



2025年11月3日
沖縄尚学高等学校
松尾 英樹

IB化学の新カリキュラム（2025）での実習の取扱いについて ～実験値のからの学び～

IB化学の学習内容は、2025年版の指導の手引きから、概念的な枠組み（構造と反応性）に基づいて構成され、**知識の暗記よりも概念間のつながりの理解が重視**されるようになりました。実習においては、規定の実習として特定の実験を行うことよりも、探究プロセス全体（設計、分析、評価）を通じて、従来の実験技術に加え、テクノロジーやデータベースを駆使した**多様な手法を適用するスキル開発に焦点を移**しています。

化学における「実験のツール」と「探究のプロセス」について

「実験のツール」は、化学的な探究の実施および発展を支える、生徒がコース全体を通じて経験しなければならない具体的なスキルや手法を指します。

「探究プロセス」は、科学的な探究における段階的な実践スキルであり、学習者が科学者と同じプロセスを体験し、科学的な思考と研究の本質を理解できるように設計されています。

これらのスキルは、化学的な探究という家を建てる際のプロセスになぞらえることができます。

「実験のツール」は、具体的な大工道具に相当します。メスフラスコ（測定）、センサー（テクノロジー）、統計計算（数学）といった個々の道具が精巧であればあるほど、より正確で信頼性の高い部品（データ）を作ることができます。

一方、「探究のプロセス」は、設計図と工程管理に相当します。家を建てる前に計画を立て（検討と設計）、実際に建設を行い（データの収集と処理）、最後に家の仕上がりで設計図の適合性を確認し、改善点を記録する（結論と評価）という流れです。どんなに優れた道具（ツール）を持っていたとしても、このプロセス（探究）がなければ、科学的な知識という強固な家を完成させることはできません。

実習の結果から授業を発展させる授業例として、IB化学の熱化学のトピックを用いた「反応のエンタルピー変化の測定と評価」（Reactivity 1.1.4の範囲）の授業構成を紹介します。

授業例：反応のエンタルピー変化の測定と評価「反応性 1.1：エンタルピー変化の測定」 （「化学」の学習におけるスキル、ツール 1: 実験技術）の指導に適しています。

1. 探究の導入と計画 (検討/設計 - Inquiry 1)

目的：生徒に、エンタルピー変化の計算に必要なデータを自分で収集するプロセスを計画させます。

活動内容	重点と指導のポイント
課題設定	「NaOH(s)を水に溶解に溶解させたときの温度変化からエンタルピー変化を測定せよ」。生徒自身に、研究課題を設定させることを奨励します。
方法の設計	生徒は、公正な実験を行うために、何を変数（従属変数：温度、独立変数：反応物の量など）として設定し、何を制御すべきか（変数を制御する - Inquiry 1）を考えます。
実習スキルの確認	温度や質量、体積（例：メスピペット、メスシリンダー）を適切な精度で正確に測定する方法（ツール 1: 実験技術）を確認します。

2. 実習とデータ収集 (行動 - Inquiry 2)

目的： データ収集中に実験における不確かさや限界を体感し、生のデータと定性的観察を記録します。

活動内容	重点と指導のポイント
実験の実施	生徒は、データロガー（ツール 2: テクノロジー）を用いて（本校では島津理化:ワイヤレス温度センサPS-3201をiPadに接続して温度を記録）、溶液中で起こる反応（ NaOH(s) ）を水に溶解させた時の経時的な温度変化）を追跡します。
データ記録	生のデータを記録する際、単位と不確かさ（例： $\pm 0.1 \text{ cm}^3$ ）を必ず記載させます（データ収集-Inquiry 2）。また、色の変化などの関連性の高い定性的観察を記録させます。
教師の役割	教師は、安全対策や倫理的配慮（ツール1）が遵守されていることを確認し、生徒の取り組みを監督します。

3. 結果に基づく授業と概念的理解の構築 (結論/評価 - Inquiry 3)

実験で得られた「生データ」が、その後のディスカッションと概念指導の中心となります。生徒はデータを分析・評価することで、理論と現実のズレを認識し、科学的知識の限界を学びます（NOSの統合）。

活動内容	重点と指導のポイント
データの可視化と解析	生徒は、収集したデータ（温度 vs. 時間）をプロットし（ツール 3: 数学、グラフを作成する）、グラフを外挿して、実験で達成された最大温度を決定します。この外挿は、実験中に避けられない「熱の損失」という系統誤差を考慮するための手法です。
計算と応用	生徒は得られた ΔT を用いて、反応のエンタルピー変化 ΔH を計算します（ $q=mc\Delta T$ ）。この計算過程で、不確かさの伝播（ツール 3: 数学）を処理する機会を得ます。
評価と概念的な議論（実習の結果を授業へ）	- 結果の比較と信頼性の議論（NOS/評価）： 生徒が算出した ΔH の値と、文献値（一般に受け入れられている科学的文脈）を比較します。なぜクラスメートや文献の値と一致しないのかを議論することで、データの信頼性や再現可能性の重要性を学びます。 - 実験の限界の評価（評価 - Inquiry 3）： 理想的な断熱を仮定したこと、熱損失が避けられないこと、試薬の比熱容量を無視したことなど、研究方法の弱点と限界、および前提が結論にどのように影響したかを評価します。 - 改善案の提示： これらの弱点と限界に基づき、現実的で関連性の高い改善案を説明します。例えば、より精度の高い測定機器を使う、断熱を強化するなどです。 - TOKとの連携： 文献値が「真の値」と見なされるのはなぜか、また、実験方法上の限界は科学的知識の確実性（真実）にどのような影響を与えるか、について批判的に考察します。

この学習サイクルは、単に「正解」のエンタルピー値を求めることなく、収集されたデータが持つ限界を認識し、そのデータから結論を導き、科学的文脈に照らして評価するという、科学者が行うプロセス（探究プロセス）そのものを生徒に経験させることを可能にします。最終的な評価として一般的な実習に関連するスキルや一般的な技術は、外部評価の一部として評価されます。

まとめ

2025年版IB化学カリキュラムの理念に基づき、「実験のツール」と「探究のプロセス」を体系的に結びつけた授業を設計しました。従来のように決められた実験手順を再現するのではなく、生徒自身が課題を設定し、計画・実施・評価を行う探究型の学習プロセスを重視しています。

特に、熱化学の単位におけるエンタルピー変化の実習では、生徒がデータの不確かさや誤差の要因を自

ら検討し、文献値との比較を通して科学的知識の限界とその構築過程を理解することを目指しました。これにより、生徒は「正しい値を求める」こと以上に、「得られた結果からどのように考察し、学びを深めるか」という科学的思考の本質を体験的に学ぶことができました。このような学習デザインは、IBが重視するNature of Science（科学の本質の理解）の育成と、探究を通じた概念的理解の深化に寄与します。

— *A better world through education.*