

ベイズ主義の社会化はいかにあるべきか

- リーバイのモデルの検討を通して -

伊勢田哲治*

本稿で扱うのは、科学哲学におけるベイズ主義を社会化するにはどうしたらよいかという問題である。社会認識論 (social epistemology) を中心として、科学哲学においても科学の社会的側面をきちんと考慮に入れるべきだという共通理解ができつつあり、ベイズ主義のような旧来の科学哲学はそうした動きからの批判にさらされている。そうした批判に答える一つの方法として、ベイズ主義そのものを社会認識論の枠組みにあわせて再構成するというやり方が考えられる。

ベイズ主義の社会化の路線について考える際に、アイザック・リーバイ (Isaac Levi) の先駆的な仕事は大きな参考になる (Levi 1980; Levi 1985 など)。彼はベイズ主義から出発しながらも確率の見積もりそのものに不確定な要素を導入しており、その考え方が社会的意志決定の文脈にも適用される。このモデルで意志決定を行うための鍵となるのが E-admissibility の概念である。これをそのまま今の社会認識論の文脈に移植するのは難しいが、適切な修正をほどこせば十分利用可能な道具となっているように思われる。

本稿では以下の流れで議論をすすめる。まず第一節では、社会認識論の観点からベイズ主義の何が問題なのかを明らかにし、その問題点を解消するためにベイズ主義を社会化しようとする際にどういう問題に直面するかを説明する。第二節では、まずリーバイがどのような文脈でベイズ主義の修正を提案したかを確認したのち、テクニカルな細部にはなるべく立ち入らないようにしながらリーバイの立場の全体像、特に E-admissibility や P-admissibility の考え方を概観し、その理論的な利点について確認する。第三節ではリーバイのモデルがベイズ主義の社会化にどう役立つかを検討する。リーバイのモデルへの批判や適用上の難点を検討したのち、どういう点でリーバイのモデルを修正すれば利用可能となるかについて概略的な提案を行う。

社会認識論における先行研究でリーバイの名前があげられているのは見たことがなく、また逆にリーバイについて検討する議論の中で社会認識論の文献が言及されている例も寡聞にして知らない。本稿の第一の目的は、同じ科学哲学という分野において同じように科学者共同体について論じていながらお互いに言及しあうことのないこれら二つの研究領域の橋渡しである。

確率という概念について簡単な断りしておく。本稿であつかう確率は一貫して主観的確率であり、単に「確率」といえば主観的確率を指す。「信念の度合い」という表現も使用するが、これも多くの場合主観的確率と同じものをさす。ただし、本稿の主な検討対象であるリーバイは信念

* 名古屋大学情報科学研究科 iseda@is.nagoya-u.ac.jp

の度合いの割り当てが必ずしも厳密な意味で確率測度になっている必要はないという立場をとっており (Levi 1980, ch.5), 厳密に言えば, 本稿でいう「確率」とは「確率測度としての性質を満たす信念の度合い」と定義されることになるだろう。

1 ベイズ主義の社会化はなぜ要請されるのか

1.1 社会認識論と非個人主義的内在主義

科学の方法論を考える上で社会的要因が必要であると考え理由は多くあり, すでにそれについては他の箇所でも論じたことがあるので, ここでは繰り返さない (伊勢田 2004 参照). 本稿の課題との関係で重要なのはその中でも認識論的な理由である. 認識論においては信念の正当化に使えるのは基本的に認知者個人が直接アクセスできるもの (本人の頭の中にあるもの) であるという内在主義の立場が伝統的に主流の立場となってきた. しかし近年になって, 現実にはわれわれが知識と見なしているものの多くについてそうした内在主義的正当化が非常に困難であるということが批判の対象となる. その結果, 現在ではむしろ外在主義 (信念の正当化は認知者が直接アクセスできない情報によってなされてもかまわないとする立場) が認識論における主流となっている.

こうした論争において, 科学的知識は内在主義的に正当化できないタイプの知識の一つの典型としてしばしば持ち出される. ある科学理論が真だという信念を内在主義的に正当化するには, その科学理論の検証に使われる実験や観察をすべてひとりで遂行し結果を自分の目で確かめるという手続きが最低限必要となるだろうが, それができるだけの予備知識と技術のある人は限られており, 一人ではそもそも遂行不可能な実験もある. したがって, 内在主義的には科学的知識などほとんど存在しないことになりかねない. ただし, 科学的知識に関しては, 個人では内在主義的に正当化できないまでも認知共同体が集団として内在主義的正当化を行うということはもしかしたら可能かもしれない. この路線を追求するのが非個人主義的内在主義 (non-individualistic internalism, NII) であるが, 今のところまだ素描的な段階である (伊勢田 forthcoming).

さて, 科学的知識の正当化を集団レベルで捉えなおそうとすると問題となるのは既存の科学方法論がそうした集団的正当化を念頭において構築されていないということである. その問題はベイズ主義において特に顕著になる. そのことを次節で確認しよう.

1.2 個人主義的ベイズ主義とその不十分性

よく知られているように, 科学哲学におけるベイズ主義は, ある仮説の事後確率 (posterior probability) はその仮説の事前確率 (prior probability), 証拠のその仮説の下での尤度 (likelihood), その証拠自体の期待度 (expectedness) といった確率から計算されるべきであるという立場であり, この計算に基づく信念の更新をベイズ的条件化 (Bayesian conditionalization) と呼

ぶ。さらに、典型的なベイズ主義では、これらの確率は客観的な頻度ではなく、あくまで認知者自身の信念の度合いであるとされる。更新の根拠として使われる信念の度合いがすべて個人の内的状態であり、ベイズ的条件化という数学的操作もまた個人内的操作であるならば、信念の度合いの更新は全体として個人の内的状態の問題だといえる。

このような性質をもつベイズ主義は、科学的方法論上のさまざまな立場の中でも特に認識論における個人主義との結びつきが強い方法論であるように思われる。というのも、ベイズ主義が科学的信念の正当化をどのように定義するにせよ、ベイズ的条件化と結びつけることになるであろうし(事後確率が一定の値以上である、あるいは対抗仮説の中でもっとも高い事後確率を持つなど)、ベイズ的条件化による正当化は個人主義的内在主義に分類されることになるであろうからである。ということはベイズ主義(少なくとも素直に解釈された個人主義的ベイズ主義)は、前節で見たような個人主義的内在主義の問題を抱え込むということでもある。

もう少し具体的に個人主義的ベイズ主義の問題を考えてみよう。科学者共同体が「Aは科学的事実である」とか「Aは確立された科学的理論である」というような主張を受容する際に、その主張をサポートするためのデータは多岐にわたり、そうしたデータを得るためのさまざまな実験の計画と遂行(必要ならば追試を含む)もデータの分析も高度な分業態勢の下で行われることになる。そして、Aが科学理論として信頼がおけるのは、実験やデータ分析のそれぞれの部分でそこにかかわった科学者がきちんとした仕事をしているからに他ならない。

個人主義的ベイズ主義にとっての問題は、このプロセスに関わるどの個人の頭の中にある証拠をとっても、この信頼性の構造をきちんと反映したものにはなっていないはずだという点である。たとえば、実験器具の信頼性についての信念について考えてみるならば、実際に実験した当人は自分に利用可能な証拠(実験装置がどうやって組み立てられたか、校正がうまくいったか、など)を使ってその実験器具が信頼できるという信念の度合いを更新し、実験結果についてもそうした証拠に見合った信頼度に到達するであろう。しかしその実験者から実験結果の報告を受けた他の人々はそうした更新のプロセスを経ておらず、実際の証拠と独立に信念の度合いを形成せざるをえない。分業的な科学においては誰一人として自分で全ての証拠をチェックする人はおらず、したがって関連するさまざまな証拠をすべて考慮に入れてベイズ的条件化を出来る人もいない。これではベイズ的条件化で科学の信頼性の構造をきちんと捉えるのはむずかしい。

1.3 ベイズ主義の社会化

以上のような難点に直面して、ベイズ主義は不可避免的に内在主義的だから科学的信念の正当化には向かない、とベイズ主義を放棄するのは簡単であるが、ベイズ主義にはさまざまな理論的な利点もあるため、なんとかベイズ主義を若干修正することで難点を解消できないかという考え方も十分ありうる。では、この問題をベイズ主義の枠内で解決するにはどうすればいいだろうか。これについては、実は、ベイズ主義の何を大事だと考えるかで、いくつかの路線がありうる。

第一に、あくまで個人主義的ベイズ主義にこだわるならば、個人に利用可能な証拠だけを利用

して更新された信念の度合いで科学的な信念の正当化としては十分だという考え方がある。この場合、「わたしの信頼する A さんが X とやった」といった伝聞的証拠がわたしの信念の度合いの更新に直接利用される証拠となり、A さんが X だと判断するにいたった根拠となる証拠はわたしの信念の度合いにはかかわってこない。そうしたベイズ的認知者の共同体が受け入れる信念の集合が信頼できるものになるかどうかはその共同体の成員や人間関係のパターンなど、社会的要因に求められるだろう。この場合、なぜ科学的知識が信頼できるのか、という説明の主要な部分は非ベイズ的になされることになる。もちろんそれも一つの考え方ではあるが、本論文ではこの路線は追求しない。

第二の路線として、むしろ科学の営みの全体をベイズ的な発想で扱うことに関心があるのなら、ある理論の正当化に関わる証拠すべてを見渡す事ができるような一種の理想的個人を仮想するという考え方がある。あたかもその理想的個人が自分の信念の度合いを更新していった結果ある科学理論を受け入れたかのように想定するわけである。この場合、その理論の正当化にすべての証拠を利用したベイズ的条件化ができる。

この方略は、ベイズ的条件化を行為指導的規則（意識的に認知者たちが使う規則）と捉えるならばあまり意味をなさない。しかし、かつて論じたように、ベイズ主義を評価原理（意識的に使用される規則が望ましいものであるかどうかを評価するための原理）と捉えるならば、必ずしも個々の認知者が意識的にベイズ的条件化を行う必要はない（伊勢田 2004 参照）。ここで考察している方略に即して言うならば、理想的個人がベイズ的条件化の結果として下すであろう判断と近い判断にたどり着くような行為指導的規則は、（この路線をとるベイズ主義の観点からは）望ましい規則だということになる。

第二の路線の一つの問題点は、その仮想的個人がどういう事前確率・尤度・期待度から出発するかを決定するのが困難であるという点である。不確定なのが事前確率だけであれば、十分な量の証拠があれば事後確率が収束することが理論上も実際上も（モンテカルロシミュレーションなどを使って）確かめられているが、事前確率・尤度・期待度のすべてが不確定であればそうした収束も見込めない。

そこで、第二の方針をより現実に近づけるための方略として、第三に、共同体全体を一人の個人と見なして、その集合的個人の信念の度合いの更新をベースに科学的信念の正当化を考えるとこの路線がある。この場合、共同体のメンバーはいわば共同体の感覚器官として証拠と接し、その情報をもとに全体の信念の度合いが更新されることになるだろう。また、認知共同体全体の事前確率・尤度・期待度は、その共同体に属する個人の持つ事前確率・尤度・期待度から一定のやり方で構成されることになるであろう。

第三の路線は第二の路線を具体化したものではあるが、具体化することによってかえって第二の路線では見えにくかった問題点が正面に出てくることになる。それは、共同体内の不一致をどう処理するかという問題である。ある認知共同体に属するメンバーのわりふる事前確率・尤度・期待度といった値はかなり個人差があるであろう。共同体全体の事前確率・尤度・期待度をきめる際には、その中で誰か一人の割り振る値を採用するべきなのだろうか。あるいは何らかの加重

平均をとるべきなのだろうか．それとももう少し別の解決策を取るべきなのだろうか．

ここに至ってようやく、ベイズ主義の修正に関するリーバイのモデルを考察する理由を説明できる地点までたどりついた．リーバイのモデルは、共同体における信念の度合いの不一致をどう扱うかという問題への一つの回答として提案されたものである．簡単にいえば、認知共同体がある仮説に単一の確率を割り当てる必要はなく、確率が複数あってもその中で理論選択をするための規則が存在すればよい、という立場をリーバイはとる．その理論選択の核心となるのが E-admissibility という考え方である．そこで次節ではまず、リーバイ自身の説明にそって、E-admissibility とは何か、どのように使うことを意図されたものなのかをみて行こう．

2 不確実な確率割り当てに関するリーバイのモデル

2.1 不確実な確率割り当てを考察する動機づけ

リーバイがベイズ主義の修正を提案する動機となったのは確率割り当て自体の不確実性を巡る諸問題である．E-admissibility をはじめとするこの問題にかかわる一連の概念をリーバイが導入したのは 1974 年の「不確実な確率について」という論文においてであるが、この論文におけるリーバイの主な関心はどちらかといえば個人の信念の度合いの更新における不確実性の問題である (Levi 1974)．ベイズ的条件化で事後確率を導き出す際に、一見したところ単純に事前確率等から計算して事後確率を求めているというよりは、得られた証拠を見てあとから事前確率等を修正しているように見える場合がある．リーバイははっきりした具体例を挙げないが、たとえば、仮説 h のもとでは証拠 e が得られることはまずない ($P(e, h)$ は 0 に近い) という前提から出発した人が、 h を支持する独立な証拠と e が両方出てきたのを見て、結局のところ $P(e, h)$ はそれほど小さくなかったのだ、とあとから意見を変えるような場合がそれにあたるだろう．

信念の度合いのこうした改訂は、リーバイが厳格なベイズ主義 (strict Bayesianism) と呼ぶ立場にとって問題となる．この立場では、ある人がある時点である信念に与える確率や信念の対に与える条件付き確率は単一の値を取らなくてはならない．さらに、厳格なベイズ主義者の多くは、ある人が命題の集合に対してわりふる確率は、どんなものであっても確率論の公理に従っている限りにおいて認めうると考える一方で、一旦確率をわりふってしまったら、その確率はベイズ的条件化に従った機械的な変更しかできないと考える．この立場にとって、先ほどの例にあった、あとから尤度を修正するようなやり方の入る余地はない．

リーバイのこの論文での提案は、そういう場合には実は認知者は後から事前確率や尤度を変えているのではなく、事前確率や尤度自体がもともと単一の値ではなく一定の幅を持っていたのだ、と解釈することである．そのように幅のある確率の割り当ての下での意志決定の方法として導入されたのが E-admissibility である．

1974 年の段階ではリーバイはもっぱら個人の確率割り当てを問題としているが、1980 年代になって、彼は、認知共同体における確率割り当ての不一致もまた一定の幅をもった確率割り当て

と理解できるのではないかという可能性を真剣に追求するようになる (Levi 1985; Levi 1990). リーバイは、「共有された合意」(shared agreement) としてのコンセンサスと「探求の結果」(outcome of inquiry) としてのコンセンサスを対比する. 同じ単一の出来事であっても、人によってそれが起こりやすいと思う場合もあれば起こりにくいと思う場合もあるということは厳格なベイズ主義においても認められていた. しかし厳格なベイズ主義においては、そうした不一致のある共同体においてコンセンサスというものがあるとすればそれは探求の結果として生じる収束によって得られるコンセンサスだけである (とリーバイは考える). しかし、事前確率等の割り当てがある程度幅を持ちうると考えるなら、二人の認知者の割り当てる確率が食い違っても、割り当てるべき確率がその両者の割り当てた確率を共に含む一定の幅の範囲内にあるという点では一致できるはずである. これがリーバイのいう共有された合意としてのコンセンサスである. 通常、そうした食い違いがある場合の妥協点は両者の割り当てる値の加重平均をとったものを想定するが、その重みづけが 0 から 1 の間の任意の値を取ると考えれば、結局、両者の割り当てる値を両極端とする連続的な領域となる (そうした連続的領域を凸包 convex hull と呼ぶ). しかし、このように確率に幅をみとめてわりあてた際に、どのような科学的信念が正当化されるのだろうか. そこで主な判断基準とされるのが E-admissibility である.

2.2 E-admissibility とは何か

ここでは、『知識の企図』での説明をベースにして、若干表記法を簡略化しつつ E-admissibility の概念を説明する (Levi 1980) *1. リーバイの枠組みにおいては、ある人の信念状態はその人の集積知識 (corpus of knowledge), すなわちその人がその時点で絶対確かだと思っている命題の集合から一定の関数で導きだされるものであるとされる. より一般的な科学哲学の用語に言い換えるなら、集積知識は証拠ないしデータとして与えられたものの集合であり、信念状態 (credal state) はその証拠をベースにしてさまざまな仮説の評価を行う際の、さまざまな仮説に与えられる信憑性の集合である. 通常のベイズ主義でいうところの主観的確率はリーバイにおいては集積知識から Q 関数という関数で導きだされ、 Q 関数が仮説 h に割り当てる値 (これを Q 値と呼ぶ) は $Q(h)$ と表記される. Q 値についても条件付きの値が通常の主観的確率と同様に定義され、 h という条件のもとでの e の値を $Q(e; h)$ と表記する.

科学哲学におけるベイズ主義と直接対応する部分は実はここまでであるが、統計学におけるベイズ主義は行為選択の理論であり、E-admissibility もその文脈で提案されている. そして行為選択に必要なのが、それぞれの状態に対する価値づけ (valuation) である. ある選択肢 A_i を選んだ際、その帰結は $c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{ik}$ というように表記され、 c_{ij} の効用は $u(c_{ij})$ と表記される. また、それぞれの帰結 c_{ij} は A_i の下での確率 $Q(c_{ij}; A_i)$ も持つ. 厳格なベイズ主義の意志決定は、特定の Q 関数と u 関数の下での選択肢 A_i の期待値 $E(A_i; Q, u)$ によって選択肢を序列化することで行われる.

*1 E-admissibility および関連する諸概念の技術的な内容についての詳しい紹介は伊勢田 draft を参照.

しかしすでに見たような理由で Q 関数が幅を持つ場合、 $E(A_i; Q, u)$ もまた一定ではなく変化する。そうした状況での判断規則として提案されるのが E-admissibility である。 A_i が E-admissible であるとは、真剣に許容可能なある Q 関数と、真剣に許容可能なある u 関数の下で Q 関数と u 関数に相対的な期待効用において A_i がオプティマルであるような組み合わせが存在する場合である (Levi 1980, 96)。リーバイは、この E-admissibility を、許容可能性な選択肢を絞り込むための条件とする。すなわち、許容可能な選択肢はすべて E-admissible であると考え。(ただし、後で見るように、すべての E-admissible な選択肢が許容可能であるとはリーバイは考えない)。

さて、以上の議論は効用関数を前提として行為選択をするという話だったわけだが、通常科学哲学で問題になる理論選択について考えるためには、効用関数を認知的効用 (epistemic utility) の関数に置き換える必要がある。リーバイはこれについても早い時期から議論を展開している (Levi 1967; Levi 1980, 45-51)。以下では概要だけを簡単にまとめる。

理論選択の場合に選択肢となるのは、どの仮説を受け入れるかについての決定である。リーバイはある仮説を受け入れることの認知的効用を構成するのは、その仮説の情報価値とその仮説が真かどうかであると考え、一定の重みづけで両者を比べたものとして認知的効用を定義する。その結果、その仮説の情報価値がある程度高ければ信念の度合いが低くともその仮説を受け入れることの期待認知効用 (expected epistemic utility) は正の値になる。効用が正となるようなすべての仮説を選言でつないだ仮説を受け入れることが期待認知的効用を最大化する。当然ながら、厳格なバイズ主義では期待認知効用を最大にする選択肢は一意に決まるが、 Q 関数が変わればどの仮説を受け入れることが認知効用を大きくするかも変わる。この場合も、いずれかの Q 関数のもとで期待認知効用が最大となるような選択肢 (仮説の受け入れ) は E-admissible である。

以上は抽象的な議論ばかりだったので、リーバイの使う例にそって若干具体的な説明もしておこう (Levi 1980, 136)。認知者 A と認知者 B が共通で受け入れている集積知識に照らして、可能な仮説は h_1, h_2, h_3, h_4 の四つしかなく、しかもこれらはお互いに背反であるとしよう。 A は $Q_A(h_1) = .7, Q_A(h_2) = .2, Q_A(h_3) = .09, Q_A(h_4) = .01$ というように Q 値を割り当て、 B は $Q_B(h_1) = .5, Q_B(h_2) = .01, Q_B(h_3) = .4, Q_B(h_4) = .09$ というように Q 値を割り当てる。この場合、たとえば h_1 については $.5 \leq Q(h_1) \leq .7$ であるということが共有された合意となる。さて、ここで、 h_1 から h_4 の情報価値はすべて同じで、 $.1 < Q(h_i)$ となるような h_i についてはそれを受け入れることの期待認知効用が正であるものとする (これはリーバイ自身が同様の事例で立てている仮定に近い。ibid.)。そうすると、 A にとっては $g_A = h_1 \vee h_2$ を受け入れることが、 B にとっては $g_B = h_1 \vee h_3$ を受け入れることが期待認知効用を最大化することになる。したがって、 g_A と g_B はいずれも E-admissible である。さらに、両者の Q 関数の加重平均をとったもの、つまり $Q_\alpha(h_i) = \alpha Q_A(h_i) + (1 - \alpha) Q_B(h_i)$ であるような $Q_\alpha(h_i)$ も許容可能な Q 値であり、それに基づいて期待認知効用が最大になるような組み合わせも E-admissible である。たとえば $\alpha = .5$ のとき、 $Q_\alpha(h_1) = .6, Q_\alpha(h_2) = .105, Q_\alpha(h_3) = .245, Q_\alpha(h_4) = .05$ であり、 $g_\alpha = h_1 \vee h_2 \vee h_3$ が期待効用を最大化する。これも E-admissible な選択肢となる。

以上、リーバイの E-admissibility の概略を説明した。当然ながら、認知的効用も含めた効用の割り当てには、信念の度合い以上に個人差がありえる。リーバイも当然そのことには気づいており価値づけにおける不確実性についても検討している (Levi 1980, ch.8; Levi 1999)。しかし議論の複雑化をさけるため、本稿ではリーバイの議論のその側面は扱わないこととする。

2.3 P-admissibility

リーバイのモデルにおいては当然ながら複数の E-admissible な選択枝が生き延びることも十分ありうる。たとえば前の例で、 g_A, g_B, g_C はいずれも E-admissible である。その中でさらに選択をしなくてはならないとしたらどうしたらよいのであろうか。もちろん E-admissible な選択枝はどれも合理的だからそれ以上の決定規則は必要ないという考え方もあるわけだが、リーバイはその路線をとらず、E-admissibility を補足する P-admissibility という選択基準を導入する。

P-admissible な選択枝とは、E-admissible な選択枝の間でできるかぎり判断を保留するような選択枝、つまりできるだけ E-admissible な選択枝を保存するという点で最善の選択枝である (Levi 1980, 97-98, 132-143) *2。Q 関数が単一に絞り込めないということは認知者たち自身が確率の割り当てについて確信が持てないということであり、後から考えてやはり割り当てを変えたいと考えたときにそれができた方が彼らにとっても望ましい。そこで、決定をなるべく先送りするような選択枝がよいということになるわけである。

認知的効用に話を限定するならば、決定の先送りとは、対立する仮説、たとえば g_1 と g_2 について、 $g_1 \vee g_2$ というように選言で結んだものを受け入れることを指す。もしそれを受け入れることが E-admissible であるような仮説をすべて選言で結んだものを受け入れることがそれ自体 E-admissible であるならば、その仮説を受け入れることは P-admissible だということになる。前節で挙げた例でも、 $h_1 \vee h_2 \vee h_3$ はそれ自体 E-admissible であったが、この選択枝は同時にすべての E-admissible な選択枝を選言で結んだものと等値でもあり、したがって P-admissible でもある。しかしリーバイが具体例で示すように (Levi 1980, 136)、そうした選言が E-admissible だという保証はない。ここで、先送りという要素を重視するならば、それ自体では E-admissible でないような仮説の受け入れも P-admissible だと考えるべきではないかとリーバイは言う (ibid.)。

リーバイはさらに進んで、P-admissible な選択枝が複数ある場合の選択規則として安全性に基づく選択基準を提案する (Levi 1997, 134; Levi 1980, ch.7)。しかし、先の事例のように、仮説の受容を選択枝とし、選択枝をそれぞれの期待認知的効用によって比較する場合においては、P-admissible な選択枝は必ず存在し、しかもただ一つだけ存在する (Levi 1980, 139)。そこで本稿では P-admissibility まででとりあえずリーバイの立場は紹介できたものとして先に進もう。

*2 1974 年の論文における議論では P-admissible な選択枝は E-admissible な選択枝でもあることが要求されていたが、リーバイはのちにその条件をゆるめて本文で紹介したような立場を表明するようになった (Levi 1974; Levi 1980, 136-139)。

2.4 リーバイのモデルの利点

リーバイが自分の立場がどの点で優れていると考えているかも簡単に見ておこう。まず、厳格なベイズ主義では確率自体が幅を持つことは認められないため、ある時点である事象に対してわりふる確率が人によって食い違った場合、彼らの間の「共有されている合意」が厳格なベイズ主義では見えなくなってしまう。

レーラーとワグナーは、このような場合に関係者全員の与える確率の加重平均で単独の値を得るという考え方をとる (Lehrer and Wagner 1981)。リーバイの考える Q 関数の凸包も両端の値のさまざまな加重平均の集合であるから、両者の立場は非常に近いように見える。しかし、リーバイは、レーラーとワグナーの立場は最終的にある時点におけるある仮説の主観的確率を単一の値にしようとしているという点で厳格なベイズ主義にまだひきずられている、と批判する (Levi 1985; Levi 1997, 166-167)。さらに、技術的な問題として、レーラーらのモデルではお互いの信頼性の評価という要素を入れたために、関係者全員が当初二つの事象間が統計的に独立だと考えていた場合にも最終的な合意にそのことが反映されないという点をリーバイは指摘する。

また、確率の割り当て自体に不確実性を認めるタイプの選択規則としては、E-admissibility の他にもマクシミン規則 (Maximin rule)、つまり結果の最小値を最大化するような選択肢を選べ、という規則がある (リーバイが名指して挙げるのはたとえば Wald 1942 や Good 1952 などである)。仮説の認知的効用の例で説明するなら、 h_i のそれぞれについて、(a) h_i が真で h_i を受け入れる、(b) h_i が真で h_i を拒否する、(c) h_i が偽で h_i を受け入れる、(d) h_i が偽で h_i を拒否する、という四つの可能性があり、それぞれが認知的効用の値 (この場合は期待認知効用ではないので注意) を持つ。(a) と (d) は正しい選択なので高い認知的効用を持つと考えられるが、(b) と (c) のどちらが高い値となるかは、 h_i の情報価値をどう設定するか依存するだろう。たとえば (c) の方が効用の値が小さいとしたら、マクシミン規則は、(c) を確実に避ける選択、つまり、 h_i を拒否するという選択を要請する (h_i が真か偽かは本人にはコントロールできない要因である事に注意)。同じ条件がすべての h_i について成り立つとしたら、結局われわれはあらゆる仮説を拒否するという選択がマクシミン規則の立場からはもっとも望ましいということになる。

この立場へのリーバイの批判は、要するに、マクシミン規則はあまりに悲観的にすぎるというものである (Levi 1997, 168)。自然が認知者である我々に対して悪意を持っている、あるいは自然と我々の間がゼロ和ゲームとなっていてしかも自然が十分賢いと考えられる理由があるならば、マクシミン規則は理にかなった選択である (Good 1952, 114)。しかしリーバイは事態をそのようにはとらえない。少なくとも許容可能な Q 値のどれにおいても期待効用を最大にしないような選択肢を自分から選ぶのは (それが P-admissible である場合を除いて) 不合理な悲観主義である。

E-admissibility を中心としたリーバイ流の決定規則がはたして本当にレーラーとワグナーの立場やマクシミン規則よりも理論的に優れているかどうかは丁寧に検討すべき問題であり、サインフェルドらによる興味深い検討もある (Seidenfeld 2004; Levi 2004)。しかしそれはまた別稿で

論ずることとして(伊勢田 draft), 本稿では果たしてリーバイの提案が本稿の冒頭で挙げたようなベイズ主義を社会化しようという動機づけに対して十分な回答となっているかどうかを考えよう.

3 リーバイのモデルはベイズ主義の社会化として十分か

3.1 リーバイのモデルの擁護

さて, 以上のようなリーバイのモデルで, ベイズ主義の社会化にまつわる問題は解決できるだろうか. 第1-3節でベイズ主義の社会化を行う際に生じる問題として指摘したのは, 認知共同体を主体とした主観的確率にどういう意味を与えるかという問題だった. その問いの前提となっていたのは, ベイズ主義を使うには主観的確率の値をなんとかして一つに決めなくてはならない, という厳格なベイズ主義の考え方であった. しかし, リーバイが示したのは, 主観的確率の値を一つにしぼらずとも特に不合理や不整合は生じないということであった. これならば確かに, 共同体のメンバーの確率割り当てから恣意的な取捨選択をしてしまう心配はない. また, 一つにしぼらないといってもまったくの何でもありになってしまうわけではなく, E-admissibility や P-admissibility という形で最低限のしぼりはかけることができる, ということを指摘している点もリーバイの議論から学ぶことができるところであろう.

そうはいても, リーバイのモデルには, 現実の科学の分析に適用するためにはいくつか乗り越えるべき問題があるように思われる. しかしその考察に移る前に, いくつかリーバイのようなタイプの議論に対して定番となる誤解ともいべき批判がありうるので, それを簡単に見ておこう.

第一に, リーバイのモデルが非常に人工的である点が批判の対象となるかもしれない(本稿では技術的な細部を省いて概要だけを紹介したのであまりそういう印象はないかもしれないが, リーバイは認知者の論理的能力については理想的認知者を想定している). ただし, こうした人工性は, リーバイのモデルを規範的なモデルと考えるなら, それほど深刻な問題ではないだろう. 厳格なベイズ主義自体が科学の合理性を規定する規範的な理論(ただし行為指導的規則というよりは評価的原理として)であり, リーバイのモデルも社会的営みとしての科学において受け入れられる信念が最低限満たすべき性格についての規範的理論として利用するのが自然だろう.

第二に, リーバイのモデルを実践するには, 数値化が非常に難しいもの(例えばある仮説のある人にとっての情報価値など)を数値化しなくてはならないという点を批判する人もいるであろう. しかしこれもまた厳格なベイズ主義自体がかかえていた問題であり, リーバイに特有の問題ではない. ベイズ主義においてはたとえばベイズ主義を定性的な議論にのみ利用するというような形でこの問題を回避してきた. リーバイが同じ方策をとってはならない理由はないだろう.

3.2 リーバイのモデルの適用上の難点

以上のような問題は比較的簡単に処理できるわけだが、実際の科学共同体の振る舞いと照らし合わせた時に見えてくる問題もある。以下ではそのうちの四つを検討する

まず、ある程度以上の数の認知者の参加する共同体においては、 Q 関数は非常に多様となり、それをすべて含む凸包はほとんどあらゆる確率割り当てを認めてしまうことになるのではないかと、という心配がある。だとすれば、リーバイの提案にしたがって受け入れられる P-admissible な選択肢も、ほとんどすべての仮説を選言で結んだものを受け入れる、という、非常に情報価値の低いものになりかねない。われわれが科学のあるべき仕組みや科学共同体の持つ信念の正当化に関心を持つ際、その対象となる共同体は、場合によっては、科学者全体や科学者も含んだ市民全体といった多様性の大きなものとなるだろうから、この問題は現実的な問題でもある。また、単なる記述的な理論としてリーバイのモデルを考えるなら Q 値が絞り込めないことは問題ではないが、信頼できる科学的信念を得るための規範的な理論としては拘束が弱くなればなるほど規範理論としての力も弱くなってしまう。

これはリーバイのモデルを現実の科学の分析に使おうという立場からは問題であるが、適用範囲を工夫するならばある程度回避できる問題でもある。たとえば、単独の研究グループや比較的狭い領域における科学者の集団を考えるならば、その共同体の関心対象となるような問題については Q 関数のばらつきは小さくなることが予想される。

第二の問題は、リーバイが想定する認知共同体は集積知識、つまり仮説の信念の度合いを見積もるために使われるデータを完全に共有していることになっている点である。これは単なる理想化としては済まされない。というのも、科学においては広範囲な分業のためにそうしたデータ自体が共有されていない、というのが科学的信念の正当化において内在主義を否定する大きな理由となっていたからである。

しかし、リーバイのモデルを利用するというを目的とする限りでは、蓄積知識が一致しないことはあまり重要ではないように思われる。 Q 値を割り当てられる方の仮説の集合が共有されているならば、 Q 関数を割り当てるために使われるデータの集合が共有されていなくても、E-admissible な選択肢を決める上では特に問題がないように思われる。むしろ、蓄積知識と確率割り当ての対象となる仮説群を明確に区別したことでリーバイのモデルは蓄積知識の不一致を積極的にモデルに取り込める可能性を開いている、と肯定的に評価することさえできる。

しかし、この問題は、科学の信頼性をとらえた正当化の枠組みを作ることを目的とするなら別の意味で問題となる。リーバイの E-admissibility の考え方は、認知共同体の参加者がすべて同等の立場にあり、だれかの Q 値の割り当てが他の人の割り当てよりも優れていると考える理由はない、という前提の上に立っている。しかし、仮説 h に直接関わるデータに多く接する人が h に与える Q 値は他の人の与える値よりも一般により信頼できるはずである。ということは、蓄積知識における差がまったく反映されない理論構成は科学の信頼性をとらえる上では弱点となるであ

ろう。

第四の問題として、リーバイのモデルでは、通時的な Q 関数の変化は集積知識の変化（通常は新しい証拠の獲得）によって生じることになっている。しかし現実の認知共同体においては、他人がある仮説に与える評価がデータとなり、手元にあるデータだけで議論が行われた結果として仮説の信念の度合いが収束するというこゝもしばしば起こる。そしてこれもまた科学の信頼性を支える構造の一部とっていいだろう。リーバイのモデルにはそうした共同体内の議論に類するメカニズムは組み込まれていない。現実の科学共同体と比べて、リーバイのモデルは不自然なまでに静的である。

リーバイのモデルがこのような特徴を持つことについては弁護の余地もある。先に触れたように、確率割り当ての不確定性、E-admissibility、P-admissibility という考え方はもともと個人の内部での確率割り当てを念頭において提案されたものである。リーバイはこのモデルをそのままあとから社会的意志決定にも拡張したのである。ただ、これは個人的意志決定の特徴を引き継いでしまったことについての情状酌量の理由とはなっても、社会的意志決定に特有の問題をこのモデルがとらえきれていないという批判そのものをうちけすものではない。

3.3 リーバイのモデルの改良への提案

以上挙げた四つの問題（特に第三と第四の問題）は、ベイズ主義の内在主義的側面を克服して社会化するためにリーバイのモデルを利用したい者にとっては、そのままにはしておけない問題である。しかしだからといってリーバイのモデルを全面的に却下してしまう必要もないだろう。以下、簡単ではあるがリーバイの立場をどのように修正すればより現実的なモデルとなるかについて提案を行う。

リーバイのモデルには、ある問題についての「エキスパート」の割り当てる Q 値を差別化するような仕組みがどこにもない。仮にそうした仕組みが組み込まれていれば、上記の四つの問題は一挙に解決することになるだろう。そこで、その路線での修正を考えることにする。

まず、「エキスパート」をリーバイのモデルでどう定義できるかを考えてみよう。たとえば、以下のような路線が考えられる。まず、共同体全体で持っている蓄積知識を共同体の少なくとも一人が蓄積知識として保持しているデータの集合として定義し、これを「共有蓄積知識」(shared corpus of knowledge) と呼ぶことにしよう。つまり、共同体内の個々人は共有蓄積知識の部分集合を「私的蓄積知識」(personal corpus of knowledge) として持つ。確率割り当ての対象となるそれぞれの仮説について、共有蓄積知識の中にはその仮説に関連性が高い証拠もあれば、全く関連のない証拠もあるだろう。関連性が高い証拠を他人より多く自分の私的蓄積知識の中に持っている者をエキスパートと呼ぶことにすれば、エキスパートの一応の定義はこの枠組みで与えられるだろう。ただし、このアイデアの正確な定式化の方法は無数にあるであろうし、その中から一つを提案するところまでは本稿では試みない。

こうしてエキスパートが定義されたとしても、それをもとにリーバイのアイデアを修正するの

は実はなかなか難しい．というも、少なくとも修正の際にリーバイのモデルの利点を失うような修正は避けねばならないだろうが、それが実は困難だからである．たとえば、すべての仮説 h_i についてその h_i についてもっとも良く知っている認知者(エキスパート)の与える Q 値 $Q(h_i)$ を割り当てるというやり方は容易に確率論の公理に反する確率割り当てになってしまい、せっかくのベイズ主義の枠組みを使う意味がなくなってしまう^{*3}．また、エキスパートに重みをつける加重平均で Q 関数を一意に決めるのであれば加重平均に対するリーバイの批判が当てはまることになる上に、仮説によって誰がエキスパートか違えばやはり結果として生じる Q 関数が不整合になる可能性がある． Q 関数そのものについては認知者たちの与える値から絞り込みを行わないというリーバイの路線はそうした問題を見越してのことであろう．

ここで参考となるのが、リーバイ自身が E-admissibility の考え方を導入したやり方である．リーバイは Q 関数そのものには何のしほりもかけないかわりに、行為選択のレベルで E-admissible ないし P-admissible な選択肢だけが許容可能だという条件を入れることで選択に制限を課すことを試みた．そこで、エキスパートへの考慮を入れる際も、 Q 関数の幅を決めるレベルではなく、 Q 関数をもとに行為選択(この場合は理論選択)を行うレベルで組み込むのがよいのではないかと考えられる．

ではたとえばどういう制約がありうるだろうか．ここでも正確な定式化ではなく一般的なアイデアの提案にとどめる．リーバイのモデルでは、認知的効用を決定する際に、ある仮説に割り当てられる Q 値は幅を持つが、 Q 値と独立に仮説の情報価値が見積もられることになっており、これは仮説によって一定に決まった値である．そこで、情報価値と同様に仮説によって一定に決まった値として、「エキスパートがその仮説をどう評価しているか」の値を加味するというやり方が考えられる．そうすれば、エキスパートが高い Q 値を与える仮説は E-admissible な選択肢の構成要素となりやすく、逆に低い Q 値を与える仮説は E-admissible な選択肢の構成要素となりにくくなるだろう．これは個々の認知者の側から言うならば、期待値計算をする際に確率の見積もりをエキスパートの判断に照らして修正していることになる(ただし、確率そのものをいじると不整合がおきるので、形式上は情報価値を上下したような計算方法になる)．この提案をきちんと形式化して検証する作業はまた別の機会にゆずりたい．

4 まとめ

以上、ベイズ主義の社会化はいかにあるべきかという問題をリーバイのモデルを手がかりにして考察してきた．リーバイのモデルは、認知共同体を幅のある確率割り当てを行う認知主体と解釈しなおすことを可能にし(しかもその際に集团的主体の形而上学に踏み込まずにすむ)、その限りにおいて主観的確率としての確率概念はリーバイのモデルで救うことができる．しかし現在の社会認識論の問題設定からいえばリーバイのモデルでは認知共同体の特性をとらえきれていない

^{*3} たとえば、 h_1 と h_2 がお互いに背反で、 h_1 のエキスパートが $Q(h_1) = .6$ という値を割り当て、 h_2 のエキスパートが $Q(h_2) = .6$ という割り当てを行うなら、両方採用すると確率論の公理を侵犯することになる

部分がまだ多く、これからの改良が望まれる。本稿ではその入り口にたどりついたにすぎないが、これが実り多い研究プログラムとなるであろうという見込みは示せたのではないかと考える。

文献

- Good, I. J. (1952) “Rational decisions”, *Journal of the Royal Statistical Society* series B 14, 107-114.
- Lehrer, K. and Wagner, C (1981) *Rational Consensus in Science and Society: A Philosophical and Mathematical Study*, Reidel.
- Levi, I. (1967) “Information and inference”, *Synthese* 17, 369-391.
- Levi, I. (1974) “On indeterminate probabilities”, *Journal of Philosophy* 71, 391-418, reprinted in Levi 1997, 117-144.
- Levi, I. (1980) *The Enterprise of Knowledge*, MIT Press.
- Levi, I. (1985) “Consensus as shared agreement and outcome of inquiry”, *Inquiry* 62, 3-11, reprinted in Levi 1997.
- Levi, I. (1990) “Compromising Bayesianism: a plea for indeterminacy”, *Journal of Statistical Planning and Inference* 25, 347-362, reprinted in Levi 1997, 154-172.
- Levi, I. (1997) *The Covenant of Reason*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Levi, I. (1999) “Value commitments, value conflict, and the separability of belief and value”, *Philosophy of Science* 66, 509-533.
- Levi, I (2004) “Seidenfeld”, *Synthese* 140, 89-96.
- Seidenfeld, T. (2004) “A contrast between two decision rules for use with (convex) sets of probabilities: Γ -maximin versus E-admissibility”, *Synthese* 140, 69-88.
- Wald, A. (1942) *On the Principles of Statistical Inference*, University of Notre Dame Press.
- 伊勢田哲治 (2004) 『認識論を社会化する』名大出版会。
- 伊勢田哲治 (forthcoming) 「認識論における非個人主義的内在主義」『哲学の探求』33号, 2006年。
- 伊勢田哲治 (draft) 「確率割り当ての不確定性と E-admissibility」。