Akita University

ものづくり学習過程に技術評価を取り入れた授業実践とその効果†

菅家　久貴*
秋田大学教育文化学部附属中学校
本多　満正**
秋田大学教育文化学部

本研究は，中学校技術科「材料と加工に関する技術」の学習単元において「構造と機能」のトレードオフの関係を意識させるとともに，「補強方法の選択」を学び合うための教材「技術評価表」を開発し，その学習効果について検討した．その結果，製作品の構造設計に機能性や経済性，環境性を考慮することの重要性に気付いた生徒は多く，技術活用に対する新たな見方を獲得できたことから，学習に技術評価場面を取り入れることの効果を確認できた．

キーワード：ものづくり学習，技術評価表，トレードオフ，技術科教育

1.　研究の背景と目的

2008年告示の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野（以下，学習指導要領）においては，「内容A　材料と加工に関する技術」と称する単元が設置されており，その指導事項の一つとして「材料と加工に関する技術の適切な評価と活用について考えること」が示されている．同解説書によれば，「技術の評価と活用」とは，材料と加工に関する技術が社会や環境等に果たしている役割や影響のことであり，それを理解し，適切に評価し活用する能力と態度の育成を目指すものであるという（文部科学省編，2008）．これまでこの内容について具体的な実践の報告は管見の限り見当たらない．まして学習効果や授業の実施可能性を検証した事例も皆無である．

学習指導要領における「技術の活用と評価」の内容は抽象的な例示になっているが，実際に製作品を設計する際には「機能性」「経済性」「環境性」「強度」を考慮することが求められるので，その学習場面においては使いやすさ（機能性）と強度など，トレードオフ関係にある技術の世界の事柄を具体的に知り，総合的に選択する力を育むことが期待できると考えた．

本研究は，我々が既に開発した「内容D　情報に関する技術」における技術の評価と活用の学習用教材「技術評価表」（秋田県技術・家庭科研究会編，2011；本多ら，2011）を製作品の設計場面において活用した授業の具現化を試み，その学習効果を検証することを目的とする．

2.　研究の方法

2.1.　実験教材

2.1.1.　教材1「四角形の構造」

写真1は授業で使用する補強対象の四角形の構造物である．B5版1枚のボール紙を横に4等分し，紙テープで接合することで簡単に製作することができる．作業で使用する道具は下記のとおりである．構造を工夫するための時間をできるだけ長く取るために，作業の効率化を図り，部材の接合は紙テープを用いることにした．

【使用する道具】　※道具箱で配布

・はさみ　・カッター
・カッターマット　・30cm定規
・紙テープ　・ホチキス

2012年2月14日受理
†Teaching Practice and Effect of incorporating technology into the learning process the scene of the Technology Evaluation.
*Hisataka KANKE, Junior High School attached to Faculty of Education and Human Studies, Akita University
**Mitsumasa HONDA, Faculty of Education and Human Studies, Akita University

Akita University

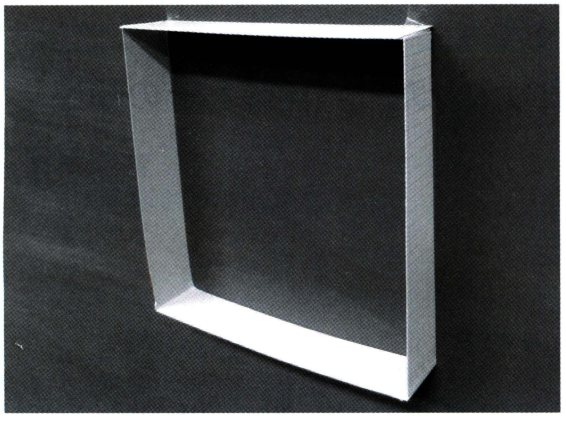


写真１　四角形の構造物

るい)」で判断し表すことにした．それぞれに観点についての説明は次のとおりである．

技術評価表

補強方法	機能性	経済性	環境性	強　度

表１　技術評価表

2.1.2.　教材２「技術評価表」

技術の方法選択においては，目的の機能を実現することを前提として，耐久性の確保，製造の正確性・速度・加工の容易さ，人的物的コスト等の観点を総合した方法選択が一般的に行われる．例えば，強度と機能性を両立することの難しさといったような技術の世界のダイナミックさを子どもたちにつかみ取らせる上で，方法選択の代表的な観点を知るとともに，比較及び総合的に判断する経験が大切であると考えた．そこで，後述する実験授業では，四角形の構造が揺れ（横方向から加わる力）に弱いというところに焦点を当て，強度を高めるという視点から工夫させることにした．あわせて一般の製作品は使用目的・使用条件に応じて作られているということを確認し，今回はラックとして使用することを伝え，四角形の枠内にスペースを確保するという「機能性」についての条件を追加して検討させている．

表１は我々が開発した「内容Ｄ　情報に関する技術」における技術の評価と活用の学習用教材「技術評価表」をものづくり学習用にアレンジしたものであり，技術の方法選択に対する検討を促すために用いる表形式の教材である．構造補強のための技術については先述の「強度」「機能性」の観点に加えて「経済性」「環境性」といった観点も重要である．そこで，ここでは図に示す４つの観点から評価することにした．補強方法の欄は具体的に図示し，各観点は４つの基準，「◎（大変よい，他と比べて特徴的によいところがある場合)」「○（よい，特に問題がない場合)」「△（どちらともいえない場合)」「×（わ

「機能性」：四角形の構造物をラック等（物入れのイメージ）に見立て，内部を利用できるようにスペースを確保するという条件を提示しており，その機能をみるものである．縦の仕切り板や横の棚板など，多少の制限が発生しても物を入れることができるものは可と判断することにした．

「経済性」：補強材料をB5版ボール紙１枚までとする制約条件を提示し，その範囲内でできる補強方法の工夫をみるものである．また，補強材料の分量によっては，作業（労働）性（労働対価として）に影響することから，このことについてもここに含めることとした．

「環境性」：四角形の構造物をラック等として利用することが前提であることから，設置場所のスペース等，周辺に及ぼす影響をみるものである．但し，ここでは補強材料の分量に関わる環境への影響は含めていない．

「強　度」：実用的なものであるためには，使用目的・使用条件に合った強度及び耐久性が必要であることから，部材補強による「じょうぶさ」を判断するものである．基本的には四角形の構造が変形せず，立てて置くことができるかどうかで判断す

Akita University

る．必要に応じて，横方向からの力を加えるなど，多少の負荷を与えて判断する場合もある．

2.2. 実験授業

2.2.1. 実験授業の日時と対象

2011年10月に本校第１学年必修教科「技術・家庭科（技術分野）」の時間に２クラスを対象に実験授業を実施した．

2.2.2. 実験授業の目標

学習指導要領「内容Ａ　材料と加工に関する技術」の(2)「材料と加工に関する基礎的・基本的な知識及び技術」について学習し，その後に履修する(3)「材料と加工に関する技術を利用した製作品の設計・製作」についての学習の導入部分に位置付けた小単元である．小単元名を「じょうぶな構造を工夫しよう」に設定し，総時数２時間で構成した．小単元及び実験授業の目標を下記のように設定した．

【小単元の目標】

(1) 製作品の構造設計に機能性や経済性，環境性，強度を考慮することの重要性を知る．

(2) 実用的なものを製作するためには，機能性と強度（耐久性）の両立など，複数の観点から総合的に判断し，それを実現するために必要な技術の方法を選択することが大切であることを知る．

2.2.3. 実験授業の展開

四角形の構造は横から加わる力に対して弱く，写真２の矢印の方向から力を加えると右方向に傾き，さらに力を加えると写真３のように倒れてしまい，四角形を維持することができない．そこで，この四角形の構造物をB5版１枚のボール紙を使用し，補強方法や補強部材の形状を工夫ながら補強していく学習活動を行った．ボール紙の切断にははさみやカッターを使用し，紙テープやホチキスを使用して接合することとした．

授業は２時間構成で実施した．資料１は学習指導略案である．導入でプラスチック製の長方形の枠を高層ビルに見立て，四角形の構造が揺れに弱いことを視覚的に確認させた．その後，「四角形は揺れなどの横方向の力に弱いけど，そのような力に対して強い形はどんな形だろう」という発問を投げかけたところ，「五角形」や「八角形」と答える生徒もいたが，「三角形が強いのではないか」と発言する生徒が多く見られた．そこで，同様にプラスチック製の三角形の枠を用いて，形が崩れないことを確認した．「三角形の構造は強い」をヒントに，最初は個々に補強方法を考えさせた．次に４人グループになり，各自が持ち寄ったアイディアをもとに四角形の構造物の補強方法を相談し，補強の仕方や補強場所の位置，部材の大きさ等をグループごとに決定させた．各グループでは，誰のアイディアを採用するか相談したり，複数のアイディアを組み合わせて新たなアイディアを生み出そうと一生懸命に話し合ったりする姿が見られた．その後に，補強のための作業時間として25分間を設定し，補強作業に取り組ませた．部材を切る係や接合する係，寸法を測定する係など，４人で役割分担をして進めるグループが多く，時間ぎりぎりまで作業していた．終了後，各グルー

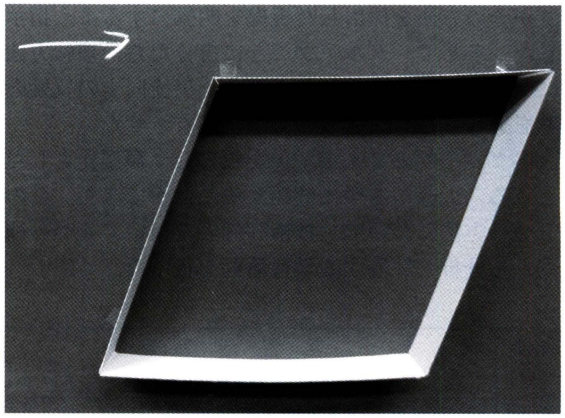


写真２　変形した四角形

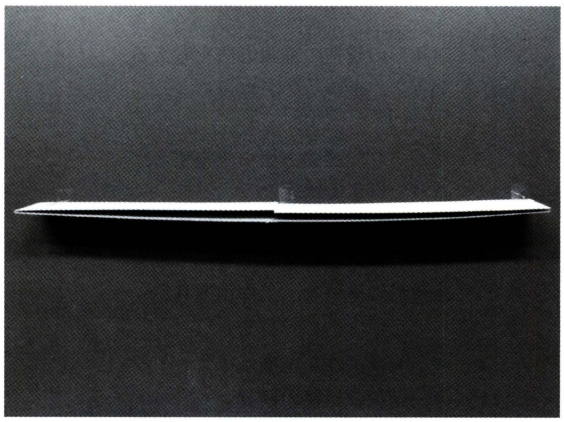


写真３　倒れた四角形

Akita University

プがその方法を採用した根拠を明確にするよう指示した．そして，グループごとに自分たちの補強方法について根拠を含めて発表させ，生徒同士の質疑応答を通して様々な考えや方法を共有させた．

各グループのアイディアを板書し，類型化をしたところ，大きく５つに分類することができた．この５つの方法について，技術評価表を用いて４つの観点から分析し評価する学習活動を行った．

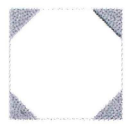
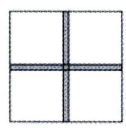
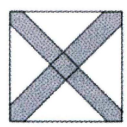
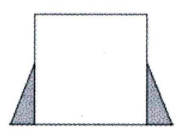
時間（分）	学　習　活　動 ＜指導の手立てや教材・教具＞
0	1　四角形の構造の特徴を知る． ＜プラスチック製の教具＞ ＜ヒント「三角形の構造」＞
5	2　四角形の構造の補強方法を考える． ＜学習シートにスケッチ＞
15	3　グループで補強方法を決定する． ＜話合いによる決定＞
25	4　補強のための作業をする． ＜四角形の構造物，工作用道具＞
50	5　補強方法の発表準備をする． ＜方法選択の根拠の確認＞
55	6　グループごとに発表する． ＜質疑応答による全体での共有化＞
75	7　技術の方法選択の検討 ＜技術評価表で検討の促進＞
90	8　学習のまとめ ＜技術評価表の活用による整理＞
95	9　自己評価 ＜自己評価カードによる振り返り＞

資料１　学習指導略案

2.2.4.　技術評価表の活用の実際

発表後，技術評価表を用いて技術評価を行った．各グループの補強方法を類型化すると，表２の「補強方法」の欄に図示したようになった．しかし，中には複合的な方法で行ったグループもあった．この結果をもとに，「機能性」「経済性」「環境性」「強度」の４つの観点から検討し，表にまとめたものが表２である．

技　術　評　価　表

補強方法	機能性	経済性	環境性	強　度
 四隅補強型	○	△	○	○
 枠内補強型	×	△	○	△
 枠外補強型	○	△	○	○
 全面補強型	○	×	○	◎
 タワー補強型	○	△	×	△

2　技術評価表の結果

(1)　四隅補強型

この方法を選択したグループは全体の20％程度であった．三角形の補強部材の大きさ，すなわち材料の分量によって経済性（製作コスト）が変わってく

Akita University

るが，どの観点についても概ねよい評価であることから，全体的に高評価となった．実際，本校技術室内にある２つのスチール棚で採用されている方法である．

(2) 枠内補強型

この方法を選択したグループも全体の20％程度であった．表２に示した例は，内部に棚板を取り付けるイメージであり，機能的に若干の制限はあるものの使用可能という評価であった．しかし，中には対角線を結んで補強したため，ラックとして使用するという機能を失ってしまったグループもあった．

(3) 枠外補強型

全体の40％程度のグループがこの方法を選択した．形状によって補強部材の分量は違ってくるが，四隅補強型と同様に各観点で高い評価となった．

しかし，補強方法の図に示すように対角線に結んだ場合の強度は高いが，水平・垂直方向に結んだ場合に強度が低くなると指摘した生徒もいた．

(4) 全面補強型

この方法を選択したグループは各クラス１グループ，全体の約10％程度であった．補強材料の分量が多くなってしまうため経済性は劣るが，全員が最も強度が高いと評価した．また，この方法を選択したグループは作業が早く終了したため，加工が簡単な方法だという認識をもったようである．

(5) タワー補強型

この方法を選択したグループも全体の約10％程度であった．東京タワーやスカイツリーなどの塔状の高層建築物をイメージして製作していた．外側に突き出る部分があるため，設置場所が制限されることから，環境性が５種類の中で最も低い結果となった．

3. 調査と考察

3.1. 授業を見取る方法

授業の最後に「自己評価カード」と称する振り返り記入用シート（資料２）を記入させた．学習内容に対する振り返りとグループや他の生徒との学び合いに視点を当てた振り返りを記入するものである．

＜自己評価＞

N …もっとよくしたいことがある！　E …やったあ！すばらしい！　S …これで満足！

月日	学習課題or解決の方法	
	満足感や成就感の自己評価	□分かったこと，できたこと，疑問に思ったこと，もっと知りたいこと。
	N E S	□自分や友達の頑張り，友達の意見や考えから参考になったこと。

資料２　自己評価カード

Akita University

自己評価の観点「N・E・S」は生徒の満足度（質的情意面）の指標であり，本校では全教科・領域等において実施している方法である（森ら，2010）.

3.2. 生徒の記述から

以下に生徒の主な振り返り記述の内容を示す.

上記の振り返り記述に，「三角形の構造が強度を高めることに有効であることが体験的に分かったこと（記述２及び３，7）」「それぞれの方法には長所・短所があることが分かったこと（記述1）」といった技術の内容的な理解に加え，本実験授業でねらった「技術の方法選択において，いくつかの観点があることが分かったこと（記述４及び9）」や「観点を総合して方法を選択することの重要性について分かったこと（記述5）」「そうしたことについての学び合いの中で，理解を深めることに本時で活用した技術評価表が役立ったこと（記述３及び8）」を示す意見があった．これらのことから，本小単元の目標である(1)構造設計に機能性や経済性，環境性，強度を考慮することの重要性に気付く，(2)実用的なものを製作するためには，機能性と強度（耐久性）の両立など，複数の観点から総合的に判断し，それを実現するために必要な技術の方法を選択することが大切であることを知る，の２点について生徒が具体的に検討したことを記述できていたので教育目標を達成できたといえる.

(1) 強度を高めるためには様々な方法があることが分かった．また，それぞれにメリット，デメリットがあることが分かった.
(2) 最初はグニャグニャと変形しやすかった四角形の枠が三角形の構造を活用したらじょうぶな構造になった.
(3) 三角形だけで安定させるグループや四角形の外側に付けるグループもあり，いろいろな考えを聞くことができて参考になった.
(4) じょうぶにするには，コストや機能性など，様々なことを考えなくてはならないことが分かった.
(5) 様々な条件すべてに合うように工夫することの難しさを実感しました．このあと製作するときも，これらの条件を考えながら取り組みたい.
(6) 自分たちのグループは低コストだったけど，機能性があまりよくなかった．もっと工夫してみたい.
(7) 三角形の構造を活用したことで，できるだけ手間をかけずに，楽な作業でじょうぶに作ることができた.
(8) 様々な方法を表にして見ることで，いろいろな工夫があることや，それぞれの特徴が比較できてよく分かった.
(9) 製作品にはじょうぶさだけでなく，機能性や経済性などを考えることも大切であることが分かった.
(10) コスト削減と強度を両立させることはとても難しいことだと思った．板材の場合は，厚さのことを考えて構造を工夫することも大切だと思った.

また，この後の学習活動である製作品の設計・製作に結び付けて学習を振り返った生徒（記述10）や，よりよい補強方法の追究に意欲を表している生徒（記述６）も見られた．本実験授業は，技術評価表に挙げた代表的な４つの観点について比較し，総合して判断する体験をさせることがねらいである．その観点を意識して構造を工夫するといった活用の場面は，この後の製作実習の中に位置付けている．検討の基本的な観点を知ったことを工夫につなげるための授業展開を構築していきたい.

4. 結論

以上，本研究では，ものづくり学習過程に技術評価の場面を取り入れた授業の開発とその効果について，生徒の姿をもとに検証した.

その結果，ものづくり学習過程に技術評価の場面を取り入れることが効果的であること，技術評価表を活用することによってトレードオフ関係となることが少なくない技術の世界の事柄に対する学習を発展できることを具体的に確認した．また，実際の授業において，生徒はグループ内で活発に意見交換をしながら大変意欲的に作業に取り組んでいたことから，本教材が中学１年生での授業における発達課題に合っていることが明らかになった.

参考文献

秋田県技術・家庭科研究会編（2011）第51回東北地区中学校技術・家庭科教育研究秋田・能代市大会学習指導案集，pp.6 ～ 9

本多満正，秋山政樹，菅家久貴，笠原浩一（2011）産業へのコンピュータ活用と技術評価の授業研究－最適な配送計画作成のゲーム教材の共同開発－』，第29回日本産業技術教育学会東北支部大会　発表講演論文集，pp.41～42

森　和彦，堀井綾子，吉野正利，杉山春美（2010）質的情意面に焦点化した観点別学習自己評価法（NES）の実践活用に関する探索的考察」，秋田大

Akita University

学教育文化学部教育実践研究紀要第32号，pp.95～103.
文部科学省編（2008）中学校学習指導要領解説技術・家庭科編，教育図書，pp.18～20.

Summary

This study investigates into the effect of using technology evaluation table for promote the choice of which method of technology for learning process of manufacturing technology. These learning manufacturing technology evaluation were used in the 7th grade.

The result of our experiment clearly shows, many students were aware of the importance of economic efficiency and functionality from manufactured goods. The scene of the technical evaluation to learning were able to confirm the effect of incorporating.

Key Words : study of manufacturing technology, technology evaluation table, trade-off, technology education

(Received February 14, 2012)