名古屋学院大学論集　人文・自然科学篇　第45巻　第1号（2008年7月）

新たなる認識論理の構築

——公理系と知識空間——

鈴　木　啓　司

本稿は，「新たなる認識論理の構築」作業の第四部に当たる。前稿[1)]までで著者の基本哲学となるものは大体述べた。今回はそれに，現段階での一応の形式（公理系）を与え，その解釈（モデル）となる知識空間を設定する。

古典論理，ブール代数，位相空間。これら三者は，われわれの形式的世界像の基本的三位一体である。論理という枠組みを代数で計算操作し，それを空間内で展開する。要するに世界を捉える思考のシステム化である。これに対し著者は，そのシステム化を可能にする認識段階として，新認識論理，認識代数，知識空間を提唱する。つまり，繰り返し述べてきたが，出来合いの世界をどう認識するかではなく，認識を出発点にどう世界を構築できるか，を問うのである。新認識論理，認識代数についてはその基本理念を述べてきた。それに全体的な形式を与え，その骨組みの上に知識空間の肉付けをするのが今回の作業といえる。では早速本題に入ろう。

公理系

まず言語（使用する記号）を定義する。

変数記号　$x, y, z,$ ……
定数記号　$a, b, c,$ ……
述語記号　K，C
論理記号　→，∧，∨，∃

述語記号のKとCは，それぞれ「知っている」と「共有知識である」を表す。このように新認識論理では，古典論理とその拡張である従来の認識論理（様相論理の一種なので，以後様相認識論理と呼ぼう）で使われている以外の新たな記号は一切必要ない（お気づきと思うが，¬，∀がないなど，むしろ少ない。これらは後で導入する）。ただ，その解釈の視点を変えればよい。すなわち，客観的にではなく主観的に見るのである。というのも，古典論理は本来主観的レベルのものである認識世界を客観的な視点で表現したものだからである。その違いを表すため変数記号と定数記号はイタリックにし，論理記号の一部はゴチックにした。これらは主観的レベルの記号であることを意味する。それについてはこれから，論理式を作っていく段階でおいおい説明する。

第一公理：推進知識あるいは存在の公理

$$\mathrm{K}x(\exists x\mathrm{K}xy)$$

これは新認識論理の土台となる，「何か知らないが知らないことがあることを知っている」の論理式である。字義通りには，「x は y と知る x が存在することを知っている」となるが，パラフレーズすれば，「x は自身が y という知識状態になることを知っている」とでもなろうか。すなわち，どうなるかは未定でも自分の知識状態が変わることを知っているということであ

る。これが人間の知識活動を推進する源泉であるという意味で推進知識と名づけた。また，命題は概念（認識の産物）の合成物であるとするなら，そして，「存在する」はあらゆる述語に先立つ本質的なものであるとするなら，「あるもの（概念）が存在する」は命題の基本形であるという意味で，これを存在の公理と呼んでもよいと思う。前稿まではこの推進知識をKi（∃xKiy）として，エージェント記号iを用いていたが，今回はより原初の状態にさかのぼるために，これをも取り払う（これもまた後で導入する）。つまり，認識主体を個別の人格ではなく，さまざまに変容する認識状態として，より徹底して主観的に把握するために，変数記号xに還元するのである。これをもって，認識主体は外界のあるものを認識するのではなく，自身の知識状態が変わることを認識する自省的な存在となる。

自由変数yがある定数aに決定することで，認識主体の知識状態（命題）が決定する。

Kx(a)

変容する知識状態が命題という具体的な形を帯びて現れた瞬間である。この論理式自体命題（「xはaという知識状態である」）となりうるので，これを変数項yに繰り返し代入することによって，………KxKxKxKxKx(a)を得る。ここに「知っている」による順序構造，$x \geq y$（「xはyを知っている」）を導入し（これは反射性，推移性，反対称性を示す半順序構造となる），……KzKyKx(a)というふうに複数の認識主体を得る。ここから複数認識主体間の知識作用を表現することができる。たとえば，

KxKy(a)

これは「xはyがaと知っていることを知っている」と読める。また，

Kx(Kya**∨**Kzb)

これは「xはyがaと知り，またはzがbと知ることを知っている」となる。ここで注意すべきは，ゴチックで表した**∨**の解釈だ。これはあくまでxの知識状態においての選言で，これを俯瞰的な視点から見下ろす超越者の裁定とみなしてはならない。この場合の選言は，一つの認識主体における知識の並列状態を表す。また，それに関連して順序構造も，すべての認識主体を統一的に並べるものではなく，あくまで，ある命題に関して局所的に成立するものである。この主観的視点は，次の共有知識の公理でよりはっきりする。

第二公理：共有知識の公理

KxKy(a)**∧**KyKx(a)→Cxy(a)

これは「xがyがaと知っていることを知り，かつyがxがaと知っていることを知っているなら，aはxとyの間で共有知識である」という意味である。このとき連言記号**∧**の解釈は，複数の認識主体の知識の対面状態を表す。対面状態とは，互いの知識状態を知ることによって自分の知識状態が決定する状況である。ゆえに，この記号は当事者同士の間で意味を持ち，第三者の解釈の介入を許さない。これを外からの視点で見ると，すなわち，従来の∧で解釈すると，両者は互いがaという命題を知っていることを知っているが，そのこと自体を互いが知っていることにはならない。それを表現しようとすると，Kを無限に連ねればならないことになった。これが共有知識を外から形式化することの壁である。そこでどうしても主観的な記号解釈の次元が必要となってくるのである。

共有知識が成立すると，そこでは新たな次元が開ける。いわゆる当事者間で客観性なる概念が生じ，古典論理（をもとにした様相認識論

理）を導入できる素地ができあがるのである。そこでこれまでイタリックやゴチックであった記号は従来の字体になり，新たに＝，￢，∀，ϕと，エージェント記号i，j，k、、、が加わる。
$Cxy(a)$内
変数記号　x，y，z、、、、、
定数記号　a，b，c、、、、、
エージェント記号　i，j，k、、、、、
述語記号　K，C
論理記号　→，∧，∨，∃，∀，￢
等号　＝
空集合　ϕ
共有知識は認識主体が同じ知識状態のことである。すなわち，x＝y。だが，一つの同じ知識状態を複数の違う個体（エージェントi，j）が構成している。i∨j＝∀，i∧j＝ϕ，i＝￢j，j＝￢i。これは共有知識という閉じた場の成立により，全体とそれを構成する個という概念が生じたことを意味する。そこでは個は互いに素であるということで，否定と空という概念も導き出される。ところで，新認識論理には古典論理のような推論規則はない。推論とは何か未知のものを引き出す行為と思われがちだが，そうではなく，あらかじめ引かれた境界条件内の命題を探索する手段である。ゆえに共有知識という閉じた全体が設定されてからの話であって，それに対し新認識論理は，あくまで共有知識の成立過程を構成する論理なのである。ちなみに，この全体と空集合にそれぞれ1と0という最大元，最小元を当てて推論を計算可能な算術の形に改めたのが，ブール束だ。

こうした記号体系のシフトチェンジを見ると，従来の論理と新認識論理の位置関係が把握できる。古典論理と直観主義論理を分けるのは，排中律A∨￢Aの有無であるが，￢のない新認識論理でこれを表せば，$Kx(a \vee \exists x Kxy)$となる。これはよく見れば，$Kx(a)$あるいは$Kx(\exists x Kxy)$であって，命題がaと決まった状態か推進知識状態ということである。新認識論理的には，状態はAであるかAでないかどちらかである，わけではなく，またそうした二者択一状況をまったく考えないのでもなく，Aであるか未定なのである。これが刻々のわれわれの認識状態だともいえる。要するに，新認識論理は，排中律の代わりに推進知識の公理を置いたものといえる。これについて代数的な視点から捕捉すれば，ブール代数を直観主義論理の代数であるハイティンク代数にするには，次の命題を置けばよい。(c→a)＝￢c∨a　これの意味は日常言語レベルではもう一つぴんとこないが，右式のcをaに置き換えれば排中律である。すなわちこれは，aのかわりにaの条件を否定することで排中律を弱めたものと解釈できる。いうなれば，aであるかaでないか，ではなく，aであるかaでないかもしれないか，である。認識代数的には，これは$a \vee x$となろう。xはaとなってもかまわない。それはa以外考えられないという状況だ。そんな状況とは何であろう。たとえば，aが神の存在を表す命題であった場合，神はすべてであり神以外の存在は考えられないとしたら，a∨aであろう。つまり，古典論理は神の視点を想定しすべてを見渡せるかのごとき姿勢をとりながら，肝心の神は語らない（語れない）論理なのである。

他論理との関係の話に戻ろう。様相認識論理との関係では，今述べた排中律の問題は，公理S5に関わってくる。直観主義論理の様相認識論理版といえる公理系S4にS5を加えると古典論理の様相認識論理版である公理系S5になる。公理S5とは，￢KiA→Ki￢KiAで，「Aを知らなければ，Aを知らないということを知っている」という意味になるが，これとS4，KiA→

KiKiAをあわせれば，Ki(KiA∨￢KiA)となって，いわば知識の排中律となる。これが一エージェント中で解釈するには強すぎることはすでに触れてきた。これを新認識論理で表せば，上述した推進知識の式を二エージェントに拡張すればよい。すなわち，$Kx_1(a \vee \exists x_2 Kx_2 y)$とするのである。これは，「認識主体1はaを知っているか，認識主体2の知識状態が未決定であることを知っている」と読める。認識主体1にとって，認識主体2がaを知らないということは，後者の知識状態がaと決まっていないということだ。それは将来的にはAとなる可能性がある。「知らない」ということは，未来永劫不動の決定状態ではない。かように，決定状態をもとに組み立てられたのが古典論理であるのに対して，新認識論理は未決定状態を視野に入れた論理なのである。

第二公理共有知識の公理に話を移せば，それは様相認識論理の真理公理と対応する。真理公理というのは，KiA→Aというものだ。Aを知っていればAは真理である，という意味で，知識の内容の真理性を保証している。この真理公理の有無が，知識（K）の公理系と信念（B）の公理系をわける目安である。「信じている」内容には虚偽もありうるというわけだ。だが著者は，信念を知識と同じく認識の一環として扱うことにかねてより違和感を抱いていた。「信じる」とはたぶんに願望の要素が入ったものだと思うからである（たとえば，恋人の気持ちを信じる，宗教を信じるなど）。著者としては，認識論理は「知っている」で統一的に扱いたい。そこで，「知っている」内容は古典論理的な客観的事実とせず，複数認識主体間の共有知識とすることで，信念の体系といった対照物を持たない，より根源的普遍的な認識論理が可能になるものと考える。要するに，新認識論理は，真理公理の代わりに共有知識の公理を置いたものである。

古典論理　　　　　**新認識論理**
排中律　　→　　推進知識
S5
↓除く
直観主義論理
S4

様相認識論理（知識）　　　**新認識論理**
真理公理　　→　　共有知識
↓除く
様相認識論理（信念）

以上，ざっと公理系を見渡してきたが，やはり骨組みだけでは今ひとつ腑に落ちないところがあろう。そこで次に，知識空間というバックグラウンドのもとにこれまでのことをより具体的に解釈してみよう。

知識空間

われわれを取り巻く空間をどう捉えるか，が世界モデル構築の問題である。そのとき，それを集合の集まりとし，その集まり具合をあれこれ定めたのが位相空間である。ゆえに，集まりかた＝位相にはさまざまなものが考えられるが，一番感覚的にしっくりくる空間の基本概念として，「距離」が考えられよう。代表的な位相空間である距離空間は，連続した空間（おおざっぱに言えば，真空，隙間のない充満した空間）のもとに，二点（x，y）間の距離＝dを次のように定める。

(i)　$d(x, y) \geq 0$,　$d(x, y) = 0 \Rightarrow x = y$
(ii)　$d(x, y) = d(y, x)$
(iii)　$d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z)$

これはざっと見てうなずけるものであろう。(i)は，二点間の距離が0であれば，その二点は同じものであるということだし，(ii)は，二点間の距離はどちらから見ても同一，(iii)は，二点間の距離は三点間の距離の和に等しいかそれ以下である，ということである。ここで位相空間における重要な概念，近傍に触れておく必要がある。連続した空間の中で離散的な二点が同一であるとは，どういうことであろうか。二点として捉えられた点はあくまで離れた二点であって，同一に重ねられることはないのではないか。これを解決するのが，近傍という概念である。簡単に言えば，点は面積も体積もない位置だけのものと定められているが，その周りに近傍という集合の広がりを持つとするのである。そして，二点の近傍の両方に属する要素が，この近傍をどんなに点に近づけ広がりを絞っていっても二点の近傍の共通要素であり続けるなら，二点は同一とみなしてよいのである。このように距離空間は，離散的な点の周りに無限数列の集合を考え，連続した空間を擬似的に構成しているといえるであろう[2)]。

だが，これは数学の基本姿勢につながるものでもある。数学という学問は，本来計算不可能な実数という連続体をバックグラウンドに，そこから計算可能な離散形式を掬い取ってくる手法であるといえる。そこにさまざまな工夫が要求されるわけだが，では，なぜ最初から計算可能な離散体を基盤にしないのであろうか。それこそ，人間の認識システムに関わる深い問題が横たわる箇所と思われるが，実用的には，無尽蔵の連続体をバックにしておけば，将来いかなる規模の計算問題が出現しようとも，それに対処できる数をそこから調達してこられるからであろう。ゆえに，この連続体は本来触れてはならないメタレベルの領域であったわけだが，そこに果敢に数学的手法で挑んだのがカントールであった。案の定，数学は自家中毒ともいうべき危機的状況を迎えるのだが，そこから強靭な柔軟性をもって立ち上がり，一皮向けた姿で新たな進化の過程に入ったのは周知のとおりである。

閑話休題。距離空間がモデルを務めるのは主に，われわれを取り巻くこの物理空間であるが，空間といっても何も物理的なものとは限らない。再三述べてきたように，新認識論理では認識を基盤に世界をどう構築するかを問う。そこでは当然，知識空間といったものが先に考えられてよいのである。それは非常に特殊な空間である。部分部分は必ず誰かに知られているが，全体は有限であるにもかかわらず誰も知らない空間である。論理式で表現すればこうなろうか。$\neg\exists xKx(Kx_1 \vee Kx_2 \vee Kx_3 \vee Kx_4 \cdots \vee Kx_n)$　また，順序構造上でも，$Kx_1 \leq Kx_1Kx_2 \leq Kx_1Kx_2Kx_3 \cdots\cdots \leq Kx_{n-1} \leq Kx_n$ となる最後の認識主体は，決して自分が最後の認識者であることを知らない。この列を俯瞰的に見下ろすことができないため，自分の後に新たな認識者が続くか否かは分からないからである。ゆえに知識空間は，統一的な視座で見通すことはできないし，完全な形式化も許されない。だが，新認識論理を構築するには，何らかの形でそれを定義する必要があるのである。

先に触れたように，位相空間の根底には連続空間がある。その連続性の上に離散的位相をはめ込んだわけであるが，知識空間では，この計算不可能な連続領域と計算可能な離散領域を最初から分けて導入する。ただ，その二つの領域は構成要素として並列的に知識空間内にあるわけではなく，先に公理系の章で触れたように，部分的なシフトチェンジという形で動的に重なり合っているのである。その過程を公理に合わ

せたどってみよう。

最初の段階，推進知識の公理が表すのは，真の意味での連続である。ゆえにその解釈は，離散的な言語で形式化できない。そこでまず，イメージ図を添えてみていこう。キャプションにつけたのは，その論理式と，前稿で紹介した認識代数による代数モデルである。

図1　Kx（∃xKxy）　　x

これはまさに連続する線であるが，これを実数直線と思わないでいただきたい。実数なら数学的定義ができるが，この線上に実数があらかじめ並んでいるわけではない。これはひとつところに留まることなく刻々と変化するわれわれの意識の状態であり，その変化の全体を点という固定的なものでなく連続する線で表した変数なのである。

次にそこに固定点が生じる。

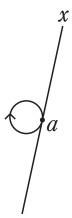

図2　Kx(a)　　xa

線を一種の紐とみなせば，それがループして自分と重なる部分に点が生じる。これが命題を意識した状態である。このループの部分だけを切り離せば，それが集合の要素間の関係，反射性を表しているのが分かる。反射性は要素，点の独立性，離散性を保証するものである。それにより計算可能な点集合が構成できるわけであるが，これは点を設定しておいて改めてそこに帰ってくることで点の独立性を保証するという，同語反復的な性格を帯びている。数学にはこのような再帰的な手法というのは基本的によくあることだが，やはり，はじめに線がありそれがループすることによって点が生じると考えたほうが，循環論法を免れる手立てとなろう。

次にここに，他の変数（認識主体）との関係がくる。

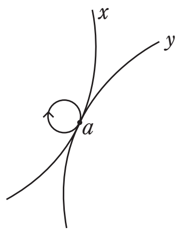

図3　KxKy(a)　　xya

ある変数に生じた固定点（命題）に他の変数が触れる。これは後者が前者の知識状態を知った状態である。要するにループが「知る」ということを表しているわけだ。このループは後者xのものだが，yも命題aを知っているわけだから図2のようにループを描いているはずである。しかし，そのループはxのループに吸収重ね合わされている。順序構造を当てはめてみれば，$x \geq y$（「xはyを知っている」）だから，集合的表現を使えば，「xはyを包含する」ということになろう。だが，あくまでもこの段階は，集合（位相空間）とは別物である。また，順序構造も二つの認識主体(知識状態)が作用しあって初めて部分的に生じるのであって，この知識空間に最初から統一的な座標軸が引かれているわけではないことはすでに触れた。

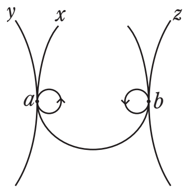

図4　$Kx(Kya \vee Kzb)$　　$x(ya+zb)$

二つの変数に第三の変数が関わる状況がある。これはxからみたyとzであるが，ここにいたってはじめて距離という概念が導入できる。図を見て分かるように，yとzは両者から見て共通の線で結ばれている。その線はxが引いた主観的なものだが，とりあえずxの視点でyとz間の距離は設定されたのである。その結果，いわゆる「空間」というものが構成される。図3では，xとy間に共通の距離というものはない。非可換な順序があるだけだ。思えば，相互認識を含めた人間関係に，はじめから物理的距離のような共通の尺度を持ち込めるわけがないのであって，このことから分かるように，従来の認識論はこの図4の段階を実践しているのである。すなわち，超越的視点で見下ろす論者xが，論述対象であるyとzを自己の視点による座標空間の中に配置する作業である。しかし，その論者は対象と対等な位置関係にないという意味で，全体はまだ統一的な座標に貫かれた空間ではない。これは何も認識論に限らず，どの分野の論文も取っているスタンスであろう。対象の位置関係によりこの図はより複雑なものになろうが，そのすべては，こうした紐の絡み合い（三次元で十分足りるであろう）で表現できるものと考える。それはあらゆる論文が暗黙裡に設定している（客観）空間を，知識空間のもとに見直す作業だ。いずれそれは応用編で展開したいと思っている。

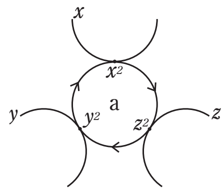

図5　$KxKy(a) \wedge KyKx(a) \rightarrow Cxy(\mathrm{a})$
$x^2y^2a \rightarrow \mathrm{xya} = \mathrm{yxa}$

さらに進んで，論者（観測者）xも対象と対等な知識状態に降りてくる現象がある。それが共有知識だ。この図はすでに前稿までに何度か掲載したものだが，x，y，zは三者間で共通の距離を保有している[3)]。それにより三者はこの円環内で可換な関係にはいる。同時に，他者を経て自己に帰ってくるループにより（そこが図2とは違う），自己性（アイデンティティー）を得る。自乗の意味はそういうことだ。この改めての反射性により，様相認識論理の真理公理が成立する。可能世界モデルでは，真理公理は反射性に対応している。こうした状況の劇的変化により，公理系のところで示したシフトチェンジが起こり，自己の否定としての他者，他者の否定としての自己，その両者が織り成す全体，それを結びつけている同一の知識といった新たな概念が生じ，閉じた対称的円環内で古典論理の展開を可能にするのである[4)]。また，代数的にはそれらの概念に当たる記号，－，1，0，＝と，交換則が導入される（この交換則成立のシフトチェンジを表すために考え出されたのが，自乗数間で交換則が成り立つ認識代数であった）。位相的には，これは同一の知識状態を表す同値の一点であり，そこにその知識状態を共有するエージェントが同値類として集合する，いわゆる商空間を形成している。以上により，その内部では四則演算がすべて可能になったといえる。

また，0と1の導入により，共有知識自体を

ブール代数的な演算式で表現することもできる。それは次のようになる。

1） x×y=1 x=1 y=1

2） x+y=1 x=1（0） y=0（1）

これは内的，主観的にエージェントの共有知識状態を表している。すなわち，1）xとyの知識状態は同じで全体をなし，2）その視点はおのおの違って全体をなしているのである。この1）式が，x×y=0となったのが，ブール代数を特徴づける相補則である。これは外的，客観的にエージェントの存在状態を表している。すなわち，1）xとyは分離した違うものであり，2）それが合わさって全体をなしている。このことは演算式であるため，集合論的に言い表せる。共有知識は，内的には積集合と和集合が同値であるのに対し，外的には積集合と和集合が最小元と最大元である閉集合となっている。それは一つの連続空間を分離空間にしたことを意味する。畢竟，ブール代数，古典論理は，エージェントの内的知識状態を無視して，それを外的存在物として俯瞰的に見下ろしたところに成立しているといえるであろう。

かくして共有知識の式は，古典論理への橋渡しの意味で，こう書いてもよい。KiKj(a)∧KjKi(a)→CijA→A この最後に出てくる原子式Aをもとに，これまでたどったステップをいわゆる客観的視点でたどり直したのが，古典論理なのである。上に掲げてきた図をわれわれが無意識のうちに俯瞰的な超越者の視点で見るのは，すでにわれわれがこの環境にあることを物語っている。共有知識を経て全体と個という概念を得れば，あれらの図は点の集合体である線の織り成す光景と映る。そして，そこに可換な距離という位相が持ち込まれ，統一的な座標軸で仕切られた空間内ですべては見直されるわけである。しかし，そこではもはや論者（観測者）の存在は背景に押しやられ隠されている。そのことを如実に表しているのが，認識主体を抹消した古典論理の原子式Aなのである（この隠れた認識主体は，代数的には単位元1にあたる。ちなみに，x×y=1では，xとyは互いの逆元となっている。逆元の存在が交換則の導入を可能にしている。）。

この一連の流れを見てくると，共有知識が古典論理をベースにした様相認識論理で形式化困難であった理由がよく分かる。すなわち，今までの共有知識論は図4の段階で行われていたのであって，それが図5である共有知識とは本質的に異なることは一目瞭然である。また記号解釈のレベルでは，共有知識を経て∧が∧になったことで，もはや共有知識そのものを捉えることはできなくなっている。ちなみに共有知識の論理式を古典論理的な∧で解釈すれば，次図のようになる。

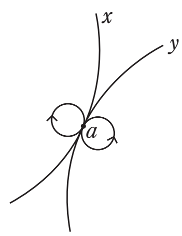

図6

すなわち，図3を背中合わせにしたような形である。互いにaということを知っていることは知っているが，このこと自体は互いに知らないのである。共有知識とは，このループが両者同一共有のものになった状態である。

以前にも述べたが，共有知識を論じるには論者もその中に飛び込まなくてはならない。外からの視点を許さない，それが共有知識というものだ。その外に広がっているのは，（統一的視点では扱えないという意味で）計算不可能な個

別的知識なのである。

結び

以上，新認識論理の公理系と知識空間を説明してきたわけだが，やはり，あまりに内容が抽象的に過ぎる向きはあるであろう。そこで，応用例を示しながら解説を発展させる方法が考えられる。本論でも触れたが，一般の認識論は図4の視点から見直すことが可能である。そこで，積年の認識論的パズルやアポリアが新たな角度から解決に至ることも期待できる。たとえばゲティア問題は，論者の視点では論述対象の両者の知識状態（命題）に違いがあるが，当事者の視点に立てば，その違う命題の最大公約数的な部分は両者とも知っているといえるのである。これについてはまた稿を改めて論じようと思う。また，哲学的内省に基づく認識論（たとえばデカルト的懐疑）も，個人内部で行われているように思われてきたが，そこに読者の目を介在させると，図1や2ではなく図3の現象であることが分かる。いや，デカルトが読者を想定して書いているなら，そこにはすでに著者と読者の共有知識の場が成立しているともいえる。テクストを読むとはそういう行為としても捉えられうる。かように，われわれが知識を論じられるのは，認識主体と認識主体の知識状態が作用しあってからなのである（すなわち，知識空間に順序構造が導入可能になってからなのである）。新認識論理は，その一般的認識論が成立可能な状況を根本から定義し構成する論理といえる。その方法は次稿で応用例を通して探ってゆきたいと思う。

註

1）鈴木啓司「新たなる認識論理の構築に向けての試論―共有知識（common knowledge）を手がかりに―」名古屋学院大学論集（人文・自然科学篇）Vol.42 No.2 2006,「新たなる認識論理の構築―デザイン篇―」同論集（同篇）Vol.43 No.2 2007,「新たなる認識論理の構築―古典論理のベースとしての認識論理―」同論集（同篇）Vol.44 No.2 2008.

2）一般の位相空間においては，点の近傍を考える場合，可算集合のもとでの点列収束より，実数集合のもとでのフィルター（絞り）を用いるが，それにより概念としての連続は表現されているとしても，手法的にはやはり離散的形式に頼っていると言ってよいように思われる。

3）図では三者で論理式では二者だが，忠実に三者間の共有知識を表そうとすれば，三者中の二者の組み合わせを連ねていけばよい。しかし，それではあまりにわずらわしいので，共有知識の論理式は二者で代表させているわけである。

4）古典論理は共有知識の境界線を含んで閉じている。しかし，それは計算不可能なソトとの境界線であるため，古典論理内に計算不可能性である第一階述語論理の決定不能性（命題の真偽を有限ステップで決定できるか否かを，あらかじめ決定するアルゴリズムの不在）を持ち込む。この境界線を含まず，いわば開集合の形で成立しているのが，証明＝計算（カリー/ハワード対応）の特性を持つ直観主義論理である。ここにおいて初めて，すべては計算可能になったといえる。

参考文献

田中俊一，『位相と論理』，日本評論社，2000.
森毅，『位相のこころ』，ちくま学芸文庫，2006.