

知識状態の変容と情報源参照の論理

メタデータ	言語: jpn 出版者: 明治大学図書館情報学研究会 公開日: 2021-01-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 齋藤, 泰則 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/21361

＜論文＞

知識状態の変容と情報源参照の論理

齋藤 泰則 *

概要

本稿では、認識論理にもとづいて、利用者の知識状態の変容、および無知の状態から知の状態への遷移と情報源参照との関係について考察した。知識状態の変容には、拡張型、縮約型、改訂型の3類型があること、そして新しく受け入れる知識と既有知識との関係から、その3類型のいずれかの機構をもとに知識状態の変容が生じることを示した。また、知りたいという要求をもった利用者が情報源の参照をとおして、要求を充足して知の状態に至る機構について認識論理にもとづき明らかにした。最後に、利用者の情報源参照を支援するレファレンスライブラリアンの知識に関する定式化を行った。

はじめに

図書館利用者とは、何らかの問題をかかえた存在である。問題をかかえている状態とは、その問題を解決するうえで必要な知識が不足していたり、既有知識に不整合が生じているなど、変則的な知識状態にあることを意味する [1]。そうした変則的な知識状態を問題解決が可能な知識状態に変化させるために必要な知識への要求は、レファレンス質問や検索質問という形式をとって情報システムに提示される。こうして、利用者は適切な情報源への参照 (reference) による情報利用をとおして必要な知識を獲得し、自らの知識状態を問題解決可能な状態に変容させることになる。

こうした情報源の参照による知識獲得の結果生じる知識状態の変容については、B.C. ブルックス (B.C. Brookes) によって基本方程式が提示され、その形式化が試みられている。この基本方程式については1章で取り上げるが、知識変容の一つの側面を捉えたものにすぎず、その形式化も厳密さを欠き、不十分なものである。

図書館情報学領域における認識論理をふまえた研

究としては、認識論理を紹介し人間の知る行為を考察した研究 [2] や、利用者の無知の知とレファレンスサービスとの関係について論じた研究 [3] があげられる。

そこで本稿では、知識状態の変容について、ブルックスのモデルに代わるものとして、認識論理の知識改訂の理論にもとづいたモデルについて考察する。さらに、利用者による無知の知から知の知にいたる知識獲得過程と情報源参照との関係について認識論理にもとづき厳密な定式化をおこなう。最後に、利用者の情報源参照による知識獲得を支援するために備えるべきレファレンスライブラリアンの知識について認識論理にもとづいて定式化を行う。

1 ブルックスの知識構造の変容に関する基本方程式

ブルックスは、知識構造の変容について、次のような基本方程式を提示している [4]。

$$K[S] + \Delta I = K[S + \Delta S]$$

ここで、 $K[S]$ が既有知識構造、 ΔI が利用された情報、 $K[S + \Delta S]$ が情報利用の結果、修正された知識状態をそれぞれ表している。

* 2019年12月20日受理 さいとう やすのり 明治大学 文学部

この方程式では、情報利用を加算記号 $+$ で表しており、既有知識に単に情報が加えられる状態が想定されているだけである。右辺にある修正された知識状態を示す $K[S+\Delta S]$ は、左辺にある ΔI が ΔS に置き換えられ、それが既有の構造 S に、これもまた加算記号 $+$ で単に付加されているだけの表現となっている。 ΔI がなにゆえ、 ΔS に置換されるのかの説明は特でない。情報利用が単に既有知識構造に新たな構造を付加するだけでよいのか、疑問である。また、利用した情報が既有知識と矛盾するケースや既有知識と置換されるケースがこの方程式では取り扱うことはできない。ゆえに、この方程式は知識状態の変容に関する擬似的数学モデルに過ぎないといえる。

P. イングベルセン (P. Ingwersen) は、このブルックスの方程式の修正を試み、次の式からなるモデルを提示している。[5]

$$pI \rightarrow \delta I + K(S) \rightarrow K(S + \delta S) \rightarrow pI'$$

pI は潜在情報を表し、この潜在情報が受容者の知識状態 $K(S)$ の介在により δI として知覚され、 δS の効果により、新たな知識状態 $K(S + \delta S)$ に変容するとしている。こうして修正された知識状態は、他の情報受容者にとって潜在的情報 pI' となるものを生成する、というモデルである。潜在情報を設定し、知識状態に依存して実際に知覚された情報と区別した点は評価できるが、新たな知識状態がなにゆえ、 $K(S + \delta S)$ として、 δS が単に付加される形式となるのか不明であり、ブルックスのモデルと同様、厳密さを欠くモデルといわざるをえない。

そこで、2章では、認識論理の分野において提示されている知識状態の変容に関する論理モデルを取り上げ、利用者の情報利用による知識状態の変容について考察する。3章では、無知の状態にある利用者が信頼性のある典拠となる情報源の参照をおして知の状態に移行する過程について、認識論理の枠組みにもとづき考察する。

2 知識状態とその変容の論理

ここでは、認識論理の分野において提示されている知識状態の改訂に関するモデルを取り上げ、情報源を参照して得られた情報の利用によって利用者の知識状態がどのように変容するのかについて見ていく。

2.1 知識と信念集合の定義

利用者の情報源の参照と情報利用を支援するレファレンスサービスは、利用者がレファレンス質問を図書館員に提示し、図書館員によって提供された回答を利用した場合、それは直接サービスの利用となる。一方、利用者が、自らのレファレンス質問について、図書館員に支援を求めることなく、レファレンスコレクション等の利用により、その回答を得た場合には、間接サービスの利用となる。いずれにせよ、利用者は、レファレンスサービスの利用をとおして、適切な情報源を参照して得られた情報を利用し、自らの知識状態を変容することにより、問題解決可能な知識状態を構築することになる。

ある主題に関するレファレンス質問への回答から得られた情報によって、利用者はその主題に関する「信念」を形成することになる。ここで信念とは人間によって受容され、短期・長期記憶の別なく、記憶された情報をいう。ところで、一般に、ある信念の内容を表現した命題 p に関して、人間が示す認識態度は表1のとおり三つに分類することができる。[6]。 \mathcal{N} はその人間が有している信念集合を表すものとする。なお、信念集合とは個々に独立した信念からなる集合をいう。

表1の論理式1は、命題 p で表される内容からなる信念がすでにその人間の信念集合 \mathcal{N} に含まれており、信念として受け入れられていることを示している。論理式2は、その信念を否定した $\neg p$ が信念としてその人間の信念集合に含まれていること、す

なわち、その信念は受け入れられていないことを示している。そして、論理式3は、命題 p で表される信念も、その否定も、ともにその人間の信念集合に含まれてはいないこと、すなわち、その人間にとって、その信念は決定不能な状態であることを示している。

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. $p \in \mathcal{K}$ 2. $\neg p \in \mathcal{K}$ 3. $p \notin \mathcal{K} \wedge \neg p \notin \mathcal{K}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表1 信念への認識態度

この決定不能な状態とは別に、信念集合が矛盾する状態というものがある。この矛盾する信念集合とは、命題 p とその否定 $\neg p$ がともに信念として受け入れられている場合である。具体的な例をあげるならば、矛盾する信念集合とは、「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という命題で表される信念と、その否定である「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年ではない」という命題で表される信念がともに含まれているような信念集合である。以下で述べるとおり、知識状態には、矛盾することのない信念からなる無矛盾の信念集合であることが求められる。

そこで、知識と信念との関係について述べておきたい。表2は知識の条件を示したものである [7]。この知識の条件から明らかなように、知識とは、真となる命題で表される信念であり、かつ、その命題が真である証拠を提示できる場合に、その信念は知識として定義される。

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ある人間 u は主題 s について、命題 p で表される信念をもっている 2. その命題 p が真である 3. その人間 u は、その命題 p が真である根拠を提示できる |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表2 知識の条件 (出典: ロー, スティープン. 『考える力をつける哲学問題集』 中山元訳. 筑摩書房, 2013, p.260 の記述に加筆)

この知識の条件によれば、信念の内容、すなわち命題が一定の根拠にもとづいて真であることが確認されていれば、その信念はその人間の知識といえる。偽となる命題が信念として記憶されている場合、その信念は知識とはならない。人間はすべて真となる命題からなる信念を有しているわけではないとすれば、その人間の信念集合の一部が、真となる信念、すなわち知識から構成される状態となる。ゆえに、偽となる命題で表される信念をも含む信念集合を \mathcal{K} とし、真となる命題からなる信念集合を \mathcal{J} とすると、次の式のとおり、信念集合 \mathcal{K} の部分集合である \mathcal{J} が知識状態を構成する信念集合、すなわち知識集合となる。

$$\mathcal{K} \supseteq \mathcal{J}$$

ところで、ある人間が有する信念の内容は、真偽の判定が可能な原子命題 (論理結合子を含まない命題) と、原子命題を論理結合子によって結合して作られる論理式で表現されることから、信念集合は次のように定義される [8]。

$$Cn(\Sigma) = \{\sigma \in \mathcal{L}_0 \mid \Sigma \vdash \sigma\}$$

ここで \mathcal{L}_0 は、原子命題と論理結合子によってつくられる論理式である。また、 Σ はその人間が有している信念の集合を表している。 σ は、その信念集合から導出される真となる論理式を表している。 \vdash は左辺の論理式をすべて仮定したときに、右辺の論理式のいずれかが成り立つ、ことを表す記号である。そこで、 $Cn(\Sigma)$ は、信念集合から導出される真となる論理式の集合を指示するものである。こうして信念集合 \mathcal{K} は、 $Cn(\Sigma)$ で定義されることになる。具体的な例として、いま、真となる命題からなる信念 p, q, r を有している人間の信念集合、すなわち知識の集合は、上記の定義により、 p, q, r と論理結合子を使って構成される論理式からなる。たとえば、 $r \rightarrow p$ や $p \wedge q$ などの論理式が信念集合に含まれる

ことになる。

さて、真となる命題からなる信念集合により構成される知識状態が、新たな信念との関係によって変容するとき、それは「拡張」、「縮約」、「改訂」の三つの類型に分けられる [9]。表 1 に示した認識態度も、これらの 3 類型の知識変容との関係において生じるものである。レファレンスサービスをとおして提供される情報源への参照によって得られた情報の利用から生じる利用者の知識状態の変容も、この 3 類型のいずれかの形式をとることになる。

以下の節では、これらの知識状態の変容に関する類型について見ていく。これらの類型において言及される信念集合は基本的に真となる命題からなる信念からなる集合を指すが、以下で取り上げる縮約型の知識状態変容の場合、偽となる命題を含む信念集合から偽となる命題からなる信念を放棄することにより、形成される知識状態の変容型であることを予め述べておく。なお、真となる信念だけからなる信念集合を適宜、知識集合と称することにする。

2.2 拡張型

第一の「拡張型」は、既存の信念集合（知識集合）をなんら修正することなく、新たな真なる信念を加える場合である。これは、典拠となる信頼性のある情報源を参照し、得られた情報の利用により生じる知識状態の変容を意味する。すなわち、既存の知識集合に含まれていない新たな知識が獲得された場合である。

H.v. デイトマーシュ (Hans van Ditmarsch) らは、この拡張型の知識状態の変容に関して表 3 の公準をあげている [10]。なお、 $\mathcal{K} \oplus \varphi$ は、われわれの現在の信念集合が \mathcal{K} である状況において、われわれが新たな情報として φ を受け入れた結果生じる信念集合を表している。ここで、記号 \oplus は、拡張を表す演算子である。新たに受け入れられた信念の内容が真であるとき、それは知識の追加を意味することになる。以下、拡張型の公準について見ていきたい。

公準 ($\mathcal{K} \oplus 1$) は、新しい情報 φ を新たな信念と

して既存の信念集合 \mathcal{K} に受け入れてできるのは、信念集合である、ということを表している。既存信念集合がすべて真なる命題からなる信念を要素にもち、新たに受け入れた信念も真なる命題からなる場合、知識集合に新たな知識が追加されたことになる。ゆえに、この公準は、新たな知識が既存の知識集合に受け入れられた結果できるのは新たな知識集合である、ということの意味するものである。

- ($\mathcal{K} \oplus 1$) $\mathcal{K} \oplus \varphi$ は信念集合である
- ($\mathcal{K} \oplus 2$) $\varphi \in \mathcal{K} \oplus \varphi$
- ($\mathcal{K} \oplus 3$) $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{K} \oplus \varphi$
- ($\mathcal{K} \oplus 4$) もし、 $\varphi \in \mathcal{K}$ ならば、 $\mathcal{K} = \mathcal{K} \oplus \varphi$
- ($\mathcal{K} \oplus 5$) すべての \mathcal{K} について、もし $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{H}$ ならば $\mathcal{K} \oplus \varphi \subseteq \mathcal{H} \oplus \varphi$
- ($\mathcal{K} \oplus 6$) ($\mathcal{K} \oplus 1$) – ($\mathcal{K} \oplus 5$) を満たすとき、 $\mathcal{K} \oplus \varphi$ は最小の集合である

表 3 拡張型の公準. (出典: Ditmarsch, Hans van et al. *Dynamic epistemic logic*. Springer, 2007, p.46)

公準 ($\mathcal{K} \oplus 2$) は、新しい情報 φ を信念として受け入れることにより、既存の信念集合 \mathcal{K} が拡張された場合、その情報 φ は拡張された信念集合の要素になる、ということを表している。この公準 2 は、上記の公準 1 を言い換えたものであり、ある知識を受け入れて、既存の知識集合が拡張された場合、その新たな知識は拡張された知識集合の要素になる、ということの意味している。

公準 ($\mathcal{K} \oplus 3$) は、既存の信念集合 \mathcal{K} に新たな情報を信念として加えるとき、既存の信念集合に含まれるいかなる信念も放棄する必要はなく、旧の既存信念集合 \mathcal{K} のすべてが保持される、ということを表している。すなわち、拡張型とは、既存の知識集合に含まれている知識を何ら放棄することなく、新たな知識が加わる型の知識状態の変容を表すものであることを、この公準 3 は示している。

公準 ($\mathcal{K} \oplus 4$) は、情報 φ を信念として受け入れるとき、その信念が既存の信念集合 \mathcal{K} に含まれて

いるものであれば、既存の信念集合に何らの変化も生じない、ということを表している。すなわち、既存の知識集合に含まれている知識が追加されることはない、ということはこの公準は示している。

公準 ($\mathcal{K} \oplus 5$) は、ある信念集合 \mathcal{K} が別の信念集合 \mathcal{H} の部分集合となると、新たな信念 ϕ が信念集合 \mathcal{K} と信念集合 \mathcal{H} にそれぞれ受け入れられることにより、拡張される信念集合の間にも、部分集合の関係が保持される、ということを表している。すなわち、異なる二つの知識集合に、同じ知識が追加された場合、追加前の知識集合間に見られる包含関係はそのまま維持されることをこの公準は示している。

公準 ($\mathcal{K} \oplus 6$) は、既存の信念集合 \mathcal{K} に新たな情報を信念 ϕ として受け入れて拡張された信念集合は公準 1 から公準 5 を満たす最小の信念集合であることを表している。すなわち、公準 1 から公準 5 によってのみ、拡張型の知識状態の変容は成立する、ということはこの公準は示している。

ここで、拡張型の知識状態の変容の例をあげよう。 ϕ を「アメリカ合衆国の首都はワシントンである」という情報とする。この情報を信念として受け入れたとき、その信念の内容を表す命題は真であるから、新たな知識を加えたことになる。つまり、「アメリカ合衆国の首都はワシントンである」という知識を有していない人間が、典拠となる情報源を参照してえられた情報利用の結果、その知識が加わる場合が拡張型の知識状態の変容となる。

2.3 縮約型

縮約型とは、既存の信念集合からある信念が放棄されるだけで、新たな信念が知識として受け入れられることはない場合である。この縮約型は拡張型に比べて複雑である。デイトマーシュらは、次のような二つの例をあげている [11]。すなわち、いま、ある人間の信念集合が三つの命題 p, q, r で表される信念からなるとしよう。このとき、その人間が命題 p を放棄しようとしているものとする。

ところで、命題 p, q, r からなる信念集合をもつ

人間は、 $r \rightarrow p$ という含意関係で表現されるような内容からなる信念をもつことができる。そこで、いま、信念集合から p が取り除かれても、その人間の信念集合には r と $r \rightarrow p$ が存在することから、 p が導かれることになる。

もう一つの例は、 $p \wedge q$ が放棄されることである。この場合、 p か q のいずれかが放棄されれば、 $p \wedge q$ も放棄されたことになる。このとき、そのどちらの信念を放棄するかは、その人間の選択によって決定されるということである。デイトマーシュらは、この選択をめぐる、「固執 (entrenchment)」の概念を提起している。この固執の概念とは、ある命題に固執すればするほど、その命題を放棄する可能性が低下する、というものである [12]。すなわち、その人間が p と q のうち、より固執していない命題が放棄されることになる。この固執とは、情報源の参照の結果、ある信念が表す命題の真理値に確証がなくなったとき、その信念を放棄するという選択肢を採用するケースを説明する概念として捉えることができる。

いま、命題 p を「鎌倉幕府は西暦 1192 年に開かれた」とし、命題 q を「鎌倉幕府を開いたのは源頼朝である」とする。いま、ある人間がこの二つの信念を有しているとする。そこで、前節で示した信念集合の定義により、その人間は p と q の論理積 $p \wedge q$ が表す「鎌倉幕府は 1192 年に源頼朝によって開かれた」という信念を有していることになる。ところで、命題 q で示された「鎌倉幕府を開いたのは源頼朝である」という信念は典拠となる情報源にもとづいてそれが真であることを確信しているが、命題 p が示す「鎌倉幕府は西暦 1192 年に開かれた」という信念は参照した典拠となる情報源によって異なる年が示されているため、その信念に疑念をもち、その信念を放棄しようと考えたとしよう。このとき、その人間は、 p と q との論理積からなる命題を放棄するとき、それが真であることを確信している命題 q に固執し、命題 p を放棄するという選択肢を採用した、ということができる。

そこで、命題 p を放棄したならば、それは命題 p と命題 q の論理積 $p \wedge q$ を放棄したことになる。こ

ここで注意すべきことは、論理積 $p \wedge q$ が示す「鎌倉幕府は 1192 年に源頼朝によって開かれた」という信念を放棄するとき、命題 p か命題 q のいずれかを放棄することになる、ということである。論理積が示す信念のみを放棄するようなことはできない。すなわち、論理積のみを放棄したとき、 $q \wedge \neg p$ という論理式が示す「源頼朝ではない人物によって鎌倉幕府が 1192 年に開かれた」という信念が保持されることになる。これは偽となる命題からなる信念であり、このような信念の保持はありえない。このように、論理積を伴う信念の放棄には、いずれか一方の信念の放棄が必要となる場合が出てくることになる。こうした論理積を伴う信念の放棄に関する公準については、以下で詳しく取り上げる。

さて、デイトマーシュらは、 ϕ で表される信念が放棄される時、その結果、生じる信念集合を $\mathcal{K} \ominus \phi$ で表し、縮約型の知識状態の変容に関する公準を表 4 のように示している [13]。なお、論理積からなる信念の放棄に関する公準は公準 7 と公準 8 である。

($\mathcal{K} \ominus 1$) $\mathcal{K} \ominus \phi$ は信念集合である
($\mathcal{K} \ominus 2$) $\mathcal{K} \ominus \phi \subseteq \mathcal{K}$
($\mathcal{K} \ominus 3$) もし、 $\phi \notin \mathcal{K}$ ならば、 $\mathcal{K} = \mathcal{K} \ominus \phi$
($\mathcal{K} \ominus 4$) もし、 $\vdash \phi$ ならば、 $\phi \notin \mathcal{K} \ominus \phi$ である
($\mathcal{K} \ominus 5$) もし、 $\phi \in \mathcal{K}$ ならば、 $\mathcal{K} \subseteq (\mathcal{K} \ominus \phi) \oplus \phi$ である
($\mathcal{K} \ominus 6$) もし、 $\vdash \phi \leftrightarrow \psi$ ならば、 $\mathcal{K} \ominus \phi = \mathcal{K} \ominus \psi$
($\mathcal{K} \ominus 7$) $((\mathcal{K} \ominus \phi) \cap (\mathcal{K} \ominus \psi)) \subseteq \mathcal{K} \ominus (\phi \wedge \psi)$
($\mathcal{K} \ominus 8$) もし、 $\phi \notin \mathcal{K} \ominus (\phi \wedge \psi)$ ならば、 $\mathcal{K} \ominus (\phi \wedge \psi) \subseteq \mathcal{K} \ominus \phi$

表 4 縮約型の公準 (出典: Ditmarsch, Hans van et al. *Dynamic epistemic logic*. Springer, 2007, p.48)

($\mathcal{K} \ominus 1$) は、既有的の信念集合 \mathcal{K} からある信念を放棄しても、その結果は依然として信念集合であることを示している。

公準 ($\mathcal{K} \ominus 2$) は、既有的の信念集合 \mathcal{K} からある信念 ϕ を放棄してできる信念集合は既有的の信念集合 \mathcal{K} の部分集合であることを示している。既有的の信

念集合からある信念を放棄するとき、いかなる新たな信念も付け加わらないことをこの公準は示している。

公準 ($\mathcal{K} \ominus 3$) は、ある信念 ϕ が既有的の信念集合 \mathcal{K} の要素でないとき、その信念を放棄しても、放棄前の既有的の信念集合 \mathcal{K} に変化はない、ということを示している。

($\mathcal{K} \ominus 4$) は、ある信念が公理系から導出されない命題であれば、その人の既有的の信念集合 \mathcal{K} からその信念を放棄した結果、縮約された信念集合には、その信念は含まれない、ということを示している。これは、この公準が、真となる命題からなる信念を対象にする知識集合には公理系から導出されないような偽となる信念を含むことはない、という公準であることを意味している。

公準 ($\mathcal{K} \ominus 5$) は、拡張と縮約との関係を示したものである。ある信念 ϕ が既有的の信念集合 \mathcal{K} に含まれているとき、その信念を放棄してできる縮約された信念集合に同じ信念を加えて拡張してできる信念集合は、 \mathcal{K} を部分集合にもつ、ということである。ここで \mathcal{K} と $\mathcal{K} \ominus \phi \oplus \phi$ が同値にならないのは、先に見たとおり、 \mathcal{K} から信念 ϕ を放棄しても、 \mathcal{K} に含まれている論理式によっては、 ϕ が導出される場合があるからである。

公準 ($\mathcal{K} \ominus 6$) は、公理系から論理式 ϕ と ψ が同値であることが導出されるとき、各論理式を放棄してできる信念集合は同値であることを示している。すなわち、ある人間が ϕ と同時に ψ をも信じているとき、信念 ϕ を放棄するならば、同時に ψ も放棄する必要があることを意味する。

つぎに、論理積からなる命題で表現される信念の放棄に関する公準を取り上げる。

公準 ($\mathcal{K} \ominus 7$) は、既有的の信念集合 \mathcal{K} からある信念 ϕ を放棄してできる縮約された信念集合と、同じく既有的の信念集合 \mathcal{K} から異なる信念 ψ を放棄してできる信念集合との積集合は、信念集合 \mathcal{K} からその二つの信念の論理積 $\phi \wedge \psi$ が指示する集合を放棄してできる信念集合の部分集合になる、ということを示したものである。

いま、 ϕ で指示される信念集合を A 、 ψ で指示さ

れる信念集合を B とする。そこで、既有的信念集合 \mathcal{K} からある信念 φ を放棄してできる縮約された信念集合 (A を除いた差集合 $\neg A$) と、同じ既有的信念集合 \mathcal{K} から異なる信念 ψ を放棄してできる信念集合 (B を除いた差集合 $\neg B$) との積集合は、 $(\neg A \cap \neg B) = \neg(A \cup B)$ となるから、 A と B の和集合を除いた部分となる。すなわち、放棄の対象となるそれらの信念集合の和集合は次の図 1 の灰色の部分として示すことができる。

一方、 φ と ψ の論理積 $\varphi \wedge \psi$ を信念集合から放棄するとき、放棄される部分は次の図 2 の灰色の部分である。

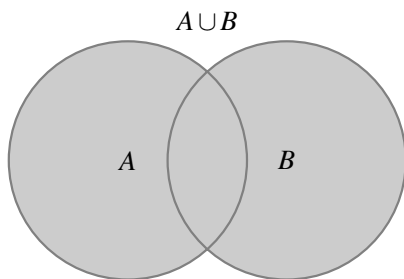


図 1 和集合

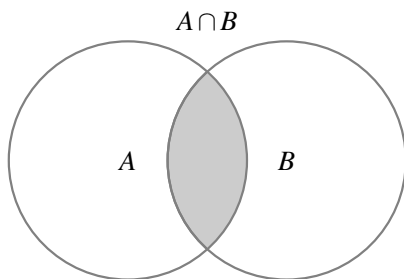


図 2 積集合

放棄される信念集合の包含関係は、 $(A \cap B) \subseteq (A \cup B)$ となる。ゆえに、既有的信念集合 \mathcal{K} から信念 φ を放棄してできる縮約された信念集合と、既有的信念集合 \mathcal{K} から異なる信念 ψ を放棄してできる信念集合との積集合は、 φ と ψ の論理積 $\varphi \wedge \psi$ が指示する信念集合を既有的信念集合 \mathcal{K} から放棄することによって縮約された信念集合の部分集合となる。

さて、先述のとおり、 $\varphi \wedge \psi$ が指示する信念集合の放棄は、 φ が指示する集合、あるいは ψ が指示す

る集合のいずれかを放棄することで充足される。そこで、この公準に関連して、デイトマーシュらは、次のような事例を紹介している。

もし、私が（劣っている）学生の John がある特定の試験に合格したこと (φ) を信じており、また、（優れた）学生の Peter がその試験に合格した (ψ) ことを信じ、その後、両方とも合格しているわけではないことがわかったとき、私は φ を放棄する傾向にあるだろう。[14]

John と Peter の二人とも合格したという命題は、 $\varphi \wedge \psi$ という論理式で表現される。そして、両方とも合格しているわけではないという命題は、その否定 $\neg(\varphi \wedge \psi)$ という論理式で表現される。この論理式は $\neg\varphi \vee \neg\psi$ と同値である。先ほどと同様、 φ が指示する集合を A 、 ψ が指示する集合を B とすると、論理式 $\neg(\varphi \wedge \psi)$ が指示する信念集合は $\neg(A \cap B)$ となる。ところで、 $\neg(A \cap B) = \neg A \cup \neg B$ であるから、 $\neg(A \cap B)$ は排他的論理和を指示する集合となり、次の図 3 の灰色の部分となる。

それゆえ、 A か B のいずれかの集合を放棄すれば、集合 $\neg(A \cap B)$ を放棄することになる。そこで、 A と B のいずれかを放棄するかは、その信念集合を有する人間がどちらの信念により固執しているかに依存することになる。上記の例の場合、私は Peter が優秀と思っているので、John が合格したという信念 ψ のみを放棄することになる。

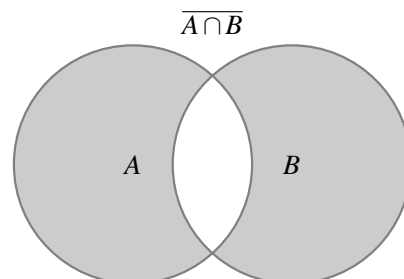


図 3 排他的論理和

John が合格したという信念集合 A を放棄して縮

約された信念集合は、集合 B から集合 A の部分を除いた差集合 $B-A$ となる。その差集合 $B-A$ は、集合 B から集合 A と集合 B の積集合 $A \cap B$ が除かれた図 4 の灰色の部分となる。

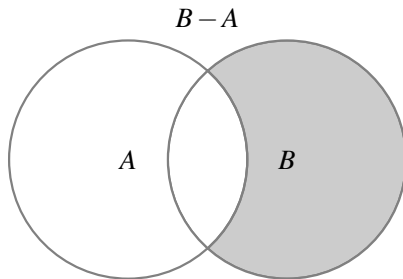


図 4 差集合

$(\mathcal{K} \ominus 8)$ は、ある信念集合 \mathcal{K} から二つの信念を表す命題 φ と ψ の論理積を放棄してできる縮約された信念集合 $\mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi)$ に、 φ が含まれていないとき、その縮約された信念集合は、縮約前の信念集合 \mathcal{K} から φ を放棄してできる縮約された信念集合 $\mathcal{K} \ominus \varphi$ の部分集合になる、ことを示したものである。

ある信念集合 \mathcal{K} から二つの信念を表す命題 φ と ψ の論理積を放棄してできる縮約された信念集合 $\mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi)$ に φ が含まれていないということは、次のことを意味する。すなわち、 $\mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi)$ が指示する集合は、排他的論理和を指示する図 3 となる。この集合に φ が含まれていないということは、図 4 に示したように、排他的論理和を指示する集合から集合 A の部分を除いた灰色の部分の集合を指示することになる。ところで、信念集合 \mathcal{K} から φ を放棄した結果、縮約された集合は、 A と B の二つの集合においては、同じく図 4 の部分の灰色の部分を示すことになる。よって、 $\mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi) = \mathcal{K} \ominus \varphi$ となる。ゆえに、 $\mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi) \subseteq \mathcal{K} \ominus \varphi$ が成り立つ。

公準 7 と公準 8 は、論理積が指示する信念集合を放棄するとき、放棄する集合の極小と極大のケースを示したものであり、極小となるケースが公準 7 で示され、極大となるケースが公準 8 で示されている。そこで、デイトマーシュらは、公準 7 と公準 8

について、次のような定理を提示している [15]。

定理

公準 1 から公準 6 が満たされるとする。そのとき、 \ominus が $(\mathcal{K} \ominus 7)$ と $(\mathcal{K} \ominus 8)$ を充足するのは、任意の φ と ψ について、次の (i), (ii), (iii) のいずれかの場合に限られる。

$$(i) \mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi) = \mathcal{K} \ominus \varphi$$

$$(ii) \mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi) = \mathcal{K} \ominus \psi$$

$$(iii) \mathcal{K} \ominus (\varphi \wedge \psi) = \mathcal{K} \ominus \varphi \cap \mathcal{K} \ominus \psi$$

論理積にあたる集合を除くとき、(i) と (ii) のいずれかのケースが、最も多くの要素をもつ信念集合を放棄する極大のケースとなり、(iii) のケースが最も少ない要素をもつ信念集合を放棄する極小のケースとなる。

以上、縮約型の知識変容を見てきたが、この縮約型とはある信念を放棄するケースであり、すでに有している信念に疑念がもたれ、その疑念を放棄する場合がその典型となる。すでに有している信念が偽の場合、その人の有する信念集合は知識集合ではなく、その偽なる信念が放棄された時点で知識集合となる。

2.4 改訂型

知識状態の変容のもう一つの類型は「改訂型」である。これは、新たな知識を受け入れる際に、既存の信念の一部を放棄するような知識状態の変容である。デイトマーシュらは、ある人間が新たな知識を受け入れて、知識状態を変容するときの条件として次の 4 点をあげている [16]。ここで、受け入れる信念が表す命題を φ とする。

1. その人間の信念が無矛盾のままであること
2. 結果として、その人間が φ を信じること
3. その人間がすでに保持しているできるだけ多くのものを信じ続けること
4. できるだけ少なく新しい信念を採用すること

ここで、無矛盾とは、ある信念内容を表す φ とその否定 $\neg\varphi$ が同時に信念集合のなかに存在しない、という意味である。この第一条件は、既存の信念を放棄して、新たな信念を受け入れる条件として、改訂された信念集合のなかに、ある信念とそれを否定する信念が共存するような矛盾した状態にしてはならない、ということを示している。

この改訂型の知識変容は、これまで取り上げた拡張型と縮約型の適用によって行われる。ディトマーシュらは、ある命題 φ を受け入れて改訂された信念集合を記号 \circledast を使って $\mathcal{K} \circledast \varphi$ で表したうえで、 φ を受け入れたことにより改訂された信念集合について、次のように拡張と縮約によって定義している [17]。

$$\mathcal{K} \circledast \varphi \equiv (\mathcal{K} \neg\varphi) \oplus \varphi$$

すなわち、ある新しい情報を信念として受け入れて信念集合を改訂する作業は、まず、既存の信念集合から、その信念を否定した信念を放棄して縮約された信念集合に、その新たな信念を加えて拡張する過程として定義することができる。

この改訂型の知識状態の変容の公準は次の表 5 のとおりである [18]。

($\mathcal{K} \circledast 1$) $\mathcal{K} \circledast \varphi$ は信念集合である
($\mathcal{K} \circledast 2$) $\varphi \in \mathcal{K} \circledast \varphi$
($\mathcal{K} \circledast 3$) $\mathcal{K} \circledast \varphi \subseteq \mathcal{K} \oplus \varphi$
($\mathcal{K} \circledast 4$) もし、 $\neg\varphi \notin \mathcal{K}$ ならば、 $\mathcal{K} \oplus \varphi \subseteq \mathcal{K} \circledast \varphi$
($\mathcal{K} \circledast 5$) $\vdash \neg\varphi$ のときに限り、 $\mathcal{K} \circledast \varphi = \mathcal{K}_\perp$
($\mathcal{K} \circledast 6$) もし $\vdash \varphi \leftrightarrow \psi$ ならば、 $\mathcal{K} \circledast \varphi = \mathcal{K} \circledast \psi$
($\mathcal{K} \circledast 7$) $\mathcal{K} \circledast (\varphi \wedge \psi) \subseteq (\mathcal{K} \circledast \varphi) \oplus \psi$
($\mathcal{K} \circledast 8$) もし $\neg\varphi \notin \mathcal{K} \circledast \varphi$ ならば、 $(\mathcal{K} \circledast \varphi) \oplus \psi \subseteq \mathcal{K} \circledast (\varphi \wedge \psi)$

表 5 改訂型の公準。(出典: van Ditmarsch, Hans et al. *Dynamic epistemic logic*. Springer, 2007, p.50)

以下、この改訂型の公準、すなわち改訂型の知識状態の変容について見ていく。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 1$) は、既存の信念集合にある新たな信念 φ を受け入れ、改訂されたものは信念集合である、ということを示している。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 2$) は、新たな信念 φ を受け入れて改訂された信念集合には、その新たな信念が含まれている、ということを示している。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 3$) は、新たな信念 φ を受け入れて改訂された信念集合は、同じ信念 φ を付加して拡張された信念集合の部分集合となることを示している。拡張型の信念集合の場合、知識集合とは異なり、新たに追加される信念と既存の信念との無矛盾性は考慮されることなく、追加される。この公準 3 とは、既存の信念集合に対して、既存の信念と矛盾する信念を受け入れる場合を扱うものである。その場合、既存の信念集合から矛盾する信念を除いたうえで、新たな信念を受け入れる、ということはこの公準は示している。それゆえ、新たな信念が既存信念集合に含まれる信念と矛盾する場合、その矛盾する信念を放棄したうえで新たな信念を追加して改訂された信念集合は、矛盾する信念を放棄することなく追加し拡張された信念集合に含まれることになる。

これは φ を受け入れて改訂された信念集合 $\mathcal{K} \circledast \varphi$ の要素は、 $\mathcal{K} \oplus \varphi$ の要素以外のものを含まないことを意味しており、 $\mathcal{K} \circledast \varphi$ の上界 (upper bound) を示す公準といえる。

ただし、真なる信念の集合からなる知識集合の場合には、そもそも、その知識集合の中に含まれている既存の真なる信念と矛盾する信念を受け入れる場合は想定されない。ゆえに、この公準は偽となる信念を含む信念集合の改訂と拡張との関係を示した公準といえる。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 4$) は、信念集合 \mathcal{K} に φ の否定が含まれていない場合には、信念集合 \mathcal{K} に φ を追加して拡張された信念集合は、同じ信念集合 \mathcal{K} に φ を受け入れて改訂された信念集合に含まれる、ということを示している。これは、 φ が \mathcal{K} に含まれている信念と矛盾していなければ、 φ の受入に伴う改訂と拡張は同じである、ということを示している。

る。すなわち、ある信念 φ を受け入れて改訂された $\mathcal{K} \circledast \varphi$ の任意の要素が、 $\mathcal{K} \oplus \varphi$ の要素と一致すること、すなわち、それ以外の要素を含まないという意味で、 $\mathcal{K} \circledast \varphi$ の下界 (lower bound) を示す公準といえる。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 5$) は、ある信念 φ の否定が公理系から導出される場合にかぎり、その信念 φ を受け入れて改訂された信念集合は矛盾した集合となることを示している。なお、 \perp は矛盾を表す記号であり、 \mathcal{K}_\perp は矛盾した信念集合であることを示したものである。ある信念 φ の否定が公理系から導出されるということは、 φ は公理系から真なる命題として導出されない論理式であることを意味する。

すなわち、ある信念 φ を受け入れて信念集合 $\mathcal{K} \circledast \varphi$ を改訂する場合は、次の二つの場合に分かれる。一つは、その信念 φ とは矛盾する信念 $\neg\varphi$ をすでに有している場合には、その $\neg\varphi$ を放棄し、次いで信念 φ を加えることになる。もう一つのケースは、既存の信念集合に φ と矛盾する信念 $\neg\varphi$ を有していない場合である。この場合は、既存信念に信念 φ が追加されるだけであるが、公理系からその否定である $\neg\varphi$ が導出される以上、 φ を既存信念に受け入れることは、矛盾した信念集合となることを意味する。いずれにせよ、公理系から φ の否定が導出される場合、その φ が既存信念集合に含まれているか否かに関わらず、その φ を受け入れることは、矛盾した信念集合となることを意味する。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 6$) は、異なる信念を表す論理式が同値であるとき、それぞれの信念を受け入れることにより改訂される信念集合は同値となる、ということを表している。ここで同値とは、異なる論理式でありながら、その論理式に含まれる命題変数のあらゆる真理値割り当てに対して同じ真理値 (真, 偽) になることをいう。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 7$) は、信念 φ と ψ の論理積を受け入れて改訂される信念集合は、 φ を受け入れて改訂される信念集合についてさらに信念 ψ を受け入れて拡張された信念集合の部分集合になることを表している。

公準 ($\mathcal{K} \circledast 8$) は、信念集合 \mathcal{K} に φ を受け入れ

て改訂された信念集合に φ が含まれていないとき、信念集合 \mathcal{K} に φ を受け入れて改訂された信念集合に ψ を受け入れ拡張された信念集合は、信念集合 \mathcal{K} に φ と ψ の論理積を受け入れて改訂された信念集合の部分集合になることを表している。

以上の公理 7 と公理 8 については、縮約型の公準 7 と公準 8 のなかで取り上げた信念集合の関係から明らかである。

以上見てきた改訂型の知識状態の変容とは、偽となる命題からなる信念を放棄し、真となる命題からなる信念を受け入れて生成される知識状態である。ゆえに、既有知識の放棄は必要ないことに注意する必要がある。すなわち、信念集合の改訂は生じるが、その部分集合にあたる真なる命題からなる信念の集合である既有知識の放棄は生じない。それゆえ、改訂型の知識状態の変容とは、偽なる命題からなる信念を含む信念集合から、偽なる信念を放棄し、真なる信念に置き換える知識状態の変容といえる。

改訂型の簡単な例をあげよう。 φ で表される命題からなる信念、すなわち知識を「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」とする。いま、その人の信念集合のなかに、「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年ではない」という φ を否定する信念 $\neg\varphi$ が含まれているとしよう。この偽なる命題からなる信念を有している人が、典拠となる情報源の参照の結果、「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という真なる命題からなる信念 φ を受け入れるような場合が、改訂型の知識状態の変容の最も典型的なものといえる。

2.5 知識状態の変容と情報源の参照

以上の知識状態の変容の 3 類型は相互にどのような関係にあり、また、情報源の参照とはどのような関係にあるのだろうか。この知識状態の変容との相互関係と情報源の参照との関係については、表 6 に示した 3 種類の類型が考えられる。

知識集合の拡張はいうまでもなく情報源の参照の結果、得られた情報利用によって生じる知識状態の

変容である。たとえば、デンマークの首都がわからない人が、デンマークの首都を知りたいという要求をもち、その要求を満たそうとして情報源を参照するような場合である。この知識状態の変容には、表6に示した3種類の類型が関係する。

1の知識状態の変容は、知識の単純な追加による知識拡張である。たとえば、デンマークの首都に関して何らの知識をもたない人間の場合である。このとき、その人間がアクセス可能な典拠となる情報源の参照によって得られた知識がその人の既存の信念に影響を与えることなく、追加されるような「拡張型」の知識状態の変容である。新たな知識の習得を目指す学校教育をとおして生じる知識状態の変容もこの拡張型の典型といえる。

1. 情報源の参照による知識拡張
2. 情報源の参照をとおして生じる既存信念の放棄と新たな信念の受け入れによる知識集合の改訂
3. 既存信念への疑問から生じる既存信念の放棄による信念集合の縮約と情報源の参照による知識拡張

表6 知識状態の変容と情報源の参照との関係

2の知識状態の変容は、情報源の参照による知識獲得の過程において、既存信念と矛盾したとき生じるものである。たとえば、「関ヶ原の戦いの年は西暦1603年である」との誤った信念をもっている人間が、日本の歴史に関する典拠となる情報源を参照する過程で、その既存信念が、情報源への参照をとおして得られた真なる信念と矛盾することに気づいたとしよう。そこで、その人間は「関ヶ原の戦いの年は西暦1603年である」との誤った信念を放棄し、「関ヶ原の戦いの年は西暦1600年である」との正しい信念、すなわち知識を追加するという「改訂型」の知識状態の変容を行うことになる。ここで重要なことは、既存の信念に疑念をいだいた結果、情報源を参照したわけではないという点である。情報源への参照過程で得られた信念が既存信念と矛盾してい

ることに気づき、正しい信念に修正される、ということである。既存信念に誤りがあることに気づくのは、典拠となる情報源への参照の結果であることに注意する必要がある。

3の知識状態の変容は、ある主題に関する既存信念 ϕ に疑念が生じ、その結果、わからないという状態におかれたような場合である。疑念が生じている状態とは、その人の信念集合に含まれている信念 ϕ に疑念をもち、それを放棄する場合といえる。いま、その信念 ϕ が真であるとしよう。このとき、 ϕ という信念の放棄は知識の放棄を意味する。 ϕ が偽のときは、その信念の放棄は、誤った信念の放棄という妥当な判断を意味することになる。

たとえば、 ϕ が「関ヶ原の戦いの年は西暦1603年である」を指示する信念の場合、その信念に疑念をいだき、その信念を放棄するような場合、誤った信念の放棄であるから、知識状態の変容ではなく、信念集合の変容となる。その後、その疑念を解消するためにとられる情報源の参照によって「関ヶ原の戦いの年は西暦1600年である」という正しい信念、すなわち知識を加えることにより、知識変容が生じることになる。この3の知識状態の変容の特徴は、2とは異なり、予め自らの信念に疑念をもつことにより、情報源への参照が選択されるような「改訂型」の知識変容である。

3 利用者の知識獲得と情報源参照の論理

前章の考察から、ある命題からなる主題について知らない状態にある利用者がその主題について知るようになる状態への移行は、拡張型と改訂型の知識変容として捉えることができる。質問回答サービスとしてのレファレンスサービスは、ある主題について知識をもたない利用者からその主題に関する質問を受け付け、図書館員による回答の提供をとおして、利用者がその主題について知ることを可能にするためのサービスである。本章では、ある主題について知らない利用者がその主題について知るようになることとは、論理的にどのように説明されるのか

見ていきたい。

以下の考察にあたり、命題と主題との関係について予め述べておきたい。論理学では、真か偽の判定可能な命題を取り扱うことになるが、利用者がある主題について知らないとは、その主題が表す命題の真理値（真か偽の値）がわからない状態と考えることができる。たとえば、「関ヶ原の戦いの年について知らない」利用者が関ヶ原の戦いの年を知りたいとの要求をもったとしよう。このとき、利用者が知らない主題とは「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という真となる命題である。そこで、「関ヶ原の戦いの年」について知らない利用者とは、「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という真となる命題について、それが真なのか偽なのかかわからない知識状態にある者として捉えることができる。

利用者がある主題について知らないというとき、その利用者は「関ヶ原の戦いの年は西暦〇〇〇〇年である」という文の主語にあたる「関ヶ原の戦いの年」という部分を特定化しているだけである。この文は真偽が確定できる命題ではないため、ある主題について知らないことを論理的に取り扱うためには、その欠けた部分に数字を代入して、真偽の判定が可能な知識状態を仮定して考察する必要がある。この例でいえば、1600 という数字を代入して真なる命題とし、その真偽が判定できない状態として、利用者がこの命題について知らないということを論理的に取り扱う、ということである。こうした取り扱いは、利用者がある主題について知らないとは、その主題に関わる命題の真理値を確定できない状態を意味すると解釈できることから、妥当なものといえる。

そこで、以下では、利用者が知りたい主題について、知識の論理を扱う認識論理の枠組みを使って考察する際には、基本的に真偽の判定が可能な命題について知りたいと解釈し、主題については適宜、命題という用語に置き換えることにする。

さて、ある主題についてわからない利用者が、その主題について知りたいという要求をもち、信頼性のある情報源を参照する場合、あるいは、質問回答サービスを利用し図書館員に支援を求める場合、利

用者の知識状態については次の二つの段階を考える必要がある。

第一段階は、利用者がある主題、すなわちある命題 (p とする) についてわからない、という知識状態にあること。

第二段階は、利用者自身がその命題 p について知らない、ということから自ら認識していること。

以上の 2 段階について、認識論理を用いて表現したのが次の論理式である [19]。ここで、 K は「知っている」ことを示す演算子を、 u は利用者をそれぞれ表している。そして、認識論理では、「利用者 u がある命題 p について知っている」ということを、 $K_u p$ として表現する。 K_u の右側の命題 p が知る対象である。

- | |
|---------------------|
| 1. $\neg K_u p$ |
| 2. $K_u \neg K_u p$ |

表 7 利用者の知識状態

表 7 の 1 の論理式は、第一段階である「利用者がある命題 p についてわからない」ということを表わしたものである。記号 \neg は否定演算子であり、 \neg の右側の論理式 $K_u p$ を否定したものとなる。

表 7 の 2 の論理式は、第二段階である「利用者 u がある命題 p についてわからない、ということから認識している」ことを表したものである。最初に出てくる K_u は、右側の論理式 $\neg K_u p$ を知る対象にしていることになる。

そこで、次節では、論理式 1 と 2 が表す利用者の知識状態について認識論理の枠組みにもとづいてどのように説明されるのかを見ていきたい。

3.1 知っているとは

利用者が「ある命題について知らない」ことを考察するにあたり、まず「ある命題について知っている」ということを、認識論理ではどのように説明されるのかを見ておきたい。

認識論理では、ある人間がある命題について知っ

ているとは、その人間が現在おかれている状態からアクセス可能なすべての状態において、その命題が真である場合として規定する [20]。ここで、アクセス可能な状態という概念について、利用者がおかれた状態から情報源の参照が可能な状態として解釈することにより、利用者の情報源への参照行動と知識状態との関係を理論的に説明する枠組みとして認識論理を採用することができる。

そこで、認識論理にもとづくと、利用者がある命題 p について知っているということは、次のように説明することができる。すなわち、ある利用者 u が s_1 という状態に置かれているものとする。その状態 s_1 に置かれた利用者 u が、情報源の参照が可能なすべての状態において実際に参照したすべての情報源から真となる命題 p の記述が得られたような場合である。このとき、利用者 u は、その命題 p 、すなわち、その主題について知っているということになる。

具体的に、いま状態 s_1 にいる利用者 u にとって、情報源の参照が可能な状態を s_2 と s_3 とする。その状態 s_2 では情報源 i_a の参照が可能であり、状態 s_3 では情報源 i_b の参照が可能であるとする。そのとき、その二つの情報源から真となる命題 p の記述が得られた場合、その利用者は命題 p 、すなわち、その命題が表す主題について知っている、ということになる。以上の、認識論理にもとづいて、利用者が命題 p について知っているという状態を表した論理式 $K_{u,p}$ を図示したのが図 5 である [21]。矢印は情報源への参照が可能な状態に向けられている。

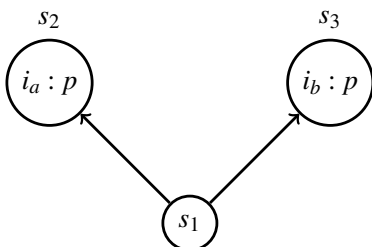


図 5 知っている状態とは

具体例をあげよう。いま、ある主題、すなわち命題 p を「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」

とする。そこで、上記の論理式は、情報源への参照が可能な状態において実際に参照したすべての情報源（ここでは情報源 i_a と i_b ）から、「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という真なる記述が得られたことを表している。その結果、その利用者は「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」ということを確信し、知っているという状態にある、といえることになる。

3.2 知らない（無知）とは

では、利用者がある主題、すなわち命題について知らない、というのはどのような知識状態を意味するのであろうか。認識論理によれば、それは、その利用者がおかれている状態において参照可能な情報源（の一部）からその命題に関して偽となる記述が得られたような場合である [21]。

次の図 6 は、ある利用者 u がある命題 p について知らない、ということを表した論理式 $\neg K_{u,p}$ を図示したものである。状態 s_1 にいる利用者が参照可能な二つの情報源 i_a と i_b のうち、一つの情報源 i_b からその主題を偽とする記述、すなわち $\neg p$ が得られたことを示している。参照した情報源から偽となる記述が得られたとき、利用者はその命題 p について真であるとの確信が得られず、その結果、命題 p についてわからない状態におかれる、というのが認識論理による、知らないことに関する説明となる。

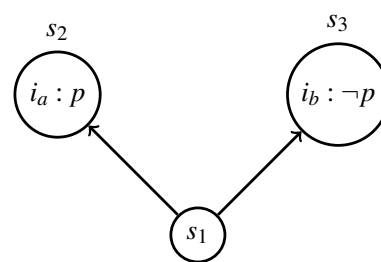


図 6 知らない状態とは

たとえば、参照可能な情報源のうち、ある典拠資料によれば、「鎌倉幕府が開かれた年は西暦 1192 年である」とされ、また別の典拠資料によれば、「鎌倉幕府が開かれた年は西暦 1185 年である」とされ

ているような場合である。ではどちらの命題が正しいのか、ということは、認識論理の対象外の課題となる。しかし、レファレンスサービスにおいては、いうまでもなく、真となる命題を回答として提供することが求められることから、命題自体の真理値を判定する典拠資料をどのように選定するかが重要な課題となる。ただし、命題自体の真理値の決定は、個々の専門領域において行われるものである。図書館がなすべきことは、個々の専門領域における真理値の決定にもとづいて記述された典拠となる情報源を選択するである。

3.3 知りたいという要求の基底としての無知と自己の記憶という情報源

ある主題、すなわちある命題について「知りたい」という要求の基底にあるのは、論理式 $\neg K_u p$ で表される無知の状態である。では、この知りたいという要求の基底にある無知の状態とは、認識論理の枠組みを使ってどのように説明することができるであろうか。

ある命題について知りたいという要求を発生させる無知の状態とは、参照可能な情報源が「自己の記憶（既有知識）」に依存している状態といえる。すなわち、ある命題について知りたいという要求が発生するのは、自己の記憶のなかにその命題に関する知識が欠けているからである。この知識の欠如とは、その命題の真偽を確定できるだけの知識をもっていないことを意味する。

では、自己の記憶に依存して真偽が確定できない状況とはどのような状況として定式化できるであろうか。いま、自己の記憶を情報源とみなし、自己の記憶を二つの情報源（上図の i_a と i_b ）に分けたとき、一つの情報源 (i_a) からは命題 p という真なる記述が、もう一つの情報源 (i_b) からは命題 p の否定 $\neg p$ という偽なる記述が得られている状態とする。この状態は、「自己の記憶という情報源」から $p \wedge \neg p$ という論理式で表される命題が得られている状態であることを意味する。たとえば、命題 p を「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」とすれば、その

利用者の自己の記憶は、「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という命題からなる信念と、それを否定した「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年ではない」という命題からなる信念が存在するという、矛盾した信念集合から構成されていることになる。それゆえ、利用者はその命題に関する真理値の判定ができない状態におかれていることになる。

ところで、利用者の自己の記憶という情報源に依存して、ある命題 p についてその真理値の判定ができないというとき、2章の表 1 に示した信念への認識態度に対応して、次の二つのケースが考えられる。一つは、すでに自己の記憶という情報源のなかに、要求に関わる命題が存在しているものの、その真偽が確定できないケースである。すなわち、その利用者の信念集合 \mathcal{M} のなかに命題 p とその否定 $\neg p$ がともに含まれているような場合であり、表 1 の 1 と 2 に対応するケースである。もう一つのケースは、その利用者の信念集合 \mathcal{M} のなかに命題 p も、その否定 $\neg p$ も含まれていないようなケースである。

ただし、ここで注意すべきことは、知りたいという要求を生成する段階では、自己の記憶のなかに、真偽の判定が不能な状態ではあるが、要求の内容を示した「文」が生成しているということである。上述の例でいえば、「関ヶ原の戦いの年を知りたい」という要求が生成された時点で、「関ヶ原の戦いの年は西暦〇〇〇〇年である」という数字の入っていない真偽の判定が不能な「文」がその利用者の記憶のなかに生成されていると見ることができる。そして、その数字がわからない状態とは、真偽の判定が可能となる「関ヶ原の戦いの年は西暦 1600 年である」という命題 p とその否定命題 $\neg p$ に対して、真理値の確定ができない状態として解釈することができる。

以上により、要求に関する命題自体がないケースとは、命題を構成する文の主語が特定化されていないが、その述語が特定されていない、あるいは不定であるような、真偽の判定が不能な文が自己の記憶のなかに生成され、存在している状態といえる。そこで、自己の記憶のなかに要求に関する命題自体が

ないケースについては、自己の記憶に生成されている要求に関する真偽判定が不能な文に対して、真偽判定が可能となるように述語を代入し、命題化することにより、認識論理の枠組みにおいて無知の状態として取り扱うことが可能となる。

3.4 無知の知と知の知

3.4.1 無知の知と要求の生成

ある命題について自己の記憶（既有知識）という情報源に依存した結果、その命題とそれを否定する命題が含まれるという矛盾した信念集合を有する人間が、その矛盾を解消して真なる命題からなる知識状態に改訂したいと考えたとき、「知りたいという要求」がそこに生じることになる。この知りたいという要求を生成する基底にある矛盾する信念集合の状態に関する認識とは、自己の記憶という情報源の「参照履歴」を認識することを意味する。

知りたいという要求を生成する基底にある矛盾した信念集合の状態とは「無知」を意味し、その無知の状態の認識とは「無知の知」を意味することになる。この無知の知にもとづいて生じた知りたいという要求は、参照すべき情報源を、自己の記憶という情報源から、信頼性が保証された外部の情報源である専門資料や事典などのレファレンス資料に変更する意思決定を促すことになり、その結果、その人間をレファレンスサービスの利用に向かわせることになる。

この無知の知について、鈴木啓司は、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ことを意味しているとしたうえで、“人間の知識活動を推進する源泉である” [22] と指摘している。レファレンスサービスの利用はまさにそうした知識活動の推進の過程として生じるものと位置づけることができる。

図7は、 $K_u \neg K_u p$ という論理式を図示したものである。この図7は、知りたいという要求をもつ状態を s_0 としたとき、実際に自己の記憶という情報源

への参照を可能にした s_1 の状態に遡り、そこからはじまる自己の記憶という情報源の参照履歴を認識したことを示したものである。

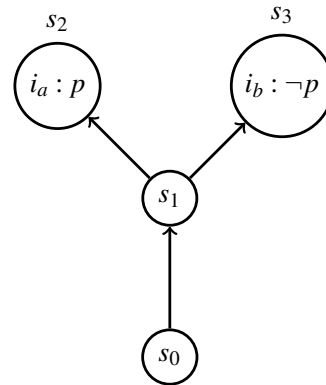


図7 無知の知の状態とは

3.4.2 知の知の生成

無知を認識し、知りたいという要求をもった利用者は、外部の信頼性のある情報源への参照行動を開始することになる。図8は命題 p で表される主題について知る機構を示したものであり、図5と同じものである。3.1節で述べたとおり、知りたいという要求をもっている状態を s_1 とし、その状態から情報源への参照可能な状態を s_2 と s_3 とする。それらの状態にアクセスし、信頼性のある情報源 i_a と i_b を実際に参照し、いずれの情報源からも知りたい主題を表す命題 p に関する真なる記述が得られたとき、利用者はその主題について知っている、という状態に到達したことになる。

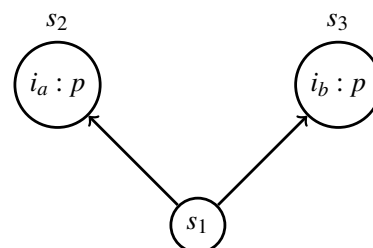


図8 知っている状態

利用者が知りたいという要求を充足するには、情報源への参照をとおして知らなかった主題について

知ることができた，ということを自己認識する必要
がある。この自己認識は，無知の知の場合と同様，
情報源への参照履歴を認識することを意味する。図
9はその参照履歴に関する自己認識の機構を示した
ものである。要求の充足を認識する状態 s_0 とする
と，その状態のもとで，知りたい主題について知っ
ている状態に到達したときの s_1 の状態に遡り，図9
に示した情報源の参照履歴を認識することで，知り
たいという要求が充足されたとの認識をもつことにな
る。

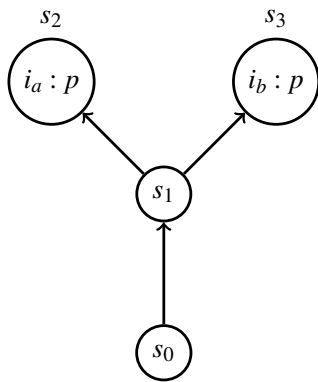


図9 知の知の状態とは

3.4.3 無知の生成から知の知の生成に至る過程

以上の考察をふまえ，利用者の知りたいという要
求を起点に，外部の信頼性のある情報源への参照行
動によって，知りたいという要求が充足されるまで
の過程は次の図10に示した論理式の遷移として表
すことができる。その各論理式に対応する利用者の
認識と行動を示したのが図11である。

ある主題について知りたいという要求は，その主
題を表す命題の真理値が確定できない状態（図10
の論理式1）を前提としている。それは，自己の記
憶という情報源の参照（図11の1）に依拠して生じ
たものである。その前提のもとに，その命題につい
て知りたいという要求は，自己の記憶という情報源
への参照履歴を認識すること（図11の2）で生じる
ものであり，それは，その命題について知らない，
ということを知ること（図10の論理式2）を意
味する。そこで，自己の記憶という情報源を離れ，

外部にある信頼性のある典拠となりえる情報源，す
なわちレファレンス資料を参照し（図11の3），そ
の命題について真なる記述を得ることで，その命題
を知るという状態（図10の論理式3）に到達する。
そして，レファレンス資料への参照履歴を認識する
こと（図11の4）で，その命題について知っている，
ということを知ること（図10の論理式4）こと
になる。

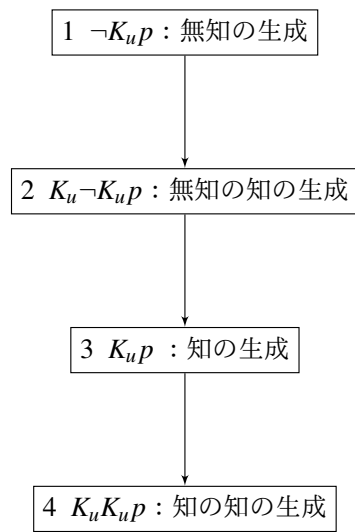


図10 論理式に見る要求の発生から要求の充足ま
での過程

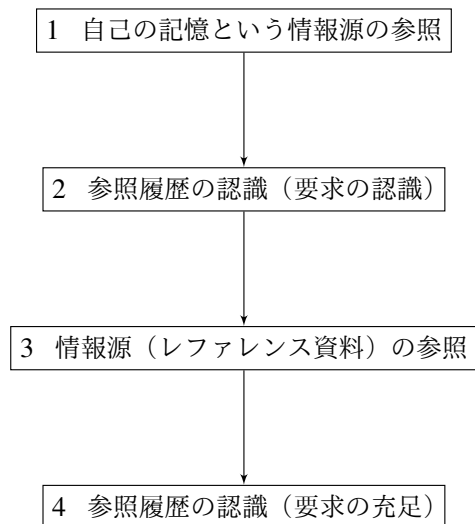


図11 利用者の認識・行動に見る要求の発生から
要求の充足までの過程

3.5 レファレンスライブラリアンの知識

利用者がある主題について知りたいという要求を充足するうえで重要なことは、信頼性のある典拠となりえる情報源を参照して、真となる命題に関する記述を得ることである。知ることとは真となる信念をもつことであるから、信頼性のある情報源を参照して、真なる命題を得ることが必須となる。ゆえに、レファレンスサービスの役割とは、利用者が情報源の参照をとおして、真なる命題を得ることを支援することになる。図書館がレファレンス資料として辞書・事典類を備えるのは、信頼性のある情報源の利用環境を提供するためである。そこで本節では、信頼性のある情報源の提供をとおして利用者の知りたい要求を充足するために、レファレンスライブラリアンが備えるべき知識について認識論理の枠組みを使って定式化する。

利用者の知りたいという要求に対して、その要求を充足する真となる命題について記述されている情報源の存在を認識しているのが、レファレンスライブラリアンである。すなわち、レファレンスライブラリアンのもつ知識とは、要求を表現した質問についてその回答が記述されている情報源に関する知識である。ところで、ある主題に関する知識が含まれている情報源に記述されている知識はその情報源の著者が有している知識である。ゆえに、レファレンスライブラリアンは、利用者から提示されたレファレンス質問について、どの著者のどの著作を参照すれば、その回答が得られるか、という知識を有している必要がある。

N. レッシャー (Nicholas Rescher) は、ある人間 x が、ある命題 p に関して、ある人間 y が知っているということを知っているという「メタ知識」について、次のように定式化している [23]。ここで \exists は存在量子子を表している。

$$K_x(\exists y)(\exists p)K_y p$$

レファレンスライブラリアンはこの x に該当する

人間であり、情報源の著者とはこの y に該当する人間といえる。そこで、 x をレファレンスライブラリアンとし、 y を著者とすれば、上記の論理式は、レファレンスライブラリアンは命題 p について記述している情報源の著者を知っている、ということを表したものとなる。

さらに、レッシャーは、質問を表す変数 Q を導入し、ある命題 p が質問 Q の回答であるということをも $p@Q$ と表現し、「ある人間 x は、ある命題 p があり、その命題は質問 Q の回答である、ということを知っている」ということを次のように定式化している [24]。

$$K_x(\exists p)[p@Q]$$

以上の二つの論理式から、レファレンスライブラリアンが有する知識は、次のような論理式として定式化することができる。ここで、 l はレファレンスライブラリアン、 i を情報源とする。

- | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. $K_l(\exists i)(\exists p)K_i p$ 2. $K_l(\exists i)(\exists p)((K_i p) \wedge [p@Q])$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表8 レファレンスライブラリアンの知識

上記1の論理式は、レファレンスライブラリアンは次のような情報源の著者が存在していることを知っている、ということを表している。その情報源の著者とは、ある命題 p を扱っているような情報源の著者である。すなわち、論理式1は、レファレンスライブラリアンが有する、ある特定の主題を扱った情報源の著者に関する知識を表したものだといえる。そして、論理式2は、レファレンスライブラリアンは次のような情報源の著者が存在していることを知っている、ということを表している。その情報源の著者とは、ある命題 p に関する知識を扱っており、かつ、その命題が質問 Q の回答となるような情報源である。すなわち、この論理式は、レファレンスライブラリアンがどのような著者の著作から、いかなる主題に関する質問への回答の記述が得られる

かを知っていること、つまり、ある特定の質問についてその回答を含む情報源に関する知識を表したものとイえる。

おわりに

利用者の知識状態の変容の機構について、認識論理にもとづき、拡張型、縮約型、改訂型の3類型があることを示した。すなわち、既有知識にない新たな知識を得るには拡張型の機構が関与し、既有の信念と矛盾する信念を知識として受け入れる場合には、縮約型と拡張型の組み合わせとして表される改訂型の機構が関与することになることを示した。

こうした知識状態の変容の3類型は、得られた知識と既有の知識状態との関係を示したものであり、知識を得る機構自体を扱ったものでない。そこで、3章では、知識を得る機構について、認識論理の枠組みを使って考察した。そこでは、知ること、無知であること、そして無知の知、知の知がどのように定式化されるのかを示した。特に、知りたいという要求の発生は、自己の記憶を情報源として設定すること、そしてレファレンスサービスの利用をもちあす無知の知は自己の記憶という情報源への参照履歴を認識することとして定式化できることを示した。

最後に、レファレンスライブラリアンの有する情報源に関する知識について、認識論理にもとづいて定式化した。

利用者の知識状態の変容と図書館のレファレンスサービスとの関係性については、さらに重要な特徴が存在している。すなわち、同一の真なる命題とは、すべての利用者にとって共通の公的知識となるものである。そして、図書館資料とはまさに公的共通知識を記録した情報源にほかならない。「関ヶ原の戦いの年が西暦1600年である」という真なる命題はすべての利用者にとって共通の公的知識である。

認識論理には、こうした共通の公的知識の機構を扱う公開告知論理 (public announce logic)[25] というものがある。この論理は、公的共通知識について、それらを求める利用者とそれらを備え提供する

図書館のレファレンスサービスとの関係性を扱う論理として注目される。この公開告知論理をレファレンスサービスの領域に適用し、利用者とレファレンスサービスとの関係性を定式化することが今後の課題である。

謝辞： 本稿は、2019年度の在外研究の成果であり、カリフォルニア大学バークレー校に訪問研究員として滞在中に執筆したものである。在外研究の機会を与えていただいた明治大学、ならびに訪問研究員としてカリフォルニア大学バークレー校に受け入れていただき、種々のご支援を賜った Michael Buckland 名誉教授に心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Belkin, N.J. et al. "ASK for information retrieval: partI: background and theory," *Journal of Documentation*, vol. 38, Issue: 2, 1982, p.61-71.
- [2] 齋藤泰則「情報探索の論理」田村俊作編『情報探索と情報利用』（図書館・情報学シリーズ; 2) 勁草書房, 2001, p.153-188.
- [3] 齋藤泰則「知識の論理とレファレンスサービス」根本彰・齋藤泰則編『レファレンスサービスの射程と展開』日本図書館協会, 2020.2 [刊行予定] p.2-29.
- [4] Brookes, B.C. The foundation of information science. pt.1 : philosophical aspect," *Journal of Information Science*, vol.2, p.125-133, 1980.
- [5] Ingwersen, Peter. *Information retrieval interaction*. Taylor Graham, 1992, p.31-32.
- [6] Gardenfors, Peter *Knowledge in flux : modeling the dynamics of epistemic states*. College Publications, 1988, p.47.
- [7] ロー, スティーブン『考える力をつける哲学問題集』[*The Philosophy Gym*] 中山元訳. 筑摩書房, 2013, p.260
- [8] Ditmarsch, Hans van, Wiebe van der Hoek and Barteld Kooi *Dynamic epistemic logic*. Springer,

2008, p.38 (Synthese library : studies in epistemology, logic, methodology, and philosophy of science ; vol.37)

- [9] Ditmarsch, op. cit., p.38.
- [10] Ditmarsch, op. cit., p.45-47.
- [11] Ditmarsch, op. cit., p.47-48.
- [12] Ditmarsch, op. cit., p.48.
- [13] Ditmarsch, op. cit., p.47-50.
- [14] Ditmarsch, op. cit., p.49.
- [15] Ditmarsch, op.cit., p.50.
- [16] Ditmarsch, op. cit., p.50.
- [17] Ditmarsch, op. cit., p.45.
- [18] Ditmarsch, op. cit., p.50-52.
- [19] Meyer, J.-J. Ch and W. van der HoeK *Epistemic logic for AI and computer science*. Cambridge University Press, 1995, p7-8. (Cambridge tracts in theoretical computer science ; 41).
- [20] Meyer, op. cit., p.7-13.
- [21] Meyer, op.cit. p.7-13.
- [22] 鈴木啓司「新たなる認識論理の構築：公理系と知識空間」『名古屋学院大学論集 人文・自然科学篇』第45巻1号, 2008, p.25-33.
- [23] Rescher, Nicholas *Epistemic logic : a survey of the logic of knowledge*. University of Pittsburgh Press, 2005, p.20-24.
- [24] Rescher, op.cit., p.35-41.
- [25] Ditmarsch, op. cit., p.67-108.