

琉球大学学術リポジトリ

要因分析授業による技術科教育の改善

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, Shinzato, Sukehiro メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/2118

要因分析授業による技術科教育の改善

新 里 祐 宏*

Improvement on Industrial Arts
Education by Factor Analysis Method**

Sukehiro SHINZATO
(Received Nov. 30, 1990)

1. 緒 言

技術科教育では、その目標を「工夫し創造する能力の付与」に置いて、実践力の養成と基礎理論を学習させる教育が行われている。その現状を、実践中心になりすぎるととらえる者からは「やり方主義ではだめで、基礎理論にもっと重きを置くべきだ」¹⁾との批判がある。その立場の者は、技術は科学に拠っているので、技術教育を応用科学教育と称することを提唱している。¹⁾一方、従来の実践を通した技術科教育のあり方に賛同する者は多く、現在、その方向で技術科教育はなされている。しかしながら、どの立場に立っても技術科の目標を達成できるような授業を組み立てることは難しい。

現在、技術科教育の柱（以後、単に“柱”と呼ぶ）として、上記の

- ① 実践（できるようになる）
- ② 基礎理論（科学的）技術的

が中心的に扱われているが、筆者はそれらに加えて、

- ③ 技術的側面

を重要な柱として追加することを提案する。

「技術的側面」導入の目的は、“物が設計され製作される過程及び結果（製品）の評価”が技術の中心的課題であることを生徒に知らせ、日常生活の場でその評価能力が発揮できるようにすることである。ここでの評価基準が「広い意味での効率」（後述）であることは言をまたない。本論では、

以上の3つの柱を通して、技術科の目標である「工夫し創造する能力」を育てるための授業の組み立て方について提案する。

教授は、その形態と扱う内容及び情報の送・受者によって構成されているが、一般に教授法というときには教授形態をさす。教育工学的手法、プログラム学習法、課題解決学習、発見学習及びプロジェクト法等が提唱されている。技術科教育へもそれらの教授法の導入は試みられ、一部成功を納めている。設計及び製作を一つの流れの中で学習させるプロジェクト法や、目標行動（下位目標行動）を分析的にとらえて学習指導案を作成する教育工学的手法は、沖縄県における技術科教育の授業研究のための手法として定着している。しかしながら、これらの教授法を通常の授業に生かしている教師は少ない。その理由は、次の3つにまとめることができる（授業研究会の反省会などでの現場教師の発言を要約したものである）

- 1) 提唱された教授法は一般論として与えられているものが多く、技術科の授業にどう取り入れていいかわからない。
- 2) あるテーマのもとに行なわれた授業研究会の反省会において、手段として扱うべき教授法が授業研究会の中心的テーマであるかのごとくとらえられて、“この授業は〇〇法に基づいたものでない”という批判を受ける場面があり、教授法を気軽に採用する土壌ができていく。
- 3) 教師は雑多な仕事で忙しく、教授法を理解

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

**第28回 日本産業技術教育学全国大会にて発表。

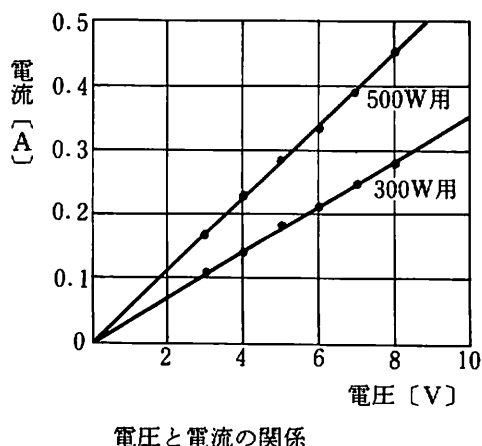


図1 理科におけるオームの法則

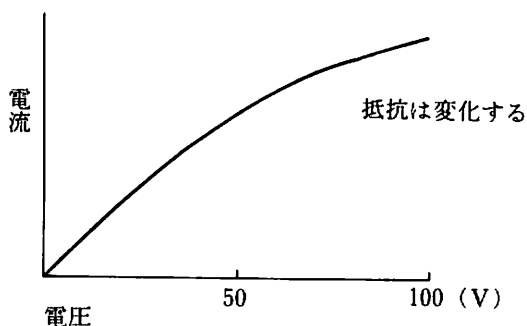


図2 技術科におけるオームの法則

し授業に導入するために自己研修する時間的余裕がない。

以上の理由をふまえ、本論では次のような授業法を提案する。すなわち、教授形態には最も簡単な講義法（教師の説明が主）を用いたとしても、その教授内容に、次に示す3つの視点から分析した内容を加えることで、技術科教育の目標を達成しよとするものである。

- 視点1 : 理論要因分析授業
- 視点2 : 制限条件要因分析授業
- 視点3 : 設計・製作要因分析授業

2. 3つの要因分析授業

日常生活や学習の場で、主体的に問題を解決するためには、その問題を分析的にとらえて、さらに再構成する能力が要求される。その分析力と再構成力は技術が本質的に要求する能力である。したがって、技術科教育では、科学的・技術的知識及び基礎技能に加えて、分析力と再構成力の付与が重要な課題でなければならない。筆者が提唱する“要因分析授業”は、その分析力と再構成力を育てる有効な手段となることが期待できる。

2. 1 視点1：理論要因分析授業

この視点の目的は次の通りである。授業で題材として扱われる、基礎理論（科学

的、技術的)や、現象を説明するとき、その結論に致る過程において、

- i) 結論に影響を与える多くの因子が存在するが（分析）
- ii) 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）

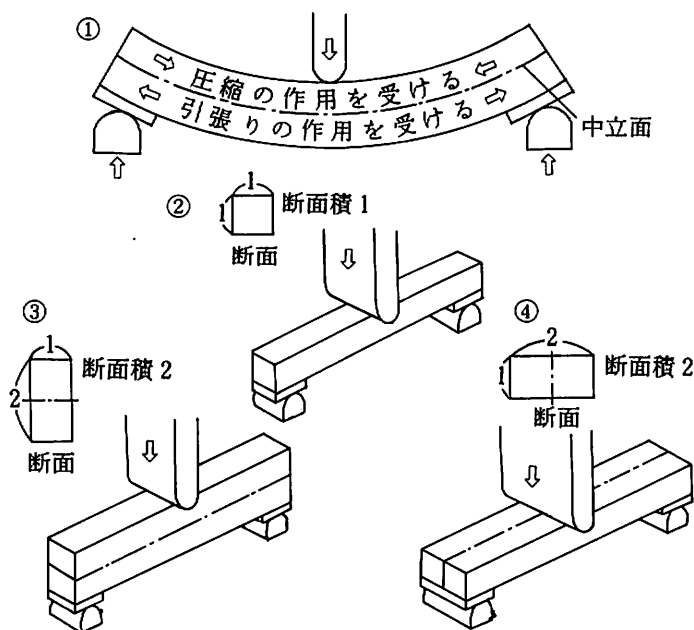
ということ、をはっきり認識させることである。そのとき、基礎理論や現象に技術的側面がある題材については、その面からの分析を加えることが重要である。

例1) 電熱用ニクロム線における電圧と電流の関係

理科では、電気抵抗に影響を与える要因として、抵抗体の“長さ”、“断面積”及び“材質”をあげ、電圧を10V以下に制限した状態で、オームの法則を説明し、電圧と電流が比例関係にあることを教えている(図1)。²⁾

同じ題材を技術科でも扱うが、本論の視点で処理すると、要因に“熱”を加えなければならない。“熱”を加えることで、抵抗体使用時の技術的側面である、抵抗体自身の発熱による抵抗値変化に気づかせることができ、電熱器のW数と抵抗値の関係が明確になる。

オームの法則における電圧と電流の比例関係は、抵抗値が一定という条件の下で成立する。そのとき、要因のうち“長さ”、“断面積”、“材質”



高さが2倍になると、4倍の荷重にたえられる。
角材のじょうぶな使い方

幅が2倍になると2倍の荷重にたえられる。

図3 荷重とたわみ

が制御因子となり、“熱”の影響が極めて小さいという条件設定がなされていることを知らせ、実際の抵抗と電圧と電流の関係が図2のようになるのは、制御できない要因、“熱”の作用であることを明確に把握させなければならない。

例2) 摩擦力

摩擦力を考えると、理科では要因としてその物の“重さ（垂直抗力）”と“材質”だけをあげているが、本論の視点では“接触面の形状”、“温度”、“湿度”、“接触面の面積”、“接触面の粗さ”、“接触面に水や油がある”等、要因になると考えられるものはすべて採り上げればよい。すなわち、要因の効き方が明確なものにしぼる必要はなく、ブレストーミング方式で思いつくまま発表させてもいいし、教師自ら挙げてもいい。このような機会を通じて生徒は分析力をつけていく。次に、再構成の過程として、制御因子を何にするかを考

える。例えば、“重さ”以外の要因を制御因子としたとき、摩擦力は重さに比例する。

技術的側面で摩擦力をとらえると、摩擦力は機械効率を低下させるので、摩擦力は小さい方が望ましく、油やボールベアリングが使用される。一方、摩擦力の積極的な利用例として、ベルト伝導やブレーキ装置等があることを強調しなければならない。

例3) 荷重とたわみ

本論の視点からこの問題を扱うときの導入は、“両端を支持したはりにおいて、たわみ量に影響を与える要因は何か”という、問いかけになる。ブレストーミング方式で生徒から引き出してもいいし、時間がなければ教師自ら示してもいい。考えられる要因は“スパンの長さ”、“材質”、“材料の均一性”、“横断面の形状”、“温度”、“荷重の大きさ”、“種類”、“作用点”等である。材料が木材な

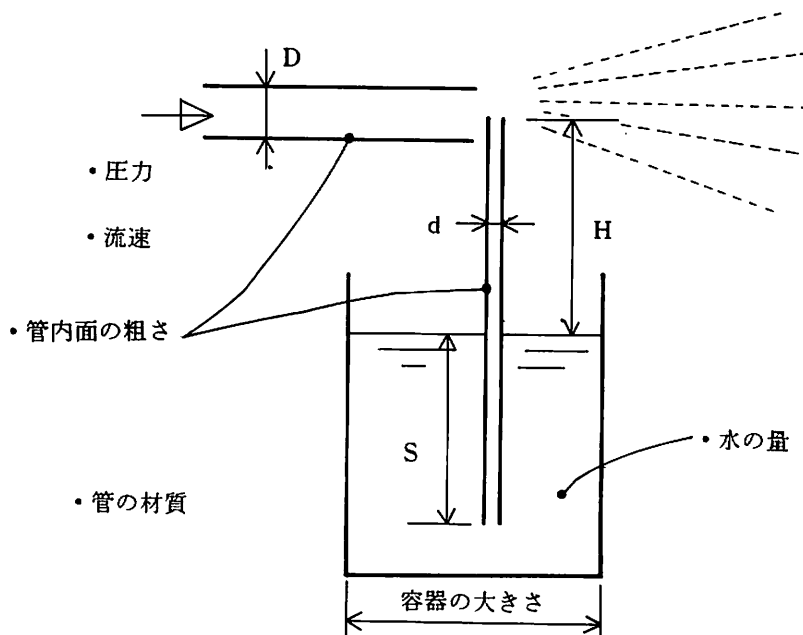


図4 きり吹きの実験図

らば、“湿度”、“繊維方向”、“乾燥度”等が新たに加わるだろう。“圧力”、“節の有無”、“水に浸してあるか”、“古さ”と続いても驚くことはない。多ければ多いほど良い。挙げた要因の働き方についての説明は教師の力量に応じて処理すればよい。続けるうちに教師の力量は自然にアップする。予期しない要因が出てきても日常の経験で説明できることが多いはずだ。

再構成の段階に入って、図3に示す教科書の例³⁾は“断面の形状”以外の要因を制御因子として考察した結果であることを強調する。さらに、制御因子を変えて考察したり実験したりすることは教師の力量と許される時間のはん囲で取捨選択すればよい。

技術的側面としては、曲げが作用する構造物での材料の使われ方を示したり、曲げに強い型材の存在と利用例、自転車フレームへのパイプ材の使用効果等がある。

例4) きり吹きを使った気化器学習

気化器学習において、きり吹きがよく利用される。その利用法は、単に、吹き口から空気を送り先端から霧状になって水が吹き出るところを見せ、吹き出る水の量が吹き込む空気のと共に増

加することに気づかせ、空気の流速が増すと圧力が低下する現象を見せるにとどまっている。

本論の視点では、導入として、きり吹きの実験図を示しながら、“吹き口から空気を送ったとき、霧状に吹き出る水の量に影響を与える要因は何か”と問うことになる。図4に記した要因が考えられる。ブレストーミング方式でも教師の一方的な提示でもかまわない。そのためにさける時間を考慮して選択すればよい。その後、再構成の段階として、教具のきり吹きがどの要因を制御したものであるか明確にして、実験に入る。他の要因の解説は教師の力量と時間によって選択される。図のH（液面の高さ）とD（管径）は、技術的側面として実際の気化器の構造を説明するとき、重要な要素となる。H（液面の高さ）をコントロールするためのフロート室や、流速を増すために管路（D）を一部絞ったベンチュリー管の採用等、技術的工夫の例として強調しなければならない。

2.2 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。制限条件の分類法には種々考えられるが、一例を次に示す。

- 1) 空間的条件 (大きさ、重さ、……)
- 2) 時間的条件 (完成期日、耐用年数…)
- 3) 経済的条件 (予算、コスト、……)
- 4) 人間的条件 (安全性、騒音、外観…)
- 5) 環境的条件 (温度、放射能、圧力…)
- 6) 技術レベル的条件 (材料、加工法…)

この視点による授業では、これらの制限条件の存在を知らせ、それらが設計・製作を進めるに当って重要な考慮事項になっていることを明確に把握させなければならない。すなわち、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。

題材として機器をとりあげる場面では、その機器の特徴を考える。ブレストローミング方式で生徒から引き出してもいいし、教師の一方的な説明でもかまわない。この視点から機器を観ることで、制限条件を分析的にとらえる能力がつく。また、制限条件に対する妥協と強調の在り方を見極める演習を通じて、再構成力を育てることができる。

ここで育てた制限条件に対する分析力と再構成力は、生徒が機器を自作したり、購入する(多くの商品から1つを選択する行為)ときにも力を発揮する。

例5) 基本的機能は同じでも、種々の機器がある。その特徴と選択理由を発表させる。(時間がなければ、教師が特徴をあげ、その特徴を生かす形で選択する例を示してよい)

- ・扇風機 ・照明器具 ・自転車
- ・鉛筆削り器 (無数にある)

例6) じょうぶな構造

教科書に載っている図5⁴⁾は、三角形構造を利用したじょうぶな構造の例として示されている。視点2で処理すると次のようになる。

机では“美しさ”を大切にするため、製作に“てま”のかかることを承知で、すじかいを“まく板”にした。作業用の台では“美しさ”を無視して“じょうぶさ”のためにすじかいを使い、“制作の容易さ”のための釘打ちになっている。腰かけでは、脚が低く横向きの力がかかりにくいので、すじかいにせず“少し体裁のよい”ぬきを使っている。

2. 3 視点3：設計・製作要因分析授業

ベア・ジョンストンは、その著書⁵⁾の中で「力学は本質的に少数の基礎原理を基にした演えきの科学である。しかしながら、学習過程では大いに帰納的である」と言っている。この考え方はすべての学習における普遍的な流れであろう。しからば、帰納的に“工夫する力”を育てるための個々の要素は何か。これに答えるのが、設計・製作要因分析授業である。身近な機器に“どのような工夫がなされているか”を知らせるために設定されている。

実際の機器は、基礎理論を基にしながらか設計・製作の段階で技術的工夫を加えて処理した部分と、単に技術的工夫のみで生まれた部分の総合体である。これまで、理論的根拠がなく、単なる技術的工夫として生まれたものは“泥くさいものである”として授業では軽視されてきたが、この技術的工夫の存在を知らせることで“工夫”が身近かなものとして実感できる。技術の歴史は、工夫の歴史であるとともに、制限条件との戦いの歴史である。子供達は、豊かな時代に生まれ、便利な機器に囲まれているが、それらの機器がどんな工夫を経て現在の形になったかを知らない。工夫の存在を知らず、工夫の歴史があったことを知らない者に“工夫する”ことを求めても空しい。

したがって、帰納的に“工夫する力”を育てるための要素には、授業で取りあげられる数々の工夫例が対応する。この視点による授業で、分析する能力(工夫例を見つけ出す能力)が高まれば、“工夫すること”が日常的なものとなることが期待できる。(再構成力がつくことになる)

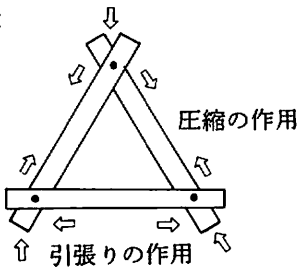
例7) 燃料コック

燃料の流れを止めるだけで、何の理屈もなく、授業では燃料系統の一要素として名称を憶えさせるにとどまっている。しかし、コックはろ過器をよりよく機能させるための工夫の産物であることに気づかせる。(燃料タンクに燃料を入れたままフィルタの掃除ができる)

例8) 合印

クランク軸歯車とカム軸歯車のかみ合せにおける合印の存在は、組立てを容易にする。

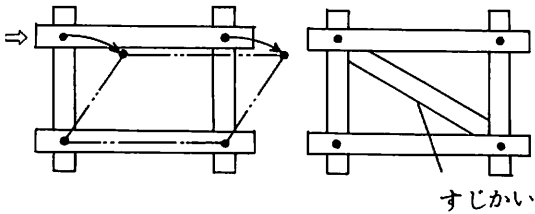
三角形の構造



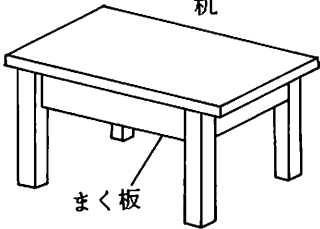
四角形の構造

(不安定な構造)

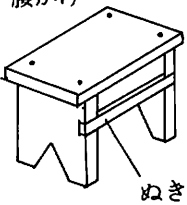
(安定した構造)



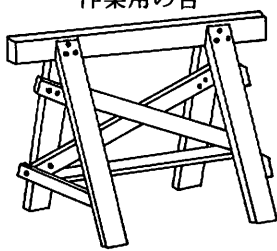
机



腰かけ



作業用の台



じょうぶな構造

図5 じょうぶな構造の例

3. 技術科教育の最終目標としての“効率”

効率は、次のように定義されている。

$$\text{効率} = (\text{出力} / \text{入力}) \times 100 (\%)$$

科学においては、入力と出力は同単位で、理論的に扱える効率となる。ことわりがなければ効率は

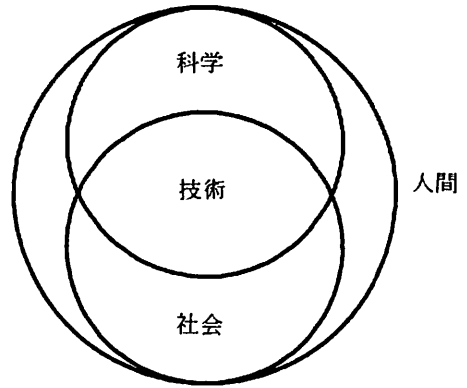


図6 境界領域としての技術

この意味で使われる。社会的現象を効率の概念でとらえることもしばしばあるが、入力と出力の単位が異なっている場合も多く、そのときは、効果的、効率的、効果が大きい、合理的といった表現で用いられる。

一方、図6に示すように、技術は、人間をベースにして、科学と社会の境界領域として存在している。したがって技術における効率は科学的効率と社会的効率の両面をもつ。この技術における効率を“広い意味での効率”と呼ぶことにする。

視点2と視点3の再構成の段階で、評価基準となるのは、この“広い意味での効率”であり、本論で提唱した授業を展開することで、筆者の考える技術科教育の最終目標“生活の場での広い意味での効率を運用する能力”が育てられるものと期待している。“工夫する”ということは、この広い意味での効率を追求していく過程としてとらえることができる。

4. 結 び

学校教育は、現在、体系化された知識の伝達を主たる目標にして、1つの正解を追求する世界になっている。しかし、技術科教育が対象にする技術の世界の解に正解はなく、1つの選択された解である。

その選択解を見つけるために、

- 広い意味での効率を運用する能力

・制限条件を分析的にとらえて再構成する能力
・工夫する能力
が要求される。本論ではこれらの能力を育てる手段として、

- ・理論要因分析授業
- ・制限条件要因分析授業
- ・設計・製作要因分析授業

を提唱した。

謝 辞

この試案を読み質問事項を提供して下さった、技術教育専修院生、糸洲守人氏（松城中学教諭）に感謝致します。

参考文献

- 1) 朝井英清他 日本科学教育学会 第5回年会論文集 P.115 (1981)
- 2) 藤井隆他 新しい科学1分野下 東京書籍 P.17 (1983)
- 3) 馬場信雄他 新しい技術・家庭(上) 東京書籍 P.37 (1986)
- 4) 3). P.34
- 5) ベア・ジョンストン (長谷川 節訳) 工学のための力学 ブレイン図書 序文(1976)

—質疑応答—

質問1)

現在なされている技術科の授業では、これまでに提唱された教授法が混在していると思うが、これらとの関連はどうか。

回答2)

本論は、教材内容の処理法を示したもので、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、ブレ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学習形態になるかもしれないが、ここでは講義法（教師の説明が主）の形態でも、十分に効果が出るものと期待している。

質問2)

要因分析が細かくなりすぎ、中学生にとって高度な学習になる恐れはないか。

回答2)

時間がゆるす限り細かく要因分析することは望ましい。要因すべてを学習の対象にする必要はなく、現在の理解レベルを超える要因を、将来の問題として残すことは、1つの制限条件の例を示したことになる。

質問3)

教師個々の力量（理論的知識やそれに基づいた技能）が要求されないか。例えば、要因分析に間違いはないか。どこに重点をおくか。

回答3)

分析された要因が完璧（数や質において）なものである必要はない。教科書で扱っているパラメータを知り、それに1つか、2つ要因を加える能力さえあればよい。再構成の段階では教科書で扱っているパラメータにしぼって説明してもよい。授業実践を通して、教師自身の分析力と再構成力は急速に高まる。

質問4)

技術科は、実践的・体験的学習を主としているが、実験や実習ではどのように展開すればよいか。

回答4)

実験は基礎理論を確認するために行われるので、理論要因分析授業の視点で展開すればよい。実習は設計、製作が中心なので、視点2、視点3による授業を展開する。実習中に、教師や一生徒が気づいたことを全員にまとめて伝えることが困難な場合には、近くの個人やグループに伝えるだけでよい。とにかく形にとらわれず、気づきの場面を増すことだけを考えればよい。

質問5)

これまで最も教育効果の大きかった教具の価値はどうか。

回答5)

教具の価値はさらに高まる。理由は、教具は本来の目的を果たすと同時に、その教具で取り扱う現象や理論の制御因子や、制作上の制限条件を示

すためにも使えるからである。自作教具の場合、自己で設定した制限条件となるので、説得力はさらに増す。自作教具があれば大いに活用すればよい。しかし、本論は教具の必要性を強調するものではない。

質問6)

目標達成度のチェックをどうするか。特に、形成的評価はどうなるのか。

回答6)

従来、形成的評価として行われてきた、プレ・ポストテストのスパンは短い。本論の視点で育てようとしている能力は、分析力、再構成力及び広い意味での効率を考慮しながら(工夫しながら)物事を進める能力であり、一朝一夕に育つものではないので、評価のスパンは長くなる。

評価では、与えられた題材に対して分析的に抽出できる要因の数が増えたか、適切に再構成できたか、工夫されたものに気づく場面が多くなったか、工夫しようとする態度が見えるか等をチェッ

クすればよい。評価のために準備するものは特にない。教師は、通常の授業の中で自分の発問に対する生徒の回答具合から、即、判断できる。データがほしければ、発問と回答を記録しておけばよい。

質問7)

なぜ、要因分析授業は効果があるといえるか。

回答7)

筆者は大学での講義に、この授業を導入しているが、講義が進むにつれて能力が高まっていくのを、発問と回答から感じている。

要因分析授業はジクソーパズルに似ている。一枚の絵を見せ、これは山で、これは川でここに馬がいて、と全体を概観するのが従来のやり方である。本論の授業では小さい要素にばらし、そして組み上げるので、その絵を見る集中度は高くなる。集中度を高める授業はいい授業ではないだろうか。