

## エンジニアリング・デザインの考え方を取り入れた 中学校技術科の授業実践

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター 公開日: 2022-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 草野, 正義, 西ヶ谷, 浩史, 青木, 麟太郎, 大村, 基将, 鄭, 基浩, 紅林, 秀治 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00028699">https://doi.org/10.14945/00028699</a>

# 論文

## エンジニアリング・デザインの考え方を取り入れた 中学校技術科の授業実践

草野正義<sup>1</sup> 西ヶ谷浩史<sup>2</sup> 青木麟太郎<sup>3</sup> 大村基将<sup>4</sup> 鄭基浩<sup>5</sup> 紅林秀治<sup>5</sup>

(1 静岡大学教育学部附属浜松小中学校 2 焼津市立大村中学校 3 愛知教育大学・静岡大学共同大学院博士課程 4 大阪電気通信大学 5 静岡大学教育学部)

A Junior High School Technology Lesson Using Engineering Design Concepts  
Masyoshi KUSANO, Hirofumi NISHIGAYA, Rintaro AOKI, Motomasa OMURA, Kiho JUNG,  
Shuji KUREBAYASHI

### 要旨

We planned and implemented a technology class for junior high school students using engineering design concepts. The class included group work prior to production as a kind of design review, consisting of a product plan, product concept, and design specifications and information. After the class, we compared students' reflections with those of the students we taught previously without using engineering design. We found that the students in the engineering design class tended to write about the goals of their products and to evaluate them in their reflections.

Key words: Technology education, Engineering design, Design review, Group work

### 1. はじめに

中学校の授業では、4人から5人のグループで構成する小集団での話し合い学習（以後小集団学習とよぶ）が行われている。小集団学習を取り入れることで、個人の意見や考えを生徒が言い易くなり、全体での討論が活発になる<sup>1)</sup>。そのため、教師が出す課題に対する追究が深まる効果を生む<sup>2)</sup>。中学校の技術科の授業の中でも、小集団学習は行われているが、エンジニアリング・デザインの考え方を取り入れた設計学習の場面で小集団学習を用いた事例は殆どない。エンジニアリング・デザインの考え方を取り入れた教育として木内や太田ら報告がある<sup>3)4)</sup>。しかしこれらの報告は、学習の目的が科学の内容や有用性を実感させることにある科学教育として扱われており、設計の学習のように新しいものを生み出す教育とは異なると考えている。

設計の学習に小集団学習を用いることにより、情報共有を促し、製作物の評価を共通認識できる。そのため、工夫や改善といった視点を獲得させるのに効果的な学習を展開できると期待できる。

そこで、本研究では、小集団学習を効果的に活用する設計学習を実践した。設計の学習に小集団学習を活用することは、設計の過程にデザイン・レビュー（以後、DRとよぶ）を位置づけ、複数の生徒で設計内容を情報共有しながら試作していくエンジニアリング・デザイン<sup>5)</sup>の手法と同じである<sup>6)</sup>。本論文では、中学校技術・家庭（技術分野）（以後、技術科とよぶ）の授業において、エンジニアリング・デザインの手法を取り入れた授業を実践し、その評価結果を報告する。

### 2. 設計の学習

設計は、向坊<sup>7)</sup>が示した設計の過程を基に考えた。向坊の設計の過程を図1に示す。設計の学習で重要な場面は、図1の「目的」から「目標」を設定することにある。なぜならば、「目的」の確認は、製作物の評価に関わることであり、「目標」は、具体物の構想に関わることであるが、構想が決定しない限り設計が始まらないからである。さらに、「目標」の設定の場面において「成果（製品）」の仕様を定めることは、特に重要になる。なぜなら、仕様は、構想をより具体的にするだけでなく、目標が成果物となったときの評価規準になるからである。そのため、作品に対する評価規準が集団に共有され、性能の評価を集団で行うことを可能にする。また、仕様や評価規準の共有化は、エンジニアリング・デザインのプロセス<sup>5)6)</sup>を学ぶことにもつながる。

エンジニアリング・デザインとは、「クライアントの要求に適合するシステムやコンポーネント、プロセスを開発するプロセス」である<sup>5)6)</sup>。つまり、エンジニアリング・デザインで行われる設計とは、製品を

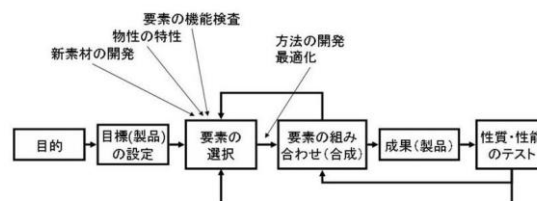


図1 設計の過程

開発する段階において行われるものであり、その要求を満たすための設計解を明らかにするために、さまざまな情報をまとめていく作業プロセスのことである。情報をまとめていく作業を繰り返し行っていくことで、他者の異なる視点からの意見を開発に反映させることができ、目的を達成する設計解が徐々に明らかとなっていく。図2にエンジニアリング・デザインのプロセスを示す。

図2に示すプロセスを、技術科の授業においても取り入れるべきであると考えた。なぜなら、自分の製作物を作る前にどのようなものを作ったらいいのか構想することは、楽しい作業である反面、アイデアが浮かばない時は苦しい作業となる。アイデアが浮かばない原因として、生徒の生活の中で、ものを作る経験の乏しさが考えられる。授業の中で教師が与えた課題を解決するための製作学習の場合、決められた手順通りに作業すれば、誰でも製作し完成できる。しかし、自ら見つけた課題の場合、サンプルが存在しないため、試行錯誤を繰り返しながら製作することになる。そのため、計画通り進まなくなったり、適切な解決方法が見いだせず作業が行き詰まったりする生徒の様子が授業では観察される。ところが、エンジニアリング・デザインを取り入れるならば、集団で行うDRがあるため、自ら見つけた課題に対して最適な設計解を集団の力を借りながら導き出す授業を展開できると考えた。そこで、技術科の授業に小集団学習においてDRを行う場面を設定し、製作の目的や目的達成のために解決すべき問題点などを複数で情報共有しながら考えていく授業の計画を立てた。

### 3. エンジニアリング・デザインを取り入れた授業

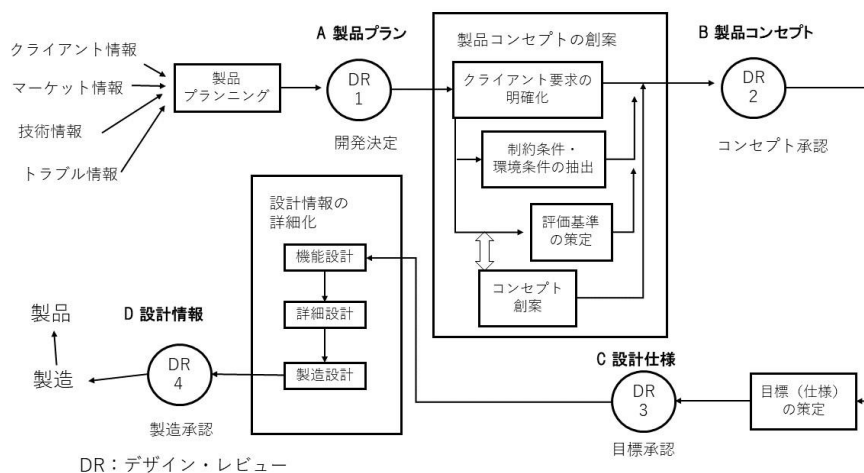
技術科の授業でエンジニアリング・デザインを取り入れた設計学習を行う際、4人の小集団ごと課題解決

を行うようにクラスを組織する。エンジニアリング・デザインでは、仕様の策定がもっとも重要な作業となる。それは、製作の目的を生徒に意識させることから始める。例えば、生徒の教室の環境や学校生活の中で不便に感じている事例を挙げさせるなどして、生徒が身近に感じ意識しやすいものを設定する（目的の設定）。そうすることで、小集団学習を行う際にすべての生徒が同じ目的に対するイメージを持つことができる。また、すべての生徒が同じイメージを持つことは、誰もが平等に発言できる権利を得たことにもなり、製作の目的を集団で確認しあう共有化を可能にする。

目的を小集団で共有することができたら、問題解決のために何を作ったら良いのか話し合いを行う。ここでは、複数案が生徒から出ることが予想されるが、生徒たちの手で作ることを条件に候補を絞らせる（目標の設定）。目標が設定できたところで、仕様（目的を達成するのに必要な機能）を検討させる。ここでは、具体的にたくさん考えを出させる。仕様について全体で話し合いをすることで、仕様を集団の意見として設定する（仕様の設定）。仕様が設定されたところで、個人ごと構想図を描いていく。構想図を描いた後、製作作業に展開していく。これらの活動を小集団学習として行うことは、エンジニアリング・デザインのDRと同じである。

### 4. 授業の内容

本研究では「材料と加工に関する技術」の授業において、DRを取り入れる・取り入れない学習計画を立て実践を試みた。学習計画は、2019年度の生徒を対象にした「DRを取り入れた授業」と、2018年度の生徒を対象にした「一枚の板材から自由に設計し製作する(DRを取り入れない授業)」を立案した。2018年度の学習計画を表1、2019年度の学習計画を表2に示す。



別府俊幸：エンジニアリングデザインの教科書，平凡社，p133 (2018)

図2 エンジニアリング・デザインのプロセス

表1 学習内容および指導計画 (2018年度)

段階	時数	授業目標	留意点
ガイダンス	1	・ 材料と加工の技術が、生活の向上や産業の発達、環境に与えた影響を考える。	
つかむ学習	1	・ 身近になる製品を観察しながら、製作に必要な要素を考え、ものづくりをする上で必要となる視点や進め方を知る。	製作工程 製図 構想の表し方と製作図のかき方
	2	・ 立方体の木片を用いて、構想図や製作図のかき方を身に付ける。	
	3	・ 身近な製品に使用されている材料の特徴について考えるとともに、実験や観察を通して各材料の特徴をいかした利用方法をまとめる。	材料の特徴 構造の強度 機能
	1	・ 製品に必要な機能や丈夫な構造をまとめる。	
	10	・ 製作模型に合わせて、構想図や製作図に設計をかき表す。 ・ 個別の目的に合わせて、製作品の寸法を要素の組合せを修正するなどして、製作課題を設定する。 ・ 設計図に合わせて、製作や検査・修正・点検を行う。＜材料取り、部品加工、組立て、仕上げ、検査・修正、点検＞	設計 目的の明確化と製作課題の設定 製作
追究する学習	2	・ 製作を振り返り、設計図をもとに製作品を評価し、考えた改良案を追究レポートにまとめる。	製作品の評価
つなげる学習	1	・ 製作や改良案を示した追究レポートをもとに製作品を相互評価し、技術についての理解を深める。	技術の評価
	1	・ よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて技術の評価し、社会の発展に向けた技術の選択、改良について考える。	

表2 学習内容および指導計画 (2019年度)

学習過程	段階	時数	授業目標	留意点
生活や社会を支える材料と加工の技術	ガイダンス	1	・ 材料と加工の技術が、生活の向上や産業の発達、環境に与えた影響を考える。	技術の見方・考え方
	つかむ学習	1	・ 身近にある材料の特性について、実験や観察を通して気づいたことをまとめる。	材料の特性 構造の強度 機能
		2	・ 材料の特性に合わせた製造方法や成形方法について、実験や観察を通して気づいたことをまとめる。	
		1	・ 製品に必要な機能や丈夫な構造をまとめる。	製作工程 製図 仕様のかき方
		1	・ 製作模型の製作工程を確認することで、ものづくりをする上で必要となる視点や進め方を知る。	
		2	・ 製作模型をもとに、構想図や製作図のかき方を身に付ける。	
材料と加工の技術による問題解決	追究する学習	2	・ 製作模型をもとに製品の問題を見出し、課題を設定する。←A 製品プラン (DR1)	課題設定 設計 仕様の検討 目的、目標の明確化と課題の設定
		1	・ グループによる商品開発会議を通して、アイデア出し合い、製品の改善案を検討する。 ←B 製品コンセプト (DR2)	
		2	・ 製作品の寸法を修正したり、機能や構造、材料を検討したりしたことを仕様書にまとめる。 ←C 設計仕様 (DR3)	
		8	・ 仕様書に合わせて、製作や検査・修正・点検を行う。＜材料取り、部品加工、組立て、仕上げ、検査・修正、点検＞ ←D 設計情報 (DR4)	製作
		1	・ 製作を振り返り、仕様書と照合して修正を加える。	
社会の発展と材料と加工の技術	つなげる学習	1	・ 仕様書をもとに解決活動の成果を相互評価し、技術についての理解を深める。	仕様をもとにした評価 技術の評価
		1	・ よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて技術の評価し、社会の発展に向けた技術の選択、改良について考える。	

(※表中の ABCD の各段階は、図2のエンジニアリングデザインプロセスに対応している。)

表 1, 2 の実践では静岡大学教育学部附属浜松中学校の 1 年生 108 名を対象に授業を行い、2018 年度と 2019 年度の生徒数を同じにした。表 1, 2 の授業はともに、計 24 時間、草野が担当した。

授業の目的は 2018 年度の実践が「個人の製作課題に合わせて、木材加工により解決できるよう工夫・創造することができる」、2019 年度の実践が「小集団学習を通じて、目的を達成するための仕様を考え、仕様に対する最適解を見出すことができる」とした。

2018 年度と 2019 年度の授業はともに、単元全体を「ガイダンス」「つかむ学習」「追究する学習」「つなげる学習」の 4 段階に設定した。

表 1, 2 の「ガイダンス」では共通して、材料と加工の技術が生活や産業、環境に与える影響を学習させ学習に向かう姿勢を作った。

表 1, 2 の「つかむ学習」ではともに、まず材料の特性や構造の強度や製品に必要な機能を学ばせた。次に、2018 年度の実践では製作模型で具体的な構想をふく

らませ、1 枚の板から個別に製作課題を設定させ、製作させた。一方、2019 年度の実践では、模型（サンプル）を製作させた。生徒に示した模型の図面を図 3 に示す。本模型は、鄭らが開発した「モーメントによる摩擦機構を活用した木工教材」<sup>8)</sup>である。生徒は、図 3 の模型と同じものを一人 1 台作成した。図 4 に生徒が授業中に製作した模型を示す。2019 年度の授業の様子を図 5 に示す。

表 1 の「追究する学習」では、製作活動の振り返りや作品の評価から、作品の改善案をまとめさせた。一方、表 2 の「追究する学習」では、図 2 のエンジニアリングデザインプロセスを参考に、DR を小集団学習に取り入れた。表 2 の A 製品プランの DR1 では、製作した模型をもとに問題を見出し、課題を設定し小集団のグループで解決への方向性を共通理解させる。次に、表 2 の B 製品コンセプトの DR2 では、A 製品プランで出された課題を解決するために、改善案を検討する。改善案をまとめたのち、表 2 の C 設計仕様の DR3 では、

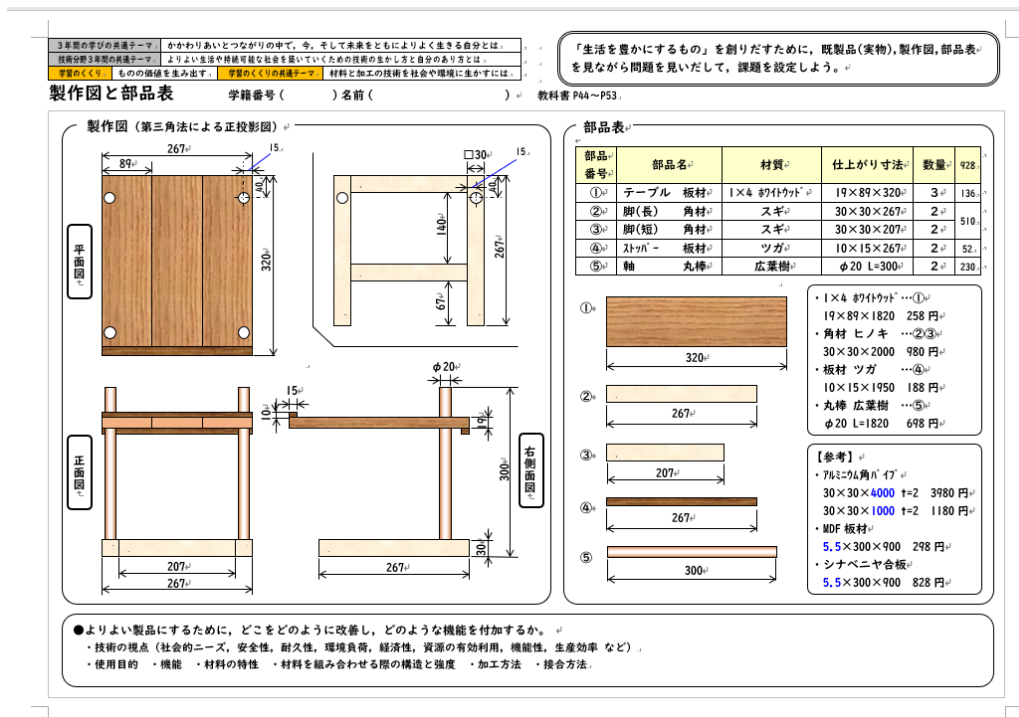


図 3 生徒に提示した模型の図面



図 4 生徒が授業中に製作した模型 (作品)



図 5 授業の様子

改善案をもとに寸法の修正や機能、構造、材料を検討し仕様書にまとめる。この仕様書をもとに、検査、修正、点検を行い仕様書に改善していく。製作は個人で行うが、仕様書の改善は小集団学習において DR を行う。これが、表 2 の D 設計情報の DR4 となる。

表 1, 2 の「つなげる」学習ではともに、生活や社会とのつながりを学習させ、技術についての理解を深め

させた。技術についての理解を深めるため、2018 年度の実践では、追究レポートをもとに作品を相互評価させた。一方、2019 年度の実践では、仕様書をもとに作品を相互評価させた。

以上の内容を整理し、2018 年度と 2019 年度の授業内容(留意点)の共通点・相違点を表 3 にまとめた。

表 3 2018 年度と 2019 年度の授業内容(留意点)の共通点と相違点

共通点	相違点
1) 技術の評価 2) 機能	①材料の特徴(2018)か特性(2019)のどちらかを扱うか
3) 構造の強度 4) 製作	②製作品の評価は設計図(2018)か仕様(2019)のどちらをもとに行うか
5) 製作工程 6) 製図 7) 設計	③設定するのは製作課題(2018)か課題(2019)か
8) 目的の明確化	④目標の明確化を行うか(2019), 行わないか(2018)
9) 構想の表し方と製作図のかき方(仕様のかき方)	⑤仕様の検討を行うか(2019), 行わないか(2018)
	⑥技術の見方・考え方を扱うか(2019), 扱わないか(2018)

## 5. 授業の結果

授業終了後、授業の振り返りを兼ねて感想を書かせた。授業では、毎時間ごと振り返りシートに授業で学んだことや気付いたことを 100 文字程度で書かせている。本研究では表 1, 2 のすべての内容を終えた後の感想について分析した。分析にあたって KH Coder<sup>9)</sup>を用いて、感想に書かれている用語の頻度や特徴ある用語を抽出した。そして、自由に設計し製作する授業(2018 年度)と、DR を取り入れた授業(2019 年度)において、振り返りの感想にどのような違いが生じるのかを比較した。

### 5.1 用語の頻度

頻出した用語の上位 10 種類と頻度を示した表を表 4 に示す。表 4 より、頻出している用語は、ほぼ同じで 2018 年度と 2019 年度では差はないと考えられる。2018 年度の用語「生活(頻度 117)」は、2019 年度では「生活(頻度 60)」として出てきており、頻出した用語の上位 10 位までを比較すると両生徒の振り返りの感想に用いた頻度が高い用語に差はないと考えられる。

### 5.2 各年度の特徴を表す用語

表 4 の両学年の生徒の振り返りの感想で 2018 年度の生徒が使用した用語で頻度が高かった用語「思う」「技術」「材料」「社会」「考える」「環境」「加工」「作る」「自分」「生活」を KH Coder の「前処理一語の取捨選択」から「使用しない語の指定」に加え、前処理を実行した。その後、それぞれを共起ネットワークで用語の使用頻度と関係性を図で表示した。図 6 と 7 にそれぞれの振り返りの感想の共起ネットワークを示す。

図 6 より、2018 年度の生徒との振り返りの感想の

表 4 頻出用語と頻度

順位	2018 年度		2019 年度	
	語	頻度	語	頻度
1	思う	239	思う	246
2	技術	193	材料	208
3	材料	161	環境	180
4	社会	158	技術	171
5	考える	150	社会	153
6	環境	134	考える	127
7	加工	128	作る	116
8	作る	127	自分	113
9	自分	124	加工	111
10	生活	117	大切	110

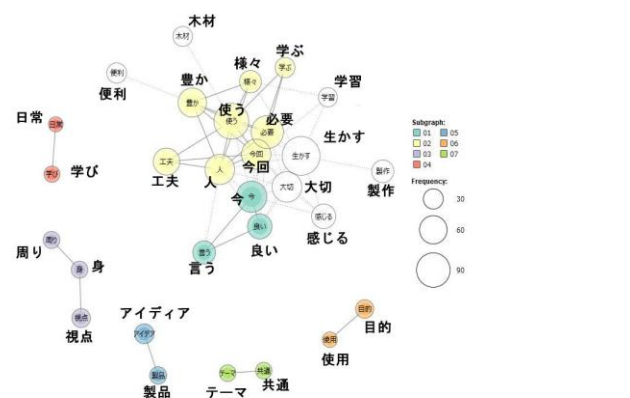


図 6 2018 年度の生徒の共起ネットワーク

中の「使う」という用語との共起性が高い頻度 60 以上の用語として「必要」「今回」「豊か」「人」「工夫」であった。また図 7 より、2019 年度の生徒は、「大切」「ニーズ」「目的」「必要」「生かす」「製

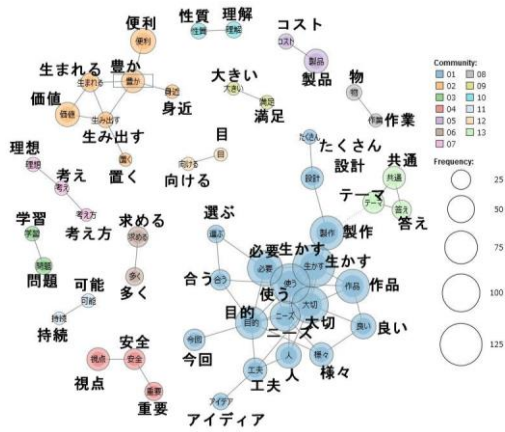


図7 2019年度の生徒の共起ネットワーク

作「作品」が頻度75以上の用語であった。2018年度の生徒と2019年度の生徒では「使う」という視点が、2019年度の生徒のほうが、共起している用語の種類が多く、「目的」「生かす」「ニーズ」といった製作における必要条件に関わる用語が頻出していることがわかる。また、2018年度では、「アイデア」は「製品」と共起性が高いが、「使う」との共起性は低い。ところが、2019年度では「アイデア」は、「使う」との共起性が高い位置にあることがわかる。

### 5.3 特徴語の抽出

KH corder には、それぞれの文書から特徴語を抽出できる。特徴語の抽出は、Jaccard 係数が大きい語をそれぞれの文章内で共起性が高い特徴ある用語として捉えている<sup>10)</sup>。表5に抽出した特徴語を示す。表中の「係数」はJaccard係数の値を示す。

表5より、2018年度の特徴は「思う」「考える」「生活」が上位にあることがわかる。また、2019年度は「環境」「技術」「社会」が上位にあり、使用している用語の頻度では違いがわからなかったが、共起性が高い特徴語に関しては違いが明確であった。

表5 特徴語

順位	2018年度		2019年度	
	特徴語	係数	特徴語	係数
1	思う	.312	環境	.312
2	考える	.285	技術	.303
3	生活	.253	社会	.293
4	作る	.234	材料	.288
5	今回	.233	生かす	.274
6	今	.225	加工	.269
7	自分	.222	大切	.240
8	人	.210	使う	.230
9	必要	.209	製作	.201
10	豊か	.177	ニーズ	.165

下記に2018年度と2019年度の特徴の違いがわかる生徒の振り返りの感想を示す。同じ環境について述べているが、2018年度は、視点が社会の問題であり、2019年度は製品の必要性に関わる問題を述べている。

#### 2018年度の生徒の振り返り (一部抜粋)

人間は古代から自分たちの生活環境に適応した暮らしをするために、技術を使って道具を發明してきた。そして、作られた物の多くは「よりよく」なるために改良が続けられて、人の生活に便利なものへと進化していくのである。しかし、ここで忘れていけないのが人間の利益だけを求めすぎはいけないということである。つまり、我々は持ち合わせた加工の技術や使用する材料を社会や環境に適した形で生かす必要もあるのだ。

#### 2019年度の生徒の振り返り (一部抜粋)

社会や環境に生かすために一番必要となることは「ニーズと配慮の両立」だと僕は考えた。技術を社会に生かすには社会が要求するものを出す必要がある。これが“ニーズ”だ。どんなに環境にやさしい商品だったとしても、誰一人としてそれを欲しいと思わなければ意味がない。社会の声を積極的にきくことが大切だと思う。次に“配慮”さっきは、どんなに環境にやさしくても、要求がなければ意味がないといったが、これも同じだ。どんなに優れた商品をつくり売れたとしても、環境に配慮をしていなければ、環境に生かしているとはいえない。

### 5.4 生徒の作品

生徒は、模型から作品の改善点を小集団学習で話し合いを行いながら、個人での製作するにあたって作品の仕様を明らかにした。作品は生徒一人につき一作品を製作した。生徒の作品を図8に示す。模型を参考にしながら生徒の要求にあった形状に改善していることがわかる。さらに授業では、製作した作品を自宅で使用した後に改善案を考えさせ、それを仕様書という形でまとめ発表させた。生徒の仕様書を図9に示す。

### 6. 考察

2018年度と2019年度の生徒の振り返りの感想から、使用している用語の頻度が上位のものでは、差が見られなかったことは、生徒の感想が技術科の授業に関する思いや、環境問題や社会と関連づけながら技術科の学習を両生徒とも振り返っていたと言える。ところが、頻度が高い10の用語を除いた状態での共起ネットワークを比較したところ、明らかに違いが見えてきた。2018年度は「必要」「今回」「豊か」「人」「工夫」の共起性が高く、用語の頻度も高かったが、2019年度は、「大切」「ニーズ」「目的」「必要」「生かす」「製作」「作品」等の用語に共起性が高く用語の頻度も高かった。また、2018年度は同じ木材加工による製作でも「必要」という用語は出てきているが、「製作」や「作品」という用語との共起性を示してい



図8 生徒の作品

技術・家庭科「価値を生み出す」【共通課題】材料と加工の技術を社会や環境に生かすには 学籍番号(2228) 氏名( )

材料と加工の技術による問題解決(追究レポート)

追究課題 読んだり書いたりするのに便利な安定感のある作品をつくろう。

さらなる成果の改善に向けて  
 ①製作を通して生まれた問題点(=追究課題の設定理由) ②目的(=追究課題) ③目標(=仕様・規格):これが設計であり評価基準となる。設計図を示したり、材料や機能を説明したりする。

**材料**  
 ストッパー×2  
 ストラップ×4  
 コロコロ×4  
 ホイール×4(φ200mm)  
 スキ×6(φ10mm)  
 ヴィ×4(φ8mm)  
 加棒×6(φ6mm)  
 合板(20×20×2)

～追究課題の設定理由～  
 最初作り直したりするときはややその圧力が作るとでかくなり安定してないのと重さにかたがりさを感じたので、また今回作った作品は安定感が大きな成果は負にならなかった。なので、きょうやくの書きやすい作品にするために安定に重さがあった作品をつくりたい。

④教科書などの読物や物のページがめくれないように両方にストッパーをつける。

⑤ ストッパーをつけることで高さの調節が可能なようにする。

⑥ 足の大きさを前は小さくする、手前が大きくなるように下の足の穴にする。

⑦ 下に板をついて物を置くようにする。

⑧ 前と同じ高さにする。

⑨ 押し進めると移動がしやすくなるようにコロコロをつける。

⑩ ある高さのなな、ストッパーの取り付け位置を定める。

この良い点と改善を生かす!

**改善点**  
 1. 安定感があまりない。→読まざるときに重い教科書を置くので安定感を増やす。

**良い点**  
 1. 下の板によって距離などの調節がしやすくなり、ものを置くときに便利です。  
 2. ストッパーをつけたことで、角の調節がしやすくなりました。  
 3. 脚の高さを調節しやすくなりました。  
 4. 脚の高さを調節しやすくなりました。

**作成時の課題点**  
 1. 最初などよくきかぬところがあるので、しっかりと最後まで確認。  
 2. 木の出しはめがはまりにくいので、しっかりと確認。  
 3. 穴の径を小さくする。

**まとめ**  
 1. 作業の下の部分にコロコロをつけることで、移動がしやすくなるようにする。  
 2. 穴を小さくした円形の穴にする。→安定感を増やす。  
 3. ストッパーをつけることで、高さの調節がしやすくなるようにする。  
 4. 板を下の台につけて物を置くようにする。

技術・家庭科「価値を生み出す」【共通課題】材料と加工の技術を社会や環境に生かすには 学籍番号(2303) 氏名( )

材料と加工の技術による問題解決(追究レポート)

追究課題 ゴリアアア立て付きスタンドの用途拡大を図るための改善案。

さらなる成果の改善に向けて  
 ①製作を通して生まれた問題点(=追究課題の設定理由) ②目的(=追究課題) ③目標(=仕様・規格):これが設計であり評価基準となる。設計図を示したり、材料や機能を説明したりする。

**課題設定の理由**  
 実際に完成した作品を見たり、使用して、ゴリアアア立て付きスタンドの用途拡大を図るための改善案を考えた。用途拡大を図るために、用途拡大を図るための改善案を考えた。

**改善案の言葉とポイント**  
 (現在の作品)  
 ・ストッパーの材質を硬い材質のストッパーにする。  
 ・角を削って、木材の粗さを減らす。  
 ・JAT7777...同様の穴を削って、穴の径を小さくする。  
 ・角を削って、木材の粗さを減らす。  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。

**改善後の言葉とポイント**  
 ・角を削って、木材の粗さを減らす。  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。

**設計の決定**  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。

**まとめ**  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。  
 ・穴の径を小さくする。

図9 生徒が描いた改善案をまとめた仕様書



ない。このことから、2019年度の生徒にとって、製作の目的やニーズなど必要条件に関わる内容を意識していたが多かったと言える。このような違いが出てきたのは、2019年度は、授業の中で小集団学習を取り入れながらDRを繰り返し、最後に作品に対する改善案を仕様書にまとめる作業を行ったからではないかと考える<sup>6)</sup>。さらに、「目的」や「必要」「ニーズ」等の言葉と関連させた感想を書いた生徒が多かったということは、DRを取り入れることで、設計で重要な目的や必要条件を意識させることに繋がる授業になったと言える。さらにそのことは、特徴語の抽出からも言える。

特徴語が、2018年度は、「思う」「考える」「生活」とあるように、技術科の授業と生活を考えた感想が多かったが、2019年度は、「環境」「技術」以外にも「加工」「製作」「ニーズ」等が抽出されている。これらの用語は、作品を製作することや作るといった作業に関連する用語である。これらが特徴としてあがっているということは、授業への思いや価値付けだけでなく、作品を使用して改善案を考え、さらに具体的な加工をどのようにすれば良いのか見通しが持てるからこそ関連させて使える用語でもある。これは、製品が完成した時の達成感で授業を終えるのではなく、製作したものは実際に使用してさらに改善していくことが大切であることを認識させたり、自らの作品を改善する案を仕様書にまとめたり、作品を評価基準に合わせて評価したりする姿勢を育てることに繋がったのではないかとと思われる。これらは、小集団学習においてDRを取り入れた効果と言える。

## 7. まとめ

2018年度の授業は、1枚の板から自由に設計し製作する授業であった。2018年度の生徒の製作を終えた後の振り返りの感想が、達成感や満足感、技術科に対する思い等を書くことが多かった。しかし、2019年度の生徒は、エンジニアリング・デザインのDRを取り入れることで、設計の目的や製作品の必要性等に関連する内容が2018年度の生徒より増えていた。達成感や満足感を生徒に持たせる授業は大切である。しかし、主体的な学びを実現するためには、製作品をもっと改良したらもっと良くなるのではという意識や具体的にどうやったら解決できるのかという見通しを持つことが重要になる。解決の見通しを持った生徒は、主体的に学ぶ態度が身についた生徒になると考えられる。

今までの技術科の授業では、最初から生徒に自由に設計させ、製作させる授業が理想的であると考え実践者が筆者らの経験では多かったと感じている。ところが、本実践で明らかになったことは、最初は共通のサンプルを製作することから始めるが、エンジニアリング・デザインのDRを繰り返し導入することにより、

自らの生活の中で活かすための作品の改善や改良に気付かせることを通して、製作の目的や製作品の評価を意識させ、それらを解決するための方法がイメージできる生徒を育てることが可能になったことが示唆できたことである。

西ヶ谷らは、エンジニアリング・デザインのDRを取り入れた授業を受けた生徒は、テクニシャン的な思考からエンジニア的思考へと変化していることを示した<sup>3)</sup>。エンジニアは目の前の作品だけでなく、常に想定される問題やその解決方法に対して見通しを持って対処する。本実践では、具体的に生徒が授業をどのように振り返り、授業に対する思いを抱いたのかを調査するために生徒の授業後の感想を分析した。その結果は、西ヶ谷らが示した結果を裏付けられたと言えるのではないかと考える。

今後、技術科の学習内容「エネルギー変換に関する技術」や「情報に関する技術」でも検証してゆきたい。

## 参考文献

1. M.K.Smith,W.B.Wood,W.K.Adams,C.Wieman,J.K.Knight,N.Guild,T.T.Si:Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions, Science, Vol.323, pp.122-124 (2009)
2. 西ヶ谷浩史・紅林秀治:小集団学習を利用した自律型ロボット制御の学習, 静岡大学教育実践総合センター紀要, No.13, pp. 121-128 (2007)
3. 木内裕佑・藤田剛志:エンジニアリング・デザインに基づくものづくり活動に関する実践的研究-中学校2年理科「電流とその利用」を通して-, 理科教育学研究, Vol.61, No.3, pp.417-427 (2021)
4. 太田和希・内ノ倉真吾:中学校理科教育におけるエンジニアリング・デザインの学習過程を導入した授業の開発と実践-単元「化学変化とイオン」を事例として-, 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol34, No.2, pp.41-44 (2012)
5. 別府俊幸:エンジニアリング・デザインの教科書, 平凡社, pp.133-156 (2018)
6. 西ヶ谷浩史・紅林秀治:エンジニアの視点を獲得するための工学設計の手法を取り入れた中学校技術・家庭科(技術分野)の学習, 日本産業技術教育学会誌, Vol.62, No.3, pp.267-275(2010)
7. 向坊隆:基礎工学概説 岩波講座 基礎工学 0, 岩波書店, p.24 (1968)
8. 中村加奈・鄭基浩:モーメントによる摩擦機構を活用した木工教材の開発, 日本産業技術教育学会第62回全国大会(静岡)講演要旨集, p.124 (2019)
9. 樋口耕一:社会調査のための軽量テキスト分析, ナカニシヤ出版 (2014)
10. 大浦洋子・南俊朗:CA3-1 テキストマイニングによる特徴語と学生の理解度の関連性について, 日本行動計量学会第46回大会抄録集, pp.114-117 (2018)