

# 中学校技術科「A 材料と加工の技術」における 生徒の技術評価力育成に向けた試行的実践と検証

－ 森林資源を活用する技術の今後の在り方を取り上げて －

世良啓太

(奈良教育大学 技術教育講座 (技術科教育学))

外川皐

(葛城市立白鳳中学校)

山本慎一

(田原本町立田原本中学校)

Trial Practice for Improving Students' Ability to Evaluate Technology  
in "A. Technology of Materials and their Processing:  
Discussing the future of technology for utilizing forest resources

Keita SERA

(Department of Technology Education, Nara University of Education)

Kou TOGAWA

(Hakuho Junior High School, Katsuragi City, Nara)

Shinichi YAMAMOTO

(Tawaramoto Junior High School, Tawaramoto City, Nara)

**要旨：**本研究の目的は、中学校技術科において、生徒の技術評価力育成に向けた題材のデザイン、試行的実践、検証を行うことである。筆者らはこれまでに「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する生徒の技術評価の反応を探索的に把握し、技術評価力育成に向けた指導の力点を提案している。本実践では、既報を基に「技術的な視点」「現実的課題憂慮の視点」「歴史的・文化的な視点」に着目させることとした。その結果、本実践対象者の意思決定は、「否定群」50.8%、「肯定群」37.7%、「葛藤群」11.5%であり、既報の実態調査者と比べて、「肯定群」の割合が有意に高く、「否定群」の割合が有意に低かった。加えて、技術評価時に着目する観点18項目の平均値をそれぞれ比較した結果、本実践対象者は、18項目中15項目において有意に高かった。これらより、本実践を通して生徒は幅広い技術評価観点に着目した技術評価を行うことができたと推察される。

**キーワード：**中学校技術・家庭科技術分野 Technology, Technology and Home Economics  
技術ガバナンス Technology Governance  
技術評価力 Ability to Evaluate Technology  
森林資源を活用する技術 Technology for Utilizing Forest Resources

## 1. はじめに

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）「内容A 材料と加工の技術」において、生徒の技術評価力育成に向けた題材のデザイン、試行的実践、検証を行うことである。

技術の進歩と普及によって、私たちは生活の中で日々多くの恩恵を受けている。一方で、技術に関わる諸問題が近年話題にあがることは少なくない。例えば、原子力発電や無人航空機に関する諸問題は、その際たる例であり、メディア等にもこれまで多く取り上げられている。技術の進

歩による技術の「光の面」と「影の面」が多様化する現代において、技術教育では育成すべき資質・能力や学習内容が大きく変化している。特に、2000年以降の技術教育の世界的な潮流である技術リテラシー (Technological Literacy) の考え方は世界各国の技術教育に影響を与えることとなった。技術リテラシーとは、ITEEA (International Technology Education Association、現在は International Technology and Engineering Educators Association に改名) が2000年に刊行した Standard for Technological Literacy -Content for the Study of Technology- において提唱されており、技術を利用、管理、評価、理解する能力を意味する<sup>(1)</sup>。同書では、民主主義国

家において市民一人ひとりの考えが技術革新に強く影響することが示され、技術教育において技術リテラシーを育成することの重要性が掲げられている<sup>(1), (2)</sup>。我が国では、日本産業技術教育学会が刊行する「21世紀の技術教育(改訂)」において、「技術の選択・活用への意思決定に携わる資質(イノベーションやガバナンスを促進する学力・能力)を育む視点」を通して技術リテラシーを形成する技術教育の推進が掲げられた<sup>(3)</sup>。

技術に関わるガバナンス(以下、技術ガバナンス)について先駆的に取り組んだ上野ら(2015)は、技術ガバナンス能力を「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」と定義した上で、前述した技術評価力を下位能力の1つに設定し、その重要性を指摘している。その上で、中学3年生を対象とした技術評価力の現状を把握するためのアンケートを作成し調査を行っている。その結果、安全面などに偏った技術評価を行う傾向があり、生徒の技術評価の視点が限定的であることを課題として報告している<sup>(4)</sup>。

一方、上野らの調査では学年間の差異について検討の余地が残されていることや、生徒に提示して着目させる技術評価観点がそもそも限定されていることなどが課題として挙げられていた。筆者らはこれまでに、それらの課題に対応した上で、社会で賛否の分かれる技術に対する生徒の技術評価の反応を探索的に検討し、技術評価力育成に向けた指導方略を提案してきた。これまでに取り扱った技術評価の対象は技術科の学習内容に即して、「森林資源を活用する技術」や「遺伝子組み換え技術」の今後の在り方である<sup>(5), (6)</sup>。

先行研究<sup>(5)</sup>では、中学1～3年生計476名を対象に「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する反応を質問紙を用いて探索的に調査した。その結果、意思決定は「否定群」(78.9%)、「葛藤群」(10.9%)、「肯定群」(9.5%)、「不明群」(0.7%)であり、約8割弱が否定的であることが把握された。また、意思決定に対して「技術的な視点」が与える影響は限定的であること、肯定的意思決定を行う生徒は「歴史的・文化的な視点」の影響を受けていること、否定的意思決定を行う生徒は「現実的課題憂慮の視点」の影響を受けていることを報告している。その上で、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げて技術評価力の育成に向けた実践をデザインするためには、上記3つの視点を偏りなく取り扱う重要性を指摘している。

技術リテラシーの提唱は、学習指導要領における技術科の内容にも多く影響を与えている。例えば、2010年改訂の学習指導要領では、技術を評価・活用する能力と態度の育成が目標の一部として掲げられた<sup>(7)</sup>。加えて、2017年告示の学習指導要領では、単なるものづくりの脱却が標榜され、技術科の学習過程の構成要素が「生活や社会を支える技術」「技術による問題解決」「社会の発展と技術」が設定された<sup>(8)</sup>。これら学習過程は、技術科の4つに整理されている学習内容(「A材料と加工の技

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」)それぞれで展開されることが示されている。特に、従来の技術科の学習過程において軸足の置かれていなかった「社会の発展と技術」では、自らの問題解決を含むこれまでの学習を振り返り、技術の概念を再度理解し、身に付けた技術の見方・考え方に沿って生活や社会を広く見つめ直すことが求められている。

例えば、「A材料と加工の技術」(3)社会の発展と材料と加工の技術では、「(1)における材料と加工の技術の見方・考え方の気付きや、(2)における材料と加工の技術による問題の解決の学習を踏まえ、社会の発展のための材料と加工の技術の在り方や将来展望を考える活動などを通して、生活や社会に果たす役割や影響に基づいて材料と加工の技術の概念を理解させるとともに、よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、材料と加工の技術を評価し、適切に選択、管理・運用したり、新たな発想に基づいて改良、応用したりする力を育成すること」がねらいと示された<sup>(9)</sup>。

上記の通り、新学習指導要領において、技術科の学習過程が整理され、問題解決型型の学習がこれまで以上に重視された。加えて「社会の発展と技術」が学習過程の構成要素に位置づけられたことは、何かをつくりあげることだけが技術科の学習の本質ではないということが明示されたと言えよう。特に「社会の発展と技術」では、技術の将来展望について考えるといった、ものづくりと一線を画す学習が例示されている。

本研究では、中学校技術科「内容A材料と加工の技術」において「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げた、技術評価力育成に向けた試行的実践・検証を行うこととした。なお、題材のデザインについては、既報で示した「技術的な視点」「現実的課題憂慮の視点」「歴史的・文化的な視点」に着目させることとした。

## 2. 実践のデザイン

### 2.1. 実践対象者

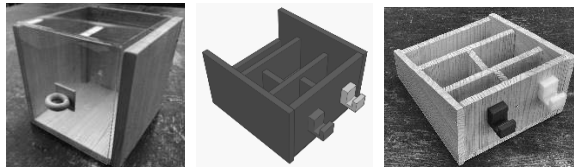
本実践は2020年1月から2月に、N県内の公立中学校第一学年の生徒183名を対象として行った。

### 2.2. 実践の指導計画上の位置及び教科書の学習内容

実践対象校において実施する「A材料と加工の技術」の指導計画では、(1)生活や社会を支える材料と加工の技術(1-11時限目)、(2)材料と加工の技術による問題解決(12-22時限目)、(3)社会の発展と材料と加工の技術(23-25時限目)で構成されており、本実践は(3)に該当する。なお、(1)では、異なる材料の加工を通して、材料と加工の技術に関わる基礎的な知識・技能の習得をねらいとしており、実践対象者は、木材加工と3Dプリンタによる成形を組み合わせた1段BOXを全員が共通で製作している(図1a)。(2)では、(1)で習得した知識・技能を生活上の問題解決に活かすことで、技術による問題解決能力を育む

ことをねらいとしており、生徒は各自の生活における問題の解決に向けた製品を構想・設計し、製作を行っている。生徒の構想・設計と製作品の例を図 1b、c に示す。

本実践では、上記のような生徒を対象に、前述した(3)のねらいを踏まえ、技術評価力の育成に向けて題材のデザインならびに、試行的な実践と検証を行う。なお、便宜上、23 時限目を実践 1、24 時限目を実践 2、25 時限目を実践 3 とする。



(a) 1 段 BOX (b) 構想・設計 (c) 製作品  
図 1 実践対象校における題材の展開

### 2.3. 題材のデザイン

前述の通り、本研究では「A 材料と加工の技術」(3) 社会の発展と材料と加工の技術の学習を展開するにあたり、技術評価力の育成に向けて提案した指導方略<sup>5)</sup>に基づき、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を題材の中核に位置付けることとした。「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対しては、多くの中学生が否定的な意識であり、技術評価時の考えが偏っていること、肯定的・否定的な視点に影響を与える視点を万遍なく指導の力点とすること、生徒が幅広い視野で、技術評価を行うとともに、生徒間の意見交流を通して、より深い考えを自ら導き出せることに留意して題材をデザインすることとした。

具体的には、肯定的な意思決定を行う生徒の着目度が高い「歴史的・文化的視点」、否定的な意思決定を行う生徒の着目度が高い「現実的課題憂慮の視点」、加えて着目度の低い「技術的な視点」は実践を通して、広く着目できるように介入することとして、実践 1 にて、「技術的な視点」、実践 2 にて、「歴史的・文化的視点」および「現実的課題憂慮の視点」を取り扱うとともに、実践 3 にて、生徒間で「森林資源を活用する技術の今後の在り方」について将来に向けた提言をまとめることとした。それぞれの内容と流れを以下に示す。

### 2.4. 実践 1 の内容と展開

実践 1 では、「技術的な視点」に着目させることをねらいとして、材料と加工の技術の進展が社会創造していることを理解させるために、3D プリンタの概要や将来展望を取り上げることにした。

まず導入段階では、3D プリンタの実物や動画を用いて、使用されている材料(樹脂や石膏)、成形方法(FDM(Fused Deposition Modeling / 熱溶解積層方式)や SLA(Stereolithography Apparatus / 光造形方式))、活用事例などを取り上げることにした。加えて、3D プリンタに関わ

る技術の進展が、社会の発展、特に持続可能な社会の構築に貢献していることを理解させるための提示用教材として自作の資料を配布することとした(以下、未来予想新聞)。未来予想新聞は、生徒の理解が深まりやすいよう適宜図表を用いて、①材料の技術の発展、②加工の技術の発展、③持続可能な社会に対する貢献の 3 点で構成することとした。

①では、材料の技術が発展していることを理解させるために、様々な使用目的に応じて、使用できるフィラメントの素材の種類が増えていること、例えば、樹脂や石膏、金属や食材、コンクリートなどの特徴や成形物、その使用用途等を取り上げた。

②では、加工の技術が発展していることを理解させるために、成形物に求められる精度や耐久性、構造に応じて加工方法が選択されていること、例えば、FDM や SLA などの成形方法の特徴や使用用途等を取り上げた。

③では、材料と加工の技術の発展が持続可能な社会に貢献していることを理解させるために、環境に対する配慮や 3D プリンタで実現できる省資源性、データのやり取りによる運輸エネルギーの削減などを取り上げた。

展開段階では、上記 3 点について、未来予想新聞やスライド資料、動画等を用いて、学習を進めることとした。また学習活動として、技術の発展によって実現する将来の展望について生徒が考えられるような場面を設定した。具体的には、未来予想新聞において上記 3 項目に、以下の将来予想の文章を示し、個人・グループで将来展望を考えるきっかけとした。なお、以下の文章は、「3D プリンターが創る未来(クリストファー・バーナット)」を参照<sup>10)</sup>し、下線部は筆者らが追記したものである。

ときは 2040 年。あなたは 3D プリンタが砂やコンクリートを材料にして作り上げた住宅で朝を迎える。3D フードプリンタからは、温かいソーセージとベーコンが積み重ねられてプリントされている。昨夜のうちに、靴箱にある 3D プリンタが古い靴をすり潰して、それを材料にした最新モデルの靴を用意してくれたはずだ。(中略)20 年前を思い出す。モノが人よりもずっと長い距離を移動していた時代だ。工場で働き、自動車が作られていたのが遠い昔のことにように思える。自動車も今では、車庫の中で 3D プリンタで作られる。出力されたプラスチック製の飛行機に乗って沢山の観光客が奈良を訪れ、3D プリンタで修理された法隆寺や大仏を観光している。足を怪我した鹿たちは、それぞれの体の大きさに合わせて作られたオリジナルの補助具を付けてその周りを元気に走り回っている。

### 2.5. 実践 2 の内容と展開

実践 2 では、「現実的課題憂慮の視点」および「歴史的・文化的視点」に着目させることをねらいとして、両視点に関する学習について、以下のような内容を取り上げる



こととした。

「現実的課題憂慮の視点」では、世界の森林面積が減少傾向であることや、森林面積の減少によって生じる自然災害や生態系の危機、地球温暖化、大気汚染など現実世界において直面している諸問題を取り上げることとした。

「歴史的・文化的視点」では、法隆寺や新国立競技場などの事例を取り上げながら、日本の国土の多くが森林であること、それにより過去から現在まで森林資源の特性が活かされていること、修繕が容易であること、管理の手段として間伐があることなどを取り上げることとした。

上記の学習を通して、生徒にはそれぞれの視点を踏まえ、自身の考えをまとめさせることとした。

## 2.6. 実践3の内容と展開

実践1および実践2において「技術的な視点」「現実的課題憂慮の視点」「歴史的・文化的視点」に対して着目させた上で、実践3では「森林資源を活用する技術の今後の在り方」について、技術評価を行わせることとした。まず導入として、実践1における将来展望や実践2における各視点に基づく意見を、これまでの振り返りとして、共有した。

その上で、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に関する技術評価課題に取り組みさせることとした(図2、3)。具体的な内容は、森林資源が身の回りの様々な製品に利用されていることや木の温かみがあること、一方で

自然破壊や地球温暖化が進行してきている現状を示したうえで、世の中の森林資源を活用する技術の在り方に対する賛成意見や反対意見が例示され、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」をどうしていくべきかということに関して、意思決定とその理由を記述するという構成になっている。加えて、生徒自身が意思決定時に着目した技術の評価観点(以下、技術評価観点)18項目を問う質問項目が設定されている。具体的には、技術の目的について考えを問う質問項目では、「この技術が何のためにどのような目的で利用されるものであるかを考えましたか」と問い、回答形式は「とても考えた」「少し考えた」「あまり考えなかった」「全く考えなかった」による4件法である。個人活動のあとは、班で意見交換させながら一つの提言をまとめさせることとした。

まとめとして、林野庁が提案している我が国の森林の循環利用とSDGsとの関係を紹介することとした<sup>11)</sup>。

## 2.7. 本実践の検証方法

先行文献5)において筆者らが把握している「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する同学年の生徒の反応(以下、実態調査者)と、本実践終了後の生徒の反応(以下、実践対象者)における、意思決定の割合ならびに意思決定時の技術評価観点の着目度合いを比較することで、本実践の検証を行うこととした。

木材を加工する技術について考えよう

年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_ 男・女 \_\_\_\_\_

木材などの森林資源は、我々の身のまわりにある住宅や家具等の様々な製品に利用されています。古くから、人類は森林資源・木材を住居・家具・紙などの材料として利用しています。時代が進むと共に、世界規模での森林資源の流通が行われ、木材を加工する技術も大きく進歩してきました。その結果、より大きな建造物や新しいデザインの製品を作ることが可能になりました。最近では、木の温かさを利用した座り心地のよい椅子等が開発され、九州新幹線にも木製の椅子が積極的に利用されています。一方、森林資源を取り巻く問題に関しては、熱帯地域の森林伐採等による自然破壊が叫ばれています。世界では1年に日本の面積の半分ほどの森林が破壊され、このままでは世界最大の森アマゾンも50年で砂漠になり、世界中の森がこの先100年で無くなってしまおうとも言われています。そして、森林が大気中のCO<sub>2</sub>を吸収するはたらきを持っていることから、CO<sub>2</sub>の温室効果による地球温暖化を促進しているとも考えられています。

木材を加工する技術の発展により、森林資源を利用した様々な製品を作ることが可能となっています。しかし、これからの森林資源・木材の伐採や利用については多くの議論がされています。その際の賛成・反対意見を参考にしながらこれから木材を加工する技術について考えてみてください。

<賛成> 森林だけでなく、木材を利用した製品もCO<sub>2</sub>を蓄えることができる。製品の材料として木材を利用し、伐採した土地にまた新たに木材を植えていくという循環がCO<sub>2</sub>の削減に効果的である。

<反対> 大きな木材ほど沢山のCO<sub>2</sub>を吸収する。伐採後、新たに木材を植えたとしても以前と同等の大きさに育てるには時間がかかる。消費が育成のスピードを上回れば、森林破壊が進んでいくことになる。

<賛成> 1300年前に建てられた木造建築物である法隆寺が現存するように、製品に木材を利用すると、長い間使用することができるので、結果として資源化が図れる。

<反対> 木材を加工するには手間がかかりその分コストも上がる。一方、プラスチックを使用すると大量生産が可能になるため、低コストに抑えることができる。

<賛成> バイオマス発電など木材のリサイクルは企業等が行っており、木材の再利用の技術が少しずつ進歩している。

<反対> 木材のリサイクルは生活に密着したものが少ない一方で、不要になったプラスチックは日頃からリサイクルできる環境が整っているため、資源の再利用が容易である。

◆これからの森林資源・木材の利用について、自分の考えに最も近いものを次の選択肢から1つ選び答えて下さい

①材料としての木材の利用はやめるべきである

②材料としての木材の利用は今すぐやめるべきだとは思わないが、少しずつ減らした方がよいと思う

③材料としての木材の利用はほとんど利用すべきだとは思わないが、少しずつ増やした方がよいと思う

④材料としての木材の利用はほとんど利用し、発展させていくべきである

⑤賛成、反対の考えが両方とも納得できるものなので、自分の意見を定めることができない

⑥何について考えればよいのかが分からない

上記を選択した理由や考えたこと

番 \_\_\_\_\_

図2 質問紙(表面)

木材を加工する技術について考えよう

年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_ 男・女 \_\_\_\_\_

【1】あなたは先ほど取り組んだ課題(木材を加工する技術について)の中で、自分の意見を選ぶ時、「考えたこと」として当てはまるの程度を4段階で一つ〇を付けて下さい

【A: とても考えた B: 少し考えた C: あまり考えなかった D: まったく考えなかった】

1. この技術の「しくみ」や「科学的な原理」について考えた A・B・C・D

2. この技術の「科学的な原理」が発見されるまでの歴史や経過について考えた A・B・C・D

3. この技術が何のために、どのような目的で利用されるものであるかを考えた A・B・C・D

4. この技術を利用する際、どのような制限や注意点があるかについて考えた A・B・C・D

5. この技術と同じ目的を持つ「代替りの技術」があるかないかについて考えた A・B・C・D

6. この技術が開発されるまでの歴史や経過について考えた A・B・C・D

7. この技術の利用が今後どのように展開していくかについて考えた A・B・C・D

8. この技術を人類がどの程度使いこなすことができるかについて考えた A・B・C・D

9. この技術を利用するためにどのような資源やエネルギー、材料が必要かについて考えた A・B・C・D

10. この技術の利用が原因でどのような事故が発生するかどうかについて考えた A・B・C・D

11. この技術の利用が誰(あるいは、どのような立場の人々)の必要性にこたえるものであるかについて考えた A・B・C・D

12. この技術の開発や利用に関連してどのような意見や考え方(あるいは世論)があるかについて考えた A・B・C・D

13. この技術の利用によって産業や経済にどのような効果や影響を与えるかについて考えた A・B・C・D

14. この技術の利用に関連してどのような法律や条約、政策があるかについて考えた A・B・C・D

15. この技術の利用によってどのような地球環境問題が生じるかについて考えた A・B・C・D

16. 製造や生産に関わる産業に対して、この技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた A・B・C・D

17. 物流や流通に関わる産業に対して、この技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた A・B・C・D

18. 一般の人々の消費生活に対して、この技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた A・B・C・D

図3 質問紙(裏面)

### 3. 実践の様子と生徒の反応

#### 3.1. 実践1の様子

実践対象校で従来用いられていた FDM 方式と比べて高精度である SLA 方式やフルカラー造形の成形物を知ること、3D プリント出力した成形物が最終プロダクトになり得るというイメージを持ちやすくなっていったようである。将来展望の話合いでは、技術の発展で実現するかもしれない将来を語り合うことが新鮮なようで、活発に議論している様子が伺えた。生徒の様子を図 4、個人での未来予想を図 5、グループでの未来予想を図 6 に示す。

図 5 は、3D プリントを活用することで、異なる材料をまとめて印刷することが可能となり、鉛筆の芯と木の部分を一括して製作できるという未来予想である。そのほか、文科省の「2040 年の未来予測・科学技術が広げる未来社会」<sup>12)</sup> で示されている再生組織・臓器の製造や効率的な個別生産に関する未来予想や、テキスタイル



図 4 生徒の様子

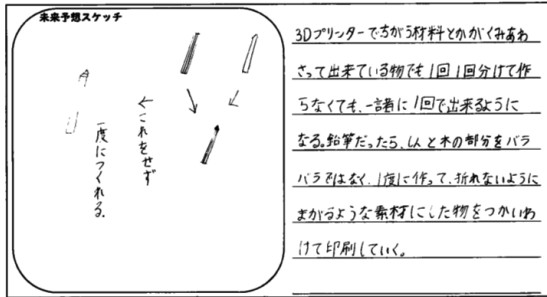


図 5 個人での未来予想

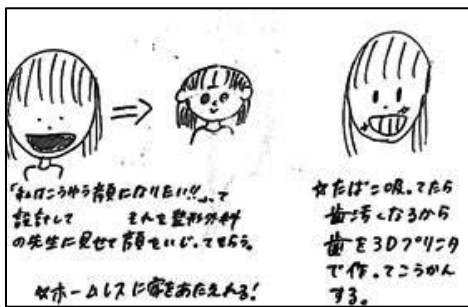


図 6 グループでの未来予想

や食品におけるオーダーメイドなど様々な分野での未来予想があった。

実践 1 における生徒の振り返りでは、「どんな人でも使いやすいデザインのものをたくさん作っていききたい。未来のことを考えていくことは、これからの生活にとっても必要なことだと思った」「自分が 40 才になっているときには病院で活躍するのかなと思った。3D プリントが他にも障害やけがをしている人が楽な暮らしやすい生活を支えるものになっていることを知って 3D プリントは大切な存在だと思った」などの意見が挙げられた。

#### 3.2. 実践2の様子

「現実的課題憂慮の視点」に関する学習において、生徒の様子を観察すると、多くの生徒が地球温暖化や生態系の危機などについて、小学校社会科のような他校種・教科における既習内容と関連付けながら自身の考えをまとめているようであった。

「歴史的・文化的視点」に関する学習においては、我が国において木材が古くより活用されていることについては、多くの生徒が認知しているようであった。一方、材料として木材を長期間活用できる秘訣として修繕が容易であることや、森林資源をバランスよく活用するための管理方法として間伐があることなどに関しては、あまり馴染みがなかったことのように、意欲的に学習している様子がみられた。両視点を踏まえた記述例を図 7、8 に示す。

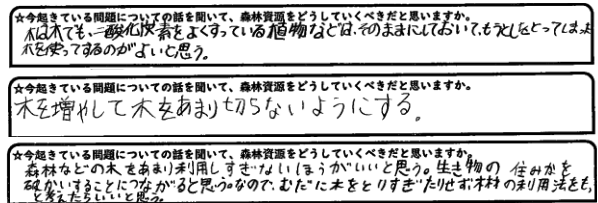


図 7 「現実的課題憂慮の視点」を踏まえた記述例

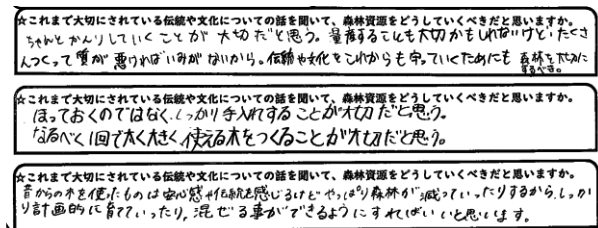


図 8 「歴史的文化的な視点」を踏まえた記述例

#### 3.3. 実践3の様子

「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に関して、肯定的な生徒の意見として「日本に木の歴史などがあるので、技術を発展していった方が良かった」という意見があった。また、「木を大切に使うことが大切だ」という意見も多かった。一方で、「木をたくさん使ってしまうと森林がなくなってしまう」という意見も聞かれた。逆に関心が高まることで森林が増えて、木の管

理ができなくなりそうだから」などが挙げられた。否定的意見として、「今すぐやめるべきだとは思わないが、少しずつ減らした方が良くと思う。伐採後同じように植物を植えてると以前と同じようになるから木じゃなくてもプラスチックでもできるから少しずつ減らした方が良くと思う」や「今の社会は木をたくさん材料として使っているため今すぐ「何の材料も木を使ってはだめ!!」って言われても無理だし木を絶対必要とする物がなくなってしまってそれを利用する人たちが困るから、今すぐじゃなくて少しずつ木をあまり必要としないものから減らしていけばいいなと思ったから」という直ちに森林資源の利用を止めるということではなく少しずつ利用を控えていくという意見が多く見られた。

グループで「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する提言をまとめる活動では、否定・肯定のどちらかの意見に偏るグループ、折り合いがつかず話し合いが平行線なグループ、双方の意見に折り合いを付けながら折衷案を探るグループなど様々見られた。例えば、森林資源の利用を減らすという意見が見られた一方、技術の



図9 提言をホワイトボードにまとめる様子

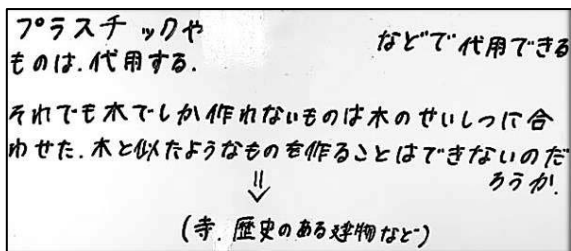


図10 代替材料の開発・利用に関する提言

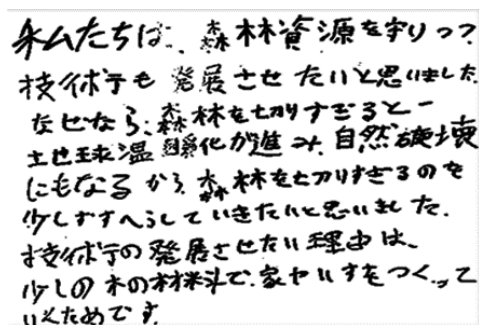


図11 森林資源保護に向けて技術進展を行う提言

発展が代替材料の開発や省資源性の実現をすることで森林の保全につながるだろうという意見や、伝統を継承するために木材利用を積極的に行うという技術進展の意見なども見受けられた。生徒の様子を図9～11に示す。

#### 4. 実践の検証

技術評価力育成に向けた本実践の効果を検証するために、実践対象者の意思決定の割合および技術評価観点に対する着目度を実態調査者と比較することとした。

##### 4.1. 意思決定の割合

「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する実践対象者の意思決定は、「強肯定」30.3%、「弱肯定」7.4%、「強否定」0.8%、「弱否定」50.0%、「葛藤」11.5%となった。「強肯定」と「弱肯定」を合わせて「肯定群」、「強否定」と「弱否定」を合わせて「否定群」とした際、「否定群」50.8%、「肯定群」37.7%、「葛藤群」11.5%、「不明群」0.0%であった。実態調査者と実践対象者の意思決定の状況の差を検証するために、本実践対象者と同学年である1年生の調査対象者のデータを既報より抽出した。実践対象者ならびに実態調査者の意思決定の割合を表1に示す。

表1 実践対象者と実態調査者における意思決定の比較

	実態調査者(n=150)		実践対象者(n=122)	
	回答者数	割合	回答者数	割合
否定群	125	83.3%	62	50.8%
肯定群	12	8.0%	46	37.7%
葛藤群	12	8.0%	14	11.5%
不明群	1	0.7%	0	0.0%

調査対象者は「否定群」83.3%、「肯定群」8.0%、「葛藤群」8.0%、「不明群」0.7%であった。実態調査者と調査対象者における意思決定の割合の差(不明群を除く)について $\chi^2$ 検定を行った結果、 $\chi^2(2)=39.01$ 、 $p < .01$ となり、有意な差が認められた。残差分析の結果、「葛藤群」においては有意な差が認められなかったが、「否定群」において、実態調査者(125人、83.3%) > 実践対象者(62人、50.8%)、「肯定群」において、実践対象者(46人、37.7%) > 実態調査者(12人、8.0%)となった。このことより、実践対象者は実態調査者と比べて、「否定群」の割合が低く、「肯定群」の割合が高いことが把握された。

上記の結果を考察すると、まず「現実的課題憂慮の視点」において着目度の高い、森林資源の減少に伴う諸問題等は小学校社会科等を筆頭に様々な教科で取り上げられるトピックであることを考慮する必要がある。生徒の様子を振り返ってみると、技術的な視点を持ち合わせていない状態つまり中学校入学したばかりの第一学年の



生徒は知らず知らずのうちに、馴染みのある「森林資源」や「環境破壊」「地球温暖化」等のキーワードから偏った技術評価を行う傾向があったのではないかと考えられる。本実践のように、技術科の題材を通して、「技術的な視点」や「歴史的・文化的な視点」に視野を広げることによって、技術評価の偏りは解消され、幅広い視野で技術評価を行えるようになったのではないかと推察される。

#### 4. 2. 技術評価観点の着目

次に、実態調査者と実践対象者の技術評価観点の平均値及び標準偏差 (SD) の比較を表 2 に示す。実践対象者において、技術評価観点 18 項目中で最も平均値が高かった項目は、「技術目的」であり 3.49 であった。一般的に「A 材料と加工の技術」では、木工作品の製作に必要な知識・技能の習得・活用に重きが置かれることが多い。本実践では樹脂を用いた 3D プリンタのように、木材以外の材料の特性や加工方法を題材に取り入れた。これにより、生徒は複数の材料の特性や加工の違いを実践的に学習することができ、異なる材料と加工の技術の比較を通して「技術目的」に対する着目度が高くなったのではないかと考えられる。

技術評価観点の平均値を単純集計後、実践対象者と実態調査者における技術評価観点 18 項目の平均値の比較を行った。その結果、技術評価観点 18 項目のうち「技術目的」を含む 15 項目において有意な差が認められ、

実践対象者の方が実態調査者に比べて全項目平均値が高いことが把握された。このことより、本実践を通して、幅広い技術評価観点への着目を促すことができたのではないかと推察される。

一方で、平均値が「技術目的」に次いで高かった「環境問題との関わり」に関して、有意な差は認められなかった。これについては、前述の通り、森林資源の減少に伴う諸問題については、技術教育以外においても広く取り扱われるトピックであることから、そもそも生徒の「環境問題との関わり」に対する着目度が高く、本観点に関しては新たな気づきが少なかったのではないかと考えられる。

#### 4. 3. 本実践終了後の生徒の振り返り

本実践終了後の生徒の振り返りを以下に示す。「今の技術はとても便利なものだと思うが技術が発達しすぎると環境を破壊することになると思うので、技術と環境のバランスを保っていくことが大切だと思った」「プラスチックの良い所を知ったので、木材の話をした結果、プラスチックに適したもの、木に適したものと使い分けたり、プラスチックで作られている部分を木に変えてみることで、木のあたたかみを身近に感じれると思います」「森林資源に今まで全然興味がなかったけど、いざ考えてみると、複雑で賛成派と反対派のどちらの意見も納得できたので、これからどうなっていくのか、今回の授業を受けて興味が湧きました」「木材は良いこともあ

表 2 実態調査者と実践対象者における技術評価観点の比較

技術評価観点	実態調査者(n=150)		実践対象者(n=122)		t値
	平均	SD	平均	SD	
○科学的な原理	2.61	0.82	3.12	0.59	$t_{(266)}=5.99$ **
○科学史的な背景	2.24	0.91	2.80	0.73	$t_{(269)}=5.58$ **
○技術目的	3.13	0.71	3.49	0.60	$t_{(270)}=4.49$ **
○運用上の制限	3.12	0.80	3.26	0.70	$t_{(270)}=1.54$ ns
○代替技術	2.77	0.92	3.13	0.71	$t_{(269)}=3.62$ **
○技術史的な背景	2.24	0.91	2.97	0.70	$t_{(269)}=7.42$ **
○技術の将来展望	3.01	0.84	3.31	0.67	$t_{(269)}=3.26$ **
○人間による制御可能性	2.70	0.85	3.11	0.77	$t_{(270)}=4.16$ **
○資源・材料	2.96	0.92	3.25	0.74	$t_{(269)}=2.88$ **
○事故の危険性と事例	2.92	1.00	3.15	0.81	$t_{(269)}=2.08$ *
○ニーズ	2.55	0.95	3.11	0.75	$t_{(269)}=5.52$ **
○世論	2.66	0.94	2.95	0.77	$t_{(269)}=2.80$ **
○産業における経済的な効果	2.77	0.94	3.00	0.71	$t_{(268)}=2.26$ *
○法的規制とガイドライン	2.28	1.01	2.73	0.91	$t_{(270)}=3.81$ **
○環境問題との関わり	3.51	0.70	3.38	0.68	$t_{(270)}=1.62$ ns
○生産システムへの影響	2.81	0.81	3.07	0.66	$t_{(269)}=2.91$ **
○流通システムへの影響	2.43	0.84	2.93	0.81	$t_{(270)}=4.87$ **
○消費システムへの影響	2.98	0.92	3.11	0.78	$t_{(270)}=1.21$ ns

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$

れば悪いこともあるので、今の技術を組み合わせ使用すればよりよい世の中ができて、問題を解決できるかもしれないと思った」

上記の生徒の振り返りより、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対して肯定・否定の異なる立場の考えに納得している意見や、木材に関わる技術についてより勉強していきたいという意欲感心の向上に関する意見が見られた。加えて、木材や樹脂のような異なる材料の長所と短所を踏まえて、それぞれの材料の適材適所について着目している意見や、技術の発達と環境破壊のトレードオフやバランスに着目している意見など技術評価や技術ガバナンスに関わる記載が見られた。

#### 4.4. 考察

本研究で得られた結果を基に、今後の技術評価力育成に向けた技術科の学習の将来展望について考察する。

まず、本研究で取り扱った森林資源を活用する技術のほかにも、遺伝子組み換え技術や原子力発電、AIなど社会において賛否の分かれている技術の今後の在り方を取り上げて、技術評価力育成に向けた題材をデザインして、他学習内容（「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」）で同様の題材展開が期待できよう。

一方、上記のように社会で賛否の分かれている技術は、小学校社会科を例に出してきたように、様々な教科・校種で議論や探究の的として取り上げられることが多くある。「環境問題との関わり」に対する着目度が実践対象者と実態対象者において有意な差が認められなかったことを踏まえるならば、題材のデザインにあたり、他校種・他教科の学びに基づく生徒のレディネスを適切に把握しておくことが重要であろう。特に、授業時数の少ない技術科においては、他教科での学習内容が単に重複することは時数的にも極力避けたい。同様の内容を取り扱うにしても、技術科だからこそ取り扱うことができる「技術的視点」や着目させたい技術評価観点について題材をデザインする側が入念に考慮しておくことが重要であろう。

#### 5. おわりに

本研究では、内容「A 材料と加工の技術」における生徒の技術評価力育成に向けた試行的実践と検証を行うことを目的に、「森林資源を活用した技術の今後の在り方」を取り上げた技術評価力育成に向けた題材のデザイン、試行的実践、検証を行うこととした。その結果、本実践条件下において以下の成果が得られた。

- 1) 「社会の発展と技術」において例示されている学習内容を実践に落とし込み、試行的実践を行うことができた。
- 2) 意思決定ならびに技術評価観点に対する反応より、本実践は技術評価力育成に効果があったこと

が推察される。

- 3) 今後の技術評価力育成に向けた題材のデザインにおける留意点等を示すことができた。

一方、本研究では、生徒の記述を詳細に分析することや、他内容における題材のデザイン、試行的実践と検証について検討の余地が残されている。これらについては、今後の課題とする。

#### 参考文献

- 1) International Technology and Engineering Educators Association: Standard for Technological Literacy Content for the Study of Technology, p.9 (2000)、< <https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767&v=691d2353> > (最終アクセス日: 2021年11月26日)
- 2) International Technology and Engineering Educators Association: Rationale and Structure for the Study of Technology, p.4 (2006)、< <https://www.iteea.org/File.aspx?id=42633> > (最終アクセス日: 2021年11月26日)
- 3) 日本産業技術教育学会: 21世紀の技術教育 (改定)、日本産業技術教育学会誌、第54巻別冊、p.1、p.7 (2012)
- 4) 上野耕史ほか: 中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査とそれに基づいたカリキュラムの開発・検証、科学研究費補助金基盤研究(B)報告書(2015)
- 5) 世良啓太ほか: 森林資源を活用する技術の今後の在り方に対する中学生の技術評価と意思決定、奈良教育大学紀要・人文・社会科学、69巻、1号、pp.169-175 (2020)
- 6) 世良啓太ほか: 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、60巻、第3号、pp.127-133 (2018)
- 7) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説技術・改訂編、教育図書(2008)
- 8) 文部科学省: 平成30年告示中学校学習指導要領解説技術・家庭編、開隆堂出版、pp.25-60 (2018)
- 9) 前掲8) p.42
- 10) クリストファー・バーナット: 3Dプリンターが創る未来、日経BP(2013)
- 11) 林野庁: 我が国の森林の循環利用とSDGsとの関係、[https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo\\_kadai/SDgs/sdgsimage.jpg](https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/SDgs/sdgsimage.jpg) (最終アクセス日: 2021年11月26日)
- 12) 文部科学省: 2040年の未来予測 - 科学技術が広げる未来社会 - (Society 5.0)、[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpaa202001/detail/1421221\\_00005.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa202001/detail/1421221_00005.html) (最終アクセス日: 2021年11月26日)