

高等学校問題解決学習の指導法について

小原 格*1・辰己丈夫*2・川合 慧*3
Email: ohara@johoka.info

*1: 東京都立町田高等学校

*2: 早稲田大学

*3: 放送大学

◎Key Words 高等学校, 情報科, 問題解決学習

1. はじめに

2013 年度から始まった高等学校新学習指導要領では、情報科において「問題解決」に関する学習内容が大きく充実することとなり、特に「情報の科学」では、(1)～(4)の大単元のうち、(2)(3)の2つに問題解決に関する内容が記述されている。さらに、「問題解決の基本的な考え方」など、問題の発見、明確化、分析および解決の方法そのものも学習させることとなっており、情報科において問題解決学習の重要性が高まっていると言える。また、教員の意識の面でも、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)によると、教員の67.2%が問題解決を「極めて重要と思う」「重要と思う」と回答している。

一方で、同調査では、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」と回答しているとのデータもあり、これは、2008 年当時は高等学校における問題解決学習の実践事例がほとんどなかったことが大きな要因の1つと考えられる。2013 年現在は学会や研究大会等でいくつかの実践事例が出されるようになってきたが、問題の発見、明確化、分析および解決方法そのものを学習する実践事例等はまだまだほとんど見当たらない。つまり、新学習指導要領の実施にあたっては、教員の経験不足や苦手意識はまだまだ克服されているとはいえない状況と考える。

そこで、高校生向けに、新学習指導要領における情報科問題解決学習の中でも、特に、問題の発見、明確化、分析および解決方法そのものを効果的に学習する指導方法を考案することとした。筆者らは、その足がかりとして、企業などでの品質管理や改善活動に使われる問題解決手法であるQC7つ道具、新QC7つ道具のそれぞれについて着目し、これらを高校生の学習へと生かすことができないかを研究している。ここでは、2012 年までの成果をもとに、現在開発・検証中の高校生向け手法について簡単に報告する。

2. 2012 年度までの到達点

2.1 「問題解決」「良い分析」とは

「高等学校学習指導要領解説情報編」によると、情報科で扱う「問題」とは「理想と現実とのギャップ」とある。そのため、「問題解決」とは、「理想と現実と

のギャップを埋めること」と考えることができる。今回の研究を進める上では、この考え方を採用することとした。また、同じく「高等学校学習指導要領解説情報編」によると、その改訂の要点の中に、情報の科学的理解や情報社会に参画する態度を「より広く、深く」学ぶことの重要性が指摘されており、よって、問題解決学習の分析力を考える場合でも、「より広く、より深く」即ち、「より多面的な」「より深まっている」分析方法を「良い分析方法」と考えることとした。

2.2 問題解決手法の選択

QC7つ道具、新QC7つ道具の中から、高校生に応用可能なものについて検討し、その中で「系統図法」「特性要因図」「関連図法」「アローダイアグラム」について着目した。系統図法については、1種類の教科書に記載されている「ロジックツリー」を取り上げることとした。これに併せて、ほぼすべての教科書に載っている「ブレインストーミング」「カードを用いた整理法」なども授業に取り入れることとした。なお、アローダイアグラム図法は、問題を分析する場面では直接的には扱いたいため、「モデル化」の授業の中で「フローモデル」として扱うこととした。

QC7つ道具、新QC7つ道具の説明についてはここでは省略する。

2.3 問題解決手法を用いた分析の授業

2.3.1 授業の計画と内容

授業は次のように進めることとし、2時間目の最後に利用した手法を記した用紙を回収して分析した。なお、図1は実習に用いたスライドの一部である。

実習(ブレインストーミング)

- 4人グループで行う。向き合って座ること
- 順番に思いついた「モノ」を1つ挙げる。形のある・ない、見える・見えない、など何でも可
- ブレインストーミングの要領で。特に「批判の禁止」は必ず守ること!
- 制限時間は3分間。より多くの「モノ」を。記録は不要だが、数は覚えておくこと。

図1 実習に用いたスライドの一部

<1 時間目>

- (1) 問題とは：理想と現実とのギャップである
- (2) 自分の「問題」を、理想と現実を明確にして二人一組でそれぞれ相手に伝える
- (3) ブレーンストーミングを説明し、4人一組で3分間で「モノ」をたくさん出す実習を行う
- (4) 「カードを用いたアイデア整理法」として、これらの「モノ」をまとめる方法を説明

<2 時間目>

- (1) ロジックツリーの説明と、自分が前回挙げた身近な問題をロジックツリーで展開する実習
- (2) 特性要因図の説明と、ロジックツリーで書かれたものを特性要因図に書き直す実習
- (3) 連関図の説明と、(1)(2)で書かれたものを、連関図に書き直す実習
- (4) (1)(2)(3)のどれか1つを用いて、前回、自分の問題を説明した相手に、その分析を再度説明する

2.3.2 手法の集計結果

生徒が2時間目に(4)で利用した手法の集計結果は、表1のとおりである。

手法	生徒数
ロジックツリー	54
特性要因図	57
連関図	123

ロジックツリーや特性要因図は、基本的には1対多で展開される分析手法である。反面、連関図は因果関係を矢印で結びながら展開していくため、一つの原因から複数の結果に結びつくような多対多での展開や、矢印が交差するような場合も表現できる。そのため、生徒にとっては、身近な問題を考える時の表現手段、特に、相手に説明することを考えた時の手段としては適していると考えたのではないかと推測できる。

2.3.3 生徒が挙げた第一要因の集計

次に、2.3.1にて集めた用紙について、生徒が挙げた第一要因、即ち、問題に対して真っ先に展開や記入をしている内容について着目し、分類してみたのが表2である。なお、一人で複数挙げているものはそれぞれをカウントしている。

表2 生徒が挙げた第一要因数

問題の原因	要因数
精神的 (意志が弱かったから…)	161
時間的 (時間がなかったから…)	159
知識技能 (知らなかったから…)	100
方法手段 (上手にできなかったから…)	93
環境 (できる環境になかったから…)	92
肉体的 (体が対応できなかったから…)	84
金銭的 (お金がなかったから…)	46
物理的 (~が無かったから…)	39

実際に分類してみたところ、おおまかに表2の8つの内容に収束させることができた。「より広い」観点から分析させることを考えた時に、あらかじめこれらの内容を示して考えさせることも有効なのではないか、

とも考えられる。

2.4 プロジェクト型学習での利用分析

8時間かけて行うプロジェクト型学習の中で、先に学習した「ブレーンストーミング」「ロジックツリー」「特性要因図」「連関図」「アローダイアグラム(フローモデル)」をどの程度利用したか、さらにはそれがどの程度役だったか、また実習の満足度はどうかということを生徒にアンケート調査した。

結論を簡単に示すと、問題発見から分析、レポートの場面などそれぞれのフェーズで利用率は異なるものの、おおよそ10%から25%程度の生徒が「ロジックツリー」「特性要因図」「連関図」を利用した、と述べており、いずれも目的意識を持って利用している様子が伺えるとともに、利用した生徒はそのほとんどが「役に立った」と回答している。また、それぞれの技法を「使った」という生徒と「使わなかった」という生徒それぞれについて、実習の達成度をクロス集計したところ、使ったという生徒が、使わなかったという生徒に対して達成度を肯定的に答えている割合が高い傾向が見られた。

このことから、候補としてあげた「系統図法」「特性要因図」「連関図」については、決して高校生にとって不可能なものではなく、むしろ積極的に利用することにより、生徒の問題解決能力を向上させる上で何らかの肯定的な要素を含んでいると推測できることが判明した。なお、詳細については、紙面の都合上ここでは省略させていただきたい。

3. 教育用問題解決手法の提案と検証

3.1 高校生に必要と思われる分析のための図

筆者らは、2012年度までのデータを分析し、高校生の問題解決、特に情報分析において必要と思われる図は次の3つに集約されると結論している。

- (1) 広げる図 (アイデアや考えを自由に広げ幅広く書き留める図)
- (2) なぜなぜ図 (結果から原因を深く掘り下げ考える図)
- (3) どうすれば図 (対策方法を深く考えより具体化していく図)

まずは、2.1にて指摘した「より多面的な」に対応する内容として、(1)のような「広げる図」がまずは必要であると考えられる。これは、ブレーンストーミングを行って思考を発散させた後、カードを用いて整理集約していく方法や、マインドマップ、ロジックツリーなどの系統図法を用い自由に発想展開していく方法などが考えられる。また、自由な発想を重視したいため、あまり厳密なルールは設けずに記述できるようにしたものが望ましいと思われる。

次に、「より深まっている」に対応する内容として、(2)の「なぜなぜ図」や(3)の「どうすれば図」が必要であると考えられる。「なぜなぜ図」については、結果からその原因を「なぜ?」「なぜ?」と深く掘り下げたもので、今回取り上げた手法では、ロジックツリーや特性要因図、連関図が相当する。また「どうすれば図」についても、同様に「どうすれば?」「どうすれば?」と対策

をより具体化していったもので、やはりロジックツリーや特性要因図が適している。

このように、ロジックツリーや特性要因図については、汎用的でとても使い勝手が良い反面、分析の目的にあわせて若干使い方を変える必要がある。また逆に、使い方を制限しない方が発想がより広がると思われる場合もある。そのため、これらの手法については、生徒への使い方の指導に工夫が必要である。

3.2 4W1Hの導入

物事を説明したり考えたりする際、5W1H (who, when, where, what, why, how) を意識することはよく行われているが、特に、「なぜ？」を分析するために、残りの4W1Hを用いる方法がある。これは、予備調査が必要である比較的大きな課題、例えば「少子高齢化社会がなぜおきているのか」などの調査をする際の概要をまとめる拠り所とするなど、教育でもよく用いられている手法の1つである。筆者の学校でも、年度末の総合実習において、メインテーマからサブテーマを決定する際の手法として採り入れており、今後の授業で指導していく予定の内容でもある。

2.3.3の第一要因の集計では、主に8つの原因に分類でき、これらの分類をあらかじめ生徒に示すことができれば、より広い視野から原因を考えることができるのでは、と考えた。しかし種類も多いため、4W1Hの中に集約させて組み込み、特に「深く掘り下げる」場面において、そのひとつの切り口として利用させることとした。具体的には以下のとおりである。

[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)

3.3 IE図法の提案

今まで扱ってきたロジックツリーなどの分析用手法は汎用性も高く、手軽に思考の拡張や分析などが行える反面、「問題」を明確にする場面や4W1Hなどはそのままでは表現されず、分析者が意識的に記述していく必要があった。またツリーの展開も「なぜなぜ」「どうすれば」とあり、これらが混同されてしまったり、また逆に原因に対する解決策が違うツリーとなって対応関係がわかりにくくなる、などの欠点もある。

そこで、これらの弱点を補い、さらに高校生用にある程度の情報を書き込んで筆者らがテンプレート化したものが、図2に示す「IE図法」である。これは、左側に理想と現実とのギャップがアルファベットのIの形に対比され、さらに、左右を貫く中心線に対して

上部・下部それぞれツリー状に「E」の形に展開されることに由来する。IE図法の書き方を簡単に以下に示す。

- (1) まず左上に「理想」を書き、左下に現実を書く。ここで「問題」を対比させることができる。
- (2) 理想と現実をそれぞれ具体化する。すでに具体化されている場合は、そのまま書き写す。
- (3) 中央の四角の中に、4W1Hを意識した「要因」を入れていく。その際、できるだけ設定した問題と関連の深い内容を左から配置する。
- (4) 下側に、なぜそのような「現実」となっているのかについて、それぞれの要因に対する「なぜなぜ」をロジックツリーの要領で展開する。その際、右側の要因も展開されることを想定し、左側のものはできるだけ枝を下げて展開する。
- (5) 下側の原因分析を受けて、上側に、理想とするための改善策をロジックツリーの要領で展開する。原因に対応させる形が書きやすいが、それにこだわらなくても良いこととする。
- (6) 展開については、始めは要因を意識させるが、深く展開していくうちに、当初の要因から若干離れても良いこととする。

このように、IE図法はロジックツリーや特性要因図の弱点を補うとともに、1枚で多くの情報を書き込むことができる図法である。これが高校生向けの効果的な問題解決の1つの道具となり得るのではないかと考え、実際に検証授業を行った。

3.4 検証授業

3.4.1 高校生用問題解決手法の提案

筆者らは、今までの議論を踏まえ、以下の4つの図法を、「高校生の問題解決のための『分析4つ道具』」と呼ぶことにする。

- ・ブレンストーミング
- ・ロジックツリー
- ・IE図法
- ・連関図法

IE図法はロジックツリーの要素を多分に含み、「なぜなぜ」「どうすれば」をわかりやすく展開できるが、反面、アイデアを自由に展開するようなケースには適用しづらい面がある。そのため、ロジックツリーのような手軽なツールも、IE図法への導入として入れておく必要があると考えた。

また、2.3.2にて生徒の利用実績もある連関図法も、身近な問題を視覚的に表現する有力な手段である。

3.4.2 検証授業の計画

これらの分析4つ道具、特にIE図法の有効性を確かめるため、以下のような群をつくり、それぞれ「問題解決に関する分析問題」に取り組む時期をずらして、その差異を確かめる検証授業を実施中である。

- A群 (約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 (約80名) : 教科書の内容 (ロジックツリー) を学習した後に分析の問題に取り組む。
- C群 (約80名) : 分析4つ道具を用いて学習した後、問題に取り組む。

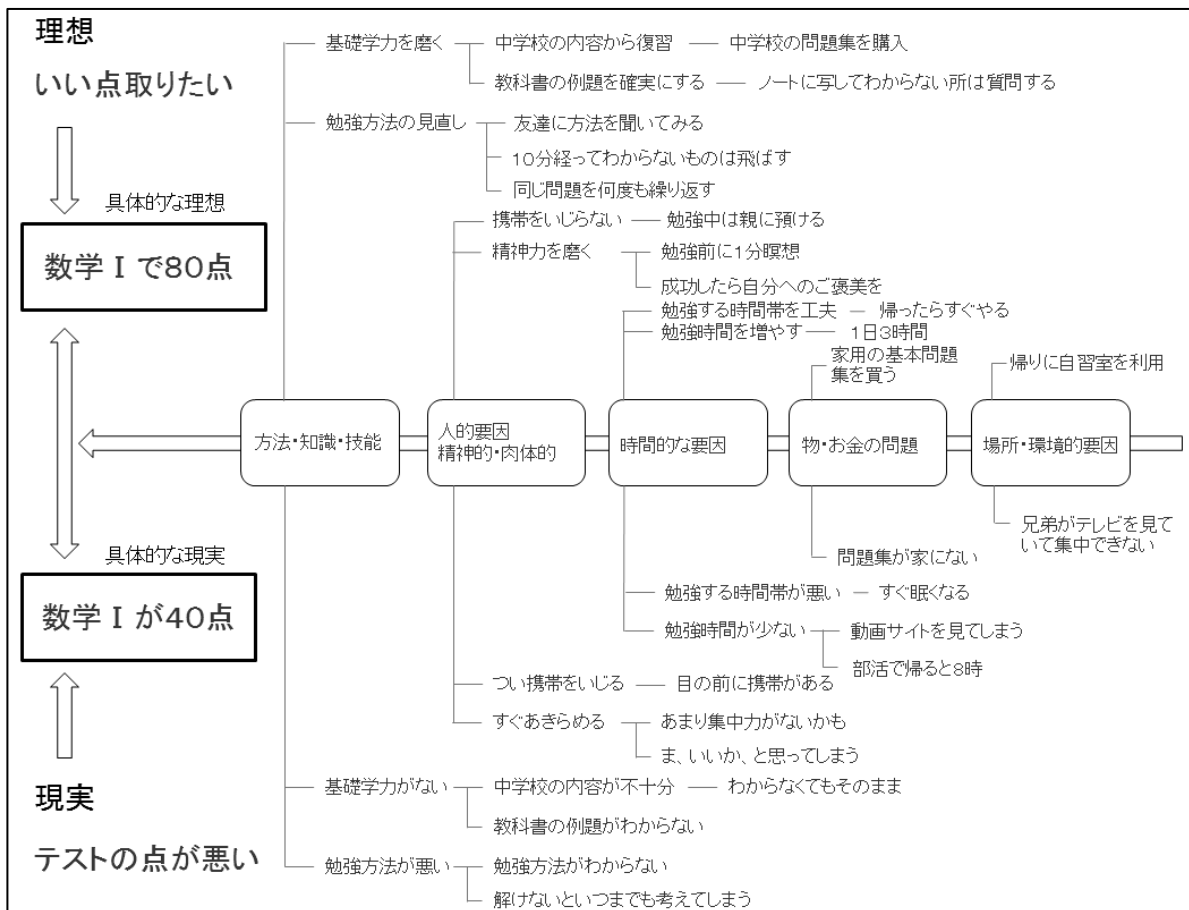


図2 IE図法

なお、分析問題は以下のとおりであり、制限時間は20分間で行う。問題2と問題3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。また、この分野の授業が終了した時点で、全員がこの問題に再度取り組み、群ごとの状況を確認する。

問題1
あなたは、「睡眠時間が短く、もっと睡眠時間をとりたい」という気持ちを持っているとします。その背景や要因などを、自由に、できるだけ詳しく図などに表してください。

問題2
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。

問題3
47都道府県を、何らかの具体的な基準で「分類」したいと思います。(例：海に面しているかどうか) どのような基準で分類することが考えられますか。その基準を思いつくりたくさん書いてください。3つ以上に分類されるものでも結構ですが、ある都道府県が重複してカウントされるようなものは除きます。

ある。特に、筆者らが開発した「IE図法」については、一枚で、問題の明確化、4W1H、原因の分析、問題解決策の分析を行う表現ができるため、その効果を、さまざまなデータによって明らかにする予定である。今後は、この結果をもとに、より効果的な手法への発展と、生徒の達成度に応じたこれらの有効性なども研究する予定である。

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”，開隆堂 (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”，開隆堂 (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) http://www.ccc.or.jp/cecre/pdf/houkoku_all.pdf
- (4) 正司和彦，高橋参吉：“モデル化とシミュレーション”，実教出版 (2005)
- (5) 水越敏行，村井純，生田孝至 編：“情報の科学”，日本文教出版 (2012).
- (6) 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 (2013年2月1日閲覧)
- (7) 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 (2013年2月1日閲覧)

4. まとめ

この研究は、執筆時点において検証授業が進行中で