

科学技術社会論とクリティカルシンキング 教育の実り多い融合は可能か

伊勢田哲治

**科学技術社会論とクリティカルシンキング教育の
実り多い融合は可能か**

**Is a fruitful integration of STS and critical thinking
education possible?**

伊勢田哲治

京都大学

ISEDA Tetsuji

Kyoto University

Abstract

In this paper, I propose to integrate two developing subjects of humanities education, namely Critical Thinking (CT) and Science, Technology and Society (STS). The two educational subjects have some motivations in common (such as fostering critical attitude and understanding science and technology), but there are aspects in which they do not fit together well. For example, the deficit model of communication is accused in STS, but the main mode of education in CT is actually based on the model. To solve the problem, I introduce a series of conceptual devices (such as ‘bilateral CT model’ and ‘meta CT’) that help the integration of two subjects. I also briefly propose a concrete model of education, namely debate-induced CT education, which naturally integrates CT and STS.

本稿では、科学技術社会論 (science, technology and society, 以下 STS) とクリティカルシンキング (critical thinking, 以下 CT) 教育という二つの分野の融合の可能性を論じる。この二つの分野はこれまであまり関連付けられてこなかったが、教育分野として見たとき、両者の融合は潜在的に実り多いものである。ただし、STS で強調される「欠如モデル」の問題をめぐって、両者の結合には理論的問題も存在する。本稿では両者の融合の可能性をさぐるとともにそうした理論的問題についても若干の考察を行い、メタ CT という視点を導入すれば決して欠如モデル批判は STS と CT の融合の障害とはならないことを論じる。また、融合型授業の実践例も紹介する。

議論の流れとしては、第一節と第二節でそれぞれ CT と STS の概観を行う。第三節で両者の理論的關係を考え、第四節で両者を融合するこれまでの試みを概観する。第五節では両者の融合の際問題となると思われる CT 教育の欠如モデルの検討を行い、それを踏まえて第六節では教育の手法として「論争誘導型 CT 教育」という考え方を提示する。

1. CT とは何か

CT とは何かということについてはさまざまなまとめがすでにある (行き届いたサーベイとしては道田 2001 を参照)。たとえば、CT 教育研究の古典であるグレイザーの本では、CT の三つの要素として、(1) 問題をよく考える態度、(2) 論理的推論の方法についての知識、(3) その方法を実行するためのスキルを挙げている (Glaser 1941, pp.5-6)。近年の定義では、大枠でこれに従いつつも、論理学以外の要素が強調されるようになってきている (前掲の道田のサーベイを参照)。知識やスキルの具体的内容としては、情報の信頼性の吟味のしかた、議論の構造の分析のしかた、犯しやすい誤りについての知識と回避のスキル、意思決定のスキルなどが多くの CT の教科書で取り上げられている。以上のような内容に対応する学術分野は論理学 (古典命題論理, 非形式論理)、心理学 (認知心理学, 社会心理学)、統計学 (統計の読み方についての基礎知識など)、決定理論など多岐にわたる。つまり、CT とは元来非常に学際的な研究・教育分野だと言うことができるだろう (1)。

CT はアメリカでは大学で論理学初歩として定番の科目であり、イギリスでは

中等教育の中に組み込まれている。日本では最近になって書籍が多く出されるようになったが、教育システムの中で明確に位置づけられるには至っておらず、心理学や論理学の授業の中で実質上 CT にあたるのが教えられているという状況である。また、日本では、論理学初歩というよりも心理学系の知見を利用する心理学系 CT が先に導入され、研究者も心理学系が主となっており、哲学・論理学系の教員が主導して CT 教育を行っているアメリカなどの状況とはかなりおもむきが違う。

他方、CT 教育に対しては国内でもさまざまな期待が寄せられている。論理的思考力を身につけるのが望ましいということについては一般的了解があり、たとえば、2008 年の中央教育審議会答申「学士課程教育の構築に向けて」においては、学位授与基準の具体的な改善方策を提示する箇所、「論理的思考力」が学士課程で身につけるべき項目の一つとしてあげられている。論理的思考力の説明としては、「情報や知識を複眼的・論理的に分析し表現できる」という説明が行われている (2)。

このように、普及が期待される CT ではあるが、日本における現在の CT 教育はさまざまな課題を抱えている。その一つが、大学の科目としての CT の位置づけの難しさという問題である。CT は汎用的なスキルの集合という面が強いので、単独での専門領域にはなりにくい。この問題を解決する上で解決となりそうなのが、いろいろなコンテンツと組み合わせた CT 教育手法を開発することである。そうした組み合わせ型の授業を利用しやすい形で準備できるなら、CT 教育の拡大は促進されるであろう。そして、次節で紹介する STS は、既存の科学のあり方に批判の眼をむけて吟味するという性格上、そうした組み合わせの相手として有望なのではないか、というのが本稿の眼目となる提案なのである。

2. STS とは何か

次に、本稿の二つの視点のもう一方である STS について簡単にまとめておこう。STS という略号は、科学技術論 (Science and Technology Studies, S&TS) と科学技術社会論 (Science, Technology and Society) という互いに隣接する二つの分野の呼び名として使われる。本稿で主に念頭におくのは後者であるが、前者にも言及するので、前者には「科学技術論」という別の日本語表記を用いる。

科学技術論は 1980 年代以降に科学社会学が学際化していく中で成立した領域である。基本は科学・技術に関する社会学的な研究であるが、科学史、技術史、科学哲学、技術哲学などの要素もあり、学際領域という様相がつよい。また、科学技術論では、社会との関係というよりは、科学的知識・技術が成立する科学者・技術者・周囲の人々の織りなす社会的プロセスが研究の対象となる。

科学技術社会論、つまり本稿で主に念頭におく意味での STS 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 1970 年に成立したとされる (Yager 1993)。しかし、特に 1990 年代以降、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、STS は研究の領域としても充実してきた。近年は科学技術論と融合がすすんでいる。

STS は、科学技術論から、科学知識の社会性・相対性という考え方を受け継いでいる。実際問題としても、科学技術が引き起こす社会問題の解決においては狭い意味での科学的知識では不十分だということはしばしば指摘される。科学で問うことができるが科学で答えることができない問いを「トランスサイエンス」と呼び、小林は現代をそうした問いの重要性が非常に高まっている「トランスサイエンスの時代」ととらえる (小林 2007)。トランスサイエンスの問題を解決する上では、科学者だけでなく、市民が参加する形での意思決定が必要になる。STS では、コンセンサス会議など市民参加のテクニックの研究と実践をすすめてきた。

STS はもちろん特定のイデオロギーに支配される集団ではないが、この領域の研究者に共有された視点は存在する。その代表が「欠如モデル」と呼ばれるコミュニケーションのモデルに対する批判である (小林 2007, ch. 1 など)。科学リテラシーや科学の公衆理解の昔のイメージによれば、科学技術の関わる問題について専門家と一般人の判断が食い違うのは一般人に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からだと考えられていた。したがって一般人に正しい知識を身につけてもらうのが大事だ、という考えの下に科学の公衆理解 (public understanding of science, PUS) などの運動が進められてきた。こうしたコミュニケーションのモデルを欠如モデルと呼ぶ。しかし欠如モデルは多くの科学技術問題について不十分なモデルだと言われる。社会における科学技術問題を解決す

る上では市民の側の価値観も無視できず、実際にも、科学についての知識の増加と科学への肯定的態度が必ずしも相関しないという調査結果がある (Evans and Durant 1995). こうした知見をふまえ、STS で推奨されるのは、専門家と市民が双方向的にコミュニケーションし、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を見直すというモデルである。藤垣は欠如モデル以外に文脈モデル、素人の専門性モデル、市民参加モデルの三つのモデルを挙げる (藤垣 2008). これらのモデルに共通するのは情報の流れの双方向性・対話性であるので、本稿ではこれらの対案を「双方向モデル」(bilateral model) と総称することとする。

双方向モデルを使った分析の例をひとつみておこう。遺伝子組み換え (GM) 作物については、日本ではもっぱら欠如モデルのコミュニケーションが行われてきた。これには、GM 作物が安全で便利だということが理解されれば日本社会も GM を受け入れるはずという前提があったはずである。しかし実際には GM 作物への抵抗感は日本ではうすれていかなかった。これは、研究者が考える意味での安全性 (動物実験などで確認される発がん性など) が問題というより、GM 作物の不透明性、GM 研究者たちが人間として信用できるかといった問題が根底にあったようである (小林 2004)。

3. STS と CT の理論的關係

このような特徴を持つ STS は CT とどのような関係があるだろうか。本稿では主に二つの側面から両者の関係を考えたい。

まず、CT の一種としての STS を考えてみよう。STS はこれまで当然視されてきた科学と市民の関係を批判的に再検討し、対案を提案するという営みである。STS の背景にある科学技術論は科学的知識の権威を批判的に検討するという側面がある。また、STS そのものにおいても、欠如モデルに対する批判はこれまでの科学コミュニケーションのあり方を鵜呑みにしない態度をあらわしていると言えるだろう。こうした場面においては当然批判的な思考のスキルが利用されているはずである。

このことから、STS と CT をひとつの教育プログラムに統合する際のひとつの指針がみえてくる。STS の教科書などみても思考スキルの解説はそれほど多くな

い。たとえば代表的な教科書である『科学技術社会論の技法』では、分析の手法として「年表をつくる」「対立点の整理」、「論点の可視化」、「フレーミングを疑う」などが挙げられ、概念的装置としては用語集の形で社会的合理性、モードII科学、規制科学、予防原則（事前警戒原則）などが紹介されている。しかし、これらの分析を遂行し概念を使うための分析のスキル、思考のスキルはあまり論じられていない。（藤垣 2008, とくに pp. 223-225）。したがって、もしCTをベースにしてこうした欠落を補うことができるなら、STS教育自体も強化されるだろう。すなわち、CTを明示的に取り入れることでSTSの思考スキルを明示的にし、STS教育を容易にできる可能性があるのである。

次に、科学コミュニケーションとしてのCTはSTSから見てどうだろうか。実は、現在のCT教育はとても双方向モデルに基づいているとは言い難い。たとえば、CT教育では議論の吟味や意思決定のモデルとして論理的思考が強調されるが、双方向モデルの一方の流れである市民の知識はそうした吟味やプロセスを経していないことが多い。つまり、CTを強調することは事実上欠如モデルに戻することを意味している可能性がある。また、CTには心理学の知識や科学方法論を伝えるという科学コミュニケーションの側面がある。しかし、現在のCT教育のあり方は一方的にそうした成果を教える、ある意味で欠如モデル的なものになっている。こうしたCT教育における欠如モデル的な手法を「CT欠如モデル」と以下呼ぶことにしよう。

このようにCTで欠如モデルが主流であることはCTとSTSが本質的に矛盾とまではいわなくても「相性が悪い」ことを意味しているのだろうか。ある意味ではそうかもしれない。しかし、CTもSTSもそれぞれに現代人が身につけるべき教養であるとするれば、この二つがお互いに「相性が悪い」ままにしておくのは、両者の教育効果を削ぐ結果となってしまうであろう。むしろ、ここで挙げたような疑問点をきちんと正面から取り上げることで、STSとCTのよりよい関係が作れるのではないか。本稿で探りたいのはこうした方向性である。

本稿では、以下、STSとCTが融合したような授業（以下「STS-CT融合型」の授業と呼ぶ）の開発の可能性や、同じく「STS-CT融合型」の科学コミュニケーションのモデル作りの可能性を考察していく。こうした、STS-CT融合型教育をどうするかという問題は、単なる教育手法の問題にとどまらない。STSにCTをむすびつけるということは、CTをSTS的な考え方にもあてはめることになるだろう。

これは、STS の持つ科学批判的な側面に自己言及的に批判の目をむけることを意味する。また、CT が科学的思考の合理的な面を代表し、STS が科学を相対化するような視線を意味するとすれば、両者の融合の試みは科学の合理性と相対性の間でどう折り合いをつけるかという原理的な問題とも関わるはずである。

4. これまでの実践例の検討

では実際に STS と CT を融合させたような教育やコミュニケーションはなされているのだろうか？

実は STS と CT を共にキーワードとしてあげてある本は（教科書・研究書を問わず）探した限りではあまり多くない。著者自身が関わったものも含め、その数少ない例について以下に見ていく。

最初に検討するのは『科学と技術における論理的推論』(Logical Reasoning in Science and Technology) と題する書籍である (Aikenhead 1991)。本書はおそらく大学初年次レベルの科学リテラシーの教科書として書かれたもので、半分近くが演習で占められるなど実践的な内容となっている。この本の冒頭の説明では、本書の全体の 65% が「科学の概念、原理、スキル」にあてられ、「批判的推論」と「科学-技術-社会の相互関係」はそれぞれ 10% である。実際の内容をみてみると、アルコール検知器などを具体例として使いながら、科学的判断と法律的判断の違いや相互関係を説明しており、科学的思考の特質として CT が紹介される。紹介される CT の内容は命題論理（真理表を使った妥当性の判定）、三段論法、論理的誤謬、帰納法などである。また、科学の知見を実践的な問題に生かす局面（リスク便益分析など）で「論理性」がチェック項目として取り入れられている。ただし、科学技術と社会の関係といっても、近年の STS で強調されるような双方向性の視点はほとんどない（1991 年はまだ欠如モデルという言葉自体が導入される前であり、そうした問題意識が出てこないことはやむを得ないだろう）。まとめると、アイケンヘッドが科学リテラシー教育内の一項目として命題論理や三段論法に大きなスペースを割いていることは評価できる。ただし CT が章立ての上で完全に独立してしまっている点は「融合」をめざす本稿の立場から言うところと不満が残る。また、現在我々が知るような STS はこの本にはまだ登場しておらず、本稿の眼目である STS と CT の調和という課題にも直面していない。

次に先行する取り組みとして注目したいのが『ハイテク社会を生きる』である(調他 2003)。本書は編者 3 人を含む 7 人の著者による共著であり、生活の科学技術化に伴って個人のレベルで生じる問題について考えることを眼目とする。CT と STS の取り入れられ方であるが、STS の要素は本書の後半(第 4 章から第 7 章)で色濃く表れている(科学リテラシーにおける欠如モデル批判, デジタルデバインド, GM 作物, 病院における医師-患者コミュニケーションなど)。他方, CT という言葉は菊池聡の第三章「科学と擬似科学のハザマで」で登場している。ただ, CT のスキルを紹介するというよりは, 「日々の生活の中での科学的思考の実践」(p.80)としての CT を科学教育の中で教えるのが大事なのだ, という一般的主張にとどまっている。全体として STS 色の強い本の中に菊池の論考をあえて入れてバランスをとった調らの編集方針は高く評価できる。しかし, 構成としては両者は並列されているのみであり, 全体を総括する最終章でも CT と STS の折り合いをどうつけるのかという問いは正面からは取り上げられないまま, 課題として残されている。

STS と CT の関係を考える方向にむけてもう一步踏み出しているのが『生活知と科学知』である(奈良他 2009)。これは放送大学の科目「生活知と科学知」の印刷教材であり, 「生活と福祉専攻」の専門科目ということで, 生活と科学がどうかかわるかという観点から生活知と科学知の関係を多面的に考えている。CT と STS の取り入れられ方であるが, CT は主に第四章で取り上げられている。健康情報番組を批判的に見るという事例の中でメディアリテラシーなどと共に CT の考え方や心理学的知見などが紹介されている。STS 的な視点については, 第 7 章から第 13 章にかけて, リスクコミュニケーション, 科学技術コミュニケーション, サイエンスショップ, 市民パトロネージ, 商品評価, リスクガバナンス, ローカル知などが取り上げられ, 14 章では科学哲学と科学社会学における合理主義の解説もおこなわれている。最終章でのまとめでは, CT が扱われた章と STS 的な話題が扱われた章は「知のコミュニケーションの三局面」のうちの別の局面だというまとめ方がなされている。すなわち, 科学知が生活知に取り込まれるという局面で CT が, 生活知が科学知に生かされたり, 生活知と科学知を組み合わせで問題解決をしたりという局面では STS の知見が使われる, という分業的図式になっている。結局, CT と STS の関係について明示的に述べられているという点は新しいが, CT と STS を融合するのではなく, 別の局面において分業させる

という消極的な解決がとられている。

以上はどれも科学技術リテラシーに関する論述の中に CT の要素が取り込まれた例であるが、最後に、逆に CT をメインとした本に科学技術リテラシーにかかわる要素が盛り込まれている例として『クリティカルシンキング 不思議現象篇』（シック Jr. & ヴォーン 2004）を見ておこう。著者のシックとヴォーンはどちらも哲学者であるが、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。シックらがとりあげる科学にまつわる事項はかなり多岐にわたる。知覚・記憶・推論などにまつわる多面的な心理学の知識が紹介されているし、科学の方法論については科学哲学的な議論と二重盲検法など具体的な手法の両方を紹介している。事例においても科学と疑似科学の双方から多様な例が紹介されている。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（同種療法）については、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。

この本の場合、CT という抽象的なスキルが「不思議現象」という具体的な事例と結びつくことで伝えやすい形にパッケージ化されている。しかし、論述のスタイルは典型的な欠如モデル型であることは、上に紹介したホメオパシーについての記述などからもうかがえるだろう。すなわち、こうした療法については、根拠となる実験が科学的な基準を満たしていないことを示せば、読者もホメオパシーはプラシーボだということに同意してくれるはずだ、という前提で議論が行われているように見える（3）。

以上、CT と STS の接点となるような先行する著作を選んで検討したが、本稿が目的とする「融合」とは程遠いというのが現状である。両者がならべて論じられる際にも、単に並列されるだけで、有機的に両者の知見が統合されたり、両者のスキルが同じタスクにおいて一緒に用いられたりといった使われ方はされていない。逆に CT を主とした書籍における科学技術リテラシー的記述には STS 的な問題意識が欠けていることが多い。

5. CT 教育における欠如モデル

5.1. CT 欠如モデルの検討

CT と STS の融合の可能性を探るために、まず、CT 欠如モデルがどのくらいもっとももらしいのか検討しよう。CT 欠如モデルをより明確に言葉にするならば、以下のような定式化が可能だろう。

CT 欠如モデル：人々があやまった推論をしたりあやまった結論を受け入れたりするのは正しい推論のスキルや知識が欠如しているからで、そのスキルや知識を補ってやれば人は正しく推論し、正しい結論を受け入れるようになる。

では、この意味での CT 欠如モデルは科学技術コミュニケーション全般における欠如モデルと同じような問題にさらされるだろうか。この問題について単純には二つの立場が考えられよう。一方では、CT はそもそも相手と討論が成立するかどうかにかかわるような基本的なスキルについてのものなので、ほかのとりえ方を配慮する必要はない、という「CT 欠如モデル肯定」という立場があるだろう。反対の極には、論理学者や心理学者は一般の人が正しい推論とは何かについて考えていることに耳をかたむけ、双方向モデルのコミュニケーションを心がける必要がある、という「CT 双方向モデル支持」とでもいえる立場がありうる。さらには中間的な立場（折衷や融合をめざす立場）も考えられる。本稿が目指すのは第三の路線であるが、まず両極端の立場を簡単にみておこう。

CT 欠如モデル肯定の根拠を見てみよう。まず、一般の科学技術コミュニケーションの文脈では、専門家と市民の意見の食い違いは科学的知識の欠如だけから生じるのではなく関心や問題の捉え方の差から生じるのだ、という観点から欠如モデルが批判されてきた。一見したところ、具体的なテーマではなく思考のスキルのレベルを扱う CT については関心や捉え方の差は問題にならないように思える。また、学校教育は文系・理系問わず基本的には欠如モデル型であるのが普通である。たとえば、数学で「負の数と負の数をかけて正の数になるなんて信じられない」という生徒がいたとしよう。このとき、負の数と負の数をかけて負の数になったり正でも負でもない第三の符号になったりするような計算体系を中学校で許容するわけにはいかず、その生徒にも負の数と負の数をかけたら正の数になるということをやをなんとか納得してもらおうのが教育のゴールとなる。学校教育では

社会に参加するために最低限の共有事項として知ってもらふ必要があることを教育という形で伝達しているわけであるから、こうした一方性があるのはある意味で当然であろう。CTスキルもこのような学校教育で教えられる科目と似たような性格を持つ。たとえば命題論理や議論の構造分析といったCTの中核的な部分はどんな議論においても必要であり、これを受け入れない人とはそもそも会話が成立しなくなる可能性がある。

では、CT双方向モデル支持の論拠は何が考えられるだろうか。CT欠如モデルで言うような意味での正しい推論に人々が興味を持たない理由はいくつか考えられる。そもそも議論を批判的に吟味するということに関心のない人その場がまろく収まればよい、感情の方が大事 etc.) やCTで教えるような命題論理とは異なった論理（たとえばある程度の矛盾は許容するタイプの論理）を使って思考している人、あるいはCTで誤謬とされる議論（たとえばダブルスタンダード）をそもそも誤謬だと思わない人などは存在する。また、CTの望ましさについて批判的に検討する材料となるような心理学的知見も存在する。たとえば、人々は望ましい能力や性格について自分を「平均以上」と評価する傾向を持つため、自己評価ベースで見ると集団の大半が平均以上という不可解なことがある。この傾向を *positive illusion* と呼ぶが、これはメンタルヘルスに関するさまざまな尺度（幸福感、生産性、思いやりなど）と正の相関を持ち、うつ傾向と負の相関を持つ（Taylor and Brown 1988; 菊池 2008）。*positive illusion* はある意味で歪んだ自己理解であり、自分を批判的に見ることができていないということであるが、そうした「歪み」がわれわれの幸福にとって本質的な役割を果たすのであれば、むしろ自分自身に対してはCTは抑制されるべきだということになるだろう。

さらに、CTを具体的な問題に即して解説する場合にはその問題についての見方の差もありうる。たとえば科学と疑似科学の見分け方は科学哲学でもいろいろな説のある話題であり、相手側の見方の違いを許容するような双方向モデルのコミュニケーション（この場合はCT教育というよりはCTコミュニケーションという呼び名の方が適切だろう）が可能である。もちろん、可能だというのは積極的に双方向モデルを採用する理由にはならないが、ホメオパシーに関する論争などを見ると、より積極的な戦略が必要かもしれないという示唆が得られる。インターネット上の掲示板などでホメオパシーの治療者やユーザーが否定論者となるとき、否定論者の挙げる証拠（基本的にはシクらが挙げているのと同じ

タイプの証拠)を出しても、それで支持者が考え方を变えるということはまずない。ここでは、STS で欠如モデルが批判される際のコミュニケーションのパターンと、少なくとも形の上では非常に似たことが起きている。

5.2. メタ CT という視点による融合

以上のように考えるなら、CT 欠如モデルにも CT 双方向モデルにもそれなりの根拠があるように見える。では両者を折衷して使うということになるのだろうか？しかし単なる無原則な折衷は思考停止に近く、CT 教育をする側がそうした思考停止をしてみせるのは決して望ましいことではないだろう。そこで提案したいのが、「メタ CT」という視点を導入することによる融合である。

欠如モデルと双方向モデルの無原則な折衷をしないとすれば、残された立場は、ある事柄が欠如モデル的に教えるべき事柄なのか、この場面で CT をするように教えるべきなのか、を細やかに判断する、という考え方であろう。こうした考察は、必ずしも CT を否定することにはならない。むしろ、CT 的な思考や教育そのものに対して CT を働かせるという意味で、それ自体非常に CT の精神になかったものとすらいえる。こうした、自己言及的な CT の適用を「メタ CT」と呼ぶこととする。こうすることで、批判的態度の涵養という大目的をゆるがせにすることなく、CT についての双方向モデルを教育の中に取り入れる余地がみえてくる。さらにメタ CT という考え方は STS 全般にもあてはめられるだろう。というのも、冒頭で述べたように、STS にももともと科学技術のあり方を批判的に検討するという CT 的な側面があるからである。具体的には、STS を教える上でもとにかく受け入れてもらわないと話がはじまらない部分と、双方向モデルが必要な部分の区別はあるのではないだろうか。たとえば、遺伝子組換え (GM) 作物などにおいて欠如モデル型コミュニケーションが失敗したということ自体は知識として欠如モデル的に提供することになるだろう (それを否定するのは STS 教育自体を否定することにもなりかねない)。しかし、欠如モデルがどの程度問題なのか、双方向モデルが本当に望ましいのかということについてはかえって双方向的議論が適当かもしれない。STS 研究者は双方向モデルが優れていると思っているが、それは市民から見ると根拠のない偏りかもしれない。ここでも、コミュニケーションモデルについてのコミュニケーションモデル、という、メタ CT と同じような

構造が存在する。

さて、以上のような考察から、CTとSTSの融合についてどういうことが言えるだろうか。まず言えるのは、欠如モデル批判は両者の融合の原理的な障害ではないということである。むしろメタCTという視点を取り入れることで、欠如モデル批判もまたメタCTのひとつの手法として位置づけることができる。そして、そうしたメタ的な視点から見たとき、CT教育にも双方向モデルを取り入れる余地はあるし、STS教育にも必然的に欠如モデル的にならざるをえない場面がある、といったことがみえてくる。もちろん両者の融合のために乗り越えなくてはならない理論的・実地的な課題はまだ多い。しかし、それは実際に融合型教育を試行していく中で考えていけばよい問題となるように思われる。

6. 論争誘導型 CT 教育モデル

では、STS-CT 融合型教育を実際に構築するとして、どのようなものにしていけばいいのだろうか。まず、前節で提案したメタCTをどのように取り込むのか、ということから考察をはじめよう。

欠如モデル教育と双方向モデルの教育を融合的に行う場合、ひとつ問題となるのは、教育目標をどう設定するかということである。欠如モデルであれば、ある知識やスキルを身につけることが目標である。その目標が達成されたかどうかは客観テストによって評価が可能である。これに対して、双方向モデル教育（教育というよりはコミュニケーションと呼ぶ方が適当であろうが）では、正解があるわけではない。したがって、客観テストで達成度を評価することもできない。

しかし、双方向モデルを前提とした教育は不可能ではないし、評価も可能だろう。たとえば、講義よりもディスカッションを重点においた授業を行って、ディスカッションへの参加や視点の提示などによって評価を行うならば、欠如モデル的な正解を設定せずとも授業を成立させ、評価を行うことができるだろう。

では、この二つの要素を両立させるにはどういう可能性があるだろうか。一つのアプローチとしては、双方向モデル的に伝えるのが適当な内容についてディスカッションさせる中で、その議論に使われるスキルや知識を指摘する、という形で欠如モデル的な内容の伝達も行う、という考え方がありうるだろう。つまり、具体的な論争になっている、あるいはなりうる話題を紹介し、論争に巻き込み

つつ、その中で利用出来るツールとしてCTのさまざまな考え方を紹介する、というやり方である。こうした教育の手法を「論争誘導型教育」(debate-induced education)と呼ぶことにしよう。論争を提示するということは、それぞれに説得力を持った二つの立場を提示するということであり、その問題について予め決まった正解があるという印象は避けられるであろう。他方、ある知識やスキルが論争の中で使えるということは、それが一種の共通了解であるということを示す。つまり、論争の中には、欠如モデル的要素と双方向モデル的要素が自然に併存するのである。これがこのモデルがSTS-CT融合型教育に使えるのではないかと考える理由である。

こうした教育スタイルのひな形としては、狭い意味でのSTSの話題ではないけれども、三浦俊彦の『戦争論理学』が参考になる(三浦2008)。三浦の『戦争論理学』はCTを社会的な問題とシームレスにつなぐ試みである。第二次大戦の原爆投下の是非などセンシティブな問題について、対立する両方の立場から議論を組み立てる形で、さまざまな論理的技法を紹介している。本書はたとえば「ソ連が参戦すれば日本は降伏したはずだから原爆は必要なかった」という議論を提示し、そのあと反論の戦略を示す。その際に、「必要条件」と「十分条件」の概念を説明し、原爆肯定派は原爆とソ連参戦がどちらも必要条件だったと論じればよい、と論じる。「20億ドルかけた原爆だから使わないわけにはいかなかった」という議論に対しては、「コンコルドの誤謬」や「誤った前提への依存」「虚構の同調圧力」といった誤謬についての紹介を行いつつ反論を構築したりしている。三浦の手法は、一言でいえば、非常に反発の大きい論争的な話題を使いつつ、論争に役立つツールとして論理学の知識を提供するという非常にユニークなものである。論争だけを紹介して漠然と「論理的思考力」が身につくことを期待するよりは、はるかに効果がのぞめるし、論争形式になっていることで議論の技法への興味が自然に持続するしかけになっている。もちろんCTをこの方法で体系的に教えることはできないものの、それは別のところであらためてやるという考え方もあろう。また、興味深いのは、本書が原爆投下についてCTを行うのは適切か、というメタCTを積極的に取り入れている点である(第49問から第57問)。

しかし『戦争論理学』は、著者の立場がかなり鮮明にあらわれているため、著者の立場に同意しない人が読むと、せっかくのCTの技法も詭弁とうけとられかねないという面がある。また、論争で争点となっている点とCT上のスキルが必

ずしも対応していない（上記のソ連参戦に関する箇所でも、もちろん「必要条件」や「十分条件」という概念はお互い理解した上で、原爆が戦争終結の必要条件だったかどうかで対立しているはずであり、ここで必要条件の概念自体の解説をするのは、相手がそれも理解していない、というある種の「藁人形論法」のように見られる可能性もある）。

それ以上に、本稿でのここまでの問題意識との関係で気になるのが、『戦争論理学』の論述の欠如モデル的性格である。たとえば本書では悲惨な写真を見ることによって意見を変えるような人は「思考未熟な人」（三浦 2008, p. 224）だという言い方がされている。これはそうした思考法が劣ったものだという含意があると考えられるので、やはりある種の「CT 欠如モデル」をとっているといえそうである。

以上のような点に注意するならば、本書のようなスタイルは十分論争誘導型教育の雛形になりうる。本稿で考えているような STS-CT 融合型の教育を論争誘導型にする場合、取り上げる話題としては「遺伝子組み換え作物を使用すべきかどうか」といった定番の話題、「リスクについての意思決定に市民は参加すべきか」といったもう少し原理的な話題、「論理的思考はいかに教育されるべきか」という自己言及的な話題などが考えられる。特に、最後の話題は、メタ CT の要素を教育の中に取り入れる上で重要な役割を果たすだろう。

7. パイロット授業

以上のような考察に基づき、著者自身がパイロット授業を行ったので、最後にその報告を行う（4）。この授業においては、まず、GM 作物をめぐる課題文（GM 肯定派と反対派の架空の対話という形の文章）が提示される（補遺 1、ただし、本稿に付けたバージョンは当日のフィードバックをもとに修正を加えてある）。課題文の中で、「実質的同等性」や、「事前警戒原則」といった、STS 教育において取り上げられる定番の概念が紹介されている。これは、この課題文を使ったディスカッションの際に教師の側がさらに掘り下げて知識を提供するための手がかりとなるものであるが、今回の試行授業では時間の関係もあってそうした掘り下げは行わなかった。

この課題文を読んだあと、受講生は 2 回のグループディスカッションを行った。

補遺2はディスカッションの課題と、二つの課題の間に提示されたパワーポイント資料を示している（同じく、授業フィードバックをもとに修正されたものを掲載している）。ディスカッションの内容は二回とも、課題文の中で行われている議論を整理するというものであるが、2回目は提供されたCTスキルを利用するような指示がなされている。提供されるのは論証図を用いた「議論の特定」という、論理学系のCT教育でよく取り上げられるスキルである。そのスキルを知ることにより精密に議論が分析できるようになるということを実感してもらおうという意図でこの授業全体が組み立てられている。さらに、発展的課題としてメタCTのディスカッション課題も提示したが、これについては時間の関係もあり、実際のディスカッションは行わなかった。講義、グループディスカッション各20分程度、全体ディスカッション10分程度をあわせて総計2時間程度の講義となった。

受講生はこうした試みに対して非常に好意的に反応した。フィードバックでは「『暗黙の前提』を表に出すのが大事、というのが印象的でした」という反応や、「もう少し長時間の実習 & 講義にして、もう少し詳しく知りたいと思った」といった内容のコメントが複数の受講生から寄せられた。また、「論証図は研究の story を立てるときにも役に立つのではないかと思う」といった発展的なコメント、「再反論の論証図が直観的に分かりにくいので修正した方がよい」という建設的なコメントもあった（補遺につけたものはこのコメントをうけて若干修正してある）。総じて、CTという考え方やディスカッションを通してCTを学ぶという手法については好意的に受け止められたものとみてよいだろう（5）。

8. まとめ

本稿ではCT教育とSTS教育の融合の可能性をさぐった。先行研究の紹介からわかるように、こうした試みはまだほとんどなされておらず、発展性があるかどうかはこれから具体的な授業実践をやっていく中で判断すべきだろう。本稿で示そうとしたのは、CTとSTSには一見して思う以上の共通点があるということ、両者の対立点となりそうに思える「欠如モデル」をめぐる問題は前向きな仕方では解決可能であるということ、両者が融合された授業のある程度具体的なイメージも描けるということである（6）。

注

- (1) なお、ビジネス分野におけるロジカルシンキングなど、類似した名称でかなり方向性の違う思考のスキルを教えている場合もあるが、ここでは論理学と心理学をベースとしたCTを念頭において話をすすめる。ロジカルシンキングについては などを参照。
- (2) 本答申は以下の文部科学省のサイトで読むことができる。論理的思考に関する箇所はPDF ファイルの本文 12 ページにある。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1217067.htm
- (3) 同じような傾向は疑似科学や代替医療をCTの文脈で取り上げる他の著作(たとえば上述の調他 2003 における菊池の論述や伊勢田 2005 など)にも共通して見られる。「CT 欠如モデル」は非常に根が深いといえるだろう。
- (4) 以下で紹介する授業は総合研究大学院大学において 2010 年 9 月に実施された「科学における社会リテラシー」というオムニバスの集中講義内の「科学哲学入門」の一部である。受講生は総合研究大学院大学の多様な研究分野(主に理系的分野)の大学院生十数名であった。
- (5) スペースの関係で詳細を省くが、ここで紹介した授業に先行して 2010 年 5 月に九州大学においてもパイロット授業を実施した(理系大学院生を対象としたリレー講義「先端学際科学」の一回として行われた「科学技術についてクリティカルに考える」)。こちらでは、「課題文」ではなく、肯定・否定双方の論点をスライドを用いて紹介したのち、「共有されていない暗黙の前提を探す」という課題でグループディスカッションを実施した。学生の反応のパターンは概ね総研大におけるものと似ていたが、グループディスカッションという形式自体が新鮮だという反応や哲学に興味をもったという反応があった点が目立った。
- (6) 本稿は、以下に列挙する口頭発表・講演の中で発展させてきたアイデアをまとめたものである：「STS とクリティカルシンキング教育：実り多い融合は可能か」第 1 回 STS Network Japan 関西定例研究会, 2009 年 6 月 28 日；「どのようなクリティカルシンキングを学生に身につけさせるか：STS の観点から」名古屋大学高等教育研究センター第 81 回招聘セミナー, 2009 年

7月17日；「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」
京都大学基礎物理学研究所研究会「科学としての科学教育」講演，2009年
8月28日；「クリシン入門書としての『戦争論理学 あの前爆投下を考える
62問』，三浦俊彦『戦争倫理学』合評会，2009年9月6日；「STS融
合型クリティカルシンキング—学際的探求の必要性和可能性—」科学技術
社会論学会第八回年次研究大会ワークショップ「科学技術コミュニケーション
とクリティカルシンキング」，2009年11月14日；「クリティカルシン
キング教育における哲学と心理学」応用哲学会第二回大会，2010年4月
25日；"How to Teach Critical Thinking and STS at Once" at Annual Meeting
of Society for the Social Studies of Science, 2010年8月27日。それぞれの
講演において，さまざまな方から有益な示唆をいただいた。またこれらの会
合の多くは，科学研究費補助金基盤研究B「科学技術社会論と融合したクリ
ティカルシンキングの研究および教育手法開発」（平成21年度～23年度）
の研究活動の一環として行われたものであり，この科研費の研究メンバーの
みなさんからはとりわけ大きな示唆をいただいてきた。ここにあわせて謝意
を表したい。また，第7節および注5に紹介したパイロット授業に関しては
総合研究大学院大学の平田光司氏ならびに九州大学の中西秀氏のご厚意で実
現したものである。両氏ならびに積極的に授業に参加してくれた両大学の学
生のみなさんに感謝したい。

文献

- Aikenhead, Glen (1991) *Logical Reasoning in Science and Technology*. Wiley.
- Evans, G. A. & Durant, J. R. (1995) "The relationship between knowledge and attitudes in the public understanding of science in Britain," *Public Understanding of Science* 4, pp. 57-74.
- Glaser, Edward M. (1941) *An Experiment in the Development of Critical Thinking*. Teacher's College, Columbia University.
- Taylor, S. E., and Brown, J. D. (1988) "Illusion and well-being: A social psychological perspective on mental health" *Psychological Bulletin* 103, pp. 193-210.

Yager Robert E., ed. (1993) *The Science, Technology, Society Movement*. National Science Teachers Association.

伊勢田哲治 (2005)『哲学思考トレーニング』ちくま新書.

伊勢田哲治 (2007)「哲学系一般教育のモデルとしてのクリティカルシンキング」
『中部哲学会年報』39号, 54-65 ページ.

菊池聡 (2008)『自分だましの心理学』祥伝社新書.

小林傳司 (2004)『誰が科学技術について考えるのか コンセンサス会議という
実験』名古屋大学出版会.

小林傳司 (2007)『トランスサイエンスの時代 科学技術と社会をつなぐ』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.

調麻佐志他編 (2003)『ハイテク社会を生きる』北樹出版.

奈良由美子, 伊勢田哲治編 (2009)『生活知と科学知』放送大学出版会.

藤垣裕子 (2008)「受け取ることのモデル」藤垣裕子・廣野喜幸編『科学コミュ
ニケーション論』東京大学出版会 109-124 ページ.

三浦俊彦 (2008)『戦争論理学』二見書房.

道田泰司 2001「批判的思考の諸概念一人はそれを何だと考えているか？」
『琉球大学教育学部紀要』, 59, 109-127.

補遺：STS-CT 融合型授業の教材例

資料 1 GM 推進派と慎重派の対話

推進派 (以下 P)「日本ではまだまだ遺伝子組換え作物, 長いのでこのあと GMO と呼ぶけど,
GMO は社会的に認知されているとはいにくいね. 遺伝子組換えはもっと推進するべきだ
と思うんだけど」

慎重派 (以下 N)「そうかなあ. 遺伝子組み換えなんて何もいいところないと思うんだけど. ど
うしてそんなに推進したいの？」

P「GMO にもいろいろあるけど, 話が拡散するから, とりあえず害虫耐性という技術について説
明するよ. これは, 農作物に害虫にとって毒になるようなタンパク質を付け加えて, 害虫が
つかないようにするという技術なんだ. もともと土壌の中にあるバクテリアにそういうタン
パク質を持っているものが出て, その遺伝子を抽出してトウモロコシやナタネなどの作物に

導入したのが害虫耐性作物だ。こうした作物は日本でも認可されて食用油などに利用されている。わかんと思うけれども害虫耐性があるということは農薬がいらないということだ。だから環境にもやさしい。」

N「ちょっとまって、昆虫に毒になるということは人間が食べても気持ちが悪くなったりするんじゃない?」

P「ところが大丈夫なんだ。害虫耐性作物に使われる Bt タンパク質というのは昆虫の消化器の特徴を利用している。昆虫のアルカリ性の消化液にさらすと Bt タンパク質は活性化され、腸管の受容体というものと結合して、その昆虫は消化ができなくなって餓死する。これに対し、人間など哺乳動物の胃液は酸性で Bt タンパク質を消化できる。だから人間がたべても普通のタンパク質として体内に摂取されるだけなんだ。」

N「仮に人間にまったく毒性がないとしても、そんな殺虫剤みたいなものを毎日食べさせられるのはいやだなあ。農薬を使わない農業なら、普通の無農薬栽培だってあるわけでしょう。環境のことだけ考えるなら、むしろその方がいいんじゃないの?」

P「通常の無農薬栽培は手間がかかって大量生産には向かないからね。今後人類が直面する大きな問題のひとつが食糧問題だ。地球の人口はどんどん増え続けており、食糧の不足はすでに深刻化している。増え続ける人口を支え続けるには、環境に優しく、しかも大量の食糧を安定的に供給できる農業のあり方が必要なんだ。その鍵になるのが GMO だと思うよ。だからこそ GMO をもっと広めたいんだ。」

N「本当にそんな動機なのかなあ。まあその話はあとにして、GMO が本当に安全なのかという問題にもどうするか。Bt タンパク質だったか、そのタンパク質が安全だというのは一応認めるとしても、遺伝子組み換えををするということはタンパク質ひとつだけの問題じゃないよね。なぜそれが安全だといえるの?」

P「ひとつの作物の全体としての安全性を評価するというのはむずかしい。そこで使われるのが「実質的同等性」という考え方。これは、ある GMO の安全性を考えるときに、その GMO に一番近い在来の作物と比較して、その差になる部分が無害だということが分かれば、在来作物と実質的に同じくらい安全だと考えるという考え方。具体的には、日本で GMO が認可される際には、新しく付け加えられた遺伝子、その遺伝子で作るタンパク質、その遺伝子の間接的な影響や、アレルギーを誘発しないかどうかなどがチェックされる。それだけ調べれば在来品種と同等だと判断して認可されるわけだ。だから安全性は十分に確認されているといっている」

N「でも、本当にそれで GMO の安全評価として十分だといえるの? GMO って広く使われるようになったのはわりと最近だよな。GMO を何十年も食べ続けるとどうなるかといったことはまだわからないじゃない?もしかしたら実質的同等性だけ確かめてもだめだということがあとになってわかるかもしれないよね。推進派の人たちはそのときになって責任がとれるの?」

P「可能性だけ言ったらどんなことだってありうるよ。何か積極的に GMO に反対する理由はあるの?」

- N「最近問題になっているのは食べたときの安全性よりも環境や農業への影響だね。害虫耐性作物の話が出たからその例にそって考えてみようか。環境への影響としては、まず、害虫耐性作物を大量に育てることで、耐性作物に対して抵抗を持つ害虫が登場するという可能性が懸念されている。そんなスーパー害虫が出てきたら他の作物にも影響が出るだろう。逆に、たとえばガに対する耐性のある作物を育てることで、近縁の稀少種のチョウがそういう作物を食べて死んでしまう可能性もある。稀少種が絶滅してからでは取り返しがつかない。それから、害虫耐性作物が在来品種や野生種と交雑して広まっていく可能性もある。それがどんな影響を及ぼすかまだ全然わからないけど、一度広まってしまったらこれもまた取り返しがつかないということは分かっている。」
- P「当然そういう環境への影響も日本で認可される際にはチェックされている。害虫耐性作物については、昆虫への影響は農業を使う場合と大差ないし、在来種と交雑する可能性はない、ということが確認されているはずだよ。」
- N「それは、今のところは影響するという証拠がない、というだけで、本当に影響するかどうかはもっと長期的にしらべないとわからないはずだね。もっと言えば、害虫耐性ではないけれど、除草剤耐性のあるナタネが野生化しているという報告もあるよね。」
- P「それは審査の段階で予想されていたことで、大きな影響はないはずだと言われている」
- N「今のところ環境に影響を与えるという証拠がない、という状況をどう考えるかということなんだけど。国際的には事前警戒原則と呼ばれる考え方が採用されている。これは、今のところ科学的証拠がたりなくても、予想される危険性が重大な場合には、利用の規制など、用心のための措置をとることができる、という考え方で、生物多様性に関するカルタヘナ議定書でも採用されている。これを当てはめるなら、GMOについては今のところ安全面や環境面で影響があるかどうかかわかっていないけれども、もし影響が実際あったとしたら重大なものになることが予想されるので、慎重に規制するのはむしろ当然ということになるよね。」
- P「でも、それは言ってみれば科学的根拠もなく規制できるって言っているのに等しいよね。事前警戒原則って、きこえはいいけれどもすごい危ない規則じゃないかな。」
- N「危ないのは実質的同等性だけ確認すれば大丈夫、という、今分かっていることに対する過信の方じゃないかなあ。最後にもう一つだけ気になっている点を挙げておくよ。さっき、GMOが地球の食糧問題を解決するみたいなことを言っていたけれど、実際はそんな崇高な目的じゃないんじゃないかな。GMOはどれも開発した会社が特許をとっているよね。農家は毎年GMO企業から種を買わないといけないし、それどころか在来品種と交雑してしまったら特許の侵害だといって訴えられたなんて話もきく。GMOになっている作物も、今は家畜の餌だとか食用油だとか、あまり食糧問題に関係しなさそうな用途のものが多くね。こういう現状を考えると、実はGMOで得をしているのはGMO企業だけで、農家も消費者も彼らの金儲けに付き合わされているだけじゃないかという気がする。」
- P「GMO企業は別に不正な商売をしているわけじゃないし、高いお金を払ってもGMOを使いたいと思うだけの魅力があるからこそ農家もGMOの種を買っているわけだ。むしろ、事前警戒原則を使ってそういうまっとうな企業活動を妨害するのは遺伝子組換えビジネスに乗り遅

れた企業の工作じゃないかという見方もできる。あと、遺伝子組換え技術が家畜の餌や食用油に主に使われているのは、GMO企業の責任じゃなくて、直接人間が食べるものに遺伝子組換え技術を使うのを消費者が嫌がるからだよね。だからこそ、食糧問題の解決に近づくためにも、消費者が考え方を変えて遺伝子組換え作物をもっと広めていかなくてはならないと思っただけだ。納得してもらえたかな。」

N「現状ではやっぱり遺伝子組み換え作物には慎重にならざるをえないなあ。」

資料2 議論の特定

グループディスカッション1

推進派と反対派はそれぞれ、どういう根拠からどういう結論を導きだしているだろうか。とりあえず以下の解説を読まずにそれぞれについて「結論」と「根拠」を見つかるかぎり列挙してみてほしい。

議論の特定

クリティカルシンキングの基礎となるのが「議論の特定」と呼ばれる作業。何を根拠に何を主張しているのかの構造を明確にする。

「助動詞」を正確に

他人の意見を整理するときにおおざなりになりがちなのが主張の「様相」と呼ばれるものを正確にとらえること。

「危険だ」と断言するのと「危険かもしれない」と推測するのでは主張の内容が全然違う。「危険である確率が高い」「危険でないはずがない」など。

様相は英語では can, should, must などの助動詞で表されることが多い。「様相」という言葉を覚える必要はないので、「助動詞を正確にとらえるべし」とおぼえておこう。

論証図

議論の特定によく使われるのが「論証図」。以下簡単に説明していく。

論証図は前提と結論の関係を図にしたもの。

一つの根拠から一つの結論が導かれる場合は単純に両者を矢印でむすぶ。

「(a)GMOは環境にやさしい、だから (b)GMOは促進すべきだ」という場合



二つ以上の前提がある場合はいろいろなパターンがありうる。

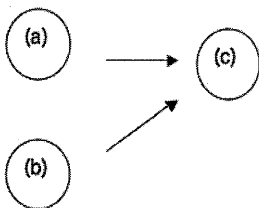
直列型：ある結論が別の結論のための根拠になっている形

「(a) GMO の長期的影響はまだわからない。なぜなら (b) 最近使われるようになったばかりだから。したがって (c) GMO の利用には慎重になるべき」



並列型：二つ以上の理由が、それぞれ独立の根拠として列挙してあるような場合

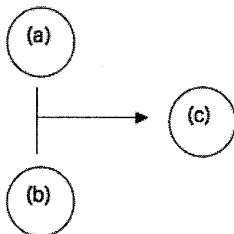
「(a) 害虫耐性作物は抵抗を持つ害虫を生むかもしれないし、(b) 種の昆虫を絶滅させるかもしれない。だから (c) 害虫耐性作物の環境への影響は重大な問題だ。」



組み合わせ型：二つの根拠が組み合わさってはじめて結論につながるようなタイプの議論の構造

「(a) 食料問題は深刻な問題であるが、(b) GMO は食料問題を解決できる。だから (c) GMO は推進するべきである。」

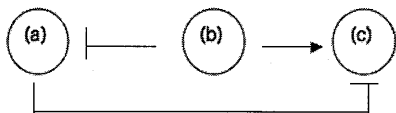
(a) が成り立たないなら (b) は根拠にならないし、(b) が成り立たないなら (a) は根拠にならない。



再反論型：論争の文脈でよく使われるのが、反論に対して再反論を提示することで結論を強化す

るタイプの議論。再反論型として区別しておく と 便利。

「確かに (a) 在来品種との実質的同等性は示されているかもしれない。でも (b) それだけで十分ではないかもしれない。だから (c) GMO の導入には慎重になるべき。」



グループディスカッション2

さきほどのグループディスカッションで作った推進派、慎重派それぞれの議論の整理をもう一度見なおしてみしてほしい。それぞれの立場の「根拠」と「結論」に簡単なタイトルをつけ（通し番号をふってもよい）、どんなふうにつながっているか、論証図を書いてみてください。