

協同・協働学習モデルを適用した AI ロボット製作学習授業プログラムの試行的実践と分析

吉岡 利浩，菊地 都輝夫*

Development of a Lesson Program for AI Robot Production
Learning Applying the Cooperative/Collaborative Learning Model
and Verification of Educational Effects

YOSHIOKA Toshihiro, KIKUCHI Tokio*

2023 年 11 月 2 日受理

抄 録

協同・協働学習モデルを適用した AI ロボット製作学習の授業プログラムを開発し試行的実践と、教育効果を検証した。大学生 10 名を対象に、(a) 協同から協同・協働の変容、(b) 協同・協働的な技術活動力の変容、(c) 技術プロジェクトの実践に関する力、(d) AI 技術に関する意識、(e) デジタルファブリケーションの活用に関する調査を実施し、次の結果を得た。(1) 役割分担しつつ対等に学び合う協同・協働の活動が確認できた。(2) 「協同・協働的な技術活動力」の構成要素の中で、創造的思考の「問題認識」、「記憶」、「集中的思考」、創造的態度の「好奇心」、コミュニケーション力の「伝達力」について有意な意識の変容が確認できた。(3) 学生は、技術活動力に関する力の向上を実感していること(4) 学生は、人工知能の未来に期待することや今後もレーザー加工機を使って製作したいと思うことが確認できた。本研究で得られた知見を踏まえ、改善した授業プログラムを提示した。

キーワード：AI，ロボット製作学習，協同，協働，授業プログラム

1. はじめに

2017 年に改訂された学習指導要領では、学校教育を通して身に付けたい資質・能力の育成を目指すため「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業が求められている。そのために子どもたちが協働的に学習を行うことが有効とされており、協同学習 (cooperative learning) および協働学習 (collaborative learning) に注目が集まっ

*大阪府泉佐野市立新池中学校教諭

ている。2021 年の教育課程部会における審議のまとめにおいても、協働的な学びを充実させることが重要とされている¹⁾。また、改訂された学習指導要領では、技術分野の目標に、ものづくり等の技術に関する実践的・体験的な活動を通して、資質・能力、他者と協働して取り組む態度の育成が求められている。2012 年に刊行された日本産業技術教育学会の 21 世紀の技術教育(改訂)では、技術教育の目的の 1 つとして、「協同(協働)的な技術活動力」を育成することが示されており、技術教育では、協同(協働)的な学習が、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されている²⁾。しかし、その協同(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。2021 年に刊行された日本産業技術教育学会の次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組みでは、普通教育の中の技術教育で、他者とのかわりを通して、協働や協調力、責任感やメンバーシップ・リーダーシップ等の汎用的な資質・能力の育成が期待されている³⁾。これからの技術教育では、主体的・対話的で深い学びを実現し、協同(協働)的な技術活動力ならびに、汎用的な資質・能力の育成を目指す、協同・協働学習についての実施方法を検討する必要があると考えられる。協同・協働学習について吉岡らは、協同から協同・協働への変容とともに技術活動力の向上が期待できるとして、協同・協働学習モデルを開発している⁴⁾(図 1)。技術プロジェクトにおける協同および協働については、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」、チームで一人ひとりが対等で自立した関係を保つように活動することを「協働」、これら 2 つが混在する場合は「協同・協働」と定義している⁵⁾。

内閣府が告示している第 5 期科学技術基本計画では、次世代の社会「Society5.0(創造社会)」に向けた取り組みの計画が示されている。Society5.0 で実現するとされる社会では、IoT (Internet of Things) で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出し、地方の過疎化や、年齢や障害な

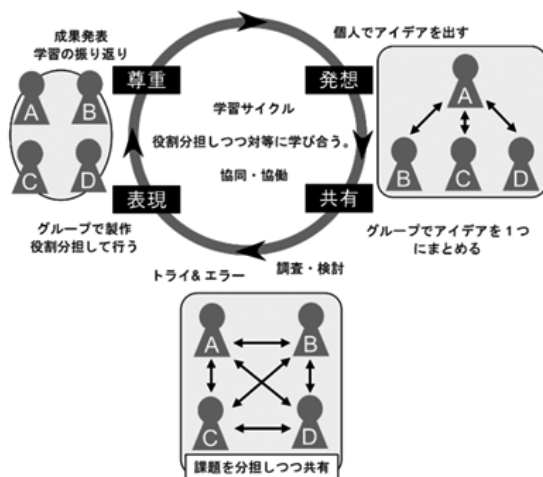


図1 吉岡らが開発した協同・協働学習モデル

どによる労働の制約等の課題に、人工知能 (AI) の技術やロボットの導入で解決をするとされている⁶⁾。創造社会とあるように、イノベーションで創出される新たな価値により、地域、年齢、性別、言語等による格差がなくなり、多用なニーズに対応が可能になるとともに、モノやサービスが、必要な人に必要なだけ提供されるような社会になるとされている、急激に変化する社会の中で、社会の在り方に影響を及ぼす IoT、ロボット、人工知能 (AI)、ビッグデータといった新たな技術が進んでおり、これらの先端技術をあらゆる場面で取り入れ、社会全体のシステムを最適化し、経済の発展や社会的課題の解決を両立する社会を目指すとしている。そこで、本研究では、吉岡らの開発した協同・協働学習モデルを適用した授業プログラムを開発・実践し、教育効果の検証を行うことを目的とする。「Society5.0」では AI 技術の活用や人材が求められていることを踏まえ、AI ロボットの製作学習を題材に、AI 技術に関する学習を扱う内容とした。

2 研究方法

2.1 題材の検討

主体的・対話的で深い学びの実現には、実現するための具体的な内容として、次の 3 つの視点を取り入れることが挙げられている。主体的な学びでは「学ぶことに興味や関心をもち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しをもって粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる」、対話的な学びでは「子供同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める「対話的な学び」が実現できている」、深い学びでは「習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう」と、それぞれの視点から授業を展開することで、質の高い学びを目指し、学習内容を深く理解し、生涯にわたって能動的 (アクティブ) に学び続けるようにすることが求められている⁷⁾。

本研究で開発する授業プログラムの題材は AI ロボット製作学習とし、その中で人工知能の技術について学習する。また、主体的で対話的で深い学びが実現できるよう、先に挙げたそれぞれの視点を取り入れる。

主体的な学びの実現として、AI ロボットの製作学習、ならびに人工知能の技術について学習することは、効果的であると考えられる。佐藤は、人工知能について学ぶことの必要性について、キャリア教育の観点、人工知能時代を生き抜くという観点、人工知能と社会の在り方に関する観点、日本における人工知能を活用できる人材不足の観点と、4 つの観点から人工知能について学ぶ必要性を挙げている⁸⁾。Society 5.0 でロボットの導入により、自動化のシステム体制が整った社会では、今ある職業のいくつかは存在していない可能性が高くなると予想される。技術科で人工知能の技術に

について学習することは、これからの未来とその技術を意識し、将来に見通しを持って学ぶ機会になると考えられる。

対話的な学びの実現として、今回の AI ロボット製作学習の中では、個人でのアイデアを考え、その後グループでアイデアを共有する過程を設けている。自他の考えを尊重し、互いに学び考え合う活動は、対話的な学びであると考えられる。また、協同・協働学習モデルでは、発想・共有・表現・尊重の 4 つの過程のうち、特に共有から表現の過程の中で、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とが確認されている。

深い学びの実現として、開発した授業プログラムは、中学校技術科の第 3 学年で学習する統合的な課題解決とし、「A 材料と加工の技術」、「C エネルギー変換の技術」、「D 情報の技術」の 3 分野を取り入れた内容とした。製作するロボットは、AI 技術を取り入れたカメラ（以下、AI カメラとする）を組み合わせた自動制御のロボットとし、現実の技術開発を模擬体験させる課題設定を考える。

以上の点を踏まえ、本研究で扱う授業プログラムの題材としては、AI カメラを組み合わせた自動制御のロボット製作学習とする。

2.2 教育効果の検証

試行的実践による教育効果の検証については、以下の方法で行った。

(a) 協同から役割分担しつつ対等に学びに向かう協同・協働の変容の調査

活動内容記録用紙を用いて、個人での各時間の活動の振り返りと、グループ内の他の人の手伝い等を記入する項目から授業ごとの活動内容の調査をし、協同・協働への変容の把握をする。活動内容記録用紙を図 2 に示す。

(b) 協同・協働的な技術活動力の変容の調査

技術活動力の変容を調査するため、吉岡らの質問項目⁴⁾を参考に、表 1 に示す全 23 の質問項目を設定し、4 件法で授業プログラムの実践前後に実施する。

(c) 技術プロジェクトの実践に関する力の調査

学生が AI ロボット製作の中でどのようなことを学んだと自覚しているかを調査するため、吉岡らの質問項目を参考に、表 2 に示す質問項目を設定し、5 件法および自由記述による調査を実施する。

(d) AI 技術に関する意識調査

AI 技術に関する意識調査は、表 3 に示す質問項目を設定した。(1)、(2)に関しては、実践前にのみ実施し、(3)～(6)に関しては、2 件法および自由記述による調査を実践前後に実施する。

(e) デジタルファブリケーションの活用に関する調査

デジタルファブリケーションの活用に関する調査について、今回はロボットの製作段階でレーザー加工機を使用した。秋山らの質問項目⁹⁾を参考に、表 4 デジタルファブリケーションの活用に関する質問項目を 4 件法および自由記述による調査を実施する。

●チーム内での役割を確認しよう

グループ番号	
チーム名	
自分の役割	

●自己評価

(5.よくできた 4.できた 3.だいたいできた 2.あまりできなかった 1.できなかった)

日付	活動の内容と反省	グループ内での他の人の手伝い	評価

図2 活動内容記録用紙

表1 協同・協働的な技術活動力に関する調査項目

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。
	問題認識	2) 身の回りに何かヒントがないか、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) 何かを考えると、いろいろなアイデアが浮かんだ。
	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捗は把握できた。
	自己評価	7) 課題に取り組む中で、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) アイデアを図や文章などで表現できる。
	表現力	9) 思わぬ問題に出会ったとき、立ち止まらず解決に向けて考えられる。
	情報収集力	10) 課題への取り組みに必要な情報を集めることができる。
	情報活用能力	11) 手に入れた情報をうまく活用できる。
	観察力	12) 課題がうまく進まない時、自分なりにその原因が明らかにできる。
創造的態度	好奇心	13) 未完成の物や不完全のものは、完成させたり手直したい。
	好奇心	14) どんどん手を加えて新しく改善していきたいと思う。
	自主性	15) 自分なりの工夫をすることができる。
	自主性	16) 自分で課題を見つけて取り組むことができる。
	開放性	17) 他の人の意見や考え方を受け入れながら活動できる。
コミュニケーション力	交流	18) 異なる考え方や意見の人とも話し合うことができる。
	伝達力	19) アイデアをうまく人に伝えることができた。
	討論	20) 意見や考え方を説明するとき、自分なりになぜそう思ったかまでいえる。
	討論	21) みんなでアイデアを出し合うことは、結果的によいものにつながると思う。
チームワーク力	協調性	22) 人と協力してアイデアをまとめることができる。
	支援	23) 人と役割分担した以外のことで、支援し合うことができる。

表2 技術プロジェクトの実践に関する力の調査項目

-
- (1) ものづくりに関する興味・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) 他人と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
-

表3 AI 技術に関する意識調査項目

-
- (1) これまでに AI（人工知能）について学習することや、調べる活動等をしたことがある。
 - (2) 今後 AI（人工知能）の技術を活用できる人材が社会で求められていくことを知っている。
 - (3) 今後 AI（人工知能）の技術を活用し、生活していくことはできそうだと思う。
 - (4) これからの AI（人工知能）の発展に期待している、もしくは不安を抱いている。
 - (5) AI（人工知能）の発展に期待している（or 不安を抱いている）ことがらを、お書きください。
 - (6) AI（人工知能）の技術を利用して実現してみたいことをお書きください。
-

表4 デジタルファブリケーションの活用に関する調査項目

-
- (1) レーザー加工機の使い方を理解することができましたか。
 - (2) レーザー加工機を使って思い通りの設計ができましたか。
 - (3) 今後、レーザー加工機を使って製作したいと思いますか。
 - (4) レーザー加工機を使った設計・製作の取り組みを振り返って、学んだことや感想を書いてください。
-

3. 授業プログラムの開発

協同・協働学習モデルを適用し、発想・共有・表現尊重の4つの過程を取り入れた全11時間のAIロボット製作学習の授業プログラムを開発した。評価規準は、文部科学省国立教育政策研究所の資料を参考に設定した。開発した授業プログラムと評価規準の内容を表5、表6に示す。

表 5 AI ロボット製作学習の授業プログラム

	授業内容	時数
	AI 技術についての学習	1
	プログラミング学習 (基本のプログラム作成)	1
	3DCAD についての学習	1
	プログラミング学習 (ロボットカーを使ったプログラミング)	1
	画像認識技術の学習・体験 (AI カメラを使ったプログラミング)	2
発想 共有	AI ロボットの製作学習 (構想・設計)	1
表現	AI ロボットの製作学習 (製作)	3
尊重	製作発表・まとめ	1

表 6 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に取り組む態度
生活や社会で利用されているエネルギー変換や伝達等に関わる基礎的な仕組みや計測・制御の仕組み、情報処理の手順について理解しているとともに、AI ロボットの製作に必要な機器や工具を適切にしようとする知識および安全・適切なプログラムの制作、動作の確認およびデバッグ等ができる技能を身に付けている。	生活や社会の中から技術によって解決できる問題を見いだして課題を設定し、その課題を解決する AI ロボットの設計・製作を行い、製作したロボットを評価・改善し、動作の中で表現するなどして課題を解決する力を見に付けているとともに、それらを発表・評価できるだけでなく、他の意見を尊重できる力を身に付けている。	よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、課題の解決に主体的に取り組んだり、振り返って改善したり、工夫・改良を繰り返したりして、身の回りの課題を解決する AI ロボットの製作を行う中で、エネルギー変換に技術および情報の技術を工夫し創造しようとしている。

7 時間目にあたる発想・共有過程では、AI ロボットの設計として、個人でロボットのアイデアを考えたのち、グループで製作するロボットについてアイデアを共有する。8, 9, 10 時間目の表現過程では、AI ロボットの製作に、ロボットの設計・製作担当、プログラム作成担当、プレゼンの作成担当と役割分担を決め、グループで協力して AI ロボットのアイデアを形にする。尊重過程では、グループごとに製作した AI ロボットについての発表をプレゼンテーション形式で行い、相互に評価を行う。

教材は、教育向けのマイコンボードと、ロボットカー、AI カメラを使用した。AI カメラの顔認識機能を組み合わせたプログラム作成、AI ロボットの製作を行った。また製作の中で、ロボットのデザインなどアイデアの実現に、デジタルファブリーケー

ションの活用としてレーザー加工機を使用した。

授業プログラムは、AI ロボット製作学習に入る前に、AI 技術についての学習、画像認識技術の学習、プログラミング学習の時間を設けた。プログラミングは、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。レーザー加工機と加工用ソフトウェアは S 社製を使用した。また加工データの作成は、プレゼンテーション作成ソフトウェアを使用した。

4. 実践の概要

開発した授業プログラムの試行的実践は、2021 年 10 月から 11 月にかけて、O 大学 G コースの 1 年生 (男子 10 名) を対象に、1 グループ 3、4 名、計 3 グループで行った。90 分の講義時間に 2 時間分の授業を行い、11 時間のプログラムを全 6 回で実施した。

1 時間目では、AI 技術に関する学習を行った。AI 技術に関するイメージマップを行ったのち、AI 技術の分野や、AI が抱える未来の問題について考えた。その後、車の自動運転の技術を取り上げ、その実現に必要なものやデータはなにか、ハード面・ソフト面から考える活動を行った。

2 時間目では、画像認識技術に関する学習を行った。現在の主な画像認識の種類を学習し、身の回りに画像認識技術が用いられているものを挙げた。その後、Google 翻訳内のカメラを使った翻訳機能を体験し、文字認識と人工知能の自然言語処理が関連していることを連想させた。また、画像認識の前段階である画像処理について扱うことで、コンピュータの認識が人間と違うことを確認し、顔認識技術に必要な要因について考えさせた。

3 時間目では、AI カメラの顔認識機能を使用し、前時に考えた顔認識技術に必要な要因について確かめる活動を行った。カメラの画質以外の明るさや、写っている顔の部分によって認識の可否を確認し、顔認識技術ならびに画像認識技術の実現に必要なデータについて考えさせた。

4 - 5 時間目では、マイコンボードを使い、順次処理・分岐処理・反復処理の基本のプログラムを作成したのち、マイコンボードを 2 台使用した通信のプログラムや、制御ロボットを動かすプログラムの学習を行った。

6 時間目では、AI カメラと制御ロボットを組みあわせ、学習した顔を認識すると動作するプログラムを作成させた。

7 時間目では、AI ロボットの設計として、個人でアイデアを考える時間を設けたのち、グループで製作する AI ロボットを決め、アイデアを 1 つにまとめさせた。

8 - 10 時間目では、グループで AI ロボットの製作活動を行った。製作活動ではグループ内で役割を設け、その構成は、ロボットのデザイン・設計、プログラムの作成、ロボットの試験・検証の各 1 名とした。各グループが AI ロボットの完成を目指し、各自の担当の役割を越え、グループ全員で協力して取り組む様子が確認できた。グルー

ブのロボット申請用紙の例、製作したロボットの例と、AI ロボット製作の活動の様子を図3、図4、図5に示す。

11時間目では、AI ロボット製作発表会の時間とした。発表時の様子を図4-5に示す。発表するグループは製作したAI ロボットについて、開発の経緯や機能の説明、工夫や今後改善してみたい点について発表した。各グループの発表については相互評価を行った。各グループが製作したAI ロボットは、登校を検知し保護者に知らせるロボット(学習した顔を認識すると、マイコンボードが通信を行いメッセージを送信する)、居眠りを検知するロボット(学習した顔が認識されている間は○をマイコンボードのLEDで表示し、顔が認識されなくなると通信でメッセージが送信される)、自動消毒ロボット(顔認識かつ超音波センサを使用し、どちらも認識するとサーボモータを動かす)であった。消毒のレバーがうまく引けない等、思い通りの実現に至らない部分もあったが、どのグループも良かった点や改善点について、評価後に検討する姿が見られた。

ロボット申請用紙

3 班 メンバー:

1. これはどんなロボットですか?

塾や学校で、顔認識すると保護者に通知するロボット

2. 班でなぜこのロボットに決めましたか?

教育の立場から安全なよう事前に予防するため

3. ロボットの名前とチーム名を決めてください

ロボットの名前	ミナモト
チーム名	MMM

4. ロボットのデザインや機能を図や文章で表現しよう

顔認識して保護者に通知する
学習した顔は通知が通ずる
顔認識して通知が通ずる
顔認識して通知が通ずる(そのほか)

デザイン

図3 ロボット申請用紙の例



図4 製作したロボットの例



図5 AI ロボット製作活動の様子



図 6 発表の様子

5. 結果と考察

(a)協同から役割分担しつつ対等に学びに向かう協同・協働の変容の調査

8 時間目以降のグループでの AI ロボットの製作活動について、活動内容を調査した活動内容記録用紙の有効回答者数は 10 名 (有効回答率 100%) であった。各時間における活動内容について、自分の役割のみの活動を行った学生を「自分の役割のみ」、自分の役割に加え、他の担当者の役割も協力して行った学生を「自分の役割+他の役割」として分類した結果を表 7 に示す。8 時間目では、6 名の学生が自分の役割のみ、4 名が自分の役割に加え他の役割と協力した活動内容となっているが、9 時間目には、自分の役割に加え他の役割について協力し活動した学生は 6 名となり、10 時間目では 8 名という結果になった。グループでの製作の活動が 1 回目の 8 時間目から、約半数に近い 4 名は自分の役割だけでなく他の役割を行っていることが確認できた。これは製作の授業時数が短く、グループで限られた時間の中で一つの AI ロボットの完成を目指し、互いに協働して活動に取り組むことができたのではないかと考えられる。以上のことから、役割分担しつつ対等に学びに向かう協同・協働での活動がなされていたことが確認できたと言える。

(b)協同・協働的な技術活動力の変容の調査

調査の有効回答者数は、10 名 (有効回答率 100%) であった。質問紙の回答について、「思う」4 点～「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 8 に示す。

表 7 協同・協働への変容の調査結果

授業時間	自分の役割のみ	自分の役割+他の役割
8	6	4
9	4	6
10	2	8

$N = 10$

表 8 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		z 値	
		Mean	SD	Mean	SD		
創造的思考	問題認識	2.6	0.32	2.95	0.41	2.00	*
	記憶	3.3	0.23	3.7	0.23	2.45	*
	拡散的思考	2.6	0.49	3.2	0.4	1.93	
	集中的思考	2.9	0.32	3.5	0.28	2.12	*
	自己評価	3.2	0.34	3.3	0.23	0.82	
創造的技能	表現力	2.8	0.4	3.1	0.49	1.11	
	観察力	2.9	0.1	3.0	0.67	0.45	
	情報収集力	2.7	0.46	3.3	0.46	1.73	
	情報活用力	2.6	0.49	3.1	0.32	1.89	
創造的態度	好奇心	3.1	0.25	3.6	0.25	1.85	*
	自主性	3.0	0.25	3.4	0.17	2.43	
	開放性	3.7	0.23	3.8	0.18	0.58	
コミュニケーション力	交流	3.3	0.23	3.4	0.49	1.63	
	伝達力	2.3	1.34	3.3	0.46	1.34	*
	討論	3.45	0.14	3.55	0.14	2.12	
チームワーク力	協調性	3.3	0.23	3.7	0.46	0.45	
	支援	3.1	0.32	3.4	0.49	0.82	

N = 10 *;p<.05

「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」,「記憶」,「集中的思考」, 創造的態度の「好奇心」, コミュニケーション力の「伝達力」については、5%の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「好奇心」については、AI 技術に関する学習を通して、AI は学習によって発展し、それは様々な分野と関連して進化していくことを連想したり、AI 技術に関する学習やロボット製作といった活動が、学生にとって興味深い内容であったことが影響していると考えられる。創造的思考の「問題認識」,「記憶」,「集中的思考」コミュニケーション力の「伝達力」については、身の回りの課題を見つけ、課題解決に向けたロボットを製作するというテーマであったこと、マイコンボードを使ったプログラミング学習では、制御ロボットや AI カメラなどを扱う体験があり、能動的に学習に取り組めたことや、グループの仲間と協力して1つのテーマを決めロボットを製作する活動が、影響していると考えられる。

以上のことから、試行的実践を通して学生は、「協同・協働的な技術活動力」に関する創造的思考の問題認識、記憶、集中的思考、創造的態度の好奇心、コミュニケー

ション力の伝達力の向上を実感したと言える。

(c)技術プロジェクトの実践に関する力の調査

調査の有効回答者数は、10 名 (有効回答率 100%) であった。AI ロボット製作学習の中で身に付いた力や、伸びを実感した力について、5, 4 を肯定, 3, 2, 1 を肯定以外として分類し肯定率を算出し、さらに肯定の数のうち 5 の回答の割合の結果を表 9 に示す。「他人のアイデアを尊重する姿勢」,「ものづくりに関する興味・関心」,「仲間とのコミュニケーション力」,「身の回りの技術に対する興味・関心」,「仲間と協同して課題を解決する力」,「発明についての興味・関心」は、肯定 10 名 (100%) であった。「他人のアイデアを尊重する姿勢」については、肯定 10 名中 8 名が 5,「ものづくりに関する興味・関心」,「仲間とのコミュニケーション力」については、肯定 10 名中 7 名が 5 であった。「アイデアを図で示す力」(80%),「アイデアを文章で示す力」(70%),「情報を収集し活用する力」(70%) であった。最も肯定率が低かった項目は「情報を発表・発信する力」(50%) であった。収集した・持っている情報を他人に発信したり、アイデアを図や文章で示したりすることについては、活動の場の設け方などさらに検討する必要があると考えられる。

この結果から学生は「他人のアイデアを尊重する姿勢」,「ものづくりに関する興味・関心」,「仲間とのコミュニケーション力」,「身の回りの技術に対する興味・関心」,「仲間と協同して課題を解決する力」,「発明についての興味・関心」力が伸びたと実感していることが確認できた。次に、自由記述からは、「AI ロボットを製作する活動を通して、使う側から作る側の立場になることで興味やモチベーションにつながった。」「周りの意見や他の班の発表を聞くことで、考えが深まり学びが広がり楽しかった。」「問題解決のために、協力してものを作る楽しさを学び、普段の生活からどうしたらいいかを注目した。」等の記述が見られ、技術やものづくりに対する興味・関心が高まったと自覚していること、技術活動力について意識できていること、アイデアを尊重する姿勢など、質問項目から伸びが確認された項目について、自由記述の結果からも関連する表記をしていることが確認できた。

以上のことから、学生は AI ロボット製作学習の中で、他人のアイデアを尊重する姿勢、ものづくりや身の回りの技術、発明に関する興味・関心、仲間とのコミュニケーション力や、協同して課題を解決する力についての力が伸びたと実感し、AI ロボットの製作に取り組んでいたことが確認できた。しかし、今回の調査の結果から明らかになった、情報の発表や発信する力、アイデアを図や文章で示す力については、活動内容についてさらに検討する必要があると考えられる。

表 9 技術プロジェクトの実践に関する力の調査結果

質問項目	肯定	肯定率(%)	肯定のうち 5 の割合(%)
(10) 他人とのアイデアを尊重する姿勢	10	100%	80%
(1) ものづくりに関する興味・関心	10	100%	70%
(9) 仲間とのコミュニケーション力	10	100%	70%
(2) 身の回りの技術に対する興味・関心	10	100%	60%
(8) 仲間と協同して課題を解決する力	10	100%	60%
(4) 発明についての興味・関心	10	100%	40%
(12) プログラムを作成する力	9	90%	33%
(11) 工夫する力	8	80%	63%
(5) アイデアを図で示す力	8	80%	13%
(3) 技術に関わる仕事への興味・関心	7	70%	71%
(6) アイデアを文章で示す力	7	70%	14%
(7) 情報を収集し活用する力	7	70%	14%
(13) 情報を発表・発信する力	5	50%	60%

N = 10

(d) AI 技術に関する意識調査

調査の有効回答者数は 10 名 (有効回答率 100%) であった。事前調査では、「人工知能の事前知識」の肯定率が 50% であり、他の 50% は人工知能について学習したり、調べる機会が無かったことが確認できた。「人工知能に関する知識」は肯定率が 90% であり、今後人工知能を活用できる人材が求められることは、ほとんどの学生が認識していたことが確認できた。

「人工知能の活用について」、「人工知能の未来について」の項目の事前事後の結果を図 7、図 8 に示す。

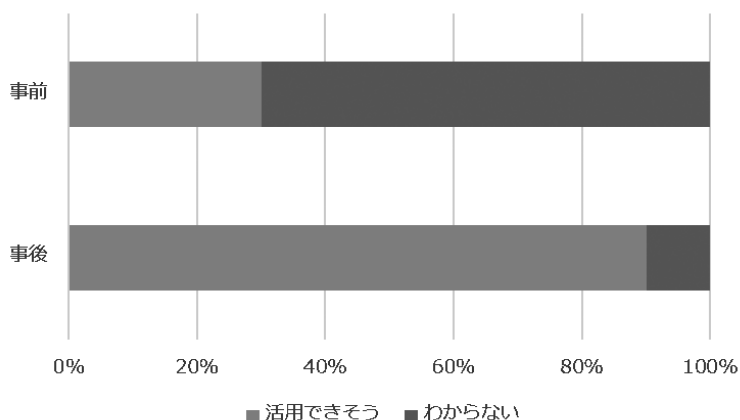


図 7 人工知能の活用についての調査結果

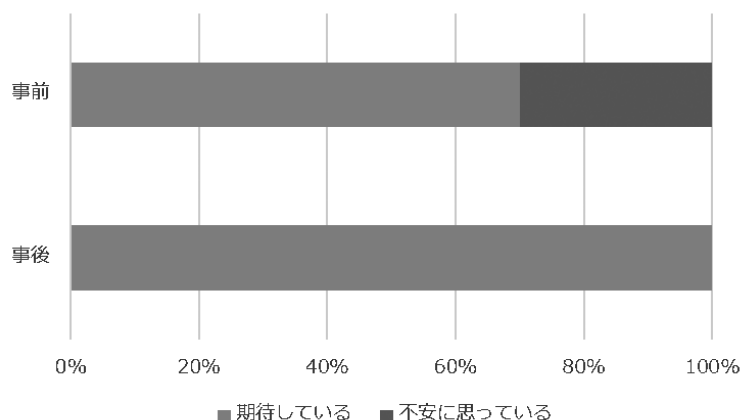


図8 人工知能の未来についての調査結果

「人工知能の活用について」は、事前事後で肯定率が 30% から 90% に向上した。これは、AI ロボットの製作学習や、プログラミング学習を通して、AI 技術は「よくわからないすごいもの(ロボットなど)」といったイメージから、問題解決のための手段や技術として捉えられることができるようになったのではないかと考えられる。「人工知能の未来について」は、事前事後で 70% から 100% に向上した。

「人工知能の期待や不安」、「人工知能で実現したいこと」の事前事後の自由記述の結果を図 9、図 10 に示す。

「人工知能の期待や不安」は、人工知能によって生活が便利になるとされるもの、生活を豊かにするとされるもの、不安になると思われるもの、危険だと考えられるものの 4 種類に結果を分類した。人工知能の期待については、生活が便利になるとされるもの、生活を豊かにするとされるものの 2 つに分類した。生活が便利になるとされるものについては、仕事等の作業量が減る、生活の中で楽になることが増える等に関連することとし、生活を豊かにするとされるものについては、趣味・嗜好の範囲で発展を期待する等に関連することとした。反対に、人工知能の不安については、不安になると思われるもの、危険だと考えられるものの 2 つに分類した。不安になると思われるものについては、人工知能を扱えるかどうかの疑問や、職業喪失などの、技術の発展に対して影響される心配等に関連することとし、危険だとされるものについては、発達したロボットなどによって、人間が脅かされるのではないかと等に関連することとした。

実践後には、人工知能に対する不安が期待に変わっており、全ての回答に肯定的な記述が見られた。生活を豊かにするとされるものでは、「人工知能が作る芸術を楽しみたい」と、便利さだけでなく人工知能の将来性について回答されていた。不安になると思われるものでは、「自分が扱えるかわからない」といった回答があり、危険だと考えられるものには、「AI の暴走」や「発達した人工知能による人の支配」といっ

た回答が確認された。

「人工知能で実現したいこと」では、AI によって実現可能であること (AI)、現時点でも自動化できるであろうこと (自動化)、どちらにも当てはまらない回答 (無効) に分類した。AI と自動化の分類については、今の段階で実証されていたり、製品化されていないが、認識技術の向上や、機械学習の発展によっては実現できそうなことを AI に分類し、現在、製品として世に出ているものの仕組み等を流用すれば実現できるものを自動化とした。実践後は、AI によって実現可能であることが増加した。これは、AI 技術について学習し、AI が学習することによってその精度を高め、実現可能なことが広がっていくことを知り、AI 技術に関する認識が深まったためであると考えられる。

以上のことから、AI 技術に関する意識調査を行った結果、AI 技術についての学習や調べる活動をしたことがある学生は、10 名中 5 名であった。この結果から、AI 技術に関する学習や調べる活動は、あまり行われていないと考えられる。また、AI ロボット製作学習の中で、センサを使ったプログラミングによる問題解決などを通して、AI 技術に関する不安や、今後 AI の技術を扱えるかの心配等が解消され、人工知能の未来に期待する結果が確認できた。

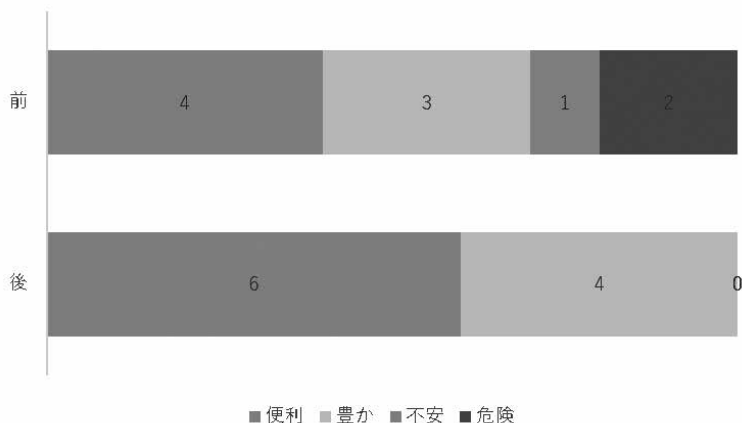


図 9 人工知能の期待や不安の調査結果

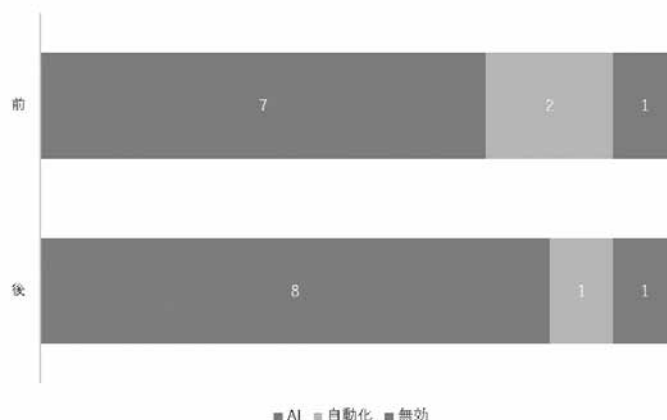


図 10 人工知能で実現したいことの調査結果

(e) デジタルファブリケーションの活用に関する調査

調査の有効回答者数は、10 名 (有効回答率 100%) であった。調査の結果を図 11 に示す。「レーザー加工機の使い方を理解することができましたか」は、肯定が 5 名、「レーザー加工機を使って思い通りの設計ができましたか」は、肯定が 6 名、「今後、レーザー加工機を使って製作をしたいと思いますか」は、肯定が 8 名であった。これは、プレゼンテーションソフトウェアで加工データを作成したことが、学生に設計を難しく感じさせたと考えられる。

自由記述から、「加工データの作成で、座標や幅の変更などに苦労した。」「パワーポイントでの設計は形に制限があるので、別のソフトでデザインしてみたい。」「デザインが思い浮かばない場合、どんなに便利なものでも活かせない。」と記述が見られた。

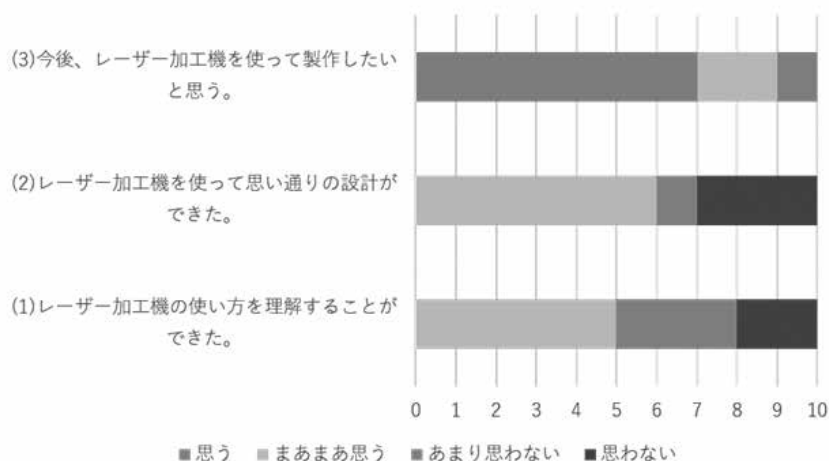


図 11 レーザー加工後の活用に関する調査結果

以上の結果から、学生は今後もレーザー加工機を使って製作したいと思うことが確認できた。使い方や設計については、指導方法や使用するソフトウェアを検討する必要があると考えられる。

6. 授業プログラムの改善

授業プログラムは、試行的実践の結果を踏まえ、以下の4点について改善を行った。改善した授業プログラムを表10に示す。

(1) AI技術についての学習

導入や発問としては、はじめてAIの技術を知る生徒を想定し、身近にAI技術が取り入れられた製品の演示などを行った。AI技術の学習内容に焦点を絞り、今後の学習に見通しが持たせる構成とした。

(2) プログラミング学習

プログラミング学習の1時間目では、基本のプログラムについて定着させる、順次処理・分岐処理・反復処理基本のプログラムについて扱う構成とした。

また、AIカメラを組み合わせたプログラミングは、第5時に画像認識技術の学習を行い、第6時に、AIカメラとマイコンボードを組み合わせて扱う構成とした。

(3) 3DCADの学習

3DCADソフトウェア¹⁰⁾は、ブラウザ上でレーザー加工機と3Dプリンタの両方の加工データを作成できるものを使用した。ことから、3Dプリンタでの加工も取り入れられることができる。小中学生が扱いやすく、データ作成時の作業性が向上すると

表10 改善した授業プログラム

	授業内容	時数
	AI技術についての学習	1
	プログラミング学習 (基本のプログラム作成)	1
	3DCADについての学習	1
	プログラミング学習 (ロボットカーを使ったプログラミング)	1
	画像認識技術の学習・体験 (AIカメラを使ったプログラミング)	2
発想 共有	AIロボットの製作学習 (構想・設計)	1
表現	AIロボットの製作学習(製作)	3
尊重	製作発表・まとめ	1

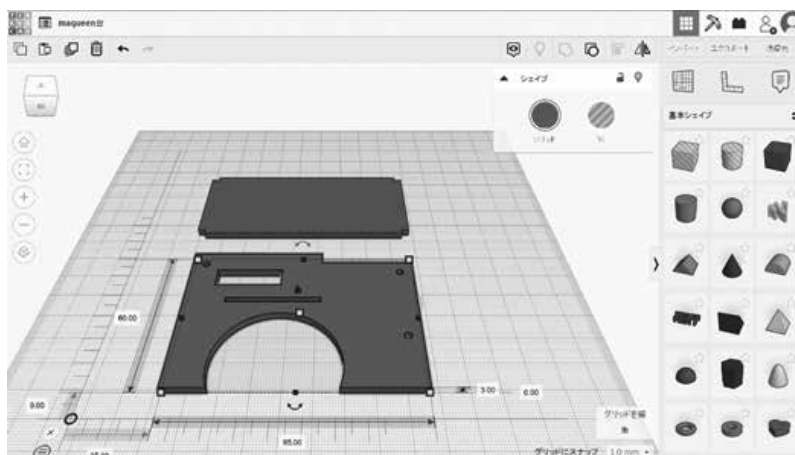


図 12 3DCAD の画像¹⁰⁾

考えられる。また、レーザー加工機及び、3D プリンタの両方を活用した製作ができることにより、AI ロボット製作のアイデアが広がると考え、授業プログラムに3DCAD の学習の時間を設けた。3DCAD の画面を図 12 に示す。

(4) グループ活動の内容

1 グループ 4 名での活動における役割分担は、ロボットのデザイン・設計、プログラム作成の 2 つを、各 2 名で担当させることとした。プレゼンの企画・制作に関しては、作業の進捗を見ながらグループで協力して取り組むこととした。

7. おわりに

本研究は、協同・協働学習モデルを適用した AI ロボット製作学習の授業プログラムの試行的実践と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) 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。
- (2) 「協同・協働的な技術活動力」の構成要素の中で、創造的思考の「問題認識」、「記憶」、「集中的思考」、創造的態度の「好奇心」、コミュニケーション力の「伝達力」について有意な意識の変容が確認できた。
- (3) 学生は、他人のアイデアを尊重する姿勢、ものづくりや身の回りの技術、発明に関する興味・関心、仲間とのコミュニケーション力や、協同して課題を解決する力についての力が伸びたと実感していることが確認できた。しかし、情報の発表や発信する力、アイデアを図や文章で示す力については、活動内容を検討する必要があると考えられる。
- (4) 学生は、AI 技術に関する不安や今後 AI の技術を扱えるかの心配が解消され、人工知能の未来に期待することや今後もレーザー加工機を使って製作したいと思うことが確認できた。

今後は、本研究で得られた知見を踏まえ、改善した授業プログラムによる中学校実践と教育効果の検証を試みていく予定である。

本研究は、科学研究費助成事業（若手研究）課題番号 21K13572 による。

参考文献

- 1) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会：教育課程部会における審議のまとめ (2021)
- 2) 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)
- 3) 日本産業技術教育学会：次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み (2021 年 11 月)
- 4) 吉岡利浩・松岡守・村松浩幸：協同・協働学習モデルを適用し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, 日本産業技術教育学会誌, 第 60 巻, 第 4 号, pp.194-199 (2018)
- 5) 吉岡利浩, 松岡守, 村松浩幸, 渥美勇輝, 藤高洋一：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)
- 6) 内閣府：第 5 期科学技術基本計画 (平成 28 年 1 月 22 日, 2016 年)
- 7) 中央教育審議会答申 (平成 28 年 12 月)
- 8) 佐藤頌太：AI リテラシーを養う授業実践の開発－中学生が機械学習を用いた課題解決を行う授業実践を通じて－, 人工知能社会における教育に関する実践的研究 (2019)
- 9) 秋山剛志・関根文太郎・原田信一：3D プリンタを活用したものづくりプロセス学習教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 第 60 号, 第 1 号, pp.29-34 (2018)
- 10) Autodesk Tinkercad:<https://tinkercad.com/> (最終アクセス日:2023 年 11 月 2 日)

