

情報の科学的リテラシーに基づいた問題解決の授業創り* 観点別評価を踏まえながら

奥村 稔†
(北海道札幌北高等学校)

概要

「情報の科学」であれ「社会と情報」であれ、情報を科学的に理解する重要性はいうまでもない。そうした情報の科学的リテラシーはどのようなものであり、どのように位置付けるかは簡単に示すことができるものではないが、学習の場面によって適切な把握をしていることは必要である。私たちは、このような情報の科学的リテラシーのもとで、問題解決の学習活動をどのようにデザイン*1していかを考えなければならない。そして、その学習の中で形成的評価や総括的评价を適切に行うため、また、教師の側で学習活動の振り返りを行うため、観点別評価を効果的に活用することが求められる。

日常的に行うことが難しいと思われて敬遠されがちな観点別評価は、いわゆる四観点を実際の評価の場面で適用しやすく解釈することによって、評価規準の作成を容易にし、実用的な評価規準の作成を無理なく行うことができるようになる。

本稿では、情報の科学的理解を通して問題解決の授業をデザインし、観点別評価を通して学習活動をスパイラルに向上させることを試みる。もちろんその中で、アクティブ・ラーニングに向かう私たちに求められる態度も明らかになるだろう。

目次

1	タイムテーブル	3
2	ワークショップの概要	3
3	ミニ基礎講座 A 授業デザインの出発点	6
3.1	情報科のよりどころ	6
3.2	情報の科学的リテラシー	7
3.3	まず、論理的であること	7
3.4	そして、クリティカルであること	8
3.5	クリティカル・シンキングから問題発見へ	8
4	ミニ基礎講座 B 授業デザインの方法	9
4.1	問題解決の学習活動	9
4.2	問題解決の科学的行動プロセス	9
5	ミニ基礎講座 C 授業デザインの評価と改善	10
5.1	観点別評価の適用にあたっての解釈私案	10
5.2	四観点を学習活動として解釈する	10
5.3	出っ張った「態度」の扱い	11

* 北海道高等学校教育研究会情報部会研究集会 (2016年1月8日 北海道札幌北高等学校) でのワークショップ資料

† arasukitch@gmail.com

*1 学習指導を授業の形式に落とし込んでいくとき、内容構成や授業の進行を注意深く構造的に行うという意味合いを含んで、本稿では単に授業を「つくる」のではなく「デザインする」という。

5.4	四観点を同列には考えない、考えられない	11
5.5	学習の深まりと四観点	11
5.6	多面的な意義をもつ評価	12
6	ミニ基礎講座 D (番外編) ギミックを埋め込む	13
6.1	ギミックは楽しい	13
6.2	ギミックのいろいろ	13
6.3	ギミックの効用	15
7	いろいろな平均と、それらの視覚的理解	16
7.1	統計の第一歩としての平均	16
7.2	相加平均と相乗平均、そして調和平均	16
8	問題解決とオペレーションズ・リサーチによる意思決定	21
8.1	問題解決学習の必要性	21
8.2	問題解決学習の何にフォーカスするのか	21
8.3	オペレーションズ・リサーチと階層分析法	21
9	AHP における意思決定	22
9.1	私たちは、ツアー・パンフレットをどのように評価しているか	22
9.2	AHP による評価の考え方	22
9.3	授業計画案	23
9.4	AHP を適用するワークシート	26
10	学習計画創案シート	28
11	評価規準をつくり慣れるために	29
11.1	つくり慣れるということ	29
11.2	知識を獲得して理解している	29
11.3	思考を行い判断できる	29
11.4	技能を獲得して表現できる	29
11.5	関心を持ち意欲がある	30
11.6	観点別評価規準のワークシート	31
12	評価基準をつくり慣れるために	32
12.1	評価に関連する用語の整理	32
12.2	3 段階の評価基準	32
12.3	5 段階の評価基準	32
12.4	4 段階の評価基準	33
12.5	評価基準表 (ループリック) のワークシート	34
13	ああ、アクティブ・ラーニング	35
13.1	受験勉強とは距離があるメリット	35
13.2	学びの本質が、心をアクティブにする	35
14	リベラルアーツとしての情報科	36
14.1	世の中を生きる基礎学問としての情報科	36
14.2	アートとネイチャー	36
14.3	そして、リベラルであること	36

14.4	リベラルアーツを担う	37
15	クリティカリストになろう	37

目次

1	演繹・帰納・仮説形成の論理	7
2	相加平均と相乗平均との関係図	19
3	調和平均の図形的意味	19
4	相加・相乗に調和を加える	20
5	3 平均の大小関係	20
6	3 平均の統一的理解	20
7	正規化した AHP	23

1 タイムテーブル

時間	内容	備考
09:00～09:50(50m)	○ Workshop 1	ミニ基礎講座 ABCD
09:50～10:20(30m)	○ Workshop 2-1	統計の第一歩としての平均
10:20～11:00(40m)	○ Workshop 2-2	評価規準づくり 1
11:00～11:10(10m)	Short Break AM	
11:10～11:50(40m)	○ Workshop 3-1	AHP の手法と原理
11:50～12:10(20m)	○ Workshop 3-2	評価規準づくり 2
12:10～12:30(20m)	Lunch Break	
12:30～13:50(80m)	Business Presentation	
13:50～14:30(40m)	○ Workshop 4-1	授業のデザイン
14:30～14:50(20m)	○ Workshop 4-2	評価基準とルーブリックづくり
14:50～15:00(10m)	Short Break PM	
15:00～15:30(30m)	○ Workshop 5	プレゼンテーションとリフレクション

2 ワークショップの概要

Workshop 1 (50m / 09:00-09:50)

ワークショップの概要説明 (10m/09:00-09:10)

ミニ基礎講座

本稿をこれから読み進む上で、また、ワークショップに参加する上で必要な前提となる知識や考え方を整理する。情報の科学的理解を基盤にして問題解決型の学習をどのように行うのか。そして、生徒にとっても教師にとっても、確かに効果と利便性を実感できるような学習評価はどのように行うのか。心身にとって負担にならないような、学習目標と一体化した評価規準の作り方を考える。

また、ワークショップでは直接必要とはしないが、学習活動をデザインする上でスパイス的な効果を期待できる、ギミックと呼ぶ考え方を述べる。

- A 授業デザインの出発点 / 情報の科学的リテラシー (10m/09:10-09:20)
- B 授業デザインの方法 / 問題解決的学習活動 (10m/09:20-09:30)
- C 授業デザインの評価と改善 / 観点別評価の解釈 (20m/09:30-09:50)
- D (番外編) ギミックを埋め込む

Workshop 2-1 (30m / 09:50-10:20)

統計の第一歩としての平均

平均が統計的な概念であるということをおろそかにしている現実があるほど、平均は身近な値である。しかし、平均にはいつも何気なく使っている相加重平均以外にも種類があり、それぞれに適切な活用場面がある。さらに、それらを統一的に理解することができる考え方があり、その意味を図形的にイメージすることで、平均を通してのものごとの見え方に広がりが出てくる。

統計を学ぶ第一歩としての平均ではあるが、データ全体を均してみたときの値という意味だけではなく、データの散らばり具合の中心という意味合いとしての値であることも、ここで確認しておきたい。馴染みのある概念を、新しい見方や考え方で捉え直してみることで、ものごとの理解の仕方に変化が生じるのである。

- 相加重平均の他にも、相乗平均や調和平均などがある。
- 具体的な例を通して、スプレッドシートを使って計算する。(この後の AHP での実習に必要なスキル)
- 3 種類の平均の間にある関係を可視化してみる。(物事の背景にある関係性についてイメージする)

Workshop 2-2 (40m / 10:20-11:00)

評価規準づくり 1

平均について学んだことを振り返り、その学習過程を評価規準としてまとめる演習を行う。すでに、基礎講座の中で学習の目標が明らかになっているので、ここで行うことの基本は、その目標の達成度を測るための言葉として書き出していけばよい。達成度を測るためには、達成するのは何なのかという評価対象と、どのような状況下で測定が可能となるのかという場面とを、適切に設定することが必要である。

それらが明らかになれば、あとはどのような言葉で表現するのかということだが、多くの事例に接したり自分で書いてみたりというトレーニングが求められる。逆の考え方をすれば、ある程度のトレーニングを適切に積むことで、納得のいく評価規準を作成することができるのである。

知識・理解 「知識を獲得して理解している」

相加重平均の他にも相乗平均があることを理解している。

思考・判断 「思考を行い判断できる」

どのような場合にどの平均を用いればよいか判断できる。

技能・表現 「技能を獲得して表現できる」

相加重平均と相乗平均の計算ができる。

関心・意欲・態度 「関心を持ち意欲がある」

状況に相応しい平均を利用した適切な行動ができる。

Short Break AM (10m / 11:00-11:10)

Workshop 3-1 (40m / 11:10-11:50)

AHP の原理と手法

AHP(階層分析法) は、戦略的な問題解決を研究する OR (Operations Research) という分野における、意思決定に関する一方法である。行き当たりばったりのものごとに対する決断を下すのではなく、科学的で客観的な決断をすることを目指す考え方であり方法である。

AHP の基本的な考え方はシンプルであり分かりやすい。しかし、それが階層的に構成されることで、意思決定に対して新しく強力な働きをするのである。

階層性そのものの面白さと、そこでの評価のそれぞれが簡単な計算によって統合される面白さと、科学的と

いうことを考える上でも参考になる題材ではないかと思う。

- 何気なく行っている意思決定を振り返る。
- 意思決定へ複数観点(規準)を導入する。
(例えば、旅行業者のリーフレットからツアーを選択する場合)
- AHP による意思決定の手法の流れを理解する。
- 何気ない意思決定と科学的な意思決定の違いを考察する。
- 手法の数学的原理を図に表すことから理解する。

Workshop 3-2 (20m / 11:50-12:10)

評価規準づくり 2

評価規準づくりを行う演習の 2 回目である。先に、評価規準づくりはトレーニングで上達すると主張してきたので、そのことを実証するために、今一度の評価規準づくりに臨んでみる。

トレーニングを積むといっても、まだ高々 2 回目の演習である。今回の評価規準づくりでは、少しは心理的抵抗感がなくなったとか、とりあえず書き出すことはできるようになったとか、手応えを実感できたらよいのだと思う。

- 「知識を獲得して理解している」・ AHP の手法とその流れを理解している。
- 「思考を行い判断できる」・ AHP を適切に適用することで妥当な意思決定(判断)をできる。
- 「技能を獲得して表現できる」・ AHP の数学的原理を図に示しながら説明(表現)をできる。
- 「関心を持ち意欲がある」・ AHP を日常の具体的な場面での意思決定に活用しようとする。

Lunch Break (20m / 12:10-12:30)

Business Presentation (80m / 12:30-13:50)

Workshop 4-1 (40m / 13:50-14:30)

AHP の手法を活用した授業デザイン

AHP の手法を紹介する中で、それを題材とした授業のイメージも、各自で個性的なものを持たたのではないかと思う。評価規準も作成したので、何をポイントにして授業をデザインするべきかということも、ある程度は把握できたのではないかと思う。

そこで、各自がイメージした授業デザインを、学習計画案として具体的な形にしてみる。AHP をテーマそのものとして扱ってもよいだろうし、AHP を題材の一部として取り込んだテーマを考えてもよいだろう。もし具体化する上で難しく感じたら、本稿の基礎講座 D で扱っているギミックという仕掛けが発想のきっかけになってくれるかもしれない。(やっぱり役に立たないかもしれない。)素晴らしいものを作ろうとはしないで、他の人が作らないようなものを考え出そうと試みてほしい。ワークショップは、他の人とともにアイデアを共有し方法を学び合うための絶好の機会である。他の人と同じ方向を向いては、たぶん、お互いに何も得るものはない。

- 学習計画案「導入/展開/総括」を作成する。
- 評価規準 (WS3-2) を落とし込む。

Workshop 4-2 (20m / 14:30-14:50)

これまでは、授業コンテンツの題材を提案して、それを授業にデザインするときの方策や、授業中における学習評価の内容について考察してきた。何度かの評価規準作成の演習を通して、学習目標と評価を一体化する

という考え方の中で評価規準をつくるという方法について、ある程度は覚え慣れてきていると思う。

ところが、実際に評価を客観的なデータとして取得してそれを効果的に活用しようとする、達成度の程度を表す数値的な尺度として得ることができなければ現実的であるとはいえない。そこで、評価の結果を評価基準*2として数値的なデータとして処理することが必要になる。

達成度の数値的なデータを得るための評価基準表であるルーブリックとは、どのように作成して、どのように活用すべきものなのだろうか。評価規準を作成したときと同じように、学習目標の達成度を測るための評価基準を作成するときのコツについて考察し、適切なルーブリックを作成できるようになる。

評価規準と評価基準表

- 抽象的な言葉を、具体的に説明するようにして段階化する。
- 評価の対象となるものが持つ属性などを、段階的に考える。
- 段階的にとらえるために、言葉を言い換えてみるなどする。
- どうしても段階的に表現できない場合には、それが評価規準として相応しくないこともある。
- 評価基準に落とし込むことが難しければ、もとなつた評価規準を見直すことが必要になることもある。

Short Break PM (10m / 14:50-15:00)

Workshop 5 (30m / 15:00-15:30)

リフレクション、これまでの学習活動を振り返って改善すべき点を反省によって整理することばかりではない。自分が学習活動の中でどのような成果を受けてきたとか、どのような仮説形成をしてどのような検証をしてきたのか、そしてこれから、どのような方向に向かって進んでいこうとしているのかとか。自分のこれらに向けた前向きな態度を考えたときに、このリフレクションを適切に行い活用していくのか、というのは大きなスキルになり得るものだと思う。

ここでは、学習計画案やルーブリックを作成して実際の授業を行ってみたいという想定をして、それに対する様々な評価のあり方とそれらに対する適切な態度とはどのようなものであるかと考える。具体的な学習計画案に対しての様々な意見を取り入れ、他者とともに授業案を評価しているいろいろな要素を取捨選択し、効率的で実効性のある評価活動を考えてみてほしい。

プレゼンテーションとリフレクション

- あらかじめ適当な作品を選出しておく
- プレゼンテーション (10m/15:00-15:10)
- 質疑応答 (10m/15:10-15:20)
- 改良改善のために (10m/15:20-15:30)

3 ミニ基礎講座 A 授業デザインの出発点

3.1 情報科のよりどころ

今回のワークショップで必要となる、基礎的な知識やスキル、評価の観点に対する特徴的な解釈の仕方などについて確認する。

現行の情報科の科目である「情報の科学」、あるいは「社会と情報」のどちらを履修するにしても、情報の本質的な部分を理解するためには、情報の科学的理解を基本に据えなければおぼつかない。ある現象について目に見えている結果だけからその原因を探ろうにも、情報社会のこれからのあるべき姿に思いを馳せようにも、

*2 評価規準と評価基準はよく混同して用いられるし、その結果、残念な議論に終始していることが多い。その原因は、規準と基準のそれぞれの意味を的確に把握していないことに原因がある。

その根本について科学的な理解をしていなければ、自ずから限界があるからである。その情報の科学的理解というものが、何についてどのように行うべきかという点については、教師や生徒の置かれている状況によって様々であるだろう。本稿ではそうしたものを情報の科学的リテラシーと呼んで、考察を深めていく。

情報科の授業は、学習の過程において生じるさまざまな状況の中で、情報を科学的に理解することを通して情報の科学的リテラシーを育もうとする姿勢の基でデザインされるべきである。その出発点として、科学的に思考したり判断したりするとはどのようなことなのか。科学的という言葉は、いったいどのような意味を持つのだろうか。わたしたちはこのような視点をしっかり持ちながら、問題解決的な授業の中に活かすことを考えていかなければならない。

3.2 情報の科学的リテラシー

科学的とはどのようなことなのかを辞書などで調べてみると、そこには次のようなことが書いてある。

- 自然や社会など、世界の特定領域に関する法則的な認識を目指す合理的な知識の体系、または探求の営み。
- 実験や観察に基づく経験的実証性と、論理的推論に基づく体系的整合性を、その特徴とする。

このことから「科学的」とは、次のように3つの要素に分けて整理することができる。

- 論理的 推論・論証（以下にその形式）
- 客観的 合理的知識（演繹/deduction）による法則的認識（帰納/induction）
- 実証的 仮説の経験的検証（仮説形成/abduction）

この整理から情報科としては、これらの推論・論証の形式を科学的リテラシーとしてどのように習得し活用するのかを考える必要がある。そこで、情報科の主題の一つである問題解決の学習活動の中に、これらの科学的リテラシーをどのように埋め込むことができるかを考える。

3.3 まず、論理的であること

最近では社会の中でも論理的な態度が求められるようになってきたといわれている。そこでは、エビデンス（証拠）を根拠として主張し、誰もが納得するように結論を導かなければならないというようなことが論じられている。

この議論に注意して耳を傾けると、その主張の仕方は往々にして演繹的なものであることが多い。ところが、演繹的議論は最初に結論ありきで始まることもあり、いかにしてその結論に議論を導くかであれこれと理屈を付けて展開される。だからこうした議論の中では、観点の異なったアイデアの創出、振り出しに戻って考え直すなどの転換、このような想定外で飛躍が期待されるような展開は期待できない。

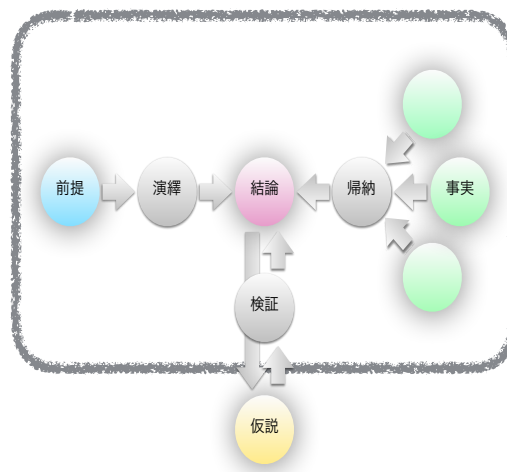


図1 演繹・帰納・仮説形成の論理

先に確認したように、推論の方法には演繹だけではなく帰納的な方法もあるし、誰もが考えつかなかったような斬新なアイデアを求めるのならば、仮説形成的な考え方や方法が強く求められる。（図1）

目的と内容に合った推論の方法を適切に選択しながら、無理や破綻のない、誰もが納得するような論証であることを心がけたい。

3.4 そして、クリティカルであること

科学的（客観的）にものごとを考える（推論・論証）ためにはまず、前提となる知識から結論までを演繹的に説明できることが必要である。さらに、いくつもの結果からその原因を推し量るためには、帰納的な思考ができなければならない。

ところが、問題解決の力は、これらの演繹・帰納といった論理性だけでは身に付けることができない。なぜならば、解決するための行動そのものよりも、解決すべき問題が何であるかに気付くことや、問題の存在に気が付いてもそれが何であるかを特定することが難しかったりするからである。

一般的に、「問題を具体的に認識することができたら、その問題はほとんど解決されている」というようなことがいわれる。だからまず、問題を特定するために何かに縛られることなく自由に、「ああではないか、こうではないか」と思いを巡らせることが重要なのである。このように、その柱ともなるであろう「未知の問題に対して仮説を形成する」ということは、問題解決の重要な第一歩でありながらも、演繹や帰納といった論理性からだけでは難しいのである。

そのような仮説形成は、いったいどのようにしたら可能となるのだろうか。仮説を形成することは、これまでの思い込みを排して、自由にものごとを考える^{*3} ことから始まる。これまでのやり方や考え方、価値観などにとらわれることなく、多様な観点から思考し判断することが求められる。つまりこれは、クリティカル・シンキング^{*4} そのものを求めているといってもよいのではないだろうか。

3.5 クリティカル・シンキングから問題発見へ

簡単に問題解決型の授業とはいいが、それがいったいどのようなものなのかを一言でいい表すのは難しい。そもそも、解決すべき問題を意識の俎上に載せることが難しいし、そのような習慣も身に付いてはいない。

そうした問題を発見するために必要なのは、クリティカルに物事を見るという態度である。そして結果的にそれは、「自分はこのように考えるが実際はどうか」という仮説を形成することにつながる。クリティカルという言葉を単純に批評的・批判的と訳してしまうことがあるが、これではマイナスの方向を指向するのみで先の見通しが立たず、何をどう考えれば、何をどうすればよいのか分からない。そこで、いろいろな場面を想定して、クリティカルな態度とはいったいどのようなものなのかを考えてみた。

- 無批判に信じずに、そこから問題点を見つけ出そうとする
- 周到な観察を行い、最初から結論をこうだと決めつけない
- ものごとを一面的にみたり、部分的に捉えたりすることはしない
- 十分な情報を収集せずに、すぐに結論を出そうとはしない
- 感情や主観、好みでものごとを決めない
- 一度決めた考えも、その後の状況の変化によっては見直す
- 疑いもせずに安易に、他人のいうことに同調しない
- 事実を自分に都合よく推測しようとししない
- 事実を疑うことと、意見を疑うことは異なると知る

科学的な態度のあれこれを論じるにはいろいろな観点があるだろうが、こうしたクリティカル・シンキングの態度としての具体例は、その一つを与えてくれる。このようなクリティカルな態度は、情報科における科学的リテラシーとして不可欠なものである。

^{*3} 本稿末の「まとめに代えて」では、リベラル・アーツについて触れている。

^{*4} 批判的思考などと訳されることがあるが、否定的ではなく建設的、創造的な本来の意味を大切にして英語読みで表記する。

4 ミニ基礎講座 B 授業デザインの方法

4.1 問題解決の学習活動

問題解決の授業は、急に思い立って始めようとしても、生徒の意識付けがうまくできていなければ興味や関心が希薄なまま、なかなか成立しがたいものである。問題解決という行動への自覚や、意識的にそれを行うことの意義、問題を発展的に解決できたときの効果や効用などを、可能ならば導入段階で理解させておきたい。もっともこうした事前理解は、実際に問題解決の体験を通して得たり深めたりすること^{*5} だから、程度の問題としてそれほど慎重になりすぎることもないだろう。

授業への取り組みやすさを考慮して、身近な題材を基にして問題解決に関する学習を考えるとときには、どのような点に留意すればよいのだろうか。新聞やテレビなどの報道に触れ、自分の信念や価値観と世の中の動きとの間に何らかの齟齬を感じるときなど、そうした機会を逃さずに、生徒にクリティカル・シンキングを促したい。以下のような観点で、日常的な出来事に対して考え判断しようとする態度を、授業の中で習慣づけたい。

- 日常生活が問題解決の連続であることへの自覚
- 現状を改善してよりよい状態を目指そうとする態度
- ステレオタイプな考え方の排除
- 原理主義的な考え方の排除
- 二元論（二者択一）に陥らない
- 自分自身への理解（メタ認知）
- 他の考え方や価値観の尊重
- 「折り合いを付ける」ことの重要性への認識

4.2 問題解決の科学的行動プロセス

問題解決の学習活動を、情報科における科学的リテラシーを踏まえて、実際の授業プロセスに落とし込む。

4.2.1 仮説形成の段階

- 問題の発見
 - － 自分の理想とする状態と現状との乖離を分析的に考察する
 - － 問題の大きさ、解決に至る実現性、モデル化の可能性などを考察する
- 原因の考察
 - － 原因の一つに思い当たったからといって考察を止めない
 - － さまざまな立場や価値観から考察する
- 解決策の考案
 - － 解決策の一つに思い当たったからといって考案を止めない
 - － 考察した原因を解消するさまざまな解決策を考案する
- 考案した複数の解決策に優先順位を付ける

4.2.2 演繹的な段階

- 解決策の実施
 - － 優先順位に従って解決策を試す
 - － うまくいかない場合には解決策を修正したり次の解決策を試す

^{*5} 卵と鶏の関係のように。このようなジレンマは、学習指導の中によくあるのではないだろうか。

4.2.3 帰納的な段階

- 解決行動の評価
 - － 満足する解決を得ることができたか、不十分な点は何か
 - － 不十分な原因は解決策にあるのか、解決行動にあるのか
 - － それらにはどのように対処すればよかったのか、そもそも無理があったのか
- 問題解決の蓄積
 - － 今後はこのような問題に対してはこのような解決策が効果的である
 - － 今後このような問題が起こらないように解決策から考えることができる

このように学習活動の展開、つまり指導の要点を書き下すと、これらはすなわち「評価の観点」となる。^{*6}学習の目的が明確になることで教師は、何がどうであったかとか、何をどうすればよかったかなど、後から振り返るためのポイントが明らかになるので、結果として評価が容易になるからである。では、こうした具体的な評価の観点をどのように体系化していくのか。

5 ミニ基礎講座 C 授業デザインの評価と改善

5.1 観点別評価の適用にあたっての解釈私案

従前の四観点のうち「技能・表現」と「思考・判断」は、学校教育法および学習指導要領総則に示された学力の要素^{*7}に合わせて、「技能」と「思考・判断・表現」にその組み合わせが変更されている。思考・判断したことを、その内容を表現する活動と一体的に評価する観点として設定したとされている。言語活動を重視することから、思考して判断した結果を言語として「表現」させようという意図も汲み取れるが、言語表現にとどまらず、広く深く表現の意味を捉えなおしたと考えるべきだろう。

このような背景を十分に理解した上で、本稿では、四観点をより分かりやすく解釈して、実際の学習活動の評価に適用しようとする考えから、あえてこれまでの観点を組み合わせを用いる。

5.2 四観点を学習活動として解釈する

例えば「知識・理解」では知識と理解を並置しているが、この二つは対等として考えられるものなのだろうか。知識は知っている「内容」を指すものであり、理解は道理や筋道を分かるという「行為」や行動を表す。つまり、対等にそれぞれを考えるのではなく、「知識を理解する(している)」と解釈して、生徒の様態を言い表していると捉えた方が理に適うのではないだろうか。

四観点すべてについて、上記の方針で同様に捉え直す。つまり学習活動を、「内容」を「行為」とすると、ある<状態>になる、と解釈する。

- | | | |
|------------|------------------|----------|
| ● 知識・理解 | 「知識」を獲得して「理解」する | <理解している> |
| ● 思考・判断 | 十分な「思考」をして「判断」する | <判断できる> |
| ● 技能・表現 | 「技能」を獲得して「表現」する | <表現できる> |
| ● 関心・意欲・態度 | 「関心」を持ち「意欲」がある | <態度である> |

^{*6} これはいわゆる、指導と評価の一体化のことであると考えられる。

^{*7} 「基礎的・基本的な知識・技能」「課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等」「主体的に学習に取り組む態度」

5.3 出っ張った「態度」の扱い

これらの解釈中で、「関心・意欲・態度」は3つの項目を持つということについて、他の観点が2つの項目を持つことと比較して違和感がある。とりわけ、関心を持って意欲的である、と行ってしまった後に残るのが「態度」であり、明らかに状態まで言い表しているという意味で丁寧すぎる。ところがここで、「内容」を「行為」した結果としての〈状態〉を、それがすなわち「態度」であると考えれば、四観点は次のようにして、評価すべき生徒のあるべき状態を無理なく記述していると読める。

- 知識・理解 知識を獲得して理解している状態
- 思考・判断 十分な思考をして判断できる状態
- 技能・表現 技能を獲得して表現できる状態
- 関心・意欲・態度 関心を持ち意欲がある状態

これまで出っ張った「態度」を安易に切り捨てるのではなく、他の観点との解釈上の整合性を考慮してきたが、ここに来て、「態度」は四観点のすべてが内包する「状態」であることが明らかになった。以上のことから、四観点を次のように解釈して考えることにして論を進める。^{*8}

- 知識を獲得して理解している
- 思考を行い判断できる
- 技能を獲得して表現できる
- 関心を持ち意欲がある

5.4 四観点を同列には考えない、考えられない

学習活動の中では常に評価活動が一体的に行われなければならない。だから、学習活動のその時々に適した評価の観点を持っていなければならない、という考え方をすれば、四観点は同列的、あるいは並列的な存在であり、そのように捉えられなければならない。しかし、四観点のそれぞれは、学習活動の場面ごとの特性を含み持っているから、その評価のタイミングで選択された評価の観点のどれもが、適切であるとは限らない。まして学習活動の初期状態から「興味を持って関心があって意欲的である」などということがあろうはずはない。

したがって四観点による評価は、その時々々の学習場面において関連があると思われる観点を踏まえてなされるのでなければ、そこに大きな効果を期待することはできない。学習のまとまりごとの形成的評価、また学習全体の総括的な評価^{*9}の中で、学習の深まりの段階に適応した評価の観点を適用しなければならない。次に、その学習の深まりと観点別評価との関連性について考えてる。

5.5 学習の深まりと四観点

学習の深まりという段階的プロセスの中に評価を位置付けることで、その段階での総括的評価というだけでなく、学習指導の過程において行う形成的評価としても位置付けることができる。^{*10}

知識・理解

学習テーマに関する「知識」を獲得する。この段階においてすでに興味や関心があれば、それはそれで好ましいことだが、この状態を評価しても何の意味も持たない。学習が始まったばかりなのだから、そのときの生徒の状態を把握する効果はあるにしても、指導の結果としての学習成果を評価することにはならないからである。知識は構造的に習得されてはじめて、学習テーマを「理解」することに届く。

^{*8} 「関心を持ち意欲がある」としても、これを客観的に評価することはやはり難しい。しかし、その方法がないわけではない。

^{*9} 生徒に対する形成的評価、総括的評価とともに、教師は授業評価としての働きも意識しておくべきである。

^{*10} 位置づけが可能、というよりも、「指導と評価の一体化」の観点からやるべきであるというべきであろう。

思考・判断

本質的な理解をした上で獲得した知識は、物事を「思考」するために活用される。仮説を検証するために演繹的に思考して「判断」した結果として得る結論は、妥当だったにせよそうでなかったにせよ、再び新しい仮説を形成するために利用される。そうした経験的蓄積がまた、新しい「知識を理解」するために利用される。

技能・表現

知識を理解したり思考して判断したりすることの先において、適切な手段を活用してその問題解決を図ることが「技能」を持つということである。問題解決の手段としての「技能」は、問題そのものや目的としている問題解決の結果を可視化したり、その成果を通して他者とコミュニケーションしたりする場合に必要な「表現」の手段ともいえる。つまり、問題解決の結果を自分で納得し、自分や他者にこれから起こるであろう類似の問題を解決するために、その「技能」を提供することが、問題解決における「表現」といえるのものである。

関心・意欲

知識を理解し自分の頭で自由に思考できるようになり、身に付けた技能を用いて、解決した結果をスパイラルに次の問題解決に活かそうと表現する。自分の行動が自分の中だけで完結することなく、外に向かって表現することで成果を共有できるようになると、他者とのコミュニケーションを楽しむことができる。その結果として、周囲に対して「関心」を持つことができるようになり、楽しさや期待感から「意欲」を持って主体的に取り組むことができるようになる。そしてまたそこに、これからも新しい知識を理解していこうという、スパイラルな向上を指向する好循環な態度が生まれるのである。

学習活動の評価は、その時々学習段階を離散的に捉えて行うのではなく、生徒の学習の深まりを流れとして捉えて評価の四観点を段階的に^{*11}適用していくことが望ましい。

5.6 多面的な意義をもつ評価

生徒に適切なりフレクシオンを可能にする根拠(材料)を提供するのが、学習活動(授業)である。そして、そのリフレクシオンのきっかけを与えるのが学習評価である。すでに本稿では、形成的評価と総括的な評価については記述はなされてきたが、あらためてここで、評価に関する用語についてそれらの意味と関係性について整理しておく。学習評価の種類と、それによって期待されるリフレクシオン^{*12}(関係性)は以下のようになる。

- 形成的評価
自己評価による適切なりフレクシオンを、教師が生徒に促し、それ以降の学習活動の改善に利用する。
- 授業評価
学習目標と形成的評価の結果に齟齬はないかと、教師が授業を確認し、それ以降の授業改善に利用する。
- 総括的評価
生徒が行ったリフレクシオンが適切かどうかを、教師が生徒を判断し、学習した結果の達成度の判断に利用する。

学習の過程や場面において多様な意味を持つ評価を、評価という言葉を使って一括りにして考えるのは効果的でないばかりか、かえって学習に悪影響を及ぼしたり、生徒を誤った方向に導いてしまったりする恐れがある。評価者である教師は、その評価をするときにはいつも、誰が誰の何について、何をどのように評価しようとしているのかについて、常に自覚的でありたい。

^{*11} それも、限りなくシームレスであることが望ましい。

^{*12} それまでの自分の学習活動を振り返り、習得した要素のみならず、把握した問題点や改善点、今後への展望などを整理して確認すること。

6 ミニ基礎講座 D (番外編) ギミックを埋め込む

6.1 ギミックは楽しい

本稿で構想しているワークショップには直接的な関係があるとはいえないが、授業デザインという観点から、授業での学習活動を豊かなものにするためのちょっとした授業のスパイスである、ギミック^{*13} について考える。ギミックは、学習の効果を高めることを目的に、授業の中に意図的に仕組む仕掛けや策略、工夫などを指している。

よりよい授業には、よく練られた学習計画案が不可欠であるが、その中には表に現れてこないような細やかな授業のノウハウがあるはずである。そのような内容がテキストになることはあまりなく、授業を改善しようとする場合には、ベテラン教師の研究授業の中から見学ぶことが一般的であるのではないだろうか。

教科の特質から能動的な学習活動が主となる情報科では、そのようなノウハウが数多く潜んでいると考えられる。そのようなものの中でも特に、積極的に学習活動の中に織り込むことで、生徒の気持ちや考え方を根底から揺さぶって、学習目標に深く到達させることができるようなギミックを、可能な限り体系化しておきたい。

ギミックは楽しい。ギミックを考えるのも楽しいし、ギミックが仕込まれた授業をするのも楽しいものである。もちろん生徒にも、楽しく仕込まれたギミックを楽しんでほしい。

6.2 ギミックのいろいろ

6.2.1 ストラテジー strategy 戦略

最初に、単元的な学習目標を踏まえて、授業を大局的な観点から捉える。

何をなぜ学ぶのかを明らかにする。

教科書の最初から順を追って学習するのであれば、生徒は教師からの指示がなくても、教科書のその単元の終わりを参照することで学習の目的を把握することはできる。もっとも、教師が黙っていても生徒がそのようなことをするなどあまり期待できないので、教師の側で指示をするなどのナビゲーションは必要になる。

一方で情報科の授業には、実習としての学習も多い^{*14} ので、何を何のために学ぶのかという学習の方向性は明らかになっているべきである。そのように授業の本筋がしっかりしていればこそ、生徒の気持ちや考えを強く揺さぶるようなギミックも生きてくるのである。

- 何を指すのか（はじまりにゴールを示す）
- 達成度はどのようにして分かるのか（評価規準）
- ゴールを明確にイメージできるようにする
- 見本や手本を示す
- どのようなよいことがあるのか

学習目標の捉え方から分類する。

情報を調べて整理して、それで何かを理解したことにしてしまうのは、単なる情報の消費である。得られた情報に対して、自分の解釈を加えてこれまでになかった意味を与えることが情報の生産である。どちらに学習としての意義があるのかという問題ではなく、学習目標に合わせて注意深くアプローチする必要がある。

そうした学習目標に迫るアプローチの手段にはいくつかある。その選択を意識的に行うことが、効果的な授業デザインにも生徒の的確な評価にも結び付くのである。

- 情報を消費するのか、生産するのか

^{*13} 辞書にあるような説明をすれば、カラクリや仕掛けのこと。今のところ、学習活動を考えるときの一般的に認知された用語ではないことに注意。(gimmick)

^{*14} 座学と実習というように二つに分けて語られることも多いが、目に見えない抽象的な情報を扱う以上は、なるべくならば体験的に実感を伴った活動によって学習したいものだ。少なくとも、座学で云々というような考え方はしたくない、と個人的には思う。

- 目指すのはクローズド・エンドか、オープン・エンドか
- 演繹的 (deduction) か、発見的 (heuristics) か^{*15}

学習目標の設定の仕方から分類する。

学習目標は通常、何かを理解できるようになる・表現できるようになる・判断できるようになる・意欲的になる、などのように単純な形で表されることが多い。しかし、授業をもう少し大きな目標から捉えれば、学習目標の意味をもっと引き出すことができるのではないか。

例えば、ある情報手段を用いてグループ分けをすることを考える。そのことだけを考えれば、その情報手段を習得することや、効果や問題点などを理解することが目的といえるかもしれない。しかしこの後に、ここで形成したグループによる協調的な学習が控えていて、このグループ形成の仕方如何によってはその活動の成果に影響を及ぼすのだとすれば、グループ分けに対する学習目標はもっと違ったものになるのではないだろうか。

- その学習活動は、ただ一つの目的を持つ（単純性）
- その学習活動は、複数の目的を持つ（多重性）
- その学習活動は、次の学習活動のためである（継承性）
- その学習活動での習得は、他の学習活動で生かされる（転移性）
- その学習活動の目標そのものを考えさせる（メタ・高次性）

6.2.2 タクティクス tactics 戦術

次に、授業のそれぞれの中で工夫を仕組んでいくための、具体的なギミックをいくつか示す。

学習活動を方向付ける。

教師が生徒に対して、何から何まで分かりやすく丁寧に教え込んでいくことが、本来的な学びとはいえない。生徒自身が主体的に、学びたいと思い、学ぶことを行い、試行錯誤の末に獲得したものが学びの成果なのである。

したがって授業のデザインは、時間的な効率だけを狙って直線的なものにするのではなく、さまざまな効果の高まりや意義の深まりを求めて行われるべきである。ドラマのシナリオも、思いがけない出来事が複雑に絡み合っこそ、視聴者に対して大きな感動を与える。そのような構成の仕方についても、授業デザインとしては意識を及ぼしたい。

- 簡単から複雑へ、容易から困難へ
- 迷い・混乱・トラブルを想定して織り込む
- 活動の内容や方法を生徒に考えさせる、責任を持たす
- 必要に迫られる場面を設定し、そこで知識や技術を与える
- 質問を引き出し、アドバイスで応える

意図的に伝える、与える。

教師と生徒との間で最初に学習目標を相互に確認しておくことは重要だが、学習内容の量的にも質的にも、教師が生徒に最初からすべてを与えることは賢明とはいえない。当然のことながら、生徒の消化不良が目に見えるからである。

学習内容の難易度によっては段階的な構造にすることもあるし、学習内容の輪郭を次第にはっきりとさせていくことによる効果を狙うこともある。まして、正否や善悪など、一般的な価値観による判断が付かないことに対して、自分なりの考えを深めることが目標の場合もある。多面的なアプローチに対して、適切なギミックを選択することが効果的である。

^{*15} 演繹的とは、理詰めで正解に辿り着こうとする。(アルゴリズム的) 発見的 (ヒューリスティック) とは、試行錯誤を重ねて正解に近づこうとする。

- 与えてしまうときは明確に、的確に、正確に
- 引き出すときには曖昧に、適当に、ウソっぽく
二者択一的、二項対立的、原理主義的な考え方からの脱却
- 段階的には小出しで、出し惜しみして
仮説検証的に、探究心を引き出す

気持ちや考えを揺さぶる。

演繹的な論理だけでは、生徒の発見的な学習を期待することはできない。自分の価値観の外に飛び出してみてもそこに新しい見方や考え方を発見することが、これからも情報化が進展する社会において必要な素養になっていくのである。

得てして私たちは、世の中にある常識を暗黙のうちに前提としてものごとを考え判断するようになってしまっている。グローバル化が進む世界の中で様々な出来事に対処していくためには、このような常識を今一度吟味することから始めることが肝要である。そうして、世の中に存在する多様な価値観を認め合った上で、どのように他者との折り合いを付けることができるのかと模索していく態度が求められる。

- 正しさは価値観の問題
- 価値観はものの見方（観点）や立場の違い
- 努力そのものに価値があるわけではない
- 個人の力はグループのなかで増幅される（ことがある）
- 質問を引き出し、アドバイスで応える

誰でも褒められたら嬉しい。

デザインされたその計画通りの授業が進むと、教師は安心だし満足できる。しかし、そのことが授業が成功したことを意味するのかといえば、それはそうとも言い切れない。デザインに埋め込んだ学習目標が確かに果たされたのかもしれないが、それ以上の成果があったかといえばそれは期待できない。

授業はライブだと思う。生徒のちょっとしたつぶやきを捉えることで、授業の問題点が明らかになり、もっとよい方向に進んでいくことがある。発問に対して間違いであると思われる発言をする生徒がいるが、見方を変えて考えることで新しい見地に辿り着くことがある。想定外の行動をする生徒がいて、このことが学級やグループ内の仲間に対して教師ができる以上の貢献を果たすことがある。

そうした言動を取り上げて、はっきりと認めてその後の活動に活かしていく。これこそが形成的評価なのではないだろうか。

- 面白い発想（間違いの中にこそ、それを見つけてやる）
- 現状を改善する意見（やってみなければ分からない）
- 話題を広げたり深めたり（教師だけでは、けっしてできない）
- 個人の力はグループのなかで増幅される（ことがある）
- 授業を活性化する発言や行動（活性化に繋げるのは、教師の役目）
- 授業に貢献する発言や行動（貢献の度合いを測ることができるのは、教師の事前の教材研究の度合い）

6.3 ギミックの効用

教師が生徒に向けてよく掛ける言葉として、「分かりましたか？」や「何か質問がありますか？」がある。分かりましたかとか、質問がありますかなどと聞かれても、分かっていなければ何が分からないのかが分からない。だから、何を質問してよいのかわからない。結果として、分かっているような顔をしてしまう。自分が分からないことを周囲に知られるのも恥ずかしいが、自分の都合で質問することで周囲に迷惑を掛けてしまうのではないかと考えたりする。実はこのように、すごく複雑な状況に向けての、すごく脳天気な声かけであったりするのである。

基本的に学習に対する疑問は、学習活動の中で解けてしまうことが望ましい。それよりも、本来学習にあ

たっては、疑問や質問は山のように溢れ出してほしいし、それらを積極的な学習活動の中で解消してほしい。それが、学習の広がりや深まりのそのものだからである。

ギミックは、生徒がそうした疑問や質問を抱くきっかけを与える。受け身になって教師から知識や技術を伝達されるのを待つのではなく、感情や思考を揺さぶられることで生まれる問題意識を、自ら主体的に解決していこうとする態度が生まれる。

目の前で生徒が活動している、その活動が、ほんとうに生徒自身の能動的なものなのかという判断は、教師の周知な準備があってこそ行われるのだと思う。学習活動へギミックを、意識的そして効果的な埋め込みを図ることで、自覚的な教材研究や授業研究につなげたい。

7 いろいろな平均と、それらの視覚的理解

7.1 統計の第一歩としての平均

統計における基本統計量の一つとして平均値がある。3つ足したら3で割る、いわゆる普通に平均であるといっただけ計算したときの、結果としての値である。しかし私たちは、それ以外にも平均という計算があるのを知っているはずである。今確認した普通に平均というときの相加平均、それに関連したものとして高校数学で学んだ相乗平均、そして人によっては、調和平均というものも学んだ記憶があるかもしれない。

相乗平均は、相加平均との関係を表す絶対不等式との絡みで記憶にあるのではないだろうか。相加平均はテストの平均点などというようによく利用するものの、一方の相乗平均については、これまで一度も実生活の中で用いたことがないかもしれない。まして、調和平均とはいかなるものであろうか。

平均は、統計的な手法を学ぶ上で、その多くの概念の中でも基本中の基本ともいべきものである。一般的に平均値とは、得られたデータ一つ一つの値の凸凹を、全体として均等に「均した値」として考えたものである。そして、この平均という値によって、集合としてのデータ全体の性質を代表することになるので、中央値や最頻値とともに代表値と呼ばれる。しかし、データの全体ではなく、データ一つ一つの散らばり具合の様子を見ようとしたときには、平均値はデータの「散らばりの中心」の指標となる値^{*16}である。

統計の学習を進める中で、偏差から分散、標準偏差などの概念として計算する中に、そのようなデータの散らばり具合の中心としての意味をもつ平均が現れる。平均値の意味を統計の理論のいろいろな文脈の中で適切に捉えることができるように、ここでは「平均値 = データの散らばりの中心」を意識付けておきたい。

$$\text{平均値} = m \qquad \text{偏差} = x_i - m \qquad \text{分散} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n} \qquad (1)$$

さて、それらの平均はそれぞれどのような特徴を持ち、それらにはどのような活用方法があるのだろうか。データを分析する視点、理解する観点として平均を取り上げ、状況によってどの平均を利用するのかで対象の見え方にどのような変化があるのかを調べ、問題解決の結果にどのような違いが生まれるのかを考察する。多様な見方が存在することで、評価や判断の結果にとらわれることなく、真偽や善悪だけからでは理解できない理由や原因が存在することを、体験を通して理解する。

7.2 相加平均と相乗平均、そして調和平均

2つ足したら2で割るのが相加平均(式2)、2つ掛けたら2乗根(平方根)するのが相乗平均(式3)。そして、逆数をとった数の相加平均の、再び逆数をとるのが調和平均(式4)である。このように平均の概念は、演算操

^{*16} 個々のデータの、平均値からの差を偏差という。これは、平均値との大小を正負の符号で持っているので、この偏差の2乗の平均を計算して分散、さらにその平方根を標準偏差といい、データの散らばり具合を表す指標となっている。

作に対して対称的な美しさを持っている。このように形式的な類似性を持つものは、いろいろな見方や考え方を
 作の中で、統一的に議論することが可能な場合が多い。

$$\text{相加平均 (arithmetic mean)} = \frac{a+b}{2} \qquad \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{n} \qquad (2)$$

$$\text{相乗平均 (geometric mean)} = \sqrt{ab} \qquad \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n x_k} \qquad (3)$$

$$\text{調和平均 (harmonic mean)} = \frac{2}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b}} \qquad \frac{n}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{x_k}} \qquad (4)$$

7.2.1 相加平均と相乗平均

相加平均についての説明は不要かもしれない。生徒は日常的に、テスト結果の学級や学年での平均点に興味
 を持って触れている。計算も容易だし、その値から得られるテストの難易度や自分の成績の位置付けなどの情
 報も、ほとんど直感的に理解することができる。

数学科で相乗平均を学ぶが、それを利用するのは、相加平均と相乗平均との絶対不等式としてがほとんどで
 であろうか。

$$\sqrt{ab} \leq \frac{a+b}{2} \qquad (0 \leq a, 0 \leq b) \qquad (5)$$

この不等式をどのように応用するのは数学科に任せるとして、次に、あまり触れられることのない相乗平均
 の意味について考察する。

7.2.2 相乗平均の応用例

相乗平均については、その定義をそのまま教えられることがあっても、具体的な場面でどのように活用でき
 るのかを教えられることはほとんどない。ここに挙げる例はよく取り上げられるものだが、相乗平均の意味を
 理解するには手頃なものだと思う。

(例) ある地域で運行している市電の初乗り運賃は、開通当初は 50 円であった。その後、社会状況の変化か
 ら運賃の値上げがなされ、80 円、100 円と変化してきた。

問 1 1 回目の値上がり率と 2 回目の値上がり率とは、どちらが値上がり感を強く覚えるか。計算をせずに直感で
 答えよ。

問 2 1 回目と 2 回目の、それぞれの値上がり率を求めよ。

問 3 2 回あった値上がり率の、値上がり率の平均値 (1 回あたりの値上がり率) を求めよ。

問 2 の解答を先に確認しておく。1 回目の値上がり率は $\frac{80}{50} = 1.60$ 、2 回目の値上がり率は $\frac{100}{80} = 1.25$ で
 ある。

ところが、問 1 において、値上がり率を計算せずに値上がりの度合いを比較したらどのように感じるかと問
 うたときに、2 回目の値上がり率であると答える生徒がいる。この問のねらいは、計算などをしなくても、「50 円
 にとっての 30 円の方が、80 円にとっての 20 円よりその割合は確かに高い。」ということくらいは数量的な感
 覚として分かるよね、ということにある。そういう期待があるにもかかわらず、そのような反応をする生徒
 がいるということである。

しかし、この生徒はその辺りの事情を理解していないわけではない。試しにその生徒に理由を聞いてみると、
 値上がりの結果として、80 円になったことよりも 100 円になったことの方が、お財布にとって厳しいと考え
 たようである。このように、値上がり率などのようなことを数学的にきちんと定義してその意味を共有してい

るつもりでも、感覚的に、あるいは自分の都合のよいように理解され判断されていることがあるということである。多様な環境の中で良好なコミュニケーションをとろうとするための第一歩として、私たちは記憶しておく必要がある。

値上がり率とは、どのような意味を持つ計算なのか。もっと具体的に問えば、率とは言い換えれば比のことでもあり、計算の方法としては割り算のことである。考えなければならないのは、何を何で割り算すればよいのか、値上がり前の金額と値上がり後の金額について、どちらをどちらで割り算すればよいのか、ということである。割り算のような初歩的な四則の一つである基本的な計算でも、割合という意味が付加された状況では、意外にきちんとした理解の上に立って適用できないものである。

「値上がり前の金額から見た、値上がり後の金額の違い程度」という計算を、程度を考える土台となる値上がり前の金額を分母とし、その分母から分子である値上がり後の金額をみる（計算する）などのように、改めて適切な意味付けをして割合の意味を確認しておきたい。

さて、2回の値上がり率はそれぞれ、1.60、1.25であった。通常ここで値上がり率の平均を取ろうとすれば、特に何も考えることなく相加平均を取って1.425である。果たしてこれは、値上がり率の平均として妥当な数値であるといえるのだろうか。

テストの成績のような数値は、すべて同じ条件の下で得られたデータであるから、それらは一つの数式のなかに組み込まれて計算される。しかし、今考えている値上がり率では、値上がりする前の金額が2回の値上がり時においてそれぞれ異なっているから、当然ながら、値上がり率のそれぞれを計算式における分母の値が異なっている。

同じ条件の下で得られたデータを並べて、また、異なった条件の下で得られたデータの比（割合）を並べて、それらを足して個数で割るなどして得られた数値が、同じ意味を持つなどとは考えられない。これは、比（割合）の平均を考えるのに、相加平均を用いることには明らかな無理があるといえることを表している。

さてここで、値上がり率の計算式である分数の形を観察する。値上がり後の金額は、次の値上がり時には、値上がり前の金額に対応する。つまり、先の分子は後の分母に対応しているので、順に掛け算をすることで互いの分子と分母の関係性から約分が起こって打ち消し合う。最終的には、一番最初の金額と一番最後の金額とで一つの分数となり、掛け算の逆算である累乗根^{*17}を使って全体を均すことになる。これが相乗平均である。

$$\sqrt{\frac{80}{50} \times \frac{100}{80}} = \sqrt{\frac{100}{50}} = 1.414 \quad (6)$$

この相乗平均の値と、先ほど求めた相加平均の値との大小関係を確認しておこう。^{*18}

計算の簡易さを考えれば、二つの要素について相乗平均を計算させるのがよいかもしれないが、 $\frac{b}{a}, \frac{c}{b}, \frac{d}{c}$ が根号の中で掛け算することによって中程がすべて約分されてなくなり、最初の要素の分母と最後の要素の分子が残ること、つまり、状況的に最初と最後だけの割合を計算し、それを累乗根で平らに均していることが感覚的に分かりやすいのではないだろうか。

7.2.3 平均とリテラシー

ここに挙げたような事例をマスメディアが取り上げるとき、果たして適切なデータ分析を行った上での報道がなされているであろうか。つまり、相加平均によって、これまでの値上がり率の平均値と直近の値上がり率とを比較するようなことはないのか、という疑問である。相加平均は式(5)が示すように、どのような場合でも相乗平均よりも大きい。

^{*17} ここでは2つの比（割合）を掛けているので、逆算は2乗根（平方根）である。

^{*18} 相乗平均 $1.414 \leq 1.425$ 相加平均 (式(5)に合わせて等号を付した。等号があっても不等式としては成立する。)

ここでは、妥当な値であるはずの相乗平均よりも大きな値となる。意図的ではないにせよ、このことから値上がり率を実際の値よりも大きなものとして報道してしまう可能性があるわけである。また、報道を受ける側にもこうした統計的知識がなければ怪しい数値を鵜呑みにしてしまっ、正しい判断をすることができなくなる。

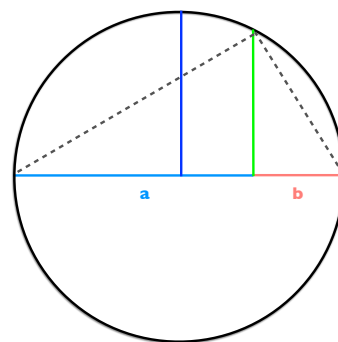


図2 相加平均と相乗平均との関係図

このようにして平均値一つを取り上げても、情報リテラシー、統計リテラシー、そしてメディアリテラシーとして、分かりやすいテーマとして授業で扱うことができる。身近な題材でも、少しのクリティカル・シンキングと、疑問に思ったことを少しでも掘り下げてみようという興味と関心があれば、教師自身の個性に溢れた魅力的な教材に発展していくのだと思う。

7.2.4 相加平均と相乗平均との図形的関係

相加平均と相乗平均との大小関係式(5)は、特に不等式を証明しなくても(できなくても)視覚的に理解できる。そしてそれは、中学校で学習するピタゴラスの定理(三平方の定理)を利用することで、そう難しくなく証明できる。

図(2)を参考にして確かめてほしい。

7.2.5 調和平均

相加平均は、 n 個の数を足したら n で割って全体を均す。相乗平均は、 n 個の数を掛けたら n 乗根して全体を均す。そして調和平均は、まず n 個の数のそれぞれの逆数を取り、相加平均して全体を均した後に、再び逆数を取る。逆数を介して相加平均を考えるのである。

$$a, b \quad \frac{1}{a}, \frac{1}{b} \quad \frac{\frac{1}{a} + \frac{1}{b}}{2} \quad \frac{2}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b}} = \frac{2ab}{a+b} \quad (7)$$

調和平均の例としてよく取り上げられるのが、平均速度の問題である。

(例) ある町までクルマを利用して往復した。行きは時速 40km であり、帰りは時速 60km であった。往復の平均時速を求めよ。

この問題のポイントは、相加平均の知識から安易に 50km であると答えかねないというところにある。きちんと解こうとすれば、あるところまでの距離を l 、往復にかかった時間をそれぞれ t_1, t_2 として条件を式に表し、 $\frac{2l}{t_1 + t_2}$ を計算すれば答えを得ることができる。実際に計算をして確かめてほしい。^{*19} また、調和平均の式(7)からも求め、この結果と一致することを確かめておこう。

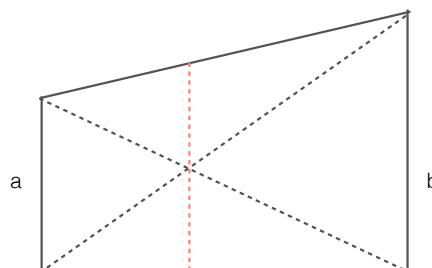


図3 調和平均の図形的意味

調和平均という用語は、音楽理論からきているといわれている。ピタゴラスは、弦の長さの比が 3 : 2 のとき、2つの音が最も美しい協和音になることを発見したが、その値が数学の世界では調和平均という形で表現される。

*19 平均は時速 48km になるはずである。

情報のデジタル化を学ぶときに、音を題材にするときがあるかもしれない。そのときに実験や実習としてこの調和平均を扱うことができたら楽しい。授業のデザインにあたって、ぜひ各自で詳細を調べてみてほしい。

また、図(3)に、調和平均の図形的な意味を示したので、具体的な計算を通して調和平均の式を導き出してほしい。

7.2.6 3平均の相互関係

まず、図形的な意味について考える。相加平均と相乗平均との関係を表した図(2)の上に、調和平均の図を重ね合わせることで、3平均の図形的意味を図(4)に見ることができる。ここで、相乗平均を台形の斜辺に頭を合わせるように微妙に左にスライドさせて、調和平均の値を表す縦線を引くと、図(5)のように、3つの平均との大小を確認することができる。

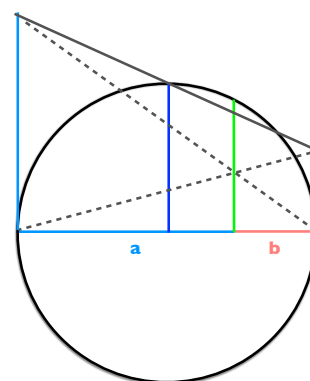


図4 相加・相乗に調和を加える

次に、調和平均の式(7)における最も右の式を m とおく。

$$\frac{2ab}{a+b} = m \quad (8)$$

これを变形して次の比例式が得られる。^{*20}

$$(a-m) : (m-b) = a : b \quad (9)$$

この比例式を図に表すと、図(6)のようになる。この図からいえることは、平均 m という概念は、2つの値 a, b との間で、 $a-m$ と $b-m$ がある特別の比の値をとることで定義される値だということである。そして、式(9)は、調和平均ではその比の値が $a : b$ であることを意味する。

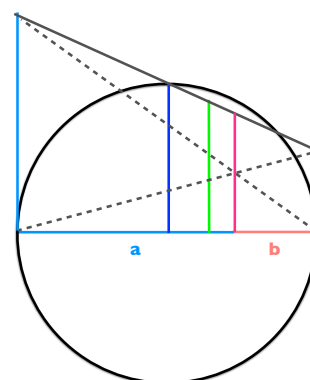


図5 3平均の大小関係

それでは、他の相加平均と調和平均では、この比の値はどのようにになっているのだろうか。ここで納得のいく比の値が明らかになれば、本稿で扱ってきた3つの平均は、図(6)によって統一的に理解できるようになる。

相加平均や相乗平均の成り立ちや、これまでみてきた定義や計算を考えると、何だか想像が付きそうな気がする。脚注に解答を掲載するので、ここではしばらく時間をとり、各自が考えたうえで確かめてみてほしい。^{*21} また、予想したその比の値から m の値を求めて、実際の相加平均や相乗平均の式が求められるか確認してほしい。

このようにして、一見するとまるで異なった性質を持つと思われる3つの平均であるが、見方を変えると、同じ図の上で統一的に意味を比較できたり、同じ比例式を基にして算出されたりすることが分かる。表面的な見え方が、すなわち事の本質を表しているのではない。それを適用しようとする文脈によって違った結果を生み出すことや、解釈の仕方の違いによって異なった価値観を持つようになることなど、情報の見方や考え方の重要さにつながるところをきちんと汲み取るようにしたい。

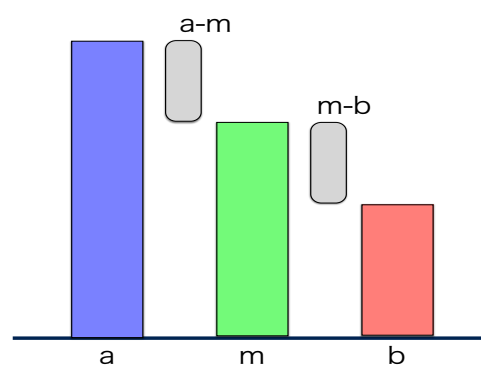


図6 3平均の統一的理解

^{*20} 逆に、式(9)において、内項の積と外項の積とが等しいことを利用して、この式を確かめてもよい。

^{*21} 相加平均は $1:1$ 、相乗平均は $\sqrt{a} : \sqrt{b}$ である。

8 問題解決とオペレーションズ・リサーチによる意思決定

8.1 問題解決学習の必要性

社会の関係性が複雑になり、様々な価値観を持った人たちと共同で問題解決を図る必要がある場面が増えてきている。そこにはただ一つの正解が存在しているわけではなく、互いが納得した方向性を持って行動することが求められる。その具体的な方法を身に付け活用できるようになるために、問題解決についての多様な考え方や方法を学ぶ必要がある。

問題を解決しようとするとき、そこにはたくさんの意味合いが潜んでいる。その中で、私たちの普段の何気ない生活の中で行われている大小様々な意思決定の仕方に注目する。そこでの意思の決定は、そのことを改めて意識することは少なく、何となくそれで良さそうだからと、自分の経験や思い込みなどで決めていることが多い。そのような態度を振り返り、科学的な根拠を踏まえた評価によって妥当性のある意思決定を行うことができるようになりたい。実際にさまざまな場面で活用できる、問題解決の手法の一つをこれから見ていく。

8.2 問題解決学習の何にフォーカスするのか

一般的に、問題解決学習を構想するにあたって、身近な範囲で適当な題材を見出すことは思いの外難しい。それは、問題解決学習の「問題」に着目した授業デザインのアプローチ^{*22} だからだ。一方で、「解決」に着目することで新しいアプローチの仕方を見出すことができる。つまり、問題解決の「どのような問題」を扱うのかではなく、問題を「どのように解決」するかという方法や手段に着目するのである。そのようなアプローチの仕方として、オペレーションズ・リサーチが参考になる。

8.3 オペレーションズ・リサーチと階層分析法

オペレーションズ・リサーチ (OR) は、数学的・統計的モデル、アルゴリズムなどを利用して、計画を最も効率的に実行しようとしたり、最善の意思決定を行おうとしたりする数学的・科学的技法である。順列組み合わせ・確率・最適化および待ち行列などの数学的研究を踏まえて、現実の問題を数理モデルに置き換えることをする。

もともとは、限られた資源を有効に利用して目的を最大限に達成するための意思決定を行うために、第二次大戦中に軍事作戦研究として英米で発達した。その後、在庫管理・生産計画など企業経営の手法として用いられるようになり、ゲーム理論や金融工学などの幅広い領域において応用されている。その意味では、OR は学際的な研究分野^{*23} である。

本稿では、OR の手法の中から階層分析法 (AHP : Analytic Hierarchy Process) を取り上げ、日常的に何気なく行っている主観的な判断を活かしながら、「評価によって選択し、問題を解決する」というアプローチを行う。具体的には、ツアー・パンフレットの中から自分が一番参加したいプランを、科学的 (数学的) 根拠を持って判断を試みる。

^{*22} 本稿の中でも、ミニ講座 B として整理しているので、参考にしてほしい。

^{*23} 情報科として教材研究を広めよう深めようとする方向性は、思いの外多様に存在する。モデル化とシミュレーションの題材として待ち行列を扱う教科書もあるが、ここで取り上げたオペレーションズ・リサーチやゲーム理論なども、ぜひ関連書籍を紐解いてみてほしい。

9 AHP における意思決定

9.1 私たちは、ツアー・パンフレットをどのように評価しているか

旅行に行こうと思いつき、旅行業者のパンフレットの内容から旅行プランを選ぶときのことを考える。検討すべき要件としては、価格、内容、ホテルなどの複数がああり、パンフレットを何気なく眺めていても、何をどう決めてよいか皆目見当が付かない。また、そうして何となく決めた自分の結果にも、「何となく良さそうだけれど、納得はできない。」といった不安も残り、「決めるために考慮すべき要素が多いから。」という理由をそこに付け加えたりする。

一般的には、そういうときには考慮する要素に優先順位を付けるべきだといわれるが、そのような具体的な方法が示されることはほとんどない。AHP は、考える要素の優先順位を、重要度という数値（重み）として考えることで意思決定を見ようとする方法論である。

9.2 AHP による評価の考え方

9.2.1 数値化によって客観的に評価する

私たちがものごとを評価するとき、いったいどのようなことを行っているのだろうか。例えば、A, B, C の好き嫌いを論じる時に、好きの度合いを $A=3, B=1, C=4$ などと考える。このとき、A が好きな度合いは B が好きな度合いの 3 倍程度というくらいの意味として考えているのであろうか。

これはすなわち、 $B=1$ という好きな度合いを基準の単位として、3 倍とか 4 倍の度合いというふうに A や C を評価していることになる。それでは、ここで基準となった $B=1$ という好きの度合いの程度は、どのようにして決まっているのだろうか。

好きの度合いの基準は、特に B でなくてもよかったし、その値が 1 でなくてもよかった。つまり、A を基準として考えてもよかったし、そのときの A の値も 3 でなくて 1 でもよかった。そして、好きの度合いを「何倍程度」と倍数で考える以上は、 $A=1$ を規準にして考えたときの B の値は、 $\frac{1}{3}$ と考えなくてはならない。ここに、意思決定における平均が、相加平均ではなくて相乗平均を用いるべきである理由がある。

9.2.2 複数の対象を評価をする

複数の選択肢の中からどれかを選択（意思決定）しなければならないとき、私たちはどのようなことを行っているのだろうか。

選択肢の一つ一つを絶対的に評価をして、その中で一番評価の高いものを選択するのだろうか。絶対的評価を行う場合には、そのことを評価するための規準が妥当と考えられるほどに確定していなければならない。ところが一般的には、そのような評価規準が十分に揃うことはないだろうし、そもそもその評価規準が適切であるのかも怪しい場合が多い。

結局は、複数の選択肢をそれぞれ検討してみて、これはあれよりも優れているとか劣っているとか、相互の比較を行っているのではないだろうか。そのような比較を何度か繰り返し、劣っているものを選択肢から外していき、最終的に残ったものを選択することになっている。

この操作をアルゴリズム的に考える。まず、複数の選択肢の中から 2 つの対象を選び、それらの優劣を比較するために、倍数の程度で表した数値を用いる。この評価の方法を、一対比較法という。二者択一の考え方が、これが意思決定の仕方としては最も単純で確かな方法であろう。そして、この比較を選択肢のすべてに対して行う。^{*24}最後に、それぞれの選択肢の評価された総合的な値を、比較評価によって得た数値を相乗平均によって計算したものとす。この値の大小によって、選択肢のそれぞれの価値、あるいは重みを判断することが可能になるのである。

^{*24} 当然のことながら、この比較の回数は、選択肢が増えると勢いよく増えていく。 nC_2

9.2.3 評価の観点ごとの評価を統合する

AHP はまず、意思決定するための評価の観点について、一対比較法によって、それらのどれがどれほど重要な観点なのかを重みを付けて表す。そして次に、それぞれの観点からみた選択肢の価値を、一対比較法によって数値化する。したがって、この選択肢の価値を数値化する作業は、観点の数だけ繰り返すことになる。こうして、ある観点についてのある選択肢の価値が数値化される。最後に、選択肢ごとにすべての観点での評価の数値をまとめることで、選択肢の総合的な評価が決定するのだ。

こうした手順は、いくら丁寧な説明を受けてもなかなか理解できないものなので、別にワークシートを利用して計算を追ってみることにする。

9.2.4 評価の数値を正規化する

これまでの説明で、AHP は大きく分けて 2 段階の評価手順を踏んでいることが分かる。^{*25} 観点の評価、そして選択肢ごとの評価である。最終的にこれらを統合するのであるが、観点と選択肢という性質の異なるものに対する評価を、そもそも一緒に考えて統合することなどできるのか、という疑問がある。それに答えるのは、数値の正規化である。

相乗平均によって重みを付けることが AHP の特徴であったが、そうした値を単純に集める（和する）ことで全体の値とするのでは、上に述べた意味において比較に用いることができない。そこで、全部を足した値からの個々の割合を取ること

で、全体を 1 とみたときの個々の値を決めることができる。どのような場合でも、全体を 1 として個々の値をみることであれば、性質の異なったものについての評価をうまく統合できる。

このように、得られたデータを正規化して判断の基盤を同じところに置こうとする考え方（図 7）も、AHP から学べる情報の科学的リテラシーの一つである。

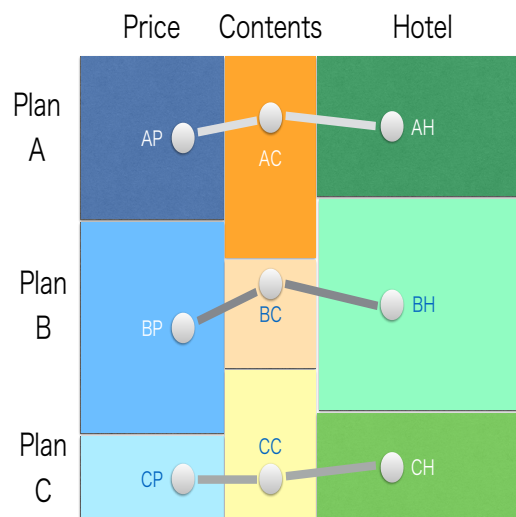


図 7 正規化した AHP

9.3 授業計画案

9.3.1 AHP による学習計画

多くのものを一度に評価することは、よほど単純な性質を持つものを対象にしているものでなければ、それは一般的に難しい。そこで私たちは、複数の選択肢を相互的に相対評価を試みて、それらを何となく総体化して結論を得ようとしている。これをもっと簡単で確実な方法とすることはできないものだろうか。

AHP が行う評価の方法は、こうした曖昧さを排除するために、心理学的測定法を援用した「一対比較法」というものである。一度に判断する要素は少ない方が単純で確かであるから、一回の判断での要素数は最低の 2 つとする。次にこの 2 つずつの比較（評価）を繰り返して、それらの結果を総合して最終的な総合評価とする。実際に行ってみると、一つ一つの段階的作業は主観的であり単純な計算の繰り返しであるが、それらが積み上がることで最終的に、客観的な判断の結果にたどり着くのである。

AHP による意思決定の活動を、本稿では 40 分間のワークショップとして、簡単な授業計画案の形にした。実際の授業にするためには、これ以前にクラスの実情に合わせた準備の段階や授業の中での工夫が必要になると思われる。特にこの授業では、計算に追われてしまって最後のまとめに十分な時間をかけることができない

*25 段階的な手順を踏むことが、階層分析法と呼ばれる名称の所以である。

と、AHP のほんとうのよさ (図 7) が分からないままに終わるかもしれない恐れがあることに注意が必要である。

- 導入として、意思決定の具体的な場面を数多く例示する。
- 各種平均の解説の取扱いに軽重を付ける。
- 電卓を使うことに、ある程度の習熟をさせる。
- 電卓を使わない、あるいは計算時間を十分に確保できない場合には、数表などを準備する。
- 進行上時間的な余裕ができたなら、探究の内容を授業時間の中に持ち込む。

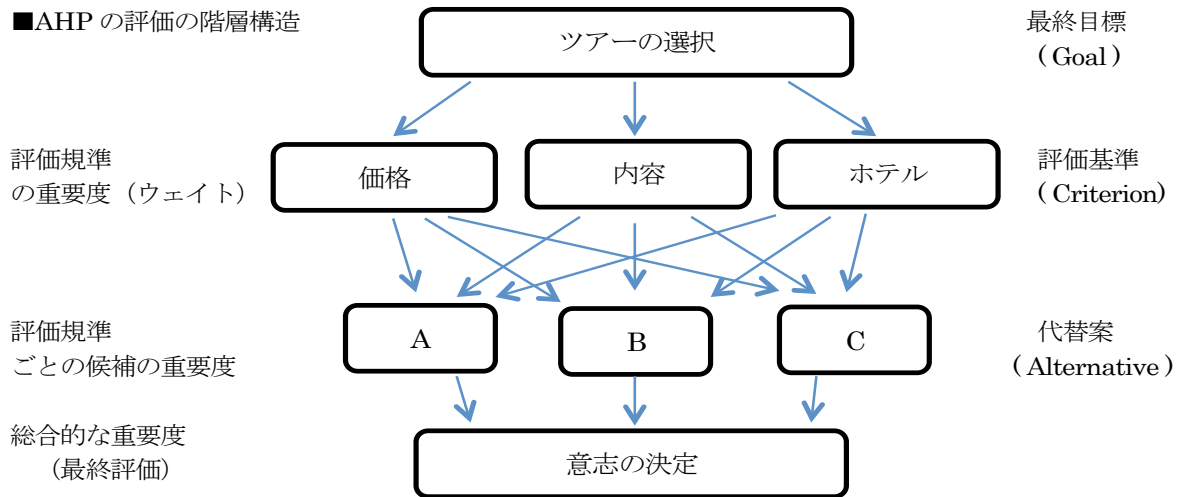
9.3.2 学習計画書の案

時間	学習内容	学習活動	指導上の留意点
導入 (10分)	<p>ツアーのパンフレットから旅行プランを選択するという、日常的な意思の決定を行う。</p> <p>科学的な手法として、AHPの概略について説明する。</p>	<p>ツアーのパンフレットから、自分が行ってみたいツアーを選択する。</p> <p>選択の理由を、各自のパンフレットにメモ書き程度に記入する。</p> <p>自分はどのツアーを選択したかを、その理由と共に発表する</p>	<p>広告メディアに対する態度という観点からの指導も可能である。</p> <p>自分の、日常的な意思決定の仕方を振り返る。</p> <p>果たしてその意思決定が、ほんとうに妥当なのか振り返る。</p>
展開 (30分)	<p>評価規準である「価格」「内容」「ホテル」の、それぞれの重要度を計算する。</p>	<p>一対比較値の設定の仕方について考える。</p> <p>ホテルの重要度は、表の該当項目だけではなく、「内容」も参考にして評価する。</p> <p>ワークシートの表を完成する。</p>	<p>評価規準の重要度を計算する場合、どのように「平均」すればよいか考える。</p> <p>相加平均、相乗平均、調和平均の意味に触れる。</p>
	<p>評価規準ごとによる、代替案の重要度を計算する。</p>	<p>ワークシートの表を完成する。</p>	<p>複雑な計算を進めるときは、どの平均を用いるかを分担し、結果を比較してもよい。</p>
	<p>総合的な重要度を計算する。</p>	<p>ワークシートの表を完成する。</p>	<p>計算に慣れる頃だが、単純計算であるのでケアレスミスに注意。</p>
まとめ (10分)	<p>AHPによる結果と、事前の選択結果とで、その違いや信頼性などを比較する。</p>	<p>比較して分かったことや、実習を通して考察したことを、ワークシートにまとめる。</p>	<p>日常のどのような場面でAHPの手法を活用できるか考えさせる。</p>
探究	<p>評価要素をさまざまに変更することで、評価決定の妥当性について確かめる。</p>	<p>別の評価要素で一対比較法を用いる。</p> <p>逆数関係でない一対比較値を設定する。</p> <p>相加平均や調和平均を利用してみる。</p>	<p>相乗平均(や調和平均)は、その特徴に応じて、現実のどのような場面で用いられているのか。</p>

9.4 AHP を適用するワークシート

AHP (Analytic Hierarchy Process 階層分析法) 実習ワークシート

■AHP の評価の階層構造



■一対比較値の例 (一対比較法で用いる評価の値)

値の例	各行の項目 R からみた、各列の項目 C に対する 評価の数値	値
1	R も C も、同じくらい重要	
5	R の方が、C より重要	
10	R の方が、C よりとても重要	
1/5	C の方が、R より重要	
1/10	C の方が、R よりとても重要	

※逆数の関係になっていることに注意

■評価基準の重要度 (基準)

○相乗平均の利用

	価格	内容	ホテル	相乗平均	重要度
価格					
内容					
ホテル					
	相乗平均の合計				

○他の平均 () の利用

	価格	内容	ホテル	() 平均	重要度
価格					
内容					
ホテル					
	() 平均の合計				

※参考

$$\text{相加 (算術) 平均} \leq \text{相乗 (幾何) 平均} \leq \text{調和平均}$$

$$(a + b + c) / 3 \quad (abc)^{1/3} \quad 3 / \{ (1/a) + (1/b) + (1/c) \}$$

■評価規準ごとの候補の重要度

○価格

プラン	A	B	C	相乗平均	重要度
A					
B					
C					
相乗平均の合計					

○内容

プラン	A	B	C	相乗平均	重要度
A					
B					
C					
相乗平均の合計					

○ホテル

プラン	A	B	C	相乗平均	重要度
A					
B					
C					
相乗平均の合計					

■総合的な重要度（評価）

	価格	内容	ホテル	総合評価
A	→	→	→	→
B	→	→	→	→
C	→	→	→	→

■考察

10 学習計画創案シート

テーマ				
内容				
目標 評価				
教材				
	活動	時間	留意点	形成的評価
導入				
展開				
総括				
発展 探究				

メモ

11 評価規準をつくり慣れるために

11.1 つくり慣れるということ

経験上、評価規準を考えて形にすることは、トレーニングの問題であるように思う。そして、トレーニングの結果として身に付いたスキルは、簡単にいってしまうと単なる「慣れ」であるのかもしれない。

例えば一日の始まりに行う人も多いだろうということで、歯磨きを取り上げてみよう。^{*26} とりあえず、自分が行う歯磨きという行為がどのようなものであるかを評価するために、これまでに整理してきた評価の四観点を思い起こす。^{*27}

- 「知識を獲得して理解している」
- 「思考を行い判断できる」
- 「技能を獲得して表現できる」
- 「関心を持ち意欲がある」

11.2 知識を獲得して理解している

まず、なぜ自分が歯を磨くのかを意識するところから始める。自分の歯磨きという行為をクリティカルに考えてみるのだ。たぶん「歯の健康を維持することで、食生活の健康、延いては健康な人生を長く送るため」あたりのことを思い付くのではないだろうか。あるいは、口臭を防ぐためとか、白い歯は健康的で美しく見えるからなどといった理由もあるかもしれない。とりあえずここでは、前者の理由を採用しておく。

次に、歯磨きする自分をイメージしようとすることで、歯を適切に磨くための方法が分かっていないといけないことに気付く。こうしたところで評価の観点の一つを決めることができる。

【知識・理解】 歯科医学的な歯磨きの方法を知り、どのようなことに留意すべきかを理解している。

11.3 思考を行い判断できる

歯磨きの方法が分かったところで、実際に歯磨きをしてみる。^{*28} あなたは、上の歯から磨いている？歯の表（前）から磨いている？奥歯と前歯では、磨き方も違うよね？そう、実際に歯磨き行動をするためには、適宜いろいろな判断をして意思を決定していることに気付く。

【思考・判断】 歯を磨く順序や場所について考え、適切な方法を判断して選択できる。

11.4 技能を獲得して表現できる

次は表現することを考えるのだが、歯磨きで表現するとはどのようなことをいうのだろうか、これは少し難しい。^{*29} 歯磨きをして歯がきれいになったら、口の中がすっきりとしたら、自分はどのような気持ちになるかを考えてみる。とてもさわやかな気持ちが出て充実した気分になる。今日一日のやる気が出てくる。そう考えることができたなら、それをそのまま評価規準の形に書いてみる。そこに違和感があれば、さらに考えを広げたり、逆に具体的に細かく考えてみたり、少しずつ修正を加えていく。どうしても納得いく形にならなかつたら、思い切ってまったく異なったイメージを追いかけることも必要である。

^{*26} 歯は一日に数回磨くという人もいるだろうが、ここでは朝に一度磨くと想定して話を進める。

^{*27} まだ頭に入っていない人、なかなか記憶ができない人は、紙にでも書いて周囲の目に付きやすいところに貼り出しておこう。（^^）

^{*28} 実際にしなくても、歯磨きをしている自分を思い出してみる。

^{*29} こうした難題にぶつかることもよくある。そのことについてのイメージを大きく膨らませて、一見関係のないようなところまで意識を拡張することが必要である。

【技能・表現】口内衛生の適切な方法が気持ちにまで影響を与え、その日を充実した気分で送ることができる。

ここでは、「充実した精神状態で生活することが、周囲の環境に向けて自分を表現すること」につながると考えていることに留意してほしい。つまり、このようなオープン・マインドの感性が、人やものごとを評価する側に求められている。幅広く奥深く受け入れる素地が求められるということ、逆の言い方をすれば、評価しようとするときの視点は、自由であればあるほど多様で、見えなかった部分を明らかにできる可能性が大きいということである。

11.5 関心を持ち意欲がある

ここまで来れば、後はそれほど難しくはない。すでに3つの評価規準をつくり上げてきた。もう自分は、歯磨きをする自分を客観的に眺めることができているし、知らないうちに自分を評価してきている（関心）ので、評価をしているという気持ちは思いの外高まってきている（意欲）はずである。この気持ちを大切に、最後の評価規準を考える。

【関心・意欲】短時間で効率的な歯磨きを探究し、その効用から毎日を充実した気持ちで送ろうとする。

いかがであったらうか。まったく卑近な歯磨きという事例を挙げたが、評価規準としてのそれなりの形になったのではないだろうか。

繰り返しになるが、評価規準の作成はトレーニングであり、結果として慣れである。集中的に3~5つ、10件くらいの経験を積みればそれほど困難なく、いろいろな事柄についても評価規準を作成することができるようになる。まして、教師にとって教科の授業は専門内容なので、生徒に身に付けさせたい学力を広く深くイメージすることで、トレーニング次第では容易に楽しく評価規準を作成することができるようになるだろう。

11.6 観点別評価規準のワークシート

四観点	観点別評価規準	備考(メモ)
(どんな) 知識を獲得して (なにを) 理解しているか		
(なにを) 思考して (どんな) 判断をできるか		
(どんな) 技能を習得して (なにを) 表現できるか		
(なにに) 関心を持って (どんな) 意欲があるか		

四観点	観点別評価規準	備考(メモ)
知識を獲得して 理解している		
思考して 判断をできる		
技能を習得して 表現できる		
関心を持って 意欲がある		

四観点	観点別評価規準	備考(メモ)
知識・理解		
思考・判断		
技能・表現		
関心・意欲		

12 評価基準をつくり慣れるために

12.1 評価に関連する用語の整理

あらためて評価観点・評価規準・評価基準という用語を整理しておく。

まず評価観点（評価の観点）とは、生徒に身に付けさせたい力を、短い用語で表したものである。学力の三要素といわれるものから四観点が表示されていることは、すでに本稿でも述べてきた。

次に評価規準とは、評価の観点によって示されたものを、より具体的に生徒の成長の姿として文章に表記したものである。学習内容や学習教材を身に付けさせたい学力とを関連づけ、具体的な学習活動の場面を想定して設定する。

最後に評価基準とは、評価規準で示した学力の「習得状況の程度」を文章で表したものであり、その水準を数値や記号で表したりする。そして、評価規準とともに、学習到達度を示す評価基準を観点と尺度からなる表としたものをルーブリック (Rubric) という。

12.2 3段階の評価基準

先ほどの歯磨きの例を用いて、評価基準を作成する。

【知識・理解】に関する評価規準は、「歯科医学的な歯磨きの方法を知り、どのようなことに留意すべきかを理解している。」というものであった。これを評価の基準に落とし込むためには「習得状況の程度」を記述する必要があるので、「何を習得すべきか」を具体的に考えなければならない。さて、ここで習得すべき歯磨きの方法とはどんなことだろうか。

歯磨きには、歯磨き粉*³⁰ と歯ブラシが必要である。歯磨き粉と歯ブラシについては、どのようなものを使う（購入する）のか、また、歯ブラシについてはさらに、どのような方法で磨くのかを考慮することになる。さらに、磨く時間も長ければ歯や歯茎を痛めるといわれているので、適切な時間を設けることも求められるだろう。したがって、おおむね達成していると考えられる状態は、次のような記述にでもなるだろうか。

【おおむね達成】よいと思われる歯磨き粉や歯ブラシを選択し、歯ブラシの使い方や磨く時間を考えている。

さて、この基準を中心に据えて、3段階の評価基準にしてみよう。どちらからでも構わないが、ここでは、先に「達成が不十分」と思われる程度、そして「達成が十分」である程度を記述してみる。例えば、次のような記述ではどうだろうか。

【不十分な達成】手近にあった歯磨き粉や歯ブラシを使い、歯ブラシは動かしやすいように使っているだけである。

【十分な達成】歯磨き粉や歯ブラシの選択の仕方、また、歯ブラシの使い方などを調べ、よりよい歯磨きをしようとしている。

12.3 5段階の評価基準

さらに、5段階の評価基準にしてみよう。基本的に、3段階までの評価基準は、達成しているかどうかにかかわらず、自分の有様からある程度は想像して記述することができる。ところが5段階になると、とても不十分であったりとても素晴らしい程度を記述しなければならないので、そうした状態は自分の想像の範疇を超えてしまい、記述が難しいと感じるかもしれない。極端な状態を考えるのは難しくても、そのように評価しなければならない場合は必ずといってよいほどある。自分や周囲、生徒の観察を通して、状況を評価する言葉を磨いておきたい。

【達成にはほど遠い】劣化した歯磨き粉や歯ブラシにも頓着せず、一通り歯ブラシを動かしたらよしとしている。

*³⁰ 使用しない人もいるかもしれないが、ここではとりあえず道具の一つに数えておく。

【十二分な達成】歯科医師に助言を請い、助言された道具や方法を取り入れ、よりよい歯磨きとなるよう工夫している。

12.4 4段階の評価基準

3段階や5段階の評価基準は、その評価の区切りが分かりやすいことから、その後の活用もしやすい。ところが、私たちの意識として評価の結果に中心化傾向が現れやすいから、真ん中の評価、つまり当たり障りのない評価に流れやすいという傾向^{*31}がある。このような状況を避けるために、ちょうど真ん中の基準をなくした4段階の評価基準をつくることもある。

4段階の評価基準を作成するには、3段階に1段階を増やすか、5段階から1段階を減らすかの選択がある。手順としてはまず、基本になる「おおむね達成」の基準を設定した後に3段階を設定するので、3段階に1段階増やす方が、3段階からさらに5段階にして1段階減らすよりも、手間からすれば楽である。ところが、3段階を4段階にするには中心の基準を削除することになるが、中心の達成度を基準にして上下の基準を考えることには変わりがない。結果としては、何段階の評価基準をつくるにしても、一度は5段階の評価基準を考えていることと変わりはないのである。

したがって、評価基準の作成にあたっては、以下の順番で進み、そのときに状況によって何段階にするのかを決定すればよい。

「おおむね達成」の中心となる基準 3段階 5段階 4段階

^{*31} 評価の結果が達成度の満足不満足に関して平坦なものであっても、適切な評価規準をもった学習活動とそれに対する評価がある程度蓄積すれば、全体の評価としては妥当性のあるものになると思われる。

12.5 評価基準表 (ルーブリック) のワークシート

四観点	評価規準	評価基準
知識・理解		A
		B
		C
思考・判断		A
		B
		C
技能・表現		A
		B
		C
関心・意欲		A
		B
		C

四観点	評価規準	評価基準
知識・理解		A
		B
		C
		D
		E
思考・判断		A
		B
		C
		D
		E
技能・表現		A
		B
		C
		D
		E
関心・意欲		A
		B
		C
		D
		E

13 ああ、アクティブ・ラーニング

13.1 受験勉強とは距離があるメリット

アクティブ・ラーニングに対してはいろいろな解説があり、どのような学習段階のどのような学習場面で、どんな展開をしたらよいか議論されている。しかし、このような議論をいくら細かくしても、学習状況は複雑に入り組んでいるし、簡単には整理できないという意味で先行きは混沌としている。生徒のアクティブに学ぶ状況をイメージしなさいといわれても、そんなイメージがこれまでに目標としてきた学習活動における生徒の状況とどこがどれほど異なるのかも理解しがたい。つまり、これまでとどこが違うのだ？という疑問が消え去らない。

「受験という難関を潜り抜けるための授業ではなく、本来の教育の姿に戻りましょう。」というのだったら、あまりにも教育現場^{*32}の思いを軽んじている。

受験（合格）指導に寄り添うことがなかった情報科は、これまでもこれからも、教育の当たり前の形態としてのアクティブラーニングを生徒たちに対して行っていくし、さらによりよい教育の方法を研究模索していくのだと思う。

13.2 学びの本質が、心をアクティブにする

本論を通してトレーニングしてきた、「情報の科学的リテラシーを活かし、観点別評価を踏まえた問題解決の授業創り」は、おそらく、これを読む人や実践する人にとっては心穏やかではなかったことだと思う。日常的に慣れ親しんだ考え方や方法ではなく、進んで学んで身に付けようとする内容だからである。

実はこのこと自体が読者、参加者にとってはアクティブ・ラーニングの体験であり、確かに疲労が蓄積していることを実感しているにせよ、少なからずの新しい知見めいたものを見出してくれているのではないのだろうか。こうした体験の次世代への移譲が、私たちにとってのアクティブ・ラーニングなのだと思う。

最後に、ある年（と、ある年）の、卒業直前に交わした女子生徒^{*33}との会話を紹介して、本稿の終わりとしたい。

コンピュータ教室に来ていた彼女は、オープンスペースでたぶん受験勉強をしていたと記憶している。「ご苦労様だね、頑張ってる。」というような声を掛けたところから会話は始まった。そして、こう言い出したのだった。「先生、うちの学校の勉強の中で何がたいへんだったかって、絶対に情報だよ。」当然、数学や英語が一番大変なのであると思っていたので、まったく意外な言葉だった。さっそくその理由を尋ねたのだが、返ってきた回答は簡単にいうとこういうことであった。「他の教科は問題があって、それにしがたって答えを考えればよかったけれど、情報の授業は、何を考えなければならないのかを自分で考える必要があったから。」

生徒たちは、思考する対象を自分なりに把握できないときには、それを自分の問題として、どこかにあるであろうはずの学びの目的を探索してくれる。時として生徒は、教師が想定している以上の高見を目的とし、教師が評価し切れないようなレベルの学習成果を挙げてくれることもある。

こうした学びのインパクトをどこの学校でもどのような生徒を対象にしてでも、ほんとうに与えられるものなのかという議論はいつも存在する。しかし、ここで本質的なものとして到達した考え方や方法論は、適切な目的設定と方法手段を講じることでフラクタル^{*34}に適用することが可能であり、いつでもどこでも実践的に活用できるものだと考える。いや、もっと積極的に考えながらその先の見方を育むことで、学習指導として確かな向上の道筋をたどることができるのではないだろうか。

アクティブ・ラーニングの議論は、こんな発言をしてくれた生徒の言葉の意味を考えることに集約されてい

^{*32} 教育「現場」という言い方に違和感や嫌悪感を感じる人もいるとは思うが、ここでは「私たちは現実が一番近いところにいる」という意味で、この言葉を使うことにする。

^{*33} 特に女子生徒であると断る必要は何もないのかもしれない。しかし、このような会話をしたのは2度（ある年とある年、という意味）あり、そのどちらとも女子生徒であることから、何かの理由でもあるのかと敢えて書いた。

^{*34} ある事柄の断片を切り取ってそれを考えたときに、それより小さな断片の形状と相似的な意味合いを見出せるとか、事柄を含む全体の文脈の中でそれが相似的であると見なせるような状況のこと。

るように感じる。アクティブ・ラーニングとは、学習活動に関わる者たちの心が震えること、さらにそれらが互いに共振することなのだろうと思う。

14 リベラルアーツとしての情報科

14.1 世の中を生きる基礎学問としての情報科

自分たちが担っている情報教育とは、いったいどのようなものなのだろう。これまで個人的には、世の中を読み解くための見方や考え方を、情報技術をキーワードにして解き明かす教科だと考えてきた。もちろん、情報科という教科を、情報学とか情報工学など、既存のアカデミックな領域との関係性から語られることも多い。しかし、情報科は明らかに、今まさに社会に飛び出そうとしている高校生あたりを対象に、彼らが世の中の進む情報化の流れに巻き込まれないように、主体的に生きていけるようにと願って生まれた教育領域であると理解している。まさに、アカデミックでの情報に対する考え方とは一線を画する教科であるのだと思う。

それでは、既存のアカデミックな領域に引きずられることなく、情報科として存在意義を主張できるようなあり方というのはどのような様をいうのだろうか。私たち教師自身がそのことを自覚し、それを積極的に議論しているかということ、これはまた心許ないことこの上ない。

14.2 アートとネイチャー

リベラルアーツという言葉がある。これはキリスト教の世界に生きている欧米人にとってのキーワードなのかもしれない。しかし、これがもし普遍的な意味を持つのだとしたら、私たちも検討をする余地があってもいいのだと思う。

まずアートは、人間が創ったもの、つまり人工のことを指す。つまり、人間がつくり出したものはすべてがアートである。だから、美術、文学、音楽はもちろんアートであることには間違いがないが、歴史、哲学もアートであるといえる。本来のアートが指し示す範疇は、とても広い意味を持っているのである。

一方で、アートと対極にある言葉がネイチャーである。ネイチャーとは自然のことだから、神がつくった世界を指す。だから、自然を研究する分野、中でも、化学や物理学は自然科学、経済学や心理学などは社会科学に分類される。

さて、情報科という学びは、果たしてアートなのかネイチャーなのか。

情報科は、世の中の人々の営みによって起こる様々な現象を科学的に理解し、人々がよりよく生きることができるよう貢献しようとするものである。だとすれば、情報科もアートと呼べる学びであり、他のアートと同様に、人が人であるために修養すべき素養といえるのではないか。

一般的に日本で教養学みたいにいわれるアートであるが、情報科というアートは、いわゆる人がよりよく生きるための基礎学問であると捉えるべきである。

14.3 そして、リベラルであること

一方でリベラル。リベラルは、文字通り自由であること。しかし、自由であることの意味合いは、それがいわれ始めた時代と現在では明らかに異なった意味合いを持っている。リベラルアーツがいわれた古代ギリシャ・ローマ時代には、「自由な人^{*35}のための教養」であるとされた。それは積極的に捉えると、人が自由であるために身に付けるべき素養であり、人の精神を自由にするために戦うための武器であったといっても過言ではない。

世界では、進展する情報化によってますます情報が溢れ、空間や時間を越えたところでの活動が行われるようになった。しかし、溢れているはずの情報は、あるところでは過剰なまでに、あるところではやはり過疎な

^{*35} 自由な人の対極には奴隷のような人たちの存在があったわけだが、当時の奴隷について論じることは、本稿では別の機会に譲ることとする。

ままだ、実は偏在している。そのことで、社会的な格差という名の不平等は、解消されることがないばかりか、ますますその度合いは増している。このような不平等のもとで、私たちは私たちが果たして存在していけるのであろうか。

どんな状況のもとでも、人間らしさは自由によって保障されるのだとしたら、この時代だからこそ私たちは、自由自由であることを努力しなければならない。そして、自由に思考し自由に行動するために、その拠り所となる生きるための基礎学問が必要なのである。リベラルアーツとして情報との関わりを学ぶ、そのような情報科であることをいつも求めていきたい。

14.4 リベラルアーツを担う

高校の学習内容が、大学入試によって少なからず変容しているのではなかろうかと危惧している。放課後や休日での課外講習で、大学入試に出題された問題を取り上げて、その解法について解説をする声は、自分がいる情報科準備室にも聞こえてくる。ところがそれは、日常の授業の中にも違和感なく紛れ込んでいく状況なのであって、取り立てて不思議な光景であるとはいえない。しかし、それは当たり前なことなのだろうか。

教師には一人の人間としての人生観もあるし価値観もある。その人のそれぞれの教育観、教材感を妥当か妥当でないかと判断するのではなく、生徒集団を預かる例えば教師の学年団が指導の方向性を議論しながら意思統一するべきものだと思う。ただそれが、生徒の進路指導という名目の上で、大学入試に合格するという目的に沿った学校教育が行われるということであれば、それには違和感を覚えざるを得ない。

幸いにして現在、情報科の教育は大学入試とは一線を画している。^{*36} それだからこそ生徒に対して、これからも変革の速度をさらに速めながら情報化する社会の中で埋もれ去るのではなく、自由な一人の人間として主体的に生きていくために、どのような教育をしたらそのような力を育てていくことができるのかを、何の柵もなく気兼ねもなく思う存分工夫を凝らした教育活動を行っていくことができる。

15 クリティカリストになろう

クリティカルであることは、情報科を学ぶ上での基礎的な素養である。そしてクリティカルであるような態度は、日常的なトレーニングによって養われる。^{*37} どのようなトレーニングが必要かということ、とどのつまりそれはリフレクション（振り返り）であるのではないだろうか。あらためてリフレクションの時間を作ろうとするのではなく、何かをしたり人とコミュニケーションをとったとき、その場面の一コマ一コマにおいて、瞬間的にリフレクションをするのだ。言葉を代えると、瞬発力としてのリフレクション力を身に付けるとでもいえようか。

ものごとや人を疑うのではなく、そこには見えない本質的な何かを引き出そうという姿勢がたいせつである。そして本質的とは、好きとか嫌いとか、正しいとか間違っているとか、そのような単純な判断ではなく、そこに何か価値を見出せることだということに留意する。以下のリストは参考までに。

1. それは本当なのか
2. 他のことも考えられないか
3. 自分だけの考えなのではないか
4. 皆が～、というのはいったい何人のことか
5. その存在や体験は事実なのか
6. 自分がそう考えているだけなのではないか
7. それは具体的にどのようなことか

^{*36} 検討されている大学入試改革によって、情報科の立ち位置にも変化があるかもしれない。高校の学習全般における基礎教科としての扱いになるかもしれないことには少しの期待があるが、そのことでまた、違った方向に向かってしまうのかもしれないという危惧も大きい。これはまた別の話。

^{*37} そうです、トレーニングです。評価規準をつくることも、クリティカル・シンキングができるようになるのも。このように、ほとんどのことはトレーニングで解決しますから、努力がなければ何も行われぬこととなります。

8. それはいつもそうだと見えるのか
9. 何があなたに影響を与えているのか
10. その判断は、何を基準にしているのか
11. そのことは果たして現実的なのか
12. そもそも現実的である必要があるのか
13. それはそもそも問題にするようなことなのか
14. それは今だけのことではないのか
15. それは単なる思い込みではないのか
16. ダジャレにするネタはないか（いつもクリティカルな態度でいるために、実は重要な要素！）

参考文献

- [1] E.B. ゼックミスタ・J.E. ジョンソン, クリティカル シンキング (入門編), 北大路書房, 1996
- [2] E.B. ゼックミスタ・J.E. ジョンソン, クリティカル シンキング (実践編), 北大路書房, 1997
- [3] 道田泰司・宮元博章, クリティカル進化論, 北大路書房, 1999
- [4] 若山昇, 誰でも分かるクリティカル シンキング (それって、ホント?), 北樹出版, 2013

- [5] 齋藤嘉則, 問題解決プロフェッショナル (思考と技術), ダイヤモンド社, 1997
- [6] 齋藤嘉則, 問題解決プロフェッショナル (構想力と分析力), ダイヤモンド社, 2001
- [7] 小川仁志, 問題解決のための哲学思考レッスン 25, 詳伝社, 2014

- [8] 野矢茂樹, 入門! 論理学, 中公新書 1862, 2006
- [9] 戸田山和久, 「科学的思考」のレッスン, NHK 出版新書 365, 2011
- [10] 内山力, 論理的な伝え方を身につける, PHP 新書 728, 2011
- [11] 米盛裕二, アブダクション (仮説と発見の論理), 勁草書房, 2007
- [12] ダン・クライアン・シャロン・シュアティル, ロジックの世界, BLUE BACKS 講談社, 2015

- [13] 上村有子, 【論理思考】がわかる本 (IT エンジニアのための), 翔泳社, 2006
- [14] 逢沢明, ロジカルシンキング (頭スッキリ! 実践論理のスキルアップ), サンマーク出版, 2003
- [15] 堀公俊, 今すぐ使える! ロジカルシンキング, PHP ビジネス新書 163, 2006

- [16] 松井泰子・根本俊男・宇野毅明, 入門オペレーションズ・リサーチ, 東海大学出版会, 2008
- [17] 木下栄蔵, 孫子の兵法の数学モデル (最適戦略を探る意思決定法 AHP), BLUE BACKS 講談社, 1998
- [18] 木下栄蔵, 孫子の兵法の数学モデル (実践編), BLUE BACKS 講談社, 1998
- [19] 木下栄蔵, よくわかる AHP (孫子の兵法の戦略モデル), オーム社, 2006
- [20] 高田博和・上田隆穂・奥瀬喜之・内田学, マーケティングリサーチ入門, PHP 研究所, 2008

- [21] 中野明, Excel で学ぶゲーム理論, オーム社, 2010
- [22] 逢沢明, ゲーム理論トレーニング, かんき出版, 2003
- [23] 村井直志, 【入門】科学的意思決定 (企画・戦略スタッフのための), 秀和システム, 2011

- [24] 涌井良幸・涌井貞美, 統計学の図鑑 (まなびのずかん), 技術評論社, 2015
- [25] 高橋洋一, 統計・確率思考で世の中のカラクリが分かる, 光文社新書 542, 2011
- [26] 竹内薫, 99.9% は仮説 (思いこみで判断しないための考え方), 光文社新書 241, 2006
- [27] 谷岡一郎, データはウソをつく, ちくまプリマー新書 059, 2007
- [28] 豊田秀樹, 違いを見抜く統計学 (実験計画と分散分析入門), BLUE BACKS 講談社, 1994
- [29] アイリーン・マグネロ, マンガ統計学入門 (学びたい人のための最短コース), BLUE BACKS 講談社, 2010
- [30] 神永正博, ウソを見破る統計学 (退屈させない統計入門), BLUE BACKS 講談社, 2011
- [31] 永田靖・稲葉太一・今嗣雄・葛谷和義・山田秀, おはなし統計的方法, 日本規格協会, 2005
- [32] 向後千春・富永敦子, 統計学がわかる (ハンバーガーショップでむりなく学ぶ、やさしく楽しい統計学), 技術評論社, 2007
- [33] 中西達夫, 悩めるみんなの統計学入門 (統計学で必ず押さえない6つのキーワード), 技術評論社, 2010

索引

AHP, 21–23

Rubric, 32, 34

アカデミック, 36

アクティブ・ラーニング, 35, 36

アルゴリズム, 21, 22

アート, 36

意思決定, 21, 22

一対比較法, 22, 23

イメージ, 30

イメージを追いかける, 29

イメージを修正, 29

おおむね達成, 32

オペレーションズ・リサーチ, 21

重み, 22

音楽理論, 19

オープン・マインド, 30

階層分析法, 21

科学的, 7

科学的な根拠, 21

仮説形成, 7, 8

価値観, 20

観点別評価, 10

観点別評価規準, 31

学種到達度, 32

学習の深まり, 11

基準, 22

基礎学問, 36, 37

客観的, 7, 23, 30

協和音, 19

ギミック, 13

逆数, 19

クリティカリスト, 37

クリティカル, 8, 29

クリティカル・シンキング, 8, 19

形式的評価, 11, 12

ゲーム理論, 21

5段階の評価基準, 32

3段階の評価基準, 32

三平方の定理, 19

視点, 30

尺度, 32

習得状況の程度, 32

主観的, 23

証明, 19

実験や実習, 20

実証的, 7

十二分な達成, 33

重要度, 22

授業計画案, 23

授業のデザイン, 20

授業評価, 12

受験勉強, 35

自由, 30, 36, 37

情報科, 36, 37

情報学, 36

情報工学, 36

情報の科学的リテラシー, 7

情報のデジタル化, 20

情報の見方や考え方, 20

情報リテラシー, 19

人工, 36

水準, 32

推論・論証, 7

数値化, 22

ストラテジー, 13

図形的関係, 19

図形的な意味, 20

正規化, 23

生徒の成長, 32

戦術, 14

選択肢, 22

戦略, 13

絶対的, 22

絶対不等式, 17

全体を, 1, 23

総括的評価, 11, 12

相加平均, 16

総合的評価, 23

総合評価, 23

相互関係, 20

相乗平均, 16, 18, 22, 23

相乗平均の意味, 17

相乗平均の応用例, 17

素養, 36

タクティクス, 14

正しい判断, 19

達成が十分, 32

達成が不十分, 32

達成にはほど遠い, 32

単純な計算, 23

中心化傾向, 33

調和平均, 16, 19, 20

散らばりの中心, 16

ツアー・パンフレット, 21, 22

データ分析, 18

統一の意味, 20

統一的理解, 20

統計, 16

統計的知識, 19

統計的モデル, 21

統計リテラシー, 19

トレーニング, 29, 30, 35, 37

度合い, 22

何を考えるのか, 35

均した値, 16, 18

慣れ, 29

二者択一, 22

値上がり率, 17, 18

値上げ, 17

ネイチャー, 36

歯磨き, 29

比, 18

比較評価, 22

比の値, 20

評価基準, 32

評価規準, 22, 30, 32

評価基準表, 34

評価の観点, 29, 32

評価の四観点, 29

比例式, 20

ピタゴラスの定理, 19

フラクタル, 35

平均, 16

平均速度, 19

マスメディア, 18

学びのインパクト, 35

メディア・リテラシー, 19

モデル, 21

問題解決, 9, 21

問題解決の科学的行動, 9

優先順位, 22

世の中を読み解く, 36

四観点, 10, 32

四観点を学習活動, 10

四観点を段階的に適用, 11

4段階の評価基準, 33

率, 18

リテラシー, 18

リフレクション, 12, 37

リベラル・アーツ, 36, 37

ループリック, 32

論理的, 7

割合, 18

割り算, 18