

第3分科会

教養教育における科学リテラシー —問題発見力と問題解決力の修得を目指して—

報告者

松田 卓也（神戸大学 名誉教授）

土屋 貴之（法政大学 学生センター 市ヶ谷学生生活課）

新宅 直人（法政大学 生命科学部 3年）

楠見 孝（京都大学 大学院 教育学研究科 教授）

コーディネーター

葛城 大介（京都薬科大学 数学分野 准教授）

文系理系を問わず、高等教育において、問題発見力と問題解決力を身につけていくことは研究等を進めて行く上で重要なことである。またこれは、経済等が右肩上がりの時代でない昨今、企業が大学生などに求める能力でもある。問題を発見あるいは問題を明確化し、問題を解決するための仮説を推論、そして推論の検証としての情報の収集・分析をする能力の修得は、専門教育のみならず、教養教育の問題として考えるべきではなかろうか。昨今の福島原発事故後における情報の氾濫や、何かと話題になる疑似科学などを見るにつけ、科学リテラシーと批判的思考力（あるいは問題発見力と問題解決力）の修得は、まさに、教養として重要な課題であると思われる。そこで、疑似科学批判で有名な松田先生、科学リテラシー等と批判的思考力の育成について各種シンポジウムやゼミ等で御活動されている楠見先生、課外教養プログラムの一つとして学生自らが企画・運営している法政大学の関係者、をそれぞれ報告者として招き議論していきたい。

＜第3分科会＞

教養教育における科学リテラシー —問題発見力と問題解決力の修得を目指して—

参加人数 37名

報告者

第1報告者 松田 卓也 (神戸大学 名誉教授)

第2報告者 土屋 貴之 (法政大学 学生センター 市ヶ谷学生生活課)

新宅 直人 (法政大学 生命科学部 3年)

第3報告者 楠見 孝 (京都大学 大学院 教育学研究科 教授)

コーディネーター

葛城 大介 (京都薬科大学 数学分野 准教授)

分科会のねらい

文系理系を問わず、高等教育において、問題発見力と問題解決力を身につけていくことは研究等を進めて行く上で重要なことである。またこれは、右肩上がりの時代でない昨今、企業が大学生などに求める能力でもあり、今回の大きなテーマであるキャリア教育ともつながってくるテーマである。

問題を発見あるいは問題を明確化し、問題を解決するための仮説を推論、そして推論の検証としての情報の収集・分析をする能力の修得は、専門教育のみならず、教養教育の問題として考えるべきではなかろうか。昨今の福島原発事故後における情報の氾濫や、何かと話題になる疑似科学などを見るにつけ、科学リテラシーと批判的思考力（あるいは問題発見力と問題解決力）の修得は、まさしく教養として重要な課題であると思われる。

そこで、疑似科学批判で有名な松田先生、科学リテラシー等と批判的思考力の育成について各種シンポジウムやゼミ等で御活動されている楠見先生、課外教養プログラムの一つとして学生自らが企画・運営している法政大学の関係者、をそれぞれ報告者として招き議論していった。

報告の概要

まず、葛城の方からイントロとして2点を提示した。1点目は、福島原発事故以降、福島では、「髪の毛で内部被爆の状態がチェックできる」（実際には測定で

きない）という悪徳検査ビジネスや、内部被爆予防にサプリメントが効くなどの詐欺商法が横行している事例を挙げた。2点目は、某お菓子会社の調査で、「いまどきの女子中高生はサラリーマンより疲れている」と調査結果を出したが、統計学的には全くおかしく、ただ単に注目を集めるために、マスコミ等は最初から結果ありきのセンセーショナルな見出しを提示する事例を挙げた。そして、本分科会のキーワードとして2つ、「科学リテラシー」と「クリティカル・シンキング」を掲げた。クリティカル・シンキングは直訳すれば批判的に考えるだが、ここで批判の対象となるのは自分自身の考え、自分がきちんと論理的かつ構造的に考えているかを批判（チェック）しながら、思考を進めていくことである。

報告者の順番と表題は以下のとおりである（報告概要に関しては各報告者の原稿を参照）。

①松田卓也（神戸大学名誉教授）

「科学と非科学の間」

②土屋貴之（法政大学学生センター職員）

新宅直人（法政大学生命科学部3年）

「課外教養プログラムプロジェクトにみる『問題発見力』と『問題解決力』—理系プログラムを中心に—」

③楠見孝（京都大学大学院教育学研究科）

「科学リテラシーを支える批判的思考の教養教育」

報告に対する質疑ならびに全体討議の内容

・疑似科学に関する入門的、専門的な書籍を数冊教えてください。

松田氏 - 先程、冒頭で紹介のあったハインズ¹の本。もう一つは安齋先生の本です。安齋先生はいっぱい本を書いていますから。今、具体的な書名はわかりませんが、安齋先生の本の方がもっと易しいです。

・私は今、福島市にある短期大学に勤務して、まさに放射能問題の渦中にいます。研究データに基づいて低放射線が人体に及ぼす意見を述べると叩かれて嫌な思いをする科学者はマスコミに登場しませんので、正しい知識・判断が学生たちにも伝わりません。私達の短大では4月より「福島学」を開講して、いろいろな観点から「福島」、「放射線」、「地域づくり」を深めます。先生方の機会が取れたら「福島学」で学生教育にご協力いただけたらと思います。

松田氏 - 叩かれる、これはまさにそのとおりだと思います。御用学者と言われて叩かれるんですね。人間は怖がりすぎることが一つあります。ですので、放射線のことを怖がるのは人間性においてある意味当然なのですが、次に理性的な判断が出来るかということが問題なんです。低線量の話ですが、放射線が危険でないという話をすれば叩かれるんですね。私から見れば、良識のある先生方はマスコミに登場しないんですね。この前関西のある番組で、病院の院長で放射線医学の専門家の方が「ホルミシス効果」と言って低線量放射線は体に良いということを言ったら、後でその先生のところに脅迫状がきたそうです。という風に、世の中はある種のヒステリー状態になっていると思います。次に、福島学云々ですが、実は私はこの話は横で聞いているのであって、(NPO 法人あいんしゅたいん) 理事長が低線量放射線検討会を立ち上げて²、徹底的

1 ハインズ博士「超科学」をきる—真の科学とニセの科学をわけるもの
なお続刊に、「ハインズ博士再び「超科学」をきる：代替医療はイカサマか？」がある。

2 シリーズ 東日本大震災にまつわる科学—第6回公開講演討論会「再び低線量放射線の影響を考える」講演概要など参照
<http://jein.jp/jifs/workshop/856-111217.html>

に1年間勉強に勉強を重ねました。いわゆる括弧つきの専門家が言っていることは殆ど根拠がない。そういう言い過ぎかもしれませんが、古い知識に基づいているとか、間違った正義感に基づいているとかあります。宇野さん¹³という方が理事なのですが、実際に活動してまして福島に何度も行っています。特に、白河に行って市長から表彰状を貰ったことがあります。実際具体的に活動しておられます。ですから、行くとすれば、宇野さんですね。私は頭でっかちで放射線の専門家でもないです。

楠見氏 - 低線量放射線に関してのリスクの見方というのは、人によって価値観とか健康状態とか違うので、一つの答えがない問題だと思います。そういう意味では、リスクを極めて避けたいという人には避けるという意味決定もあると思います。また、逆にそのぐらいのリスクを気にしないという人もあるかと思います。ただ、松田先生がおっしゃったように、リスクがないと主張する人に対して御用学者というレッテルを貼ったり、或いは排斥したりと、研究者が自由に発言するのを奪ったり、異なる意見を持つ人に対して一方的に行動したりする風潮は好ましくないと思います。つまり、科学の答えというのは一つではない。そこに基づいて一人一人が考える必要がある、と私は思います。

フロア意見 - 学生に正しい科学的考え方や見方を伝えていくために、今回先生方がおっしゃったことを大変納得しながら、そして結局結論は一人一人が決めないといけないと思います。でも、学生たちが生き方を一人一人決めていくときに、今あまりにも一方的なことしか言えない。そのことのおかしさを、学生に伝えないといけない。という意味で、二人の先生がおっしゃられたことを学生たちに現場で伝えていけるかということが課題だと思っています。

葛城 - 去年の6月初旬に、日本物理学会で「物理学者から見た原子力利用とエネルギー問題」というシンポジウムがありました。そこで、放射線関連のことも論じられていますので、それを参考にしてみてください。日本物理学会のホームページ上では、そのときの講演資料や動画がアップされています⁴。

3 宇野賀津子 (NPO 法人あいんしゅたいん 常務理事、ルイ・パストゥール医学研究センター 基礎研究部室長)

4 <http://www.jps.or.jp/information/movie/symposium.html>

・科学リテラシーの修得度が、学歴が上がるにつれて上昇しているということについてですが、文系と理系の学生でデータをわけて分析した場合はどうなるのでしょうか（文系大学で自然科学系科目を担当しておりますが、中・高で既に理科嫌いとなった学生も沢山いて、大学でわざわざ自然科学系科目を履修する気持ちを持ってないという学生もいます）。

楠見氏 - わけた分析はしていないのですが、明らかに大学での教育の影響は出ていると思います。批判的思考の試験の得点において、批判的思考にかかわる授業を取った人とそうでない人では有意差がありました。もっとおもしろいことに、授業を取った人は学年が増えるにつれて緩やかに試験の得点が上昇していました。そういう意味ではクリティカルシンキングにかかわる授業を大学で受講することによって、学生たちの批判的思考は確実に高まると思います。大学教育の効果は私自身、あると思っています。それから、文系学生に対して理系科目をどうしているか、という問題ですが、小・中・高で学んだ理科というものは、ある意味入試向きの、ある意味では短い時間で問題を解いて一つの解を出すというものです。本来は、理数系科目は必ずしも答えが一つでないような問題が世の中に沢山あり、それは社会の問題や自分の問題と結びついており、学生に学び直しをする機会を先生方には作ってほしいと思います。小・中・高と学んだことをベースに、大学に来てから、社会の問題を自分自身の問題として深く考えるための教養教育、自然科学教育を進めていただきたいと思います。

・楠見先生の報告の内容で、京都大学のゼミを取り上げ、学生の批判的思考力が授業前後で変化した様を紹介されていましたが、先生はそれらの数値が高いとお考えでしょうか。そして、理想の数値に達するためには、如何ほどの年月が必要とお考えですか。また、何らかの課題が与えられていないと学生は動かないとおっしゃっていましたが、学生が当事者意識を持ち主体的に議論に参加するためには、どのような教育プロジェクトが適当と思われますか。

楠見氏 - 私が大事だと思うのは、平均値で議論するよりも、一人一人の学生が以前に比べてその後ど

の程度伸びたか、個人の成長が大事だと思っています。私は実は初年次のゼミに出た人に卒業のときにもう一回来てもらって、インタビューをしているのですが、4年間を振り返ることによって、大学で学ぶことによって、どのくらい成長したかを自分自身で捉えることが大事だと思っています。数値目標というよりも、それぞれの学生の中での重みが大事だと思っています。学生が当事者意識を持つ教育プロジェクトの件に関しては、法政大学での実践のように、学生たちが主体的テーマを設定して集まるようなプログラムベースの学習を1回生のときからやった方がよいと思います。学生たちは意欲に燃えて大学に入ってくるけれど、大教室のあまり面白くない授業を仕方なしに聞いている状況があるとすれば、変えていく必要があると思います。

・学生に科学リテラシーを学ばせるには、どういった機会・方法が有効であるのか。どう正課に落とし込むのがよいのか。昨日の講演から「初年次教育」、「キャリア教育」、「教養教育」、「基礎教育」などの位置づけがよくわからなくなってきました。結局、一緒のような気もしています。大学として、どういった学生を育てあげ社会に輩出するのか、ということなのでしょうか。「どういった」という所を明確にすべきだと思うのですが。

楠見氏 - ゼミ形式の形で学生どうしが密にインターアクションできるような機会を設けると、講義の場合は、沢山の内容を系統的に教えることが出来るのですが、一方向的にならないように、その中で学生に発表させるとか、講義の最後にクラス・ディスカッションを設けるとかの、学生と教師或いは学生どうしのインターアクション出来るのが望ましいと思います。

・批判的思考力を高める活動をするために、教職員と学生は各々どういう役割を果たし、どのように係わっていくべきか。そして、実社会の問題に役立てるために、どのような工夫が必要でしょうか。

楠見氏 - 学生間、或いは学生と教職員の間でやり取りが出来るような、インターラクティブな授業にしていけることが大事だと考えています。常に実生活の問題を、学生が考えたくするような意味のある問

題を定義して、予め準備してもらってから学生どうしで議論していくことが大事だと思います。いきなり議論してくださいと学生に言っても活発な議論は出来ないと思います。そういう意味では、学生がやりたいというようなテーマが大事だと思います。私のゼミではディスカッション課題を15題用意したのですが、そのうちの3つは学生がグループを作って、一番この授業で議論したいという課題を提出してもらいました。「お金があれば幸せか」はそのうちのひとつです。学生自身がやりたい課題、教師が学生に議論してほしい課題の両方を含めて実生活の問題を議論出来れば良いと思っています。

・看護学の研究は、国内においてその歴史も短く、自分が選択しているテーマが先行研究されていないことも多いのが特徴だと個人的に考えています。また、研究対象が患者であり、倫理的配慮によって、一般化し難いと思っています。分野特性もあると思いますが、事実と主張を混ぜないというのが難しいと思い、何かご意見を頂けたらと思っています。

楠見氏 - 看護というのは、批判的思考が重視されている教育ですが、その中で大事なのは一人一人の患者の問題をどう解決していくのか、プランを立てて問題を解決していく。その中で大事なのはコミュニケーションの能力で、相手の人の気持ちとか価値観とかを察して、その患者にとって意味のある解決策を提示するかというところにあると思います。そういう意味では、事実というある種の病状とそれをどう解釈してどう意味付けていくのか、あるいは手術をしたいと思っているのかしたくないと思っているのか、様々な患者が持っている価値観を踏まえて、問題解決をしていかななくては行けない。そのように考えると、事実と主張が縋り交ぜになっているというのが現状かもしれませんが、できるだけそれをうまく選り分けて考えていくのが必要だと思います。

法政大学課外教養プログラムプロジェクトに関して、

・参加するのは意欲の高い学生だと思いますが、意欲が低い学生を巻き込むにはどうしたら良いと思いますか。

土屋氏 - KYOPRO (課外教養プログラムの略称)

スタッフが洗練された集団のように誤解されている方もいるのですが、実際はそうでもありません。学生も様々で、皆が皆、スキルやモチベーションが高いというわけではありません。スタッフになった上で、ファシリテーション、コミュニケーションなどのスキルを研修などで積んで高めていくわけで、プロジェクト活動をする上で自分たちに足りない力を発見して、それがまた、やがて講座の実現に繋がっていきます。自分たちの足りない力をスタッフとして築きつつプログラムを作って、一般学生に開講し自分たちも受講する。自分たちのスキルを高めつつ、一般学生も呼び込んでいく、という取り組みをしています。

・どのような人がスタッフとして入りますか。

土屋氏 - 自分で手をあげて参加するモチベーションの高い学生もちろんいますが、そうではなくて、例えば学生相談室で悩みを抱えている学生がこういう組織があるよとカウンセラーなどから勧められて入ってくる場合もあります。いろいろな層の学生と私は一緒にやっています。そのため、学生サポートは一律のものではなく、個別的な対応です。この人にはこういうことを強く言える場合もあったり、そうでない場合等様々です。

・社会人基礎力等、具体的に伸びたと思われる統計データは(アンケート等で)取っていないのでしょうか。

土屋氏 - 先程、紹介しませんでした。振り返りシートというのを取っています。あとは、プログラム実施後に必ずフィードバック・ミーティングを行っています。かつ、各人が進め方などで悩みがある場合は、スタッフと随時面談をしています。KYOPROスタッフもドンドン社会人になっていくので、そういう人からも、自分が学生のときのあのような体験は社会人になって活かされているという話も聞きます。就職内定者、特に早い段階で内定を取る学生の話では、今の企業はかなりこのような体験に興味を持ってくれるそうです。何故、あなたは無報酬で単位にならないこのようなことをやっていたのかと。ボランティアと切り口が違う、ボランティアのようでボランティアではない。学校の教員と職員と学生の3者が一体となっていくプロジェクトを企業がすごく興味を持ってくれるということを内定者から聞きます。

企業ではこのような人材を求めているとも内定者から聞きます。このような意味で、社会人基礎力が付いているんじゃないかなと思っています。

・教職員はどの程度関わっていますか。

土屋氏 - かなり関わっています。私は、日頃の学生センターのルーチンワーク+αで、時間外でやっています。教員も職員も関わります。週2,3回はミーティングがあります。学校関係者が関わることによって、クオリティも求めています。「学生の力」というのを私はよく強調するのですが、学生たちに勘違いしてほしくないのは、学生の力だけで上手くいっているのではなくて、そこには私達、大学教職員が関わるから、学生の力を引き出している。そのためには私達もそのスキルが必要ですし、私達もそのスキルを高めていかないといけないと思っています。

・教員の企画は上手くいくのでしょうか。

土屋氏 - もちろん、プロですから、クオリティの高いものは出来ると思います。ただそれだけではなくて、2007年度GPをきっかけに、教職員からの一方的サービスではなくて学生のニーズを引き込むという形に変えました。教員だけでなく、職員も学生もいる、三者が一体となってやっているところがポイントだと思います。

・参加者が固定化の傾向はないですか。

新宅氏 - 私が運営したプログラムや参加したプログラムでは、リピーターは極稀です。

・開催周知について工夫があったら教えてください。

新宅氏 - 私達は学生だけでやっているわけではなく、職員や学生それぞれが出来ることをやっています。まず、職員の方が宣伝のためのホームページと学内に貼るポスターを作っています。学生はそのポスターを学内に貼ったり、それをチラシとして配ったりしています。工夫は今模索している状況で、毎回のミーティングで話し合いながら、いろいろなことを試しています。

・周知の期間はどのくらいですか。

新宅氏 - 約1ヶ月前からです。

土屋氏 - 1ヶ月前というのは、学生が相当良い準備をしたときで、実際には10日から2週間前くらいです。

・批判的思考を養うために、学生どうしがあるテーマで議論するとき、教員としては、その議論の収め方はどういう形になるのでしょうか。

楠見氏 - 例えば、「女性専用車両の是非」で言えば結論が出ないと思います。そういう意味では、賛成の人と反対の人が自分たちの持ってきた証拠等を持ってきて主張し、そして論議をするのですが、相手の意見を取り入れながら、ある意味では社会の問題、今の例でいえば、男性側の不満あるいは女性の感じているメリットなど、立場の違い考え方の違いを乗り越えて、世相が納得するような議論を決着することが出来るかということで、無理に一つの結論を出すことをしていません。一番大事なことは、お互いの意見を聞きながら、それをより深い理解に結び付けていくこと、それをより発展的な解決に結び付けていく提案ができるか。例えば、女性専用車両の件では女性専用車両があることによって混雑しているならば、時間帯を調べて調整するとか、社会的な現実の問題解決に結びつけるような提案が出来るかどうかを一番大切に考えています。

・いろいろな考えがあって良いというのは簡単ですが、世の中は実際には一つのことが決められて運用されているということについてはどうですか。

楠見氏 - そういう意味ではより良い制度にするにはどうしたら良いのかということです。

・120名ほどの受講者が大教室でこのような授業を受ける場合、TAが3人付いているとはいえ、グループディスカッションを行うのは難しいと思うのですが、何か良い案はありますか。

楠見氏 - 一番大切なのは、予めテーマを出してそのテーマについて皆に考えてきてもらうということと、大人数だと近くに親しい人がいますので例えば2人対2人とか、一人ポツンとしている場合は、こちらでどこのグループに入るか支持して行うことです。何回かするうちに学生はディスカッションに慣れてくると思います。話し合った後、全てのグループに聞くことは無理なので、幾つかのグループに対して代

表的な意見を聞くという形だと思います。あと考えられるのは、黒板に出て来てもらって一斉に書いてもらうということです。それでも、精々10グループぐらいしか書けないと思いますが。このように時間を上手く使って、皆が議論できるようにすることだと思います。最後に質問ある人と尋ねても誰も手を挙げませんが、授業を聞いて分かり難いと思ったことや疑問に思ったことについて隣の人だったら話せるという人は多いので、まず隣の人と話をしてもらってそれをコメントカードに書いてもらうという方法もあると思います。

・一般科学以外の分野、結論が出ないような問題に対して、このような方法の有効性というのはどうなのでしょうか。

楠見氏 - 世の中の大きな問題というのは一つの答えがない、正解のない問題が多いということです。小中高では一つの答えが出るような問題しかやっていないと思います。ですから、大学に入って学ぶことというのは、それに対して、知恵を絞って先行研究等のいろいろなデータを調べて解決していくことだと思います。先程の女性専用車両の問題について、学生が持ってきたデータは、男性に対する或いは女性に対する女性専用車両に関するアンケート結果でした。単に自分の主観で述べるのではなく、女性が、或いは男性がその車両についてどう思っているのかをデータに基づいて議論するものでした。ただ最終的に難しいのは、個人の価値観が入ることです。ですから、それを踏まえた形で、バランスとかそれぞれの価値観とか、そういうものの体質を越えて、どういう形でより良い解決が導き出されるのかを考えてほしいと思います。また、理系的な問題に関しても、例えば、原発を将来どうするのか、低線量の放射線に関して私達はどう立ち向かっていくのか、に関しても、科学的エビデンスはあるかもしれませんが、その解釈は様々にあると思いますので、社会全体の問題を解決するためには、そこから出発して欲しいと思います。自然科学だけでは解決できない問題というのは世の中にあって、それは社会の問題或いは個人の価値観の問題のような、理系的克服は可能だけれども理系的なことだけでは解決のつかない問題が世の中には沢山あ

るということを、人文社会系の人達にも知ってほしいと思います。また、理系の人達にも、答えは一つではない。様々な前提条件や想定を重ねることによって、答えは一つに出るかもしれないけれど、前提条件や想定を変えることによって、様々な解が出てくる、ということを知ってほしいと思います。

・インターネット等を使つての双方向授業というのは行われているのでしょうか。

楠見氏 - 私はMoodleを使っています。例えば、学生自身がまとめたレポートや作文などをそれぞれMoodleにアップしてもらっています。そして、最低3回コメントしてください、と言っています。誰かのコメントを見て、それに対して自分が答えることでもう2回になります。あとは誰かがコメントすると3回になります。Moodleでは、何も制約をかけないと、誰もコメントをしないことがあります。そういう意味では、私は学生達に無理のない範囲で3件コメントするように言っています。それはある意味では、教師がすべてチェックして、それを返す必要がないということもあります。学生どうしのコメントで自身の考えを深めていますし、友達どうしですとキツイことを書けないので、かなり建設的なコメントを皆書いています。良い点を捉えて評価して、もっとこうしたら良いんじゃないですかとか、こんな文献もありますよとか。或いは関心の近いところを見つけてさらに考えを深めるとか、あります。そう意味で、双方向コメント方式というのは、教師の負担を減らしつつ、学生間の責務を高めるという効果があると思います。

大学に入学して意欲に燃えた学生達に対して、意味のある良い経験を沢山して欲しいと思っています。高校までの繰り返しの授業だけではなく、大学に入って学ぶということは、1つの問題を解くのが学問ではないと知って欲しいと思っています。先生方もそれぞれクリティカル・シンキングやライティング等、様々な授業を設定していると思いますが、それプラス、リサーチベースやプログラムベースの授業で、学生が自分でテーマを見つけ主体性を発揮できるようなものを、そしてスキルを身につけた上で、それに結びつけるような課題が準備できればと思います。それは、おそらく4年間を通して育成していく

ものだと思いますので、その視野に立って考えていければ、と思います。

活発な質疑応答・議論がなされ、本分科会は終了した。本分科会は、教員ばかりでなく職員や学生の方も参加しており、三者それぞれの立場から質疑応答や意見が交わされた。但し、科学リテラシーとクリティカル・シンキングをキーワードに挙げていたのだが、本分科会はその内容に絞り切れていないところがあり、発表・意見などで散漫になっているきらいがあるところは、コーディネータとして反省すべき点であった。



科学と非科学の間

神戸大学 名誉教授

松田 卓也

要約

科学とそうでない分野の区別について論じる。科学は理性的、合理的、客観的な営みであり、証拠に基づいた体系である。しかし人間は本来それほど理性的でも合理的でもないで、科学は人間にとっては不自然なもの、困難なものである。科学以外の分野を非科学と呼ぶとする。典型的には宗教、哲学、イデオロギーなどであるが、それ以外にも多くの分野がある。それは価値観、信念に基づく体系であり、感性的、限定合理的、主観的な営みである。これらは証拠には基づいていない議論である。現状の日本の科学的と称する議論の多くが、実は非科学的なものであることを主張する。

科学とは何か

科学とは人間の合理的、理性的な営みである。科学は根拠、証拠、データに基づいた議論でなければならない。これを英語では Evidence Based という。しかしながら人間は基本的にはこれが苦手である。人間が合理的でないというのは、言い過ぎであるとすれば、限定合理的であると言ってもいいだろう。

限定合理的という言葉は、2001 年ノーベル経済学賞を受賞した心理学者カーネマンの言葉である。カーネマンは人間の限定合理的な行動を元に行動経済学を創始した。人間の限定合理性が最も現れるのは錯視などの錯覚現象である。

Evidence Based に対応した言葉として Faith Based という言葉がある。信念に基づいた議論といっていいだろう。そこには客観的、合理的な証拠、根拠は存在しないか、提示されていない。理性的というよりも感性的、つまり価値感に基づく議論である。人間は基本的にこちらの方が得意で好きである。

科学でない分野を一応、非科学と呼ぶことにする。私のこの言葉の定義から明らかなように、科学でない分野を非科学と呼んでいるのだから、その意味ではけなしているわけでもないし、劣っているわけでもない。典型的には宗教、哲学、イデオロギー、芸術などがそれに対応する。

しかし私が本講演で主張したいことは、特に昨今の低線量放射線を巡る議論が、科学的を標榜しながら、実は非科学的であるということだ。それは一種の宗教論争に似ている。ネットやメディアの論調だけではなく、いわゆる科学の「専門家」の議論の多くもそうだ。

五山送り火事件

それが典型的に現れた事件として、昨年の8月に京都で起きた「五山送り火」事件がある。三陸で津波にあった陸前高田の松を、京都の五山の送り火で燃やす計画が立てられた。しかしそれに対して一部の住民が反対して、京都市が一度、計画を撤回した。しかし多くの市民の抗議にあつて、再度燃やすことになった。しかし紆余曲折の末、結局は燃やさないことになった。ここまではよくある住民のエゴといえるだろう。

京都新聞に立命館大学名誉教授である安斎育郎先生の、あの程度の量の放射性物質を含む薪は燃やしても何の問題もないというコメントが載った。それに対して我々のところに、ある平和団体に所属する人物から、安斎は御用学者だから糾弾すべきだという声明文が送り付けられてきた。それは科学に基づく議論であると主張されていた。さらにネットでも同じような議論が繰り返された。

安斎先生は放射線防護学と平和学の専門家である。安斎先生は東京大学の原子力工学科の出身であるが、反原発の立場を貫いたので、東京大学では、いわゆる原子力村の人たちから徹底的に干された人なのである。いわゆる御用学者とは全く正反対の人である。この人を御用学者と呼ぶのなら、学者は全て御用学者である。

こういったレッテル張りは理性的、合理的な議論の対極にある。こういった主張をする人たちの議論は、感情的、非合理的、非科学的なものである。厄介なことは、こういった人たちが、自分が正義であると錯覚していることである。

寺田寅彦の言葉

戦前の有名な物理学者に寺田寅彦がいる。夏目漱石の弟子であったことで有名だ。彼の書いたものの中に次のような言葉がある。『こわがらなさ過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正当にこわがることはなかなかむつかしいことだと思われた』（小爆発二件、昭和10年11月、青空文庫）。

これは寺田寅彦が軽井沢にいて爆発音を聞いたという話である。浅間山が小爆発を起こしたのだ。道を歩いていると、空から火山灰が降ってきた。しかしそこで働いている人達は、あまり気にも留めているようには見えなかった。駅に着いたとき、浅間山から下山してきた学生たちが、大したことは無いと話していた。それに対して駅員が、そうでもないのですよと諭していた。当日の新聞報道は、浅間山で大爆発が起きたというものだった。しかしそれは全くの嘘で、一連の爆発の中ではかなり小さなものであったのだ。

ここで寺田が言っているのは、その学生たちは怖がらなさすぎる、駅員が正当に怖がるように諭しているというように、私には読める。

私はこの寺田寅彦の言葉が、昨今の低線量放射線問題に非常によく当てはまると思う。多くの人たちは『こわがりすぎている』状態にあると思う。反対にいわゆる安全神話とは、

恐がらなさ過ぎることであると私は考える。『正当にこわがる』とは、科学的、合理的、データに基づいて怖がるということだと私は解釈する。もっともあとで議論するように、怖がりすぎるのは、人間の本性に根差しているので不思議なことでは無い。しかし科学者がそれではいけないというのが私の意見である。

放射線の恐怖を煽るのが正義か？

福島原子力発電所の事故で放出された放射性物質から放出された低線量放射線の脅威に関するテレビ、新聞、週刊誌の報道は、その多くが放射線の恐怖を過剰に煽っていると私には思われる。もっとも週刊ポストのように、煽りすぎないことを編集方針に掲げているものもあるが、少数である。この分科会で、学生たちには、脅威をあおるメディアの方が信頼されているという楠見先生の報告もあった。

それではなぜ多くの学者が低線量放射線の恐怖を過剰に煽るかということ、その方が無難だからである。危険性があるのにそれをないといい、実際に危険があれば非難されるのは当然である。しかし危険であると言って、危険でなかったとしてもあまり文句は言われない。

例えば地震が起きないと断言していて、実際にそれが起きると、大きな非難が巻き起こる。実際今回の三陸沖大地震はそのようなものであった。であるから学者としては、危険であると言っておいたほうが無難なのである。そう言うておれば、安齋先生のように御用学者のレッテルは貼られないのである。福島程度の低線量放射線は人体への危険性はあまりないと、マスメディアで述べた学者は、脅迫されたという事件もあった。だからそのような学者は、マスメディアには登場したがるないのである。このことが危険一色の報道の一つの原因であると思う。

しかし後で議論するのだが、恐怖やストレスは人間の免疫力を低下させる。放射線の危険性はガン化を引き起こす事である。ガン化を防ぐ最後の防壁が免疫である。放射線の恐怖を過剰に煽る事は、人々の免疫力を低下させることによって、ガン化を促進する行為である。つまり人々を不幸に陥れているのである。

また福島の被災者の人達は言われない偏見や差別を受けている。被災者というだけで、ホテルに泊めてもらえなかったり、福島県の女性は結婚できないと脅かされたりという話も聞く。また福島県産の農産物はほとんど売れないか、買い叩かれているという話も聞く。しかし厄介な問題は差別者は自分の差別が正当なことだと信じているのだ。

このように放射線の恐怖を過剰にあおる行為は不正義であると思う。厄介なことは、脅威を過剰に煽るメディアにしろ人々にしろ、自分は正義感に基づいてそれをしていると信じこんでいることだ。善意の人々が悪をなすというこの矛盾は非常なアイロニーである。

科学とイデオロギー

放射線の問題が厄介なのは、それが原子力発電と関係しているからである。原発を推進するのか、或いは反原発の立場をとるかは、イデオロギーの問題、或いは政策の問題である。少なくとも科学の問題では無い。価値観の問題であると思うので、決着のつかない問題である。

一方、低線量放射線が人体に悪影響を及ぼすかどうかは科学の問題である。科学の問題であれば、データを集めることによって決着をつけることができる。だからイデオロギーの問題と科学の問題を混同すべきでは無い。

伝統的な政治的立場から言えば、原発推進は自民党のように右より、反原発は社会党、共産党のような左よりの立場であった。ところが NPO 法人あいんしゅたいんの理事長が、低線量放射線問題を徹底的に勉強して、福島程度の低線量放射線はそれほど危険では無いと述べたことに対して、そのような言い方は敵を利するのでやめるべきだという、ある左よりの学者から抗議があった。

これは言ってみれば、イデオロギーのためには科学的事実を曲げてよいという主張だと私には思われる。旧ソ連で起きたルイセンコ学説の悲劇を思い出させる。ルイセンコという学者が、メンデルの伝統的な正統派遺伝学を否定して、正統派の遺伝学者をシベリアの収容所に送り込んだという事件である。このことはソ連にとっても非常に不幸な事件であった。そのため、ソ連の農業は打撃を被り、遺伝学は大きく遅れたのである。自然の真実をイデオロギーでねじ曲げると、最終的には不利益を被るのである。

科学と価値観

科学（サイエンス）においては証拠、根拠、データに基づいた議論をしなければならない。科学においては主張されている事が客観的な事実かどうか問題になる。

しかし世の中は科学だけでは決着がつかない。価値観が重要な地位を占める。これは信念に基づくものであり、好きかどうかで決まる主観的なものである。

どちらが良いとか悪いとかといったものではなく、この両者は一応は別のものであるということを認識することが重要である。

信念体系

人間は何事かを判断する場合に、判断の基準がある。それを信念体系 (Belief system) と呼ぶ。その基準には2種類ある。証拠に基づいたもの (Evidence Based) と信念に基づいたもの (Faith Based) である。科学は証拠に基づいた信念体系であり、宗教や哲学、イデオロギーは信念に基づいた体系である。

科学は証拠に基づいた体系であるので、世界は観測や実験で理解できると考えている。また科学で用いる言葉は、厳密に定義された言葉でなければならない。科学の結果は第三者が検証可能であることが前提である。つまり科学とは客観的なものである。その中に信仰やイデオロギーをいれてはならない。

それに対して信念に基づいた体系は、心がつくり出したものであり、証拠に欠ける。つまり主観的なものである。世の中には証拠など出しようがないものも存在する。神の存在など証明できないのだ。だから信念に基づいた体系が劣っているというわけではない。また宗教や哲学のように信念に基づく体系に証拠を求めているのではない。

重要なことはこの二つの信念体系が異なるものであるということの認識である。科学と宗教・イデオロギーは別なのだ。どちらが優れているといった問題ではなく、別物なのだ。この認識が欠如しているために世の中の多くの議論は混乱するのである。

だから科学者が科学的議論をする場合に、イデオロギーを混ぜてはいけないのだ。

事実と意見

文章を書く場合に、「事実」と「意見」を分離することが重要であることを述べる。事実、あるいはもっと正確に言うなら、事実であるという主張（これを「事実の主張」とよぶことにする）には、証拠、根拠、データが必要である。これらはその文章が論文であれば、著者の行った実験、観測、調査などから得られる。もっともあらゆる証拠を著者が集めることはできない。その場合は他人の文献を参照する。これが学問的論文を書く際の基本的なマナーである。

事実の主張に対して「意見」がある。これには証拠、根拠がないか、あるいは示せないものである。世の中に見る多くの主張は意見であり、事実の主張ではない。論文において事実と意見を分離することが重要であることは、例えば次の本に示されている（「理科系の作文技術」木下是雄）。

重要なことは事実の主張と意見を混ぜるなということである。また意見を事実らしく言うなということである。意見とは厳密に言えば「・・・と思う」というべきである。

ところが多くのマスメディアや識者の言説は、根拠や証拠が示されていない場合が多いので、それは単なる意見であって客観的な事実とは異なる。感想文の世界とすることができる。しかしあたかも事実であるかのごとく振る舞っている場合が多いと思う。事実であると主張するならば、根拠を示すべきである。読者の立場としても、事実と意見を区別して読むことが重要なリテラシーである。

つまり私がいいたいことは、科学とは事実の主張であり、哲学、イデオロギーは意見であるということだ。両者を混ぜてはいけない。

副次的な問題だが、日本の新聞記事には署名記事が少ない。署名のない記事は文責が明らかでないわけだから、無責任であり、従って信頼するに足りない、というのが筆者の考えである。欧米の新聞をネットで取っているが、その多くが署名記事である。

NPO 法人あいんしゅたいんの活動

NPO 法人あいんしゅたいんは 3 年前に創設され、その目的は主としてポスドクのキャリア支援にあった。理事長は坂東昌子愛知大学名誉教授（元物理学会会長）であり、筆者は副理事長を務めている。

現在行っている活動は、「親子理科実験教室」、東日本大震災に関する情報発信である。前者では小学生を対象に、京都大学の理学部セミナーハウスをお借りして、主として実験を行っている。後者に関しては、ホームページでの情報発信とともに京都大学基礎物理学研究所をお借りして何回かの公開講演討論会を行った。その詳細に関しては下記のホームページを参照のこと。

<http://jein.jp/>

昨年 3 月 11 日の津波と福島第一原子力発電所の事故は我々にも大きな衝撃を与えた。放射線の影響に関して、理事長、筆者、宇野理事の間で激しい議論が行われた。理事長も筆者も物理畑である。それに対して宇野理事は免疫学者であり生物畑である。両者の間に放射線の人体への影響に関する認識に大きな差があることがわかった。

分かったことは物理学者である我々は放射線のことは一応は知っているが、放射線の生体への影響についてはほとんど無知であるということであった。放射線の生体への影響は、DNA 鎖を破壊することによって生じる。物理学的に言えば、放射線の影響が放射線の量と比例することは当然だと思われた。

しかしそれに対して宇野理事は、生物はそんなに単純ではないと主張した。また放射線の強さに関しても、福島で問題になっている強さはマイクロシーベルト、あるいはミリシーベルトの程度である。マイクロシーベルトとは 1 シーベルトの百万分の一である。ところが医療用においては、たとえば癌の治療に使用される放射線の強さは、1 シーベルト程度の放射線を数十回にわたって照射するという。だから放射線医療に従事する者から見れば、マイクロシーベルト程度の強さの放射線は問題にならない。ここらも、学者の分野の違いにおける意識の差であろう。

そこで理事長は京都大学、大阪大学、東京大学、京都女子大学などの名誉教授、現役研究者、学生などを集めて「低線量放射線問題検討会」を作り、週一度のペースで勉強会を行った。その過程で放射線生物学の専門家の話を聞き、また公開講演会を開催した。そこで分かってきたことは、マスメディアやマスメディアに登場するいわゆる「専門家」の知識が必ずしも正確ではなく、イデオロギーや思い込み、古い知識によって歪められているということである。問題をこれらの「専門家」が、自分は正義に基づいて発言していると思いついて入っていることである。

低線量放射線の生体への影響

ここで本講演の趣旨から外れるのであるが、低線量放射線の生体への影響について簡単に述べておこう。放射線の影響に関しては高線量放射線による確定的影響と、低線量放射線による確率的影響に分けることができる。福島程度の放射線は低線量放射線である。

放射線の生体への影響は 主として DNA 鎖の切断によって起きる。放射線粒子が直接 DNA 鎖を切断する場合と、細胞内の水分子を電離することによって活性酸素が発生する場合がある。前者は全体のほぼ 30 パーセント、後者は 70 % であるといわれている。

活性酸素が DNA 鎖を切断するのである。活性酸素といえば放射線によってのみ生じるわけではない。一番大きな影響は煙草である。そのほか紫外線、ストレス、化粧品、排ガス、大気汚染、暴飲暴食、過度の運動などがある。放射線は活性酸素発生の原因の一つでしかない。だからそれがどれほど大きいのが問題になる。

酸素は基本的に有害なのだというのを我々は生物学者から学んだ。これは予想もしない知見であった。酸素を利用する生命は必然的に活性酸素の影響を受けざるを得ない。その害を抑えるために、生命は様々な防護機構を用意している。そうでなければ酸素を呼吸する生命はすぐに死んでしまう。

まず体内には抗酸化酵素がある。さらに体外からさまざまなビタミン、ポリフェノール、カテキンなどの抗酸化成分を取り入れることができる。

この防護機構をくぐり抜けて DNA 鎖の一本が切断された場合、それはほとんど完全に修復される。2 本が切断された場合、修復はかなり難しい。DNA 鎖に障害が起きた場合、異常細胞が発生する。そのような異常な細胞は、生体に備わったアポトーシスという機構で細胞死する。細胞死は基本的に生体を守る機構である。

それらの防御機構をすべてくぐり抜けてガン細胞が発生したとする。ガン細胞が固形ガンに成長するには 20 年以上の年月が必要である。ガン細胞の成長を抑えるものが免疫であ

る。この免疫の多寡によって、ガンになるかならないか、あるいはどれくらい時間がかかるかが決まる。ともかく放射線をあびたからと言って、すぐにガンになるのではない。

ガン化を防ぐ最後の砦が免疫である。免疫力は恐怖やストレスで低下する。一方、笑いや幸福感で免疫力は増強される。チェルノブイリの後で、スウェーデンでガンが増えたという報告があるが、それは放射線の直接の影響というよりはストレスの影響であろう。

つまり放射線の恐怖を過度にあおることは、ガン化を促進する行為なのである。詳細に関してはあいんしゅたいんのホームページを参照のこと。

マイケル・シャーマー

マイケル・シャーマーはアメリカのスケプティックスの創始者である。スケプティックスとは懐疑者と言う意味であるが、超能力・超常現象、UFOなどの疑似科学を批判的に研究する会である。マイケル・シャーマーは、現在はアメリカのスケプティックス・ジャーナルの編集長をしている。ちなみに私はジャパン・スケプティックスの会長をしている。アメリカのスケプティックスの会員数は3万、それに対し日本の会員数は百人程度である。全く比較にならない。

そのシャーマーが非常に面白いことを言っている。今から300万年前のアフリカのサバンナである。原始人が草むらの前を歩いている。その草むらでガサガサと音がした。その音の原因は単に風かもしれないし、猛獣かもしれない。猛獣だと思って逃げたが、実際は風だった場合は、その人は間違いを犯したのだが、それをシャーマーは1型エラーと呼ぶ。一方、風と思って逃げなかったが、実際は猛獣であったので、その人は食われてしまった。この場合をシャーマーは2型エラーと呼ぶ。

1型エラーを犯した場合は特に何ということはないが、2型エラーを犯すような人間は進化の過程で淘汰されてしまう。つまり人間は基本的に1型エラーを犯すようにできているのだとシャーマーは主張する。

1型エラーとは要するに怖がり過ぎのことである。怖がりすぎは無難である。人間はこの怖がりすぎの性質を持っている為に生きながらえてきたのだ。つまり人間が怖がりすぎるという性質は、進化の過程で獲得した重要な特長である。

人間は信じたい生き物

上記の例は表面に現れたわずかな情報から、その背後にある大きな意味のあるパターンを推測しようとする人間の傾向を表している。人間は雑多な情報から、意味のあるなしにかかわらず、パターンを見つけようとする傾向がある。この傾向をシャーマーは「パターン

性」と呼んでいる。

無意味なパターンを見つける傾向が、先にのべた 1 型エラーである。錯覚とか錯視と呼ばれるものがこれである。無意味なパターンの一つの例が迷信である。「幽霊の正体みたり、枯れ尾花」というのはまさにこの例であろう。夜道で見た枯れ尾花と言うわずかな情報から、その背後にある幽霊というパターンを人間は推測しやすいのである。人間が夜を怖がるのは自然なのである

シャーマーはこの現象を様々なデータで示す。人間が 1 型エラーを犯す傾向は人間の脳に深く刷り込まれていると主張する。シャーマーによれば、宗教、迷信、UFO は 1 型エラーがもたらしたものであるという。つまり神、幽霊、エイリアンなどは 1 型エラーの産物だということだ。

人間は信じたい生き物であるとシャーマーは主張する。人間にはまず信じたい結論が先にあって、その理由は後から考え出すのである。人間は進化の過程でそのようにしくまれているのだ。脳の機能、構造からそうなっているのだ。だから人間にとっては信じないこと、つまり懐疑的精神、科学、理性、合理性は不自然なものなのだという。このように考えるとなぜ迷信がはびこるかがよく理解できる。

シャーマーの話は TED の講演集のひとつに納められている。ちなみに TED の講演集は、世界の、聞くに値する話がたくさん網羅されていてとても参考になる。プレゼンテーションの時間は 18 分以下でありかついろんな言語、例えば日本語の字幕もあるし、さらに全文が英語や日本語で載せられている。これらの翻訳はボランティアがやっているという。話の内容も面白いし英語の勉強にもなるのでぜひお勧めしたい。

http://www.ted.com/talks/michael_shermer_the_pattern_behind_self_deception.html

まとめ

以上の私の話は表にまとめると以下のようになる。

科学	非科学
サイエンス	バリュー
事実	意見
合理的	限定合理的
理性的	感覚的
不自然	自然
人間には困難	人間的

学生スタッフ数

プロジェクト	学生スタッフ数
課外教養プログラムプロジェクト	38名
エンパワメントプロジェクト	73名
ボランティア支援プロジェクト	126名
障がい学生支援プロジェクト	47名
同郷会プロジェクト	39名
キャリア支援プロジェクト	28名
ピア・サポートプロジェクト	
計	351名

2010年度は、174プログラムに約9400名参加

Hosei PSCの柱



課外教養プログラムプロジェクト
(KYOPRO) に見る活動事例

JAL機体整備工場見学

数学的思考でスキルアップ

薬物問題写真展

1枚のフィルムが農業を変える

都心で行なう天体観測

よしもと流「発想法」講座

チーム阿波踊り

健康みなおし週間

坐禅のススメ

東京六大学野球応援

オレンジアスリートフォーラム

神楽坂案内ツアー

「課外教養プログラム」では、
いつもの授業とは一味違う体験ができます。

KYOPROスタッフのミッション

学生と大学と協働し、プログラムをつくります。

- 学生がつくる、学生のためのプログラム
- プログラム運営を通じた「学生サポート」

課外教養プログラムの企画・運営を通じて、

「参加者間の交流」「学びのきっかけづくり」

をサポートします。

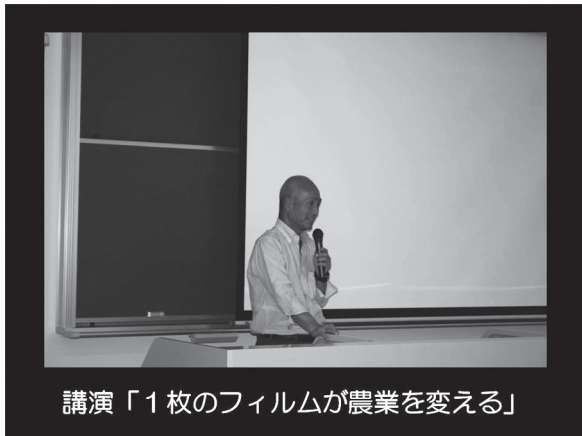
プログラムができるまで



KYOPROスタッフの活動は「実践」の連続です。



「科学リテラシー」を学ぶ 一疑似科学に騙されないためにー



講演「1枚のフィルムが農業を変える」



大学生なら知っておきたい基礎教養講座 数学
—数学的思考でスキルアップ—



都心で行なう天体観測

4年間をふりかえる

1. 「第3のコミュニティ」としてのKYOPRO

- 他キャンパスの学生と触れ合えて楽しい。刺激になります！
- 希望のゼミに落ちました。。。KYOPROに打ち込みたいと思います！
- 編入学でいまさらサークルには。。。出遅れ感を払拭したいです！

クラス・ゼミ（正課）、クラブ・サークル（正課外）に次ぐ、「第3のコミュニティ」として機能している、と言える。

4年間をふりかえる

2. 「学内インターンシップ」としてのKYOPRO

- 身近な社会人（教職員）によるアドバイス
- 「安全」「安心」な環境下でのプチ社会人体験
- 好調な就活実績

企画から運営まで実践的な活動に携わることで、「社会人基礎力」の養成につながっている、と言える。

4年間をふりかえる

3. KYOPROスタッフの声

KYOPROスタッフになって良かったことは何ですか？

Best 1

大学生活が前より楽しくなった！

各自の想いが、この一言に凝縮されていると思います。

Best 2

「成長」を実感できた！

企画から運営まで一貫して関わる中で、様々なチカラが身についているようです。

Best 3

新たな出会い・発見がある！

他学部スタッフとの交流はもちろんですが、教職員との交流を「良かった」と感じる人が多かったことは新たな発見です。

よくある質問

Q. 学生を使いたいと思っているが…

A. 「使う」という発想では失敗します。

Q. 学生スタッフの導入で仕事を楽にしたい…

A. 楽になるところか、きつくなります。ただ、「楽」しいです。

Q. 学生スタッフをもっと増やしたらいいのでは？

A. 1人1人と真剣に向き合っています。

Q. 広報の方法は？

A. 特別なことはしていません。学生の姿が最大の広報です。

心がけていること

- 当り前のことを、当り前に！
- セレクションはしない。身近感がポイント。
- 半歩先からのアドバイス。
- 攻めの学生支援、待ちの学生支援。
- 「6W2H」で自分らしく。
- 学生、若手職員の育成（身近な目標）。
- 目の前の学生を大切に！
- 学生とは会話ではなく、対話する。
- この環境に感謝！



最後にひとこと

最も強い者が生き残るのではなく、
最も賢い者が生き延びるわけでもない。
唯一生き残るのは、変化できる者である。

（ダーウィン）



ご清聴ありがとうございました。

科学リテラシーを支える批判的思考の教養教育

京都大学 大学院 教育学研究科 教授

楠見 孝

第17回FDフォーラム 第3分科会「教養教育における科学リテラシー：問題発見力と問題解決力の獲得を目指して」
2012年 3月4日 京都産業大学

科学リテラシーを支える批判的思考の教養教育

1. 科学リテラシーを支える批判的思考
2. 批判的思考のプロセスと態度
3. 批判的思考の教育

京都大学大学院教育学研究科
教育認知心理学講座

楠見 孝

kusumi@educ.kyoto-u.ac.jp

はじめに

1. 教養教育における批判的思考と科学リテラシーの重要性とその育成方法
2. 現代に生きる市民は、低線量放射性物質の影響、原子力発電所の是非などの賛否が分かれる論争的な問題に直面
3. 市民が、新聞やテレビ番組で報道される科学的問題を適切に理解し、問題解決のための行動をするためには科学リテラシーと批判的思考とが必要
 - ・ 放射能を「正しく恐れる」とは科学リテラシーと批判的思考に基づくリスク認知

1. 科学リテラシーを支える批判的思考

教養教育で育成する科学リテラシーとは
学生、社会人、市民が身につけるべき高次リテラシーであり、学問的知識や方法論を背景とした受信・発信のコミュニケーション能力、問題発見・問題解決能力

- 科学と社会の問題(例:原発事故による健康影響や原発存続の是非)を考えるために必須の能力

1. 批判的思考のスキルと態度が支えている
 2. 科学に関する情報を適切に理解・判断をして、行動したり、他の人に向けて発信する
 3. 科学と社会に関わる問題を発見、解決する
- 科学リテラシーと批判的思考を育成するための教育実践とその評価について述べる。

高次リテラシー

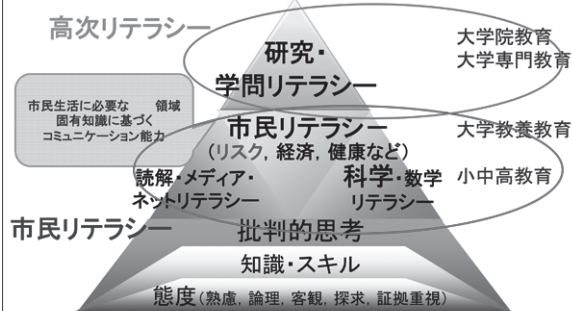
- ・ 高次の思考スキルと内容的知識に基づく読解能力・コミュニケーション能力
 - リテラシー(母語の読み書きやコミュニケーション能力)、機能的リテラシー(職業訓練に必要な計算能力など)を基盤にした、市民生活に必要な能力(市民リテラシー)を展開した能力
 - 批判的思考のスキルと態度が支えている
 - マルチリテラシー(メディア、経済、健康、科学、リーガルリテラシーなど)を含む
- ・ 大学教養教育では、市民リテラシーと学問リテラシーの育成が重要

科学(技術)リテラシー (Miller,1998)

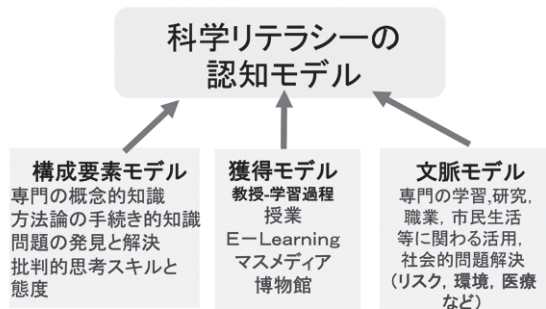
- ・ 基本的な科学技術用語、概念の理解、
- ・ 科学的な手法、過程の理解
- ・ 科学政策に関する問題の理解

理解 + 行動

リテラシーの階層(楠見,2010)



科学リテラシーを支える3つのモデル (Sternbergの知能モデルの応用)

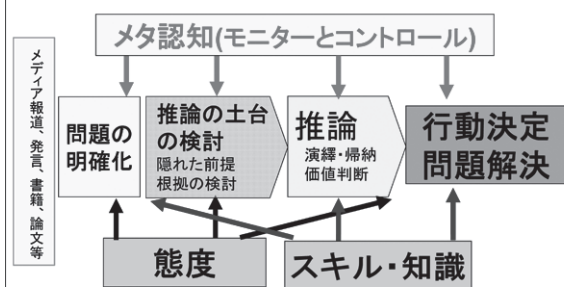


批判的思考(critical thinking)の定義 (楠見,2010)

- 証拠に基づく論理的で偏りのない思考
- 「相手を批判する思考」とは限らず、むしろ自分の推論過程を意識的に吟味する反省的(reflective)思考
- 科学リテラシーの基盤
 - ・ 科学に関わる情報収集、推論、評価
 - ・ (メディア、人の話などの)情報に接したり、議論をしたり、自分の考えを述べたりする時に、何を信じ、主張し、行動するかの決定を支える
- ジェネリック(汎用)スキル:学習・研究、日常・職業生活において働く
- 実践的コミュニケーション能力を支えている

2. 批判的思考のプロセスと態度

(楠見, 2011, Ennis,1987を改変)



(1)問題の明確化

発言や文章を正確に理解し、問題を明確化するために、

1. 問題(テーマ)に焦点を当てて、それを明確化
2. 主張(結論)とそれを支える根拠(理由)を明確化
3. 論理(根拠と主張の構造、標識語など)を分析
4. 明確化のための問い
(問題は? なにが主張か? 根拠は? など)を出す
5. 用語を定義する
(専門用語は領域固有)

(2) 推論の土台の検討

他者の主張、科学的事実、観察結果、以前の結論

- 1 情報源の信頼性を判断
 - ・ 専門家によるものか? (肩書きに惑わされない)
 - ・ 異なる情報源間で一致しているか?
- ・ 確立した手続きをとっているか?
- 2 科学的事実、観察結果を評価する
科学リテラシーにとって重要

市民の科学に対するイメージ(藤垣,2007)

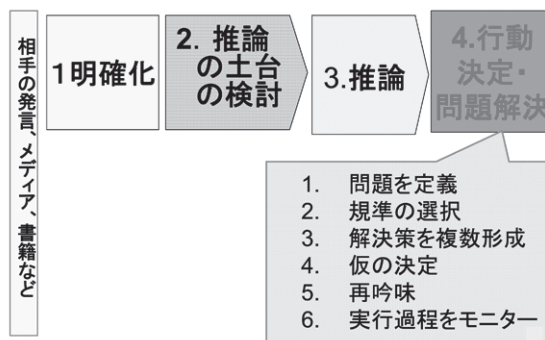
- ・ 常に正しい
 - 書き換わる
- ・ 確実で厳密な答え
 - すぐに答えが出ないものもある
- ・ 確実で厳密な科学的知見に基づいて意思決定すべき
 - まだ得られていないことも
- ・ それができるまでは環境汚染や健康影響の原因は特定できない
 - リスクがない、対策しない口実にも
 - 待ってられないことも

(3) 推論

根拠から結論が導けるか

1. 帰納(一般化)における判断
どのような条件、サンプルで研究したのか？
動物実験の結果が人にも当てはまるのか？
2. 演繹(三段論法など)の判断
 - ・ 推論過程を簡略化していないか
 - ・ あやまった二者択一ではないか
3. 価値判断(背景事実、結果、バランスなどの判断)が必要
 - ・ 様々な情報を集め、比較して、自分自身で判断

(4) 行動決定と問題解決



批判的思考を支える態度

批判的思考は、スキルだけでは、十分に発揮されない。
態度が、問題解決や読解、討論などの状況において必要

- (1) 論理的な思考態度
明確な主張や理由を求める
- (2) 探求心
さまざまな情報や知識、選択肢を探す
開かれた心をもつ(他者に耳を傾け理解しようとする)
- (3) 客観性
主観にとらわれず多面的、公平にものごとをみる
- (4) 証拠の重視
信頼できる情報源を求め、証拠に依拠した立場をとる
新たな証拠が出たときは、自分の考えを変える
- (5) 熟慮
情報を鵜呑みにせず、じっくり考える

3. 批判的思考の教育

批判的思考教育の目的

学部教育

- － 優れた学習者(master student)に
 - ・ 大学そして生涯を通して学ぶための学問リテラシー、ジェネリックスキルと態度の育成
- － 良き市民、職業人に
 - ・ 市民リテラシー(科学、メディア、経済、健康、リーガルリテラシーなど)を支えるジェネリックスキルの育成

専門教育、大学院教育

- － 優れた専門家、研究者に
 - ・ 研究リテラシーを支える思考の育成

科学リテラシーと批判的思考力を高めるには

1. ジェネラル(general)アプローチ
 - ・ 領域普遍的な批判的思考スキルをライティング・リーディング・プレゼンテーションなどの授業で教える方法
2. インフュージョン(infusion: 導入)アプローチ
 - ・ 専門分野の教育において批判的思考のスキルなどを明示的に教える方法
3. イマージョン(immersion: 没入)アプローチ
 - ・ 学習者は教科・専門内容に深く没入することを通して、批判的思考スキルを明示的に教えられなくても獲得することを目指す教え方(伝統的な専門教育)
4. 混合(mixed)アプローチ

批判的思考力を高める活動1

批判的読解(critical reading)

- ・ 読解は情報収集の大きな部分を占めており、批判的思考を働かさなければならない活動。
 - (a) 客観的証拠や対立意見に着目して分析
 - (b) 反対の立場で分析
 - (c) 研究報告や論文の読解において、チェックリスト(例: 問題設定が明確か、キーワードが定義されているか)に照らして評価(Metsoff, 1997)
 - (d) レポート、レビュー論文執筆

批判的思考力を高める活動2

ビデオ、テレビ、映画などの視聴

- メディアを解釈する能力(メディアリテラシ)や主体的態度を育成することは、良き市民を育てる教育として重要。
- マスメディアを通じた情報が、私たちの思考や行動に及ぼす影響大
- 実践としては、ビデオで、停止、巻き戻しなどで分析的視聴
 - マスメディアにおけるバイアスや、現実と脚色の問題などに焦点を当て、3の討論と組み合わせることが多い。
- 受動的になりがちなメディアの視聴は、内省だけでなく、対話や討論によって能動的に学ぶ

批判的思考力を高める活動3

討論

- 批判的思考力に加えて、コミュニケーションスキル、能動的傾聴(active listening)スキルの育成を目指す
 - 教師による有意義な問題提起と、学生の反応を引き出す工夫が必要
 - (a) クラス討論の形で、講義形式の授業の後半部分で自由討論。
 - (b) 代表者数名が異なる観点から、個人発表をしたあとで、全体討論
 - (c) グループ討論の形で、グループに分かれて、準備をしたらで討論
 - 構造化された討論の授業(UCB(カリフォルニア大学バークレー校)の実例(Davis, Wood, & Wilson, 1983))
 - (a) 各回の授業の討論のための問題をあらかじめ、シラバスに掲載しておき、学生に討論の準備をさせる。
 - (b) クラスを6-8人の小グループに分割する。
 - (c) 討論のリーダーを順番に割り当てる
- などの工夫をして、討論を活性化

批判的思考力を高める活動4

レポート作文

- 分析的思考と自己表現力、創造性を育成する活動
- 宿題あるいはレポートして、出題し、教師が添削し、フィードバック
 - Wade(1995)は、6つのテーマに関して、作文実習を実施して、討論実習と効果を比較
 - 作文は、反省的思考や、ある立場に立った論理や主張について考察する時間が長く、批判的思考獲得に優れる

批判的思考力を高める活動(その他)

5 グループプロジェクト

- 4-6人程度のグループで、討論をしながら、プロジェクトを進める方法
- 3の討論で育成するコミュニケーションスキルに加えて、問題解決や意思決定、創造のスキルの形成を目指す
- 共同研究の現場や職場での実践的能力とも結びつく。
 - Jigsaw法
 - 「総合的学習」「課題研究」

6 ゲーム

- 架空状況における個人または共同による問題解決によって、問題解決能力や意思決定能力、対人関係能力などの実践的能力を訓練
- 模擬経験を通して、技能や知識を能動的に学習するためのプログラムである。さらに、人間関係の能力養成
 - 経営大学院(MBA)や研修
 - 特定スキル訓練(合意形成の技法、ブレインストーミング、KJ法などの創造技法)
 - シミュレーションゲームのように、現実場面に近い状況での訓練



事例: 初年次教育における授業実践例

ポケットゼミ: 批判的思考力を高める(楠見担当) 2005年, 2011年前期
受講者 全学部1年生 20名

目的

- 1年生を対象とした入門セミナー
- (1) 論理的・客観的な思考法を身につける
- (2) 自分や相手の心の働きや行動、社会問題、大学での学習や研究に対して適用できるようになる
- (3) 賢い学習者、良き市民を目指す

メインテキスト

楠見孝・子安増生(監修) 2010 クリティカルシンキング: 情報を吟味・理解する力を鍛える ベネッセコーポレーション
Zechmeister, E. B. & Johnson, J. E (宮元ほか訳) 1997 クリティカルシンキング(入門編・実践編) 北大路書房
Schick, T. & Vaughn, L. 2004 クリティカル・シンキング(不思議現象編) 北大路書房

測定

事前調査: 批判的思考態度、能力 (平山・楠見, 2002)
毎回課題: 課題、討論参加態度 (武田・平山・楠見, 2003)
事後調査: 批判的思考態度、能力、授業評価、自由記述

授業の全体計画(斜字は科学リテラシーに関わるテーマ)

回	月日	テーマ	テキスト	討論テーマ案
1	4月19日	はじめに: 批判的思考とは	事前チェック	適切な議論のテーマを決める
2	4月26日	議論を明確化する	K1章	原発事故による健康影響に関する報道は適切か
3	5月10日	隠れた前提を明らかにする	K2章	暴力番組やゲームは子どもに悪影響を及ぼすか
4	5月17日	根拠の確かさを調べる	K3章	小学校低学年からの英語教育必修化は是か非か
5	5月24日	ものごとの原因について考える	Z2章	ゆとり教育によって学力は低下したか
6	5月31日	他人の行動を説明する	Z3章	女性専用車両は是か非か
7	6月7日	自分自身を省察する	Z4章	死刑制度は廃止すべきか
8	6月14日	信念を分析する	Z5章	お金があれば幸せか
9	6月21日	自分は何を知っているかを知る	Z6章	子どもの脳死による臓器移植は是か非か
10	6月28日	良い議論をする	Z9章	原子力発電所は廃止すべきか
11	7月5日	奇跡の治癒はあるか	S8章	民間療法は有益か
12	7月12日	超常現象はあるか	S9章	超常現象は存在するか
13	7月19日	まとめ: 賢い学習者、良き市民とは	Z10章 事後チェック	外国人参政権は是か非か



授業の構成(T:教師, S:学生20名, TA2名)

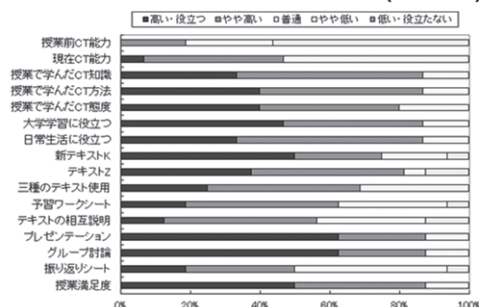
0. 予習ワークシート記入持参
- 5分 教師によるイントロダクション
- 15分 2人1組になって、テキスト前半部の要点を、話し手が聞き手に説明する。聞き手は適宜質問をする(Jigsaw法)
- 15分 後半部について、1とは役割を交代して行う(Jigsaw法)
- 10分 話題提供(S:2人) 賛成または反対の立場から章の内容と調べてかいた資料(証拠)に基づいて、討論の論点を紹介する
- 20分 4人1組になって、討論テーマに関して議論する
- 15分 各班の報告&まとめ(教師)
- 5分 討論振り返りシートの記入(全員)

批判的思考態度尺度とテスト得点の平均値(SD)の授業前後の変化

測度	事前	事後	t値
態度尺度全体 ^a	14.1(2.06)	14.8(1.51)	1.41**
論理的思考自覚 ^b	3.5(.77)	3.7(.71)	0.82**
探求心 ^b	4.2(.62)	4.4(.40)	1.34**
客観性 ^b	3.3(.88)	3.5(.96)	0.90**
証拠の重視 ^b	3.1(.89)	3.3(.64)	0.65**
スキル尺度全体 ^c	10.3(1.99)	11.3(1.70)	2.68*
明確化 ^b	4.0(.65)	4.1(.52)	0.95**
隠れた前提 ^b	3.0(.78)	3.5(.67)	2.44**
根拠の確かさ ^b	3.2(.95)	3.7(.84)	2.16*
メディアリテラシー ^b	3.4(.65)	3.6(.47)	2.43*
批判的思考能力テスト(正答率)	0.68(.07)	0.79(.14)	3.30**

註 ^a: MAX=20, ^b: 5点尺度, ^c: MAX=15, *: $p < .05$, **: $p < .01$ (N=18)

最終回の授業評価の結果(N=18)



4. まとめにかえて なぜ大学生に批判的思考が大切か

1. 批判的思考力を身につけることは、大学生、社会人、市民として良き活動のために必要
 - ・ 複雑な判断、新しい状況に適応、新しい知識やスキルの学習が必要
2. 自らの自己中心的思考、先入観に目を向けることは、よりよく生きるために重要
 - ・ 公正と誠実
3. 異なる立場の人の意見に耳を傾け、協同して問題解決
 - ・ 適切なコミュニケーション、創造的問題解決

4. 証拠に基づいて、考えを明確に、自信を持って発言(コミュニケーション技術)
 - ー 仲間など、相手を説得、影響力を増す
 - ー 批判する、間違いを正すことも必要
5. 否定的な考え方にとらわれないようになる
 - ー 自分の悩みを合理的に分析
 - ー 批判を自分の人格に向けたものと受け取らない
 - ー 打たれ強さ、忍耐力、ストレス耐性、
6. 学業・仕事・日常生活において、根拠のない情報にまどわされずに、適切な判断と決定

主な文献

- Ennis, R. H. 1987 A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron and R. J. Sternberg (Eds.), Teaching thinking skills: Theory and practice, 9-26. New York: W. H. Freeman and Company.
- 平山るみ・横見 孝 2004 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響: 証拠評価と結論導出課題を用いた検討 教育心理学研究 52(2):186-198.
- 横見 孝 2010 批判的思考と高次リテラシー 横見 孝(編) 思考と言語 現代の認知心理学3 北大書房 pp.134-160.
- 横見 孝・林創・原聖・沖林洋平 2012 ラウンドテーブル「高次リテラシーと批判的思考」第18回大学教育研究フォーラム 3月16日 京都大学
- 横見 孝・子安増生・道田泰司(編) 2011 批判的思考力を育む: 学士力と社会人基礎力の基盤形成 有斐閣.
- 横見 孝・三浦麻子・小倉加奈代 2011 福島第1原発事故による食品の放射能汚染情報の信頼性評価(1): 批判的思考とメディアリテラシーが及ぼす効果 日本社会心理学会第52回大会 名古屋大学
- 横見 孝・田中優子・平山るみ 印刷中 批判的思考力を育成する大学初年次教育の実践と評価 認知科学都築章子・横見 孝・堀野逸生・鈴木真理子 2011 サイエンスコミュニケーションデザインを支える知のネットワーク~英国National Network of Science Learning Centres調査報告~ 科学技術コミュニケーション 9, 53-6
- 横見 孝・上野秀雄 2009 人は健康リスクをどのようにみているか 吉川肇子(編) 健康リスクコミュニケーションの手引き ナカニシヤ出版
- 武田明典・平山るみ・横見 孝 2006 大学初年次教育におけるグループ学習と討論: クリティカル・シンキング育成の試み 筑波大学学校教育学会誌 13, 1-15