
実践研究論文

技術科における IoT を活用した製品モデルを
設計・製作する授業の開発

Development of a Class to Design and Manufacture the IoT
Product Model for Technology Education in Junior High School

川路 智治

Tomoharu KAWAJI

谷田 親彦

Chikahiko YATA

竹野 英敏

Hidetoshi TAKENO

日本産業技術教育学会誌
第 61 卷 第 1 号 (2019) 別刷

技術科における IoT を活用した製品モデルを 設計・製作する授業の開発[†]

Development of a Class to Design and Manufacture the IoT Product Model for Technology Education in Junior High School

川路 智治*
Tomoharu KAWAJI

谷田 親彦**
Chikahiko YATA

竹野 英敏***
Hidetoshi TAKENO

本研究の目的は、社会における製品開発に関わる能力育成を志向した技術科の題材「IoT を活用した製品モデルの設計・製作」を開発・実践し、学習評価や調査の分析を通して工夫・創造の能力育成などを検討することである。中学校 2 年生(81 名)を対象として、IoT 製品モデルを構想し、他者からの批判的な意見を取り入れて再構想する学習過程を含んだ計 7 時間の授業を実施した。その結果、生徒は他者の意見の 44.7%を取り入れて IoT 製品モデルの構想を修正・改善することができており、工夫・創造する能力が表出した学習過程を推察できた。また、IoT が生活や社会に与える影響について、社会的及び経済的な側面や製品の機能や性能を踏まえた視点から考えることができていた。さらに、IoT に関する基礎的知識が定着しており、技術への関心、技術を活用する意欲・態度などが涵養されていると考えられた。

キーワード : IoT の技術, 製品開発, イノベーション, 工夫・創造の能力

1. はじめに

第 5 期科学技術基本計画(2016)では、「科学技術イノベーション政策を、経済、社会及び公共のための主要な政策として位置付け強力で推進する」ことが目指されており、初等中等教育から科学技術イノベーションを担う人材を育成することについての言及がされている¹⁾。また、科学技術・学術審議会人材委員会次世代人材育成検討作業部会(2015)では、「我が国が高度な科学技術イノベーション力を今後も維持し続けるには、次代を担う子供たちに対し、学校教育全般を通じて、知識・技能のみならず、思考力・判断力・表現力や、主体性を持って多様な人々と協働する態度を養うことが大切である」と示されている²⁾。

これらのことから、イノベーションに関わる資質・能力を備えた人材育成は、初等中等教育段階から意図

的に行う必要性が示唆される。これに関連して、日本産業技術教育学会は、学校教育における技術教育の位置づけについて、「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」と示している³⁾。このことから、義務教育段階において技術教育を実施する技術・家庭科技術分野(以下技術科)は、イノベーション人材の育成に大きく関わると考えられる。また、その方向性としては、技術教育での育成が期待される創造性が関係していると推察できる。

2008 年版中学校学習指導要領における技術・家庭科の目標には、「創造性」に関連して「工夫し創造する能力(以下工夫・創造の能力)」が記されている⁴⁾。工夫・創造の能力を育成する目的には、「将来にわたって変化し続ける社会に主体的に対応していく」ことに関する趣旨が示されており、日本産業技術教育学会が示している「生涯学習全体における技術開発と価値創造」と類似していると考えられる。これらのことから、技術科においては工夫・創造の能力を育成することが、イノベーション人材育成の中核になると考えることができる。

技術科における工夫・創造の能力育成に関する先行研究として中原らは、LED 照明機器の製作を通して、

(2017 年 11 月 20 日受付, 2019 年 2 月 7 日受理)

* 広島大学附属福山中・高等学校(正会員 B)

** 広島大学(正会員 A)

*** 広島工業大学(正会員 A)

† 2017 年 8 月本学会第 60 回全国大会(弘前)にて発表

工夫・創造の能力を育成する実践を行っている。この実践では、学習者が問題解決的な学習を通して工夫・創造の経験を高める効果があることを示している⁵⁾。また、藤川らは、電気回路を容易に設計することができる製作題材「オリジナルLEDランプ」を開発・実践し、工夫・創造の能力育成のために効果的であることを示している⁶⁾。また、森山らは、イノベーション力育成を図る技術科の授業デザインの具体的な実践事例について言及し、工夫・創造の能力を中核にした授業展開の重要性を示している⁷⁾。

これらの先行研究は、技術科の授業で製作題材を構想設計する際の工夫・創造の能力について検討している。ここでの構想設計は、製作題材の諸条件を検討して最適化を試みることや、製作題材を構成する部品の数・形状・寸法・規格を図面に表すなどの学習活動を主としたものである。このような構想設計は一般的に「基本設計」や「詳細設計」と呼ばれ⁸⁾、課題を解決するための製作品が設定された後の段階に位置付くと考えられる。

一方で、イノベーションに強く関わる構想設計は、新たな価値を創造する技術や製品開発に関わる段階に強く関連すると考えられる。「科学技術の智プロジェクト報告書」(2010)では、既に存在する「技術を利用する力」だけでなく、新たな「技術を開発する力」の重要性も指摘している⁹⁾。このことに加え、「将来にわたって変化し続ける社会に主体的に対応していく」教科目標の趣旨からも、技術科において製品開発に関わる能力を育成することは重要であり、イノベーション人材の育成へと通じることが期待される。しかし、技術科の授業で製品開発に関わる能力の育成を意図し、授業方法や指導目標などを検討した研究は見当たらない。

そこで、本研究では、技術科の授業において、社会における製品開発に関わる能力育成のための授業を計画・実施し、IoTを活用した製品モデル(以下IoT製品モデル)を試作的に開発する授業展開と学習活動を通して育成・向上を図った工夫・創造の能力などについて検討することを目的とする。

2. 授業の方針と題材の指導計画

2.1 目標能力と指導方法の設定

社会における製品開発に関わる能力育成を志向した技術科の授業を検討するため、中学校学習指導要領解

説に示される技術科の学習目標と評価観点を参照した⁴⁾。その結果、社会における製品開発に関する能力の構成として、「工夫し創造する能力と態度」を中核とし、それに付随する「技術への関心・意欲・態度」と「基礎的・基本的な知識」を設定した。

「工夫し創造する能力と態度」を育てるためには、「技術的な課題を発見し、その解決策を考え構想する活動」や、「多様な視点からのトレード・オフに関して最適解を導く活動」が必要であると考えられる。そこで指導方針としては、「トレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組み」を援用し¹⁰⁾、学習者が考えた製品開発に関する初期の構想に対して、他の学習者から批判的(クリティカル)な意見を提示させ、その意見を受け構想を再検討させる学習を行う。再検討の際、批判的な意見と、構想した製品の諸条件を比較させ、他者からの意見を取捨選択することで、最適な構想を導かせる。この中で、製品開発に関する構想を他者の意見を通して検討していく「工夫し創造する能力」と、技術が生活の向上や社会の発展に与える影響について自分なりの意見をもてる「工夫し創造する態度」を養うようにする。

「技術への関心・意欲・態度」を学習者にもたせるためには、「技術科の授業で得た知識や技能を目的にあわせて利用する活動」が必要であると考えられる。そこで、生活の向上や社会の発展のために、技術を積極的に利用してIoT製品モデルを開発する学習を行う。この中で、技術自体に興味・関心を持つ「技術への関心」と、技術を活用しようとする「技術への意欲・態度」を区別して養うようにする¹¹⁾。

学習者が「基礎的・基本的な知識」を身に付けるためには、「正確な情報を知る活動」と「獲得した知識を活用する活動」が必要である。そこで、生徒にとって未知の新しい技術について、学習者自身が調べ、調べた内容を吟味し、確信をもたせる学習を行う。また、得た知識を繰り返し活用することで定着を図るようにする。

2.2 授業内容と使用教具

学習者が製品開発に関する構想を考える契機として、IoTを提示することにした。IoTは、社会、生活、産業、経済において、その活用が期待されている技術である¹²⁾。そのため、IoTは、学習者に示す新しい技術としての確であり、製品開発に関する構想に結びつきやすと考えられる。すなわち、自分の生活や社会を振り返り見つけた技術的な課題に対して、IoTを取り入れ

ることで、社会における製品開発に関わる構想ができると考えた。

学習者は、IoT の活用を軸とした電氣的、機械的な製品のモデルを構想し、製作を通して試行錯誤するようにする。そのため、創造的な製品の構想をかなえることができる教具が必要になる。そのための教具として、TECH 未来を使用することにした。TECH 未来は、モータ、歯車、LED 電球などの 33 種類のパーツから様々な動力変換装置や電気回路を作り出すことができる。また、パーツの接合はブロックの組み合わせにより行うため、構想した製品の試作やアイデアの変更をしながら、IoT 製品モデルを形成することができる¹³⁾。

2.3 題材の指導計画

2.2 節に述べた目標・内容・方法を踏まえた題材「IoT を活用した製品モデルの設計・製作」の計 7 時間の指導計画を表 1 に示す。

第 1 時は、IoT の基本的な仕組みを知らせる授業である。授業では、新たな技術に対する関心を高め、基礎的な知識を習得することを目標とする。導入では、IoT への関心を高めさせるためにテレビ CM を見せ、企業が IoT に着目していることに気付かせる。また展開では、IoT の仕組みを知らせるために、「IoT の正式

名称」、「IoT の構成」、「販売されている IoT 製品」について調べさせる。まとめとして学習の振り返りをし、宿題として「IoT 製品モデルについて構想しよう」を提示する。

第 2 時は、IoT が社会に与える影響について考えさせる授業である。授業では、IoT が生活の向上や社会の発展に与える影響を評価する能力と態度を育成することを目標とする。導入では、各種スマートフォンが生活様式を変化させたことについて知らせる。展開では、スマートフォンについて、社会的発展、経済的発展、環境保全、文化的多様性の視点から評価する活動を取り入れる。評価する 4 視点を効率的に意識させるために、学習形態としてジグソー法を用いる。まとめでは、スマートフォンを踏まえて IoT が社会に与える影響について意見を記述させる。

第 3 時は、IoT 製品モデルの機能や構造を考えさせる授業である。授業では、生活や社会における課題解決のための IoT 製品モデルの構想を目標とする。導入では、第 1 時の宿題の振り返りをさせる。展開では、3 人 1 組を基本とした製作班を作らせ、第 1 時の宿題で考えたアイデアをもとに、製作班でひとつの IoT 製品モデルを構想させる。まとめとして、自分たちの構想を発表する準備をさせる。

第 4 時は、他者からのクリティカルな意見をもとに、

表 1 題材「IoT を活用した製品モデルの設計・製作」の指導計画と調査の方法

学習目標	学習活動
	(授業前)調査 A：新しい技術への関心
第 1 ①IoT に関する理解 1 新たな技術に対する関心を高め、基礎的な知識を習得する	導 入：企業のテレビ CM を見て、IoT と生活との関連を知る。 展 開：IoT の意味と、IoT 製品を調べる。 まとめ：学習の振り返りと課題の提示。
第 2 ②IoT の評価 2 IoT 製品が生活の向上や社会の発展に与える影響を評価する能力と態度を育成する	導 入：新しい製品の開発によって、私たちの生活が変化することを知る。 展 開：スマートフォンの開発が社会に与えた影響について評価する。 まとめ：IoT が社会に与える影響について考える。
第 3 ③IoT 製品の設計 3 身の回りの生活や社会での課題に対して、課題解決のための IoT 製品を構想する	導 入：宿題で構想した IoT 製品モデルを振り返る。 展 開：製作班で各自の意見を提示する。製作班で IoT 製品モデルの構想をする。 まとめ：製作班の意見を発表するための準備をする。
第 4 ③IoT 製品の設計 4 クリティカルな意見を受け生まれるトレード・オフに関して最適解を導く	導 入：クリティカルな意見のもちかたについて知る。 展 開：製作班の意見を発表する。発表に対しクリティカルな意見を出す。意見をもとに製品の再検討をする。ワークシート：工夫し創造する能力 まとめ：学習の振り返りをする。
第 5・6 ④IoT 製品の製作・発表 5・6 IoT 製品モデルを製作し発表する	導 入：前時に考えた構想を確認する。 展 開：TECH 未来を使って製作する。製作した IoT 製品モデルを発表する。 まとめ：片付けと学習の振り返りをする。
第 7 ⑤IoT 製品の評価 7 IoT が生活の向上や社会の発展に与える影響について自分なりの意見をもつ	導 入：報告書の記入方法を知る。 展 開：報告書に記入する。報告書：工夫し創造する態度 まとめ：技術がもたらす社会の変化について展望をもつ。
	(授業後)調査 A：技術への関心 (授業後)調査 B：技術への意欲・態度 (授業後)定期テスト：基礎的・基本的な知識

※ 網掛け部分は、設定した能力を分析するためのデータ収集を示す。

構想を再検討させる授業である。授業では、クリティカルな意見を受けて、構想した製品の諸条件を比較させ、トレード・オフを通して最適な構想を導くことを目標とする。導入では、各班の発表に対して、製品の価値を高めるクリティカルな意見を出すように指示する。展開では、各班に発表させ、聞いている学習者には製品に対するクリティカルな意見を書かせる。発表後、クリティカルな意見をもとに構想の再検討をさせる。その際、他者からのクリティカルな意見に対する対応について以下のカテゴリーを用いて分類させる。

- ・カテゴリーi (放棄する意見)
 - ……既に搭載されている機能や考え
- ・カテゴリーii (選択する意見)
 - ……想定していなかった、すぐに採用したい機能
- ・カテゴリーiii (検討する意見)
 - ……想定はしていなかったが、改善点を指摘され検討すべき機能
- ・カテゴリーiv (再検討する意見)
 - ……構想はあったが、搭載を見送っていた機能

なお、カテゴリーiii の意見に検討を、カテゴリーiv の意見に関しては、再検討を行うことによって構想を修正・改善するようにさせ最適な構想を導かせるよう指導する。最後にまとめとして、学習の振り返りをする。

第 5 時・第 6 時は、設計した IoT 製品モデルを製作・発表させる授業である。本時の学習では、IoT 製品モデルを製作し、その機能や特徴を表現することを目標とする。導入では、前時に修正した構想を確認させ、製作の見通しをもたせる。展開では、TECH 未来や他材料・部品を用いて製品のモデルを製作させる。製作後は、IoT 製品モデルを提示させながら、製品の使用目的や機能について発表させる。まとめとして学習の振り返りをする。

第 7 時は、報告書を作成させる授業である。本時の学習では、IoT が生活の向上や社会の発展に与える影響について自分なりの意見をもつことを目標とする。導入では、IoT 製品モデルの報告書(ワークシート)を配布し、記入方法について説明をする。報告書には、製作品の写真、機能の説明、社会的発展、経済的発展、環境保全への影響、文化的多様性への対応に加え、「これからの IoT を活用した機器の開発に必要なこと」を記述させる。まとめとして、技術が豊かな家庭生活や社会生活を実現するために、果たしてきた役割について指摘する。

2.4 調査の方法

題材「IoT を活用した製品モデルの設計・製作」の学習を通して身についた製品開発に関する能力について検討するための調査などを行った。なお、本研究では IoT 製品モデルを試作する授業展開と学習活動が有効であることについて、デザイン研究のアプローチに準じて分析することを意図したため、実験群と統制群を比較する手法は用いない¹⁴⁾。

「技術への関心」の高まりを分析するために授業前、授業後に調査 A を実施した。質問項目は、「IoT を活用した機器をいくつか挙げるができる」とした。調査 A では、社会実装や環境整備が急がれている新しい技術を既に知っているという技術への関心の高さが表出した状態を測定する。なお、「とてもそう思う(5)」「そう思う(4)」、「どちらともいえない(3)」、「そう思わない(2)」、「まったくそう思わない(1)」の選択肢から回答を求めた。

「技術への意欲・態度」を分析するために、題材の終末に調査 B を実施した。質問項目は、「自分なりの新しいアイディアを考えることができた」、「物の機能や構想を考えることができた」、「これから先、IoT を活用した機器は、もっと身近になってくると思う」である。調査 B の前の 2 項目では、IoT 製品モデルを試作的に開発する実践的な学習活動に付随する意欲や態度を調査することを意図した。最後の 1 項目は、新しい技術と生活との関わりを実感することができ、「生活で活用しようとする可能性や態度」を測定する。なお、「とてもそう思う(5)」、「そう思う(4)」、「どちらともいえない(3)」、「そう思わない(2)」、「まったくそう思わない(1)」の選択肢から回答を求めた。

「基礎的・基本的な知識」の定着を分析するために、全授業後の定期テストに出題した問題の正答率を検討した。テストには、「IoT の正式名称を答える問題」「IoT について説明する問題」を用いた。IoT について説明させる問題では、「ものをインターネットと接続する」、「情報を得る」、「得たデータを活用する」を評価規準に設定し、3 つの内容を満たす回答を正答とした。

「工夫し創造する能力」について分析をするために、第 4 時の学習で使用したワークシートから、製品開発に関する構想を他者の意見を通して検討していく学習過程を検討した。まず、他者からのクリティカルな意見を受けた学習者が、それぞれの意見をカテゴリーi からカテゴリーiv に分類した結果を明らかにした。次に、学習者にとってトレード・オフの状態にあるカテゴ

リーii, カテゴリーiii, カテゴリーiv の意見が選択, 放棄された結果から, 最適な構想を導こうとしている学習過程が成立していることを確認した。

「工夫し創造する態度」について検討するために, 第 7 時の中で記述させた「これからの IoT を活用した機器の開発に必要なこと」をもとにクラスター分析を行なった。この分析により, IoT を活用した機器や技術が, 生活の向上や社会の発展に与える影響についてのどのような意見をもつことができたかを確認した。クラスター分析には KH Coder を使用し, 最小出現回数を 10, 測定方法を ward 法, 距離の指数を Jaccard に設定した。また, 「思う」という言葉に関しては, 文末表現として多く使用されていたため分析の対象から外した。

3. 授業の実践と調査結果

3.1 調査対象と学習成果作品

授業の実践は 2016 年 10 月～2017 年 1 月に福山市内の F 中学校 2 年生(81 名)を対象として行った。欠席やデータに欠損のある学習者を除いた有効回答数は 67 名(有効回答率 82.7%)である。実践校では, 1 クラス(約 40 名)を男女比率が同程度になるように 2 グループに分け, 2 時間続きの隔週で技術・家庭科の授業を行っている。よって, 授業は 1 グループ 20 名程度で行う。学習者は, 本題材の学習に入る前に, TECH 未来を使って, 「エネルギー変換に関する技術」の基礎的・基本的な知識や技能について学習を終えている。

学習者が, 製作した IoT 製品モデルの特徴を分類した結果を表 2 に示す。また, 学習者が製作した IoT 製品モデルを図 1 に示す。これらの IoT 製品モデルは, 構想した機能をすべて実装したわけではなく, 教具で可能な範囲を製作させた。そのため, IoT 製品モデルとして製作し, 不可能な機能は構想に止めている。

表 2 より, 家庭生活の改善を図った製品が 19 台, 社会生活の改善を図った製品が 14 台, 環境の改善を図った製品が 5 台あった。さらに, 文化的多様性を考慮した製品が 7 台あった。

図 1 は, ファッションコーディネートシステムを開発した班の IoT 製品モデルである。この製品は, 顧客の身体的なデータを管理し, 顧客に最適な商品を提案することを想定している。また, 購入された商品は, ドローンなどを使って配送することも想定している。生徒の構想には, TECH 未来では実現できない内容も含まれるため, 「エネルギー変換に関する技術」の基

礎的・基本的な知識や技能で製作できる一部の機能を実現した。

第 4 時の授業では, この IoT 製品モデルに対して, 「宅配物が, 他の宅配物と混ざらないかと思った。」「どうやって商品を受け取るのか疑問に思った。」「客観的な意見よりも独自のファッションの方を優先する人は?」などのクリティカルな意見が出された。

表 2 設計・製作された IoT 製品モデルの特徴

	家庭生活	社会生活	環境保全	文化的多様性
健康状態の把握・提案をする靴底	○	○		○
落とし物を回収・情報配信するロボット	○			
使用したことを通知する箸	○			
スマートフォンの機能を搭載したメガネ 1	○			○
スマートフォンの機能を搭載したメガネ 2	○			○
森林を保全・管理をするロボット			○	○
空港のゴミを回収するマシン			○	○
外気温の上昇を抑制するマシン			○	○
ケイタイへの受信を通知するネックレス	○			
階段も掃除してくれるお掃除ロボット	○			
ファッションコーディネートシステム	○	○	○	○
未来型自転車	○	○		
先祖のメッセージが聴けるお墓	○			
GPS 機能付き, ヘルスケアシューズ	○	○		
学習支援のためのユビキタスマガネ	○			○
ホログラムスタジアムシステム	○	○		
宅配物自動配達車			○	
自動運転機能付き自動車	○	○		
住人を識別しドアを開錠・施錠するシステム	○			
犯罪者を追跡する自動販売機			○	
宅配物自動配達飛行体			○	○
バイタル情報を測定・通知するレンズ	○	○	○	○
記入した内容をデジタル化するペン	○	○		
学習支援のためのペン	○			
ドアロックの状態を管理・制御するシステム	○			

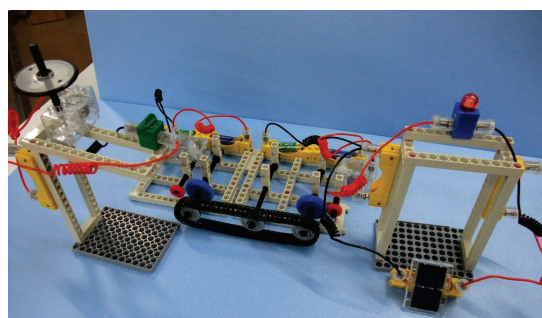


図 1 学習者が製作した IoT 製品モデル

これらの意見に対して、「商品を GPS 管理し、顧客自身が受け取りたい時間、場所を指定できるシステム」が追加された。また「個人の好みを把握するためのアンケート」や「購入履歴のデータを活用して、個人の好みに対応させる構想」が追加された。

3.2 「技術への関心」の調査結果

「技術への関心」の高まりを検討した調査 A の結果を表 3 に示す。表 3 より、授業前に、IoT を活用した機器いくつか挙げる事ができた学習者は 1.5% (1 名)であった。授業後に、IoT を活用した機器いくつか挙げる事ができた学習者は 94.0% (63 名)であった。

このことから、学習者は、IoT について、授業前では十分に認知をしておらず、IoT と生活とのつながりに関心をもてていないことが推測できる。授業後の調査結果からは、学習者は授業を通して IoT を知ることができており、IoT に関心を示すことができるようになってきていると考えられた。

3.3 「技術への意欲・態度」の調査結果

技術を活用しようとする「技術への意欲・態度」について検討した調査 B の結果を表 4 に示す。表 4 より、自分なりの新しいアイデアを考える事ができたと答えた学習者が 92.5% (62 名)であった。物の機能や構造を考える事ができたと答えた学習者が 89.6% (60 名)であった。IoT を活用した機器が身近になると考える学習者が 100% (67 名)であった。

これらの結果より、学習者は、授業で得た知識や技能を活用する中で、自分なりのアイデアを実現するために、IoT 製品モデルの機能や構造を考える意欲的な態度を顕在化させる学習活動を行うことができていたと推測できる。また、IoT を活用した機器のような、新たな技術や機器が生活で活用されるイメージを抱くことができていると考えられる。

3.4 「基礎的・基本的な知識」の調査結果

基礎的・基本的な知識の定着度を分析するために、定期テストに出題した問題の正答率を表 5 に示す。表 5 より、2問とも正解した学習者は 83.6% (56 名)であった。また、1 問のみ正解した学習者は 10.4% (7 名)であった。2 問とも誤答の学習者は 6.0% (4 名)であった。

この結果より、学習者は、題材の学習を通して、IoT 技術に関しての知識がおおむね定着していると考えられる。特に、「IoT について説明する問題」については 88.1% (59 名)の正答率であったことから、表面

的な知識にとどまらず説明記述ができる知識・理解の定着が進んだと考えることができる。

3.5 「工夫し創造する能力」の調査結果

ワークシートの分析により、学習者は他者の構想した IoT 製品モデルに対して 203 件のクリティカルな意見を出す事ができていた。これらのクリティカルな意見について、学習者がカテゴリ i からカテゴリ iv に分類した結果を表 6 に示す。

クリティカルな意見の 35.5% はカテゴリ i に分類された。この意見は、すでに IoT 製品モデルの設計に搭載されている機能や考えを指摘されたものであり、意見を受けた学習者は意図を確認後、放棄できると考えたものである。また、13.8% の意見はカテゴリ ii に分類された。これらの意見は、IoT 製品モデルを構想する際に想定していなかった意見であり、意見を受けた学習者は意見を肯定的に捉え採用したものである。さらに、33.5% の意見はカテゴリ iii に分類された。

表 3 「技術への関心」に対する調査結果

質問項目	回答選択肢	とてもそう思う (5)	そう思う (4)	どちらともいえない (3)	そう思わない (2)	全くそう思わない (1)	計
IoT を活用した機器をいくつか挙げる事ができる。	授業前	0 (0%)	1 (1.5%)	0 (0%)	9 (13.4%)	57 (85.1%)	67
	授業後	53 (79.1%)	10 (14.9%)	4 (6.0%)	0 (0%)	0 (0%)	67

表 4 「技術への意欲・態度」の調査結果

質問項目	とてもそう思う (5)	そう思う (4)	どちらともいえない (3)	そう思わない (2)	全くそう思わない (1)	計
自分なりの新しいアイデアを考える事ができた	39 (58.2%)	23 (34.3%)	4 (6.0%)	1 (1%)	0 (0%)	67
物の機能や構造を考える事ができた。	41 (61.2%)	19 (28.4%)	7 (10.4%)	0 (0%)	0 (0%)	67
これから先、IoT を活用した機器は、もっと身近になってくると思う。	57 (85.1%)	10 (14.9%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	67

表 5 定期テストの結果

	人数	割合(%)
2問とも正答	56	83.6
1問のみ正答	7	10.4
2問とも誤答	4	6.0

これらの意見は、IoT 製品モデルを構想する際に想定していなかったが、他者から指摘されることで検討する必要性を意識したものである。カテゴリ-iii に分類された意見のうち、52.9% (全意見の 17.7%) は、意見に沿う機能が追加され選択された。そのほかの 8.8% (全意見の 3.0%) の意見は、当初の機能を変更し選択され、38.2% (全意見の 12.8%) は放棄された。

また、17.2% の意見はカテゴリ-iv に分類された。これらの意見は、IoT 製品モデルを構想する際に考えたことであるが、IoT 製品モデルには採用せず搭載を見送っていたものである。カテゴリ-iv に分類された意見のうち、51.4% (全意見の 8.9%) は、意見に沿う機能を追加するために選択された。そのほかの 8.6% (全意見の 1.4%) の意見は、当初の機能を変更し選択され、40.0% (全意見の 6.9%) は放棄された。

これらの結果より学習者は、他者の構想の中に、技術的な課題を見つけ指摘することができていると思われる。さらに、他者から提案された技術的な課題に対する意見のうち、カテゴリ-ii となる 13.8%、カテゴリ-iii において選択する意見として採用された 20.7%、カテゴリ-iv において選択する意見として採用された 10.3% の計 44.8% は、自分の構想した IoT 製品モデル

を修正・改善するために役立てていると考えられる。カテゴリ-i となる 35.5%、カテゴリ-iii において放棄された 12.8%、カテゴリ-iv において放棄された 6.9% の計 55.2% は、構想と他者の意見を比較した結果、課題の解決に対して適した方法でないと判断したと考えられる。すなわち、他者からの意見を受け、IoT 製品モデルの構想を修正・改善し、最適な構想を導く学習活動を推察することができ、本題材で目指した「工夫し創造する能力」が表出していると考えられる。

3.6 「工夫し創造する態度」の調査結果

報告書の記述から得られた、IoT を活用した機器に対する考え方のまとまりを表 7 に示す。図 2 に示す作成されたデンドログラムでは、最初にクラスター1~3 とクラスター4~5 に大きく分割された。その後、クラスター4 とクラスター5 が分割され、その次にクラスター1 とクラスター2~3 が分かれた。

クラスター1 には、「開発」、「機器」、「IoT」、「利用」、「考える」、「必要」、「人」などの言葉が含まれていた。これらは、開発者の側面から、IoT を活用した機器における開発や利用の必要性について言及している記述であると考えられた。クラスター2

表 6 IoT 製品モデルに対するクリティカルな意見の分類結果

	個数		
カテゴリ-i (放棄する意見) 既に搭載されている機能や考え	72 (35.5%)		
カテゴリ-ii (選択する意見) 想定していなかった、すぐに採用したい機能	28 (13.8%)		
カテゴリ-iii (検討する意見) 想定はしていなかったが、改善点を指摘され 検討すべき機能	68 (33.5%)	(内訳) 質問に沿う機能の追加が記述されている。(選択する意見) 36 (52.9%) 当初の機能を変更する記述である。(選択する意見) 6 (8.8%) 明らかな反論や質問を棄却する記述である。(放棄する意見) 26 (38.2%)	
カテゴリ-iv (再検討する意見) 構想はあったが、搭載を見送っていた機能	35 (17.2%)	(内訳) 質問に沿う機能の追加が記述されている。(選択する意見) 18 (51.4%) 当初の機能を変更する記述である。(選択する意見) 3 (8.6%) 明らかな反論や質問を棄却する記述である。(放棄する意見) 14 (40.0%)	
合計	203		

表 7 IoT 製品に対する考え方のクラスター分析結果

クラスター1		クラスター2		クラスター3		クラスター4		クラスター5	
開発	13	大切	10	商品	11	製品	28	便利	22
機器	19	たくさん	11	作る	18	使う	32	デザイン	17
IoT	38			安い	12	社会	10	安全	31
利用	10					受け入れる	10	操作	13
考える	16					今	11	簡単	15
必要	35					使える	16	値段	12
人	40							性能	10
								買う	16

※ 表中の数字は、それぞれの語の出現回数である。

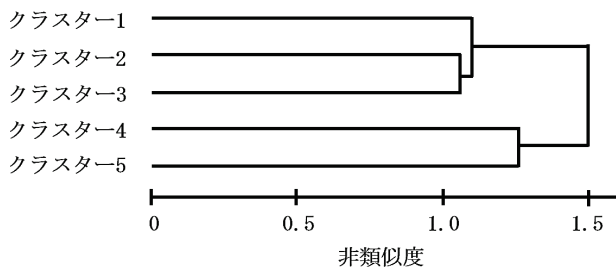


図2 作成されたデンドログラム

には、「大切」、「たくさん」などの言葉が含まれていた。これらは、開発者の側面から IoT を活用した機器を構想する際には、使用者の立場で多くの視点から構想すべきであることを示した記述であると考えられた。クラスター3には、「商品」、「作る」、「安い」などの言葉が含まれていた。これらは、開発者の側面から、IoT を活用した機器の需要を拡大するためには、製品の販売価格を決定する際に、使用者が購入しやすい価格に抑える必要性を示した記述であると考えられた。クラスター4には、「製品」、「使う」、「社会」、「受け入れる」、「今」、「使える」などの言葉が含まれていた。これらは、使用者の側面から IoT を活用した機器が社会で受け入れられるためには、誰にでも使いやすい製品である必要性を示した記述であると考えられた。クラスター5には、「便利」、「デザイン」、「安全」、「操作」、「簡単」、「値段」、「性能」、「買う」などの言葉が含まれている。これらは、使用者の側面から、利用したい IoT を活用した機器として、利便性が高い、操作性が良い、安全性が高い、販売価格が抑えられている製品である必要性を示した記述であると考えられた。

これらのことから、クラスター1～3は、開発者の側面からの、社会的及び経済的な意見が表出していると考えられる。また、クラスター4～5は、使用者の側面からの、性能や機能及び経済的な視点に関する意見であると考えられる。従って、学習者は、開発者と使用者の両側面から「IoT 製品が普及と、生活の向上や社会の発展の影響」を捉えたと推察できる。

各学習者の報告書の記述に含まれる単語が関係するクラスター数について検討した結果、クラスター数が0は9名、クラスター数が1は5名、クラスター数が2は12名、クラスター数が3は28名、クラスター数が4は12名、クラスター数が5は1名であった。また、学習者の記述に含まれるクラスター数の平均は2.77であった。クラスター数が2以上の学習者は53名(79.1%)であり、8割程度の学習者がIoT を活用した機

器や技術が生活の向上や社会の発展に与える影響について様々な視点から検討することができていると考えられた。これらのことから、IoT を活用した製品モデルを開発する題材の学習を通して、IoT が生活の向上や社会の発展に影響を与えることに対する多面的な意見を持つことができおり、本題材で目指した「工夫し創造する態度」が涵養されていると考えられる。

4. おわりに

本研究では、イノベーション人材の育成に深く関与すると思われる中学校技術科において、製品開発に関わる能力育成を志向した授業計画・実践を行い、工夫・創造の能力育成を中心とした評価・検討を行った。中学校2年生(81名)を対象とした授業の学習評価などを検討した結果は、以下のように整理することができる。

- (1) 社会における製品開発に関する能力の構成として、「工夫し創造する能力と態度」などを設定し、TECH未来を教具として用いた計7授業時間の題材「IoT を活用した製品モデルの設計・製作」を開発した。
- (2) 製品開発に関する構想を他者の意見を通して検討する「工夫し創造する能力」の学習過程について分析を行った。その結果、構想したIoT 製品モデルに対する意見を受けて修正・改善を行い、最適な構想を導こうとする学習過程を推察することができた。
- (3) 技術が生活の向上や社会の発展に与える影響について意見をもてる「工夫し創造する態度」に関して、題材の学習後にまとめた報告書から検討を行った。その結果、IoT を活用した機器の開発について、社会的及び経済的な側面を考慮しているように思われた。また、製品の使用者の立場から、性能や機能及び経済的な側面について考えられていることが分かった。
- (4) 「技術への関心・意欲・態度」、「基礎的・基本的な知識」の習得・定着の程度について、授業後の調査などから検討を行った。その結果、IoT 技術に関する知識の定着が認められ、技術に興味・関心を持つ「技術への関心」と、技術を活用しようとする「技術への意欲・態度」が涵養されていると推察された。

これらの結果から、開発した題材「IoT を活用した製品モデルの設計・製作」により、社会における製品

開発に関わる能力が、おおむね適切に育成できていると考えられた。ただし、今回の授業や調査結果からは環境保全的な製品や意見が多く取り上げられなかった。今後の課題として、IoT 技術が環境の保全などに与える影響を考えさせることや、IoT 技術が及ぼす正と負の影響などを判断する学習を行うために、授業展開の改善を検討することが考えられる。

謝辞

本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金(基盤研究(B)(一般)15H02917(代表:谷田親彦))および17H01989(代表:上野耕史)の助成を受けた。

参考文献

- 1) 閣議決定:科学基本計画, p.1 (2016)
- 2) 科学技術・学術審議会 人材委員会次世代人材育成検討作業部会:次世代の科学技術イノベーション人材育成について, p.6 (2015)
- 3) 日本産業技術教育学会:21世紀の技術教育(改訂), p.2 (2012)
- 4) 文部科学省:中学校学習指導要領解説 技術・家庭編, 教育図書株式会社 (2008)
- 5) 中原久志・森山潤・上野耕史:LED 照明機器の製作を通して工夫・創造力を育成するエネルギー変換学習の題材開発と試行的実践, 日本産業技術教育学会誌, 第 58 巻, 第 1 号, pp.22-30 (2016)
- 6) 藤川聡・安東茂樹:エネルギー変換における工夫し創造する能力をはぐくむ製作題材の開発と検証, 日本産業技術教育学会誌, 第 54 巻, 第 3 号, pp.135-141 (2012)
- 7) 森山潤・菊池章・山崎貞登編著:イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザインー子どもが小さなエンジニアになる教室ー, 株式会社ジアース教育新社 (2016)
- 8) 吉川弘之・富山哲男:設計学ーものづくりの理論ー, 放送大学教育振興会, pp.59-69 (2000)
- 9) 科学技術の智プロジェクト技術専門部会報告書, 技術専門部会報告書 (2010)
- 10) 谷田親彦・向田識弘・田鎖浩太・田中誠也:技術科授業でトレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組みと実践的指導方法, 日本産業技術教育学会誌, 第 58 巻, 第 2 号, pp.81-89 (2016)
- 11) 尾崎誠・中村祐治:中学校技術科における関心・意欲・態度の評価に関する研究, 横浜国立大学教育人間科学部紀要. I, 教育科学, pp.169-185 (2006)
- 12) 文部科学省:平成 28 年版科学技術白書, 日経印刷株式会社 (2016)
- 13) 谷田親彦・田鎖浩太・柏原寛:中学校技術科「エネルギー変換に関する技術」の基礎知識・技能を養う授業実践の検討ーTECH 未来教材を利用した学習指導の計画と実践ー, 広島大学大学院教育学研究附属教育実践総合センター紀要, 第 22 巻, pp.155-162 (2016)
- 14) 三宅なほみ・白水始:学習科学とテクノロジー, 放送大学教育振興会, pp.67-80 (2003)

Abstract

The purpose of this research was to develop a class on the “design and manufacture of product models using IoT technology,” and to analyze student's creation ability through lesson practice and learning evaluation. A class constitutes seven lessons and includes the process of designing and redesigning the product models using IoT technology and incorporating the critical opinions of other students. The learning process regarding the device and student's creation ability was evaluated because students could modify and improve the design of the product models using others' opinions (44.7%). Additionally, students were able to understand the impact of IoT technology from various perspectives such as social, economic, product function, performance, and development. Through learning evaluation, students acquired basic knowledge about IoT technology and developed the right attitude toward using an interesting new technology.

Key words: IoT technology, Product development, Innovation, Creation ability

