

工業

富山県立魚津工業高校 佐伯智成

身近な題材のパフォーマンス課題で知識間の関係性に気づかせ、中核的な概念へと昇華させる



私が考える中核的な概念

「転移可能な概念的知識」の理解の深まりを目指す

さえき・ともなり

同校に赴任して6年目。工業科・教務部・研修担当。

◎設立 1962（昭和37）年
◎生徒数（全日制）1学年約80人
◎形態 全日制／機械科・電気科・情報環境科／共学
大は、東京工科大、富山国際大、金沢学院大、金沢工業大に延べ8人が合格。短大・専門学校進学8人。就職69人。

私が担当する科目の「電力技術」は、「電気」という目に見えない現象を扱うため、その現象のイメージを頭の中で構築し、学んだ知識間の関係性を整理して概念化することが求められます。そこで私は、その点を重視した授業研究に取り組んできました。

中核的な概念とは、「原理と一般化」と、その構築に必要な「転移可能な概念的知識」（問題の発見から課題解決に必要な一連の思考方略）だと、私は考えていました（図1）。授業の目標としては、「原理と一般化」にたどり着けるのが理想ですが、「事実的知識」や「個別的スキル」の習得に精いっぱいの生徒が少なくありません。そのため、理解の深まりを目指す

す中核的な概念は、生徒が有する資質・能力や、学習内容に応じて設定しています。例えば、電池について学ぶ「電気化学」の單元では、「転移可能な概念的知識」である「化学エネルギーから電気エネルギーへの変換」の理解が深まるなどを目

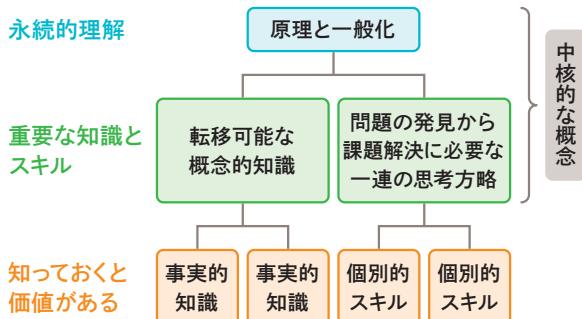
指しました。それが理解できれば、どの種類の電池でも、その仕組みや特性などを理解することができます。

また、条件に合わせて熱をどのように制御・活用して、安全で安心な付加価値を考案させることも重視しました。本校の生徒の大半は高校卒業後、技術職として就職するため、仕事に直結する思考方略も習得する必要があると考えているからです。

なお、本校は2022年度に、3年間で育成を目標とする17の資質・能力として「UDGs」（*1）を策定しました。教師は各単元で育成を目標とする資質・能力をUDGsの中から選び、授業の冒頭で提示するようにしています。それにより生徒は、その目標を意識して授業に臨めます。私も、中核的な概念の理解を深める過程において、UDGsに掲げた資質・能力の育成を図っています。

*1 Uozu-tech-high-school DEVELOPMENT GOALS の略。「1：本物に触れる（本物とつなぐ学習）」「2：地域社会と自分をつなぐ（社会参画）」など、「よりよい人生のための17の目標」を、地元企業の意見も踏まえて2022年度に策定。

図1 佐伯先生が考える中核的な概念



※『「逆向き設計」で確かな学力を保障する』(西岡加名恵編著、明治図書出版)のP.15を参考に、佐伯先生が作成した資料を基に編集部で作成。

「中核的な概念」の理解が深まる 授業デザイン

単元の概要

〔対象〕3年生

〔教科・科目〕工業科・電力技術

〔単元〕電気化学

〔単元目標〕モバイルバッテリーによる事故の背景や原因について、電気や化学、工業生産の関係を踏まえて理解するとともに、電気機器の安全管理を状況に合わせて最適化し、活用することができる。

●本単元で理解してほしい中核的な概念

化学エネルギーから電気エネルギーへの変換

●中核的な概念の理解を通して育成したい資質・能力 (UDGsより設定)

1：本物に触れよう（本物とつなぐ学習）、3：正しいものづくりをしよう（技術者倫理）、5：自分から行おう（主体性）、9：自分の内側を知ろう（振り返り【リフレクション】）、15：疑問を持とう（問題発見力・批判的思考【クリティカルシンキング】）

お勧めの分掌

管理職

教務担当

進路担当

担任

時数	学習目標	授業内容
1	事実的知識の習得	1次電池について説明した後、「単1電池と単3電池の違いは何か」と問い合わせ、学んだ知識が生活や社会とどう結びついているかを考えさせる。
2		2次電池について説明した後、「スマートフォンはリチウムイオン2次電池以外では動かないのか」と問い合わせ、学んだ知識が生活や社会とどう結びついているかを考えさせる。
3		充電方式と電池の寿命について説明した後、「スマートフォンの充電池の寿命を延ばすためにはどうすればよいか」と問い合わせ、学んだ知識が生活や社会とどう結びついているかを考えさせる。
4		電池の性能評価や充放電効率の計算などについて説明した後、「充電池の性能をどのように見ればよいか」と問い合わせ、冬にモバイルバッテリーを用いて電気毛布が使用できる時間数を計算して求めさせる。
5	概念的知識の習得 (パフォーマンス課題)	複数の見方・考え方から、問題が起きるのはなぜか、原因を特定することができる。グループやクラスの考えを基に、自分の考えを発展させることができる。
6		モバイルバッテリーによる事故の背景に着目し、技術ノーベーションに関する課題を見いだすとともに、事故の防止策を考え、科学的な根拠に基づいて結果を検証し、改善することができる。答えが1つではない課題に試行錯誤しながら取り組み、条件に合わせて説明したり、集めた情報を基に自分なりの答えや解決法を提示したりすることができる。
7		本単元の学びを通じた自身の変化を学習記録シートを確認して俯瞰し、問題発見・解決の視点が獲得できるよう、自分の学習状況を確認し、よりよく学ぶ方法について考えることができる。

※学校資料を基に編集部で作成。

授業デザインの観点・工夫

パフォーマンス課題で知識を活用し、知識間の関係性に気づかせる

生徒が中核的な概念の理解を深められるようにするため、パフォーマンス課題を取り入れています。私は、生徒は習得した事実的知識を活用して問題の発見と解決に取り組む過程で知識間の関係性を自ら見いだし、概念的知識へと昇華させることができます。

「電気化学」の単元では、前半の4時間で1次電池と2次電池の違いなどの事実的知識を習得し、後半の3時間でパフォーマンス課題に取り組みます（上図）。そうした単元構成にすることで事実的知識の習得と活用を往還させています。具体的には、単元の「本質的な問い合わせ」の答えにたどり着くための補助的な問い合わせ、「どつかかりの問い合わせ」「先導する問い合わせ」「手引きとなる問い合わせ」（＊3）を提示しています（P.3図2）。

パフォーマンス課題で取り上げる題材は、生徒が実生活の中でも見聞きしたことのあるものにするようにしています。例えば「電気化学」の単元では、生徒が日常

*2 アメリカの実業家アレキサンダー F. オズボーンが考案した、アイデアを出すための発想法。

*3 いずれも『逆向き設計』実践ガイドブック（奥村好美・西岡加名恵編著、日本標準）で紹介されている問い合わせのタイプ。

図2 4つの問い合わせ 「電気化学」の単元での具体例

問い合わせのタイプ	問い合わせの位置づけ(注)	本単元における問い合わせの例
とっかかりの問い合わせ	好奇心を刺激し、新しい話題に興味を持たせるための問い合わせ	(1時間目) 単1電池と単3電池の違いは何か。
先導する問い合わせ	正解を持ち、習ったことを思い出させたり、情報を見つけさせたりするための問い合わせ	(2時間目) あなたのスマートフォンの2次電池は何か。スマートフォンはリチウムイオン2次電池以外では動かないのか。(4時間目) 充電池の性能をどのように見ればよいか。
手引きとなる問い合わせ	単に情報を見つけさせるだけでなく、特定の内容を探究させるための問い合わせ	(3時間目) スマートフォンの充電池の寿命を延ばすためにはどうすればよいか。スマートフォンの充電池を急速充電するためにはどうすればよいか。
本質的な問い合わせ	教科やカリキュラムの中心にあり、教科の探究と看破を促進する問い合わせ	(5・6時間目) 電池から熱が発生するのはなぜか。電池を安全に使用するために、エネルギーをどのように把握すればよいか。

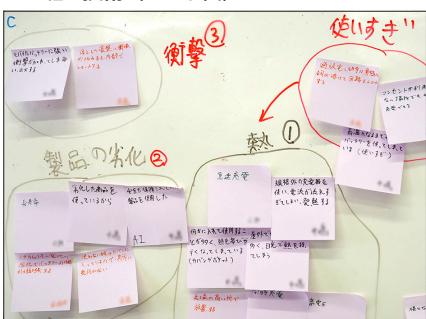
(注)「問い合わせの位置づけ」の説明文は、『『逆向き設計』実践ガイドブック』(奥村好美・西岡加名恵編著、日本標準)によるもの。※学校資料を基に編集部で作成。

的に使っているモバイルバッテリーによる事故を題材とし、事故の原因を調べ、それを踏まえて、モバイルバッテリーによる事故を防止するための注意文と製品の改良案の作成を課題にしました。注意文の作成においては、①社会の課題(技術ガバナンス)、②技術(ハード面)、③技術(ソフト面)という3つの視点を提示し、視点ごとに3つの班に分かれて事故の原因を考えさせました(図3)。そのように、協働的に学ぶ機会を設けることで、自分にはなかつた考え方を他者から得られるようになります。製品の改良案の作成においては、「オズボーンのチェックリスト」を示しました。個人でアイデアをじっくりと考えた後で、各自の改良案を共有することにより、自分とは異なる考え方にも触れられるようになります。

また、自己評価を行うことは概念の構築や自己調整能力の育成につながると考え、毎回の授業の終わりには本時の振り返りをして、気づいたことを記録させています。

図3 パフォーマンス課題① モバイルバッテリーによる事故を防止するための注意文を作成する

▼C班: 技術(ソフト面)



生徒は、①社会の課題(技術ガバナンス)、②技術(ハード面)、③技術(ソフト面)の視点ごとに3つの班に分かれ、各視点からモバイルバッテリーによる事故が増えている原因を考え付せんに書き出し、似た内容の意見をグループ化した。

▼生徒が考えた注意文の例

開発者として事故防止のために、最初に書いた注意フレーズを下に書き、その理由を小学生に分かるよう短く書いてください。
注意フレーズ 使いすぎはNO!! 充電しないで注意!!
理由 モバイルバッテリーを使いすぎると、熱を蓄ひすぎて、破裂してしまうからです。

佐伯先生は、小学生も理解できる内容の注意文を作成するよう、指示した。

図4 パフォーマンス課題② 安全に使えるモバイルバッテリーの改良案を作成する

オズボーンのチェックリストを使ってアイデアを出そう!(メモ) 前時間のA: 社会の課題、B: 技術(ハード面)、C: 技術(ソフト面)の問題点や、いろいろな見方・考え方から特化したりして考えてみよう		
①転用 他の使い道はないか?	②応用 他のアイデアを借りられないか?	③変更 変わらせる部分はないか?
④拡大 大きくしてみたらどうか?	⑤縮小 小さくしてみたらどうか?	⑥代用 他の物で代用できないか?
⑦再調整 入れ替えてみたらどうか?	⑧逆転 逆にしてみたらどうか?	⑨結合 組み合わせてみたらどうか?

自燃箇内でモバイルバッテリーが先火する様子(内部実験)

課題② 技術イノベーション
「電気の専門知識がない使用者が、安全に使えるモバイルバッテリー」に改善するためのアイデアをまとめ。企業、ユーザー、販売業者等の多様な立場の人々が、納得できる図と説明文を示して、企画書を作成してください。

説明文

※学校資料をそのまま掲載。

因を考えさせました(図3)。そのように、協働的に学ぶ機会を設けることで、自分にはなかつた考え方を他者から得られるようになります。製品の改良案の作成においては、「オズボーンのチェックリスト」を示しました。個人でアイデアをじっくりと考えた後で、各自の改良案を共有することにより、自分とは異なる考え方にも触れられるようになります。

成果と展望

生徒に理解を深めてほしい中核的な概念を学科全体で明確にする

本校の生徒の大半は卒業後に就職するため、社会の変化に応じて自ら学び続ける力や、仕事に不可欠な問題発見・解決力を高校時代から培つておく必要があります。そこで、実践的なパフォーマンス課題を導入したところ、生徒は自分の将来のことを考え、主体的に学習に取り組むようになりました。

具体的な成果としては、2年次に第1種電気工事士の資格を取得した生徒が、3年次に教師役となつて複数の生徒を指導し、同資格の試験の合格に導きました。それは、習得した知識・技能を活用した双方の学びが成立した証しであり、中核的な概念の理解の深まりによって成し遂げられたことだと思っています。

今後は、より質の高い学びを生徒に提供できるよう、育成を目指す資質・能力と理解を深めてほしい中核的な概念を電気工事士で明確にして共有し、それらの目標を達成するために必要な学習内容を体系的に整理することを考えています。