

工業科の知識・技能の習得に関する指導法

－生徒のイメージ化の分析を中心に－

An Examination of Teaching Methods of Students' Acquisition of Knowledge and Skills in Industrial Courses: Focus on Student Imaging Analysis

小出 禎子[†]
Teiko Koide[†]

Abstract The purpose of this paper is to examine of an evidence-based analysis while proposing a discussion on teaching methods that offers opportunities for students to acquire knowledge and skills through industrial subjects. Emphasis here is on inquiring a framework to view in depth the impact of the teaching methods in the subject matters and with particular focus on how teachers provide 'abstract' knowledge in practice. This paper draws on qualitative data collected by the author that aimed to provide an analysis of teaching methods of industrial subjects. Especially, interview with teachers, an "expert" and a "novice". The interviews were held in November, 2019 and February, 2020. The interviews were recorded and transcribed. In addition, teachers' notes from the industrial subject class also were collected for this study. From this study it can be seen how teachers try to encourage students to imagine and understand the content in practice. In addition, how teachers try to redesign teaching for student learning to jump from 'concrete' to 'abstract' and understanding the impact of imagination.

1. はじめに

本稿の目的は、高等学校の工業科の教師と工業科出身の工学部学生への聞き取り調査により、工業科の知識・技能を生徒が習得できるよう、生徒のイメージ化を促す教師の指導法を検討することである。

ここで言う生徒のイメージ化は、教師の指導によって生徒が自分なりに知識を構造化することである。

工業科では専門的知識の土台となる数学や物理の基礎知識を習得する以前に、工業の専門的内容を生徒が学習することがある。そのため、工業科の授業において、教師は数学や物理の原理や定理を用いて生徒に説明できない場合もある。また、工業科で扱う電気の流れや力の働きなどの現象は目に見えるものではないため、ことばだけで説明しても生徒の抽象的な理解を促すことは難しいかもしれない。

一方で、工業科の指導についての研究¹⁾はなされてい

るが、生徒のイメージ化の視点から指導法を検討したものはない。

そこで、本稿では工業科の授業で行われている生徒のイメージ化を促す教師の指導について、授業者である教師と学習者である工業科の卒業生の双方から聞き取り調査を行う。これらのデータを分析し、生徒が工業科の知識・技能を習得する場合、教師がどのように生徒のイメージ化を促す指導を行えばよいのか検討する。

2. 先行研究

工業科の知識・技能を生徒が習得するための指導法を明らかにするためには、まず、生徒が習得する知識にはどのような種類があるのか、その知識をどのように理解しているのかを明らかにする必要がある。ここでは、工業科の知識と類似しているだろうと思われる算数・数学的概念の知識類型を参考にする。Hiebertら²⁾は、「Piagetは“conceptual understanding（概念的 理解）”

[†] 愛知工業大学 基礎教育センター（豊田市）

と” successful action (成功した行動)”と区別し、Schefflerは“knowing that(なんであるかを知ること)”という命題的使用と“knowing how to(いかに知るか)”という手続き的な使用とに区別している。」などに基づき、子どもの算数・数学的概念について2つの知識類型があり、一つは「概念的知識」であり、もう一つは「手続き的知識」があると述べている。

また、アラニ³⁾は、概念的知識は「数学的概念を解釈したり、様々な考え方や概念を関連付けたり、数学的考えを発見すること」であり、手続き的知識は「事実に関わる知識、数学的象徴、規則ややり方である」としている。

3. 工業科の生徒の知識・技能に関する理解の枠組み

工業科の生徒の知識・技能に関する理解の枠組みは3つに区別されると仮定する(図1)。その区別は抽象的理解、半抽象的理解、具体的理解である。

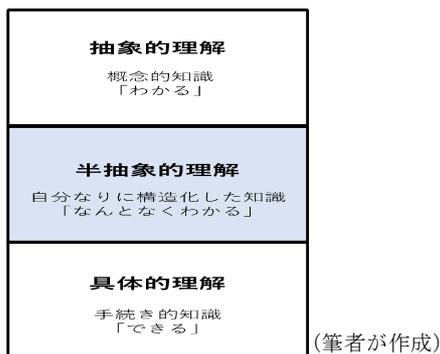


図1 工業科の生徒の知識・技能に関する理解の枠組み

抽象的理解は、ものごとを抽象化・一般化して理解し、複雑な現象のメカニズムもどうということなのか、どうしてそうなるのかを説明することができるものとする。また、公式や定理を用いて導くこともできると思われる。概念的知識を理解しており、「わかる」ということであるとする。しかし、抽象的理解だけでは実際にものをつくることはできないだろう。それに対して、具体的理解は何をしたらどうなるのか、これをするためにどうしたらよいかといった具体的なやり方を理解していることであると考える。手続き的知識を理解しており、「できる」ことであるとする。そして、これらの2つの間に存在するのが半抽象的理解で、ものごとを自分なりの理論で整理し、自分なりにイメージ化して概要を理解している状態であるとする。しかし、なぜそうなるのか、どうということかを明確に説明することは苦手であると思われる。そのため、自分なりに構造化した知識を理解しており、

「なんとなくわかる」ものとする。

4. 工業科の生徒の知識・技能に関する理解の様態

著者の経験では工業科の生徒の多くは、具体的理解から半抽象的理解、そして抽象的理解へと向かっているように見える(図2)。

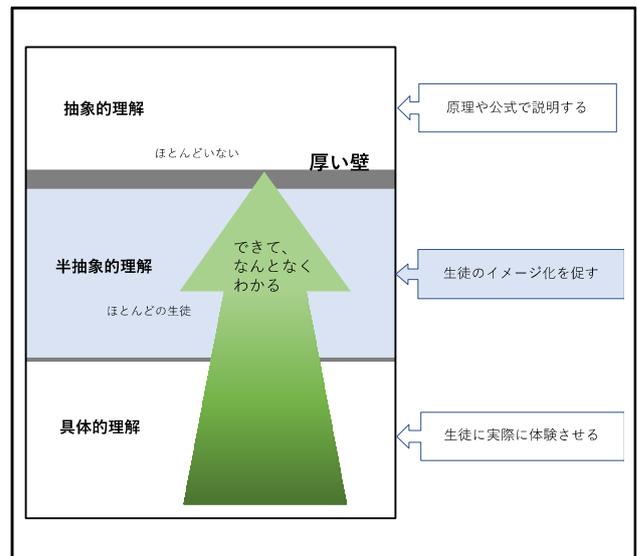


図2 工業科の生徒の知識・技能に関する理解の様態

生徒は具体的理解をすると、指示やマニュアルに沿って実際にものをつくることができるようになるが、一人だけでもものをつくることは不安に感じていると考えられる。トラブルや変則的なことが発生した場合、対処することに自信がないと思われるからである。具体的理解を経て半抽象的理解になると、生徒は実際にものをつくることのできることはもちろん、自信もつき、自分なりに主体的に工夫することもできるだろう。さらに抽象的理解になると、複雑な現象について数式を用いて解析でき、デザインもできるようになると考えられる。ただし、工業科の生徒のほとんどは半抽象的理解までにとどまり、抽象的理解が可能となる生徒は少ないと思われる。

5. 研究の方法

本稿では工業科の授業において、生徒が知識・技能を習得をする際、教師は生徒のイメージ化を促す指導をどのように行ったらよいかを検討することを目的とした。

現在、多くの工業高校ではものづくりが教育目標として掲げられており⁴⁾、教師はものづくりを支える技術者の育成を目標にしていると理解できる。そのため、工業科では生徒に自分なりに構造化した知識を習得させるこ

とを目指して指導をしているものと考えられる。そこで、図2の生徒のイメージ化を促す指導法に着目する。

具体的には、工業高校のベテラン教師と工業高校出身の新任教師、工業科出身の学部学生、工業科出身で学部授業のTA (teaching assistant) である大学院学生に聞き取り調査を行う。調査は以下のとおりに実施した。

①A 県 B 工業高校のベテラン教師：2019年11月22日、主に授業の中で生徒の理解を促す指導法やそのねらい、現在の授業課題と思われることについて聞き取り調査を行った。また、補足として2020年1月6日に文書で回答を得た。

②C 県 D 工業高校出身の E 工業高校新任教師：研究授業について電話による聞き取り調査を行い、指導案や授業参観した教師のメモ、授業者の振り返りメモを収集した。

③F 県 J 工業高校出身 H 工業大学学部学生：2020年1月8日および2020年1月22、23日、高校の授業で知識・技能を学ぶ際に、どのような指導を受けたのか、意見や感想について聞き取り調査を行った。

④I 県工芸高校出身 H 工業大学の学部授業 TA 担当大学院学生：2019年11月11日および2020年2月19日、

工業科出身と普通科出身の学部学生に関して、工学部の知識・技能の理解の差やつまづき部分の違いについて聞き取り調査を行った。

これらの聞き取り調査や収集したデータを筆者が以下のとおり分析し、考察する。まず、①工業科の授業で日常的に教師が行っている生徒のイメージ化を促す指導法の現状と課題を分類し、分析する。その課題を解決するため、②どうしたらよいかを検討する。さらに、③イメージ化の柱を通して、工業科の生徒に求められるより専門的な知識・技能の習得を促すための指導法と工学部学生の知識・技能の理解について考察する。

6. 研究の成果

6・1 工業科における生徒のイメージ化を促す指導法の現状

工業科の授業においては、教師は教材に合わせてさまざまな指導法を用いていることがわかった。そこで、筆者が生徒のイメージ化を促す指導法を4つに分類した。その結果を表1に示す。次に、それぞれの指導法の内容と具体例、指導に対する生徒の意見・感想を記述する。

表1 工業科の生徒のイメージ化を促す指導法

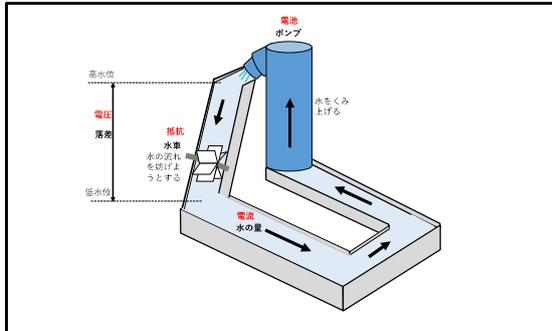
指導法	指導のやり方	具体例	生徒の意見・感想
1. 既存知識に例える指導法	・既習の知識や身近なもの、生徒の興味関心のあるものに例えて説明する。	・見えない電流の流れを身近で見える水の流れに例える。 ・電池の働きを生徒の興味関心のあるポンプの働きに例える。	・新しいことを習う時でも、身近なものに例えて説明してもらおうと同じような関係であることがわり、理解しやすい。
2. 図・絵を描く指導法	・目では見えないものを図や絵に描いて見えるようにし、説明する。	・梁の絵を描き、梁にかかる見えない力を矢印で表現して見えるようにする。	・力を矢印で示すと、方向やどこに力がかかっているのかがわかる。テストの時も図を書いて、矢印や値を書き込む。変形した後の図も一応書く。矢印を書いて、こう変形するんだなど1回ちょっと考えてから計算して、なにに出た答えの値が自分で決めた矢印の方向と違っていたら計算が間違っていることに気がつく。どこの計算が間違っているのかわからないこともある。でも最後に出た答えが的外れなのかどうかわからずは自分でわかる。
3. 教室で簡単な実験を見せる指導法	・教室で身の回りにある物や器具・模型を使って簡単な実験を行い、見えない現象を見えるようにして説明する。	・梁にかかる力により本来は見えない梁の微小変形を、長い定規に力をかけて定規を変形させ、見えるようにする。 ・重りをバネばかりで引っ張り、見えない力を数字で見えるようにする。	・授業で習う梁にかかる力とか、ことばで言われてもどうということかわからない。定規を梁のかわりにする。梁の微小変形は目には見えないけど、定規に力をかけて変形させたらこれくらいだ、と目で見てわかる。目には見えないけどこういう力が梁にかかっていますよ、と説明されるのでわかりやすい。 ・家の中の梁にかかる力を説明されても、実際に家の中の構造を見たことがない。それを黒板消しや定規でここに力が働いていると説明されるとイメージができてわかる。そもそも梁といわれてもなんのことかわからない。
4. 理論と体験を関連づける指導法	・ものづくりの現場の条件に合わせ、生徒にものをつくらせ、つくる工程を個別に体験させる。 ・生徒がつくったものを材料として実験させ、理論と一致することを実感させる。 ・座学で公式や理論を説明する際、実験結果や実習での工程を思い出させ、理論と体験を関連させて説明する。	・抵抗に電流を流し、電流の値を変化させた時の電圧を測定させる。その結果を表にし、そこから電圧、抵抗、電流の関係を予測させる。その後、公式を提示し、公式から求めた値と実測値がほぼ同じになることを説明する。 ・アルミを鋳造し、焼き入れや焼き戻しをして強度の実験を行い、表にする。座学で習った表と同じでことを説明する。	・実験した結果から考えるので、公式を理解しやすい。 ・1年生の実習の時、先に先生からなんで低い回転速度で削っちゃだめなのか、なんで速い回転速度で削らないとだめなのかを教えてもらってから実習する。学年があがって2年生の授業で回転速度の表が出てきた時、先生が「何年生のいつぐらいにやったあの実習、この表を使ったでしょ」と言われて思い出す。 ・問題を解く時も実習場面とどんな結果になるのかを思い出して問題が解ける。

(聞き取り調査のデータを基に筆者が作成)

6・1・1 既存知識に例える指導法

生徒が既習した知識や身近なよく似たものや目に見えるものに例えて説明する方法である。

例えば、電流を水の流れに例えて説明したり、電池をポンプの働きに例えて説明したりする。この時によく用いられるのが図3の水流通モデルである。



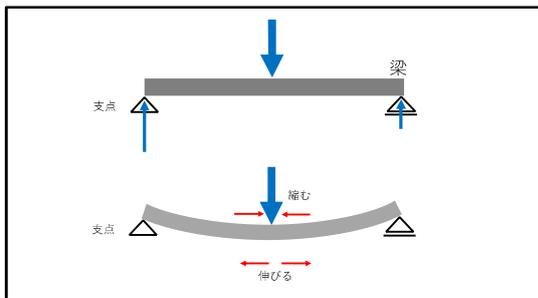
(テキストなどを参考に筆者が作成⁵⁾)

図3 水流モデル

- ・新しいことを習う時でも、身近なものに例えて説明してもらおうと同じような関係だから理解しやすい。
(工業科出身の学生への聞き取り調査より)

6・1・2 図・絵を描く指導法

見えない物を図や絵に描き、目に見えるようにして説明する。例えば、図4のように梁にかかる力を矢印で描いたり、梁がたわむ状態の絵を描いたり、見えない現象を見える形にして説明する。



(テキストなどを参考に筆者が作成⁶⁾)

図4 梁にかかる力のモデル図

- ・力を矢印で示すと、方向やどこに力がかかっているのかがわかる。テストの時も図を書いて矢印や値を書き込む。変形した後の図も書く。こう変形するんだと1回考えてから計算して、なにに出た答えの値が自分が決めた矢印の方向と違っていたら計算が間違っていることに気がつく。どこの計算が間違っているのかわからないこともある。最後に出た答えが的外れなのかどうかくらいまでは自分でわかる。
(工業科出身の学生への聞き取り調査より)

6・1・3 教室で簡単な実験を見せる指導法

教室で身の回りにある物や器具・模型を使って簡単な実験を行い、見えない現象を生徒に見えるようにしてその現象を説明する方法である。

例えば、長い定規を梁に例え、定規に力をかけ変形させる。また、消しゴムの真ん中を押すと、上側は縮み、下側は伸びるようすを見せる。重りをバネばかりで引っ張り、目に見えない力の大きさをバネばかりの数値として生徒に読み取らせる。

- ・授業で習う梁にかかる力とか、ことばで言われてもどういふことかわからない。定規を梁のかわりにする。梁の微小変形は目に見えないけど、定規で力をかけて変形させたらこれくらいだ、と目で見てわかる。目には見えないけどこういう力が梁にかかっていますよ、と説明されるのでわかりやすい。
- ・家の中の梁にかかる力を説明されても、実際に家の中の構造を見たことがない。それを黒板消しや定規でここに力が働いていると説明されるとイメージができてわかる。そもそも梁といわれてもなんのことかわからない。
(工業科出身の学生への聞き取り調査より)

6・1・4 理論と体験を関連づける指導法

生徒に実験やものづくりの実習工程などの体験を思い出させ、座学での公式や理論と関連させて説明したり、考えさせたりする方法である。または、その逆に先に座学で理論や公式を学ばせ、その後実験や実習で体験させる場合もある。

例えば、電気の授業では抵抗に電流を流し、電流の値を変化させた時の電圧を生徒に測定させる。測定値を表にし、そこから電圧、抵抗、電流の関係を予測させる。その後、公式を提示し、公式から求めた電圧の値と実測値がほぼ同じになることを確認させる。

- ・実験した結果から考えるので公式を理解しやすい。
- ・1年の実習の時、先に先生からなんで低い回転速度で削っちゃだめなのか、なんで速い回転速度で削らないとだめなのかを教えてもらってから実習する。学年があがって2年生の授業で回転速度の表が出てきた時、先生が「何年生のいつぐらいにやったあの実習、この表を使ったでしょ」と言われて思い出す。
- ・問題を解く時も実習場面とどんな結果になるのかを思い出して問題が解ける。
(工業科出身の学生への聞き取り調査より)

6・2 工業科における生徒のイメージ化を促す指導法の検討

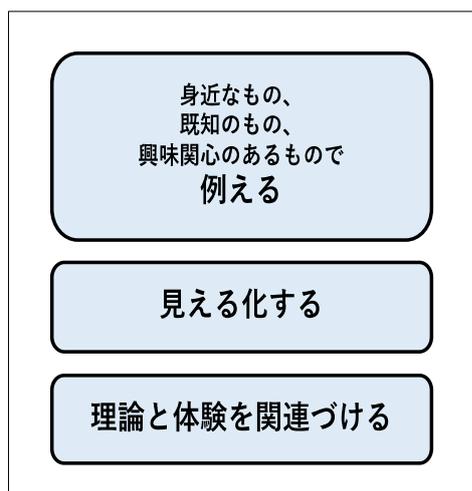
生徒にどのような指導をしたらよいのかを検討するには、生徒がどのように学んでいるかという学びの姿から考える必要がある。工業科の生徒の学びの姿は、聞き取り調査から次のように推察することができる。

生徒は座学で説明を聞くだけの授業に強い嫌悪感を持っているようである。また、数字や文字だけの公式を理解したり、公式を用いて計算したりすることに苦手意識があると思われる。それは、工業科の生徒の多くはことばだけでものごとを理解することは比較的難しく、概念的思考は苦手であるからだろう。そして、一旦教科や学びに対する嫌悪感や苦手意識を持つと、学ぶ意欲がなくなってしまう傾向が強いかもしれない。

- ・実習はラッキーな日。座学でないから。
- ・ことばで説明するだけなら理解できない。物理や数学で文字ばかりで書かれてもわからない。
- ・数学のように文字しかでてこない、数学の授業となるだけで抵抗感を持つ。抵抗感ってすごく重要。抵抗感があつたらその教科の文字を見るだけでいいやだ。勉強をやる気にならない。

(工業科出身の学生への聞き取り調査より)

こうした工業科の生徒の状況を踏まえ分析すると、生徒のイメージ化を促す指導法には、次のような3つの要素があると考えられる(図5)。



(筆者が作成)

図5 工業科における生徒のイメージ化を促す指導法の要素

1つは身近なものや既知のもの、興味関心のあるもので例えることである。身近なものであれば親近感が湧いて苦手意識が薄れる。よく知っているものや興味関心のあるものであれば置き換えやすい。それらで例えること

で生徒はイメージしやすく、理解しやすくなる。2つ目は見える化することである。工業科の内容は目では確認できない現象を扱うことが多い。そのため、ことばだけでなく、ものや図や絵を見せたり、実験、実習で見せたりすることで、生徒がイメージしやすくなる。3つ目は理論と体験を関連づけることである。実際に自分が体験したことなので、生徒はイメージしやすくなる。

このイメージ化を促す指導法の要素を教師は活用していることが聞き取り調査からうかがえる。

- ・身近なもので興味関心を持たせることができる。
- ・既知のもので置き換えると、定理や公式を生徒が理解するのが難しいという苦手意識を持たせないようにできる。
- ・見えないものを生徒がイメージでとらえるようにできる。
- ・授業で公式を説明する時、実習・実験の場面を思い出させ、公式につなげる。教室の中だけでは理解が深まらない内容であっても、実際に実験実習を通じ測定させたり、測定器具・電子部品を見せたり、手にすることによって興味関心や理解を深めることにつながる。

(ベテラン教師への聞き取り調査より)

- ・実習と座学を結びつけることで生徒が座学の内容を理解しやすくなると思う。

(新任教師への聞き取り調査より)

以上のことから、指導に3つの要素を取り入れることで生徒のイメージ化を促すことができると考えられる。

具体的に、水流モデル(図3)を用いて電気に関する生徒のイメージ化を促す指導法を説明する。電気という見えないものを水という身近なものに例えて説明する(「身近なもので例える」)。水車やポンプは工業科の生徒には興味関心のあるものだろう(「興味関心のあるもので例える」)。そして、ことばで説明するのではなく、図3を生徒に見せ、見える化し、よりイメージをはっきりさせる(「見える化する」)。そして、水道や川の流れの中に手を入れて、水の流れを妨げた体験があるだろう。生徒はそうした体験を思い出しながら、水車が水の流れを妨げていることに気がつき、電気の抵抗は水の流れにとっての水車と同じことだと理解する。体験を抵抗という概念に関連づけている(「理論と体験を関連づける」)。

3つの要素を取り入れた指導法により、生徒が自分なりのイメージで理解することが期待できる。そして、理解できたことにより、学びに対する嫌悪感や苦手意識は薄れ、学ぶ意欲が喪失されることにはならないだろう。

7. 考察

ここでは、これまでの分析結果や検討した内容をもとに、イメージ化を柱として、工業科の生徒に求められるより専門的な知識・技能の習得を促す指導法と大学における工学部学生の知識・技能の理解について考察する。

7・1 工業科の生徒に求められるより専門的な知識・技能の習得を促す指導法

教師は、工業科の生徒が抽象的理解をすることも必要だと認識している。ものづくりの現場では作業をする中で数値計算をすることはほとんどない。個々に暗記した値を用いたり、感覚で設定を変えたりしていることが多い。その場合は半抽象的理解まででよいだろう。しかし、トラブルが発生したり、条件が変更されたりした場合は、計算して求めることが必要となる。どんな状況にも対応できるようにするためには本質的に理解し、公式から求められるようにしなければならない。工業科の生徒がより専門的な知識・技能を身につけるためには抽象的理解をすることも必要だと考える。

- ・イメージだけだと、応用が効かない。
- ・ある一定の資格まではパターンの覚えることができる、身につけたものだけで解いていくことができる。その上の資格になると数学、物理、化学の基礎基本がわかっていないとできないから、伸び悩み、ある一定のところで止まってしまう。基礎的な知識の底上げがより上位の資格取得時に必要だということは痛感している。
- ・高校を卒業したら自分たちで学ばなければならない。自分で学んでいくだけの学力を身につけさせてあげたい。

(ベテラン教師への聞き取り調査より)

工業科の生徒が抽象的理解をすることは、より専門的な知識・技能を身につけるためだけではないと考えている教師もいる。理論や原理など本質的なことを理解すると、工業の専門的な知識・技能を深く理解でき、ものづくりの一つ一つの行為の意味がわかり、学ぶ楽しさが経験できるというのである。

- ・僕自身、高校の時は解き方だけ覚えてテストに臨んでいた。きちんとわかっていなかった。大学で式変形ができるようになって、それから専門科目が前よりもわかるようになり「楽しい」と思うようになった。

(工業科出身の新任教師への聞き取り調査より)

そうした考えのもとで実践されたのが、新任教師によ

る以下の授業である。

<機械科 2 年生の「機械工作」の授業>

- ・生徒観：1 年次の実習では回転速度を算出し、選定できたが、きちんと理解しながら選定できていない。
- ・指導観：実習を思い出し振り返る良い機会。実習と「機械工作」が繋がっていることを理解させる。公式の意味も説明しながら、実習では学べないところも説明し、座学の役割を意識しながら授業を行う。動画等を見せながら目や耳でわかる授業をする。公式を使って切削速度や回転速度を求め、適切な速度を選定させるように自分たちで考える力をつけさせる。

(学習指導案より筆者が一部抜粋)

- ・計算問題の難しさを実感した。
- ・旋盤のようすを見せて、もっと回転速度、周速度をもっと説明すべき。工具と材料、回転速度の関係。直径が違ったら速度が違う、回転速度がなぜ必要か。
- ・なぜこの授業で公式を取り上げるのかは、公式の意味を具体的に説明できる、公式として忘れてもできる、と説明する。
- ・内容が多すぎる。計算問題も多い。

(授業参観した教師のメモより)

- ・公式の話をもっとすべきだった。
- ・全体的に量が多かった。
- ・例題をしっかり説明して問題に取り組みさせるべき。
- ・回転速度は式を変形する話はよかったけど、本当に全員に伝わっていたのか？きちんと立ち止まるべきだった。

(新任教師である授業者の振り返りメモより)

この授業実践から推察できることは、筆者の仮説のように工業科の生徒が半抽象的理解から抽象的理解にまで到達するには、大きな壁があるということである。

この壁を打ち破るためには、現状の生徒のイメージ化を促す指導法に加えて、工業科の専門的な知識の土台となる数学、物理、化学の基礎的な知識を学ぶ機会の充実が必要であると思われる。しかし、工業科の教育課程の特徴は普通科に比べ、基礎的な科目の授業が少ないことにある。また、これらを学ぶ前に工業科の授業で原理や公式を扱うこともある。したがって、工業科の科目と基礎的な科目をどう配置したらよいか、教育課程を検討する必要があるだろう。ベテラン教師の工業高校では、教科間の連携や教育課程の議論をすることが予定されているという。そして、何よりも必要なことは、基礎的な科目の授業においても、工業科の生徒の学びの姿に合わせて

生徒のイメージ化を促す指導法を取り入れることではないかと考える。

7・2 工学部学生の知識・技能の理解に対するイメージ化の効果

工学部の学生の知識・技能の理解は、抽象的理解から半抽象的理解、具体的理解に向かうと予想される。工業科の生徒とは逆の方向であろう。大学の授業では概念的知識の教授が多く、実習などの時間は工業高校と比較して非常に少ないからである。学生は抽象的理解をした場合、複雑な現象は数式を用いて解析でき、デザインもできるが、実際にものをつくることはできない学生も見られるかもしれない。またはものをつくることに興味がないう学生もいるかもしれない。そうした学生は建築家としてデザインすることを目指しても、実際に自分の手で建てることは望んでいないのである。また、中には独自に半抽象的理解ができない学生もいるだろう。公式を用いて算出することができても、それが一体どういうことであるのかといった自分なりのイメージを持つことが難しいのである。

これまで分析・検討してきたイメージ化を促す指導法は工業科の生徒を対象としていたが、工学部の学生にも言えることではないだろうか。大学における授業であっても、場合によっては学生のイメージ化を促す指導を行うことが必要なのだろう。

・普通科出身の学生は、梁にかかる力を公式から計算して答えを出そうとする。答えも合っている。でも、実際にどういう状態になっているのかイメージできていないような学生もいる。だから図を書けばわかるのに、「答えは出たんですけど、どういう状態ですか」と聞いてくる。

・工業科出身の学生は微分とか積分とかよくわかってないから、計算して求めるのが苦手。でも、どういう状態かはわかっている図が描けている。

(TAである大学院学生への聞き取り調査より)

8 今後の研究課題

本稿では、主に工業科の教師と工業科出身の学生への聞き取り調査の結果をもとに、生徒が工業科の知識・技能を習得する場合、教師がどのように生徒のイメージ化を促す指導を行ったらいのかを検討してきた。しかし、生徒のイメージ化を促す指導によって個々の生徒がどこまで理解しているのかは不明である。また、水流モデルや具体物を用いた授業では誤解が生じることや阻害効果があることを指摘する研究も見られる⁷⁾。そこで、今後

の課題の1つ目は実証的に半抽象的理解を促す指導法の効果を明らかにすることとしたい。

次に、的場ら⁸⁾は「2つの知識は学習者の学びから見たものであり、授業者の立場から考えると『概念的情報』と『手順としての情報』の2つの情報に対応しており、授業者はこの2つの情報を授業中に利用している」という。そこで、半抽象的理解に対応する情報がどのようなものであるのかの検討を2つ目の課題とする。

3つ目は工業科の生徒の学びや指導法を分析することの鏡として、これまで分析・検討してきたイメージ化の柱から学生の学びのメカニズムを解明することである。

そして、工業科の教師集団や部活動、教育課程が生徒の学びにどう影響しているのかにも焦点を当てていきたい。

参考文献

- 1) 後藤 博史:工業科におけるやさしい制御教材を用いた指導法の一考察, 神奈川大学心理・教育研究論集, (44), 303-308, 2018; 中村尚・山菅和良・飯塚真弘・針谷安男, 工業高校“機械科”におけるロボット制御の効果的指導法の研究, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要 (32), 93-100, 2009.
- 2) James Hiebert and Patricia Lefevre, Conceptual and Procedural Knowledge in Mathematics: An Introductory Analysis, In: *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*, Edited by James Hiebert, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1-27, 1986.
- 3) サルカール アラニ・モハメッド レザ: 算数・数学教育における子どもの概念形成と思考方略-イラン、アメリカ、日本の比較授業分析-, 中等教育研究部紀要学校法人名古屋石田学園, 2, 3-30, 2010.
- 4) 片山悠樹: 工業教育における「ものづくり」の受容過程, 教育社会学研究, 95, 25-46, 2014.
- 5) 堀田栄喜ほか: 電気基礎1 新訂版, 実教出版, 2019.
- 6) 山下省蔵ほか: 工業数理基礎, 実教出版, 2013.
- 7) 岩本幸恵, 猪本修: オームの法則を理解するための電流概念の形成, 日本科学教育学会研究会研究報告, 33(7), 9-12, 2019; 佐藤誠子: 具体物を用いた教授学習場面における学習者の思考過程-積極的效果を保証する条件の検討-, 石巻専修大学研究紀要, 27, 93-100, 2016.
- 8) 的場正美, サルカール アラニ・モハメッド レザ: 授業研究を基礎とした校内研修と教師の資質に関する国際共同研究(1)-イランにおける授業研究の移転の事例-, 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要, 50(1), 145-162, 2003.

(受理 令和2年3月19日)