

多面的に思考する製作題材により，工夫し創造する能力を高める子ども

— 中学1年生「DL材を活用した製作品の設計・製作」から —

1 題材のねらい

製作品の構造等を追求する課題解決の過程で，L型やT型の形状の強度や軽量性，また作りやすさなどについて理解し，その知識を活用して使用目的や使用条件及び社会的側面（安全性）等に配慮した製作品の設計について工夫することができる。

2 授業の構想

(1) 子どものとらえ

子どもたちはこれまでの図画工作などのものづくりの学びの中で，目的に応じて形状や彩色などの工夫をしてきた。中学校1年の学年初めに行った技術科ガイダンスのワークシートの中で以下のような記述が見られた。

- ・（家電製品の進歩を学習し）今の技術を支えてきた人は使う人の立場にたって，いろいろな工夫をものづくりにいかしてきたことが分かりました。私も製作品を作る時に使う時のことをしっかり考えて工夫したいと思います。（生徒A）
- ・（ガイダンス中で昨年の製作品を見て）本当に生活に使える家具が作れると思うとわくわくしますが，何を工夫したらよいのか迷ってしまいました。これからいろいろな工夫する点を見つけていきたいです。（生徒B）

ワークシートから，中学1年生で初めて学習する技術科における「工夫」について，これまで小学校で学習してきたものづくりにおける形状等の工夫をさらに深め，使用する目的や使用する条件に即して製作を工夫していくことに対し，期待と共に戸惑いや不安も見受けられた。これは物があふれている社会の中で，生活を自ら工夫し改善していく体験が少なく，設計を行う工程において見通しをもって工夫することをイメージできないことも要因である。さらに，これまでのものづくりを通じた学習活動に，形状や構造を考える経験が少ないことも要因として捉えることができる。

このような状況からも，ものづくりを通して，形状や構造を選択したり考え出したりする学習を意図して展開していくことは子どもたちにとって重要な学習課題である。そのためにも効果的な題材や学習展開を開発し，様々な角度や視点から工夫していく取組を進める。その中で思考することや判断することを支援し，考えを深め広げていく取組により，子どもたちが問いを追求する過程において能力を高めることを目指す。

(2) 題材において求めたい姿とそのための手立て

使用目的と使用条件に即した製作品の設計を行うために，部品の形状や部品数及び接合法などの課題を多面的に捉え，選択したり新たに考え出したりして追求していく子どもの姿を求めた。

そのために，部品の形状や構造などの課題を解決する方法について，「丈夫さ・軽さ・製作の容易さ」等により分析した結果を模型などで分かりやすく示し内容を整理することにより，課題解決に向けた多面的な思考や判断を支援する。

本題材は，使用目的や使用条件に応じた製作品の形状や構造を工夫し設計していく題材である。使用する材料はDL（ディメンジョンランバー）材とよばれる板厚と板幅を15mm×15mm／15mm×30mm／15mm×45mmのように統一した規格で製材した短冊状の材料である。DL材を教材として活用するメリットを以下のように考えている。

① 材料の形状及び部品の構造の特性

使用する部材の断面形状は、製作された製品の強度に大きな影響を与える。
教科書では以下のように説明されている。

1×1, 1×2, 1×3・・・それぞれ平面で使用すると「曲げ強度」は1×1=1とすれば、1×2=2, 1×3=3になり、板幅が広がるにつれて曲げ強度が増す。しかし、1×2を縦に使用すれば4, 1×3を縦に使用すれば9になり、曲げ強度は前者と比較して、累乗に比例して曲げ強度がよりいっそう高くなる。

(開隆堂「技術・家庭」の記載から)

これを踏まえ、図1は部材の「断面の形」と「曲げ強さ」について図示したものである。①を基準にした場合の②～⑧の「曲げ強さ」がそれぞれ何倍になるかを示している。②と③を比べた場合同じ断面積の部材でも③のように使った方が強い。また③⑥⑦を比べた場合、部材の断面積が大きい方が強いことも分かる。しかし⑦と⑧は同じ断面積であるが、⑧のような断面にした方が強い。

一般に、我々が使用する製品には「軽い」ことが望まれる。そして「軽い」ことは「部材の断面積が小さい」ことにつながる。従って、部材に加わる力(荷重)に耐えうるような軽い断面の形状が望まれる。

この考え方に基づき、力のかかり具合が様々に、例えば前後左右の力などに対して、より強度の高い材料形状を工夫すると前述⑥のようなL形のほかT形及びH形の形状が考えられる。

これらの構造はすでに鉄骨材料に応用され実用化されており、「軽量」、「高強度」、さらに小径の材料を使うため経済的であり「省資源」というメリットもある。

この形状の工夫を題材に取り入れ、木質材料に限らない多くの材料に共通した形状上の特徴や構造上の特徴についての学びを深めるものである。

② 加工上の特性

すでに短冊状に製材してあるため、切断において縦引きの必要がなく製作できる。

L材、T材を使用することにより、従来の角材で製作してきたイス、机などの脚物家具における接合の「ほぞ接合」ではなく、経験の少ない中学生でも簡単にできる「打ち付け接ぎ」のみでの製作が可能となる。

また図2のようにL形やT形を作った場合、凹部分は幅・奥行きとも板厚(n)の倍数になるので、凹部分に材料を接合すると接合する部材とL材・T材の面がそろい、特に審美的にすぐれている。

踏み台の座板部分などは材料のすき間の大きさを増減することで座板の大きさを細かく調整することもできる。

これらの特性を活用することで、経験の少ない子どもでも製作が容易になる。

この材料を題材として用い、設計場面において部品の形状や組み立てられた構造などをスチレンボードを使った模型の製作を通して検討する。検討に当たってはその尺度を「丈夫さ・軽さ・製作の容易さ」で判断する。また製作品の部位を脚部・まく板・ぬきの3カ所に限定して形状と構造の違いにより、個々の特徴を分析する。丈夫さ、軽さ、製作の容易さなどの角度から、個々の部品の形状や構造を検討することで、多面的に課題をとらえ、問いを追求し課題解決を図る力を育成することができると思う。

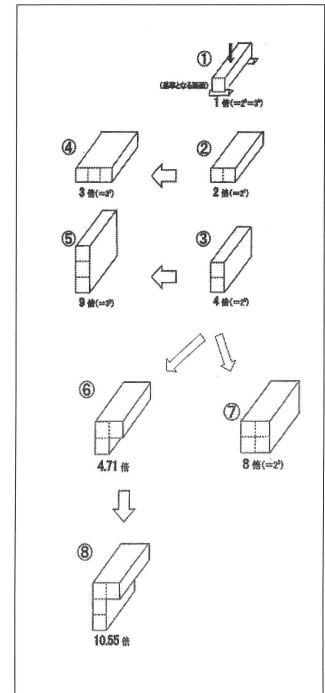


図1:「断面の形」と「曲げ強さ」

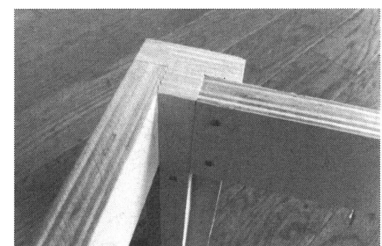


図2:「L型の部品の接合部分」

本時では、この分析により得られた形状や構造の特徴に関わる知識をもとに、実際の自分の製作品にはどのような条件が必要であるか考えた上で、必要な形状と構造を選択したり、選択すべき物がない場合は新たに考え出したりするなどして、製作品の「設計のコンセプト」をまとめていく活動を行う。

子どもたちは様々な視点から課題に対してアプローチしていく。検討すべき点が多面的である上に、多くの子どもは初めて製作品の設計について検討することになる。そこで、前段でDL材の特長を生かした形状や構造について丁寧に整理することで、自分の製作品の使用目的や使用条件に対してどんな形状や構造の選択が最適なのか、内容を整理しながら「設計のコンセプト」をまとめる効果的な支援を行う。

また、「設計のコンセプト」の立案の際には、この製作が社会や環境に対しどのような価値があるのかを合わせて考える。ものづくりの背景にある安全性あるいは資源保護等への配慮や課題を考えることで、技術を適切に評価し活用する能力や態度の育成にかかわる学びの導入とする。

3 展開計画（全26時間）

| 次 | 主な学習 | 時 | 具体的な学習・活動 | ◇追求する子どもの姿 |
|---|-------------------------|--|---|--|
| 1 | 材料の特徴を知る。 | 1 2 3 | <ul style="list-style-type: none"> ・ものづくりの工夫のしかたと進め方を知る。 ・材料の性質と特徴を知る。 ・木材の繊維方向等による強度の違いや、材料の形状による荷重に対する丈夫さなどの違いについて理解する。 | ◇どのような工夫点，材料の性質と特徴，及び材料の方向性による強度の違い等を積極的に知ろうとする姿 |
| 2 | 丈夫で軽く製作しやすい，製作品の構造を考える。 | 4 5 6 7 8 | <ul style="list-style-type: none"> ・設計の進め方を知る。 ・踏み台の具体的な使用目的と使用条件を考える。 ・踏み台に必要な機能を考える。 ・踏み台に必要な機能を備えた構造を考え，スチレンボードで1/3模型を試作する。 ・試作した1/3踏み台模型を分析し，丈夫で軽い構造を考える。 ・より作りやすい構造について考え，製作した模型の特徴を理解する。 | ◇踏み台に必要な機能を考え，その機能を備えた形状や構造について，スチレンボードでの試作により考える姿。 ◇試作した1/3踏み台模型を分析し丈夫で軽い形状や構造の特徴を考える姿 |
| 3 | 製作品の詳細な設計を行う。 | 9 10 11 12 13 | <ul style="list-style-type: none"> ・実際に自分が製作するDL材の特長を生かした製作品について，使用条件や使用目的に即し，必要な機能を果たすための部品の形状や構造を選択したり考え出したりして，製作品の「設計のコンセプト」をまとめる。 ・製作品をスチレンボードにより試作する。 ・加工，接合，仕上げの方法を考える ・工程表を作成し効率的な製作の流れを考える ・試作したスチレンボード模型をもとに部品表と材料取り図を作成する。 | ◇使用目的や使用条件に即した製作品に必要な機能を，部品の形状や部品数及び接合法などの課題を多面的に捉え，選択したり新たに考えだしたりしていく姿 |
| 4 | 製作品を製作をする。 | 14 15 16 17 18 19 20 21 22 | <ul style="list-style-type: none"> ・材料取り図を参考に材料へのけがきを行う。 ・治具を活用し，材料を切断する ・必要に応じて曲線の切断や切削等の部品加工を行う。 ・材料の検査と修正を行う。 ・組み立てのためのけがきを行い，下穴をあける。 ・治具を活用し，材料を組立てる。 ・正しく組立てができたか検査・修正を行う。 ・紙やすりにより表面仕上げを行う。 ・ふき塗りによる塗装を行う。 | ◇正確かつ安全で効率的な作業工程を考え，実践しようとする姿 |
| 5 | 材料と加工に関する技術について考える。 | 23 24 25 26 | <ul style="list-style-type: none"> ・社会・環境とのかかわりを知る ・材料と加工に関する技術とわたしたちの未来を考える。 | ◇積極的に材料と加工に関する技術とわたしたちの未来を考えようとする姿 |

4 授業の実際

(1) 設計の進め方を知り、使用用目的と使用条件から製作品の機能を検討する（第5時）

① 授業のねらい

設計の手順を考え、踏み台の具体的な使用目的や使用条件を考えることができる。

② 授業の展開の概要

(i) 製作品の決定から製作に至るまでの工程整理

小学校などで行ってきたものづくりの経験を振り返り、製作品を決定し、製作品の構想（機能・構造・材料・加工方法の検討）、模型の製作など、製作するために必要な設計段階の工程を検討した。

(ii) 実物観察による使用目的と使用条件の検討

数種類の踏み台の実物を観察しながら、それぞれの踏み台が「誰が」「いつ」「どこで」「どのように」使われているか、個々の使用目的や使用条件を検討した。その上で、それぞれの製品が目的や条件に応じた機能を有していることに気付いた。そして、共通課題として「家庭において普段はしまっており、つかうときに移動させて、高いところに手を届かせるためにつかうための踏み台」という目的および条件を設定し、グループ毎にこの踏み台に必要な機能を考え、発表した。

まとめられた主な機能は以下の3点である。

- ・人が乗っても大丈夫な程度の丈夫さ。
- ・持ち運びができる軽さ。
- ・収納しやすい大きさ。(高さ300mmくらい)

(2) 丈夫で軽い踏み台の模型を製作する（第6時）

① 授業のねらい

踏み台に必要な機能を備えた構造を考え、スチレンボードで1/3模型を試作することができる。

② 授業の展開

(i) 模型（共通課題）製作上の条件及びスチレンボードの加工方法を知る。

前時までの学習を踏まえ、どのような構造の踏み台にすることで軽くて丈夫にできるか、模型製作を通じて検証することとし、そのために製作する模型の条件を統一し、ワークシートを活用し確認した。

(ii) 「丈夫で軽い」機能を持つ模型を製作する。

主に脚部の形状を検討しながら「丈夫で軽い」1/3に縮尺した踏み台の模型を製作した。製作する際に、特に以下の点について工夫のための視点をもつようにした。

- ・丈夫な構造の工夫について振り返り、脚部の断面形状を検討し、強度を高める。
- ・まく板と脚部の接合の仕方について、グループごとに実物大のスチレンボード模型を使い、どのように接合すると、より効果的で丈夫に接合できるか検討する。

(3) 丈夫で軽く作りやすい踏み台の特徴を考える（第7時）

① 授業のねらい

試作した1/3模型を分析し、丈夫で軽く作りやすい構造とその特徴を考えることができる。

② 授業の展開

(i) 踏み台の模型を卓上評価シートを活用し評価する。

幅の異なる4種の板材、板材を合わせた角材、板材を加工したL形やT形の材により構造（主に脚部）を検討し、丈夫で軽量の踏み台の模型を製作したことを確認した。その後自分の模型についてグループ内で軽さと丈夫さの観点で評価し、さらに視覚的に構造の違いを把握しやすくするために模型本体を卓上評価シートに相互に比較しながら置いた。

卓上評価シートは縦軸に丈夫さ、横軸に軽さのゲージをつけたもので、相互の模型を比較しながら相対的な評価に基づきシート上に模型を配置するものである。この作業により、相反する丈夫さと軽さの機能について折り合いをつけていくためにはどのような形状が適切か視覚的な検討ができた。また、重くても丈夫さを重視する形状や、逆に弱いけれど軽量な形状など、学級内のすべてのアイデアが机上に集約されるためこれを整理することにより、この後の踏み台の設計に大いに資することとなった。

丈夫さ・軽さの評価の視点は以下の通りである。

- ・ T形やL型を使うことで強度は強くなる。また同じ形状であれば断面積が大きい方が強度は強くなる。
- ・ 使用する材料が少ないと軽量となる。多くなると重くなる。

(ii) 卓上評価シートに作りやすさゲージを追加し構造による作りやすさの違いを検討する。

様々な形状の提案がなされ、これを実際に作るとしたらどのような問題があるか考えた。すると部品点数や部品の種類が多かったりすると製作が難しくなることが分った。より容易に製作するためには、部品点数を減らすなどの別の工夫が必要となる。そこで、3番目の評価の基準として評価シートに「作りやすさゲージ」を加え、以下の視点にそって、模型の再評価をおこなった。また高さ方向に作りやすさの度合いを示すため2段階の台を活用し模型の配置を行った。

作りやすさの評価の視点については以下の通りである。

- ・ 部品の数が多いとそれだけ切断箇所や接合箇所が多くなり、作りやすさは低下する。
- ・ 実際に模型を作った経験を踏まえ、主観的な考えを作りやすさの評価に反映させる。

(iii) 卓上評価シートの評価をもとに自分の製作した模型の特徴についてまとめ、特徴を生かすための使用方法を考える。

自分の製作した模型の特徴を改めて整理し、どんな場面でどのように役立つか考え、ワークシートを用い以下のような分析を行い発表した。

分析内容の例は、次の通りである。

- ・ とても丈夫だけれどやや重い。動かすことが少ないところで使うのに適している。どんな体重の人が乗っても、大丈夫である。玄関の踏み台などに使えそう。
- ・ 軽いけれどとても丈夫というわけではない。頻繁に動かすものに適している。使う人が限定される。小さい子どもが持ち運んで使う踏み台などに使える。
- ・ やや丈夫でやや軽い。汎用の踏み台として一般的な家庭で活躍できそう。

(iv) 多くの構造物にL形やT形等の形状が利用されていることを知る。

木質材料以外のL形やT形の利用についての資料を提示することにより、構造材料全般における工夫であることに気づいた。

(4) 丈夫で軽く作りやすい踏み台の特徴を分析し整理する (第8, 9, 10時)

① ねらい

使用目的や使用条件に即して、DL材の特徴を生かした製作品を構想することで、それまでに習得した知識を活用し、課題に対応する自身の製作品の形状や構造を考える。

② 展開

(i) DL材を活用した製作品の特徴を分析し整理する。

丈夫な踏み台のミニチュアモデル設計を通して学習した、形状や構造の特徴について分析した結果を発表し、基本的な内容を整理した。

整理した形状や構造は以下の通りである。

- ・脚部の形状と長さ（高さ）
- ・「まく板」の幅・接合場所・接合面積
- ・「ぬき」の有無・幅・接合場所・接合面積

整理する検討内容は以下の通りである。

- ・強度がどうなるか
- ・重さがどうなるか
- ・製作の難易度がどうなるか

(ii) DL材の特徴を生かした、製作品の「設計のコンセプト」を考えた。

軽量で丈夫であり、かつ製作が容易だというDL材の特徴を生かした自分の身のまわりで必要な製作品の使用目的・使用条件を確認した。習得した知識を製作品の形状や構造にどう生かすか検討し、どのような形状や構造を採用するか、あるいは新たに考えだすか検討し、考えをまとめた。さらに、構想した製作品が社会的側面や環境的側面等から、どのような価値があるかについて考え、「設計のコンセプト」をワークシートに整理した。(図3)

(iii) 設計のコンセプトを発表する(第10, 11時)

ワークシートを提示し発表した。友だちの「設計のコンセプト」を見て、自分の「設計のコンセプト」の修正ポイントをワークシートにまとめた。

(5) 実際に製作する踏み台の構想をまとめ模型を製作する

① 授業のねらい

自分の生活を振り返り、使用目的と使用条件を自分なりに設定し、それに応じた機能を持つ踏み台について構想をまとめ、スチレンボードによる1/3模型の製作を行うことができる。

② 授業の展開の概要

(i) 使用目的と使用条件をもとに機能を検討する

「設計のコンセプト」をもとに使用目的と使用条件を再度確定し、構造と寸法について確定した形状をワークシートにまとめた。

(ii) 機能を満たす模型の製作

検討した機能を備えた踏み台について、スチレンボードによる1/3模型の製作を行った。

学習後のふりかえりの記述より

- ・なんとなく考えていた構造を、他の形と比較して足の形やまく板を決めることができたので目的どおりに模型の設計ができた。(生徒C)
- ・脚の形を目的に合わせて変える時に、選択する内容が整理してあったので、わかりやすく全体の形を決めていくことができておもしろかったです。(生徒D)

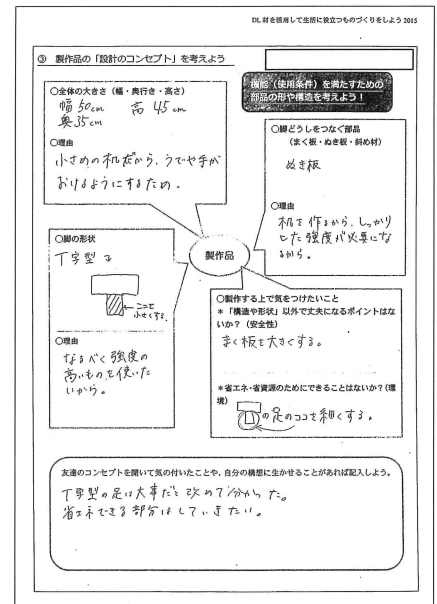


図3:ワークシート「設計のコンセプトまとめ」

5 おわりに

「丈夫で軽く作りやすい」構造や形状の特徴を模型を通して検討する際、踏み台の評価を客観的に検証していくため「強度が高まる要因、軽量になる要因、製作が容易になる要因」について分析し、「設計のコンセプト」をまとめる学習を取り入れた。このことで、使用目的や使用条件に対して、どのような形状や構造が適しているのか必要な要素を選択したり、必要な物がなければ新たに考え出すなど、自らの課題についてより客観性をもって多面的に捉えながら最適解を追求する展開につなげることができた。

(文責 後藤 康太郎)