

科学コミュニケーションとしてのクリティカルシンキング教育

伊勢田哲治

京都大学文学研究科

科学としての科学教育？

本題に入る前に、科学哲学や科学技術社会論を研究する立場からこの研究会の問題設定である「科学としての科学教育」がどのように見えるのかということについて簡単に議論したい。科学としての科学教育とはどういうものでありうるのか、科学教育が科学的になるとはどういうことだろうか。この問いに答えるには、「科学とは何か」という問いにまず答えを出す必要があるわけであるが、これは科学哲学で延々と論じて決着の出ない問題である。といっても何の手がかりもないわけではなく、ある程度の合意はある。たとえば、根拠なく「こう思う」と主張するのは科学ではない。体験談や「やってみました」はそのままでは科学にはならない。かといって、物理学を科学の標準的モデルとするのは無理がある。体系的な理論、高度な数学、精密な実験等々を持つ物理学はさまざまな科学の中でむしろ特殊である。

両極端の間で「科学教育」を科学として考えるには、「モード2科学」をモデルとして考えるのがよいと思われる（ギボンズ 1997）。モード1科学とモード2科学の区別は科学論者のギボンズらが提案したもので、旧来のアカデミックな科学（モード1科学）と情報学や環境学（モード2科学）は本質的なところで科学としてのモードが違うという考え方である。モード2科学は自然の探求という目的ではなく、なんらかの問題解決という観点で組織される。旧来の学術分野からの知見ももちろん利用されるが、まったく異なる文脈の下で組織される。たとえば化学、生物学、法学、経済学はモード1科学ではお互いに遠く離れた分野であるが、工場排水中の有害化学物質の法的規制という問題の解決のためにはこれらの分野の知識が有効に再構成される必要がある。また、問題解決に必要な情報やノウハウはしばしば自治体、企業、市民団体などが持っているので、モード2科学は大学だけでなくさまざまなセクターの共同で行われる。モード2科学ではオリジナリティよりも問題解決への有効性で研究が評価される。昔からある学問分野でも、工学や教育学は実はモード2科学としての性格を持つ。

もちろん、同じ「科学」という名前で呼ばれる以上、広い意味での共通点はある。ここでは立ち入って論じないが、モード1科学とモード2科学に最低限共通するのは、「研究対象と研究手段に見合った、生産性と両立するような、適切なレベルの懐疑主義」ではないかと考えている（この種の懐疑主義については伊勢田 2005 pp.134-148 など参照）。たとえば、歴史的な研究や人間を対象にしたある種の研究など、対照実験が原理的にないし実際上できない

ような場合に「対照実験をしていないから科学的知識とは認められない」といって研究を全否定するならば、潜在的に有益な情報を捨て去ることになるだろう。かといって、できるのに単なる怠慢で対照実験をやらないといった場合まで容認しては、研究の質保証は望めないし、対照実験ができない場合でもさまざまなやり方で情報の信憑性を吟味することはできるはずであるから、そうした吟味を要求するのは「適切なレベルの懐疑」に含めることができる。

科学教育も、有効な教育という目的の下で、教えられるべき専門領域の知識、心理学の知識、教育実践のノウハウなどが組織されるという意味で、非常に典型的なモード2科学の性質をもつ。教育にまつわる体験談や実践報告は、モード1科学では証拠と認められにくい、モード2科学ならば必要な吟味を経た上では知識として認められる可能性がある。科学としての科学教育に、高すぎず低すぎない適切なレベルの質保証を求めるためには、モード2科学としての視点は欠かせないだろう。

本稿の問題設定

さて、こうした背景を確認した上で本稿を位置づけるなら、本稿は単体では科学未満だといわざるをえない。本稿で行うのは、提案や原理的な分析など、むしろ哲学に属する仕事である。ただし、科学はもちろん一人でやるものではないので、この提案をもとに仮説を検証するなどすれば今言ったような意味での「モード2科学としての科学教育」の一部とはなりうる。

以下、まず、クリティカルシンキング（以下 CT と略）が持つ科学コミュニケーションとしての側面を指摘し、科学教育に関心を持つ人がもっと CT 教育に注目すべきだと提案する。つぎに、そうして提案した CT 教育のありかた自体を批判的な吟味の対象とする。具体的には、科学技術社会論（以下 STS と略）における科学コミュニケーションに関する近年の議論を参照し、科学コミュニケーションとしての CT が抱える問題を考察したい。

CT とは何か

まず、CT とは何か、どういう教育が現在行われているかを簡単に確認しておこう。非常におおざっぱに言えば、CT とは議論のよしあしを判断するための思考法である。アメリカでは以前からある考え方であるが、特に 1980 年代から大学で論理学初歩として教育の中で広まってきた。日本では最近になって CT に関する書籍が多く出されるようになった。日本ではどちらかというと心理学や経営学の系統の本が多い。

現在、日本でもさまざまな大学で CT の授業が行われている。特に目立つのが、ゼックミスタ&ジョンソン『クリティカルシンキング』（1996）などを使った心理学系の CT 科目であ

る。また、看護系は専門の CT 教科書もあり、一つのジャンルをなしている。経営系の科目では「ロジカルシンキング」という言い方が目立ち、教科書もコンサルタントなどによる思考の整理法などの本が利用されている。「論理学」という科目名で実質的に哲学系 CT 教育を行っている場合もある。

CT として教えられる内容は共通点も多いが、著者のバックグラウンドによって強調される部分は違ってくる。哲学系の CT では議論の構造の分析の仕方や妥当な推論と誤謬推論が中心となり、心理学系の CT では心理的に犯しやすい誤りについての知識と回避のスキルや意思決定のスキルが中心になる。経営学系の CT では情報の整理・視覚化のスキルに重点が置かれるのが特徴である。

科学コミュニケーションとしての CT

こうした CT 教育には、さまざまな意味で科学コミュニケーションとしての側面がある。まず、心理系 CT における心理学的知見の紹介はそれ自体科学コミュニケーションである。また、心理系でも哲学系でも科学の方法論がとりあげられることがある。哲学では仮説演繹法などの比較的抽象的な方法論、心理学では対照実験の考え方などがテーマとなる。いわゆる「ニセ科学」やオカルトもしばしば CT の必要な事例として挙げられ、その問題に関する科学の常識も同時に伝えられる。

CT 教育でどのような科学コミュニケーションが行われるのか、教科書の一つ例としてとりあげて見てみよう。とりあげるのはシック Jr.& ヴォーン の『クリティカルシンキング 不思議現象篇』(2004) である。著者はどちらも哲学者で、超常現象やオカルトを題材に心理学と哲学の両方の CT の技法を解説している。日本でもこの本を他の教科書と組み合わせて授業に使った授業実践例がある(楠見、田中、平山 2006)。本書の科学コミュニケーション的な内容であるが、まず、心理学の知識としては、第三章で知覚や記憶の不確実性、バーナム効果などをとりあげ、第六章では確証バイアスなど推論に関わる心理学的知見を紹介している。科学の方法論については、演繹と帰納といった論理的な話題、リサーチプログラム論のような哲学的話題、二重盲検法のような具体的な方法論など、さまざまなレベルのものが全編にわたってとりあげられている。さらに、理論選択については第七章で科学哲学でよく論じられるテスト可能性、単純性、肥沃さなどの基準が紹介され、それが最終章では具体的な判断のノウハウとして主張の吟味のための SEARCH 公式(仮説を述べ(state)、証拠(evidence)を確かめ、対抗仮説(alternative)を考え、基準(criteria)に基づいて個々の仮説(hypotheses)を評価する(rate))にくみこまれている。事例においても科学と疑似科学の双方から多様な例を紹介している。特に代替医療については記述がかなり具体的で、たとえばホメオパシーについては、最終章で、ホメオパシーの有効性を示す証拠とされる実験がどれも

きちんとした対照実験になっていないことを詳しく紹介し、ホメオパシーの効果はプラシーボであるという仮説の方がもっともらしいと考える理由が説明されている。

なお、ご存じない方のために、ホメオパシーについて簡単に補足説明しておこう。ホメオパシーはドイツのハーネマンが 18 世紀末に発案した一種の民間療法で、ある病を治すにはそれと同種の症状をひきおこす物質を希釈して投与すればよいという考え方に基づく。その際、「有効成分」が一分子ものこらないほど希釈した液（つまり普通の水）やそれをしみこませた砂糖玉を「レメディ」と呼んで使う。ホメオパシーは欧米では大きなシェアを持つ代替医療となっており、日本でも近年になって「ホメオパシージャパン」などの団体によって広まりつつある。日本では予防接種を否定してレメディを推奨するなど正統医療と対立する活動もしており、その点で批判をうけたりもしている。

シック&ヴォーンと似たようなアプローチの CT 本はいくつか存在する（菊池ほか 1995、伊勢田 2005 など）。こうした、科学コミュニケーションの要素の強い CT をゆるくまとめる言葉として CT-SC モデル（Critical-Thinking based Science Communication model）と呼ぶことにする。シック&ヴォーンなどの本の内容は科学コミュニケーションとしてはかなり内容が豊かだと言っている（ただし、CT 全体をみわたすとこれらは CT 教科書・入門書としては例外的）。通常の科学コミュニケーションと比べて CT-SC モデルは方法論の紹介の面が強いが、これはむしろ長所といえるだろう。

さて、以上をまとめると、CT 教育は看護学や経営学など幅広い分野に広がっており、科学コミュニケーションの要素をきちんとパッケージ化して組み込むことができれば科学リテラシー向上の効果が期待できる。ただし、現状では CT-SC タイプの CT 教育が広まっているわけではなく、まだ課題が多い（即戦力を重視するビジネス系 CT や看護系 CT に食い込めるか、あるいは本当にそうしたところに食い込むのが望ましいか等）。いずれにせよ、科学教育の一つの経路として、CT はもっと注目されてもよいのではないだろうか。

CT-SC モデルの STS 的検討

しかし、CT-SC モデルを広めようという結論にとびつく前に、CT-SC モデルが科学コミュニケーションとして本当に適切かどうかということについては、もうすこし吟味してみる価値がある。以下では、CT-SC モデルを科学技術社会論（STS）の観点から見直すという作業を行う。

科学技術社会論（STS）とは、科学技術と社会の関係について研究・教育・実践する分野である。もともとアカデミックな分野というよりは教育カリキュラムとして成立したと言われる。しかし、近年科学コミュニケーション、市民参加型意思決定など科学技術と社会のインターフェースについての研究が進行するにつれ、研究領域としても充実してきている。こ

の分野で近年特に強調されるのが「欠如モデル」(deficit model)と呼ばれる科学コミュニケーションへのイメージに対する批判である(小林 2007)。欠如モデルとは、一般人には科学の知識が欠けているために正しい判断ができていない、したがって一般人に正しい知識を身につけてもらうことで専門家との意見の対立は解消できる、という考え方である。ヨーロッパでは BSE 問題における科学者不信から、「欠如モデル」が批判されるようになった。BSE 問題では専門家の報告をうけて安全宣言が出されたあとで人間での vCJD (変異型クロイツフェルトヤコブ病) の発症が確認され、安全宣言が取り消された。この経緯から、社会的に重要な問題については科学者の判断が最善とは限らない、科学者はもっと謙虚にならなくてはならない、という風潮が生まれたのである。日本では、遺伝子組み換え作物をめぐる、市民が遺伝子組み換え作物を受け入れなかったひとつの理由として研究者側のコミュニケーションのモードが欠如モデル的だったということがよく指摘される(ibid.)。欠如モデルへの対案として STS で推奨されるのは、双方向モデルや対話モデルと呼ばれる考え方である。これは専門家と市民が双方向的にコミュニケーションするというモデルで、市民は自分の問題関心にあった知識を専門家から引き出し、専門家は市民と話し合うことで自分たちの問題設定や暗黙の前提を見直すことになる。

もちろん STS 研究者もあらゆる場合に欠如モデルが望ましいと考えているわけではない。特に基礎教育の現場では欠如モデル型が当然である。しかし、それぞれのコミュニケーションの場において、コミュニケーションが欠如モデル型になっていないか、そのことが問題をはらんでいないか、と問いかけることは重要ではないだろうか。以下では科学コミュニケーションとしての CT に対してもそうした観点からの検討を試みるが、他のさまざまな科学教育の取り組みに対しても、同じ問いを発してみることはできるだろう。

シック&ヴォーンの本も、一般むけ教科書・入門書という本の性質上、コミュニケーションのモードは一方的である。しかし、欠如モデルに関して批判されるのは、自分の問題設定や前提を疑わないという専門家の側の態度なので、書籍という形でも、欠如モデル的態度から書かれることもあれば、対話モデル的態度から書くことも可能なはずである(実際 STS の教科書も多々ある)。こうした観点から見たとき、シック&ヴォーンは結論については押しつけないという態度を一貫させている点が目に付く。たとえば、「わたしたちの出した結論をあなたが否定するのは自由である。しかしその場合にはそれにふさわしいよい理由に基づいていることを期待している。」(p.232)と著者たちは述べている。ただし、判断するための方法論についてまで「否定するのは自由」と言っているわけではない。たとえば、仮説の評価のための基準(テスト可能性、肥沃さ、範囲、単純さ、保守性)は、かなり天下りの的に与えられている(pp.159-169)。これらの基準については科学哲学の中でも意見が一致しているとはいえないが、本文ではこれらの基準の客観性が強調される。結論についても、「否定するの

は自由」といいながら、与えられる情報はかなり結論を誘導するようなものになっている。たとえば、ホメオパシーの事例についても、4 ページほどの記述の中で主にホメオパシー批判派の議論が紹介されており、ホメオパシー支持者が証拠とみなすようなものがそのまま挙げられているわけではない。知覚の不確かさなどについての心理学の知見は議論する余地のない単なる事実として提示されている。

図式化するとシック & ヴォーンのアプローチは以下のようにまとめられる。

- (1) 使用する事例は「不思議現象」（興味をひく、定説がはっきりしている）
- (2) 何を信じるべきかについての結論は押し付けないが誘導はする
- (3) 論理学、科学方法論、心理学的知見については天下りのように伝達

このスタンスは CT-SC モデルで CT を教える他の本にもある程度共通である。こういうスタンスになっているのはそれなりに理由がある。まず、答えだけ教えるのでは CT 教育にならない。しかし、こういう話題を教える際に相手があやしいものを信じてしまうのは困るので誘導はせざるをえない。さらに、哲学の論争をそのまま紹介しては收拾がつかなくなる。

CT-SC モデルのスタンスには欠如モデル的要素があることは確かだが、はたしてそれは望ましくないタイプの欠如モデルだろうか。以下、しばらくシック & ヴォーンの記事の細部や CT-SC モデルをはなれて、一般的な観点から考察を行う。

STS で欠如モデルが批判される場面にはいくつか共通の特徴がある。まず、STS でとりあげられるのは科学的問題についての結論が社会的にも影響を与えるような話題であり、しかも教育ではなくコミュニケーションの場である。さらに、まだ科学の定説がはっきりせず不確実性が高いということも STS で取り上げられる話題に共通する。そのため、何を重視するかによって証拠の評価が変わるし、問題の立て方（フレーミング）によって、どういう情報が重要かも変わる。こうした状況は「トランスサイエンス」状況などとも呼ばれる（小林 2007）。

これに対して、CT で扱う話題（論理や科学の基本的な方法論）はこうした条件を満たさないようにも思われる。たとえば「A」と「AならばB」から「B」がみちびける（肯定式）というような論理法則や、「証拠と矛盾する仮説は放棄されるべき」「テスト可能な理論や単純な理論の方がよい」といった理論選択の基準にはトランスサイエンス状況は存在しないように見える。こういうものは社会的に影響が強いわけでも目新しいわけでもなく、価値観や問題設定も影響しなさそうである。

しかし、GM 作物に関するコミュニケーションの失敗の例などを考えるなら、専門家の側は自分にとって普遍的で疑う余地がないように見えるものについてももっと謙虚に再検討すべきではないだろうか。これはつまり、CT 的態度の自己への適用でもある。それを踏まえると、一見普遍的な CT の知見についても文脈次第でさまざまな態度がありうるが見え

てくる。肯定式が普遍的に妥当でないような非古典論理を考えることは可能である。もう少し身近なところでは、教えている方が「論理的思考」だと思っている推論が、きちんと分析するとさまざまな暗黙の前提に依存しているということがある。また、もう少しメタなレベルでは、冷静な論理的判断が重視される場面とそうでない場面がある。CTの望ましさがどのように認知されているかについては心理学的な研究もいろいろ存在する（広岡・小川・元吉（2000）、田中・楠見（2007）など）。

このような状況でCT-SCモデルのような性格の伝え方をするならば、教える側の文脈と聞く側の文脈や問題意識が異なる場合に、GM作物について生じたのとおなじようなコミュニケーション不全の問題が生じる可能性がある。もちろん、STSで通常あつかわれるトランスサイエンス的状况とシック＆ヴォーンが扱うような「不思議現象」（UFO、超能力、ホメオパシーなど）では、関連する科学的知識の確立の度合いの差や社会的意思決定の必要性の差など、異なる点が確かに多々ある。しかし、次にみるホメオパシーの例などを見ると、その差は本質的なものというより程度の差ではないかと思われる。

STS 融合型 CT

以上のような分析をふまえてCT-SCモデルを修正していくとしたらどんな感じになるだろうか。こうした問題意識から現在筆者が研究をすすめているのがSTS融合型CTである。これはSTSの話題や思考のツール、考え方を取り入れたCT教育である。CT-SCモデルの特徴としてあげた、結論を誘導したり天下りの的に教えたりという面をどう扱うかであるが、誘導する場面と両論併記的な記述をする場面を区別し、後者で双方向コミュニケーションを準備する、というようなやり方が考えられるだろう。場合によってはその規則や知見の根拠にさかのぼって考え、前提が違えば他の結論がありうることを紹介することもありえるだろう。

ホメオパシーを例にとって考えよう。ホメオパシーはちょうど遺伝子組み換え作物と同じような意思疎通の不全が起きている分野である。シック＆ヴォーンのテキストにあるような形でホメオパシーの証拠と称するものがちゃんとした実験になっていない（対照実験になっていない、コントロールがきちんとなされていない等）ことはいろいろなところで指摘されているが、それでホメオパシーのユーザーが減っているようには見えない。そうした状況を踏まえて双方向性をもった授業をするなら、どういう形になるだろうか。まず、通常の科学方法論に従うかぎりホメオパシー薬は効果があるとは認められないということ、そしてホメオパシーの理論は科学ががんばって確立してきた常識とあまりに根本的に矛盾しているということは（天下りの的に）伝えるべきであろう。しかし、同時に、まったく違う枠組みで見ている人にとってはそんなことは問題ではないかもしれないということ、どういう枠組みでものを見るべきかについては簡単に結論がでないということなども伝えてもよいはずである。

たとえば、医療というものを治療の有効性という観点ではなく医師と患者の関係という観点から捉える人にとっては、ある薬が「効く」かどうかは必ずしも重要ではないということがありうるだろう。そうした形で問題を提示したときに、学生からどういう反応が返ってくるかを見ることで、教師の側も自分が当然視していた前提を見直すきっかけが得られるかもしれない。

最後に、STS 融合型 CT を誰に対しておしえるのか、ということについて一言ふれておきたい。このタイプの教育の一つの特徴は、そこで伝えられるスキルや科学のイメージは必ずしも科学者にとっても常識ではないということである。また、科学者が市民と接する際に自分と相手のフレーミングの差を明らかにするスキルは覚えておいて損はないはずである。このような点から、STS 融合型 CT はむしろ理系研究者むけの科学コミュニケーション（たとえば理系大学院の教養教育）として意味があるかもしれない。

冒頭にも述べたように、本稿はまだモード2科学としての科学教育にはたどりついていない。それには、たとえば、「STS 融合型の CT は通常の CT-SC モデルの教育よりも批判的思考態度を高め、科学の方法論の理解を深める」といった仮説をたて、実地にしらべてみる、といった作業と結びつける必要があるだろう。今後心理学者などと協力してそうした研究を進めていければと考えている。

文献

伊勢田哲治(2005)『哲学思考トレーニング』ちくま新書

菊池聡ほか編(1995)『不思議現象なぜ信じるのか：こころの科学入門』北大路書房

ギボンズ、マイケル編(1997)『現代社会と知の創造：モード論とは何か』丸善ライブラリー

楠見孝、田中優子、平山るみ(2006)「批判的思考力を育成する大学初年時導入教育の実践と評価」『日本教育心理学会 第48回総会発表論文集』p.332.

小林傳司(2007)『トランスサイエンスの時代』NTT出版

シック Jr, T.、ヴォーン, L. (2004)『クリティカルシンキング：不思議現象篇』菊池聡、新田玲子訳、北大路書房

ゼックミスタ, E.B.、ジョンソン, J.E.(1996)『クリティカルシンキング：あなたの思考をガイドする40の原則 入門編』宮元博章ほか訳、北大路出版

田中優子、楠見孝(2007)「批判的思考の使用判断に及ぼす目標と文脈の影響」『教育心理学研究』55, pp.514-525

広岡秀一・小川一美・元吉忠寛(2000)「クリティカルシンキングに対する志向性の測定に関する探索的研究」『三重大大学教育学部研究紀要(教育科学)』51, pp.161-173