

高等学校における 教科指導充実のために 【工業科編】

栃木県総合教育センター 平成29年3月

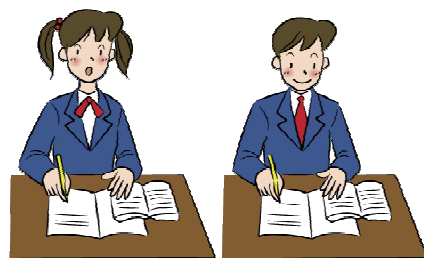
変化の激しいこれからの社会を生き抜く人を育てるために、いま「思考力」の育成がますます重視されています。本パンフレットでは、これからの「思考力」を育むことを目指した高等学校における教科指導の在り方について紹介しています。

これから必要とされるのは「思考力」

平成19年の学校教育法改正によって、いわゆる学力の三要素が明確に示されました。それを受けて、現行の学習指導要領においても「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、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むとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない」と定められています。このように習得と活用のバランスが重視されているところですが、高等学校においては授業及び学習評価が知識偏重型になりやすい傾向にあり、思考力等の育成に依然として課題が見られます。

加えて、現代社会は急速な少子化・高齢化の進行による生産年齢人口の減少やグローバル化の影響等によって、日々激しく変化し、先を予測するのが困難になったり個人の力では解決できないような複雑化・多様化した問題に直面したりする場面が増えつつあります。そのような中で、いま教育の果たすべき役割にも変化が求められています。国では「育成すべき資質・能力を踏まえた教育の在り方」が検討されており、「何を学ぶか」だけでなく、「どのように学ぶか」「どのような力が身に付いたか」などの視点が重視されています。

これらのことを踏まえ、本調査研究では、これからさらに重要視されるであろう「思考力」の育成を、高等学校における教科指導の中でどう進めればよいのかをテーマに研究しました。

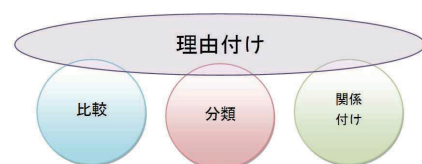


思考力を育むための「思考のすべ」

当センターでは、平成26・27年度に「思考力・判断力・表現力の育成に関する調査研究」を行いました。その中で、子どもたちが思考をするための技法として「比較」「分類」「関係付け」「理由付け」の四つを提案し、これらを「思考のすべ」と呼ぶことにしました。本調査研究においても、これを取り入れて思考力を育成する事例をいくつか紹介しています。「思考のすべ」についての詳細は、当センターのWebサイトを御覧ください。

栃木県総合教育センター「思考力・判断力・表現力の育成に関する調査研究(小・中・高)」

http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/shikouryoku_h26/index.html



事例 1 「機械工作」における思考を深める授業の工夫 ～ 金属の結晶構造と機械的性質の理解について ～

事例の概要

「機械工作」は、ものづくりを行うために必要な知識・技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てるための科目である。特に材料の機械的性質を知ることが、加工法を選択する上で最も重要であり、材料の機械的性質を理解することで、実際の機械加工に生かされてくる。

本事例で扱った金属の結晶格子の構造については、結晶格子の種類を紹介するだけにとどまってしまうと、その構造が機械的性質にどのように関わっているのかは理解できない。そこで、結晶格子の構造と機械的性質の関係を、金属の変形メカニズムを理解した上でグループで考えさせ、クラス全体で結論を導き出す方法を展開した。一人一人に考える場や発言する場を設けることにより、思考を深め理解度を向上させることができる授業を行った。

【活動 1】個人で考える

三つの結晶構造がある中で、体心立方格子と面心立方格子に注目し、この二つの構造の違いと、外力に対する変形について、自ら考え理解できるよう進めた。論理的に物事を考えることができるような試みとして、「原子に接している原子の数」「格子中の原子の数」「充填率」を取り上げた。イメージをしやすいように、模型（図 1）を配付し、見た目の構造の違いだけではなく、“なぜそう思うのか”という説明がつくような見方をさせた。



図 1

【活動 2】グループで考える 1

グループ学習では、班の人数を 4～5 名とした。さらに、グループの中で、司会・記録・発表①・発表②の担当を決め、各人の役割をもたせた。

グループの中で「体心立方格子と面心立方格子では、どちらが変形しにくい構造なのだろうか」という問いについて討議し、グループで結論を出させた。その際、結論に至った理由も議論することで、「自分の考えを言う」「他人の意見を聞く」などの活動が生まれ、思考が深まると考えた。

グループで出した結論を、グループの意見として発表させた。通常の講義形式の授業では、生徒に答えてもらう機会を与えたときに、“分かりません”と答える生徒が多い。しかし、グループで話し合い、グループの意見として発表することで、発言しやすい環境となった。最初に役割を決めたため、スムーズに各グループの発表ができた。

【活動 3】グループで考える 2

変形のメカニズムについて図 2 を用いて説明を加えた後、グループで、再度考えさせた（図 3）。その結論を出した理由も考えさせ、発表を行った。

変形のメカニズムの説明後、結論を変えたグループもあった。新たな知識により、新たな発想が生まれたと考える。そして、話し合いによりクラスとしての答えを『体心立方格子』と結論付けた。

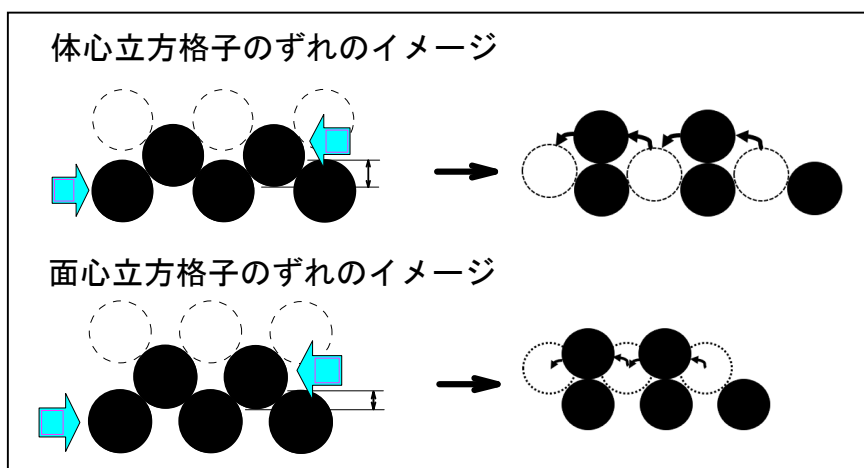


図 2



図 3

【活動 4】検証する

変形の様子が分かるように、模型を使って説明した。変形が起こるのは、転位によるすべりが起こるからであることを理解させた。体心立方格子の模型と面心立方格子の模型をつくり、生徒全員に体験させた。（図 4、図 5）

体心立方格子の方が転位しにくいことから変形しづらいことを模型（図 6）を使って説明し、クラスの結論が正しかったことを伝えた。さらに、鉛など身近な金属からその結晶構造と変形しやすさの説明を加え、確認させた。



図 4



図 5

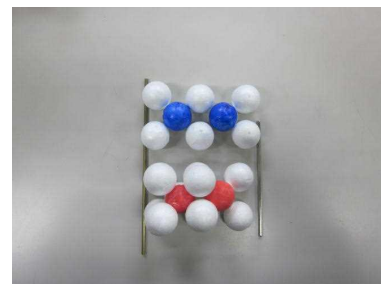


図 6

成果

まず個人で考え、次にグループでの話し合いへと展開したことで、主体的にグループ活動に参加し、グループ活動が活性化したと考える。

そして、新たな知識を与えることにより、グループとして再考し、より思考を深めていく流れもつくることができた。1回で結論を出してしまうのではなく、知識を積み重ね、結論を引き出していく工夫が有効だった。

また、模型を使うことにより、原子の転位によるずれを、明確なイメージとして捉えさせることも、思考を深めることに役だったと考える。

思考力を身に付けさせるための工夫

本事例では、金属の結晶格子の構造が機械的性質にどのように関わっているのかを、結晶格子の構造を表す模型を配付し触れさせながら、個人で考えさせた後に、グループで話し合い、グループの意見をまとめさせた。また、金属の変形メカニズムを説明することで、グループでもう一度話し合って、一旦出した結論を検証させる活動を通して、思考を深めさせた。

事例2 「生産システム技術」における授業の工夫 ～ 少人数によるグループ学習(意見交換と実験) ～

事例の概要

「生産システム技術」は、「生産システム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。

本事例においては、単元「磁気と静電気」の中から「磁気作用の応用」について取り上げる。前時までに電流と磁界の関係、磁界中の電流に働く力の大きさと向き（フレミングの左手の法則）について学習し、本時に直流電動機が電磁力の応用例であることを示す。直流電動機と電磁力がどのような関係にあるのかを、個人での学習、および少人数によるグループ活動を通して、基礎的な知識と技術を習得させる中で、生徒の興味・関心を育みながら思考力を高めていくことを目指した。また、生徒自らが作り上げた実験装置を使い、実際に動きなどを目で確認することで授業内容の理解を深めるとともに、物事を考える力を高めたいと考えた。前時の授業において、電流と磁界の関係、磁界中の電流に働く力の大きさと向き（フレミングの左手の法則）について授業を行った。そこで本時は、電磁気作用の具体的な応用例として、直流電動機を取り上げた。クリップモーターの作製を通して、直流電動機が回転する条件を話し合いながらコイルに働く力について考察することとした。

授業環境作り

本事例では、①講義形式の授業、②グループ活動、③実験と3パターンの形式をとる。検討した結果、講義中に全員が前を向くことができ、かつグループ活動へスムーズに進めるように図1のような配置とした。グループでの活動は、横に並んだ3人組で行うこととした。

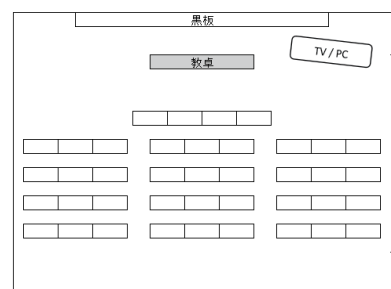


図1

【活動1】コイルに働く力を理解する

図2を提示し、コイルが電磁力を受ける時、軸があるとした際の動きを考えさせた。なかなか生徒から自然な発言が出なかったため、動きのヒントを与えると同時に、グループ内での意見交換を行わせた。すると、自分の考えに自信のなかった生徒が他者の意見を聞くことで、新たな発想が生まれ、予想以上の活発な話し合いを行っていた。今回はグループでの活動は3人で行ったが、個人で考えさせた後、グループで考えさせることで、話し合いが活発になった。生徒の記述例（図3）を示す。

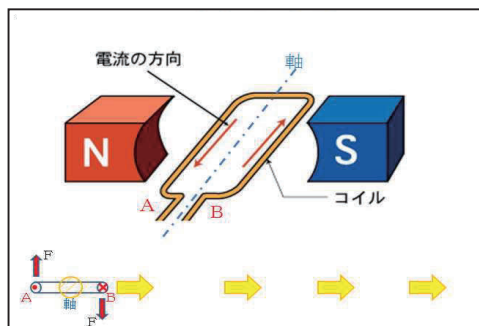


図2

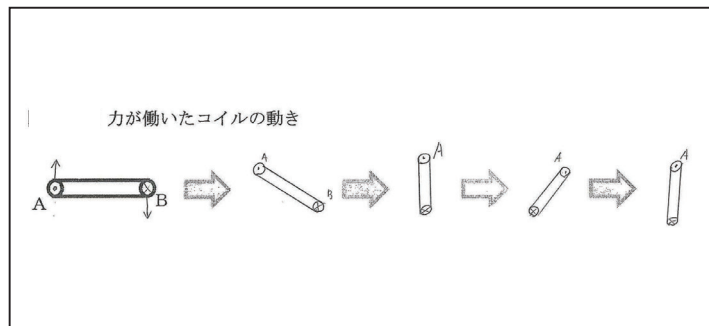


図3

【活動2】コイルを回転させる方法を考える

授業ノートに、力が働いたコイルの動きを記述させた。この状態でコイルが回転するかを問いかけると、「回らない」との意見を出す生徒が数名いた。生徒の意見のとおりで、このままでは回転しない。そこで、「どのようにすればコイルが回転するのか」を【活動1】同様にグループで考えさせると、積極的に話し合いをしていた。さらに、グループごとに発表させたところ（図4）、想定どおりの答えを出すグループ、また高校生らしい発想力を生かした面白い答えを出しているグループがあった。この時点で、生徒の思考を促すことができていると感じた。生徒の記述例（図5）を示す。



図4

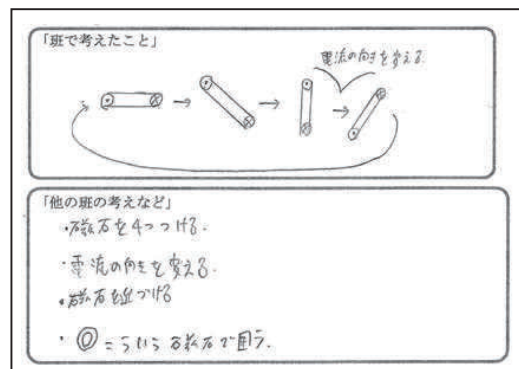


図5

【活動3】検証実験

今回の実験では、「クリップモーター」を取り上げた。クリップモーターをグループごとに作ることで、グループ活動で考えた回転させる方法を検証した。生徒は確実に回るクリップモーターを作りたいと必死に取り組んでいた。実験後に、生徒から「電磁力と回転の慣性とは、うまく融合したときに回るんですね。」と言われたときに、学習させてきた理論・知識がしっかり定着し、それらを活用させることで思考力を育ませることができたのではないかと感じた。

成果

理論を学んでから、それらを実証するための実験を行うことを通して、内容をより理解させながら、思考力を育むことができたと考える。特に、グループでの意見交換から、自分の意見を他者に話し、他人の意見に耳を傾けながら学習することが効果的であったと考える。教師が説明する前に、自ら考え発言へとつなげていったことから、表現力も高められたと考えられる。

思考力を身に付けさせるための工夫

磁界の中で電流が流れているコイルに働く力を利用し、「どのようにすればコイルが回転するのか」を今まで得た知識を関係付けながら、グループで考えさせることによって思考力の育成を図った。さらに、実際にクリップモーターを製作し、実験することによって、考えの妥当性を検証させた。

事例3 「実習」における課題解決を図る授業の工夫 ～ 丁張り施工実習における個別学習、ペアワーク、 全体学習をスパイラルに展開する授業の試み ～

事例の概要

本事例では、土木を学ぶ3学年を対象とした、科目「実習」のテーマ「丁張り施工実習」において、知識、技能の習得、思考力、判断力、表現力の育成を図った。特に思考力の育成に重点を置いた指導を行った。今回の実習では、1、2、3学年で行った要素的な実習をもとに、そのまとめとして総合的な実習内容を取り扱い、実際的な知識と技術を習得させることをねらいとしている。その過程において、自ら丁張りを施工するためにはどのような方法で、どのような器具を、どのように使用して施工するか、最初に一人一人の生徒に考えさせた。次に、ペアワークで同様のことを考えさせ、発表させた。そして最後に、ペアワークで発表した内容を全員で検討し、最適な丁張りの施工方法を全員で導きだし、実際に施工する実習を行った。個人作業とペアワークでは、それぞれワークシートを使用して、図を描く作業を実践した。

【展開1】

U字溝に勾配をつけることで水を流すことができるため、U字溝を敷設する際に1%の勾配を設ける丁張りの施工について考えさせた。前回の実習と同様に、個人作業やペアワークではワークシートを使用し、それぞれ意見をもとにペアで話し合い、丁張りの施工の仕方をホワイトボードに記入させ、発表させた（図1、図2）。

一人一人の生徒によく考えて欲しいところ、「思考」すべきところをペアワーク前に確認したため、生徒は実践しやすかったようである。

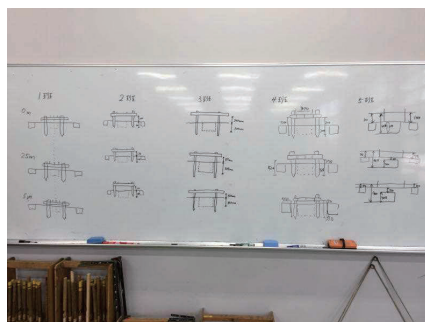


図1



図2

ペアワークの様子

前週にペアワークを行っているため、今回はスムーズにお互い意見交換ができた。その際、違う班の生徒とも意見交換をするなど、それぞれで考察したことを確認し合うことができていた。本当に「思考」して欲しいところの前段階で、ペアワークを実施しておくことで生徒はスムーズに活動できることが分かる。ホワイトボードを使ったペアごとの説明の仕方も前回よりも良くなっていた。

【展開2】

それぞれのペアの丁張り施工方法を発表した後、どの方法であれば目的としたU字溝に勾配をつけて敷設できるかを全員で考えた。前週に基本的な丁張りの施工の知識と技術について学習していたため、今回は勾配をつけるためにはどのような作業手順が必要かを考えさせた。生徒は、レベルを使い、出発点、中間点、到着点のそれぞれで、標尺の読む値をどのように活用し、変化させれば、1%の勾配をつけることができるのかを考えた。自分たちで出した多様な意見をもとに、勾配の付いた丁張りを施工するための適切な方法を全員で協議した（図3）。このとき生徒が導き出した方法は適切であり、簡単な補足説明をすれば実際の作業に移ることができた。



図3



図4

【展開3】

実際の作業においては、前回の実習内容や【展開1】、【展開2】によって施工する丁張りの形や作業手順を決定したため、作業の進め方もスムーズに行うことができた。レベルと標尺を使用して出発点、中間点、到着点の高さを測量する場面では、何名かの生徒が、疑問をもったことを生徒間で話し合いながら納得して作業をする場面が見られた（図4）。

成果

総合実習をするために要素実習を関連付け、目的の丁張りを設置するためにどのような方法が良く、どのような機器、材料を使用したらよいかの理由付けをしたり、自分の意見や考えを、相手に伝えるためにはどのように表現したらよいかを考えたりすることができた。また、考察することにより過去の実習内容を振り返りながら、今回の実習内容の目標を達成することができた。勾配をつけた丁張りを施工する際に、中間点の丁張りの高さが間違っていることに気付き、生徒だけでそれを修正することができた。こういった行動から「思考力」が高まったと考えられる。

思考力を身に付けさせるための工夫

本来、実習は、技能を身に付けさせることを主体とした指導を実践している。本事例では、課題解決型の授業を実践し、当センターが平成26年度に研究した「思考のすべ」のうち「関係付け」と「理由付け」を意識し、思考力を育む授業展開を試みた。前時までにペアワークを取り入れることによって話し合いの経験を積ませたり、発表を通して全員で考え、作業手順や材料の使用量などを考えさせ一つの意見にまとめさせたりすることで、思考の深まりを図った。

これからの「思考力」の方向性

育成すべき資質・能力

◇「キー・コンピテンシー」「21世紀型スキル」

いま、様々な国や機関で「育成すべき資質・能力」を踏まえた教育の在り方についての研究が進められています。「育成すべき資質・能力」としては、例えば、OECDの「キー・コンピテンシー」やATC21sの「21世紀型スキル」などが広く知られています。

◇「21世紀型能力」

日本の国立教育政策研究所も日本型モデルとして「21世紀型能力」を提唱しています。これは、「思考力」を中核として、それを支える「基礎力」と思考の方向性を決定する「実践力」を重層的に育むというものです。（図1）

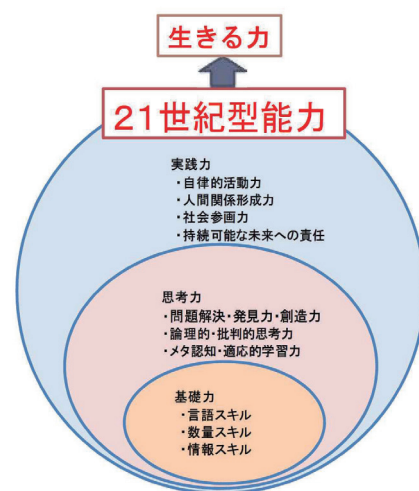


図1 21世紀型能力
（国立教育政策研究所のWebページより）

次期学習指導要領の方向性と思考力

平成28年12月に中央教育審議会から「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及び必要な方策等について」（答申）が出されました。その中では、育成を目指す資質・能力の三つの柱（図2）を踏まえて、「何を教えるか」という学習内容の見直しだけでなく、「どのように学ぶか」という学びの質を高めることを重視しています。

具体的には、「アクティブ・ラーニング」の視点とも言われる、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を求めています。特に「深い学び」とは、「習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた『見方・考え方』を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう」学びです。本調査研究のテーマである「これからの思考力」を育む取組は、この「深い学び」の実現に通じるものと捉えることができます。

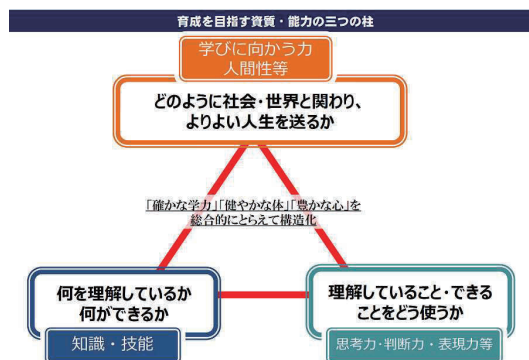


図2 育成を目指す資質・能力の三つの柱
（文部科学省Webページより）

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

電話：（028） 665-7204

FAX：（028） 665-7303

本事例についての詳細は、本調査研究のWebサイトを御覧ください。

栃木県総合教育センター |

調査研究・報告 | 教育課題に関する調査研究 | 平成28年度調査研究 高等学校における教科指導の充実

http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/kyokasido_h28/index.htm