

## 第9分科会

みんなで21世紀の未来をひらく教育のつどい  
—教育研究全国集会 2018—

# 職業・技術教育

## 遊びの中にある学び

立体パズルの製作から

東京都教職員組合

新村彰英

中野区立第七中学校

## はじめに（第 67 次東京教研「技術・職業教育」分科会報告）

いよいよ新学習指導要領の移行期間が実施される。これまでの変更とは全く性質を異にしているところが二つある。一つは道徳を「特別の教科」とし、評価までするということだ。もう一つはアクティブラーニングの実施である。二つの変更の問題点は、教員に子どもの道徳性を評価させるとこと、今まで教師の裁量であった教育手法にまで、文科省はものを言うようになってきたことである。新しい教科、学習方法、評価が要求され、教員たちに重くのしかかろうとしている。

移行期間前の今年一年でも、教員は、本人が希望もしていない内容での研究発表やまとめづくりなど、授業以外の「研究」というたくさんの仕事があり、大変な苦勞をしていた。教員の研究・研修は「権利と責任」であったはずだが、権利だけが無くなり強制されているように感じている。

一方、子どもたちは中学生でも「ひもが結べない」という報告があり、大人が子どもたちに対して生活力を鍛えていないのではないか？生活の利便性が上がるほど子どもの成長に良くない効果があるのではないかと指摘されている。技術の向上が子どもたちの生活力の向上を阻害しているという、技術科としては見逃せない提題である。

以上の状況を踏まえて、東京教研が真に意味深いものになるためには、新学習指導要領を乗り越え、子どもたちに心からの笑顔をもたらす学びを作ることと考える。発表された二本のレポートは、その点で考えさせられる、ヒントに富んだ内容を持っていた。

提出レポートは以下の二つであった。

1. 実習・作業に生かすアクティブラーニング
2. 遊びの中にある学び「立体パズル」

### 1. 実習・作業に生かすアクティブラーニングについて

技術科教材を中心にしたレポートではなく、これまでに多くの民間教育団体が取り組んできた内容をまとめ、生かし方を提案した発表である。学校現場では学校行事、学級の取り組み等で「みんなで協力して」という合い言葉が多く聞かれる。毎日の学習でも互いに学び合うことを目的とし、学習方法を展開し、グループワークを行うときに「ちょっと工夫してみたこと」がたくさん発表された。教室内掲示物など環境整備を除いて、小学校であればペア学習からグループ学習まで、四つの視点から工夫できる内容が示された。

1. 情報の整理

2. 情報の最適化
3. 記憶のサポート
4. 注意のコントロール

### 2. 遊びの中にある学び「立体パズル」について

「立体パズル」作り、作った後の「立体パズル大会」での活用や、情報領域でのプログラム学習の発展について、詳細な報告であった。「立体パズル作り」では、より子どもたちにとって理解が深まるようなユニバーサルデザインの工夫についてもまとめられていた。

立体パズル作りでは、一辺が3 cmの立方体27個を組み合わせ、一辺が9 cmの立方体を作る。このとき3 cmの立方体の組み合わせ方を工夫することで、最終的に9 cmの立方体にくみ上げる難易度が決まる。設計段階では上段中段下段に分けてキャビネット図を学び、部品加工では3 cm、6 cm、9 cmのモジュール化された部品の切断を「のこぎり引き評価装置」を利用して学び、組み立てでは精度の高い組み立てを学ばせる。

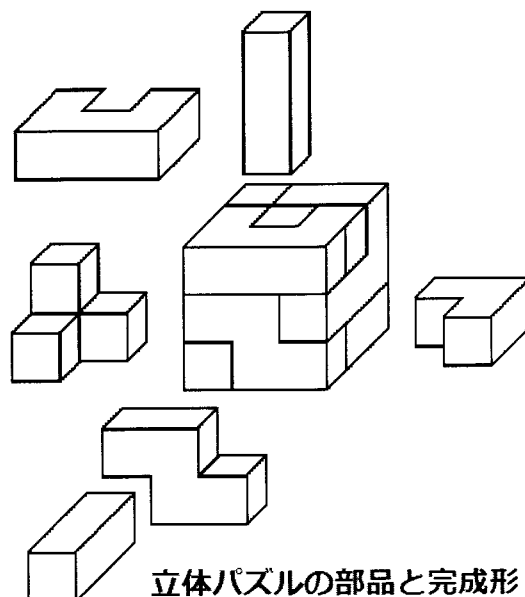
立体パズル大会では、再度「より難しいパズルとは何か」を考えるきっかけを作り、学級全体で十ある大会ルールを守りながら、互いにより高めあうことを学ばせる。

ユニバーサルデザインとしては、説明用段ボール箱の利用、アーテックブロックを使用した仮大会、上中下段の構想図用紙などが紹介された。

最後に立体パズルのデジタル作品化、プログラム作品化として、scratchソフトでの「さらに難易度の高い立体パズル」のプログラム化や動画作成についても紹介された。

### 1. はじめに

私はここ 25 年ほど題材「立体パズル」を中学校の技術の授業で取り組んできました。長く続いたのは、生徒の作りたいという意欲が高いことです。意欲があれば、多少の困難も乗り越えてきます。さらに、情報の学習内容も含めた取り組みになっていきました。このレポートは「立体パズル」の魅力、学び、取り組みを紹介するものです。



立体パズルの部品と完成形

### 2. 立体パズルとは

立体パズルとは図-1のように、いくつかの部品を組み合わせて、9 cmの立方体にすれば完成です。材料は3 cmの角材、1 mです。ホームセンターで、130円ほどで購入できます。この角材を3 cm、6 cm、9 cmの長さに切断し、これらを接合すると、さまざまな形の部品を作ることができます。部品の組み合わせは多様で、どれひとつ同じ作品にはなりません。大人が組み立てを断念するほどの難易度の高いものもありました。

図-1

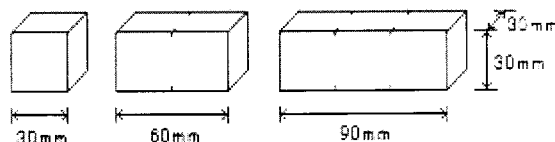


図-2 部品の元になる材料

### 3. パズル大会を使用場面に

何のために設計して、使用するのかを生徒自身のものであるために、パズル大会を設定しました。パズルを使用し評価する場面となります。パズル大会はクラス総当たり戦で行います。試合は、互いに相手のパズルをくみ上げる早さを競います。より組み立て困難な立体パズルを作る事、相手の立体パズルをより早

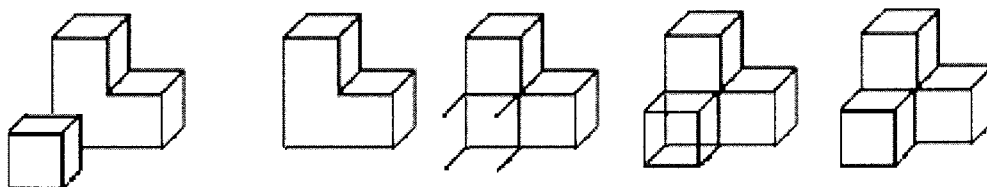
#### 大会のルール

- ・このエントリーシートは組み立て済立体パズルと構想図プリントと交換で手渡される。
- ・試合は申し込まれたら、拒否できない。試合中は例外とする。同じ相手と再試合はできない。
- ・大会中はエントリーシートとペン、パズルを持ち、対戦相手を見つけてたくさんの試合をする。
- ・試合中の先生の「終了」の合図があったら、その試合はノーカウントになる。
- ・相手のパズルを、組み上げて相手に差し出した時の音が早い方を勝ちとする。
- ・敗者は勝者に正解を示す権利がある。勝者は20秒以内に組み立てて正解を示すこと。
- ・正解を20秒以内に示せない場合は勝者と敗者は逆転する。
- ・5分以上勝敗が決まらない場合、両者合意の上、引き分け戦を行う。
- ・引き分け戦とは自分のパズルを早く組立てた方の勝ちとし、3点が与えられる。
- ・試合結果は両者立ち合いの下、勝者がエントリーシートに結果を記入する。

く組み立てる事は立体パズルの使用目的や使用条件になります。「難しいパズルとは？どうすれば難しくなるのか」は、設計時に全生徒の共通の課題になります。

#### 4. パズルの構想・設計

オリエンテーションの時間にキャビネット図の書き方を練習します。私は30cm段ボールの立方体を5つ使い、これらを組み合わせて、図-1にあるパズルの部品を例にしてキャビネット図の書き方を指導します。手順としては①正面図を描く。②奥行き線を描く。③奥行き線同士をつなげて、不要な線を消して完成させるのが一般的ですが、図-1にある側の左の部品（ピラミッドのような形）は難易度が高くなります。問題解決の方法として「難しい時は分けて考える手法」を用います。この部品の場合は手前の立方体1コと後方のL型の部分に分けます。後方のL型の部分だけを先に描き、後から手前の立方体1コを描き加えるようにします。奥行き線は右上45°に引くだけでなく、左下に引くこともあることを知ります。



キャビネット図が描けるようになっても、立体パズルの構想図は描けません。それは、各部品は描けても、部品の組上がった状態を表現できないからです。そこで「難しい時は

分けて考える手法」を用います。立体パズルを上段、中段、下段に分けて、表記するようにします。

立体パズルの最小部品は3cmの立方体です。この最小部品で積み木のように立体パズルを作ると27個必要となります。下段、中段、上段にそれぞれ9個ずつ入るので、その枠を示します。

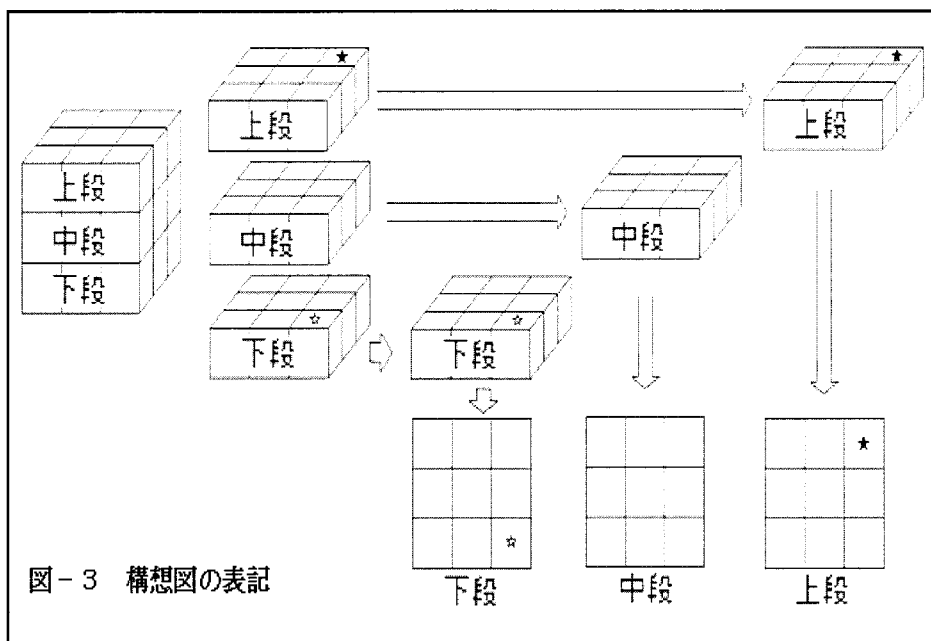
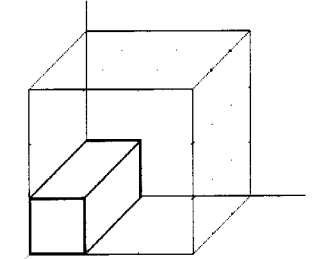
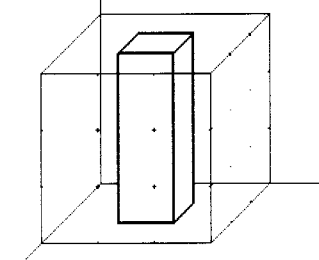
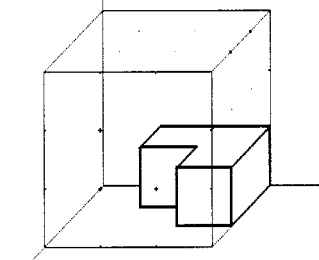
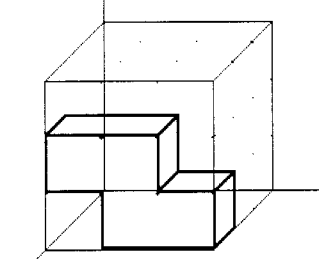
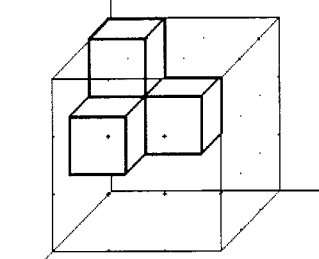


図-3 構想図の表記

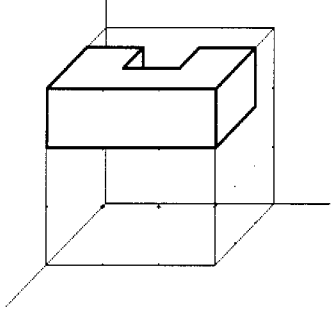
この枠に部品番号を示す数字を入れていきます。同じ数字が入った枠は1つの部品を意味します。図-1の立体パズルを例に構想図作りを説明します。図-4は枠に入れた部品番号と部品の位置関係を示しました。

図-4 構想図で示す部品の形や位置

キャビネット図で示す部品の形や位置

<p>下段                  中段                  上段</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↑ 正面</p>	①							①							①								<p>下段の左側に手前から奥に9cmの部品①が横たわっている</p>
①																							
①																							
①																							
<p>下段                  中段                  上段</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td>②</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↑ 正面</p>	①							①	②						①								<p>中央部に下段から上段まで突き抜けるように9cmの部品②が立っている</p>
①																							
①	②																						
①																							
<p>下段                  中段                  上段</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>①</td><td>③</td><td>③</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↑ 正面</p>	①	③	③					①	②	③					①								<p>下段の右奥隅にL字型の部品③が横に寝ている</p>
①	③	③																					
①	②	③																					
①																							
<p>下段                  中段                  上段</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>①</td><td>③</td><td>③</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td>④</td><td>④</td><td>④</td><td>④</td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↑ 正面</p>	①	③	③					①	②	③					①	④	④	④	④				<p>正面の下段と中段に互い違いの部品④を配置した</p>
①	③	③																					
①	②	③																					
①	④	④	④	④																			
<p>下段                  中段                  上段</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>①</td><td>③</td><td>③</td><td>⑤</td><td>⑤</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td>②</td><td>③</td><td>⑤</td><td>②</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>①</td><td>④</td><td>④</td><td>④</td><td>④</td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">↑ 正面</p>	①	③	③	⑤	⑤			①	②	③	⑤	②			①	④	④	④	④				<p>ピラミッド風の部品⑤を左奥の中段と上段に配置した。</p>
①	③	③	⑤	⑤																			
①	②	③	⑤	②																			
①	④	④	④	④																			

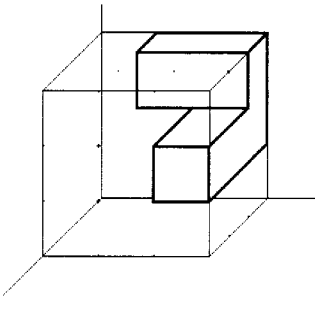
下段			中段			上段		
①	③	③	⑤	⑤		⑤		
①	②	③	⑤	②		⑥	②	⑥
①	④	④	④	④		⑥	⑥	⑥
↑ 正面								



コの字型の部品⑥を上段の正面に配置する。

---

下段			中段			上段		
①	③	③	⑤	⑤	⑦	⑤	⑦	⑦
①	②	③	⑤	②	⑦	⑥	②	⑥
①	④	④	④	④	⑦	⑥	⑥	⑥
↑ 正面								



最後の部品⑦を中段と上段の右隅に配置する。

すべての枠に数字が入り、パズルの部品組み合わせができた

### 5. 難易度の高い立体パズルを構想する

「難しいパズルとは？ どうすれば難しくなるのか」はこの構想場面から考えなくてはなりません。まずは、いくつか構想図を描き、描き慣れることから始まります。図-5では構想図で表現できても、実際に作れない場合もあること。部品によっては部品の位置情報を伝えてしまうことを共に考えていきます。構想したパズルの難易度を質問する生徒もいる

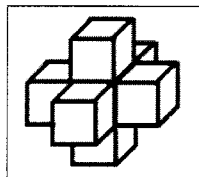
図-5 構想図について

作れない部品

		①
	①	
	①	

下段

パズルの位置情報を知らせてしまった部品



ので、上中下を2つ組み合わせて9段階の評価で答えています。「中中」「下上」といった具合です。構想図で設計するように進めていますが、どうしても無理な場合にはアーテックブロックで実物を作り、その組み合わせを

構想図にするようにします。この段階で生徒には説明しませんが、難しいパズルは各部品の形で難易度を評価できます。図-6は難しいパズル部品はどれかを比較しています。

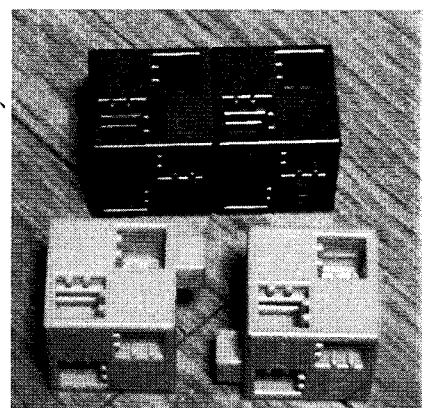


図-7 アーテックブロックの特徴

・縦横に組み立てられる。パズル部品にする場合、部品の突起同士がくすようにつなく。

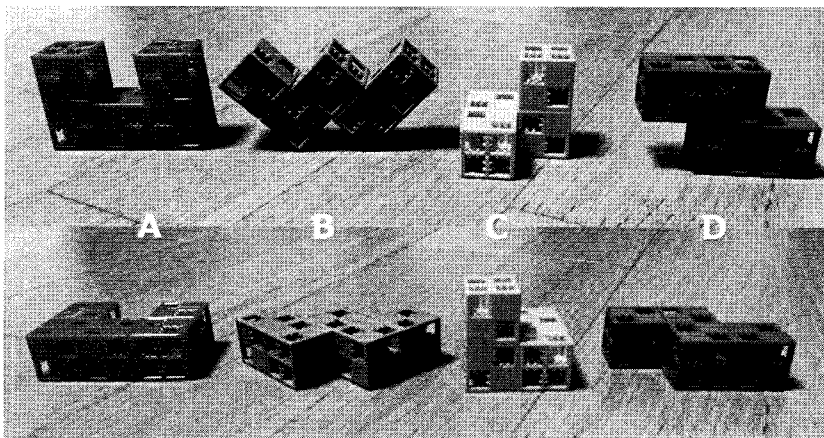


図-6 難しい部品の形とは

Bと思いがちですが、Cです。どのように倒しても高さがある部品の割合が高いと難解なパズルになります。

## 6. 仮対戦、設計変更

立体パズルを構想すれば、どれくらい難易度があるのか、試したくなるものです。いくつかから選び出した構想図を基にしてアーテックブロックでパズルを組み立てます。さらにパズルで仮対戦を行い、自分のパズルの難易度をつかみ、対戦相手のパズルのよい点を自分の構想図に活かすようにします。設計変更です。構想図から部品の形をイメージするのは抽象操作となるので、イメージがつかみにくい生徒には、アーテックブロックで実物を作り、それを構想図にまとめるようにします。

製作する構想図が決まったら、もう一枚構想図を描いてもらい、こちらで保管します。構想図をなくしたり、忘れてきたときのバックアップ用です。

## 7. 部品表

製作する構想図が決定したら、部品表に進みます。下表は図-1の立体パズルの部品表です。


図-9

部品番号	90mm 材料	60mm 材料	30mm 材料	30mm 材料に換算
1	1	0	0	3
2	1	0	0	3
3	0	1	1	3
4	0	2	0	4
5	0	1	2	4
6	1	0	2	5
7	1	1	0	5
計				27


部品表にある「30mm 材料に換算」とは、3cmの立方体でその部品を作ると何個分になるかを記入します。「30mm 材料に換算」の数を合計すると27になることを確認します。

間違いや記入ミスがないかチェックするものです。部品番号6番は2通りの材料取りの方法があります。どちらも間違いではありませんが、特徴があります。

図-8 材料の選び方による違い



A



B

部品番号	90mm 材料	60mm 材料	30mm 材料	30mm 材料に換算
A	1	0	1	3
B	0	1	2	3

同様に図-8の場合、Aでは、労力が少なく早く製作できる反面、中心位置に部品を接合することが難しい。Bは材料の個数が多いので労力がかかり、時間もかかるが、部品を中心位置に揃えやすいことを知り、目的に沿って、どちらの方法を選ぶか決めます。

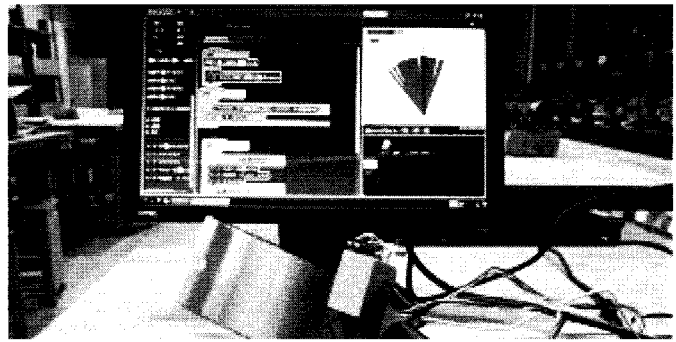
## 8. けがき作業

差し金でけがきをします。5mm間隔で線を引き、ケガキの練習をします。テーブルごとの角材で、引いた線を並べて、正確に線が引けたか確認します。けがき作業が終わったら、3cmの立方体で27個分になるかチェックしてから材料の切断に入ります。切断線と仕

上がり寸法線の間隔は1mm程度としています。けがく順番は部品番号順の方が確認しやすいです。

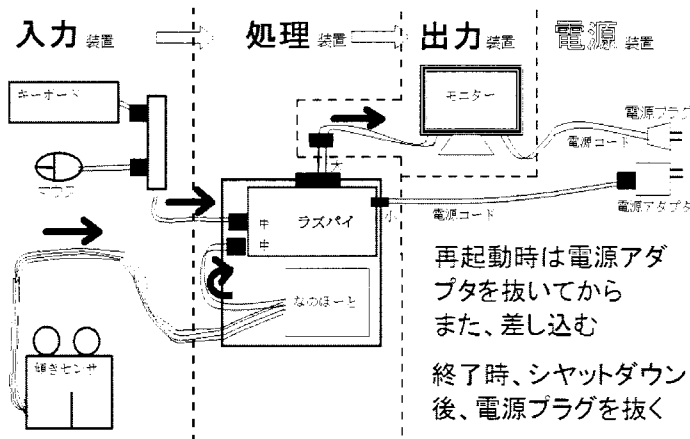
### 9. 切削作業

3cmの角材をノコギリで切削して材料を取り出しますが、曲がって切削し、材料が無駄になることもあり、まっすぐ切削できるようにノコギリ引き評価装置を開発し、使用しています。授業では、この装置を組み立てる事から始めます。つまり、材料と加工で立体パズルを作るのに、情報の技術である「コンピュータの構成」を機器を接続しながら学びます。この装置は正しいノコギリ引きの操作方法を知った上で、それにどれだけ近づいたかを評価します。2人一組になり、一人がノコギリを操作し、一人がモニターを見て評価し助言します。動作原理は図-10に示

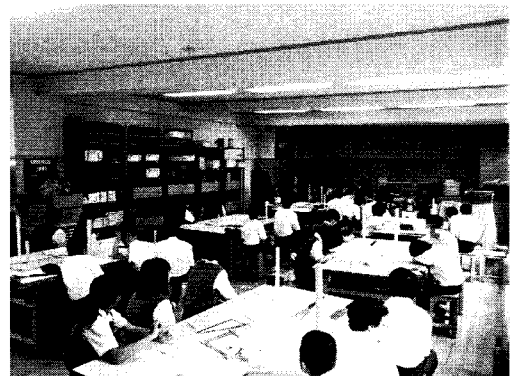


ノコギリ引き評価装置

図-10



ノコギリ引き評価装置で練習



練習の成果！ 材料が立った！

します。ノコギリに加速度センサーを取り付け、傾き具合をアナログ信号で取り出し、この信号をナノボードでデジタル信号に変換し、ラズベリーパイパソコンに取り入れます。傾き信号でモニター上の仮想ノコギリをリアルタイムで振れるようにScratchソフトでプログラミングしました。傾き具合を評価しやすいように、ノコギリの傾き具合の軌跡(青色)が残るようにしました。使用場面では、ノコギリ操作者が、引き始めに「今の傾きは？」と聞くとアドバイザー役は「少し右に傾いてるよ」と答えるといった具合です。

生徒の感覚としては、ノコギリは引いたり押ししたりすればとりあえず切れるといった認識なので、生徒にはまっすぐに切ることを価値付けします。そして垂直に切ろうと思うのですが、自分がどれだけ目標に近づいたかが分かりづらい。この装置を使ったことで、自分の傾向や問題点が分からないことによりノコギリ引きの評価や対応手段を生み出すとい



ったフィードバックが効かないことが、上達できない原因であることが分かりました。この装置を用いて材料を立たせた生徒が「ノコギリ引きをマスターした！」と言うので、その極意を聞くと「姿勢を安定させること」と答えました。野球部の生徒は「バットと同じ、体幹を安定させることだよ」と言っていました。生徒がノコギリ引き評価装置を用いて極意をつかんでいった過程に技術的な高まりを感じました。

#### 10. 仮組み立て

ノコギリによる切削後に、材料を組み合わせて、仮組み立てを行います。ここでも、作業に間違いがなかったか、自分で確認するためです。

#### 11. 検査

仮組み立て後に、部品検査を行い、木口面が直角に交わっているかサシガネで調べます。生徒には、いい状態の断面を3つ選ばせて、ノコギリ引き評価装置で検査をしておきます。垂直を意識したので、切断結果も確認するのです。この装置のセンサー部の木片を生徒の切断面に置くと、傾きが測定できます。

#### 12. ベルトグラインダによる加工

ベルトグラインダの受け口に木片をボンドで垂直に接合しておきます。こうすると、材料を垂直に切削できます。受け口と木片をガイドにして、材料を仕上げ寸法まで切削します。材料の高さ確認は、余りの材料を重ねて、6cmと9cmの基準を作り、比較し確認します。安全上、長い9cmの材料から順に加工するとよいです。

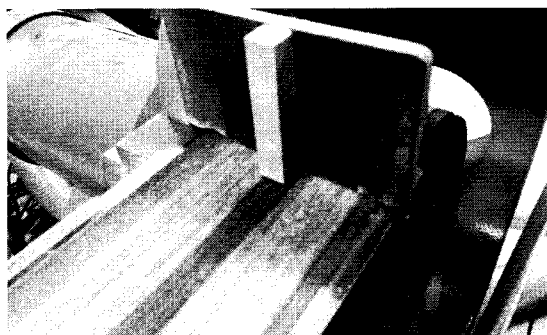


図-11 ベルトグラインダの工夫

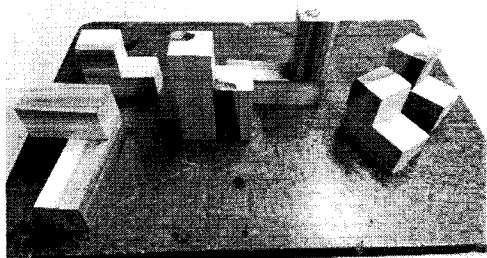


図-12 接合ミスを減らす工夫

#### 13. ボンド接合

ボンド接合では、間違えて接合しないようにするための工夫や正確に接合するための工夫、短くなってしまった材料でも誤差を最小限にする工夫を学びます。図-12では、接合前に仮組立てして、接合ミスを防ぐようにしています。乾いている間に構想図プリントにキャビネット図を書いていきます。(別紙プリント)

#### 14. 面取り

面取りの意味は2つあります。安全上の理由と部品の組み合わせ時のがたつきを軽減することです。辺や角を鉄ヤスリで削り落とします。

#### 15. 木地研き

平面部分は布やすりで研いて仕上げます。

## 16. 表面仕上げ

表面仕上げで着色する場合は、塗装の薄さがポイントになります。塗料の厚みで部品が組めない場合もあるからです。

ポアーステインは色も種類があり、速乾性なのでお勧めです。塗り重ねると発色がよくなります。木目を活かす仕上げとしては蜜ろうワックスを布につけて研く方法もお勧めです。乾かす手間が省けます。着色した場合は部品を見ながら、構想図プリントにキャビネット図を書いていきます。

製作時間は進捗で適切に区切り、大会に進みます。組み上げることが出来ていれば、大会には参加できます。



図-13 表面仕上げ

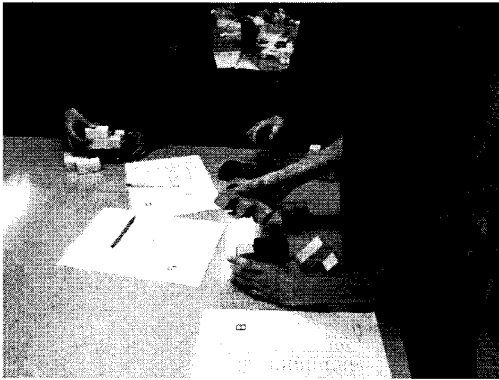


図-14 パズル大会の様子

## 17. パズル大会

まずは同じテーブルの生徒と競技し、その後はフリーで競技相手を探します。教室のあちこちで「勝負！」や20をカウントダウンする声が響きます。パズルを組み立てるノウハウも競技を重ねていく中で法則化していきます。ヒントは、人は両手で2コしか部品を持ってません。始めにどの部品をつかむかがポイントです。

男女を意識してしまう場合は、異性とだけの対戦時間を半分設けることです。また、このパズル大会で一位になると、クラス一位同士が対戦するブロッ

ク大会への出場権が生じるのです。ブロック大会は昼休みなどに教室で行います。たくさんのギャラリーが集まります。

## 18. 製作1.5倍

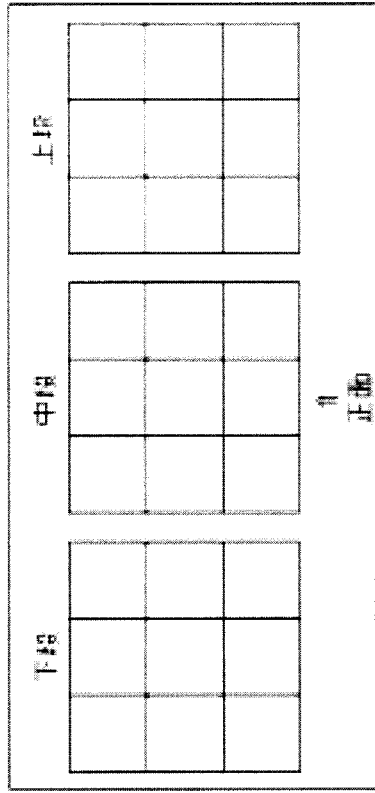
立体パズルづくりは一回しかできませんが、悔しい思いをしている生徒も多いのです。そこで、「これまでの経験値を活かして、最強のパズルを設計しよう！」と声をかけて構想図のプリントに再度パズルを設計します。2回目の設計では、難易度が高まり、経験を基に、構想図によく表しているなど感心します。



立体パズル構想図 キャビネット図  
提出プリント

生徒番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

構想図(設計図)



部品表

部品番号	30mm 材料	50mm 材料	30mm 材料	30mm 材料	30mm 材料に換算
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
計					

- ※ キャビネット図は、ボンド接着中の塗料塗りの状態中など手がありた時に完成させること。
- ※ パズル完成プリントは書き上げたプリントと交換になります。

## 20. 25年ほど題材「立体パズル」を実践して

- 1 私が開発したであろう鉄板教材の1つ。「手に持つと組み立てが止まらない」誰にでも取り組みやすいが、極めれば深みのある教材
- 2 生徒の変容を感じる教材 目的を追求する心 技術的な物の見方が定着する。必要な技術の発見、技術をつかみとる力 他者とかがわる力
- 3 立体パズルが持つ魅力とは、一人では生み出せないもの。目標や価値を共にする集団だからこそ生み出すもの。互いに切磋琢磨でき、ストーリー性のある題材環境がもたらした劇場型ものづくり
- 4 パズル大会は「使う場面」であった。使うために作る。目的のために作る。使用目的や使用条件がクラスで共有できる。ものづくりにおいて、使う場面の重要さの再認識した。製作場面でも教え合い、高めあいができる。
- 5 若いころはすぐに終了する小物の題材を多数作ろうとしていた。家庭科の調理実習が目標だった。2時間で完結する題材を探していた。製作進度差や仕切り直しの必要を感じていたから、生徒がのめり込んでくる勢いが引き出せなかったからか・・・  
立体パズルはその魅力に引き付けられるように他の内容も取り込んでいった。仕切り直しはもったいないと感じるようになった。いかに絡め手でいくかを考えるようになった。情報に関する技術、エネルギー変換に関する技術との複合化
- 6 立体パズルは設計重視。作るものを構想し製図し、製図したものを作る。空間立体の認知力を高める。(作品を設計するという当たり前のことも今は製作体験に終わっているケースがあるのでは)
- 7 生活に使えるものとは レジャーも生活
- 8 創意・工夫がいたるところに
- 9 製作精度があらわになる教材
- 10 製作1.5倍ができる教材
- 11 長年1つの教材製作を実践し続けて、進化した。
- 12 生徒の実態に応じて、設計製作の難易度を調整できる。ダミー部品も入れていくこともできる。
- 13 基本材料が3cm、6cm、9cmの3つ。モジュール化した題材。
- 14 時間があれば、接着剤以外の接合もできる。釘打ち、木ネジ、組継ぎなど、ステンシルもOK
- 15 130円で年間もつ超廉価な題材
- 16 収納スペースが小さい
- 17 中学校技術の授業の作品は生活に使えるものでなくてはいけないという呪縛がありますが、製図は教えるけれど、作品の設計図は描かない。製作するけれど、使用するか分からない。このような連続性のないものづくりが問題かと思えます

### 今後の課題

- ・キャドによる設計
- ・パズルの収納ケース作り