

①「転んでもシメタ学」としての メタ認知 & 仮説実験的認識

（認識論分科会を想定）

やなぎさわかつひろ

信州・上田仮説サークル 柳沢克央 (facebook)

<https://uedakassetsucircle.jimdo.com/>

katsu-y@coral.plala.or.jp

【要旨】トラブル回避と脱出に必要なのは「自己（事故）とその周辺について冷静かつ客観的に認識する（＝「メタ認知」）と同時に、仮説実験のサイクルを回し続ける」ことだ。そしてこれはトラブル回避と脱出だけでなく、よりよく生きるための手段でもある。「事故学」は「自己学」だ。

◆危機を招かないためにはどうすればよいか

かつて起こした化学実験事故について『仮説実験授業研究会ニュース 2017 年 12 月号』に記した。この事故を起こしてから「事故を防ぐにはどうしたらいいのだろうか」「事故を起こしたらどのように対応すればいいのだろうか」ということを日々考え続けてきた。そして現時点（2018 年 7 月）での一つの結論を紡ぎ出すためにこのレポートを書き始めている。よろしければ、さあ、どうぞご一緒にお考えまじくや。

◆世阿弥の「離見の見」

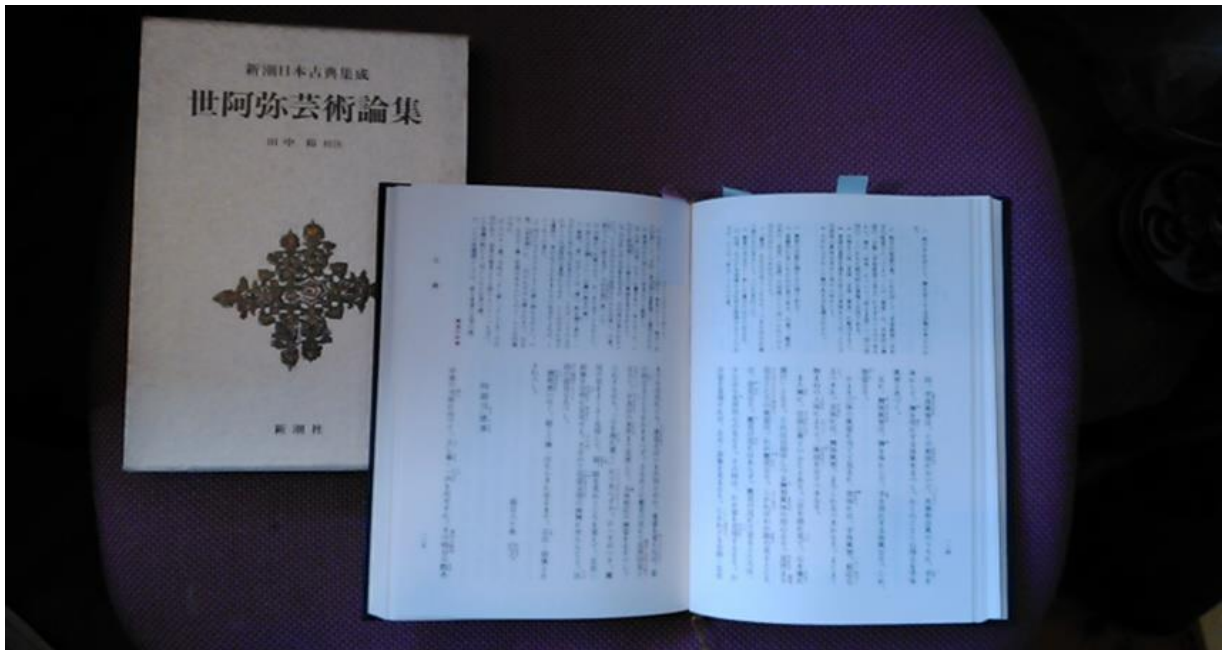
自分を冷静かつ客観的に見つめることはとても大切なことである。これを意識的に行ったのは、いつの時代の人だったろうか。

具体的な記録が残っている最古の人物として私が知り得たのは、世阿弥である。能楽の大成者、世阿弥（1363-1443）は著書『花鏡（かきょう）』で述べている。

…また舞に、目前心後といふことあり。「目を前に見（つけ）て、心を後ろに置け」となり。これは以前申しつる舞智風体の用心なり。見所（けんじょ）（観客席）より見る所の風姿は、わが離見なり。しかればわが眼の見る所は、我見なり。離見の見にはあらず。離見の見にて見る所は、すなはち見所同心の見（観客の見る目と一致した場合の自分の見る目）なり。その時は、わが姿を見得（想像）するなり。わが姿を見得（想像）すれば、左右前後を見るなり。しかれども、目前・左右までをば見れ

ども、後姿をばいまだ知らぬか。後姿を覚えねば、姿の俗(しよく)(野卑⇔幽玄)なる所をわきまへず。さるほどに離見の見にて見所同見となりて、不及目の身所まで見智して(ふつうは目の届かない背部までも観察して)、五体相応の幽姿をなすべし(全身が互いに響きあい、一体となった、幽玄の姿を見せるがよい)。これすなはち、「心を後に置く」にてあらずや。かへすがへす、離見の見をよくよく見得して、眼、まなこを見ぬ所を覚えて、左右・前後を分明(ふんみょう)に窺見(あんけん)せよ(不動の目ではっきりと認識せよ)。さだめて(そのとき)、花姿玉得(くわしぎょくとく)の幽舞(至高の舞)に至らんこと、目前の証見なるべし(その目で確認できよう)。(引用以上)『世阿弥芸術論集』(新潮日本古典集成・1976年編)

ビデオ・カメラもなく、近代的自我も確立していない時代にここまで自己を客観化できていたことは、世界史的にも驚くべきことである。



新潮社『世阿弥芸術論集』のうち『花鏡（かきょう）』に「離見の見」が収録されている

なぜ事故を起こしてしまったのか…。原因を一言でいうと「現状認識が不十分だったから」である。つまり、自分のやっていることを客観的に見つめることができず、先の予測も全くできていなかった、のである。「予測と制御」ができていなかったのである。要は想像力の問題であり、想像力こそ仮説実験授業の要（かなめ）である。

この事故を受けて即座に板倉聖宣氏から「〈事故学〉の研究を進めるように」との依頼を受けた。だが、当時はどう受け止めたらいいかよくわからず、満足な形にすることができなかつた。上田仮説サークルのメンバーからも励ましを受けて、事故例の集積作業を開始したが、途中で頓挫した。これも、研究の見通しが立たないまま、漫然と作業を開始したのが原因であった。自分自身をメタ認知できていなかったのである。

もう一つ。一般に事故を起こす状況になっている場合、当事者は「視野が狭い」状態になっている。このことはかつて牧衷さんからうかがった。自己の置かれた状況を冷静に客観的に見つめることができるならば、必然的に自分自身を「見下ろす」＝「俯瞰する」状態が実現しているはずである。これが、自分自身を客観的に認識することである。視野を広く持つように意識するだけでも状況は改善する。これをさらに拡張敷衍してみよう。

自分自身を客観的に認識する場合、歴史の中の自分を意識することができていなければならない。すなわち、これが歴史に学ぶ、歴史を学ぶということなのではないか。また、世界の中における自分の位置についても正しく認識することが必要である。たとえばここ、日本に暮らし、いま、日本に生きていることを抜きにして、地に足の着いた研究ができるとは思えない。「5W1H」に戻って考えることが大切なのだ。

◆書くこととメタ認知

実験にかぎらず、人生における危機的状況におちいった場合、そこから脱却するにはどうしたらよいのだろうか。これについては『仮説実験授業研究会ニュース2018年2月号』に「トラブルが起きた時、どう行動すればよいか」としてまとめて、発表した。

この文章で言いたかったことは「現状を正しく認識するためには、書くことが有効。書くことでメタ認知を進めることができ、メタ認知ができれば問題解決の方法が見えてくる」ということであった。今もこの結論は変わっていない。

カウンセリングも、クライアント（相談ごとがある人）が自身についてメタ認知できるようなはたらきかけを行うことこそ最重要ポイントである。

◆イタクラ式研究法は「メタ認知」を高める方法の精華、意識的に実践してみることが大切

板倉聖宣氏の提唱した研究法（イタクラ式研究法）は、メタ認知を高める手法の組み合わせである。すなわち、年譜・年表を書く・描くことでテーマおよびその人物の歴史的な流れを一枚の紙上にまとめ、俯瞰する。また、グラフを描くことで、テーマとした事柄の（多くの場合数量的な）変遷を一枚の紙上にまとめ、俯瞰する。

「10万円研究法」と呼ばれる文献収集とその読みこなしの手法も、研究分野全体を俯瞰するための作業そのものであると言ってよい。

天体模型・分子模型も、大宇宙の大きさを認識し、この世界（宇宙）が原子からできていることを認識するための手段。

科学者の伝記を本棚に生年順に並べるのも、科学の歴史の流れをつかみ、俯瞰するために必要な作業である（余談になるが、その並べ方は和式〔右から左〕だったのだ

ろうか、洋式〔左から右〕だったのだろうか。興味がわくところである）。

板倉氏が過去を見る眼は科学史家のそれであり、現在と未来とを見る眼は教育学者のそれであった。授業書作成は歴史的な仕事である。小手先の操作だけでは授業書を作成できない。これらの「複眼」を持ち、目的に合わせて組織することが必要である。

板倉氏は上記一連の作業を通して、メタ認知能力を高め、同時に仮説実験のサイクルを回して研究を進めていたに違いない。そして、この手法をつねに意識的・積極的に模倣し、意識的に追体験していくことが私たちにとって大切なのではないか。

◆仮説実験授業を受けた子どもたちのメタ認知能力をヨリ高める方法

仮説実験授業には 10 時間を越える授業時間を要するものも多い。たとえば《ばねと力》《花と実》などがその例。授業が長期にわたると、学習内容を把握することが難しくなる場合も少なくない。

こうした授業書の学習のあとで子どもたち自身に授業書全体を把握させるための作業が「テスト」であり「新聞づくり」である。これらのことを行わない場合に比べて、行ったほうが子どもたちの授業への評価がよくなるのはなぜだろうか。

それは、こうした「ふりかえり」をすることで、「学んだ科学の概念とその全体像、およびそれらが把握できた自分を明確に認識することで達成感・自信が高まるから」。

改めて、律義に仮説実験授業に取り組み、真摯に実践を重ねた西川浩司氏をはじめとする先達の卓見に深く頭が下がる思いである。

◆放送作家・前田武彦氏と「メタ認知」

2016 年 7 月 7 日に没した永六輔氏の評伝、隈元信一著『永六輔』（平凡社新書・2017 年）より引用する。

…考えてみると、作家が番組で面白おかしく語り、時間配分などもそつがないのは、もともと頭の中に台本があるからではないだろうか。番組でハプニングが起きても、頭の中で臨機応変に書き直せばいい。前田武彦はタレントの関根勤との対談で、「書くということはしゃべることと無縁なようでいながら、じつは話のポイントを整理して、凝縮するトレーニングになると思う」と指摘してこう語っている。

…他人が読む読まないは別にして、書いていてちょっと長いと思えば、どこを落とすかとか、これじゃ自分が面白いと思ったことが伝わらないと思えば、じゃどうしようとする余裕があるでしょ。書いたものなら。だから以前、僕のところに弟子志望のヤツがきて、しゃべりのタレントになりたいという。だから僕は、何か書けといっただんです。うまいしゃべりをやるには書かなきゃダメだよと。この男といま会うとと

でも楽しくおしゃべりできる。僕は無理に書かせたらだと思ってるんです。ツボを押さえて楽しく話せる。（『前武・関根のおしゃべりに会いたくて』ゴマブックス・2001年・22～23 ペ）

前田はこうした力を「話のデッサン力」と呼んだ。永や前田の話は面白おかしく、あっちこちに飛んでいるようでいて、きちんとオチをつけて終わるのに驚くことがしばしばだ。「話のデッサン力」を鍛えたからこそなのだろう。

こう見てくると、放送作家から名パーソナリティ、名司会者が生まれたのは不思議でも何でもなく、むしろ当然という気がしてくる。（78 ペ）（著者は 1953 年、鹿児島県生まれのジャーナリスト。朝日新聞記者が主要な経歴）

◆放送作家・永六輔氏とメタ認知

…労を惜みず、現場に足を運ぼう。

取材の基本が、現場主義なのは間違いない。週の六日を旅先ですごした永は、ほとんどいつも取材の現場にいたことになる。「現場に行ったら、高いところに登れって。宮本常一さんの教えを実践しています」と私（隈元）に言った。現場を俯瞰することで全体像が見えてくるというのは、新聞社で新人記者が教わることと全く同じである。…以上、隈元信一著『永六輔』（平凡社新書・2017 年）

永六輔氏がメタ認知の考え方に長けていたことを示す文章であると言える。

◆全体像を把握することがすぐれた判断に結びつく

仮説実験的認識論が仮説実験授業の理論の中心であることは自明であろう。これに本稿で述べてきた「メタ認知」を組み合わせることにより、よりよく生きる、楽しく生きることができる。そして、たとえ危機的状況に陥ったとしても、仮説実験的認識とメタ認知とを組み合わせれば、状況を改善することができる。これが、「転んでもシメタ」というコトワザを真に生かすことであり、事故学（＝板倉氏が私たちに伝えたかったこと）なのではないかと、いま、噛みしめている私がここにいる。

「メタ認知」というカタカナを含んだ言葉に抵抗を覚える人がいるかもしれない。そして世阿弥の「離見の見」についても、「で、それがどうした」と思われる方がいるかもしれない。そうした方にも、読むこと、そしてご自身の考えを書いてみることを通して「**仮説実験的認識とメタ認知こそ、黄金の組み合わせ**」であることを汲み取っていただければうれしい。〔2018 年 7 月 21 日（土）〕

転んでもシメタのもとにはメタ認知仮説実験合わせた叡智

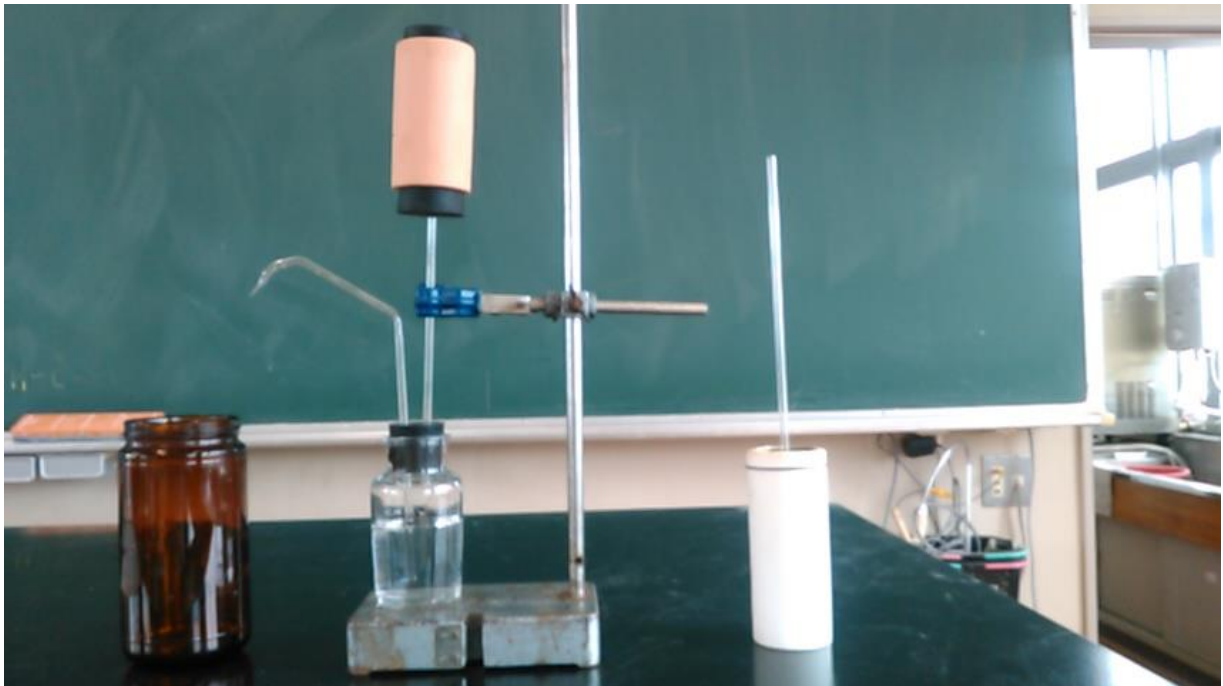
② 素焼きの筒で気体の分子運動が見える

（物性分科会を想定）

やなぎさわかつひろ
信州・上田仮説サークル 柳沢克央 (facebook)

<https://uedakasetrucircle.jimdo.com/>
katsu-y@coral.plala.or.jp

【要旨】仮説実験授業《温度と分子運動》（そのうちの《蒸発と分子運動》）の「研究問題」（案）を作成した。この「素焼きに筒を使った実験」による問題を挿入すると、気体分子運動についての生き生きとしたイメージを形成することができ、教育効果をさらに高めることができる。



素焼きの筒を使った実験装置。右の筒が原型（見本），噴水に接続した部分がこのたび作成したもの

◆『仮説実験授業研究会ニュース 2017 年 12 月号』で紹介したこの実験方法の歴史など

この実験を初めて見たのは、1998 年頃、長野吉田高校に勤めていた頃のことであると記憶している。それ以前から、信州大学教育学部の伊藤武教授（現在は引退）が上田仮説サークルに参加されていた。伊藤先生からの依頼があり、信州大学大学院 2 年生（当時）の樋田（といだ）さんに高校生対象の研究授業を実施させたいので、協

力してほしい旨の申し出があった。そこで、当時の校長の許可を受けて、卒業論文に関係する授業をしてもらった。このとき長野吉田高校の2年生の講座で気体分子運動に関する実験を見せてくれることになり、そのときにこの素焼きの筒を使った実験があることを初めて知った。その結果に感動するにはしたのだが、しばらくの間、このことは忘れていた。

これが赤堀四郎・木村健二郎編『化学実験事典』（1968年初版・1973年増補版）に掲載されていることは2006年頃、県立長野高校に勤めているときに知った。長野高校化学教室内の戸棚に樋田さんに見せてもらった実験装置と同じものが保管されており、埃をかぶっていた。おそろおそろ実験してみると、大変うまく作動した。これを単独で生徒たちに見せたところ、とても驚いてくれるなど、素晴らしい反応だった。

◆県立長野高校での反応

《蒸発と分子運動》《分子運動と寒剤のなぞ》の2編から成る授業書《温度と分子運動》は2005年10・11月に『たのしい授業』で発表された。私はこれを2007年4月にまとまった形で授業にかけ、その記録を同年に開かれた第78回日本理化学協会長野大会で「仮説実験授業《温度と分子運動》の授業記録（高3）とその検討」として発表した。このときは、授業には素焼きの筒の実験を組み込んでいなかった。ただ、翌年2008年には素焼きの筒の実験をやってみせたところ、非常に反応がよく、以後必ず見せようと思って実施してきた記憶がある。

いまのところ、授業書《蒸発と分子運動》に次に掲載する文章を挿入すればうまく実施することができるだろうと考えている。これが、2018年7月現在、私が考えた、「本実験を歴史的に位置づけ、意義づける作業」である。

ただし、これはあくまでもオプションである。興味を持った授業者が実施してくれることで効果が高まるという性質のものであり、この授業書の実施にとって必須のものではないことをここに記しておく。

◆挿入問題文素案

【研究問題1】

ここに素焼きの筒につながれた噴水があります。素焼きの筒の中の圧力が上がると噴水になり、逆に圧力が下がると、空気が逆流して集気びんの中で空気の泡が観察できます。

ペットボトル等に水上置換で水素を集めます。そのいれ物を静かに素焼きの筒にかぶせたら、どうなると思いますか。

予想

- ア. 何も変化は起きない。
- イ. 噴水が観察できる。
- ウ. 集気びんの中に空気の泡が観察できる。
- エ. その他。

討論

どうしてそうなると思いますか。みんなの考えを出し合いましょう。水素の分子運動の平均速度は、空気のそれと比べてだいぶ大きいことに注意しましょう。

結果

()

【研究問題 2】

こんどはペットボトル等に空気よりも重く、分子運動が不活発なジメチルエーテル（と二酸化炭素）を集めます。そのいれ物を静かに素焼きの筒にかぶせ、いれ物の中の気体が逃げないように底の部分を閉じた状態にしたら、どうなると思いますか。

予想

- ア. 何も変化は起きない。
- イ. 噴水が観察できる。
- ウ. 集気びんの中に空気の泡が観察できる。
- エ. その他。

討論

どうしてそうなると思いますか。みんなの考えを出し合いましょう。ジメチルエーテルの分子運動の平均速度は、空気のそれと比べてだいぶ小さいことに注意しましょう。水素の時と逆の結果になるでしょうか。

結果

()

◆「魚の隠れ家」を使って再現に成功

県立長野高校に保管されていたこの実験装置にはダニエル電池用の素焼き筒が用いられている。このダニエル電池用の素焼き筒は現在、教材として入手することができない。どうやって手に入れたら良いだろうか。

上田仮説サークルの渡辺規夫さんから 2017 年 12 月に「《魚の隠れ家》として適当なものが入手できる」と教えてもらった。しかし、すぐに動くことはなく、しばらく

そのままにしておいた。

仮説実験授業研究会 2018 年夏の大会が近づいた今年 6 月、近隣のホームセンター3軒を回ってみた。残念ながら、良いものはなかった。そこで、ウェブ上で検索したところ、使えそうなものがあったので、購入し、試作してみた。うれしいことに、原型と全く同等の性能を有する装置を組むことができた。

前掲写真のような装置を組めば、気体分子運動をイメージできる結果が容易に観察できる。《蒸発と分子運動》の研究問題として前掲文を挿入すれば、児童・生徒・学生たちの理解を深め、気体分子の運動についてたしかな実感（生き生きとした動的なイメージ）を持って想像してもらうことができるはずである。

追試される方の感想，児童生徒たちの感想を楽しみにお待ちしております。〔2018 年 7 月 22 日（日）〕

簡単に分子運動みるために素焼きの筒に気体かぶせる

◎上掲の研究論文は(公財)武田科学振興財団 2017 年度高等学校理科教育振興奨励金により執筆できました。ここに特記して深甚なる謝意を表します。(柳沢克央)

③データベースこそ「知の宝庫」

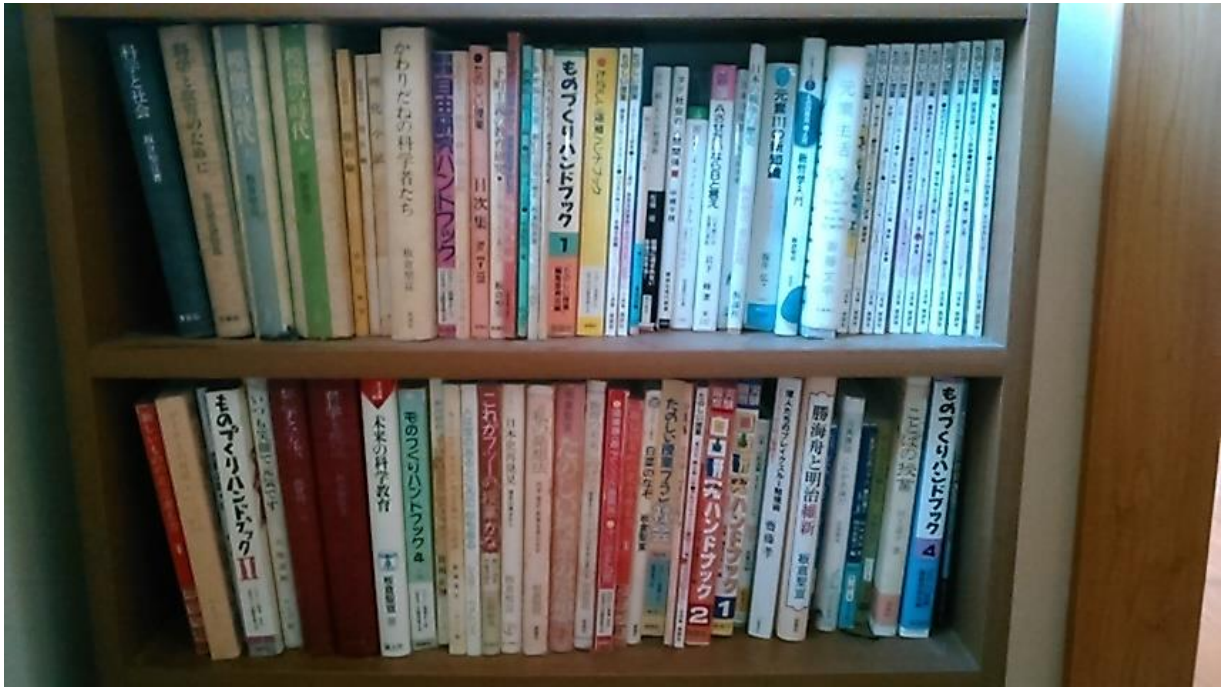
(組織論分科会を想定)

やなぎさわかつひろ
信州・上田仮説サークル 柳沢克央 (facebook)

<https://uedakassetsucircle.jimdo.com/>

katsu-y@coral.plala.or.jp

【要旨】文献等を集積するだけでは十分に活用することができない。希望する誰もが検索できる確かなデジタル・データベースを構築することが、現代の学問構築の最も重要な作業の一つである。将来的には仮説実験授業等の研究成果や実験事故例（とその予防策など）もデータベース化していくことが必要である。



本棚に本が並んでいるだけで良いのか？

◆1988 年当時の文献検索法

学生時代のこと。大学図書館の最上階に当時最新鋭のパソコンが置かれていた。「化学論文執筆法」講座の担当 F 教授に案内されて 30 名ほどの学生たちがついていった。ガラとした部屋の真ん中にパソコンが一台。F 教授がこのパソコンを電話回線に接続し、3~4 語の検索単語を入力すると（今でいえば「and 検索」だったのだろう）、しばらくの間をおいて、ロール状の紙の上に検索結果が続々と打ち出されてきた。検索ワードは失念したが、ヨウ素に関する論文で 10 件ほどのヒットがあったことは覚えている。「…という具合にして、気になる分野の先行研究の状況をよく調べた上で本格的な研究に入るのです」と F 教授。

いま考えれば、誰でも（中高生でも）やっているようなこの作業について「いま、かかった電話代は 8000 円位です」と F 教授が補足。これに素朴に驚いて「研究というものはお金がかかるものだな～」と妙に感心していた 30 年前の私たち学生。

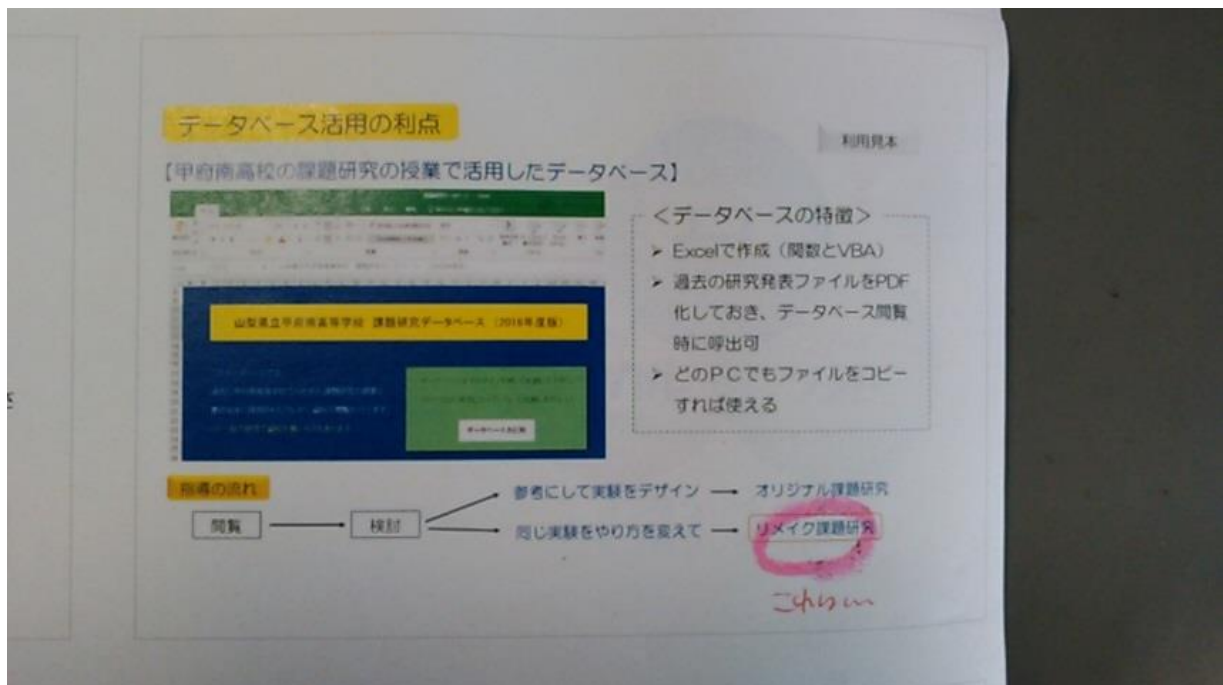
◆長野県総合教育センター研修を受けて考えたこと

勤務校（県立屋代高校）は SSH（スーパー・サイエンス・ハイスクール）第四期の指定を受け、全校で「課題研究」を行っている。このことについて理解を深めるため、6 月 4 日（月）に長野県総合教育センターの研修を受けた。長野県内各地の高校で「課題研究」に取り組む教員の実践を持ち寄り、交流することができて有意義であった。

わけでも、当日の基調実践報告者、小林孝次氏（南安曇農業高校）の実践報告から、データベース構築の必要性と意義について大きな示唆を受けた。

この講座を受講する前から漠然と思っていたことは、「**検索できない情報は生きた情報とは言えない**」ということである。データベースは情報を整理して保存し、必要な時に必要な部分が検索できて初めて真に生きた情報として活用できる。個人が教材の保存と活用をするときにパソコンを使う場合のことを思い起こせば、容易にイメージすることができるはずである。

いろいろと調べてみたが、現在の日本では科学教育と関係する論文執筆の分野で活用できるデータベースは皆無であるらしい。思わずめまいを起しそうでもあるが、この現状に即して、「これからの発展が大きく期待される分野」であるといえよう。



2018年6月4日（月）、長野県総合教育センター「課題研究研修」における
小林孝次氏（長野県南安曇農業高校）の実践報告レポートより

◆検索できなければ情報ではない（…と言い切ってみる）

どんなに重要な文献がそろっていても、問題意識を持った人物がいなければ、活用することはできない。どんなに素晴らしい性能のスポーツ・カーがあっても、燃料が入っていなかったり、ドライバーが乗っていなかったら、活用することはできない。

上記と同様に、どんなに素晴らしい文献があっても、すぐに検索できる状態でなければ、そこにある情報を活用することはできない。

以上のことから、仮説実験授業に限らず、「研究成果などを紙ベースではなく、デジタル

で検索可能なデータベースとして構築すること」は、2018 年という「デジタル時代」では学問構築の上で最も重要な作業の一つであるといえるだろう。この作業のモデルになるのは、各新聞社が構築しているデータベースである。これを一回でよいから、とにかく実際に使ってみれば、その効果が刮目すべきものであることが分かる。**（「新聞購読料を支払っている者に限ってデータベースが自由に使える」という未来の姿がおぼろげながら見えてくるようだ。斜陽と言われて久しい出版社の「活路」もこれと同様なのではないか）**

長野県の場合、県立高校から簡単に信濃毎日新聞社の新聞記事データベースで検索することが可能である。私はこのデータベースによって 2018 年冬の平昌オリンピックで大活躍した小平奈緒選手（スピード・スケート）に関する極めて印象的な記事を瞬時に探し出すことができ、勢いをもって生徒たちに紹介することができた。一度使ってしまうと、図書館で新聞の山と格闘しながら検索する気は失せる。

こうして書いてみると、新聞というのは、毎日毎日データベースに蓄積されていく「情報の見本市」であり、いまや切り抜く必要はほとんどないことがわかる。写真や図版などは別とすべきであるが、記事本文だけを読みたいのであるならば、データベースが使える状況であれば、入力するキーワードと日付などを二つ三つメモしておくだけで十分なのである。

◆「ローマは一日にして成らず」

仮説実験授業研究会の財産を死蔵してはならない。時代に合わせて活用しつづけるために、絶えざる点検と成果の積み上げ作業が必要である。そのためには、従来の出版物だけではなく、コンピュータ上で瞬時に検索可能なデジタル形式のデータベース構築は必須であり、歴史的必然であると考えられる。

牧衷さんは「フォーマット（形式）が決まれば、研究というものは飛躍的に進むものだ」と説かれていた。私も同感である。

ここまで、大風呂敷を承知の上でデータベースの必要性について述べてきた。

すでにこうしたことについて論じられてきたのであったとしたら、私の不勉強であるといわざるを得ないだろう。だが、そうでなかったとしたら、まず、本稿を読まれた仮説実験授業研究会員に現状について認識していただき、動けるところから動くことが必要だろうと考えている。〔2018 年 7 月 23 日（月）〕

誰でもが信じて使う学問のデータベースが未来を築く（了）

ながのけん
執筆者：長野県 ©柳沢克央（やなぎさわかつひろ）