

工業科

- 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 ～
..... p. 128
- 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） ～
..... p. 134
- 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 ～
..... p. 141

研究協力委員

栃木県立宇都宮工業高等学校	教諭	佐藤 俊樹
栃木県立佐野松桜高等学校	教諭	田中 正孝
栃木県立真岡工業高等学校	教諭	水沼 伸人

研究委員

栃木県総合教育センター研修部	副主幹	谷中 政昭
----------------	-----	-------

工業科における思考力の育成

高等学校学習指導要領の定める工業科の目標は、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。

「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。」として、「産業の国際的な展開を踏まえ、工業と社会の持続可能な発展を図り、既存の製品や生産プロセスを改善・改良するのみでなく、異分野の技術・技能を融合・組み合わせ、新しい製品や生産プロセスを創造する能力を育成する」などが学習指導要領解説工業編に示されており、学習活動の充実が求められている。今回は、「機械工作」、「生産システム技術」「実習」について調査研究を行った。それらの科目の目標は以下でのとおりである。

科目「機械工作」

機械工作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。

科目「生産システム技術」

工業の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。

科目「実習」

工業の各専門分野に関する技術を実際の作業を通して総合的に習得させ、技術革新に主体的に対応できる能力と態度を育てる。

いずれも、実際に活用する能力と態度、技術革新に主体的に対応できる能力と態度を育てることが目標となっている。現在、少子化、グローバル化等を背景に、先が見えない社会を生き抜くための力として求められているのが、思考力・判断力・表現力等であり、それは、これらの能力であるといえるのではないだろうか。

また、思考力・判断力・表現力等を育成する観点から、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を充実させることが求められている。

これらのことから、本調査研究では、思考力を育むことを目指し、授業の工夫を行った。

事例1では、科目「機械工作」において、模型による変形の観察を通して、結晶格子の種類から、変形しやすい結晶格子を予想させる実践を行った。**事例2**では、科目「生産システム技術」において、クリップモーターが回転する条件を考察する実践を行った。**事例3**では、科目「実習」において、丁張り施工実習を通して施工方法を考えさせる取組を行った。

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 ～

1 本事例について

機械工作は、ものづくりを行うために必要な知識・技術を育成す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、この事を理解することで、実際の機械加工に生かされてくる。

本事例の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することは困難である。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づくりを行った。

2 授業実践

(1) 単元名 金属の結晶構造

(2) 単元の目標

金属・合金の結晶と状態について基礎的な知識を習得し、変化や違いを理解する。

(3) 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
金属・合金の基礎的な知識・技術に関心を持ち、習得に向け意欲的に取り組み、創造的・実践的な態度を身に付けている。	金属・合金の結晶と状態について思考を深め適切に判断し、創意工夫する能力を身に付けている。	金属・合金それぞれの変化を理解し、そのときの状態を正しく図に表し、それらの違いを説明できる。	金属・合金の結晶と状態について基礎的・基本的な知識を身に付けている。

(4) 単元の指導計画及び評価計画

時間	学習内容	評価の観点				評価規準	評価の方法
		関	思	技	知		
1	1 結晶のなりたち ・原子の配列	○				・金属の温度による状態の変化や、原子の配列について関心を示している。	発問 行動観察
2	1 結晶のなりたち ・結晶の構造				○	・結晶格子の構造や名称、性質について理解している。	発問 演習プリント

3 本 時 ・ 4	2 金属組織 ・金属の結晶 ・塑性変形と結晶		○		○	・結晶格子の構造と機械的性質の関係を説明している。 ・金属の変形のメカニズムを理解している。	発問 演習プリント
5	3 合金とその組織 ・合金 ・固溶体		○			・金属の状態変化やそれに伴う性質等を調べようとしている。	発問 行動観察
6	3 合金とその組織 ・金属間化合物				○	・純金属と合金の温度による状態の違いや固溶体、金属間化合物についてまとめている。	演習プリント
7	4 平衡状態図 ・平衡状態図 ・固溶体形合金の平衡状態図				○	・液相線、固相線をプリントに記入し、まとめている。	演習プリント
8	4 平衡状態図 ・共晶形合金の平衡状態図		○		○	・状態図から、各領域の状態を正しく判断し、説明している。 ・二つの金属の融液と固体の量の比をてこの関係により求めている。	演習プリント 問題演習

(5) 授業の実際

本時の題目 結晶格子の構造と機械的性質

本時の目的 金属の結晶格子の構造を理解し、構造の違いから機械的性質がどのように変わるのかを考察する。

本時の展開 (第3時)

段階	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	①三つの結晶格子について、構造と名称を確認する。	・それぞれ三つの構造について名称を確認させ、図に記入させる。	
	②前時の結晶格子の種類からどの構造が強いか考える。(グループ学習) ③変形のメカニズムを考え、どのように金属は変形し	・結晶格子の種類からどの構造が変形しやすいかを予想させ、その理由を考察させる。 ・変形は、原子のすべりによることで起こることを理解させる。	

展開	ていくのか考える。(講義) ④結晶構造から機械的性質を考え、結論を出す。 (グループ学習) ⑤模型による変形を観察する。	<ul style="list-style-type: none"> 変形の原理を理解したうえで、二つの結晶格子がどのようにすべりを起こすのか、予測させる。 模型による観察から理解を深めさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 変形のしやすさを結晶格子の構造と機械的性質の関係をもとに説明している。 (思考・判断・表現)
まとめ	⑥鉄の結晶構造の変化についても、理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 机間指導を行い、ノートがまとめられているか確認する。 次回は金属組織について学習することを伝える。 	

3 授業の様子

(1) 第1・2時

金属は温度によって状態が変化し原子の配列も変化することを理解させた。金属加工では、この状態変化を利用することで効率良く加工することができることも学習させた。また、金属は種類によって結晶格子の構造が違うことを理解させた。これらのことを十分に理解することが、今後の思考力の“基”となるのではないかと推察できるため、ここに時間をかけ、次の段階へ進むことにより、思考力を育成する機会をつくれるよう授業を展開した。

(2) 第3時(本時)

ア 導入(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、この二つはどのような構造の違いがあり、外力に対する変形について、自ら判断し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。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。イメージをしやすいように、模型(図1)を教材として作成し、授業で活用した。

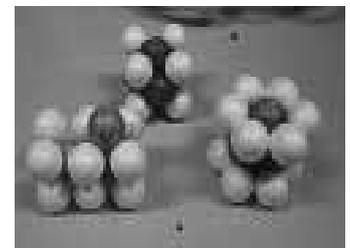


図1

イ 活動(グループ学習)

『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』という問いに対し、クラス全体で一つの結論を導くことを目標にした。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、結論を出した理由についても議論することで、『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た。

次に、グループで結論を出し、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、生徒に発問しても、“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。

さらに、黒板に各グループがどちらを選び、どのような意見なのかをクラス全体が分かるように板書した。2グループが体心立方格子と判断し、残り7グループが面心立方格子となった(図2)。

結論を出した理由は次のとおりであった。

面心立方格子

- ・原子の空間中を占める割合が多く、詰まっているから。
- ・各面の中心に原子があるため各面衝撃に強く、各面の隅に原子がつながっているから。
- ・原子が多く、密集しているから。
- ・一つの原子に対して接している原子の数が多いから。
- ・模型を触ったときに、しっかりしていたから。

体心立方格子

- ・中心の原子がしっかりとしているから。
- ・面心立方格子より、核がしっかりとしているから

ウ 活動(講義)

次に変形のメカニズムについて図を板書し、説明を加えた。新たな知識を与えることで、新しい発想が芽生え、理解が深まると考えた(図3)。

⑦面心	④体心	①面心
⑧面心	⑤面心	②面心
⑨面心	⑥体心	③面心

図2

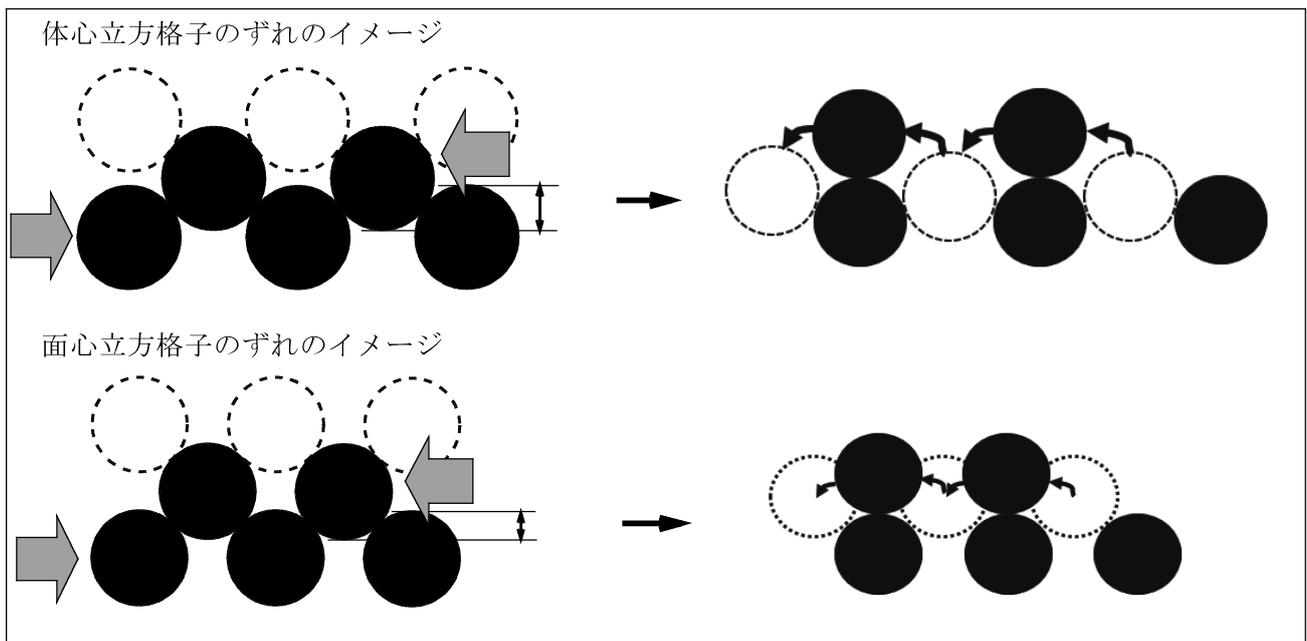


図3 変形のメカニズムの説明

エ 活動(グループ学習)

変形のメカニズムを説明した後、グループで再度考えさせた。その結論を出した理由も考えさせ、発表を行った。(図4)

変形のメカニズムの説明後、5グループが面心立方格子から体心立方格子に結論を変えた。よって、体心立方格子の結論を出したグループが7グループ、面心立方格子が2グループとなった。新たな知識により、新たな発想が生まれ結論が変更された。(図5) この再考する過程が大切であると考え。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 4

⑦面心 体心 ↓	④体心 体心	①面心 体心 ↓
⑧面心 面心	⑤面心 体心 ↓	②面心 面心
⑨面心 体心 ↓	⑥体心 体心	③面心 体心 ↓

図 5

オ 活動（模型を使つての実験）

最後に変形の様子ができるように、模型を使って説明した。（図 6・図 7）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 8・図 9）

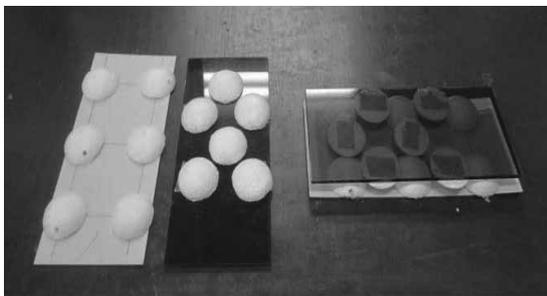


図 6

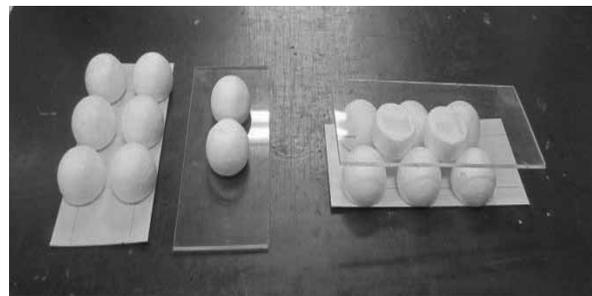


図 7



図 8



図 9

カ まとめ（結論・解決）

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説明し（図 10）、クラスの結論が正しかったことを伝えた。その際、笑顔や歓声などがあがり、拍手まで起き、一体感が生まれた。さらに、鉄（体心立方格子）とアルミニウム（面心立方格子）では、明らかにアルミニウムの方が変形しやすく、鉄の方が変形しにくいことを確認させ、納得しやすいように授業のまとめをした。

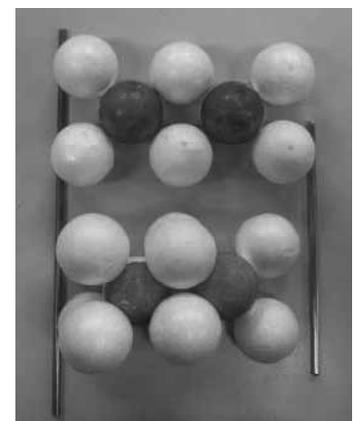


図 10

(3) 第3時の成果と課題

本事例では、講義により金属材料に関する構造の知識を理解させることから始めた。これは、考える”基”となる知識である。次に課題を与え、その課題について答えを出すように導いていく。まずは個人で考え、次にグループ学習の手法を取り入れることにより、自分の考えを確認し、討議しながらグループとしての結論にたどりつくように展開した。

さらに、新たな知識を与えることにより、グループとして考えが変わり、より思考を深めていく流れも作ることができた。一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なかで思考が深まる。フィードバックさせることが、理解を深める過程となる。今回は、それができたのではないかと思う。最後に、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とらえさせることができた。

授業後、課題も見つかった。授業を進めることを優先してしまい、説明がやや雑になっていた。授業を見学していた先生方からは、もっと変形のメカニズムに時間を割き、丁寧に説明をすることで理解が確実になるのではないかとアドバイスを受けた。この反省を踏まえ2時間で完結するような内容に改善した。グループ学習については、肯定的な意見もいただいたが、グループのつくり方について、机を寄せ合うことだけがグループ学習ではなく、簡単に意見を交換することにより、生徒たちが考えを深めていく場面を作っていくことが大切であり、「立って話し合うことも効率的ではないか」との意見も出された。

(4) 第4時

この授業では、金属の変形についてさらに説明を加えた。変形は結晶がすべることで起こる。このすべりは転位であり、原子の並んだ面がずれて転位を起こす。これらのメカニズムを板書し、説明を行った。今回はグループ学習や模型を使った視覚的な活動を行ったが、今回の授業は講義形式をとり、じっくり自分で考えることをねらいとした。

(図11) 前時の内容を踏まえ、変形の転位について理解を深めさせたいと考えた。講義後、他の金属についても調べる生徒が出て、その金属がどの結晶格子か調べ、機械的性質がどのようなものかを自ら探究する行動があらわれた。一人でじっくり考える時間をつくるのが大切であることがわかった。ただ、常に時間を確保することは難しいと感じた。



図11

4 まとめ

(1) 成果

本事例では、講義中心になりがちな指導内容にグループ学習を取り入れて授業を進めた。さらに、考えることのきっかけづくりを目的として、模型をつかって目で見て触れさせた。「①講義で知識を学ぶ。②課題に対し、答えを出す。③新たな知識を学ぶ。④加えた知識で思考し、結論を導く。⑤新たな課題を自ら発見する。⑥解決する」このプロセスを繰り返すことにより、思考することを身に付けさせることが大切であると考えた。

(2) 課題

今回の事例は、結晶格子の構造の違いによって機械的性質がどのように違うのかを考えることをとおして、理解度を向上させることが目的であったが、その目的は達成できたと思う。ただ、思考を深めさせるには、時間をかけることが必要だと感じた。その時間をどう確保するかが重要である。そのために、授業展開も十分検討することが必要であると考えた。グループ学習についても、机を移動したり、誰とグループをつくるかで時間を使ってしまうたりしては、貴重な時間を無駄にしかねない。立ったまま話し合いをすることも、検討する必要がある。

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） ～

1 本事例について

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磁界中の電流に働く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、及び少人数によるグループ活動をとおして、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。

2 授業実践

(1) 単元名 磁気と静電気

(2) 単元の目標

磁気、静電気、静電力について理解させ、クーロンの法則を用いて計算できるようにする。電流による磁界の発生、磁界中の電流に働く力の大きさと向きについて理解させ、直流電動機および直流発電機の原理を理解させる。コンデンサの構造および機能について理解させ、直列接続・並列接続における、電荷・電圧静電容量にかかわる計算ができるようにする。

(3) 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
電気や磁気に関する各種の法則に関心を持ち、意欲的に学習に取り組もうとしている。	電流と磁気の間接関係を考察し、表現している。また、コンデンサに蓄えられる電荷の量について考察している。	電流と磁界に関する実験の回路を組み、実験を適切に行うことができる。	磁気に関する法則を理解し、計算によって磁力の強さを求めている。

(4) 単元の指導計画及び評価計画

時間	学習内容	評価規準との関連				評価基準	評価方法等
		関	思	技	知		
第1 1 時	1 電流と磁気・磁石と磁気 ・磁気誘導と磁束密度 2 電流による磁界		○		○	・磁気に関して、電流と磁界の関係を理解している。 ・磁界の向きをワークシートに表現している。	・ノート ・ワークシート
第3 3 時	2 磁気作用の応用 ・電磁力と直流電動機	○				・電流と磁界の関係、磁界中の電流に働く力の大きさについての話し合いで発言している。	・行動観察

					○	・コイルに働く力について理解している。	・ノート
第4時 (本時)	2 磁気作用の応用・電磁力と直流電動機		○		○	・コイルが回転する条件を考え、表現している。 ・電磁力が直流電動機に応用されていることを理解するための実験のためのクリップモータを作ることができる。	・ワークシート ・行動観察、作品
第5時	2 磁気作用の応用 ・電磁誘導と直流発電機		○		○	・フレミング左手、右手の法則を活用し、電磁力、誘導起電力の向きを求めている。 ・磁界中での導体の運動で発生する誘導起電力を理解している。	・ワークシート、行動観察 ・ワークシート
第6時	3 静電気・帯電と電荷 ・静電容量 ・いろいろなコンデンサ	○			○	・身近な現象としての静電気について話し合い、発言している。 ・コンデンサの材質による分類ができている。	・行動観察 ・ワークシート
第7時	3 静電気・コンデンサの接続				○	・コンデンサの直列接続、並列接続における合成容量の計算方法を理解している。	・計算問題、ノート

(5) 本時の内容

ア 本時の目標

電磁力によりコイルが回転するには、どのような構造にすることが良いか思考し、表現することができる。

イ 本時の展開 (第4時)

配分	学習の内容	学習活動	指導上の留意点	評価
導入	・前時までの復習と本時の学習内容の概略	・磁界中の電流に働く力の大きさと向きについてについて復習する。(フレミングの左手の法則) ・フレミングの左手の法則を利用して、直流電動機が成り立っていることについて復習する。	・フレミングの左手の法則について、実験装置(装置1)を用いて確認する。	
展開1	・コイルに働く力について	・磁界中に置かれたコイルにどのような力が働くか考え、力の向きなどを理解する。	・磁界中のコイルに流れる電流の向きが異なることで働く力の向きが異なる	

	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">活動 1</div> <ul style="list-style-type: none"> コイルの回転について <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">活動 2</div>	<ul style="list-style-type: none"> コイルに働いた力によって、回転力が発生することを理解する。 	<p>ことを考えさせる。グループでの話し合い結果を発表させ、異なる意見を取り上げる。</p> <ul style="list-style-type: none"> どうすれば回転するかグループで話し合わせ、結果を発表させる。 	<ul style="list-style-type: none"> コイルが回転する条件について考え、表現している。 (思考・判断・表現) [ワークシート]
展開2	<ul style="list-style-type: none"> クリップモータについて 	<ul style="list-style-type: none"> クリップモータの製作を通して、回転することを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> クリップモータの製作において、回転の条件を意識させる。 	<ul style="list-style-type: none"> クリップモータの製作や、実験を行う技能を身に付けている。 (技能) [行動観察]
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 本時のまとめと次回の予告 	<ul style="list-style-type: none"> 電磁力について確認する。 フレミングの左手の法則と直流電動機の関係について確認する。 次回の説明を聞く。 	<ul style="list-style-type: none"> ノートがまとめられているか確認する。次回はフレミングの右手の法則について学習することを伝える。 	
備考	準備するもの：実験用具（エナメル線 2 m、紙ヤスリ、クリップ 2 個、磁石 2 個）、セロハンテープ			

3 授業の様子

(1) 第 1・2 時

授業を進める中で生徒に確認をすると、磁石や磁気に関する内容を、中学校の「理科」の授業の中で学習していた。このこともあり、自分たちが持つ知識を生かして興味を持って、磁石の基本的な性質や磁気に関する量について学習していた。磁石がなぜ方位を示すのかを問いかけ、グループで検討させると、活発な意見交換がなされ、積極的に学習に取り組むことができていた。

また、授業で活用している授業ノートを、通常よりも図を多く使うようにした。ワークシートを活用し、学習内容を考えながら図に記入していった。このことにより、興味・関心の向上や知識の定着を図った。

(2) 第 3 時

第 1・2 時と同様に、中学校等で一度は学習している内容であることから、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）について興味を持ち学習に取り組んでいた。電磁力が発生することは理解しているが、発生メカニズムについて詳しく学習をしたことがなかったようである。そこで、力の向きについてグループでの話し合いをさせた。話し合いの結果を発表させると、第 2 時に学習したアンペアの右ねじの法則を取り上げるグループが多く、知識が定着しつつあることを感じる事ができた。

この単元の学習開始時に、生徒が学習意欲が向上する授業形態についてアンケートを実施した。結果を踏まえ、実験を取り入れることとした（図1）。実験の一つとして、U字形磁石や学校にあった廃材を使った自作の実験装置（図2）を利用して、実際に電磁力が働く様子を見せた。ワークシートの生徒の記述を見ると、興味を持ちながら、電磁力が発生している様子を観察していたことがうかがえる（図3）。

	選択数	割合
① ワークシートを利用する	35	33%
② 実験を取り入れる	33	31%
③ 動画を利用する	24	22%
④ 隣人との相談	10	9%
⑤ パワーポイントを利用する	4	4%
⑥ ワークシートを利用しない	1	1%

図1 アンケート結果

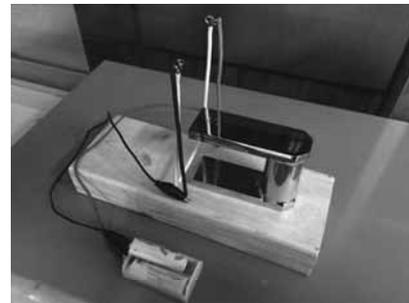


図2 実験装置

○実験で確認をしてみよう。

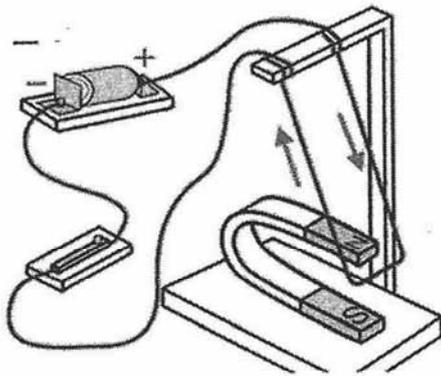
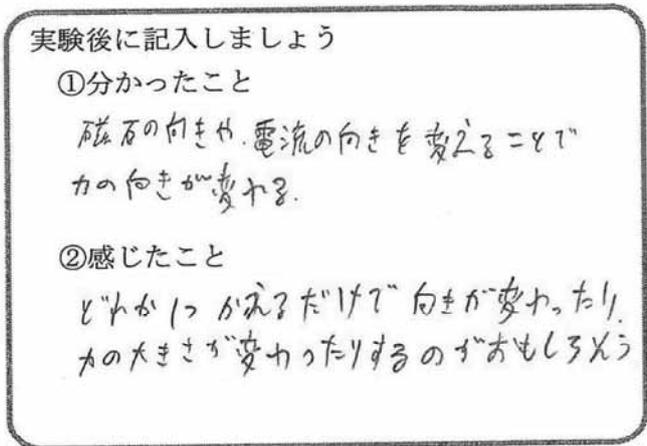


図3 生徒の記述例（実験後の記述）



(3) 第4時（本時）

ア 授業環境づくり

今回の授業は、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。そこで、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むことができるように座席を配置した（図4）。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5）。

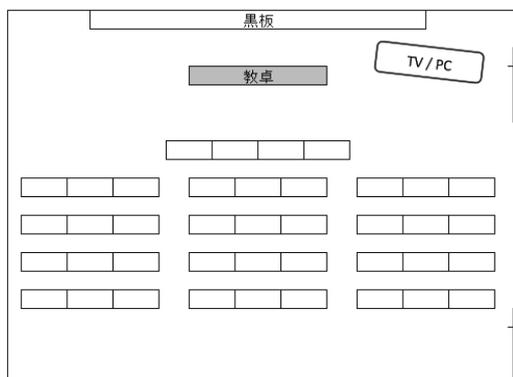


図4



図5

イ イメージをしやすくするための授業

プレゼンテーションソフトを使用し、視覚的に訴えかけた。プレゼンテーションソフトを利用したことで、生徒の意識が高まり、授業を集中して受けていた（図6）。「イメージしやすかったですか」のアンケート結果からも効果的であったことを読み取ることができる（図7）。



図6 テレビを利用した授業の様子

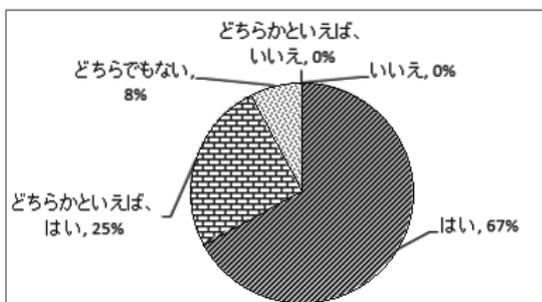


図7 アンケート結果

ウ 個人での学習（思考）とグループでの学習（思考）

(ア) (活動1) コイルに働く力の理解

回転力を生むために、コイルの形状やコイルの置かれる環境を提示し（図8）、このコイルに、フレミングの左手の法則より電磁力が発生する時、軸があるとした際のコイルの動きを考えさせた。授業の序盤だったこともあり、なかなか生徒からの自然な発言が出てこなかった。そこで、動きのヒントを与え、さらに予定より早くグループ活動に移行し、グループ内での意見交換を行わせることとした。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、予想以上の活発な話し合いを行っていた。今回は3人でグループ活動を行ったが、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と考える。

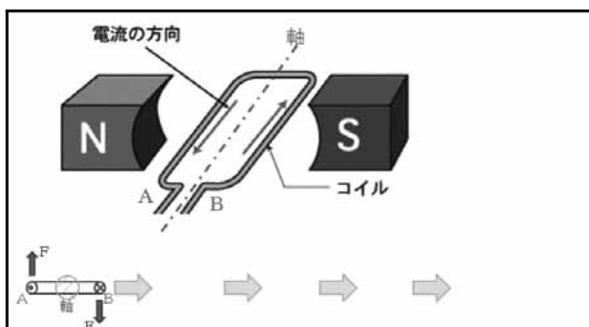


図8 提示資料

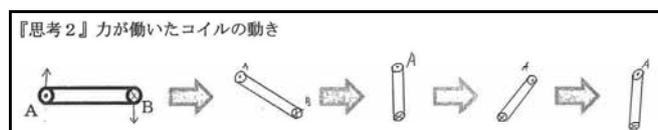


図9 生徒記述例（コイルの動き）

(イ) (活動2) コイルを回転させる方法

授業ノートに、力が働いたコイルの動きを記載させた（図9）。この状態でコイルが回転するかを問かけると、「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、コイルは回転しない。そこで、「どのようにすればコイルが回転するのか」を先ほど同様にグループで考えさせた。積極的に話し合いをしているグループが多く、グループごとに発表させたところ、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優れたアイデアを出しているグループがあった。この時点で、生徒たちの思考を促すことができていると感じた（図10）。



図10 グループ活動後の意見発表

『思考3』上図において、どうすればコイルが回転するようになるだろうか？

●『思考2』の図を使って、班で考えてみよう。

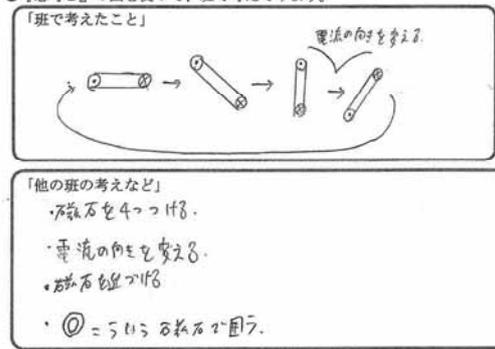


図11 生徒記述例（回転させる方法）

グループの意見の板書とプレゼンテーションソフトを使い、回転させる方法をまとめた。電流の向きを変える、磁束の向きを変える、回転の途中に力をなくす（電流を流さない区間を作る）という、想定していた三つの答えのうち、二つが生徒から出てきた（図11）。今までの学習の中から関連した内容を結び付けていかないと簡単には出てこない答えであることを考えると、思考力が向上していることを感じることができる。想定していた三つの答えのうち、残り一つの答えが、この後に行うコイルを回転させる実験で取り入れる内容であるため、補足説明をした。

エ 理論を実証するための実験

今回の実験では、「クリップモータ」を取り上げた。過去に作ったことのある生徒が何人もいたが、その時は、「原理は分からずただ作った」としか感じなかったようである。ここでは、学習した理論を実証することを意識しながら製作させた。クリップモータがうまく回ったグループ、なかなか回らなかったグループに差が出てしまった。しかし、生徒たちは確実に回る物をつく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が、うまく融合したときに回るんですね。モータって凄いですね」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、それらを活用する思考力を育むことができたことを実感した。

（図12）



図12 実験風景

4 まとめ

(1) 成果

本事例は、通常座学中心の受け身になりがちな授業展開を、グループでの他者との意見交換や実験を協力して行う形とし、知識と技術を習得させるとともに、思考力を高めることを目的として実践を行った。

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、内容をより理解しながら、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。意見交換ができていたことは、「グループ活動への参加度合」というアンケート結果で、80%の生徒が「積極的に参加できた」と答えていることからわかる。(図13)。

また、実験をしていく中で、生徒から「うまく回転させるには軸が重要なんです」といった言葉が出ていた。うまく回らない生徒に対し指導を予定していた事を、こちらが伝える前に、自ら考え発言へとつなげていたことから、表現力も高められたと考えることができる。

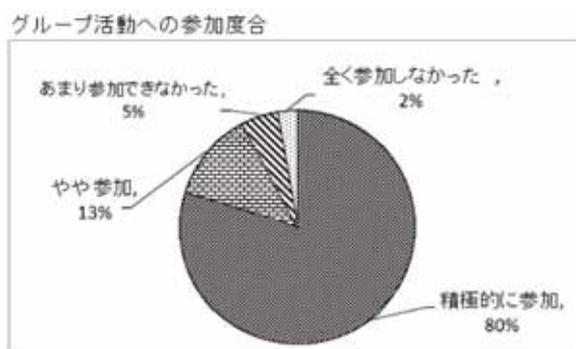


図13 アンケート結果

(2) 課題

3パターンの形式(①講義形式の授業、②グループ活動、③実験)をとったことで、生徒の理解や思考が深まったこと考える。グループ活動が活発だったこともアンケート結果から読み取れる。しかし、実践してみて、内容が盛りだくさんになっていたかもしれない。生徒は、授業への達成感が高いものの、活動内容が多く余裕のなさをアンケートに述べる者がいた。より深い思考を促すために、授業内容の精選や、2時間での実施を検討することも考えられる。

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 ～

1 本事例について

本事例は、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す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、図をかく作業を実践した。

2 授業実践**(1) 単元名** 丁張り**(2) 単元の目標**

丁張りの施工に関する基礎的な知識と技術を習得し、実際に現場に合わせた各種丁張りが施工できる。

(3) 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識理解
丁張りや勾配のついた丁張りの施工について関心をもち、それらの施工に主体的に取り組もうとしている。	丁張りの施工方法について思考を深め、各種機器、器具の使用方法を適切に判断し、表現している。	それぞれの丁張りの施工ができる。また、各種機器、器具の性質を踏まえて、安全に配慮しながら実際に使用することができる。	丁張りの基礎的・基本的な性質や種類及びその施工方法について理解している。また、各種機器、器具の性質を理解している。

(4) 単元の指導計画及び評価計画

時間	学習内容	評価の観点				評価規準	評価の方法
		関	思	技	知		
1	・丁張りについて	○				<ul style="list-style-type: none"> ・丁張りの役目と種類に関心をもち、施工に取り組もうとしている。 ・丁張りの施工の仕方を考察し、表現している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・報告書 ・行動観察 ・ワークシート ・行動観察
2	・丁張りの施工の仕方について		○				

3 4	・丁張りの施工について		○	・丁張り施工における道具の取扱いと危険について考え、安全に配慮して丁張りの施工をしている。	・行動観察
5	・勾配のついた丁張りについて	○		・土工事における勾配の役目について関心をもち、その施工に取り組もうとしている。	・報告書 ・行動観察
6 本 事 例	・勾配のついた丁張りの施工の仕方について		○	・勾配のついた丁張りの仕方を考察し、表現している。	・ワークシート ・発問
7	・勾配のついた丁張りの施工について		○	・勾配のついた丁張り施工における道具の取扱いと危険について考え、安全に配慮して丁張りの施工をしている。	・行動観察
8	・各機器、器具の取扱いについて		○	・丁張りの施工における各種機器、器具の取扱いを理解している。	・報告書

(5) 第1時から第4時の実践

全長5000mm、深さ300mm、幅300mmの溝を掘るためにはどのような丁張りを施工したらよいかを、ワークシートを用いて一人一人の生徒に考えさせた。その後、ペアワークでそれぞれの考えた方法を比較し、より適切な方法を検討させた。そして、その内容を発表させ、どのような方法が良いか全員で考え、実際に丁張りを施工した。

(6) 第5時から第8時の実践

本時では、1%の勾配がついた全長5000mm、深さ300mm、幅300mmの溝を掘るためにはどのような丁張りを施工したらよいかを、ワークシートを用いて、まず初めに一人一人の生徒に考えさせた。その後、ペアワークでそれぞれの考えた方法を検討しあって、より良い方法を考えさせた。そして、その内容を発表させ、どのような方法が良いかを全員で考え、勾配のついた丁張りを施工した。

ア 5から8時間目の授業

目標：勾配の付いた丁張りを施工するための基本的な知識と技術を習得させる。

※実施においては、区切りの良いところで随時休憩をとることとする。

段階	学習活動	指導上の留意点	評価
導入 10分	・丁張りの役目と種類について復習する。	・丁張りの役目と種類についてそれぞれ確認し、図を用いて復習させる。	
展開1 70分	・U字溝の施工に勾配をつける理由を考える。 ・どのように勾配のついた丁張りを施工したらよい	・U字溝の施工をする際、勾配にどのような役割があるかを考えさせる。 ・個人、ペアワークで考えた勾配のついた丁張りの施工方法を図にまとめ	・積極的に考えようとしている。 (関心・意欲・態度) [ワークシート] ・勾配のついた丁張りの施工につ

	かをワークシートに自分で考えて記入した後、ペアで考える。	させる。	いての考えを表現できている。 (思考・判断・表現) [ワークシート・発表]
展開2 90分	<ul style="list-style-type: none"> 勾配のついた丁張りの施工方法についてペアで考え、図にまとめる。代表者が白板で発表する。 各班の方法を比較、検討し、どのような方法が良いか考え、施工方法を決定する。 丁張りを施工するために必要な道具を準備する。 各種道具の使用方法和危険な使用方法について考え、発表する。また、適切な服装をしているかを自分たちで確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 各班の方法で勾配のついた丁張りの施工ができるかを比較させる。 作業手順や材料の使用量、道具の用途を考えさせ、適切な丁張りの施工方法を導き出せるように支援する。 道具の用途を考えさせ、適切な道具を準備できるように説明する。 各種道具の使用方法和危険性に気付かせる。適切に作業服を着ているかを二人一組で再度確認し合わせ、安全意識を高める。 	<ul style="list-style-type: none"> 丁張り施工と掘削作業の関係について理解している。 (知識・理解) [実習報告書] 安全に考慮し、丁張り施工ができている。 (技能) [行動観察]
展開3 20分	<ul style="list-style-type: none"> 各種道具を使用して丁張りを施工する。 各種道具を使用して勾配のついた丁張り施工し、水糸等を利用して確認する。 作業後、実習場所を元に戻し、各種道具を適切に片付け、危険が無いかな確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 安全を考慮し、丁張り施工の手順を確認させ、作業について説明する。 離れた位置から勾配を確認させる。 作業後、通行人等に怪我・事故が起きないように注意を促し、確認させる。 	
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> 丁張りの施工や各種道具の使い方について確認する。 怪我等がないか確認する。 		

3 授業の様子

(1) 展開1について

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、個人やペアワークではワークシートを使用し（図1）、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2、図3）。活動にあたっては、個人で思考し、考えをしっかりと持ち、ペアワークにおいては、自らの意見をしっかりと伝え、相手の意見も取り入れることを意識させた。

(2) ペアワークについて

前回の実習でもペアワークを行っているので、今回は、スムーズに相手と意見交換することができていた。その際、違う班の生徒と意見交換するなど、それぞれで考えたことをより深めることができた。一人一人の生徒によく考えて欲しいところ、「思考」すべきところを前段階で確認したため、生徒は、実践しやすかったようである。

(3) 展開2について

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の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理解していたため、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4）。

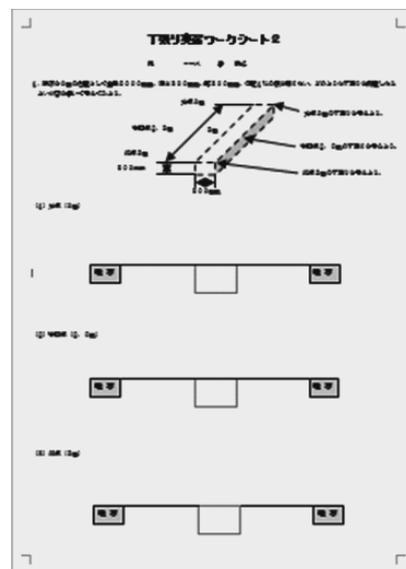


図1 ワークシート

導き出した方法は、簡単な補足説明をすれば実際の作業に移ることができる適切なものであった。

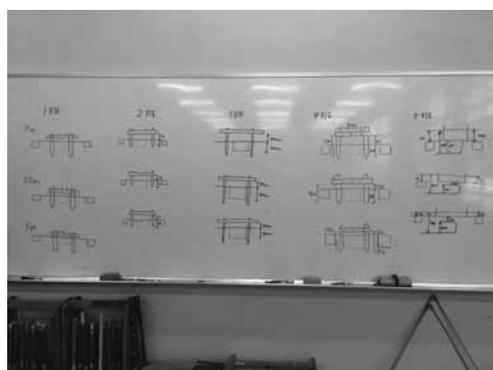


図2 生徒が考えた施工方法

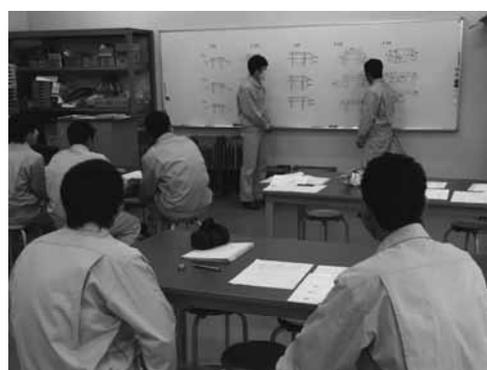


図3 生徒が説明している様子



図4 協議の様子



図5 服装確認の様子

(4) 展開3について

実際の作業においては、前週の実習内容や展開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持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6、図7)。図5は、安全のために大切な服装確認の様子である。



図6 作業の様子1



図7 作業の様子2

(5) 成果と課題

今回の実習では、前週の実習で基本的な丁張りの施工の知識と技術を習得していたので、「勾配の付いた丁張りを施工する」という目標を達成することができた。また、ワークシートの使い方や思考すること、ペアワークでの意見交換、発表、丁張りの施工手順等についても、生徒はスムーズに行うことができた。

4 まとめ

(1) 成果

ア 生徒の「報告書」より

- ・ 普段は、先生がやり方を説明してくれるので、それに沿って実習するので考えることはあまりなかったが、今日の授業のように考えることによって、深いところまでイメージすることができて良かった。また、考えたことが不正解だとしても、なぜ不正解なのかを理解することがよくできたので、とても自分のためになった。実際に丁張りの施工作

業をしてみると、みんなで考えたので、よりスムーズに作業をすることができた。

- ・今回の実習は自分達で考えることから始まったので、いつも以上に実習が難しく感じた。でも、そこから新しい知識をクラスメイトと考えることによって、身に付けることができました。
- ・一人で考えてから、ペアでもう一度考えると、一人よりアイデアが出たので、新たに考えるきっかけになった。何か物事を考えて、一つの答えを導き出すことに達成感を感じることができた。実際に作業する時もイメージしながらできた。途中、標尺の読み方を間違えて中間地点の高さが低くなったが、それぞれで協力してすぐに直すことができた。丁張りについて深く学ぶことができた。

イ 生徒の「事後アンケート」より

- ・正直最初は、何をやるのか分からなかった。しかし、徐々に目的を達成するためには、どのようなことが必要なかを考えることが面白くなった。特に、自分一人で考えたことを、ペアとなった人ともう一度話し合うことで、他人の意見を聞くことができて面白かった。そして、それを元に発表し、他の班の意見も聞くことができ、新たに考えることができた。
- ・作業に必要な機器や道具を考え、どのような手順で進めるかを考えることができた。特に、手順は、作業効率等を考えながら決めていった。そのため、実際に作業が始まると、共通理解のもと生徒同士の意思疎通がある程度できていたので、スムーズに作業を進めることができた。いつもよりも早く終わることができた。
- ・思考するのは大変だが、やってみると面白かった。またやってみたいと思った。
- ・いつも以上に実習に積極的に取り組めたし、自分でも身に付いたと実感できた。

本センターが平成26年度に研究した「思考のすべ」のうち「関係付け」「理由付け」を意識した授業展開を試みたが、総合実習をするために要素実習を関係付け、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、材料を使用したら良いかを理由付けすることができた。また、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良いかを考えていた。

以上のような生徒のアンケートの記述からも、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ことがうかがえる。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を間違っていることに気づき、生徒だけでそれを修正することができた。この意見や行動から「思考力」が高まったと考えられる。

(2) 今後の課題

丁張り実習において、考察させるまでの過程については、今後も生徒の実態や講義の内容等を把握し、工夫していく必要性がある。

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 工業】』（平成24年11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）