

高等学校における教科指導の充実

工 業 科

工業科における指導と評価の工夫改善

～指導と評価の一体化を目指して～

栃木県総合教育センター

平成27年3月

ま え が き

現代を生きる私たちは、政治・経済・文化・情報・科学・技術など様々な面において状況が絶えず変化する社会の中にいます。今後も、少子化・高齢化の急速な進行や、グローバル化にともなう国際競争の激化、地球規模での環境の変化等が予想されるとともに、世界的に知識基盤社会へと移行しつつあり、新しい知識・情報や的確な判断力、コミュニケーション能力等を身に付けることの重要性がますます増大していくものと思われます。

そのような中で「基礎・基本を確実に身に付け、いかに社会が変化しようと、自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力」をもち、あわせて「自らを律しつつ、他人とともに協調し、他人を思いやる心や感動する心などの豊かな人間性」や「たくましく生きるための健康や体力」を備えた人間を育成すること、つまり「生きる力」をもつように子どもたちを教育することが求められています。

高等学校においては、平成25年度入学生より新しい学習指導要領が全面実施となっています。この新学習指導要領では、「生きる力」を育むためには、「基礎的・基本的な知識・技能」の習得と、それらを活用して課題を解決するために必要な「思考力、判断力、表現力等」の育成をバランスよく行うことが重要であるとしています。また、「主体的に学習に取り組む態度」の育成も大切です。これらのいわゆる学力の三要素をバランスよく育成するためには、指導を計画的に行うとともに、PDCAサイクルに基づく工夫改善を進めていく必要があります。そのためには、学習の評価についても、計画的に多角的な観点から生徒を評価するとともに、その評価を次の指導の改善につなげる「指導と評価の一体化」を図ることが求められています。

これらの求めに応じるためには、より一層の学習指導の工夫・改善が必要となります。栃木県総合教育センターでは、平成17年度から「高等学校における教科指導の充実に関する調査研究」を行ってきました。平成25・26年度は、学習指導要領の改訂の趣旨を踏まえるとともに、指導と評価の一体化を図るための工夫改善についての調査研究に取り組み、今年度は、地理歴史・公民科、外国語（英語）科、農業科、工業科、商業科の各教科において実施しました。教科指導を充実させるために、本冊子を活用し、生徒の学力向上に向けた取組の成果を上げていただきたいと願っています。

最後になりますが、調査研究を進めるに当たり、御協力いただきました研究協力委員の方々に深く感謝申し上げます。

平成27年 3 月

栃木県総合教育センター所長
長 野 誠

目 次

I	本調査研究の背景	1
1	学習指導要領改訂の基本的な考え方	
2	学習評価の在り方	
II	工業科における指導と評価	7
1	工業科の目標	
2	工業科における評価について	
III	工業科における指導と評価の工夫改善実践例	10
事例1	科目「電気基礎」における指導と評価の工夫 ～ 単元「キルヒホッフの法則」 ～	11
事例2	科目「機械設計」における指導と評価の工夫 ～ 単元「材料の破壊と強さ」 ～	23
事例3	科目「電力技術」における指導と評価の工夫 ～ 単元「新しい発電方式」 ～	38
IV	おわりに	49

※本資料は、栃木県総合教育センターのホームページ「とちぎ学びの杜」内、「調査研究」と「教材研究のひろば」のコーナーにも掲載しています。

「とちぎ学びの杜」 <http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/>

I 本調査研究の背景

今年度の「高等学校における教科指導の充実に関する調査研究」は、平成21年告示の高等学校学習指導要領の改訂の趣旨を踏まえるとともに、「指導と評価の一体化」等の各教科に求められている課題解決を図るための教科指導の在り方を探ることに重点を置き、地理歴史・公民科、外国語科（英語）、農業科、工業科及び商業科で実施するものである。

各教科で調査研究した内容を次章以降に提示するに当たり、まず、平成21年告示の高等学校学習指導要領改訂の基本的な考え方及び学習評価の在り方について整理する。

1 学習指導要領改訂の基本的な考え方

(1) 教育基本法の改正から、学習指導要領の改訂までの流れ

ア 教育基本法の改正（平成18年）

「科学技術の進歩・情報化・国際化・少子高齢化・核家族化」「価値観の多様化」「社会全体の規範意識の低下」など、昨今の教育を取り巻く環境の変化を受けて、平成18年に教育基本法が約60年ぶりに改正された。

新しい教育基本法では、「人格の完成」や「個人の尊厳」など、これまでの教育基本法の普遍的な理念は大切にしつつ、時代の変化に即した内容を盛り込みながら、

- 知・徳・体の調和がとれ、生涯にわたって自己実現を目指す自立した人間
- 公共の精神を尊び、国家・社会の形成に主体的に参画する国民
- 我が国の伝統と文化を基盤として国際社会を生きる日本人

の育成を目指している。

イ 学校教育法の改正（平成19年）

教育基本法の改正を受けて、学校教育法をはじめとする教育に関係する諸法令が改正された。平成19年に改正された学校教育法では、新たに「義務教育の目標」が規定された。また、小・中・高等学校等においては、「生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない」と定められた（第30条第2項、第49条、第62条等）。

ウ 中央教育審議会答申（平成20年）

新しく明確にされた教育の基本理念を受けて、平成20年1月に中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」が出された。この答申では、知識基盤社会への移行や、グローバル化による国際競争の激化等、大きく社会構造が変化する中で、ますます「生きる力」が重要であるとしている。

また「生きる力」を支える「確かな学力」「豊かな心」「健やかな体」の調和を重視するとともに、学力の重要な要素は「基礎的・基本的な知識・技能の習得」「知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等」「学習意欲」の三つであるとした。

エ 高等学校学習指導要領改訂（平成21年）

以上の法改正及び答申を受けて、平成20年には小・中学校の、平成21年には高等学校・特別支援学校の学習指導要領が改訂された。小・中学校においてはそれぞれ平成23・24年度から一斉実施、高等学校においては原則として平成25年度入学生から年次進行で実施されている。なお、総合的な学習の時間や数学、理科など一部の教科等では先行実施されている。

(2) 学習指導要領改訂の基本的な考え方

今回の学習指導要領の改訂は、平成20年1月に出された中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」に基づいている。この答申の中では、学習指導要領改訂の基本的な考え方として、改正教育基本法等で示された教育の基本理念を踏まえるとともに、

- ① 「生きる力」という理念の共有
- ② 基礎的・基本的な知識・技能の習得
- ③ 思考力・判断力・表現力等の育成
- ④ 確かな学力を確立するために必要な授業時数の確保
- ⑤ 学習意欲の向上や学習習慣の確立
- ⑥ 豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実

の6点を挙げており、その中でも、特に、②を基盤とした③、⑤及び⑥が重要としている。

これらをまとめると、

- ◇ 大きく変化する社会に生きる中で必要とされる「生きる力」を育むため、「確かな学力」「豊かな心」「健やかな体」の調和のとれた教育をすること **【生きる力】**
- ◇ 「確かな学力」を身に付けるためには、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」と、それらを活用して「課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等の育成」をバランスよく行うこと **【習得と活用】**
- ◇ 「学習意欲」を高め、家庭学習も含めた「学習習慣の確立」を図ること **【学習に取り組む態度】**

などが主なポイントとして挙げられる。

2 学習評価の在り方

平成22年3月に、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会において、「児童生徒の学習評価の在り方について（報告）」（以下「報告」という。）がとりまとめられた。その中で、「学習評価の意義と学習評価を踏まえた教育活動の改善の重要性」について、次のように述べられている。

- 学習評価は、児童生徒が学習指導要領の示す目標に照らしてその実現状況を見ることが求められるものである。学習指導要領は、各学校において編成される教育課程の基準として、すべての児童生徒に対して指導すべき内容を示したものであり、指導の面から全国的な教育水準の維持向上を保障するものであるのに対し、学習評価は、児童生徒の学習状況を検証し、結果の面から教育水準の維持向上を保障する機能を有するものと言える。
- また、従前指導と評価の一体化が推進されてきたところであり、今後とも、各学校における学習評価は、学習指導の改善や学校における教育課程全体の改善に向けた取組と効果的に結び付け、学習指導に係るPDCAサイクルの中で適切に実施されることが重要である。

特に、「教育水準の維持向上を保障する」という観点で学習評価を見ることは重要であり、単に生徒の成績を付けるために学習評価があるのではないことに留意する必要がある。

(1) 学習評価の基本的な考え方

先ほど述べた「報告」を受けて、同年５月に、文部科学省初等中等教育局長通知「小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について（通知）」（以下「改善通知」という。）が出された。

「改善通知」では、「学習評価の改善に関する基本的な考え方」を次のように述べている。

- 学習評価を通じて、学習指導の在り方を見直すことや個に応じた指導の充実を図ること、学校における教育活動を組織として改善することが重要であること。その上で、新しい学習指導要領の下における学習評価の改善を図っていくためには以下の基本的な考え方に沿って学習評価を行うことが必要であること。
- 【1】 きめの細かな指導の充実や児童生徒一人一人の学習の確実な定着を図るため、学習指導要領に示す目標に照らしてその実現状況を評価する、目標に準拠した評価を引き続き着実に実施すること。
- 【2】 新しい学習指導要領の趣旨や改善事項等を学習評価において適切に反映すること。
- 【3】 学校や設置者の創意工夫を一層生かすこと。

また、「報告」においては、

- 学習状況を分析的に見る「評価の観点」については、成績付けのための評価だけでなく、指導の改善に生かす評価においても重要な役割。
- そのため、今回、学習指導要領等で定める学力の3つの要素に合わせ、評価の観点を整理することとし、概ね、
 - 【1】 基礎的・基本的な知識・技能は「知識・理解」「技能」において、
 - 【2】 これらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等は「思考・判断・表現」において、
 - 【3】 主体的に学習に取り組む態度は「関心・意欲・態度」において、それぞれ評価を行うことと整理。
- 各教科の評価の観点は上に示した観点を基本としつつ教科の特性に応じて設定。

としており、簡潔に言えば次の３点、

- ◇ 観点別学習状況の評価の実施
- ◇ 目標に準拠した評価（いわゆる絶対評価）の実施
- ◇ 指導と評価の一体化

の更なる充実が求められている。

なお、「報告」では、高等学校における学習評価の現状と課題として「（高等学校においては）小・中学校ほど十分な定着は見られない」と指摘し、高等学校においても、評価による指導の改善を図るとともに、評価を通じた教育の質の保証を図るため、観点別学習状況の評価を推進していくことが必要であるとしている。ただし、高等学校においては、各学校の生徒の特性、進路等が多様であることへの配慮も必要としている。

(2) 観点別評価

これまで述べてきたとおり、学力の三つの要素を適切に評価するために、原則として四つの観点で学習評価を行うことが求められている。

学力の三つの要素	学習評価の観点
○ 基礎的・基本的な知識・技能	「知識・理解」 「技能」
○ 知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等	「思考・判断・表現」
○ 主体的に学習に取り組む態度	「関心・意欲・態度」

ただし、上の四つの観点を基本としつつ教科の特性に応じて「各教科の評価の観点」をそれぞれ設定している。

これまで、学校においては「ペーパーテストの点数による評価」が中心で、「知識・理解」への偏重があり、更にはいわゆる「詰め込み型の学習」につながる面もあった。また、経済協力開発機構（OECD）が行う「生徒の学習到達度調査（PISA）」などの国際調査の結果から、日本の児童生徒には「読解力」「表現力」「知識の活用能力」「学習意欲」などの面で課題があると指摘された。これらの反省から、小・中学校においては「思考力・判断力」等のペーパーテストには現れにくい学力を適切に評価するための取組がなされ、観点別評価が着実に実施されている。一方、高等学校においては、指導要録に「観点別学習状況の評価」を記載することとはされておらず、観点別評価が小・中学校に比べると定着していない状況にある。

高等学校においても、ペーパーテストだけでなく、日頃から観察、生徒との対話、ノート、ワークシート、学習カード、作品、レポート、質問紙、面接などの様々な評価方法の中から、学習活動の特質、評価の観点、場面などに応じて、生徒の学習状況を的確に評価できる方法を選択することが大切である。

(3) 目標に準拠した評価

以前、小・中学校では児童生徒の成績を集団の中における相対的な位置（順位）により評価する「集団に準拠した評価」（いわゆる相対評価）が行われていた。

平成10年の学習指導要領改訂にともなって学習評価の在り方が見直され、現在のような児童生徒一人一人の学習状況を学習指導要領の定める目標に対する実現状況によって評価する「目標に準拠した評価」（いわゆる絶対評価）に改められた。右の図1、図2にそれぞれのイメージを示す。

「集団に準拠した評価」においては、「どのような集団においても学業成績の分布はほぼ同じになる」という考え方が根底にある。この考えを基にして上位から何％は「評定：5」のように、順位による評定を行うことになる。しかし、実際には集団によって分布に違いがあり、また児童生徒一人一人の達成度を適切に評価する必要から、「目標に準拠した評価」に改められた。

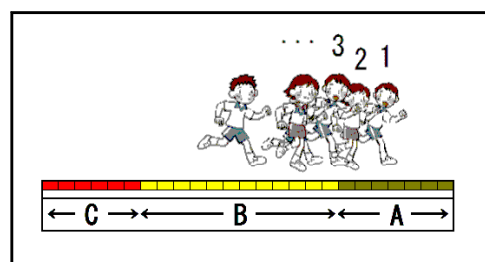


図1 集団に準拠した評価のイメージ

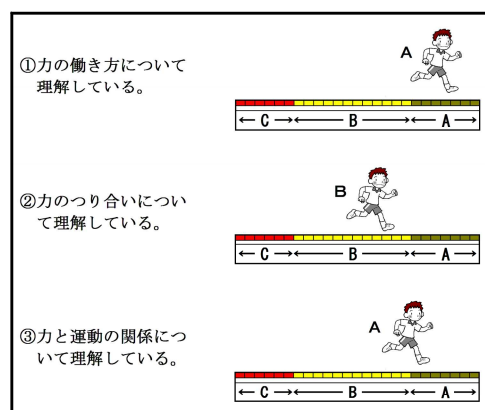


図2 目標に準拠した評価のイメージ

「目標に準拠した評価」においては、「児童生徒一人一人が、学習の目標をどの程度達成しているか」によって評価を行う。そのためには「学習の目標を達成した」とはどのような状況かを各教科の観点別に明確化しておく必要があり、その判断の拠り所とするものを**評価規準**という。評価規準は通常、学習の内容ごとに学習指導要領の定める学習の目標と照らし合わせて「おおむね満足できる状況」を示す。

例えば、理科の科目「物理基礎」の学習内容において、「イ 様々な力とその働き」のうちの「(イ) 力のつり合い」の目標は、(学習指導要領より) 次のように設定できる。

目 標： 物体に働く力のつり合いを理解する。

この目標が、「達成された状況」とはどういう状況であるかを観点別に具体的に示したものが評価規準であり、例えば、

「関心・意欲・態度」：○身の回りの物体における力のつり合いを考察しようとしている。

「思考・判断・表現」：○物体に働く力がつり合う条件について考察している。

○物体に働く力のつり合いから、未知の力を見いだしている。

「実験・観察の技能」：○力の三要素に留意して、力をベクトルの矢印で表している。

「知識・理解」：○力は、向きをもつベクトル量であることを理解している。

○複数の力について、向きを考えて合成している。

などとなる。これらの評価規準は、各学校において、生徒の実態等を考慮して学習指導計画とともに設定することになる。

なお、評価規準の語尾については、『～しているか。』（疑問形）や『～することができる。』（可能表現）などを用いる例が散見されるが、評価規準は「おおむね満足できる状況」を示すものであるから、原則として『～している。』などとするのが望ましい。ただし、「関心・意欲・態度」の観点で『～しようとしている。』という表現を用いたり、教科の特性によっては「思考・判断・表現」や「技能」の観点で『～できる。』という表現を用いたりすることもある。

授業時には、設定した評価規準に照らし合わせて、

A：「十分満足できる」 B：「おおむね満足できる」 C：「努力を要する」

のいずれになるかを判断する。その際に、判断の基準とするものを「評価基準」と言うことがある。例えば、「10問の評価問題中、8問以上を正解した場合をA、6～7問正解した場合をB」としたり、「物体に働く力がつり合う条件について考察していればB、物体の運動状態と関連づけて働く力のつり合いを考察している場合をA」としたりするなどの基準が考えられる。いずれの場合でもBに達しない状況をCとする。

ここで、「評価規準」と「評価基準」という二つの語を使い分けているので注意したい。これらの違いは、前ページの図2において次のように例えると分かりやすい。

評価規準（目標を達成した状況を明確化したもの）＝ものさしの種類

評価基準（評価を出す段階における判断の基準）＝ものさしの目盛

以上のように、各単元（題材）毎に「観点別学習状況の評価」を行い、最終的にはそれを評定へと総括する。

なお、「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料 ～新しい学習指導要領を踏まえた生徒一人一人の学習の確実な定着に向けて～」（国立教育政策研究所教育課程研究センター平成24年7月―「専門教科」については平成25年3月）には、各教科ごとの評価規準の設定例や総括の仕方等がまとめられているので、参考にとるとよい。

(4) 指導と評価の一体化

既に述べたように、学習評価の目的は、単に生徒の成績を付けるためにあるのではなく、教育の質を保证する役割がある。とりわけ、学習評価の結果から、個に応じた指導を行ったり、学習指導の在り方を見直したりすること、つまり「指導と評価の一体化」が求められている。

学習評価を単に学習指導の結果としてとらえるのではなく、評価を通じて指導の改善を行ったり、組織的な見直しをしたりするなど、指導と評価を一体的に行うことが重要である。そのためには、「成績を付けるための評価」だけでなく「指導に生かす評価」を行い、それを学習指導に係るPDCAサイクルに組み込むことが大切である。具体的には、

- ① 「指導計画」を立案する際に「評価計画」を立てる。
- ② その際に、評価の観点のバランスに留意する。
- ③ また、総括の資料とする評価（成績を付けるための評価）だけでなく、「指導に生かす評価」を盛り込むよう留意する。
- ④ 評価の結果から、指導上の成果や課題を検証し、次の指導に生かす。
- ⑤ 個々の達成状況の把握から、達成度が不十分な生徒に対して指導の手立てを講じる。

などがポイントとなる。

これらの取組により、次のようなメリットがあると考えられる。

- あらかじめ学習内容の指導計画とともに評価の観点を生徒に示すことにより、生徒にポイントを押さえた学習をさせるとともに、学習意欲の向上を図ることができる。
- 指導計画とともに評価の観点を明確にすることにより、特定の観点到偏ることなく、バランスの取れた指導をすることができる。
- ペーパーテスト、ノート、レポート、発問等の様々な評価方法の中から、評価の目的・場面等に応じて適切なものを選択することができる。
- 個々の達成状況をこまめに確認することにより、きめ細かい指導をすることができる。
- 評価が計画的・客観的になり、信頼性が高まるとともに、教育水準の保障に寄与する。

ここに挙げたもののほかにも、「指導と評価の一体化」によって、様々な効果を期待することができる。以下では、各教科における指導と評価の一体化の在り方と、実践事例を紹介する。

Ⅱ 工業科における指導と評価

1 工業科の目標

高等学校学習指導要領（平成21年改訂）の定めている工業科の目標は、以下のとおりである。

工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、現代社会における工業の意義や役割を理解させるとともに、環境及びエネルギーに配慮しつつ、工業技術の諸問題を主体的、合理的に、かつ倫理観をもって解決し、工業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる。

従前の目標の精神を基本的に受け継ぎながら、工業技術者として原材料の選定から加工、組立、廃棄までの過程などにおいて、今日的課題である環境とエネルギーについて配慮することができ、伝統的な技術・技能を継承し、単に技術的課題を改善するだけでなく、自ら創意工夫をすることができるとともに、技術者として求められる倫理観を身に付け、より実践的な技術・技能をあわせもち、工業と社会の発展に寄与することができる技術者を育成するということを明確にした。

2 工業科における評価について

「評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料」（国立教育政策研究所 H24.11）における工業科の評価の観点及び趣旨を以下に示す。

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
工業技術に関する諸課題について関心を持ち、その改善・向上を目指して主体的に取り組もうとするとともに、実践的な態度を身に付けている。	工業技術に関する諸課題の解決を目指して思考を深め、基礎的・基本的な知識と技術を基に、技術者として適切に判断し、表現する創造的な能力を身に付けている。	工業の各分野に関する基礎的・基本的な技術を身に付け、環境に配慮し、ものづくりを合理的に計画し、その技術を適切に活用している。	工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識を身に付け、現代社会における工業の意義や役割を理解している。

(1) 専門教科の学習評価についての留意点

学習評価については、きめの細かい学習指導の充実と生徒一人一人の学習内容の確実な定着を図るため、知識や技能のみの評価など一部の観点に偏した評価が行われることのないように、「関心・意欲・態度」、「思考・判断・表現」、「技能」及び「知識・理解」といった観点別に評価を行い、それを十分踏まえながら評定を行う必要がある。また、専門教科の学習評価については、各教科・科目で実験や実習を重視していることから、ペーパーテストを中心としていわゆる平常点を加味した、成績付けのための評価ではなく、実験や実習の学習状況についても十分踏まえた上で評価を行う必要がある。そして、その結果を授業改善や個に応じた指導の充実、指導計画等の改善につなげていくことが重要である。

(2) 目標に準拠した学習評価

目標に準拠した評価については、4 ページに示したとおりであるが、現在、高等学校には多様な特性をもった生徒が在籍しており、進路希望や興味・関心が多様化する中、全ての生徒に確かな学力を身に付けさせるためには、適切な目標を設定して日々指導を工夫するとともに、生徒の実現状況を確実に把握して、さらにその後の指導に生かすことが必要である。目標に準拠した学習評価により観点別学習状況の評価を行うことは、生徒一人一人の実現状況を確実に把握することが前提であり、それゆえ生徒一人一人の進歩したところや他と比べて優れたところなどを把握することが重視される。

(3) 評価規準の設定

目標に準拠した評価を着実に実施するためには、各教科・科目の目標だけでなく、領域や内容項目レベルの学習指導のねらいが明確になっていること、学習指導のねらいが生徒の学習状況として実現されたとはどのような状態になっているかが具体的に想定されていることが必要である。このような状況を具体的に示したものが評価規準であり、各学校において設定するものである。各学校において、学習評価を行うために評価規準を設定することは、生徒の学習状況を判断する際の目安が明らかになり、指導と評価を着実に実施することにつながる。また、学習評価の工夫改善を進めるに当たっては、学習評価をその後の学習指導の改善に生かすとともに、学校における教育活動全体の改善に結び付けることが重要である。その際、学習指導の過程や学習の結果を継続的、総合的に把握することが必要である。そのためには、評価規準を適切に設定するとともに、評価方法の工夫改善を進めること、評価結果について教師同士で検討すること、実践事例を着実に継承していくこと、授業研究等を通じ教師一人一人の力量の向上を図ること等に、校長のリーダーシップの下で、学校として組織的・計画的に取り組むことが必要である。

工業科の学習評価では、各科目の学習活動の特徴、評価の観点や評価規準、評価の場面や生徒の発達段階に応じて、学習活動の観察、生徒との対話、ノート、ワークシート、作品、レポート、ペーパーテストなどの様々な評価方法の中から、生徒の学習状況を的確に評価できる方法を選択していくことが必要である。

工業科においては、生徒の学習状況を適切に評価するため、観点ごとの評価方法については以下の点に留意する。

○「関心・意欲・態度」の評価方法

学習活動の観察だけではなく、確認プリントやワークシートなどの記述内容を工夫、活用することにより、生徒の取組状況を多面的に評価する。

○「思考・判断・表現」の評価方法

言語活動の充実を図り、思考・判断した過程や結果を適切に説明するなど、表現しているかについて評価する。

○「技能」の評価方法

工作機械や機器が使用できるなどの職業的な技能だけではなく、設問に対する計算、測定した値を基にしたグラフの作成、資料から情報を収集・選択して図表にまとめるなどの技能についても評価する。

○「知識・理解」の評価方法

ペーパーテストの結果だけではなく、確認プリントやワークシートの記述内容を工夫、活用することにより、生徒の実現状況を多面的に評価する。

評価規準の設定の流れを以下に示す。

＜単元の目標の設定＞
学習指導要領に示された科目の目標と内容及び生徒の実態等を踏まえ、単元の目標を設定する。



＜単元の評価規準の設定＞
単元の目標をもとに単元の評価規準を作成する。



＜学習活動に即した評価規準の設定＞
単元の目標と評価規準を基に、各学習指導で取り上げる課題や教材と関連させて、小単元や各授業時間の指導の目標を設定するとともに、それらに対応する評価規準を設定し、指導計画に位置付ける。

(4) 評価の工夫改善

ア 評価方法について

評価方法については、各学校で各教科・科目の学習活動の特質、評価の観点や評価規準、評価の場面や生徒の発達の段階に応じて、観察、生徒との対話、ノート、ワークシート、学習カード、作品、レポート、ペーパーテスト、質問紙、面接などの様々な評価方法の中から、その場面における生徒の学習状況を的確に評価できる方法を選択していくことが必要である。加えて、生徒による自己評価や生徒同士の相互評価を工夫することも考えられる。

例えば、ワークシート等への記述内容は、「知識・理解」の評価だけでなく、「関心・意欲・態度」、「思考・判断・表現」、「技能」の評価にも活用することが可能であり、生徒の資質や能力を多面的に把握できるように工夫し、活用することが考えられる。

また、ある単元（題材）において、あまりにも多くの評価規準を設定したり、多くの評価方法を組み合わせたりすることは、評価を行うこと自体が大きな負担となり、その結果を後の学習指導の改善に生かすことも十分できなくなるおそれがある。例えば、1単位時間の中で4つの観点全てについて評価規準を設定し、その全てを評価し学習指導の改善に生かしていくことは、現実的には困難であると考えられる。教師が無理なく生徒の学習状況を的確に評価できるように評価規準を設定し、評価方法を選択することが必要である。評価規準の設定は、1単位時間当たり1つないし多くて2つとし、単元全体で4つの観点の評価をバランスよく実施することが望ましい。

イ 各学校における指導と評価の工夫改善について

学習評価の工夫改善を進めるに当たっては、学習評価をその後の学習指導の改善に生かすとともに、学校における教育活動全体の改善に結び付けることが重要である。その際、学習指導の過程や学習の結果を継続的、総合的に把握することが必要である。各学校では、生徒の学習状況を適切に評価し、評価を指導の改善に生かすという視点を一層重視し、教師が指導の過程や評価方法を見直して、より効果的な指導が行えるよう指導の在り方について工夫改善を図っていくことが重要である。

Ⅲ 工業科における指導と評価の工夫改善実践例

本調査研究では、工業科における科目「電気基礎」「機械設計」「電力技術」において指導と評価の一体化を図る指導と評価の工夫改善に関する実践を行った。各事例の概要を以下に示す。

事例 1 : 科目「電気基礎」における指導と評価の工夫

～ 単元「キルヒホッフの法則」 ～

本事例では、科目「電気基礎」の単元「キルヒホッフの法則」を取り上げた。電気系の学習において大切な基礎となるキルヒホッフの法則について、グループにおける学び合いやワークシートの工夫により、理解度を高めたり、思考を深めたりすることを目指した指導と評価の工夫を試みた。

事例 2 : 科目「機械設計」における指導と評価の工夫

～ 単元「材料の破壊と強さ」 ～

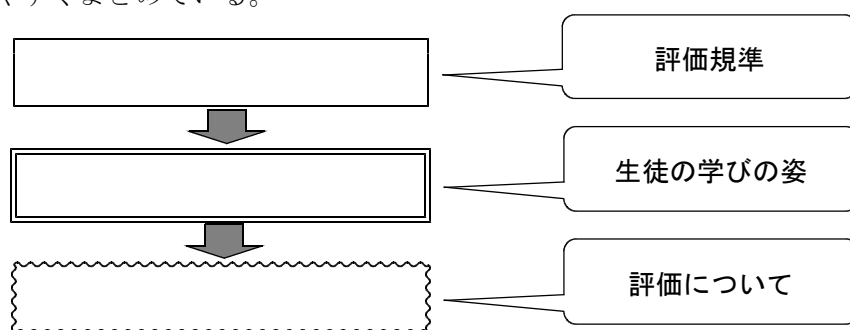
本事例では、科目「機械設計」の単元「材料の破壊と強さ」を取り上げた。安全な設計のために必要な知識・技術を身に付けるだけでなく、身近な工業製品を題材にワークシートの工夫やグループ協議を通して、思考を深めることや、技術者の倫理観の育成を目指した指導と評価の工夫を試みた。

事例 3 : 科目「電力技術」における指導と評価の工夫

～ 単元「新しい発電方式」 ～

本事例では、科目「電力技術」の単元「新しい発電方式」を取り上げた。今回の学習指導要領改訂により新たに設定された単元において、工業科の目標にある「環境及びエネルギーに配慮」できる技術者の養成を考慮し、これからの発電方式についての思考を深めることを目指した指導と評価の工夫を試みた。

本事例では、評価を円滑に実施するための参考となるよう、評価の流れの場面を以下のように線で囲み分かりやすくまとめている。



また、高等学校学習指導要領では、各教科・科目等の指導に当たっては、生徒の思考力・判断力・表現力等を育む観点から、基礎的・基本的な知識・技能の活用を図る学習活動を重視するとともに、言語に関する能力の育成を図る上で必要な言語活動の充実が必要であると示されている。これを踏まえ、結果を予想したり、手順を確認したり、結果を振り返ったりするグループでの話し合いや、自分の考えをまとめ発表する、論理的にレポートを作成するなど言語活動についても具体的に取り組んだ。地域、学校、生徒の実態に合わせ、これらを参考に活用していただければ幸いである。

事例 1 科目「電気基礎」における指導と評価の工夫 ～ 単元「キルヒホッフの法則」 ～

1 本事例について

本事例は、電気に関する基礎を学ぶ1学年を対象として、科目「電気基礎」において、思考力の育成を中心とした指導を行った。科目「電気基礎」の目標は、「電気に関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる。」とある。キルヒホッフの法則は電気系の学習において大切な基礎であるが、単なる公式の丸暗記や直流回路における回路網に流れる電流を求める手段を覚えるだけでは、実際に活用する能力と態度は育成できない。そこで、自ら考えて答えることに焦点をあて、ワークシートを工夫し授業中に生徒の状態を把握したり、グループ活動によって新たな気づきが生まれるような活動をしたりする授業を行った。また、より思考を深めるためにキルヒホッフの法則を用いて解く問題と模範解答を生徒に作成させる活動を実践した。

2 授業実践

(1) 単元の目標

抵抗を接続した電気回路（直流回路）について、電流・電圧・抵抗の関係を理解する。

(2) 単元の評価規準

A 関心・意欲・態度	B 思考・判断・表現	C 技能	D 知識・理解
直流回路において、電流・電圧・抵抗の関心に関心を持ち、意欲的に学習に取り組んでいる。	直流回路において、電流・電圧・抵抗の関係を考察し、関係式を用いて、電流・電圧・抵抗の大きさを判断し、表現している。	電流・電圧・抵抗に関する基礎的・基本的な考え方を身に付け、各抵抗に流れる電流を求めるために、関係式を適切に活用している。	電流や電圧に関する知識を身に付け、関係式を用いた解き方を理解している。

(3) 単元の指導計画及び評価計画（6時間）

	指導内容	学習活動	評価規準との関連				評価規準
			A	B	C	D	
第1時	キルヒホッフの法則（1） ・キルヒホッフの第1法則	・キルヒホッフの第1法則（電流に関する法則）についての関係式を理解し、演習問題に取り組む。			○	○	・電流に関する関係式を理解している。 ・電流に関する関係式の解き方が身に付いている。

第2時	キルヒホッフの法則（2） ・キルヒホッフの第2法則	・キルヒホッフの第2法則（電圧に関する法則）についての関係式を理解する。			○	○	・電圧に関する関係式を理解している。 ・電圧に関する関係式の解き方が身に付いている。
第3時	キルヒホッフの法則（3） ・キルヒホッフの第1・第2法則	・電気回路において、キルヒホッフの第1法則と第2法則より式を立てる。		○		○	・電流の向きと閉回路の向きを正しく判断し、電流と電圧の関係式を表現している。 ・キルヒホッフの第1法則、第2法則を適切に活用している。
第4時	キルヒホッフの法則（4） ・キルヒホッフの第1・第2法則	・電気回路において、キルヒホッフの法則を使用し、演習問題に取り組む。 ・連立方程式に取り組むことを通して、電流・電圧・抵抗の関係について考察する。		○			・電流・電圧・抵抗の関係について適切に判断し、表現している。
第5時	キルヒホッフの法則（5） ・キルヒホッフの第1・第2法則	・グループ学習により、各グループで演習問題を作成する。 ・作成した演習を解く。	○		○		・グループ活動に積極的に参加している。 ・前時の演習問題から電流や閉回路の向きを変化させた問題を作成できている。
第6時	キルヒホッフの法則（6） ・キルヒホッフの第1・第2法則	・各グループで作成した演習問題を解く。	○				・演習問題において、積極的に解答しようとしている。 ・連立方程式の解き方を理解している。

(4) 授業の実践

本事例では、キルヒホッフの法則の関係式を導き出した第3時、関係式に数値を代入して答えを出した第4時、そして、問題・模範解答を作成した第5時を取り上げる。概要は以下の通りである。

ア 3 時間目「キルヒホッフの法則(3)」

目標：キルヒホッフの第1・第2法則を用いて、電気回路に流れる電流を求める方程式の導き方を考え、正しく式を立てることができる。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時の復習と本時の学習内容の概略	・キルヒホッフの第1法則と第2法則を確認する。	・前時の授業で板書したことを確認させる。	
展開1	・キルヒホッフの第1法則（電流に関する法則） ・キルヒホッフの第2法則（電圧に関する法則） ・キルヒホッフの第2法則の閉回路（ループ）の作り方 ・例題	・回路図より第1法則（電流に関する法則）の関係式を確認する。 ・回路図より第2法則（電圧に関する法則）の関係式を確認する。 ・回路図より第2法則の閉回路（ループ）について、起電力の考え方とループの作り方を理解する。 ・例題より第1法則と第2法則を用いて、関係式の導き方を理解する。	・回路図に電流の方向を示す矢印を描き、関係式の導き方を説明し確認させる。 ・回路図に閉回路（ループ）を描き説明する。その際、厚紙で作った回路を動かして回路を変形させ関係式を理解させる。 ・閉回路について、起電力の考え方とループの作り方を、ノートで確認させる。 ・関係式を導く手順について、学習プリントを用いて考えさせる。	【評価規準①】 ・電流の向きと閉回路の向きを正しく判断し、電流と電圧の関係式を表現している。(B)
展開2	・演習問題 ・演習問題の発表	・複雑な回路について、キルヒホッフの法則を活用し、演習問題に取り組む。 ・解答した演習問題の解説をグループで発表し、回路図と関係式について理解を深める。	・4、5名のグループ内で話し合わせ演習問題に取り組ませる。 ・黒板を使用し、生徒に解説させる。その際、特定の生徒に発表が偏らないように、グループ内で役割を分担させる。	【評価規準②】 ・キルヒホッフの第1法則、第2法則を適切に活用している。(C)

まとめ	・ 本時のまとめ	・ 本時の学習内容を確認する。	・ 机間指導を行い、学習プリントがまとめられているか確認する。	
-----	----------	-----------------	---------------------------------	--

(7) 指導と評価の様子

a 展開 1

学習プリントの例題を用いて、全体にキルヒホッフの第1・第2法則について復習した。その後学習プリントの例題を解答させた。学習プリントには、問題ごとに「Y e s ・ N o」の項目を付けて、問題解答ができる生徒は、Y e s に○を付け、できない生徒または自信のない生徒はN o に○を付けるように指示し解答させた。これにより、授業中の見取り（生徒の状態の把握）が容易になると考えた。学習プリントの例を図1に示す。

【評価規準①】（思考・判断・表現）〔学習プリント〕

電流の向きと閉回路の向きを正しく判断し、電流と電圧の関係式を表現している。



生徒は、前時の授業内容のノートを確認しながら、問題解答に取り組んでいた。机間指導をしたところ、多くの生徒がしっかり考え、解答していた。しかし、式の立て方が分からず、N o に○を付けている生徒がいた。また、正しく解答できているのに、自信がないのかN o に○を付けている生徒が見受けられた。



回路図に電流と閉回路の向きが正しく書き入れられ、3つの関係式のうち、2つ以上が正しい生徒を「おおむね満足できる」と判断した。全く間違えずに記入できている生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」生徒にはその場で助言した。

例題2
図において、キルヒホッフの法則を用いて関係式を立てよ。

回路図：

解答：

キルヒホッフの第1法則 (Y e s ・ N o)

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

キルヒホッフの第2法則
ループ (I) について (Y e s ・ N o)

$$E_1 = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

ループ (II) について (Y e s ・ N o)

$$E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

図1 学習プリント記入例

b 展開 2

学習プリントの演習問題について、グループ学習により解答させた。グループは座席の近い者同士4、5名で作った。グループ内で生徒同士が教え合いながら、問題解答に取り組んでいた。机間指導をしたところ、学習プリントの「Y e s ・ N o」の項目ではY e s に○を付ける生徒が多くなった。また、問題解答について黒板を使用し発表させた。発表

の仕方においては、各グループ内で役割分担をして発表するように指示した。

発表時に前に出て緊張してしまったのか、うまく発表できなくなってしまった生徒がいたので、その場で口頭で支援をしながら生徒に発表させた。図2にグループ活動の様子、図3に説明の様子を示す。



図2 グループ活動の様子

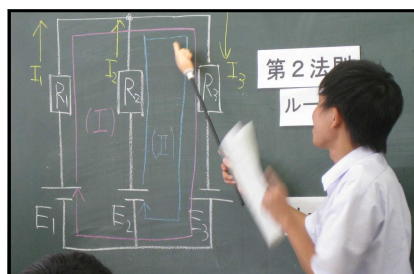
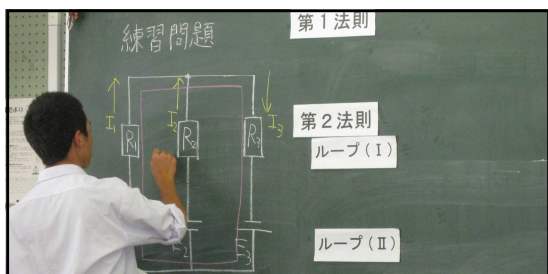


図3 説明の様子

<生徒自己評価アンケートから>

グループ学習により、「他の生徒の考えが見られたり聞いたりすることができた」「自分の分からないところを他の生徒に教えてもらえた」という意見が、アンケートに多く記入してあった。

【評価規準②】(技能)〔ワークシート〕

キルヒホッフの第1法則、第2法則を適切に活用している。

学習プリントの確認問題は、多くの生徒が記入できていた。一部、正しく解答できていない生徒が見られた。

(次ページ)

回路図の記述、3つの関係式がすべて正しい生徒を「おおむね満足できる」と判断した。「努力を要する」生徒には、放課後、確認問題（図4）を用いて補習をした。

＝確認問題＝

図において、キルヒホッフの法則を用いて関係式を立てよ。

回路図：

解答：

キルヒホッフの第1法則

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

キルヒホッフの第2法則

ループ（I）について

$$E_1 + E_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

ループ（II）について

$$E_2 + E_3 = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

図4 確認問題記入例

(イ) 成果と課題

学習プリントの演習問題に、「Y e s ・ N o」の項目を付けて、生徒が理解できているか確認した。机間指導の際、正しく理解できていない生徒や全く理解できていない生徒を、早急に確認することができ、その場での手立てをすることができた。学習プリントの確認問題の解答方法を見ると、おおむね目標を達成できているようだった。

授業中に支援をしたが、理解できなかった生徒がいたため、放課後に補習をした。

イ 4時間目「キルヒホッフの法則(4)」

目標：電気回路に流れる電流を求めるために連立方程式に取り組むことを通して、電流・電圧・抵抗の関係について考察することができる。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時の復習と本時の学習内容の概略説明	・キルヒホッフの第1法則と第2法則を確認する。	・前時の授業で板書したことを確認させる。	
展開1	・キルヒホッフの第1法則、第2法則の活用した回路網の計算 ・演習問題	・回路図より第1法則（電流に関する法則）の関係式を導く。 ・回路図より第2法則（電圧に関する法則）の関係式を導く。 ・関係式に数値を代入して、計算式を考える ・回路に流れる電流を求めるために、3元連立方程式を解く。	・黒板に注目させ、生徒に発問しながら説明する。 ・3元連立方程式の解き方について説明する。またその際、生徒に発問しながら板書する。	

		・ 演習問題を解き、3元連立方程式の解き方を理解する。	・ 演習問題をノートに解答させる。机間指導しながら生徒の解答方法を確認する。	
展開 2	・ 演習問題（グループワーク）	・ 演習問題に取り組み、電流・電圧・抵抗の関係を考える。	・ 4、5名のグループを作り、グループ内で話し合わせ演習問題を解答させる。	【評価規準①】 ・ 電流・電圧・抵抗の関係について適切に判断し、表現している。（B）
まとめ	・ 本時のまとめ	・ キルヒホッフの法則について、関係式と計算方法を理解する。 ・ 自己分析アンケートにて振り返る。	・ 机間指導を行い、ノートがまとめられているか、声かけをしながら確認する。	

(7) 指導と評価の様子

a 展開 1

前時の学習プリントの例題を用いて、回路の電流を求めるための3元連立方程式の解き方を説明した。その後、別の回路を用いて、回路に流れる電流を求めさせた。すべての生徒が方程式を立てることができていた。生徒は、ノートを確認しながら、問題解答に取り組んでいた。机間指導をしたところ、3元連立方程式が解けない生徒が多いことが分かった。

b 展開 2

練習問題についてグループ学習により解答させた。グループは、前時の授業同様のグループで、グループ構成は4、5名である。グループ内でお互いに教え合いながら解答するように指示した。グループ内で生徒同士が教え合いながら、問題解答に取り組んでいた。数名の生徒が手が止まってしまっていたが、分からない場所を他の生徒に質問するなど助言したところ、グループ活動に参加できるようになった。

【評価規準①】（思考・判断・表現）〔演習問題〕

・ 電流・電圧・抵抗の関係について適切に判断し、表現している。



グループ内で生徒同士が教え合いながら、問題解答に取り組んでいたが、提出されたワークシートを確認すると、多くの生徒が正しく解答できていなかった。



電流・電圧・抵抗の関係を適切に活用し、方程式を解く過程を正しく記入できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。それに加え、方程式を解き、正答している生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」と判断した生徒には、次時の活動の際に個別に助言した。問題への取組は積極的であったが、解けない生徒が多く見受けられたため、次時に3元連立方程式を解くことを重視した授業を行い、支援をすることにした。

(イ) 成果と課題

学習プリントと同じ回路を使用することで、演習問題を解答する際に、生徒は、その学習プリントを参考にして考えながら問題に取り組んでいたことから、授業が生徒にとってつながりのあるものになったと考えられる。授業の最後で、生徒に自己分析アンケート（図5）を記入させた。このアンケートは、本時の授業までにおいて、自分の理解しているところと理解できていないところを、記述式で答えるものである。記述には、「キルヒホッフの法則における関係式はできるが、その後の計算方法である3元連立方程式ができない」と記入する生徒が半数以上であった。ワークシートを確認しても正しく解答できていない生徒が多かった。これらの評価を次時の指導に生かした。

電気基礎（自己分析アンケート）

電気科1年 _____ 番 氏名: _____

(1) キルヒホッフの法則を学習して、わかる所（できる所）はどこですか。

(2) キルヒホッフの法則を学習して、わからない所（できない所）はどこですか。

(3) (2) のわからない所（できない所）を克服するためには、どうしたら良いでしょうか。

図5 自己分析アンケート

ウ 5時間目「キルヒホッフの法則(5)」

目標：グループ活動に積極的に参加し、キルヒホッフの第1・第2法則を用いて、電流・電圧・抵抗の関係を適切に判断し、電流を求める問題を作成することができる。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時の復習と本時の学習内容の概略	・キルヒホッフの第1法則と第2法則を確認する。	・前時の授業で板書したことを確認させる。	
展開1	・演習問題の作成	・演習問題を作成し、キルヒホッフの法則の理解度を高める。	・4、5名のグループを作り、グループ内で話し合わせ演習問題を作成させる。 ・前時の演習問題の値を変えるだけなど、同じような問題にならないよう助言する。	【評価規準①】 ・グループ活動に積極的に参加している。 【評価規準②】 ・前時の演習問題から電流や閉回路の向きを変化させた

				問題を作成できている。(B)
展開 2	・ 作成した演習問題の解答	・ 作成した演習問題を解く。 3 元連立方程式の解き方の理解を深める。	・ 机間指導を行い、問題への取組を声かけをしながら確認する。	
まとめ	・ 本時のまとめ	・ キルヒホッフの法則について、関係式と計算方法を確認する。	・ 机間指導を行い、プリントがまとめられているか確認する。	

(7) 授業の様子

a 展開 1

各グループで演習問題と模範解答を作成させた。前時に取り組んだ演習問題の抵抗や起電力の値を変えただけのような問題にならないよう指導した。グループは、前時の授業同様のグループで、グループ構成は4～5名である。グループ内でお互いに考えながら作成するよう指導した。グループ内での話合いが積極的に行われていた。机間指導をしたところ、挙手して質問した生徒が助言を受けた後、グループ内の他の生徒に説明する場面が多く見受けられた。一部参加できていない生徒が見受けられたが、個人に助言するとともに、同じグループのメンバーに支援するよう指示した。

【評価規準①】(関心・意欲・態度)〔行動の観察〕

グループ活動に積極的に参加している。



グループ内で生徒同士が教え合いながら、問題作成に取り組んでいた。前時の授業よりも、グループ内での話合いが積極的に行われていた。机間指導をしたところ、分からない場所を他の生徒に質問したり、挙手して質問したりする生徒が多く見受けられた。



全員が積極的に取り組んでいたため、「おおむね満足できる」と判断した。

【評価規準②】(思考・判断・表現)〔ワークシート〕

前時の演習問題から電流や閉回路の向きを変化させた問題を作成できている。



提出された演習問題を確認したところ、多くの生徒が記入できていたが、時間が足りなかったのか、解答まで至らなかった生徒がいた。一部の生徒は、記入できていなかった。



前時の演習問題と比較し、抵抗や起電力の値を変えただけでなく、電流や閉回路の向きを変化させた問題を作成できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。正しい解き方が記入しており、正答している生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」と判断した生徒には、新たな問題を与え、個別に指導した。

b 展開2

学習プリントの確認問題について、グループ学習により解答させた。グループは、前時の授業同様のグループで、グループ構成は4～5名である。グループ内でお互いに教えながら解答するように口頭で指示した。机間指導において、グループの生徒に発問しながら助言した。また、挙手して質問してきた生徒には、その場で対応した。

(イ) 成果と課題

グループ学習において、生徒は以前に比べて、グループ内での話し合いがより積極的にできるようになってきた。また、挙手して質問できるようにもなってきた。これは、前時の授業で生徒に自己分析させたことで、自分のできないところが分かり、そこをできるようにするために、考えながら授業に取り組めるようになってきたためであると考え。

本時の授業で行った演習問題を作成し、それを解答させることは、今まで解くことができなかった生徒が方程式を解けるようになり、解き方を適切に表現できなかった生徒が学習プリントに分かりやすく解き方をまとめることができるようになるなど、生徒の思考力や表現力を高めさせるために有効であった。さらに、グループ内で話し合いをさせながら授業を進めることで、表現力も高められたのではないかと考える。しかし、正しい解き方が記入してあるが解答まで至らない生徒が見受けられた。そのため、次時を問題を解く時間とし、解き方の理解を深められるよう改善をした。(図6)に生徒が作成した問題とその解答の例を示す。

電気基礎

問題(6)

下の回路に流れる電流の正の向きを図のように仮定したとき
電流 I_1 、 I_2 、 I_3 を求めよ

④ ループII: I_2 を代入
 $110 = 74 - 30I_3$
 $110 - 74 = -30I_3$
 $I_3 = -1.2$

⑤ I_2 、 I_3 を④に代入

① 第1法則
 $I_1 - I_2 - I_3 = 0$
 $I_1 = I_2 + I_3$

② 第2法則
 ループI
 $E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$
 $150 = 30I_1 + 30I_3$
 ループII
 $E_2 = I_2 R_2 - I_3 R_3$
 $110 = 30I_2 - 30I_3$

③ ①の式を変形
 $I_1 = I_2 + I_3$

④ ループII: ③を代入
 $150 = 30I_2 + 30I_2 + 30I_3$
 $150 = 30I_2 + 60I_3$

⑤ ③を代入
 $150 = 30I_2 + 60I_3$
 $110 = 30I_2 - 30I_3$

⑥ 計算
 $I_1 - I_2 - I_3 = 0$
 $6.2 - 7.4 + 1.2 = 0$

答え
 $I_1 = 6.2 \text{ [A]}$
 $I_2 = 7.4 \text{ [A]}$
 $I_3 = -1.2 \text{ [A]}$

図6 生徒が作成した問題と解答

3 まとめ

(1) 成果

授業実践を通して、授業中に「授業内容を理解していない生徒を、どのようにして見取り、そして、手立てを講じていくか」ということに重点を置き授業展開を考えた。

授業では、生徒に理解できているか確認のため挙手させることをするが、なかなか挙手して意思表示ができない。また、理解できないところを質問もできない。そこで、学習プリントの問題に「Y e s ・ N o」の記入欄を付けて、できるところとできないところを、机間指導で確認できるようにした。すると、全体での指導と個別での指導のどちらにしたらよいかを、授業中に判断する材料となり、効果的に指導することができた。また、教師からの講義形式による授業だけではなく、生徒たちでお互いに教え合いながら問題解決をしていくグループ学習を取り入れた。初めは、自分の分からないところをうまく説明できないためか、グループ内の他者に聞くことができず作業が止まってしまう生徒もいた。そこで、生徒に分からないところを自己分析させ、文字でアンケートに記述させた。その結果、文字にして考えたことで、分からないところがどこなのかを明確にすることができた。分からないところが明確になり、グループ内の他者や教師に質問できるようになった。これは、生徒が自信をもって、主体的に授業に取り組めるようになってきたためであると考ええる。

キルヒホッフの法則をより理解させるため、グループ学習により、演習問題と模範解答を生徒に作成させた。生徒一人一人がグループ内で、積極的に他者と意見交換を行い学習に取り組んでいた。この授業展開により、生徒の思考力・判断力・表現力や、他者と意見交換をしながら授業に取り組む姿勢を育成させることができたと考ええる。

授業アンケートにおいて、以下の3項目について、生徒に5段階で自己評価させた。

項目1（図7）の「キルヒホッフの第1法則（電流に関する法則）の式が立てられる」では、一番高い評価である5を付けた生徒が31名であった。また、一番低い評価である1に付けた生徒は1名であった。

項目2（図8）の「キルヒホッフの第2法則（電圧に関する法則）の式が立てられる」では、評価5を付けた生徒が26名で評価1を付けた生徒は0名であった。

項目3（図9）の「電流の値を計算（3元連立方程式）より求められる」では、評価4を付ける生徒が一番多く15名であった。そして、評価1を付けた生徒が1名であった。

アンケートの結果より、キルヒホッフの法則による関係式については、十分に理解できたと考ええる。しかし、計算になると、やや不安のある生徒が数名いることが確認できた。

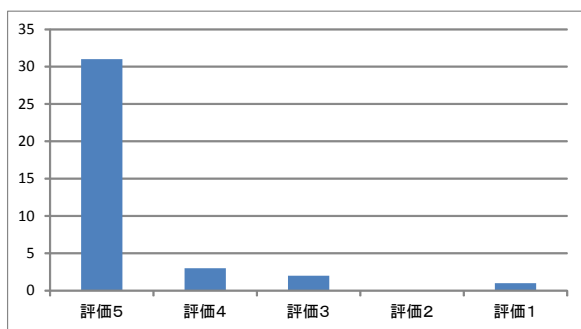


図7 キルヒホッフの第1法則（電流に関する法則）の式が立てられる

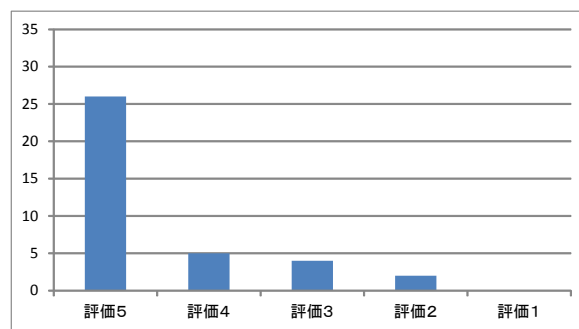


図8 キルヒホッフの第2法則（電圧に関する法則）の式が立てられる

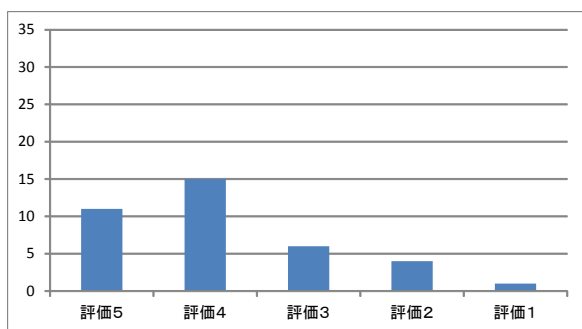


図9 電流の値を計算（3元連立方程式）
で求められる。

(2) 課題

計算に不安を抱える生徒がいるということが再確認できた。今後の課題として、これらの生徒への授業中での見取りや手立てを継続的に考えていく必要がある。そして、言語活動を通して、電気基礎で「計算力」を身に付けていくことができるような授業にしていこうと考える。これらの課題を次年度への検討内容とし、改善に生かしたい。

また、生徒は、分からないところをそのままにしてしまうことがある。そこで、分からないところを教師や他の生徒に質問しやすい学習環境を作り出すことで、生徒が主体的に学習に取り組めるようになっていくと考える。また、そのような学習環境を整え授業を展開していくためには、教師が生徒と積極的にコミュニケーションを図ることが重要であることを再認識した。

事例2 科目「機械設計」における指導と評価の工夫 ～ 単元「材料の破壊と強さ」 ～

1 生徒の実態について

授業前にアンケートをとったところ、機械設計に対して多くの生徒が苦手意識を持っていることが分かった（図1）。理由としては、「計算が難しい」というものや、「様々な式をどう使い分けて良いのかが分からない」また「専門用語が分かりにくい」といったものが多かった。

機械設計の中では計算で値を求めるものが多いが、それを学ぶ際、実際にどのように用いられてどのようなところに影響を与えるのかまでは分かりにくい。さらには物理現象を絡めて考えることも多いので、物理や計算が不得意な生徒では、学んでいるところの本質に行き着くまでに嫌になってしまう傾向にある。

また、事前アンケートにて「製品を購入するときどのようなことを重視して買いますか？」との問いには、機能性、品質、値段（安さ）、見た目、メーカー、使い勝手、安全性などの回答があった。安全性に関しては3人/40人中（7.5%）という結果であった。さらに「製品を設計する際に、何を考えて設計すると良いと思いますか？」という点において、安全性と記入した生徒数は、13人/40人（33%）という結果であった。

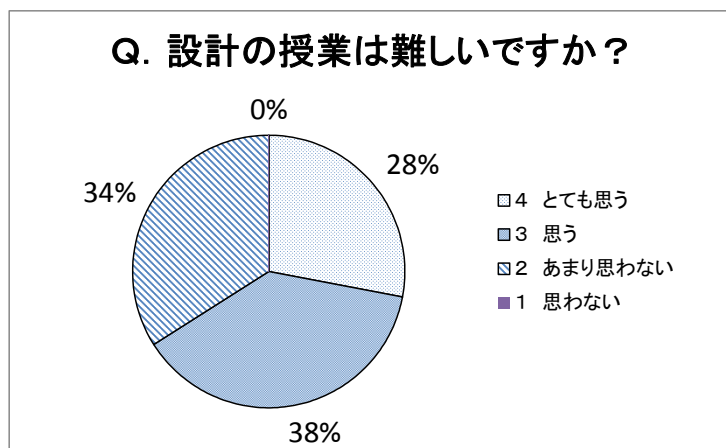


図1 事前アンケート

安全性といった点が低い値を示すには、「製品は安全である」ということが当たり前であるため、逆に安全性に目がいかないのではないかとということや、生産者としての立場で考えたことがないということが理由として考えられる。工業人を目指す者として、機械設計を学んでいく中で、ただ計算だけができるのではなく、生産者としてどのようなことに気を付けるべきか、また、学んだ知識をどう生かしていくことが重要であるか、ということを理解させていかなければならない。

2 本事例について

強度面において安全設計を行うためには、「荷重（部材にかかる力）」を正確に把握することがとても重要である。近年、コンピュータを用いて使用条件における荷重をシミュレーションし、部材の変形具合や荷重の分布を予測し検証することが設計段階で行われている。

本事例では、単元「材料の破壊と強さ」を取り上げる。この単元では、荷重の種類や、荷重がかかった材料の応力やひずみなどについて学ぶ。材料にかかる応力やひずみの値を導き出した値をもとに、材料の強度から寸法を計算する方法についても学習する。今回の実践事例までに専門用語の説明や計算問題を解かせるなどして、その基礎となる部分について学んできた。

本事例では、この単元だけでなく、これまで授業で学んだことをもとに考えて判断することや、自分自身の意見をまとめて文章で表現するといった授業を実践した。

3 授業実践

(1) 単元の目標

強度設計を学ぶための材料への荷重のかかり方や破壊について考える。また、使用応力と許容応力を理解し、許容応力を定める場合は、荷重の種類・材料に応じた基準強さをもとにすることを理解する。

(2) 単元の評価規準

A 関心・意欲・態度	B 思考・判断・表現	C 技能	D 知識・理解
材料の、変形や破壊の原因に関心をもち、対策を考ようとしている。また、使用応力と許容応力について、その違いを理解しようとしている。	材料にかかる荷重を判別し、材料の破壊を防ぐ方策を考え、使用条件から、許容応力が破壊の発生しない最大応力であることを表現している。	許容応力と安全率に基づいて、部品の寸法を計算し、活用している。	許容応力を定める際、荷重の種類・材料に応じた基準強さをもとにしていることを理解している。

(3) 単元の指導計画及び評価計画(6時間)

	指導内容	学習活動	評価規準との関連				評価規準
			A	B	C	D	
第1時	材料の破壊	- 部品材料の破壊の仕方や、使用環境や形状の影響について理解する。 - 学習内容について話し合う。	○			○	- 材料が、変形・破壊する原因について積極的に考えている。 - 荷重の種類や使用環境、形状によって、材料が受ける影響、及び、材料に力が生じたときの材料の破壊の種類と疲労について理解している。
第2時	荷重のかかり方と破壊	繰返し応力の種類と応力集中について考える。		○			材料が破壊しないための手段について積極的に考えている。
第3時	許容応力と安全率	使用応力と許容応力との違いについて理解する。			○		基準強さと安全率の関係から許容応力を算出することができる。

		・使用応力と安全率の関係から許容応力を導き出し、材料の寸法を決めるための演習を解く。(ペア学習)				○	・使用応力と許容応力の違いを理解し、材料や使用条件によって、基準強さに何をとるかを理解している。
第4時	部品寸法の選定 1	・部品の使用条件において荷重の種類を予測し、許容応力を求め、材料の形状を算出する。また、安全率の違ったものの寸法を算出する。(個人⇒グループ)		○		○	・使用条件や環境から、部品にかかる力の種類を思考し、表現している。 ・使用条件や環境から、それに適した材料の寸法を算出できる。
第5時	部品寸法の選定 2	・前時に求めた安全率の違った寸法を比較し、そのメリット・デメリットを様々な視点から考え、適正寸法を判断する。(個人⇒グループ)		○			・基準強さや安全率の違いにより、寸法が変化することでのメリット・デメリットを思考し、適正寸法についての自分の意見を表現している。
第6時	設計	・設計について、安全設計は必然であることを理解し、何が安全なのかを考える。 ・丈夫(壊れない)≠安全であることを理解する。	○				・設計について積極的に考えている。

(4) 授業の実際

だれもが利用したことがあるもので、動きも単純であり想像しやすいと考え、エレベータを吊るワイヤーロープの設計を取り上げた。

設計する製品の使用条件から、実際にその製品(エレベータ)が使われた時にかかる荷重の種類や最大の場合を思考・判断する。そこから安全率や材料の基準強さの選定を行い許容応力を算出し、材料の寸法設計を試みるという授業を実践した。また、平常時の使用だけでなく緊急停止などの異常状況についても考えさせ、思考・判断・表現の観点を評価するものとした。

また、寸法計算がしっかりとできるという点での技能の観点を評価するものとした。その際、寸法設計の計算途中で安全率を用いて許容応力(部材にかかってもよい応力・最大応力)を計算する。さらに、安全率の違うものの寸法を算出し、結果から寸法への影響度について考えさせた。

ここでは、第4時と第5時を取り上げる。

ア 第4時「部品寸法の選定について1」

目標：使用状況を考えることで、どのような荷重がかかるのかを考え寸法設計ができる。また、安全率の違いにより、寸法にどれだけ影響を及ぼすのかを理解する。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価規準
導入	・前時の復習と本時の学習内容の概略	・前時までの学習内容を復習する。 ・本時の内容を理解する。	・許容応力、安全率、基準強さの関係について確認させる。 ・本時について説明する。	
展開1	・荷重について考える(個人) ・荷重について考える(グループ)	・エレベータの動きの中からワイヤーにどのような荷重がかかるかを考える。 ・グループ(複数)でそれぞれの出した答えを比較し、確認をする。	・エレベータが上昇する時、停止している時、下降する時の3つの場合において、ワイヤーに作用する荷重の分類をさせる。 ・複数名でお互いに荷重のかかり方についての考えを説明させる。	【評価規準①】 ・使用条件や環境から、部品にかかる力の種類を思考し、表現している。(B)
展開2	・形状(寸法)の算出 ・形状設計について考える(グループ) ・確認 ・安全率を変えた場合の計算	・適切な基準強さ、安全率を用い、許容応力とワイヤーの太さを算出する。 ・グループでそれぞれの出した答えを比較し、確認をする。 ・設計した内容について確認をする。 ・安全率1と安全率12とした場合の許容応力と設計断面積の計算を行う。	・机間指導をし、ワークシートの記入の様子で助言を与える。 ・使用環境から、なぜその計算式(安全率、基準強さ)を用いて寸法を出したのかを互いに説明させる。 ・予測される荷重から、安全率の選定や材料における強度値の選定について説明し、寸法の確認を行う。 ・安全率が1と12の場合の断面積を計算させ、基準強さは展開1で選んだものを使わせ、設計した場合の3つの寸法の比較をさせる。	【評価規準②】 ・使用条件や環境に適した材質や寸法を算出できる。(C)
まとめ	・本時のまとめ ・次回の予告	・本時の内容についてアンケートに答える。	・本時の内容を再度確認させる。 ・アンケートを用いて自己評価をさせる。	

(7) 授業の様子

a 展開1について

机間指導によるワークシートへの記入状況を確認することで生徒が目標に到達するための手立てを行った。エレベータが通常使われる場合どのような荷重を受けるのか、停止時・上昇開始時・下降開始時の3つの場合について考え、また3つの荷重について大きい荷重を受けるものから順位付けをさせた。

最初の段階では、半数近くの生徒が空欄だったため以下のような支援を順に行った。

【評価規準①】（思考・判断・表現）〔ワークシート〕

使用条件や環境から、部品にかかる力の種類を思考し、表現している。

手立て①

自分自身がエレベータに乗った際に、それぞれの使用状況で自分が受ける感覚について考えさせ、ワイヤーにかかる力（荷重）をイメージさせた。

⇒まだ、イメージできない様子が一部の生徒の反応から見られた。

手立て②

おもりの入ったプラスチックケースを輪ゴムで吊しエレベータとワイヤーに見立てたものを用いて、上昇開始時と下降開始時の動きを実演することで、ワイヤーに見立てた輪ゴムの変化の様子を観察させた。

⇒解答欄に書きこんでいる様子が多く見られた。

その他の手立て

生徒の中には停止時、上昇開始時、下降開始時の3つの使用状況で別の荷重を記入しなければいけないと思っていることが記入の観察から読み取れたので、すべてが違う種類の荷重がかかるとは限らないことや、それぞれの解答欄にどのような種類の語句が入るのかを助言として与えた。

次に、通常使用時以外（異常時・運転できない時）に大きな荷重がかかる場合についても考えさせた。異常時の状況（荷重を予想以上に受ける状況やアクシデント）を想像できない生徒がいた。

手立て③

エレベータが緊急停止をしてしまうような状況や運転できない状況について考えさせた。

⇒何人かの生徒からそのような状況を表す発言や質問が出てきた。

手立て④

その後4、5人のグループを作り、ワイヤーが受ける荷重について話し合わせ、グループとしての意見を解答欄に記入させた。（図2）

⇒グループではそれぞれの考えを発表し、話し合うことでグループとしての意見がまとまった。

手立て⑤

話し合い後に動画を用い、ワイヤーへの力のかかり方を示し、荷重のかかり方の確認を行った。使用状況ごとのエレベータの動きを動画で表しイメージしやすいものとした。



図2 話し合いの様子

授業後のワークシートから、多くの生徒が荷重のかかり方による分類について、それぞれの通常使用される場合の荷重とその大きさの順位付けが正しく記入されていた。一部、記入状況が十分でない生徒が見られた。



荷重のかかり方による分類が、それぞれの通常使用される場合の荷重とその大きさの順位付けが記入できている生徒、そして荷重の速度による分類ができている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。それに加えて、異常事態の場合(ワイヤーに予想外の大きな荷重がかかる場合)の予測ができている生徒を「十分満足できる」と判断した。一部、記入状況が十分でない「努力を要する」生徒が見られたため、次時の授業で再度説明し、小テストを実施した。

今回のワークシートには、解答欄が1つだと話し合い後の意見しか書かれないことが予想されたので、自分の意見を記入する欄()とグループで話し合った意見を記入する欄【 】の2つをそれぞれの解答欄に設けた。生徒自身の考えがどのように変化したかを読み取れるものとした。そうすることでグループでの話し合いの効果を見取ることができると考えた。

また、自分の意見の欄には「自信がある」「なんとなく自信がある」「自信がない」の順で○、△、×を記入させた。そうすることで、その理解度を測ることができると考えた。

ワークシートを確認してみると、誤答から正答へと変化しており、グループ学習の良い効果が現れたと考えられる。その反面、荷重を読み取る際に話し合いの前では正答を記入しているが、その後のグループでの話し合いを経た後、誤答へと解答が変更されていた。その解答の横には×印がついていた(自信がない)ことから、本実践では、グループでの話し合いを行う場合、答えに根拠がなく自信がないと、相手が強い意志で訴えた場合に間違えた方向に向かってしまう状況が見られた。(図3)

課題1 設計条件から設計をしてみよう。

使用状況とワイヤーにかかる最大荷重

I 荷重のかかり方による分類

① 通常使用される場合 ※()内に自分の答え 【 】内は話し合い後 荷重の順位

・エレベータが停止しているとき(引張り 0) [引張り] 荷重を受ける。(2 °) [2]

・エレベータが上昇するとき (引張り 0) [引張り] 荷重を受ける。(/ °) [/]

・エレベータが下降するとき (引張り Δ) [引張り] 荷重を受ける。(3 °) [3]

② 異常状態の場合

・() のとき () 荷重を受ける。

・ 体重オーバー のとき [引張り] 荷重を受ける。

大きな地震で揺れたとき、

II 荷重の速度による分類

・ワイヤーにかかる荷重は①(繰返し Δ) [繰返し] 荷重である。

片振りの変動引張荷重

図3 ワークシート記入例

b 展開2について

(a) 授業中の見取りと評価・努力を要する生徒への手立て

ワークシートの「基準強さの選定」「安全率の選定」「許容応力と寸法計算」を視点として見取ることにした。最初に個人で考える時間を設け、解答欄への記入状況を机間指導により見取った。展開1から分かった荷重の種類をもとに、使用する安全率や基準強さを考えさせ、許容応力の計算とワイヤーの適正寸法を算出させた。

最初に個人で算出させたが、安全率と基準強さの選定や計算方法が分からない生徒が見受けられたので、以下の順に手立てをした。

【評価規準②】(技能) [ワークシート]

使用条件や環境に適した材質や寸法を算出できる。

手立て①

前時までのノートやプリントを確認させた。

その後、考え方の説明を行った。計算方法を確認した後、異なる安全率を用いてそれぞれの寸法を算出させ比較させた。安全率が異なった場合の計算ができているかどうかは授業後のワークシートによって見取った。

手立て②

グループを組ませて、計算方法の確認を行わせた。

(b) 授業後の見取りと評価・努力を要する生徒への手立て

技能については、次のような点を見て評価した。寸法計算では製品にかかる荷重の種類をもとに、基準強さの種類と大きさ、安全率の選定を表から適切に選んでいること、そして使用する材料の基準強さの値の大きさが表では幅を持っているため、なぜその値を選んだのかを理由として記入させたが、表から荷重にあった適切な値を選択し、理由

について適切なものを書いてあること。さらに寸法計算が適切に行われているものに関して「おおむね満足できる」と評価した。

グループでの話し合い前にはできなかった計算が、話し合い後の安全率を変えた寸法の計算ではできるようになっている生徒も多く見られた。

手立て③

計算方法を理解していないと思われる生徒も何人かいたので、後の授業にて計算方法を説明した。

ワークシートを確認したところ、多くの生徒については値を求められていた。しかし、記入された計算式などから、計算方法を理解していないと思われる生徒も見受けられた。



寸法計算では製品にかかる荷重の種類をもとに、基準強さの種類と大きさ、安全率の選定を表から適切に選び、寸法計算が正しく行われている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。使用する材料の基準強さの値の大きさには幅があるが、なぜその値を選んだのかを理由として適切なものを書いてある生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」生徒には、次の授業において計算方法を説明した。

(イ) 成果と課題

解答欄を2つ設けることで、話し合い前後の解答の変化を見取ることができた。しかし、話し合い後のグループで出した解答について理解したのか、また納得した答えを得られたのかが判断がつかなかった。話し合い後の解答にも理解もしくは納得した場合は○、そうでない場合は×を付けさせるなどして、本人の意見の変化を読み取れるようにした方が、より話し合いの効果が確認できるのではないかと感じた。(図4、図5)

授業後のアンケートでは、グループによる話し合いで「分からないところを理解することができた」という意見があった。また、「様々な意見や考えを聞くことができて楽しかった」や「考えつかなかったことを知ることができた」などという意見もあった。グループ学習の良い効果が得られたと考えられる。しかし、話し合いを活発に行っている生徒とそれを聞いているだけの生徒とに分かれてしまった。話し合い前に、お互いが自分自身の意見をしっかりとまとめておく必要があると感じたため、次時では、話し合いをする前に、自分の意見をまとめる時間をしっかりとる改善を試みた。

「授業の中で重要だと思った点はなんですか」という質問について、安全率の変化による寸法への影響度について触れている生徒が多かった。その中には「安全率の設定の重要性や使用時の荷重を読み違えることで、寸法にも大きな影響がでることを理解した」という意見も見られた。

基準強さの選定
 基準強さ σ は、表1より②(疲労限度) [疲労限度]を用いる。
 これらのことから安全設計を考えると ③(155) [155] MPaとする。
 値を決めた理由は④ (考慮した値から) (表2より) [鋼線から]
 (低い値が安全だから)

安全率の決定
 安全率Sは、ワイヤーに①の荷重がかかることから⑤(5) [5]とする。

図4 ワークシート記入例

許容応力の計算

$$\frac{155}{5} = 31 \text{ MPa}$$

寸法(断面積)の計算

$$A \geq \frac{500000}{31}$$

$$\geq 16129 \text{ mm}^2$$

図5 ワークシート記入例

イ 第5時「部品寸法の選定について2」

前時の授業では、安全率を変えて計算させ安全率の寸法への影響度について学んだ。安全率は荷重の条件や設計者の意図により決定するものであるが、その安全率の違いによって寸法にも大きな影響を与える。寸法が変化することで「強度」「コスト」「重さ」「その他」についての影響を考えさせ、安全率ごとのメリット・デメリットを考えさせた。そして、設計をするために様々な視点から適性寸法を考えさせ、生徒個人が自分の意見をまとめて文章化させることで、思考・判断・表現の観点について評価するものとした。

さらに、安全率は企業の実績や経験などから設計者が決定するものであるが、安全率の取り方によってはコストを意図的に減らすことも可能である。利益を重んじるばかりに、「安全」よりも「コスト(利益)」を重視してしまうことの無いように、設計するうえでの倫理観についても授業内で触れた。

目標：設計する際に、安全性という点で強度が重要となることを踏まえ、製品としてはコストや性能とのバランスを考えなければいけないことを理解する。また、技術者倫理が大切なことに気付く。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時の復習	・前時の内容について復習する。 ・小テストに取り組む。	・前時の学習で、課題となっている「荷重について」や「計算方法」を説明する。	
展開1	・寸法比較1	・各寸法について、強度、コスト、重さで優れているものから順位付けをする。その他に影響がでるものを考える。	・強度、コスト、重さを寸法の違いから考えさせ、製品としての順位付けをさせる。	

	・寸法比較 2	・どの寸法が適切なのかを強度、コスト、重さ、その他の点から比較し、適切だと思われるものを選定する。 ・グループで話し合いをする。 ・自分の意見を発表し、また、他人の意見を聞く。 ・グループとしての総意をまとめる。	・その他に寸法が変わることでの影響を受ける点に目を向けさせる。 ・選定した理由を付けて比較項目を用いて比較させ、選定させる。自分の意見をしっかりとめるよう時間を配慮する。 ・個人で選んだ寸法について理由を付けて分かりやすく説明させる。 ・グループの中でどのような意見が出て、その中からなぜこれを選んだのかをまとめさせる。	【評価規準①】 ・基準強さや安全率の違いにより寸法が変化することでのメリット・デメリットを思考し、適正寸法についての自分の意見を表現している。 (B)
展開 2	・発表	・まとめた内容を発表する。	・発表する際、分かりやすく説明させる。 ・他の班の意見をメモさせる。	
まとめ	・確認とまとめ	・安全率が寸法に与える影響を再確認し、強度だけでなく、いろいろな観点から寸法を決定することを学ぶ。	・適切な寸法を選ぶためにはいろいろな視点から見ることを説明する。 ・安全率の寸法に与える影響や安全率の考え方について説明する。	

(7) 授業の様子

a 展開 1、2 について

机間指導をしながらワークシートへの記入状況を確認することで見取った。前回求めた、安全率の異なる 3 種類のワイヤーロープを比較し、「強度」「コスト」「重さ」の視点で、それぞれ良いとされるものから 1、2、3 と順位付けをさせた。

机間指導により、記入状況を確認したところ、自分の意見をしっかりと書けている生徒と書けていない生徒がいた。

手立て③

前回の授業と同じグループをつくらせ、それぞれのまとめた意見をグループ内で発表させた（図7）。そして、再度グループで話し合いを行い適正とされる寸法を選び、その理由についても記入させた。

⇒話し合いにより、自分の意見との比較ができた様子だった。



図7 発表の様子

安全率	使用条件で決定 (安全率5)		安全率1	安全率1.2
断面の寸法	16129 mm ² (直径 143 mm)		3226 mm ² (直径 64 mm)	38760 mm ² (直径 222 mm)
比較項目	強度	2	3	1
	コスト面	2	1	3
	重さ	2	1	3
	その他	ワイヤーを引くための機械を動かす電力を節約するため、ワイヤーの断面積を小さくする。ワイヤーの断面積を小さくすると、ワイヤーの重さも軽くなる。	1	3
		ワイヤーの断面積を小さくすると、ワイヤーの重さも軽くなる。	1	3

図8 各寸法の比較

グループでの話し合い後、3つのグループを選び代表者に発表させた。選んだ寸法や理由が異なるものを机間指導により見取って選んだ。発表を聞いている生徒にはメモを取らせ、共感できるものに関してはメモの横に○印を付けさせた。まとめとして、安全率をどのようにとるべきか、製品別に一般的な安全率の大きさを示し説明を行った。また安全率の役割についても説明した。

多くの生徒が、比較をもとに各寸法を選んだ理由について自分の意見を表現できてた。しかし、デメリットが分かっていないと思われる生徒や、自分の意見を書けていない生徒がいたため、その場で再度説明を加えた。また、他のグループの発表を聞いて参考にするのを助言した。



比較をもとに各寸法を選んだ理由について自分の意見を表現できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。比較項目の「その他」の解答欄に比較項目を増やして作り順位付けをした生徒を「十分満足できる」状況と評価した。「努力を要する」と判断した生徒には、次時に再度説明する際、個別に支援することとした。

ワークシートへの記述から見取りと評価をおこなった。3つの比較によりメリット・デメリットを順位付けする欄には「強度」「コスト」「重さ」の3点の比較においては良いものから順位付けなので、「強度」に関しては強いものが1、「コスト」に関しては安いものが1、「重さ」に関しては軽いものが1となる。しかし「重さ」の点で重い

順に1から順位を付けた生徒が数名いた。このことから、重くなることでのデメリットが分かっていない生徒がいることを確認できた。

理由を記入する欄には、細かく理由を述べて比較ができている生徒や意見だけを記入したものなど様々であった。例を図9に示す。各寸法を選んだ理由としては次のようなものがあがった。「強度も使用条件を満たしているし、コストや重さ(性能)の3つにおいてバランスがとれている」という理由から安全率5を選んだものが大部分を占めた。その他の理由として「安全率12のものだと強度という点から安全であるが、重すぎて製品として使えず、安全率1のものだと強度を満たしていないから」という意見もあり、「製品として考えられない」というものであった。「コスト面に優れている」という理由で安全率1を選んだ生徒が若干名、「人の命には代えられない」という理由で安全率12を選んだ生徒が少数いた。比較項目の「その他」の解答欄に比較項目を増やして作り順位付けをした生徒もいた。

自分の意見															
寸法		安全率5													
理由	強度	コスト	重量	の	中	で	重要	な							
	順番	は	①強度	②コスト	③重量	コスト	だ	と							
	思う。	安全率	12	の場合	強度	が	1								
	一番強い	ので	それ	だけ	を	負	れ	ば	い	い					
	が	コスト	と	が	高	く	重	さ	が	重	い				
	ため	に使	い	やす	く	製品	と	して	適	さ	な				
	い。	だから	と	い	て	コスト	も	重	さ						
	も	一番	いい	安全率	7	に	して	しま	う						
	と	強度	が	たり	なく	て	製品	と	して						
	適	さ	な	い。	た	り	で	強度	コスト						
理由	重	さ	を	ハ	て	に	か	い	て	バ	ラ	ン	ス	の	と
	れ	て	い	ぬ	安全率	5	が	い	い	と	思	う。			

図9 ワークシート記入例

グループでの話し合い後には、自分の意見とは違う結論に達している生徒も見られた。話し合い後の意見の変化として、個人の意見としてはバランスの良い安全率5を選んでしたが、安全性を重視するために強度の一番大きい安全率12のものをグループとして選んだり、強度を最重視した安全率12を選んでしたが、製品としては不適合だという点から、話し合い後は安全率5が最適であると変わっていきたりするグループも見られた。しかし、安全率1に変わるグループは1つも無かった。このようなことから「強度」と「コスト」のバランスを考える中で、安全を第一に考えた上で話し合いができていたと言える。技術者としての倫理観を醸成することができたのではないかと考える。

授業後の手立て

一部の生徒で「強度がある＝安全」という考え方に偏っているようにも見て取れた。強度が大きいからといって安全とは限らない。重すぎることによって逆に危険を招くといったことも考えられる。次時において、「壊れない＝安全」ではないことを説明し、何をもって安全とするのかを考えさせた。

(イ) 成果と課題

今回の授業では、グループでの話し合いの前に自分の意見を文章でまとめさせたので、話し合いが充実したように感じた。また、発表は3つのグループしかできなかったが、それぞれが違った視点から捉えていたので、生徒には思考を広げるための参考になったと思われる。

課題として、自分の考えを表現できておらず文章があまり書けていない生徒も見られたので、今後の授業においても発表やグループ学習を取り入れることで、生徒自身の意見を表現する場をつくっていきたいと感じた。

4 まとめ

(1) 成果

今回の事例では実際に強度という面から寸法設計することで、使用状況を考慮できることや計算式に出てくる値の影響度、寸法がどのようにして計算されているのかなどを理解させることを目指した。事後アンケート結果から、おおむね理解したことがうかがえる。

第5時の後のアンケート結果からは、「設計において安全が必然である。」と大部分の生徒が答えており、実践前よりも安全性についての意識が高まったことがうかがえる。また、設計するには様々な視点で考えることの重要性についても理解したことが、アンケートの記述からもうかがえた。(図10)

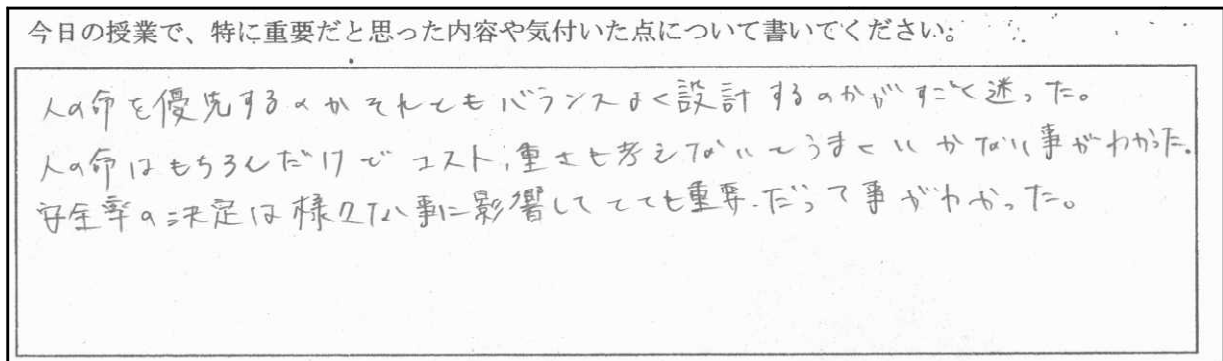


図10 アンケート記述例

この単元を通して、計画段階から評価規準を明確にすることで、見取る場面やポイントがはっきりし、努力を要する生徒への手立てについても評価規準に基づいた支援をすることができた。その結果、生徒の学習への理解へとつながったと思われる。

今回の2つの実践で思考・判断・表現を中心に評価したが、思考を広げるための手立てとしてグループ学習を取り入れた。自分と他人の意見を比較し考えることは、思考を広げるうえでとても効果的である。また、同じ答えを出すにも個々の様々な視点から物事を捉えることで、答えにたどり着くまでの道筋が変わってくる。お互いの考えを聞くことで気付きを生み、思考の幅は広がると考え、手立ての手段とした。

アンケート結果から、グループ学習での話し合いによって、思考を広げる効果は十分得られたことがうかがえる。そして実践していく中で、どのようにして授業中に個々の思考を見取り、授業内容に反映させていくかを考えることは、授業を活性化させるためにとても重要なことだと感じた。また、話し合いに参加することで、生徒自身が興味・関心をもち、主体的に授業に取り組めたこともうかがえた。

また、今回のワークシートでは、話し合い前後の解答欄を設けることにより、本人の意見と授業中に見取りきれなかった話し合いの内容を見取ることができた。アンケートの「グループでの話し合いや発表したことについてどう思いますか。」という問いに、「いいと思う。みんなの意見を聞いたりメモしたり、自分の意見を発表したりするのは将来役に立つと思う。」「自分とは違った意見を聞くことができて、いろいろなことに気付くことができました。」という記述があった。

(図11)

色々の人の意見、それぞれ同じ物を選んでいても理由が「ちが」ったり
着目点が違、ていたりなど、とても楽しかった。

図11 アンケート記述例

(2) 課題

グループ学習を行うことで良い成果を得られた半面、自分自身の意見をしっかりと表現できている生徒とできていない生徒の差がはっきりと表れた。言語活動の充実を図る上で、まわりの意見だけに頼るのではなく、自分の意見をもって話合いに臨み、どのような相手であってもそれをしっかりと相手に伝えさせるということが、さらなるグループ学習の深まりにつながると思われる。今後の授業においても授業内容と評価を工夫し言語活動を取り入れていくことで、コミュニケーション能力をさらに向上させたいと考える。

また、自分自身の意見をもち、思考・判断をするためには、考えるための材料となる基礎知識が必要となる。設計の場合は物理現象が大きく絡んでくると、計算が必要不可欠である。今後、設計的思考ができるように、まずはその土台となるべき基礎・基本を定着させ、生徒の思考力がさらに高まるような授業を展開できるように次年度の指導に生かしていきたい。

事例 3 科目「電力技術」における指導と評価の工夫 ～ 単元「新しい発電方式」 ～

1 生徒の実態について

これから授業で扱う内容の基礎的な知識や授業に対する関心、また、これまでの授業の様子について生徒たちにアンケート調査を行い、実態の把握を行った。対象は、電力技術について学んでいる電気科第2学年の39名である。

質問1「太陽光発電を知っている」については、52%の生徒が「知っている」「ある程度知っている」と答え、身近な存在であることがうかがえる。(図1)

質問2「風力発電を知っている」については、62%の生徒が「知っている」「ある程度知っている」と答え、身近な存在であることや構造が想像しやすいことがうかがえる。(図2)

質問3「燃料電池発電を知っている」については、80%の生徒が「あまり知らない」「知らない」と答えた。(図3)

質問4「地熱発電を知っている」については、49%の生徒が「知っている」「ある程度知っている」と答え、比較的関心があることがうかがえる。(図4)

質問5「バイオマス発電を知っている」については、26%の生徒が「知っている」「ある程度知っている」と答え、あまり知っている生徒がいないことが分かる。(図5)

質問6「スマートグリッドを知っている」については、92%の生徒が「あまり知らない」「知らない」と答え、身近でないことがうかがえる。(図6)

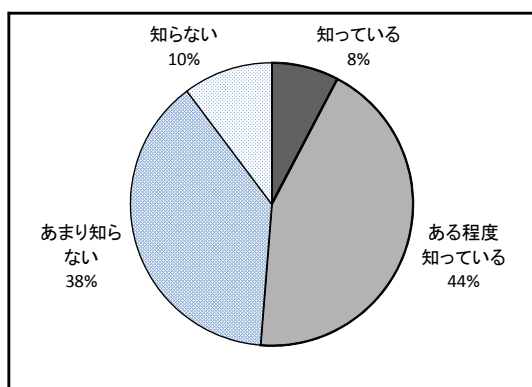


図1 太陽光発電を知っている

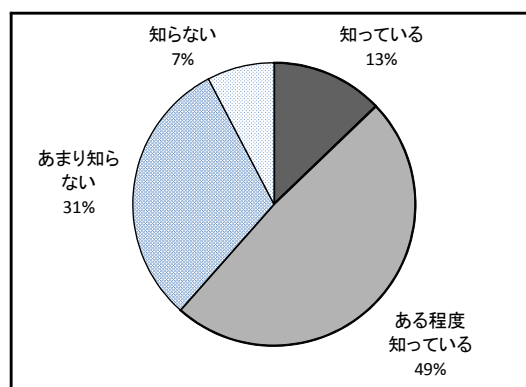


図2 風力発電を知っている

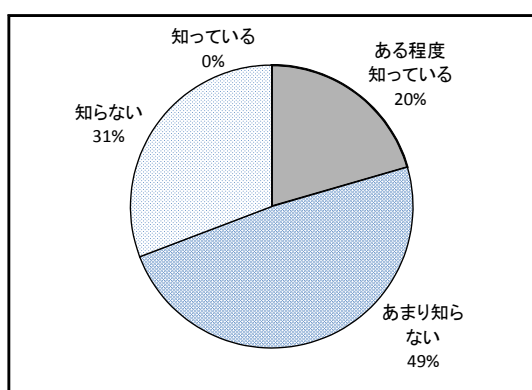


図3 燃料電池発電を知っている

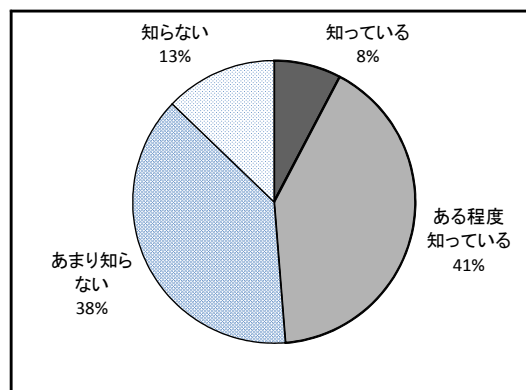


図4 地熱発電を知っている

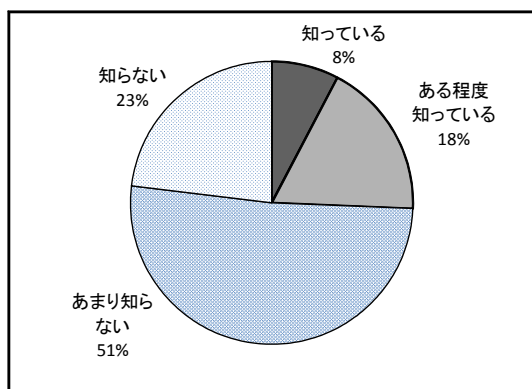


図5 バイオマス発電を知っている

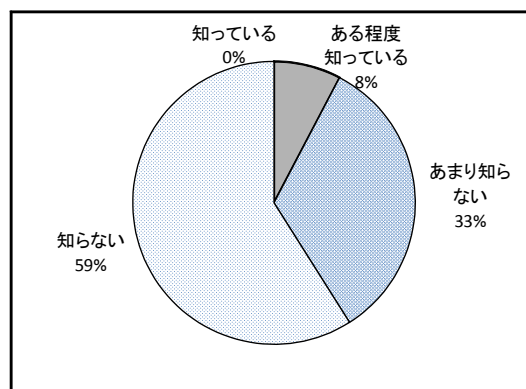


図6 スマートグリッドを知っている

2 環境及びエネルギーに配慮できる人材

中央教育審議会答申（平成20年1月）において、「教科の目標については、従前の目標に加えて、環境及びエネルギーに配慮し、技術者倫理を確実に身に付け、実践的な技能をあわせもった技術者を育成するという趣旨を明確にする。」と示され、今回の学習指導要領改訂においては、環境・エネルギー問題に対応した教育内容の改善が行われた。科目「電力技術」では、発電の分野において、エネルギー問題を今まで以上に取り上げるようになった。この事例では、単元「新しい発電方式」において、新たな時代のものづくり産業を支える人材を育成する観点から、単に技術的課題を改善するだけでなく、自ら創意工夫をすることができるよう、この単元を実践するまでに学んだ発電方式の知識をもとに、これからのエネルギーについて思考を深めることを目的として授業を工夫改善し、指導と評価の一体化を目指した。

3 本事例について

科目「電力技術」においては、「電力技術に関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる。」ことが目標となっている。また、工業科の目標の中に、「環境及びエネルギーに配慮」という文言が盛り込まれた。持続可能な社会の発展を図るための新しいエネルギーの有効活用を学習することは、現代社会における工業の意義や役割を理解させる上で大切なことである。新たな時代のものづくり産業を支える人材を育成する観点からも、新たな発電方式について学習し、実際に活用する能力を身に付けることは、技術者として大切であると考え。本事例で取り上げる「新しい発電方式」は、メディアでも取り上げられる機会が多く、一部は一般的に知られている発電方式といってもよいかもしれない。授業では、単なる知識だけではなく、発展的な内容まで取り扱い、これからの生活に役立てようとする態度を育成することを目指した。

4 授業実践

(1) 単元の目標

太陽光発電、風力発電、燃料電池発電などの新しい発電方式の原理、方法、構成及び特性を理解する。また、新しい発電方式やスマートグリッドの特徴をもとに、これからの電力について考える。

(2) 単元の評価規準

A 関心・意欲・態度	B 思考・判断・表現	C 技能	D 知識・理解
新しい発電方式について関心をもち、その改善・向上を目指して主体的に取り組もうとしている。	新しい発電方式に関する思考を深め、基礎的・基本的な知識と技術をもとに、技術者として適切に判断し、表現する創造的な能力を身に付けている。	新しい発電方式に関する基礎的・基本的な技術を身に付け、環境に配慮し、その技術を適切に活用している。	新しい発電方式に関する基礎的・基本的な技術を身に付け、現代社会における意義や役割を理解している。

(3) 単元の指導計画及び評価計画（4時間）

	指導内容	学習活動	評価の観点				評価規準
			A	B	C	D	
第1時	太陽光発電	- 説明を聞き、原理と種類、設備や特性についてワークシートにまとめる。 - 売電システムを理解し、売電価格の計算をする。			○		- 太陽光発電の原理と種類、設備や特性について理解している。 - 太陽光発電で発電した電力のうち、売電電力の価格計算ができる。
第2時	風力発電	- 説明を聞き、原理と種類、設備についてワークシートにまとめる。 - 風力発電に適した場所を考え、ワークシートにまとめる。また、考えを発表する。		○		○	- 風力発電の原理と種類、設備について理解している。 - 風力発電の長所・短所を踏まえ、発電に適した場所について考察し、表現している。
第3時	燃料電池発電 地熱発電	説明を聞き、燃料電池発電と地熱発電について、原理や特性についてワークシートにまとめる。				○	燃料電池発電・地熱発電の原理や特性について理解している。

		・地熱発電に適した場所について考え、ワークシートにまとめる。		○		・地熱発電の特性を考慮し、適した場所について思考を深めている。
第4時	バイオマス発電 廃棄物発電 スマートグリッド	・バイオマス発電や廃棄物発電の原理と特性についてワークシートにまとめる。 ・スマートグリッドの原理についてワークシートにまとめる。 ・新しい発電方式の特徴を踏まえ、これからのエネルギーについて考えたことをワークシートにまとめる。	○		○	・スマートグリッドの原理について理解している。 ・新しい発電方式の特性をもとに、電力について考えようとしている。

(4) 授業の実際

本単元の「新しい発電方式」では、「太陽光発電、風力発電、燃料電池発電などの新しい発電方式について取り扱い、それらの発電に関する原理、方法、構成及び特性について理解させる」ことが目標となっている。また、2011年に起きた東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を発端とした日本のエネルギー環境の変化は著しいものがあり、今後もエネルギー供給事情を考慮して生活していくことは重要なことである。

そこで、「新しい発電方式」について学習を進めるにあたり、目標とする知識の習得だけに留めず、自分たちの生活との関わりについて見つめ直す機会を設けられるよう配慮し、学んだことをこれからの生活に役立てようとする態度を育成することを目指した。また、新しい発電方式の一部は、一般的に知られている発電方式といってもよいかもしれないが、これからのエネルギー供給源として期待されているにもかかわらず、よく知られていない発電方式もある。生徒が教科書の図や表を見ながら説明を聞いても、よくイメージできないことが考えられる。より生徒の理解度が向上するような効果的な授業を目指し、新しい発電方式を生徒がイメージしやすくする手立てとして、ICT機器（タブレット端末）を活用した。ここでは、第2時、第3時を取り上げる。

ア 第2時「風力発電」

事前アンケートより、風力発電を知っている、または、ある程度知っていると回答した生徒が62%、知らないと回答した生徒は7%であった（図2）。風力発電がどのようなものか知っている生徒が多いことが分かった。そこで、風力発電の基礎だけでなく、発展的な内容も取り扱うよう配慮した。また、風力発電に適した場所を考えさせる場面では、教員が多くを語らず自ら思考することを優先した。思考が深まっていけないと思われる生徒には、ヒントを与えながら長所、短所などの特性を導きやすいように指導した。

目標：風力発電の原理、方法、構成及び特性について理解し、風力発電に適した場所や長所・短所について考える。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時の復習と本時の学習内容の概略	・本時の学習内容を確認する。	・前時の太陽光発電の特性を復習し、本時は風力発電について学習することを知らせる。	
展開 1	・風力発電 発電原理 風車の種類 設備	・風力発電の原理、風車の種類、設備について学ぶ。	・スクリーンに投影した画像を用いて説明する。 ・机間指導してワークシートにまとめられているか確認する。	【評価規準①】 ・風力発電の原理と種類、設備について理解している。 (D)
展開 2	・風力発電の特性	・風力発電の特性について考える。	・風力発電に適した場所について考えさせる。 ・適した場所をもとに、風力発電の長所、短所を再度確認させる。	【評価規準②】 ・風力発電の長所・短所を踏まえ、発電に適した場所について考察し、表現している。 (B)
まとめ		本時の学習内容をまとめ、自己評価を行う。		

(7) 授業の様子

a 展開 1

風力発電の原理、風車の種類、設備について理解させるため、タブレット端末を活用し、スクリーンに写真や図などの画像を投影させたものを見せながら説明を行った。その後、ワークシートにまとめさせ、内容の理解を図った。また、スクリーンに注目させて行う説明は、生徒の様子が確認できるため、補足説明の必要性の判断がしやすかった。(図 7)

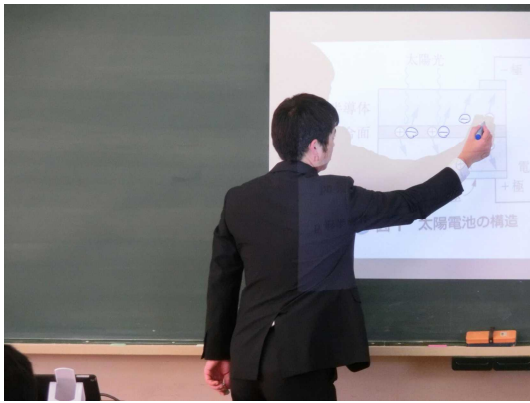


図7 授業の様子

【評価規準①】(知識・理解)〔ワークシート〕

風力発電の原理と種類、設備について理解している。



ワークシートを確認したところ、風力発電の原理と種類、設備についての項目に記入できていた。



ワークシートのすべての項目に記入できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。それぞれの項目が正しく、さらに、詳しく説明が書かれている生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」生徒はいなかった。

電力技術ワークシート ～風力発電
電気科2年 / 番 氏名 _____

1 風力発電の発電原理
風の運動エネルギーを風車を受けて
回転エネルギーに変え、発電機を回して
電気エネルギーを得る。

2 風車の種類と風力エネルギー
(1) 風車の種類とその特徴
① 水平 軸風車
プロペラ形など
太さ力用 → 構造が簡単

② 垂直 軸風車
釣钩型、S型など
どの方向の風も利用できる
止電り用

(2) 風力エネルギー
$$P = \frac{1}{2} A \rho v^3$$

面積 空気密度 風速
$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

運動エネルギー
風速の3乗に比例したエネルギーが得られる

3 風力発電の設備
(1) プロペラ形風力発電システムに必要な設備とその役割
① 増速機
風車の低回転を発電に適した回転数にする

② 発電機
交流：誘導発電機
直流：同期発電機

③ 制御装置
・ヨー制御装置：風車を風の向きに合わせる
・ピッチ制御装置：風速などにより翼の角度(ピッチ角)を変える
・ブレーキ装置：回転異常時に停止させる

4 風力発電機の接続方式 図5参照
(1) AC リンク方式
誘導発電機に用いる

(2) DC リンク方式
同期発電機に用いる
発電したACを整流器でDCにし
インバータでACに戻す

5 風力発電の特徴
(1) 風力発電に適した場所についてその理由を考えてみよう。
海の近く 風とささるものがないから
平地 山

(2) 長所
エネルギー源が無限にある
CO₂を排出しない

(3) 短所
自然に左右される

図8 ワークシート記入例

ｂ 展開２

風力発電の特性を理解させるため、発電に適した場所について考えさせ、ワークシートに記入させた。記入したものを発表させ、考えられなかった生徒に対する支援とした。意見をまとめたものをもとに風力発電の長所と短所を考えさせた。自ら考えようとしていたが、思いつかない生徒も見られたため、「風力発電に適した場所」として考えようとする、思いつかないそうであったため、「障害物が無く風が強い場所」を想像してみるよう補足したところ、考えられるようになった。その後、何人かの生徒に発表させ、意見をまとめた。さらに、考えがまとまった生徒が発表することで、考えるきっかけとなるような支援をした。

【評価規準②】（思考・判断・表現）〔ワークシート〕

風力発電の長所・短所を踏まえ、発電に適した場所について考察し、表現している。



ワークシートを確認したところ、適した場所や特性について、多くの生徒が記入できていた。一部に記入できていない生徒が見受けられた。



風力発電に適した場所と特性について記入できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。長所、短所について言及し適した場所と関連付けて書いてある生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」と判断した生徒には、風力発電の特徴を踏まえ、「障害物が無く風が強い場所」を想像してみることや、他の生徒の発表をヒントにすることを助言した。

（イ）成果と課題

I C T機器（タブレット端末）を活用して写真や図などを投影し、説明することは、生徒がイメージしやすくなるため、本時の目標を達成するために有効だったと考える。専門的な内容を理解することができるよう配慮したが、授業後の自己評価では、質問「風力発電の原理を理解している」については、生徒の50%が「理解している」、残り50%が「ある程度理解している」と答えたことから有効であったことが裏付けられる。しかし、考えようとしていたが、思いつかず、ワークシートに記入できていない生徒が見られたのは、展開２の時間が短かったためと考えた。次時においては、考える時間を延ばす改善を試みた。

イ 第３時「燃料電池発電、地熱発電」

前時の風力発電の特性を確認し、本時の内容を進めた。事前アンケートの結果から、燃料電池については、「知らない」生徒が多いという実情を踏まえながら説明した。一方で、知っている割合が多かった地熱発電については、発電に適した場所を考えさせることで、長所、短所などの特性を考える活動を取り入れた。

目標：燃料電池発電や地熱発電の原理や特性について理解し、地熱発電に適した場所や長所・短所を考えることができる。

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時の復習と本時の学習内容の概略	・本時の学習内容を確認する。	・前時の風力発電の特性を復習し、本時は燃料電池発電と地熱発電について学習することを知らせる。	
展開 1	・燃料電池発電	・燃料電池発電の原理と種類、設備や特性について学ぶ。	・スクリーンに投影した画像を用いて説明する。 ・机間指導してワークシートにまとめられているか確認する。	【評価規準①】 ・燃料電池発電・地熱発電の原理や特性について理解している。(D)
展開 2	・地熱発電	・地熱発電の原理について学ぶ。 ・地熱発電の特性について考える。	・スクリーンに投影した画像を用いて説明する。 ・机間指導してワークシートにまとめられているか確認する。 ・地熱発電に適した場所について考えさせ、確認する。 ・適した場所をもとに、地熱発電の長所、短所を考えさせる。	【評価規準②】 ・地熱発電の特性を考慮し、適した場所について思考を深めている。(B)
まとめ		本時の学習内容をまとめ・自己評価を行う。		

(7) 授業の様子

燃料電池発電の原理と種類、設備や特性について理解させるため、前時と同じくスクリーンに写真や図などを投影させたものを見せながら、説明を行った。その後、ワークシートをまとめることで、理解の定着を図った（図 9）。また、地熱発電について考えさせる場面では、発電に適した場所について考えたことを、ワークシートに記入させた。記入できている生徒に発表をさせることで、言語活動の充実を図るとともに、考えが深まらなかった生徒への支援とした。意見をまとめたものをもとに地熱発電の長所と短所を考えさせた。

電力技術ワークシート ～燃料電池発電、地熱発電
電気科2年 番 氏名

1 燃料電池発電の発電原理
天然ガスやメタンなどから取り出し
水素(H₂)と空気中の酸素(O₂)とで
化学反応させて発電する
反応後は水(H₂O)がでる

2 燃料電池の種類と特徴、設備

(1) リン酸形
発電効率 39 ～ 46 % 動作温度 190 ～ 200 °C
適用規模 小規模 出力 ～ 1000 kW
特徴 最も早く開発された

(2) 固体高分子形
発電効率 35 ～ 94 % 動作温度 80 ～ 120 °C
適用規模 自動車用、家庭用、携帯用 出力 ～ 50 kW
特徴 起動停止が容易。出力密度が高い。
低温で動作可能。

(3) 溶融炭酸塩形
発電効率 44 ～ 61 % 動作温度 600 ～ 900 °C
適用規模 大規模 出力 ～ 10万 kW
特徴 発電効率が高い。大容量化に向く。

(4) 固体酸化燃料形
発電効率 44 ～ 72 % 動作温度 600 ～ 1000 °C
適用規模 中規模(実証試験中) 出力 ～ 10万 kW
特徴 発電効率が高い。耐久性に優れる。

(5) 燃料(共通)
都市ガス、LPガス、メタン、石炭、石炭ガスなど

(6) 設備
燃料電池本体
燃料改質器…燃料からH₂を取り出す。
インバータ…発電した直流電気を交流に変換する

3 燃料電池発電の特徴

(1) 長所
高効率、排熱を利用できる
騒音が少ない

(2) 短所
設備が大きい
大規模なのは研究中

4 地熱発電の発電原理
天然蒸気を利用して蒸気タービンで回し発電する

5 地熱発電の特徴

(1) 地熱発電に適した場所についてその理由を考えてみよう。
富士山、七台付近
温泉

(2) 長所
資源が豊富

(3) 短所
自然環境との調和が必要

図9 ワークシート

a 展開1

より分かり易くするために、スクリーンの画像に直接書き込んだり、タブレットの画面をピンチイン・ピンチアウトして画像を拡大・縮小しながら説明した。特に、事前アンケートで、知らないと答えた生徒が多かった燃料電池発電については、より身近に感じられるように、家庭用燃料電池コージェネレーションシステムや燃料電池車などの実例を挙げながら説明した。

【評価規準①】(知識・理解) [ワークシート]

燃料電池発電・地熱発電の原理や特性について理解している。

ワークシートを確認したところ、多くの生徒が記入できていた。一部の生徒が記入できていない箇所があった。

ワークシートのすべての項目に記入できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。それぞれの項目が正しく、さらに、特徴が1つだけでなく複数書かれていたり、原理について詳しく説明が書かれていたりする生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」と判断した生徒には、記入できていない箇所の説明を次時の導入時に追加説明した。

b 展開2

発電に適した場所について考えさせ、ワークシートに記入させた。ここでも、自ら創意工夫をすることや、これからのエネルギーについて思考を深めることにつながるように、自ら考える姿勢を重視し、初めから多くを語らず、考えさせる過程で、地熱発電の特徴でヒントとなることを個別に助言するといった支援をしていった。記入できた生徒に発表させることによって、思考が深まらなかった生徒に対してヒントとなるよう支援をした。前時の経験から考えるヒントの見付け方が分かったのか多くの生徒が主体的に考えていた。また、今回は、時間を長くとれたため、思考が深まっていることを感じた。

【評価規準②】（思考・判断・表現）〔ワークシート〕

地熱発電の特性を考慮し、適した場所について思考を深めている。



ワークシートを確認したところ、適した場所や特性について、前時の経験や、また、前時の反省から取組時間を増やしたことにより、多くの生徒が記入できていた。



地熱発電に適した場所と特性について記入できている生徒を「おおむね満足できる」と判断した。長所、短所について言及し、適した場所と関連付けて書いてある生徒を「十分満足できる」と判断した。「努力を要する」と判断した生徒はいなかった。

(イ) 成果と課題

今回の授業では、前時の反省をもとに板書を写す時間を短縮できるようワークシートを改善したところ、地熱発電の特性について考える時間をより長くとることができ、長所、短所などの特性を深く考えさせることができた。また、ICT機器を活用して説明する際、タブレット端末は画像を拡大・縮小して提示するのが容易であり、生徒にイメージさせながら授業を実践できた。それらのことから理解度の向上につながり、「努力を要する」と判断した生徒がいなかったといった成果が得られたと考える。授業後の自己評価において、質問「燃料電池発電の原理を理解している」については、生徒の69%が「理解している」、25%が「ある程度理解している」、質問「地熱発電の原理を理解している」についても生徒の69%が「理解している」、25%が「ある程度理解している」と答えたことから、授業の目標はおおむね達成できたと考える。

考えてワークシートに記入する活動が苦手な生徒は、他の生徒の発表をヒントとしてまとめている実態を確認できたため、自ら考えさせるため時間を増やす改善をした。その様子を観察すると、主体的に考え、まとめている生徒は増加した。しかし、一部に考えたことをまとめることが苦手な生徒が見受けられた。自ら考え、ワークシートにまとめる活動を今後も続ける必要があると感じたため、次年度の指導に生かしたいと考えている。

5 まとめ

本事例では、電力技術の発電に関する学習のうち、新しい発電方式について、知識の習得だけに留めず、自分たちの生活との関わりについて見つめ直す機会を設けられるよう、評価に基づいた指導を行った。この実践の成果は以下のとおりである。

① 指導と評価の工夫を実践し、授業の改善につながった。

生徒の学習の様子を観察・ワークシートなどの方法で評価し、授業改善を行った。また、生徒の自己評価を取り入れることで、教師の主観によらず、生徒の意見も参考に逐次授業の反省・改善を図った。そのことによって、事前の知識や授業の理解度に応じた指導の個別化が図られ、支援が必要な生徒への手立てをしながらも、より発展的な内容を取り扱うことができ生徒の変容を促す授業となった。

② ICT機器を効果的に活用することで、生徒の理解度が向上した。

拡大縮小が自在のタブレット端末を活用し、板書を織り交ぜることで、生徒が発電方式などをイメージすることにつながった。生徒の興味・関心を向上させ、授業へ取り組む姿勢の喚起につながったと考えられる。結果として、理解度の向上にもつながったと考えられる。

事後アンケートでは、「いま勉強していることが拡大されるのは分かりやすかった」、「全体と詳細が見られ、興味がわいてきた」、「今後も活用して欲しい」などの意見があった。

③ 新しい発電方式の特性について考えることで、生活との関わりについて見つめられた。

今回の実践を通して、新しい発電方式の特性を考えることで、これからのエネルギー環境について考えるきっかけとなり、自分たちの生活がどのように変遷していくのかを考えられたと感じる。新たな時代のものづくり産業を支える人材を育成する観点から、環境及びエネルギーに配慮できる技術者の育成を考慮した内容であったと考える。事後アンケートにおいて、「これからの電気エネルギーについて大切だと思うこと」を書かせたところ、「様々な新しい発電方式を効率よく使い分ける」「CO₂の排出量が少なく、環境に優しい」「省電力技術の開発、省電力の推進」「効率の良い発電方法を開発していく」などの意見があった。

Ⅳ おわりに

今回の調査研究では、指導と評価の一体化を目指し、特に思考力・判断力・表現力の評価に注目し、ワークシートの工夫や授業中の見取りのヒントとなるよう取り組んだ。観点別評価があまり定着していない現状を踏まえ、確実な評価の手立てを紹介できればと考えた。ワークシートの記入内容をじっくり評価し、次回の授業や次の単元の指導に生かすことだけでなく、授業中に見取り、授業の目標を全員に達成させるために、その時間内にできる手立てを考える事例や、より思考を深めるための基礎知識をしっかりと理解させるためのワークシートの工夫やICTの活用事例を紹介した。生徒の主体的な学習活動を取り入れたり、表現力の育成を視野に入れることも留意した。これらの内容を取り入れた授業を研究協力員の協力を得て実践することができた。

授業の目標に関しては、中央教育審議会答申（平成20年1月）において「教科の目標については、従前の目標に加えて、環境及びエネルギーに配慮し、技術者倫理を確実に身に付け、実践的な技能をあわせもった技術者を育成するという趣旨を明確にする。」と示されたことを考慮した。つまり、工業技術者として原材料の選定から加工、組立、廃棄までの過程などにおいて、今日的課題である環境とエネルギーについて配慮することができ、単に技術的課題を改善するだけでなく、自ら創意工夫をすることができるとともに、技術者として求められる倫理観を身に付け、より実践的な技術・技能をあわせもち、工業と社会の発展に寄与することができる技術者を育成することを目指した目標である必要がある。**事例1**では、自ら創意工夫をする力を育成するために、電気回路に流れる電流を求める方程式を導き出す過程や方程式を解くことを自ら考えたりグループ活動の中で気付いたりすることを目指す目標を設定した。**事例2**では、エレベーターを吊るワイヤーロープの設計を通して、自ら創意工夫をすることだけでなく、技術者として求められる倫理観を身に付けられるよう、目標を設定した。**事例3**では、新しい発電方式について学ぶことで、環境及びエネルギーに配慮できる資質を向上するだけでなく、発電方式によって適した場所や長所短所を考えさせる過程において自ら創意工夫ができ、実践的な技術・技能を身に付けることを目標とした。すべての事例において、工業と社会の発展に寄与することができる技術者の育成を目指すことを考慮し、目標を設定した。

また、全ての生徒に確かな学力を身に付けさせるためには、適切な目標を設定して、生徒の実現状況を確実に把握し、さらにその後の指導に生かすことが必要である。例えば、実現状況があまり良好でない生徒には、知識や技能を身に付けさせることを重視しつつ、適宜生徒の興味を引く課題を提示して知識や技能を活用する指導が考えられる。一方、実現状況が良好な生徒には、はじめに課題を提示してその課題を解決する中で知識や技能を身に付けさせる指導を実践するなど、生徒の実現状況に基づいた指導の工夫を行う必要がある。したがって、生徒の実現状況を目標に照らして分析的に捉える観点別学習状況の評価を行うことが大切である。目標に準拠した評価を行うために作成された適切な評価規準を通して、生徒は学習の目標や学習の重点を明確に知ることができる。観点別学習状況の評価を行うことは生徒一人一人の実現状況を多面的に把握することにつながり、生徒一人一人が、他と比べて優れたところなどを把握することができる。それらを適宜生徒に伝えることで学習意欲を向上させることにもつながるのである。

参考・引用文献

文部科学省『高等学校学習指導要領解説 工業科編』（平成22年1月）

国立教育政策研究所『評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料

【高等学校 専門教科』（平成25年3月）

文部科学省『言語活動の充実に関する指導事例集【高等学校版】』（平成24年6月）

◇平成26年度高等学校における教科指導の充実 研究協力委員・研究委員（工業科）

研究協力委員

栃木県立今市工業高等学校	教 諭	渋 江 賢 一
栃木県立足利工業高等学校	教 諭	川 崎 秀 二
栃木県立那須清峰高等学校	教 諭	渡 邊 康 博

研究委員

栃木県総合教育センター研修部	指導主事	谷 中 政 昭
----------------	------	---------

高等学校における教科指導の充実
工 業 科
工業科における指導と評価の工夫改善
～指導と評価の一体化を目指して～

発 行 平成27年3月
栃木県総合教育センター 研究調査部
〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1070
TEL 028-665-7204 FAX 028-665-7303
URL <http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/>