名古屋学院大学論集　言語・文化篇　第24巻　第2号　pp. 199-207

新たなる認識論理の構築9

――共有知識の新定義（続き）――

鈴　木　啓　司

本篇は「新たなる認識論理構築」シリーズの第九篇にあたる。前稿で筆者は，従来の点的エージェント像に代わる線的エージェントなる概念を提出し，共有知識をそこにエージェントが参加するある種の認識空間として捉える次元論を展開した。それは多分に抽象論的すぎるきらいがあったが，その過程で素案として触れた形式化のアイデもいくつかあった。ここではそれらを発展させ（とはいってもまだまだ完成形には程遠いが），共有知識の新定義の補足としたい。

集合から対数へ

点的エージェントが織りなす従来の共有知識像は，基本，点集合論によっている。ゆえに，加法的に集まったエージェント群の間に共有知識という認識上の絡み合いが生じている様が，どうしても描写困難になっていた。これは離散と連続の関係という，数学的にも根源的な問題に関わることである。はたして，離散的な点が集まって，線という連続を形成しうるのであろうか。加法を集まり，乗法を絡み合いと取ると，そこに浮かび上がってくるのが，両者を橋渡す対数という考え方である。われわれの知る自然数は1を足してゆくことによって生産されているが，これを乗法によって対数的に形成するとどうなるであろうか。すなわち，$1 \cdot n = n$ではなく，$x^n = n$である。後者において基本単位となるx（対数でいう「底」）を以下に見てみよう。これはとりもなおさず，各自然数を一つの世界として見るということである。

$\sqrt[1]{1} = 1$
$\sqrt[2]{2} = 1.41421356...$
$\sqrt[3]{3} = 1.44224957...$
$\sqrt[4]{4} = 1.41421356...$
$\sqrt[5]{5} = 1.37972966...$
$\sqrt[6]{6} = 1.34800615...$
$\sqrt[7]{7} = 1.32046924...$
$\sqrt[8]{8} = 1.29683955...$
$\sqrt[9]{9} = 1.276518007...$
$\sqrt[10]{10} = 1.25892541...$
$\sqrt[11]{11} = 1.24357522...$
$\sqrt[12]{12} = 1.230075505...$
$\sqrt[13]{13} = 1.21811404...$
$\sqrt[14]{14} = 1.20744202...$
$\sqrt[15]{15} = 1.19786005...$
⋮
$\sqrt[50]{50} = 1.08138265...$
⋮
$\sqrt[100]{100} = 1.04712854...$
⋮
$\sqrt[200]{200} = 1.02684560...$
⋮
$\sqrt[300]{300} = 1.01919449...$
⋮
$\sqrt[1000]{1000} = 1.00693166...$
⋮

$\sqrt[\infty]{\infty}=1$?

かように$\sqrt[1]{1}$，$\sqrt[2]{2}$，$\sqrt[3]{3}$とその底は増えてゆき，あとは限りなく1に近づいてゆくのであるが，この段でゆくと$\sqrt[\infty]{\infty}$の底は再び1になると予想される（証明はしていないが）。しかし，1の∞乗はやはり1である。ということは従来の数体系では矛盾となる。そこで，$1^{\infty}=1$の∞とは違う，$1^{\underline{\infty}}=\infty$となる∞を想定してみる。今仮にそれを，$\underline{\infty}$と表記しておこう。前者を可算無限（離散），後者を非可算無限（連続）とすればどうであろう。1をいくら繋ぎ合わせても断片の接着であり連続体にはならないが，上記の底の連なりは，小数点以下がいわば糊代のごとく重なり合って連続体を構成しているのである。このことは，これまでの実数直線のイメージを変えるであろう。例えば自然数3なら，加算的な1＋1＋1＝3ではなく，乗法的に1,4422...×1,4422...×1,4422...＝3と捉えるのである。そこにおいて無理数は，デデキント流の切断点という無限級数の極限としてではなく，自然数の重ね合せ（あつみ）の部分として連続のつなぎ目の役割を果たすであろう[1)]。その新認識論算術モデルが（1）のベキ乗場，(1)×(1)＝1なのである。そこでは3は，

$1^{0+1+1+1}$

……………………………………………………

(1)×(1)×(1)×(1)

0　　1　　2　　3

と表された。上が離散的な数の連なりであり，下がその根底にある連続的な場である。何度も書いているが，（1）は単独では数の体をなしていないのであり，そこで数えられるべきは，作用である×である。そうして，切れ目が入るごとに各自然数が一つの世界として立ちあがり，（1）はその底としての姿を取るのである。

また，∞＝可算無限，$\underline{\infty}$＝非可算無限は，前者は仮無限，後者は実無限というふうに適用してもよかろう。筆者にはどうしても，カントールが自然数全体の集合を実無限と捉えたところに（そこに大いなる思考の冒険があったことは評価するが），レベル，メタレベルの混同（ラッセルのいう階型破り）があったと思えてならない。自然数というのは（クロネッカーの「神が創りたもうた」唯一の数というのとは裏腹に），何か連続した基盤といえるものを部分的に切り出してくる便法と，筆者は考える。その基盤とは何かというのが難問なのだが（筆者はモノとしての脳自体ではないかと考えている），とりあえず，この仮無限，実無限というのをここでの無限表記法で表すと，

仮無限　$1\times\infty=\infty$，$1^{\infty}=1$

実無限　$(1)\times\underline{\infty}=1$，$(1)^{\underline{\infty}}=\underline{\infty}$

となる。仮無限とは，最小単位1を無限に足してゆくと無限大に発散し，最小単位1はいくら自乗してもそのままの安定性を保つ。これが従来の（表に出た）算術である。それに対し実無限は，いまだ数ならぬ（1）が無限に連なり重なることによって完結した全体1をなし，（1）自体は累乗されるごとに対数の底として無限に変化する。そして，その無限の変化の数が，$\sqrt[\infty]{\infty}=1$に達し（1)×(1)×... が1×1×... ＝1^{∞}＝1の可算無限になる寸前の非可算無限，いかにしても囲い込めない実無限$\underline{\infty}$なのである。結局，離散と連続，仮無限と実無限との間には，思考のうえで階型の違いといってよい距離があるように思われる。

一つ確実にいえることは，断片を繋ぎ合わせて連続を構成するよりも，連続から断片を切り出してくるほうがたやすい，あるいは，自然であるということだ。現在の数体系は，自然数から整数，有理数，無理数と拡張してゆくことで

成り立っている。これを逆に，連続なるものから個体を生成するのである[2]。前者の方向では，どうしても連続をめぐる問題に多かれ少なかれ飛躍が要求される。その恰好の例が，カントールの連続体仮説である。彼は，数えられる無限（可算無限集合）と数えられない無限（非可算無限集合）を識別した。前者は自然数をはじめとする有理数で，後者は有理数に無理数が加わった実数（連続体）である。そして，後者が前者より同じ無限でも大きいことを証明した。それは，ベキ集合（ある集合のあらゆる部分集合の集合）は元の集合よりも大きいという，無限集合にも通じる事実（有限集合なら明白だ）につながるが，ちょうど実数は自然数の集合のベキ集合となっていたのである。連続体仮説は，この自然数（最初の規模の無限集合ということで$\aleph_0$と名付けられた）と，そのベキ集合実数の間には中間の規模の無限集合はないであろうという仮説である。それが正しければ，実数の無限集合は自然数の無限集合の次の規模の無限集合ということで$\aleph_1$となる。しかし，カントール自身はこれを証明するに至らなかったのである。

この連続体仮説をめぐる数学理論のその後の顛末には非常に興味深いものがあるが，それは類書に譲るとして，ここで筆者が指摘したいのは，カントールが，無限集合においてもベキ集合は元の集合より大きくなるという事実の証明に背理法を使っていることである。背理法は排中律という強い公理に基づいているが（公理が強いというのは，基本ルールの段階で多くのことを言いすぎているということである），証明したい命題の対象そのものを構成するのではなく，それを否定する状況を仮定してそこから矛盾を引き出し，よってその命題の肯定を証明するという手法である。これはとりもなおさず，カントールの証明において，自然数から実数に至るステップアップの過程でその集合の中身がなんら検証されていないことを意味する。筆者が飛躍というのはこのことである。そしてそれは，前述したレベル（離散）とメタレベル（連続）の混同を意味するものと考える[3]。ゆえにカントールは，自然数と実数の間に中間規模の無限集合はありや否やの問いに，明確な答えを出すことができなかったのである（この仮説はのちに，決定不能命題，すなわち，現行の数学の公理系からはその真も偽も証明できない命題であることが，ゲーデルとコーエンにより証明された）。それを根本的に解決するには，新しい数（計算）の概念が必要となろう[4]。

ここからくみ取れる教訓は，前述したように，離散から連続を構成するよりも，連続から離散を切り出してくるほうがたやすい（自然である）ということである。それを示唆するものが，カントール自身が1883年に構成してみせたカントールダスト（カントール集合）に垣間見える。これは次のような過程を経て作られる集合である。単位区間［0，1］を三等分し，中央の開区間（1/3，2/3）を取り除く。次に，残った二つの区間［0，1/3］，［2/3，1］をそれぞれ三等分し，その中央の開区間を取り除く。次に，残った四つの区間をそれぞれ三等分し，その中央の区間を取り除く（図1参照）。以下，この操作を無限に繰り返すことによって最後に残るのが，このカントール集合Cである。Cは閉集合であり連続濃度を持つ無限集合である。一方，取り除いた開区間の長さの和は，1/3＋2/32＋22/33＋...＝1となるから，Cは測度0（すなわち離散）集合である。さらに，Cのどの連結成分もただ1点からなるので，Cは全不連結集合（有理数体もそう）である。かように，Cは連続と離散のはざまの集合として，今日いわ

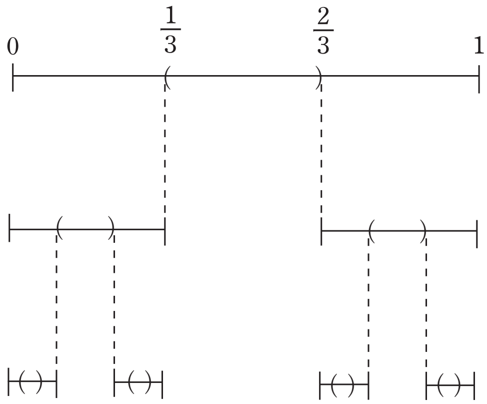

図1（『岩波数学入門辞典』参照）

れる，次元を超えたフラクタル図形の最初の例と見られている。これを筆者流に解釈すると，最初に連続（閉区間［0，1］）があり，そこから無限に部分を切り出してもそれは連続のままであり，他方，切り出した部分を無限に足してもそれは連続には達しないということになる（開，閉という概念についてはここではおいておく）。このことは，離散から連続へという流れではなく，連続から離散へと考えたほうが，よりスムーズに思考は数をはじめ世界を捉えうるということではないか[5)]。そして，それは人間の認識のあり方そのものにつながる視座と筆者は考えるのである。

「知っている」から「知りたい」へ

すでに前稿でこの標題は提出しておいた。それはやはり，認識論においても点と線，離散と連続をめぐる問題に関わる。「知っている」はいわば点である。その内容は事実として固定され，計算しやすい単体原子と化す。二人のエージェントが対面し共有知識状態にあることを，従来の認識論理で記号表現してみよう。

$K_1K_2K_1p$

$K_2K_1K_2p$

これは，エージェント1と2が「互いに自分がpということを知っていることを相手が知っていることを知っている」という状態である。かように共有知識は，自分が知っていることを相手を通して再確認している（相手のうちに自分を見ている）ようなものであるが，その「知っている」内容はいかなるものであろうか。$K_1K_2K_1p$の最初のK_1の知っていることはK_2K_1pだから，これをpとして最後のpに代入すると，$K_1K_2K_1K_2K_1p$を得る。ここからさらに，最初のK_1が知っている$K_2K_1K_2K_1p$をpに代入すると，$K_1K_2K_1K_2K_1K_2K_1K_2K_1p$を得る。といった具合に，再帰的に代入を重ねると，無限列を生ずる。これは「知っている」という概念が強すぎ，その内容を事実として存在せしめずにはおかないからである。ために，pは無内容ではすまず，次々に再帰的代入を要求する。これには知識の公理系の真理公理，$Kip \rightarrow p$「エージェントiがpを知っていれば，pは事実である」が大きく影響している。信念の公理系と知識の公理系の違いは，この真理公理があるかないかである。確かにそうであろう。信じている内容は時に間違っていることがあるが，知っている内容が間違っていては語法矛盾である。しかし，その内容の事実なることを誰が判定するのか，という疑問が，筆者の頭からは常に離れなかった。ここには強い視点からの，「知っている」と「事実」の間の循環論法的，同語反復的同定が，アプリオリになされているのである。

この際限ない再帰的代入を防ぐには，「知っている」を弱める必要がある。それが「知りたい」なのである。人間の認識活動は決して外界のデータを受け身一方で後追いするだけでなく，「何かを知りたい」という欲望に突き動かされているところがある。前稿でこの「知りた

い」のオペレーターとして，イタリック体Kを導入した。それを使って先の共有知識の対面状態を表すと，次のようになる。

$\mathrm{K}_1 K_2 K_1 p$

$\mathrm{K}_2 K_1 K_2 p$

すなわち,「知りたいということを知っている」のである。このイタリックの「知りたい」Kが互いに交差して，$K_1 \times K_1 = \mathrm{K}_1$，$K_2 \times K_2 = \mathrm{K}_2$となり，従来の記号式となる。「知っている」の前には「知りたい」があり，それは互いのうちに自己を確認することにより「知っている」（$p \to \mathrm{p}$，事実）となるのである。これを算術的に表しているのが，1のベキ乗場，(1)×(1)＝1である。それは点的ならぬ線的エージェントの複合性，いわば“あつみ”のようなものを表している。新認識論理の公理系は，K「知りたい」，∧「対面状態」というオペレーターに，$K \wedge K \to \mathrm{K}$という公理が加わったものとなろう。要するに，新認識論理は，従来個体レベルで考えられていた，最小単位数1なり，論理記号∧を複数エージェント，あるいは複合エージェントの視点で見ようとする論理である。このあたりのことは，いずれまた整理して書こうと思う。

かような「知りたい」を土台にした新認識論理は，前稿で提出しておいた，従来の認識論理では表現不可能なある状況を説明するのに，新たな可能性の地平を開いてくれる。それは，あなたがある（尋常ならざる）ものを見て隣の友人に,「今の見た」と問いかけ，友人が「うん，俺も見た」と答える場面である。この時あなたは何を見たと友人に期待し，友人はあなたが何を見たと了解したのであろう。もちろん，あなたは自分が見たものを友人も見たと期待し，友人は自分が見たものをあなたが見たと了解したのであろう。しかし，この両者が見たとされるものを第三者視点ではっきり同定できるであろうか。否，である。それは両者の思惑がすれ違っている場合もあるからである。かように，このような状況は，第三者視点で記述する従来の認識論理では形式化できないケースである。しかし，こうした場面は日常よく起こりうることであろう。むしろもっと根本的に，言葉のやり取り自体がそもそも，こうしたエージェント間の認識作用の手探りの現場ではなかろうか。ヴィトゲンシュタインのいうように直示的定義は不可能なのである。すなわち，モノを指すことによって語との対応関係を表すことはできないのである。例えば，子供に「机」という言葉の意味を教える場合，目の前にある机を指して,「これが机だよ」といっても，指したものが机の色なのか，形なのか，材料なのか,「机」の言葉の意味を知らない者にとっては同定できない（はずだ）からである。「机」という言葉が何を指しているか分かるのは，すでに「机」の言葉の意味を知っている（どういうふうに知ったのかは分からないが)者だけである。すなわち,「知る」前には，互いに相手の「知っているとされるもの」を「知りたい」という欲求が働いているのであり，そして，その「知っているとされるもの」は，自分が「知っていると思うもの」である。こうして互いのなかに自分の知識状態を確認し合う作業が行われる。そして，互いの波長が（どういうわけか）合えば，その命題は事実となるのである。

かくして，複合エージェントという像が浮かび上がってくる。各エージェントは一枚岩の単体ではなく，他エージェントと絡み合った存在である。その時その内なる他エージェントは，「見知らぬ他者」と「見知った他者」の両面を持つ。前者が新たな知識をもたらす未知の領域である。これが新認識論において二大知識の一

方である,「何か知らないが知らないことがあることを知っている」という推進知識を形成する。これが「知りたい」の発生元である。後者が二大知識の他方,「互いのうちに自分の知っていることを確認する」共有知識を成立させてくれる相方である。かように,「知っている」の前に「知りたい」を据えることにより,「知っていることを知っている」からくる共有知識の再帰的無限連言性は回避できるのである。「知りたい」は,未来において「知っている」自分を実現する意志である。

それでは,「知りたい」の内容pとは何なのであろうか。それは,共有知識により互いのうちでpとなることで事後的に確認されるしかない。あらかじめpなる明確な命題が存在しているわけではないのである[6)]。そもそも,あらゆる文脈から切り離され独立したpなる命題を認識の対象とする従来の認識論理がおかしいのであって（だから,これまで「意味」の生成の理解に苦労してきたのである),認識はすでにある複雑に絡み合ったネットワークのなかで成立している。われわれは認識の原点にも天地創造の場にも立ち会うことはできない。「何か知らないが知らないこと」は,すでにあるのである。しかも,それは神といった超越者がはっきり見ている既存の何かではなく,自己と絡み合った「見知らぬ他者」である。「知る」とは,その「知りたい」他者を通した「自己確認」あるいは「自己創造」の意である。

結びに代えて

以前にも書いたが,量子力学の登場以後,科学の知識対象の性格が変わったように思える。それは,神の視点から見てあらかじめ定まっている結果を後追い的に確認する作業(古典物理)ではなく,観測によりそれまで誰も（神をも含めて)知らなかった結果を決定する,ある意味,知識の創造行為といえるものである。だが,これは何も量子力学といった最先端の科学に範を求めるまでもない現象かもしれない。というのも,人間同士の日々のやり取りが,認識レベルではこれと同じ傾向を示しているからだ。われわれは互いに相手の思惑,知識状態を忖度して行動する。はじめは様々な可能性のなかで未決定状態だが,「互いに知っていることを知っている」共有知識となって行動は決定される（協調するにしろ,裏切るにしろ)。その決定の正しさは,相手を通して現場で確認される。そうでなければ,一方的な思い込みにすぎなかろう。こうしたコミュニケーションの機微をゲームという観点から扱ったものにあのゲーム理論があるが,それはまだまだ従来の超越者的視点からエージェントの内面を見下ろした極めて決定論的なものであった[7)]。物理学においてさえ伝統的な決定論的宇宙像が揺らいでいる今日,もっと当事者的（主観的）視点からの人間科学があってもよいのではないか。ゲーム理論の主たる研究対象である経済に因んでいえば,投機家ジョージ・ソロスが自身のヘッジファンドを「クォンタム（量子)・ファンド」と名付けたのは示唆的である。それは,量子力学を信奉するソロスの市場哲学,市場の介入操作性を表した名称だが,市場とはまさにその動向を外から観察する対象ではなく,そこに投機家が介入することによって状態を決定する量子力学的現場であろう。ゆえに,それは投機家の思惑通り完全に操作することもできない。ソロスがイングランド銀行を向こうに回して勝利した,1992年の有名なポンド売りにしても,ソロスをはじめ彼に追随した多くのトレーダーは,ポンドが将来下落し,イングランド銀行は買い支えをあき

らめ，イギリス政府はポンド切り下げに踏み切ることを「知っていて」ポンド売りに走ったわけではない。それは，各自の「そうなっていることを知っている自分を未来において実現したい」という，つまりは「知りたい」という欲求の波長が合った（収束した）結果である。現実の青写真は決して一人で描けるものではないのである。

これまで論理，計算，決定は，個人単位でなされるというイメージがあった（たぶん，デカルトの影響が大きかろう）。しかし実態は，それらは複数エージェント間，あるいは複合エージェント内で行われているのである。それはそうであろう。考えてみれば，個人的論理などというものは，（私的言語と同じく）そもそも形容矛盾である。個々の「知りたい」という欲求（推進知識）が，他者を通して「知っている」（共有知識）という事実となる。この個的立場と共同作業という概念の二つながら考慮しなければ，新たな知識論，認識論理は開かれないであろう。超越者的視点ではなく，当事者個人（自己）の立場からいかに全体（他者）を語るか。それが新たな科学の課題となる。だが，それは可能なはずである。再三いっているように，自己と他者は絡み合っているのだから。

注

1) ここで筆者自作のパズル（めいたもの）を一つ提出させていただきたい。今5人が5の収益を等分に分けるとして，一人の取り分が1より多くなる分け方は如何，というものだ。通常の加算的な考え方だと，1＋1＋1＋1＋1＝5となって，1を超えることはない。しかし，これを乗算的に考えると，x×x×x×x×x＝5, x＝1,37972966...となって，1を超える。これはとんち問題みたいだが，ゲーム理論の創始者フォン・ノイマンのいうゲームの「本質性」を考えるうえの一つの足掛かりとなってくれる気がする。彼は「加法性が平凡な（非本質的な）場合にのみ成り立ち，真に重要な（本質的）ゲームは非加法的な特性関数をもつことが判明した」（J. フォン・ノイマン，O. モルゲンシュテルン『ゲームの理論と経済行動』，銀林浩，橋本和美，宮本敏雄　監訳，ちくま学芸文庫，2009，巻Ⅱ p. 82）と書いているが，ゲームの本質性とはごく簡単にいうと，そのゲームは人と人とがわざわざ関わり合ってするに値する（利得を生む）か，ということである。それに対するフォン・ノイマンの考えはここではおいておくとして（彼はベクトル積とかスカラー倍といったことを述べているが，正直，筆者にはよく分からない），筆者は，上記のパズルに表現された乗法的な関わり合うこと自体がすでにプレイヤーの喜び（利得）となっているのだと考える。たとえ物的利得は1だとしても，他者と関係を結ぶことの精神的余剰利得はあるはずだ。そうした人間性を無視しては，経済のことも（そしてその他あらゆることも）語れないであろう。

2) これに因んでいえば，デジタルコンピューターの基本モデルであるチューリングマシーンに登場する無限テープをイメージする時に，ほとんどの人は，連続したテープにブロックの区切りが入っているものを想像するのではなかろうか。逆の，各ブロックが接続してテープの連なりを構成していると考える人は，極めて少ないと思われる。だが，いったんデジタル思考システムができあがると，われわれはそれを基盤に，最小単位の合算として物事を考えるようになるのである。

3) この飛躍をわれわれの認識次元において飛躍でなくしているのが，以前に書いた，個体と集合体間の認識のキアスム（交叉）である。人間は個人単位では，身体（皮膚，神経）において連続であり，思考において離散（言語，数）である。他方，複数者間では，身体は個々ばらばらであり，思考は言語という普遍概念によりつながっている。

個体	集合体
身体（連続）	身体（離散）
思考（離散）	思考（連続）

このキアスムの交点が離散と連続を切り結ぶミッシングリンクとなっている。ついでにいうと，前稿で，共有知識を点的エージェント間のネットワークとして捉えるのではなく，線的エージェントの交点としてみる見方を提出したが，離散と連続の問題はやはり点から始めるのではなく，点を線の交点としてみる（連続から離散を見る）認識論的数学観からアプローチしたほうが，自然なかたちで解決できるであろう。数学という極度に抽象的で個人の脳内作業と見えるものも，身体と複数者間相互性の観点を考慮しなければ，その根源から理解することはできないように思える。

4） ゲーデルの不完全性定理は誤解，誤用も含め様々な解釈を生んだが，それはやはり離散と連続に関する数学の根本問題に収斂すると，筆者は見ている。数学の公理系は離散的な（独立した）複数の公理からなっているが，そこにいくら公理を付け加えていって系を拡大しても，この公理系（文法）が許す意味解釈である「連続」は覆い尽くせない（文法からは導き出せない）。だからこそ，カントールの連続体仮説は決定不能命題であったのである。形式的な手続きによる理屈はつけられないが文句なく成立する解釈が，数学という形式体系内には存在する。この不完全性（文法と意味解釈が過不足なく一致していないこと）を超えるには，従来の離散的なスタイルである形式体系の概念を覆し，連続的な公理，数なるものを想像する必要があろう。しかし，それが実現可能であるかどうかは，非常に悩ましい問題なのである。

5） この問題は何もカントールに始まったことではない。ユークリッドは『原論』で，最初に面があり，面を切断したところが線となり（第一巻定義6），線を切断したところが点となる（第一巻定義3）として，点集合から連続を構成してゆく今日の数体系のアポリアを巧みに（そしてまっとうに）回避している（参照『ユークリッド原論』追補版，中村幸四郎，寺坂英孝，伊東俊太郎，池田美恵　訳・解説，共立出版，2011）。

6） これでは余りに漠然としているという意見には，一つ具体例を挙げておこう。それは「互いに人間である」というpで，「人間」について何ら定義されていないところから，Pとするには不十分なものである。しかし，この根幹的な「知りたい」があるからこそ，われわれは互いに話しかけ理解し合おうとするのであろう。そこから，「人間とはしかじかである」という「知っている」も開けてくるのである。

7） 未決定の「知りたい」は，ゲーム理論の大家R.オーマンの共有知識の形式化の不備にも答えてくれる。前稿でも触れたが，彼の理論の根底には，「合理性についての共有知識」という大本となる共有知識があり，これが成立しているからこそ，各エージェントは互いの合理的思考を合理的に推論することができるのであった。だが，実際にゲームのシチュエーションを設定して実験してみると，理論通りにならないケースが続出した。そこでA. ルービンシュタインは確率という概念を導入し，条件として厳しすぎる「知っている」（それは100％確定というに等しい）を弱める方法論を提出した（このあたり，小島寛之著，『数学的推論が世界を変える　金融・ゲーム・コンピューター』NHK出版新書，2012，p. 222を参照）。しかし，筆者にいわせてもらえば，これも「知っている」の前に「知りたい」を想定することによって解決できるように思われる。その段階では「合理性」の中身も一様に決定されていないので，「囚人のジレンマ」が提出する問題，すなわち，それがナッシュ均衡に向かうものなのか，パレート最適に向かうものなのかは，エージェント同士が互いに「観測」し合って初めて決定されることなのである。新認識論理とゲーム理論の関わりについては，また稿を改めて論じたいと思う。

主要参考文献

『数学入門辞典』岩波書店，2005.

小島寛之著,『数学的推論が世界を変える　金融・ゲーム・コンピューター』NHK 出版新書, 2012.