

博士論文

技術教育における協同・協働学習モデルに基づく
学習指導法に関する研究

Study on teaching method based on cooperative/collaborative
learning model in technology education

2018年3月

三重大学大学院地域イノベーション学研究科

博士後期課程 地域イノベーション学専攻

吉岡 利浩

技術教育における協同・協働学習モデルに基づく学習指導法に関する研究

第1章 緒論	1-1
1.1 研究の背景	1-1
1.1.1 これからの学校教育	1-1
1.1.2 地域と技術教育	1-2
1.1.3 技術教育における協同学習	1-4
1.1.4 中学校技術・家庭科技術分野の動向	1-5
1.2 先行研究の動向	1-7
1.2.1 創造性の育成に関する研究	1-7
1.2.2 技術教育における協同学習に関する研究	1-11
1.3 問題の所在	1-13
1.4 本研究の目的	1-14
1.5 研究のアプローチ	1-14
1.5.1 研究課題の構造	1-14
1.5.2 本論文の構成	1-15
参考文献	1-17
第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価	2-1
2.1 緒言	2-1
2.2 研究方法	2-1
2.2.1 合宿型ロボコンの実施	2-1
2.2.2 調査方法	2-2
2.3 合宿型ロボコンの実践	2-3
2.4 結果と考察	2-5
2.4.1 実践期間内調査の分析と考察	2-5
2.4.2 事後調査の分析と考察	2-7
2.5 結言	2-9
参考文献	2-10
第3章 技術科における協同学習モデルの構想	3-1
3.1 緒言	3-1
3.2 技術科における協同学習	3-1
3.3 一般的なワークショップモデル	3-2
3.4 技術科における協同学習モデルの構想	3-5

3.5	結言	3-6
	参考文献	3-7
第4章	技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価	4-1
4.1	緒言	4-1
4.2	研究方法	4-1
4.3	発明品構想学習の授業プログラム	4-1
4.3.1	発明品構想学習の授業プログラムの開発	4-3
4.4	発明品構想学習の授業プログラムの実践	4-3
4.5	結果と考察	4-4
4.5.1	個人と協同によるアイデアの質的变化の調査	4-4
4.5.2	質問紙による事前事後調査	4-5
4.5.3	技術的課題解決力も含めた事後調査	4-7
4.5	協同学習モデルの有効性	4-8
4.6	結言	4-10
第5章	地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価	5-1
5.1	緒言	5-1
5.2	調査方法	5-3
5.3	実践の概要	5-4
5.3.1	省エネルギーカーレース	5-4
5.3.2	省電力競技車製作学習の実践	5-5
5.3.3	実践の様子	5-5
5.4	結果と考察	5-9
5.4.1	協同・協働的な技術活動力の変容の調査の分析と考察	5-9
5.4.2	技術プロジェクトの実践に関連する力の分析と考察	5-10
5.4.3	省電力競技者製作における知識面の調査の分析と考察	5-11
5.4.4	技術者(エンジニア)を鍵概念とするイメージマップによる調査の 分析と考察	5-13
5.4.5	技術科における協同学習モデルの検証	5-14
5.4.6	提案した学習モデルの改良	5-14
5.5	結言	5-15
	参考文献	5-17
第6章	協同・協働学習モデルに基づいたロボット制作学習授業プログラムの開発と モデルの検証	6-1

6.1	緒言	6-1
6.2	研究方法	6-2
6.2.1	学習モデルの授業プログラムへの適用	6-2
6.2.2	学習モデルの妥当性と教育効果の検証	6-3
6.3	授業プログラムの開発	6-3
6.4	実践の概要	6-15
6.5	結果と考察	6-17
6.5.1	学習モデルの検証	6-17
6.5.2	教育効果の検証	6-24
6.6	先行研究との比較と協同・協働学習モデルの有効性	6-26
6.7	結言	6-27
参考文献		6-30
第7章 結論および今後の課題		7-1
7.1	本研究で得られた知見の整理	7-1
7.1.1	協同学習モデルに基づく学習の枠組みの構成	7-1
7.1.2	協同・協働学習モデルに基づく授業プログラムの開発とその教育効果の検証	7-3
7.2	結論	7-4
7.3	教育実践への示唆	7-5
7.3.1	技術教育全般への適用	7-6
7.3.2	小学校等での実践の展開	7-7
7.4	今後の課題	7-7

謝辞

第1章 緒論

第1章 緒論

1.1 研究の背景

1.1.1 これからの学校教育

これからの学校教育に関しては、福田の著書¹⁾の中に次のような記載がある。

- ・ (知識基盤社会といわれる現代においては、) 学校教育の最終目的は、学校の外に出て効果的に機能するように学習者が準備すること (である。)
- ・ 伝達のための教育は、教師中心から学習者中心の教育方法へ転換される。
- ・ (そこで、教師は) 記憶するための知識を提供する者ではなく、生徒がコンピテンシーを構築するプロセスを支援する者になる。

※ ()部分は吉岡が追加。

また米国学術研究推進会議は、これからの学校教育では、「考え方の枠組みをみずから創り出すことができ、有意義な問題を自分で見つけ出すことができ、様々な教科の内容を深く理解することを通して生涯にわたって学び続けることのできる自立した学習者の育成が、これからの教育目標とされるべき」²⁾ であるとしている。

教育基本法にも、教育の目標として、創造性を培うことや、主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養うことが定められている³⁾。子どもたちが社会に参加するために必要な本質的な知識と技能を習得し、生涯学習者を育てるために OECD はキー・コンピテンシー (単なる知識や技能だけではなく、技能や態度を含む様々な心理的・社会的なリソースを活用して、特定の文脈の中で複雑な要求 (課題) に対応することができる力) を示している⁴⁾。この理念は、日本の学習指導要領でも「生きる力」として反映されている。このような実践的な能力を育てるためには「知識の獲得」のみではなく、「その知識の使い方」が大切である。ここでいう知識について福田⁵⁾ は「静的で伝達された内容で成り立つもの」ではなく「再生可能で、他の学習者とともに組み立てられるもの」であり、教師は「いかにして他者との協同において知識が構成されるのかを知り、学習過程の社会的要素を理解する」ことが必要であるとしている。

他者との協同において知識を構成する方法としては、協同での学習が考えられる。協同での学びでは、佐藤の著書⁶⁾ に「他者のアイデアを積極的に受け入れ、自らのアイデアも

第1章 緒論

惜しみなく提供し合うことが、学びのいとなみの基本に据えられる必要がある。」「知識や技能を獲得し蓄積するものとして扱うのではなく、教室の中で仲間たちと問題を表象し解決する課程において、表現し共有するものとして活用することが重要である」とあるように、協同学習は、学習を社会的な営みとし、知識は周囲との相互作用により深まるものと考えられる。これらのことから、協同での学習を取り入れ、21世紀の教育目標である自立した学習者を育成できる方法を構築する必要がある。

1.1.2 地域と技術教育

技術教育は、国民全般を対象とした普通教育と、職業的な教育を目指した専門教育に分けられる。本研究で対象とする技術教育は、普通教育としての技術教育とする。日本における普通教育としての技術教育は、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)が唯一の教科である。

日本産業技術教育学会の「21世紀の技術教育(改訂)」⁷⁾に次のような記載がある。

- ・ 技術教育は、生産の理解および実践につながり、民主主義国家の主権者として関係する決定への関与を可能とする能力、すなわち技術的素養(技術リテラシー)の形成に意義がある。技術的素養とは、技術と社会との関わりについて理解し、ものづくりを通して、技術に関する知識や技能を活用し、技術的課題を適切に解決する能力、および技術を公正に評価・活用する能力である。
- ・ (学校教育が果たす役割の中には、) 未来への多彩な可能性を秘めた幼児児童生徒の自己実現があり、これは直接的に幼児児童生徒の創造性の発揮につながる。(その中でも、) 技術教育は発達段階に応じた教育の中にあって、生涯学習全体における技術開発と価値創造によるイノベーション(革新)へ結びつく創造性を育成する核となるべき教育分野である。(そして、) 技術的素養の形成に当たっては、社会とのかかわりの中で学習を進めることによって勤労観や職業観の形成を促進することにもなる。(そのために、技術教育は、) 生活(家庭生活や社会生活を含む)をよりよくすることを念頭に置いて目的物を考案し、作り上げる技術的課題解決活動を通して展開される。

※ 最後の(家庭生活や社会生活を含む)を除き、()部分は吉岡が追加。

技術教育では、社会とのかかわりの中で学習を進め、創造性を育成することにより、学校教育の果たす役割である自己実現ができると考えられる。したがって、地域とのかかわ

第1章 緒論

りや技術プロジェクト等を通して学習を展開していくことが大切である。そのような実践としては、地域素材の活用や地域と連携した事例がある。以下にその例を示す。

- ・ 地域素材を活用した実践
 - * 地元産の材料を使う事例：道南杉を使った引き出し付き飾り棚の製作（北海道道南地方）⁸⁾
 - * 地元の野菜など栽培する事例：地域の特産物ジャガイモの露地栽培（北海道倶知安町）⁹⁾，在来種津軽毛豆(大豆)の露地栽培（青森県津軽地方）¹⁰⁾。
 - * 伝統工芸の事例：組紐台の製作と組紐づくり体験（三重県伊賀市）¹¹⁾
- ・ 地域と連携した事例（通常授業内）
 - * 地域の山林での林業体験で間伐したヒノキを使いグループで協力してベンチを製作，作品を地域に還元することで地域とのつながりを深める（三重県北勢町）¹²⁾
 - * 地元の森林組合による出前授業と三重県産の杉材を使った作品の製作を通して，県産材を使うことが地元の産業や森林環境の保護につながることを学ぶ（三重県津市）¹³⁾。
 - * 地域と連携した有機農法によるカボチャの無農薬栽培を行い，カボチャを給食の食材への提供や収穫したカボチャで蒸しケーキを作り，販売した収益金を地域や災害義援金として寄付する（山形県高畠町）¹⁴⁾ 等の事例がある。
- ・ 地域と連携した事例（通常授業外）
 - * 社会教育事業としてもものづくりの楽しさや厳しさを体験し，荒川区を支える「ものづくり産業」の重要性を感じて欲しいと高専生を指導者として中高生を対象としたロボコンを開催（東京都荒川区）¹⁵⁾
 - * 三重大学，行政（津市，四日市市），中学校（技術科教員）の三者が連携・協力し県内の中学生を対象にした宿泊型ロボコンを継続開催（三重県）¹⁶⁾
 - * 三重大学，鈴鹿高専，自動車学校，自転車店，カートショップなどの地域の支援を受けエコカーの製作を行い地元のサーキットで開催される大会に出場（三重県）¹⁷⁾。

こうした実践では，体験的学習を通して地域を知り地元の産業や環境について学ぶと共に資質・能力が育成される。なお，通常授業外の例は，ものづくりの楽しさを知り，創造的なものづくりが展開されてダイナミックな実践であるものの，通常の授業においてその

第1章 緒論

まま展開することは難しい。

1.1.3 技術教育における協同学習

技術教育において社会的実践場面で創造性を育成する方法としては、協同学習を取り入れた実践が考えられる。日本産業技術教育学会の「21世紀の技術教育(改訂)」では「普通教育としての技術教育の目的は、技術的な活動を行うための知識や技能に基づいた思考力・実践力とともに技術を公正に評価することのできる能力を備えた人格の形成にある」⁷⁾とし、そのための基本事項として技術的課題解決力および協同(協働)的な技術活動力を育成することが示されている。この技術的課題解決力を育成する方法とプロセスについては、技術教育固有の方法として各過程の評価と修正を行いながら(a) 創造の動機、(b) 設計・計画、(c) 製作・制作・育成、(d) 成果の評価の段階をふむスパイラル構造のサイクルを示している。そして、協同(協働)的な技術活動力については、「協同(協働)的な学習は、学校全体で行われるべきであるが、技術教育では技術プロジェクトを協同(協働)的に遂行する能力の育成を担う。」とある。すなわち、協同(協働)的な技術活動力とは、技術プロジェクトを協同(協働)的に遂行する能力であると定義できる。しかし、協同(協働)的な技術活動力を育成する方法については示されていない。

ここで、協同(協働)的な技術活動力における協同および協働について整理する。坂本は協同学習および協働学習について次のように述べている¹⁸⁾。

- ・ 協同学習(cooperative learning) : (ジョンソン兄弟の理論を基に) 受動的で競争的な学習を主体的で協力を中心としたものに変える革新的な学習方法で、チームの一員である学習者は1つの組織の同質的な役割を担うものとして期待されており、学習集団は与えられた学習課題をもっとも効率的に達成するために、リーダーを中心にチームワークを最大限に発揮することが求められる
- ・ 協働学習(collaborative learning) : 異なる組織や地域、文化に属する複数の学習者が、対等なパートナーとして出会い、互いの違いや葛藤を乗り越え、互いの立場や価値観を尊重し、互いのスキルや資源を活用し、共有された1つの学習目標や課題の達成をめざすプロジェクト型の学習で、個人間で行う場合もあれば、小集団で行う場合もある

協同(協働)的な技術活動力では、こうした協同と協働が包含関係として示されているが、協同学習および協働学習の観点からは、協同と協働の違いを意識することも必要であると

第1章 緒論

考えられる。そこで本研究では、技術プロジェクトの中で、チームでリーダーを中心に一人ひとりが同質的な役割を担い活動することを「協同」と定義し、チームで一人ひとりが対等で自律した関係を保つように活動することを「協働」と定義する。2つが混在する場合は「協同・協働」と定義する。本研究では、協同(協働)を協同・協働と同義に規定し、協同(協働)的な技術活動力を協同・協働的な技術活動力と捉え直すことにした。なお、協同(協働)的な技術活動力では、「幼児児童生徒間の協同学習や、地域・社会との協働およびそれらを前提とした分業・分担が目標達成の鍵」⁸⁾とされる。しかし、協働を上記のように、技術プロジェクトにおいて、チームで一人ひとりが対等で自律した関係を保つように活動することと捉えるならば、その活動場面は、必ずしも実際に地域・社会で活動する場面のみ限定されないと考えられる。生徒間であっても、社会的な活動を模擬する場面であれば、協同・協働の活動に含まれると捉えた。

以上のように協同・協働的な技術活動力については、協同・協働的な技術活動力の育成と明示した実践は見当たらないが、協同または協働的な技術活動に取り組んだ実践は、ベンチの製作、ロボット製作、省燃費競技車の製作など複数ある。しかし、技術教育での協同学習における教育効果の検証は不十分であり、学習モデルとしてモデル化もされていない。技術科において、題材の固有性を超えて協同学習の授業を構成できるようにするには、協同学習をモデル化し、学習指導法として一般化する必要がある。

1.1.4 中学校技術・家庭科技術分野の動向

2017年に学習指導要領が告示された。これは、1958年に技術科が発足して以来、7回目の改訂となる。そこで、近年の中学校学習指導要領をもとに、中学校技術・家庭科技術分野の動向を概観する。

1989年における中学校学習指導要領改訂の基本方針では、「社会の変化に主体的に対応できる能力の育成や創造性の基礎を培うことを重視するとともに自ら学ぶ意欲を高めるようにすること」とし¹⁹⁾、創造性を重要な要素として取り扱っていた。技術・家庭科の目標は、「生活に必要な基礎的な知識と技術の習得を通して、家庭生活や社会生活と技術とのかかわりについて理解を深め、進んで工夫し創造する能力と実践的態度を育てる」²⁰⁾である。この改訂により、以前の男女別学から男女共学による授業が進行した²¹⁾。また、「情報基礎」が選択領域として新設された。「社会生活と技術とのかかわり」、「工夫し創造する能力」とあり、地域とのかかわりや創造性の育成が関連した内容である。

第1章 緒論

1998年の改訂では、技術・家庭科11領域の内容が整理統合され、技術分野と家庭分野の2分野で構成された。技術科では、「ものづくりの技術、及び情報活用の技術を生活という範囲でとらえ、それらに関わる基礎的な知識と技術を習得することによって、現代の社会や生活を支えている技術を理解し、これを適切に活用する能力と、工夫・創造して課題を解決する態度を育成する」ことが求められており²²⁾、地域とのかかわりや創造性の育成が関連した内容である。技術・家庭科の週授業時数は、それまでの第1学年2、第2学年2、第3学年2～3から週2、2、1に削減された²³⁾。

2008年の改訂において技術科では、「創造・工夫する力や緻密さへのこだわり、他者とのかかわる力（製作を通じた協調性・責任感など）及び知的財産を尊重する態度、勤労観・職業観」、「技術と社会・環境との関係の理解、技術にかかわる倫理観」の育成が求められている²⁴⁾。技術分野の内容は「A材料と加工に関する技術」、「Bエネルギー変換に関する技術」、「C生物育成に関する技術」、「D情報に関する技術」の4つで構成され、すべての生徒に履修させることとある。「技術分野の学習は、各内容においてそれぞれの技術について「基礎的な知識、重要な概念等」、「技術を活用した製作・制作・育成」、「社会・環境とのかかわり」に関する項目で構成されていて、それぞれの項目を展開する段階で、課題に対してさまざまな角度から考え(思考力)、その思考を総合して解決を図るために判断し(判断力)、つぎに判断した結果を的確に工夫・創造して表現する(表現力)ことのできる学習活動を実現する必要がある²⁵⁾。この改訂では、他者とのかかわり、社会・環境とのかかわりや工夫し創造する力が内容に含まれており、これまでの地域とのかかわりや創造性の育成のみならず、協同も関連した内容である。また、2008年の改訂から知的財産についての内容が明記され、技術科の教科書にも知的財産の学習内容が記載されている²⁶⁾。

2017年の改訂において技術科では、「技術によって問題を解決できる力や技術を工夫し創造しようとする態度」、「知的財産を創造・保護・活用していこうとする態度」、「使用者・生産者の安全に配慮して設計・製作したりするなどの倫理観の育成」、「他者と協働して粘り強く物事を前に進めようとする、安全な生活や社会づくりに貢献しようとする」こと²⁷⁾等が求められており、地域とのかかわりや創造性の育成と協同が関連した内容である。技術科の限られた授業時間でこのような内容を扱う学習活動を行うために、佐々木らはいくつかの内容を含み込む大きなテーマ(プロジェクト)を設定し、そのテーマの完成を目指して取り組ませることにより、各内容相互間の関連性も理解できるように工夫する必要がある²⁸⁾と指摘している。2021年の全面実施から技術分野の内容は「A材料と加

第1章 緒論

工の技術」, 「B 生物育成の技術」, 「C エネルギー変換の技術」, 「D 情報の技術」の4つで構成される。

このような日本の技術教育と比較して海外の技術教育を見てみると、技術的素養（技術リテラシー）について、米国の国際技術教育学会（International Technology Education Association：以下、ITEA）では、「Technology for all Americans Project」の中で技術リテラシーを「技術を利用、管理、評価、理解する能力」と定義している²⁹⁾。そして技術リテラシーを生徒に教育する指針として技術内容スタンダードと達成目標がある。スタンダード「1 技術の性格と範囲」の第6学年－第8学年には技術の開発と創造性の関係、「3 技術相互間の関連性と、技術と他教科の関係」の第9学年－第12学年には発明と改良や知財の保護と特許、「6 技術の開発と利用における社会の役割」の第6学年－第8学年には発明と改良、「10 問題解決における課題の発見、研究開発と発明改良、および実験の役割」の第6学年－第8学年には発明と改良の記述がされている。米国では小学校段階から技術教育が行われ、発明と改良等知財に関連した内容が扱われている。日本同様、技術教育において創造性の育成と課題解決力が重要視されている。

以上のように、技術教育では、社会との関わりが大切であり、地域素材の活用や地域との連携など地域との関連の中で行われている。また、技術教育では、技術的素養として創造性と課題解決力の育成を他者とのかかわりの中で体験的・実践的な学習を通して行うことが求められている。そこで、これからの技術科では、従来の「個の学習」から「協同での学習」を取り入れた授業を行うことにより、地域と関わりのある体験的・実践的な学習を通して課題解決能力や創造性を育む展開が必要であると考えられる。

1.2 先行研究の動向

これまで述べてきたように、技術教育においては創造性の育成と協同学習が重要であることから、創造性の育成に関する研究と技術教育における協同学習について先行研究を概観する。

1.2.1 創造性の育成に関する研究

(1) 創造性に関する研究の動向

世界における創造性研究は、主に心理学の分野において進められたが、1970年代にはいと産業界と結びついた創造性研究が顕著に見られるようになり、今では経営学や創造工

第1章 緒論

学・経営工学など幅広い分野で進められるようになってきている³⁰⁾。これまでの創造性の研究について、村松³¹⁾は以下のようにまとめている。

創造性における「新しさ」には、「個人にとっての新しさ」と「社会にとっての新しさ」がある。夏堀は、創造性が個人内の問題、「個人にとっての新しさ」を対象にした研究がこれまでの主流であったことを指摘している³²⁾。

これまでの技術科における創造性の研究においては、宮川・中島が、3構造と14構成要素を設定した創造性診断テストを作成し、創造性の定義を「創造性とは、解決すべき問題に関して、個人にとって今までにない価値あるものや考えをつくり出そうとする能力および人格である」³³⁾としている。佐々木らも、「学校教育における創造性は子ども自身が自分にとって新しい発見であり、そのことが新しい価値を創り出すことを意味」³⁴⁾するとしており、いずれも「個人にとっての新しさ」の立場で創造性を論じていると述べている。

Vygotsky は、創造性には歴史的、社会的な要因が必要不可欠であり、個人内の要因だけでは創造的になり得ない³⁵⁾としている。現代の創造的なものである発明や発見は個人の所産よりも、集団的な状況から生み出されていることの方が多いのであり、江川は創造性の定義を「個人あるいは集団、社会にとって新しい価値あるアイデアを生み出し、それを具体的な産物として仕上げる能力および人格特性のことである」³⁶⁾としている。

創造性を「社会にとっての新しさ」と捉えると「創造的」であるかどうかは、その成果の社会的な価値に言及される。山口は、「創造性を育てる」というのは「社会的に価値あるものを作ることができた」という結果によって実証されることになるとしている³⁷⁾。また、村松は、「技術科の授業において、生徒の製作品の工夫・創造する力の評価については担当教員が現実の特許の要件のような有用性、新規性、進歩性にあたるような観点で評価」³⁰⁾していると述べており、知財における視点を取り入れられていることから、社会的な評価ができると考えられる。

以上のように、これからの技術教育における創造性については、「社会にとっての新しさ」の立場も取り入れることが有効ではないかと考えられる。

舟生らは「協同による発見的な学習活動の成否は多分に、学習活動を導く教師や、参加する学習者の活動の仕方に左右される。学習者たちが個々に分担のみを遂行し、最後になってようやく、グループ間で報告しあう程度であれば、活動の成果は乏しいものに終わる。その一方で、活動の途中で互いの活動に気づき、活動内容を参照し、報告しあうことができれば、活動の問題点や新たな課題、新しいアイデアなどを見出すことができる。」と述

第1章 緒論

べている³⁸⁾。茂木は「創造のプロセスには、本質的な形で、人と人とのコミュニケーションがかかわっている。他者は、創造のプロセスにおいて欠くことのできない存在なのである。」「近代の日本における学校教育では、他人と関わり合いながら何か新しいものを生み出すという創造の力を育むことは、残念ながら重視されてこなかった。学習という行為の単位としても、また学習の成果が評価される単位としても「個人」が優先されていたのである。」³⁹⁾と述べている。このように、学校教育において他者とのかかわりを通じた「協同での学習」を取り入れることが創造性の育成に効果的であると考えられる。

以上のように、創造性研究には、「個人にとっての新しさ」と「社会にとっての新しさ」の立場がある。創造性は、他者とのかかわりを通して育まれる。学校教育において、他者とのかかわりを通じた「協同での学習」を取り入れることが創造性の育成に効果的であると考えられる。本研究では、これからの技術教育における創造性については、「社会にとっての新しさ」の立場も取り入れることが有効ではないかと考え、創造性を「個人あるいは集団、社会にとって新しい価値あるアイデアを生み出し、それを具体的な産出物として仕上げる能力および人格特性のことである」と定義する。

(2) 知的財産教育に関する研究の動向

2008年に告示された学習指導要領解説技術・家庭編においても、ものづくりなどを通して、他者とのかかわりの中で、創造・工夫する力、表現力、知的財産(以下、知財)を尊重し、創造・活用できる態度の育成や生活における課題を解決するために言葉や図表、概念などを用いて考えたり、説明したりするなどの学習活動が充実するよう配慮するものとして、言語活動の充実が求められており、協同的課題解決力などを習得させる必要がある²⁴⁾。評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料では、新しい発想を生み出し活用する力やアイデアを図と文章で表現させることで「工夫し創造する能力」を高めるアイデア発見シートによる評価事例が示されている⁴⁰⁾。また、発明や商品開発の授業はキャリア教育との関連の中で、起業家精神(アントレプレナーシップ)を育成する起業家教育として試みられているが、知財の表記や内容は直接的な教育内容に入っていない⁴¹⁾。

そこで、これまでの義務教育段階を中心に知財教育の動向を見る。知財教育については、日本知財学会知財教育分科会編集委員会が「知財を含んだ知財に関連する学習内容を取り扱う普通教育および専門教育」と定義している⁴²⁾。

「授業実践」について、小学校では、図画工作、家庭、国語、理科等の教科で行われていた。発明、ものづくりや著作権に関する実践・研究が見られた。中学校では、技術科に

第1章 緒論

における実践を中心に国語，理科，社会，音楽，総合的な学習の時間（以下，総合）等の教科において，「創造性」，「特許」，「発明」，「著作権」，「知財」や「産業財産権」に関する実践・研究が見られた。「教育論・教育課程論」については，中学校における著作権や情報教育に関する研究が多く見られた中で，山本ら⁴³⁾のように，知的財産教育を行える技術科教員を養成するカリキュラムの立案を目的に，中学校技術科でものづくりと関連の深い特許権，実用新案権を対象に，「特許権を取得すること」を目指す知的財産教育を取り入れた授業内容と流れを検討・実践し，教員に必要な能力・知識を明らかにする研究も見られた。

また，村松ら⁴⁴⁾は技術科教育の知的財産学習において，生徒の知的財産に対する意識を把握するための5因子19項目の測定尺度を構成している。「教育方法・授業設計」では，村松ら⁴⁵⁾はゲーム制作ツールを活用したゲーム制作の中で，著作権を積極的に利用し，著作権の権利処理を体験させることにより著作権に対する意識を高める知財学習を試み，その教育効果を報告している。「教材開発」では，杉谷ら⁴⁶⁾は，著作権学習を事例に，道徳の時間で扱う読み物教材を作成した上で，総合と学級活動をあわせた指導計画を具体的に開発し，評価・実践している例があった。また，村松ら⁴⁷⁾は，技術科のロボットコンテストにおいて，創意工夫の力を伸ばすために，現実の特許制度を模擬した「校内特許制度」の実践の発展型として「校内特許制度」をネット上で複数校が協同で取り組める Jr. 特許データベースを開発しその有効性を報告していた。

ここで技術科における知財にかかわる用語の扱いを整理する。「知的財産」とは，発明，考案等，人間の創造的活動により生み出されるものであり，特許等の法令により権利化された知的財産権より範囲が広く，子どもらの技術的アイデアなども含まれる。「意匠造形」とは，造形に際し，美術的な美しさよりも，機能や操作性を高めることを目的としたプロダクトデザインの考え方である。「模擬特許制度」とは，アイデア創出の活性化および知財の活用や尊重の教育をねらいとして，実際の特許出願を模擬した学校や学級内等におけるアイデアの出願・共有活動である。このように技術科の授業の中で生み出される生徒のアイデアは知財であると言える。

授業実践について，小学校では知財絵本の読み聞かせや発明クラブでの起業家教育の実践が見られた。中学校では技術科におけるロボット製作学習でアイデアポイントやベルマークを用いた特許実践，総合におけるアントレプレナーや著作権に関する実践が見られた。

以上のように，知財教育は情報教育・技術教育・起業家教育においては，いくつかの実践が行われている。中でも，体験的な知財学習の実践として技術科教育のロボット製作学

第1章 緒論

習における模擬特許実践や起業家教育の商品開発の実践があげられる。これらの実践は協同での課題解決を通して、発想の動機づけを高め、アイデアを表現・共有することで知財を尊重する態度とともに創造性を育成することができると考えられる。

1.2.2 技術教育における協同学習に関する研究

1.1.3 で示したように技術教育における協同学習は、ベンチの製作、ロボット製作、省燃費競技車の製作などの実践が行われていた。そこで、これらの先行研究を整理・分析することで、技術教育における協同学習の課題を明らかにする。

(1) 材料加工系の協同学習に関する研究の動向

紅林らは、協同によるベンチ製作の実践を展開している⁴⁸⁾。木製品と生活との関わりを実感し、構造的な丈夫さや製品としての価値や機能、道具を駆使して巧緻性を必要とする意味を深く考えさせる実践である。一人で製作するには負担が大きいため、各グループ5名で編成し、製品の構想を話し合い、グループごとに設計を行い、作業を分担して進める。完成後は校内に置くことで設計や製作に社会的ニーズが生じ、使用による評価も生まれると報告している。

(2) ロボット製作の協同学習に関する研究の動向

1.1.3 で示したように、日本産業技術教育学会が示した「21世紀の技術教育」では、技術教育の意義は、児童・生徒の「技術的課題解決力」「共同的行動能力」を備えた人格の形成にあり、技術的素養の育成を目的としている。このような能力・資質を育成する方法の一つとして、協同で技術開発のプロセスを学習する指導法が考えられる。その具体的な実践例としてロボット製作学習がある。ロボット製作学習とは、競技のルールに従い、チームでアイデアを考え、役割分担して創意工夫したロボットを製作し、その成果を大会で発表するものである。

ロボット製作学習は、「生徒に興味関心を持たせ、意欲を高める効果」^{49) 50)}「協同で製作する活動を通して生まれる人間関係力・協調性」^{51) 52)}「課題解決能力の育成」^{53) 54)}について教育効果があると報告されている。また、協同学習について、「人間関係能力の育成」⁵⁵⁾「知的好奇心が高まる効果」⁵⁶⁾「他者意識、共感意識が高まる効果」⁵⁷⁾の教育効果があると報告されている。このように協同でのロボット製作学習は、普通教育としての技術教育の目指す力を育成することができ、21世紀の教育目標である自立した学習者を育成できると考えられる。しかし、その教育効果についての詳細な分析は十分とは言い難い。

第1章 緒論

(3) エコカー系の協同学習に関する研究の動向

箕田は、ガソリンエンジンで駆動する省燃費競技車製作（エコランカー）の実践において、実践的体験的にももの見方や考え方を育みエネルギーと自動車について考えながら、技術的な課題を評価し改善していく力を高めることができると報告している⁵⁸⁾。また、フレームの構造、動力の伝達など機械要素の学習ができること、ものづくりの構造を金属材料の特徴と関連させて理解する力が高まることやチームとしてエコランカーの製作に取り組むことにより、「協同（協働）的な技術活動力」を生徒らが身につけていく様子を報告している。

(4) 情報系の協同学習に関する研究の動向

渡邊らは、2～3人のグループで自律型ロボット教材を用いて生活に関係する電化製品のモデルの製作を行い、プログラムによる計測・制御に関する知識・技能の習得と学んだ技術を生活にいかす力の育成に効果的であると報告している⁵⁹⁾。糀谷らは、職業観・労働観を持たせることを意識した技術科複合題材として天井クレーンの模型を製作する実践を行い、思考力の育成ではビジュアルシンキング法を用いることでアイデアの捻出が活発化することやチームで取り組むことが効果的であると報告している⁶⁰⁾。

(5) キー・コンピテンシーと対応するロボット製作学習の実践

OECDのPISA調査で求められるPISA型学力とは、社会に出てから必要となる答えのない問題を解決する思考力・応用力・創造力や学習力であり、OECDはキー・コンピテンシーとして示している。中教審の報告でも、協力してのものづくりや、ものづくりに関係した職業の理解などの教育内容が提示され、より実社会を意識した学習が求められている⁶¹⁾。

これらのキー・コンピテンシーを技術教育にあてはめると以下のように考えられる。

1) 相互作用的に道具を用いる。

アイデアを図や文章で表現し、他者に伝えられる。

知識や技術を評価し、活用できる能力。

2) 自律的に行動する。

社会のルールと自己の果たす役割を理解し、環境を把握して、計画的に活動を進めることができる能力。

3) 異質な集団で交流する

グループの他の人の考えを理解し、互いの関係を調整し、目標達成のために支援する能力。

第1章 緒論

表 1-1 キー・コンピテンシーと対応するロボット製作学習の実践

学習項目	キー・コンピテンシー	学習活動
導入		ロボット製作のイメージを持たせる。
基礎学習		機構等製作に必要な基礎的な知識・技能を学ぶ。
考案・設計	1)相互作用的に道具を用いる。 2)自律的に行動する。 3)異質な集団で交流する	チームを決め、話し合いのルールに基づき話し合い、考えをまとめる。ホワイトボードの活用・発想法の活用等により、アイデアを出し合い、まとめ、形にする活動を円滑に進めることができる。Jr. 特許により、創造への動機づけアイデアを共有、尊重し、社会のルールを学び、もったいない意識で無駄使いを減らす。
製作	2)自律的に行動する。	役割分担して行う。チームのまとめ、技術の活用
調整・改良	3)異質な集団で交流する	トライ&エラー。チーム力の高まり。技術的課題解決力の育成。自ら問題を見つけ試行錯誤しながら解決する。
大会・発表	3)異質な集団で交流する	成果を発表する。
まとめ	1)相互作用的に道具を用いる。	自分たちのロボット製作のプロセスを振り返り評価するとともに、技術を伝える。

表 1-1 に示したように、ロボット製作学習においてもキー・コンピテンシーと技術の学習活動が対応する。

以上のように、技術教育における協同学習の研究は複数あるものの、その教育効果についての詳細な分析は十分とは言い難い。また、前述のように、学習モデルとしてモデル化がなされていない。そこで教育効果についての詳細な分析を行うと共に、技術科における協同学習のモデル化を行う必要がある。

1.3 問題の所在

これまで述べてきたように、技術教育では、技術的素養として創造性を育成し、「技術的

第1章 緒論

課題解決力」,「協同・協働的な技術活動力」育成が重要である。しかしこれらの実践は複数あるものの,教育効果の検証は不十分である。また,モデル化されておらず,題材の固有性を超えて授業を設定できるようにするのは,協同学習の学習指導法を一般化する必要がある。

1.4 本研究の目的

本研究は,技術教育における協同・協働学習モデルに基づいた授業プログラムを開発し,モデルの妥当性と教育効果を検証することで,協同学習の学習指導法を一般化することを目的とする。

1.5 研究のアプローチ

1.5.1 研究課題の構造

先行研究を概観したところ,技術教育では,技術的素養として創造性を育成し,協同的課題解決力を習得させ,自立した学習者を育成することが重要である。その方法としては,協同での技術開発のプロセスを学習する指導法がある。これは,協同での技術開発を模擬体験させることにより,創造性,協同的課題解決力や技術の評価力を高め,技術観・職業観に影響を与え,技術への興味・関心が高まるものである。また,知財学習を導入することは,発想の動機づけを高め,アイデアを表現・共有することで知財を尊重する態度と共に創造性を育成することができる。しかし,実践における教育効果の検証やモデル化がなされていない。そこで,地域と協同でものづくりのプロジェクトを試み,教育効果の検証を行う。これを技術科の授業に導入すると効果的ではないかと考えられる。この結果を踏まえて,一般のワークショップなどを参考に協同学習の学習モデルを仮説的に作成する。次に,作成した学習モデルを適用した発明品構想学習の実践を行い,教育効果を検証する。しかし,ここでの実践は,構想した発明品のプレゼンテーションの制作であり,実際にものを作っていない。そこで,ロボットのような現実の技術開発に近いリアルなものづくりを行い,効果を検証する必要がある。実践の結果を踏まえて,学習モデルを適用した現実の技術開発のような体験的部分を高めたリアルなものづくりとして省電力競技車製作学習を行い,教育効果を検証する。ただし,ここでの生徒の変容を踏まえ,学習モデルの修正をおこない,修正した学習モデルを提示する。最後に,修正した学習モデルに基づいて技術科の通常の授業において実践を行い学習モデルの妥当性と教育効果を検証する。

第1章 緒論

1.5.2 本論文の構成

研究課題の構造と本論文の構成との対応を図1-1に示す。

第1章では、先行研究を概観し、課題を整理する。第2章では、地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価を行う。第3章では、第2章の結果を元に技術科における協同学習モデルを構想する。第4章では、第3章で構想した技術科における協同学習モデルを適用した発明品構想学習の授業プログラムの開発と評価を行う。第5章では、地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価を行い、地域と協同での高度なものづくり学習の実践とその結果を元に学習モデルの改良を行う。第6章では、技術科における協同・協働学習モデルを適用したロボット製作学習の授業プログラムの開発と評価を行い、協同・協働学習モデルに基づいた授業プログラムの開発とモデルの妥当性を検証する。第7章では、結論および今後の課題として技術教育における協同・協働学習モデルに基づく学習指導法の展望を行う。

第1章 緒論

研究の背景と先行研究
第1章 緒論



仮説の構築

地域と協同でのものづくりプロジェクトの実践と教育効果
第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価
実践を基にした協同学習モデルの構築
第3章 技術科における協同学習モデルの構想



実践と改良

協同学習モデルに基づいた授業プログラムの開発と教育効果の検証
第4章 技術科における協同学習モデルを適用した発明品構想学習の授業プログラムの開発と評価
地域と協同での高度なものづくり学習の実践と学習モデルの改良
第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価



モデルの検証と学習指導法開発

協同・協働学習モデルに基づいた授業プログラムの開発と学習モデルの妥当性検証
第6章 技術科における協同・協働学習モデルを適用したロボット製作学習の授業プログラムの開発と評価



結論

技術教育における協同・協働学習モデルに基づく学習指導法の展望
第7章 結論および今後の課題

図 1-1 研究課題と本研究の構造

第1章 緒論

第1章参考文献

- 1) 福田誠治：競争しても学力行き止まり，朝日新聞社，p. 181(2007)
- 2) 米国学術研究推進会議：授業を変える，北大路書房，p. 5(2002)
- 3) 文部科学省：教育基本法
http://www.mext.go.jp/b_menu/houan/an/06042712/003.htm(最終アクセス 2017 年 12 月 30 日)
- 4) ドミニク・S・ライチェン，ローラ・H・サルガニク編著，立川慶裕監訳：キー・コンピテンシー，明石書店，pp. 200-218(2008)
- 5) 前掲書 1)：pp. 182-183
- 6) 佐藤学：教育改革をデザインする，岩波書店，pp. 97-102(1999)
- 7) 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育(改訂)，日本産業技術教育学会誌第 54 巻第 4 号別冊，pp. 1-7(2012)
- 8) 技術教室：2006 年 9 月号，p. 4
- 9) 東京書籍 東書教育シリーズ中学校技術・家庭科技術分野実習題材ガイドブック生物育成実習例 中学校技術・家庭科教授用資料平成 23 年 6 月発行，p. 13
- 10) 前掲書 9)：p. 15
- 11) 朝日新聞：1993 年 10 月 5 日発行伊賀の組紐づくり
<http://www.kumihimo.or.jp/kumiai/seinenbu/katudou/asahi.html>
(最終アクセス 2017 年 10 月 5 日)
- 12) 技術教室：2002 年 7 月号，p. 42
- 13) 三重県：平成 27 年度版森林環境教育・木行く活動事例集，三重県農林水産部みどり共生推進課発行，p. 24
- 14) 前掲書 9)：p. 12
- 15) 山中洋子：都立航空工業高等専門学校生の指導による「荒川区中学生ロボットコンテスト」，国立オリンピック記念青少年総合センター研究紀要，第 3 号，pp. 215-224(2003)
- 16) 吉岡利浩・村松浩幸・他 2 名：ロボット製作学習の学習プロセスを経験させる「合宿型事業モデル」の教育評価，日本産業技術教育学会誌第 52 巻第 4 号，pp. 263-270(2010)
- 17) 吉岡利浩・松岡守・他 3 名：中学生を対象とした省電力競技車製作学習の実践と分析，日本産業技術教育学会誌第 59 巻第 3 号，pp. 199-208(2017)

第1章 緒論

- 18) 坂本旬：「協働学習」とは何か，生涯学習とキャリアデザイン 5，法政大学キャリアデザイン学会，pp. 49-57 (2008)
- 19) 文部科学省：中学校学習指導要領(1989年12月)
- 20) 文部科学省：中学校学習指導要領技術・家庭(1989)
- 21) 河野義顕・大谷良光・他1名：技術科の授業を創る-学力への挑戦-，学文社，p. 11(1999)
- 22) 河野公子・渡邊康夫：新中学校教育課程講座技術・家庭，ぎょうせい，P. 38(2000)
- 23) 文部科学省：中学校学習指導要領技術・家庭(1998)
- 24) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編(2008)
- 25) 安東茂樹：中学校新学習指導要領の展開技術家庭科技術分野編，明治図書，p. 79(2008)
- 26) 加藤幸一・永野和男・他：新しい技術・家庭技術分野，東京書籍，p. 201(2012)
- 27) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編(2017)
- 28) 佐々木享・近藤義美・他1名：改訂版技術科教育法，学文社，p. 132(1994)
- 29) International Technology Education Association :Standards for Technological Literacy :Contents for the Study of Technology,
<https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767&v=b26b7852> (最終アクセス 2017年10月5日)
- 30) 夏堀睦：創造性と学校，ナカニシヤ，p. 2(2005)
- 31) 村松浩幸：技術科におけるアイデアの創造と共有に基づく体験的知的財産学習法の開発，兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究所，pp. 5-20(2010)
- 32) 夏堀睦：創造性概念の意味の変遷における教育心理学の独自性の影響，心理科学第24巻第1号 p. 43(2003)
- 33) 宮川秀俊・中島康博：技術教育における創造性の育成に関する基礎的研究，日本工業技術教育学会誌第1巻1号，pp. 45-59(1996)
- 34) 佐々木久視・窪田範行：技術科教育における創造性の育成，北海道教育大学紀要教育科学編第54巻第1号，pp. 191-198(2003)
- 35) Lev Vygotsky・福井研介(訳)：子どもの想像力と創造，新読書社，pp. 51-52(1972)
- 36) 江川玫成：経験科学における研究方略ガイドブックー論理性と創造性のブラッシュアップー，ナカニシヤ，p. 3(2002)
- 37) 山口栄一：授業のデザイン，玉川大学出版部，pp. 54-61(2005)
- 38) 舟生日出夫・鈴木栄幸・他3名：発見的学習活動における創発的分業を支援するCSCL

第1章 緒論

- システムの開発, メディア教育研究第4巻第2号, pp. 7-13(2008)
- 39) 茂木健一郎: 脳と創造性, PHP 研究所, pp. 106-108(2008)
- 40) 国立教育政策研究所: 評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料
<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryuu.html> (最終アクセス 2011年10月30日)
- 41) 上西好悦: キャリア教育を支えるアントレプレナー教育, 日本標準, p. 30(2006)
- 42) 日本知財学会知財教育分科会編集委員会: 知財教育の実践と理論—小・中・高・大での知財教育の展開—, 白桃書房, p. 2(2013)
- 43) 山本 勇・森栗 晃史・他1名: 技術・家庭科技術分野の教員として知的財産教育を行うに必要な能力・知識の検討, 日本産業技術教育学会誌第47巻第1号, pp. 39-46 (2005)
- 44) 村松浩幸・宋慧・他3名: 技術科教育における知的財産学習のための意識尺度の構成, 日本産業技術教育学会誌第51巻第1号, pp. 17-24(2009)
- 45) 村松 浩幸・土田 恭博・他1名: 中学校技術科のゲーム制作において著作権の権利処理を体験させる知的財産学習の効果, 日本産業技術教育学会誌第52巻第2号, pp. 111-118(2010)
- 46) 杉谷 義和・宮川 洋一・他1名: 「道徳の時間」の読み物教材を組み込んだ著作権学習の題材開発, 日本教育工学会論文誌第36巻, pp. 137-140(2012)
- 47) 村松 浩幸・土田 恭博・他1名: 中学校ロボットコンテストにおける Jr 特許データベースシステムの開発, 日本産業技術教育学会誌第47巻第4号, pp. 281-287(2005)
- 48) 紅林秀治・今山延洋: 共同作業を取り入れた木材加工, 技術教育研究 No. 55, pp. 46-51(2000)
- 49) 浜田康司: 子ども同士のかかわり合いから深めた製作学習—中学校版アイデアロボットコンテストに取り組んだ4年間から—, 日本産業技術教育学会誌第39巻1号, pp. 73-76(1997)
- 50) 井口豊重: ロボットコンテストを応用した教材の工夫, KKG ジャーナル VOL26 No. 7, pp. 198-199(1991)
- 51) 下山大: ものづくりを通してたくましく生きる力と自ら学び考える創造性を育む授業実践—八戸三中におけるロボコン・トーナメントの歴史と教育的効果について—, 日本産業技術教育学会誌第39巻第4号, pp. 269-272(1997)
- 52) 下山大: 7回目を迎えた八戸三中のロボコンから得られたもの, 日本ロボット学会誌,

第1章 緒論

第16巻第4号, pp. 464-467(1998)

- 53) 鈴木泰博: 技術科におけるロボットコンテストの実践, 日本産業技術教育学会誌第40巻第1号, pp. 53-56(1998)
- 54) 近藤一行: 自ら学ぶ意欲を高め, 工夫し創造する能力を養う授業のあり方-ロボットコンテストを取り入れた機械学習-中学校技術・家庭科理論と実践 No. 34, 全日本技術・家庭科研究会, (1996)
- 55) 森慎之助: 「総合的な学習の時間」におけるロボット教材を用いた協働学習の効果, 日本産業技術教育学会誌第45巻第1号, pp. 23-30(2003)
- 56) 安吉聡・魚住明生: 技術科教育における協同学習に関する実証的研究-ものづくり学習における授業実践からの考察-, 富山大学人間発達科学研究実践総合センター紀要1, pp. 39-44(2006)
- 57) 小西智子・安東茂樹: ものづくりの協同学習における社会性への影響に関する研究, 日本産業技術教育学会教科教育分科会「技術科教育の研究」第10巻, pp. 45-50(2005)
- 58) 箕田大輔: 中学生と作るガソリンや乾電池をエネルギーとしたエコランカー, 日本産業技術教育学会誌第55巻第1号, pp. 71-74(2013)
- 59) 糺谷隆雄・針谷安男・他2名: 技術教育における新しい複合教材を用いた授業実践, 科学技術におけるロボット教育シンポジウム2010, pp. 40-43(2010)
- 60) 渡邊渉・山菅和良・他3名: 生活に生かす力を育てる自律型ロボットを用いた学習題材の開発と実践, 科学技術におけるロボット教育シンポジウム2010, pp. 30-33(2010)
- 61) 中央教育審議会: 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf (最終アクセス2017年10月5日)

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

2.1 緒言

筆者は2006年度、生徒が自宅から毎日会場へ通いながら、ロボット製作学習に取り組む通い型のロボット製作学習「Jr.ロボコン2006 in 三重」(以下、「通い型」)を実施し、現実の特許を模擬した模擬特許実践(Jr.特許実践)を行い、申請状況や教育効果について分析した。その結果、Jr.特許実践方法にポイント制を導入し、材料の交換とも関連させ、協同で取り組ませることは、発想の動機づけを高め、工夫する楽しさを実感させるために効果的であることが確認できた^{1) 2)}。しかし、「技術的課題解決力」「共同的行動能力」の評価は、十分とは言い難かった。そこでこれまでの実践をふまえ、期間中は自宅に帰らず宿泊してロボット製作学習に取り組み、より協同的な要素を高めた合宿型のロボコン³⁾「Jr.ロボコン2007 in 三重」(以下、「合宿型」)の中で、「技術的課題解決力」「共同的行動能力」の伸張に関する評価を試みることにした。本章では、ロボット製作学習における協同学習の実践と評価を目的とする。

2.2 研究方法

2.2.1 合宿型ロボコンの実施

合宿型は、三重県農水商工部産業集積室・津市商工観光部産業政策振興課・四日市市商工農水部工業振興課(以下、行政)と三重大学の教員(以下、大学教員)が連携し、企画をした。予算的な負担を減少させるために、各種補助制度も活用した。事業には、教育学部の技術科学生は授業の一環として参加した。中学校技術科教員(以下、技術科教員)は研修の一環として参加し、大学生と組み、指導をした。以上の合宿型の全体像を図2-1に示す。

大学教員と技術科教員の連携により、研究と実践を密接に関連させることができる。技術科教員は製作から大会までの一通りの学習プロセスを経験することができ、その成果を授業に生かせる。また、技術科教員を目指す大学生は、中学生や現職の技術科教員と共に活動することで、生徒への指導の仕方や指導の楽しさ、難しさを体験的に学ぶことができる。そして参加生徒も自身の成長と共に、ロボット製作学習をしている学校では、授業に

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

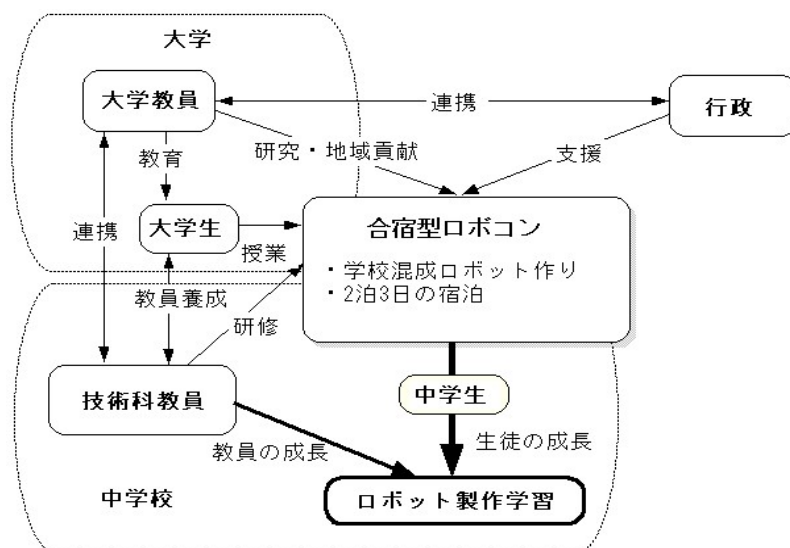


図 2-1 寄宿型ロボコン

もその成果を生かすことが可能になる。さらに行政との連携により、事業とその成果や技術教育の重要性が一般に広報される効果も期待できる。寄宿型は、行政と大学、学校現場が連携をしながら、製作から大会までの学習プロセスを生徒と共に技術科教員や大学生も体験し、教員研修の機能も合わせた形で実施した。

2.2.2 調査方法

期間内調査においては、ロボット製作学習を経験するプロセスでの変容を調査し、事後調査においては、ロボット製作学習の経験により身についた力の日常生活への影響を調査した。

(1) 実践期間内調査

基本情報として、学年、性別、班の項目を設定した。3日間の「技術的課題解決力」、「共同的行動能力」の変容について調査を行うために、質問紙を作成した。宮川・中島の技術教育における創造性の育成についての研究⁴⁾と宋、村松らによる知的財産に対する中学生の意識実態の研究⁵⁾を基に、「技術的課題解決力」、「共同的行動能力」の構成要素として、創造的思考・創造的技能・創造的態度・チームワーク力・コミュニケーション力に関する24項目を設定し5件法で作成した。

各構成要素の調査内容については、創造的思考「問題認識」、「記憶」、「拡散的思考」、「集中的思考」、「自己評価」、創造的技能「表現力」、「計画力」、「情報収集力」、「観察力」、創造的態度「好奇心」、「自主性」、「開放性」⁵⁾及び、コミュニケーショ

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

ン力、チームワーク力である。ここで、コミュニケーション力については、「交流」はお互いの考えをわかち合い共有することを通して成長できること。「伝達力」は自分の考えを他の人に伝えることができること。「討論」はお互いにアイデアや意見を出し合い、議論できること。チームワーク力については、「協調性」はいろいろな考えや意見を考慮して調整し、決定できること。「支援」はグループの目標達成に向け、協力し、支援することができることと定義する。質問項目を表 2-1 に示す。実践期間内調査質問紙は、3日間各日の作業終了後に配布し、記入後にその場で回収した。

(2) 事後調査

基本情報として、学校名、学年、性別の項目を設定した。事後に生徒が伸びたと自覚した力等を調査した。選択肢、記述式、5件法、自由記述による7項目を作成した。事後調査内容を表 2-2 に示す。尚、2.4.2 事後調査の分析と考察において、通い型と合宿型では事後調査項目が異なるため、内容が同様の項目を対象として比較をした。事後調査については成果発表大会終了後に配布し、郵送により回収した。

2.3 合宿型ロボコンの実践

合宿型は、2007年8月18日～20日の3日間に津市神戸野外活動センターにおいて2泊3日で実施した。三重県内の中学校14校から中学生41名（男子37名・女子4名）が参加し、抽選により1チーム5～6名計8チームでロボット製作を行った。各チームには技術科教員および大学生がつき、ロボット製作の指導を行った。ロボットは全国大会A部門の競技を基に製作した。9月8日に津市リージョンプラザにおいて成果発表大会を開催した。図 2-2 に3日間の活動の流れ、図 2-3 に活動の様子を示す。1日目には抽選によりチームを決め、アイスブレイクを行った。講習会の内容は、ロボコンのルール・Jr.特許制度・製作上の注意点・ポイントについて説明し、その後、チームごとに設計・製作を開始した。1日目、2日目の各作業終了後に、各グループで成果と課題をまとめ、プレゼンを行った。3日目の最後に成果発表ミニ大会を行った。

協同学習に関して以下の配慮をした。1) 初めにレクリエーション（アイスブレイク）を行った。2) グループで話し合う場面を設定した。3) 大会の基本ルールを示し、各自にロボットのアイデアを合宿前に構想させた。4) 自分のアイデアをみんなに伝える場面を設定した。5) 自分たちの意見を出し合い、お互いに意見交換する時間を設定した。6) グループでアイデアをまとめる作業を設定した。

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

表 2-1 実践期間内調査の質問項目

構成要素	項目	質問項目	
創造的思考	問題認識	1) 自分なりに何か目標を持って取り組むようにしていた。	
	記憶	2) 身のまわりに何かヒントはないか、注意していた。	
	拡散的思考	3) 新しく知ったことをできるだけ自分のものにしようとしていた。	
	集中的思考	4) ロボット製作のいろいろなアイデアがたくさん浮かんだ。	
	自己評価		5) ロボットの製作で、いろいろな問題を考えることは楽しい。
			6) ロボット製作の進み具合を自分できちんと把握できる。
			7) ロボット製作で、できたところと不十分なところを、はっきり言える。
創造的技能	表現力	8) 自分のアイデアを図や文章で表現できる方だと思う。	
		9) 製作の途中で、思わぬ問題にもうまく対処できた。	
	計画力	10) どんな工具をどう使えばよいか考えて作業できた。	
		11) 作業の進め方を自分なりに計画してできた。	
	情報収集力	12) 計画通りに作業を進めることができた。	
	観察力	13) 製作に必要な情報を集めることができた。	
創造的態度	好奇心	14) 作業がうまく進まないとき、自分なりにその原因を明らかにできた。	
	自主性	15) 未完成のものや不完全なものに魅力を感じた。	
		16) どんどん改良して新しく作り替えていきたい。	
	開放性	17) 自分なりの工夫をすることができた。	
		18) 自分で課題を見つけて取り組めた。	
コミュニケーション力	交流	19) 他の人の良い見方や考え方を積極的に受け入れられた。	
	伝達力	20) アイデアをお互いに見せ合うことはいいことだと思う。	
	討論	21) 自分のアイデアをうまく人に伝えられた。	
チームワーク力	協調性	22) みんなでアイデアを出し合い、話し合うことは面白い。	
	支援	23) グループの仲間と協力してアイデアをまとめられた。	
		24) グループの仲間と協力して製作することができた。	

表 2-2 事後調査内容

- ロボットの製作経験はありましたか。
 - 学校の授業で経験がある
 - 部活やクラブ活動で経験がある
 - 学校外の社会教育や自宅で経験がある
 - 全く経験がない
- (1) 参加前に一番期待したり、楽しみだったことは何ですか。また参加してみて、それはどうでしたか。
- 今回、参加してみてどうでしたか。
 - 良かった
 - まあまあ良かった
 - あまり良くなかった
 - 良くなかった
- 今回の経験は、自分の進路を考える参考になると感じますか
 - 思う
 - まあまあ思う
 - あまり思わない
 - 思わない
- 技術に関わる下記の力について、自分自身身に付いた、あるいは伸びたと思うかどうか選択をしてください。
 - ものづくりに対する興味・関心
 - 身の回りの技術に対する興味・関心
 - 技術に関わる仕事への興味・関心
 - 発明についての興味・関心
 - アイデアを図で示す力
 - 材料を加工する力
 - 機構を製作する力
 - 仲間と協同して課題を解決する力
 - 仲間とのコミュニケーション力
 - 他人のアイデアを尊重する姿勢
 - 工夫する力
- Jrロボコンで自分が最も成長したと感じることを書いてください。
- Jrロボコンを振り返って、学んだことや感想など自由に書いてください。

Jr.特許実践は、1日目の設計・製作段階から2日目の製作段階におけるロボット製作の

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

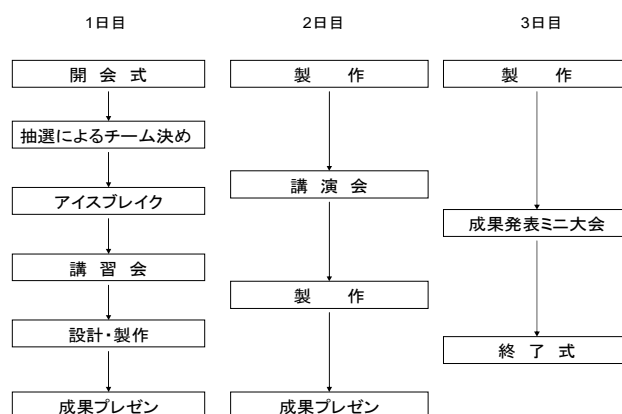


図 2-2 合宿型ロボコンの活動の流れ



図 2-3 合宿型ロボコンの活動の様子

過程で考えたアイデアを特許として申請し、材料交換ポイントとして連動させた。判定は審査担当教員が行い、認定されると会場内の掲示板上に公開されるようにした。1件 10 点のロボットの材料と交換ができる。交換率は村上の実践⁶⁾を参考にした。

2.4 結果と考察

2.4.1 実践期間内調査の分析と考察

実践期間内調査の有効回答者数は 40 名 (97.6%) であった。質問紙の回答について、「かなり思う」5 点～「まったく思わない」1 点として集計した。1 日目と 3 日目において対応のある t 検定を行った。その結果を表 2-3 に示す。創造的思考の「問題認識」($d(39)=2.91$;

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

$p < .01$), 「自己評価」($t(39)=3.42; p < .01$) について, 1%水準で有意な平均値の上昇が確認できた。創造的思考の「集中的思考」($t(39)=2.69; p < .05$), 創造的技能の「表現力」($t(39)=1.85; p < .05$), 「観察力」($t(39)=1.98; p < .05$)については, 5%水準で有意な平均値の上昇が確認できた。その他の項目については, 有意な変容は確認できなかった。創造的技能の「表現力」も平均値は上昇したが, 値は3点台であった。これは, 協同でのロボット製作学習を通して, 他人にアイデアを伝えるために図と文章で表現する力の必要性を認識したことにより, 参加生徒の意識が一定程度変わったのではないかと考えられた。「表現力」をさらに高める指導法については, 今後の課題である。また, 「共同的行動能力」を示すチームワーク力, コミュニケーション力については, 「伝達力」以外の4項目で, 1日目にして4.1以上と高い値を示していた。これは, 初めて会った者同士が協同でロボットを製作するためには, チームワーク力, コミュニケーション力が必要であることを認識し, 話し合い製作する活動を通して, お互いを理解し, 意見を伝える力を意識したためではないかと考えられた。「伝達力」をさらに高める指導法についても今後の課題である。

次に, 構成要素ごとに見ると, 創造的思考については, すべての項目について平均値が上昇していた。特に「自己評価」の項目について平均値の上昇が大きく, 「集中的思考」, 「拡散的思考」, 「問題認識」の順に平均値が上昇した。創造的技能については, 「観察力」, 「表現力」の平均値が上昇した。しかし, 「計画力」は1日目より3日目に値が減少していた。最も平均値が低かった項目は創造的技能の「計画力」であった。その原因と

表 2-3 実践期間内調査の結果

構成要素	項目	1日目		3日目		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.99	0.69	4.24	0.59	2.91	**
	記憶	3.73	1.00	3.95	0.85	1.05	
	拡散的思考	3.78	0.93	4.05	0.90	1.46	
	集中的思考	4.17	0.72	4.45	0.60	2.69	*
	自己評価	3.76	0.64	4.13	0.71	3.42	**
創造的技能	表現力	3.49	0.69	3.70	0.70	1.85	*
	計画力	3.61	0.70	3.56	0.86	0.44	
	情報収集力	3.76	0.74	3.80	0.99	0.35	
	観察力	3.54	0.93	3.85	0.77	1.98	*
創造的態度	好奇心	4.03	0.71	3.95	0.71	0.68	
	自主性	3.84	0.68	4.03	0.72	1.66	
	開放性	3.98	0.80	4.10	0.90	0.82	
コミュニケーション力	交流	4.25	0.84	4.38	0.74	1.04	
	伝達力	3.63	1.05	3.63	1.05	0.00	
	討論	4.15	0.77	4.28	0.78	0.96	
チームワーク力	協調性	4.15	0.86	4.15	0.86	0.00	
	支援	4.43	0.68	4.45	0.85	0.18	

$n = 40$ *: $p < .05$; **: $p < .01$

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

して、3日間という短期間のために、ロボットを完全に仕上げられなかった生徒達が計画通りにできなかったと感じたのではないかと考えられた。

以上の結果から、ロボット製作学習における協同学習の中で、課題に対し、様々なアイデアを思考し、形にしていくことで、「技術的課題解決力」として、特に創造的思考における「集中的思考」, 「自己評価」, 「問題認識」および、創造的技能における「表現力」, 「観察力」の有意な向上が確認できた。「共同的行動能力」としては、当初からコミュニケーション力, チームワーク力が高いことが確認できた。生徒らは、協同学習においてコミュニケーション力, チームワーク力が必要であることを認識し、製作の中でそれらを意識していたのではないかと考えられた。

2.4.2 事後調査の分析と考察

事後調査の有効回答者数は21名(51.2%)であった。「合宿型」では、製作経験(学校の授業やクラブ活動, 学校外の社会教育, 自宅等におけるロボット製作経験)のある生徒は71%だった。「通い型」の46%と比べ、製作経験者が増加しており、ロボット製作学習の広がりが認められた。「合宿型」で身に付いたり伸びたりした力については5, 4を肯定, 3, 2, 1を肯定以外として分類し、直接確率検定を行った結果を表2-4に示す。11項目中9項目において肯定が1%水準で有意に多いことが確認できた。Jr.ロボコンで身に付いたり、伸びたりした力は、「他人のアイデアを尊重する姿勢」21名(100.0%), 続いて「もの作りに対する興味・関心」, 「身のまわりの技術に関する興味・関心」, 「材料を加工する力」20名(95.2%), 「技術に関わる仕事への興味・関心」, 「発明についての興味・関心」, 「仲間とのコミュニケーション力」19名(90.5%)であった。「アイデアを図で示す力」は最も低い12名(57.1%)であった。

「通い型」の結果を表2-5に示す。「通い型」と「合宿型」を比較すると「他人のアイデアを尊重する姿勢」13名(61.9%)→21名(100.0%), 「もの作りに対する興味・関心」16名(76.2%)→20名(95.2%), 「身のまわりの技術に関する興味・関心」14名(66.7%)→20名(95.2%), 「アイデアを図で示す力」5名(23.8%)→12名(57.1%)であることから、同じ日数でも、「通い型」と比べ「合宿型」がより効果的であることを示していると考えられる。しかし、合宿型においても、「アイデアを図で示す力」は、二番目に低かった「機構を製作する力」と比べても14%ほど低かった。機構については、グループ毎に機構模型などを準備して指導し、加工についても資料を配付して指導した。一方、図については、図の書

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

表 2-4 合宿型で身についたり伸びたりした力

質問項目	肯定	肯定率(%)	p	
10) 他人のアイデアを尊重する姿勢	21	100.0	0.00	**
1) ものづくりに対する興味・関心	20	95.2	0.00	**
2) 身の回りの技術に対する興味・関心	20	95.2	0.00	**
6) 材料を加工する力	20	95.2	0.00	**
3) 技術に関わる仕事への興味・関心	19	90.4	0.00	**
4) 発明についての興味・関心	19	90.4	0.00	**
9) 仲間とのコミュニケーション力	19	90.4	0.00	**
8) 仲間と協同して課題を解決する力	18	85.7	0.00	**
11) 工夫する力	17	80.9	0.01	**
7) 機構を製作する力	15	71.4	0.08	
5) アイデアを図で示す力	12	57.1	0.66	

n=21, ** : p < .01

表 2-5 通い型で身についたり伸びたりした力²⁾

質問項目	肯定	肯定率(%)	p	
9) 工夫することの楽しさ	16	76.2	0.03	*
1) もの作りに対する興味・関心	16	76.2	0.03	*
7) 仲間と協同してアイデアを考える力	15	71.4	0.08	†
2) 身の回りの機械や技術に対する興味・関心	14	66.7	0.19	
8) 他人のアイデアを尊重すること	13	61.9	0.38	
3) 現実の特許に対する興味・関心	11	52.4	1.00	
6) 設計をする力	10	47.6	1.00	
4) アイデアを図で示す力	5	23.8	0.03	
5) アイデアを文章で示す力	3	14.3	0.00	

n=21 * : p < .05 † : .05 < p < .10

表 2-6 自由記述の分析

項目	数	出現率(%)
8) 仲間と協同して課題を解決する	13	72.2
9) 仲間とのコミュニケーション力	12	66.7
1) ものづくりに対する興味・関心	6	33.3
6) 材料を加工する力	5	27.8
11) 工夫する力	4	22.2
7) 機構を製作する力	3	16.7
10) 他人のアイデアを尊重する姿勢	2	11.1
3) 技術に関わる仕事への興味・関心	1	5.6
4) 発明についての興味・関心	1	5.6

n=18

き方に関する資料等は用いず、Jr.特許の出願時に修正などの指導をするのみであった。今後詳細な調査が必要であるが、「アイデアを図で示す力」の評価が低かった原因は、こうした図での表現方法の指導の不足もあるのではないかと想定される。今後は、図の表現の指導を検討する必要もあると考えられる。

生徒が「合宿型」に参加したことにより、自分が最も成長したと感ずることとして、「コ

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

コミュニケーション力」，「人間関係」，「お互いの意見をまとめる力」，「他の人の意見を聞く力」，「図を書く力」，「ロボット作りへの興味」，「自分で考えて自分で行動すること（課題を見いだす力）」，「自分で作ったロボットにより早く欠陥に気づくこと（技術を見る眼）」があげられていた。また，自由記述から身についた力11項目に関わる内容の表現について分析を行った。結果を表2-6に示す。「仲間と協同して課題を解決する力」72.2%，続いて「仲間とのコミュニケーション力」66.7%であった。

以上の結果から，「通い型」よりも「合宿型」の方が，生徒達は多くの項目について，力の伸びを自覚していることが確認できた。特に「他人のアイデアを尊重する姿勢」を全員が肯定していたことは，ものづくりに協同学習と模擬特許実践を組み合わせることによる特徴的な効果ではないかと考えられる。

2.5 結言

本章では，ロボット製作学習における協同学習の実践と評価を目的とした。先行研究を踏まえ，協同的な要素を高めた合宿型のロボコンを企画し，実践した。実践期間内と事後の調査の結果，以下のことが明らかになった。

- 1) 「技術的課題解決力」，「共同的行動能力」における構成要素の中で，創造的思考・創造的技能について有意な意識の変容が確認できた。
- 2) コミュニケーション力・チームワーク力については，有意な意識の変容は見られなかったが，他の構成要素に比べ，事前段階から高いことが確認できた。
- 3) 「通い型」よりも「合宿型」の方が，生徒達は多くの項目について，力の伸びを意識していることが確認できた。特に「他人のアイデアを尊重する姿勢」を全員が肯定していたことは，ものづくりに協同学習と Jr.特許実践を組み合わせることによる特徴的な効果ではないかと考えられる。
- 4) 「アイデアを図で示す力」については，「通い型」のみならず，「合宿型」でも他項目に比べ，低い結果となった。図の表現の指導を検討する必要があると考えられる。

以上のことから，協同学習としてのロボット製作学習における協同学習の有効性とその教育効果が確認できた。

第2章 地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価

第2章参考文献

- 1) 吉岡利浩・村松浩幸・森田千絵美：中学校でのロボット製作学習における効果的な Jr. 特許実践方法の検討，第 24 回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集，pp. 65-66(2006)
- 2) 吉岡利浩・村松浩幸：中学校におけるポイント制を導入した Jr. 特許実践の評価，日本知財学会第 5 回年次学術研究発表会要旨集，pp. 316-319(2007)
- 3) 吉岡利浩・村松浩幸：ロボット製作学習の学習プロセスを経験させる合宿型事業モデル提案，日本産業技術教育学会第 50 回全国大会講演要旨集，p. 138(2007)
- 4) 宮川秀俊・中島康博：技術教育における創造性の育成に関する基礎的研究，日本工業技術教育学会誌第 1 巻 1 号，pp. 45-59(1996)
- 5) 宋慧・村松浩幸・他 4 名：知的財産に対する中学生の意識実態についての分析，第 24 回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集，pp. 59-62(2006)
- 6) 村上 誠：ベルマークを用いた特許流通の試み，大学における知的財産教育研究報告書，三重大学，pp. 89-95(2005)

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

3.1 緒言

前章では、ロボット製作学習における協同学習の実践と評価を行い、その有効性と教育効果を検証した。本章では、前章の成果を踏まえながら、ロボット製作学習以外にも適用可能なように、協同学習の一つとして一般に行われているワークショップモデルを参考に、技術科における協同学習モデルを構想する。

3.2 技術科における協同学習

前章で示したように、ロボット製作学習の中で、協同で技術開発を模擬体験させることは、創造性、協同的課題解決力や技術の評価力を高め、技術観・職業観に影響を与え、技術への興味・関心を高めることに効果があることを確認できた(図3-1)。また、ロボット製作学習に模擬特許実践を導入することは、発想の動機づけを高め、アイデアを表現・共有することで知財を尊重する態度とともに創造性を育成することができることも確認できた。こうしたロボット製作学習における模擬特許の学習は、「創造」「共有」「尊重」の学習

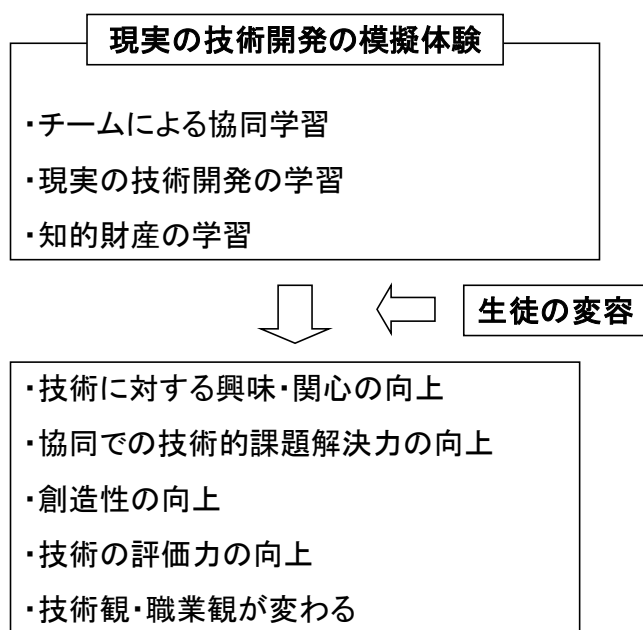


図3-1 技術科の協同学習における教育効果

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

サイクルで構成される¹⁾。そこで技術科における協同学習も、「創造」「共有」「尊重」の学習サイクルで構成することを考えた。

2017年告示の中学校学習指導要領解説技術・家庭編においても、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、他者と協働して問題を解決する力、工夫・創造する力、知的財産を創造・保護・活用していこうとする態度の育成などが求められており²⁾、今後の技術科では、ロボット製作学習の実践のように協同学習による体験的・実践的な学習を通して課題解決能力や創造性を育む展開が重要であると考えられる。体験的な学習として、体験型学習がある。体験型学習は、「講義など一方的な知識伝達ではなく、目標に向かって生徒が自ら参加・体験し、集団の中でかかわりあい、一定の時間内に効果的な学びや創造をする学習」と定義される³⁾。体験型学習の特徴は学習する内容よりも、ともに学ぶ過程を大切にする。話を聞いて頭で考えるだけでなく、行動を通じて学ぶ。体験的作業を共有することは、お互いの意見の合意が必要であり、相違点や共通点を理解しあうことを通して、お互いを認めあい高めあうことにつながる。技術科における協同学習においても、教師は“教える”というよりは“導く”役割が求められる⁴⁾。これは、支援するというファシリテーターの役割に近く、生徒ひとり一人をよく見ることができることにもつながり、ひとり一人の能力を引き出すことに繋がる。物事に取り組むための基本の「型」を学び、その上で学びと社会とのつながりを体験する学習により、その後の学校生活も生徒にとって、しっかりとした目的を持った学びの場が変わっていくと考えられる。こうした体験型学習を取り入れているのが、一般にも広く行われているワークショップである。中野によれば、「ワークショップとは、講義など一方的な知識伝達のスタイルではなく、参加者が自ら参加・体験し、グループの相互作用の中で何かを学び合ったり作り出したりする、双方向的な学びと創造のスタイル」である⁵⁾。

以上のことから、ロボット製作学習における協同学習の方法を、ロボット以外の内容に適用するためには、参加者が自ら参加・体験して協同で学びあったり作り出したりする学びと創造のスタイルであるワークショップが参考になると考えた。

3.3 一般的なワークショップモデル

山本は、ワークショップをつくるために、「具体的になにをするのか」というプログラムを考える必要があり、「なんとなく準備を進める」ことは最も危険なことである⁶⁾と指摘している。ワークショップのねらいとゴールを描き、プログラムを企画・設計する段階が

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

最も重要であると考えられる。技術科における協同学習の授業をプログラム化する際も同様に「具体的に何をやるのか」企画・設計する過程に重点をおく必要がある。しかし、新たに技術科における協同学習の授業プログラムを開発するには、その根幹であるワークショッププログラムの企画・設計段階の分析をすべきであると考えられる。そこで、プログラム化する元となる技術科における協同学習モデルを構想する⁷⁾。そのために、まず一般的なワークショップのモデルを概観する。

(1) 「導入」・「本体」・「まとめ」から構成されるワークショップモデル

中野は、ワークショップを構成する一つひとつの活動を「アクティビティ(活動)」と呼び、これらを有機的な流れを持ってつなげることにより目的を達成できる学びのプログラムとして組み立てたワークショップモデルを提案している(図3-2)⁸⁾。このワークショップモデルは、プログラム全体を「導入」→「本体」→「まとめ」という3つに分けて構成している。「導入」は、参加者が自ら参加・体験し、グループの相互作用の中で何かを学び合ったり創り出したりすることを、受け入れる準備にあたる。「本体」は、感じる・考える・創り出す部分と位置づけられ、ワークショップの活動の中核にあたる。「まとめ」は、本体での成果や学びを参加者自らのものとして持ち帰る活動にあたる。中野は、この3つの構成について「起承転結」の四部構成で表現している。「起」は「導入」の部分で、オリエンテーションや緊張を解くアイスブレイクを設定する。最後の「結」は「まとめ」の部分にあたり、グループ作業の発表、全体の振り返りや分かち合い、そしてそれぞれの日常への橋渡しをする。「承」「転」は、「本体」の部分に相当し、「承」は「起」をストレートに受けて体験したり感じたりを受容的なもので構成し、「転」では、グループ作業で何かを作るなどの創造的なものを設定するのである。

(2) Y式ワークショップモデル

山本によれば、ワークショップは「参加」、「体験」、「交流」を実現する場である。そのためには参加者どうしの関係構築から始め、小グループによる効果的なグループワーク、さらにはグループ単位の学びの共有、そして全体を通した学びを個々がふりかえるというプロセスで構成される⁹⁾。山本は、様々なワークショップがある中で、一つのスタイルとしてY式ワークショップと呼ぶモデルを提示している(図3-3)。この構成図の中のアクティビティにおいては、グループワークがワークショップの流れの中心である。個人のワークを、グループで共有し、何らかの合意形成を図る活動である。シェアリングでは、グループごとの発表を行い、結論だけでなく、活動のプロセスを共有することで全体での学び

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

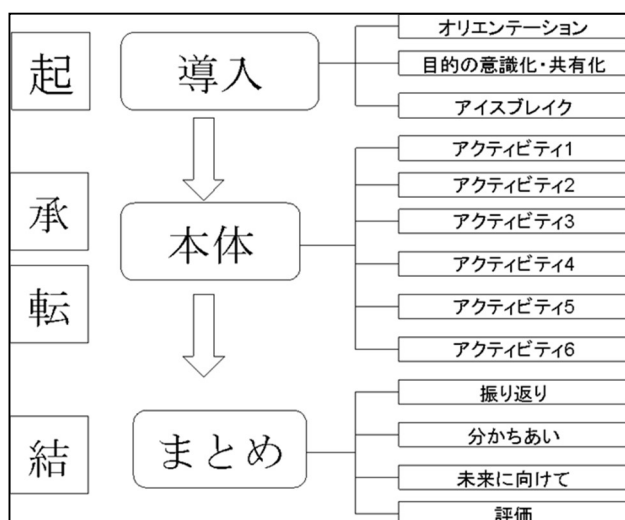


図3-2 ワークショップモデル

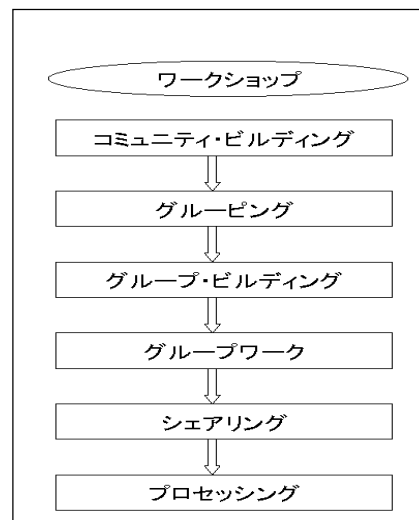


図3-3 Y式ワークショップモデル

の共有を行うとしている。このようにY式ワークショップはグループでの共有から全体で学びを共有し、ふりかえりまでの活動をひとつのプログラムとして構成している。

(3) ワークショップ型授業

ワークショップ型授業は、これまでの説明中心・発問中心の教員主導の授業に対して、学習者である児童生徒が主体の活動中心の授業スタイルである。上條は、ワークショップ型授業を「自由感のある『活動』を通して学ぶことで関心・意欲・態度を基礎とした主体的な学びの力を育てる」と定義している¹⁰⁾。このワークショップ型授業の授業モデルは、「説明（導入）」・「活動（展開）」・「ふり返り（終末）」の3つの構造で構成されている（図3-4）。この3つの構造を、ワークショップ型授業モデルとする。

(4) ワークショップモデルの分析結果

上記のように、2つのワークショップモデルとワークショップ型授業モデルを整理・分析した結果、ワークショップモデルは共通して、「導入」→「本体」→「まとめ」の3つの段階で構成されているといえる。

このワークショップモデルは、「本体」の部分は説明中心・発問中心ではなく、学習者が

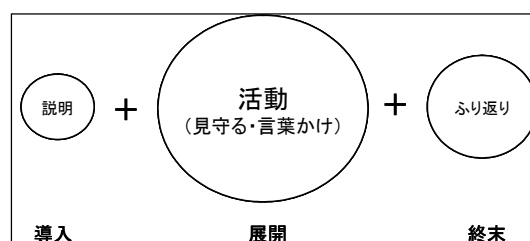


図3-4 ワークショップ型授業モデル

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

主体の活動中心であることが特徴である。しかし最も重視されているのは、「本体」段階後に設定されている「まとめ」段階である。学習者の主体的な活動を、学習化する役割を担っているからであると考える。

3.4 技術科における協同学習モデルの構想

前節において、2つのワークショップモデルとワークショップ型授業モデルを整理・分析した結果、ワークショップモデルは共通して、「導入」「本体」「まとめ」の3つの段階で構成されていることが分かった。一方第2章における協同でのロボット製作学習の実践では、ものづくりにおいて協同学習と模擬特許実践を導入することは「技術的課題解決力」「共同的行動能力」の伸張に効果的であることが確認できている。そこで、技術科における協同学習モデルを「発想」「共有」「表現」「尊重」の4つの過程で構成した¹¹⁾。

構想した技術科における協同学習の4つの過程を図3-5に示す。発想過程では、アイデアを出す。課題について自分のアイデアを考える個人思考を行う。共有過程では、アイデアの共有と製作品の考案・設計を行う。グループでひとり一人のアイデアを出し合い一つにまとめる中で新しい発想や新しい視点の発見がある。グループでの集団思考を行う。表現過程ではグループで製作品の作成を行う。協同で課題を解決する体験を通して、試行錯誤を繰り返して製作品を改善していくことでアイデアを表現する活動である。尊重過程で

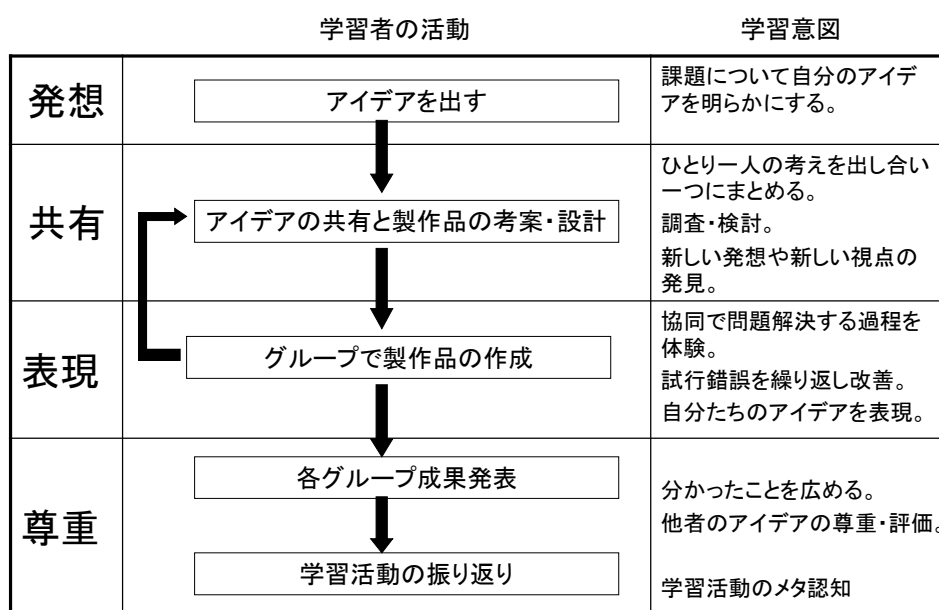


図3-5 協同学習の4過程

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

は、成果発表と学習活動の振り返りを行う。成果発表においてお互いに評価し合うことで、他者のアイデアを認め合い尊重する姿勢を育むことや、学習活動を振り返ることでメタ認知される効果が期待できる。また、学習の成果を広めることで次の学年へ残すことが動機づけとなり活動の質が上がる効果も期待できる。さらにロボット製作学習における模擬特許の学習が「創造」「共有」「尊重」の学習サイクルで構成されるように、「表現」「尊重」は「発想」へと再びつながる学習サイクルで構成するのが適切ではないかと考えた（図3-6）。これを技術科における協同学習モデルとした。

3.5 結言

本章では協同でのロボット製作学習の実践に基づき、技術科における協同学習と一般的なワークショップモデルを踏まえ、技術科における協同学習モデルを検討し、発想、共有、表現、尊重の4過程からなる技術科における協同学習モデルを構成した。

なお、本章の内容は、修士論文の内容をまとめなおしたものである¹²⁾。

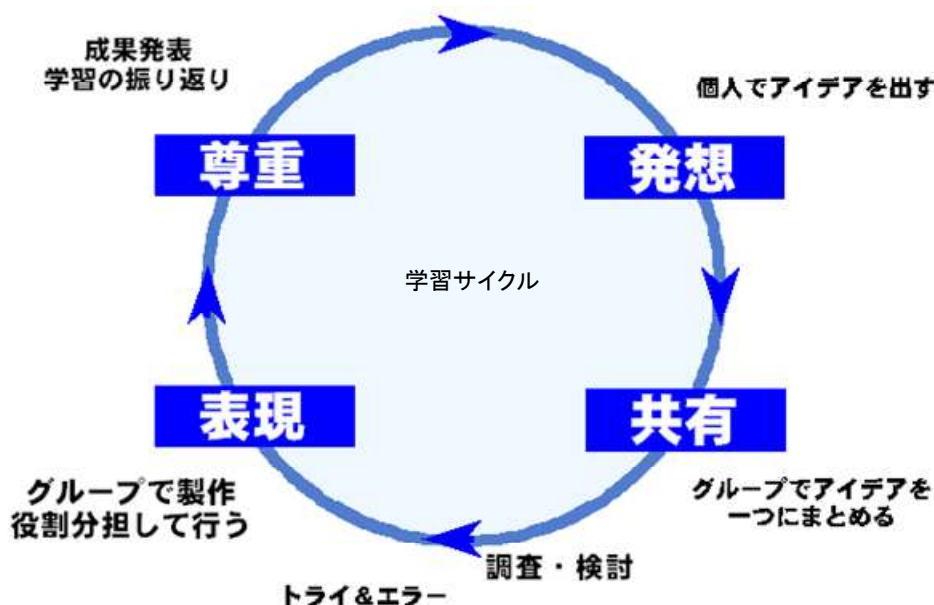


図3-6 協同学習モデル

第3章 技術科における協同学習モデルの構想

第3章参考文献

- 1) Hiroyuki MURAMATSU: Introduction of the IP Learning in the Technology Education
The Second International Symposium on Educational Cooperation Proceeding,
pp. 332-336 (2009)
- 2) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説技術・家庭編(2017)
- 3) 竹野英敏: 参加型授業の可能性ー創造性の基礎となる力の育成を図る学習方法ー, 開隆堂 KGK ジャーナル Vol. 41-2, pp. 2-3 (2004)
- 4) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社: 起業家教育導入実践の手引き, 経済産業省中部経済産業局, p. 12 (2007)
- 5) 中野民夫: ファシリテーション革命, 岩波書店, p. 40 (2003)
- 6) 山本克彦: ワークショップ入門ー実践とプロセスアプローチー, 久美株式会社, p. 14 (2006)
- 7) 兼折泰彰・村松浩幸: ワークショップを導入した「情報通信ネットワーク」の教員研修プログラムの開発と評価, 日本教育工学会論文誌, pp. 189-192 (2006)
- 8) 中野民夫: ワークショップー新しい創造の場ー, 岩波書店 710, p. 11 (2001)
- 9) 山本克彦・他3名: “参加の促進”と“新しい学びと創造の「場」づくり” ワークショップ ガイドブック, 岩手県立大学ワークショップ研究会, pp. 6-29 (2005)
<http://soup1993.net/wp-content/uploads/2014/05/WSGB.pdf> (最終アクセス 2018年1月10日)
- 10) 上條晴夫: ワークショップ型授業で国語がかわるー参加・体験で学びを深める授業プラン 15, 図書文化社, pp. 8-10 (2004)
- 11) 吉岡利浩・村松浩幸, 他2名: ロボット製作学習の学習プロセスを経験させる「合宿型事業モデル」の教育評価, 日本産業技術教育学会誌第52巻第4号, pp. 263-270 (2010)
- 12) 吉岡利浩: 技術科における協同学習を導入した創造性育成の指導法に関する実践的研究, 三重大学大学院教育学研究科修士論文, pp. 34-42 (2009)

第4章 技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価

第4章 技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価

4.1 緒言

本章では、第3章で構想した技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価を行う。

第2章では、地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価を行い、その有効性を検証した。第3章では、協同的課題解決力を育成するための方法として、協同でのロボット製作学習の実践をもとに発想→共有→表現→尊重の4過程のサイクルで展開する技術科における協同学習モデルを構想した。本章では、ロボット製作学習以外の実践として技術科における協同学習モデル適用した発明品構想学習の授業プログラムを開発し、教育効果の評価を試みる。評価は、アイデアの質的評価と質問紙調査により行う。

4.2 研究方法

協同学習による発明品構想学習を受講した津市立T中学校の3年生132名(男子78名・女子54名)の協力を得て、協同学習モデルを適用した発明品構想学習の授業プログラムの評価を実施した。評価は、実践における以下の3つの調査により行うこととした。

(1)個人と協同によるアイデアの質的变化の調査

(2)質問紙による事前事後調査

(3)技術的課題解決力も含めた事後調査

(2)、(3)の調査は、表2-1、2-2を基に一部加筆修正し、項目のはじめに4)~7)、9)は課題への取り組み、11)、13)は課題作成という言葉を入れた。24の質問項目(表4-1)と6項目(表4-2)を設定した。

4.3 発明品構想学習の授業プログラム

技術科における協同学習モデル(図3-5,3-6)を適用して、発明品構想学習の授業プログラムを開発し、開発した授業プログラムの実践と評価を行った。

表 4-1 協同的課題解決力の質問項目

構成要素	項目	生徒の質問項目
創造的 思考	問題認識	1)自分なりに何か目標を持って取り組むようにしていた。 2)身のまわりに何かヒントはないか、注意していた。
	記憶	3)新しく知ったことをできるだけ自分のものにしていった。
	拡散的思考	4)いろいろなアイデアがたくさん浮かんだ。
	集中的思考	5)いろいろな課題を考えることは楽しい。
	自己評価	6)課題への取り組みの進み具合を自分できちんと把握できる。 7)課題への取り組みで、できたところと不十分なところを、はっきり言える。
創造的 技能	表現力	8)自分のアイデアを図や文章で表現できる方だと思う。 9)課題への取り組みの途中で、思わぬ問題にもうまく対処できた。 10)どんな機器をどう使えばよいか考えて作業できた。
	計画力	11)課題作成の進め方を自分なりに計画してできた。 12)計画通りに課題作成を進めることができた。
	情報収集力	13)課題作成に必要な情報を集めることができた。
	観察力	14)課題がうまく進まないとき、自分なりにその原因が明らかにできた。
創造的 態度	好奇心	15)未完成のものや不完全なものを完成させたり、手直したい。 16)どんどん手を加えて新しく改善していきたい。
	自主性	17)自分なりの工夫をすることができた。 18)自分で課題を見つけて取り組めた。
	開放性	19)他の人の良い見方や考え方を積極的に受け入れられた。
コミュニケーション力	交流	21)アイデアをお互いに見せ合うことはいいことだと思う。
	伝達力	22)自分のアイデアをうまく人に伝えられた。
	討論	23)みんなでアイデアを出し合い、話し合うことは面白い。
チームワーク力	協調性	20)グループの仲間と協力してアイデアをまとめられた。
	支援	24)グループの仲間と協力して課題を作成することができた。

表 4-2 事後調査内容

1. プレゼンテーションの制作経験はありましたか。
 - ①学校の授業で経験がある
 - ②部活やクラブ活動で経験がある
 - ③学校外の社会教育や自宅で経験がある
 - ④全く経験がない
2. 今回の授業で、取り組んでみてどうでしたか。
 - ①良かった
 - ②まあまあ良かった
 - ③あまり良くなかった
 - ④良くなかった
3. 今回の経験は、自分の進路を考える参考になると感じますか
 - ①思う
 - ②まあまあ思う
 - ③あまり思わない
 - ④思わない
4. 技術に関わる下記の力について、自分自身身に付いた、あるいは伸びたと思うかどうか選択をしてください。
 - (1)ものづくりに対する興味・関心
 - (2)身の回りの技術に対する興味・関心
 - (3)技術に関わる仕事への興味・関心
 - (4)発明についての興味・関心
 - (5)アイデアを図で示す力
 - (6)アイデアを文章で示す力
 - (7)情報を収集し活用する力
 - (8)仲間と協同して課題を解決する力
 - (9)仲間とのコミュニケーション力
 - (10)他人のアイデアを尊重する姿勢
 - (11)工夫する力
 - (12)情報を発表・発信する力
5. 今回の授業で自分が最も成長したと感じることを書いてください。
6. 今回の授業を振り返って、学んだことや感想など自由に書いてください。

第4章 技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価

4.3.1 発明品構想学習の授業プログラムの開発

技術科における協同学習モデルを適用して、2008年告示学習指導要領技術・家庭科技術分野における「D 情報に関する技術」でのデジタル作品の内容において、発明品構想学習の授業プログラムを開発した。発明品構想学習の授業プログラムを表4-3に示す。授業プログラムは、発想→共有→表現→尊重の4過程のサイクルで展開する。発想過程では、課題に対する個人思考を行う。共有過程では、チームでひとり一人が考えたアイデアを紹介し、話し合い一つにまとめる集団思考を行う。表現過程では、チームで役割分担をし、プレゼンテーションの企画・制作を行う。尊重過程では、制作したプレゼンテーションをチームで役割分担して発表・評価を行う。最後に学習のまとめと振り返りを行う。

4.4 発明品構想学習の授業プログラムの実践

協同学習による発明品構想学習は2008年9月～10月に8回の授業時間で津市立T中学校の3年生132名（男子78名・女子54名）を対象に行った。各クラス1チーム3～4名計9チームでアイデア発明品の構想を行い、プレゼンテーションの制作・発表を行った。テーマはクラスごとに抽選で決定した。生徒は与えられた課題の中で考えることにより、一つのテーマに対する多様なアイデアを共有し合うことができる。発明品構想学習の授業プログラムは、発想→共有→表現→尊重の4過程のサイクルで展開する。発想過程では、テーマに基づいたアイデアを個人で考え、アイデア申請用紙に記入した。共有過程では、各チームで個人が考えたアイデアを紹介し、話し合い一つにまとめた。たとえば、乗り物をテーマとしたチームでは、環境に優しい車について考えた。話し合いの中で二酸化炭素削減から二酸化炭素を出さない。燃料としてはガソリンを使わず、電気または水素を使う。

表4-3 発明品構想学習の授業プログラム

	授業内容	時数
発想	オリジナル商品を考えよう 1, 身近な発明品 2, オリジナル商品をひとり一人が考える	1h
共有	プロジェクトチームで考えよう 1, 個人のアイデアを紹介する 2, チームで話し合い、一つのアイデアにまとめる	1h
表現	PRプレゼンを作ろう 1, PRプレゼンの企画 2, PRプレゼンの制作	4h
尊重	PRプレゼンを発表・評価しよう 学習のまとめと振り返り	1h 1h

表 4-4 評価項目

1, アイデアについて * オリジナリティ * 生産可能性 * 実用性 * 発展性 * 面白さ 2, プレゼンについて ① プレゼンを通して、作った人の意図や主張が伝わってくるか。 ② プレゼンの中の情報を読み取ることができるか。 ③ スライドの色合いやデザイン、効果の設定などが、内容と合い、効果的であるか。 ④ BGMなどが内容と合い、効果的であるか。 ⑤ 素材の著作権に対して配慮されているか。 ⑥ 構成は起承転結になっているか。 【アドバイス等】（ここがよかった。こうすればもっと良くなるなど）
--

タイヤで動くからエアーを噴射して浮かび推進させるというように、ひとり一人互いの考えを知り、話し合うことで新しい視点に気づき、新しい発想が生まれた。表現過程では、チームのアイデアをプレゼンテーションにまとめる。そして役割分担（リーダー、サブリーダー、デザイン、効果の設定、BGMなどの係分担とスライドの作成ページを分担）し、第3～6時の計180分間の中で、協同によりプレゼンテーションを制作した。著作権に関わり、引用する場合における表記など情報を扱う上での注意点も学んだ。尊重過程では、チームで司会進行役やスライドの説明者、パソコンを操作する者など役割分担し、準備したプレゼンテーションに従い発表を行い、各チームでお互いに他のチームの評価をした。評価項目を表4-4に示す。学習の成果を広めることで、次の学年へ残すことが動機づけとなり活動の質が上がる効果がある。その後、学習のまとめと振り返りを行い、メタ認知を図った。活動の様子を図4-1に示す。

4.5 結果と考察

4.5.1 個人と協同によるアイデアの質的变化の調査

発明品構想学習では、はじめに個人で考えたアイデアをグループで話し合い、一つのアイデアにまとめ、さらにグループで改善しながら発展させていく。個人で考えたアイデアと各チーム協同で制作したアイデアプレゼンの評価を行い、個人と協同によるアイデアの質的变化を調査した。

1) 有用性(実際に役立つ),



図 4-1 発明品構想学習の活動の様子

- 2)新規性（生徒らの知っている範囲にないアイデア）,
- 3)進歩性(容易に考えつかなそうなアイデア),
- 4)実現可能性（論理的・技術的に実現の可能性がある）

の4項目について3段階で評価を行った。個人で考えたアイデア例とチームのプレゼン例を図4-2, 図4-3に示す。4項目の得点合計を平均し, 個人とチームによる変化を見た(表4-5)。評価は, 経験年数20年以上の技術科教師2名と大学教員1名で行った。その結果, 25グループ(69.4%)で個人よりチームの得点が増加し, 4チーム(11.1%)で変化がなく, 7チーム(19.4%)で得点が減少した。得点が増加したチームでは, アイデアに改善を加え, 論理的なプレゼンにまとめられていた。変化がなかったチームは, 個人のアイデア段階からの改善が見られなかった。また, 得点が減少したチームは, 個人のアイデアの評価が低い者を取り上げ, 改善も見られなかったためと考えられる。

以上の結果から, 本実践の範囲内において, 協同によるアイデアの質的向上が確認できた。減少したところは精査し, 指導法を検討する必要がある。

4.5.2 質問紙による事前事後調査

質問紙は, 実践の事前と事後に配布し, 記入後にその場で回収した。有効回答者数は119



図 4-2 個人のアイデア例

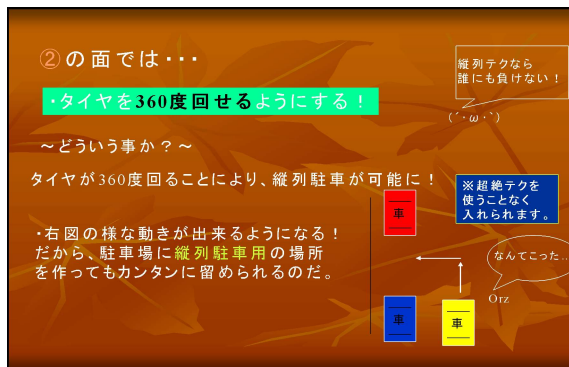


図 4-3 チームのプレゼン例

表 4-5 アイデアの質的变化

チーム	1組		2組		3組		4組	
	個人平均	チーム平均	個人平均	チーム平均	個人平均	チーム平均	個人平均	チーム平均
1	1.8	2.5	2.1	2.4	2.0	1.8	1.4	2.1
2	1.4	1.8	2.1	2.1	1.8	1.9	1.7	1.7
3	1.3	2.0	1.8	2.1	1.6	2.2	1.6	2.1
4	2.0	2.4	1.8	2.1	1.9	1.8	1.5	2.3
5	2.0	2.0	1.9	2.5	1.8	1.6	1.8	2.0
6	1.6	1.9	2.1	2.3	2.2	2.2	2.0	2.3
7	1.9	1.8	1.7	2.1	1.9	1.8	2.0	1.8
8	1.8	2.2	1.5	1.6	1.9	1.3	1.8	2.0
9	2.1	2.3	1.8	2.3	1.5	1.8	1.5	2.1
平均	1.7	2.1	1.9	2.1	1.8	1.8	1.7	2.0
	n=24		n=28		n=25		n=25	

チーム平均人数3.7人

名(90.2%)であった。質問紙の回答について、「かなり思う」5点～「まったく思わない」1点として集計した。事前と事後の各項目の変化を見ると、17項目のうち16項目で平均値の増加が見られ、1項目で減少が見られた。

事前と事後において対応のあるt検定を行った。その結果を表4-6に示す。創造的思考の「問題認識」(t(118)=6.9;p<.01),「拡散的思考」(t(118)=4.4;p<.01),「集中的思考」(t(118)=5.7;p<.01),「自己評価」(t(118)=4.5;p<.01),創造的技能の「表現力」(t(118)=7.0;p<.01),創造的態度の「好奇心」(t(118)=4.5;p<.01),「自主性」(t(118)=6.3;p<.01),「開放性」(t(118)=4.9;p<.01),コミュニケーション力の「交流」(t(118)=4.6;p<.01),「伝達力」(t(118)=6.2;p<.01),「討論」(t(118)=5.5;p<.01),チームワーク力の「協調性」(t(118)=6.5;p<.01),「支援」(t(118)=5.5;p<.01)について、1%水準で有意な伸びが確認で

第4章 技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価

きた。創造的技能の「情報収集力」($t(118)=3.2;p<.05$), 「観察力」($t(118)=2.8;p<.05$)については、5%水準で有意な伸びが確認できた。その他の項目については、有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で、特に値が増加した項目を見ると、創造的思考については、「集中的思考」3.6→4.2, 「問題認識」3.8→4.3, 「拡散的思考」3.3→3.7である。創造的スキルについては、「表現力」3.3→3.8である。創造的態度については、「自主性」3.5→4.0である。また、コミュニケーション力については、「伝達力」3.3→4.0, 「討論」3.9→4.5, 「交流」4.2→4.6である。チームワーク力については、「協調性」3.7→4.4, 「支援」3.8→4.4である。チームワーク力, コミュニケーション力はすべての項目で高い値を示していた。これは、生徒達が協同で発明品構想学習に取り組むためには、チームワーク力, コミュニケーション力が必要であることを認識し、話し合い制作する活動を通して、お互いを理解し、意見を伝える力を意識したためではないかと考えられる。

以上の結果から、協同学習モデルを適用した発明品構想学習は、協同的課題解決力向上に一定の効果があつたと考えられる。

4.5.3 技術的課題解決力も含めた事後調査

質問紙は発明品構想学習の終了後に配布し、記入後にその場で回収した。有効回答者数は123名(93.2%)であった。発明品構想学習で身に付いたり伸びたりした力については5,

表 4-6 事前事後調査の結果

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.8	0.8	4.3	0.7	6.9	**
	記憶	3.8	1.1	3.8	1.1	0.1	
	拡散的思考	3.3	1.0	3.7	1.0	4.4	**
	集中的思考	3.6	1.1	4.2	0.9	5.7	**
	自己評価	3.7	0.8	4.0	0.7	4.5	**
創造的スキル	表現力	3.3	0.9	3.8	0.7	7.0	**
	計画力	3.6	0.9	3.7	0.8	1.3	
	情報収集力	3.5	1.0	3.8	0.9	3.2	*
	観察力	3.4	1.0	3.7	1.0	2.8	*
創造的態度	好奇心	4.0	0.9	4.3	0.8	4.5	**
	自主性	3.5	0.9	4.0	0.8	6.3	**
	開放性	4.1	0.8	4.5	0.7	4.9	**
コミュニケーション力	交流	4.2	1.0	4.6	0.7	4.6	**
	伝達力	3.3	1.0	4.0	0.9	6.2	**
	討論	3.9	1.0	4.5	0.8	5.5	**
チームワーク力	協調性	3.7	1.0	4.4	0.9	6.5	**
	支援	3.8	1.0	4.4	0.8	5.5	**

$n=119$ * : $p < .05$; ** : $p < .01$

表 4-7 実践で身についたり伸びたりした力

質問項目	肯定	肯定率(%)	<i>p</i>	
1) ものづくりに対する興味・関心	110	89.4	0.00	**
10) 他人のアイデアを尊重する姿勢	108	87.8	0.00	**
2) 身の回りの技術に対する興味・関心	107	86.9	0.00	**
9) 仲間とのコミュニケーション力	105	85.3	0.00	**
4) 発明についての興味・関心	104	84.5	0.00	**
11) 工夫する力	103	83.7	0.00	**
8) 仲間と協同して課題を解決する力	102	82.9	0.00	**
12) 情報を発表・発信する力	99	80.5	0.00	**
5) アイデアを図で示す力	87	70.7	0.00	**
7) 情報を収集し活用する力	87	70.7	0.00	**
6) アイデアを文章で示す力	86	69.9	0.00	**
3) 技術に関わる仕事への興味・関心	85	69.1	0.00	**

n=123 **: *p* < .01

4 を肯定, 3, 2, 1 を肯定以外として分類し, 直接確率検定を行った結果を表 4-7 に示す。すべての項目について肯定が 1%水準で有意に多いことが確認できた。発明品構想学習で身についたり伸びたりした力は、「もの作りに対する興味・関心」110 名 (89.4%) 「他人のアイデアを尊重する姿勢」108 名 (87.8%), 続いて「身のまわりの技術に関する興味・関心」107 名 (87.0%), 「仲間とのコミュニケーション力」105 名 (85.3%), 「発明についての興味・関心」104 名 (84.5%), 「工夫する力」103 名 (83.7%), 「仲間と協同して課題を解決する力」102 名 (82.9%), 「情報を発表・発信する力」99 名 (80.5%), ロボット製作学習では 57% と最も値が低かった「アイデアを図で示す力」は 87 名 (70.7%) であった。

「アイデアを図で示す力」は, 協同で発明品構想学習をするために, 言葉によるコミュニケーション力と共に仲間にアイデアを伝えるために図を書く必要性が生まれる。また, プレゼンテーションにより, 情報を発表・発信する側に立つことで人にわかる図を書く力とそれを説明する力が求められる状況の中で生徒達が図を書くことの必要性を自覚することで力が伸びたと実感していると考えられる。

自由記述から身についた力 12 項目に関わる内容の表現について分析を行った。結果を表 4-8 に示す。「仲間とのコミュニケーション力」37. 3%, 続いて「仲間と協同して課題を解決する力」31, 0% であった。

以上の結果から, 生徒は協同的課題解決力の伸長を実感していると考えられる。

4.5 協同学習モデルの有効性

協同学習モデルにおいては, 教師による協同学習場面の組み立てが重要である。発想

表 4-8 自由記述の分析

項目	数	出現率(%)
9) 仲間とのコミュニケーション力	47	37.3
8) 仲間と協同して課題を解決する力	39	31.0
4) 発明についての興味・関心	14	11.1
11) 工夫する力	10	7.9
6) アイデアを文章で示す力	9	7.1
2) 身の回りの技術に対する興味・関心	7	5.6
5) アイデアを図で示す力	7	5.6
12) 情報を発表・発信する力	6	4.8
3) 技術に関わる仕事への興味・関心	4	3.2
10) 他人のアイデアを尊重する姿勢	4	3.2
1) ものづくりに対する興味・関心	1	0.8
7) 情報を収集し活用する力	1	0.8

n=126

過程では、授業の目的や課題を明確に伝え、何をすべきかを明らかにすることで学習への動機付けを行い、個人でアイデアを考えさせる。共有過程では、グループで一つの目標に向け取り組ませる。グループの人数は3~4名とした。発想過程で、個人思考を行わせることにより、お互いに自分のアイデアを伝え、考える集団思考が行いやすくなり、学び合いが生まれる。グループ活動をスムーズに行うには、話し合いのルールや活動内容を明確に説明する。集団思考を行うことは、相手に自分の考えを伝えるために図と文章で表現する力の必要性を理解でき、他者のアイデアを知ることで違ったアイデアを認め合い、新しい視点に気づき新しい発見が生まれることにつながる。表現過程では、役割を割り当て分担させることで、個人の責任を持たせ、相互協力関係を促進させる。グループによる製作とすることで、グループ全体を一つの目標に向けさせる。評価の基準を説明することは、達成の基準を明らかにし生徒のモチベーションを高める。グループ活動を観察・点検する中で適宜援助を与える。グループ内で果たした役割や作業の進み具合などグループの活動内容を毎時間制作記録用紙に記入させることで、活動内容を振り返り、次時からの改善に有効であるとともに、各自がグループへの貢献を認識し、自己有用感を得ることができる。尊重過程では、成果発表の評価の項目と基準を明らかにし、他のグループを評価させる。成果発表の場面設定により、他のグループを評価することで、お互いに成果を認め合い、他者のアイデアを尊重する態度を養うとともに、達成感を得ることができる。学習の成果を広めることで、次の学年へ残すことが動機付けとなり活動の質が上がる効果がある。その後、学習の振り返りを行うことで、学習活動のメタ認知を図る。

第4章 技術科における協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価

以上のように、教師は協同学習モデルを適用し、生徒が自ら動き出す仕掛け作りを行うことにより、本学習モデルは有効であると言える。

4.6 結言

本章では、第3章で構想した技術科における協同学習モデルを適用して、発明品構想学習の授業プログラムを開発し、開発した発明品構想学習の授業プログラムを実践し、その有効性を検証した結果、本実践の範囲内において、以下のことが明らかになった。

- 1) 協同によるアイデアの質的向上が確認できた。
- 2) 協同的課題解決力、特にコミュニケーション力、チームワーク力、創造的態度についての向上に一定の効果があつたことが確認できた。
- 3) 生徒達自身も、協同的課題解決力の伸びを実感していることが確認できた。

以上の結果から、構想した技術科における協同学習モデルを適用し、発明品構想学習の授業プログラムを開発し、評価した結果、教育効果が確認でき、発明品構想学習に対する協同学習モデル適用の有効性が明らかになった。

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

5.1 緒言

本章では、第3章で構想した技術科における協同学習モデルを適用して、地域で取り組む省電力競技車製作学習の授業プログラムを開発し、開発した省電力競技車製作学習の授業プログラムを実践し、その有効性を検証した結果について報告する。

第1章の先行研究では「協同・協働的な技術活動力」については、協同または協働的な技術活動に取り組んだ実践として、箕田の実践を示した。この実践では、ガソリンエンジンで駆動する省燃費競技車製作の実践において、実践的体験的に技術的な見方、考え方を育み、エネルギーと自動車について考えることを通して、技術的な課題を評価し改善していく力を高めることができると報告している¹⁾。また、チームとして省燃費競技車の製作に協働的に取り組む様子が報告されている。ここでは車体フレーム作り、FRP ボディ作り、クラッチ作り、ハンドル作り等、生徒らは相互に課題を分担し取り組みを進めつつ、難航していたFRP ボディ作りは全員が協力して完成させたように、「協同・協働」する技術的活動が行われていた²⁾。この中で、「協同・協働的な技術活動力」に相当する力を生徒らが身につけていったのではないかと考えられる。しかし、箕田の実践では、教育効果の詳細な分析や学習モデルの検討はなされていない。

次に、協同または協働的な技術活動の学習モデルについて検討する。平野らは、ものづくりを通して学習者が「共同作業者との交流」を盛んに行いながら「(A)設計・計画」, 「(B)実験, 観察, 調査」, 「(C)製作, 制作」の学習の過程を踏んでいく学習について、コンストラクショニズムに基づいた学習過程としてモデル化している³⁾。この学習モデルは、協同または協働的な技術活動に近いものであるが、実践による検証は行われていない。

一方、第3章では協同でのロボット製作学習の実践をもとに発想→共有→表現→尊重の4過程のサイクルで展開する中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)における協同学習モデルを構想した。そして第4章では協同学習モデルを適用した発明品構想学習の授業プログラムを開発し、その教育効果の評価を行った⁴⁾。その結果、協同によるアイデアが個人の場合のアイデアよりも質的に向上し、技術的課題解決力を身につけられるという効果が確認できたと報告した。しかし、そこでの実践は、構想した発明品のプレゼンテーショ

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

表 5-1 協同・協働的な技術活動力の質問項目

構成要素	項目	質問項目
創造的思考	問題認識	(1) 自分なりに何か目標を持って取り組むようにしていた。
	〃	(2) 身のまわりに何かヒントはないか、注意していた。
	記憶	(3) 新しく知ったことをできるだけ自分のものにしようとしていた。
	拡散的思考	(4) 電気自動車製作のいろいろなアイデアがたくさん浮かんだ。
	集中的思考	(5) 電気自動車製作で、いろいろな問題を考えることは楽しい。
	自己評価	(6) 電気自動車製作の進み具合を自分できちんと把握できる。
	〃	(7) 電気自動車製作で、できたところと不十分なところを、はっきり言える。
創造的技能	表現力	(8) 自分のアイデアを図や文章で表現できる。
	〃	(9) 電気自動車製作の途中で、思わぬ問題にもうまく対処できた。
	〃	(10) どんな工具をどう使えばよいか考えて作業できた。
	計画力	(11) 作業の進め方を自分なりに計画してできた。
	〃	(12) 計画通りに作業を進めることができた。
	情報収集力	(13) 製作に必要な情報を集めることができた。
創造的態度	観察力	(14) 作業がうまく進まないとき、自分なりにその原因を明らかにできた。
	好奇心	(15) 未完成のものや不完全なものを完成させたり、手直ししたい。
	〃	(16) どんどん手を加えて新しく改善していきたい。
	自主性	(17) 自分なりの工夫をすることができた。
	〃	(18) 自分で課題を見つけて取り組めた。
コミュニケーション力	開放性	(19) 他の人の良い見方や考え方を積極的に受け入れられた。
	交流	(21) アイデアをお互いに見せ合うことはいいことだと思う。
	伝達力	(22) 自分のアイデアをうまく人に伝えられた。
チームワーク力	討論	(23) みんなでアイデアを出し合い、話し合うことは面白い。
	協調性	(20) グループの仲間と協力してアイデアをまとめられた。
	支援	(24) グループの仲間と協力して製作することができた。

ンの制作であり、実際のものづくりは行っていない。また、「協同・協働」的な学習をモデル化したものは管見の限り見当たらない。そこで、これまでの実践を踏まえ、第3章で構想した協同学習モデル(以下、協同学習モデル)(図3-5)を実際のものづくりの実践に適用し、「協同・協働的な技術活動力」についての教育効果の分析を試みる。その中で、実践を基に協同・協働学習モデルについても検討する。

実践としては、省電力競技車製作学習を考えた。実際に生徒自身が乗る車を製作することは、検討不十分のままでは済まされない切迫感の点で、より社会における現実の技術開発に近く、箕田の実践にも示されている「協同・協働的な技術活動力」の育成にもつながれると考えた。しかし、箕田の実践で行われたガソリンエンジンの省燃費競技車製作は、初めて取り組む中学生には技術的に負荷が高い。そこで乾電池を用いた省電力競技車製作学習の実践を行うことにした。なお、生徒に対しては省電力競技車を電気自動車と説明した。この実践は取り扱う内容の自由度が高い課外活動において行った。そこで得られた知見を基にいずれは通常授業に適用することを想定した。

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

5.2 調査方法

基本情報として、学校名、学年、性別の項目を設定し、「協同・協働的な技術活動力」を対象とした次の3つの調査を行った。

a) 協同・協働的な技術活動力の変容の調査(事前/事後)(表 5-1)

「協同・協働的な技術活動力」は前述のように、技術プロジェクトを協同・協働的に遂行する能力であると定義される。技術プロジェクトを協同・協働的に遂行するためには、各メンバーのコミュニケーション力、チームワーク力が不可欠である。また、この技術プロジェクトは、創造的活動である。具体的な設計や製作の知識・技能等は、「技術的課題解決力」に含まれると考えられることから、技術活動力としては創造性を対象とし、創造性に関わる創造的思考、創造的技能、創造的態度の3つを考えた。以上のことから、「協同・協働的な技術活動力」を、技術的活動力に関わる創造的思考、創造的技能、創造的態度および協同・協働に関わるコミュニケーション力、チームワーク力の5つで構成した。質問紙は、表 2-1 に示した項目の一部を加筆修正し、(4)～(7)、(9)の項目のはじめに電気自動車という言葉を入れ 24 項目を設定し 5 件法で作成した。

b) 技術プロジェクトの実践に関連する力の調査(事後)(図 5-1)

「協同・協働的な技術活動力」と共に、生徒が省電力競技車製作の中でどんなことを学んだと自覚化しているのかを調査することで、省電力競技車製作という技術プロジェクトの教育効果をより広くとらえることができると考えた。そこで、省電力競技車製作同様に協同・協働的な技術プロジェクトであるロボット製作の実践研究において用いた第2章の表 2-2 で示した項目を一部加筆修正して使用した。5 件法では、技術に関わる力(1)～(8)、(12)、および協同・協働的な技術活動力に関する(9)～(11)の12項目を設定した。

c) 電気自動車製作における知識面の調査(事前/事後)(図 5-2)

知識面の調査として省電力競技車製作におけるポイントの指摘とコメントの記述による2項目を作成した。製作のポイントとして指摘できる箇所と、製作上必要になる知識や箇所が具体的に示してあるコメント数の増減から、技術に対する知識や認識の変容の把握を試みた。

d) 技術者(エンジニア)を鍵概念とするイメージマップによる技術についての見方、技術に関する職業に対する見方・考え方の変容の調査(事前/事後)(図 5-3)

a)では、実践における活動に伴いどのような力が伸びるか仮説検証的に調査を行ったのに対し、b)、c)においては、探索的に調査を行った。b)では、生徒がどれだけ自覚化して

1. 今回のような製作経験はありましたか。
 - ①学校の授業で経験がある
 - ②部活やクラブ活動で経験がある
 - ③学校外の社会教育や自宅で経験がある
 - ④全く経験がない
2. 今回、取り組んでみてどうでしたか。
 - ①良かった ②まあまあ良かった
 - ③あまり良くなかった ④良くなかった
3. 今回の経験は、自分の進路を考える参考になると思いますか。
 - ①思う ②まあまあ思う
 - ③あまり思わない ④思わない
4. 技術に関わる下記の力について、自分自身身に付いた、あるいは伸びたと思うかどうか選択をしてください。
 - (1) ものづくりに対する興味・関心
 - (2) 身の回りの技術に対する興味・関心
 - (3) 技術に関わる仕事への興味・関心
 - (4) 発明についての興味・関心
 - (5) アイデアを図で示す力
 - (6) 材料を加工する力
 - (7) 機構を製作する力
 - (8) エネルギーを効率的に利用する力
 - (9) 仲間と協同して課題を解決する力
 - (10) 仲間とのコミュニケーション力
 - (11) 他人のアイデアを尊重する姿勢
 - (12) 工夫する力
5. 今回、自分が最も成長したと感じることを書いてください。
6. 今回の取り組みを振り返って、学んだことや感想など自由に書いてください。

図 5-1 事後調査内容

いるかを調査した。c)では、b)と同様に、省電力競技車製作という技術プロジェクトの教育効果をより広くとらえるために、製作に関わる知識の調査も設定した。

5.3 実践の概要

5.3.1 省エネルギーカーレース

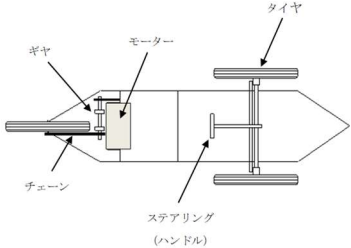
本実践では、省エネルギーカーレースの1つであり2011年から鈴鹿サーキット(三重県鈴鹿市)で開催されている「Ene-1 GPSUZUKA」に参加することとした。このレースにお

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

※これはエネ1の教育的効果について調査です。ご協力をお願いします。

_____年 組 _____番 男・女

問1 下記は、エネ1の電気自動車の仕組みを表した図です。電気自動車を製作する上であなたがポイントだと思う部分を○で囲み、ポイントだと思うことを記入してください。○は複数有ってもかまいません。



問2 省エネの電気自動車を製作するためには、どんなことに注意したらよいと思いますか。思いついたことを全て書き出してください。

図 5-2 知識面の調査シート

ける競技車両は、充電式単三電池 40 本を動力源とし、参加チームごとのオリジナルとなっている⁵⁾。レースの技術規則に合致するよう車両設計を行い、自分たちの手で製作を行う。競技は、1周 5.807km のコースでのタイムアタックを 3 回行い、勝敗を決める。本実践では 2015 年 8 月 2 日に実施された省エネルギーカーレースに参加した。

5.3.2 省電力競技車製作学習の実践

協同学習モデルに基づいた省電力競技車製作学習は、2015 年 7 月～8 月に津市立 I 中学校、H 中学校と鈴鹿市立 K 中学校の部活動の生徒 50 名を対象に行った⁶⁾。省電力競技車製作学習の実践日程と時間を表 5-2 に示す。

5.3.3 実践の様子

製作した省電力競技車のフレームはアルミパイプを接合したもので、外装はプラスチック段ボールを加工して製作した。駆動源にはアウターローター型ブラシレスモーター(特殊電装製 S14502-500R)を用いた。

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

実践の様子を図5-4～図5-7に示す。実践は大きく設計の基本構想段階とその後の設計・製作段階の2段階に分けられる。設計・製作段階では、これら構想を踏まえ、2グループ毎に、電池ケース・回路・ボディカウルの3作業を担当した。

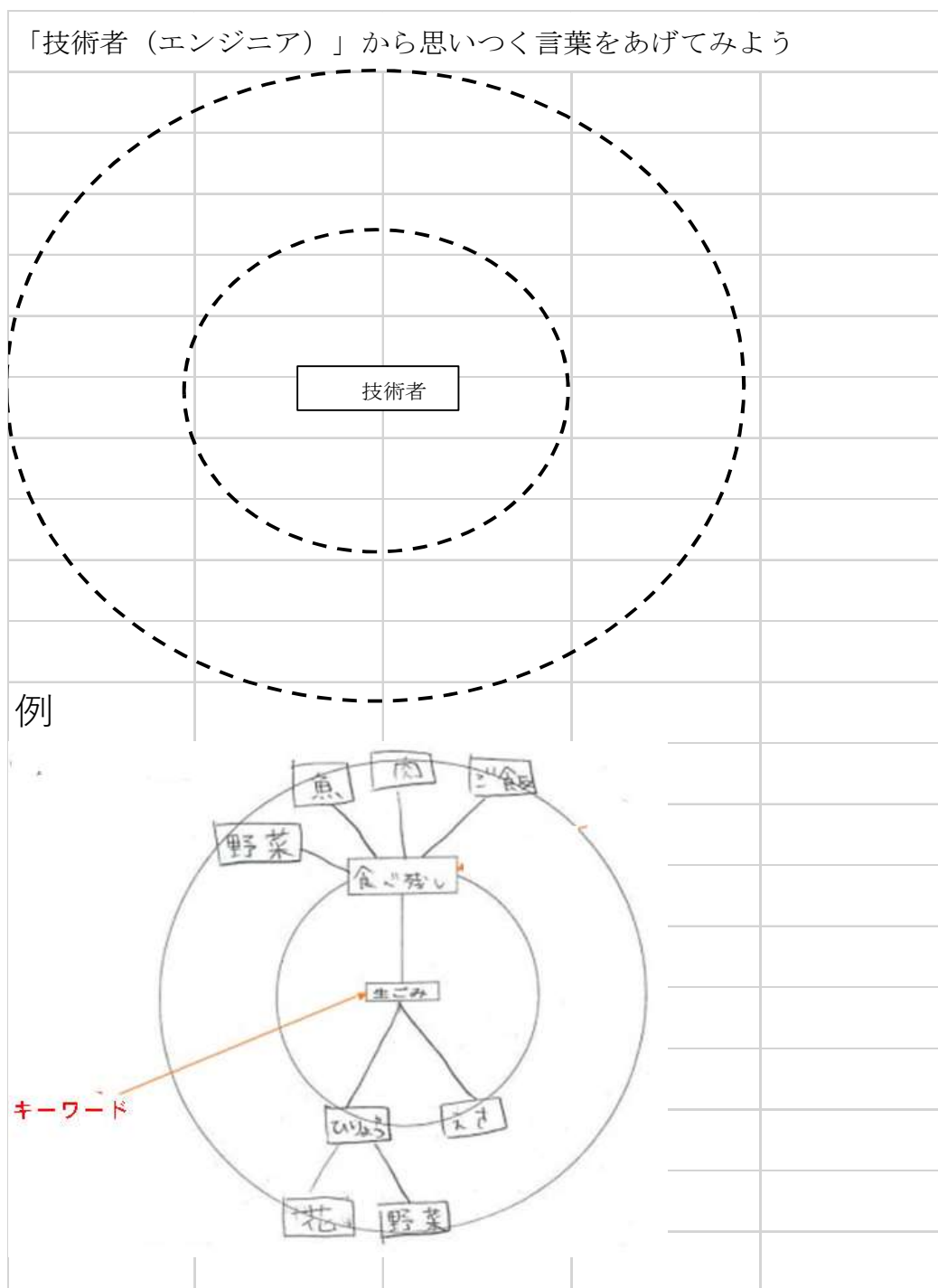


図5-3 イメージマップによる調査

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

表 5-2 省電力競技車製作学習の実践日程と時間

次	活動内容	実施日(2015年)	時間
1	事前調査と省エネルギーカーレースについて把握	7月10日	2
2	電池ケースの設計・製作	7月13日～17日	10
3	回路設計, ボディカウルの設計	7月21日～22日	8
4	モーター, スプロケット等の取り付け作業	7月23日	4
5	配線, メーター, スイッチ等電気関係, ボディカウル等の製作	7月23日, 24日 7月27日～29日	20
6	自動車教習所での走行, メンテナンス練習	7月29日～ 8月1日	4
7	省エネルギーカーレースに出場	8月2日	(終日)
8	事後調査と振り返り	8月3日	2

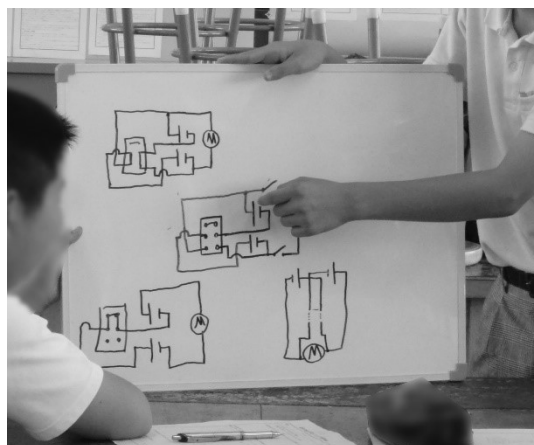


図 5-4 回路の設計



図 5-5 電池ケースの製作



図 5-6 車両の製作



図 5-7 省エネルギーカーレース競技中の活動の様子

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

設計の基本構想段階では、個人のアイデアを小グループ(4名または5名の6グループ)で検討し、全体で共有した上で、1つにまとめた。与えられた課題に対するアイデアを個人で考え、省電力競技車の設計・アイデアを申請用紙に記入させた。4名程度のグループで一人ひとりが考えたアイデアを紹介し話し合い、ホワイトボードを活用して1つにまとめさせた。各グループで1つにまとめたアイデアをグループごとに発表し、さらに全体で1つのアイデアにまとめさせた。このようにグループ内でお互いの考えを知り、話し合うことや全体でグループごとの考えを知り、話し合うことが、新しい視点に気づき、新しい発想を生むことにつながった。

設計・製作段階は次のように進んだ。

- (1) 電池ケースの設計では、40本の充電式単三電池をどのように接続するか、使用する導線の太さはどうするか、半田付けの仕方、ケースのサイズ等を話し合い、設計した。
電池ケースは単三電池20本を直列接続したものを2組製作し、運転席の下に設置できるA4サイズのプラスチックケースに収納した。
- (2) 回路の設計では、電源を20本2組並列接続の24Vと40本直列接続の48Vとで切り替え可能にした。その切り替え回路やスイッチ等の扱いやすい配置について話し合い、設計した。
- (3) ボディカウルの設計では、予算と設備の都合上、材料にプラスチック段ボールを使用して製作するという条件の中で、フルカバーのもの、運転席がオープンのもの、デザインにこだわったもの等いろいろなアイデアを検討していた。車体の空気抵抗、当日の暑さも考えたドライバーの乗りやすさやF1マシン等のデザインを真似たものは知的財産の関係で使用できないのではないかとといったこと等を話し合いつつ設計が進められた。

製作は、当初は作業毎に製作箇所を分担して作業に取り組んだ。しかし、実際に取り組む中で、はじめは考えていなかったいろいろな課題が見えてくると、全員で支援し合い、課題を解決していた。例えば、あるグループでは、電気回路を配線したもののモーターが回転しなかった。トラブルに対応する中で、役割を越えて全員で支援し合い、課題を解決していた。

自動車教習所内のコースを借りての走行・メンテナンス練習では、チームごとにドライバー、メンテナンス等、各自の役割を中心に練習を行った。省エネルギーカーレース当日は、朝から思わぬトラブルが生じ、急遽修繕も必要になった。ここでも全員で支援し合い、

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

作業が行われることで、走行前に行われる車検終了時間に何とか間に合わせていた。

5.4. 結果と考察

5.4.1 協同・協働的な技術活動力の変容の調査の分析と考察

調査の有効回答者数は28名(56.0%)であった。質問紙の回答について、「かなり思う」5点～「まったく思わない」1点として集計した。事前と事後についてノンパラメトリック検定(ウィルコクソンの符号付順位検定)の結果を表5-3に示す。

「協同・協働的な技術活動力」に関わるコミュニケーション力の「伝達力」、「討論」、チームワーク力の「支援」については、1%水準で有意な伸びが確認できた。チームワーク力の「協調性」、創造的態度の「開放性」については、5%水準で有意な伸びが確認できた。その他の項目については、有意な変化は確認できなかった。

事後で有意な上昇が確認できた創造的態度の「開放性」およびコミュニケーション力、チームワーク力については、製作過程での取り組みや変容の観察からも、初めて会った違う学校の生徒達が協同で省電力競技車製作学習の取り組みを通して、グループで自分のアイデアを仲間に伝え聞き合い話し合う活動により、お互いを理解しいろいろな考え方を受け入れることができたこと。そして仲間と協力して製作することが課題の解決につながることや、よりよいアイデアを生み出す楽しさを感じたことが影響していると考えられる。

表5-3 協同・協働的な技術活動力の調査結果

構成要素	項目	負順位			正順位			同順位 n	z値	p値
		n	平均順	順位和	n	平均順	順位和			
創造的思考	問題認識	10	9.90	99.00	14	14.36	201.00	4	1.46	0.072
	記憶	8	9.00	72.00	9	9.00	81.00	11	0.22	0.413
	拡散的思考	10	10.80	108.00	12	12.08	145.00	6	0.62	0.268
	集中的思考	9	9.28	83.50	8	8.69	69.50	11	0.35	0.363
	自己評価	5	14.80	74.00	15	9.07	136.00	8	1.20	0.115
創造的技能	表現力	11	10.73	118.00	13	14.00	182.00	4	0.94	0.174
	計画力	9	9.33	84.00	12	12.25	147.00	7	1.12	0.131
	情報収集力	9	8.00	72.00	7	9.14	64.00	12	0.22	0.413
	観察力	7	9.36	65.50	12	10.38	124.50	9	1.26	0.104
創造的態度	好奇心	9	9.44	85.00	9	9.56	86.00	10	0.02	0.492
	自主性	5	7.60	38.00	11	8.91	98.00	12	1.59	0.060
	開放性	3	6.83	20.50	12	8.29	99.50	13	2.30	0.011 *
コミュニケーション力	交流	8	8.50	68.00	9	9.44	85.00	11	0.41	0.341
	伝達力	1	6.00	6.00	14	8.14	114.00	13	3.21	0.001 **
	討論	4	6.00	24.00	12	9.33	112.00	12	2.37	0.009 **
チームワーク力	協調性	5	7.70	38.50	13	10.19	132.50	10	2.11	0.017 *
	支援	4	6.50	26.00	13	9.77	127.00	11	2.50	0.006 **

N=28, *: $p < .05$, **: $p < .01$

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

実践により生徒は、「協同・協働的な技術活動力」に関する創造的態度の開放性、コミュニケーション力、チームワーク力の向上を実感したと言える。

5.4.2 技術プロジェクトの実践に関連する力の分析と考察

製作経験(クラブ活動, 学校外の社会教育等における製作経験)のある生徒は 50.0%, 全く経験がない生徒は 50.0%だった。取り組んでみて良かった生徒は 57.1%, まあまあ良かった生徒は 42.9%だった。進路を考える参考になると思う生徒は 17.9%, まあまあ思う生徒は 57.1%だった。省電力競技車製作学習で身に付いたり伸びたりした力については 5, 4 を肯定, 3, 2, 1 を肯定以外として分類し, 直接確率検定を行った結果を表 5-4 に示す。

「もの作りに対する興味・関心」と「発明についての興味・関心」については, 肯定が 1% 水準で有意に多いことが確認できた。「仲間と協同して課題を解決する力」, 「仲間とのコミュニケーション力」および「身のまわりの技術に関する興味・関心」については, 同様に, 肯定が 5% 水準で有意に多いことが確認できた。「技術に関わる仕事への興味・関心」と「他人のアイデアを尊重する姿勢」については, 肯定が有意な傾向で多いことが確認できた。その他の項目については, 有意な差は確認できなかった。最も肯定率が低かった項目は「アイデアを図や文章で示す力」で 42.9%であった。製作やエネルギーに関する項目では「工夫する力」, 「エネルギーを効率的に利用する力」, 「機構を製作する力」, 「材料を加工する力」において, それぞれ 60.7%, 60.7%, 57.1%, 57.1%であった。

シャーシ部分を製作するための設備が実践した各中学校に備えられていなかったため, 表 5-2 に示した活動内容のうち, 電気関係やボディカウル等の設計・製作, モーターやスプロケット等の各部品の取り付けを行った。そのため, 生徒には工夫した点, 機構の製作や材料の加工に取り組む場面より, 仲間と協同することで省電力競技車を製作できたという意識の方が高かったのではないかと考えられる。また, 「エネルギーを効率的に利用する力」については, 当日朝の車検前まで作業を行う必要があったために, 何とか走らせることに意識が集中しており重要性は感じているが, ドライバー以外の生徒は意識する余裕がなかったと考えられる。生徒は, 特に協同・協働的な技術活動力に関する項目で事後の伸びを実感していた。この結果からも生徒は「仲間と協同して課題を解決する力」, 「仲間とのコミュニケーション力」, 「身のまわりの技術に関する興味・関心」, 「技術に関わる仕事への興味・関心」および「他人のアイデアを尊重する姿勢」が伸びたと実感したことがわかる。

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

さらに、自由記述から身についた力 12 項目に関わる内容の表現があった人数を確認した。この結果を表 5-5 に示す。「仲間と協同して課題を解決する力」と「仲間とのコミュニケーション力」では、それぞれ 67.9%、46.4%の生徒が関連する表記をしていることが確認できた。実践により、生徒はコミュニケーション力、チームワーク力等の「協同・協働的な技術活動力」に関係する能力の伸びを自覚したと言える。

以上のように、社会における現実の技術開発を意識させることは、生徒の「協同・協働的な技術活動力」に関係する力の向上に有効であることが確認できた。

5.4.3 省電力競技車製作における知識面の調査の分析と考察

省電力競技車製作のポイントに関する指摘やコメントを表 5-6 に示す。これらの結果に

表 5-4 技術プロジェクトの実践に関連する力

質問項目	肯定	肯定率(%)	<i>p</i>
(1) ものづくりに対する興味・関心	23	82.1	0.00 **
(4) 発明についての興味・関心	22	78.6	0.00 **
(9) 仲間と協同して課題を解決する力	20	71.4	0.04 *
(10) 仲間とのコミュニケーション力	20	71.4	0.04 *
(2) 身の回りの技術に対する興味・関心	20	71.4	0.04 *
(3) 技術に関わる仕事への興味・関心	19	67.9	0.09 †
(11) 他人のアイデアを尊重する姿勢	19	67.9	0.09 †
(12) 工夫する力	17	60.7	0.34
(8) エネルギーを効率的に利用する力	17	60.7	0.34
(7) 機構を製作する力	16	57.1	0.57
(6) 材料を加工する力	16	57.1	0.57
(5) アイデアを図や文章で示す力	12	42.9	0.57

$N=28$, *: $p < .05$, **: $p < .01$, †: $.05 < p < .10$

表 5-5 自由記述の分析

項 目	人数	出現率(%)
(9) 仲間と協同して課題を解決する力	19	67.9
(10) 仲間とのコミュニケーション力	13	46.4
(2) 身の回りの技術に対する興味・関心	9	32.1
(8) エネルギーを効率的に利用する力	8	28.6
(1) ものづくりに対する興味・関心	4	14.3
(11) 他人のアイデアを尊重する姿勢	3	10.7
(3) 技術に関わる仕事への興味・関心	3	10.7
(12) 工夫する力	2	7.1
(7) 機構を製作する力	1	3.6
(4) 発明についての興味・関心	1	3.6
(6) 材料を加工する力	1	3.6
(5) アイデアを図や文章で示す力	0	0.0

$N=28$

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

については、実践者であり著者の1人である経験10年以上の技術科教員1名が妥当な内容と判断したものを他の共著者らと共に確認した。妥当かどうかの判断基準は、製作上必要になる知識や箇所が具体的に示してあるコメントであれば妥当であり、不明確な記述であれば妥当ではないと判断した。例えば、タイヤ部分の指摘について、「タイヤの空気圧、タイヤの角度に注意する」というコメントは、製作上必要になる知識や箇所を具体的に示しており、妥当と判断した。一方、「薄くする」というコメントは、製作上必要になる知識や箇所として不明確であり、妥当ではないと判断した。

省電力競技車製作の知識面に関わる直接確率検定を行った結果を表5-7に示す。「コメント数」は5%水準で有意な伸びが確認できた。指摘数とコメント数の結果から、事前と事後を比較すると、製作のポイントとして指摘できる箇所が平均2.75箇所から平均3.04箇所に増加していた。コメント数は平均0.57から平均2.43に増加していた。このように製作のポイントとして妥当な内容であるコメント数が増加し、事前に着目していなかった箇所にも視点がいくようになったことが確認できた。生徒は、省電力競技車を実際に製作する過程で、省電力競技車製作に必要な知識を得ていったと言える。

4.1節と4.2節に述べた結果から、省電力競技車製作学習は、本実践の範囲において「協同・協働的な技術活動力」の中でもコミュニケーション力やチームワーク力の育成に有効であり、それと共に知識も身についたと言える。

表5-6 省電力競技車製作のポイント指摘数とコメント数

指摘	事前	事後
タイヤ	17	18
モーター	15	19
ギヤ	14	15
チェーン	16	15
ステアリング	11	14
シャーシ	4	4
計	77	85
平均	2.75	3.04
コメント数	16	68
平均	0.57	2.43

N=28

表5-7 省電力競技車製作の知識面の調査結果

	事前	事後	p値
コメント数	16	68	0.04 *

N=28, * : $p < .05$

表 5-8 イメージマップのカテゴリ別連想語数 事前・事後比較

カテゴリ (連想語の例)	第1円		第2円		第3円以上		カテゴリ別合計	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
1 機械関係 (車, エンジン, ロボット等)	8	21	8	14	0	0	16	35
2 電気関係 (電気自動車, モーター等)	2	7	8	17	1	10	11	34
3 情報関係 (PC, プログラム, ネット等)	1	6	5	18	2	3	8	27
4 技術関係 (ものづくり, 道具, 設計, 開発等)	10	14	11	27	4	14	25	55
5 職業観関係 (社会貢献, 職業, 資格等)	6	16	11	23	0	5	17	44
6 知財関係 (特許, 発明, アイデア等)	7	12	3	5	0	3	10	20
7 その他 (ダイソン等人名, 発展, 喜び等)	22	15	20	34	8	9	50	58
合計	56	91	63	138	15	42	134	271

5.4.4 技術者(エンジニア)を鍵概念とするイメージマップによる調査の分析と考察

有効回答者数は 28 名 (56.0%) であった。生徒が記入した連想語を「1 機械関係 (車, エンジン, ロボット等)」「2 電気関係 (電気自動車, モーター等)」「3 情報関係 (PC, プログラム, ネット等)」「4 技術関係 (ものづくり, 道具, 設計, 開発等)」「5 職業観関係 (社会貢献, 職業, 資格等)」「6 知財関係 (特許, 発明, アイデア等)」「7 その他 (ダイソン等人名, 発展, 喜び等)」の 7 つに分類し, 第 1 円 (内円) に書かれた連想語についてカテゴリ別に事前・事後での連想語数を比較した (表 5-8)。事前・事後での生徒が記入したイメージマップ例を図 5-8 に示した。

第 1 円の連想語数の比較では, 「7 その他」以外のカテゴリの合計において, 事後での連

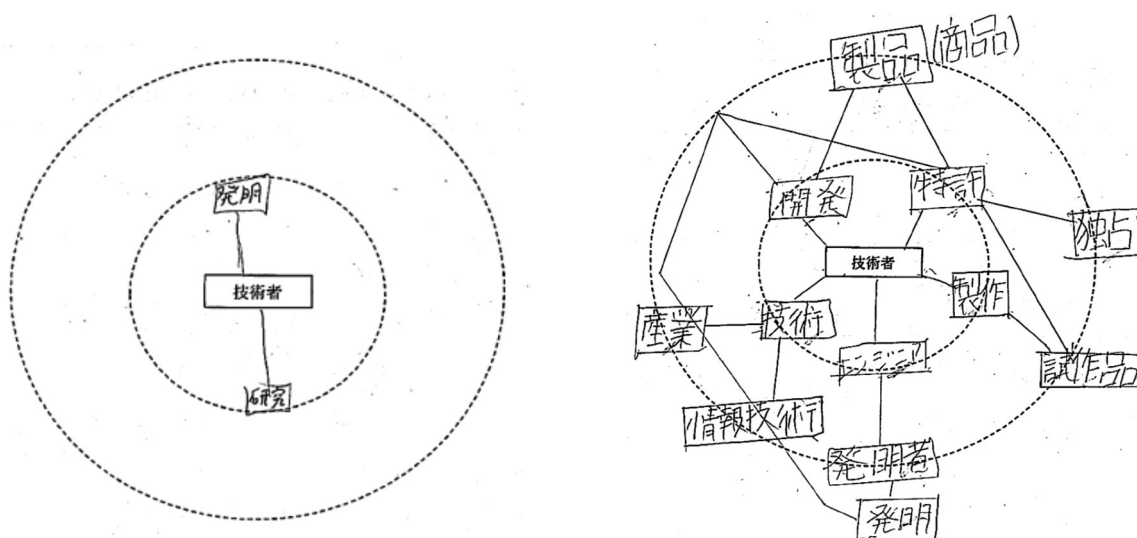


図 5-8 生徒が記入したイメージマップ例

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

想語数の増加が確認された。同様に、第2回以後の比較では全カテゴリで出現語数が増加した。特に「4 技術関係」カテゴリの合計では、事前 25 語に対し事後 52 語、「5 職業観関係」カテゴリの合計では、事前 15 語に対し事後 40 語と、他のカテゴリと比較して大幅な増加が見られた。

以上のイメージマップの結果から、本実践により技術や技術に関連した職業について、生徒らはより明確に意識をするようになったと考えられる。実際に人が乗る車を製作するという現実の技術開発の模擬体験が、アイデアを認め合い尊重する姿勢を育む。学習活動を振り返ることでメタ認知される効果がある。また、学習の成果を把握し分担する協同 (cooperation) から課題を分担しつつ共有する協同・協働(collaboration)に変わっていく中で、生徒たちの技術についての見方、技術に関する職業に対する見方・考え方が変わっていったと考えられる。

5.4.5 技術科における協同学習モデルの検証

協同学習モデルを適用し、実際にもものづくりの実践を行った。実践は第3章で提案した役割分担を明確にして進める協同学習モデルのスタイルで始めたが、生徒らは必要に迫られて自然に他の分担にも積極的に関わるというように、協同しつつある中で協働が自然発生的に生まれるということが各所でみられ、「協同・協働学習」とでも称すべき密度の濃いものとなった。これらの様子は当初適用した協同学習モデルとは異なり、さらに広がった活動である。そこで、本実践における生徒の様子を基に協同学習モデルの改良が必要ではないかと考えられる。

5.4.6 提案した学習モデルの改良

前述のように実践で見られた生徒の活動を協同・協働と称することとし、学習モデルの改良を試みる。当初実践で適用した協同学習モデル(図 3-5)には、協働が含まれていなかったことから、生徒の様子を基に役割分担しつつ、対等に学び合う協働を含めた新たな協同・協働学習モデルを提案する。前述のように、当初の各自の役割を越え、相互に協力し合いながら製作する生徒の様子から、協同から役割分担しつつ対等にも学び合う協同・協働へという変化が起きたと考えられる(図 5-9)。これを協同・協働学習モデルとしてより具体化すると、4つの過程のうちの共有過程から表現過程において協同から役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働へと変化する(図 5-10)。

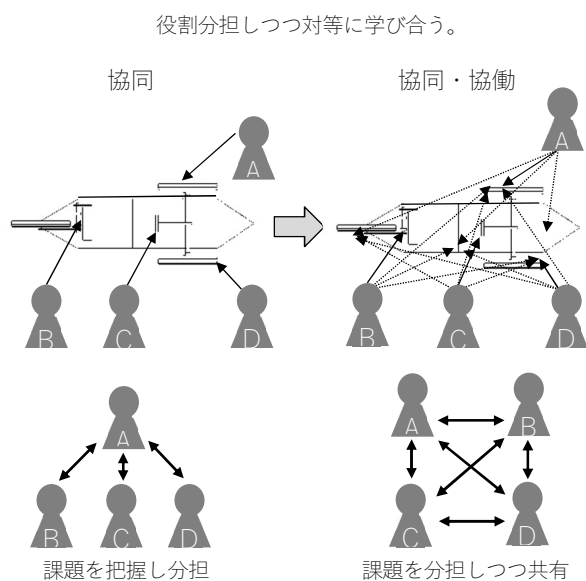


図 5-9 協同から協同・協働へ

共有過程から表現過程においては、はじめは役割分担を決めて作業を進める協同の学習(課題を把握し分担)を行うが、担当者のみで解決できない困難な課題が生じた場合には、当初の役割分担を越えて、お互いに協働する。結果として生徒は、役割分担をした協同学習から、課題を分担しつつ共有が行われる協同・協働学習へと発展することとなる。この学習モデルの教育効果としては、協同から役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働へ変わる中で、「協同・協働的な技術活動力」の中でも、生徒は、技術的知識を得て、コミュニケーション力、チームワーク力等が伸びる。このように、「協同・協働的な技術活動力」育成を取り入れた学習が展開できると考える。なお、図 3-5 では発想→共有→表現→尊重を一方的に描いたが、本実践では時間をかけることができこれが繰り返し行われたため図 5-10 ではループモデルとして描いた。

5.5 結言

本研究は、中学生を対象とした省電力競技車製作学習の実践による教育効果の検証を目的とした。実践による調査の結果、以下の4点が明らかとなった。

- (1) 「協同・協働的な技術活動力」の構成要素の中で、創造的態度、コミュニケーション力、チームワーク力について有意な意識の変容が確認できた。
- (2) 生徒は、特に「協同・協働的な技術活動力」に関する力の向上を実感していることが

第5章 地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価

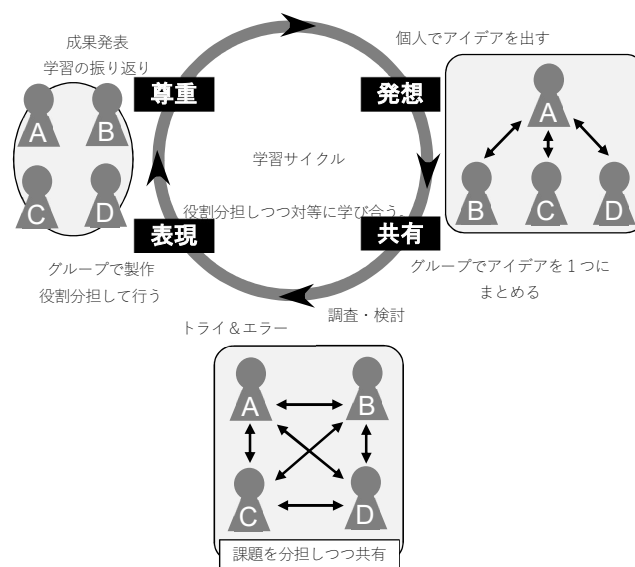


図 5-10 より具体化した協同・協働学習モデル

確認できた。

- (3) 生徒が自ら実際に乗る省電力競技車を製作することで、技術的に重要なポイントの知識や認識が深まった。
- (4) イメージマップの結果から、本実践により技術や技術に関連した職業について、より明確に意識をするようになったと考えられる。

実践は筆者らが先に提案した役割分担を明確にして進める協同学習モデルのスタイルで始めたが、生徒は必要に迫られて自然に他の分担にも積極的に関わるという「協同・協働学習」とでも称すべき密度の濃いものとなった。そこで、実践における生徒の様子を基に学習モデルの改良を行い、「協同・協働学習モデル」を仮説として提示した。

次章では、本研究で得られた知見を踏まえ、中学校技術科の通常の授業や他の内容においても協同・協働学習モデルの適用を試みる。

第5章参考文献

- 1) 箕田大輔：中学生と作るガソリンや乾電池をエネルギーとしたエコランカー，日本産業技術教育学会誌第55巻第1号，pp. 71-74 (2013)
- 2) 箕田大輔：モーターボーイズ！，日本実業出版社，pp. 197-200 (2005)
- 3) 平野由貴・紅林秀治：コンストラクショニズムに基づく学習の過程の検討，静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要，No. 22，pp. 29-37 (2014)
- 4) 吉岡利浩・村松浩幸・他1名：技術科における協同学習モデルを適用した発明品構想学習の授業プログラムの開発と評価，三重大学教育学部研究紀要第63巻教育科学，pp. 173-179 (2012)
- 5) 2015 Ene-1 GP SUZUKA: http://www.suzukacircuit.jp/ene1gp_s/ (最終アクセス日：2015年11月4日)
- 6) T. Yoshioka, H. Muramatsu, M. Matsuoka, et al.: Educational effect of power-saving competition car production learning based on a revised cooperative (collaborative) learning model on view of technology and occupation, Proceedings of the Eighth International Workshop on Regional Innovation Studies, Mie University, pp.105-108 (2016)

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

6.1 緒言

第5章では、地域の協力のもと中学校課外活動の生徒を対象に、協同・協働的な学習として、省電力競技車製作学習の実践を行い「技術活動力」についての教育効果の分析を行った。その結果、「技術活動力」の構成要素の中でもコミュニケーション力やチームワーク力の育成等の教育効果が確認できた。同実践は、第3章で提案した協同学習モデル¹⁾を適用し行ったが、生徒に自分の役割以外のことにも積極的に関わる協同・協働への変容(図5-10)が見られた。そこで、協同学習モデルを改良した「協同・協働学習モデル(以下、学習モデルとする)」を仮説として提示した。特に共有過程から表現過程において、協同から協同・協働へ変容する(図6-1)と共に「技術活動力」の向上が期待できると考えた。しかし、第5章では仮説としての提示に留まっており、この学習モデルの妥当性と教育効果の検証は行われていない。また、第5章の実践は課外活動であり、通常授業での実践はなされていない。そこで、本章ではこの学習モデルに基づいた通常の授業プログラムの開発と実践を試み、学習モデルの検証をすることを考えた。

第5章の省電力競技車製作学習を通常の授業で同様に実践することは、時間数や予算等から困難である。そこで、まず適切な題材について検討をする。これまでの技術・家庭科技術分野(以下、技術科とする)の協同・協働的な学習による具体的な実践例として、ロボット製作学習がある。ロボット製作学習の先行研究では、協同で製作する活動を通して生まれる人間関係力・協調性や課題解決能力の育成等の教育効果について複数報告されている^{2),3)}。そこで題材としてはロボット製作が適当であると考えた。ロボット学習において、村松らは現実の技術開発を模擬体験させることにより、中学生の技術に対する意識の向上を報告している⁴⁾ただし、授業時間が限られることから技術科の4内容のうちの2内容、すなわち「エネルギー変換に関する技術」および、「情報に関する技術」におけるプログラムによる計測・制御の両方の内容を含め、ロボットを自動制御とし、現実の技術開発を模擬体験させる課題設定を考えた。

中学校における自動制御を用いたロボット学習での課題設定には、大別するとロボット

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

役割分担しつつ対等に学び合う。

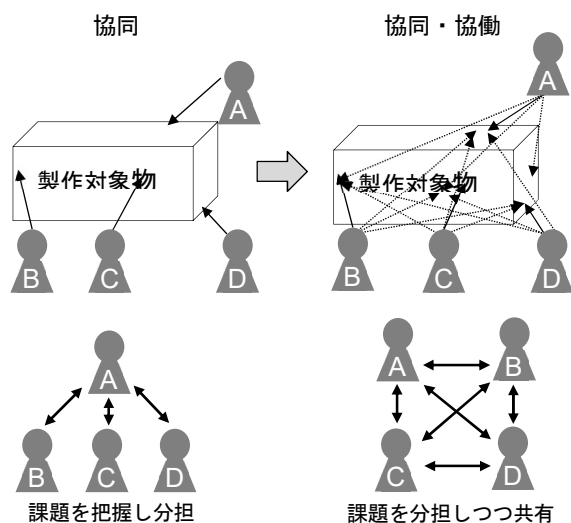


図 6-1 協同から協同・協働へ
(図 5-9 を一部修正して汎用化)

カーによるコース走行をする走行ゲーム課題型⁵⁾，パフォーマンス課題型⁶⁾，現実の社会や生活の文脈でロボットによる問題解決を図る生活課題型⁷⁾の3つの設定のタイプが存在する。萩嶺らは、「走行ゲーム課題型」，「生活課題型」の2つを比較した場合，「生活課題型」の方が，生徒らは学習後に計測・制御システムとして捉えやすく，問題解決能力の形成感が促されやすい傾向があると報告している⁷⁾。そこで課題設定は，自動制御によるロボットを用いた生活課題型と設定した。

以上のことから，本章では，第5章で仮説として提示した協同・協働学習モデルを，ロボット製作学習に適用した授業プログラムを開発し，教育効果およびモデルの妥当性の検証を目的とする。

6.2 研究方法

6.2.1 学習モデルの授業プログラムへの適用

学習モデルでは，前述のように，役割分担をして作業を進める協同の形で活動が開始されるが，役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働へと活動が変容する(図 5-10)。特に共有過程から表現過程において，協同から協同・協働へと活動が変容する。授業は，この学習モデルに基づき，発想・共有・表現・尊重の4過程で構成する(図 6-1)。発想過程では個人思考，共有過程では集団思考を行う。表現過程ではグループで相互に協力して製作を行い，尊重過程では学習の成果を広め他者のアイデアを尊重し評価を行う。具体的な活動

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

としては、はじめにグループでの役割分担を決める。役割分担については、多様になるように配慮すると共にグループのメンバーがお互いに協力して取り組みやすいように各「責任者」という名称の分担とする。作業をする中で、一人で取り組むには難しく、仲間と共に協同で作業する必要性が生まれる課題設定をする。さらに成果発表会を行うことで成果の共有場面と製作期限を設け、省電力競技車製作のように、生徒に限られた時間を意識させる。以上のポイントを配慮し、通常の授業内において、協同から協同・協働への変容が再現される授業プログラムの開発を行う。

6.2.2 学習モデルの妥当性と教育効果の検証

(1) 学習モデルの妥当性の検証

学習モデルの妥当性の検証として、学習モデルに基づいた協同から協同・協働への変容が再現されるのかを、生徒の活動内容の調査で確認する。

a) 協同から役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働の変容の調査（事後）

グループ内での役割分担記録、振り返りシートの作業記録（図 6-2）、授業ごとの活動内容の調査（図 6-3）により、協同から協同・協働への変容の把握をする。

b) 「技術活動力」の変容の調査（事前・事後）

第 5 章同様の項目で調査し、同様に意識の向上が再現されるのかを確認する（表 6-1）。

(2) 教育効果の検証

第 5 章同様に、技術プロジェクトの実践に関連する力を調査することで、教育効果の再現性を検証する。

c) 技術プロジェクトの実践に関連する力の調査（事後）

生徒がロボット製作の中でどんなことを学んだと自覚化しているのかを調査し、第 5 章と比較する（図 6-4）。調査項目は第 5 章と同様に、第 2 章の表 2-2 を用いた。

6.3 授業プログラムの開発

学習モデルを適用して、「B エネルギー変換に関する技術」と「D 情報に関する技術」を融合した「生活課題型ロボット製作学習」の授業プログラムを開発した。

自動制御のロボットを用いた生活課題型の課題として、身近で取り組みやすい自動掃除

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

技術・家庭科 学習の記録

世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！お掃除の巻

班 2年組 番 名前

チーム名				
自分の役割分担	責任者			
A たいへんよくできた B できた C あまりできなかった				
月日	今日の活動	取り組みの具体的な内容と反省	班の他の人の役割のお手伝い	自己評価
5/10	〇〇の作業	サイクロン掃除機の設計をまとめることができた。	〇〇さんの〇△作業を助け、□△ができた。	A

図6-2 授業振り返りシート

組 班 チーム名

名前	役割分担	責任者
----	------	-----

その時間に自分が行った活動を○で囲んでください。

	活動内容
第6回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
第7回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
第8回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
第9回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
第10回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
第11回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
第12回	発表会

放課後残って行った人は、回数分こちらも記入してください。

1回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
2回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
3回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作
4回	設計・掃除機製作・プログラム作成・ポスター制作

図6-3 活動内容の調査用紙

ロボットの製作とした。扱いやすい材料を使って製作することで、アイデアが反映しやすく試作・改良・再設計・製作を繰り返す試行錯誤が容易にできるようにした。開発した授

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-1 協同・協働的な技術活動力の質問項目

構成要素	項目	質問項目
創造的思考	問題認識	(1) 自分なりに何か目標を持って取り組むようにしていた。
	”	(2) 身のまわりに何かヒントはないか、注意していた。
	記憶	(3) 新しく知ったことをできるだけ自分のものにしようとしていた。
	拡散的思考	(4) いろいろなアイデアがたくさん浮かんだ。
	集中的思考	(5) いろいろな課題や問題を考えることは楽しい。
	自己評価	(6) 課題への取り組みの進み具合を自分できちんと把握できる。
	”	(7) 課題への取り組みで、できたところと不十分なところを、はっきり言える。
創造的技能	表現力	(8) 自分のアイデアを図や文章で表現できる。
	”	(9) 課題への取り組みの途中で、思わぬ問題にもうまく対処できた。
	”	(10) どんな機器や工具をどう使えばよいか考えて作業できた。
	計画力	(11) 課題への取り組みの進め方を自分なりに計画してできた。
	”	(12) 計画通りに課題への取り組みを進めることができた。
	情報収集力	(13) 課題への取り組みに必要な情報を集めることができた。
	観察力	(14) 課題がうまく進まないとき、自分なりにその原因を明らかにできた。
創造的態度	好奇心	(15) 未完成のものや不完全なものを完成させたり、手直ししたい。
	”	(16) どんどん手を加えて新しく改善していきたい。
	自主性	(17) 自分なりの工夫をすることができた。
	”	(18) 自分で課題を見つけて取り組めた。
	開放性	(19) 他の人の良い見方や考え方を積極的に受け入れられた。
コミュニケーション力	交流	(21) アイデアをお互いに見せ合うことはいいことだと思う。
	伝達力	(22) 自分のアイデアをうまく人に伝えられた。
	討論	(23) みんなでアイデアを出し合い、話し合うことは面白い。
チームワーク力	協調性	(20) グループの仲間と協力してアイデアをまとめられた。
	支援	(24) グループの仲間と協力して課題を作成することができた。
”	(25) グループで役割分担した以外のことでも支援し合うことができた。	

業プログラムを表 6-2 に示す。図 5-10 のように課題を把握して分担する協同のスタイルではじめるが、共有過程から表現過程では、生徒らは課題を分担しつつ共有する協同・協働へと変容すると想定される。

題材の自動掃除ロボットは、掃除部分とセンサカーを合体させる仕様にした。掃除部分は、A社の教材部品を基に卓上掃除機製作キットとした⁸⁾。卓上掃除機製作キットの部品を基にペットボトルや厚紙等を使い、生徒に吸い込み口、羽根、スイッチの位置、ゴミの捨てやすさ等の工夫をさせた。センサカーはA社の教材部品やキャスターをアルミプレートに固定し、製作した。センサは付属の赤外線フォトリフレクタ1個をセンサカーの正面に取り付けた。制御は教材用マイコンボードを使用し、センサカーの制御プログラムは、マイコンボード用のブロック型プログラミング言語を用いて作成した⁹⁾ (図 6-5)。センサカーそのものは、各グループに1台準備し、改良は行わないこととした。自動掃除ロボット製作学習の授業プログラムによる学習指導案を示す。

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

自動掃除ロボット製作学習指導案

○単元名「世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！」お掃除の巻 B(2), D(3)

○単元設定の理由

「B エネルギー変換に関する技術」および、「D 情報に関する技術」におけるプログラムによる計測・制御の両方の内容を含め、ロボットを自動制御とし、現実の技術開発を模擬体験させる単元を考えた。近年、急速に様々な自動化された製品が開発されている。そこで、生徒が実際に自分たちで製品開発の模擬体験をさせることで、その仕組みや技術開発のプロセスを学び、身の回りの技術が社会で果たす役割に気づき、技術を評価する力を養う。そのための題材としては身近な生活で使われている自動掃除ロボットの考案・設計・製作を行う。生徒は企業等における現実の製品開発のプロジェクトと同様に開発のためのチームでテーマを設定し、試行錯誤を繰り返し協働的な課題解決に取り組む。完成後は発表することで、情報を伝える技術を学び、ロボット製作とともに使用者や聞き手を意識した視点でものごとを考える力を養う。本単元は、このような力を身につけさせるために設定した。

○単元目標

(1) 指導目標

- ・身の回りの技術が社会で果たしている役割について気づき、技術を評価する力を養う。
- ・技術開発のプロセスを理解し、グループで連携して問題発見・解決を行う。
- ・機能、構造、材料、加工法、価格、安全性などを検討し、エネルギーを有効に利用した製作品を設計・製作する。
- ・計測・制御をするために情報処理の手順を考えプログラムを作成する。
- ・短い時間で情報を伝える技術を身につける。

(2) 具体的目標

- 1, 計測・制御の仕組みを理解し、基本的なプログラムを作成することができる。
- 2, 技術開発のプロセスについて理解することができる。
- 3, グループで自動掃除ロボットのアイデアを構想することができる。
- 4, グループで自動掃除ロボットのアイデアを共有し、設計することができる。
- 5, グループで自動掃除ロボットの製作・改良することができる。

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

- 6, グループで自動掃除ロボットのプログラムを作成することができる。
- 7, グループで広報ポスターを制作することができる。
- 8, グループで発表・評価することができる。

○指導計画

- (1) プログラミング学習 4 h
- (2) お掃除ロボットを設計しよう 2 h
- (3) プロジェクトチームで考えよう 1 h
- (4) お掃除ロボットを製作しよう 4 h
- (5) お掃除ロボットを発表・評価しよう 1 h

○自動掃除ロボット製作学習の評価規準

生活や技術への関心・意欲・態度	生活を工夫し創造する能力	生活の技能	生活や技術についての知識・理解
計測・制御の目的や条件に適したプログラムを作成しようとしている。	工夫・改良を繰り返す、効率よくきれいに掃除ができるプログラムを作成している。	設計に基づき、掃除ロボットで掃除ができるプログラムを作成できる。	計測制御の仕組みや情報処理の手順を理解している。
テーマに沿ったサイクロン掃除機のアイデアを検討し、構想している。	掃除ロボットのデザイン、ゴミの吸引力、ゴミの捨てやすさなど機能・構造・使いやすさについて工夫している。	設計に基づき掃除ロボットが製作できる	サイクロン掃除機の仕組みや製作に必要な機器や工具を適切に使用する知識を身につけている。

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

○各組の授業実施日

	1組		2組		3組		4組		5組		6組	
第1時	4月18日	4限	4月18日	5限	4月24日	4限	4月24日	2限	4月24日	3限	4月25日	3限
第2時	5月2日	5限	4月25日	2限	5月1日	4限	5月1日	2限	5月1日	3限	5月2日	3限
第3時	5月9日	4限	5月2日	4限	5月8日	4限	5月8日	2限	5月8日	3限	5月9日	3限
第4時	5月16日	4限	5月9日	5限	5月15日	4限	5月10日	3限	5月12日	5限	5月16日	3限
第5時	5月30日	4限	5月12日	2限	5月22日	4限	5月15日	2限	5月15日	3限	5月19日	3限
第6時	5月31日	2限	5月16日	5限	5月29日	4限	5月29日	2限	5月29日	3限	5月30日	3限
第7時	6月6日	4限	5月30日	5限	6月5日	4限	6月5日	2限	6月5日	3限	6月6日	3限
第8時	6月20日	4限	6月6日	5限	6月12日	4限	6月12日	2限	6月12日	3限	6月14日	2限
第9時	7月3日	1限	6月19日	6限	6月19日	4限	6月19日	2限	6月19日	3限	6月16日	2限
第10時	7月4日	4限	6月20日	5限	6月26日	4限	6月26日	2限	6月26日	3限	6月20日	3限
第11時	7月10日	1限	6月29日	4限	7月3日	4限	7月3日	2限	7月3日	3限	7月4日	3限
第12時	7月11日	4限	7月4日	5限	7月7日	4限	7月4日	2限	7月6日	5限	7月7日	3限

○準備物

サイクロン掃除機製作キット，パソコン，プロジェクター，スクリーン，授業プレゼン資料，ワークシート，評価シート，アンケート用紙，方眼紙入り厚紙，4つ切り画用紙，ホワイトボード，タブレット，センサカー

○協同・協同学習の実態把握

毎時のはじめには，学習課題の確認を行い，学習の見通しを持たせる。毎時のおわりには，まとめと振り返りを行い，できたこと，できていないことをひとり一人が把握し，学習内容の定着をはかるとともに，次時への課題を明らかにする。

時間	学習活動	指導・支援の留意点	表 6-1 調査項目との対応
第1時	1. 本時の活動内容を知る。	(「計測・制御プログラムを作ろう」教科書) 題材「「世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！」お掃除の巻 その1 プログラミング学習 ・センサカーは，4名グループに1台準備	

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

		<p>・プログラミング学習は4名のグループ内の2つのペアを基本に学習を行う。</p> <p>○センサーの種類, 使われている製品, どのように使われているかを考えさせる。</p>	<p>創造的思考(1),(3),</p>
	<p>2. 計測・制御の仕組みを知る。</p> <p>身の回りの家電製品に使われているセンサーについて考える。</p>		
	<p>3. 制御プログラムを作成する。</p> <p>①順次処理プログラムを作成する</p> <p>②繰り返しプログラムを作成する</p> <p>③条件分岐プログラムを作成する。</p>	<p>ブロック型プログラミング言語を使い, LED を点灯・消灯させる順次処理プログラムを作成させる。</p> <p>LED を点滅させる繰り返しプログラムを作成させる。</p> <p>光センサーを使い, 暗い時だけ LED が点灯するプログラムを作成させる。</p>	<p>創造的思考 (1),(3),(4),(5),(6),(7)</p> <p>創造的技能 (10),(11),(12),(13), (14)</p> <p>創造的態度 (16),(17),(18),(19)</p> <p>創造的思考 (1),(3),(4),(5),(6),(7)</p> <p>創造的技能 (10),(11),(12),(13), (14)</p>
第2時	<p>4. 計測・制御のプログラムを作成する。</p> <p>①DC モーターを動かすプログラムを作成する。</p> <p>ロボットカーの動きを測定する</p>	<p>DC モーターを1秒間前進させ停止するプログラムを作成させる。</p> <p>直進, 右左折の測定をさせる。</p>	<p>チームワーク力 (20),(24)</p>
第3時	<p>コースを走行するプログラムの作成</p>	<p>実験用コースを使い, 各コースを走行するプログラムを作成し, フローチャートを書かせる。</p>	<p>創造的思考 (1),(3),(4),(5),(6),(7)</p> <p>創造的技能</p>
第4時	<p>②赤外線フォトリフレクタの動きを確認させる</p>	<p>障害物との距離によるセンサーの値を確認させる</p>	<p>(10),(11),(12),(13), (14)</p> <p>創造的態度</p>

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

③センサカーが障害物を回避するプログラムを作成する	センサカーが障害物に近づいたら停止するプログラムとフローチャートを作成させる。 センサカーが障害物を回避するプログラムとフローチャートを作成させる。	(16),(17),(18),(19) コミュニケーション力(21),(22) チームワーク力(20), (24)
---------------------------	---	--

時間	学習活動	指導・支援の留意点 (◎協同・協働への指導・支援)	表 6-1 調査項目との 対応
第5～ 6時	<p>1. 本時の活動内容を知る。</p> <p>技術開発のプロセス</p> <p>新商品開発プロジェクト</p>	<p>(「エネルギー変換を利用した製作品を作ろう」, 「計測・制御プログラムを作ろう」教科書)</p> <p>題材「「世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！」お掃除の巻</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の学習課題とこれからの授業予定を伝え、活動内容の理解と見通しを持たせる。 <p>「グループで協力して一台の自動掃除ロボットを製作する。」</p> <p>○サイクロン掃除機の技術開発の事例をもとに問題発見から技術の活用による問題解決までのプロセスを知り、これからの活動をイメージさせる。</p> <p>サイクロン掃除機開発ストーリー (プレゼン)</p> <p>他に身近なものから発明の事例を紹介する。</p> <p>カッターとインスタントラーメンの発明 (プレゼン)</p> <p>◎場面設定と課題確認</p>	<p>創造的思考(1)</p>

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

		<div style="text-align: center; background-color: #f8d7da; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 今日の任務 </div> <ul style="list-style-type: none"> • みなさんは、株式会社 Ishindenの社員です。 (このところヒット商品がなく、経営状態は良くない。) • 今日から商品開発部 技術課 に配属になり、 社運をかけた新商品開発プロジェクトのメンバーに選ばれました。 • 今日の仕事は、ひとり一人がテーマにそったお掃除ロボットを考えることです。 <p>◎グループの活動企画用紙</p> <ul style="list-style-type: none"> • 形式：3～4人×8グループ <p>班のチーム名・役割分担（設計・製作・プログラム作成・広報の各責任者）を話し合う。</p> <p>○アイデア申請用紙配布</p> <p>ひとり一人がお掃除ロボットを考え、図と文章で表現させる。（アイデアの具体化として、創作だけではなく図示させることで、アイデア創出の難しさを体験させる）自分のアイデアの図を描かせる アイデア発想のポイントを示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 新規性 • 有用性 <p>問題・課題の解決に役立つアイデアであるか</p> <ul style="list-style-type: none"> • 実現性 <p>こうしたら実現できるという技術的な見通し</p> <p>◎グループ活動の確認（プリント&プレゼン）</p> <p>以下プレゼンで指示</p> <ul style="list-style-type: none"> • 各グループでお掃除ロボットのアイデアを一つにまとめ、設計を考えさせる。 • 話し合いのルールを確認する。 <p>1. グループでオリジナルなアイデアを出し合う</p>	<p>創造的思考 (2),(3),(4),(5) 創造的技能(8)</p> <p>創造的思考 (2),(3),(4),(5) 創造的技能(8)</p>
第7時	<p>3. アイデア共有とグループの設計検討する。</p> <p>設計要素の検討を行いながら、構想をまとめる。</p>	<p>◎グループ活動の確認（プリント&プレゼン）</p> <p>以下プレゼンで指示</p> <ul style="list-style-type: none"> • 各グループでお掃除ロボットのアイデアを一つにまとめ、設計を考えさせる。 • 話し合いのルールを確認する。 <p>1. グループでオリジナルなアイデアを出し合う</p>	<p>創造的思考 (2),(3),(4),(5) 創造的技能(8)</p>

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

	<p>グループ活動のルールを知る</p>	<p>2. アイデアを否定しない</p> <p>3. 各自のアイデアをグループでさらに工夫するよう話し合う</p> <p>◎場面設定と課題確認</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>戦略会議：アイデアの実用化検討</p> <p>1.申請用紙に図と文章でわかりやすく記入し、アイデア出願</p> <p style="background-color: yellow;">必要なことはたくさんある。</p> <p style="background-color: yellow;">何を捨てればいいのか？</p> <p style="background-color: yellow;">アイデアの絞り込み。</p> <p style="background-color: yellow;">【他班との差別化】</p> <p>できないものをできるようにするのが技術者(エンジニア)の姿勢 できないものはできない、できるものができるというのは科学者の態度</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>アイデアを形に</p> <p>1.吸い込み口の形状</p> <p>2. スイッチの位置</p> <p>3. ゴミの捨てやすさ など</p> <p style="background-color: yellow;">いろいろな課題を発見し、もっと良くするアイデアを考える</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="background-color: yellow; text-align: center;">他班との差別化！</p> </div>	<p>コミュニケーション力(21),(22),(23)</p> <p>チームワーク力(20),(24),(25)</p>
<p>第8～11時</p>	<p>アイデアの発表</p> <p>4. アイデアを形に表現する</p>	<p>・各班のお互いのアイデアを出し合う(司会:各グループリーダー)</p> <p>ホワイトボードを活用</p> <p>◎授業のはじめに、グループのひとり活動内容とひとり一人の取り組みを確認させる。</p> <p>授業のおわりに、今日の活動について自分の役割や他の人の支援をしたことを記入させ、協働で製作することを意識させる。</p>	<p>コミュニケーション力(21),(22),(23)</p>

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

<p>第12 時</p>	<p>5. 成果発表会</p>	<p>・お掃除ロボットの評価ポイントを確認し、グループで協力してアイデアを形に表現させる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; background-color: #f8d7da;">お掃除ロボット評価ポイント</p> <p>①ポスターを通して、作った人の開発の意図や主張が伝わってくるか。 ②ポスターの中の情報をわかりやすく読み取ることができるか。 ③お掃除ロボットの色合いやデザイン、ゴミの吸引力、取り出しなどの機能・使いやすさについてアイデアや工夫が、効果的であるか。 ④プログラムは、効率よくきれいにお掃除ができるものであるか。</p> </div> <p>設計：アイデアをまとめたものを、わかりやすく図と文章で表現する。グループ用のアイデア申請用紙に記入し、アイデアを出願する。 (各グループでまとめたアイデアにより、お掃除ロボットの製品を描く) 製作：掃除機部分の製作 デザイン、ゴミの吸引力、取り出しなどの機能・使いやすさについて工夫されたサイクロン掃除機であるか。 プログラムの作成：効率よくきれいにお掃除ができるプログラムであるか。 広報：PR ポスターの企画・制作 ①ポスターを通して、作った人の開発の意図や主張が伝わってくるか。 ②ポスターの中の情報をわかりやすく読み取ることができるか。</p> <p>新商品開発会議：グループごとにお掃除ロボットのデモと発表をさせる。 ◎場面設定と課題確認</p>	<p>創造的思考 (1),(2),(3),(4),(5),(6), (7) 創造的技能 (8),(9),(10),(11),(12), (13),(14) 創造的態度 (15),(16),(17),(18), (19), コミュニケーション 力(22),(23) チームワーク力 (24),(25)</p>
------------------	-----------------	--	---

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

	<p>6. まとめと振り返り</p>	<div style="text-align: center; background-color: #f8d7da; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 新商品開発会議 </div> <ul style="list-style-type: none"> • 今から、新商品開発会議を行います。 • 各プロジェクトチームのお掃除ロボットテスト・ポスター発表をもとに、我が社の社運をかけた新商品を決めます。 • 各チーム3分以内で発表してください。 • 果たして、社長賞はどのチーム???でしょうか。 • 自分のグループ以外の評価をする。(評価シートに記入する) <ul style="list-style-type: none"> • 評価シートを配布する。グループ発表(1グループ, 3分) • 自分の班以外の発表を評価させる。 <p>各班の発表後30秒程度記入の時間を与える。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 本時の授業で学んだことを振り返る • 事後調査用紙を配布, 記入し終えたら回収する。 • 今回の授業で体験した技術開発や発明が社会に貢献していること, このような知的財産を大切にすることで産業や文化が発展していく=生活が豊かになることにつながっていく。 	<p>コミュニケーション力(21),(22),(23) チームワーク力(24),(25)</p>
--	--------------------	---	--

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

6.4 実践の概要

開発した授業プログラムによる実践は、2017年4月～7月にT市立I中学校の2年生182名(男子102名・女子80名)を対象に、各クラス1チーム3～4名、計8チームで行った。実践の様子を図6-6に示す。設計の構想は、与えられた課題に対するアイデアを個人で考え、アイデアを申請用紙に記入させた。さらに個人のアイデアをグループで検討し、全体で共有した上で、1つにまとめさせた。このグループ内での話し合い活動が、個人のアイデアの良い点を融合したアイデアを生み出し、生徒の発想の広がりにつながった。例えば、グループAは吸い込み口を細くするアイデアと先端の下半分を吸いやすくカットするアイデアを話し合いで融合していた。

-
1. 今回のような製作経験はありましたか。
 - ①学校の授業で経験がある
 - ②部活やクラブ活動で経験がある
 - ③学校外の社会教育や自宅で経験がある
 - ④全く経験がない
 2. 今回、取り組んでみてどうでしたか。
 - ①良かった
 - ②まあまあ良かった
 - ③あまり良くなかった
 - ④良くなかった
 3. 今回の経験は、自分の進路を考える参考になると思えますか。
 - ①思う
 - ②まあまあ思う
 - ③あまり思わない
 - ④思わない
 4. 技術に関わる下記の力について、自分自身身に付いた、あるいは伸びたと思うかどうか選択をしてください。
 - (1)ものづくりに対する興味・関心
 - (2)身の回りの技術に対する興味・関心
 - (3)技術に関わる仕事への興味・関心
 - (4)発明についての興味・関心
 - (5)アイデアを図で示す力
 - (6)アイデアを文章で示す力
 - (7)情報を収集し活用する力
 - (8)仲間と協同して課題を解決する力
 - (9)仲間とのコミュニケーション力
 - (10)他人のアイデアを尊重する姿勢
 - (11)工夫する力
 - (12)プログラムを作成する力
 - (13)情報を発表・発信する力
 5. 今回、自分が最も成長したと感じることを書いてください。
 6. 今回の取り組みを振り返って、学んだことや感想など自由に書いてください。
-

図6-4 事後調査内容

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-2 生活課題型ロボット製作学習の授業プログラム

	授業内容	授業時間
	1, プログラミング学習	4
発想	2, お掃除ロボットを設計しよう お掃除部分・プログラム・広報ポスターの企画	2
共有	3, プロジェクトチームで考えよう チームで話し合い, 一つのアイデアにまとめる	1
表現	4, お掃除ロボットを製作しよう お掃除部分の製作・プログラム・広報ポスターの制作	4
尊重	5, お掃除ロボットを発表・評価しよう 学習のまとめと振り返り	1

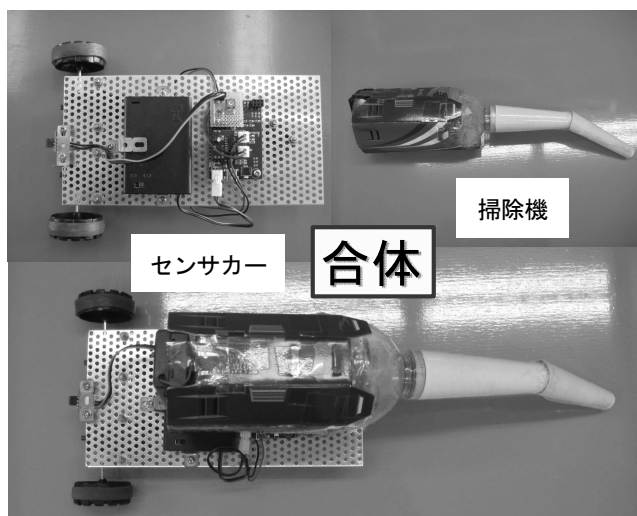


図 6-5 自動掃除ロボット作品例



図 6-6 実践の様子

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

設計では、実際の掃除機の形状を調べ、吸い込み口の形状、スイッチの取り付け位置、羽根の形状、ごみの収納や捨てやすくする工夫、掃除部分全体のデザイン等話し合い、よりよい設計になるように進めていた。

製作では、必要な材料を各自持ち寄り、厚紙やペットボトルを活用して吸い込み口、羽根、ごみの収納部などを工夫し製作していた。ここでも1枚1枚の羽根の大きさ、枚数、折り方による違いや2つの羽根を重ねる等、様々な形状を試し、実際の機能向上を検討しながら製作を進めていた。限られた製作時間で何度も試作・改良・再設計の試行錯誤を繰り返し、より良い作品を作ろうと取り組む姿が見られた。

プログラムの作成では、例えばグループBは、首を振りながら進むと共に、ゆっくり掃除をしながら進む動きから、壁に到達すると動きが早くなり、次のお掃除場所へ移動してスペース全体を掃除できるプログラムについて試行錯誤を繰り返していた。同様の取り組みが他グループでも見られた。広報のポスター制作では、出来上がった掃除部分を基にその特徴や性能をわかりやすくまとめることを考えグループで相談して工夫・制作していた。発表・評価では、多くのグループにおいてリーダーを中心に、わかりやすいプレゼンと掃除ロボットのデモを行った。また、相互の発表について評価し合った。

6.5 結果と考察

6.5.1 学習モデルの検証

(1) 協同から役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働の変容の調査と分析

授業における生徒の活動内容で、自分の役割を1、他の人の役割を2、何もしていないを3として分類し、カイ二乗検定を行った結果を表6-3に示す。第8次において、役割以外に活動した生徒(91名)が5%水準で有意に多いことが確認できた。第9次については、同様に(90名)有意な傾向が確認できた。その他の授業回数については有意な差は確認できなかった。第8、9次は、掃除部分の製作が進められていた。限られた時間の中で掃除ロボットを完成させるために他の役割にも積極的に関わる協同・協働の活動が見られた。表6-

表 6-3 協同から協同・協働への変容

	授業回数	自分の役割	役割以外	していない	p値
発想後半	第6次	42	77	14	
	共有	38	88	7	
表現	第8次	31	91	11	*
	第9次	32	90	11	†
	第10次	46	76	11	
	第11次	62	59	12	

N=133 * : $p < .05$ ** : $p < .01$ † : $.05 < p < .10$

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

2の授業プログラムにおいて自動掃除ロボットの製作をはじめて2回目の第6次の段階で、生徒の活動内容は自分の役割よりすでに役割以外の人数が多かった。第8次からはさらに役割以外の人数が増加し、第11次でようやく自分の役割の方が多くなっていた。

この結果を踏まえると、自動掃除ロボットの製作を1回目の授業に当たる第5次で役割を分担して開始したものの、最初から協同・協働での活動の様子が見られた。これは、限られた時間の中、協同だけで取り組むには難しい課題設定であることを意識したことで、最初から協同・協働として製作をしたのではないかと考えられる。第8次あたりからさらに協同・協働の度合いが増加し、第11次で逆に役割分担が主体となった協同となっていた。これは、第8次から第10次では、生徒は掃除ロボットを限られた時間の中で完成させようと製作に取り組んでおり、第11次には製作を終え、協同・協働で活動しなくても各自で分担の役割を進められる状態であったためであると考えられる。これは、一人ひとりが「責任者」として個人で担当するには難度の高い設定としたため、当初から協同・協働的な活動となったが、生徒は必要に迫られて自然にさらに他の分担にも積極的に関わる協同・協働へと変容したと考える。授業における生徒の活動では、全てのグループで、どの作業においても、各担当の責任者とともに協力して取り組む等、複数や全員で支援し合い、課題を解決する様子が見られた。特に製作段階では、その様子が顕著に見られた。

以上のことから、実践の中で、学習モデルで想定されるように、役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働での活動がなされていたことが確認できた。

(2)「技術活動力」の変容の調査の分析と考察

調査の有効回答者数は140名（有効回答率76.9%）であった。質問紙の回答について、「かなり思う」5点～「まったく思わない」1点として集計した。事前と事後について対応のあるt検定を行った。その結果を表6-4に示す。

「協同・協働的な技術活動力」に関わる創造的思考の「問題認識」($t(139)=4.47$; $p<.01$), 「自己評価」($t(139)=3.62$; $p<.01$), 創造的技能の「表現力」($t(139)=3.13$; $p<.01$), 創造的態度の「自主性」($t(139)=2.70$; $p<.01$), コミュニケーション力の「伝達力」($t(139)=3.66$; $p<.01$), チームワーク力の「協調性」($t(139)=2.69$; $p<.01$)については、1%水準で有意な伸びが確認できた。創造的思考の「集中的思考」($t(139)=2.23$; $p<.05$), 創造的技能の「情報収集力」($t(139)=2.02$; $p<.05$), 創造的態度の「開放性」($t(139)=2.09$; $p<.05$)については、5%水準で有意な伸びが確認できた。その他の項目については、有意な変化は確認でき

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-4 協同・協働的な技術活動力の調査結果

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.3	1.0	3.7	0.8	4.47	**
	記憶	3.5	1.1	3.7	1.0	1.70	
	拡散的思考	3.4	1.1	3.6	1.1	1.68	
	集中的思考	3.4	1.3	3.6	1.1	2.23	*
	自己評価	3.3	0.9	3.6	0.9	3.62	**
創造的技能	表現力	3.2	0.8	3.4	0.8	3.13	**
	計画力	3.3	1.0	3.4	0.9	0.78	
	情報収集力	3.3	1.1	3.5	1.0	2.02	*
	観察力	3.3	1.1	3.5	1.1	1.60	
創造的態度	好奇心	3.9	1.0	3.9	1.0	0.66	
	自主性	3.4	0.9	3.7	0.9	2.70	**
	開放性	3.6	0.9	3.8	0.9	2.09	*
コミュニケーション力	交流	3.9	1.1	4.0	1.0	1.22	
	伝達力	3.1	1.1	3.5	1.1	3.66	**
	討論	3.6	1.2	3.7	1.0	0.92	
チームワーク力	協調性	3.5	1.1	3.8	1.1	2.69	**
	支援	3.7	0.9	3.7	0.9	0.35	

N=140 *: $p < .05$; **: $p < .01$

なかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると、創造的思考については、「問題認識」3.3→3.7、「自己評価」3.3→3.6、創造的態度については、「自主性」3.4→3.7、コミュニケーション力については、「伝達力」3.1→3.5、チームワーク力については、「協調性」3.5→3.8である。これは、生徒たちが自動掃除ロボット製作学習に取り組むためには、課題をひとり一人が理解しチームで協力して行うことを意識して活動したためではないかと考えられる。これらの結果から、学習モデルの仮説のとおり技術活動力が向上したと言える。

各組別に行った t 検定の結果を表 6-5～表 6-11 に示す。1 組については、創造的態度の「開放性」($t(21)=2.35$; $p<.05$)については、5%水準で有意な伸びが確認できた。その他の項目については、有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると、創造的思考については、「問題認識」3.4→3.7、創造的態度については、「自

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-5 クラス別の協同・協働的な技術活動力の調査結果 1組

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.4	1.1	3.7	0.7	1.23	
	記憶	3.7	1.1	3.6	1.0	0.17	
	拡散的思考	3.7	0.9	3.2	1.2	1.98	†
	集中的思考	3.3	1.2	3.5	1.2	0.55	
	自己評価	3.3	0.8	3.5	0.9	0.86	
創造的技能	表現力	3.3	0.9	3.4	0.8	0.22	
	計画力	3.4	0.8	3.4	0.8	0.19	
	情報収集力	3.3	1.2	3.5	0.9	0.75	
	観察力	3.5	1.2	3.6	0.8	0.51	
創造的態度	好奇心	3.8	0.9	3.7	1.0	0.70	
	自主性	3.4	0.9	3.7	0.8	1.10	
	開放性	3.6	0.9	4.0	0.9	2.35	*
コミュニケーション力	交流	3.6	1.2	4.0	1.0	1.32	
	伝達力	3.2	1.1	3.6	0.9	1.68	
	討論	3.4	1.5	3.4	1.1	0.15	
チームワーク力	協調性	3.5	1.1	3.7	1.1	0.87	
	支援	3.6	1.1	3.6	1.0	0.00	

n=22 **: $p < .01$ * : $p < .05$ † : $.05 < p < .10$

表 6-6 クラス別の協同・協働的な技術活動力の調査結果 2組

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	2.9	1.1	3.6	0.9	3.72	**
	記憶	3.2	1.2	3.5	1.2	1.32	
	拡散的思考	3.1	1.2	3.4	0.9	1.06	
	集中的思考	3.0	1.5	3.5	1.1	1.75	†
	自己評価	3.2	0.9	3.6	0.8	1.98	†
創造的技能	表現力	2.9	0.7	3.2	1.0	1.14	
	計画力	3.1	1.0	3.1	1.0	0.16	
	情報収集力	3.1	1.1	3.3	1.1	0.71	
	観察力	3.2	1.1	3.5	1.0	1.14	
創造的態度	好奇心	3.7	1.0	3.9	0.9	1.13	
	自主性	3.3	0.9	3.4	1.0	0.75	
	開放性	3.5	1.0	3.8	1.0	1.14	
コミュニケーション力	交流	3.8	1.0	4.2	0.8	1.37	
	伝達力	3.0	1.0	3.4	1.2	1.37	
	討論	3.5	1.3	3.8	0.8	1.43	
チームワーク力	協調性	3.3	1.1	3.5	1.0	1.10	
	支援	3.3	1.0	3.5	0.8	0.67	

n=24 **: $p < .01$ * : $p < .05$ † : $.05 < p < .10$

自主性」3.4→3.7, 「開放性」3.6→4.0, コミュニケーション力については, 「交流」3.6→4.0, 「伝達力」3.2→3.6である。2組については, 創造的思考の「問題認識」(t(23)=3.72; $p < .01$)

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-7 クラス別の協同・協働的な技術活動力の調査結果 3組

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.2	0.9	3.6	0.8	2.68	*
	記憶	3.3	1.1	3.8	0.8	1.84	†
	拡散的思考	3.3	1.2	3.8	1.2	1.66	
	集中的思考	3.3	1.3	3.7	0.9	1.59	
	自己評価	3.3	1.1	3.5	1.2	1.14	
創造的技能	表現力	3.1	0.9	3.5	0.8	1.83	†
	計画力	3.4	1.0	3.4	1.0	0.00	
	情報収集力	3.0	1.0	3.4	1.1	1.63	
	観察力	3.2	1.1	3.5	1.2	1.07	
創造的態度	好奇心	3.8	1.1	3.9	1.0	0.87	
	自主性	3.3	1.0	3.6	1.1	1.48	
	開放性	3.4	0.8	3.8	1.0	1.68	
コミュニケーション力	交流	3.7	1.3	4.0	1.1	0.98	
	伝達力	2.8	1.0	3.5	1.1	3.24	**
	討論	3.0	1.1	3.7	1.2	2.13	*
チームワーク力	協調性	3.2	1.1	3.7	1.2	2.00	†
	支援	3.5	0.9	3.8	1.1	1.01	

n=26 **: $p < .01$ * : $p < .05$ † : $.05 < p < .10$

表 6-8 クラス別の協同・協働的な技術活動力の調査結果 4組

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.7	0.8	3.6	0.7	0.60	
	記憶	3.5	1.2	3.6	1.0	0.46	
	拡散的思考	3.6	1.2	3.4	1.0	0.94	
	集中的思考	3.4	1.3	3.4	1.2	0.16	
	自己評価	3.3	0.8	3.4	0.8	0.42	
創造的技能	表現力	3.2	0.9	3.2	0.7	0.31	
	計画力	3.3	1.0	3.3	0.8	0.15	
	情報収集力	3.2	1.0	3.3	1.1	0.59	
	観察力	3.1	0.9	3.1	1.2	0.18	
創造的態度	好奇心	4.0	1.1	3.8	0.9	0.69	
	自主性	3.4	0.9	3.5	0.9	1.06	
	開放性	3.5	0.9	3.5	1.0	0.33	
コミュニケーション力	交流	4.0	0.9	3.7	1.3	0.75	
	伝達力	3.2	1.2	3.6	0.9	1.71	
	討論	3.5	1.2	3.6	1.2	0.21	
チームワーク力	協調性	3.3	1.1	3.5	1.3	1.00	
	支援	3.6	0.9	3.5	1.0	0.77	

n=19 **: $p < .01$ * : $p < .05$ † : $.05 < p < .10$

については、1%水準で有意な伸びが確認できた。創造的思考の「集中的思考」(t(23)=1.75 ; .05<p<.10), 「自己評価」(t(23)=1.98 ; .05<p<.10)については、有意な傾向が

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習
授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-9 クラス別の協同・協働的な技術活動力の調査結果 5組

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.5	1.1	3.8	0.8	1.64	
	記憶	3.9	1.0	3.8	1.1	0.53	
	拡散的思考	3.4	1.1	3.5	1.2	0.35	
	集中的思考	3.7	1.0	3.7	1.4	0.17	
	自己評価	3.6	0.9	3.9	0.7	1.73	†
創造的技能	表現力	3.5	0.8	3.7	1.0	1.00	
	計画力	3.8	0.8	3.6	0.9	0.73	
	情報収集力	3.6	0.9	3.7	1.0	0.15	
	観察力	3.4	0.9	3.6	1.0	1.00	
創造的態度	好奇心	4.1	0.8	4.0	1.2	0.46	
	自主性	3.9	0.7	4.0	1.0	0.92	
	開放性	4.0	1.0	3.9	0.9	0.89	
コミュニケーション力	交流	4.1	0.9	4.1	0.9	0.00	
	伝達力	3.6	1.0	3.8	1.2	0.76	
	討論	4.0	0.9	3.9	1.1	1.00	
チームワーク力	協調性	3.9	0.9	4.1	0.9	0.84	
	支援	4.0	0.8	4.0	0.8	0.12	

n=24 **: $p < .01$ * : $p < .05$ † : $.05 < p < .10$

表 6-10 クラス別の協同・協働的な技術活動力の調査結果 6組

構成要素	項目	事前		事後		t 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	3.3	1.0	3.8	0.9	2.16	*
	記憶	3.5	1.2	3.8	0.9	1.03	
	拡散的思考	3.1	1.2	4.0	0.9	2.82	**
	集中的思考	3.5	1.4	3.9	1.0	1.36	
	自己評価	3.3	0.9	3.8	0.6	2.68	*
創造的技能	表現力	2.9	0.8	3.5	0.7	4.46	**
	計画力	3.2	1.0	3.7	0.8	1.82	†
	情報収集力	3.4	1.1	3.7	1.0	1.09	
	観察力	3.4	1.2	3.6	1.1	0.42	
創造的態度	好奇心	3.8	1.1	4.1	0.9	1.11	
	自主性	3.4	0.9	3.7	0.8	1.18	
	開放性	3.7	1.1	4.0	0.8	0.97	
コミュニケーション力	交流	4.2	0.9	4.2	0.7	0.00	
	伝達力	3.1	1.4	3.4	1.0	0.85	
	討論	4.1	1.2	3.9	0.8	1.06	
チームワーク力	協調性	3.6	1.0	3.8	1.0	0.72	
	支援	4.0	0.8	3.9	0.9	0.62	

n=25 **: $p < .01$ * : $p < .05$ † : $.05 < p < .10$

確認できた。その他の項目については、有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると、創造的思考については、「問題認識」2.9→3.6、「記

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

憶」3.2→3.5, 「拡散的思考」3.1→3.4, 「集中的思考」3.0→3.5, 「自己評価」3.2→3.6, 創造的技能については, 「観察力」3.2→3.5, 創造的態度については, 「好奇心」3.7→3.9, 「開放性」3.5→3.8, コミュニケーション力については, 「交流」3.8→4.2, 「伝達力」3.0→3.4, 「討論」3.5→3.8, チームワーク力については, 「協調性」3.3→3.5である。3組については, コミュニケーション力の「伝達力」($t(25)=3.24$; $p<.01$)については, 1%水準で有意な伸びが確認できた。創造的思考の「問題認識」($t(25)=2.68$; $p<.05$), コミュニケーション力の「討論」($t(25)=2.13$; $p<.05$)については, 5%水準で有意な伸びが確認できた。創造的思考の「記憶」($t(25)=1.84$; $.05<p<.10$), 創造的技能の「表現力」($t(25)=1.83$; $.05<p<.10$), チームワーク力の「協調性」($t(25)=2.00$; $.05<p<.10$)については, 有意な傾向が確認できた。その他の項目については, 有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると, 創造的思考については, 「問題認識」3.2→3.6, 「記憶」3.3→3.8, 「拡散的思考」3.3→3.8, 「集中的思考」3.3→3.7, 「自己評価」3.3→3.5, 創造的技能については, 「表現力」3.1→3.5, 「情報収集力」3.0→3.4, 「観察力」3.2→3.5, 創造的態度については, 「自主性」3.3→3.6, 「開放性」3.4→3.8, コミュニケーション力については, 「交流」3.7→4.0, 「伝達力」2.8→3.5, 「討論」3.0→3.7, チームワーク力については, 「協調性」3.2→3.7, 「支援」3.5→3.8である。4組については, 特に有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると, コミュニケーション力については, 「伝達力」3.2→3.6である。5組については, 創造的思考の「拡散的思考」($t(24)=2.82$; $p<.01$), 創造的技能の「表現力」($t(24)=4.46$; $p<.01$), については, 1%水準で有意な伸びが確認できた。創造的思考の「問題認識」($t(24)=2.16$; $p<.05$), 「自己評価」($t(24)=2.68$; $p<.05$)については, 5%水準で有意な伸びが確認できた。創造的技能の「計画力」($t(24)=1.82$; $.05<p<.10$)については, 有意な傾向が確認できた。その他の項目については, 有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると, 創造的思考については, 「問題認識」3.3→3.8, 「記憶」3.5→3.8, 「拡散的思考」3.1→4.0, 「集中的思考」3.5→3.9, 「自己評価」3.3→3.8, 創造的技能については, 「表現力」2.9→3.5, 「計画力」3.2→3.7, 「情報収集力」3.4→3.7, 創造的態度については, 「好奇心」3.8→4.1, 「自主性」3.4→3.7, コミュニケーション力については, 「伝達力」3.1→3.4である。6組については, 創造的思考の「自己評価」($t(23)=1.73$; $.05<p<.10$)については, 有意な傾向が確認できた。その他の項目については, 有意な変化は確認できなかった。事前と事後の変化で特に値が増加した項目を見ると, 創造的思考については, 「問題認識」3.5→3.8,

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

「自己評価」3.6→3.9である。

クラス別の結果から、事前のポイントが低いクラスは伸びが大きいこと、事後のポイントは6クラスともほとんど同じであるという傾向が見られた。4組については、事前と事後での変化が少なかった。これは、他のクラスと比較すると質問紙の欠損が多かったこと、物静かな学級集団であることや朝の時間の授業が多かったことなどが考えられる。これらの結果から、学習モデルでは、学級集団の違いに関わらず、一定レベルの「協同・協働的な技術活動力」を身につけることができると考えられる。

以上のことから、学習モデルの仮説のとおり、役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働の活動が確認できた。

6.5.2 教育効果の検証

(1) 技術プロジェクトの実践に関連する力の調査の分析と考察

ロボットの製作経験（クラブ活動、学校外の社会教育等における製作経験）のある生徒は38名(27.1%)、全く経験がない生徒は102名(72.9%)だった。取り組んでみて良かった生徒は50名(35.7%)、まあまあ良かった生徒は75名(53.6%)だった。「今回の体験が進路を考える参考になると思う」生徒は、22名(15.7%)、まあまあ思う生徒は46名(32.9%)だった。自動掃除ロボット製作学習で身に付いたり伸びたりした力については、5, 4を肯定、3, 2, 1を肯定以外として分類し、直接確率検定を行った結果を表6-11に示す。「もの作りに対する興味・関心」117名(83.6%)、「身のまわりの技術に関する興味・関心」101名(72.1%)、「工夫する力」100名(71.4%)、「仲間とのコミュニケーション力」96名(68.6%)、「発明についての興味・関心」95名(67.9%)、「他人のアイデアを尊重する姿勢」95名(67.9%)、「仲間と協同して課題を解決する力」92名(65.7%)、「アイデアを図で示す力」91名(65.0%)については、肯定が1%水準で有意に多いことが確認できた。「技術に関わる仕事への興味・関心」83名(59.3%)については、同様に、肯定が5%水準で有意に多いことが確認できた。その他の項目については、有意な差は確認できなかった。最も肯定率が低かった項目は

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

表 6-11 技術プロジェクトの実践に関連する力

質問項目	肯定	肯定率	<i>p</i>	
(1) ものづくりに対する興味・関心	117	83.6%	0.00	**
(2) 身の回りの技術に対する興味・関心	101	72.1%	0.00	**
(11) 工夫する力	100	71.4%	0.00	**
(9) 仲間とのコミュニケーション力	96	68.6%	0.00	**
(4) 発明についての興味・関心	95	67.9%	0.00	**
(10) 他人のアイデアを尊重する姿勢	95	67.9%	0.00	**
(8) 仲間と協同して課題を解決する力	92	65.7%	0.00	**
(5) アイデアを図で示す力	91	65.0%	0.00	**
(3) 技術に関わる仕事への興味・関心	83	59.3%	0.03	*
(7) 情報を収集し活用する力	80	57.1%	0.11	
(13) 情報を発表・発信する力	80	57.1%	0.11	
(12) プログラムを作成する力	78	55.7%	0.20	
(6) アイデアを文章で示す力	76	54.3%	0.35	

N=140 *:*p* < .05; **: *p* < .01

表 6-12 自由記述の分析

項 目	数	出現率
(8) 仲間と協同して課題を解決する力	85	60.7%
(1) ものづくりに対する興味・関心	70	50.0%
(12) プログラムを作成する力	64	45.7%
(9) 仲間とのコミュニケーション力	41	29.3%
(11) 工夫する力	34	24.3%
(13) 情報を発表・発信する力	34	24.3%
(10) 他人のアイデアを尊重する姿勢	17	12.1%
(4) 発明についての興味・関心	11	7.9%
(5) アイデアを図で示す力	11	7.9%
(2) 身の回りの技術に対する興味・関心	10	7.1%
(6) アイデアを文章で示す力	8	5.7%
(3) 技術に関わる仕事への興味・関心	4	2.9%
(7) 情報を収集し活用する力	3	2.1%

N=140

54.3%であった。情報に関する項目は「情報を収集し活用する力」80名(57.1%)、「情報を発信・発表する力」80名(57.1%)、「プログラムを作成する力」78名(55.7%)であった。

「情報を収集し活用する力」、「情報を発信・発表する力」、「プログラムを作成する力」については、タブレットの動作不良等もあり授業の限られた時間設定で十分な準備ができなかったと感じた生徒が多かったためではないかと考えられる。この結果から生徒は「仲間とのコミュニケーション力」「仲間と協同して課題を解決する力」「ものづくりに対する興味・関心」「身のまわりの技術に関する興味・関心」「技術に関わる仕事への興味・関心」「発明についての興味・関心」「工夫する力」「他人のアイデアを尊重する姿勢」「アイデアを図で示す力」が伸びたと実感したことが確認できた。

(2) ものづくりに関する意識の調査の分析と考察

自動掃除ロボット製作学習でものづくりに関する意識について、5, 4を肯定, 3, 2, 1

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

を肯定以外として分類し、直接確率検定を行った結果を表 6-13 に示す。仲間と協同でのロボットを製作、アイデアを考えることやものづくりについては 1%水準で有意に多いことが確認できた(Q01～Q04, Q06～Q08)。プログラム制御等については有意な差は確認できなかった(Q09～Q12)。実践により、生徒のものづくりに関する意識の向上に協同・協働学習モデルが有効であることが確認できた。

6.6 先行研究との比較と協同・協働学習モデルの有効性

第 1 章で整理した先行研究では、協同での技術開発のプロセスを学習する指導法としてロボット製作学習の実践があり、創造性、協同的課題解決力や技術の評価力を高め、技術観・職業観に影響を与え、技術への興味・関心が高まるものであること、知財学習を導入することは、発想の動機づけを高め、アイデアを表現・共有することで知財を尊重する態度とともに創造性を育成することができることが分かった。しかし、実践における教育効果の検証やモデル化がなされていなかった。そこで、第 3 章において開発した協同学習モデル(図 3-5)は、発想→共有→表現→尊重の 4 過程のサイクルで展開した。発想過程では、課題に対する個人思考を行う。共有過程では、チームでひとり一人が考えたアイデアを紹介し、話し合い一つにまとめる集団思考を行う。表現過程では、チームで役割分担し、作業を行う。尊重過程では、チームで役割分担して発表・評価を行う。最後に学習のまとめと振り返りを行う。このように協同学習モデル(図 3-5)には、協働の活動が含まれていない。

協同・協働学習モデルは、生徒は役割分担をして作業を進める協同学習ではじめるが、当初の各自の役割を越え、相互に協力し合いながら製作する、協同から役割分担しつつかつ対等にも学び合う協同・協働へと変化する(図 5-9)。4 つの過程のうちの共有過程から表

表 6-13 ものづくりに関する意識の調査結果

質問項目	肯定	肯定率	p	
Q01 班の仲間と協力してロボットを製作したことはおもしろかったと思う。	112	80.0%	0.00	**
Q02 アイデアを考えることは好きだと思う。	93	66.4%	0.00	**
Q03 自分で考えながらデザインすることは好きだと思う。	95	67.9%	0.00	**
Q04 自分で考えながら物を作ることは好きだと思う。	103	73.6%	0.00	**
Q05 班の仲間と協力してロボットを製作したことで、新しいアイデアがうまれた。	80	57.1%	0.11	
Q06 ロボットを製作したことはおもしろかったと思う。	101	72.1%	0.00	**
Q07 ロボットの設計は簡単だったと思う。	44	31.4%	0.00	**
Q08 ロボットの製作は簡単だったと思う。	50	35.7%	0.00	**
Q09 自分の創造したロボットを製作することができた。	63	45.0%	0.27	
Q10 自分の創造したロボットを自分が作成したプログラムで動かすことができ楽しかった。	74	52.9%	0.55	
Q11 ロボットの学習に取り組んだことで、技術に興味を持ったと思う。	76	54.3%	0.35	
Q12 ロボットの学習に取り組んだことで、社会のものづくりの現場をイメージすることができた	79	56.4%	0.15	

N=140 *: $p < .05$; **: $p < .01$

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

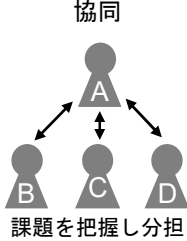
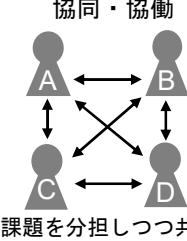
現過程において協同から役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働へと変化する(図 5-10)。このように改良したモデルは、協働の活動が含まれる。協同学習モデルと協同・協働学習モデルの比較を表 6-14 に示す。これらのことから、これまでの協同学習研究では精緻化されていなかった学習の過程を、改良した学習モデルにより精緻化できた。

第5章の省電力競技車製作学習の実践を基に協同・協働学習モデルに基づいた授業プログラムを設計するに当たり、省電力競技車製作学習と生活課題型ロボット製作学習の比較をした表 6-15 を参考に示す。役割分担については、多様になるように配慮すると共にグループのメンバーがお互いに協力して取り組みやすいように各「責任者」という名称の分担とした。作業をする中で、一人で取り組むには難しく、仲間と共に協同で作業する必要性が生まれる課題設定をした。さらに成果発表会を行うことで成果の共有場面と製作期限を設け、生徒に限られた時間を意識させた。このようなことを考慮に入れた授業プログラムの開発に、この学習モデルが効果的に活用できると考えられる。

6.7 結言

本章では、技術科でのロボット製作学習において、学習モデルを適用した授業プログラムを開発し、モデルの妥当性および教育効果の検証を目的とした。実践による調査の結果、1) 役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働の活動が確認され、技術活動力の伸びが確認

表 6-14 協同学習モデルと協同・協働学習モデルの比較

	協同学習モデル	協同・協働学習モデル
過程	発想・共有・表現・尊重	発想・共有・表現・尊重
個人思考	課題について自分のアイデアを出す	課題について自分のアイデアを出す
集団思考	グループで個人のアイデアを出し合い一つにまとめる	グループで個人のアイデアを出し合い一つにまとめる
役割分担	課題を把握し分担 (各自の役割分担が明確)	課題を分担しつつ共有 (各自の役割を越え相互に協力)
	協同  課題を把握し分担	協同・協働  課題を分担しつつ共有
発表	グループで成果発表	グループで成果発表
評価	他グループを評価	他グループを評価

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

できたことから、学習モデルの妥当性が確認できた。

- 2) 教育効果として、「技術活動力」の構成要素の中で、創造的思考、創造的技能、創造的態度、コミュニケーション力、チームワーク力とすべての構成要素について有意な意識の向上が確認できた。また、生徒は、特に「技術活動力」に関係する力の向上を実感していることが確認できた。
- 3) 生徒のものづくりに関する意識の向上に授業プログラムが有効であることが確認できた。
- 4) 先行研究との比較により、改良した学習モデルの新規性が確認できた。

以上の結果から、技術科でのロボット製作学習において、学習モデルを適用した授業プログラムが開発でき、モデルの妥当性、新規性および教育効果が明らかになった。課題としては

- 1) 本学習モデルは当初は協同学習で分担部分の学習を深め、後に協同・協働学習によりその深めた学習を全員で共有することプロセスを高い集中度で進めることを意図したものであるが、本章で示した実践では当初から協働の比率が高く、それが後半により高くなるという結果となった。本学習モデルの意図する効果をより高めるには当初は協同学習の比率が高くなるような授業の組み立て、生徒への働きかけの改良の余地がある。

表 6-15 省電力競技者製作学習と生活課題型ロボット製作学習の比較

項目	省電力競技車製作学習	生活課題型ロボット製作学習
活動時間	課外活動	授業
課題設定	電気自動車の製作	自動掃除ロボットの製作
材料	扱いにくい	扱いやすい
工夫	専門的で難しい	簡単に工夫しやすい 試行錯誤が容易
製作面	作り替えることは大変	作り替えることは簡単
自由度	低い	高い
作品の大きさ	大きい	小さい
成果共有の場面	大会	授業の発表会
役割分担	各グループごとに割り当て	グループ内で各担当の責任者
発想	各グループごとにアイデア検討	個々でアイデアを検討
共有	全体で共有し一つの設計図にする	グループで共有し一つの設計図にする
表現	グループごとの担当箇所を製作	各責任者を中心に製作・制作
尊重	大会の場面	クラスごとの発表会
時間数	少ない	少ない
特徴や配慮点	専門的で難しい。 大会までの時間に限りがある。 工夫の自由度は低い但し作品が大きく、みんなで協力しないと間に合わない。	課題が身近で取り組みやすい。 材料も厚紙等加工が簡単でアイデアが反映しやすい。試作・改良・再設計・製作の試行錯誤が繰り返される。 発表会という期限がある。 分担は各責任者とする事でグループ全員が協力できる。

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

2)本学習モデルに沿った授業実践で十分な教育効果が上げられたと教師経験から判断しているが、従来の協同学習モデルや他の授業方法との直接的な比較を行ったものではないこと、また提案者自身による授業実践と評価であることから実証としては制約がある。対象が生徒であることから実施方法に制約があるが、他者による授業実践、評価を含め本学習モデルの有効性の確認を進めていく必要がある。

第6章 協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習 授業プログラムの開発とモデルの検証

第6章参考文献

- 1) 吉岡利浩・村松浩幸・松岡守：技術科における協同学習モデルを適用した発明品構想学習の授業プログラムの開発と評価，三重大学教育学部研究紀要，第63巻教育科学，pp. 173-179(2012)
- 2) 下山 大：ものづくりを通してたくましく生きる力と自ら学び考える創造性を育む授業実践－八戸三中におけるロボコン・トーナメントの歴史と教育的効果について－，日本産業技術教育学会誌，第39巻第4号，pp. 269-272 (1997)
- 3) 鈴木泰博：技術科におけるロボットコンテストの実践，日本産業技術教育学会誌，第40巻第1号，pp. 53-56 (1998)
- 4) 村松ら他13名：現実の技術開発を疑似体験させるロボット学習の教育システムの開発(2010)
- 5) 古平ら他4名：自立型ロボット教材を活用した「プログラムと計測・制御学習に関する研究」，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要 第31号，pp. 229 -236(2008)
- 6) WRO:https://www.wroj.org/2017/what_wro/
(最終アクセス日：2017年9月23日)
- 7) 萩嶺直孝・宮川洋一・森山潤：中学校技術科『プログラムによる計測・制御』の学習における題材タイプの違いによる生徒の反応の差異，日本産業技術教育学会誌，第55巻第3号，pp. 181-190(2013)
- 8) アーテック：http://www.artec-kk.co.jp/new/ebook/ebook5_2017AT/ (最終アクセス日：2017年9月23日)
- 9) T. Yoshioka, H. Muramatsu, M. Matsuoka: Development of the Classes Applying the Cooperative/Collaborative Learning Model for Robot Making Learning in Technology Education, Proceedings of the Ninth International Workshop on Regional Innovation Studies, Mie University, pp. 50-53 (2017)

第7章 結論および今後の課題

第7章 結論および今後の課題

7.1 本研究で得られた知見の整理

本研究の目的は、技術教育における協同・協働学習モデルに基づく学習指導法を一般化することであった。この目的に対し、第1章では創造性、技術教育と協同学習についての先行研究を整理し、第2章では技術教育における協同学習の事例として地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価を行った。第3章ではロボット製作学習における協同学習の実践と先行研究をもとに技術科における協同学習モデルを構想した。第4章では協同学習モデルを適用した授業プログラムの開発と評価を行い、第5章では課外活動における協同学習の実践と評価から協同学習モデルの改良を行った。第6章では改良した協同・協働学習モデルを適用した授業プログラムを開発し学習モデルの妥当性と教育効果について検討した。以下に各章で得られた知見および結論を整理する。

7.1.1 協同学習モデルに基づく学習の枠組みの構成

第1章では、先行研究を概観し、次のことを明らかにした。技術教育では、技術的素養として創造性を育成し、協同的課題解決力を習得させ、自立した学習者を育成することが重要である。その方法としては、協同での技術開発のプロセスを学習する指導法がある。これは、協同での技術開発を模擬体験させることにより、創造性、協同的課題解決力や技術の評価力を高め、技術観・職業観に影響を与え、技術への興味・関心が高まるものである。また、知財学習を導入することは、発想の動機づけを高め、アイデアを表現・共有することで知財を尊重する態度とともに創造性を育成することができる。しかし、教育効果の検証やモデル化がされていないことを課題として示した。

第2章では、地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と評価を目的とした。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 「技術的課題解決力」, 「共同的行動能力」における構成要素の中で、創造的思考・創造的技能について有意な意識の変容が確認できた。
- 2) コミュニケーション力・チームワーク力については、有意な意識の変容は見られなかったが、他の構成要素に比べ、事前段階から高いことが確認できた。

第7章 結論および今後の課題

3) 「通い型」よりも「合宿型」の方が、生徒達は多くの項目について、力の伸びを意識していることが確認できた。特に「他人のアイデアを尊重する姿勢」を全員が肯定していたことは、ものづくりに協同学習と Jr.特許実践を組み合わせることによる特徴的な効果ではないかと考えられる。

4) 「アイデアを図で示す力」については、「通い型」のみならず、「合宿型」でも他項目に比べ、低い結果となった。図の表現の指導を検討する必要があると考えられる。

以上のように、地域と協同で実施したロボット製作学習において教育効果が確認できた。技術科の授業に協同学習を導入することは効果的ではないかと考えられる。そこで、技術科における協同学習を学習モデルとしてモデル化する必要性を明らかにした。

第3章では協同でのロボット製作学習の実践に基づき、技術科における協同学習と一般的なワークショップモデルの現状を踏まえ、技術科における協同学習モデルを構想し、以下の2点を示した。

1) 先行研究、先行調査から、発想、共有、表現、尊重の4過程から構成する技術科における協同学習の基本モデルを構想した。

2) そのモデルに基づいた技術科における協同学習のモデルを構想した。第2章の結果を踏まえて、一般のワークショップなどを参考に学習モデルを仮説的に作成した。

第4章では、第3章で構想した技術科における協同学習モデルを適用して、発明品構想学習の授業プログラムを開発し、開発した発明品構想学習の授業プログラムを実践と評価を試みた。その結果、以下のことが明らかになった。

1) 協同によるアイデアの質的向上が確認できた。

2) 協同的課題解決力、特にコミュニケーション力、チームワーク力、創造的態度的についての上昇に一定の効果があつたことが確認できた。

3) 生徒達自身も、協同的課題解決力の伸びを実感していることが確認できた。

以上のように、第3章で構成した学習モデルを発明品構想学習に適用した結果、一定の教育効果が見られた。しかし、この実践では、構想した発明品のプレゼンテーションの制作のみで、実際にものを作ることはしていなかった。そこで、ロボットのような現実の技術開発に近いリアルなものづくりを行い、その教育効果を検証する必要性を示した。

第5章では、地域で取り組む省電力競技車製作学習における協同学習の実践と評価を試みた。その結果、以下の3点が明らかとなった。

1) 「協同・協働的な技術活動力」の構成要素の中で、創造的態度的、コミュニケーション力、

第7章 結論および今後の課題

チームワーク力について有意な意識の変容が確認できた。

2) 生徒は、特に「協同・協働的な技術活動力」に関する力の向上を実感していることが確認できた。

3) 生徒が自ら実際に乗る省電力競技車を製作することで、技術的に重要なポイントの知識や認識が深まった。

4) イメージマップの結果から、本実践により技術や技術に関連した職業について、より明確に意識をするようになったと考えられる。

実践は、第3章で示した協同学習モデルに基づいて始めたが、生徒は必要に迫られて自然に他の分担にも積極的に関わるという「協同・協働学習」への変容が確認された。そこで、実践における生徒の様子を基に学習モデルの改良を行い、「協同・協働学習モデル」を仮説として提示した。

第6章では第5章で修正し、新たな仮説として提示した学習モデルに基づいて、技術科の授業においてロボット製作学習の実践を行った。その結果、実践による教育効果が確認できた。分析の結果では、新たに提示した学習モデルの妥当性が検証できた。本学習モデルが確固たるものであることを確認するためには第3者による検証を含め、今後さらにいろいろな場面で展開していく必要がある。

7.1.2 協同・協働学習モデルに基づく授業プログラムの開発とその教育効果の検証

第6章では第5章で改良した協同・協働学習モデルに基づいたロボット製作学習の授業プログラムを開発し、モデルの妥当性と教育効果を検証した。その結果、1) 生徒は学習モデルの仮説の通り協同・協働への変容が確認でき、学習モデルの妥当性が確認できた。2) 協同・協働的な技術活動力は、創造的思考、創造的技能、創造的態度、コミュニケーション力、チームワーク力とすべての構成要素について有意な意識の変容が確認できた。3) 生徒はコミュニケーション力、チームワーク力等の協同・協働的な技術活動力に関する能力の伸びを自覚していた。「工夫する力」については大きく向上していることが確認できたことから、生徒はロボット製作学習に工夫しやすさを感じていたと考えられる。4) 生徒のものづくりに関する意識の向上に授業プログラムが有効であることが確認できた。妥当性が確認された協同・協働学習モデルを図7-1に示す。これまでの協同学習

第7章 結論および今後の課題

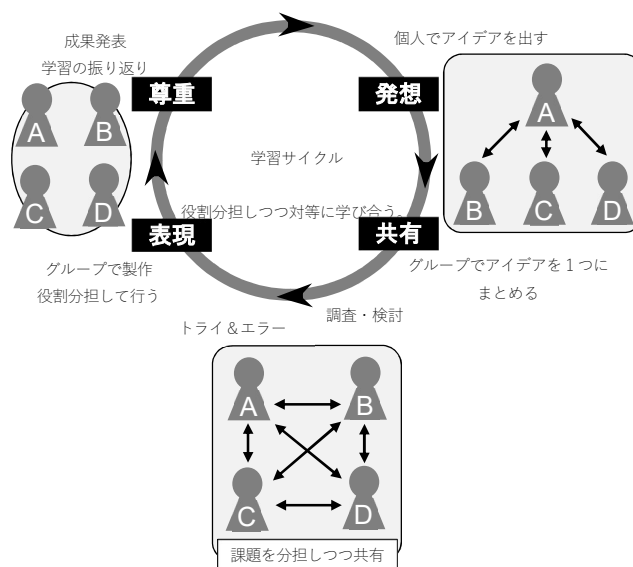


図 7-1 より具体化した協同・協働学習モデル

の先行研究や実践と比較しても、この協同・協働学習モデルは、通常の協同から、課題を分担しつつ共有する協同・協働への変容も含み込んだ新しい学習モデルであることが確認できた。

7.2 結論

以上のように本研究では、技術教育における協同・協働学習モデルに基づく学習指導法の開発を行った。第2章から第6章において、地域で取り組むロボット製作学習における協同学習の実践と先行研究をもとに技術科における協同学習モデルを構想し、通常の授業と課外活動において協同学習モデルを適用した実践と評価を行った。課外活動で行った省電力競技車製作学習の実践では、生徒は自分の役割以外のことにも積極的に関わる「協同・協働」への変容が見られた。そこで、協同学習モデルを改良した「協同・協働学習モデル」を仮説として提示した。この学習モデルは、役割分担をして作業を進める協同学習ではじめるが、役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働に変容するというものである。改良した学習モデルを適用した生活課題型のロボット製作学習の実践と評価を行った結果、「協同・協働学習モデル」の妥当性と「協同・協働的な技術活動力」に関係する力の教育効果が確認でき、先行研究との比較による学習モデルの有効性が示され、授業を構成するための指導法やポイントを具体化することができた。

第7章 結論および今後の課題

学習モデルに基づいた実践では、役割分担をして作業を進める協同の形で活動が開始されるが、役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働へと活動が変容する。この学習モデルは、発想・共有・表現・尊重の4過程で構成する(図5-10)。発想過程では個人思考、共有過程では集団思考を行う。表現過程ではグループで相互に協力して製作を行い、尊重過程では学習の成果を広め他者のアイデアを尊重し評価を行う。また学習の成果を広めることで、次の学年へ残すことが動機づけとなり活動の質が上がる効果がある。その後、学習のまとめと振り返りを行い、学習活動のメタ認知を図った。具体的な活動としては、はじめにグループでの役割分担を決める。役割分担については、多様になるように配慮すると共にグループのメンバーがお互いに協力して取り組みやすいように各「責任者」という名称の分担とする。作業をする中で、一人で取り組むには難しく、仲間と共に協同で作業する必要性が生まれる課題設定をする。さらに成果発表会を行うことで成果の共有場面と製作期限を設け、生徒に限られた時間を意識させる。以上のポイントを配慮することで、この学習モデルを適用した学習指導法は、領域の固有性に関わらず技術科の中で汎用的にできる。

7.3 教育実践への示唆

本研究で得られた知見に基づき、教育実践への示唆として授業設計と実践における配慮点について整理する。学習モデルを適用した授業プログラムの開発では、課題設定として、身近で取り組みやすい題材の製作とする。扱いやすい材料を使って製作することで、生徒にとってアイデアが反映しやすく試作・改良・再設計・製作を繰り返す試行錯誤が容易にできるようになると考えられる。図6-1のように課題を把握して分担する協同のスタイルではじめるが、共有過程から表現過程では、生徒らは課題を分担しつつ共有する協同・協働へと変容するであろう。

実践はクラス1チーム3~4名で行う。1)発想過程では、設計を行う。与えられた課題に対するアイデアを個人で考え、アイデアを申請用紙に記入させる。2)共有過程では、さらに個人のアイデアをグループで検討し、全体で共有した上で、1つにまとめさせる。生徒は与えられた課題の中で考えることにより、1つのテーマに対する多様なアイデアを共有しあうことができる。このグループ内での話し合い活動が、個人のアイデアの良い点を融合したアイデアを生み出し、生徒の発想の広がりにつながる。ホワイトボードの活用はアイデアの共有に有効である。3)表現過程では、製作を行う。限られた製作時間で何度も試

第7章 結論および今後の課題

作・改良・再設計の試行錯誤を繰り返し、より良い作品を作ろうと取り組む姿が見られる。

4) 尊重過程では発表・評価を行う。グループ全員で発表させることと他のグループの発表について評価し合うことで、リーダーを中心に、わかりやすい発表作りを意識して行われる。以上の点に配慮することで、通常の授業内において、学習モデルを適用した授業の設計と実践を行うことができる。

7.3.1 技術教育全般への適用

本研究では、2008年告示学習指導要領技術・家庭科技術分野における「B エネルギー変換に関する技術」と「D 情報に関する技術」を融合した「生活課題型ロボット製作学習」の授業プログラムの開発にとどまった。他の実践として、例えば材料加工では先行研究でも行われていたベンチづくりのような一人で製作するには大きくて人手のいるような題材が考えられる。また、生物育成では、グループごとに取り組むガーデニングのような題材が考えられる。例えば苗や資材の情報収集と栽培計画の作成、ガーデニングに必要な資材の製作や装飾、植物の手入れ等の管理、作業や生育の様子をデジカメやビデオでの記録と発表作品の制作などの役割を各「責任者」として分担し、学習モデルを適用した授業の展開ができると考えられる。またこれらは、地域との連携や関連などのつながりも作りやすい題材である。本研究では、第2章で、大学、行政、中学校の教員が連携してロボット製作学習の実践を行った(図2-1)。ここでは、大学と教員の連携により、研究と実践を密接に関連させることができた。さらに行政との連携により、事業とその成果や技術教育の重要性が一般に広報される効果も期待できるというものであった。第5章の省電力競技車製作学習は、技術面、予算面、設備面等において大学、高専、自動車学校、カートショップ、自転車店等地域の協力により実践することができた。近年、大学や高専等の高等教育機関では、さまざまな地域への貢献が盛んに実施されている。また、地域の店舗や関係機関等についても協力の依頼で訪問すると、丁寧なアドバイス等どこも快く対応していただける。このように地域や関係機関と連携し、協働的に構築していくことで、技術科における協同学習をより広く、より豊かに展開することも期待できる。そのためにも技術科側からの積極的な情報発信と共に、協同学習モデルをさらにブラッシュアップし、実践の質を高め、研究として深めていく必要がある。

第7章 結論および今後の課題

7.3.2 小学校等での実践の展開

世界では多くの国で普通教育としての技術教育が、小学校段階（K1-K6 段階）から行われている。第1章でも述べたように、日本の普通教育における技術教育は、中学校のみの少ない授業時間である。子供たちを取り巻く生活環境の変化により、さまざまな体験が激減し不足している中で、日本でも小学校からの技術教育を行うことが必要であると考えられる。小学校では、地域産業と関連させた題材が展開しやすいのではないだろうか。例えば繊維産業が盛んな地域では生活科で綿の栽培学習からものづくり、織物や編み物そして地元の工場見学等の展開が考えられる。実践としては、綿についての情報収集と栽培計画、綿の手入れ等管理、作業、綿から糸を紡ぎコースターなどの作品の製作、これまでの取り組みをまとめ発表などの役割を各「責任者」として分担し、学習モデルを適用した授業の展開ができると考えられる。

7.4 今後の課題

本研究では、第2章地域で取り組むロボット製作学習、第4章技術科における発明品構想学習、第5章地域で取り組む省電力競技車製作学習、第6章技術科におけるロボット製作学習の実践を行った。今後の課題を以下に上げる。1)本研究で得られた知見を踏まえた学習モデルのさらなる精緻化と中学校技術科の通常の授業や他の内容においても協同・協働学習モデルの適用を試みていく必要がある。2)実践による生徒への教育効果が定着し、他の活動に活用したり、応用する力がついているかを検証する必要がある。3)協同学習における生徒全体としての変容をとらえ議論してきたが、個別に変容をとらえ組織論を踏まえた生徒の組み合わせによる各グループの変容を明らかにし個々の生徒のタイプ別の指導法を開発する必要がある。4)第2章地域で取り組むロボット製作学習、第5章地域で取り組む省電力競技車製作学習やキャリア教育における地域とのかかわりを通常の授業にどのようにして取り込むかを検討する必要がある。

以上のような課題に取り組むことで、さらに進んだ技術教育における協同・協働学習モデルに基づく学習指導法をより精緻化し、技術科における協同学習の質を高めることができるのではないかと期待される。

謝 辞

学位論文の執筆および研究の遂行にあたり多くの方々のご指導，ご支援をいただきましたことを深く感謝いたします。特に本学教授 松岡 守先生，信州大学教授 村松 浩幸先生には学位論文の開始から脱稿まで，長期間にわたり，懇切丁寧なるご指導とご助言を賜りました，心より感謝の意を表します。先生方には大変ご多忙な中を時には深夜に及ぶテレビ会議によるご指導を何度もいただきました。先生方の熱いご指導により，何とか形に上げることができました。本学地域イノベーション学研究科 指導R&D教員として1年次には坂内 正明教授，2，3年次には三宅 秀人教授にご指導，ご支援をいただきました。鳥飼 直也教授，三宅 秀人教授，三島 隆准教授には，資格審査の折に様々貴重なご助言をいただきました。指導PM教員 西村 訓弘教授には，公開討論会の折に今後の研究について貴重なご助言をいただきました。

同じく，本論文の作成にあたり，有益なご助言を賜りました本学教育学部技術・ものづくり教育講座の諸先生方に深く感謝申し上げます。

本論文の各実践や研究においても，多くの皆様にご協力，ご支援いただきました。

第2章では，貴重なご助言を賜りました本学准教授 中西 良文先生， Jr. ロボコン実行委員会の諸先生方，三重大学教育学部技術・ものづくり教育コース並びに学校教育（人間発達科学）講座学習心理学研究室の学生の皆様， Jr. ロボコンに参加された県内中学生の皆様に実践と調査にご協力いただきました。第4章では，本学准教授 中西 康雅先生，伊勢市立宮川中学校校長 東浦 道範先生，大台町立大台中学校教頭 樋口 茂伸先生，津市立豊里中学校の生徒の皆様に調査にご協力いただきました。第5章では，津市立久居中学校教諭 藤高 洋一先生，鈴鹿市立平田野中学校教諭 渥美 勇輝先生，三重県中学生 Ene-1 プロジェクトに参加された久居中学校技術部，平田野中学校科学部，一身田中学校技術部の皆様に実践と調査にご協力いただきました。第6章では，津市立一身田中学校の生徒の皆様に調査にご協力いただきました。

そして，本研究の調査にご協力いただきました先生方や生徒の皆様に厚く御礼申し上げます。また，三重大学教育学部技術・ものづくり教育講座電気工学研究室の学生の皆様には，様々な面でご協力いただきました。

最後にこの3年間大学院生活を支えてくれた家族に心より感謝の意を表し，謝辞とします。

2018年3月1日

吉岡 利浩