

鹿児島県総合教育センター
平成25年度長期研修報告書

研究主題

アイデア創出の手法を取り入れた学習指導の在り方
—創造的な考え方や態度の育成を目指して—

鹿児島県立鹿児島工業高等学校

教諭 嶽崎 明夫

目 次

I	研究主題設定の理由	1
II	研究の構想	
1	研究のねらい	1
2	研究の仮説	1
3	研究の計画	2
III	研究の実際	
1	研究主題に関する基本的な考え方	2
(1)	学習指導要領（工業）における工業科の目標	2
(2)	科目「工業技術基礎」にアイデア創出の手法を取り入れた理由	3
(3)	「創造的な考え方や態度の育成」について	3
(4)	アイデア創出の手法	3
(5)	「アイデア創出の手法を取り入れる」という視点	4
(6)	「実験や試作を取り入れる」という視点	4
2	実態調査	5
(1)	概要	5
(2)	結果	5
(3)	分析と考察	6
3	アイデア創出の手法を取り入れた学習指導	7
(1)	論理回路に関する学習の整理	7
(2)	論理回路の学習におけるアイデア創出の手法の位置付け	8
(3)	学習指導法の工夫	8
4	検証授業	12
(1)	検証授業Ⅰ	12
(2)	検証授業Ⅰの分析と考察	14
(3)	検証授業Ⅱ	16
(4)	検証授業Ⅱの分析と考察	21
IV	研究のまとめ	
1	研究の成果	26
2	今後の課題	26

※ 参考文献

I 研究主題設定の理由

資源の少ない日本は、優れた工業技術で信頼される製品を製造し、ものづくり立国を確立してきた。今後も日本の発展を維持するためには、ものづくりに関する工業技術を極め創造力を生かして付加価値の高い安全で信頼できる製品を創ることができる人材の育成が求められる。

平成14年に制定された知的財産基本法には、我が国の産業が国際競争社会を生き抜く知的財産立国を目指すために、柔軟な発想力と豊かな創造性を備えた人材の育成の重要性が示されている。また、内閣に設置された知的財産戦略本部の「知的財産推進計画2006」では重点項目の一つに、初めて学校における知的財産教育の推進が挙げられ学校教育の様々な場面で系統的な知的財産教育の必要性が示された。しかし、特許庁の「平成23年度今後の知的財産人材育成教材等の在り方に関する調査研究報告書」では、工業高等学校の知的財産教育の実施率は低いことが示された。

現行の学習指導要領（平成21年3月告示）は、工業高等学校の原則履修科目「工業技術基礎」において「知的財産権についても扱う」とし、知的財産教育の必要性を示した。知的財産教育は、知的財産権についての制度や知識の学習ばかりでなく、知的財産に関するモラルやマインドを身に付けさせ創造力を育成し、創造的なものづくりをするための教育である。知的財産教育の一部である創造力の育成は実際にアイデアを出させる取組が多く、その課題解決のツールとしてアイデア創出の手法が用いられている。

本校の生徒は何事に対しても一生懸命に取り組み、学習態度も積極的である。各種資格取得にも意欲的でその取得率は全国でも常に上位である。しかし、授業等で意見を出し合う場面において、なかなか意見が出てこないことがある。また、柔軟な発想に基づく多様な考えをもちにくく、意見を出し合いながら課題を解決していくことが不得意である。このことは今までの私の経験から、これまでの学習活動が知識や技術の習得ばかりに重点を置き、社会に出てからも役立つ生徒の創造力を生かした授業を積極的に展開してこなかったためだと考える。

そこで、生徒に低学年のうちから学校教育の様々な場面で、柔軟な発想力を身に付け豊かな創造力を育むことが大切ではないかと考える。このようなことができれば将来社会に出てからも、得られた知識と技術の深化、総合化を図ることができ、さらには、新たな製品を創り出し今後のものづくり立国を支える人材となるのではないかと期待する。

以上のことを踏まえ、本研究では1学年の科目「工業技術基礎」を中心に、工業科の科目においてアイデア創出の手法を取り入れた指導法を工夫すれば、柔軟な発想力を身に付け創造的な考え方や態度を身に付けた生徒を育成できるのではないかと考え、本主題を設定した。

II 研究の構想

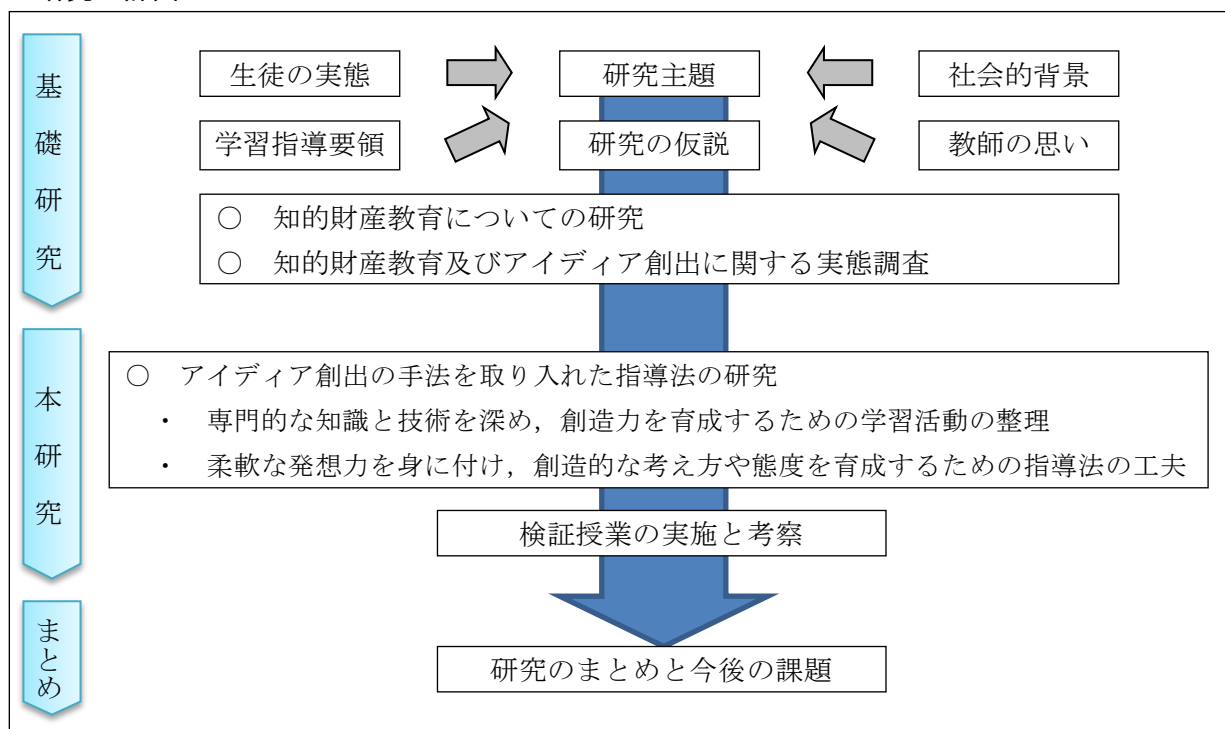
1 研究のねらい

- (1) 実態調査等から、知的財産教育における指導上の課題を明らかにする。
- (2) 先行研究等から、アイデア創出の指導法について研究する。
- (3) 工業科の科目において、アイデア創出についての指導法を研究する。
- (4) 検証授業等の考察を通して、本研究の成果と課題を明らかにする。

2 研究の仮説

工業科の科目において、アイデア創出の手法を取り入れた指導法を工夫すれば、柔軟な発想力を身に付け、創造的な考え方や態度を身に付けた生徒を育成できるのではないかと考える。

3 研究の計画



Ⅲ 研究の実際

本研究の主題を明らかにするために、工業科の学習活動で研究を行った。研究主題に関する基本的な考え方、アイデア創出の研究、実態調査の分析で、アイデア創出の手法を取り入れた学習指導を研究し検証授業を行った。

1 研究主題に関する基本的な考え方

(1) 学習指導要領（工業）における工業科の目標

高等学校学習指導要領の工業科の目標は下記のとおりである。

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。

既存の製品や生産プロセスを改善・改良するだけでなく、異なった分野の技術や技能を融合したり組み合わせたりして、新しい製品や生産プロセスを創造する能力を育成することの重要性が示された。

各科目の目標にも創造的な能力と実践的な態度を育ませる表記が多く見られる。さらに、1学年で学習する原則履修科目「工業技術基礎」は、「知的財産権についても扱う」ことが具体的に記されている。また、同じく1学年で履修する科目「情報技術基礎」にも「著作権等の知的財産の保護」を扱うことを記している。これらのことより、知的財産教育を扱うことの重要性がはっきりと示された。

知的財産教育が目指す創造力を育成し創造的なものづくりをするためには、日頃の学習活動において、生徒が自ら考え課題を探究し解決することに繰り返し取り組まなければならない。そして、この取組の継続こそが創造的な能力と実践的な態度を育成することになると考える。そこで、まずアイデア創出の手法を用いて創造的な考え方や態度を育成することが重要だと考えた。

(2) 科目「工業技術基礎」にアイデア創出の手法を取り入れた理由

生徒に創造的な考え方や態度を育成させるためには、アイデア創出の手法を低学年（1 学年）から取り入れることが望ましい。

本校は類系システムと呼ばれる教育課程を採用し、1 学年は専門性をもたせずに工業に関する基礎的・基本的な内容「工業技術基礎」、「情報技術基礎」、「工業数理」を学習している。「工業技術基礎」で学習する論理回路に関する単元は、「情報技術基礎」でも関連する単元を取り扱っている。全ての論理回路は、AND、OR、NOTの三つの基本的論理回路から構成されている。したがって、論理回路の単元にアイデア創出の手法を取り入れ繰り返し学習することで、生徒は柔軟な発想力に基づき論理回路の発展的な課題を多面的に捉え、その課題に対して多様な回路を発想することができるようになると思われる。すなわち、アイデア創出の手法を取り入れるには、低学年で履修する「工業技術基礎」の論理回路に関する単元が最も有効だと考える。

(3) 「創造的な考え方や態度の育成」について

授業でやや発展的な問題を解く際、生徒はこれまでの知識を活用しなかったり、実習で作品を製作する際、既得の技術を活用した機器等の操作ができないために作品が完成できなかったりすることがある。このような場合、生徒が創造的な考え方や態度を身に付けていれば、柔軟な発想力を基にこれまでの知識と技術を活用して、積極的に課題や機器等の操作に取り組むのではないかと考える。

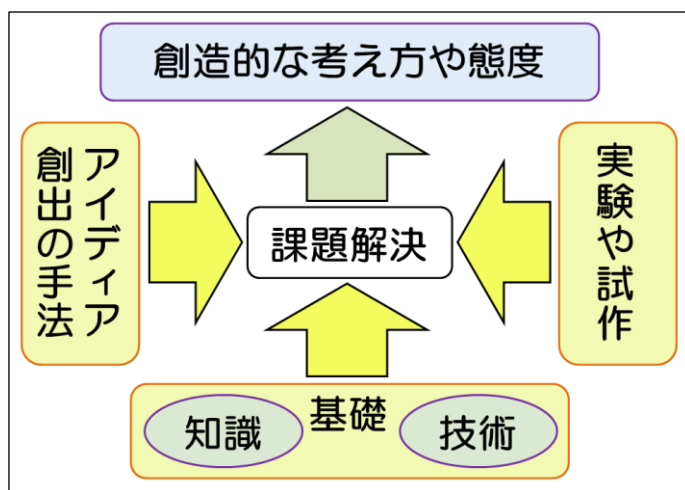


図1 創造的な考え方や態度の育成の概念

図1は、創造的な考え方や態度を育成する概念を示したものである。生徒

が課題解決を図る場面で創造的な考え方や態度を育成するには、教科書を使って理論学習する授業（以下、座学という）で得た知識と実習で身に付けた技術が基礎となる。そこに課題を解決するために、アイデア創出の手法を取り入れてアイデアを出しやすくする。そして、創出したアイデアが有効かどうかを確かめるために、実験や試作を取り入れる。また、実験や試作をしたことの結果を生かして、更により良いアイデア創出ができるようにする。これらのことで、今までとは異なる多くの意見やアイデアが出しやすくなり、より良い課題解決を見い出すための活動が活発になり、創造的な考え方や態度が育成され则认为る。

(4) アイデア創出の手法

アイデア創出の手法を学習活動に取り入れると、生徒は柔軟な発想力を身に付け、創造的な能力と実践的な態度を有効に育むことができると考える。

社会では、新しい技術や発明、斬新なデザイン、新しい商品や商売の方法等を生み出すために、様々なアイデア創出の手法が用いられている。アイデア創出の手法は数多くあり、派生したものを含め100種類を超える。アイデア創出の手法は連想して発想する発散法と、出したアイデアをまとめる収束法に大別される。

次頁表1に、本研究に用いたアイデア創出の手法とその特徴を示す。これらのアイデア創出の手法は、創造的な態度の育成に有効であると考えられる。

表 1 本研究に用いたアイデア創出の手法

	名 称	特 徴
発散法	ブレインストーミング	課題を主体的に把握できる。また、多様な考え方があることを知り、他人の考えを理解できる。さらに、この取組を通して、キーワードを使って自らの考えをまとめる、他人の考えを尊重する、皆で協力して作業する、新しい発想を柔軟に見いだす等の技術が身に付く。 発散法を代表するブレインストーミングは、収束法を代表するK J法と組み合わせて使われることが多く、最もシンプルな手法である。
	NM法	創造したいことや物を具体化していこうとする方向性を強く打ち出すことができる。したがって、問題の発見や把握ということよりも、実際に問題を解決するための具体的なアイデアを引き出そうとするものである。
収束法	K J 法	ブレインストーミング等で出された意見やアイデアが書かれた付箋紙のグループ分けを行い、それらのグループ同士を関連付けて図解する。この取組を通して、課題解決に役立つヒントが生み出されるため、問題の正解がはっきりしないときは、それが明確化される。また、思いもかけない新しい発想が得られる。

(5) 「アイデア創出の手法を取り入れる」という視点

生徒が学習活動で生じた課題を積極的に解決するためには、アイデア創出の手法を取り入れて多くのアイデアを創出することが有効である。また、一人で考えるよりも複数でアイデアを出し合った方が多様なアイデアを創出しやすくなり、よりよい課題解決に近づく。しかし、最初から複数でアイデア創出に取り組もうとしても、多くのアイデアを創出することはできない。

そこで、個人による発想の段階からアイデアが創出されやすくなるような手法を取り入れ、アイデアの量を増やせるようにした。そして、複数によるアイデア創出に移った際にもアイデア創出の手法を取り入れ、更にアイデアの量を増やすばかりでなく、他人の様々なアイデアから新たなアイデアを創出し、課題解決に近付けるようにした。

そのために、本研究ではアイデア創出の手法としてブレインストーミング、NM法、K J法の授業への効果的な取り入れ方を考えた。これらの手法を学習内容に合うように、それぞれの手法の特徴を見極め、単独で用いたり二つを組み合わせる用いたりして有効に働くようにした。

(6) 「実験や試作を取り入れる」という視点

創出されたアイデアが正しいかどうか分からずに、そのままアイデア創出を続けるよりも、その都度実験や試作で確かめ試行錯誤しながらアイデア創出を行った方が課題解決に近付きやすい。また、創出されたアイデアの誤りにすぐに気付いたり、実験や試作で失敗したりする体験が新たなアイデア創出に生かされる。このような体験を取り入れた学習活動を繰り返し行えば、多くのアイデアで課題解決ができるようになると考えた。

2 実態調査

本校1学年と工業科教師を対象に、知的財産教育やアイデア創出について、学習への興味・関心や学習指導上の課題等の実態を調査し、現状を把握した。

(1) 概要

- ア 方 法 選択肢による質問紙法
 イ 調査時期 平成25年6月～7月
 ウ 対 象 鹿児島工業高等学校 工業科教師50人，1学年360人

(2) 結果

ア 教師の意識

「現行の高等学校学習指導要領の科目『工業技術基礎』の内容の取扱いに、『知的財産権についても扱う』との文言が記載されたことを知っていますか」という問いに、70%が「知っている」と回答した（図2）。

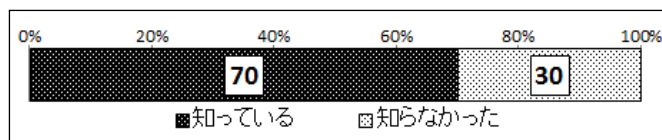


図2 学習指導要領における知的財産権の扱い

「知的財産教育は必要だと思いますか」の問いでは、80%が「思う」、「どちらかと言えば思う」と回答し、知的財産教育の必要性を感じている（図3）。

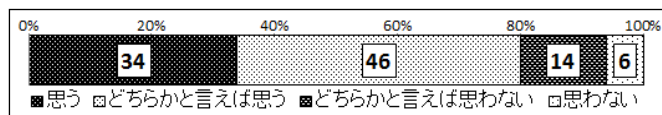


図3 知的財産教育の必要性

「授業等での本校生徒の特徴を4段階で示してください」という問いについて、「大いにある」と回答した割合は、「素直さ」、「元気さ」、「活発さ」、「落ち着き」の項目では、40%を超えたが、「積極さ」、「集中力」、「発想力」の項目では、20%にも満たない結果となった。特に「発想力」は、8%と低い結果であった（図4）。

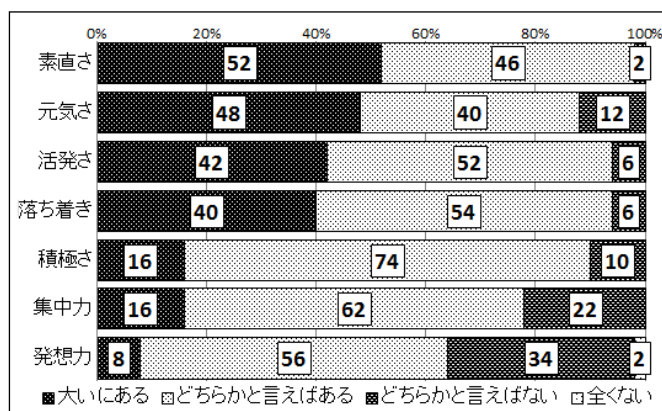


図4 授業等での生徒の特徴

アイデア創出の手法についての問いでは、ブレインストーミング、KJ法、NM法という言葉を知っている割合は、52%が「聞いたことがある」と回答したが、77%は授業等で「実践したことがない」と回答した（図5）。

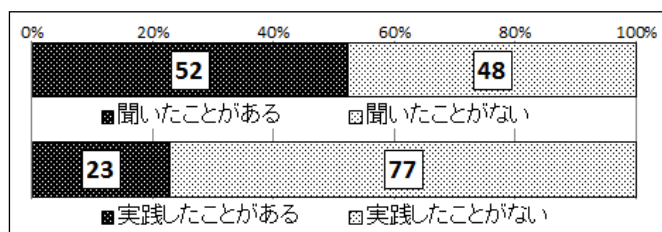


図5 ブレインストーミング、KJ法、NM法について

「アイデア創出の手法を用いることが、授業等に必要だと思いますか」という問いに94%が「必要だと思う」、「どちらかと言えば必要だと思う」と回答し（図6）、アイデア創出の手法を取り入れることの必要性を示した。

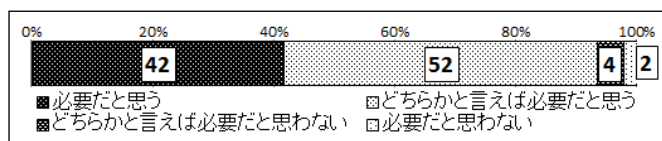


図6 アイデア創出の手法の必要性

また、アイディア創出の手法の必要性を感じる理由を複数回答で尋ねたところ、「創造性が育まれるから」、「発想力が育まれるから」が際立って多く回答された（図7）。授業等にアイディア創出の手法を用いて、創造性や発想力を生徒に身に付けさせることの必要性を感じている結果となった。

イ 生徒の意識

「自らの意見やアイディアを生かして、行事を成功させたりものづくりをしたりしたことがありますか」という問いに、67%が「ない」と回答した（図8）。

「ブレインストーミング、K J法、NM法という言葉聞いたことがありますか」という問いに、98%が「聞いたことがない」と回答した（図9）。

アイディア創出の手法を用いて創り出された製品について、例を挙げて説明した後、「行事を成功させたり、ものづくりをしたりすることに、アイディア創出の手法は役立つと思いますか」という問いに、92%が「大いに思う」、「どちらかと言えば思う」と回答し、ほとんどの生徒が役立つと思っていた（図10）。

「アイディア創出の手法を用いて、ものづくりをしてみたいと思いますか」という問いに、84%が「大いに思う」、「どちらかと言えば思う」と回答し高い関心を示した（図11）。

(3) 分析と考察

ア 教師

80%は知的財産教育の必要性を感じ、94%がアイディア創出の手法の必要性を感じている。このことは、教師が生徒に、将来に必要な専門性の基礎的・基本的な知識・技術及び技能を確実に身に付けさせ、それらを活用して、ものづくりができる創造的な能力と実践的な態度を育成したいという思いが表れている。

しかし、アイディア創出の手法であるブレインストーミング、K J法、NM法の認知度は52%に留まり、さらに、その手法の授業等での実践率に至っては23%と低かった。このことは、生徒にものづくりができる創造的な能力と実践的な態度を育成したい思いはもちつつも、日頃の学習活動において、アイディア創出の手法を取り入れて生徒の柔軟な発想力を育成することを行っていないとも考えられる。

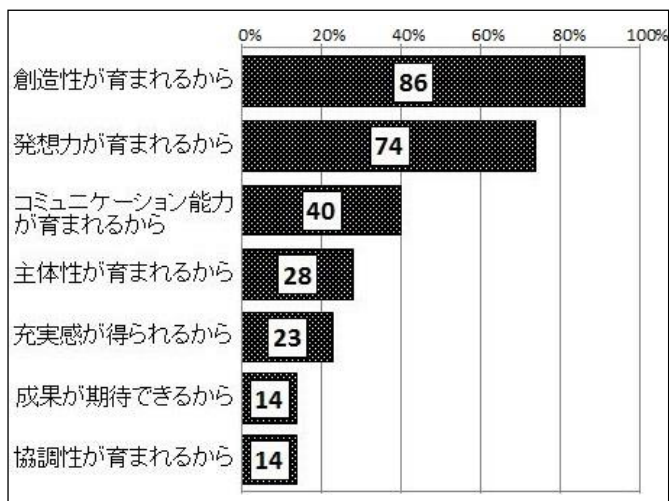


図7 アイディア創出の手法を必要とする理由

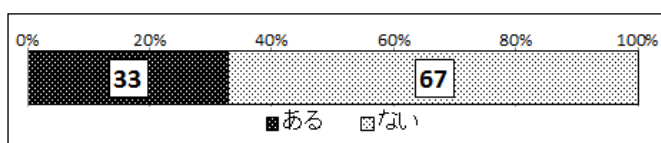


図8 意見やアイディアを生かした経験

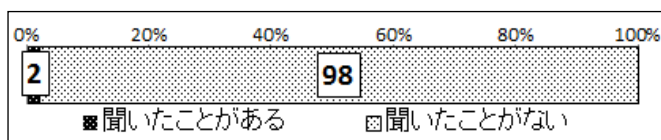


図9 ブレインストーミング、K J法、NM法について

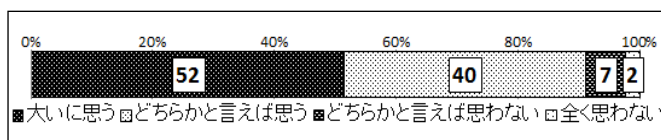


図10 アイディア創出の手法の役立ち度

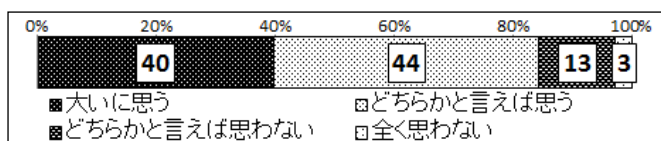


図11 アイディア創出の手法への関心

また、生徒に発想力が大いにあると捉えている教師が僅か8%だったことから、積極的にアイディア創出の手法を学習活動に取り入れて、生徒の柔軟な発想力を育成する必要があるのではないかと考える。よって、アイディア創出の手法を日頃の学習活動にも取り入れれば、生徒に柔軟な発想力を身に付けさせ創造的な考え方や態度を育成でき、学習内容の更なる理解が図れるのではないかと考える。

イ 生徒

67%は意見やアイディアを出した経験がなく、ブレインストーミング、KJ法、NM法といったアイディア創出の手法も98%が聞いたことがないと回答した。しかし、アイディア創出の手法を用いて創り出された製品について、例を挙げて説明したところ、92%はアイディア創出の手法が役立つと感じ、84%がその手法を使ってものがつくりがしたいと回答した。

生徒はアイディア創出の手法に非常に興味をもち、さらに、その手法を用いてものがつくりをしてみたいと回答していることから、アイディア創出の手法を取り入れた指導法を工夫することで、生徒は柔軟な発想力に基づく多様な考え方をもつようになり、積極的に意見を出し合いながら課題を解決しようとする態度が育成されるのではないかと考える。

3 アイディア創出の手法を取り入れた学習指導

アイディア創出の手法を「工業技術基礎」に取り入れることとし、生徒に創造的な考え方や態度を身に付けるための学習指導法を考えた。

(1) 論理回路に関する学習の整理

1学年は「工業技術基礎」と「情報技術基礎」で共通して論理回路について学習する。また、情報技術系に進級する生徒は、更に様々な論理回路に関して学習する。表2は本校情報技術系の生徒が三年間で履修する科目から、論理回路に関する単元を、実習の科目と座学の科目に分け学年ごとに整理したものである。検証授業は表中の網掛けで示した単元で行った。

表2 本校情報技術系における論理回路学習の単元

	1 学年		2 学年		3 学年
実習の科目	工業技術基礎 基本作業13 「論理回路の基礎について学ぼう」		実習 「デジタルICによる基本論理回路の実験」 「電子部品による基礎論理回路の製作」		実習 「デジタルICによるカウンタ回路」 課題研究
座学の科目	情報技術基礎 第7章2節 「論理回路の基礎」 第8章3節 「コンピュータ制御」		ハードウェア技術 第2章 「論理回路」		ハードウェア技術 第6章 「コンピュータによる制御技術」

本校の実習は、10人または20人で班を作り、班ごとに異なる課題で実施している。そして、課題を毎週ローテーションさせて学習するため、論理回路に関する学習の時期が班によって異なる。実習を行うに当たって、まず座学で理論学習しておくことが望ましいが、班によっては座学で学習する前に実習で学習することになる。そこで教師はこのことを踏まえ、実習の中に理論学習を取り入れ、生徒が理解しやすいようにしている。したがって、座学と実習ではアイディア創出の手法の取り入れ方の工夫が必要と考える。

そこで、1学年が共通して学習している「工業技術基礎」でアイディア創出の手法の取り入れ方を検証した。また、全く論理回路について学習していない1学年の変容を検証するとともに、論理回路に関する様々な科目を学習してきた3学年の「ハードウェア技術」でも検証した。3学年は座学での実施となるので、座学におけるアイディア創出の手法の取り入れ方についても検証した。

(2) 論理回路の学習におけるアイデア創出の手法の位置付け

ア 実習の科目での位置付け

「工業技術基礎」の単元「論理回路の基礎について学ぼう」では論理回路の基礎・基本を身に付けさせ、デジタル I C の使用方法を学ばせた上で簡単な論理回路の実験を行う。

そこで、創造的な考え方や態度を育成するために、簡単な論理回路の組合せを実習する際にもアイデア創出の手法を取り入れる。その際、実習手順を初めから生徒に示さないで、生徒が意見やアイデアを出し合いながら論理回路図を発想できるようにする。そして、生徒が創出したアイデアをすぐにデジタル I C 等で実験してアイデアの有効性を確かめられるようにする。実験によりアイデアが正しくないことが確かめられても、その結果をヒントに新たなアイデアが創出されることにつながる。また、他人の正しいアイデアばかりでなく正しくないアイデアからも、発想の連鎖で新たなアイデア創出が期待できる。また、アイデア創出と実験による確認を繰り返すことで、柔軟な考え方ができるようになるばかりでなく、論理回路の基礎・基本が身に付き、デジタル I C 等の使用方法も確実に身に付けるのではないかと考える。

実習は 3～4 時間で実施しており、一つの実験機器を用いて班で役割を決めて操作することが多い。よって、みんなで話し合い、意見やアイデアを出しながらできると考える。

イ 座学の科目での位置付け

3 学年で学習する座学の科目「ハードウェア技術」の単元「コンピュータによる制御技術」では、コンピュータと外部機器を接続するインタフェースを学習する。インタフェースは論理回路で構成されるため論理回路図の理解が不可欠である。

座学では教科書に記載されているインタフェースの例を用いて、インタフェースが予め定められた順序や条件に従って動作をすることを理解させる。複雑な回路図ではあるが全て論理回路で構成されており、これまでの論理回路に関する知識や技術が必要となる。よって、順序や条件に従う動作についての説明に終わるのではなく、回路図の一部だけでもアイデア創出の手法を取り入れて生徒に考えさせたら、論理回路についての知識が徹底され、更にインタフェースの理解が深まると考える。

しかし、座学の科目は一回の授業が 50 分であり、教師主体による授業がほとんどである。また、アイデア創出の手法を用い班での活動をするとなると、時間が不足するのではないかと心配になる。そこで、学習活動に有効なアイデア創出の手法の取り入れ方の工夫が必要である。また、座学では演習問題を解くことも多いので、簡単な実験を取り入れ、生徒が知識や技術を駆使して課題解決できるようにアイデア創出の手法の工夫をすると、演習問題がしっかりと身に付くと考える。

(3) 学習指導法の工夫

検証授業 I は、「工業技術基礎」の単元「論理回路の基礎について学ぼう」にアイデア創出の手法を取り入れた。実習におけるアイデア創出の手法について指導法を工夫した。

ア アイデア創出の手法の工夫

検証授業 I は、まず「工業技術基礎」の単元「知的財産とアイデアの発想」を学習した。ここでは、知的財産に対するモラルやマインドを身に付けさせ、知的財産に関する権利を学習させた。さらに、アイデア創出の手法を使った発想の取組を学習した。そのアイデア創出の手法を単元「論理回路の基礎について学ぼう」に取り入れて、実習における学習活動にアイデア創出の手法が有効に働くように指導法を工夫した。

検証授業 I では、論理回路に関する学習課題でアイデアの創出を行わせた。学習活動では生徒一人一人が学習内容を理解しなければならない。そこで、生徒一人一人の発想力や創

造力でアイデア創出ができるように、まずは学習内容に必要な知識や技術について学習した上で、下記(ア)～(オ)のようなアイデア創出の手法を用いて、生徒の発想力を高めさせ創出されたアイデアで課題が解決できるようにした。

- (ア) 基本的論理回路 (AND, OR, NOT) とブレッドボードとデジタル I C の使用方法について確認させる。
- (イ) 多くのアイデアや意見を出しやすくして論理回路の発想を誘導するために、ワークシート等を用いて、簡単なAND, OR, NOTの組合せを実験したり、回路図の途中を想像させたりする。
- (ウ) 学習課題を理解させる。
- (エ) 個人の発想を行う。
 - ・ブレインストーミングの4原則「批判禁止」、「自由奔放」、「質より量」、「応用自由」のうち、「自由奔放」、「質より量」を取り入れ、思い付くままに付箋紙に記入する。
 - ・付箋紙への記入が進まない生徒には、回路図を発想するばかりではなく、直感やイメージ等でもよいことを指導する。
- (オ) 班での発想を行う。
 - ・創造性豊かで柔軟な発想力で学習課題が解決できるように、下記の手法①～⑨に沿って進めていく。
 - ・話合いの進捗状況に応じて、手法の順番に捉われなくてよいこととする。
 - ・話合いが進みにくくなっている班に対しては、班の課題解決状況を見定め発想の手法を提案していく。

- ① ブレインストーミングを用いて、班で発想
- ② 関連・類似する付箋紙をグループ化【K J 法, NM法】
- ③ グループにタイトル付け【K J 法】
- ④ キーワード (KW : Key Word) の決定【NM法】
- ⑤ 配置を整え、グループ間の共通点等を考え、図解化【K J 法】
- ⑥ 類比を発想 (QA : Question Analogy)【NM法】
- ⑦ 類比したことの背景の考察 (QB : Question Background)【NM法】
- ⑧ QBと学習課題を結び付けてアイデアを発想
(QC : Question Conception)【NM法】
- ⑨ QCを使って解決案のまとめ【NM法, K J 法】

- ・班で解決した論理回路が、正しく動作するかをブレッドボードに製作する。
- ・班で解決した論理回路を発表する。その際、ブレッドボードに製作した回路も全員に示す。

イ 授業の教材

アイデア創出を行い、創出されたアイデアで創った論理回路が正しいかを実験で確かめるために、何度でも回路を作り変えることが容易にできるブレッドボード（次頁写真1）を用いた。ブレッドボードは、表面に無数の穴が開いており、その穴にデジタル I C, L E D, 抵抗等の電子部品の足を差し込んで使用する。穴同士が図12のように、内部で接続されているため、電子部品同士をはんだ付けすることなくジャンパーワイヤを用いて接続でき、何度でも取り外しができる。

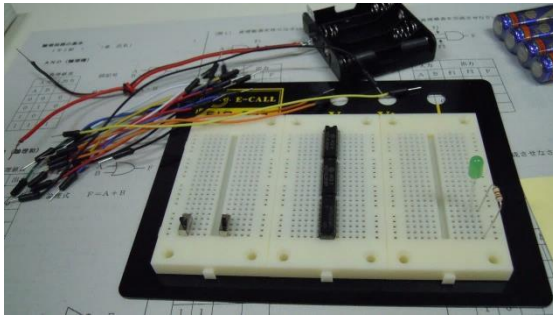


写真1 ブレッドボード

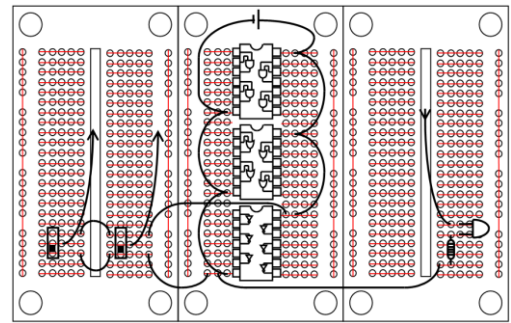


図12 ブレッドボードの構造

また、生徒一人一人が基本的論理回路を学んだり、簡単な論理回路の組合せの学習の実験ができたり、さらに発想の際にも、創り出した論理回路の動作確認の実験を一人一人ができるように、ブレッドボードを生徒の人数分用意した。

ディジタル I C は最も入手が容易な定番の 74 シリーズとよばれる I C を用いた。また、74 シリーズのディジタル I C 等を駆動させるためには、直流 5 V の電源が必要である。アダプタを使い商用電源 100 V から電源を取れば電池切れの心配はなくなる。しかし、コンセントの数や持ち運びの不便さを考えると乾電池が扱いやすい。そこで、構成が簡単、持ち運びが容易、入手しやすい部品のため購入費用が抑えられる等の理由で、単三乾電池 4 本と三端子レギュレータを用いて、直流 5 V の電源を製作した（写真 2）。



写真2 直流 5 V の電源

ウ ワークシート

学習活動において、生徒が学習内容の整理をしながら実験に取り組みやすくするために、学習の場面に応じワークシートを活用した。ワークシートは下記 (ア) ～ (ウ) の学習場面に分け、それぞれ一枚で学習内容を捉えることができるようにした。

(ア) 基本的論理回路の学習

基本的論理回路についてまとめ、生徒が理解したことを確認しながら学習を進められるものとした（図13）。要点を整理し多くの時間を掛けずに理解ができるように、内容は必要最小限に絞った。また、簡単な練習問題を付け、復習ができるようにした。

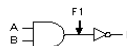
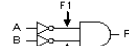
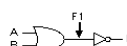
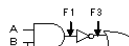
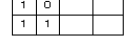
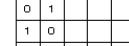
論理回路の基本		[問1] 真理値表を作りなさい。		[問3] 真理値表を完成させなさい。																																																																													
1年5組 () 番 氏名 ()																																																																																	
1 AND (論理積) 真理値表 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table> 図記号  $F = A \cdot B$		入力	出力	A	B	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F1</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>		入力	出力	A	B	F1	F	0	0			0	1			1	0			1	1			 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F1</th><th>F2</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		入力	出力	A	B	F1	F2	F	0	0				0	1				1	0				1	1													
入力	出力																																																																																
A	B	F																																																																															
0	0	0																																																																															
0	1	0																																																																															
1	0	0																																																																															
1	1	1																																																																															
入力	出力																																																																																
A	B	F1	F																																																																														
0	0																																																																																
0	1																																																																																
1	0																																																																																
1	1																																																																																
入力	出力																																																																																
A	B	F1	F2	F																																																																													
0	0																																																																																
0	1																																																																																
1	0																																																																																
1	1																																																																																
2 OR (論理和) 真理値表 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table> 図記号  $F = A + B$		入力	出力	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F1</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>		入力	出力	A	B	F1	F	0	0			0	1			1	0			1	1			 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th><th>F4</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		入力	出力	A	B	F1	F2	F3	F4	F	0	0						0	1						1	0						1	1					
入力	出力																																																																																
A	B	F																																																																															
0	0	0																																																																															
0	1	1																																																																															
1	0	1																																																																															
1	1	1																																																																															
入力	出力																																																																																
A	B	F1	F																																																																														
0	0																																																																																
0	1																																																																																
1	0																																																																																
1	1																																																																																
入力	出力																																																																																
A	B	F1	F2	F3	F4	F																																																																											
0	0																																																																																
0	1																																																																																
1	0																																																																																
1	1																																																																																
3 NOT (否定) 真理値表 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table> 図記号  $F = \bar{A}$		入力	出力	A	F	0	1	1	0	 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> </table>		入力	出力	A	F	0		1		 <table border="1"> <tr><th>入力</th><th>出力</th></tr> <tr><th>A</th><th>F</th></tr> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> </table>		入力	出力	A	F	0		1																																																					
入力	出力																																																																																
A	F																																																																																
0	1																																																																																
1	0																																																																																
入力	出力																																																																																
A	F																																																																																
0																																																																																	
1																																																																																	
入力	出力																																																																																
A	F																																																																																
0																																																																																	
1																																																																																	

図13 基本的論理回路の学習をまとめたワークシート

(イ) ブレッドボードとデジタル I C等の電子部品の使用法

発想した論理回路を実験で確かめるためには、デジタル I Cやブレッドボードの使用法を習得しなければならない。また、スイッチ、LED、抵抗といった電子部品の取扱いについても習得しなければならない。そこで、ブレッドボードの構造、デジタル I Cの構造と端子、電子部品の極性と接続について整理したワークシートを作成した(図14)。また、簡単な論理回路の組合せもまとめた。論理回路の入出力ばかりでなく、少し複雑になった回路図の一部分を考えるようにして、構成されている論理素子の入出力を考えられるように工夫した(図14の拡大図中の破線部分)。

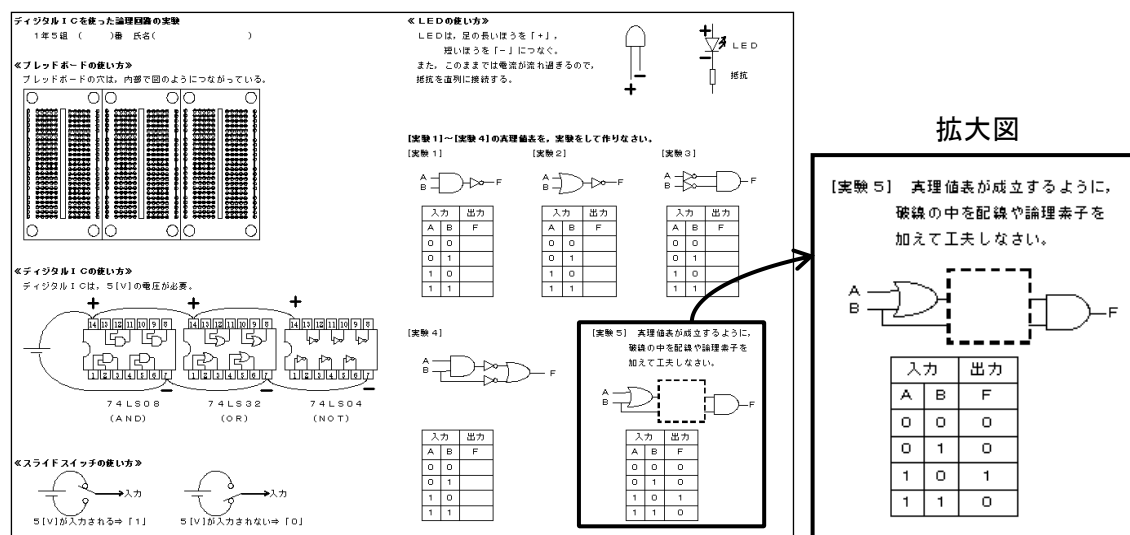


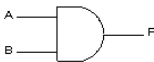
図14 ブレッドボードとデジタル I C等の使用法をまとめたワークシート

(ウ) AND、ORとNOTの簡単な組合せのまとめ

回路図を考える際、AND、OR、NOTの組合せをどのように使うかが鍵となる。そこで、ANDとORのそれぞれで二つの入力と一つの出力に着目して、NOTが配置できるパターンを全てまとめワークシートを作成した(図15)。

このワークシートは、アイディア創出の際に用いるばかりでなく、基本的論理回路の組合せの確認や復習にも用いる。生徒の柔軟な発想力を促し、新しい回路図を創り出す際の参考になると考える。

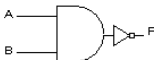
AND、ORとNOTの簡単な組み合わせ



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



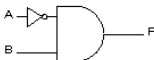
A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



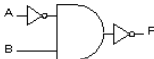
A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



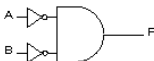
A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



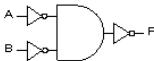
A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



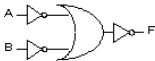
A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

図15 AND、ORとNOTの簡単な組合せを整理したワークシート

4 検証授業

(1) 検証授業 I

ア 概要

主題に関する基本的な考え方にに基づき、学習指導の在り方を検証するために、二週に渡って各3時間、計6時間の授業を実施した。

科目	工業技術基礎（実教出版）	対象	本校 1年5組 40人
一週目	二週目に論理回路を学習課題としたアイデア創出を行うための準備をする。		
	1／6	知的財産とアイデア創出 知的財産とアイデアの発想法について学び、知的財産権について理解し、アイデアを生み出す手法を身に付ける。	
	2／6	論理回路の基礎・基本 基本的論理回路を学び、簡単な回路製作法を身に付ける。	
	3／6	ブレッドボードとデジタルＩＣの使用方法 デジタルＩＣの使い方を学び、紙上で考えた回路図がブレッドボードに製作できることを、実験を通して身に付ける。	
二週目	一週目で学習した知識や技術を用いて、新規のアイデア創出を行う。		
	4／6 ～	論理回路を学習課題としたアイデア創出 個人または班で発想した論理回路をブレッドボードで実験する。また	
	6／6	実際に基板製作をすることでものづくりに生かす。	

イ 一週目の授業

二週目に論理回路を学習課題にしたアイデア創出をするために、アイデア創出の手法のブレインストーミングとKJ法を使って下記(エ)に示すアイデア創出の学習をした。また、基本的論理回路について学習した上で、ブレッドボードの構造や使用方法を学びデジタルIC等の電子部品による論理回路の組み立て実習も行った。

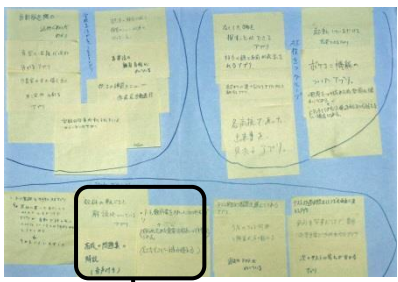
(ア) 学習課題 知的財産とアイデア創出

(イ) 目 標 知的財産とアイデア創出の手法について学び、知的財産について理解し、アイデアを生み出す手法を身に付ける。

(ウ) 準 備 教科書、筆記用具、パーソナルコンピュータ、プロジェクタ、書画カメラ、ワークシート、付箋紙、広幅用紙

(エ) 授業の実際（1 / 6）

段階	時間	学習活動	指導上の留意点
導入	5分	・ 知的財産とアイデア創出の学習であることを確認する。	・ スライド教材を使い説明する。
展開	40分	1 知的財産と知的財産権の理解	日常生活の商品等を示し、知的財産と知的財産権を説明する。 
		2 アイデア発想の手法の理解 - ブレインストーミング 【ブレインストーミングの4原則】 ① 批判禁止 ② 自由奔放 ③ 質より量 ④ 応用自由 - KJ法 3 学習課題の理解 - 学習課題「高校生活に役立つアプリの開発」 4 個人の発想 ・ ブレインストーミングの4原則のうち、「自由奔放」と「質より量」を取り入れ、高校生活において、困っていること、改善したいこと、便利にしたいこと等を思い付くままに付箋紙に記入する。	アイデア創出の手法は、ブレインストーミングとKJ法を用いる。  

		5 班での発想 - 付箋紙を広幅用紙に貼る。 - 司会者と記録係を決める。 - ブレインストーミングの4原則のうち、「応用自由」を特に重視して取り入れ、各々が出した付箋紙を読んで、新たな発想を付箋紙に記入する。 - KJ法の手法を取り入れ、班の意見やアイデアをまとめていく。次の①～④を進めながらも、更により良い意見やアイデアがあったら出し、話し合う。 ① 同じような内容の付箋紙をグループ化させる。 ② それぞれのグループを曲線で囲み、タイトルを付ける。 ③ グループ間の関係が分かるように、図解する。 ④ 班の意見やアイデアをまとめる。 6 発表 - 班でまとめたアイデアを発表する。	 教科の平元ごとに 解説がいろいろあり アツク 高校の問題集の解説 (自分から重要な語句をいって覚えさせる) (スライド投影機が使える)
まとめ	5分	1 まとめ アイデア創出の手法を用いることで、多くのアイデアが出たことを確認する。	知的財産、知的財産権、アイデア創出の学習であったことを確認させる。

ウ 二週目の授業

一週目は身近な課題について、ブレインストーミングとKJ法を用いて課題解決し、アイデア創出を体験した。二週目は教科書の学習内容を生徒の柔軟な発想力で課題解決し理解を深めるために工夫したアイデア創出の手法を取り入れる。しかし、教科書の学習内容に単にブレインストーミングやKJ法を用いても、生徒の柔軟な発想力は生じないと考えた。

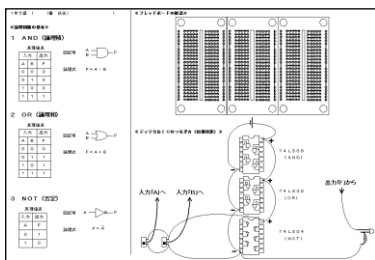
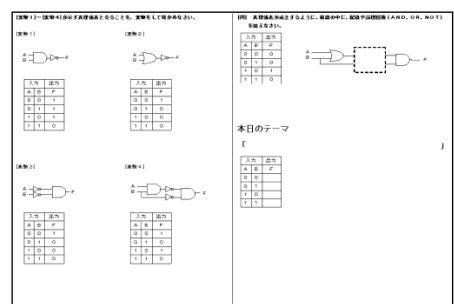
アイデア創出は他の事例等から刺激を受けて、それをヒントに応用させることが多い。他と似ている点を比較させる類比で、連想をさせようとするアイデア創出の手法にNM法がある。そこで、ブレインストーミングやKJ法だけでなくNM法を取り入れ、教科書の学習内容の課題解決を取り組みやすくした。

(ア) 学習課題 基本的論理回路の組合せによる論理回路の発想

(イ) 目 標 実験を通して、個人又は班で発想した論理回路をデジタルICで表現できる。

(ウ) 準 備 教科書、筆記用具、パーソナルコンピュータ、プロジェクタ、書画カメラ、ワークシート、付箋紙、広幅用紙、ブレッドボード、デジタルIC、スライドスイッチ、LED、抵抗、ジャンパーワイヤ、電源等

(エ) 授業の実際

段階	時間	学習活動	指導上の留意点
導入	5分	- AND, OR, NOTを使った、新規の論理回路の発想であることを理解する。 - デジタルICを使って、発想した回路を製作することを理解する。	- 基本的論理回路の組合せで、新規の論理回路を発想することを説明する。 - デジタルICを使って、発想した回路を製作することを説明する。
展開	135分	1 前回の復習 - 基本的論理回路 (AND, OR, NOT) - ブレッドボードやデジタルICの使用方法 	ワークシートを用いて復習させる。 

まとめ	10分	2	学習課題を理解	【学習課題】 「真理値表が成り立つように、論理回路図を発想しなさい。」 <table><tr><th colspan="3">真理値表</th></tr><tr><th>入力</th><th colspan="2">出力</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	真理値表			入力	出力		A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	- 基本的論理回路の組合せで、論理回路を発想することを説明する。 - アイデア創出の手法は、ブレインストーミング、K J 法、NM法であることを、スライド教材を用いて説明する。 - 必要に応じて、ブレッドボードで実験してもよいことを説明する。 - 付箋紙には、何でも記入してよいことを説明する。 
		真理値表																								
		入力	出力																							
		A	B	F																						
		0	0	0																						
0	1	1																								
1	0	1																								
1	1	0																								
3	個人の発想	ブレインストーミングの4原則である「批判禁止」「自由奔放」「質より量」「応用自由」のうち、「自由奔放」「質より量」を用いて、考え付くことを何でも付箋紙に記入する。 	- 下記に留意して、場に応じた指導を行い、生徒の発想を促す。 - 他人の発想や着眼点から、新たな発想ができないか。 - 分岐による工夫があるのではないか。 - 固定概念に捉われていないか。 - AND, OR, NOTの使い方、配置方法は他にないか。 - どこで、考えが行き詰ったか。 - どのような要素が欲しいか。 																							
4	班での発想	各自のアイデアや意見を記入した付箋紙を広幅用紙に貼り、見せ合う。 K J 法とNM法を取り入れた①～⑧の手法を使い、課題解決を図る。 ① 関連・類似する付箋紙をグループ化する。【K J 法、NM法】 ② グループ化により鮮明になった問題点をまとめ、キーワード (KW : Key Word) を決める。【NM法、K J 法】 ③ KWについて類比を発想する。 (QA : Question Analogy) 【NM法】 ④ 類比したことの背景を探る。 (QB : Question Background) 【NM法】 ⑤ QAとQBを結び付けて発想する。 (QC : Question Conception) 【NM法】 ⑥ QCを論理回路で表す。【NM法】 ⑦ グループ間の共通点などを考え、回路図を創る。【K J 法】 ⑧ QCを使って解決案にまとめる。【NM法】																								
5	発表	班で完成させた論理回路を発表する。その際、工夫した点等も発表する。また、デジタル I C で製作したブレッドボードも全員に示す。																								
まとめ	10分	1 まとめ - 論理回路の理解が深まったことを確認する。 - 個人より班での発想が、よりよいアイデアが出ることを確認する。	- アイデア創出の手法を用いた論理回路の発想であることを確認させる。 - 個人より班で発想した方が、アイデアが出やすかったことを確認させる。																							

(2) 検証授業Ⅰの分析と考察

実態調査でブレインストーミング、K J 法といったアイデア創出の手法を知らない生徒がほとんどだった。そこで、一週目に、生徒の興味・関心が高いスマートフォンに関連した学習課題で、ブレインストーミングやK J 法の手法を体験させた。二週目はNM法を用いて論理回路を学習課題とするアイデア創出を行った。教科書の学習内容であっても発想が連鎖するように、ブレインストーミング、K J 法に加えてNM法を取り入れた。

最終的には、教師が予想していた論理回路図（図16）以外の論理回路図の創出（図17）と製作ができた（写真3）。また、正解の論理回路図を創り出すことができなかった班も、多くの論理回路図を創り出して、アイデア創出の手法を用いたことにより、より豊かな論理回路図を創り出そうとする姿勢が見られた。

また、生徒は班での話し合いにおいて、創出したアイデアが実際の製品となったことを仮定し、知的財産権の話題にまで至っていた。このことは知的財産や知的財産権について、85%の生徒が「よく理解できた」、「どちらかと言えば理解できた」と回答したことからも制度や知識の理解が深まったためだと考えられる（図18）。

検証授業Ⅰでは、アイデア創出の手法に工夫を加え学習活動に取り入れることで、生徒は柔軟な発想力で主体的に学習を進めることができ、新規の論理回路を発想した。アイデア創出の手法を取り入れることの有用性を確かめることができた。

このことは、授業後のアンケートで95%の生徒がアイデア創出の手法を「大いに役立つと思う」、「どちらかと言えば役立つと思う」と回答していることから分かる（図19）。また感想にも「楽しく取り組めた」、「もっとものづくりをしてみたい」、「ブレッドボードやプリント（ワークシート）を使いながら取り組めたことが良かった」、「友達と協力して新しい発想が生まれ、いろいろなことを試すことができて良かった」等の記述があり、実験とアイデア創出の組合せの有効性が確かめられた。しかし、課題解決まで至らない班があり、付箋紙の数が少なかったりアイデアが出てても連想できなかったりしていた。

また、論理回路を「よく理解できた」、「どちらかと言えば理解できた」と回答した生徒が66%にとどまった（図20）。このことを示すようにアンケートの感想に「論理回路は難しかった」、「もうちょっと基礎を学べたらと思いました」等の記述があり、基本的論理回路のしっかりとした定着に課題が残ったことを示していると考えられる。以下に検証授業Ⅰの課題をまとめる。

- 【課題1】アイデアの量を増やす（アイデアの質を高めるねらい）。
- 【課題2】基本的論理回路を定着させる。

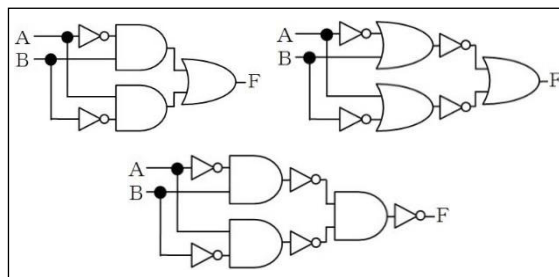


図16 教師が予想していた論理回路図

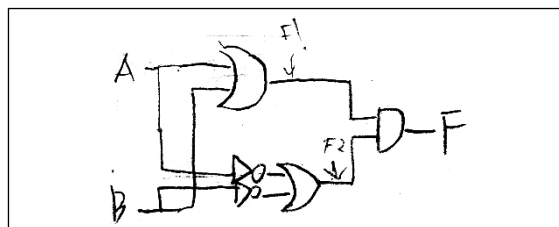


図17 生徒が発想した論理回路図

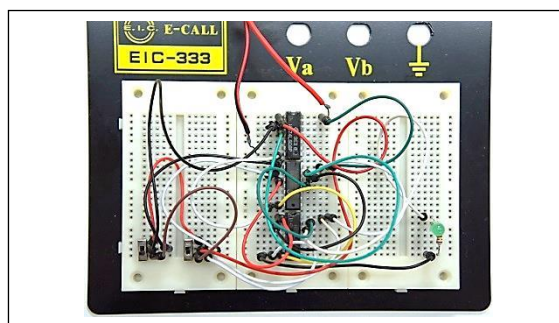


写真3 製作したブレッドボード

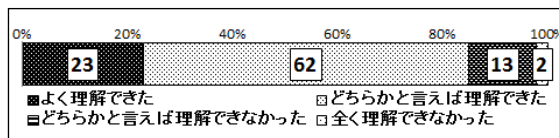


図18 知的財産や知的財産権について

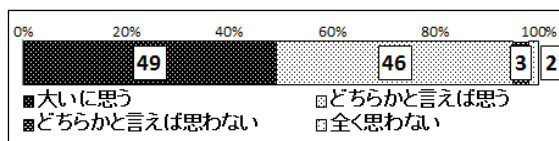


図19 アイデア創出の手法の有用性

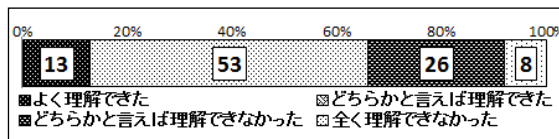


図20 論理回路の理解について

検証授業Ⅱは、やや発展的な論理回路であるリセットセットフリップフロップ（以下、RS-FFという）を学習課題として、ものづくりを見越したアイデア創出を行う。RS-FFの学習内容が加わったことで学習内容がより専門性を増し、更にアイデアが出にくくなると予想される。基礎的論理回路の定着を徹底させるような学習活動の整理と工夫が必要である。そして、生徒が身に付けた知識や技術を駆使し柔軟な発想力で学習課題の解決ができるように、アイデアの量を増やせるようなアイデア創出の手法の工夫が必要である。

(3) 検証授業Ⅱ

ア 概要

1 学年は検証授業Ⅰにおいて、基本的論理回路を身に付けアイデアの創出を行った。検証授業Ⅱは、新たな論理回路に関する学習内容においても生徒が柔軟な発想力で新たなアイデアを創出することをねらいとして、検証授業Ⅰを実施した学級で下記の授業を計画した。

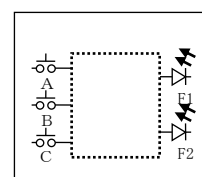
また、様々な論理回路に関する科目を学習している3 学年の座学の科目にアイデア創出の手法を取り入れ、アイデア創出の手法の在り方を検証する。

科目	工業技術基礎（実教出版）	対象	本校 1 年 5 組 40 人
一 学 年	全 3 時間	基本的論理回路を一学期に学習した。フリップフロップを新たに学習し、発展的な学習課題となる「早押しスイッチ回路」でアイデアの創出を行い、フリップフロップについて、理解を深める。	
科目	ハードウェア技術（実教出版）	対象	本校 情報技術系 3 年 40 人
三 学 年	全 4 時間	コンピュータ制御の学習にも、基本的論理回路とフリップフロップに関する知識が必要である。そこで、基本的論理回路とフリップフロップで新たな論理回路をアイデア創出し、フリップフロップへの理解を深め、コンピュータ制御の基礎・基本を定着させる。	

15 頁の【課題 1】を改善するために、学習課題を①～⑥のように箇条書きにした。一文には回路の動作が一つだけ含まれるようにし、論理回路にできる部分を明確にすることで、異なった論理回路を発想しやすくなるように工夫した。また、基本的論理回路について振り返ることができるようにワークシートを準備した（18 頁図 23）。ワークシートを解くことで、生徒は理解したことを確認しながら学習を進めることができるため、【課題 2】の改善ができると考える。

《一文で示した学習課題》

「3 個の押しボタンスイッチ（A，B，C）と，2 個の LED（F1，F2）がある。A を押すと F1 が点灯し続け，C を押すと F1 が消灯する。また，B を押すと F2 が点灯し続け，C を押すと F2 が消灯する。ただし，F1 が点灯しているときは，B を押しても F2 は点灯しない。また，F2 が点灯しているときは，A を押しても F1 は点灯しない。このときの論理回路図を図中の破線内に発想しなさい。」

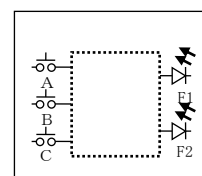


早押しスイッチ回路の発想

《箇条書きで示した学習課題》

「3 個の押しボタンスイッチ（A，B，C）と，2 個の LED（F1，F2）がある。次の①～⑥の条件を満たすように，図中の破線内に論理回路図を発想しなさい。」

- ① A を押すと F1 が点灯し続ける。
- ② C を押すと F1 が消灯する。
- ③ B を押すと F2 が点灯し続ける。
- ④ C を押すと F2 が消灯する。
- ⑤ F1 が点灯しているときは，B を押しても F2 は点灯しない。
- ⑥ F2 が点灯しているときは，A を押しても F1 は点灯しない。



早押しスイッチ回路の発想

さらに、①～⑥で発想する回路図の難易度に合わせて、下記のように工夫した。

①～④は、生徒が、比較的容易に発想ができると考えた。この段階では、最終的な論理回路図を創り出すことは考えていない。とにかく、アイディアの量を増やし、①～④のそれぞれを成り立たせる論理回路図を発想させることをねらいとしている。

《①～④の発想》

- (1) 初めに、個人の発想を行う。
 - ・ 学習課題を分析し、論理回路図を作るための文言等を付箋紙に記入する。また、論理回路図にできるところは、論理回路図も付箋紙に書く。
- (2) 各々が付箋紙を広幅用紙に貼りながら発表する（一人1分ずつ）。
- (3) お互いの発表を聞き、更に連想や結合したアイディアが出たら付箋紙に書く。【ブレインストーミング】
- (4) 班で、解決案をまとめる。【K J 法】

⑤、⑥は、比較的難易度が高い課題と設定した。アイディアの創出は、既に出されたアイディアや類似したものから連想することが多いため、他のものと類比しながら発想の連鎖を促すNM法を用いた。また、基本的論理回路の組合せとその真理値表を整理したワークシート（11頁図15）も取り入れ、生徒の類比を促し⑤と⑥の解決を図ることにした。

《⑤、⑥の発想》

- (1) 個人の発想を行う。
 - ・ 学習課題を分析し、論理回路図を作るための文言等を付箋紙に記入する。また、論理回路図にできるところは、論理回路図も付箋紙に書く。
- (2) 各々が付箋紙を広幅用紙に貼りながら発表する（一人1分ずつ）。
- (3) お互いの発表を聞き、連想や結合したアイディアが出たら付箋紙に書く。【ブレインストーミング】
- (4) 班での発想を行う。下記のア～キの手法を順番に用い、課題解決を行う。

- ア 関連・類似する付箋紙をグループ化する。【K J 法，NM法】
- イ グループに、キーワード（KW：Key Word）を付ける。【NM法】
- ・ 問題点や解決点が分かるように、見出しやタイトルを付ける。
- ウ KWを整理した上で、特徴的な現象を捉え、類比を発想する。（QA：Question Analogy）【NM法】
- エ AND、ORとNOTの簡単な組合せで、類比（QA）を発想する。【NM法】
- オ QAを論理回路図にできるように、連想や結合した新たなアイディアを出す。【ブレインストーミング】
- カ 必要に応じて、イ～エに戻る。
- キ 解決案をまとめる。【K J 法】

検証授業Ⅱは、検証授業Ⅰの学習内容に、RS-FFの学習内容を加えたため、RS-FFの実験ができるデジタルICを準備する必要がある。しかし、RS-FFのデジタルICは、製品として存在しない。そのため、RS-FFを等価回路で作らなければならない。教科書には、ANDの出力端子にNOTが接続されたNANDを用いて、次頁図21(a)のような回路図が記載されている。しかし、論理素子の数が4個となり複雑な配線となる。

ブレッドボードは、生徒一人一人が教室の机の上でも実験ができるように、A5版の用紙ほどの大きさとした。よって、出来るだけ配線が少なく済むようにしなければならない。

そこで、ORの出力端子にNOTが接続されたNORを2個使用することで、RS-FFの等価回路を作ることとした(図21(b))。また、NORのデジタルICは入手が容易で安価である。

NORのデジタルICを使うことで2個のRS-FFができた(図22)。このRS-FFを検証授業Iで使用したブレッドボードに組み込んだ。

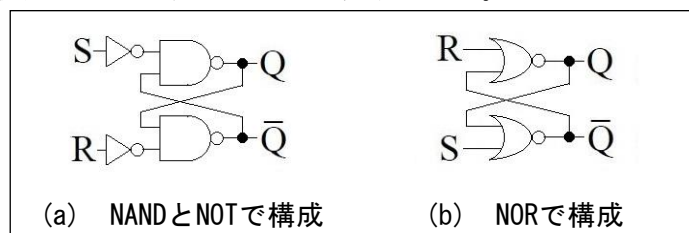


図21 RS-FFの等価回路

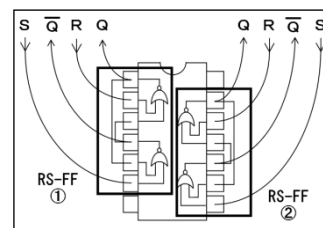


図22 NORのデジタルICに作られた2個のRS-FF

検証授業Iで発想に用いた真理値表は、排他的論理和(以下、EX-ORという)と呼ばれていることを学習した上でEX-ORの復習をした。そして、RS-FFの特徴的な現象である前出力保持を効果的に理解できるようにワークシートを工夫した(図23)。また、発想の手順をしつかりと理解させるためのワークシートも作成した(図24)。

1年5組 ()番 氏名()

「検証授業I」発想の学習

AND (論理積) OR (論理和) NOT (否定)

EX-OR (排他的論理和)

RS-FF (リセットセットフリップフロップ) の学習

【実験】押しボタンスイッチを押すと、LEDはどうなるか?

デジタルICの初期設定

図23 EX-ORの復習とRS-FFの学習をまとめたワークシート

「今日のテーマ」

下の図のように、3個の押しボタンスイッチ(A, B, C)と、2個のLED(F1, F2)がある。

次の①～④の条件を満たすように、図中の破線内に論理回路図を完成させよう。

① Aを押すとF1が点灯し続ける。

② Cを押すとF1が消灯する。

③ Bを押すとF2が点灯し続ける。

④ Cを押すとF2が消灯する。

⑤ F1が点灯している時は、Bを押してもF2は点灯しない。

⑥ F2が点灯している時は、Aを押してもF1は点灯しない。

「発想の手順」

学習事項を整理して、意見やアイデアを出してください。

(1) 個人による発想

(2) 短による発想

① 簡潔(簡潔)する付録をグループ化する。【KJ法、NM法】

② グループにキーワード(KW: Key Word)を付ける。【NM法】

③ KWを論理回路図にできることは、論理回路図にする。【NM法】

④ それぞれのKWを論理回路図に結び付けて、新たな論理回路図を作るために、課題を絞り発想を行う。【ブレインストーミング(BS)】

⑤ ④の4原則「批判をしない」「自由奔放」「量より質」「連想と結合」

⑥ 必要に応じて、④や⑤に要する。

⑦ ワークシートを基に、類似の発想。(QA: Question Analogy)【NM法】

⑧ QAを用い、④～⑤に要する。

⑨ 解決案をまとめる。【KJ法】

「IC等の入出力のまとめ」

図24 アイデア創出の手順をまとめたワークシート

イ 1 学年

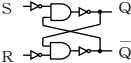
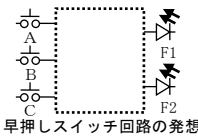
生徒が検証授業Ⅰで身に付けた基本的論理回路に、更に工夫したアイディア創出の手法を用いると、身に付けた知識や技術を駆使し柔軟な発想力で複雑な論理回路図を創り出すことを検証し、教材や指導法の在り方を明確にする。

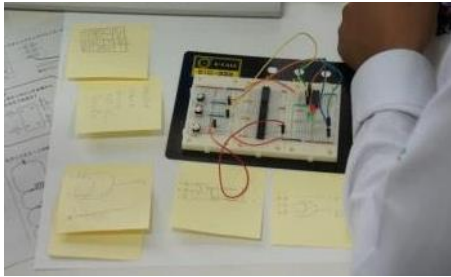
(ア) 学習課題 早押しスイッチ回路の発想

(イ) 目 標 論理回路の基礎理論を学び、それを実験により確認することで、デジタル技術の理解を深める。

(ウ) 準 備 教科書、筆記用具、パーソナルコンピュータ、プロジェクタ、書画カメラ、ワークシート、付箋紙、広幅用紙

(エ) 授業の実際

段階	時間	学習活動	指導上の留意点																												
導入	5分	- RS-FFを使った発想であることを理解する。 - 発想した論理回路で基板製作をすることを理解する。	RS-FFを用いた新規の論理回路を発想することを説明する。																												
展開Ⅰ	45分	1 復習 - 基本的論理回路 (AND, OR, NOT), EX-OR - ブレッドボードとデジタル IC の使用方法 2 RS-FFの学習 - 回路図を用いて真理値表を理解する。 - 図記号を理解する。 - ブレッドボードにRS-FFを製作し、実際に動作させる。このことにより、RS-FFの特徴である前出力保持について理解を深める。 真理値表<table><tr><th colspan="2">入力</th><th colspan="2">出力</th></tr><tr><th>S</th><th>R</th><th>Q_n</th><th>Q_{n+1}</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q_n</td><td>Q_n</td><td>←前出力保持</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>←リセット</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>←セット</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td colspan="2">禁止</td><td></td></tr></table>  回路図  図記号	入力		出力		S	R	Q _n	Q _{n+1}	0	0	Q _n	Q _n	←前出力保持	0	1	0	1	←リセット	1	0	1	0	←セット	1	1	禁止			- スライド教材を使って、論理回路は基本的論理回路の組合せであることを確認させる。 - ワークシートを使い、ブレッドボード、デジタル IC の使用方法を確認させる。 - RS-FFについて、真理値表、論理回路図を示し、理解させる。 - RS-FFの前出力保持の動作を、ブレッドボード上で視覚的に理解させる。 
入力		出力																													
S	R	Q _n	Q _{n+1}																												
0	0	Q _n	Q _n	←前出力保持																											
0	1	0	1	←リセット																											
1	0	1	0	←セット																											
1	1	禁止																													
展開Ⅱ	50分	3 学習課題の理解 早押しスイッチ回路で発想を行う。 【学習課題】 「3 個の押しボタンスイッチ (A, B, C) と、2 個の LED (F1, F2) がある。次の①～⑥の条件を満たすように、図中の破線内に論理回路図を発想しなさい。」 ① A を押すと F1 が点灯し続ける。 ② C を押すと F1 が消灯する。 ③ B を押すと F2 が点灯し続ける。 ④ C を押すと F2 が消灯する。 ⑤ F1 が点灯しているときは、B を押しても F2 は点灯しない。 ⑥ F2 が点灯しているときは、A を押しても F1 は点灯しない。  早押しスイッチ回路の発想	- RS-FFと、AND, OR, NOTで発想することを説明する。 - 付箋紙には、どんなことを記入してもよいことを説明する。  																												
		4 進行係、記録係、発表係を決める。																													

		5 ①～④の発想 ・ 下記(1)～(5)の手順で発想を行う。 (1) 初めに、個人の発想を行う。 ・ 学習課題を分析し、論理回路図を作るための文言等を付箋紙に記入する。 ・ 論理回路図にできるところは、論理回路図も付箋紙に書く。 (2) 各々が付箋紙を広幅用紙に貼りながら発表する(一人1分ずつ)。 (3) お互いの発表を聞き、更に連想や結合したアイデアが出たら付箋紙に書く。【ブレインストーミング】 (4) 班で、解決案をまとめる。【K J 法】 (5) ②～④も、(1)～(4)で解決する。 6 ⑤、⑥の発想 ・ 下記(1)～(3)の手順で発想を行う。 (1) 個人の発想を行う。 ・ 学習課題を分析し、論理回路図を作るための文言等を付箋紙に記入する。 ・ 論理回路図にできるところは、論理回路図も付箋紙に書く。 (2) 各々が付箋紙を広幅用紙に貼りながら発表する(一人1分ずつ)。 (3) お互いの発表を聞き、連想や結合したアイデアが出たら付箋紙に書く。【ブレインストーミング】 ア 関連・類似する付箋紙をグループ化する。【K J 法, NM法】 イ グループに、キーワード(KW: Key Word)を付ける。【NM法】 ・ 問題点や解決点が分かるように、見出しやタイトルを付ける。 ウ KWを整理した上で、特徴的な現象を捉え、類比を発想する。(QA: Question Analogy) 【NM法】 エ AND, ORとNOTの簡単な組合せで、類比(QA)を発想する。【NM法】 オ QAを論理回路図にできるように、連想や結合した新たなアイデアを出す。【ブレインストーミング】 カ 必要に応じて、イ～エに戻る。 キ 解決案をまとめる。【K J 法】	・ 下記に留意して、場に応じた指導を行い、生徒の発想を促す。 RS-FFと、基本論理回路(AND, OR, NOT)を組み合わせて、①～④のそれぞれで論理回路が作れるようにする。 ・ 論理回路を含んでいなくてもよい。 ・ 理想像でもよい。 ・ 否定的な意見でもよい。 ・ 他にどのような要素があったらよいか。 ・ 考えが行き詰ったことをいう。 ・ 疑問や質問でもよい。  ⑤と⑥では、多くのアイデアが出て、課題解決に近付かないことが予想される。そこで、下記に留意し、論理回路図を具体化される。 ・ アでは、付箋紙の関係が細かくなるように、ベン図や矢印を使う。 ・ イでは、論理回路と結び付くように、KWを決める。 ・ ウでは、再度、初めの実験を思い出し、RS-FFの特徴を整理させる。 ・ エでは、ワークシートを解くことで、類似した現象を探り、発想を促す。 ・ オでは、論理回路図を発想する。また、論理回路図に表わすことができない場合は、必要な課題を明らかにする。
展開Ⅲ	40分	7 発想した論理回路図をブレッドボード上に試作し、動作を確認 8 はんだを用いて基板製作 9 発想した論理回路図と製作した基板の発表 10 各班の発表を聞き、各自の反省	・ ブレッドボード上に製作させ、動作確認させる。 ・ はんだの扱いを注意し、製作させる。 ・ 発表は、見やすく、分かりやすくさせる。 ・ 他の班のアイデアから、発想の連鎖が生まれるように、意見交換させる。
まとめ	10分	1 まとめ ・ 論理回路を理解したことを確認する。 ・ 個人より班での発想が、より良いアイデアが出やすいことを確認する。	・ 基本的論理回路を用いることで、新たな回路を創り出すことができたことを確認させる。 ・ 工夫されたアイデア創出の手法を用いたことで、多くのアイデアによる課題解決ができたことを確認させる。

ウ 3 学年

3 学年は様々な論理回路に関する科目を学習している。3 学年の学習活動にアイデア創出の手法を用いることで、生徒は更に柔軟な発想力で様々なアイデアを創り出すのではないかと考え授業を計画した。また、3 学年で計画した授業は座学の科目である。座学の科目におけるアイデア創出の手法の在り方も検証した。実習の科目と座学の科目でアイデア創出の手法の有効性を比較するために、1 学年では発展的な学習内容として用いた「早押しスイッチ回路」を、ここではハードウェア技術の学習内容として授業を行った。

(ア) 学習課題 インタフェースの回路図の発想

(イ) 目 標 コンピュータ制御に用いられる制御用コンピュータ、アクチュエータやセンサ等の外部機器、これらとコンピュータの間を接続するインタフェースについて学習し、実例を通してコンピュータ制御技術について学ぶ。

(ウ) 準 備 教科書、筆記用具、パーソナルコンピュータ、プロジェクタ、書画カメラ、ワークシート、付箋紙、広幅用紙

(エ) 授業の実際

段階	時間	学習活動	指導上の留意点 (☆は評価を表す)
導入	5 分	- インタフェースの実例を用いて、インタフェースの動作を復習する。 - インタフェースを構成する基本的論理回路と RS-FF を使った論理回路図の発想であることを理解する。	- インタフェースを構成する回路は、基本的論理回路とフリップフロップであることを説明する。 - アイデア創出の手法を用いて、論理回路図を発想することを説明する。
展開	40 分	- 復習 - インタフェースの回路図 - RS-FF - ブレッドボードとデジタル IC の使用方法 - 学習課題の理解 - インタフェースの回路を構成している基本的論理回路と RS-FF を使った学習課題で発想をすることを理解する。 【学習課題】 「3 個の押しボタンスイッチ (A, B, C) と、2 個の LED (F1, F2) がある。次の①～⑥の条件を満たすように、図中の破線内に論理回路図を発想しなさい。」 ① A を押すと F1 が点灯し続ける。 ② C を押すと F1 が消灯する。 	スライド教材を使って、インタフェースの回路の動作を確認させる。

この基本的論理回路と RS-FF に関する学習課題は、1 学年では論理回路の発展的な内容の「早押しスイッチ回路」の実習とした。3 学年では座学の科目の内容として取り扱った。以下、1 学年の授業と同じ内容とした。

まとめ	5 分	- まとめ - インタフェースを理解したことを確認する。 - 個人より班での発想が、よりよいアイデアが出やすいことを確認する。	- インタフェースを構成する基本的論理回路と RS-FF について確認させる。 - 工夫されたアイデア創出の手法を用いたことで、多くのアイデアによる課題解決ができたことを確認させる。
-----	-----	---	--

(4) 検証授業Ⅱの分析と考察

ア 1 学年

①～④は比較的容易な論理回路ではあるが、柔軟な発想力でアイデアの量を増やすための手立てとして、表 3 のような場に応じた指導を行った。

表 3 ①～④の発想の際に行った場に応じた指導

- 論理回路を含んでいなくてもよい。 - 他にどのような要素があったらよい。 - 考えが行き詰ったところを表明してよい。	- 理想像でもよい。 - 否定的な意見でもよい。 - 疑問や質問でもよい。
--	---

これらの指導により、生徒は一つ一つの現象を捉えやすくなり、これまでに身に付けた学習内容で課題解決し多くのアイディアで論理回路図を創り出すことができた（図25）。

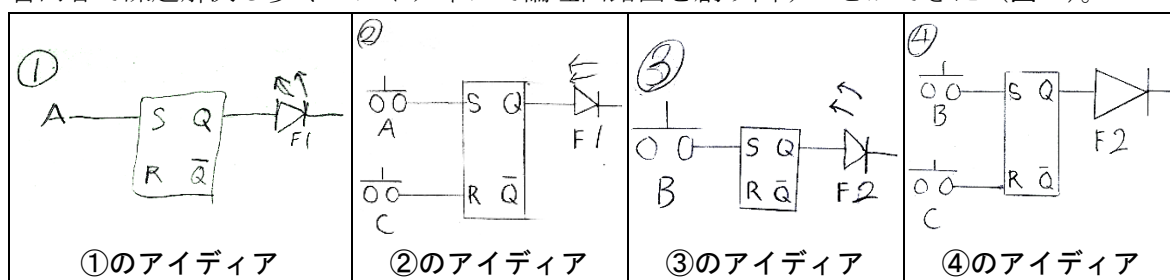


図25 解決された①～④の論理回路図

検証授業後のアンケートで、生徒は具体的に論理回路図を考えさせる「他にどのような要素があったらよいか」等の指導よりも、論理回路図そのものを考えさせない「理想像でもよい」、「疑問や質問でもよい」等の指導がよかったと回答した（図26）。このことは、生徒がイメージや直感で意見や多くのアイディアを出すことができたためだと考えられる。その結果としてアイディアの量を増やすことができ課題解決に近づけたと考える。またアンケートの感想に「段階を踏んで少しずつ次の行程に進んだため取り組みやすかった」、「論理回路を少しずつ組み立てていくことが楽しかった」の記述があった。

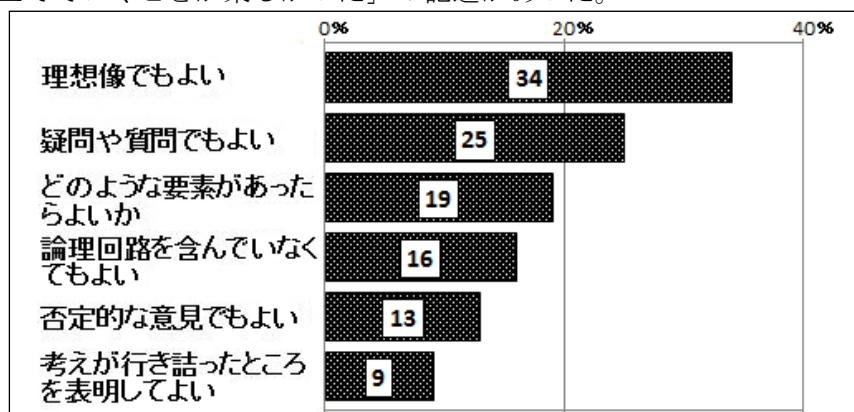


図26 ①～④の発想で生徒が有効と捉えた場に応じた指導

⑤、⑥の発想は難易度が高くアイディア創出が難しくなるため、ブレインストーミング、NM法、K J法を組み合わせるアイディア創出の手法を工夫した（表3）。また、生徒の柔軟な発想力を促し、アイディアの量を増やすための手立てとして場に応じた指導を行った。

表3 ⑤、⑥の発想に用いたアイディア創出の手法と場に応じた指導

	アイディア創出の手法の工夫	場に応じた机間指導
ア	関連・類似する付箋紙をグループ化する。【K J法、NM法】	付箋紙の関係が細くなるように、ベン図や矢印を使う。
イ	グループに、キーワード（KW：Key Word）を付ける。【NM法】	論理回路と結び付くように、KWを決める。問題点や解決点に分かるように、見出しやタイトルを付ける。
ウ	KWを整理した上で、特徴的な現象を捉え、類比を発想する。（QA：Question Analogy）【NM法】	再度、初めの実験を思い出し、RS-FFの特徴を整理させる。
エ	AND、ORとNOTの簡単な組合せで、類比（QA）を発想する。【NM法】	ワークシートを解くことで、類似した現象を探り、発想を促す。
オ	QAを論理回路図にできるように、連想や結合した新たなアイディアを出す。【ブレインストーミング】	論理回路図を発想する。また、論理回路図に表わすことができない場合は、必要な課題を明らかにする。
カ	必要に応じて、イ～エに戻る。	
キ	解決案をまとめる。【K J法】	

難易度の高い⑤、⑥を課題解決した班は、柔軟な発想力でアイディア創出と実験を繰り返していた。失敗を重ねるうちに⑤が成り立つように②と④のアイディアを結合させ、図27のようにRS-FFの出力特性を利用したアイディアを創出していた。⑤の課題と⑥の課題は同じ動作なので、⑤が課題解決されると⑥の課題解決は容易である。よって最終的な課題解決に至った（図28）。

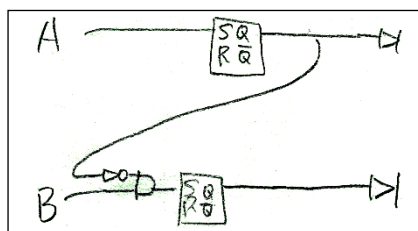


図27 ⑤が解決された回路図

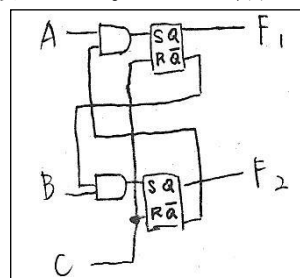


図28 全てが解決された回路図

課題解決においては、アンケートで半数近くの生徒が付箋紙のグループ化に効果があったと回答した（図29）。このことは、個人で創出したアイディアをまとめる作業を通して、他人の様々なアイディアを見ることで、アイディア創出の連鎖が生じたのではないかと考える。

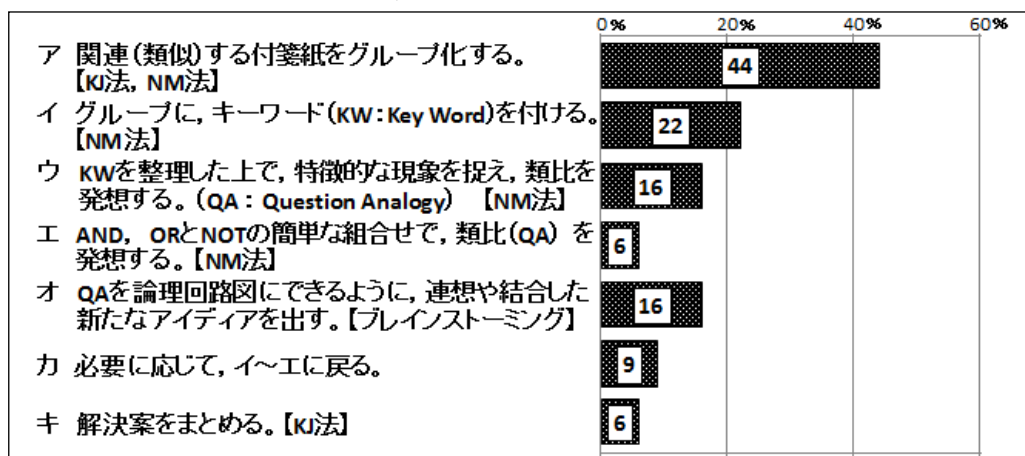


図29 アイディア創出の手法の工夫とその効果（1学年）

一方で⑤、⑥の課題解決に至らない班があった。しかし、アンケートで、「検証授業を通して発想が豊かになったと思うか」という問いに、80%を超える生徒が「大いに思う」、「どちらかと言えば思う」と回答した（図30）。このことは、たくさんのアイディアを実験で確認する生徒の姿が多く見られたことから、最終的な課題解決に至らなくても、たくさんのアイディアを出すことができていたためだと考える。

また、「アイディア創出の手法を用いてものづくりをしたいか」という問いに、約80%の生徒が、「大いに思う」、「どちらかと言えば思う」と回答した（図31）。このことは、生徒が積極的にアイディア創出したいことの

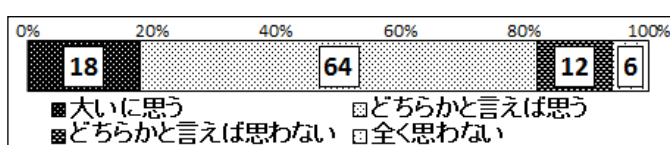


図30 発想力が豊かになったか

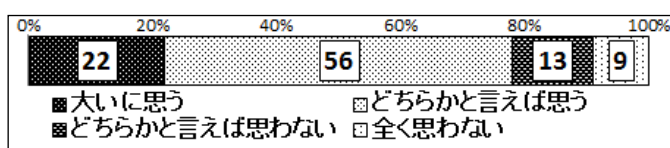


図31 アイディア創出の手法を用いてものづくりをしたいか

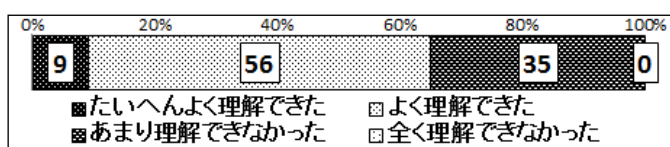


図32 論理回路が理解できたか

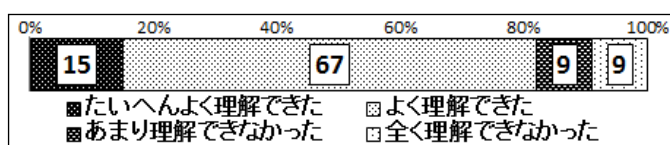


図33 アイディア創出の仕方を理解できたか

表れだと考える。

そして、60%を超える生徒は、論理回路について「たいへんよく理解できた」、「よく理解できた」と回答した（図32）。さらにアイデア創出の仕方を、80%を超える生徒が「たいへんよく理解できた」、「よく理解できた」と回答した（図33）。初めて取り組んだアイデア創出への興味・関心を高めることができたと考える。

以上のことより、今後ともアイデア創出の手法を取り入れた指導法を工夫して、生徒に柔軟な発想力に基づく多様な考え方を身に付けさせることで、意見やアイデアを出し合いながら生徒が課題を解決できる積極的な態度の育成が期待できる。そして将来社会に出てからも、得られた知識と技術の深化、総合化を図ることができるようになり、更には新たな工業製品を創り出し、今後のものづくり立国を支える人材となるのではないかと期待する。

イ 3 学年

検証授業Ⅱでは、論理回路に関する様々な科目を学習している3学年の座学の科目「ハードウェア技術」の単元「コンピュータ制御」に、アイデア創出の手法を取り入れ、創出されるアイデアにどのような違いが表れるかを検証した。

3学年は様々なアイデアを創出し課題解決ができた。さらに、創出した論理回路図は様々で、教師が事前に予想していた論理回路図（図34）以外の論理回路図も多くあった（図35）。また発想した論理回路図を、実際にはんだを用いて基板の製作ができた（写真4）。

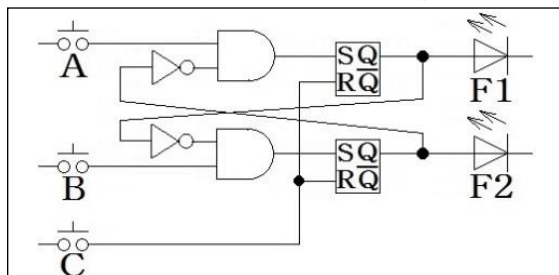


図34 予想していた論理回路図

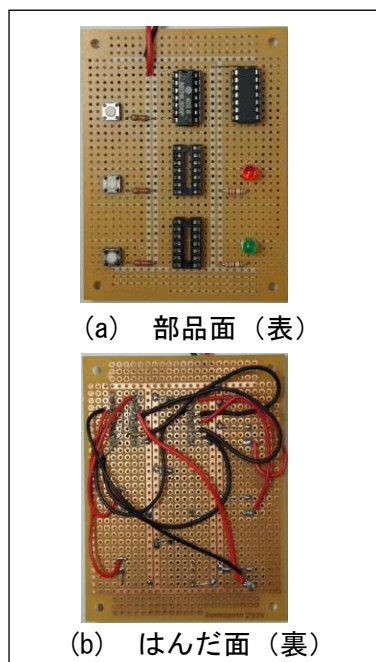


写真4 はんだを用いて製作した基板

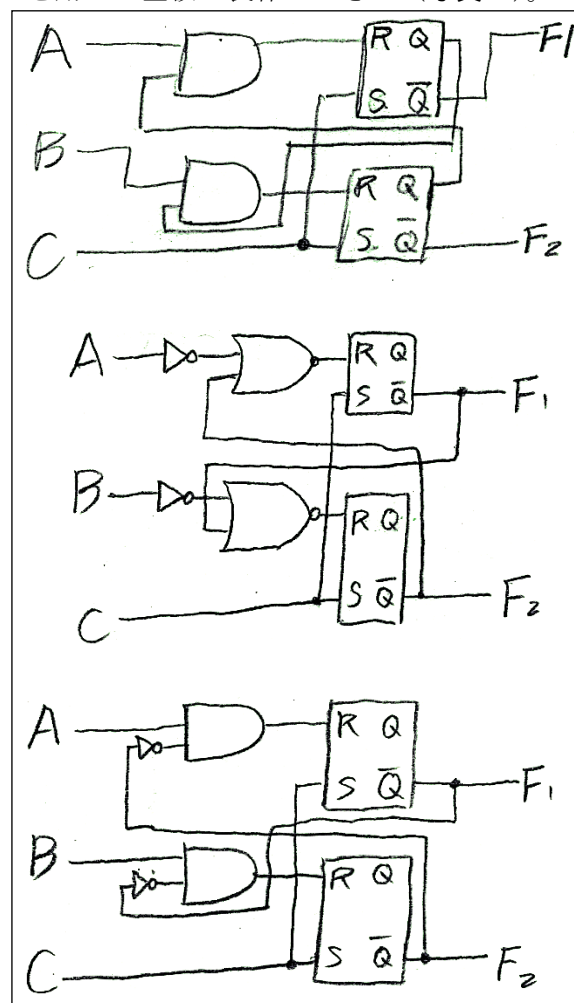


図35 生徒が発想した論理回路図

3学年の授業においても、1学年と同じ内容のアンケートを実施した（次頁図36）。班での発想の際、3学年が有効だと感じたアイデア創出の手法は、「付箋紙のグループ化」の他に「類比を論理回路図にできるように、連想や結合した新たなアイデアを出す」があっ

た。3 学年は、論理回路に関する様々な科目を学習しているため、AND、OR、NOTを組み合わせないことには、課題解決できないことを体得している。そのため、AND、OR、NOTの簡単な組合せをまとめたワークシートを有効に活用して、柔軟な発想力で様々な論理回路図を創り出すことができたと考えられる。

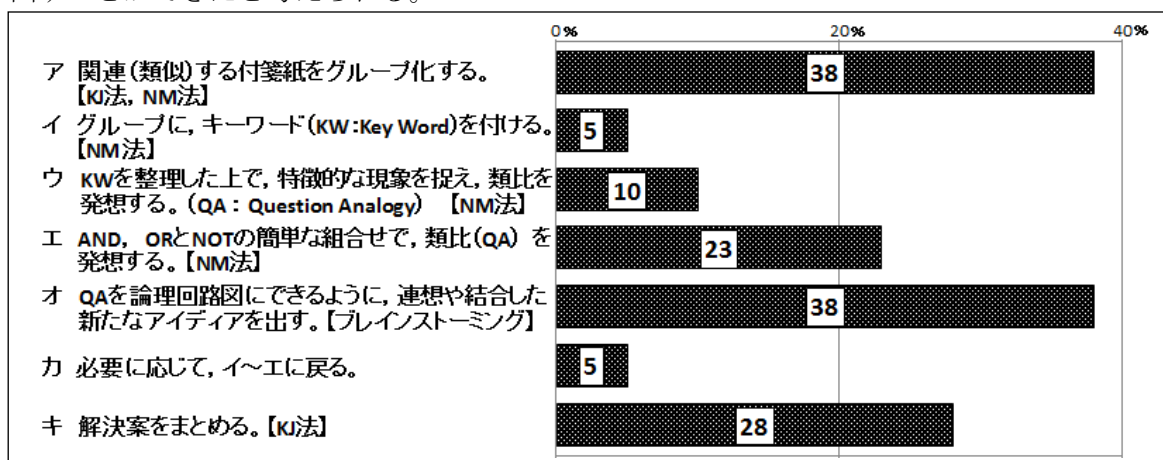


図36 アイディア創出の手法の工夫とその効果（3 学年）

また、アンケートの感想には、「アイデアを出し合ったり、自分では『こうかな』と論理回路を組み立てていくのが楽しかった」、「皆で意見を出し合い試行錯誤する中で、自分の考えたことよりも良い案が出たりして、非常に面白く、間違いを見つけるのにすごく役立った」、「他の人と意見を交わすと、ちょっとした疑問が正解への近道になることが面白かった」等の記述があった。生徒は、様々なアイデアを創出するために、基本的論理回路を使いこなし、柔軟な発想力を駆使して、課題に対して複数の解決をした。アイデア創出の手法が効果的に働いたと言える。

また、3 学年では、座学の科目にアイデア創出の手法を取り入れた。実習の科目と違い、50分の授業に取り入れるには更に工夫が必要である。学習課題を箇条書きで表したり、アイデア創出の手法を工夫したり、ワークシートを工夫することで、生徒は学習課題を捉えやすくなり、それまでに身に付けた知識や技術で学習課題を解決することができた。

アイデア創出の手法を授業に取り入れる際には、前時の復習に用いたり演習問題を解決する際に用いたりして、短時間でできる内容とすることもできる。工夫次第で、実習の科目と座学の科目を区別することなく取り入れることができると考える。

アイデア創出に、ブレッドボードを用いた実験を取り入れた。生徒の75%が、「作ることが楽しかった」と感じ、55%が、「発想した回路が正しいのかを確かめるのに有効だった」と思っていた（図37）。

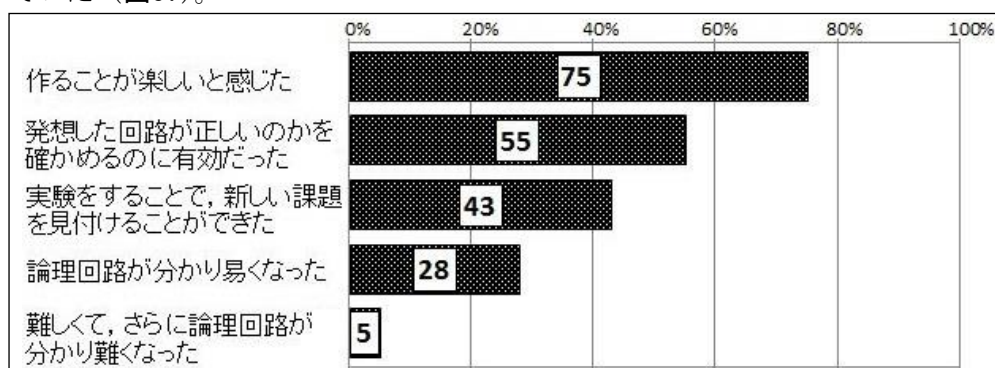


図37 ブレッドボードを用いた学習活動について

ブレッドボードによる繰り返し行った実験は、回路を組み立てる楽しさばかりでなく、発想した論理回路図が正しいのかを確認するとともに、アイデア創出と実験の繰り返しによ

り、新たなアイデアを連想しやすくなる効果が認められた。今回準備したブレットボードは小型であり、机上で十分作業ができる大きさである。そのため、理論学習の際に教室で用いることが可能であった。

論理回路について、「たいへんよく理解できた」、「よく理解できた」と回答した3学年が76%に達した(図38)。しかし、アンケートには

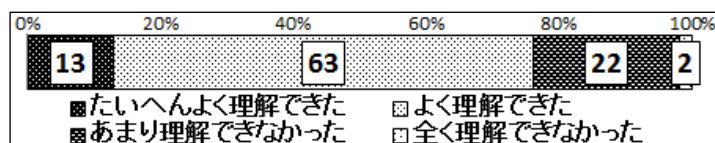


図38 論理回路が理解できたか

「論理回路に対してアイデアが思い付かないのは学力不足だったと思う」等の記述があった。これは論理回路に苦手意識をもっている生徒がいたためだと思われる。今後、そのような生徒に、興味・関心をもたせ、基本的論理回路が身に付くようなアイデア創出の手法の工夫をしていく必要がある。

IV 研究のまとめ

1 研究の成果

- (1) 学習活動にアイデア創出の手法を取り入れることが、生徒に主体的に学習を進めさせ、柔軟な発想をしようとする態度を身に付けさせ、創造的な考え方や態度の育成に有効に働いた。
- (2) アイデア創出の手法を工夫して学習活動に取り入れると、アイデアの量を増やすことができた。また、アイデアの連想が生じやすくなり、多様な課題解決ができた。

2 今後の課題

- (1) 教師による支援がなくても、自ら考え課題を解決する態度を育成できるような学習指導の在り方について、更に研究する必要がある。
- (2) 学習内容の基礎・基本を確実に身に付けさせるアイデア創出の手法の工夫が必要である。
- (3) LHRや学校行事等の教科活動以外の活動においても取り入れられるような、アイデア創出の手法について研究する。

〈参考文献〉

- 文部科学省 『高等学校学習指導要領解説工業編』 平成22年 文部科学省
- 特許庁企画 『産業財産権指導カリキュラムと
指導マニュアル』 平成24年 工業所有権情報・研修館
- 星野 匡 『発想法入門』 平成元年 日本経済新聞出版社
- 川喜田 二郎 『発想法』 昭和42年 中公新書
- 川喜田 二郎 『続・発想法』 昭和45年 中公新書
- 中山 正和 『NM法のすべて』 昭和52年 産業能率大学出版

長期研修者〔 嶽 崎 明 夫 〕

担 当 所 員〔 田 中 耕一郎 〕

【研究の概要】

本研究は、課題に対して、生徒が自ら考え、探究して解決できるような、創造的な考え方や態度の育成を目指し、柔軟な発想力を身に付けられるように、アイデア創出の手法を取り入れた学習指導の在り方を明確にしたものである。

具体的には、実習の科目「工業技術基礎」と理論的な学習の科目「ハードウェア技術」の論理回路の単元に、工夫したアイデア創出の手法を取り入れた。そして、創出したアイデアの有効性を確認するために実験や試作を取り入れ、活発なアイデア創出を促す学習活動の検証を行った。

このことから、生徒の論理回路への興味・関心が高まり、主体的に学習を進め、柔軟な発想をしようとする態度が身に付いた。また、実習の科目ばかりでなく、教室での授業の科目においても、アイデア創出の手法が有効に働くことが明らかになった。

【担当所員の所見】

本研究は、今後のものづくり立国を支える人材として、生徒に柔軟な発想力を身に付けさせ、豊かな創造性を育むことを目標にした。そのために、工業科の科目の理論学習と実習において、アイデア創出の手法を取り入れた効果的な指導法の在り方について、研究したことに大きな意義がある。

研究成果として示した、複数のアイデア創出法の組合せ方や段階を踏んだ学習活動、また、実験や試作を伴ったアイデア創出の工夫は、工業系学科の他の専門分野の授業においても十分参考となる取組である。

さらに、本研究の成果は、授業において、生徒の工業技術への興味・関心を高め、積極的に意見を出し合う主体的な学習を促進するばかりでなく、様々な教育活動の場面で柔軟な発想力を身に付け豊かな創造力を育む取組の参考になるものである。