	0.20
メタン	0.28

(b)粉体 / 空気混合物

粉　体	最小着火エネルギー (mJ)
アルミニウム	10.0
エポキシ樹脂	15.0
木粉(充填物)	20.0
石炭	30.0
マグネシウム	40.0
ナイロン	20.0
フェノール樹脂	15.0
無水フタル酸	15.0
ポリエチレン	10.0
ポリプロピレン	25.0
ポリウレタンフォーム	15.0
硫黄	15

静電気対策（静電気帯電に対する安全対策）

A.接地(アース)による帯電除去

漏れ抵抗(物質に設けられた電極と大地との間で測定された抵抗)が$10^6\Omega$以下の物質は,静電気的に接地(アース)された状態にあるとされている．

したがって漏れ抵抗が$10^6\Omega$以上の物質(装置，設備など)は接地する．接地には導線を用い，接地抵抗は100Ω以下となるようにする．接地によって確実に電荷を逃がすことができるのは物質が導体の場合であって，絶縁体の場合には完全に電荷を除くことは不可能である．

なお，床の漏れ抵抗は十分小さいことが必要である．漏れ抵抗が$10^6\Omega$以下の床は導電性とみなしうる．

静電気対策（静電気帯電に対する安全対策）

B.導電化

絶縁体の表面電荷は緩慢にしか移動できないので，接地によって迅速かつ完全に除電することは不可能である．帯電防止剤を添加したり，固体表面を処理して導電化する．あるいは接地した金属テープ，金属織物，金属線で絶縁体を包んで迅速な除電をはかる．

C.湿度の増大

相対湿度を約65%まで増大させると，たいていの帯電性物質の表面抵抗は十分に減少する．ただし水分を吸収しない液体，固体，および加熱物体にはほとんど効果はない．電気設備のあるところでは，加湿によって絶縁が低下することもあるので注意する必要がある．

静電気対策（静電気帯電に対する安全対策）

D.除電器

着火源にならない微弱な放電を行い，空気をイオン化し帯電物質の電荷を中和する．除電器には電圧印加式，自己放電式，放射線式がある．

静電気対策（静電気帯電に対する安全対策）

人体の除電

A.静電靴

温度23℃，相対湿度50%で漏れ抵抗が$10^8\Omega$未満であれば，一般的には迅速に帯電を逃がすことができる．また，人体の帯電防止のためには，靴の抵抗が$10^5\Omega$以下であることが望ましい．床の漏れ抵抗が$10^6\Omega$以下のときは，このような靴は十分に役立つ．

B.静電衣

静電靴を着用し，かつ床の漏れ抵抗が$10^6\Omega$以下であれば，一般に危険な場所で市販の衣類を着用しても危険はない．ただし，衣類を脱ぐことは危険な帯電を招く可能性があるので，危険な場所では避けるべきである．

応急処置法（薬品による障害）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

薬品による障害①　一般的応急処置法

試薬などの誤飲，吸飲，皮層，目への付着による障害を抑えるために緊急にしなければならないことは，それぞれの試薬のSDS（Safety Data Sheetに）記載されているので，常に緊急時に備えて確認しておくことが肝要である．

また不幸にして事故が発生した場合は，起因物のSDSを携行して医療機関に行き，医師に提示し，診断を受ける．

よく用いる薬品のSDSは，必ず現場に掲示もしくは保管しておくことが必要である．また初めて使用する試薬のSDSは実験前に必ず熟読する．

応急処置法

薬品による障害②　飲み込んだ場合

- 専門医に連絡する．
- 事故者がけいれんを起こしたり意識不明になったりした場合，呼吸を維持する以外は，医師以外は手を下してはいけない．
- 意識がはっきりしているときには飲み込んだ化学物質を吐かせる．
- ただし，強い酸，アルカリ，ガソリン，灯油，噴霧用殺虫剤，漂白剤を飲み込んだ場合は，嘔吐する際に，胃や食道に穿孔を起こしたり，呼吸系器官を傷めたり，肺炎を起こすおそれがあるため，意識があっても吐かせてはならない．
- 胃内の薬品濃度を下げ，体内吸収を遅らすとともに，粘膜保護のために次のいずれかを飲ませるとよい場合がある．
- 牛乳，とき卵，小麦粉，デンプン，マッシュポテトの水乳濁液

応急処置法

薬品による障害③　吸入した場合

- 有毒なガス状物質や揮発性物質を使用中に，咳き込み，気分不快，意識障害などの症状が現れた場合には，直ちに換気のよい空気が新鮮な場所に移動させ、安静にし、保温する．
- 救助の際に救助者が吸入しないように防毒マスクを用いる．
- 安全な場所に移動したのち，化学物質が付着している場合には，衣服を速やかに脱がせる．
- 応急処置としては，酸素を吸入させる．小型の吸入用酸素ボンベは，スポーツ用品店などでも購入できるので，実験室に常備しておくとよい．
- その後，速やかに医療機関の診断を受けさせる．なお呼吸機能が低下したり，呼吸が停止しているときは心肺蘇生を行う．

応急処置法

薬品による障害④　吸入した場合

応急処置法

特に有機溶剤による中毒では，次の応急処置を行う．

① 中毒にかかった者を直ちに通風のよい場所に移し，速やかに衛生管理者その他の衛生管理を担当する者に連絡する．

② 中毒にかかった者を横向きに寝かせ，気道を確保した状態で，身体の保温に努める．

③ 中毒にかかった者が意識を失っている場合は，消防機関への通報を行う．

④ 中毒にかかった者の呼吸が止まった場合や正常でない場合は，速やかに仰向きにして心肺蘇生を行う．

特定化学物質の特別管理物質についても，個々に注意事項を掲示するように決められている．個々の応急処置について実験前に確認しておく．

薬品による障害⑤　皮膚に付着した場合

応急処置法

大量の流水で皮層を十分に洗う．

ただし洗浄により，かえって化学物質に接触する皮膚の範囲を広げることがあるので，洗浄の姿勢や水の流し方には注意が必要．フェノールなどが付着した場合には，アルコール類でよく拭き取ってから，水で洗う必要がある．

生石灰やアルカリ金属など，水をかけると発熱反応を起こし熱傷の原因となる粉末状化学物質もある．粉末状の物質が付着した場合には，十分に拭き取ってから，水で洗うこと．

薬品による障害⑥　目に入った場合

応急処置法

できるだけ早く，十分にまぶたを広げ,流水で少なくとも15分以上洗眼する．

洗眼には噴水式の洗眼器を用いる．　ない場合には洗面器の水に顔をつけ，まばたきをくり返す．蛇口にゴム管を付けてゆるやかな流水を用いてもよい．

洗眼後は，直ちに眼科医の診察を受けること．遅れると取り返しのつかない事態になることがある．アルカリ水溶液が目に入ると失明することがあるので，特に注意が必要．

応急処置法

外傷、やけど、凍傷①

小さな切傷の場合は，傷口を洗浄したあと，消毒液や市販の傷薬を塗布し，絆創膏を患部に貼り付ける．深い刺し傷や大きな切傷の場合はすぐに医師による治療を受ける必要がある．

応急処置法

外傷、やけど、凍傷②

A. 止血法

傷口に清潔なガーゼを当て圧迫止血を行う．

この圧迫止血が一番確実な方法である．事故などの場合は，止血帯で止血すると創傷部より手前の広範な部分が壊死し，あとから接合手術が不可能になる場合があるので止血帯は使用しないこと．

B.切断された四肢と指の措置

清潔な厚手のビニル袋,ポリチューブなどにとり，氷水に漬けるようにして負傷者と一緒に救急車で病院に搬送する．その際，傷口は洗わない．

応急処置法

外傷、やけど、凍傷③

C.措置者への注意

あらかじめ滅菌済みのゴム手袋を用意して措置にあたる．

これは負傷者への感染の防止と施術者の感染防止の2つの意味がある．施術後，血液などの付着したものは焼却するか，またはオートクレーブやホルマリンで滅菌措置をとる．

応急処置法

外傷、やけど、凍傷④　重症度の判定

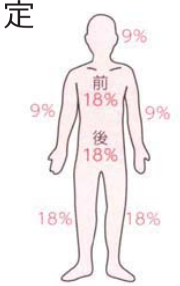
処置法を決めるために，重傷度の判定が必要である．次の2項目と合併症の有無により総合的に判定する．

【やけど面積】

全体表面積に占めるやけど面積で表す．

【やけどの深さ】

熱の強さと作用時間によって，深さが決まる．皮膚の症状と痛みの有無から判定する．



深　さ	症　状	痛　み
Ⅰ度	紅　斑	(+)
Ⅱ度	紅斑＋水疱	(+)
Ⅲ度	灰白色～褐色	(−)

※Ⅲ度では知覚神経まで侵されるため痛みはほとんどない．

応急処置法

外傷、やけど、凍傷⑤

A. 軽症のやけど(通院加療)
Ⅱ度で15%以下，Ⅲ度で2%以下，ショックを起こすことは少ない.

B. 中等症のやけど(入院加療)
Ⅱ度で15～30%，Ⅲ度で10%以下，すべての例でショックの危険性があり，入院が必要である.

C. 重症のやけど(総合病院に入院)
Ⅱ度で30%以上，Ⅲ度で10%以上，または顔・手・足のⅢ度やけど，気道やけどの疑いがあるもの．電撃傷，深い薬傷，軟部組織の損傷，骨折を伴うもの.
受傷後2～3時間以内に総合病院に入院し，全身管理を優先させる．Ⅲ度で50%以上では，しばしば致命的.

応急処置法

外傷、やけど、凍傷⑥

D．ショック症状

①手足が冷たい　②顔面蒼白　③冷汗　④吐き気，嘔吐
⑤脈拍数の増加　⑥不安，興奮

【一次性ショック】

受傷直後より1～2時間以内に起こる．多くの場合，安静にしていると受傷後2時間ぐらいでおさまり，死亡することはまれである．副交感神経の興奮状態と考えられている.

【二次性ショック】

受傷後早くて6～8時間，普通2～3日経て起こる．広範囲の受傷部から大量の体液が失われる結果とされる．　この場合は，直ちに適切な治療を施さないと死に至ることがある.

応急処置法

外傷、やけど、凍傷⑦　気道やけど

ビル火災などのときに，しばしばみられる.

火災や高温のガスを吸入したときに起こり，肺に酸素が達しないために死亡例が多い．受傷後1～2日して症状が強くなる．顔や首に受傷し，鼻毛が焼けている場合は，気道やけどを疑う.

応急処置法

外傷、やけど、凍傷⑧　やけどの応急処置

やけどの応急処置として，冷却することが最も大切です.

① 水道水で受傷部を洗い流す.

② 傷つけないように衣服をゆっくりと切るか，脱がす．指環なども外す.

③ 最低30分から2時間ぐらいまで冷却を続ける．水温は10～15℃が適温で，それ以下は望ましくない.

応急処置法

外傷、やけど、凍傷⑨　凍傷

軽度の場合は発赤と不快感があるが，数時間で回復する．中等度の場合は紫紅色となり，水疱をつくり，重症では壊死となる．

凍傷の応急処置法

- 凍った部位を，40℃に温めた湯の中に20～30分間浸す．
- 正常の温度に回復しても，その部位を高く上げ，室温で，何もくるまず，包帯もしないで安静に保たせる．
- 凍傷部を温めた湯に浸すことができない場合は，体の温かい部分（手，わき)で温める．
- 湿った衣服は脱がせる．ただし皮層に凍りついた衣服はそのままにする．
- 症状が悪化するときは速やかに医療機関を受診する．

応急処置法

電撃傷

電流の種類と危険性　直流 << 交流

高周波および高圧交流は，低周波および低圧交流より危険度は低い．しかし，３Ｖのような低圧直流でもやけどを生じた例もある．

※高電圧よりも大電流の方が怖い。

応急処置法

電撃傷

電撃傷の応急処置濫

救助者自身が感電しないように注意しながら，直ちに感電者を電流から解放する．

- 電源を切る．
- 柄が木製の斧で電線を切断する．
- 電流を別回路へ流す．
- 感電者を電線から乾燥した布や皮革を用いて引き離す．

もしも脈が止まっているときは，　にぎりこぶしで胸骨中央部を20～30cmの高さから，強く1,2回たたく．効果がなければ，直ちに心臓マッサージなどの救急処置を行う．

応急処置法

応急処置法（放射線被ばく）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

放射線被ばく①　計画外の被ばく時の一般的対応

応急処置法

放射線による計画外の被ばくが認められるもしくは疑われる場合

症状の有無に関係なく直ちに放射線取扱主任者に報告をする．その後，関係機関に連絡をし，医療機関の受診等を含めて相談することが重要である．

X線による計画外の被ばくが疑われる場合

エックス線作業主任者または装置の管理責任者に報告するとともに，直ちに労働監督基準所に報告し，放射線の場合と同様に医療機関の受診等を含めて相談をする．

放射線被ばく②　計画外の被ばく時の一般的対応

応急処置法

放射線やX線による被ばく事故の現場に居合わせた場合の対処として，放射線源から身体を遠ざけることが重要である．

① まずはその場から離れ，遮へい物の後ろ等に避難をする．

② 非密封RI(非密封放射性同位元素）を使用していない場合は，汚染の可能性はないと考えられるため，安全な場所へ退避することを最優先とする

③ 個人線量計等で被ばく量を測定した場合は，すぐに被ばく量を特定する

④ 症状の有無に関わらず，放射線取扱主任者やエックス線作業主任者に相談をし，医療機関に行く．

放射線被ばく③　計画外の被ばく時の一般的対応

応急処置法

非密封RI使用時における被ばく時の対応

非密封RIを使用時には，放射性物質によって身体および周囲が汚染されている可能性を考えなければならない．汚染はできるだけ管理区域外に拡大させないように，除染を考える必要がある．

① 救命活動を最優先とし，余裕があれば汚染検査を行う．

② 汚染している可能性が高い場合は，サーベイメータ等を用いて汚染している箇所の特定を行う．

③ 汚染個所の特定ができたら，除染を行う．

④ 万一，放射性物質を体内に取り込んだ場合には，嘔吐をさせ，胃の洗浄等を行う．その後，直ちに健康診断を受診する．

放射線被ばく④　緊急時の対応

応急処置法

放射性同位元素使用施設および放射線施設における主な異常を下に挙げる．

① 火災　② 地震　③ 汚染　④ 被ばく
⑤ 線源の所在不明　⑥ 線源の盗取　⑦ 未登録線源の発見

③から⑦までは放射性同位元素使用施設及び放射線施設特有の問題。「火災」と「地震」に伴って③から⑥が同時に起こり得る．

④から⑦までが起こった際には，直ちに放射線取扱主任者，または放射線安全管理室等へ届出る．

③の「汚染」が見つかった場合，　自分が汚染されたのか，汚染された場所を見つけたのか，どの程度の汚染なのか，などにより対応は異なってくるが，何事においても放射線取扱主任者や管理室へ連絡し助言を求めることである．

放射線被ばく⑤　緊急連絡網の整備

緊急連絡網は，管理区域の出入り口や電話付近の要所に掲示してあるので必ず目を通しておき，すぐに連絡が取れるようにしておく．

それ以外にも救急用具，担架，マスク，メガホン，消火器等の位置の確認をしておく．

緊急時に使う連絡網や用具は，用意しただけでは何の役にも立たないため，年に数回施設で行われる防災訓練などに参加して，実際の使い方を予め知っておく．それが万一の事態が起こったときにパニックにならずに行動できるコツである．

応急処置法

心肺蘇生法

呼吸が止まり，心臓も動いていないと思われる人に対して行う救命のため応急処置．心臓マッサージ，人工呼吸を行う．

万が一の事態の際、友達や同僚(場合によっては家族)の命を救うことにつながるこの心肺蘇生法は，知識として知るだけではなく体得する必要がある．このため地元の消防局・消防本部等が実施する普通救命講習などに参加して，自分自身の体で覚えなければならない．

なお救命講習の内容は，新たな知見などにより定期的な見直しが行われ，救命の手法や手順などが変更されることがあるので，一度受講したからと安心せず，数年ごとに受講をくり返すのが望ましい．

応急処置法

心肺蘇生法（最初の対応）

A.意識の有無の確認

目の前に意識を失って倒れた状態の人を発見したら

① その人の肩を軽くたたきながら「大丈夫ですか？」などと声をかけて意識の有無を確認する．

② 呼びかけなどに対して目を開けたり，なんらかの反応があれば「意識あり」，　なにも反応がなければ「意識なし」と判断する．

③ 頭や首にケガがある場合やその疑いがあるときは，体をゆすったり首を動かしてはならない．

④ 意識があれば，傷病者と会話をしながら，必要な応急処置を行う．

もし，反応がない場合や判断に迷う場合は，大声で助けを求めて人を集める．可能であれば2名に声を掛けて,それぞれに119番通報とAED搬送を依頼する．

応急処置法

心肺蘇生法（最初の対応）

B.呼吸の有無の確認

次に倒れている人の呼吸の有無を確認する．

現在は胸部や腹部の動きを観察することが推奨されている．口や鼻に近づいて確認する方法もあるが，傷病者が嘔吐や吐血をしているときは感染症の心配があるので，救助者が体内に嘔吐物や血液を取り込まないように注意する．特に救助者がケガをしている場合は，その傷口からウィルス等が体内へ侵入することがあるので要注意である．

確認の結果，呼吸がある場合は，気道を確保しつつ様子を見ながら，必要な応急処置をして救急隊の到着を待てばよい．呼吸がない場合やその判断に自信が持てない場合はAEDが到着するまでの間，次項に示す「心臓マッサージ」と，救命講習会等での経験がある場合は「人工呼吸」をくり返して実施する．

心肺蘇生法（心臓マッサージ(胸骨圧迫法））

下図のように傷病者を仰向けに寝かせ，胸の横に位置する．

胸のほぼ中央部に救助者の片方の手の付け根を置く．

そこに他方の手に重ね，肘をまっすぐに伸ばし体重をかけ，手のひらの付け根で傷病者の胸を30回圧迫する．圧迫の深さは約5cmで胸が沈むまで．圧迫は1分間に100～120回のテンポで行う．

図4.2　胸骨圧迫法

心肺蘇生法（人工呼吸）

最近は，人工呼吸の実施がためらわれる場合は，実施しなくてもよいとされる．

これは人工呼吸の実施をためらっている間に心臓マッサージも人工呼吸も中断してしまい，救命への影響が大きいためである．

倒れた直後の傷病者の血液中にはある程度の酸素が残存しているため，救命対応が止まってしまうよりは，心臓マッサージを継続してこの血液循環を補助する方が救命効果を期待できる，という考え方にもとづいている．

訓練等で経験のある救助者であったり，傷病者が近親者などでためらいなく実施できる場合は，救急隊員が到着するまで，胸骨圧迫30回に対して人工呼吸2回の割合でくり返して続ける．　そうでない場合は，胸骨圧迫30回と呼吸確認をくり返して実施する．

心肺蘇生法

A.気道確保と呼吸確認

片手を額に当て，もう一方の手の人差し指をあご先に当て，これを持ち上げ，気道を確保する．

気道を確保した状態で，傷病者の胸腹部を注視して胸や腹部の上下の動きを見たり，頬を傷病者の口・鼻に近づけて呼吸の音を確認したり，　自分の頬に傷病者の吐く息を感じ取る．この確認を10秒以内で行う．

心肺蘇生法

B.人工呼吸の方法

呼吸がなければ人工呼吸を開始する．気道を確保したまま，口を大きく開けて傷病者の口と鼻を覆い，空気が漏れないように息をゆっくり2回吹き込む．もし同時に覆えないときは，口を閉じた状態で口対鼻人工呼吸でもよい．

① 吹き込んだときにスムーズに吹き込みができなかった場合は，もう一度首をもどして，気道確保をやり直し，息を吹き込む．

② 口対口鼻人工呼吸をすることに抵抗がある場合は，ハンカチを傷病者の口鼻に置いて行ってもかまわない．また携帯できる簡易型の人工呼吸用マスクがある便利である．

③ もし傷病者に傷や出血がある場合や，救助者の皮層や口のまわりに傷がある場合は，口対口鼻人工呼吸を行わず，心臓マッサージのみでもよい．

心肺蘇生法（自動体外式除細動器(AED)）

AEDとは，心臓に対して電気ショックを与える医療機器であるが，心電図の解析機能を持ち，電気ショックが必要か否かを判断する機能も有した機器である．

心疾患のうち，不整脈が発生し，心臓の心室が小刻みに震えて全身に血液を送ることができない状態になったものを「心室細動」という．

心臓がけいれんしポンプとしての役割が果たせなくなると，助かるチャンスは1分経過するごとに約10%ずつ失われ，10分後にはほとんどの人が死に至る．

この心室細動を正常な状態に戻す方法が「除細動」(心臓への電気ショック)であり，AEDは除細動が必要かを判断し，救命の手順を音声で指示する．

AED設置の箇所を確認し，講習を受けるなどして，緊急時にすぐに使用できるように準備しておくことが望ましい．

応急処置法

災害対策（火災対策）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

火災対策

化学実験には多くの災害が伴うが，最もよく起こるのは火災である．防火についてはそれぞれ対策が練られ，指示が出されているので，それに従って行動しなければいけない．しかし各人もまた防火対策を立てる必要がある．

.

火災対策（平常時の注意事項）

① 防災設備を定期的に点検する．
- i. 消火器（消火栓，消火器，消火砂など），防護用具（防毒マスク，空気呼吸器，防護服等），非常用器具（非常はしご，救命袋等）
- ii. 防火扉，非常口，非常階段，廊下，ベランダ(障害物をなくす)
- iii. 加熱器具，電気配線， ガス配管

② 室内の可燃物質を最小限にし，保管場所は火気から遠ざける．

③ 火気を扱う実験をするときには，次の事項を点検する．
- i. 火気の近くに引火性物質を置かない．
- ii. 特に引火しやすい実験では,引火したときにとるべき動作を考える(ガス栓や電源をどこで切るか，消火器はどこにあるか)．
- iii. 出火時の逃げ道を片づけておく （他人が火を出すこともある．室内のどこで火災が起こっても逃げられるように常に準備をしておく）． また，非常時に備え，実験室内の通路幅を80cm,廊下の通路幅を120cm確保しておく．
- iv. 使用後の火の後始末を一度たりとも忘れない（実験台が過熱されて炭化し，帰宅後に発火することもある)．

災害対策

保護具

図5.1　おもな保護具

表 5.1　主な保護具の使い方

災害対策

保護具

表 5.1　主な保護具の使い方

種　類	用　途
防じんマスク	重金属粉，ケイ酸塩などの粉じんを扱うときに用いる．
保護面	金属の切削，破砕時や，薬液の飛散のおそれがあるときに用いる．
ゴム手袋	耐酸用(ゴム)，耐溶剤用がある(ブチルゴムが耐用範囲が広い)．
防毒マスク	吸収缶で毒ガスを除去する．ガスによって吸収缶を選ぶ（O_2 濃度が必ず 18 %ある環境で使用）．
送気マスク	外部から新鮮な空気を送る防毒マスク．
空気呼吸器	圧縮空気ボンベを備えたマスク内を陽圧にするプレッシャデンド型呼吸器は，有毒ガス，火災，酸欠などに対応可能．
防護服	皮膚吸収のおそれのある毒物を扱うときに用いる．

災害対策

火災対策（火災時の注意事項）

火を出したとき，以下の順序で対処する．

(1)「火事だ」と周囲の者に知らせる．
(2) 火元を切る(ガスのコック，電気のスイッチ)．
(3) 周囲の可燃物をあわてずに移す．
(4) 消火をする(消火は冷静な他人にまかせるほうがよい)．

消火は次の順序で適切に行う(有機溶剤の場合)

全量燃焼 → 炭酸ガス消火器 → 粉末消火器 → 強化液消火器（機械泡消火器）→ 撒水

- 少量の溶剤が燃えたときは，ほかの物に引火しないようにして全量燃やしてもよいが，一般に炭酸ガス消火器を用いるのが最もよい．後始末が簡単で，何度でも使える．
- 容器の外に火が広がったときは大型の粉末消火器がよい．
- 机や戸棚が燃え出したら，強化液消火器を使うかホースで撒水する．

災害対策

火災対策（火災時の注意事項）

- 衣服に火が着いたら， あわてずに人を呼んで消してもらうか，廊下に出て床に転がって消す． あるいは，室内や廊下の緊急シャワーを利用する．

③ ナイロン， テトロンなどの合繊または混紡の衣類は，火熱によって溶融して皮膚に密着し，大事に至る場合がある．肌に接する衣類は，木綿または羊毛ものが望ましい．

④ ドラフト内の火災は，有毒ガス，煙の発生を伴うなどの特殊な場合を除き，原則として換気を止めて消火する．換気を止めたほうが消火の効果はよく， また上方への延焼が防止できる．

災害対策

火災対策（火災時の注意事項）

⑤ 可燃性ガスボンベからガスが噴出発火した場合には， まず周囲の可燃物を除去してから，注水，消火する．ガスが噴出した場合には， まずガス栓を止めて電源を切って発火源を断ち，次に窓をあけて室内の換気をよくする．できれば，ボンベを窓の近くに移すとよい．

⑥ 有毒ガス発生や，煙が多量発生するおそれがある場合には，防毒マスクや空気呼吸器などの防護用具を着用し，できるだけ風上側から消火する．
※防毒マスクを過信してはいけない．

災害対策

火災対策（避難・連絡法）

① 火災の大きさ，有毒ガスや煙の発生などの状況によって，素人の手に負えないと判断された場合や天井に炎が達し延焼し始めた場合には，速やかに屋外に退避する．

② 退避にあたっては，電源，ガス源などを断ち，危険物などの処理をできるだけすること． また，逃げ遅れた者がいないか確認すること．

③ エレベーターを使用して退避してはいけない．

④ 退避後，速やかに定められた指示に従って連絡をとる．火災の種類，規模など的確に連絡しなければいけない．

⑤ けが人がいれば応急手当を施し，一刻も早く医師，病院に連絡する．

火災対策（防火訓練）

防火訓練は定例の総合訓練のほかに，年に1～2度は各部屋ごとの訓練を行うことが望ましい．特に，新人が配属された時期に行うと効果的である．

① 火災の種類，大小によって適切な消火法がとれるようにする．

② 消火器の種類，使用区分，取扱法，置き場所および屋内消火栓の使用方法などを心得，有効適切な消火が行えるようにする．

③ 退避，連絡，救急が速やかに行えるようにする．

火災対策（消火器）

消火器は火災の程度燃焼物の種類，周囲の状況によって適切なものを使用しなければならない．

A.炭酸ガス消火器(CO_2消火器)

有機溶剤の引火や電気による火災の初期に有効で，消火後の被害も少ない．ただし酸化性物質や自己反応性物質には効果がない．

①安全栓を抜き，左手でレバーを，右手でノズル部をもつ．

②ホーンを火点のそばにできるだけ近づけてレバーを引く．

B.粉末消火器

小火災から大火災にも用いる．使用により，精密機器は重大な支障をきたすおそれがある．車輪付きの大型も用いられる．

① ホースを外してノズルを火点に向け，安全栓を抜きレバーを強く握ると噴射する．

② 使用後は残圧を放出したのち，加圧用CO_2ガス容器と薬剤を交換する．

火災対策（消火器）

C.機械泡消火器，強化液消火器

禁水物が存在しないことを確認して使用する．使用後，電気装置は十分に水洗して，修理に出すこと．

① ホースを持ち，ノズルを火点に向け，安全栓を抜きレバーを握ると噴射する．

② 一度放射すれば直ちに薬剤の詰替をする．試し放射はしない．

火災対策（消火器）

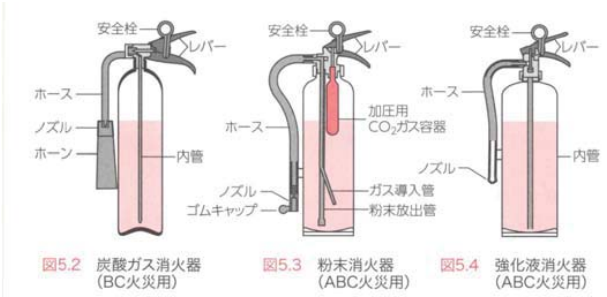


図5.2 炭酸ガス消火器（BC火災用）　図5.3 粉末消火器（ABC火災用）　図5.4 強化液消火器（ABC火災用）

災害対策

災害対策（地震対策）

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

地震対策

不意に襲ってくる地震といえども，日頃から防災訓練を重ね，その対策を確立しておくと，被害をそれだけ軽くすることができる．

災害対策

地震対策

大きな地震が発生したら

① まず自分自身の安全を確保する．避難する経路や身を隠すことを考える。薬品棚の近くにいたら，一歩でもそこから離れる．

② 可能であれば，火の始末，ガス元栓やボンベ容器弁の閉止，工作機器等の停止など行う（あくまでも自分の身の安全確保が最優先）．

③ 地震の揺れがおさまったら，火の始末などを行い，電気機器を停止させる．もしすでに停電していたら，部屋のブレーカーを落とす。電気が復旧したときに電気機器が勝手に稼動して火災や事故とならないようにする．

災害対策

地震対策

④ 床に大量の引火性薬品がこぼれたり，可燃性ガスが漏洩したりしている場合は，自分の身を危険にさらさない範囲で窓や扉を開け，室内に充満しないように努める．対応が無理だと判断したら，大きな声で周辺の人々に状況を伝え，一刻も早く建物外へ避難する．

⑤ 火災が発生したら，身の安全を確保しながら初期消火を行う．大規模災害が発生すると，消防などは甚大な被害が発生した地域で優先的に活動するため，大学などの研究機関にはほとんど来ない．自分たちで初期消火に努める．

⑥ 初期消火に失敗したり，有毒ガスが発生したりするなどの危険が迫ってきたら，その場での対応を打ち切って避難する．このとき，その部屋の扉や建物内の防火扉もできるだけ閉じること．

地震対策（実験室）

多くの薬品とボンベを使用する化学実験室は，できるだけ建物の下のほうの階に配置する．精密測定装置をもつ実験室も同じ．

化学実験室は大部屋よりも，密閉室となる小部屋のほうが望ましい．しかし，安全な足場となりうる空間を確保しておくことも忘れてはならない．また退避路は建物の外側に設ける．

特に薬品倉庫やボンベ置場などは，独立した平屋建て内に設置すべきである．

地震に火災はつきもの

部屋の間仕切はセッコウボードではなく，コンクリートに，ドアは鉄製にするのがよく，ガラス部分とか上部の欄間をつくらない．

普段から室内の整理整頓と，地震発生時にはどの場所で揺れが収まるのを待つかをイメージし，備えておく必要がある．

地震対策（ボンベ）

- ボンベスタンドで固定する．有毒可燃性,支燃性ガスボンベはシリンダーキャビネットに収容する．
- 鎖で固定する場合は，頭部に近い1カ所だけでなく，下部も鎖で固定する．鎖はコンクリート壁に埋め込んだ留め金につなぎ，ボンベと壁との間に遊びがないように密着させてしばる．数本のボンベをまとめて固定せずに，1本ずつ強く固定する．
- ガスクロマトグラフにボンベを接続する場合，両者が同時にずり落ちないように固定する．
- 使用中でないボンベには，必ずキャップをかぶせ，ボンベスタンドに固定しておく．
- 事故によって倒れたボンベは，一見，無事そうであっても，どこかが破損している可能性があるので，事故後に再検査する．

地震対策（薬品棚）

- ロック機構を備えたスチール棚に保管するのが望ましい．上下に重ねず，一体式の棚を使用する．薬品棚は壁に密着させ，なげしなどを利用してがん丈に固定する．
- やむを得ず実験台上に薬品棚を設置する場合は，上部に橋を渡して各実験台の薬品棚を相互に連絡するとか，フレームでしっかりと固定する．
- 戸は必ず設け，それも観音開きではなく，引き戸にする．
- 各棚には，薬品瓶の転倒を防ぐために，棚の前面下部に数cm幅の木かパイプ製の棧をつける．

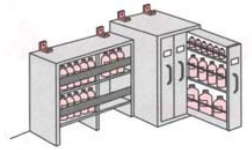


図5.5 薬品棚と薬品キャビネットの一例

地震対策（薬品）

- ビンどうしの間にはパッキングとかポリエチレン容器をつめ，すき間の生じないようにする．金属アルカリ，有機金属黄リンなど自然発火しやすい薬品の入ったビンは，仕切りのある容器に保管するか，砂を入れたステンレス製箱内に収め，金庫内に貯蔵する．
- 薬品類は，必要最小量を購入し，重いものほど薬品棚の下に置く．万一破損して，それらが混合した場合にも危険な化学反応を起こさないように，分類・分離して保管する．使用後の薬品瓶は，実験台上に放置せず元の棚に返しておく．
  特にドラフト内に危険薬品を置き去りにしてはならない．
- 廃液といえども危険物に変わりありません．
  薬品類と同じ取扱いをする必要がある．容器の蓋や栓は使用時以外閉めること

地震対策（ガラス器具と試料）

- 蒸留など使用中のガラス器具は，　しっかりと実験台あるいは建物に固定したフレームに組み込まなければならない．
- 棚に保管しておく場合も，薬品の場合と同様に，　引き戸のある棚に入れ，すき間のないようにパッキングしておく．
- 棚板と戸との間にスペースがないように，幅広い棚板を用いる．
- 薬品棚と同じく，使用後は必ず引き戸を閉めておく．

地震対策（測定機器 ）

- 機器類は滑りやすいコンクリート台上に直接置かず，　ゴムマットを敷く か，支持部の足にゴムをかぶせておく．
- あるいは固定台の周囲を少し高くするか，滑落防止具をつける．
- 精密機器の場合は，地震後に再検査する必要がある．地震のときは重い物ほどよく動く．　キャスター付の機器は，地震時に暴走し 人身事案の原因となるので，ブレーキをかける等の措置が必要である．

地震対策（消火）

- 強い地震の場合には，床上に薬品が流出し，落下物が散乱しているため，通常の化学実験室内の火災の場合より消火ははるかに困難である．したがって普段からの心構えと適切な整理・整頓が重要である．
- 強い地震が発生すると，停電・断水となるので，電源が自動的にバッテリーに切り替わる装置にしておくことが望ましい．
- 消火器は粉末，機械泡，強化液消火器がよい．
- 散乱した落下物は，消火作業の障害となる．そのために書棚，ファイリングキャビネット，ロッカー類などは，壁に密着してしっかりと固定する．
- 隣室どうしが壁をはさんで書架を固定するのもよい．またこれらを廊下に置かず，またそれらの上に物体を高く積み上げないことも重要である．

地震対策（退避場所の設置）

- 地震時の退避場所を設けて周知させておくことが必要である．実験室内では入口に近い場所に，また同じ階層の者には階段に近い場所に，さらに建物ごとに出入口の近くの場所に退避集結する場所を設けて，揺れの少ないときに，逐次退避場所をたどって退避できるようにする．退避場所には転倒したり落下するもののないようにしておき，消火器や防護具もそこに設置しておくとよい．

地震対策（退避訓練）

- 地震で実験室から退避するときは，最小限，火災が起こらないだけの処置をすべきである．　自分が使っているガスと電気を切り，高温体および可燃物を処置したのち，定められた退避路を通って安全な地帯に集結する．平素より訓練しておくことが必要である．

化学薬品と法規の関係性

～危険な物質　有害な物質～

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- 毒物及び劇物取締法
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- 毒物及び劇物取締法
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

化学薬品のメリット・デメリット

- 化学薬品は、私たちの命を守り、豊かな生活を支えている！
  - 医薬品、医療器具、サプリメント、食品添加物　など
  - 化粧品、芳香剤、包装材料、電子部品　など
- 化学薬品は、私たちの命や健康、財産を奪う可能性もある！
  - 毒性を持っているもの
  - 発がん性を持っているもの
  - 引火しやすいもの
  - 爆発しやすいもの

→ 安全に使うために
ルールを決めている（法規制）

ベイルート港湾爆発事故

大量の硝酸アンモニウムへの引火による爆発

危険な物質と有害な物質の区分と関連法令

分　類		特　徴	関連法令
危険な物質	危険物	引火，起爆しやすく，火災，爆発を起こすおそれがある液体や固体.	消防法，火薬類取締法 労働安全衛生法
	高圧ガス	加圧，液化などして取り扱われ，急激な体積膨張のおそれのある気体. 火災，爆発，または中毒，酸欠を起こすおそれがあるもの.	高圧ガス保安法， 労働安全衛生法
有害な物質	有害物質	強い毒性があって急性中毒を示すものから，弱い毒性ながら，長期にわたり摂取し続けると健康障害を起こすおそれがあるものまで，広く人の健康に有害なもの.	毒物及び劇物取締法， 労働安全衛生法関係諸規則， 労働基準法， 医薬品医薬機器等法
	環境汚染物質	環境に排出すると，人の健康や生態系に著しい影響を与えるおそれがあるもの.	公害環境関連法令

危険な物質と有害な物質の区分と関連法令

分　類		特　徴	関連法令
危険な物質	危険物	引火，起爆しやすく，火災，爆発を起こすおそれがある液体や固体.	消防法，火薬類取締法 労働安全衛生法
	高圧ガス	加圧，液化などして取り扱われ，急激な体積膨張のおそれのある気体. 火災，爆発，または中毒，酸欠を起こすおそれがあるもの.	高圧ガス保安法， 労働安全衛生法
有害な物質	有害物質	強い毒性があって急性中毒を示すものから，弱い毒性ながら，長期にわたり摂取し続けると健康障害を起こすおそれがあるものまで，広く人の健康に有害なもの.	毒物及び劇物取締法， 労働安全衛生法関係諸規則， 労働基準法， 医薬品医薬機器等法
	環境汚染物質	環境に排出すると，人の健康や生態系に著しい影響を与えるおそれがあるもの.	公害環境関連法令

安全データシートとは

- 有害性の恐れのある化学物質の性状や取り扱いに関する情報をまとめたもの
- SDS（Safety Data Sheet）と呼ばれる。（旧 MSDS）
- 交付義務のある化学物質
  - 労働安全衛生法の文書等交付義務のある物質
  - 化学物質管理促進法の第一種指定化学物質および第二種指定化学物質
  - 毒物及び劇物取締法の毒物および劇物

安全データシートには

- 記載項目
  - 化学品及び会社情報
  - 危険有害性の要約
  - 組成及び成分情報
  - 応急措置
  - 火災時の措置
  - 漏出時の措置
  - 取扱い及び保管上の注意
  - 暴露防止及び保護措置
  - 物理的及び化学的性質
  - 安定性及び反応性
  - 有害性情報
  - 環境影響情報
  - 廃棄上の注意
  - 輸送上の注意
  - 適用法令
  - その他の情報

安全データシートには

- 記載項目
  - 化学品及び会社情報
  - 危険有害性の要約
  - 組成及び成分情報
  - 応急措置
  - 火災時の措置
  - 漏出時の措置
  - 取扱い及び保管上の注意
  - 暴露防止及び保護措置
  - 物理的及び化学的性質
  - 安定性及び反応性
  - 有害性情報
  - 環境影響情報
  - 廃棄上の注意
  - 輸送上の注意
  - 適用法令
  - その他の情報

安全データシートの実例1

★塩酸

応急処置

吸入した場合：直ちに新鮮な空気の場所に移し、鼻をかませ、うがいをさせる。
必要に応じて、医師の処置を受ける。

皮膚に付着した場合：直ちに付着部を多量の水で十分に洗い流す。

目に入った場合：直ちに流水で15分間以上洗い流し、眼科医の処置を受ける。

飲み込んだ場合：水で口の中を洗浄し、コップ1～2杯の水または牛乳を飲ませる。
直ちに医師の処置を受ける。無理にはかせてはならない。

安全データシートの実例2

★エタノール

適用法令

消防法：危険物第4類引火性液体アルコール類水溶性液体

化学物質管理促進法：非該当

毒物及び劇物取締法：非該当

労働安全衛生法：施行令第18条名称等を表示すべき危険物及び有害物
施行令第18条の2 名称等を通知すべき危険物及び有害物
施行令別表第1危険物（引火性の物）

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- 毒物及び劇物取締法
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

消防法と危険物

- 消防法の目的
  - 火災を予防、警戒、鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護
  - 火災又は地震等の災害による被害を軽減
  - 災害等による傷病者の搬送を適切に行う
  - 安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資する
- 危険物の定義
  - 火災発生の危険性が大きいもの
  - 火災拡大の危険性が大きいもの
  - 消火の困難性が高いもの

消防法による危険物の分類

危険物分類	特　　徴	物質の例
第１類 酸化性固体	酸素を出して可燃物と反応し，火災，爆発を起こす固体	塩素酸塩類，過酸化ナトリウムなど
第２類 可燃性固体	低温で引火，着火しやすい固体	赤リン，金属粉など
第３類 自然発火性物質及び禁水性物質	空気または水と反応して発火する物質	水素化リチウム，金属ナトリウムなど
第４類 引火性液体	引火しやすい液体	エーテル，ガソリン，灯油など
第５類 自己反応性物質	熱や衝撃で着火，燃焼，爆発を起こす物質	硝酸エステル，過酢酸など
第６類 酸化性液体	可燃物と反応して，その燃焼を促進する液体	過塩素酸，過酸化水素，フッ化塩素など

第１類　酸化性固体

- 危険性
  - 酸化されやすい物質（可燃物、金属粉など）と混合、加熱すると発火し、激しく燃焼する固体の酸化剤
- 取扱い
  - 火気や熱源から遠ざけ、衝撃を与えない
  - 密栓をして、冷暗所に保管
  - 酸化されやすい物質との混合、酸や水との接触を避ける
- 消火法
  - 大量の水で冷却消火
  - アルカリ金属の過酸化物は粉末消火器

第２類　可燃性固体

- 危険性
  - 低温で引火しやすく、引火すると激しく燃焼する固体
  - 自然発火、爆発、有毒ガス発生
- 取扱い
  - 火気や熱源から遠ざける
  - 冷暗所の保管
  - 酸化性物質と接触させない
- 消火法
  - 注水消火（少量の場合は二酸化炭素消火器も可）
  - 水と接触すると発火・有毒ガスや可燃性ガス発生するものには粉末消火器

第３類　自然発火性物質及び禁水性物質

- 危険性
  - 空気にさらされると自然発火
  - 水と接触すると発火して可燃性ガスを発生
- 取扱い
  - 自然発火性物質：空気に触れないよう密封、可燃物から離して保管
  - 禁水性物質：水に触れないよう密封、乾燥した冷暗所に保管
- 消火法
  - 注水、水系消火器は厳禁
  - 乾燥砂、金属専用消火器、粉末消火器（炭酸水素塩類のもの）

第４類　引火性液体

- 危険性
  - 引火性のある液体
- 取扱い
  - なるべく小分けにして保管
  - 通風が良く、火気から離れた場所に保管
  - 蒸気の漏れに注意
- 消火法
  - 初期：窒息消火
  - 少量の引火：二酸化炭素消火器、粉末消火器
  - 火災拡大：泡消火器、強化液消火器

第５類　自己反応性物質

- 危険性
  - 加熱・衝撃・摩擦・光などで自己反応を起こし、
    発熱して爆発的に反応が進む物質
- 取扱い
  - 火気より遠ざけ、衝撃、摩擦を避ける
  - 通風の良い冷暗所に保管
- 消火法
  - 大量の注水、泡消火器
  - 火勢が衰えない時は爆発の危険性があるので退避時期を見極める

第６類　酸化性液体

- 危険性
  - 単独では不燃性液体であるが、可燃物・還元性物質・金属粉などと激しく反応し、発火や爆発等を起こす危険性がある物質
- 取扱い
  - 耐酸性容器に入れる
  - 火気や直射日光を避ける
  - 可燃物、水、有機物との接触を避ける。
- 消火法
  - 大量の水

危険物の貯蔵

- 指定数量：危険物の危険性を勘案して政令で定める数量
  - 指定数量が小さい：危険な物質
  - 指定数量が大きい：比較的危険性が小さい物質
- 指定数量以上の危険物の貯蔵や取扱いは禁止
- 同じ場所で複数の危険物を貯蔵・取扱う場合：下式の値が１以下

$$\frac{\text{Aの貯蔵量}}{\text{Aの指定数量}} + \frac{\text{Bの貯蔵量}}{\text{Bの指定数量}} + \frac{\text{Cの貯蔵量}}{\text{Cの指定数量}} = \text{指定数量の倍数}$$

- 上式の値が１防火区画当たり0.2以上の貯蔵・取扱いが規制（自治体の条例）

危険物以外の量的規制

- 指定可燃物
  - 火災発生時に、火災が拡大しやすく、消火活動が著しく困難となるもの
  - わら類、かんなくず、ぼろ、糸類、木材加工品・・・
  - 可燃性固体類、石炭・木炭類、可燃性液体、合成樹脂類・・・
- 消防活動阻害物質
  - 火災発生時や物質漏えい時に、重大な被害を生ずる恐れがあるもの
  - 圧縮アセチレンガス、無水硫酸、液化石油ガス、生石灰
  - 毒物（シアン化水素　等）
  - 劇物（アンモニア、塩化水素、硫酸を含有する物質　等）

危険物の混触危険性

	第1類	第2類	第3類	第4類	第5類	第6類
第1類		×	×	×	×	○
第2類	×		×	○	○	×
第3類	×	×		○	×	×
第4類	×	○	○		○	×
第5類	×	○	×	○		×
第6類	○	×	×	×	×	

- 輸送の際、危険物は高圧ガスとの混載も禁止

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- 毒物及び劇物取締法
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

労働安全衛生法とは

- 目的
  - 労働災害の防止
  - 職場における労働者の安全と健康の確保
  - 快適な職場環境の形成
- 概要
  - 事業場における安全衛生管理体制の確立
  - 事業場における労働災害防止のための具体的措置
  - 国による労働災害防止計画の策定

→ 種々の関連規則が制定されており、
使用する化学物質に応じて適用される

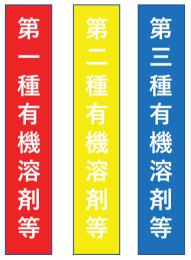
労働安全衛生法の関連規則

- 有機溶剤中毒予防規則（有機則）
- 特定化学物質障害予防規則（特化則）
- 鉛中毒予防規則
- 四アルキル鉛中毒予防規則
- 粉じん障害予防規則
- 石綿障害予防規則
- 電離放射線障害予防規則（電離則）
- 酸素欠乏症等防止規則

有機溶剤中毒予防規則（有機則）

- 対象物質
  - アセトンなどの有機溶剤（毒性の強い順に第１種～第３種の区分あり）
  - 該当有機溶剤を重量で５％含む混合物
- 対象となる場所
  - 屋内作業場
  - 船舶（船倉）、車両、タンクの内部　等
- 許容消費量
  - 第１種：Ｗ＝１／１５×Ａ
  - 第２種：Ｗ＝２／１５×Ａ
  - 第３種：Ｗ＝３／２×Ａ

Ｗ：許容消費量　Ａ：作業場の容積（床面から４ｍ以内、150 m^3を超えたら150とする）



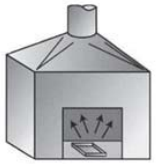
区分表示

有機溶剤中毒予防規則（有機則）

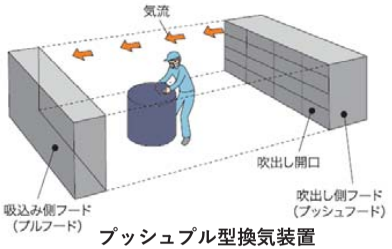
- 第１種有機溶剤
  - １，２－ジクロロエチレン（二塩化アセチレン）
  - 二硫化炭素
- 第２種有機溶剤
  - メタノール、イソプロピルアルコール
  - アセトン、トルエン、酢酸エチル
  - エチレングリコールモノエチルエーテル　など
- 第３種有機溶剤
  - ガソリン、石油エーテル　など
  - ミネラルスピリット（ミネラルシンナー、ホワイトスピリットなど）

換気装置

- 全体換気
  - プッシュプル型換気装置
- 局所換気
  - ドラフトチャンバー
  - 適正な風量：0.4 m／秒



ドラフトチャンバー



プッシュプル型換気装置

有機溶剤作業主任者

- 事業者は屋内作業場等で該当有機溶剤の製造及び取り扱い作業をする場合、有機溶剤作業主任者を選任しなければならない
- 職務
  - 作業者が有機溶剤に汚染されたり、吸引しないように作業の方法や内容を決定し、作業者を指揮する
  - 換気装置を1ヵ月ごとに点検する
  - 保護具の使用状況を監視する
  - タンク内で作業者が従事するときは必要な措置の実施を確認する
- 資格取得
  - 有機溶剤作業主任者技能講習の受講後、修了試験の合格により取得

特定化学物質障害予防規則（特化則）

- 区分
  - 第１類物質：がん等の慢性・遅発性障害を引き起こす物質のうち、特に有害性が高く労働者に重度の健康障害を生じるおそれがあるもの。（製造に厚生労働大臣の許可が必要）
  - 第２類物質：がん等の慢性・遅発性障害を引き起こす物質のうち、第1類物質に該当しないもの
  - 第３類物質：大量漏洩により急性中毒を引き起こす物質
- 特別管理物質
  - 発がん性がある物質、その疑いがある物質（第１類、第２類の多くが該当）
  - 作業記録を３０年間保管する義務

特定化学物質障害予防規則（特化則）

- 第１類物質
  - ジクロロベンジジン及びその塩
  - ジアニシジン及びその塩
  - αーナフチルアミン及びその塩
  - ベリリウム及びその化合物
  - 塩素化ビフェニル（PCB）
  - ベンゾトリクロリド
  - oートリジン及びその塩
- 第２類物質
  - 塩化ビニル
  - ナフタレン
  - クロロホルム
  - ベンゼン
  - 水銀及び無機化合物
  - ホルムアルデヒド
  - ヒ素及びその化合物
  - マゼンタ　　など

特定化学物質障害予防規則（特化則）

- 第３類物質
  - アンモニア
  - 二酸化硫黄
  - 一酸化炭素
  - フェノール
  - 塩化水素
  - ホスゲン
  - 硝酸
  - 硫酸
- 濃度について
  - 含有濃度：規制対象となる濃度（何%以上含まれていると規制対象となる）
  - 管理濃度：作業環境状態の良否を判断（管理区分を決定）するための指標

特定化学物質障害予防規則（特化則）

- 作業主任者の配置
  - 特定化学物質および四アルキル鉛等作業主任者技能講習修了者から選任
  - 特別有機溶剤作業は有機溶剤作業主任者技能講習修了者から選任
- 健康診断
  - 第１類物質、第２類物質の製造等に従事する作業者は半年ごとに特定化学物質健康診断を受診
- その他
  - 以下の物質についても作業記録の３０年間保管が義務付けられている
    1, 3-ブタジエン、1, 4-ジクロロ-2-ブテン、硫酸ジエチル、1, 3-プロパンスルトン

作業環境測定と管理区分

- 以下の該当物質を取り扱う場合、作業環境測定が義務付けられる
  - 特化則の第１類物質、第２類物質
  - 有機則の第１種有機溶剤、第２種有機溶剤
- 作業環境測定の結果に応じて、作業環境の区分けがなされる
  - 第１管理区分：作業環境管理が適切であると判断される状態
  - 第２管理区分：作業環境管理にまだ改善の余地があると判断される状態
  - 第３管理区分：作業環境管理が不適切であると判断される状態

作業環境測定と管理区分

- 以下の該当物質を取り扱う場合、作業環境測定が義務付けられる
  - 特化則の第１類物質、第２類物質
  - 有機則の第１種有機溶剤、第２種有機溶剤
- 作業環境測定の結果に応じて、作業環境の区分けがなされる
  - 第１管理区分：作業環境管理が適切であると判断される状態
  - 第２管理区分：作業環境管理にまだ改善の余地があると判断される状態
  - 第３管理区分：作業環境管理が不適切であると判断される状態

規制対象化学物質の空気中の平均濃度が管理濃度を超える状態

女性労働基準規則

- 第３管理区分となった場合、女性の就業が禁止される場合がある。
  （労働基準法の女性労働基準規則）
  - 母性（妊娠、出産、授乳機能）の保護のため
  - 対象物質：２６物質
  - 屋内作業場での全ての業務が禁止
  - タンク内、船倉内などで呼吸用保護具の使用義務がある業務が禁止

女性労働基準規則の対象物質

- 特定化学物質障害予防規則の適用を受けているもの
  - 塩素化ビフェニル
  - アクリルアミド
  - エチルベンゼン
  - エチレンイミン
  - エチレンオキシド
  - カドミウム化合物
  - クロム酸塩
  - 五酸化バナジウム
  - 水銀およびその無機化合物（硫化水銀を除く）
  - 塩化ニッケル（Ⅱ）（粉状のものに限る）
  - スチレン
  - テトラクロロエチレン
  - トリクロロエチレン
  - 砒素化合物（アルシンと砒化ガリウムを除く）
  - β－プロピオラクトン
  - ペンタクロルフェノール（ナトリウム塩を含む）
  - マンガン（化合物を除く）

女性労働基準規則の対象物質

- 鉛中毒予防規則の適用を受けているもの
  - 鉛およびその化合物
- 有機溶剤中毒予防規則の適用を受けているもの
  - エチレングリコールモノエチルエーテル
  - エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート
  - エチレングリコールモノメチルエーテル
  - N, N-ジメチルホルムアミド
  - キシレン
  - トルエン
  - 二硫化炭素
  - メタノール

その他の予防規則

- 鉛中毒予防規則
  - 規制対象物質：鉛及びその化合物
  - 鉛作業主任者技能講習の修了者から作業主任者を選任
- 石綿障害予防規則
  - 規制対象物質：石綿
  - 石綿作業主任者技能講習の修了者から作業主任者を選任
- 粉じん障害予防規則
  - 規制対象物質：土石・岩石・鉱物・金属・炭素の粉じん

その他の予防規則

- 四アルキル鉛中毒予防規則
  - 規制対象物質：
    四アルキル鉛（四メチル鉛、四エチル鉛、一メチル・三エチル鉛、
    二メチル・二エチル鉛、三メチル・一エチル鉛）
    四アルキル鉛を含有するアンチノツク剤、四アルキル鉛を含有するガソリン
  - 特定化学物質および四アルキル鉛等作業主任者技能講習修了者から選任
- 酸素欠乏症等防止規則
  - 酸欠状態：酸素が１８％未満の状態
  - 酸素欠乏危険作業主任者または酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習修了者から選任

その他の予防規則

- 電離放射線障害予防規則
  - 規制対象：アルファア線、ベータ線、ガンマ線
    重陽子線、陽子線、中性子線、電子線
    エツクス線
    放射性同位元素（放射線を放出する同位元素）
  - エツクス線作業主任者を選任
  - ガンマ線透過写真撮影作業主任者を選任
    （各作業主任者の免許の交付を受けた者以外に、
    診療放射線技師免許・原子炉主任技術者免状・
    第一種放射線取扱主任者免状の交付を受けた者が作業主任者になれる）

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- **毒物及び劇物取締法**
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

毒物及び劇物取締法とは

- 目的
  - 主として急性毒性による健康被害が発生するおそれが高い物質を指定
  - 保健衛生上の見地から必要な規制を行う
- 概要
  - 毒物劇物営業者（製造、輸入、販売）の登録制度
  - 盗難・紛失・漏洩等防止の対策
  - 譲渡手続
  - 運搬・廃棄等の基準
  - 容器・被包への表示と使用容器の制限

毒物・劇物・特定毒物とは

- 「毒物及び劇物取締法」と「毒物及び劇物指定令」によって指定
- 医薬品及び医薬部外品以外のもの
- 有毒物質の判定基準で毒物と劇物に分類

  例）経口投与の場合

  物質を投与された動物の半数が死亡する用量（半数致死量）が

  50 mg/kg以下→毒物　　50 ～ 300 mg/kg以下→劇物
- 特定毒物とは以下の者以外の者が所持することが禁止された毒物
  - 毒物劇物営業者（毒物劇物製造業・輸入業・販売業）
  - 特定毒物研究者（知事の許可を受けた者）
  - 特定毒物使用者（品目ごとに政令で指定する者）

毒物・劇物・特定毒物とは

- 毒物：１３１品目
  - ニコチン
  - 水銀
  - シアン化ナトリウム
  - ヒ素
  - など
- 劇物：４１４品目
  - アンモニア水
  - 塩酸
  - 水酸化ナトリウム
  - クロロホルム
  - 硝酸
  - メタノール
  - ヨウ素
  - 硫酸
  - など
- 特定毒物：１９品目
  - 四アルキル鉛　など

毒物・劇物の名称と指定の範囲

- 物質名のみ
  - 原体（化学的純品等）のみが対象
- ～を含有する製剤
  - 製剤であれば、濃度によらず毒劇法の対象
- ～を含有する製剤。ただし、○%以下を含有するものを除く。
  - 製剤であっても、その濃度以下であれば毒劇法の対象外
- ～。ただし、次に掲げるものを除く。
  - 原体や製剤に該当していても、各号に掲げている除外品目に該当すれば毒劇法の対象外

保管・取扱い上の注意

- 保管
  - 密栓した容器に入れ、内容物を明記して保管
  - 施錠できる薬品棚に、毒物・劇物以外の薬品と分別して保管
  - 毒物と劇物は別に保管
  - 保管庫の鍵は責任を明確にして保管、貸出簿を設置
  - 保管庫には毒劇物の表示
  - 出納簿を設け、使用の都度、記録
  - 定期的に使用量と保管量が一致するか点検
- 取扱い
  - 揮発性が高い、粉じんになりやすい物質の取扱いでは局所排気装置を使用

毒劇物表示

万が一の場合の対応

- 毒物劇物が飛散、漏洩等した場合
  - 不特定多数に保健衛生上の危害が発生するおそれがある時
  - 直ちに保健所、警察署又は消防機関に届け出る
  - 保健衛生上の危害防止のための必要な応急措置を講じる
- 毒物劇物が盗難にあった、又は紛失した場合
  - 直ちに警察署に届け出る
- 「直ちに」とは
  - 時間的即時性が強く、一切の遅れを許さない趣旨で用いられる
  - 「速やかに」「遅滞なく」よりも急迫の程度が高い
  - 遅滞により義務違反となるのが通例

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- 毒物及び劇物取締法
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

高圧ガス保安法とは

- 目的
  - 高圧ガスによる災害から、公共の安全を確保すること
  - 高圧ガスによる災害を防止するために、高圧ガスの製造・貯蔵・販売・移動・取扱・消費・容器の製造を規制すること
  - 民間事業者（各企業・研究機関等）及び高圧ガス保安協会による自主保安を推進すること

高圧ガスの定義

- 圧縮ガス
  - 常用の温度でゲージ圧力が、1MPa以上の圧縮ガス。又は温度が35℃のとき、1MPa以上となる圧縮ガス。（アセチレンガスを除く）
  - 常用の温度でゲージ圧力が、0.2MPa以上のアセチレンガス。又は温度が15℃のとき、0.2MPa以上となるアセチレンガス。
- 液化ガス
  - 常用の温度でゲージ圧力が、0.2MPa以上の液化ガス。又は圧力が0.2MPa以上となる場合の温度が35℃以下である液化ガス
  - 温度が35℃のときOPaを超える液化シアン化水素、液化ブロムメチル又は液化酸化エチレン

ガスの区分

- 可燃性ガス
  爆発下限が10%以下、または上下限の差が20%以上のガス
- 毒性ガス
  経済産業省令で指定のガス、または毒物及び劇物取締法の毒物
- 特定高圧ガス
  300m³以上の圧縮(水素,天然カス)、3000kg以上の液化(酸素、アンモニア、石油ガス)、 1000kg以上の液化塩素の6品目十特殊高圧ガス
- 特殊高圧ガス
  アルシン、ジシラン、ジボラン、セレン化水素、ホスフィン、モノゲルマン、モノシラン

ガスの区分

- 五フッ化ヒ素など
  五フッ化ヒ素、五フッ化リン、三フッ化窒素、三フッ化ホウ素、三フッ化リン、四フッ化硫黄、四フッ化ケイ素
- 液化石油ガス
  C_3とC_4の炭化水素を主成分とするガス
- 不活性ガス
  ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素
- 支燃性ガス
  酸素、空気、亜酸化窒素，塩素など

ガスの区分

- 単純窒息性ガス
  酸素、空気以外のガス高濃度で酸欠を起こすガス
- 高圧ガスボンベの色分け
  - アンモニア：白色
  - 液化塩素：黄色
  - 水素：赤色
  - 液化炭酸：緑色
  - 酸素：黒色
  - アセチレン：褐色
  - その他：灰色

危険性

- 高温にさらされると爆発のおそれがある
- さびなどの老朽化によって破裂の危険性がある（内部圧が高いため）
- 強い衝撃を与えると爆発することがある（自己分解性の高いガスの場合）
- 大きな火災や爆発の危険性がある（可燃性ガスが漏洩した場合）
- 中毒症状を引き起こし、死亡する場合がある（毒性ガスが漏洩した場合）
- 少量の漏洩や取扱いの誤りで火災や爆発のおそれがある
  （自己反応性や自己分解性のあるガスの場合）
- 温度上昇による急激な体積膨張で破裂の危険性がある（低温液化ガスの場合）

取扱い上の注意

- ボンベはなるべく小容量のものを用いる
- 使用後は速やかにボンベを業者に返却する（１年以内には業者に返却）
- ボンベの移動の際はキャップをして、専用の台車を用いる
- 当分使用しないボンベはキャップをして、所定のボンベ庫で保管する
- ボンベを設置する時は地震等で転倒しないようにきちんと固定して置く

取扱い上の注意

- ボンベを設置する時は温度が上昇する場所を避け、風通しの良い場所に置く
- バルブの開閉は静かに行う（急激に行うと摩擦熱などで発火することがある）
- 止栓時は常にガスの漏洩がないか確認する
- 可燃性ガス：漏洩と火気と可燃物に注意
- 毒性ガス：漏洩と廃ガスの処置に注意（残ガスを廃棄してはいけない）
- 変質しやすいガス・腐食性の強いガス：長期に渡って貯蔵しない

講義の内容

- 化学薬品の危険性・有害性
- 安全データシート
- 消防法
  - 危険物　第１～６類
- 労働安全衛生法
  - 各種規則
- 毒物及び劇物取締法
- 高圧ガス保安法
- 環境関連法規
  - 環境基準と排出基準

環境基本法とは

- 目的
  - 環境の保全について、基本理念を定める
  - 国、地方公共団体、事業者、国民の責務を明らかにする
  - 環境の保全に関する施策の基本となる事項を定める
  - 環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進する
  - 現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与する
  - 人類の福祉に貢献する
- 環境基準
  - 維持されることが望ましい基準（人の健康を維持する最低限度ではない）
  - 罰則規定なし

環境関連法規

- 種類
  - 大気汚染防止法
  - 水質汚濁防止法
  - 土壌汚染対策法
- 環境基本法の目標達成が目的
- 罰則も定められている
- 排出基準が設けられている

水質の環境基準

- 環境基本法に掲載
- 人の健康の保護に関する基準
  - カドミウム、六価クロム、ヒ素、フッ素、ホウ素、硝酸性窒素　など
- 生活環境の保全に関する基準
  - 河川、湖沼、海域によって、項目や基準値が異なる
  - 河川の場合：水素イオン濃度(pH)、生物化学的酸素要求量(BOD)、浮遊物質量(SS)、溶存酸素量(DO)、大腸菌群数
  - 河川以外では全窒素、全リンが追加
  - 海域ではSSの代わりにn-ヘキサン抽出物質

水質の排出基準

- 水質汚濁防止法に掲載
- 許容濃度は環境基準のおおむね１０倍
- 有害物質：２８種類
  - カドミウムなどの人の健康に被害を生ずるおそれがある物質
  - 環境基準と同じ
- 指定物質：５６種類
  - 有害物質や油を除き、公共用水域に多量に排出されることにより人の健康や生活環境に被害を生ずるおそれがある物質
  - 事故等で環境に流出した場合は届出が義務
  - ホルムアルデヒド、過酸化水素、銅及びその化合物　など

大気の環境基準

- 環境基本法に掲載
- 政策目標基準値
  - １日（24時間）一生涯に渡り摂取し続けることを想定した値
  - 二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素、光化学オキシダント、微小粒子状物質（PM2.5） など１０項目

大気の排出基準

- 大気汚染防止法に掲載
- ばい煙、粉じんの排出規制
- 特定物質
  - 人の健康または生活環境に係る被害が生ずる物質
  - アンモニア、メタノール、塩素、硫酸など28種類
  - 事故時に、応急処置を講じることと通報が義務
- 有害大気汚染物質
  - 低濃度であっても長期的な摂取により健康影響が生ずるおそれがある物質
  - アセトアルデヒド、水銀及びその化合物など248物質
  - クロロホルム、六価クロム化合物など23物質は優先取組物質に指定

大気のその他の基準

- 悪臭防止法
- 自治体ごとに特定悪臭物質濃度または臭気指数のどちらかで規制基準を設定
- 特定悪臭物質
  - アンモニア、アセトアルデヒド、酢酸エチル、トルエンなど22物質
- 臭気指数
  - 臭気判定士が臭気を感じなくなるまで試料を無臭空気で希釈した時の希釈倍率を求め、その常用対数値に10を乗じた値
  - においを人の嗅覚で測定するため、悪臭発生源の周辺住民の被害感覚と一致しやすい
  - 臭気指数を採用する自治体が増えている

土壌の基準

- 環境基準
  - 水質基準に有機リン・銅・クロロエチレンが追加、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が削除
  - 水質の排出基準のおおよそ１／１０程度の値
- 土壌汚染防止法
  - 土壌溶出量基準：環境基準と同じ値
  - 土壌含有量基準：重金属等
  - 地下水の基準

化学物質把握管理促進法（PRTR法）

- 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律
- 目的
  - 事業者に化学物質の自主的な管理の改善を促進
  - 環境保全上の支障を未然に防止
- 義務
  - 人の健康や生態系に有害であるおそれのある化学物質が事業所から環境中へ排出される量、廃棄物として事業所外へ移動する量を事業者が届け出る
- 第一種指定化学物質
  - アセトアルデヒド、クロロホルムなど462物質が指定
  - 石綿など発がん性が高い１５物質は特定第一種指定化学物質に指定

ダイオキシン類対策特別措置法

- ダイオキシン類とは
  - ポリ塩化ジベンゾフラン、ポリ塩化ジベンゾ-*p*-ジオキシン、コプラナーポリ塩化ビフェニルの総称
- 環境基準
  - 耐容１日摂取量：４ pg-TEQ以下/kg体重/日

（生涯に渡って継続的に摂取しても健康に影響を及ぼすおそれのない摂取量）
- 排ガスの排出基準
  - 0.1～5 ng-TEQ/m^3N（新設施設）、 1～10 ng-TEQ/m^3N（既存施設）
- 排水の排出基準
  - 10 pg-TEQ/L

水銀による環境の汚染の防止に関する法律

- 目的
  - 水銀等の環境への排出を抑制し、人の健康の保護及び生活環境を保全
- 水銀等とは
  - 水銀、塩化第一水銀、酸化第二水銀、硫酸第二水銀、硝酸第二水銀、硫化水銀、辰砂（硫化水銀、赤色顔料）
- 義務
  - 水銀等を各30 kg以上保有していると報告義務

化学薬品と法規の関係性

～廃棄物～

学校法人重里学園　日本分析化学専門学校

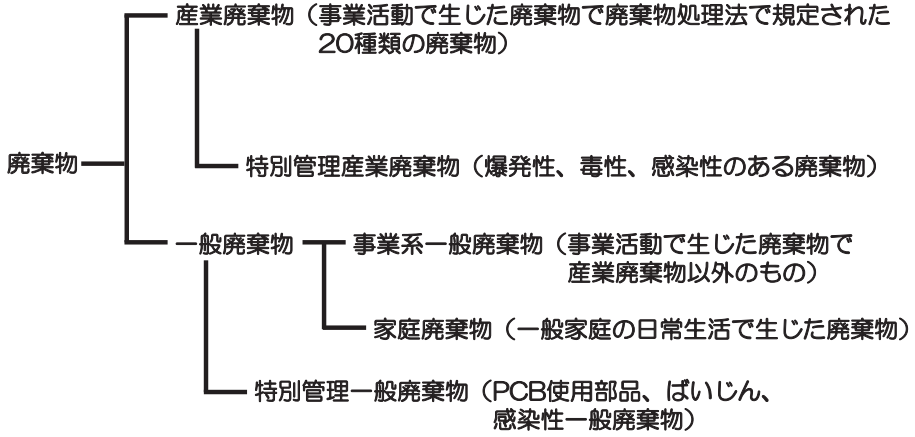
廃棄物の処理および清掃に関する法律とは

- 目的
  - 廃棄物の排出を抑制
  - 廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理
  - 生活環境を清潔にすることで、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図る
- 廃棄物
  - 占有者が自ら利用し又は他人に譲渡できないために不要になった物
- 産業廃棄物
  - 事業活動に伴つて生じた廃棄物のうち、燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物

廃棄物の処理および清掃に関する法律とは

- 特別管理産業廃棄物
  - 産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるもの
- 事業者の責務
  - 廃棄物を自らの責任において適正に処理しなければならない
  - 廃棄物の再生利用を行うことにより、その減量に努めなければならない

廃棄物の分類



廃棄物の種類

- 産業廃棄物
  - 燃え殻
  - 汚泥
  - 廃油
  - 廃酸
  - 廃アルカリ
  - 廃プラスチック
  - ゴムくず
  - 金属くず
  - ガラスくず、コンクリートくず、陶磁器くず
  - 鉱さい
  - がれき類
  - ばいじん
  - 紙くず
  - 木くず
  - 繊維くず
  - 動植物性残さ
  - 動物系固形不要物
  - 動物のふん尿
  - 動物の死体
  - 以上を処分するために処理したもの

廃棄物の種類

- 特別管理産業廃棄物
  - 引火性廃油：引火点70℃未満の廃油
  - 腐食性廃酸：pH2.0以下のもの
  - 腐食性廃アルカリ：pH12.5以上のもの
  - 感染性産業廃棄物：医療機関から生じる感染性産業廃棄物
  - 特定有害産業廃棄物：PCB廃棄物
    指定下水汚泥
    廃石綿
    汚泥・廃酸・廃アルカリ（有害物質判定基準不適合）
    廃油（廃溶剤）

産業廃棄物の委託処理契約

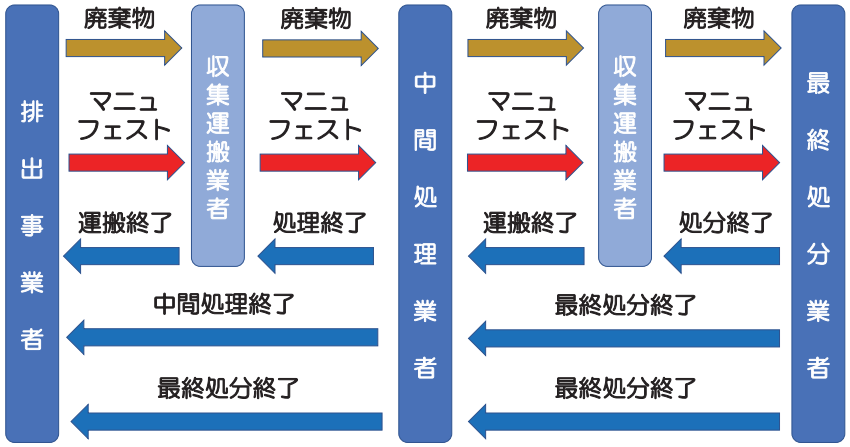
- 委託処理契約の注意点
  - 収集運搬業者と処分業者のそれぞれと委託契約を締結
  - 請負者の瑕疵で不適切な処理が発生した場合でも、排出者に原状回復の責任が及ぶ場合がある

→ マニュフェスト制度

マニュフェスト制度

- 目的
  - 排出事業者責任の明確化
  - 不適正な処理や不法投棄の未然防止
- 産業廃棄物の種類・数量・運搬業者名・処分業者名を記載したマニュフェストを作成、産業廃棄物とともにマニュフェストを渡し、処理の流れを確認

マニュフェスト制度



廃液の収集処理区分と貯留上の注意

- 水銀系廃液
  - 有機水銀系廃液は酸化分解して無機水銀に変えておく
  - 金属水銀、アマルガムは除く
- シアン系廃液
  - 酸性廃液はpH12以上にする
  - 難分解シアン錯体（黄血塩など）はシアン化合物に変えるか沈殿として除去
  - 有機シアン化合物は除去する
- 六価クロム系廃液
  - 硫酸を加えてpH3以下にしておく
  - ニクロム酸混液は10倍以上に希釈しておく

廃液の収集処理区分と貯留上の注意

- 一般重金属系廃液
  - Beおよびその化合物は除去
  - 放射性元素は除去
  - フッ化ホウ素は除去
  - 有機金属化合物は無機化しておく
  - 貯留中に沈殿ができないようにする
- 酸類廃液
  - 中和後、排水
- アルカリ類廃液
  - 中和後、排水

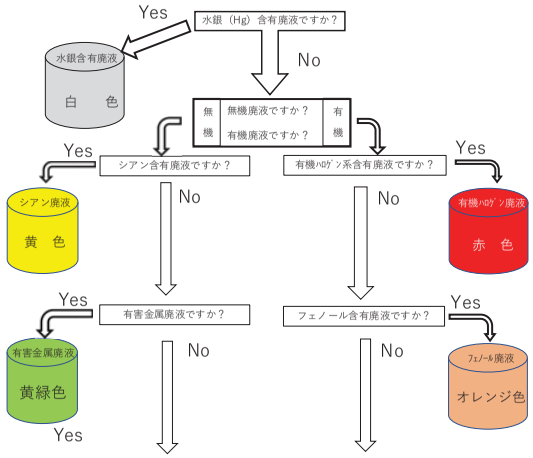
廃液の収集処理区分と貯留上の注意

- 有機溶媒廃液
  - 炭化水素系、含酸素系、含窒素系、含硫黄系に分別する
  - 引火しないように注意
  - 種類の異なる廃液を混合しないこと
  - 低沸点物は別途まとめること
- 機械油類
  - 燃料として再生できる可能性があるので分別して貯留
- 動植物油類
  - 燃料として再生できる可能性があるので分別して貯留

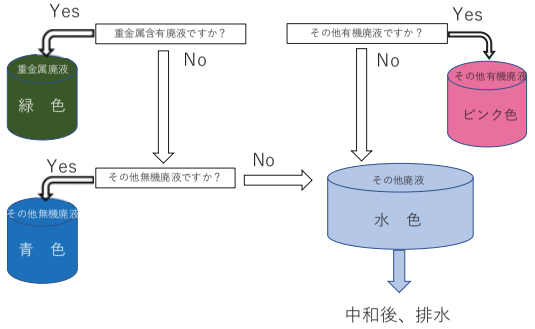
廃液の収集処理区分と貯留上の注意

- 難燃性廃液
  - 含ハロゲン系、含水に分別する
  - 含ハロゲン系廃液中の含ハロゲン化合物濃度は5%以下にしておく
  - PCBなどの有害物質は除去
- 有機含金属廃液
  - 混合することで新たにキレート化しないように注意

廃液収集のフローチャート（本校での実施例）



廃液収集のフローチャート（本校での実施例）



別途貯留・早急な処理が必要な廃液

- 悪臭を発する物質
  - 低級チオール、スルフィド、酪酸、アミン、イソシアニドなど
- 有毒ガスを発生する物質
  - シアン化合物、ホスフィン
- 引火性の強い物質
  - 二硫化炭素、エーテルなど危険物第４類特殊引火物
- 爆発性物質
  - 過酸化物、硝酸エステル、ニトログリセリン、ジアゾ化合物など
- 発がん性物質
  - ベンジジン、ベンゾピレンなど

貯留上の注意

- 貯留用の容器には処理区分名を明示する
- 容器への投入日時・投入者・成分・濃度・量を記録するノートを設置
- 器具等の洗浄廃液は原則２回目の洗浄液までを回収する
- 貯留用の容器は古いものを避け、破損、腐食しにくいものを用いる
- 貯留量は容器の２/３を限度とする
- 引火点の低い物質は１斗缶などに保管（20Lポリ容器の使用禁止）
- 廃液の投入は処理区分をよく考えてから行う
- 投入前に濃度とpHの調整、沈殿物除去、処理の障害となる物質を分解・除去
- 重金属を含む廃液は有機物質を分解・除去後、無機系廃液として処理
- 廃液を投入する時は発熱・発泡・変質などがないか確認する

貯留上の注意

- 廃液の投入は少量ずつ行う
- 不要廃試薬は廃液に混合せず、別途委託処理する
- 抽出で発生する水層も回収する
- アンモニア、硝酸などは中和しても排水してはならない
- 貯留用容器は転倒しないように設置し、床下に浸透しない場所で保管
- 貯留用容器は通路や屋外で保管しない
- 貯留用容器のふたは未使用時は閉めておく
- 貯留用容器の搬出時等は容器の劣化などによる漏れがないか確認する
- 廃液の取り扱いは十分にスペースを確保し、受け皿内で行う
- 廃液の取り扱い時には廃液の飛散、流出の防止に努める

貯留上の注意

- 廃液の取り扱い時には、万が一に備えて、吸着剤などを準備しておく
- 放射性物質を含む廃棄物は別途収集する
- 病原性細菌や遺伝子操作物など生物学的危険性を有する廃棄物は別途収集する

混合すると危険な廃液の組み合わせ

- 酸化剤と有機物
  - 酸化剤：過酸化物、、塩素酸塩、過マンガン酸カリウム、クロム酸、過酸化水素など
- 有害な揮発性酸の塩と酸
  - 有害な揮発性酸の塩：シアン化カリウム、硫化ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウムなど
- 揮発性酸と不揮発性酸
  - 揮発性酸：塩酸、フッ化水素酸など
  - 不揮発性酸：硫酸など

混合すると危険な廃液の組み合わせ

- 反応性をもつ酸とほかの酸
  - 反応性をもつ酸：濃硫酸、スルホン酸、オキシ酸、ポリリン酸など
- 有害揮発性アルカリの塩とアルカリ
  - 有害揮発性アルカリの塩：塩化アンモニウム、揮発性アミンの塩など

有毒ガスを発生する組み合わせ

- 亜硝酸塩＋酸→亜硝酸ガス
- アジド＋酸→アジ化水素
- シアン化合物＋酸→シアン化水素
- 次亜塩素酸塩＋酸→塩素、次亜塩素酸
- 硝酸＋銅などの金属→亜硝酸ガス
- 亜硫酸塩＋硫酸→亜硫酸ガス
- セレン化合物＋還元剤→セレン化水素
- テルル化合物＋還元剤→テルル化水素
- ヒ素化合物＋還元剤→ヒ化水素
- 硫化物＋酸→硫化水素
- リン＋水酸化カリウム、還元剤→リン化水素

令和３年度 文部科学省　専修学校リカレント教育総合推進プロジェクト
ｅラーニングを活用した化学分野学び直し講座実施モデル構築事業

化学分野における社会人の学び直しを目的とする講座実施モデル

令和３年２月

学校法人重里学園
日本分析化学専門学校

目次

第１章　目的と概要 1
　第１節　本実施モデルの目的 1
　第２節　化学分野における学び直しの現状と課題 1
　　第１項　化学業界の現状と課題 1
　　第２項　化学業界における学び直しに関わるニーズ 2
　　第３項　化学分野における学び直し講座の現状 5
　　第４項　専門学校が担うべき役割 6
第２章　実施要件 7
　第１節　本実施要件の全体構成 7
　第２節　化学分野学び直し講座の実施要件 8
　　第１項　教育プログラムに関わる実施要件 8
　　第２項　ｅラーニングプラットフォームに関わる実施要件 10
　　第３項　実施体制に関わる実施要件 11
第３章　モデルカリキュラム 13
　第１節　カリキュラムの全体構成 13
　第２節　テーマ別概要 13
　第３節　シラバス 14
　　第１項　テーマⅠ「化学実務に必要な実験技術」シラバス 16
　　第２項　テーマⅡ「化学実務上必要な安全管理と関係法規」シラバス 19
　　第３項　テーマⅢ「専門実務に必要な化学知識」シラバス 20
　　第４項　テーマⅣ「化学実務に必要とされる化学基礎」シラバス 22
　第４節　評価方法 26
第４章　ｅラーニングプラットフォーム 30
　第１節　機能構成 30
　第２節　動作環境 31
　第３節　使用説明書 31
　第４節　使用画面サンプル 33
第５章　ｅラーニングコンテンツ 35
　第１節　テキスト教材 35
　　第１項　教材仕様 35
　　第２項　教材サンプル 36
　第２節　講義映像教材 38
　　第１項　教材仕様 38
　　第２項　収録方法 38
　　第３項　教材イメージ 39
　第３節　評価試験（CBT＝Computer Based Testing） 41
　　第１項　教材仕様 41
　　第２項　教材サンプル 41
　　第３項　試験実施形態 43

第１章　目的と概要

第１節　本実施モデルの目的

化学は、我が国が工業技術立国として伸長を遂げ、国内外で評価を得た時代から今日に至るまで、我が国の基幹産業である。総務省・経済産業省の調査よれば、産業としての化学は、雇用 87 万人を支え、出荷額、付加価値額はいずれも第２位である。また化学産業は、電子材料、モビリティ、エネルギー、食品、医療、バイオ等の様々な分野に必要不可欠な素材を供給することからも、今後、我が国が更に発展するための基盤を支える重要な分野である。

一方で社会人の学び直しという観点では、専門技術の高度化・キャリアチェンジのいずれの面でも、化学分野は他分野よりも遥かに教育の場の整備が進んでいない。

しかし、第５期科学技術基本計画においても、「超スマート社会における競争力向上と基盤技術の戦略的強化」に化学分野が密接に関わる事項が定められている。このことからもわかるように、日々進化する化学分野で働く技術者たちは、既習の技術教育で完結するものではなく、継続的な学び直しが必要である。

そこで本校（学校法人重里学園日本分析化学専門学校）では、産学官連携のもと、2018 年度から 2020 年度にかけて、化学分野における学び直しの現状を追求し、それを踏まえた化学分野の社会人等を対象とする学び直し講座の実施モデルの検討を進めてきた。本実施モデルは、この活動の検討結果をとりまとめたものである。この成果を普及し、化学分野の社会人教育環境の整備の一助とする。

第２節　化学分野における学び直しの現状と課題

第１項　化学業界の現状と課題

(1) 化学産業の重要性と技術者の役割

化学産業は我が国の発展を支える基幹産業の１つである。総務省・経済産業省による「平成 28 年経済センサス活動調査」によれば、化学産業は雇用 87 万人を支え、出荷額・付加価値額はいずれも輸送用機械器具製造業に次ぐ第 2 位である。また、他の産業の振興にも大きく寄与している。例えば、医療、電子材料、モビリティ、食品、美容、エネルギーなどの分野で必要不可欠な薬品・素材を供給し、極めて重要な役割を果たしている。加えて、特に本校が所在する大阪府では、地域産業における付加価値構成比・従業員構成比を見ると、化学工業の割合はいずれも全国平均を上回っており、化学産業が特に重要な役割を果たしている。

この化学産業において中核となる業務は、研究開発、品質検査・管理、分析、製造などであり、これを担うのが化学に関する専門的な知識・技術を身に付けた技術者たちである。

(2) 化学分野における学び直しの必要性

化学分野は上述の通り、日本の産業の発展を支える基盤として、重要な役割を果たしている。その役割は広範に及び、様々な分野に活用できる新技術の開拓・実用化、あるいは様々な社会課題の解決において、直接的・間接的に寄与することが求められている。

例えば、平成 28 年 1 月 22 年に閣議決定された「第５期　科学技術基本計画」には、新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術として、「バイオテクノロジー」や「素材・ナノテクノロジー」が挙げられている。また、対応すべき経済・社会的課題として、「エネルギーの安定的な確保とエネルギー利用の効率化」や「世界最先端の医療技術の実現による健康長寿社会の形成」、「食品安全・生活環境の確保」などが挙げられている。これらはいずれも化学分野の知識・技術と密接に関与しており、これらの技術習得や課題解決に取り組む技術者たちには、化学分野の最新の知識・技術や、それを習得するための基盤となる知識・技術の学び直しが必要不可欠である。

(3) 化学分野技術者の学び直しが進んでいない現状の課題

社会人の学び直しは近年、国の政策の大きな柱となっており、多くの分野で取組まれている。教育機関がその実施主体となる場合、他分野ではその多くを専修学校が担っている。また、民間企業やハローワーク・職業能力開発センター等の公的機関が実施主体となって学び直し講座を設置している事例も散見される。

しかし化学分野においては、他分野とは異なり、専門技術の高度化やキャリアチェンジを志したとしても、学び直しの場が非常に少なく限定的にしか存在していないという大きな課題がある。化学分野に関してはそもそも、学び直しの取組みを担いうる専修学校が、全国でも教育課程としてはごくわずかにしか存在していない。また、専修学校以外の学び直しの取組を推進しうる大学や公的機関、民間企業等においても、化学分野の専門技術の高度化やキャリアチェンジを目的とする学び直し講座は、ほぼ見受けられないのが実情である。

第２項　化学業界における学び直しに関わるニーズ

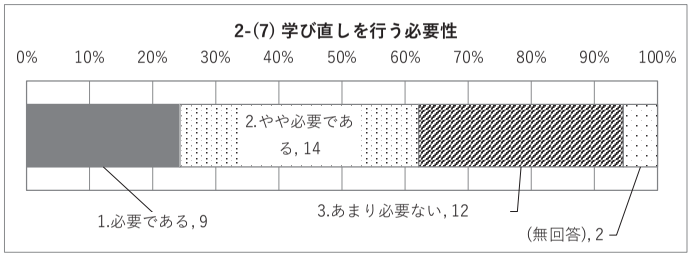
(1) 化学業界企業に対するアンケート調査からみる学び直しニーズ

上記の化学業界の現状と課題をより具体的に明らかにするため、2018 年度には全国の化学系企業 100 件（回収数 37 件）に対して、アンケート調査を実施した。以下に調査結果を抜粋して紹介する。調査の詳細については日本分析化学専門学校ホームページの「文部科学省委託事業報告」（https://www.bunseki.ac.jp/disclosure/#02）を参照頂きたい。

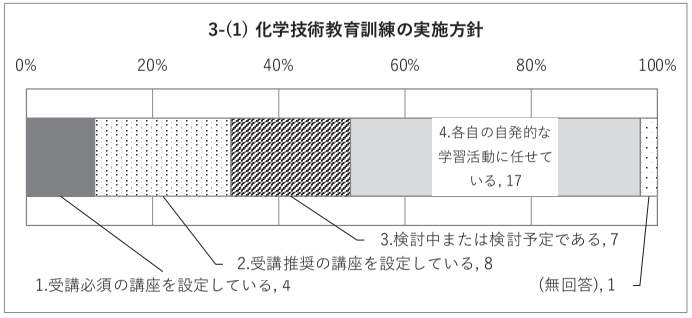
本アンケート調査から読み取れる代表的な問題点を挙げるなら、化学系企業の多くが自

社社員の学び直しの必要性は十二分に感じているものの、そうした教育体制が社内外共に確立されていないということである。

下図に示すのは、化学技術系職種の社員の学び直しの必要性について質問した結果である。「やや必要である」が 9 件 37.8%、「必要である」が 14 件 24.3%となっており、約 6 割が必要性を認識していることが見て取れる。



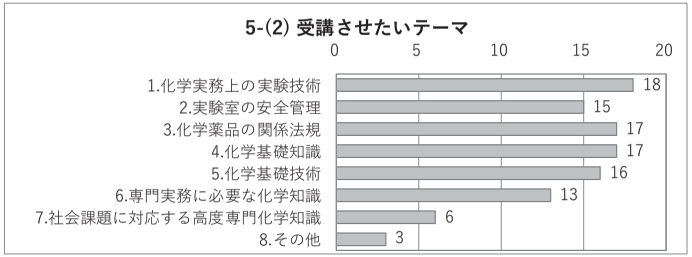
一方、化学技術教育訓練の各社の実施方針について質問した結果が以下である。「各自の自発的な学習活動に任せている」が 17 件 45.9%と最も多く、「受講必須の講座を設定している」「受講推奨の講座を設定している」という回答は、計 12 件 32.4%に留まった。上記の通り、学び直しの必要性については強く認識している一方で、各自の自発的な学習活動に任せているという回答が多数である点は、化学業界の学び直し環境の問題点が如実に表れているものと考える。また、教育訓練の講座を実施していると回答している企業 12 件についても、実施形態について質問したところ、外部委託が 8 割以上となっており、教育体制が社内に十分に整備されているとは言いづらい状況であった。



また同アンケートでは、希望する実施手法・実施内容等についても質問を実施した。

実施手法については 2018 年度段階では「通学」が 35.1%と最多で、次いで「通学・通信教育の複合」が 32.4%であった。ただし、2019 年度後期から 2020 年度にかけて新型コロナウイルス感染症の影響により、e ラーニング等による通信教育の社会浸透が進んでおり、2018 年度段階よりも通信教育のニーズは高まっていることが予想される。2020 年度に実施した本実施モデルを活用した実証講座では、実施形態に e ラーニングによる通信教育を採用して実施した。この講座の受講者約 250 名に対して受講後アンケート調査を実施したところ、希望する実施手法については約 8 割が「通信教育」を挙げ、約 2 割が「通学・通信教育の複合」という結果となっており、「通学」という回答はほぼなかった。

実施内容については、下図に示す結果となった。高度な専門知識に関わるテーマよりも、化学の基礎的な知識や技術に係る学び直しを希望する回答が多いことが見て取れる。化学技術系人材の能力水準の満足度について問うた質問でも、専門知識・技術よりも基礎的な能力に関する不満があるという回答が多く寄せられており、基礎部分の学び直しニーズが高いことが明らかになった。

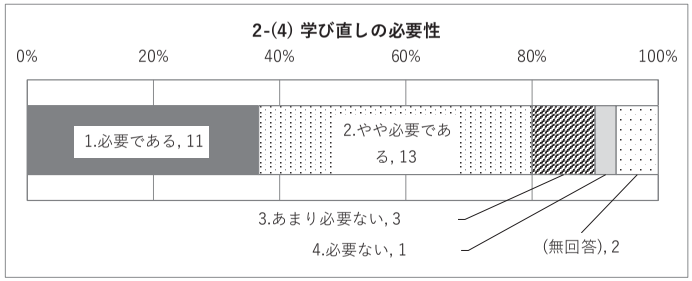


(2) 化学分野の研究開発系業務従事者に対するアンケート調査からみる学び直しニーズ

前項で紹介した調査と併せて、化学系企業等の現場で研究開発系業務に従事する方々の視点での学び直しニーズに関わる情報を収集するため、日本分析化学専門学校の卒業生 300 名（回収数 30 件）にアンケート調査を実施した。前項同様、以下に調査結果を抜粋して紹介するが、調査の詳細については日本分析化学専門学校ホームページの「文部科学省委託事業報告」（https://www.bunseki.ac.jp/disclosure/#02）を参照頂きたい。

自身の知識やスキルに対する問題意識について質問したところ、約 8 割が問題意識を感じていることがわかった。内容としては、新しい技術等への対応や幅広い知識・技術の修得、スキルアップなどが挙げられた。学び直しの必要性については、下図に示す通り、「必要である」「やや必要である」という回答が約 8 割であり、回答者の多くが学び直しの必要性を

感じていることがわかった。



しかしながら、教育訓練の受講経験は約４割がないと回答しており、かつ、受講しない理由として、講座に関する情報を知らないというものが最多であった。これは知らないというより、次項で紹介する事例調査で判明したように、そもそも化学分野の学び直しの講座がほぼ存在しないというところに起因していると考えられる。

また実施形態や実施内容について質問したところ、「休業日」の受講希望が 23.3%であったり、受講費用について自己負担も厭わない回答が 20.0％もあったりしたことは、企業の担当者以上に、当事者が学び直しを嘱望していることを読み取れた。

第３項　化学分野における学び直し講座の現状

化学分野の学び直し講座の検討にあたって、現存する化学分野の学び直し講座等の情報を収集する事例調査を実施した。調査の詳細については日本分析化学専門学校ホームページの「文部科学省委託事業報告」（https://www.bunseki.ac.jp/disclosure/#02）を参照頂きたい。

本調査の結果から、化学分野では学び直しのニーズが根強くあるにも関わらず、それを提供する場がほぼ存在していないことが分かった。本調査では、化学分野およびその周辺分野の学び直し講座事例を 12 件発見することができたが、直接的に化学分野の学び直しを目的とした講座は 4 件に留まった。その他の 8 件は資格試験の対策講座や、理科や化学などの知識量を測定する検定試験などの事例である。また少数ながら存在している化学分野の講座についても、調査を進めると、派遣会社が派遣人材の確保や利益につなげる目的で実施している講座であることが判明する場合もあった。したがって、幅広く化学分野の社会人を対象とする学び直しを目的とした講座が整備されているとは言い難い状況にある。

その背景には、化学と一言で言っても、研究開発、品質管理、検査、分析、製造とそれぞ

れで必要な技術が異なり、化学が扱う品目が、環境、医薬品、化粧品、食品、金属材料、バイオ等多岐に亘ることから、各品目を扱う上で必要な技術を追求すればするほど、そこには機密性が求められ共有する技術が少なくなっていくことが想定される。また、技術教育を施すと、そこには評価が必要になるが、技術力を評価するためには、評価できる人材も求められるにも関わらず、その体制が業界として確立できていない。結果として、多くの企業がＯＪＴに頼らざるを得ないという結果に至っているのではないかと考える。

このような状況を鑑みると、化学関連のどのような分野でも共有する技術教育を実施でき、さらに、そもそも教育評価ができる体制が整っている本校のような教育機関が学び直し講座を実施することは意義深いものと確信する。

第４項　専門学校が担うべき役割

これまで述べてきたように、化学分野では学び直しのニーズが根強くあるにも関わらず、それを提供する場がほぼ存在していない。そのため、本校の専門課程には新卒高校生以外の入学者が非常に多く、直近 5 年間では全入学者の約 41.3%を占めている。さらに、本校土日通学学科においては、直近 5 年間の中でも、関西圏はもちろんのこと、新潟県、東京都、長野県、愛知県、島根県等の遠方から、2 年間にわたって週末 2 日間通学し卒業した学生がいる。しかしながら、社会人が専門学校に入学して長期にわたって学び直しを行うのは、非常に負担が大きいことは想像に難くない。また全国的に見れば、本校のような化学分野の学び直しを担う機関が存在していない地域が圧倒的に多いのは、大阪府にある本校に関東・北陸・中部などの遠方より通学する社会人がいることからも明白である。

このような状況下で、化学分野の学び直しの取組みを推進しうる数少ない教育機関である専門学校が、ｅラーニングを活用して遠隔地からも受講できる形態の学び直し講座を展開することができれば、本校が所在する関西圏以外の地域でも幅広く化学系技術者の学び直しを推進することが可能となる。また、本事業は産学官連携体制により推進することから、公的機関による化学系講座の展開や化学系企業による社員教育の質的向上等にも繋がりうる。この実現のため本校では、産学官連携体制のもと検討してきた化学分野の学び直し講座の検討結果を集約し、普及することを目的として、本実施モデルをとりまとめる。これにより、我が国の化学産業の更なる振興に寄与する。

第２章　実施要件

第１節　本実施要件の全体構成

化学分野における学び直し講座の実施モデルを構築するにあたり、2018 年度から 2020 年度にかけて前述の調査や実証的な講座を実施しながら、主に「教育プログラム」「プラットフォーム」「実施体制」の３つの大項目について実施要件の検討を進めてきた。これらの大項目は３～６の細目が存在し、細目ごとに検討を行った。検討結果の紹介の前段として、本節では各大項目の細目と検討方針を示す。

(1) 教育プログラム：社会人向けの化学分野教育プログラムを構築する際の要件を定義

受講対象要件	受講時に前提要件とする知識・技術・経験等を策定する。基本的には化学が関連する業界の技術者を対象とするが、対象者が所属する業界が多岐に渡る可能性もあるため、レベル合わせの手法も併せて検討・策定する。
学習目標	産業界の学び直しニーズと、講座の実施期間・学習時間を鑑みて、実現可能な学習目標の設定基準を策定する。
実施形態	実技教育が必要な可能性が高いことから、スクーリングとｅラーニングのブレンディングを想定する。その際、教育効果を担保できることを前提とするスクーリングとｅラーニングの回数・時間の割合を検討・策定する。
実施期間	学習時間は 60 時間から 120 時間程度を想定する。その上で、短期集中または長期分散など、社会人が受講しやすい実施期間を調査し、教育内容・実施形態との整合性を鑑みて、適切な実施期間の目安を提示する。
コンテンツ	産業界のニーズを調査し、ニーズに応じた教育内容を提示する。さらに、テキスト教材、講義映像教材、ドリル教材、試験等の教育コンテンツについて、教育効果と運用コストを踏まえ、適切な形態・割合・提供手法を検討・策定する。現段階では基本的に、座学形式の講義についてはインターネット上で受講可能とし、教育コンテンツはすべてインターネット上で利用可能とすることを想定する。
評価手法	評価基準を設定するとともに、筆記試験、実技試験、レポート課題等の実施形態・実施頻度を検討・策定する。現段階では講座を通して習得する能力の評価基準を策定し、それに基づいて開発した評価試験をｅラーニング上で受講する形で評価を実施することを想定する。評価

	基準・評価試験の詳細は「ii」今年度の具体的活動 活動項目②教育プログラムプロトタイプ開発」に掲載する。

(2) プラットフォーム：ｅラーニングを運用するためのプラットフォームの要件を定義

学習管理機能	教員が授業管理のために必要な学習管理機能の要件を策定する。現段階では、学習進捗管理機能、学習履歴閲覧機能、質疑応答機能などを想定する。
学習機能	映像配信機能、CBT 機能、レポート提出機能など、受講者がｅラーニング学習を行う際に必要な機能の要件を策定する。
学習支援機能	メール・チャットによるサポート機能や、試験のためのタイマー機能など、学習支援に必要な機能要件を策定する。

(3) 実施体制：講座の企画・開発・運営に必要な体制の要件を定義

学内体制	講座を運用する上で発生する作業（企画・開発・広報・実施・評価・学習支援等）に対応するために必要な学内の人的・物的リソースを検討し、実現性を担保する基準を策定する。
連携体制	各種リソースの補完等を目的として外部の教育機関・業界企業・業界団体と連携する際に必要となる体制、権利、コスト分担等に関する基準を策定する。
必要経費（予算）	講座の開設準備段階、運用段階それぞれにおいて必要とされる予算の目安を提示する。また、必要に応じて受講者数、受講料等について、収支バランスを確保するための基準も策定する。

第２節　化学分野学び直し講座の実施要件

本節では、前節で紹介した検討項目それぞれについての検討結果を個別に掲載する。ここに掲載された要件に基づき、次章以降に掲載するモデルカリキュラム、ｅラーニングシステム、教材の開発・調達を実施した。

第１項　教育プログラムに関わる実施要件

(1) 受講対象者

調査結果から、化学関連業務従事経験に関わらず基本的な知識・技能に関する学習に対するニーズがあることがわかった。したがって、受講者要件は設定せず、知識学習用のｅラーニング教材による自己学習によってレベル合わせを行うこととした。

(2) 学習目標

調査結果から、長期間・長時間の講座に対する需要は少なく、短期間で効率的な学習を行う講座にニーズがあることがわかった。また、学習内容は高度な専門知識より、基礎的な知識・技術にニーズがある。したがって、学習目標は学習範囲全体の知識・技能の習熟ではなく、基本的な化学実務に関わるポイントや留意事項、大まかな流れなどに関する点について効率的に習得することを目標とすることが現実的である。

(3) 実施形態

化学分野では実技教育が必要な場面が多いことから、スクーリングと e ラーニングのブレンド型の実施形態が望ましい。ただし、短期間・短時間で、かつ遠隔教育形態での講座に対しニーズがあることから、集合学習を多数実施することは難しい。そのため知識学習については基本的に e ラーニングによる自己学習によって実施し、集合学習でフォローする形態が理想的であると考える。なお、実技学習が不可欠な学習内容を採用する場合は、集合学習での実技指導を実施する必要がある。

(4) 実施期間・学習時間

調査結果から、長期間・長時間の講座に対する需要は少なく、短期間で効率的な学習を行う講座にニーズがあることがわかった。したがって特に e ラーニングによる遠隔教育の場合は、5 時間から最大でも 20 時間程度が望ましいと考える。また、集合学習を実施する場合、期間内に 1 日～2 日程度が現実的である。学習期間は学習内容のボリュームに合わせて調整する必要があり、1~2 か月程度の間で設定されることが望ましい。

なお、集合学習については平日を希望する企業が多いが、個人で受講する場合は休日を希望する比率が高く、対象者を特定しない場合、平日・休日の両方で同様の内容のもの実施することも検討が必要である。

(5) 学習内容・コンテンツ

調査結果から、学習内容は高度な専門知識より、基礎的な知識・技術にニーズがあることがわかった。また、短期間で効率的に学習を行うために、e ラーニングの活用は必須であることから、知識学習を行うための講義映像教材、CBT 教材を採用し、Web ブラウザ上で利用可能な環境を整備することとした。また、知識習得度を適宜確認するために、講義映像 1 本につき学習内容に対応する CBT 問題 1 セットを用意することとし、さらに学習内容全体の理解度を総合的に確認する CBT 試験を用意することとした。

(6) 評価手法

化学分野では知識教育と併せて実技教育が必要な場面が多いことから、評価指標は知識領域と実技領域の 2 系統で構成することとした。また、知識領域の能力評価を行うために、

択一形式の評価試験を e ラーニング上で CBT 形式により実施し、実技領域の能力評価を行うためにスクーリングにおいて実技試験を実施することとした。

第 2 項　e ラーニングプラットフォームに関わる実施要件

(1) 学習機能

プラットフォーム上での運用するコンテンツとして、講義映像教材、講義資料、小テスト、評価試験問題を想定していることから、中心的な機能としては、映像配信機能、CBT（Computer Based Learning）機能の 2 点が必要となる。

映像配信機能には、ダウンロード形式とストリーミング配信形式が想定されるが、用途の柔軟性を鑑みるとストリーミング配信が望ましい。また補助的な機能として、映像教材内で使用される講義資料のダウンロード機能が必要である。その他、倍速再生を可能とする機能や、中断した時点からの途中再生機能、画面表示サイズの切り替え機能などが考えられるが、想定できる使用場面が限定的であり必須ではないと考えられる。なお、受講者の環境はスマートフォンやタブレット、パソコンなどが想定され、多様な使用環境への対応が望ましい。

CBT 機能については、まず択一形式や多肢選択形式の選択問題に対応できる必要がある。CBT の特徴である自動採点を前提とする場合、記述式問題へのシステム上での対応は現状、技術的・コスト的に実現性が乏しく、記述式問題を採用する場合は別途レポートの提出機能などが必要となる。また CBT 形式の試験実施を補助する機能として、試験時間を設定するタイマーの機能が必須である。

加えて、ユーザビリティの観点から、システムの動作は極力スムーズであることが望ましい。また、e ラーニングを用いた遠隔教育では受講者自身で各種学習機能を使いこなす必要があり、多様な受講者属性が想定される社会人教育では特に、インタフェースはシンプルかつ分かりやすいことが重要であると考えられる。

(2) 学習支援機能

e ラーニング学習の支援において重要な機能として、まず受講者が不明点を質問したり、システムの操作方法を問い合わせたりするための質問・問合せ機能は必須である。実現する方法としては、システム上でのメールやチャットの機能が代表的であるが、チャットについてはリアルタイムでの対話が可能で効果的であると考えられるものの、運用体制の要件が極めて厳しく現実的ではない。システム上ではメールをベースとした機能を搭載し、緊急性の高い内容については、電話などシステム外の連絡手段で対応する形態を採用した。

また学習内容の分量が多い場合や、学習期間が長期にわたる場合、学習進捗を閲覧できる機能も重要である。講義映像の視聴履歴や、各種 CBT の実施結果などを蓄積し、受講者が任意で閲覧できる機能が必須である。加えて、インタフェースについては各学習コンテンツの学習進捗を直感的に把握できるようなデザインが望ましい。

(3) 学習管理機能

まず教員が受講者の学習進捗を把握するために、受講者の講義映像の視聴状況や各種CBTの実施結果に関わるデータを集約・閲覧する機能が必要である。

また上記の学習支援機能で触れた質疑・問合せ機能に対応する機能が必須である。この機能については、受動的に学習者の質問・問合せに返答するだけでなく、教員側から能動的に受講者に対し学習進捗等についてフィードバックできることも重要で、個別の受講者との相互連絡を可能とすることが機能要件であると考えられる。

さらに、講座の運用・管理という観点から、申込者情報の管理・閲覧機能も必要である。また受講者に対し一斉に連絡事項を配信・通知するお知らせ機能も必要性が高い。

第３項　実施体制に関わる実施要件

(1) 学内体制

講座の実施主体となる専門学校で講座の実施にあたって発生する業務としては、主に「講座全体の企画設計・マネジメント」「カリキュラム・教材の開発・調達」「講座の準備・運営・評価」「受講者への指導」「外部協力者との調整」等が発生する。これらの業務は講座の規模に依らず発生する。したがって小規模な講座であっても数週間程度の準備期間では難しく、その規模に依って数か月から年単位での事業期間が必要となり、また学内の担当者として最低 2~3 名程度を配置する必要がある。

また特に「カリキュラム・教材の開発・調達」に関しては、化学分野においては基礎的な知識・技術にニーズがあることから、一定以上、専門課程における教育リソースの転用が可能である。ただし定常的に講座を開催するためには、ｅラーニングコンテンツのブラッシュアップや情報更新を継続的に行うことが不可欠である。

加えて「受講者への指導」に関して、ｅラーニングによる自己学習を主軸とする講座では個別的なフォローアップが中心となるが、その手法については確保可能な予算や学内の人的リソースを踏まえて入念な検討が必要である。リアルタイムでのチャット等を実施する場合、専門課程の指導教員を兼任で配置することは難しく、専門の常駐スタッフを配置する必要がある。メールや電話等での質疑応答についても、受講者の数が多くなれば負荷が大きく、兼任の指導教員の場合は通常業務への支障も危惧される。学習ターゲットが社会人であることも鑑みれば、コンテンツの充実に努め、学習理解についてはある程度の自助努力を前提とした体制とすることが現実的であると考える。また集合学習で実技指導を実施する場合、社会人受講者の能力水準は一定でないため、充分な水準の指導を行うためには、指導教員 1 名あたり受講者 4~5 名程度が上限であり、多人数を対象とした集合学習を実施する際には多数の指導教員の確保が必要であることに留意したい。

(2) 連携体制

ｅラーニングを主軸とした講座を運用するためには、「システムの開発・調達」「システムの管理・運用・保守」「システムトラブルへの対応」「受講者へのシステム面でのサポート」などを行う必要がある。これを実施主体となる専門学校が単独で担うことは難しく、ｅラーニングシステム面でのサポートを行う連携機関を確保することが望ましい。

また、専門学校、化学業界企業、行政機関に対し、受講者の募集、教材・資料の提供・開発協力、講師の拠出、実施会場の提供、講座の評価等に関して随時協力を得ることで効率的・効果的な講座の実施が可能である。

定常的な講座の運用を目指す場合、上述のような機関との連携も密に行う必要があり、広く成果の普及を図っていくためにも、安定的な運用基盤となる組織の共同設置も積極的に検討すべきである。

(3) 必要経費（予算）

講座の必要経費としては、講座の企画・運営・教材開発等に関わる人件費、ｅラーニングシステムの運用経費、会場費、講師料、印刷費等が発生する。基本的には受講企業や受講者からの受講料により運用原資を獲得することになると想定される。ただし、単独の専門学校でこれらの経費を負担して継続的な事業として運用する場合は、受講企業・受講者に高額の受講料負担が発生する可能性が高い。定常的な講座運用を目指す場合は、この観点からも、上述した産学官による講座運用基盤となる組織を設置し、経費の負担分散や相互扶助を実現し、受講者負担の軽減を図る必要があると考える。

第３章　モデルカリキュラム

第１節　カリキュラムの全体構成

前述の実施要件に基づいて検討を行った、化学分野の社会人等を対象とした学び直し講座のモデルカリキュラムを下表に示す。

対象者は、化学に関する知識・技術の再教育を求める技術者、並びに化学分野へのキャリアチェンジを目的に再進学を志す社会人を主な対象として想定している。この対象者に対し、化学分野の実務において必要な専門知識およびその基盤となる知識・技術の修得を支援することを目的とする。

実施形態は講義映像型 e ラーニングによる自己学習を主とするが、実験技術等の実技が必要な学習項目についてはスクーリングを実施する。実施時間は総計 66 時間を想定しており、このうち、e ラーニング上での講義映像による自己学習で 57 時間をカバーする。

学習内容は 4 つのテーマで構成されるカリキュラムを設計した。テーマⅠ～Ⅲについては、実務上で求められる実験技術、安全管理・関連法規、化学専門知識を取扱うため、評価試験結果や所属企業等の意向、受講者の志向性等に合わせて選択受講することとした。また、キャリアチェンジを希望する受講者には、実務的な技術を身に付けるための基礎となる化学知識を取扱うテーマⅣを必修とする。なお、検討開始当初は、高度な専門化学を取り扱う学習テーマを設定していたが、第 1,2 章で述べたように、化学業界においては比較的基礎に近い内容に対して特にニーズがある。一方で、高度な専門化学に関わる知識については、比較的ニーズが小さく、検討の結果、除外することとした。

化学分野における学び直し講座モデルカリキュラム≪概要≫	
目的	化学分野の実務において必要な専門知識およびその基盤となる知識・技術の修得を支援することを目的とする。
対象者	化学に関する知識・技術の再教育を求める技術者、並びに化学分野へのキャリアチェンジを目的に再進学を志す社会人等
実施形態	e ラーニングによる遠隔教育と集合学習のブレンド型学習により実施
学習時間数	総計 66 時間（うち、e ラーニング 57 時間）
学習テーマ	テーマⅠ　化学実務に必要な実験技術 テーマⅡ　化学実務上必要な安全管理と関係法規 テーマⅢ　専門実務に必要な化学知識 テーマⅣ　化学実務に必要とされる化学基礎

第２節　テーマ別概要

各テーマの学習内容の概要や実施形態、実施時間、学習項目などを下表に掲載する。

学習テーマⅠ　化学実務に必要な実験技術			
実施形態	実技	実施時間	12 コマ計 18h（うち、e ラーニング 9h）
受講対象	選択履修		
学習概要	各業界で製品の開発・品質管理・安全性確認、および各種試験・検査・測定・管理などを安全にかつ正しく取り組むために必要な化学実験・化学分析の手法について取り扱う。		
学習項目	化学実験の実務操作向上、化学分析･機器分析の実務操作向上 等		
学習テーマⅡ　化学実務上必要な安全管理と関係法規			
実施形態	学科	実施時間	4 コマ計 6h（うち、e ラーニング 6h）
受講対象	選択履修		
学習概要	安全にかつコンプライアンスを意識して化学関係の実務を遂行するために必要となるルールについて取り扱う。		
学習項目	実験室での安全保護実務、化学薬品と法規の関係性　等		
学習テーマⅢ　専門実務に必要な化学知識			
実施形態	学科	実施時間	8 コマ計 12h（うち、e ラーニング 12h）
受講対象	選択履修		
学習概要	専門性の高い各分野の知識を身に付ける上でのベースとなり、かつ化学関係の実務を遂行するために必要となる専門実務的な化学知識について取り扱う。		
学習項目	物質構造と性質反応（元素･無機／有機）、物質構造と性質探究（物理／分析化学）等		
学習テーマⅣ　化学実務に必要とされる化学基礎			
実施形態	学科・実技	実施時間	20コマ計30h（うち､eラーニング25.5h）
受講対象	基本は選択履修、キャリアチェンジ希望者は必修		
学習概要	文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本実務の中で使いこなせることが望ましい基礎的な化学について取り扱う。		
学習項目	キャリアチェンジに必要な化学基礎、工業製品素材と化学、各種工業材料と化学、生命支援技術と化学、生活関連製品と化学、有害・危険物質と取扱い、実験基礎技術　等		

第３節　シラバス

第 2 節に掲載した 4 つのテーマそれぞれについて、シラバスを作成した。以下の項目の

シラバスを次頁以降、順次紹介する。各シラバスは「テーマ名」「学習概要」「学習時間」「実施形態」「学習内容」「評価方法」「テキスト」等の項目で構成される。

テーマⅠ 化学実務に必要な実験技術
- 学習項目①「化学実験の実務操作向上」
- 学習項目②「化学分析･機器分析の実務操作向上」

テーマⅡ 化学実務上必要な安全管理と関係法規
- 学習項目①「実験室での安全保護実務」
- 学習項目②「化学薬品と法規の関係性」

テーマⅢ 専門実務に必要な化学知識
- 学習項目①「物質の構造・性質と反応（元素・無機化学）」
- 学習項目②「物質の構造・性質と反応（有機化学）」
- 学習項目③「物質の構造・性質と探究（物理化学）」
- 学習項目④「物質の構造・性質と探究（分析化学）」

テーマⅣ 化学実務に必要とされる化学基礎
- 学習項目①「キャリアチェンジに必要な化学基礎」
- 学習項目②「工業製品素材と化学」
- 学習項目③「各種工業材料と化学」
- 学習項目④「生命支援技術と化学」
- 学習項目⑤「生活関連製品と化学」
- 学習項目⑥「有害・危険物質と取扱い」
- 学習項目⑦「実験基礎技術」

第１項　テーマⅠ「化学実務に必要な実験技術」シラバス

テーマ：Ⅰ	学習項目：化学実験の実務操作向上	講師：

概　　要　化学実験の実務を、安全にかつ正しく取り組むために必要な試薬・器具の取扱方法の学び直しを行う。また、実験室でのルールを再認識する機会とする。

学習時間　9.0 時間（540 分間）

実施形態　①ｅラーニング 4.5 時間（270 分間）
②スクーリング 4.5 時間（270 分間）

学習内容

①ｅラーニング

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	基本の所作	自己管理と身だしなみ，実験室での基本的な行動	30 分間
2	汎用的事項	整理整頓と実験準備，基本的な安全対策，廃液処理	30 分間
3	器具の扱い	全般事項，測容器，バーナー，天秤，水浴・温浴，顕微鏡など	75 分間
4	試薬の扱い	試薬の保管と取扱い，危険な試薬，試薬の特性，試薬の廃棄	45 分間
5	機器類の扱い	全般事項，クロマトグラフ，吸光分析，pH 分析など	60 分間
6	確認テスト※1	№1～№5 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

②スクーリング

№	標　　題	内　　容	目安時間
7	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意など	30 分間
8	実験準備	試薬調製，器具類の洗浄など	30 分間
9	実験	標定，アセチルサリチル酸の定量（既知試料）［中和滴定法］	90 分間
10	実技テスト	アセチルサリチル酸の定量（未知試料）［中和滴定法］	60 分間
11	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
12	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

評価方法　①ｅラーニング：確認テストの正解率 80%で合格※2
②スクーリング：実技テストの定量誤差 10%以内で合格※2

テキスト　①ｅラーニング：
- 映像教材「化学実験の実務操作向上」※3
- 日本分析化学専門学校（2012）「分析化学のべからず 171」JIPM ソリューション

②スクーリング：
- 日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学実験の実務操作向上編」※4
- 今日の授業シート※5

特記事項　スクーリングへの参加条件：ｅラーニングの確認テストに合格していること。

テーマ：Ⅰ	学習項目：化学分析･機器分析の実務操作向上	講師：

概　　要

各業界での製品開発・品質管理・安全性評価、および各種試験・検査・測定・管理を正しく遂行するために必要な化学分析・機器分析の原理・方法の学び直しを行う。

学習時間

9.0 時間（540 分間）

実施形態

①ｅラーニング 4.5 時間（270 分間）
②スクーリング 4.5 時間（270 分間）：テーマ A～G の中から選択※6

学習内容

①ｅラーニング

№	標　題	内　容	目安時間
1	単位操作	ろ過，透析，沈殿，抽出，乾燥，粉砕，温度・圧力調整など	30 分間
2	サンプリング	環境試料，食品試料，生体試料，試料の溶解	30 分間
3	統計処理	標準偏差，端数処理，検定，不確かさなど	30 分間
4	定性分析	陽イオンの系統的分離（第 1 族～第 6 族）	45 分間
5	定量分析	標準試薬，標準液の標定，各種滴定法，重量分析法	45 分間
6	機器分析	UV，AAS，GC，HPLC，FT-IR など	60 分間
7	確認テスト※1	№1～№6 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

②スクーリング

［テーマ A：定性分析］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意など	30 分間
9	実験準備	器具類の洗浄など	15 分間
10	実験	陽イオンの系統的分離（既知試料）	105 分間
11	実技テスト	陽イオンの系統的分離（未知試料）	75 分間
12	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	15 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

［テーマ B：定量分析（酸化還元滴定）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意など	30 分間
9	実験準備	試薬調製，器具類の洗浄など	30 分間
10	実験	標定，過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定（未知試料）	60 分間
12	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

［テーマ C：機器分析（紫外可視分光光度計）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	30 分間
10	実験	吸光光度法による金属成分の定量（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	吸光光度法による金属成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ D：機器分析（原子吸光光度計）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	標準添加法による栄養成分の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	標準添加法による栄養成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ E：機器分析（ガスクロマトグラフ）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	内標準法による有機溶剤の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	内標準法による有機溶剤の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ F：機器分析（高速液体クロマトグラフ）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	検量線法による防腐剤成分の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	検量線法による防腐剤成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

［テーマ G：機器分析（赤外分光光度計）］

№	標　題	内　容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬・器具類の準備	30 分間
10	実験	KBr 法・ATR 法による赤外吸収スペクトル測定（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	ATR 法による赤外吸収スペクトル測定（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，試薬等の廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

評価方法

①ｅラーニング：確認テストの正解率 90%で合格
②スクーリング：テーマ A・G　未知成分 3 種類中 2 種類の正解で合格
　　テーマ B～F　実技テストの定量誤差 10%以内で合格

テキスト

①ｅラーニング：
・映像教材「化学分析･機器分析の実務操作向上」※3
・日本分析化学会（2004）「分析化学実験の単位操作法」朝倉書店※7
・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学分析･機器分析の実務操作向上編」※8
②スクーリング：
・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学分析･機器分析の実務操作向上編」※8
・今日の授業シート※5

特記事項

スクーリングへの参加条件：ｅラーニングの確認テストに合格していること。

第２項　テーマⅡ「化学実務上必要な安全管理と関係法規」シラバス

テーマ：Ⅱ	学習項目：実験室での安全保護実務	講師：

概　　要　化学関係の実務を行う上で、事故等を未然に防ぐために必要な安全作業、災害対策の学び直しを行う。また、事故等発生時の応急処置法を再認識する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	装置の取扱い	電気装置，レーザー，放射線発生装置，機械装置，高圧装置，高温・低温装置，ガラス器具，静電気対策	60 分間
2	応急処置法	薬品による障害，外傷，やけど，凍傷，電撃傷，放射線被ばく，心肺蘇生法	45 分間
3	災害対策	保護具，火災対策，地震対策	45 分間
4	確認テスト※1	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト
・映像教材「実験室での安全保護実務」※3
・化学同人編集部（2017）「実験を安全に行うために」株式会社化学同人※9

テーマ：Ⅱ	学習項目：化学薬品と法規の関係性	講師：

概　　要　化学関係の実務を行う上で、取扱う物質の区分、取扱・保管上の法的要求事項の学び直しを行う。また、廃棄物に関する法的要求事項を再認識する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	危険な物質 有害な物質	危険な物質と有害な物質の区分と法規，労働安全衛生法，消防法，高圧ガス保安法，毒物及び劇物取締法，環境法規制（環境基準・排出基準・その他），化学物質の保管・管理・リスク管理	90 分間
2	廃棄物	廃棄物の処理及び清掃に関する法律（産業廃棄物の種類と委託処理，廃液の貯留，実験室からの排水，一般廃棄物）	60 分間
3	確認テスト※1	№1・№2 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト
・映像教材「化学薬品と法規の関係性」※3
・化学同人編集部（2017）「実験を安全に行うために」株式会社化学同人※9

第３項　テーマⅢ「専門実務に必要な化学知識」シラバス

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と反応（元素・無機化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「無機化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、この「無機化学」領域での物質の反応とその利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	物質の構造	原子構造，周期表，結合と構造，結晶の構造と性質	60 分間
2	典型元素	典型元素の性質，典型元素の反応	30 分間
3	遷移元素	遷移元素の性質，遷移元素の反応	30 分間
4	錯体	錯体の構造，錯体の性質，錯体の反応	30 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60％で合格

テキスト
・映像教材「物質の構造・性質と反応（元素・無機化学）」
・齋藤勝裕・長尾宏隆（2009）「ステップアップ 大学の無機化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と反応（有機化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「有機化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、この「有機化学」領域での物質の反応とその利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	原子と結合	原子構造，共有結合	30 分間
2	有機化合物の構造	構造と命名，異性体，脂肪族化合物，芳香族化合物	45 分間
3	有機化合物の性質と反応	炭化水素，アルコール・エーテル，アルデヒド・ケトン，カルボン酸，ベンゼン及び置換基，高分子化合物	75 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60％で合格

テキスト
・映像教材「物質の構造・性質と反応（有機化学）」
・齋藤勝裕（2009）「ステップアップ 大学の有機化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と探究（物理化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「物理化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、物質の探究における「物理化学」の利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　題	内　容	目安時間
1	原子の構造と性質	原子構造，原子の性質	30 分間
2	物質の構造と状態	化学結合，分子構造，物質の状態	45 分間
3	化学熱力学	熱・仕事・エネルギー，エントロピー，ギブズエネルギー	45 分間
4	溶液の性質と反応速度	溶液の性質，反応速度	30 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60％で合格

テキスト　・映像教材「物質の構造・性質と探究（物理化学）」
・齋藤勝裕・林久夫（2009）「ステップアップ 大学の物理化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と探究（分析化学）	講師：

概　　要　化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「分析化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、物質の探究における「分析化学」の利用方法を再確認する機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　題	内　容	目安時間
1	溶液と平衡	溶解と濃度，平衡反応	45 分間
2	容量分析	中和滴定，沈殿滴定，酸化還元滴定，キレート滴定	60 分間
3	重量分析	溶解平衡と溶解度積，沈殿の生成と精製・重量測定	45 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 60％で合格

テキスト　・映像教材「物質の構造・性質と探究（分析化学）」
・齋藤勝裕・藤原学（2008）「ステップアップ 大学の分析化学」裳華房

第４項　テーマⅣ「化学実務に必要とされる化学基礎」シラバス

テーマ：Ⅳ	学習項目：キャリアチェンジに必要な化学基礎	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「基礎的な化学」について学習する。

学習時間　6.0 時間（360 分間）

実施形態　ｅラーニング 6.0 時間（360 分間）

学習内容

№	標　題	内　容	目安時間
1	科学と人間生活	科学技術の発展，人間生活の中の科学（物質の科学），これからの科学と人間生活（関連事例）	40 分間
2	化学基礎	化学と人間生活，物質の構成，物質の変化	50 分間
3	物質の状態と平衡	物質の状態とその変化，溶液と平衡	50 分間
4	物質の変化と平衡	化学反応とエネルギー，化学反応と化学平衡	50 分間
5	無機物質の性質と利用	無機物質，無機物質と人間生活	40 分間
6	有機化合物の性質と利用	有機化合物，有機化合物と人間生活	40 分間
7	高分子化合物の性質と利用	高分子化合物，高分子化合物と人間生活	40 分間
8	確認テスト	№1～№7 に関係する問題（多肢選択問題：25 問）	50 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト　・映像教材「キャリアチェンジに必要な化学基礎」
・高等学校教科書「科学と人間生活」「化学基礎」「化学」

テーマ：Ⅳ	学習項目：工業製品素材と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「石油・石炭の化学工業」について学習する。また、「工業製品素材」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　題	内　容	目安時間
1	石油の精製	石油製品の分離，石油留分の化学的処理，脱硫	50 分間
2	石油化学工業	オレフィンガス，BB 留分，水素，BTX	50 分間
3	天然ガス・石炭の化学工業	天然ガス，石炭，C1 化学	50 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト　・映像教材「工業製品素材と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅳ	学習項目：各種工業材料と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「工業材料と新素材」について学習する。また、「各種工業材料」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	セラミックス材料	ガラス，セメント，ファインセラミックス	30 分間
2	金属材料	金属の精錬方法，鉄鋼，銅，アルミニウム，その他の金属，金属系機能材料	60 分間
3	高分子材料	高分子化合物，プラスチック，合成ゴム，合成繊維，機能性高分子，複合材料	60 分間
4	確認テスト	№1～№3 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト　・映像教材「各種工業材料と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅳ	学習項目：生命支援技術と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「生命と化学工業」について学習する。また、「生命支援技術」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	食品と化学	タンパク質，炭水化物，油脂，加工食品，食品添加物	45 分間
2	肥料と農薬	肥料，農薬	30 分間
3	バイオテクノロジー	発酵，培養，遺伝子組換え，細胞融合技術，バイオリアクター，環境浄化とバイオテクノロジー	45 分間
4	医薬品	予防薬，治療薬，診断薬など	30 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト　・映像教材「生命支援技術と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅳ	学習項目：生活関連製品と化学	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「生活と化学工業」について学習する。また、「生活関連製品」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	セッケンと界面活性剤	セッケンと界面活性剤，イオン性界面活性剤，非イオン性界面活性剤	45 分間
2	色素材料と塗料	色素材料，塗料	30 分間
3	紙・印刷・写真	紙，印刷，銀塩写真	30 分間
4	情報と材料	半導体，情報の伝達・表示と材料，情報の記録と材料	45 分間
5	確認テスト	№1～№4 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト　・映像教材「生活関連製品と化学」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅳ	学習項目：有害・危険物質と取扱い	講師：

概　　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「有害・危険物質とその取扱い」について学習する。

学習時間　3.0 時間（180 分間）

実施形態　ｅラーニング 3.0 時間（180 分間）

学習内容

№	標　　題	内　　容	目安時間
1	物質の有害性	有害物質，中毒と薬傷	50 分間
2	危険性物質	危険性物質，燃焼と爆発，混合危険，自己反応性物質，高圧ガス	100 分間
3	確認テスト	№1，№2 に関係する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法　確認テストの正解率 80％で合格

テキスト　・映像教材「有害・危険物質と取扱い」
・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版

テーマ：Ⅳ	学習項目：実験基礎技術	講師：

概　要　文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「基礎的な実験技術」について学習する。

学習時間　9.0 時間（540 分間）

実施形態　①ｅラーニング 4.5 時間（270 分間）
②スクーリング 4.5 時間（270 分間）

学習内容　①ｅラーニング

№	標　題	内　容	目安時間
1	実験を行うための心構え	実験の計画と予習，服装と保護具，実験室と実験台，実験操作、観察と記録，廃棄物，相談など	30 分間
2	器具類の種類と用途	ビーカー，試験管，フラスコ，各種瓶，冷却管，漏斗，バーナー，乾燥器，測容器，磁性器具など	60 分間
3	器具類の洗浄と水	ガラス器具の洗浄方法，乾かし方，置き方，保管方法，水の種類と使い分け，共洗い	60 分間
4	基本的な実験操作	真空，粉砕，加熱，冷却，溶解・融解，撹拌，抽出，ろ過と遠心分離，乾燥，蒸留・濃縮，再結晶，秤量，温度の測定，pH の測定，ピペット操作，滴定	60 分間
5	集合学習に向けて	酸と塩基，pH 指示薬，実験内容と原理，操作の概略	30 分間
6	確認テスト	№1～№5 に関係する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間

②スクーリング

№	標　題	内　容	目安時間
7	ガイダンス	安全上の諸注意など	15 分間
8	実験準備・試薬調製	器具類の選択，器具類の洗浄，秤量・試薬調製など	45 分間
9	測容器の取扱い	測容器の取扱い、滴定基本操作	30 分間
10	標定	標準溶液の標定、ファクター算出	45 分間
11	実験	食酢中の有機酸の定量（既知試料）［中和滴定］	45 分間
12	実技テスト	食酢中の有機酸の定量（未知試料）［中和滴定］	30 分間
13	後片付け	器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
14	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評など	30 分間

評価方法　①ｅラーニング：確認テストの正解率 80%で合格
②スクーリング：実技テストの定量結果、器具類の取扱いと実験操作で総合評価

テキスト　①ｅラーニング
・映像教材「実験基礎技術」
・化学同人編集部（2017）「続 実験を安全に行うために」株式会社化学同人
②スクーリング
・日本分析化学専門学校（2019）「実験－実験基礎技術編」

特記事項　スクーリングへの参加条件：ｅラーニングの確認テストに合格していること。

第 4 節　評価方法

前述の 4 つの学習テーマのうち、特にテーマⅠ～Ⅲについては、以下の基準で評価を実施することとした。

○評価基準
4 点：自律的に適切な行動ができ、かつ他者に対して指導を行うことができる
3 点：自律的に自身の知識・技術を活用して適切な行動ができる
2 点：上司や先輩等の指導のもと、自身の知識・技術を活用して適切な行動ができる
1 点：自身の知識・技術を活用して適切な行動ができない

評価項目については各テーマの学習内容から知識領域と実技領域の 2 系統の評価項目を抽出し、評価表を作成することとした。サンプルとして、テーマⅠ学習項目①の評価項目を下表に示す。これらの評価項目に対して、ｅラーニング上で実施する CBT（Computer Based Testing）の成績や、集合学習で実施する実技テストなどの結果を鑑みて、上記評価基準に基づき評価を実施する。

<評価表サンプル：テーマⅠ学習項目①　評価表>

テーマ	テーマⅠ　化学実験の実務操作向上		
学習項目	学習項目①　化学実験の実務操作向上		
領域	評価項目		評価
知識領域	基本の所作	実験を行う際の服装等についての知識	
		実験室入室時の身嗜みについての知識	
		実験室での基本的行動についての知識	
		実験実施時の禁止事項についての知識	
	汎用的事項	実験や操作までの準備についての知識	
		操作における事故防止についての知識	
		汎用的な実験操作方法についての知識	
		廃液、廃棄物の取扱いについての知識	
	器具の扱い	基本的な器具の取扱いについての知識	
		測容器の目的と選定等についての知識	
		測容器の取扱いと洗浄についての知識	
		ガスバーナーの取扱いについての知識	
		天秤の取扱いと校正等についての知識	

		水浴・油浴による加熱についての知識	
		顕微鏡・遠心分離機等についての知識	
		デシケーターの取扱いについての知識	
		器具・操作等での圧力についての知識	
	試薬の扱い	試薬の保管・廃棄方法についての知識	
		試薬の一般的な取扱いについての知識	
		試薬の秤量・採取方法についての知識	
		試薬の特性と注意事項についての知識	
		試薬使用上の事故防止についての知識	
		試薬使用上の薬傷防止についての知識	
	機器類の扱い	機器類の設置環境や方法についての知識	
		機器の基本的な取扱いについての知識	
		高速液体クロマトグラフについての知識	
		ガスクロマトグラフについての知識	
		分光光度計・吸光光度計についての知識	
		吸光光度法についての知識	
		ｐＨ計についての知識	
実技領域	時間内に実験を終えることができる（45 分以内）		
	正確に定量することができる（誤差 10%以内）		
	試料を精秤することができる（精密天秤の取扱いを含む）		
	器具の共洗いを適切に行うことができる		
	ホールピペットを適切に取扱うことができる		
	メスシリンダーを適切に取扱うことができる		
	ガスバーナーを適切に取り扱うことができる		
	使用する水のグレードを正しく選択することができる		
	試薬（水酸化ナトリウム溶液、0.05M 硫酸）を安全に取扱うことができる		
	滴定操作（ビュレットの取扱い）を正しく行うことができる （試薬の入れ方、コックの操作、空気抜き、目盛の読み方）		
	実験廃液を指定された方法で分別・保管することができる		
	器具の洗浄と後片付け、実験台の清掃を行うことができる		

また、「テーマⅣ 化学実務に必要とされる化学基礎」では、化学実務を行う上での前提となる基本的な知識学習を取り扱う。本テーマの評価を行う上では、個別の学習項目の習得度を観点とするよりも、学習内容全体の知識習得状況の評価が適切であると判断した。

この考えのもと、本テーマでは下表に示す範囲から出題される計 30 問の評価試験を受験させることで評価を実施し、正答率 8 割以上（30 問中 24 問以上）を合格基準として設定することとした。

<テーマⅣ評価項目>

評価範囲（出題範囲）	評価項目（出題項目）
物質の状態と平衡	物質の状態とその変化、溶液と平衡
物質の変化と平衡	化学反応とエネルギー、化学反応と化学平衡
無機物質の性質と利用	典型元素、遷移元素
有機化合物の性質と利用	炭化水素、脂肪族、官能基をもつ化合物、芳香族化合物
高分子化合物の性質と利用	合成高分子化合物、天然高分子化合物
物質の構成	化学と物質、物質の構成粒子、物質と化学結合
物質の変化	物質量と化学反応式、化学反応
石油の精製	石油製品の分離，石油留分の化学的処理，脱硫
石油化学工業	オレフィンガス，BB 留分，水素，BTX
天然ガス・石炭の化学工業	天然ガス，石炭，C1 化学
セラミックス材料	ガラス，セメント，ファインセラミックス
金属材料	金属の精錬方法，鉄鋼，銅，アルミニウム，その他の金属，金属系機能材料
高分子材料	高分子化合物，プラスチック，合成ゴム，合成繊維，機能性高分子，複合材料
食品と化学	タンパク質，炭水化物，油脂，加工食品，食品添加物
肥料と農薬	肥料，農薬
バイオテクノロジー	発酵，培養，遺伝子組換え，細胞融合技術，バイオリアクター，環境浄化とバイオテクノロジー
医薬品	予防薬，治療薬，診断薬など
セッケンと界面活性剤	セッケンと界面活性剤，イオン性界面活性剤，非イオン性界面活性剤
色素材料と塗料	色素材料，塗料
紙・印刷・写真	紙，印刷，銀塩写真
情報と材料	半導体，情報の伝達・表示と材料，情報の記録と材料
実験を行うための心構え	実験の計画と予習，服装と保護具，実験室と実験台，実験操作、観察と記録，廃棄物，相談など
器具類の種類と用途	ビーカー，試験管，フラスコ，各種瓶，冷却管，漏斗，バーナー，乾燥器，測容器，磁性器具など
器具類の洗浄と水	ガラス器具の洗浄方法，乾かし方，置き方，保管方法，水

	の種類と使い分け，共洗い
基本的な実験操作	真空，粉砕，加熱，冷却，溶解・融解，撹拌，抽出，ろ過と遠心分離，乾燥，蒸留・濃縮，再結晶，秤量，温度の測定，pH の測定，ピペット操作，滴定

第４章　ｅラーニングプラットフォーム

第１節　機能構成

本校では上述のカリキュラムに基づく講座の運用にあたり、第 2 章に掲載した要件に基づき、ｅラーニングによる遠隔教育を実施するためのｅラーニングプラットフォームを調達した。本ｅラーニングプラットフォームは、Web 上での運用を前提として、受講者用 Web サイトと管理者用 Web サイトの 2 種で構成される。それぞれの機能構成は次の通りである。

(1) 受講者用 Web サイト機能構成

「受講登録・ログイン」「学習・試験」「学習支援」の 3 分類の機能群で構成される。各分類の機能項目と機能概要を下表に示す。

機能分類	機能項目	機能概要
受講登録 ログイン	・受講登録	受講者の個人情報を登録し、ログインに必要な「ユーザー名」「パスワード」を取得する機能。
	・ログイン	「ユーザー名」「パスワード」を使って各受講者専用ページにログインする機能。
学習・試験	・学習	テーマ・学習項目別に用意された教材（講義映像・講義資料・小テスト）を利用する機能。
	・評価試験	学習内容に関わる知識の理解度を測定するための試験を受験するための機能。
学習支援	・お知らせ	講座事務局（学校）・システム管理者からのお知らせ事項を通知・閲覧する機能。
	・質疑/問合せ	学習内容に関連する質問やシステムの利用方法等の問合せ等ができる機能。
	・学習履歴	学習の進捗状況や過去の評価試験の受験結果を閲覧できる機能。

(2) 管理者用 Web サイト機能構成

「ログイン」「申込応対」「学習フォロー」「学習管理」の 4 分類の機能群で構成される。各分類の機能項目と機能概要を下表に示す。

機能分類	機能項目	機能概要
ログイン	・管理者ログイン	管理者用の「ユーザー名」「パスワード」を使って管理者専用ページにログインする機能。

申込管理	・申込情報確認	受講申込者の本システム登録情報を確認する機能。
学習フォロー	・お知らせ管理	受講者の一斉配信するお知らせ情報の新規登録、編集、削除等を行う機能。
	・質疑応対	受講者からの質問・問合せのメッセージ確認、および個別に返信を行う機能。
学習履歴管理	・学習進捗確認	受講者の各講義に対応した小テストの点数、学習日時を確認する機能。
	・評価試験受験結果確認	受講者の評価試験の受験結果について、点数と受験日、答案を確認する機能。

第２節　動作環境

本ｅラーニングプラットフォームは前述の通り、Web 上での動作を前提としており、ネットワーク回線に接続可能な各種通信端末から利用することができる。

推奨環境として、受講者用 Web サイトについては、ｅラーニング学習を実施する環境が多種多様であることが想定された。そのため、インターネットブラウザを利用可能なスマートフォン、タブレット、パソコン等などの端末に幅広く対応できるようにデザインされている。管理者用 Web サイトについては、受講者用 Web サイトと異なり、利用環境の変化が想定されなかったため、パソコンからの利用を前提としてデザインされている。

また、本プラットフォームでは講義映像コンテンツの視聴が可能だが、各映像コンテンツは１本 30mb～50mb 程度の容量となっていて、一般的な携帯端末用の通信回線では通信容量の圧迫が生じる可能性が高いことから、Wi-fi 環境での利用を推奨している。

第３節　使用説明書

本プラットフォームの実運用にあたり、受講者用 Web サイト、管理者用 Web サイトのそれぞれについて、上記の機能構成・動作環境に加え、各機能の使用方法を説明した使用説明書を作成した。本使用説明書２点の目次構成は次の通りである。

(1) 受講者用使用説明書

1. 機能構成
    (1) 受講登録・ログイン
    (2) 学習・試験
    (3) 学習支援
2. ご利用にあたっての注意事項

3. 受講登録
4. ログイン
5. 学習
6. 評価試験
7. お知らせ
8. 質疑/問合せ
9. 学習履歴

(2) 管理者用使用説明書

1. 機能構成
    (1) 申込管理機能
    (2) 学習フォロー機能
    (3) 学習履歴管理機能
2. ご利用にあたっての注意事項
3. 管理サイトへのログイン
4. 申込管理
5. お知らせ管理
6. 質疑対応
7. 学習履歴管理

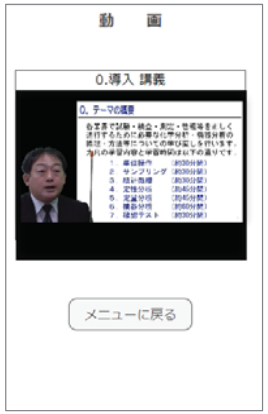
第４節　使用画面サンプル

(1) 学習者用 Web サイトイメージ

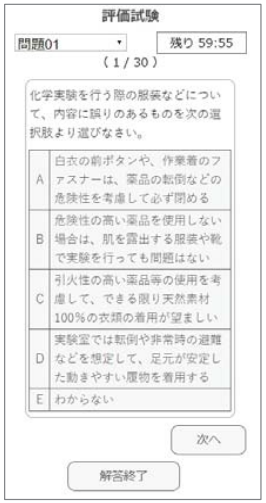
ログイン画面

メニュー画面

講義映像画面



CBT 画面（評価試



(2) 管理者用 Web サイトイメージ

申込管理画面

お知らせ管理画面

第５章　ｅラーニングコンテンツ

ｅラーニングを活用した講座を実施するにあたり、「テキスト教材」「講義映像教材」「評価試験（CBT＝Computer Based Testing）」の３種のｅラーニングコンテンツを開発した。本章ではこれらの教材の仕様とサンプルを紹介するが、各教材の本体についてはすべて日本分析化学専門学校ホームページの「文部科学省委託事業報告」（https://www.bunseki.ac.jp/disclosure/#02）に掲載する。

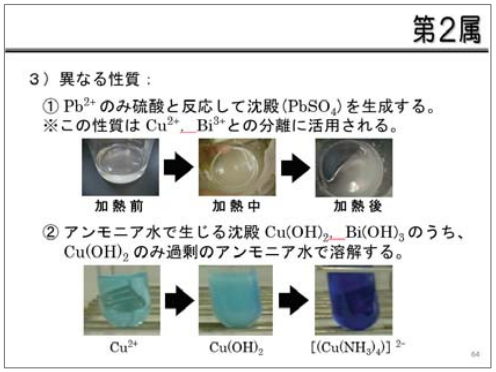
第１節　テキスト教材

第１項　教材仕様

今回作成したテキスト教材は、次節で概説する講義映像教材で解説することを前提とした PowerPoint 形式のテキスト教材である。開発対象は、第３章に掲載したカリキュラムのうち、「テーマⅠ　化学実務に必要な実験技術」「テーマⅡ　化学実務上必要な安全管理と関係法規」「テーマⅣ化学実務に必要とされる化学基礎」に相当する内容とした。教材の作成にあたっては、本校の専門課程の授業等で使用している教材や、市販の学習書籍を参照した。

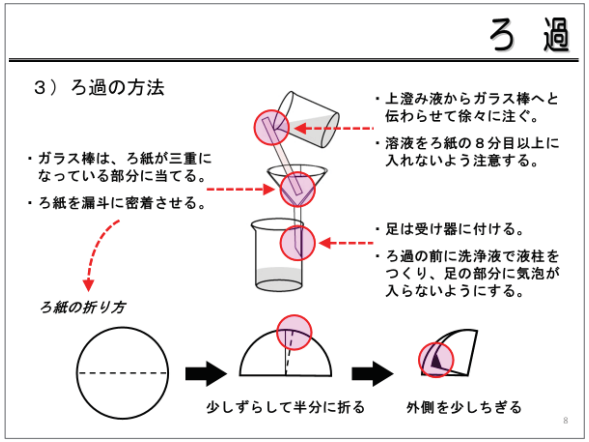
本テキストは下図に示すように、対象領域の要点について文章と画像・写真・図表を用いて解説している。映像で解説する前提のため、スライド内の解説の記述は基本的に要点のみとし、映像中で読みづらくならないよう一般的なテキスト教材と比べて比較的大きめのフォントサイズを採用している。

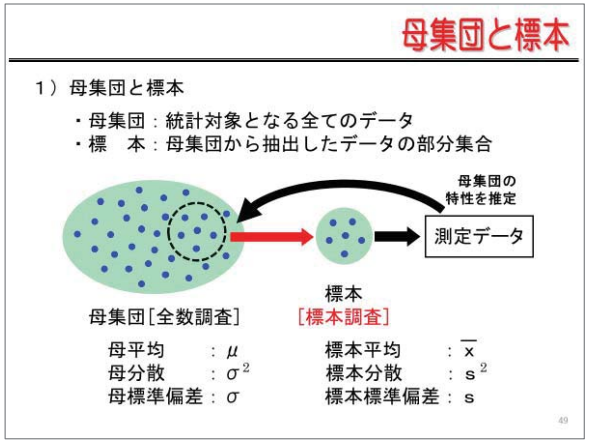
＜テキスト教材スライドイメージ＞



第２項　教材サンプル

（1）テーマⅠ　化学実務に必要な実験技術





(2) テーマⅡ　化学実務上必要な安全管理と関係法規

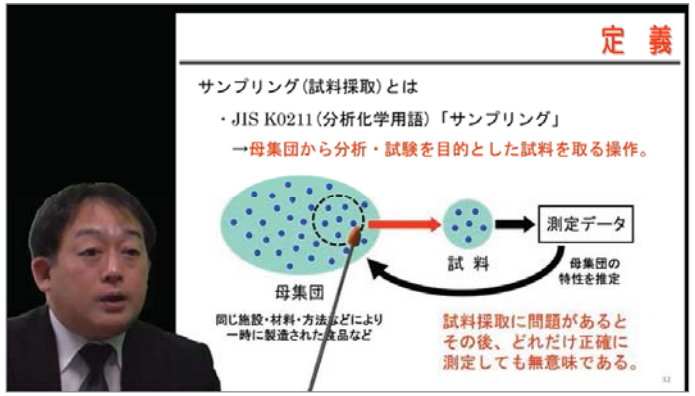
第２節　講義映像教材

第１項　教材仕様

今回検討したモデルカリキュラムでは、実施時間 66 時間のうち、そのうち知識学習５７時間は、e ラーニングシステム上で配信される講義映像教材による自己学習とする想定である。本教材はそこでの使用を想定した教材である。

本教材は、前掲の PowerPoint 形式のテキスト教材を講演者が解説していく形式の講義映像である。イメージ図を以下に示す。各講義映像は、視聴する受講者が学習しやすいように、1 本最長 10 分~15 分程度となるように分割した。したがって、60 分間の講義であれば、10 分~15 分の映像 4~6 本程度で構成される。

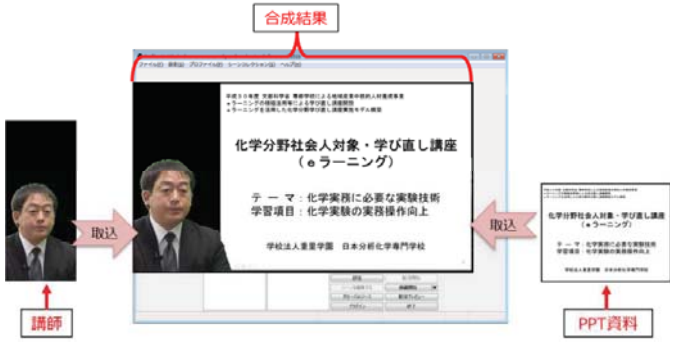
＜講義映像教材画面イメージ＞



第２項　収録方法

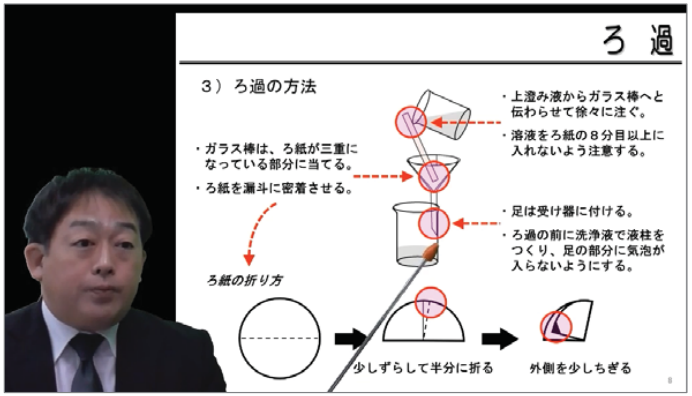
今回上記の映像教材の作成にあたって採用した収録環境は、下図のように、ソフトウェア上にパワーポイント形式の講義資料を読み込み、同時に Web カメラ・マイクから講師映像・音声を読み込んで、システム上で合成して mp4 形式の映像データをアウトプットするシステムである。講義資料をカメラで撮影するのではなくデータで読み込んで合成するため、映像化した際にも資料の細部まで見やすい講義映像を収録することができる。一方で、システムの特性上、講師は撮影画面を見ながら講義を行う必要があることからカメラと目線がず

れていたり、通常の講義形式と異なるため声の抑揚が平坦になってしまったりなどのデメリットも存在する。

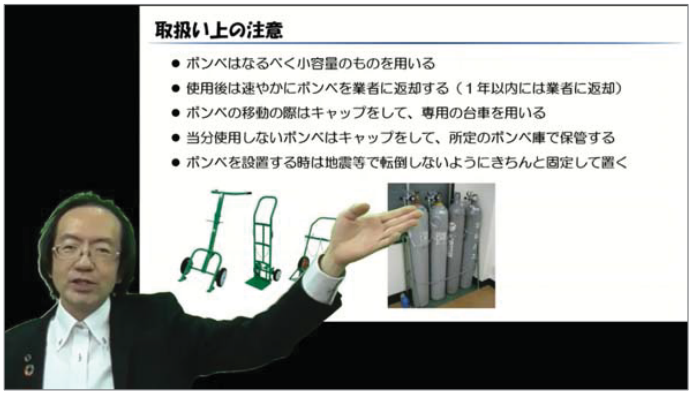


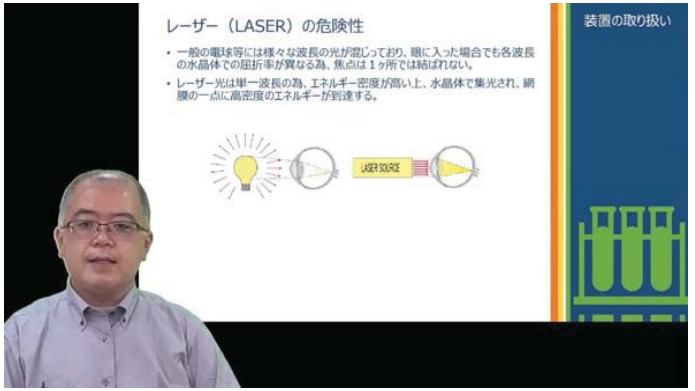
第３項　教材イメージ

(1) テーマⅠ　化学実務に必要な実験技術



(2) テーマⅡ　化学実務上必要な安全管理と関係法規





第３節　評価試験（CBT＝Computer Based Testing）

第１項　教材仕様

本教材は、前述のカリキュラムを構成する各学習テーマの評価基準に基づき、達成度を評価するための試験問題である。本講座の評価試験は「知識評価」と「実技評価」で構成される。「知識評価」では、各テーマの知識の習得度評価を行うための多肢選択型問題で構成される試験を実施する。これまで述べてきたように、本モデルカリキュラムでは、知識学習は e ラーニングによる自己学習を主とする。本試験問題はこれと同期をとり、e ラーニングプラットフォーム上において CBT（Computer Based Testing）形式により実施することを想定している。

各評価試験問題は、すべて多肢選択形式とし、次の 4 項目で構成される。

① 問題文（50 字～100 字程度）
② 選択肢（5 つの選択肢）
③ 解答（正解の選択肢 1 つ）
④ 解説（50 字～100 字程度）

問題の種別は大きく「知識問題」「計算問題」「実験問題」の 3 種に分かれる。いずれの問題種も基本的なコンセプトは基礎知識の理解度の確認であり、要点を理解していれば比較的容易に解ける問題とするよう努めた。

このコンセプトのもと、「知識問題」では、学習内容に含まれる重要語句をピックアップし、その語句に関連した基礎知識を確実に理解しているかを確認する問題とした。「計算問題」では、濃度計算やモル計算など化学に関連する計算の初歩について、計算の考え方の理解度の確認を行うことを主な目的とし、計算自体の難度は易しい問題とした。「実験問題」については、実験器具の名称、使い方、実験に際しての注意点、発生する現象などに関する問題を作成した。

第２項　教材サンプル

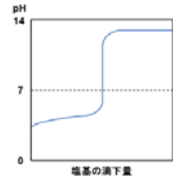
(1) 知識問題サンプル

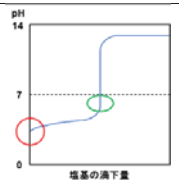
問題	
問題文	物質には、気体、液体、固体の 3 つの状態がある。では、固体における構成粒子の状態の説明として最も適当なものはどれか。
選択肢	A　構成粒子が動くことなく規則正しく並んでいる B　構成粒子が規則正しく並び、決まった位置で細かく振動している C　構成粒子が互いに接近した状態で自由に位置を変えている。 D　構成粒子が粒子間の引力を振り切り飛び出している。
	Z　わからない
解答	B　構成粒子が規則正しく並び、決まった位置で細かく振動している
解説	固体における構成粒子は規則正しく並んでいるが、決まった場所で細かく振動する熱運動をしている。 ちなみに、C は液体、D は気体における構成粒子の状態の説明である。

(2) 計算問題サンプル

問題	
問題文	2 mol の塩化ナトリウムを 1 kg の水に溶かした。この時、できる塩化ナトリウム水溶液は何 g できるか。最も近い値を選びなさい。 ただし、Na の原子量を 23、Cl の原子量を 35.5 とする。
選択肢	A　1.2 g B　1000 g C　1120 g D　1580 g Z　わからない
解答	C　1120g
解説	塩化ナトリウム 1 mol は 58.5 g である。 塩化ナトリウムの分子量：Na+Cl＝23＋35.5＝58.5 よって、塩化ナトリウム 2 mol と水 1000 g より総質量は 1117 g となるため、最も近い値は 1120 g となる。 58.5 g×2 mol＋1000 g＝1117 g

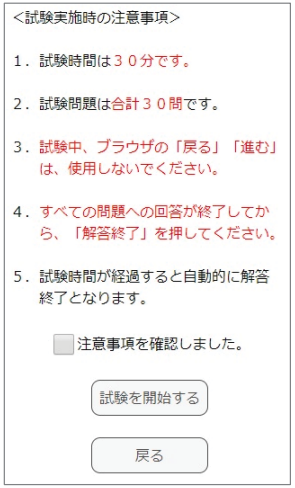
(3) 実験問題サンプル

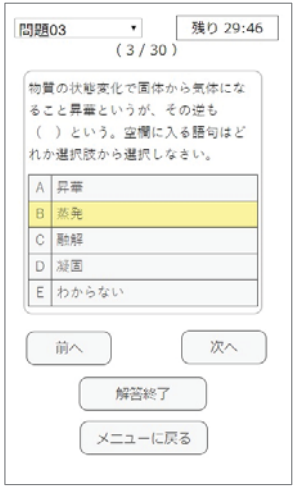
問題	
問題文	中和滴定を行ったところ、滴定曲線は図のようになった。この実験に用いた溶液の組み合わせとして当てはまるものはどれか。 
選択肢	A　強酸+強塩基 B　強酸+弱塩基

	C　弱酸+強塩基 D　弱酸＋弱塩基 Z　わからない
解答	C　弱酸+強塩基
解説	滴定曲線の酸性側 pH が 1 よりも大きく(赤丸)、中和点付近での酸性側の pH の変化が小さい(緑丸)ことから、酸は弱酸である。また、中和付近での塩基性側の pH 変化が大きいことから、塩基は強塩基である。よって、この滴定は弱酸と強塩基によるものである。 

第３項　試験実施形態

本問題はすべて、前掲の ｅ ラーニングプラットフォーム上で、CBT（Computer Based Testing）形式にて運用される想定である。ｅ ラーニングプラットフォーム上に搭載された CBT 機能と、試験タイマー機能を活用して実施される。以下に CBT の画面サンプルを掲載する。





令和２年度 文部科学省 専修学校リカレント教育総合推進プロジェクト
ｅラーニングの積極活用等による学び直し講座開設
ｅラーニングを活用した化学分野学び直し講座実施モデル構築

発行元：学校法人重里学園　日本分析化学専門学校
発行日：令和３年２月

本実施モデルは、文部科学省の教育政策推進事業委託費による委託事業として、学校法人重里学園日本分析化学専門学校が実施した令和２年度「専修学校リカレント教育総合推進プロジェクト」の成果物です。

学校法人重里学園 日本分析化学専門学校 2020 年度文部科学省委託事業

2020 年度 実証講座受講者アンケート

1. 受講した講義

(1) 2018 年度より実施している本講座への参加経験として当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1．2018 年度, 2019 年度に受講したことがある　　2．今回初めて受講する

(2) 今回の講座で受講した学習項目をすべて選んでください。

1．（必修）テーマⅡ学習項目①「実験室での安全保護実務」
2．（必修）テーマⅡ学習項目②「化学薬品と法規の関係性」
3．（選択）テーマⅠ学習項目①「化学実務実験の実務操作向上」
4．（選択）テーマⅠ学習項目②「化学分析・機器分析の実務操作向上」

2. 講座の構成について

(1) 今回の講座では、化学実務に係る知識学習を e ラーニングで行っていただきました。実施方法へのご感想として当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1．よかった　　2．まあまあよかった　　3．あまりよくなかった　　4．よくなかった

(2) 今回の講座では、「テーマⅡ 化学実務に必要な安全管理と関連法規」を必修として、講義や評価試験など、合計 6.5 時間程度の e ラーニング学習を設定しました。学習の達成度として当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1．すべて学習した　　2．おおよそ学習した
3．すこし学習した　　4．まったく学習できなかった

(3) 今回の講座で必修として設定された e ラーニング学習 計 6.5 時間を行うために必要だった学習期間について、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1．2，3 日程度　　2．1 週間程度　　3．2 週間程度
4．3 週間程度　　5．1 か月未満　　6．1 か月以上

(4) 今回の講座で必修として設定された学習分量（計 6.5 時間）へのご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1．多かった　　2．やや多かった　　3．適正だった
4．やや少なかった　　5．少なすぎた

(5) 今回の講座で取り扱った学習内容は理解できましたか。それぞれ当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

① （必修）「テーマⅡ 化学実務に必要な安全管理と関連法規」について

1．よく理解できた　　2．まあまあ理解できた
3．あまり理解できなかった　　4．まったく理解できなかった

② （選択）「テーマⅠ 化学実務に必要な実験技術」について
※今回の講座でテーマⅠを受講された方のみご回答ください。

1．よく理解できた　　2．まあまあ理解できた
3．あまり理解できなかった　　4．まったく理解できなかった

(6) 今回の講座で取り扱った学習内容の難易度に対するご感想として、それぞれ当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

① （必修）「テーマⅡ 化学実務に必要な安全管理と関連法規」について

1．難しすぎた　　2．やや難しかった　　3．適正だった
4．やや易しかった　　5．易しすぎた

② （選択）「テーマⅠ 化学実務に必要な実験技術」について
※今回の講座でテーマⅠを受講された方のみご回答ください。

1．難しすぎた　　2．やや難しかった　　3．適正だった
4．やや易しかった　　5．易しすぎた

3. e ラーニングコンテンツについて

(1) 今回の講座では、知識学習を、講義映像コンテンツを活用して自己学習していただきましたが、いかがでしたか。ご感想として当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．よかった　２．まあまあよかった　３．あまりよくなかった　４．よくなかった

(2) 講義映像コンテンツは１本約 10 分～15 分程度としました。講義映像の長さに対するご感想として、当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．長すぎた　２．やや長かった　３．適正だった
４．やや短かった　５．短すぎた

(3) 評価試験の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．難しすぎた　２．やや難しかった　３．適正だった
４．やや易しかった　５．易しすぎた

(4) 評価試験は択一形式問題３０問に対して、３０分の試験時間としました。試験時間に対するご感想として、当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．長すぎた　２．やや長かった　３．適正だった
４．やや短かった　５．短すぎた

(5) e ラーニングコンテンツに関するご意見・ご感想や、追加してほしいコンテンツ・学習機能等のご要望があれば、記入してください。

4. e ラーニングシステムについて

(1) 今回ご使用いただいた e ラーニングシステムについて、総合的に使いやすさはいかがでしたか。当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．使いやすかった　２．まあまあ使いやすかった
３．やや使いづらかった　４．使いづらかった

(2) 受講申請機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．使いやすかった　２．まあまあ使いやすかった
３．やや使いづらかった　４．使いづらかった

(3) 学習機能（講義映像視聴機能）は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．使いやすかった　２．まあまあ使いやすかった
３．やや使いづらかった　４．使いづらかった

(4) 評価試験機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．使いやすかった　２．まあまあ使いやすかった
３．やや使いづらかった　４．使いづらかった

(5) 学習履歴機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．使いやすかった　２．まあまあ使いやすかった
３．やや使いづらかった　４．使いづらかった

(6) e ラーニングシステムに関するご意見・ご感想、お気づきの不具合・改善点、追加してほしい機能等のご要望等があれば、記入してください。

5. その他

(1) 今回の講座の受講経験を踏まえて、今後本校が開催する講座に希望する実施形式について、下表の各項目の選択肢の中から当てはまる選択肢１つを選んでください。

実施頻度	１．定期開催（年　　回）　　２．不定期開催
実施主体	１．社内実施　　２．外部委託（委託先：　　）
学習手法	１．座学のみ　　２．実技のみ　　３．座学・実技両方
実施手法	１．通学　２．通信教育(ペーパー)　３．通信教育(e ラーニング)　４．複合
研修期間	１．１日　２．2~3 日　３．２週間程度　４．１か月程度　５．それ以上
実施期間	１．業務時間中　２．業務時間外　３．休業日　４．その他（　　）
評価方法	１．修了証書発行　　２．試験(点数評価)　　３．検定(評価証明)

(2) 本校では、今後も化学分野の講座の企画・実施に取り組んでいく予定ですが、受講してみたい学習テーマはありますか。当てはまる選択肢をすべて選んで、〇で囲んでください。（※複数回答可）

１．化学実務上の実験技術　　２．実験室の安全管理　　３．化学薬品の関係法規

４．化学基礎知識　　５．化学基礎技術

６．専門実務に必要な化学知識
例：物質構造と性質反応（元素･無機／有機）、物質構造と性質探究（物理／分析化学）等

７．社会課題に対応する高度専門化学知識
例：バイオテクノロジー、資源・エネルギーの安定性確保・利用、先端材料、安全・安心の確保と食品化学、先端医療技術・健康科学、高度実験技術 等

８．その他（　　）

(3) 今後の今回のような講座が開催された際の参加のご意向として、当てはまる選択肢を１つ選んでください。

１．参加したい　　２．内容によっては参加を検討する　　３．参加しない

(4) 本校や本事業、今回の講座等へのご意見、ご要望などございましたら、自由にご記入ください。

質問は以上となります。
アンケートにご協力いただき、誠にありがとうございました。