

問題解決学習の指導方法について ～IE 図法の提案～

小原 格^{†1} 辰己 丈夫^{†2} 川合 慧^{†3}

高等学校情報科においては問題解決学習が重要視されている。しかしながら、問題解決そのものに関する学習、特に、問題をどのようにとらえ、情報をどのように分析するのかという点においては、実践例も少ない。そこで、問題の明確化および分析方法を学習する手段として「IE 図法」を開発するとともに、この IE 図を高校生向け「分析 4 つ道具」の 1 つとして提案する。これらの「分析 4 つ道具」については、利用した生徒と利用しない生徒との間に、検証授業におけるテストにおいて有意差が見られた。さらに、「分析 4 つ道具」を用いた後の生徒の分析力について、情報の学力による有意差は見られなかった。

How to Teach Problem-Solving Learning Information Studies

TSUTOMU OHARA^{†1} TAKEO TATSUMI^{†2}
SATORU KAWAI^{†3}

Problem-solving learning is esteemed in high school Information Studies Lesson. But It is few practice example of Learning Problem-solving itself, and How to realize and analyze problems. So We develop the IE-CHART Method for learning how to realize and analyze problems ,and we suggest the IE-CHART Method as one of FOUR ANALYSYS TOOLS for high school students. About The FOUR ANALYSYS TOOLS, The significant difference was found in the inspection class between the students using it and the students not using it. And more, About the analysis development using The FOUR ANALYSYS TOOLS, The significant difference was not found by the Information Studies Achievement Examination.

1. はじめに

1999 年告示、2003 年より高等学校にて実施されている学習指導要領[1]（以下「旧学習指導要領」）も、2013 年より年次進行で実施されている新しい高等学校学習指導要領[2]（以下「新学習指導要領」）への移行が着々と進み、2015 年 2 月現在では 1,2 学年が新学習指導要領にて学習を行っていることになる。旧学習指導要領にて誕生した情報科においても、旧来の「情報 A」「情報 B」「情報 C」の 3 科目構成から「社会と情報」「情報の科学」へと 2 科目構成となり、一部の内容は義務教育段階へ移行するなど内容の再構成もされている。

問題解決に関する学習については、旧学習指導要領の中でも「生きる力」の構成要素として重要視されてきたが、財団法人コンピュータ教育開発センター(CEC)における「高等学校等における情報教育の実態に関する調査」(2008) [3]によると、問題解決を「極めて重要と思う」あるいは「重要と思う」と回答している教員が 67.2%である一方で、同じく教員の 48.9%が問題解決を「教えていない」、また、30.7%の教員が指導において「自信がない」と回答しているとあり、主に教員の指導力に関して解決すべき課題が指摘できる。実際、2008 年当時は問題解決に関する実践事例はほとんど見当たらず、近年になってようやく、全

国高等学校情報教育研究会全国大会[4]などの大きな大会においていくつかの実践事例が見られるようにはなったが、その多くが与えられた「課題」を解決するようなスタイルのものである。新学習指導要領にあるような、問題を自ら発見する時点からの実践事例は非常に少なく、まだまだ研究の余地がある状況である。

筆者らのグループはこの点を重視し、2012 年より高等学校問題解決学習の指導法に関する研究を行い、特に問題の分析において、QC7 つ道具[5]や新 QC7 つ道具[6]などについて、実際にこれらを高校現場で実践することを通して教育応用可能性の研究を進めてきた[7]。そして、それらの長所を取り入れ、新しい図解を用いた分析手法である「IE 図」について開発を行うとともに、この IE 図を含めた「分析 4 つ道具」の提案をおこなってきた[8]。ここでは、IE 図について、その開発の背景と、機能や効果などを中心に述べる。

2. 学習指導要領と問題解決

2008 年 1 月の中央教育審議会答申[9]において、学習指導要領改訂の基本的な考え方が示されるとともに、各教科等の改善の基本方針や主な改善事項が記された。高等学校情報科に関しては、(i)改善の基本方針において、「(中略) 社会の情報化の進展に主体的に対応できる能力をはぐくむために、より広く、より深く学習することを可能にする内容を重視する」また、(ii)改善の具体的事項における(i)において、「(中略) また、情報通信ネットワークや様々なメディアを活用して、新たな情報を作り出したり、分かりやすく情報を表現したり、正しく伝達したりする活動を通して、

^{†1} 東京都立町田高等学校
Machida High School

^{†2} 放送大学
The Open University

^{†3} 放送大学
The Open University

合理的判断力や創造的思考力、問題を発見・解決することができる能力をより一層重視する」(いずれも下線は筆者による)とあり、「より広く、より深く」というキーワードとともに、問題解決、特に問題発見についても重視する方向性が見られる。以下、具体的な反映状況を確認する

2.1 旧学習指導要領と問題解決

旧学習指導要領「情報B」では大単元「(1)問題解決とコンピュータの活用」および大単元「(3)問題のモデル化とコンピュータを活用した解決」が大きく関連する内容であるが、課題に対して効果的に解決する方法を学ぶ必要性や、解決手順を明確化させることが強く意識されるなど、コンピュータでの活用を強く意識したものであった。そのため、どのように問題を捕らえるか、またどのように問題を分析し進めるかなどの問題解決そのものに対する具体的な記述は見られない。また「情報A」では大単元「(1)情報を活用するための工夫と情報機器」にある小単元「ア 問題解決の工夫」であり、その内容も、解決の手順を考え、情報機器やネットワークの適切な活用が有効であることを体験的に認識させる程度の簡易なものである。さらに、「情報C」に関しては、問題解決に関する単元は見当たらないため、情報科において問題解決を学ばずに授業を終えるケースも想像できる。先のCECによる資料の結果を裏付ける一因とも考えられる。

2.2 新学習指導要領と問題解決

新学習指導要領では、「各科目の内容の改善」の中に「より広く、深く学ぶ」というキーワードが入るとともに、「社会と情報」「情報の科学」のどちらにも問題解決に関する単元が含まれており、全員が必ず問題解決に関する何らかの授業を受けることになる。以下、各科目の問題解決に関する内容について簡単に触れておく。

2.2.1 社会と情報

「社会と情報」では4つある大きな単元のうち「(4) 望ましい情報社会の構築」の小単元として「ウ 情報社会における問題の解決」がある。その解説内容には、

- 「問題」や「問題発見」という用語の意味
- 「問題発見」をどのようにとらえるか
- 「問題の分析」に関する情報手段や収集方法
- 「問題の解決方法の検討と実践、結果の評価」

など、問題解決そのものに関するていねいな記述が見られる。特に問題を整理する場面として、

- 得られた情報を関連づけて図解
- 表を作成して一覧を作成
- 適切な種類のグラフを選択

などの例示が見られる。

2.2.2 情報の科学

「情報の科学」では、4つある大きな単元のうち「(2)問題解決とコンピュータの活用」および「(3)情報の管理と問題解決」という2つの大きな単元にて扱われており、問題

解決を重視する方向性が表れている。特に、(2)の小単元「ア 問題解決の基本的な考え方」では、

- 問題の発見、記述、明確化
- 問題の分析
- 解決方法の考案
- 解決方法の選択

など、一般的、基本的な考え方が中心に書かれている。特に、問題の分析の場面では、

- 情報の関連性や因果関係などを図解して検討
- 数値化された情報については分類
- 平均値や中央値を求める
- グラフ化して整理

などの例示が見られる。

また、(3)の小単元「ウ 問題解決の評価と改善」では、「問題解決の各段階における評価、改善の活動に主眼をおいた総合的な実習」が想定されており、各段階での目標や評価の観点などの明確化や解決方法等の改善という内容が見られる。

2.3 学習指導要領に関するまとめ

これらのことから、新学習指導要領においての問題解決学習に関するポイントについてまとめると、以下のとおりになるかと考えられる。

- 「問題」を発見するところからの問題解決
 - 「問題解決」そのものに関する学習
 - 「問題」をどのようにとらえ、明確化するか
 - 「問題の分析」におけるいろいろな手法の活用
- また、特に、問題の分析に関しては、
- 「情報の図解化」
 - グラフ化

ということが、大きなキーワードとして挙げられる。また、中教審の答申を受け、改善の方向性の中にも「より広く、深く」というキーワードが入っていることも指摘できる。

よって、ここでは、旧学習指導要領との大きな変更点として、特に「問題発見」「問題のとらえ方と明確化」「図解」「より広く、より深く」の4点を指摘しておきたい。

3. 問題解決学習における図解

問題解決学習、特に情報分析における図解の重要性については先に述べてきたとおりである。学校現場では、教科書に基づいて指導が行われるため、問題を発見し分析する場面にて、図解に関するどのような内容が教科書に記載されているのか、という点を調査した。詳細は以下のとおりである。

なお、ここではあくまでも扱われている内容を調査するためのものであり、教科書自体の優劣を検討するものではないことに念をおしておきたい。

3.1 教科書

検討する教科書は、高等学校にて用いられている文部科

学省検定済のものとし、科目については、内容的に問題解決学習が多く含まれている「情報の科学」とした。情報の科学の教科書は全部で4社から5種類出版されており、調査する单元としては、新学習指導要領「(2) 問題解決とコンピュータの活用」における小单元「ア 問題解決の基本的な考え方」に相当する部分とした。[10][11][12][13][14]

3.2 扱っている内容

「図解」に関連すると思われるいくつかのキーワードについて、何種類の教科書に掲載されているかを以下に示す。

- (5種類) ブレインストーミング
- (4種類) グラフ化
- (3種類) KJ法
- (2種類) 図解, 因果関係, 度数分布表
- (1種類) カードを用いたアイデア整理法, MECE, ロジックツリー, フレームワーク, コンセプトマップ, 概念図, 近似曲線

3.3 教科書に関するまとめ

5種類すべての教科書が「ブレインストーミング」について扱い、そこで出された項目を、3種類の教科書が「KJ法」で、1種類の教科書が「カードを用いたアイデア整理法」でまとめながら図的に表現することが想定されている。

図解そのものを扱っている教科書は2種類あり、そのいずれもいろいろな図の例が提示されている程度に留まる。

分析手法としての図解例については、概念を整理するための「コンセプトマップ」や、ひとつのことがらをMECEを意識し深めながら考える「ロジックツリー」の例はあるものの、いずれも1種類の教科書のみ掲載であり、またそれらの実践例もほとんど耳にしない。つまり、高等学校における分析における図解については、スタンダードが確立されているとはまだまだ言えない様子がうかがえる。そのため、問題解決、特に、問題を分析するためのスタンダードとなる図や分析ツールの必要性が指摘できる。

4. IE図法の開発

IE図は、今まで指摘してきた問題を解決する手段の1つとして、筆者らが開発した図である。ここでは、IE図法が何を狙い開発されたのか、また、その背景などについて詳しく説明していきたい。

4.1 全体の構成

IE図は、用紙左側にある「問題提示部」と、用紙中央を左から右に走る「4W1H部」、そこから下に展開される「原因分析部」、4W1H部の上に展開される「解決策検討部」の大きく4カ所に分かれる。これらの部分に情報が書き込まれ、1枚の中に問題点の明確化、原因の分析、改善策の検討すべてがまとめられた図である。IE図の名前の由来は、この「問題提示部」が「I」型に見え、また、4W1H部から展開

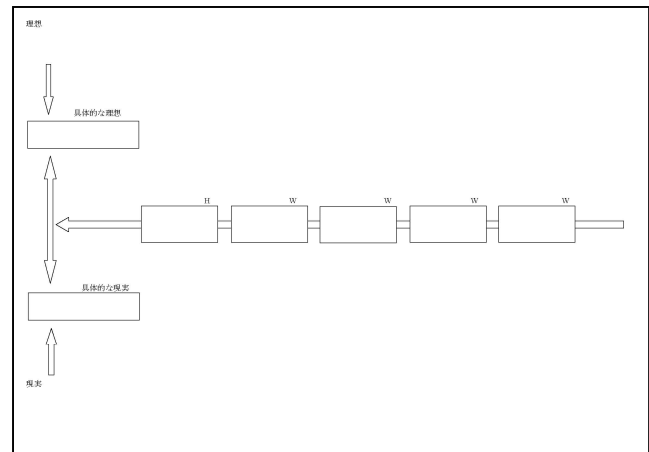


図1 IE図(未記入のもの)

した様子が「E」の形に見えることによる。

以下、各構成要素における内容を述べていく。

4.2 問題提示部

新学習指導要領解説情報編によると、問題とは「理想と現実とのギャップ」とある。そのため、問題提示部では、左最上部に「理想」を、それに対して左最下部に「現実」をまず記入する。

この「理想」と「現実」とのギャップが「問題」を表すことになる。例えば「朝早く起きたい」という理想に対し、現実には「いつも寝坊している」などが挙げられる。

次に、現実と理想の明確化を行う。左下にある「現実」の上「具体的な現実」の枠内に明確化した現実を、さらに、左上「具体的な理想」の枠内に明確化した理想を記入する。例えば、「いつも寝坊している」という現実に対して「7時に起きてしまう」という具体的な現実を、さらに「朝早く起きたい」という理想に対して「6時に起きたい」という具体的な理想を記入する。

「問題の明確化」をしないと、解決策として、例えば「頑張れば起きれば良い」など抽象的な内容に陥ってしまいがちになる。問題を明確化することによって、「なぜ7時に起きてしまうのか」といった原因分析や、「6時に起きるにはどのようにすれば良いか」といった解決策の検討がおこないやすくなることが想像に難くない。

IE図は、これらの「理想」と「現実」、それらをもとにした「具体的な理想」と「具体的な現実」がいつも左側に明示されている点が、自分たちの問題解決の方向性を誤らせない羅針盤の役割を果たしており、大きなポイントでもある。

4.3 4W1H部

左にある「問題提示部」へ向けて用紙中央を右から左に大きく太矢印が伸び、そこに5つの枠が埋め込まれている部分が「4W1H部」である。「4W1H」とは、いわゆる5W1H(who, when, where, what, why, how)のうち「why」を除いたものであり、「なぜ?」を説明するために、残りの「だれが、いつ、どこで、何を、どのように」という観点から分析す

ることを想定している。筆者らは、先の研究による知見[8]により、生徒による問題分析の切り口として、

- 精神的（意志が弱かったから…）
- 時間的（時間がなかったから…）
- 知識技能（知らなかったから…）
- 方法手段（上手にできなかったから…）
- 環境（できる環境になかったから…）
- 肉体的（体が対応できなかったから…）
- 金銭的（お金がなかったから…）
- 物理的（～がなかったから…）

という要因に収束できることがわかっており、さらにこれらを簡易なものにするために

[How：知識・技能・方法]
知識・技能の側面（わからなかったから～）
方法・手段の側面（もっと上手に行えば～）

[Who：人的]
精神的な側面（しっかりと意識をもってやれば～）
肉体的側面（体がこのように～）

[When：時間的]
時間的な側面（時間を上手に使えば～）

[Where：場所・環境]
環境・場所の側面（周りの状況が～）

[What：物・金銭的]
金銭的側面（お金が足りなかったから～）
物理的側面（～がなかったから）

と 4W1H に整理したものである。

問題の原因を考える時に、あまりイメージがわからない生徒に対し、この 4W1H という切り口をあらかじめ示すことによって、より違う角度から原因を考えることができるようになることを狙い、ついでには「より広く」分析できることを目指している。

なお、スムーズに記載し展開していくことを考え、IE 図の「ひな形」の段階では 5 つの枠の中はあえて空欄にしている。これは、設定した問題により 4W1H の各原因の量が変わることに対応したものであり、多くの原因が考えられる切り口を左側の枠から入れるようにすることを想定している。一般的には「How」が最も多いことが予想されるため、一番左の枠に「H」がついているのはこのためである。

4.4 原因分析部

「4W1H 部」から下にある部分が「原因分析部」である。原因分析部では、問題提示部にある「具体的な現実」がなぜおきているのか、という原因を考え、4W1H それぞれの枠から、そこに該当するものをロジックツリーの要領で「なぜ?」「なぜ?」と展開していく。これによって「より深く」分析できることも目指している。

ロジックツリーは、MECE 即ち「漏れなくダブリ無く」

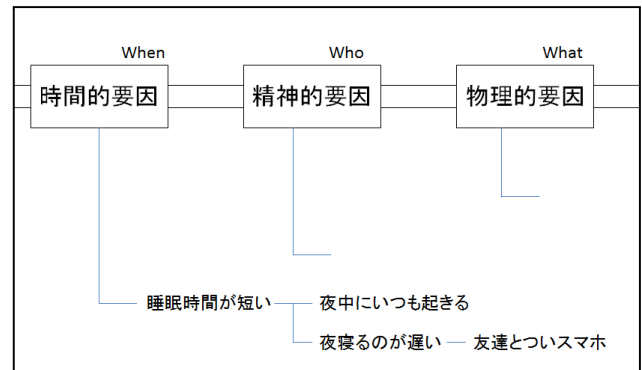


図 2 原因分析部の展開

を意識してツリー状に展開していく図法である。ただ 4W1H の特性に分けた段階ですでに MECE に近いこともあり、最初の展開のみ MECE を意識させ、その下に展開された階層からは、あまり MECE や初めの 4W1H の切り口にはこだわりすぎないようにさせている。

例えば、「目が覚めたら朝 7 時である」という現実に対し、「When」という切り口からは、「睡眠時間が短い」→（なぜ?）「夜中にいつも起きてしまう」、（それ以外の原因は）「夜寝るのが遅い」→（なぜ?）「友達とスマホで会話」といった形である。

このように展開していくと、4W1H の違った切り口から、同じ原因が複数箇所に出てくる場合も想定されるが、それはそれで構わないものとする。むしろ、その原因は、多方面に影響を与える重要なものである、という認識をもつことができる。

4.5 解決策検討部

4W1H 部に対して原因分析部とは反対側の上の部分が「解決策検討部」である。ここでは、原因分析部にて原因を展開した内容に対応する解決策を検討する。

解決策については、まずは原因に対して対照的に線を延ばしてその原因が解決できた状態を記入し、そこからロジックツリーの要領で「どうすれば?」「どうすれば?」と展開していく。ここでも、「より深く」分析することを目指し

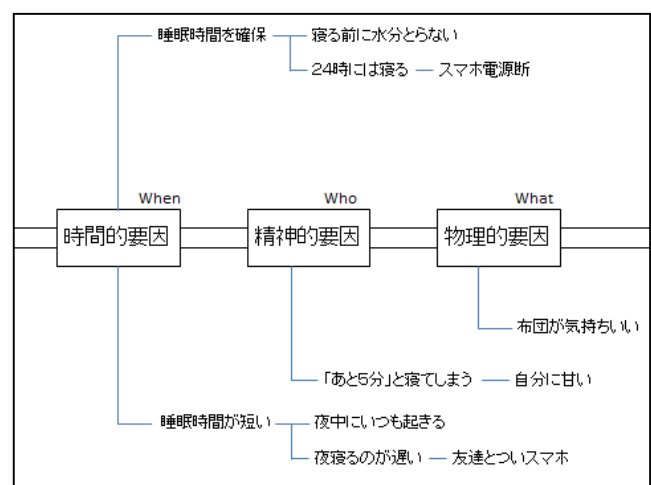


図 3 解決策検討部の記入

ている。

例えば、原因分析部の「睡眠時間が短い」という原因に対応する展開に対しては、4W1H部を対照にして「睡眠時間を確保する」としてまずは展開し、原因の展開を見ながら「具体的な理想」に近づけられるような解決策を同様に展開させていくようにする。ただし、多様な解決策が出てくるとも考えられるため、対応関係にあまりこだわりすぎなくても良いものとしている。

このように、原因と解決策が対照的に展開される上、左上に「具体的な理想」が明示されているため、常に解決策の具体的な方向性が確認できる。自分たちの目的である「具体的な理想」状態にすることを見失わずにすむメリットは大きいと考えられる。

4.6 IE 図法の特徴のまとめ

今まで述べてきたように、IE 図法は

- 問題の明確化
- わかりやすい切り口からの原因分析
- 目的を見据えた解決策の検討

の3つを1枚の紙上に見やすく配置できる図法である。さらに、「より広く、より深く」分析を行うことも想定できるため、2.3、3.3 それぞれのまとめで指摘した内容を満たすツールとして効果が期待できると考える。

5. 分析4つ道具としてのIE 図法

筆者らは、IE 図法だけにとどまらず、「高校生のための分析4つ道具」として以下の4つの手法を提案している。

- ① ブレーンストーミングとアイデア整理法
- ② ロジックツリー
- ③ 連関図法
- ④ IE 図法

①のアイデア整理法については、ブレーンストーミング等によって創出されたたくさんの項目について、そこから意味のある情報を導くために、同じ属性のものをグループ化、図式化するなどアイデアを整理し、わかりやすく表現する方法のことを指しており、KJ法も含む広い手法として捕らえている。3.2にて示したとおり、多くの教科書にて採用されている方法である。

③の連関図は、問題内容を中央に配置し、その周りに原因となっている事柄を自由に配置して、原因から結果に矢印を結び、さらにその周りにその原因を起こしている二次要因を配置して矢印を結ぶことを繰り返しながら、因果関係を二次元的に配置した図である。先の研究による知見により、多くの生徒が利用していたことが確認できているため、生徒が感じる身近な問題の表現と親和性が高いことが想像できる。

また、②のロジックツリーについては、手軽に利用がで

きて応用がきき、さらにIE 図法を構成する基本的な手法ということもあり採り入れている。

IE 図法は「問題の明確化」「4W1Hによる広がり」「ロジックツリーによる深まり」という特徴を持つが、そこに、自由な発想やその集積ができる「ブレインストーミングとアイデア整理法」、また、一対多だけでなく多対多による二次元的な因果関係の表現が可能な「連関図法」が加わることによって、高校生にとって無理なく、より多彩な分析ができるものと思われる。

6. 分析4つ道具の効果とIE 図法

IE 図法の効果を他の分析手法も含めて比較するために、次のとおり検証授業を行った。

6.1 対象

対象は都立A高等学校普通科1学年で、「情報の科学」を履修している6学級240名である。なお、A高等学校は7学級281名構成であるが、一番進みの早い1クラス41名に関しては、初めての内容による指導のずれが生じて影響する可能性を排除するために、今回のデータには含めていない。

6.2 方法

6学級240名を2学級80名ずつ以下のような3つの群にわけ、「問題解決に関する分析問題」を、学習状況に応じてそれぞれ時期をずらし、別のタイミングで取り組ませた(前テスト)。その後、全員が「分析4つ道具」を学習したおよそ2週間後に、再度、同じ分析問題を、今度は全員一斉に取り組ませた(後テスト)。その上で、

[検証1] A群、B群、C群のそれぞれに対し、前テストと後テストを「対応するペア」と考えその結果の差分をとり、各群の間に有意差が生じているかを検定する。これにより、教科書での指導の有用性、分析4つ道具の有用性が説明できる。

[検証2] 入学直後に実施した「神奈川県情報部会編情報科導入テスト[15] (以下「導入テスト」)」の結果と照らし合わせ、導入テストの成績が後テストの成績に対して相関があるかを検定する。導入テストは、中学校の技術・家庭における情報分野の内容を一通り網羅したものであるため、生徒の情報に関する成績とみなすことができる。これにより、IE 図法による学習結果が、情報の成績と関連があるかを説明できる。

[検証3] 導入テストの成績によって「上位群」「中位群」「下位群」の3つの層にわけ、これらの群ごとの、A~C群それぞれの中での差の平均値を算出し比較する。これにより、A~C群ごとの成績群の値が説明できる。

という検定をおこなった。なお、詳細な進め方は、表1

表1 検証授業の進め方

群	A群 (従来)	B群 (教科書)	C群 (提案)
問題解決とは	○	○	○
前テスト	●		
ブレインストーミング・アイデア整理	○	○	○
ロジックツリーの説明	○	○	○
ロジックツリーの実習		○	
前テスト		●	
4W1Hの説明	○	○	○
ロジックツリーの実習	○		○
IE図法実習および関連図法紹介	○	○	○
前テスト			●
後テスト(全体終了後約2週間後)	●	●	●

のとおりであり、時期は、入学後まもなくの5月下旬から通常授業とともに実施したものである。統計的な検定に際しては、いずれも(株)SAS インスティテュートジャパンの統計解析ソフトウェア JMP を用いた。

- A 群 (80 名) : 手法は全く学習せずに、問題解決における分析の問題に取り組む
- B 群 (80 名) : 教科書に含まれる内容 (ブレインストーミングとアイデア整理, ロジックツリー) のみを学習した後に分析の問題に取り組む
- C 群 (80 名) : 分析 4 つ道具を用いて学習した後、問題に取り組む

ここで、2つの群ではなく、あえて群を3つにした理由は、ブレインストーミングやロジックツリーが教科書に掲載されているからであり、特に関連図や4W1Hを意識したIE図法など、教科書には含まれていない内容を学習することによって、今までにない効果的な分析手法としての可能性を検証するためである。ただし、「関連図」に関しては、授業時数の関係もあり、この一連の検証授業の中では簡単に紹介した程度であったことを申し添えておく。

6.3 テスト問題

「問題解決に関する分析問題」は以下のとおりであり、全員がほぼ同じ条件で、十分な時間でクラスごとに一斉に行った。なお、この問題は、教科書にある練習問題を参考に一部変更したものである。なお、実際は3問に取り組ませたが、紙面の都合により、残り2問については省略する。

問題
あなたは「朝食をとりたいが、とることができない」という問題を抱えているとします。
これに対して考えられる原因を、できるだけたくさん、またできるだけ深く考えてみてください。

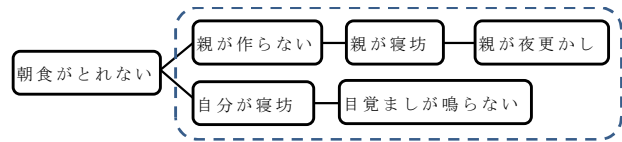


図4 ロジックツリーでの採点

6.4 採点

採点に関しては、原因やその理由など、挙げた項目1つにつき1点とした。その際、表現方法として、文章で記載した生徒に対しては、そこからキーワードとなる単語や部分を合計し、また、ロジックツリーなどで記述した生徒に対しては、その展開された記述文の合計を計算することとした。例えば以下のとおりである。

「親が夜更かしして寝坊し作ってくれていないことも考えられるし、自分も朝早く起きられなくて、起きようとしても目覚ましがならなくて食べる時間がない。また、朝は食欲がないこともある」

という回答では、原因と結果、その関連を鑑み、下線部に得点を与え7点としている。また、図4のようなロジックツリーで回答した場合、「親がつくらない」に3展開、「自分が寝坊」に2展開されているので、合計5点としている。

6.5 結果と考察

問題における結果の概要については表2および図5のとおりであった。また、本来の人数は各80名であるが、一方のテストの欠席によるデータ欠損や外れ値を除外しているため、若干数減少している。

表2 検証授業の結果

	A群 (従来)	B群 (教科書)	C群 (提案)	全体
人数	78	77	78	233
前テスト平均	6.23	9.53	12.26	9.34
後テスト平均	11.38	14.22	14.94	13.51
平均差	5.15	4.69	2.68	4.17
標準偏差	4.69	4.54	6.00	5.21

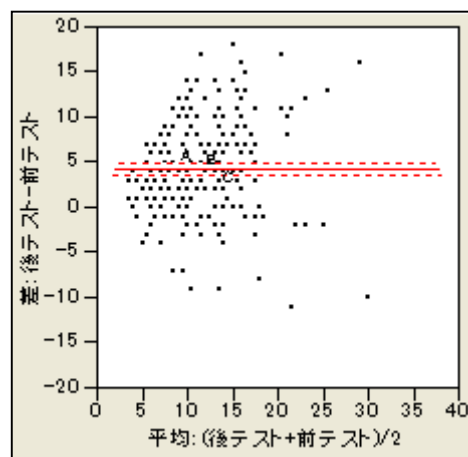


図5 前後テスト平均と前後テストの差

6.5.1 検証1の結果と考察

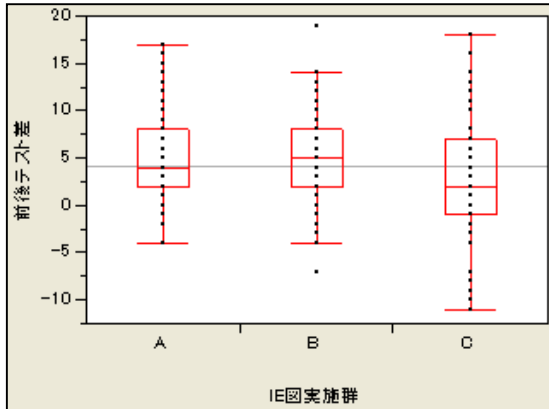


図6 ABC3つそれぞれの群と前後テストの差

図6は、ABCそれぞれにおける前後テストの差の分布を箱ひげ図を用いて表したものである。この結果をもとに、Turkey-KramerのHSD検定[16]を使い、有意水準5%にてすべてのペアの比較を行った結果は表3のとおりである。この値が正の場合、仮説は棄却されペアになっている平均の間に有意差があることを示しているため、A群とC群、およびB群とC群にて有意差が認められることがわかる。

表3 Turkey-KramerのHSD検定による3群の平均点の有意差の検定結果

	A群 (従来)	B群 (教科書)	C群 (提案)
A群 (従来)	-1.9345	-1.4752	0.5399
B群 (教科書)	-1.4752	-1.9470	0.0681
C群 (提案)	0.5399	0.0681	-1.9345

つまり、連関図とIE図を先に学習したC群は、A群B群と比較し、前後テストの差が一番小さくそれぞれと有意差があることから、IE図の実習および連関図の紹介が、差の縮小に大きく貢献し、その有効性が示されたと言える。

また、A群とB群の間に有意差は見られなかったことから、教科書の内容(ブレインストーミングとアイデア整理、ロジックツリー)のみを扱うだけでは、「できるだけたくさん、できるだけ深く」という今回の分析方法の学習ケースにおいては、決して十分とはいえないことがわかる。

6.5.2 検証2の結果

導入テストを説明変数、後テストを目的変数として散布図にしたものが図7であり、その数値を示したものが表4である。ここで、散布図中にある楕円は95%の信頼曲線を表す。また、表中「有意確率」は独立性の検定であり、0.05未満の場合、両者には相関があると判断できる。今回の場合、相関係数はほとんど0に近く、また有意確率も

$$0.3876 > 0.05$$

となり、導入テストの結果と後テストの結果には、相関があるとはいえないことがわかる。

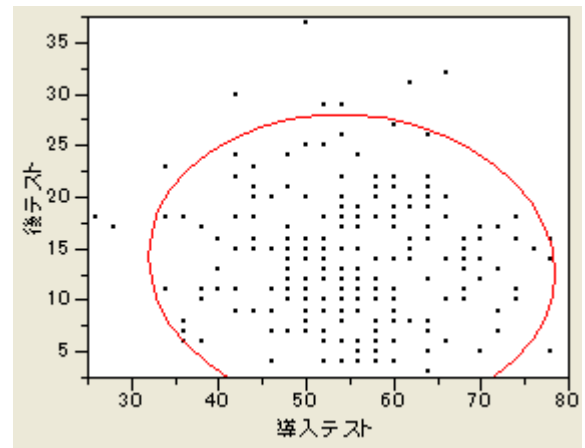


図7 導入テストと後テスト

表4 導入テストと後テストにおける平均と標準偏差

変数	平均	標準偏差	相関係数	有意確率	数
テスト得点	55.13793	9.475324	-0.05699	0.3876	232
後テスト	13.48276	5.94416			

導入テスト実施後から約1ヶ月後に検証授業を開始したため、導入テストの成績が、ほぼ分析問題に取り組んだ時点での成績とみなすことができる。分析4つ道具を学習した後の結果をみる限りでは、全体的には情報の成績の善し悪しに関わらず、ある程度のレベルまでは到達させられる可能性があることがわかる。

6.5.3 検証3の結果と考察

最後に、導入テストの結果により、上位群、中位群、下位群に分け、A群、B群、C群の中でこれらの成績群がどのように影響しているかを検討する。

上位群、中位群、下位群の分け方については、旧来の中学校における5段階相対評定(1と5がそれぞれ7%、2と4がそれぞれ24%、3が38%)に倣うこととし、5と4を上位、3を中位、2と1を下位とした。平均値 μ 、標準偏差 σ の正規分布においては、正規分布表によると、 $\mu - \sigma/2$ から $\mu + \sigma/2$ の範囲がおおよそ0.38となり、評定3の割合と一致するため、この範囲にある生徒を中位とし、その範囲より上を上位、その範囲より下を下位とした。その結果をまとめたものが次の表5である。

表5 導入テスト層別成績群ごとの平均点と標準偏差

導入テスト	上位群	中位群	下位群
人数	81	78	74
平均点	64.9	55.0	44.3
標準偏差	5.07	2.13	5.62

この3つの層別成績群をもとに、A、B、C群それぞれにおける前テスト点、および前後テストの差を分析した。

(1) 層別成績群と前テスト

表 6 A 群 (従来) の前テスト点

水準	数	平均	標準偏差
上位群	25	6.32000	2.77969
中位群	28	6.21429	2.92318
下位群	25	6.16000	2.83843

表 7 B 群 (教科書) の前テスト点

水準	数	平均	標準偏差
上位群	30	10.6000	5.00069
中位群	26	9.3846	4.24337
下位群	20	8.1000	3.12713

表 8 C 群 (提案) の前テスト点

水準	数	平均	標準偏差
上位群	26	11.6154	5.59340
中位群	23	11.6957	4.95832
下位群	29	13.2759	6.03500

一般的には、成績が良い生徒ほどベースとなる前テストの点を伸ばすことが推測されるが、A 群、B 群については平均点がゆるやかに下がり、まさにその傾向が見られる。また逆に、C 群については、むしろ上位群から下位群にいくにつれて上がっている状況である。

すべての表において有意水準 5%にて Turkey-Kramer の HSD 検定をおこなったところ、いずれも有意差があるとは言えない結果となった。そのため想像の域を出ないが、この現象は、IE 図の実習および連関図の紹介が、特に中位群や下位群に対し、有意にならない程度の何らかの軽微な影響を与えている可能性が推測できる。

(2) 層別成績群と前後テスト差

表 9 A 群 (従来) の前後テスト差

水準	数	平均	標準偏差
上位群	25	5.12000	4.96924
中位群	28	4.35714	4.65247
下位群	24	5.91667	4.49073

表 10 B 群 (教科書) の前後テスト差

水準	数	平均	標準偏差
上位群	30	4.53333	4.13341
中位群	26	3.07692	4.78266
下位群	20	6.90000	4.14094

表 11 C 群 (提案) の前後テスト差

水準	数	平均	標準偏差
上位群	26	3.15385	5.07301
中位群	23	2.00000	6.92820
下位群	29	2.79310	6.13759

興味深いのは、A, B, C 群いずれにおいても中位群の伸びが他の層と比較し低い傾向が見られることである。特に B 群では、Turkey-Kramer の HSD 検定において有意水準 5%にて有意差が認められた。これを説明するのに、あくまで

も想像の域を出ないが、下位群の生徒の中には、分析などの思考力が高いが、基礎知識などに課題がある生徒が多く、また中位群の生徒は、基本的な知識技能はついているが、思考力を発揮することに課題がある生徒、というモデルが考えられる。

7. まとめと今後の課題

本稿の中で明らかにしてきた点は、以下のとおりである。

- (1) 新学習指導要領においては、「より広く、より深く」学ぶことが求められ、そして問題解決学習においては、問題発見や問題解決そのものの学習が具体的に求められていること。
- (2) しかしながら、それに対応する実践事例も少なく、「情報の科学」教科書においてもスタンダードとなるような分析のための図解が存在しないこと、そして、筆者らが開発した IE 図法や分析 4 つ道具を用いることによって、これらの課題解決に貢献できる可能性があること。
- (3) 実際に「より広く、より深く」分析を行うためのテストによる検証を行った結果、IE 図法と連関図法を用いた群は、用いなかった群や教科書のみ群に対し有意差が生じたこと、特にこの成果は IE 図法の影響が大きいことが推測できること。
- (4) さらに、IE 図法をはじめとする分析 4 つ道具にて学習した時点での分析力は、情報に関する学力とは関連が見られない、すなわち、どの学力層の生徒も、ある程度のレベルまでは到達させる可能性があること。

さらに、これらに対する課題として、

- (1) 一連の問題解決学習においては、これらの知見を具体的にどのように生かしていくことが可能であるか。
- (2) IE 図法をはじめとする分析 4 つ道具の実践事例を重ね、より実際の活動にあわせた使い勝手の良いものにしていくこと。
- (3) 問題の明確化に関しては IE 図法を活用した群と活用しなかった群との間において、有意差が生じるかどうか。
- (4) 学力中位層の生徒では、分析 4 つ道具の効果が、他の層と比較してなぜ薄い傾向にあるのか。

という内容が挙げられる。

特に(2)に関して、例えば「社会の中での問題解決」のように、大きなフィールドの中での実践的な IE 図の活用方法を研究することが大きな課題と考える。

謝辞 統計解析およびグラフ等の作成に SAS Institute の JMP を利用させていただいた。謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 文部省: 高等学校学習指導要領解説 情報編 平成 12 年 3 月 (2000)
- 2) 文部科学省: 高等学校学習指導要領解説 情報編, 平成 22 年 10 月 (2010)
- 3) 財団法人コンピュータ教育開発センター: 「高等学校等における情報教育の実態に関する調査」, p.36 (2008)
- 4) 全国高等学校情報教育研究会: 第 7 回全国高等学校情報教育研究会全国大会 (埼玉大会)
<http://www.zenkojoken.jp/07saitama/> 2015 年 2 月 21 日閲覧
- 5) FK-PLAZA: 問題解決手法の紹介と解決力をつける QC7 つ道具
http://fk-plaza.jp/Solution/solu_qc7.htm, 2015 年 2 月 21 日閲覧
- 6) FK-PLAZA: 問題解決手法の紹介と解決力をつける 新 QC7 つ道具
http://fk-plaza.jp/Solution/solu_nqc7.htm 2015 年 2 月 21 日閲覧
- 7) 小原格, 辰己丈夫, 川合慧: 高等学校情報科における問題解決学習の指導法について～品質管理手法・改善活動手法の可能性についての考察, 情報処理学会 SSS2013 情報教育シンポジウム論文集, pp99-106 (2013)
- 8) 小原格, 辰己丈夫, 川合慧: 高等学校問題解決学習の指導法について, CIEC 研究大会 2013PC カンファレンス論文集, pp189-193 (2013)
- 9) 中央教育審議会: 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申), pp.113-114
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf
2015.年 2 月 21 日閲覧
- 10) 赤堀侃司, 永野和男, 東原義訓 ほかに 12 名: 情報の科学, 東京書籍 (2012)
- 11) 岡本敏雄 山極隆: 最新情報の科学, 実教出版 (2012)
- 12) 岡本敏雄 山極隆: 情報の科学, 実教出版 (2012)
- 13) 坂村健: 高等学校 情報の科学, 数研出版 (2012)
- 14) 水越敏行 村井純 生田孝至 編: 情報の科学, 日本文教出版 (2012)
- 15) 神奈川県高等学校教科研究会・情報部会: 情報部会作成試験問題
<http://www.johobukai.net/index-test.htm> 2015 年 2 月 21 日閲覧
- 16) 田久浩志, 林俊克, 小島隆矢: JMP による統計解析入門, オーム社(2002)