

「丈夫さ・軽さ・作りやすさ」の視点で多面的に課題をとらえ追求する力を高める子ども

— 中学1年「DL材を活用した踏み台の設計」の実践から —

1 題材のねらい

「丈夫さ・軽さ・作りやすさ」という視点で踏み台の構造等を追求する課題解決の過程の中で、L型やT型の形状の強度や軽量性、また作りやすさなどの製作の効率性について検討し、よりよい構造について理解することができる。

2 授業の構想

(1) 子どものとらえについて

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。

(技術の発達の歴史を勉強して、様々な工夫から技術が発達してきた事を知り) 自分の製作でも色々工夫して使いやすい製作品を作ろうと思います。(今日の学習を通して知りたいと思った事は) どんな事を工夫すれば丈夫な製作品が出来るかとか、工夫したアイデアが本当に自分に出来るかということを勉強したいです。(生徒A)

この記述から、中学1年で初めて学習する技術科における「工夫」について、これまでのものづくりとは違う技術科特有の「使いやすさ」や「丈夫さ」などについて関心を高めていることが分かる。しかしながら、機能や構造を工夫することについて、具体的にどのような内容の工夫を行うことで目的に応じた製作品を作ることができるのか、見通しをもってイメージできる子どもはほとんどいない。これはものづくりに関わる子どもたちの生活経験の不足と共に、これまでのものづくりを通じた学習活動に、機能や構造を学ぶ場が無い事も一因であると考えられる。ものづくりの場でしか学ぶ事の出来ない機能や構造を「工夫・創造」することは、その結果が目に見える製作品として現れることで工夫や創造した内容がより実感できる。よって、生活経験に直接つながる貴重な機会となり、現代の子どもたちにとって重要な学習課題である。

(2) 本題材の内容と技術・家庭科で考える問いをもち追求する姿との関わりについて

本題材は材料と加工に関する技術において、製作品の構造について考える題材である。部品の形状による強度の変化や、組み立てられた構造が丈夫であるための工夫などを、製作品の設計の前段で検討していく。製作品における重量と丈夫さの相反性など構造上の課題等をより具体的に考えるため、製作品を子どもでも持ち運びができ、荷重に耐える強度の求められる踏み台に限定した。さらに、製作が容易で材料の準備などが効率的かつ経済的に出来る方法を加え、踏み台の設計を総合的に検討する。単純に製作品の高さや幅を工夫するだけでなく、丈夫さ、軽さ、製作の際の容易さなど様々な角度から、踏み台の構造を検討することで、多面的に課題をとらえ、問いを繰り返して追求し課題解決を図る力を育成するものである。なお、子どもたちは最終的にはここで検討される構造をいかして、DL(ディメンジョンランバー)材を用いた踏み台を設計及び製作していく。

また、本題材では具体物を使い試行を繰り返す。木材等の実物で検討することは現実的には困難であるし、構造が複雑であるので、初めから図式化して検討していくことも難しい。そこで、板厚

等を1/3に縮小したスチレンボードを使い、模型を製作する。1/3の模型を製作し様々な試行を繰り返すことで、多様な視点に対してより具体的に構造を検討する事が可能になる。

(3) 本単元の内容における問いをもち追求する姿を育成するための具体的な手立てについて

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うえに、初めて機能や構造を検討していく学習である。そこで、難易度を徐々に高めながら課題を追求する学習展開を設定した。

始めから多様な視点を提示するのではなく、最初はなるべく検討しやすいものとし、順次違う視点を提示する事で、多面的に課題をとらえ追求する力を育成する。本題材では事前に使用する材料を限定し基本となる構造(T材やL材など)の模型を提示した上で、材料や部品を組み合わせながら模型の製作を行う学習展開により、軽さ・丈夫さに視点を絞った課題の追求を行う。一定の考えがまとまったところで、製作の際の容易さという視点を加えながら課題の追求にあたる。このような展開により追求する視点も考えやすい物から複雑なものへと、学びを高めていく。

3 展開計画(全8時間)

次	主な学習	時	具体的な学習・活動
1	丈夫で軽く製作しやすい踏み台の構造を考える。	1・2	・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について理解する。
		3	・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。
		4・5	・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。
		6	・試作した1/3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。
		7・8	・実際に自分が製作する踏み台の構想をまとめる、スチレンボードで試作する。

4 授業の実際

(1) 1～3時 材料について学ぶ

① 材料の性質と特徴を知る。

○ 授業の内容

- ・身近な製品について、使われている材料が何か類推し、なぜ選択されているか考える。
- ・金属・木材・プラスチックなどの材料は、それぞれの製品の目的に合わせて使用されており作品製作においても、適したものを選択する必要がある。さらにそれらは材料毎に適した加工方法や加工工具があることを知る。

○ 授業の流れ

- i) 製品の実物の観察により材料を類推しその選択理由に気付く。  
身の回りにある製品の材料の種類を類推し、材料が選択されている理由を考える。
- ii) 製品の実物及び三種類の素材のスプーンの観察による材料の特徴の分析  
「金属」「木材」「プラスチック」に限定し、その素材の特徴を体感するなどして特徴を分析した。
- iii) 三種類の素材の試験片の切断と切削の体験  
個々の材料の加工体験は代表者による三種類の材料の切断と切削により行い、個々の材料の加工の特性について共有した。製作した材料片はクラスプレートに加工している。

② 木材の繊維方向等による強度の違いについて理解する。

○ 授業の内容

- ・木材の観察と実験を通じ繊維方向による強度の違いや、変形の特性について考える。
- ・製作品を丈夫にするための構造を理解する。

○ 授業の流れ

i) 木材の組織の顕微鏡写真の観察

実物の顕微鏡写真の観察や、水中で木片に息を吹き込み空気の泡が反対から出てくる実験を通じ、木材がストロー状の構造であることを実感した。

ii) 繊維方向別強度比較実験及び異方性による変形割合の違いの観察

ストローで製作した模型を使い、材料取りにおける繊維方向の違いによる強度の違いを実験を通じて検証した。次に、収縮割合の違いを同様にストロー模型の観察から考え、それが板材の変形につながることに気付いた。

iii) 四角い構造に補強材を加える実験及び断面形状の違いによる強度の変化についての検討

スチレンボードによる四角形の構造模型を使い、より少ない補強材でより丈夫な構造を工夫する実験をおこなった。さらに実物の木材による演示実験を通じて、同じ断面積でも断面形状の違いにより強度が変わることに気付いた(図1)。

以下の様な形状が子どもたちから提案され、アイデアを共有した(図2)。

実際に断面形状の違いにより強度が高まるのか、T型の木製実物モデルを使い、形状の違いにより強度が変わることをその上に乗るなどして体感した。

これらは次時以降の踏み台の脚部の構造に用いられる。

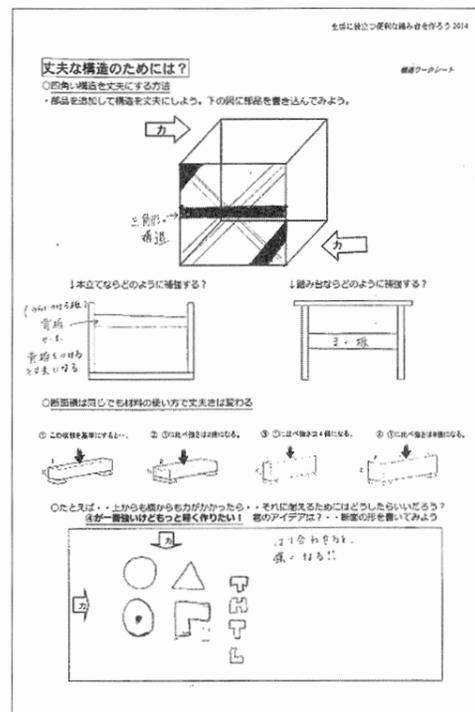


図1：丈夫な構造を検討するワークシート

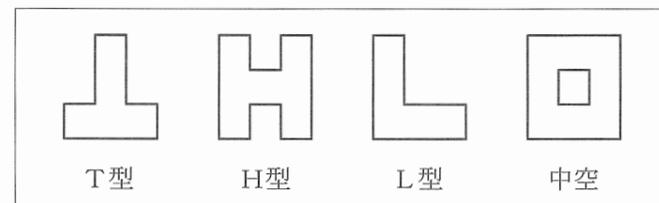


図2：提案された軽くて丈夫な断面形状の主な物の例

(2) 4時 使用目的と使用条件から製作品の機能を検討する

○ 授業の内容

- ・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検討する。

○ 授業の流れ

i) 製作品の決定から製作に至るまでの工程整理

小学校などでの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、それぞれの踏み台について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。そこ

で共通課題として「家庭において普段はしまっており、使うときに移動させて、高いところに手を届かせるために使うための踏み台」という目的・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た。

\*まとめられた主な機能

- ・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)

(3) 5時 丈夫で軽い踏み台の模型を製作する

○ 授業の内容

- ・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。

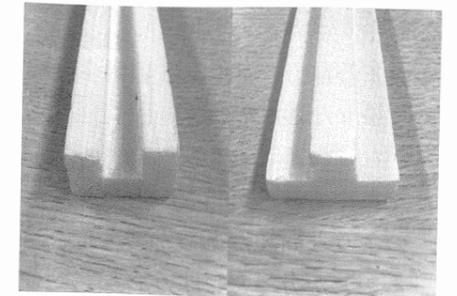


図3：スチレンボード模型

○ 授業の流れ

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。

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、製作条件(使用材料の種類と数、まく板を使うこと、大きさ)について確認した。

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。その際まく板と脚部の接合の仕方について、各班ごとに実物大のスチレンボード模型(図3)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した。

(4) 6時 丈夫で軽く作りやすい踏み台の特徴を考える

○ 授業の内容

- ・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。

○ 授業の流れ

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・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。

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(図4・5)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の形状など、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)

- ・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。



図4：卓上評価シートで評価

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。

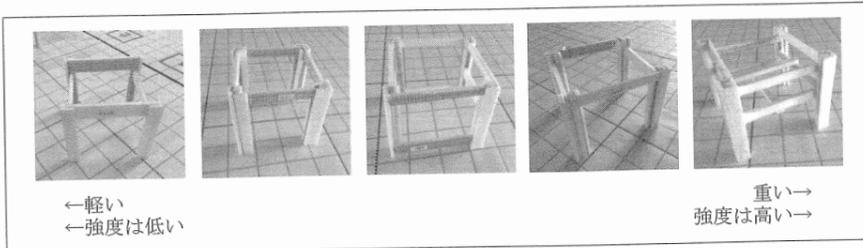


図5：提案された模型の形状例

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上方向に矢印のある「作りやすさゲージ」を加え、以下の観点にそって、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)

- ・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、特徴をい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、どんな場面でどの様に役立つか考え、ワークシート(図6)を用いて以下のような分析を行い発表した。

- ・とても丈夫だけれどやや重い。…動かすことが少なく、どんな体重の人が乗っても、大丈夫な使い方が適している。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。…頻りに動かすことが予想される。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・T型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型材・T型材の利用について資料(図7)により、構造材料全般における工夫であることに気付いた。

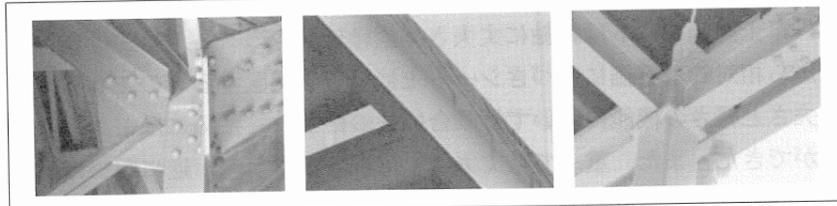


図7：校舎内の各部の鉄筋材料に使用されているT型やL型の鋼材の例

(5) 7~8時 実際に製作する踏み台の構想をまとめ模型を製作する

○ 授業の内容

- ・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模型の製作を行った。

○ 授業の流れ

i) 使用目的と使用条件をもとに機能を検討する

自分の家庭で使用することを前提に、どのような踏み台があると便利か考え、使用目的と使用条件を確定するとともに、さらに「丈夫で軽く作りやすい」構造を検討した上でその踏み台に必要な機能を検討し、ワークシートにまとめる。

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模型の製作を行う。

5 おわりに

(1) DL材を活用した踏み台の設計について

従来の箱物題材の製作は、機能を果たすための設計の工夫については各部の寸法をどうするか、という程度に留まっていた。これに対しDL材を使った「踏み台」の設計は、脚部の形状を検討することによる構造の工夫から丈夫さ・軽さ・作りやすさの追求を行い、課題を多面的にとらえながら最適解を求める学習展開につながった。さらに、従来設計の学習は製作品を決定し構想をまとめ図面に表していくことが一般的であったが、今回構想をまとめる過程のなかでスチレンボードを使いなから現物合わせで構想をまとめる手法を展開した。子どもは設計の段階で、機能に応じた形状と構造の工夫を試行錯誤、つまり問い続けながら追求することができた。

学習後のふりかえりより

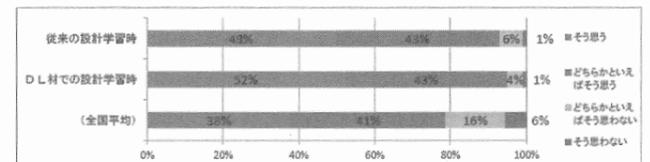
- ・脚の作り方を変わると脚とまく板の接合の仕方も変わったり、考えることが多くて大変でしたが、模型を製作したおかげで様々な形を試すことができ、イメージした踏み台ができた。(生徒B)
- ・脚の形を工夫すると強度や重量が変わることが分かり、自分のねらいに沿った脚を考えて、全体の形を決めていくのがやりがいがありました。(生徒C)

(2) 追求する力の高まりについて(学習後の振り返りアンケートより)

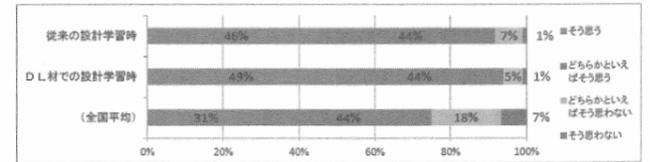
設計の学習後のアンケートを従来の板材による自由設計時(平成25年度1年生:平成25年11月調査132名回答)と今回のDL材の学習時(平成26年度1年生:平成26年6月調査130名回答)とを比較した結果が図8の通りである。単純な比較はできないが各項目において今次学習展開が、子どもの工夫していこうとする姿勢や問い続けようとする姿勢を培うことにつながっていると見られる。

(文責 後藤 康太郎)

i) 作品を構想するときに自分のアイデアを生かすようにしていますか。



ii) 作品の仕組みや工夫に関心を持つようになっていますか。



iii) 解決したい問題があるとき、その解決方法を自分なりに考えようとしていますか。

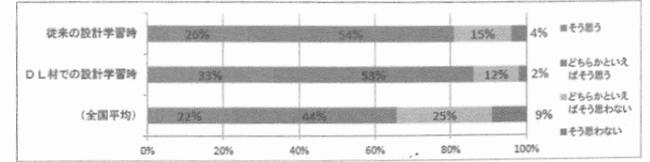


図8：学習後の振り返りアンケート