

第四回(2009/6/19)「『鉱物学雑感』に見る異分野交流」

(発表者)熊澤、(担当)鈴木

概要

今回は異分野間交流についてということで、地球物理学と鉱物学の関わりなどについて、熊澤さんが昔書かれた「鉱物学雑感」(1983)をネタに話をうかがいました。

・鉱物学は三成分個溶体である

元気があると混ざるが、元気がないと分離する。

・物理学と鉱物学をはっきり分けるのはつまらない

・飯石さんが、鉱石の構造を調べたりとかはコンピューターで

できるようになるので(分子動力学法 Molecular Dynamics method)

鉱物学がやることがなくなるかも、という話をされた。

(おそらくここには、物理学系 vs 地質学会の構造があったのだろう)

Q. 当時鉱物学は何をやっていたのか。

A. X線を使って鉱物の構造を調べる、

機械を使いつつ鉱物の refinement をする、

ある土地・時代に固有の鉱物を調べる、など

(鉱物学の学会は 2007 年 9 月 22 日に

「日本鉱物学会」と「日本岩石鉱物鉱床学会」(これが「三鉱」?)が統合され、

「日本鉱物科学会」<http://www.soc.nii.ac.jp/jams3/> ができるようです。

ちなみにその今年の年会のページを見ると、参加登録費の割り引きや他学会との共催セッション(日本惑星科学会とも何かやるようです)の話が書かれており、

まさになかなか厳しい情勢の中で他の分野との関係の中で生き残ろうという方針にあるのかなあ、と感じられて興味深いです。)

・地球科学との関わり方の提案

・氷を対象とする

・弾性定数の測定

音速(弾性波)と屈折率

P波とS波:P波、進行方向に平行、早く伝わる **primary**

S波、進行方向に垂直、**secondary**

(このあたりはけっこう詳しい解説をいただきましたが、
テクニカルな話でよく分かりませんでした。)

・学会で異分野交流を促すことが大事

・研究のライフサイクルが研究者のライフサイクルより短くなった
(『科学のライフサイクル』(1975)、林 雄二郎・山田 圭一、自然選書,中央公論社)
それゆえ、さまざまな分野と関わりいろいろな研究をする必要、
そしてそのようなことができる研究者を育てる教育システムをつくる必要が出てくる。
研究から特許・商品化に至る前に講座を開設すべき。

それに対して出た意見:科学が分散するのはあたりまえでは。
「分野」をどうとるかも問題。

ディスカッション

- ・理系では一人の教授(ボス)のもとで講座があるというのがよくない。
(「伝統の技」を伝える徒弟制度のような)
- ・科学研究はチームでやるから仕方がないという面もある

鈴木の感想

・最後の話は個人的に興味深かった。科学研究の方が、最先端の研究を
しなければならず(そうでないと業績にならない)、そのためにはチームで
動く必要があり(また実験器具など設備の問題もあり)、
研究者の卵がその研究室でやっている **specific** な研究に縛られる程度が強い
のかもしれない、と感じた。
(逆に言えば、文系の方が教授からある程度独立して一人で研究できて、
論文も書ける面がある、ということ。
—哲学業界での「おける」伝承の風習は依然として強いものがあるとはいえ)

そうした状況の中で(少しずつ改善はされているらしいが)
どうやって異なった科学分野間の交流を促すか、そして実り豊かな新たな領域を

つくりだすか(熊澤さんの例のスローガンが思い出される)ということは、科学哲学者も考えるべき問題なのだろう。

(それを実行するということが一種の教育運動である気がする)

- 上の話とも関連するが、科学分野同士の関わりと科学と哲学の関わり方はまた違ったものになるのではないかという気がする。

とくに地球科学と科学哲学の関わりがどのようなものになるのか

(つまりこの会合の方向性)が私にはまだ見えていない。それは

とりあえずいろいろやっけていく中で考えていこう、ということなのだろうか。

それが次回少し明らかになるのでは、と期待しています。

[掲示板より]

鈴木まとめへの補足と議論(熊澤)

補足:

- 今回の話題は「鉱物学をダシにして、異分野交流を考える」という趣旨で、鉱物学雑誌116,73-82(1983)に私が書いた雑文を紹介した。これは1982に鉱物学の将来を考える何やら記念シンポジウムで行った講演のあとでまとめたものだ。シンポでは、学会の会長が、会員数の低迷などのグラフを示し、「学会の将来」への不安や危機感を表明して、その対応を求めるセンスではじまった、と記憶している。

- 用語解説: 鉱物学・岩石学・金属学などでよく使われる「固溶体」のアナロジーを研究者集団になぞらえたパロディを語った。温度が高いと異種金属の合金ができやすく、水と油もまざる。温度が低いと不混和領域が広がる≡分離する。温度が高い/低い≡元気がある/ない。

- 飯石氏は、当時最先端だった分子動力学の自分の研究を紹介して、いずれ理論計算で今鉱物学でやっている主な部分は数値計算でやれてしまって、研究をすることがなくなる。それが鉱物学の将来の不安要因だ、という話をした。その講演へのコメントで、東大出身のステータスの高い先生が、それは物理学で地質学ではない、と非難をあげた。そこで、私はいかに不健全な発言であるかと説いて報いて、事後の原稿にその一件を利用した。当時はまだ地質系の研究者で数物系素養を持つ人はきわめて限られていた。都城の影響で熱力学の公式を使うことが当時のレベルだった。これくらいがせいぜいなのが問題視されていたので、異分野の方法や目標を共有することがその分野の将来への可能性を開くよ、というコメントをしたのだ。当時の鉱物学者は会長を

含めて、まだ、熊澤の言う事はわかるが、非現実的で無理だから賛成でない、という雰囲気であった。

●用語とその意味解説

■氷:氷は伝統的鉱物学で扱わない鉱物、鉱物の集合体が岩石。直接調べられる氷河の流れは、見えない地球内部の固体の岩石の流動のモデル。地球の動態すなわちマントルの対流は、プレートテクトニクスを駆動する要因:これを支配しているのは固体の流動=最も重要な研究対象だ。氷は、宇宙空間にある最も量の多い固体でもある。

■弾性定数:加えた力と変形間の比例係数。弾性定数は地味で何もおもしろいことのない古典的な物性定数にすぎない。でも密度と弾性定数がわかると、その物質の中の音波(=地球深部を伝わる地震動の伝わる地震波と同じもの)の速度や屈折率がわかる。鉱物の中の音波の性質と地震の波の観測研究とくらべることで、見えない地球内部を音波で可視化できる(トモグラフィ=断層像を得る)のだ。過去10年くらいの間の地球内部構造の進展は主にここにあった。

●研究のライフサイクル:は大変わかりやすい:Research on research の例だ。相対数で行って、開拓的研究論文のピークが過ぎてから、特許申請のピークが来て、しばらくして当該分野の講座の増設が始まる、などというトンマが起こっていた。研究者がそれに振り回されないで本来の仕事をするには、当面の研究課題は当座のもので、教師は学生に将来への「柔らかさの必要性」「現在はまだよく認知されていない将来の研究課題を探索する動機付け」を伝えるべきだ。分野や教師の個性やスクールカラーなどいろいろなタイプがあるが、科学でも哲学でも、教育の平均的な特徴は、従来の自己縮小再生産型だ。「おける哲学」はその一例。マンガンの鉱物学の例も話した。)対策は、異分野交流を積極的に推進して、別の meme の確保をすることで、短いタイムスケールで転換していかないと、沈滞、脆弱化は自然の流れだよ。

●鈴木さんの感想への感想

■1. 「最先端の研究をしなければならない」という言葉は、私のセンスでは倒錯では?と思える。新しい研究をするのは、他から与えられる Mussen ではなく、己の心中から発する Wollen なんだが…。業績を上げるのは研究の結果であって、目的ではないのでは?いまは生活をする食べ物には困らない時代。自分自身は知的な食べ物の質が高いという贅沢をやり、かつ彼女にも自分の作る知的に贅沢な食べ物を上げる幸せを得たいと思うのだが、どうか?

■2. 鎌倉武士は、「やーやー、われこそは、武蔵の国の何の何兵衛、いざいざ、、、」と蒙古兵に名乗りを上げ、名声と褒章を得るつもりだったのが、大勢の無名兵の群れにあっさり打ち散らされたものだった。科学は今や生きるための糧だ。少数の天才は個人でやってくれ。それを邪魔しないで声援しよう。その他われわれ研究者大衆は、3人寄っ

て文殊の知恵、大勢で debate を重ねて研究戦略と戦術を練って、適切な技と術を使う近代戦を意識しないと研究の生き継ぎはつらくなるよ。私は学会の「生き残り」という言葉を拒否し、もっとポテンシャルな「新しい知恵を生産する人とそのシステムの生き継ぎ」に投資したいがどうか？これが、鈴木さんの望ましい「教育運動」(いい言葉だね、流行らせたい)なのではないか？

■3. 鈴木さんの問題提起: 哲学と地球科学とのかかわり方は、今、関係者全員、必死に模索中なのだと理解している。でもまだ、誰にも明確には見えていないと思う。いや、戸田山さんはすでに見えていて、忙しいからそれに時間を投資していないだけではないか。7/3 にはその話も聞けるといいね。私は高齢で先があまりないから、いささか焦ってはいる。青木さんが赴任してしまう前に、複数路線のたたき台を提示するつもりだが、その提示それ自体が、すでに戸田山スクールの哲学者達との連携協力の生産物だと思っている。如何に ill/well-posed かを当面の問題に当てはめてみる、という提案はその候補の一例だ。

鈴木さんの感想への熊澤さんの感想に関連して (比屋根)

1. 「最先端の研究をしなければならない」という言葉は、倒錯では？について。一この鈴木さんの感想は、私の発言から取ったものと思えるのでまず一言。

確かに、熊澤さんのように自らテーマを見つけ出して研究する‘リードする研究者’にとっては倒錯と思えるかもしれませんが、流行のテーマに後れまじと追従する多くの研究者と、その流行に金を出す文科省という構図があるとすると、それはそれで結構、学問の進歩に役に立っているんじゃないかと思っています。その追従する研究者たちは、結局業績を上げることで食って行くことを目的にしているのではないかと。そういう研究者ばかりになっては困りますが、また居ないと困るような気がする。ただ、そういう研究者がリードする研究者と同じ全体観をもっていた方が素晴らしいだろうとは思いますが。

それから、研究室がチームで動くことの原因をそれと一緒にしてしまったのは、私のちょっと軽率だったのかもしれないと思っています。文系の学問との違いというところでは、社会科学の多くは有望な仮説の提示までが仕事ですが、自然科学の場合はその仮説を実証しなければならないということに本当の原因があるように思います。(これ、村田富次郎という技術者の書いた技術論の書籍からのパクリです。)なぜなら、社会科学はその仮説を社会的に実証する事ができない(できたときには社会がもうそれを裏付けるように変化していて、逆にその仮説の価値が失われてしまう)から。実証するという作業は自然科学では規模はどうあれ実験ですから、そういう作業チームが必要になることが多い。というのが本当の理由かと思っています。

3. 哲学と地球科学とのかかわり方ですが、本来密に関係すべきだが、これまで異分野になっていた科学者と科学哲学者が接触し続けることで何か生まれ出るだろう、という期

待が持てるわけですが、そこから具体的に何が飛び出すかは我々自身がこれからその中で発見して行くことだと思います。ただ、何かこれまでになかったものが出てくるはず！ということを確認して進むことが今は大事じゃないかと思います。(私は技術者半人前／哲学初学者の身ですが、ここから技術論につながる何かが発見できることを期待しての参加です。)

比屋根さんの意見への応答(熊澤)

1. 業績と研究、目的と成果:比屋根さんのご意見に全賛成です。「現実の修羅の娑婆で生きていく技と術の視点」と「観念的だがあこがれとしての理想的視点」の中間に現実の場があるので、もの見方や判断が逆になるのは当然でした。私の書き方が一面的でした。でもあえてコメントを追加すると、お互いに世間体で言って儲からない哲学や理学をやっている仲間としては、若手は理想主義的で突っ走り、老人は若者に現実主義の安全志向を説く、というのが従来のセンスの自然体に思えます。時代が変わりましたから、今や、老若の違いなく、二つの立場と見方、方策を同時に共有して、状況によって議論しながら使い分けて行く、というのがここでの比屋根提案と解釈し、それを受けて、これで行きませんか、というのが、私の現時点での結論ですが、どうでしょうか？
2. チームワークと個人ワーク:多様な手法や大きな設備などを要する検証作業や探索作業が必要だからチームワークが必要、という面も確実にありますが、私の「ここでの論点の真意」はすこし違うのです。この説明は、比屋根さんの1. 3. とも全面的に関連して、とてもとても重要な問題に直結していると思うので、別に詳しく書いて批判をうけるつもりです。短く言えば、研究によって得る知識と知恵のレベル向上のために、複数の頭脳をリンクさせる、という「研究の方法論研究」の成果をどう使うかの問題だ、ということです。文系哲学と理系科学(という分け方は本来は変で偏だ)で、その方法論がどのように異なるのか、その比較研究は、比屋根さんの3. とも直結している。私が研究者の生態学をやらなきゃ、などと言っているのは、このことと関連しているので、別途、検討しましょう。

遅れながら(青木)

まず、鈴木さんまとめありがとうございます。学会事情なども調べてられて、勉強になります。私がいくつか気になった点を。

1. 鉱物学に分子動力学を適用する、というのは問題のない適用ですが、我々が扱っている哲学の場合は？ 哲学に物理学を適用するなんて聞いたこともありません。ここにディスプレイアナロジーがあるように思えます。温度が高いと水と油が混ざる、というのは面白い比喩ですが(三成分個溶体の話も興味深いです)、では水と鉄だったらどうなのか？ここを詰めていきたいです。

2. 「鉱物学がやることがなくなるかも」ですが、博物学的事は依然として残るように思えるのですが、どうなのでしょう？

3. P波とS波についてですが、複数のバネで結びついた鉄球などをモデルに考えるとよい、という話だったと思います。端の鉄球をゆらすと、速い横揺れと遅い縦揺れに分離する。それがP波とS波だったと言っていた。

4. 研究のライフサイクルですが、面白い話なのですが、我々の模索する科学哲学には当てはまらないのでは。特許申請や、講座増設などという事はないだろうからです。

5. 鈴木さん、比屋根さんが言っているように、会合の方向性が私もなかなか見えてこないです。議論が散漫なのがおそらく原因です。具体的に何を問題とするのか、1つぐらい絞った方がよいのではないかと、思い始めています。

青木コメントと90703[第五回会合のこと]のつなぎ (熊澤)

7月3日の戸田山 ver. のパンチを食らったあと、夕方、青木さんと再度現状のレビューと議論をしました。それでさらにいろいろなことを発言したくなりました。第4回の鈴木まとめへの青木コメントを「だし」にさせていただきました。

青木問題提起 1a: 哲学に物理学を適用するなんて聞いたこともありません。——物理学そのものは使わないが、物理学や数学で開拓された考え方や方法は、ふんだんに使ってそれなりにうまくやっていると、思います。物理学以外の分野でも、例えば地球でも生物でも文系でも、物理学の用語や形だけを使ってトンマをする事例には事欠きません。アナロジーを使うのには、鉄やバカと同じで、使い方に上手下手がある(=トレーニングを要する)のだと思います。これもアナロジーです！

青木問題提起 1b: 水と鉄は温度が高いとまざるのか？——まざります。地球中心の核で対流している部分は、熔融した鉄ですが、それは、水、すなわち、水素と酸素がたっぷり溶け込んでいる、と考えられています。昔、私の研究室では超高压実験でその測定をしていました。高い圧力でなく、低い圧力で高温では、鉄も水も気体になっていて、よく混ざっています。そんな状態を実験室で実現するのも、かつての私の研究室の課題でした。こういう気体を冷やして行くと、酸化鉄の雪が降って、もっと冷えると、鉄の雪が降ってきて、後に水蒸気が残る、更に冷やすと本当の氷が降って、混合物になります。これ渡辺さんの惑星形成論のシナリオの一部です。

青木問題提起2. 博物学的事は依然として残る？——はい、二通りで残ります。

第1は、技術の進歩によってこれまでできなかった特性の分析ができるようになること、および、これによってまで ill-posed だった目標が well-posed になったことによって、新鮮な課題になります。ill-posed な問題を吟味検討して、well-posed にする「方法論」の意義がここにあります。第2は、対象を伝統的な鉱物(特定の地域で採集する硬い粒)だけでなく、月の色々な場所の試料、氷、メタンの氷(木星など、惑星にはたっぷりある)、宇宙空間にただよっているダストなど、と広げていくことで、宇宙は広くて多様ですから、いくらでも新鮮なことはあります。DNA は伝統的には鉱物とよびませんが、2重螺旋の発見は、鉱物学と「完全に同じX線回折による構造決定」で得られた成果です。対象と方法を固定すれば、新鮮で面白いことは次第に食い尽くして、退屈な過疎村で、業界の生き残りを心配するようになっていきます。物理学の研究現場だって、狭い専門領域では、vision のない人がそういう危機感を訴えることは頻々とあります。これはセクハラをやってきた研究者群に発生する普遍的な生態学的現象だとおもいます。科学リテラシーの欠損、という言葉がありますが、あえて言えば、もっと普遍化して「研究リテラシーの欠損」とでも呼んだらどうでしょうか？ 科学を研究対象とする科学哲学のもっとも大事で、かつ面白い課題のひとつが「科学者(群,業界)の生態と科学の動態の相互作用研究」だと思います。こういうのを科学哲学者と科学者が共有する研究課題にしてはどうか、ということをししば言っているのですが、みなさんのこと線には触れないようで残念です。私は特定業界の衰退消滅は非常に価値の高いことだと思っているので、業界を生き残らせるために働くのは[詰まんない=楽しくない=ちっぽけな事]で、自分の業界で面白いことを食いつぶして消滅させることは、最高の成功であり、かつ、至高の名誉だと考えるのです。でも、なかなか至高の名誉は得られないのですよ。大抵、予測できなかった新規な発展があつてよみがえり、より発展型に進化してしまい絶滅させてもらえないのですよ。絶滅させてもらえない不幸を楽しむ、という提案はだめですか？ これ青木さんへの問題提起です。

青木解釈 P 波と S 波:そうですね。吉田さんの説明ありがとうございました。

青木疑問4. 研究のライフサイクルですが、面白い話なのですが、我々の模索する科学哲学には当てはまらないのでは。———そうかもしれません。悪い例えをひとつあげましょう。シーラカンスは外界から閉じた深い海にひっそりとくらして、その進化変遷は、他の生き物ほど目立ちません。環境が安定していて変動が少なく、他との相互作用があまりないからでしょう。これとんなアナロジー？ 哲学はそうなのでしょうか？ そうありがたいのでしょうか？ 青木さんへの質問は三つです。

青木コメント:鈴木さん、比屋根さんが言っているように、会合の方向性が私もなかなか見えてこないです。議論が散漫なのがおそらく原因です。具体的に何を問題とするのか、

1つくらい絞った方がよいのではないかと、思い始めています。――私自身は、原理的に可能な方向が多すぎて困っています、どれが、関心を共有しやすく、どれが具体的に組み立てるものなのか、どれを捨てようか、それを探っている段階だと思っています。散漫な議論は沢山あるけれども、もともとお互いに全く知らない同士だったので、理解の共有にむけて、ランダムサンプリング(モンテカルロ法)を使って問題を探っている段階だ、と思えば、われわれの進展は光速度のように速く進んでいる、という実感を私はもっています。だいたい二週間に一回だけで(途中に青木さんと私は会う機会を作っているが)、まだ2月しかたっていないんですよ。科学哲学業界での20年分をたった2ヶ月で爆走してきたのです。(荒っぽいという批判はいくらでもあるでしょう。でも、それで、何なのよー。)特に昨日の戸田山さんのレジメがそれを示している!!! 昨日の「戸田山 ver.」の井上さんのまとめとそれへの議論に期待。

用語解説:モンテカルロ法:ある領域内のある特徴を持つポイント(たとえば落っこちそうな穴)を探索するのに、その領域の端から細かに逐次しらべて、全域に及ぼす方法を「grid search」などといいます。gridの目を細かくすれば、小さな孔の見落としがないかわりに、調べ終わるころには、太陽に寿命がきている、などということがおこる。もうひとつの極端な方法が「Monte Carlo」で、調べるところを、全域にばらばらとでたらめに振って、効率的に大局的な大穴は見逃さない、というアプローチです。井上さんのまとめと議論では、再度モンテカルロ法を適用するために、もう少し狭い領域の設定の複数の提案が出てくることを期待しています。

追記:実は昨日夕方、青木さんと話をし、二人とも、課題候補を逐次絞れそうに思えてきたところです。ただ、青木さんが上に述べているように「一つくらいに絞る」にはまだ反対で、関心が異なるがいくらかは重なっている複数の課題が平行に、うようよ、おろおろ、よたよたして、模索する段階も共存するのが健全だと思えます。