

中学校技術科における構造化した資質・能力に 基づく学習の枠組みの提案

堤 健 人
(2022年10月7日受理)

A Learning Framework Based on the Structure of Qualities and Abilities
in Junior High School Technology Education

Kento Tsutsumi

Abstract: We aimed to develop a learning framework corresponding to the new course of study. The learning framework focuses on the acquisition of qualities and abilities through systematic and methodical learning. Referring to prior studies and the previously reported structure of qualities and abilities, we created a framework. It includes the following steps: “the formation of a relationship with technology,” “the acquisition of individual knowledge,” “the acquisition of conceptual knowledge,” “understanding the conditions for applying knowledge,” “using knowledge in design and planning,” “problem-solving with interactions,” “realizing future returns based on the evaluation of problem-solving,” “realizing future returns based on the relationship between technology and life and society” and “cultivating interest through a vision of the future built by advanced technology.” In addition, from the viewpoint of utilizing this learning framework in junior high school technology education, we present a sample lesson that was created in line with the learning content of information technology and which provides a plan for instruction and evaluation.

Key words: Junior high school, Technology education, Qualities and abilities, Learning Framework
キーワード：中学校, 技術科, 資質・能力, 学習の枠組み

1. はじめに

近年の教育界における潮流は、いわゆるコンピテンシーと呼ばれる知識や各種スキル、情意、価値観等を含むような包括的な力の育成にある。コンピテンシーの概念は、多様に解釈・定義されていたが、DeSeCoプロジェクトはそれをキー・コンピテンシーとして整理した（ライチェン・サルガニク、2006）。キー・コンピテンシーは、その一部がPISA（Programme for

International Student Assessment：生徒の学習到達度調査）の理論的な背景として扱われ、多くの国々の教育政策に影響を及ぼしている。例えば、国立教育政策研究所（2013）は、初等中等教育の教育課程編成に関する基礎的資料として10か国の教育課程を調査している。その調査内容からは、知識の教授に偏向しない能力育成を志向する教育改革が、先進国を中心に展開されていることが窺える。さらに、DeSeCoの後継プロジェクトであるOECD Future of Education and Skills 2030 project（OECD, 2018）（以降、Education 2030）によって、2030年を見据えたコンピテンシーの検討が現在も継続中である。

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員：谷田親彦（主任指導教員）、磯崎哲夫、
長松正康、山崎敬人

日本では、2017年に現行の小学校及び中学校の学習指導要領が告示された。新たな教育課程では、「何が

できるようになるか」が重視され、育成を目指す資質・能力が三つの柱で整理された。三つの柱は、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」で構成されている。これらは、中学校学習指導要領（文部科学省、2017a）の総則において、生徒の発達の段階や特性等を踏まえつつ偏りなく育成することが求められている。

中央教育審議会（2016）は、現行の学習指導要領の改訂に向けた答申において、各教科等で育まれた資質・能力が、当該教科等における文脈以外の実社会で活用される汎用的な力にまで育てられることを期待している。このような力の育成には、まず各教科の意義を明確にし、「教科等の文脈に応じて、内容的に関連が深く子供たちの学習対象としやすい内容事項と関連付けながら育む」（中央教育審議会、2016：32）学習が重要であると指摘されている。すなわち、各教科等の学習は、汎用的な力の育成を見据え、教科等の文脈のもとで「思考力、判断力、表現力等」や「学びに向かう力、人間性等」を働かせ、教育内容に則した「知識及び技能」と実社会とを結び付けていく展開が求められると考えられる。

中学校技術・家庭科技術分野（以降、技術科とする）における汎用的な力に焦点を当てた先行研究には次のようなものがある。

魚住・宮川（1993）は学校教育全体で育成していく自己教育力を診断するテストを作成し、木材加工の学習前後で自己教育力が育成されることを明らかにしている。

岡島・市村・水野・大森・山崎（2020）は、自らの学習を調整しようとするメタ認知力と学習項目の到達度との関連を分析する中で、既習経験を意図的に想起する支援によって、自己調整学習における認知的方略が機能し、メタ認知力の働きが高まった事例を報告している。また、水野・岡島・大森・磯部・山崎（2021）は、STEAM教育連携とメタ認知能力を重視した技術ガバナンスレビュー学習のカリキュラムデザインの研究において、メタ認知的能力と概念的知識の獲得が相互に影響する可能性の示唆を得ている。

原田・松浦・安東（1997）は、指導者の教授活動に対するフィードバックを得るために、技術科の授業における生徒の学習意欲を測定する評価尺度を作成している。また、田浦・松浦（1995、1996）は、技術科の授業を評価するために、生徒の授業に対する態度尺度を作成している。

これらの成果は、今後の技術科の方向性や授業改善を検討する材料として示唆に富むものであるが、三つの柱で整理された資質・能力との関係性は明らかにさ

れていない。そのため、資質・能力を体系的・系統的に育成する中で、これらの成果をどのように位置付け、技術科の学習に展開していくことができるかは不明瞭である。換言すれば、これまでの技術科における蓄積を、新たな教育課程で活用していくための基盤となる資質・能力や学習に関する理論的な捉え方が必要であると考えられる。

そこで本稿では、堤・谷田（2022）で提案された技術科の資質・能力の構造を再構成し、それに基づく学習の枠組みを拡張することを試みる。具体的には、「知識及び技能」と「思考力、判断力、表現力等」に着目した学習の枠組みに、「学びに向かう力、人間性等」を組み込むことで、三つの柱で整理された資質・能力のすべてを技術科として体系的・系統的に育成する学習の枠組みを提案する。また、検討した学習の枠組みに基づき、技術科の学習内容に準ずる指導と評価の計画を例示することを試みる。

2. 学習の枠組みの検討

技術科の資質・能力の構造に基づく「知識及び技能」の習得と活用に関する学習は、堤・谷田（2022）で扱われているため、本稿では、「思考力、判断力、表現力等」と「学びに向かう力、人間性等」の育成に焦点をあてた学習について検討する。

2.1 技術科における「思考力、判断力、表現力等」育成の課題

答申（中央教育審議会、2016：30）によると、「思考力、判断力、表現力等」の育成に関連する思考・判断・表現の過程は次の三つに分類される。

- ・ 物事の中から問題を見だし、その問題を定義し解決の方向性を決定し、解決方法を探して計画を立て、結果を予測しながら実行し、振り返って次の問題発見・解決につなげていく過程
- ・ 精査した情報を基に自分の考えを形成し、文章や発話によって表現したり、目的や場面、状況等に応じて互いの考えを適切に伝え合い、多様な考えを理解したり、集団としての考えを形成したりしていく過程
- ・ 思いや考えを基に構想し、意味や価値を創造していく過程

日本産業技術教育学会（2012）は、普通教育としての技術教育の目的の一つに技術的課題解決力の育成を掲げている。技術的課題解決力の育成には、「創造の動機」、「設計・計画」、「製作・制作・育成」、「成果の評価」の4過程を欠落することなくたどらせることが必要である（日本産業技術教育学会、2012）。これら

四つの過程は、上記の思考・判断・表現の三分類における第一の過程に対応していると考えられる。また、技術的課題解決では、問題を解決することで解決策という新たな価値を創造していくと捉えることができる。つまり、一般的な技術科の学習では、思考・判断・表現の第一と第三の過程を含んでいると考えられる。

一方で、二つ目に示された「互いの考えを適切に伝えあい」「多様な考えを理解したり」「集団としての考えを形成したりしていく」過程は、指導者の授業構成に依存する。したがって、これらの過程を技術的課題解決活動に組み込み、「思考力、判断力、表現力等」を育成する学習の充実を図ることが必要であると考えられる。

2.2 技術科における「学びに向かう力、人間性等」育成の課題

答申（中央教育審議会，2016：30）によると、「学びに向かう力、人間性等」の育成について次のように示されている。

前述の①及び②の資質・能力を、どのような方向性で働かせていくかを決定付ける重要な要素であり、以下のような情意や態度等に関わるものが含まれる。こうした情意や態度等を育んでいくためには、体験活動も含め、社会や世界との関わりの中で、学んだことの意義を実感できるような学習活動を充実させていくことが重要となる。

* 前述の①及び②の資質・能力はそれぞれ「知識及び技能」と「思考力、判断力、表現力等」を指す

本田（2003）は「子どもにとって学習がどのような意味や意義をもっているか」を学習レリバンスと定義し、その構成要素を「現在のレリバンス（面白感）」と「将来的レリバンス（役立ち感）」とした。将来的レリバンスは現在のレリバンスの前提となることや、将来的レリバンスは、現在のレリバンスとともに実感することでより効果的に作用することも明らかにしている（本田，2003）。石井（2015：39）はレリバンスを「子どもたちが学ぶ意義や有効性」と表し、教科の学習において知的な発見や創造の面白さにふれる重要性を指摘している。これらのことから、学んだことの意義を実感させるには、社会や世界との関わりの中で、学習したことが将来どのように役立つかを実感させ、知的な発見や創造の活動を通して学習の面白さに気付かせる展開を構想する必要があると考えられる。

技術科における社会や世界との関わりを形成する学習は、技術ガバナンスや技術イノベーションの視点からこれからの生活や社会の在り方を考える活動が提案されている（谷田・出口・山田・大谷・上野，2015；加藤・宮川・上野・森山，2021）。しかしながら、これらの学習は、レリバンスの観点から学んだことの意

義を学習者に実感させるように構成されていない。また、レリバンスに着目した技術科の授業実践については管見の限り見当たらない。したがって、技術科において「学びに向かう力、人間性等」を効果的に育むためには、レリバンスの概念を取り入れた技術ガバナンスや技術イノベーションの学習を検討することが求められると考えられる。

2.3 技術科における資質・能力の構造の再構成

堤・谷田（2022）では、大谷（2018）が示した技術科の学力構造と答申（中央教育審議会，2016）に依拠して、技術科の資質・能力の構造が三重円で提案されている。しかしながら、堤・谷田（2022）の提案では、資質・能力の背景にあるコンピテンシー概念の特徴である文脈に応じた包括的なアプローチの表現に課題がある。そこで本稿では、技術科の学力構造に関する先行研究を資質・能力の観点から捉えなおし、OECDのプロジェクト等を参考に、技術科における資質・能力の構造を再構成することを試みる。

鈴木（2009）は、技術科の学力構造を三層で階層化し、下層から順に「表層」「中層」「深層」と表現した。鈴木によると、表層の学力は基礎的な「知識」と「技能」の習得によって形成され、中層の学力は表層の学力を用いた学習によって形成される主体的な「理解力」や能動的な「処理能力」と説明されている。深層の学力は表層と中層の学力を形成する学習の積み重ねによって形成される実践的な「態度」と示されている。また、これらの学力形成において、鈴木（2009：240）は深層の学力のみを強調して表層や中層の学力形成を軽視した指導では確かな学力は育成されないと指摘している。

大谷（2018）は、技術科の学力構造を「外層」「中層」「深層」という三層で分類された四重円で表現した。外層の学力には基礎的・基本的な「知識」や「技能」が位置付けられ、中層の学力には「思考力」「判断力」「表現力」が配置されている。最深部には深層の学力として、技術を適切に評価・活用する「能力」と「態度」が示されている。また、大谷の示す学力構造には、学習を表す三つの矢印が併記されており、深層に向けて各層を貫くように配置されている。これら矢印の始点と終点の関係から、それぞれの学習において、習得した学力に基づき新たな学力を形成することが求められていると考えられる。

以上をまとめると、技術科の学習によって形成される学力は大きく三つに分類することができ、その構成要素は教科固有の知識や技能、思考力等のスキルに関するもの、態度等の情意に関するものであることから、三つの柱で整理された資質・能力との対応関係が示唆

される。具体的には、鈴木や大谷が表層や外層の学力と表現したものが「知識及び技能」にあたり、中層の学力が「思考力、判断力、表現力等」、深層の学力が「学びに向かう力、人間性等」に該当すると考えられる。さらに、技術科では「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の育成を図る系統的な学習が重要であり、その過程においては習得した資質・能力を材料として、新たな資質・能力の育成に向けて活用させる授業設計が求められる。このような学習の流れは、答申（中央教育審議会、2016）で習得・活用・探究と示されている学びの過程に準ずるものと解釈できる。

一方で、DeSeCo プロジェクトが三つのカテゴリで示したキー・コンピテンシーは、文脈に応じていずれかを選択して用いるのではなく、三つの構成要素を相対的に重み付けして動員することが求められている（ライチェン・サルガニク、2006：121-124）。また、Education 2030（OECD、2018）では、要素としての知識、スキル、態度及び価値観が絡み合ってコンピテンシーを形成するモデルが提案されている。さらに、文部科学省（2017c）は三つの柱で整理した資質・能力を三角形の頂点にそれぞれ配置し、バランスをとりながら知識の理解の質を向上していく指導を求めている。これらのことから、資質・能力は適切な文脈の基で構成要素を一体として捉え育成することが必要であると考えられる。

これまでの知見を参考に、文部科学省（2017c）の資質・能力の概念図を援用して各要素の関係性を概括すると図1のように考えられる。

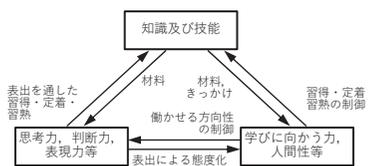


図1 資質・能力の関係性

また、技術科では大谷と鈴木の知見から、資質・能力の育成を図るうえで「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の順に焦点を当てた段階的で系統的な指導が重要である。これら資質・能力を一体的に育成することに配慮しながら、主に育成を目指す資質・能力に着目し、技術科の学習を「習得」「活用」「探究」の文脈に依拠した三つのSTEPで捉えることとする。それら文脈の変化に基づく資質・能力の構造や学習の流れを表す矢印と学習の目的を対応付けて図2に示す。

図2では、上部に位置付く資質・能力が育成する主な対象であり、下部に位置付く資質・能力がその育成を支える働きを担うことを表している。この構造は学習の文脈に応じて回転する。これにより、各要素の役割とその関係は、図1の関係性を基本としながら文脈に応じて変化する。

STEP1は上部に位置付く「知識及び技能」の習得や定着・習熟を目指す資質・能力の関係性を示しており、下部の「思考力、判断力、表現力等」と「学びに向かう力、人間性等」がそれを支える役割を表している。この学習は、「学びに向かう力、人間性等」を働かせて、「知識及び技能」を習得する学びの文脈を実社会から獲得することで始まる。国立教育政策研究所（2016：40）は、資質・能力の教育について「ある対象を学ぶスタート時点では、その対象の内容（知識）と資質・能力を分けて考える。前者を新しく学ぶために、後者を使って効果的な学習に従事する。」と説明している。また、思考力等を使って活用の文脈で知識や技能を習得させる重要性を提起している（国立教育政策研究所、2016：100-107）。ここから、図1の構造をSTEP1の学びにあてはめると、「学びに向かう力、人間性等」は獲得した文脈に即した「知識及び技能」の習得・定着・習熟やそれに向けて「思考力、判断力、表現力等」を働かせる方向性を制御するように作用すると考えられる。「思考力、判断力、表現力等」は、技術に支えられた実社会の文脈のもとで働かせることにより、文脈に内在する技術を顕在化させて「知識及び技能」の習得や定着・習熟を促す。そこでは、「知識及び技能」を思考活動の材料とした学習が想定される。

STEP2は、上部に位置付く「思考力、判断力、表現力等」の表出や深化・習熟を目指す資質・能力の関係性を示しており、下部の「知識及び技能」と「学びに向かう力、人間性等」がそれを支える役割を表している。石井（2015：13）は、思考スキルや社会スキルといった資質・能力は直接的な指導よりも思考等が自ずと生じる場づくりを優先すべきであると指摘している。ここから、STEP2の契機には、「学びに向かう力、人間性等」を働かせ、「知識及び技能」を活用して「思考力、判断力、表現力等」を表出する必然性をもった文脈の獲得が考えられる。文脈の獲得により、「知識及び技能」に着目したSTEP1の構造から、「思考力、判断力、表現力等」を上部に据えて主な育成の対象とする構造に転換する。この構造では、STEP1で習得・定着・習熟した「知識及び技能」を文脈に即して活用する材料として思考・判断・表現を行う学習が想定される。「知識及び技能」は思考等に活用されること

で、より定着や習熟が進むことが期待できる。これには文脈に即した活動が不可欠であり、「学びに向かう力、人間性等」は「思考力、判断力、表現力等」を適切に働かせるための制御を担い、「知識及び技能」はその方向性を決定する材料としても機能すると考えられる。

STEP3は、上部に位置付く「学びに向かう力、人間性等」の発揮や向上を目指す資質・能力の関係性を示しており、下部の「知識及び技能」と「思考力、判断力、表現力等」がそれを支える役割を表している。STEP3の契機は、「学びに向かう力、人間性等」がこれまでの学習で習得した資質・能力を基にして、技術によって実現を目指すよりよい社会を探究する文脈の獲得が考えられる。文脈の獲得により、「思考力、判断力、表現力等」に着目したSTEP2の構造から、「学びに向かう力、人間性等」を上部に据えて主な育成の対象とする構造に転換する。技術によって実現を目指すよりよい社会を探究するには、技術ガバナンス能力を働かせて技術を適切に評価することが重要になる。技術ガバナンス能力は、「科学技術革新の成果が広く深く社会と生活に浸透した21世紀において、国民が自ら技術の光と影に対して理解し、判断・発言・行動できる能力」と定義されている（大谷・藤本，2013）。この構造では、定着・習熟させてきた「知識及び技能」と、それらを活用して深化・習熟させてきた「思考力、判断力、表現力等」を、「学びに向かう力、人間性等」によって技術ガバナンスを意識した探究の文脈に即し

て働かせる学習が想定される。この学習では、多面的・多角的な思考・判断・表現が要求され、技術の光と影に基づく「知識及び技能」の活用が求められることから、「知識及び技能」は一層の定着や習熟が期待できると考えられる。

堤・谷田（2022）は、構造化した資質・能力に基づく学習の流れを①～⑥の矢印で表し、それぞれの学習の目的とともに示している。各学習の目的は、「①既存の資質・能力を基にした知識及び技能の習得」、「②知識及び技能の定着・習熟」、「③主に知識及び技能を活用した思考力、判断力、表現力等の表出」、「④思考力、判断力、表現力等の深化・習熟」、「⑤主に思考力、判断力、表現力等を基にした学びに向かう力、人間性等の発揮」及び「⑥学びに向かう力、人間性等の向上」と設定されている（堤・谷田，2022）。この考え方を提案する資質・能力の構造に援用すると、主に育成する資質・能力の要素から、①と②の学習はSTEP1に帰属すると考えられる。また、③と④の学習はSTEP2に、⑤と⑥の学習はSTEP3にそれぞれ帰属すると考えられる。

2.4 資質・能力の構造に基づく学習の枠組み

図2では、技術科で育成する資質・能力について、着目する主要素やその質の変化から三つのSTEPで構造化し、この構造に基づく学習の流れを①～⑥の矢印で目的とともに示した。図2の考え方を学校現場の授業設計にいかすためには、矢印の学習の具体を検討する必要があると考える。そこで本節では、資質・

[資質・能力の構造の転換と高まり]

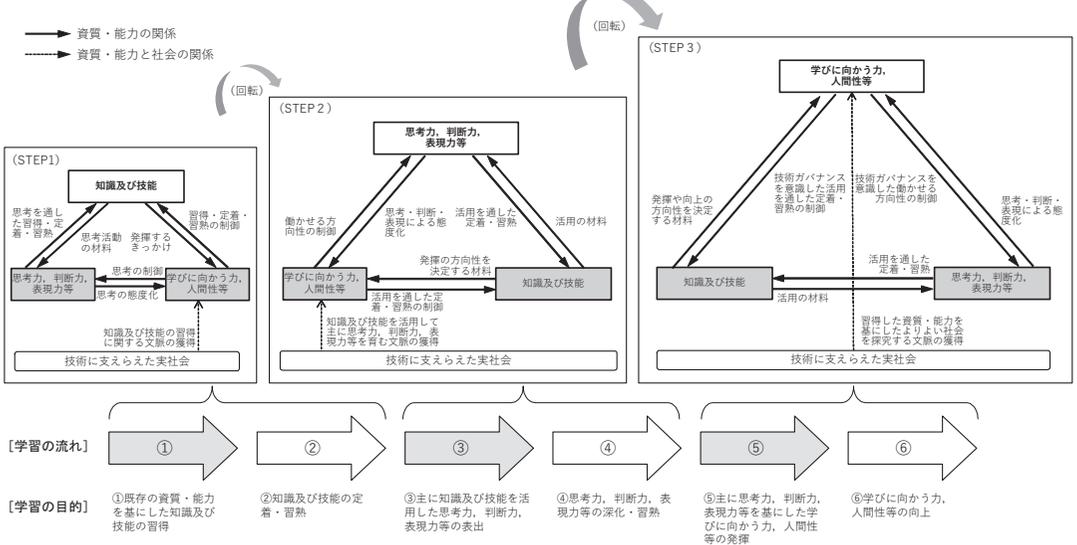


図2 技術科における資質・能力の構造と学習の関係

能力の構造に基づく矢印の学習について、その序列と目的から求められる学習の概要を検討する。検討した学習はそれぞれの特性をもとに学習の枠組みとして整理し、主な学習活動例とともに提案することを試みる。なお、堤・谷田（2022）では、図2の①～③の矢印に対応した学習の枠組みが授業実践とともに提案されている。ここでは、④～⑥の矢印に対応した学習の詳細を検討することを試みる。

④の矢印は、「思考力、判断力、表現力等の深化・習熟」を目的とした学習である。これは堤・谷田（2022）の枠組みで示されている「設計・計画における知識の活用」に続く学習である。技術的課題解決において設計・計画に続く活動は、解決策を実現する製作・制作・育成となる。

谷田（2012：30）は、ものづくり学習の製作活動における思考を、知識・技能と実践的な学習活動を結び付けるものと位置付け、構成主義的な学習観から捉えようと、学習活動の核であり、会話や観察などの相互作用によって活性化する可能性を示唆している。ここでの相互作用は、2.1節で述べた「思考力、判断力、表現力等」を育成するうえで学習活動に意図的に組み込むべき過程に対応するものと考えられる。つまり、④の学習は伝達や受容、合意形成といった他者との相互作用を伴いながら、設計・計画した解決策を実現していく活動である。ここから、④の矢印に対応した学習を「相互作用を伴う解決策の実現」と設定する。

⑤の矢印は、「主に思考力、判断力、表現力等を基にした学びに向かう力、人間性等の発揮」を目的とした学習である。ここでは、「思考力、判断力、表現力等」に主眼を置く学習から、「学びに向かう力、人間性等」の発揮に重点を移していく二段階の学習過程が想定される。

まず、「思考力、判断力、表現力等」に主眼を置く学習として、2.1節で示した思考・判断・表現の過程の三分類における第一の過程に着目する。この過程の最後には、「振り返って、次の問題発見・解決につなげていく」と記載されている。これは技術的課題解決における「成果の評価」に該当し、技術的な視点から課題解決における成果とその過程を評価する学習展開が考えられる。具体的には、ものづくり等の体験的な活動を通して習得した知識や技能を活用し、多種多様な思考や判断を繰り返す中で解決策を実現したことの想起と、課題解決の成否の判断である。ここでの振り返りの中で、生活や社会と関連付ける指導を設定することにより、技術科の学習が将来役立つことを実感させる契機になると推察される。ここから、⑤の矢印に対応した第一の学習として「技術的課題解決の評価に

基づく将来的レリバンスの実感」を設定する。

次に、「学びに向かう力、人間性等」に主眼を置く学習について検討する。技術科の学習において「学びに向かう力、人間性等」を発揮していくには、ここまでの学習を踏まえ、技術ガバナンスや技術イノベーションの視点から、技術と社会や世界との関わりを形成していく活動が想定される。

谷田・出口・山田・大谷・上野（2015）は、技術ガバナンス能力の要素の一つである評価に関する能力を育成する実践的指導方法を提案している。その指導の枠組みは「既有知識・情報による意思決定」、「他者との1回目の意見交換」、「他者の意見を踏まえた意思決定と他者との2回目の意見交換」、「最終の意思決定」で構成されている。ここから、技術ガバナンス能力を発揮していくためには、まず、技術科の学習で習得した既有知識を光と影の両側面から生活や社会と結び付ける過程を設定する必要があると考えられる。日本産業技術教育学会（2021）は、技術イノベーションに参画することで、「新しい価値を創造する発想力、提案力、創造的な態度などの創造性の育成」を期待しているが、新しい価値の創造には、技術の適切な評価に関わる技術ガバナンス能力を支える既有知識を整理する学習を設定するべきであると考えられる。このような学習は技術科の学習成果を生活や社会と強く結び付けることに繋がると推察される。ここから、⑤の矢印に対応した第二の学習として「技術と生活や社会の関わりを理解に基づく将来的レリバンスの実感」を設定する。

⑥の矢印は、「学びに向かう力、人間性等の向上」を目的とした学習である。これは、⑤の学習で整理した既有知識を基に技術ガバナンスや技術イノベーションに参画する学習が想定される。谷田・出口・山田・大谷・上野（2015）は技術ガバナンス能力を育成する授業を構想するうえで、多様な価値観の摩擦を生じさせることを意図して、社会の中で実用化に至っていない先端技術や、一般市民の理解が成熟する以前の技術に焦点を当てている。加藤ら（2021）は技術イノベーションに参画させる学習に最先端の技術を扱う研究者を招聘して、その技術の展望について考えさせている。石井（2015：39）によると、レリバンスの実感には、教科の授業において、知識・技能が実生活で生かされている場面や、その領域の専門家が知を探究する過程を追体験するような学習を推奨している。これらのことから、⑥の学習は、先端技術がもたらす未来の生活や社会を、使用者や専門家の立場から技術ガバナンスや技術イノベーションの視点をもって描く活動が考えられる。そしてこのような活動によって、技術科の学習に対する現在のレリバンスを涵養し、学びに向かう

力、人間性等の向上を目指すべきである。ここから、⑥の矢印に対応した学習として「先端技術が築く未来構想を通した現在のレリバンスの涵養」を設定する。

本稿で提案する学習の枠組みを、堤・谷田（2022）の枠組みと統合して矢印の学習と対応付け、主な学習活動例や2017年改訂の中学校学習指導要領解説技術・家庭編（文部科学省、2017b）（以降、解説）で記載された技術科の学習過程との対応とともに表1に示す。

3. 学習の枠組みに基づく題材の指導と評価の計画例

表1で示した学習の枠組みに基づく学習を学校現場で実践することを想定して技術科の授業を構想すると、表2のような指導と評価の計画が考えられる。表2は、技術科の学習内容D情報の技術に準拠したものである。

「技術との関わりの形成」に対応する学習は、学習目標として「AIが搭載された家庭用電気機器の開発者の意図を考えることができる」を設定した。主な学習活動は、AIモデルの作成を体験し、AI技術の特徴を把握する。次に、AI技術を搭載した家庭用電気機器にはどのようなものがあるかを調査する。最後に、調査した家庭用電気機器の開発者が、AI技術を搭載した理由を社会からの要請やAI技術の特徴を踏まえて考える。これらの学習を通して、これまでの学習で習得した資質・能力である「思考力、判断力、表現力等」

を働かせ、情報の技術の「知識及び技能」の習得に向かう素地を形成できると考えられる。評価規準は「AIが搭載された家庭用電気機器から、開発者が実現しようとしたことを考えることができているか」とし、評価の観点は「思考・判断・表現」を想定している。これは技術科におけるD（1）イに準拠した授業と考えられる。

「個別の知識の獲得」に対応する学習は、学習目標として「AIを用いたじゃんけんソフトの制作を通して、基礎的なプログラミングに必要な知識と技能を習得する」を設定した。主な学習活動は、じゃんけんを使用するAIモデルの作成を通して、情報のデジタル化や情報通信ネットワークの仕組みに関する知識を習得する。次に、じゃんけんソフトの制作を通して、プログラムの構造や変数などの知識と制作に必要な技能を習得する。これらの学習を通して、今後の学習活動に必要な資質・能力である基礎的な「知識及び技能」を習得させる。ここでの「知識及び技能」は、一斉指導や制作例の模倣を通して習得されるため、体系化されおらず個別の事実的な知識と推察される。評価規準は「AIじゃんけんソフトの制作に必要な知識と技能を習得することができるか」とし、評価の観点は「知識・技能」を想定している。これは技術科におけるD（1）アに準拠した授業と考えられる。

「生きて働く知識の習得」に対応する学習は、学習目標として「AIを用いたじゃんけんソフトを改良することができる」を設定した。主な学習活動は、AIじゃんけんソフトの問題点として、AIモデルの認識率や

表1 技術科における資質・能力の構造に基づく学習の枠組みと学習活動例、解説との対応

矢印の学習	学習の枠組み	主な学習活動例	解説（p.23）で示された学習過程との対応
①	技術との関わりの形成	開発者の思考や製品等から生活や社会の技術について考える	
①	個別の知識の獲得	活用する状況に近い環境の中で個別の知識を獲得する	既存の技術の理解
②	生きて働く知識の習得	個別の知識を相互に関連付け、生きて働く知識を習得する	
③	知識の活用に向けた関係性の把握	生きて働く知識と、課題の制約条件や解決策との関係性を考える	課題の設定
③	設計・計画における知識の活用	解決策を具体化する学習活動を通して、生きて働く知識を活用する	技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画
④	相互作用を伴う解決策の実現	伝達や受容、合意形成といった他者との相互作用を伴いながら、技術的な課題の解決に取り組み、設計・計画した解決策を実現する	課題解決に向けた製作・制作・育成
⑤	技術的課題解決の評価に基づく将来的レリバンスの実感	ものづくり等の体験的な活動を通して、習得した知識や技能を活用し、多種多様な思考や判断を繰り返す中で解決策を実現したことの想起と、課題解決の成否の判断を行う	成果の評価
⑤	技術と生活や社会の関わり理解に基づく将来的レリバンスの実感	技術科の学習で習得した既有知識を光と影の両側面から生活や社会と結び付ける	次の問題解決の視点
⑥	先端技術が築く未来構想を通した現在のレリバンスの涵養	先端技術がもたらす未来の生活や社会を、使用者や専門家の立場から技術ガバナンスや技術イノベーションの視点をもって描く	

表2 学習の枠組みに基づく題材の指導と評価の計画例

学習の枠組み	学習目標	評価規準（評価の観点）	学習指導要領の指導事項との対応
技術との関わり形成	○AI が搭載された家庭用電気機器の開発者の意図を考えることができる	・AI が搭載された家庭用電気機器から、開発者が実現しようとしたことを考えることができているか（思考・判断・表現）	D（1）イ
個別の知識の獲得	○AI を用いたじゃんけんソフトの制作を通して、基礎的なプログラミングに必要な知識と技能を習得する	・AI じゃんけんソフトの制作に必要な知識と技能を習得することができているか（知識・技能）	D（1）ア
生きて働く知識の習得	○AI を用いたじゃんけんソフトを改良することができる	・AI を用いたじゃんけんソフトを改良することができるか（知識・技能）	D（1）ア
知識の活用に向けた関係性の把握	○課題の解決に必要な条件と知識を関連付けて把握する	・課題の解決に必要な条件と知識を関連付けて理解できているか（知識・技能）	D（1）ア D（2）イ
設計・計画における知識の活用	○課題の解決策をアクティビティ図で表現する	・課題の解決策をアクティビティ図で表現できているか（思考・判断・表現）	D（2）ア D（2）イ
相互作用を伴う解決策の実現	○試作品等の相互評価を踏まえ、よりよい解決策を実現する	・試作品等のフィードバックを参考に、よりよい解決策として実現できているか（思考・判断・表現）	D（2）ア D（2）イ
技術的課題解決の評価に基づく将来的レリパンスの実感	○課題解決の成果と解決の過程を評価する	・課題解決の成果と解決の過程を評価できているか（思考・判断・表現）	D（2）イ
技術と生活や社会の関わり理解に基づく将来的レリパンスの実感	○情報の技術の光と影の側面を生かす生活や社会との関わりから理解しようとする	・情報の技術の光と影の側面を生かす生活や社会との関わりから理解しようとしているか（主体的に学習に取り組む態度）	D（4）ア
先端技術が築く未来構想を通して現在のレリパンスの涵養	○AI 技術が築く未来の社会について、技術ガバナンスと技術イノベーションの視点から考えようとする	・AI 技術が築く未来の社会について、技術ガバナンスと技術イノベーションの視点から考えようとしているか（主体的に学習に取り組む態度）	D（4）イ

プログラムの冗長部分に気付く。次に、プログラミングにおける関数の概念や反復構造に着目してプログラムを再度確認する。また、情報のデジタル化の視点から AI モデルの認識率を向上する方法を考える。これらを踏まえ、前時で制作した AI じゃんけんソフトを改良する。このような学習を通して、個別の知識を相互に関連付けて活用につながる生きて働く知識を構築していくことが期待できる。評価規準は「AI を用いたじゃんけんソフトを改良することができるか」とし、評価の観点は「知識・技能」を想定している。これは技術科における D（1）アに準拠した授業と考えられる。

「知識の活用に向けた関係性の把握」に対応する学習は、学習目標として「課題の解決に必要な条件と知識を関連付けて把握する」を設定した。主な学習活動は、生活や社会を情報の技術の視点から捉え、解決すべき問題を見いだす。次に、習得した「知識及び技能」を活用することで解決できる課題の候補を挙げる。最後に、候補の課題について条件を踏まえて検討し、解決すべき課題を設定する。これらの学習を通して、習得した知識に基づく制約条件の把握や課題の妥当性を

思考・判断する経験ができる。これにより、続く解決策を具体化する学習における知識の活用に向けた足場掛けになることが期待できる。評価規準は「課題の解決に必要な条件と知識を関連付けて理解できているか」とし、評価の観点は「知識・技能」を想定している。これは技術科における D（1）ア、（2）イに準拠した授業と考えられる。

「設計・計画における知識の活用」に対応する学習は、学習目標として「課題の解決策をアクティビティ図で表現する」を設定した。主な学習活動は、設定した課題を解決するために必要な機能を抽出する。次にそれらの機能を効率的に実現することができるアルゴリズムを考える。最後に、考えたアルゴリズムをアクティビティ図で表現する。これらの学習を通して、既習の資質・能力を自ら見いだした問題の解決に活用することで、「思考力、判断力、表現力等」は表出し、「知識及び技能」の体系化が促進されることが期待できる。評価規準は「課題の解決策をアクティビティ図で表現できているか」とし、評価の観点は「思考・判断・表現」を想定している。これは技術科における D（2）ア、（2）イに準拠した授業と考えられる。

「相互作用を伴う解決策の実現」に対応する学習は、学習目標として「試作品等の相互評価を踏まえ、よりよい解決策を実現する」を設定した。主な学習活動は、具体化した解決策を基に、試作品を制作する。次に、試作品を相互に評価し合い、解決策の改良に必要な情報を収集する。最後に、相互評価の結果を参考にして、自身の解決策を改良・実現する。これらの学習によって、技術的な課題解決の中で「知識及び技能」が活用されることから、それらを働かせる「思考力、判断力、表現力等」の深化・習熟が期待できる。評価規準は「試作品等のフィードバックを参考に、よりよい解決策として実現できているか」とし、評価の観点は「思考・判断・表現」を想定している。これは技術科におけるD(2)ア、(2)イに準拠した授業と考えられる。

「技術的課題解決の評価に基づく将来的レリバンスの実感」に対応する学習は、学習目標として「課題解決の成果と解決の過程を評価する」を設定した。主な学習活動は、設定した課題の解決状況を評価する。次に、課題の解決結果をもとに、解決の過程を評価する。最後に、技術的課題解決を通して習得した資質・能力について、解決の結果や過程と関連付けながらまとめる。これらの学習を通して、技術科の学習が自身を成長させ、自らの生活を豊かにしていくことに役立つことを実感し、学びの意義を見いだす契機とさせる。評価規準は「課題解決の成果と解決の過程を評価できているか」とし、評価の観点は「思考・判断・表現」を想定している。これは技術科におけるD(2)イに準拠した授業と考えられる。

「技術と生活や社会の関わりへの理解に基づく将来的レリバンスの実感」に対応する学習は、学習目標として「情報の技術の光と影の側面を生活や社会との関わりから理解しようとする」を設定した。主な学習活動は、これまでに習得した「知識及び技能」をもとに、情報の技術がもたらす光と影の両側面に着目しながら生活や社会を再認識する。次に、技術の発達は、時に環境汚染等の負の側面を持ち得る一方で、それらの抑制・解消の実現に寄与することを知り、技術の在り方を考え続ける重要性を理解する。これらの学習を通して、技術を活用する自らの態度や価値観等により、よりよい生活や持続可能な社会の構築につながるという学びの意義の実感が期待できる。評価規準は「情報の技術の光と影の側面を生活や社会との関わりから理解しようとしているか」とし、評価の観点は「主体的に学習に取り組む態度」を想定している。これは技術科におけるD(4)アに準拠した授業と考えられる。

「先端技術が築く未来構想を通した現在のレリバンスの涵養」に対応する学習は、学習目標として「AI

技術が築く未来の社会について、技術ガバナンスと技術イノベーションの視点から考えようとする」を設定した。主な学習活動は、先端技術について、使用者や専門家の立場から技術ガバナンスや技術イノベーションの視点に着目して考える。次に、意見交流や検討、合意形成、提案、新たな価値の創出などの活動を通して、技術が実現する未来のよりよい生活や持続可能な社会を描く。これらの学習を通して、技術科の学習が役立つという将来的レリバンスを前提とした技術の学習の面白さである現在のレリバンスの涵養によって、「学びに向かう力、人間性等」の向上が期待できる。評価規準は「AI技術が築く未来の社会について、技術ガバナンスと技術イノベーションの視点から考えようとしているか」とし、評価の観点は「主体的に学習に取り組む態度」を想定している。これは技術科におけるD(4)イに準拠した授業と考えられる。

4. おわりに

本研究では、新たな教育課程で示された資質・能力を体系的・系統的に育成する技術科の学習に関する知見を得ることを目指し、堤・谷田(2022)で示された技術科における資質・能力を再構成するとともに、学習の枠組みの検討・開発を試みた。資質・能力の構造に基づいた学習の枠組みを「技術との関わり形成」「個別の知識の獲得」「生きて働く知識の習得」「知識の活用に向けた関係性の把握」「設計・計画における知識の活用」「相互作用を伴う解決策の実現」「技術的課題解決の評価に基づく将来的レリバンスの実感」「技術と生活や社会の関わりへの理解に基づく将来的レリバンスの実感」「先端技術が築く未来構想を通した現在のレリバンスの涵養」で整理した。また、この学習の枠組みを指導に活かす視点からD情報の技術の学習内容に準拠した授業を構想し、指導と評価の計画を例示した。

今後の課題としては、授業実践を通した学習の枠組みの検証と、それに基づく学習の枠組みの評価・改善が考えられる。また、見方・考え方との関連も含めた詳細な学習成果の検証を可能とする方法の検討に努めるとともに、例示したものと異なる学習内容にも適用し、多様な知見を蓄積していきたいと考える。

【参考文献】

中央教育審議会(2016)「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及び必要な方策等について(答申)」

- https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf
- 原田信一・松浦正史・安東茂樹 (1997) 「中学校技術科の授業における学習意欲に関する研究—学習意欲尺度の開発を中心として—」『日本産業技術教育学会誌』39(3), 191-196.
- 本田由紀 (2003) 『『学習レリバンス』の構造・背景・帰結』『学校臨床研究』2(2), 65-75.
- 石井英真 (2015) 『今求められる学力と学びとは—コンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影—』日本標準.
- 加藤佳昭・宮川洋一・上野耕史・森山潤 (2021) 「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」『日本産業技術教育学会誌』63(2), 239-248.
- 国立教育政策研究所 (2013) 「報告書 6 諸外国の教育課程と資質・能力—重視する資質・能力に焦点を当てて— (平成25年7月)」.
https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h25/2_5_all.pdf
- 国立教育政策研究所 (編) (2016) 『国研ライブラリー 資質・能力 [理論編]』東洋館出版社.
- 水野頌之助・岡島佑介・大森康正・磯部征尊・山崎貞登 「STEAM 教育連携とメタ認知能力を重視した生物育成の技術ガバナンスレビュー学習のカリキュラムデザインと評価」『日本産業技術教育学会誌』63(2), 215-228.
- 文部科学省 (2017a) 「中学校学習指導要領 (平成29年告示)」.
https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf
- 文部科学省 (2017b) 「中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 技術・家庭編」.
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf
- 文部科学省 (2017c) 「新しい学習指導要領の考え方—中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ—」.
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf
- 日本産業技術教育学会 (2012) 「21世紀の技術教育 (改訂)」.
<https://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- 日本産業技術教育学会 (2021) 「次世代の学びを創造する新しい技術教育の枠組み」.
https://www.jste.jp/main/data/New_Fw2021.pdf
- OECD (2018) 「Position Paper (The future of education and skills Education 2030)」.
[https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- 大谷忠・藤本登 (2013) 「中学生の技術にかか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『ガバナンス能力』等の技術に関する能力の現状と今後の技術教育のゆくえ」報告書, 5-8.
- 大谷忠 (2018) 「技術科固有の資質と能力」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』九州大学出版会, 136-143.
- 岡島佑介・市村尚史・水野頌之助・大森康正・山崎貞登 (2020) 「エネルギー変換の技術学習における『メタ認知力』と『学習項目の到達度』との関連分析」.
<https://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- ライチェン, ドミニク・S & サルガニク, ローラ・H (編著) 立田慶裕 (監訳) 今西幸蔵・岩崎久美子・猿田祐嗣・名取一好・野村和・平沢安政 (翻訳) (2006) 『キー・コンピテンシー—国際標準の学力をめざして』明石書店, (Original work published 2003).
- 鈴木寿雄 (2009) 『技術科教育史—戦後技術科教育の展開と課題』開隆堂出版.
- 田浦由紀夫・松浦正史 (1995) 「中学校技術科の授業に対する生徒の態度に関する研究」『日本産業技術教育学会誌』37(2), 171-178.
- 田浦由紀夫・松浦正史 (1996) 「中学校技術科における形成的評価のための態度尺度作成の試み」『日本産業技術教育学会誌』38(1), 17-27.
- 堤健人・谷田親彦 (2022) 「技術科の資質・能力の構造に基づく学習の枠組みの開発—回路設計に活かされる知識の習得—」『日本教科教育学会誌』45(2), 13-24.
- 魚住明生・宮川秀俊 (1993) 「技術科における自己教育力の育成に関する研究『木材加工』領域の製作実習についての一考察」『日本産業技術教育学会誌』35(3), 223-231.
- 谷田親彦・出口寛・山田卓・大谷忠・上野耕史 (2015) 「技術ガバナンス能力の評価に関する能力を育成する実践的指導方法の研究」『日本産業技術教育学会誌』57(2), 85-92.
- 谷田親彦 (2012) 『技術科の学習活動と学習指導に関する総合的研究』風間書房.