

# 中学校技術科の設計・製作における見通しの形成を支援する指導の検討

○ 室伏春樹 ( 静岡大学大学院共同教科開発学専攻 )  
紅林秀治 ( 静岡大学 )

## I. はじめに

中学校技術・家庭の技術分野(以降、技術科)では、ものづくりを通した問題解決的な学習が行われる。とくに技術による問題の解決を行う場面では、発見した問題から課題を設定し、設計・計画に基づいた製作・制作・育成および、その成果を評価する学習過程が想定されている<sup>1)</sup>。生徒は、図1に示すように各段階を往来しながら実際的な問題解決に取り組むことで、技術に関する資質・能力を身につけていくことが期待される。教育現場における生成AI(Artificial Intelligence: 人工知能)の利用に関する議論<sup>2)</sup>が行われる現代社会において、ものづくりを通した問題解決的な学習はAIでは直接解決できない問題であり、今後の社会を形成する生徒にとって重要な学習として位置づけることができると考える。

一方で、図1に示すような各段階を往来する学習過程の実現には、問題解決に必要な知識や技能を有することが前提となる。日常生活で豊富なものづくり経験がある生徒であれば、その生活経験と技術科の授業によって習得される科学的な理解を組み合わせることで問題解決に着手できると考えられるが、生活経験が不足している生徒は、どのように問題解決を進めていけばよいか分からない状態に陥ることが想定される。そのような状態の生徒は、ものづくりを途中で投げ出したり、言われたとおりにしか作業を進めなかったりする。これでは、技術科が目指すものづくりを通した問題解決的な学習は達成されず、ただ「もの」をつくるだけの時間となってしまう。

このような背景より、技術科の授業において重要となるのが問題を解決するための見通しであると考えた。技術科では「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」の4つの内容を全ての生徒に履修させることが求められている<sup>3)</sup>。これらの内容には固有の知識や技能が存在しているが、問題を解決するための見通しは4つの内容を問わず必要になるメタ的要素である。また、学習の評価項目の一つである「主体的に学習に取り組む態度」は「粘り強い取り組みを行おうとする側面」と「自らの学習を調整しようとする側面」から評価できることが指摘されている<sup>4)</sup>。生徒が問題解決に向けた見通しを有していれば、粘り強く自らの学習を調整するもの

づくり学習の実現も期待できる。

そこで本研究では、技術科のものづくりを通した問題解決的な学習において実現可能な、ものづくり初学者の生徒に対する見通しの形成を支援する指導を検討する。そのためにまず、先行研究を踏まえた設計・製作学習における見通し形成モデルを提案した。次に、実際の指導で利用するために予備題材として「A 材料と加工の技術」の内容を対象とするホーンスピーカー教材を選定し、作業工程資料としてバーンダウンチャートの利用を行う指導過程を提案した。そして、これらが生徒の見通し形成の支援につながるか検証するため、質問項目を作成した。

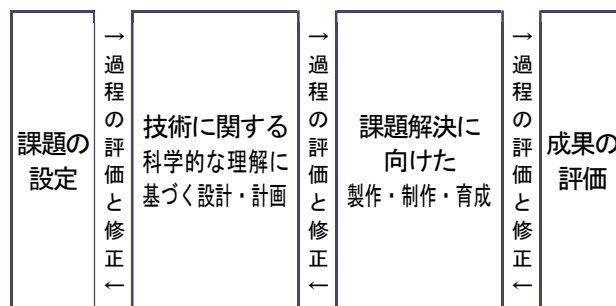


図1 技術による問題の解決の学習過程<sup>1)</sup>

## II. 見通しの形成につながる設計・製作学習の検討

先行研究において、生徒の見通しの形成につながると考えられる設計・製作学習は2つの方向性がある。

1つは、試行錯誤しやすい教材・教具を用いて予備製作を行うものである。たとえば、川路らはブロック型教具を用いた実践で他者の意見を取り入れる場面を設定し、修正や改善を行わせている<sup>5)</sup>。修正が容易なブロック型教具により、修正や改善の際の見通しが形成されることが想定される。西ヶ谷らは予備題材で工学設計の手法を学び、本製作を行う授業過程を提案している<sup>6)</sup>。西山らはウェビングマップを導入した構想・設計を複数回実施する学習展開を提案し、生徒の検討する機能や構想が具体化したことを報告している<sup>7)</sup>。これらの先行研究は、ものづくり学習を一度で終わらせず、反復的に行うことで設計や計画に必要な知識・技能を補足しようとしている。そのため、製作にむけた見通しの形成に寄与することが想定される。

もう1つは、作業工程を事前提示して製作するもの

である。下平は作業工程を予め時系列に示した作業記録カードを用いることで、見通しをもって自分で考えながら作業できるようになることを主張している<sup>8)</sup>。山本らはプロジェクトマネジメント的手法を導入した授業実践において、作業計画にガントチャートを採用し、失敗などが生じた際は生徒に適宜修正させることで見通しをもたせようと企図していた<sup>9)</sup>。これらの先行研究は、教員が想定する作業工程を生徒に事前提示することで見通しの形成に寄与することが想定される。

これら先行研究における2つの方向性を踏まえると、生徒の見通しの形成につながる設計・製作学習に求められるのは、作業工程を提示して予備製作を行う授業展開である。この授業展開により実現できると考えられる見通し形成モデルを図2に示す。この見通し形成モデルはロボットコンテストにおける見通しの形成モデルに基づいており<sup>10)</sup>、プロジェクトマネジメントの手引き<sup>11)</sup>で示されたプロセス群の相互作用を「能力的な制約」と「時間的な制約」の2軸に位置づけて見通しが形成される過程を示している。

先行研究との変更点は、①初期構想段階と製作段階としていた枠組みを「予備題材における生徒の作業プロセス」と「本製作題材における生徒の作業プロセス」に変更している点、②枠組みを生徒の作業プロセスとしたため、予備題材の枠組みから、「計画」を切り離している点、③作業工程資料による見通しの形成を予備題材の枠組みから本製作題材の計画に向かう矢印として位置づけた点、である。これらの変更により、技術科におけるものづくりを通した問題解決的な学習の流れを本モデルにより説明できる。

まず、教員による授業の目的・目標等の説明を含む

「立ち上げ」から始まり、本製作題材において生徒が問題を発見し、課題を設定する契機とする予備題材に移行する。予備題材では、教員が提示する「計画」および作業工程資料に基づき、生徒は「実行」「管理」を実施する。予備題材の完了後は、本製作題材に移行する。本製作題材では予備題材で用いた作業工程資料を参考としながら生徒主導で「計画」「実行」「管理」を実施する。時間的な制約として、教員が設定した題材計画に基づく授業時間数があるため、生徒は「終結」に向かって自身の能力的な制約を減少させたり、作業内容の割り切りをしたりといった自己調整を行うことになる。

この見通し形成モデルに基づき、具体的な予備製作題材を用いる指導過程を提案することとした。

### III. 見通し形成モデルに基づく指導過程の提案

見通し形成モデルに基づく授業を実践するためには、適切な予備題材の選定が必要になる。本研究では、技術科の4つの内容を問わない見通しの形成を意図したため、技術科の授業を初めて受講する中学校第1学年時の生徒を対象とする予備題材の選定を行った。

選定する予備題材は「A 材料と加工の技術」の内容を指導するものとした。これは、現行の学習指導要領では第1学年で最初に扱う内容の規定がないものの<sup>12)</sup>、平成20年告示の学習指導要領では「A 材料と加工に関する技術(旧名称)」の内容を最初に履修させることが規定されていたため<sup>13)</sup>、現在も多くの学校の第1学年で実施していることが想定されたためである。具体的に予備題材として選定したのは図3に示すスマートフォン用のホーンスピーカー教材である。このホーン

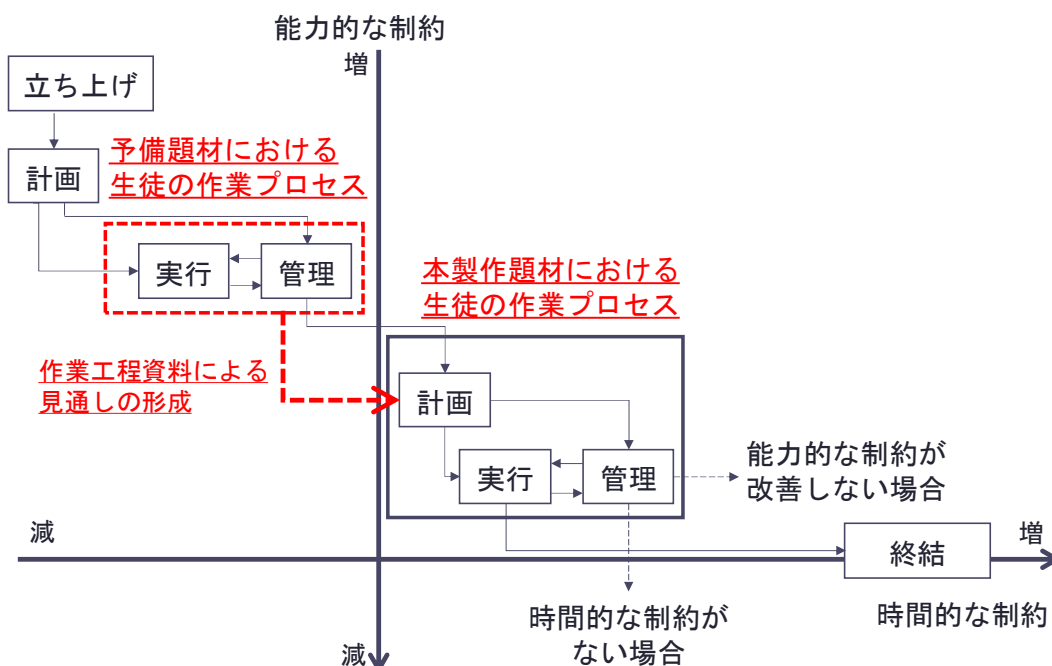


図2 設計・製作学習における見通し形成モデル（先行研究<sup>10)</sup> との変更点は赤で示している）



図3 ホーンスピーカー教材の外観

スピーカー教材は大高らが開発した薄板曲げ木を用いたホーンスピーカー教材<sup>14)</sup>を参考にしており、アンプキットなどの部品点数を減らしたり、構造を簡易化して加工回数を抑えたりすることで予備題材として扱いやすくする工夫を施した。一方で、けがきや鋸びき、ノミによる溝加工といった基本的な加工技能だけでなく、薄板曲げ木という応用的な加工も扱うことで、木材の性質を体験的に理解させることができる。

表1はホーンスピーカー教材を用いた題材計画である。表中の授業時数は50分単位であり、計7時間の授業を構成した。No.1のけがきは「実行」と「管理」に相当し、材料から寸法通りの部品を切り出すために切断線を引き、「計画」との差が無いか確認する。No.2の曲げ木は「実行」と「管理」に相当し、木材の曲げ加工を行う。治具を用いることで一定の曲率となるように薄板を曲げる際、力加減の調整が行われる。No.3の切断は「実行」と「管理」に相当し、両刃鋸を利用した切削加工を行う。切断線通りに加工できているか、工具を安全に使用できているか確認しながら作業する。No.4の溝加工は「実行」と「管理」に相当し、ノミを用いてスマートフォンを設置するための溝を加工する。刃先の進入角度や向きなどを調整しながら作業する。No.5の接着は「実行」と「管理」に相当し、No.2~4で加工してきた部品を木工用ボンドで接着する。木工用ボンドの塗布量や材料の固定具合を確認しながら作業する。No.6の仕上げは「管理」と「実行」に相当し、製作物の見た目や機能に問題ないか確認し、修正できる箇所は修正作業を行う。No.7の報告書は「管理」に相当し、No.1~6の作業内容を振り返り、本製作題材に向けて得られた知識と技能を自己評価する。この自己評価が本製作題材における「計画」の実行可能性を判断する根拠となる。

#### IV. 実験計画

S県S市の中学校においてホーンスピーカーを予備題材として製作し、本製作題材として指定材料を利用した自由製作を実施する。このとき、予備製作における事前提示資料の提示内容の違いによって、本製作題材の「計画」に対する考え方に違いが生じるか検証を行う。検証では、下平の作業記録カードを参考に、表

表1 曲げ木スピーカーの題材計画

No.	作業内容	授業時数(h)	プロセス群
1	けがき	1	実行⇔管理
2	曲げ木	1	実行⇔管理
3	切断	1	実行⇔管理
4	溝加工	2	実行⇔管理
5	接着	0.5	実行⇔管理
6	仕上げ	0.5	管理⇔実行
7	報告書	1	管理
計		7	

1の作業内容を含む図4の星取表を利用する対照群と、山本らが採用したガントチャートと同様、プロジェクトマネジメントにおいて扱われている図5のようなバーンダウンチャートを利用する実験群を設定する。

対照群で用いる星取表は、作業内容が完了したら教員によるチェックを受けることで、作業の進捗状況を可視化するものである。作業の得手不得手を考慮するため、表1で示した各内容の授業時数は示さないが、授業時間を提示することで、残りの作業可能な時間を踏まえた見通しをもち、自己調整しながら製作作業に取り組むことを期待した。

実験群で用いるバーンダウンチャートは、作業内容に対する進捗を「未着手」「着手開始」「作業中」「完了」の4段階に分け、各段階に応じて減少させるポイント(作業量)を設定することで、作業の進捗状況を可視化するものである。図5に示すバーンダウンチャートでは、教員が想定する計画線と生徒の実績報告により作図される実績線の2本の線があり、生徒は計画線と実績線の差を確認しながら作業を進めていく。これにより、手戻り等による遅滞が発生したときでも、生徒が残りの授業時間数を意識できるようになるため、見通しの形成を支援し、自己調整するものづくり学習となることが期待できる。

○ 製作工程

作業	けがき	切断	曲げ木	のみ	接着	仕上げ	報告書
時間	7時間						
完了報告	済	済	済	済			

図4 星取表

計画線と実績線

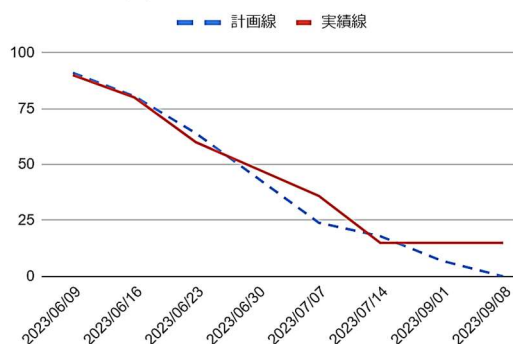


図5 バーンダウンチャート

検証の効果を測定するため、表2の質問項目を作成し、実践前後に質問紙調査を実施する。No.1～3はものづくりに関する嗜好性、No.4は技術に関する関心、No.5はものづくりによる問題解決、No.6、7は設計に関する意向をそれぞれ問うものである。これらの設問は4件法（4:とても、3:少し、2:あまり、1:まったく）で集計し、4、3を肯定的、2、1を否定的とすることで分析を行う。とくに、実験群では機能や見た目といった製作物に対する評価よりも、No.4、6、7の製作過程に関する質問項目で肯定的な変化が増加することが期待される。

さらに、実践後は本製作題材の設計を生徒が行うため、予備題材の作業内容が本製作題材に採用されているか、教員の提示する作業時間を踏まえた本製作題材の設計や作業計画が行われているか等を設計図や作業計画表から判断し、ホーンスピーカー教材とバーンダウンチャートの有用性を検証する。

表2 効果測定のための質問項目

No.	質問内容
1	自分で考えて何かものをつくることは、好きですか。
2	自分で考えて何かものをつくることは、得意ですか。 自分で考えて何かものをつくるとしたら、どのようなものが良いですか。
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・形や色などを自分の思い通りにつくるもの。</li> <li>・機能（はたらき）や構造（しくみ）などが本格的で、完成度の高いもの。</li> <li>・つくったものが自分の生活に直接、役立てられるもの。</li> <li>・つくったものが自分以外の他の人の生活に直接、役立てられるもの。</li> <li>・つくことで、身の回りにある技術や製品のしくみがわかるようになるもの。</li> </ul>
4	身の回りの製品がどんなふう設計されているか興味がありますか。
5	何かものをつくることで、身の回りの問題を自分で解決したいと思いませんか。
6	何かものをつくるときにいろいろ調べて、いろんなアイデアを広げることが大切だと思いますか。
7	何かものをつくるときにアイデアをしぼって、きちんと設計図をかくことが大切だと思いますか。

（各設問は4件法で調査）

## V. まとめ

本研究では、ものづくり初学者の生徒に対する見通しの形成を支援する指導として、設計・製作学習における見通し形成モデルを提案し、具体的な指導過程を示した。指導過程は「A 材料と加工の技術」における予備題材として曲げ木を用いるホーンスピーカー教材と、作業工程資料としてバーンダウンチャートを用いており、これらの効果を検証するため、予備題材を共通に作業工程資料の違いによる対照群と実験群を設定した質問紙調査の計画を解説した。

今後は、実験計画に基づく実践を行い、予備題材および作業工程資料が本製作題材に与える効果の検証を行っていく。そして、提案した設計・製作学習における見通し形成モデルが技術科のものづくりを通じた問題解決的な学習において汎用的に採用できるか検討を続けていく。

## 参考文献

- 1) 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，pp.22-24（2017）。
- 2) 文部科学省：「初等中等教育段階における生成AIの利用に関する暫定的なガイドライン」の作成について（通知），5文科初第758号，令和5年7月4日
- 3) 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，p.121（2017）。
- 4) 国立教育政策研究所：学習評価の在り方ハンドブック 小・中学校編，p.9（2019）。
- 5) 川路智治・谷田親彦・竹野英敏：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，日本産業技術教育学会誌，第61巻，第1号，pp.17-25（2019）。
- 6) 西ヶ谷浩史・紅林秀治：エンジニアの視点を獲得するための工学設計の手法を取り入れた中学校技術・家庭科（技術分野）の学習，日本産業技術教育学会誌，第62巻，第3号，pp.267-275（2020）。
- 7) 西山由紀子・角和博・菊地章・伊藤陽介：問題発見のための構想・設計を重視した計測・制御プログラミング学習授業実践，日本産業技術教育学会誌，第63巻，第1号，pp.41-53（2021）。
- 8) 尾崎誠〔編著〕，中学校技術・家庭 技術分野 指導スキル大全，pp.104-105（2022）。
- 9) 山本利一・中圓尾陸・奥村栄二郎：プロジェクトマネジメントを取り入れた「材料と加工に関する技術」の授業実践，日本産業技術教育学会誌，第59巻，第4号，pp.289-296（2017）。
- 10) 室伏春樹・紅林秀治：中学生ロボットコンテストにおける問題解決過程と教育効果の検討，教科開発学論集，愛知教育大学大学院・静岡大学大学院教育学研究科共同教科開発学専攻，第11巻，pp.101-114（2023）。
- 11) 日本産業規格：JIS Q 21500，プロジェクトマネジメントの手引，p.14（2018）。
- 12) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示），pp.135-136（2017）。
- 13) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成20年告示），pp.90（2008）。
- 14) 大高裕輝・白井貴大・中村講介・鄭基浩：薄板曲げ木を用いたホーンスピーカー教材の開発，日本産業技術教育学会誌，第61巻，第3号，pp.187-194（2019）。