

# 琉球大学学術リポジトリ

## 要因分析授業による指導展開の試案

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-10-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新里, 祐宏, 糸洲, 守人, Shinzato, Sukehiro, Itosu, Morito メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/2117">http://hdl.handle.net/20.500.12000/2117</a>

# 要因分析授業による指導展開の試案

新里 祐宏・糸洲 守人

Tentatives for Teaching Practice  
by Factor Analysis Method

Sukehiro SHINZATO\*・Morito ITOSU\*\*  
(Received Apr.30,1991)

## I. 緒言

技術・家庭科の前史的役割を果たした、職業科や職業・家庭科は職業教育としての技能教育や実生活に役立つ仕事を中心とする教科として設けられた。その設置目的から考えると、実習を通した技能習得のための実践活動や知識の積み込み教育によっても一定の成果が期待できたと思われる。

昭和33年の教育課程の改訂により新設された技術・家庭科は、一般普通教育における技術教育としての性格をもった教科として設置された。教科の目標は時代とともに少し変遷はあったが、現在の1)、2)、3)のように設定されている。このような目標を達成できる教育はいかにあるべきかを考えてみたい。

教科の目標<sup>1)</sup>は次の3つの段階に分けて記述できる。

- 1) 生活に必要な基礎的な知識と技術の習得を通して、
- 2) 家庭生活や社会生活と技術とのかかわりについて理解を深め、
- 3) 進んで工夫し創造する能力と実践的な態度を育てる(最終目標と位置付けられる)

一方、教育現場では教科書を中心に授業が進んでいる。教科書での題材の扱い方をみると、その内容で目標1)、2)はある程度達成できるものと思われる。目標3)で言う能力は1)や2)で習得した個々の知識が集合することによって自然

に形成されるものではなく、個々の知識を獲得していく過程あるいは多くの実践を通して体験していく過程に形成されるグローバルな能力、態度であり、その能力、態度を育てるためにはその過程のあり方が問題となる。教科書にはそのあり方は示されていない。したがって、目標3)を達成するためには教師自ら過程のあり方を模索し授業実践に生かさなければならない。著者の一人はそのあり方の一形態として要因分析授業<sup>2)</sup>を提案した。要約すると以下ようになる。

要因分析授業では技術科教育の柱として従来中心的に扱われてきた

- ① 実践(できるようになる)
- ② 基礎理論(科学的>技術的)

に加えて、

- ③ 技術的側面

を重要な柱として強調することを提案した。その目的は、技術の中心的課題が“物が設計され製作される過程及び結果(製品)の評価”であり、ここでの評価基準が“広い意味での効率”であることを生徒に知らせ、その効率の運用能力を付与することにある。技術科の最終目標である「工夫し創造する能力」は「生活の場での広い意味での効率を運用する能力」として発現されるものとしてとらえ、その運用能力を支える分析力と再構成力を育てるために次の3つの視点からの授業を提案した。

\* Tech. Educ., Coll. of Educ., Univ. of the Ryukyus

\*\*Matusiro Junior High School, Naha City, Okinawa

### 視点1：理論要因分析授業

基礎理論や現象を説明するとき、その結論に到る過程において

- ① 結論に影響を与える多くの因子があるが（分析）
- ② その中のいくつかの因子が制御された結果（一定にしたとき）として、法則が成立し、現象が説明されている（再構成）  
ということ、をはっきり認識させる。

### 視点2：制限条件要因分析授業

設計・製作の過程は、ある制限条件の下で、最適なものを選択していく過程であるので

- ① 制限条件の存在を知らせ、それらが設計・製作の重要な考慮事項になっていることを明確に把握させる。（分析）
- ② 生活空間に満ち溢れている機器は種々の制限条件の中での妥協と強調の産物として存在し、その妥協と強調の方向と程度で、それぞれの機器の特徴が生まれたことを知らせる。（再構成）

### 視点3：設計・製作要因分析授業

帰納的に“工夫する力”を育てるために

- ① 身近な機器に“どのような工夫がなされているか”を知らせる。（分析）
- ② 工夫例を見つけ出す能力を高め、“工夫すること”を日常的なものにさせる。（再構成）

先の論文<sup>2)</sup>には以上の視点の基に、教材を処理した例もいくつか示されているが、ここでは、1～2単位授業時間の中での具体的な指導展開例を示す。

#### 試案A「てこの原理を考えよう」

題材として「鉛筆削り器」を選び、要因分析授業の3つの視点で分析、構成した。

#### 試案B「三路スイッチ回路の工夫を調べよう」

実験的実習授業の一部分を、視点2、3の観点から題材を処理し、課題解決学習的に展開した。

#### 試案C「刃の裏の凹部の役割を考えよう」

製作実習で取り上げるかんなを題材にして、主に視点3の観点から、身近な工具にも工夫があることを知らせる場面を設定し展開した。

なお、領域については、新学習指導要領に基づき現行の“1”を中心に“2”との統合・整理を考慮して指導計画を立てた。

## II. 指導の展開

### 試案A 「てこの原理を考えよう」

1. 領域名 機械
2. 単元名 動く模型の製作と機械の整備
3. 小単元名 機械の仕組み
4. 指導項目 てこの原理を考えよう
5. 指導時数 1単位時間
6. 指導目標

- ・てこの力の拡大のしくみを理解する。
- ・鉛筆削り器や自転車にてこの原理が利用されていることを知る。

#### 7. 題材設定の理由

機械は運動や力を変換、伝達して仕事をする。その変換や伝達のしくみの中にはてこの原理で説明できる要素も多く、てこは機械学習において最も基本的な事項の一つである。

てこはこれまでの授業では「機械の構成」の中で取り上げられてきた。そこでは、生徒はすでに小学校理科や生活体験を通して、その原理が十分理解できているものとして“この機械のこの部分にはてこが利用されている”という説明を加えるか、気づかせる程度にとどめ、理科的扱いの域を出なかった。

しかしながら、てこを技術科で扱うときには、生徒が過去に獲得した理科的知識を生かしながら、てこがてことして機能するための条件設定と機械に応用するためになされた技術的工夫の両面から理解を深めさせなければならない。また、工夫例の一つである手動鉛筆削り器のハンドルのグリップなどは、効率よく操作性を向上させるためによく利用されているが、「てこの原理」と同様に“あたりまえ”、“どろくさい”と受け止め、これまで指導内容として重視しなかった。本時では、ごく身近な「てこの原理」と「グリップのはたらき」について鉛筆削り器を用いて指導し、その指導過程で分析力と再構成力を養いたいと考えた。

8. 指導計画 30単位時間

機械学習の前に	0.5
1) いろいろな機械	0.5
2) 機械のしくみ	8
① 機械の構成を考えよう	(1)
② てこの原理を考えよう	(1)
	本時
③ 回転運動を伝える機構を調べよう	(2)
④ リンク装置を調べよう	(1.5)
⑤ カム装置を調べよう	(0.5)
⑥ 機械要素のはたらきを調べよう	(1.5)
⑦ 機械材料を調べよう	(0.5)
3) 動く模型の製作	15
① 動く模型の構想をまとめよう	(4)
② 動く模型を製作しよう	(9)
③ パソコンで動く模型を制御しよう	(2)
4) 機械の整備	5
① エネルギーの利用を考えよう	(0.5)
② ガソリン機関の原理を考えよう	(1.5)
③ 機関本体を調べよう	(1)
④ 燃料装置を調べよう	(1)
⑤ その他のしくみを調べよう	(1)
5) 機械の役割	0.5
学習のまとめ	0.5

- ⑤ 手動鉛筆削り器は、図3<sup>2)</sup>のようにてこの原理であると指摘でき、 $l_1$ が長いほど軽く回せると言える。(てこの原理を再構成する)
- ⑥ 鉛筆削り器は同じ働きでも用途によっていろいろな種類があると言える。(いろいろな制限条件を知り、用途に応じて選択できる=再構成)
- ⑦ 自転車では、てこの原理がクランクやハンドルに利用されていると言える。(てこの原理を再構成する)
- ⑧ 鉛筆削り器でハンドルのグリップの働きを説明できる。(工夫の存在を知る)
- ⑨ ⑧と関連付けて、自転車のペダルの働きを説明できる。(グリップの工夫を再構成する、工夫の存在を知る)

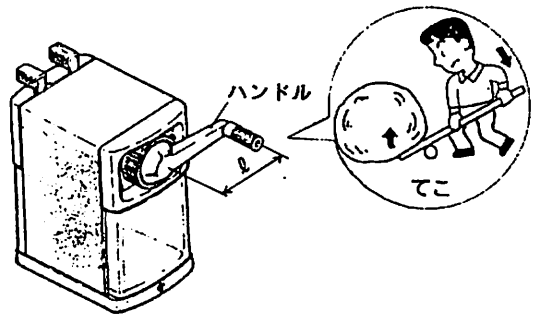


図1 鉛筆削り器とてこの原理

9. 目標行動

てこの原理を利用した力の拡大のしくみを言え、鉛筆削り器や自転車におけるてこの原理を説明でき、効率よく動作させるための工夫の存在を指摘できる。

10. 下位目標行動

- ① 図1<sup>2)</sup>で石を動かす力に影響を与える因子を指摘できる。(分析=いろいろな因子の存在を知る)
- ② 図2で $l_2$ に対して $l_1$ が長いほど軽く動かせると言える。(基礎理論)
- ③ 図2で他の因子の影響を制御したとき、 $l_1 \times F = l_2 \times W$ が成立すると説明できる。(再構成)
- ④ 図1の手動鉛筆削り器で、刃を回転させる力に影響を与える因子を指摘できる。(分析)



図2 てこの原理

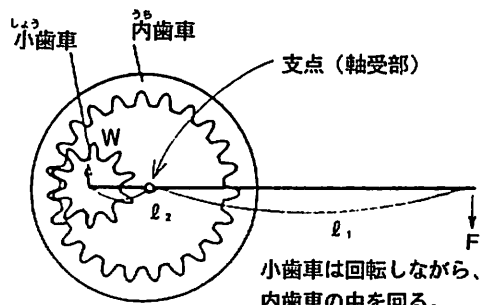


図3 てこの応用

## 11. 要因分析

発問1)「大きな石を動かすにはどのような方法があるか。」(制限条件要因分析)

分析(種々の方法に気づく)(回答例)

- ア) 自動車で引っ張る。
- イ) ユンボやクレーン車を利用する。
- ウ) ヘリコプターを使う。
- エ) 多人数で動かす。
- オ) ころを使う。
- カ) 人間の力をてこを利用して拡大する。
- キ) 石の下を掘って斜面にして転がす。
- ク) アントニオ猪木をつれてくる。

再構成(制限条件によって評価する)

- ア) 障害物のない広い場所でも有効、横にずらすだけ。
- イ) 横方向、縦方向の移動が可能で大変有効な方法、機械移動のための道路は必要、高価。
- ウ) 道のない場所(山の中など)で大変有効な方法、高価。
- エ) 日常よく行われている。長時間の作業、移動距離が長いところでは不向き。
- オ) ころは人類初期の発見で、古くから利用されているが、平坦な路面が要求される。荷車、馬車、自動車へと発展していった。
- カ) 最も簡単な方法で広く利用している。移動距離が小さい所で有効。
- キ) 移動方向が斜め下の方向の場合にしか利用できない。山で切り出した木材を山の斜面を利用して下の川まで運ぶのも同じ利用法である。
- ク) アラジンの魔法のランプの巨人のように必要なときにパット出してくれるといいね!

発問2)「図1のようにてこの原理を利用して人間が石を動かすとき、石を動かす力に影響を与える要因は何か。」(理論要因分析)

分析(多くの因子が存在することを知る)(回答例)

- ア) 人間の力
- イ) 人間の体重
- ウ) 棒の長さ(全体の長さ)
- エ) 棒の支点の位置

- オ) 棒の重さ
  - カ) 棒の強さ(たわみ)
  - キ) 石の重さ
  - ク) 石の形
  - ケ) 支点を置く場所
  - コ) 支点の材料の硬さ
  - サ) 支点の安定
  - シ) 地面の硬さ(支点がのっている点の硬さ)
- 再構成(てこの成立条件としての制御因子を知る)
- ア) 力の強い人は楽に動かすことができるが必要な力とは無関係。(無関係)
  - イ) ア)と同じく、必要な力には無関係であるが、棒を下向きに押す場合には、自分の体重以上の力はかけることができない。(動かす力に変換される)
  - ウ) 一応無関係であるが、次のエ)と関連して支点の位置が自由に選べないときには重要な要因となる。(ある長さを考える)
  - エ) 最も重要な要因である。てこを利用するときに知識と経験を要求されるのはこの支点の選択(設定)である。
  - オ) 棒は重いと持ち運びに不便であるが、下向きに力を加えて利用するときには、その重さが人間の力にプラスする形で作用するので楽な作業となる。(動かす力に変換される)
  - カ) てことして力を加えたとき、てこが大きいたわんでしまっは、てこの役目はたさない。(たわみはほとんどない)
  - キ) 石が軽ければ小さい力で動く。
  - ク) てこから加えられる力をしっかり受けとめてくれる形の方が動かす力は小さくてよい。(しっかり受けとめてくれる)
  - ケ) てこから石へ加えられる力の方向はてこに直角方向な場合に最も大きくなるので、石を動かそうとする方向がてこに直角方向になるような場所に支点を置くことができれば小さい力で動かすことができる。(直角方向に力が加えられる支点)
  - コ) 支点として使っている材料がこわれてしまっは支点の役目はたさず、てことして機能しなくなる。(つぶれない)
  - サ) 支点が安定していないと、力の方向が安定せず、使いにくいものとなる。(安定してい

る)

シ) 支点の乗っている地面が軟らかく、支点がめり込んで支点の役をはたさない。(めり込まない)

以上、各要因の効き方を考察したが、( )内に記す事項を制御因子としてこの力の関係式は成立している。すなわち、要因エ) 力の関係は、図2の記号を用いて表現すると

$$l_1 \times F = l_2 \times W$$

あるいは

$$W = F \frac{l_1}{l_2}$$

となる。この式は人間の力(F)を $l_1/l_2$ の比で拡大して大きな力(W)に変換できることを示している。要因キ)の場合、 $l_1/l_2$ を一定としたとき、Wが小さいので(軽い石)Fも小さく(小さい力で動かせる)なるのである。要因ウ)に示したように、支点が自由に選べず $l_2$ が長くなる場合には $l_1/l_2$ をおおきくするために $l_1$ も大きくなり棒全体の長さは長くなる。

発問3)「図1の鉛筆削り器で、刃を回す力に影響を与える要因になると考えられるものについて答えなさい。」(制限条件要因分析、設計・製作要因分析)

分析(いろいろな因子を知る)(回答例)

- ア) ハンドル $l_1$ の長さ
- イ) 人間の力
- ウ) 刃の切れ味
- エ) 軸の摩擦
- オ) 刃や歯車の重さ
- カ) 鉛筆削り器の固定
- キ) 鉛筆木の種類
- ク) 鉛筆芯の硬さ
- ケ) ハンドルの重さ
- コ) ハンドルのたわみ
- サ) 刃の形

再構成(制限条件や工夫例を知る)

ア) ハンドルと刃の間で歯車を介してこの原理が応用されていることを示し(図3)、ハンドル $l_1$ が長くなれば回す力は小さくなる。しかし、空間的制限条件により長さのとりうる範囲は制限される。

イ) 力の強い人はハンドルを楽に回すことができるが、必要な力は人間の力の強さに無関係である。

ウ) 日常の体験から刃の切れ味が良ければ小さい力で削れることは容易に理解できる。合せて、刃物の切れ味を良好な状態に保つことは、楽にしかも仕上げのよい仕事をするために大切なことであることを知らせる。

エ) 軸の摩擦は小さいほど回す力も小さくなる。摩擦を小さくするためボールベアリングなどの利用も考えられるが、ここでは高速で長時間回すことはないので、できるだけ安価なものにするという条件からすべり軸受けになっている。

オ) 刃や歯車は軽いほど小さい力で回すことができるのは体験的に理解できるはずだ。合せて、削る動作をするのに直線往復運動するより回転運動の方が楽で機構も簡単になるのでハンドルと歯車を用いている。

カ) 鉛筆削り器はしっかり固定した方が使いやすいが、回す力には影響がない。

キ) 鉛筆木に硬い材料を使っていると削る力は大きくなるので、回す力も大きくなる。一般に鉛筆木には、削り安く削り面もきれいなインセンスシダー、シナ、ハンが用いられている。

ク) 芯が硬いほど削るのに大きな力が必要である。

ケ) ハンドルは重くなれば回す力も大きくなる。

コ) ハンドルがたわむと使いにくいのでたわまない方がいい。ケ)とコ)を満足するためハンドルは薄鋼板を使い、断面形状はたわみにくいコ型になっている。

サ) 一般に刃物の刃は真直ぐになっている。その刃で物を削るとき、削る幅は小さいほど小さい力で削れることは体験的に知っている。鉛筆削り器では回転によって、しかも小さい力で削れるようにするため図4<sup>3)</sup>に示すように円筒の上にねじれた刃を巻つけた形になっている。このような形の刃は硬い金属を削るような工作機械の切削工具として広く利用されている。

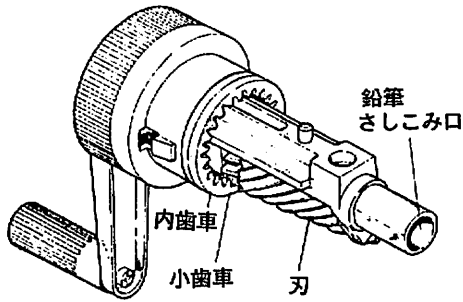


図4 刃の工夫

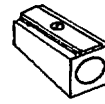


図5  
簡易鉛筆削り器A

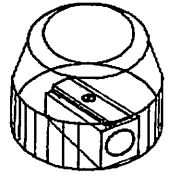


図6  
簡易鉛筆削り器B

発問4) 「鉛筆削り器にはどんな種類があるか。また、購入して使用するとき、どの種類を選ぶか。それは何故か。」(制限条件要因分析)

分析(特徴を知る)(回答例)

ア) 簡易鉛筆削り器A(図5)

- ・最も小さく携帯に便利、筆箱にも入る。
- ・安価

イ) 簡易鉛筆削り器B(図6)

- ・小さく携帯に便利
- ・安価(Aより少し高い)
- ・手が汚れないように、削り屑を納める工夫がある。

ウ) 手動鉛筆削り器

- ・楽に削れて仕上げもよい。
- ・速く削れる。
- ・携帯には適さない。
- ・簡易鉛筆削り器に比べて高価

エ) 電動鉛筆削り器

- ・最も楽に削れて(片手でよい)仕上げもよい。
- ・最も速く削れる。
- ・携帯には適さない。
- ・電源が必要である。
- ・最も高価で、電気も消費する。
- ・芯の太さを設定して削る工夫をしたものもある。

### 再構成

「鉛筆をきれいに削る。」同じ目的や働きの鉛筆削り器でも設計・製作の段階で費用、大きさ、操作しやすさ、美しさなど、いろいろな制限条件の中で製品として完成しているため、多くの種類がある。選択する際は、それぞれの特徴を把握して用途に応じて各自が決定していることを理解させる。

発問5) 「自転車で、てこの原理が利用されているのはどこか。」(設計・製作要因分析)

- ・クランク
- ・ハンドル

発問6) 「鉛筆削り器のグリップのはたらきは何か。」(設計・製作要因分析)

グリップがなければ、指をうまく滑らせながらハンドルを回転させなければならないが、グリップ内でハンドルが空転するので、つかんだ状態で楽に回転させることができる。

発問7) 「自転車で、鉛筆削り器のグリップに相当するのは何か。」

- ・ペダル

玉軸受けを利用して、さらに、滑りをよくしている。また、ペダルは足を固定しやすいように形状の工夫や足(靴)が滑らないように材料(ゴム)を工夫している。

12. 本時の展開

時間	学習内容	下位目標	学習の流れ	「発問」・留意事項	教材・教具等
10	導入		はじめ		
35	本時の目標		要因分析 1	発問1)「大きな石を動かすにはどのような方法があるか。」	
(10)	展開 てこの原理	① ② ③	学習の目標 要因分析 2	・てこの原理とその利用について学習することを知らせる。  発問2)「図1のようにてこの原理を利用して人間が石を動かすとき、石を動かす力に影響を与える要因はなにか。」	教科書P.6の2図
(10)	てこの利用	④ ⑤	発表 補説 要因分析 3	・発表させ板書する。 ・発表について評価し、制御因子の存在を知らせてまとめる。(再構成)	
(7)	鉛筆削り器の種類と特徴	⑥	発表 補説 要因分析 4	発問3)「図1の鉛筆削り器で、刃を回す力に影響を与える要因になると考えられるものについて答えなさい。」  ・発表させ評価し制限条件と工夫例を知らせる。	手動鉛筆削り器
(5)	その他の工夫	⑦ ⑧ ⑨	要因分析 5	発問4)「鉛筆削り器にはどんな種類があるか、また購入して使用するとき、どの種類を選ぶか。それはなぜか。」 ・設計・製作の際にはいろいろな制限を受けている事を知らせ、そのために同じ鉛筆削り器でもいくつかの種類があることを知らせる。	簡易鉛筆削り器 A・B 電動鉛筆削り器
(3)	動力について		動力について	発問5)「自転車でてこの原理が利用されているのはどこか。」 発問6)「鉛筆削り器のグリップの働きは何か。」 発問7)「自転車で鉛筆削り器のグリップに相当するのは何か。」	自転車
5	まとめ		まとめ 次時予告 おわり	・てこの原理や利用についてまとめる。  ・次時は回転運動の伝達について学習することを告げる。	



試案B 電気回路を研究しよう

「三路スイッチ回路の工夫を調べよう」

1. 領域名 電気
2. 単元名 電気機器の取り扱いや簡単な電気回路の製作
3. 小単元名 電気回路のしくみ
4. 指導項目 回路を研究しよう
5. 指導時数 2時間
6. 指導目標
  - ・電気回路の構成のしかたを知る。
  - ・目的に応じた電気回路の構成ができる。

7. 題材設定の理由

三路スイッチ回路は身近に利用されている回路であり、工夫例としても大変興味深く、これまでも電気回路の学習で取り扱ってきた。家庭や学校の階段、廊下の電灯の点灯、消灯を例に上げ説明したり、技術教室の近くに三路スイッチ回路があれば実際にON、OFFを確認して回路の指導を行なった。

本時は生徒の“興味・関心”をさらに高めるための発問を設定し、その回答を要因分析の視点から処理する過程で、技術的な解は、いろいろな解(方法)から選択された一つであることに気づかせる。

なお、指導の展開は学習指導書<sup>9)</sup>から引用し、「目的に応じた回路構成」の場面に要因分析授業で展開した。

8. 指導計画 35時間

電気学習の前に	0.5
1) 電気エネルギーの利用	1.5
2) 電気回路のしくみ	5
① 回路の表し方を考えよう	(1)
② 回路を研究しよう	(2)
	本時
③ 回路計を使おう	(2)
3) 電気機器のしくみ	6
① 電気機器のしくみと回路を研究しよう	(5)
② 電気材料を調べよう	(1)
4) 電気機器の点検と保守	3

- ① 点検と故障の修理をしよう (1)
- ② 電気機器の安全を考えよう (1)
- ③ 屋内配線の安全を考えよう (1)
- 5) トランジスタのしくみ 8
- ① トランジスタを調べよう (2)
- ② トランジスタの利用を研究しよう (6)
- 6) 電気回路の製作 9
- ① 設計をしよう (2)
- ② 製作の準備をしよう (1)
- ③ 製作をしよう (6)
- 7) 電気役割 1
- 学習のまとめ 1

9. 目標行動

基本的な電気回路の構成のしかたを言え、目的に応じた電気回路の構成ができる。

10. 下位目標行動

- ① 基本的な電気回路は電源、負荷、導線及びスイッチで構成すると言える。
- ② 基本的な電気回路を図記号でかくことができる。
- ③ 二つのランプが一つのスイッチで同時に点灯する回路を接続できる。
- ④ 二つのランプのどちらかが点灯する回路を接続できる。
- ⑤ 二つのランプがそれぞれ独立して点灯する回路を接続できる。
- ⑥ 二つのスイッチのどちらからでもブザーをならすことができる回路を接続できる。
- ⑦ 階段の電灯を点灯、消灯させる方法が言える。(分析)
- ⑧ ⑦のいろいろな方法を評価できる。
- ⑨ 図7<sup>9)</sup>の回路はどちらのスイッチでも点灯、消灯できる回路であると説明でき、階段や廊下等で利用されていると指摘できる。(再構成)
- ⑩ 三路スイッチ回路(図7)を接続できる。

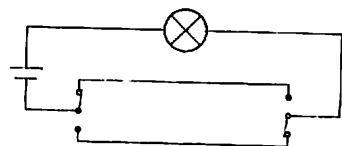


図7 三路スイッチ回路

## 11. 要因分析

発問1) 「二階建ての家庭で夜、暗い階段を上るときは階段の電灯を点灯して、二階に上り終えたら消灯させたい。また2階から下りるとき点灯し、一階についたら消灯したい。どうすればよいか。」(制限条件要因分析、設計・製作要因分析) 分析(回答例)

- ア) 一階と二階にスイッチをつける。
- イ) コードを延ばしてスイッチを移動できるようにする。
- ウ) 一階でタイマーをセットして数秒間点灯させる。
- エ) 暗くなったら自動的に点灯させる。(発問の意味を把握していないが、このような回答もありうる)
- オ) リモコンで点灯、消灯させる。

### 再構成(回答の評価例)

「イ」は、こたつのスイッチに似ている。こたつではスイッチが中にあると操作しにくいので、コードにスイッチを付けていて便利。ただし、この場合は不便だろうな。ウ)は、おもしろい方法だが、逆に一階に下りたいときどうすればよいか。エ)は、質問の回答にはなっていないが外灯によく利用されている方法である。この場合は夜ずっと点灯しているので、ここでは電気のむだをなくす

ために、2階に上がったら電灯を消したいのだ。オ)は、最も便利のようだがリモコンスイッチを携帯しなければならない。“階段ON”、“階段OFF”と音声でできたり、自動ドアのようにセンサーで感知して自動的にON, OFF できたらなおよいと思うがどうだろうか。しかし、どちらも費用が高額になるだろう。ア)の方法は、一般的によく使われている方法だね。皆の家でも使っているね。その理由は、回路を少し工夫すれば簡単に実現できる、作りやすい、速く完成できる、使用する材料が少ない、費用が安いなどの特徴があるからです。皆さんは学校や家庭でこの便利さを既に経験しただろうか。よく工夫されていると感じただろうか。将来的にはスイッチの自動化も考えられるが、ここでは、二つのスイッチを使う方法について学習しよう。」

その他の回答があれば、すべて評価する。もし、前記のような回答が得られなければ教師が提案して、生徒に評価させる。時間がなければ説明だけにする。

ここでどの要因分析が使われているかを区別する必要はないが、区別してみると、いろいろな方法を分析的にとらえ、それらを評価していく過程が視点2：制限条件要因分析であり、選択された一つの解である三路スイッチ回路が視点3：設計・製作要因分析で工夫例を示したことになる。

## 12. 本時の展開

時間	学習内容	下位概念	学習の流れ	「発問」・留意事項	教材・教具等
5	導入		はじめ		
	本時の目標		本時の学習目標	説明) 本時の学習目標を知らせる。	
90	展開		回路構成のしかた	説明) 回路構成のしかたを知らせる。 ・電源と負荷との関係を具体的な例をあげて答えさせる。	
(5)	回路構成のしかた		電源、負荷スイッチ	指示) 使用目的を考え、電源、負荷の組み合わせ、スイッチの種類や働きを考えさせる。	スイッチ見本各種、豆電球フザ一、乾電池など
(10)	電源、負荷スイッチ				

<p>(45) 基本的な回路</p>		<p>① ② ③ ④ ⑤ ⑥</p>		<p>発問) 基本的な回路とはどんな回路か。 直列・並列接続など、どのように組み合わせたらよいか。 ・基本的な回路から負荷、スイッチの数をかえて考えさせる。</p>	<p>回路構成の見本各種。</p>
<p>(30) 目的に応じた回路の構成 三路回路</p>		<p>⑦ ⑧ ⑨</p>		<p>要因分析 発問1) 「二階建の家庭で夜、暗い階段を上るときは階段の電灯を点灯して、二階に上がり終えたら消灯させたい。また二階から下りるとき点灯して、一階についたら消灯したい。どうすればよいか。」 ・できるだけ多くの方法を考えさせる。</p> <p>・発表させ板書する。 ・評価してまとめる。結論(方法)はいろいろあるが二つのスイッチを利用する方法が効率が良いので広く利用されていることを知らせる。</p>	
				<p>「二つのスイッチを使う回路はどうなっているか考えてみよう。先生はこんな回路を考えてみた。(図8を示す) この回路は開閉器を二個使っている。1階→2階、2階→1階、1階→2階、すなわち1→2→1→2→1→2・・・の状態では機能するが、同じ方向が続いたら機能しないね。そこで図7のように切りかえスイッチを二個使った回路が工夫されたのです。」</p>	<p>図8</p>
<p>5 まとめ</p>		<p>⑩</p>		<p>指示) 図7の回路を接続させる。</p> <p>・本時の学習内容をまとめる。 ・次回の学習内容を知らせる。</p>	<p>回路部品各種</p>

試案C 部品を加工しよう

「刃の裏の凹部の役割を考えよう」

1. 領域名 木材加工
2. 単元名 木製品の設計と製作
3. 小単元名 製作
4. 指導項目 部品を加工しよう (1)
5. 指導時数 2時間
6. 指導目標
  - ・かんなの切削のしくみがいえる。
  - ・かんなの刃の出ぐあいの調整ができ、板材をきれいに削ることができる。

7. 題材設定の理由

かんなは、いろいろな学習要素を含んでいる。要因分析的に改めてかんなを眺めると、まず裏金の耳のはたらきを授業で説明してないのに気付いた。次に、かんな身や裏金あるいはのみでも同様だが、工夫の一つである刃の裏の凹部（裏すき）についても“どろくさい”と感じていたのか取り上げたことがなかった。

裏すきについて調べると<sup>9)</sup>「木工道具はほとんど片刃の刃物である。性質の違う鉄を合わせ、裏すきを持った刃物が日本の刃物の大きな特徴となっている。刃全体が鋼でできているのと比べると、非常に研ぎやすいので、その用途にしたがって刃角を自由に調整でき、平面を維持しやすいなどの利点をもっている。」とあり、生徒に伝えたい特徴であった。

また、きれいに削るためのかんなの使い方は、これまで使い方の説明をすぐ始めていたが、要因分析により分析力を高めることと、かんな削りへの興味・関心の喚起をねらった。

なお、指導の展開は学習指導書<sup>9)</sup>から引用し、「きれいに削る方法」と「切削のしくみ」の場면을要因分析授業で展開した。

8. 指導計画 35時間

木材加工学習の前に	0.5
1) 木材とわたくしたちの生活	0.5
2) 木材の性質	2
① 木材の断面を観察しよう	(0.5)
② 木材の強さを調べよう	(0.5)

③ 木材の変形を調べよう	(0.5)
④ 木材の性質を確かめよう	(0.5)
3) 設計	16
① 設計の条件を考えよう	(1)
② 構造を工夫しよう	(0.5)
③ 接合のしかたを考えよう	(0.5)
④ 加工法を考えよう	(1)
⑤ 設計をまとめよう	(12)
⑥ 製作の準備	(1)
4) 製作	15
① 材料取りをしよう	(2)
② 部品を加工しよう	(8)

本時 (1.2時間目)

③ 組み立てよう	(2)
④ 塗装しよう	(3)
5) 木材の役割	0.5
学習のまとめ	0.5

9. 目標行動

かんなの切削のしくみが言え、かんなの刃の出ぐあいの調整ができ、板材をきれいに削ることができる。

10. 下位目標行動

- ① かんなで板材を削るとき仕上げに影響を与える因子を指摘できる。(分析)
- ② ①できれいな仕上げに影響の大きな因子を指摘できる。(再構成)
- ③ 刃の出ぐあいを調整できる。
- ④ 削る方向を指摘できる。
- ⑤ 切削はくさびの原理であると説明できる。
- ⑥ 裏金のはたらきを説明できる。(工夫)
- ⑦ かんな身や裏金の凹部のはたらきを説明できる。(工夫)
- ⑧ 裏金のみみのはたらきを説明できる。(工夫)
- ⑨ かんな削りで適切なかんなの持ちかたができる。
- ⑩ かんな削りで適切なからだの動かし方ができる。

## 11. 要因分析

発問1)「かんなで板材を削るとき、仕上げに影響を与える要因は何か。考えられるものすべて答えなさい。また、影響の大きな要因は何か。」

(理論要因分析)

分析(いろいろな因子の存在を知る)(回答例)

かんなに関すること

ア) かんな身の刃の切れ味 ※

イ) 刃の出ぐあい ※

ウ) 刃の角度 (※決まっている)

エ) 下端の平面度 ※

オ) かんな台の硬さ (※決まっている)

カ) 裏金の出ぐあい ※

キ) 裏金の刃の角度 (※決まっている)

人間の動作に関すること

ク) かんなを板に押す力

ケ) かんなを引く力

コ) かんなの動かし方 ※

サ) かんなの持ち方 ※

板材に関すること

シ) 硬さ

ス) 木目(繊維方向) ※

セ) 節や均一性

ソ) 乾燥(含水率) ※

タ) 大きさ(扱いやすさ)

チ) 変形(ねじれなど) ※

工作台に関すること

ツ) 台の安定 ※

テ) 板材の固定 ※

環境に関すること

ト) 温度

ナ) 湿度

再構成(影響の大きな因子を制御する)

上記の分析の項で示したそれぞれの因子について※印は影響の大きい因子と考え、板材できれいな仕上げ面を得る作業方法としてまとめる。

「下端の平面度がよいかんな台を使い、切れ味のよいかんな身の刃先と裏金の刃の出ぐあいを調整して、しっかりした台の上で、止め木を使って板材が動かないように固定して、かんなをしっかり持ってまっすぐに引っ張る。そのと

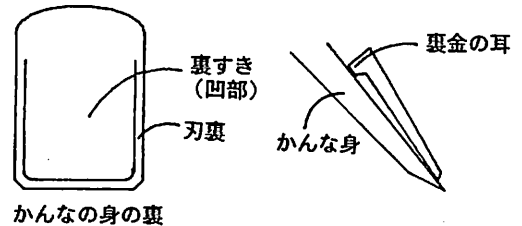
き、できるだけ乾燥した、ねじれなどのない材料を利用した方がよい。」

発問2)「かんな身の裏の凹部(裏すき)の役割は何か。」(設計・製作要因分析)

木材を平面にきれいに削るには、かんな身の刃先は直線でなければならない。そのためには基準となる刃裏を平面に上げる必要があるが、全体を平面に研ぐよりも、図9のように周りだけを平面にした方が研ぎやすい。裏すきは、かんな身だけでなく裏がねやのみなどの他の工具にも共通し、片刃の刃物の特徴である。関連して、かんな身は炭素の含有量が少なくねばりのある軟鋼(地金)に、炭素の含有量が多く硬くて刃に適した硬鋼を接合した構造になっていることも知らせる。

発問3)「裏金の耳の役割は何か。」(設計・製作要因分析)

図10で、かんな身と裏金の中に、ガタがあるとすきまにかんな屑がはさまったりして、きれいに削ることができなくなる。もし、耳がなければ、かんな身と裏金は刃裏の全面で接触するのですきまのないように研ぐのは難しいが、耳があることにより線で接触するので調整しやすい。ガタがあるときは、耳の部分をつたき調整する。



かんなの身の裏

図9 裏すき

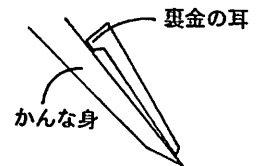
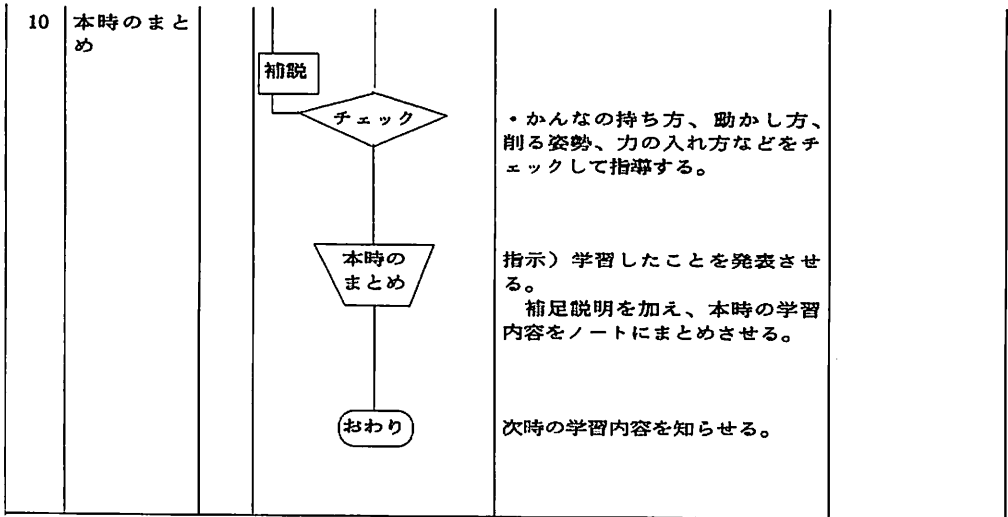


図10 裏金の耳

12.本時の展開

時間	学習内容	下位標	学習の流れ	「発問」・留意事項	教材・教具等
10	導入		はじめ 本時の学習目標	説明) 本時は、部品をきれいに削れるように、かんなの使い方を学習することを知らせる。	教科書P.32
80	展開		かんな削り(示範) きれいに削る方法	示範) 板材を削って見せ、やる気を起こさせる。 ・ じょうずな削り方を見せる。	
(10)	きれいに削る方法	① ②	きれいに削る方法	要因分析 発問1) 「かんなで板材を削るとき、仕上げに影響を与える要因は何か。考えられるものすべて答えなさい。」 ・ 分析の後再構成を示し、これからその方法について一つずつ確認していくことを伝える。	
(15)	試し削り	③	かんな削り 助言 観察	指示) 刃の出ぐあいの調整のしかたを教え削らせる。削れば調整し直し2~3回削らせる。 ・ 安全に注意させ、各自に挑戦させる。	
(5)	刃の出ぐあい		刃の出ぐあい 補説 発表	発問) 表面をきれいに削るには、刃をどのくらい出したらよいか。	TP
(10)	切削のしくみ		切削のしくみと刃の出具合	説明) きれいに削るには、刃の出ぐあいと、削る方向があることを知らせる。	教科書P.20の10図
(10)	かんなの工夫	④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧	かんなの工夫	要因分析 発問2) 「かんな身の裏の凹部の役割は何か。」 発問3) 「裏金の耳の役割は何か。」	平かんな のみ
(5)	削る姿勢	⑨ ⑩	削る姿勢	示範) かんなの持ち方とからだの動かし方を示範して見せる。	ビデオ
(25)	かんな削り		試験片のかんな削り	指示) 試験片をかんな削りさせ、自分にあつた刃の出ぐあいを確かめさせる。	



### Ⅲ. 広い意味での効率の運用

上記の試案A、B、C、では分析と再構成を中心に展開したが、ここでは、“広い意味での効率”との関わりについて詳述する。

緒言でもふれたように「工夫し創造する能力」は「広い意味での効率を運用する能力」として発現し、その運用能力は分析したものを再構成していく過程で養われるものと考えている。すなわち、視点2、3における再構成の結果は、①効率を基準に評価されたものか、②効率で再評価するための資料となるからである。

①、②の具体例を次に示す。本論で造語した効率は~~~~線で示す。

#### 1) 効率を基準に評価した例

- ・試案A、発問6の再構成で、
  - エ) の、できるだけ安価なすべり軸受けの使用——経済効率
  - オ) の、回転運動の採用——経済効率、操作効率
  - ケ) の、ハンドルを軽くする——操作効率
  - コ) の、ハンドルの材料に薄鋼板を使い、断面形状をコ型にする——材料効率(経済効率)

- ・試案A、発問5で、
  - 自転車にクランクを採用した——操作効率を高めるための工夫

- ・試案A、発問6で、
  - 鉛筆削り器のグリップ——操作効率を高めるための工夫

- ・試案B、発問1の再構成で、
  - イ) のコードを延ばしてスイッチを移動できるようにする——便利効率(≒時間効率)は悪い
  - オ) の、リモコン点灯——経済効率は悪い

「例えば、家中の電灯をリモコンで制御する方式では、多少操作効率は高まるが、経済効率は低い。しかし、ステータス効率あるいは流行重視効率を重視して採用してもいい」

- ア) の三路スイッチ回路——経済効率、操作効率ともに良好

- ・試案C、発問2で、
  - かんな身の凹部——材料効率、作業効率を上げるための工夫
  - 裏金の耳——作業効率を上げるための工夫

#### 2) 効率で再評価するための資料とその利用例

- ・試案A、発問1の再構成の中で各方法の特徴として記述した事項は、それらの方法から一つの方法を効率を基準に選択採用する場合の資料となる。その資料を使って効率運用能力養成のための授業を展開すると次のようになる。先の再構成が終わって、次の段階として「運動場の式台を体育館のところまで運びたい。どんな方法を採用したらいいか。また、その理由は何か。」と発問し、効率で再評

価させればよい（種々の方法が考えられる）。まず、例として生徒を集めて運ぶ方法を評価してみる。他の方法にくらべて通常、経済効率（生徒だから費用がかからない）、時間効率（機械がくるまで待たなくてよい）共に良くなるので、この方法を採用すればよい。しかし、機械が使用できずしかも、一人の人間しかいない状況下では、その人はてこを使い、長時間かけて移動しなければならない。このような方法は、効率が著しく悪いという理由で採用されず、結局移動できないものとして処理するのが通例である。移動するという目的を達しなければ効率は“悪い”のではなく“0”なのである。その方法の効率がいかに悪くとも他に選択肢がなければ、目的を達成するためにその方法を採用しなければならない場合もあることを強調したい。すなわち、唯一の方法しか存在しない制限条件下で目的を果たすため最善の方法を採用したことになる。

・試案A、発問4の再構成の中で、“鉛筆削り器を選択する際は、それぞれの特徴を把握して用途に応じて各自が決定していることを理解させる”としているが、そのときの決定理由に効率を導入すればよい。例えば、簡易鉛筆削り器Aは、持ち運び便利効率が高く、安価効率も高い。時間効率や護美効率は悪い。簡易鉛筆削り器Bは、Aのタイプの効率と同じ傾向にあるが護美効率は高い。手動鉛筆削り器は、上の二つに較べて操作効率、時間効率、護美効率は高いが、安価効率と持ち運び便利効率は悪い。電動鉛筆削り器は、操作効率、時間効率は最も高く、護美効率は高いが、安価効率は最も低く、電源がなければいけないので持ち運び便利効率は最低となる。しかし、ステータス効率は高くなる。

以上の各種の効率の中で、各自で優先する効率を決め選択していけばよい。そのとき効率の高いものを選択すべきであると決めてかかる必要はない。また、以下に示すように主観的な効率を導入して判断してもよい。例えば、安価効率が最も低い電動鉛筆削り器を購入する金があっても手動鉛筆削り器の操作効率と時間効率の悪さを生かして、鉛筆削りの時間を気分転換に利用したい者は、気分転換効率を優先させればよい。また、カッコヨサ効率（＝ステータス効率）を優先して電動鉛筆

削り器を購入したくても、100円しかなければ無いよりまし効率を優先して簡易鉛筆削り器を入手すればよい。100円という制限条件の中での立派な選択である。

以上が、広い意味での効率とその運用法の例である。著者が強調したいことは、“目的が果せなくて何の効率か”ということである。厳しい制限条件（選択肢の少ない状況）の中でも目的を果すためにより良いと思われるものを選択しなければならない。この選択の過程に工夫力が養成される。

近年、価値の多様化が一つのキーワードになっているが、本論の効率論を使えば価値の多様化は効率追求の多様化であると定義できる。すなわち、経済効率の高さを追求の目標にするのではなく、個々人が自分の希望するものに高い効率点をつけ、それを追求している状況をさしている。

このように、技術は生産の現場において、効率追求の多様化に応えるような方向で選択され機能しているが、多様化を支える個々の製品の製作技術の選択に当っては、効率ができるだけ最高になるものを採用していることを忘れてはいけない。すなわち、上に示した鉛筆削り器の選択例は主観的な選択であるから、主観的効率を価値基準にしていたが、それぞれの鉛筆削り器の生産に使われてた技術は、それぞれの生産効率（できるだけ安い費用で、できるだけ目的にあった良い物を作る）を最高にする努力の結果選択された技術である。効率の改善は技術の最重要課題であり、技術の歴史は効率改善の歴史でもあった。

#### IV. 結 び

試案Aの展開例は1単位時間の量としては多いかもしれない。取捨選択して1単位時間内に納めてもいいし、分析と再構成の総合授業として位置づけ2単位時間をかけ、徹底してやってみるのもいいと考える。試案B、Cでは一部に要因分析授業を取り入れているが、通常の授業ではこのように教師個々の指導展開の中に気軽に組み入れればよい。“3つの視点”で処理できる題材は何か、またいかに処理するかを気が付いたときメモにとり、そのメモをもって授業に望むことでも目的は達成される。教授法としては何を採用してもよい。



分析や再構成の段階でプレーストーミングの手法を採り入れれば、発見学習や課題解決学習に近いものとなるかもしれないが、本論の授業法は分析すべき因子の存在と再構成の必要性（あるいは無意識にやっている再構成過程の存在）に気づかせることをその出発点としているので、講義法（教師の説明が主）でも、十分に効果がでるものと考えている。

これまで、授業組み立ての指針にしてきた目標行動（下位目標行動）は、修得すべき知識、技能として抽出されたものであり、題材の処理法を示した本論の要因分析授業とは次元が異なるが、分析、再構成した事項が目標行動にふさわしいものであれば新たに目標行動に加えればよい。また、教師にとって要因分析授業を通して獲得した分析力と再構成力は、今後の目標行動の分析にも寄与することが期待できる。

試案に出てきた発問のうち、その内容と視点1)、2)、3)の関係が不明瞭なものがあるかもしれない。例えば、試案Cの発問1は理論要因分析ではなく（著者は、かんなくてきれいな仕上げ面を得る作業法を一つの現象としてとらえて、理論要因分析に入れた）、単に生徒に問題意識を喚起するための発問ではないかと考えるかもしれない。そう考えてもらってもいい。著者の主張するところは、分析力を育てるために有効な発問は、一つの答を見つけるための発問ではなく、多くの因子を前提にした発問だということである。この3つの視点からの授業が日常化すると発問と視点の関係を強く意識（整合性を考える）する必要はなくなる。

試案に示した分析例と再構成例はその対象、量及び内容において完璧なものと考えてはいけない。授業には完璧な準備をして臨むべきだと考える必要もない（教育は生き物で完璧などない）、臨機応変に対応すればよい。また、分析の結果取り上げた因子や再構成した内容を生徒の記憶すべき対象として扱うことはほとんどないだろう。この授業を通して、分析と再構成を楽しんでもらえばよい。その楽しみを通じて自然に分析力と再構成力が育つと考えている。

このような授業を通して生徒の分析力と再構成力は養われると考えるが、授業を組み立てる教師

の側の分析力と再構成力を高めるためには、技術史に関心をもつことに合せて次のような日常訓練が役に立つ。（生徒にとっても有効な方法だ）

- ① 視点1については、その理論が成立しない条件は何かを考えてみる。
- ② 視点2については、自分の所有物である機器について、どんな特徴があるか、なぜ自分がそれを選んだかを考えてみる。選んだことに不満があれば何故かを考えてみる。
- ③ 視点3については、身の回りの器（機）物が何故そんな形、色、におい、重さ・・・になっているかを考えてみると、そこは工夫の宝庫であることに気づくだろう。

ここでは、技術・家庭科の技術系列に要因分析授業の指導展開例を示したが、この授業は家庭系列にも同じレベルで導入できるものと考えている。

#### 参考文献

- 1) 津止・浅見・河野 改訂中学校学習指導要領の展開 技術・家庭科編 明治図書(1989) P.22
- 2) 新里祐宏 要因分析授業による技術科教育の改善 琉球大学 教育学部紀要 第38集II(1990)
- 3) 編集代表 鈴木寿雄 文部省検定済教科書 技術・家庭(下) 開隆堂(1990) P.6, 7, 51
- 4) 技術・家庭科研究会 技術・家庭学習指導書(下) 電気編 開隆堂(1990) P.24
- 5) 秋岡芳夫 木工(道具の仕立) 美術出版社(1982) P.54
- 6) 技術・家庭科研究会 技術・家庭学習指導書(上) 木工編 開隆堂(1990) P.44