

医療・介護技術のシステムを題材に技術ガバナンス レビューを通して技術イノベーション力を育成する 中学校技術科の授業モデルの開発と実践†

Development and Practice of a Lesson Model for Junior High School Technology Department to Develop Technological Innovation Ability through a Review Lesson of Technological Governance with a Medical/Nursing Technology System

加藤 佳昭*
Yoshiaki KATO

宮川 洋一**
Yoichi MIYAGAWA

上野 耕史***
Koushi UENO

森山 潤****
Jun MORIYAMA

本研究は、医療・介護技術のシステムを題材として、技術ガバナンスレビューを通して技術イノベーション力を育成する中学校技術・家庭科技術分野の授業モデルを開発して実践を試みた。18 単位時間の題材を構成し、中学 3 年生を対象とした実践と技術イノベーション力に関する事後調査を行った。授業の実践においては、全 35 チームがユーザーのニーズとチームのシーズを踏まえ、各チームで決め出した開発コンセプトに基づいた製品モデルの開発を行うことができた。技術イノベーション力に関する事後調査では、技術の最適化に着目した調査(調査 1)、新しい技術的な製品やシステムのアイデアを発想して提案できる力に着目した調査(調査 2)を実施した。その結果、調査 1 では全体の 83.8% の生徒、調査 2 では全体の 61.7% の生徒が満足できる状況と判断することができ、開発した授業モデル及び実践は、生徒の技術イノベーション力を育成することに有効であることが示された。

キーワード：システムの学習、医療・介護技術、技術イノベーション、統合的な問題の解決

1. はじめに

第四次産業革命や Society5.0 時代の技術は、これまで人類が培ってきたものづくり、第 3 次ブームを迎えた AI、5G 技術でさらに進展が進むと予想される IoT 技術、遺伝子レベルの生命技術の進展など、それぞれの技術の高度化が推進されると考えられている。Klaus Schwab は、このような新しい世界を理解するためには、「技術について幅広く、かつ具体的に、最小限の知識を獲得し、技術の潜在的な可能性、活用の仕方について理解を深める」ズームインと、「点と点

を結ぶように、複数の技術が結びつく効果、そして技術が触媒となってシステムに起きる変化を理解する」ズームアウトという二つのアプローチが有効であると述べている¹⁾。この Klaus Schwab が述べているシステムの概念は大変広い。システムについては、例えばシステム工学に関する国際的団体である INCOSE(The International Council on Systems Engineering)が、「定義された目的を達成する、要素、サブシステム、またはアセンブリが統合されたひとまとまり。これらの要素には、製品(ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア)、プロセス、人、情報、技術、設備、サービス、およびその他のサポート要素が含まれる。」と定義している。また、ISO/IEC/IEEE 15288 では、「一つ以上の定められた目的を達成するために編成された、相互作用する要素の組み合わせ。」と定義し、技術要素を組み合わせた人工物や方法の仕組みをシステムと定義している²⁾。

紅林は、中学校技術・家庭科技術分野(以後、技術科と略記する。)の計測・制御の学習に着目し、IC や

(2020 年 8 月 31 日受付, 2021 年 4 月 29 日受理)

* 岩手大学教育学部附属中学校 (正会員 B)

** 岩手大学 (正会員 A)

*** 国立教育政策研究所 (正会員 A)

**** 兵庫教育大学 (正会員 A)

† 2019 年 12 月本学会技術教育分科会研究発表会(神戸)にて発表

PIC そのものの仕組みについての理解は専門家以外難しいが、使用している部品の一部はブラックボックスであってもシステムとして全体の仕組みの概要が理解できるようになると述べ、計測・制御の学習についてのシステムの考察を行っている³⁾。さらに菊地らは、「システムは、それ自身の要素が機能を有しているものであり、また他の要素と互に関連しながら全体としても機能しているものである。」とし、人間の学習過程に関わる幾つかの例や、ものづくりと情報の学習を融合した技術学習について、システムの考察を行っている⁴⁾。

中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説技術・家庭編においては、第 3 学年で取り上げる各内容の(2)及び「D 情報の技術」の(3)については、「現代社会で活用されている多くの技術が、システム化されている実態に対応するため」として、これまでの学習を踏まえた統合的な問題の解決について扱うこと⁵⁾とされ、本研究でいうシステムの一部を想定した内容になっている。今後の技術教育では、システムに着目することにより、既存の 4 内容に加えて新たな枠組みとして明確に据えることが重要であり、このような考え方は、本学会の「技術教育の在り方」検討委員会においても議論されているところである⁶⁾。

このような考え方に立脚したシステムを取り上げることで、これまでの 4 内容の枠組みではなかなか扱えてこなかった医工学や福祉工学など、これからの時代に重要となる医療・介護技術の内容も扱えるようになる。例えば、ITEEA の技術内容スタンダード(生徒が技術的素養を持つために知っておくべくこと)では、人間が自分たちの必要性や欲求を満足させるために自然界に対して行ったすべての変更で成り立っている社会を「デザインされた社会」として、医療技術、農業とそれに関連するバイオテクノロジー、エネルギーと動力技術、情報通信技術、輸送技術、製造技術、建築技術の七つのスタンダードを取り上げており、医療・介護に関する技術が明確に示されている⁷⁾。

普通教育におけるシステムの学習を具現化するためには、技術リテラシーの主要概念である持続的に発展可能な社会の構築に向けた技術イノベーションと技術ガバナンスに関わる資質・能力を形成するための題材を構成する必要がある⁸⁾。これは本学会、「21 世紀の技術(改訂版)」の「技術教育固有の対象と内容構成(内容知)」においても、各内容を貫く「社会安全と技術ガバナンス」と「発明・知的財産とイノベーション」として示されており、両者が車輪のごとく機能するよう

に題材を構成していくことが求められている⁹⁾。

さて、技術ガバナンス能力の育成に関する基礎的研究としては、大谷らの技術ガバナンス能力を構成する下位能力の一つとする「社会における技術のあり方を評価する能力」(技術評価力)についての調査などがある^{10)~12)}。川路らは、これら既述の先行研究をレビューしつつ、Society5.0 のような将来の社会像を支える重層的なイノベーションを実現するためには、多様な問題解決を図る技術開発に関わる技術イノベーションの能力が必要であり、この能力により社会変革が継続していくためには、多様な視点から技術の関連性を判断・評価する技術ガバナンスの能力が重要であると指摘している。その上で、平成 29 年告示の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の内容「C エネルギー変換の技術」の(1)を核とした「技術ガバナンスレビュー学習」と名付けた枠組みを、他教科との関連性も踏まえて開発し、実践及び効果の検証をしている¹³⁾。しかしながら、この研究は主に技術ガバナンスを扱う「技術ガバナンスレビュー学習」に関する研究であり、技術リテラシーの主要概念である技術イノベーションに関する実践研究には至っていない。

一方、技術イノベーションに関する研究については、森山らが刊行している「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」¹⁴⁾に多数所収されているが、川路らが行ったような技術ガバナンスに関する学習と技術イノベーションに関する学習へと繋がる一体的な学習の実践的な検討、つまり、技術ガバナンスと技術イノベーションを軸とした技術リテラシーを育成するシステムに関する授業モデルの構築、具体的な実践的検討は、筆者らが見る限り見当たらない。

そこで本研究では、技術科第 3 学年で扱う内容 D 「情報の技術」(3)「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」を核として、統合的な問題として医療・介護技術を取り上げ、「技術ガバナンスレビュー学習」を通して、技術イノベーション力を育成するシステムの授業モデル及び具体的な題材の開発と実践を試み、その教育的効果を検討することにした。

2. 実践のデザイン

2.1 医療・介護技術のシステムを学ぶ題材構成

本研究では、技術科の第 3 学年で実施する内容 D 「情報の技術」(3)「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」を核として、医療・介護技術のシステムの題材を構成した(表 1)。

表 1 医療・介護技術のシステムを学ぶ題材構成

ステップ	学習内容	
1 生活や社会を支える技術 ※D(1) ※D(3)ア	計測・制御システムについての基礎的な知識及び技能を習得する。(2時間) 社会構造の変化から、医療・介護を問題解決のテーマとして設定する。(1時間) 生活や社会における医療・介護技術のシステムについて、技術・理科・社会・数学の見方・考え方にに基づき、製品の開発・創造・普及の要因等を読み解く。(3時間)	
2 技術による問題の解決 ※D(3)イ	Define 機会の定義	幾つかの症状の患者を想定し、現状を調査し、理想の姿とのギャップから解決すべき問題を絞り込む。(0.5時間)
	Discover アイデアを発見する	開発において検討・配慮すべき事項をチーム内で話し合い、開発コンセプトを決定する。(0.5時間) 製品アイデアを出し合い、ユーザーの願いを叶え、社会に受け入れられる製品モデルを検討し、製品モデルのイメージを絞り込む。(1時間)
	Develop 設計を作り上げる	開発する製品モデルのイメージ図、使用する部品、アルゴリズムの図を持ち合い、最も実現可能性の高い設計に絞り込む。(1時間)
	Demonstrate イノベーションを証明する	開発プロセスを決定し、製品モデルを試作する。問題解決を試行し、設計と開発プロセスについて評価、改善・修正を繰り返し、人間の機能不全を補填するシステムを開発する。(6時間) 開発した製品モデルを提案し、他チームが開発した製品モデルをさまざまな視点から評価する。(1時間)
3 社会の発展と技術 ※D(4)	人工知能搭載の電動椅子のデモンストラーションから、技術の将来展望について、自分の考えを発表することを通して、技術の概念化を図り、技術リテラシーの醸成を図る。(2時間)	

※中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 技術・家庭編との対応

本題材のテーマを医療・介護技術とし、ユーザーの願い(ウォンツ)と QOL(生活の質)向上のための製品モデル開発の本質的な目的(ニーズ)を踏まえ、各自がこれまでの学習で身につけた技術力(シーズ)に基づき、医療機器の開発者の立場にて製品を開発していく学習を設定した。なお、ウォンツとニーズには明確な違いがあるものの、中学生にはやや難解な概念となるので、生徒に対しては両者をあわせて「ニーズ」という用語で進めることにした。

2.2 授業モデルの開発

システムの学習は、これまでの学習を踏まえた統合的な問題の解決として行われる。このため、基礎的な知識及び技能を習得した後、技術(Technology)に関する問題発見・解決を通じた授業モデルが必要となる。本題材のステップ 1「生活や社会を支える技術」で参考としている「技術ガバナンスレビュー学習」の授業モデルについては、先に述べた通り先行研究が存在する。そこで、本題材のステップ 2 からステップ 3 に該当するシステムの授業モデルを新たに開発する。

David Silverstein らは、実社会におけるイノベーション全体をフロントエンドでのイノベーションとバックエンドでの活用という二面的なプロセスで捉えている。フロントエンドでのイノベーションとは、新しい製品やプロセス、ビジネスモデルを追い求める非直線的モデル、バックエンドでの活用は、フロントエンドでのイノベーションで実行可能と判断された新しい設計を商品化するための体系的なアプローチと定義している。特にフロントエンドでのイノベーションでは、最先端のイノベーション法として D4 モデルが提唱されている。D4 モデルとは、機会の定義(Define)、アイデアを発見する(Discover)、設計を作り上げる(Develop)、イノベーションを証明する(Demonstrate)という 4 段階で構成され、チームにて拡散と収束両方の思考と行動を繰り返しながら問題を解決し、新しい製品を追い求める開発モデルである¹⁵⁾。

本教科の学習として取り上げる技術イノベーションは、主にフロントエンドでのイノベーションに該当する。そこで、本題材のステップ 2「技術による問題の解決」にて、David Silverstein らが提唱する D4 モデルを援用する。その上で、本題材における学びと最先端の研究開発とを結びつけ、技術の概念を理解できるようにして、技術リテラシーの醸成を目指す授業モデルを開発した(図 1)。

2.3 実践対象者と教育的効果の検討方法

2.3.1 実践対象者及び授業者

本実践は、第 1 著者が 2019 年 7 月から 12 月に A 中学校 3 年生(男子 80 名、女子 79 名、計 159 名)を対象として行った。データの分析は、欠席が多かった 5 名の生徒を除いた 154 名とした。

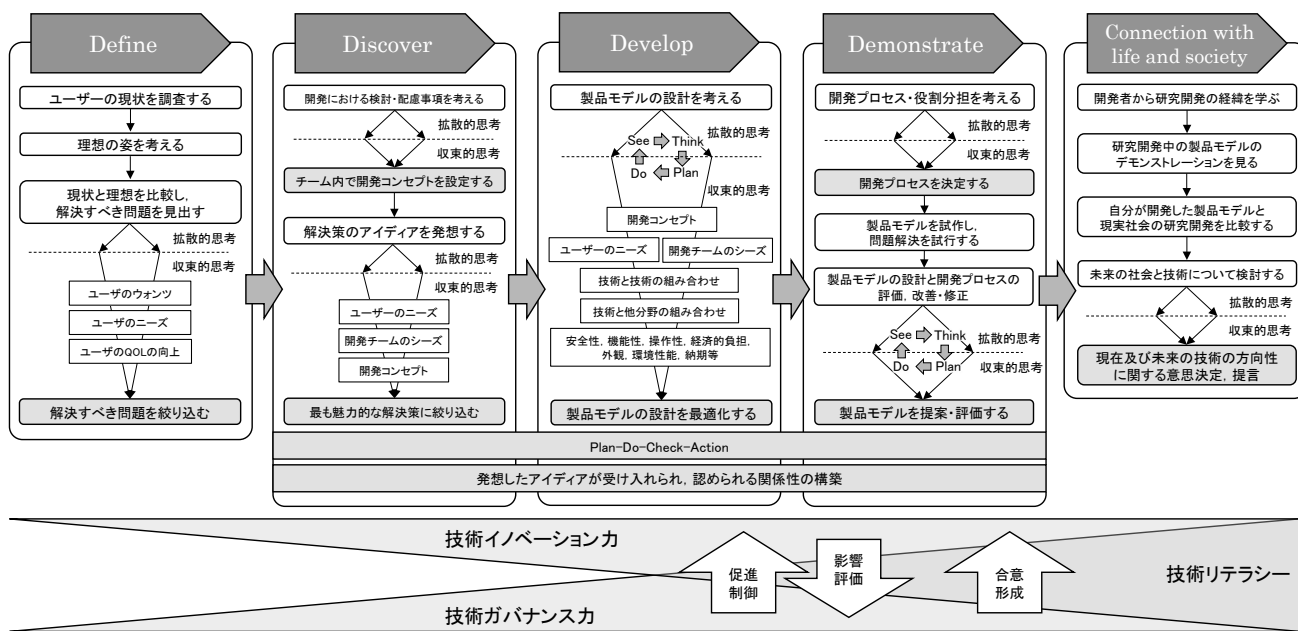


図1 技術イノベーション力を育成するシステムの授業モデル

2.3.2 技術イノベーション力の検討方法

第一に、技術イノベーションでは、社会からの要求や利便性だけでなく、安全性、環境負荷や経済性などに着目した技術を最適化する能力(技術の見方・考え方)が必要となる。そこで、製品モデルの開発を終えた生徒に対して、技術の最適化に着目した調査を実施する(以後、調査1)。

第二に、本学会「技術教育の在り方」検討委員会が主催した令和元年12月開催の第3回技術教育アイデアソンでは、普通教育としての技術教育における技術イノベーション力の育成について、その出口となる児童生徒の姿を、ニーズとシーズをマッチさせつつ「技術的な問題解決の発見・解決する力、新しい技術的な製品やシステムのアイデアを発想して提案できる力を身につけている」として、具体的な題材・教材の在り方を討論している¹⁶⁾。そこで、技術イノベーション力の一部と想定される「ニーズとシーズとをマッチさせ、新しい技術的な製品やシステムのアイデアを発想して提案できる力」が身につけているかに着目した調査を実施する(以後、調査2)。

なお、調査1及び調査2については、いずれも第1著者と第2著者が協議して作成し、実践対象者の評価についても同様にこの2名で実施する。

3. 実践の結果及び調査の結果と考察

3.1. 実践の結果

3.1.1 生活や社会を支える技術

生活や社会を支える計測・制御の技術の中から、自動ブレーキシステム、段差回避システム、無人搬送機を再現し、計測・制御システムにおける信号の伝達経路や変換方法の原理、プログラミングの基本的な考え方と技能、システムの基本的な仕組みについての知識を習得できるようにした。

次に、日本の人口推移予測グラフから、未来の社会で生徒たちが直面すると推測される問題を挙げさせた。2025年の日本社会の問題として生徒が挙げた項目は、働き手の不足、年金問題、医療費問題、介護と仕事の両立の難しさ、介護施設の不足、高齢者による事故の増加、認知症患者の増加、一部の産業の衰退、地域の経済活動であった。これらの中から、技術科が学習対象とする技術(Technology)で解決可能な問題を量的に絞り込み、その結果として、高齢者の医療・介護を問題解決のテーマとして設定した。

その後、既に製品化されている三つの医療機器(装着式随意運動介助電気刺激装置・ロボットスーツ・筋電義手)の開発・創造・普及の要因と過程を追究させた。調査活動は4人1組を基本として行い、グループ内で調査内容(技術、理科、社会、数学)を分担して行った。



図 2 生徒が見出した開発において検討・配慮する事項

調査内容を共有し、そこから見出した製品開発において開発者が検討・配慮したであろう事項を、技術的課題解決の過程別に KJ 法を用いてグルーピングを行い、他製品を調査したグループと情報を共有できるようにした(図 2)。ここで見出した検討・配慮事項は、以後の製品モデルの開発におけるコンセプトとして活用できるようにした。

3.1.2 Define(機会を定義する)

高齢者の医療・介護問題の解決に向け、実際に取り組む技術的な問題を明確にするため、幾つかの症状の患者を想定し、現状と理想の姿を調査し(拡散的思考)、そのギャップから解決すべき問題を見い出させた(収束的思考)。「自分の意思で好きなものをお皿から選んで食べたい」、「自分が行きたい場所へ自分の力で移動したい」、「人とのコミュニケーションを楽しみたい」等、ユーザーのウォンツに基づき、ユーザーの QOL 向上のための製品モデルの開発目的となる本質的なニーズ(以下、ニーズ)を見出し、チームで解決すべき問題として設定した。以後、4 名 1 組を基本としたチーム編成を行い、医療機器の開発者の立場で設定した問題を解決していくようにした。

3.1.3 Discover(アイデアを発見する)

これまでの学習で整理した開発における検討・配慮事項から、各自が重視したい事項を持ち合い(拡散的思考)、チームとしての優先順位を決定し(収束的思考)、これを開発コンセプトにした。各チームが絞り込んだ

表 2 開発のコンセプト (調査対象チーム : 35)

順位	1	2	3	4	5	6
分類	経済性	安全性	外観	利便性	機能性	操作性
割合 (%)	90.9	72.7	42.4	36.4	33.3	30.3

開発コンセプトの状況を表 2 に示す。

次に、問題を解決するためのアイデアを発想する場面では、生徒はユーザーのニーズをさらに深く探るため、身体を動かして要介護者の症状や困り感を考えたり、必要に応じてネット検索等を行ったりして、どのようにすればユーザーの願いが叶えられるかについて考え(拡散的思考)、先に設定した開発コンセプトを踏まえて、発想したアイデアのうち最も魅力的な幾つかのアイデアに絞り込んだ(収束的思考)。ただし、この段階ではアイデアを一つに絞り込む必要はなく、試作・試行してみたいものがあれば、複数のアイデアを残しておくように指導した。

3.1.4 Develop(設計を作り上げる)

絞り込まれたアイデアに基づき、各自が考えた製品モデルのイメージ図、使用するセンサやアクチュエータ等の必要な部品の種類と個数、製品モデルの動作のアルゴリズムの図を持ち合い(拡散的思考)、開発コンセプトを踏まえて、ユーザーのニーズと各チームのシーズがマッチングする最も実現可能性の高い設計を一つに絞り込み(収束的思考)、さらに設計を練り上げた。図 3 にイメージ図と実際の完成品例を示す。

3.1.5 Demonstrate(イノベーションを証明する)

この段階で、生徒は作り上げた設計に基づいて、製品モデルの開発を進めた。限られた時間の中で製品モデルの開発を行うためには、速くて効率の良い開発プロセスが必要となる。そこで、生徒には、各グループのコンセプトに加え、納期(期限)も意識させた。この際、サンプルプログラムベースの開発からオリジナルプログラムの開発を行うという流れや、適材適所で力を発揮するための役割分担についてもチームで検討するよう具体的に指導した。

チーム内の各担当が試作したソフトウェアとハードウェアを融合させたシステムの動作確認(See)、プログラムのバグの発見とハードウェアの改善点の明確化(Think・拡散的思考)、改善策と開発プロセスの考案(Plan・収束的思考)、プログラムのデバッグやハードウェアの改善(Do)という STPD サイクルを繰り返した。図 4 は製品モデルの提案までに、STPD サイクルを 3

回行ったチームの開発プロセス例である。

製品モデルの提案においては、生徒はプレゼンテーション資料を使い、デモンストレーションを行いながら、開発した製品モデルの魅力、トレードオフの関係にある開発コンセプトの折り合い、つまり技術の最適化をどのように行ってきたのかを発表した(図 5)。

例えば、図 5 左の製品モデルは、不慮の事故等で身体機能が低下してしまったユーザーを想定したシステムであり、リムーバブルハンドと命名していた。プレゼンテーションでは、ジャイロセンサやタッチセンサとアタッチメント式のフォークやスプーンを組み合わせ、食べ物を自由に移動、停止させ、ユーザーの口元まで食べ物を運ぶ動作を、簡単な操作で実現できるシステムとしたこと、ユーザーのニーズを踏まえつつ、一般家庭に購入していただけるように価格を抑えようと使用するセンサの数を必要最小限に抑えた工夫点が発表された。

製品モデルの提案を聞く生徒には、トレードオフの関係になる複数の視点に対して、折り合いを付けることの重要性の認識を高める目的で、他チームが提案する製品モデルを評価できるようにした。評価の観点は、表 2 で示した開発コンセプトに加え、ニーズに基づいた開発となっているか、わかりやすいプレゼンテーションとなっているかの 2 観点を加えた。ただし、評価の負担を軽減するため開発コンセプトは表 2 の上位 4 観点のみとし、全体で 6 観点とした(図 6)。

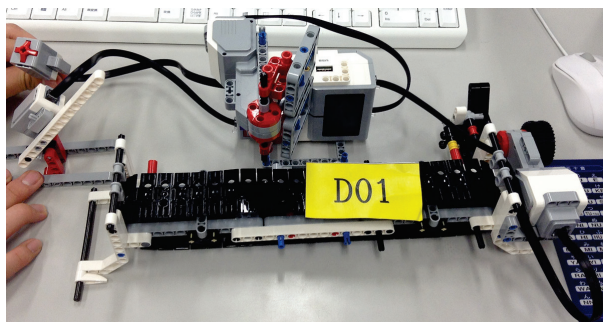
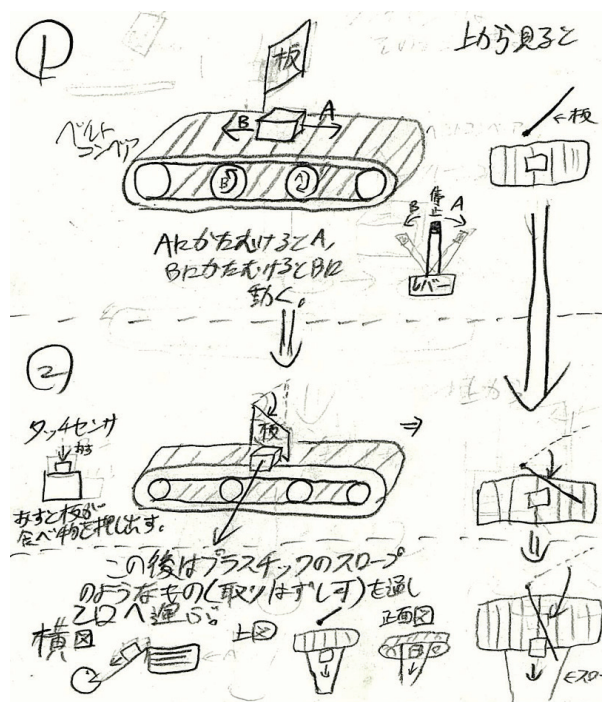


図 3 製品モデルのイメージ図¹⁷⁾と実際の完成品例

生徒 A	組立・プログラム実行	ソフト開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト・ハードの改善	改善した製品モデルの動作確認・資料確認	製品モデルの提案
生徒 B	組立・プログラム実行	ハード開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト・ハードの改善	改善した製品モデルの動作確認・資料確認	
生徒 C	組立・プログラム実行	ハード開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト・ハードの改善	改善した製品モデルの動作確認・資料確認	
生徒 D	組立・プログラム実行	ハード開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト開発	動作確認・改善点洗い出し(拡散的思考)	改善策・開発プロセスの考案(収束的思考)	ソフト・ハードの改善	改善した製品モデルの動作確認・資料確認	

図 4 生徒の開発プロセス例



図 5 各チームで開発したシステムの製品モデル例

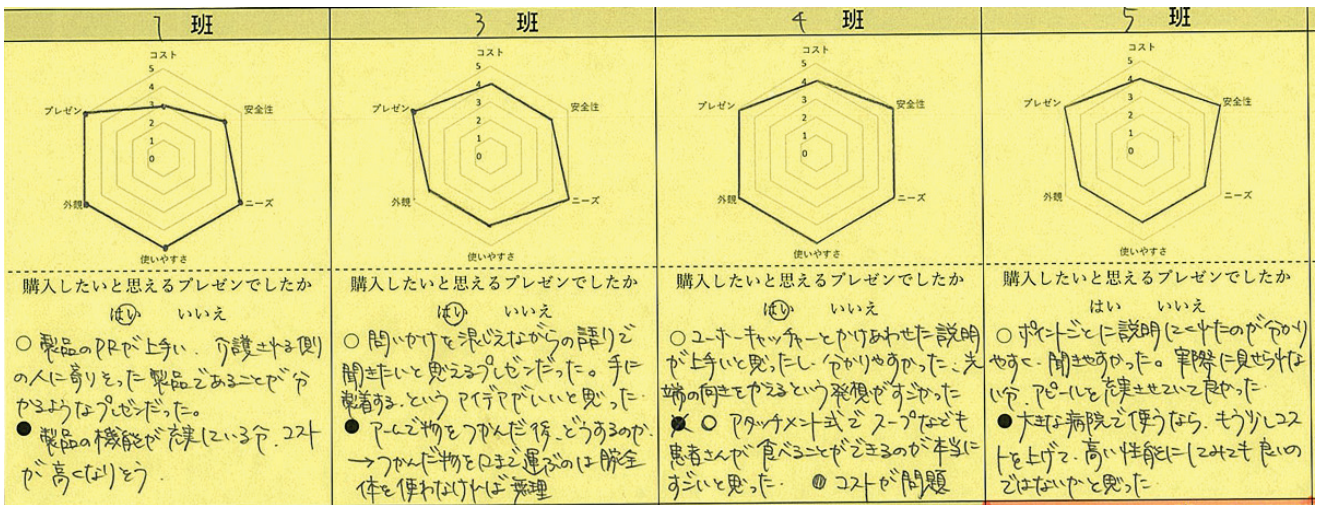


図 6 評価シートの記述例

3.1.6 社会の発展と技術

製品モデルの開発を終えた生徒たちに、筋電位センサと人工知能を使って舌の動きで操作できる電動椅子を開発している研究者を招聘し、最先端の研究開発と本題材の学びの接続を図った。なお、招聘した研究者は、本研究で使用したロボット教材も活用しながら実際に研究開発をしている。このような学習活動を題材に組み込むことにより、教材を用いたシステムの学習と実際の製品開発とを接続し、未来の技術イノベーションの展望について考えさせ、生徒の技術リテラシーの醸成を図れるように配慮した。

3.2 調査の結果と考察

3.2.1 調査 1 の結果と考察

調査 1 の問いは、「製品モデルの開発過程でさまざまな視点にどのように折り合いをつけて製品化に至ったのかを説明しなさい。」である。評価規準と判定の結果を表 3 に示す。

生徒の記述を評価した結果、A 評価と判定できる生徒が全体の 60.4% となった。また、A 評価には至らないものの、学習後の記述としておおむね満足できる状況であると考えられる B 評価と判定できる生徒は全体の 23.4% となった。

調査 1 で A 評価と判定した生徒(X 生)の記述例に基づき考察を行う。X 生のグループは、安全性・利便性(快適)を開発コンセプトの上位に据えて製品モデルの改善を行った。この開発コンセプトに基づく改善点は、モータを追加した仕組みを取り入れることにより解決することができた。一方、モータを追加した仕組みを

表 3 技術の最適化に関する調査 1 の分類 (N=154)

判定	評価規準	人数 (人)	割合 (%)
A	技術の最適化について、複数の検討・配慮事項の長所・短所に折り合いをつけた説明をしている	93	60.4
B	技術の最適化について、複数の検討・配慮事項を踏まえて説明している	36	23.4
C	B の評価規準に到達していない	25	16.2

開発者は、コストや重量、納期など様々な視点を持つ中で、第一に使用者のニーズに応えることを考えていると思う。しかし、ニーズに応えるのと同時にすべての視点に合うような製品をつくるのは困難と言える。実際、自分のグループで製品モデルの開発をしても、より安全で快適なものにするためにモータを増やしたところ、コストという観点においては不適切な設計になってしまった。しかし、安全性、快適性に重点を置いていた私たちは、コスト面での憂慮はしないものとした。このように、開発者はさまざまな視点の中で重点を置くものを決め、それらも踏まえた最大限に良い状態のものを開発している。

取り入れたことにより、開発コンセプトの一つとしていた経済性については、やや低下せざるを得なかった点を認識している。その上で、開発者が複数の検討・配慮事項を踏まえ、折り合いをつけながら製品開発を行っている点を指摘している。このような振り返りを行っている生徒が全体の 83.8% となっていることから、本授業モデルに基づく実践を通して、社会からの要求や利便性だけでなく、安全性、環境負荷や経済性などに着目した技術を最適化する能力が高まっているのではないかと推察できる。

3.2.2 調査2の結果と考察

調査2は、別の制約条件下における新しいシステムのアイデアの発想に関する調査である。具体的な問いは、「認知症の祖父の徘徊に伴う危険を回避したいという家族の願いに応えるための製品開発依頼を受けた開発者の立場で、これまでの計測・制御システム等の学習を踏まえ、イラストと文章でアルゴリズムがわかるように説明しなさい。」というものである。評価項目と分類、分析結果を表4に示す。なお、評価項目については、「ニーズとシーズとをマッチさせ、新たなアイデアの発想ができること」に基づく項目として、(1)介護者のニーズに応えるもの、(2)要介護者のニーズに応えるもの、(3)シーズが明確であるの3項目を設定し、「新たなアイデアを提案することができること」に基づく項目として、(4)アルゴリズムの説明がされている、(5)機能等の説明がされているの2項目、計5項目とした。

生徒の記述を評価した結果、ニーズとシーズの両方を踏まえている「内容の5項目を満たす」と「内容の4項目を満たす」と判定できる生徒の合計が全体の61.7%となった(以下、このカテゴリを「内容の4~5項目を満たす」と表記する)。

Y生(図7)は、祖父の徘徊に伴う危険を回避するために、ジャイロセンサやGPSの機能を埋め込んだ腕時計型の見守りシステムを提案している。このような計測・制御システムに加え、PCとスマートフォンとの同期がなされているシステムの提案を行っている。このアイデアの提案は、自由に生活したい介護者本人と、安全に見守りたいという家族のニーズを踏まえ、学習者のシーズと見なせる既習事項に基づいた提案がなされていると判断できる。抽象度が高く、比較的難易度が高いと想定された調査2において、61.7%の生徒が「内容の4~5項目を満たす」と判定できたことから、

表4 新システムの開発に関する調査2の分類 (N=154)

分類	評価項目	人数 (人)	割合 (%)
内容の5項目を満たす	(1) 要介護者の家族のニーズ	42	27.3
内容の4項目を満たす	(2) 要介護者のニーズ	53	34.4
内容の3項目を満たす	(3) シーズ (計測・制御の3要素が明確であること)	34	22.1
内容の2項目を満たす	(4) アルゴリズムの説明	21	13.6
内容の1項目を満たす	(5) 製品モデルの機能等の説明	1	0.7
内容の0項目を満たす		3	1.9

開発した授業モデル及び実践は、生徒の技術イノベーション力を育成することに有効であることが示された。

4. おわりに

本研究は、医療・介護技術のシステムを題材として、技術ガバナンスレビューを通して、技術イノベーション力を育成する技術科の授業モデルを開発するとともに実践を行い、生徒の学習状況からその教育的効果を検討した。

その結果、医療・介護技術を題材としつつ、技術イノベーション力に着目したシステムの授業モデルを開発することができた。また、本授業モデルに基づき実

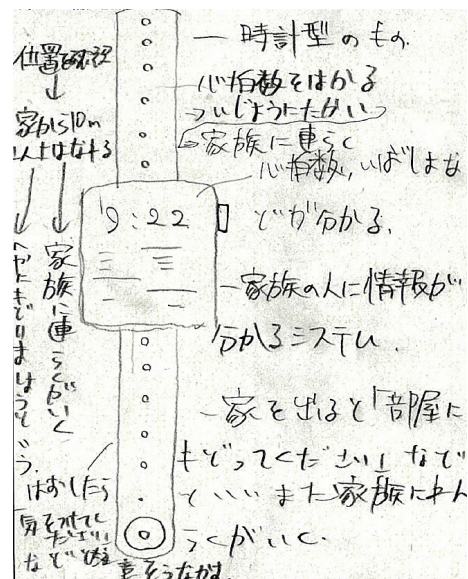
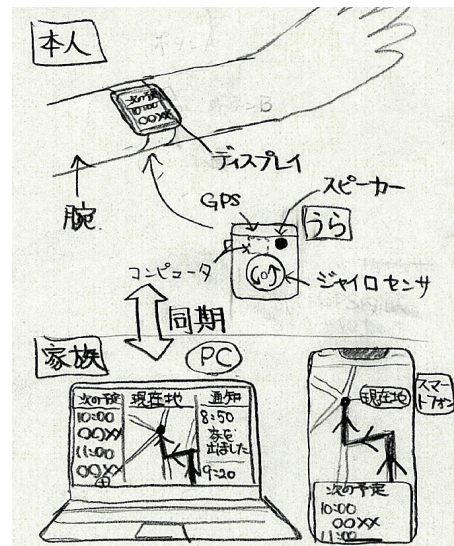


図7 Y生が発想した新たなシステムのアイデア例

際に中学 3 年生を対象に実践を行い、生徒の学習状況から技術イノベーション力の育成に関する教育的な成果が得られたのではないかと考えている。

一方、システムの学習、技術科の資質・能力に関する技術ガバナンス力や技術イノベーション力を構成する下位能力や構造の分析、この両者がどのように関係し合い、本教科が目指す技術リテラシーが形成されていくのか、その詳細なメカニズムについては究明できていない。これらが明らかになっていくことにより、日々の授業の目標及び評価の観点がより明確になるとともに、実践途上における個々の生徒の実態に応じた具体的な指導の手立てを導き出させるようになると考える。これらを今後の課題とする。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18H01014 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) Klaus Schwab・小川敏子訳：「第四次産業革命」を生き抜く，日本経済新聞出版社，pp.21-53 (2019)
- 2) David D. Walden・Garry J. Roedler・Kevin J. Forsberg・R. Douglas Hamelin・Thomas M. Shortell編・西村秀和訳：システムエンジニアリングハンドブック第 4 版，慶応義塾大学出版会，pp.5-6 (2019)
- 3) 紅林秀治：中学校における計測・制御の学習で身につけさせたい知識と能力，システム/制御/情報，第 62 巻，第 7 号，pp.260-265 (2018)
- 4) 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同プロジェクト(P)研究グループ，森山潤・菊地章・山崎貞人編：イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望，ジヤース教育新社，pp.15-40 (2016)
- 5) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 技術・家庭編，開隆堂出版，p.24 (2018)
- 6) 「技術教育の在り方」検討委員会：学会シンポジウム：「21 世紀の技術教育」改訂に向けて(1)「新しい技術教育の枠組みと方向性」報告，日本産業技術教育学会誌，第 61 巻，第 4 号，pp.83-88 (2019)
- 7) 国際技術教育学会，宮川秀俊・桜井宏・都築千絵編訳：国際競争力を高めるアメリカの教育戦略，教育開発研究所，pp.179-191 (2002)
- 8) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会編：技術科教育概論，九州出版会，pp.49-54 (2018)
- 9) 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育(改訂)，<http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf> (最終アクセス日：2020 年 5 月 24 日)
- 10) 大谷忠・藤本登：中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査結果報告，国立教育政策研究所科学 研究費助成事業シンポジウム(研究代表者：上野 耕史)，p.5 (2013)
- 11) 藤井道彦・谷田親彦・大谷忠・上野耕史：中学生の「生物育成に関する技術」に関わる技術ガバナンス能力の調査結果報告，国立教育政策研究所科学 研究費助成事業シンポジウム(上野耕史代表)，p.140 (2014)
- 12) 世良啓太・森山潤・末吉克行・他 2 名：遺伝子組み換え技術の今後の在り方に対する中学生の意思決定と技術評価観点，日本産業技術教育学会誌，第 60 巻，第 3 号，pp.127-133 (2018)
- 13) 川路智治・谷田親彦・森山潤・上野耕史：技術科における「ガバナンスレビュー学習」の授業開発と実践評価，科学教育研究，第 44 巻，第 1 号，pp.3-13 (2020)
- 14) 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同プロジェクト(P)研究グループ，森山潤・菊地章・山崎貞人編：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，ジヤース教育新社 (2016)
- 15) David Silverstein・Philip Samuel・Neil DeCarlo・野村恭彦監訳・清川幸美訳：発想を事業化するイノベーション・ツールキット 機会の特定から実現性の証明まで，英治出版，pp.1-33 (2015)
- 16) 「技術教育の在り方」検討委員会：第 3 回技術教育アイデアソン報告，日本産業技術教育学会誌，第 62 巻，第 2 号，pp.187-188 (2020)
- 17) 文部科学省：中学校技術・家庭科(技術分野)におけるプログラミング教育実践事例集，p.96 (2020)

Abstract

This study established a lesson model for junior high school Technology and Home Economics (Technology Department) with the aim to develop the technological innovation ability through a technological governance review lesson, using the system of medical/nursing technology as a subject. In addition, we attempted to apply the model. We constructed the material for 18 hours and conducted a post-survey on the technological innovation ability. As a result, all 35 teams were able to develop a product model based on the development concept determined by each team, and on the needs of users and the seeds of the team. In Survey 1 and 2, 83.8% and 50% of the students, respectively, were deemed satisfied. It was shown that the developed lesson model and practice were effective in enhancing students' technological innovation ability.

Key words: Learning about the system, Medical/nursing technology system, Technological innovation, Integrated problem-solving