

# デザインにおける使用フレームワークの形式化

○ 長坂 一郎 \*1

キーワード：デザイン行為 証明行為 形式化

## 1. はじめに

デザイン科学においてデザイン行為の論理的基盤の形式化が求められている。これまで、デザイン行為と数学の証明行為における3種類の要求条件の分析を行ってきた [1, 2]。そこでは、構成的数学の証明行為に基づいてデザイン行為を考察することで、構成要求、使用要求、および命題的要求について分析を行った。さらに、その分析に基づいて、デザイン対象としての「使用」の形式化を証明行為における「推論」との対応に基づいて行った [3]。

前報 [3] での分析では、デザイナーのデザイン行為と数学者の証明行為との間に以下のような対応関係があることを示した。ここで、デザイン行為における「使用」

表1 デザイン行為と証明行為の対応

	デザイン行為	証明行為
構成される対象	人工物	証明
構成プロセス	使用	推論
意味論	要求仕様	真理条件

に対応するものが証明行為における「推論」である。何故なら、デザイン行為も構成された人工物を使用しつつ為されるデザイナーの使用行為であり、それはユーザーによる人工物の使用と本質的に変わらないと考えているからである。これは数学者が証明を構成することと、他の数学者がその証明を使うこと、すなわち、新たな論理式を証明することの間には本質的な違いがないことからのアナロジーから来ている。

ただ、これまでの研究では「使用」と「推論」の対応関係のみに注目しており、そもそも「使用とは何か」については詳細に検討してこなかった。そこで本研究では、使用が満たすべき条件、すなわち、ある行為が使用といえるための前提条件を証明行為とデザイン行為の対応に基づき検討することを目的とする。

## 2. 証明行為における「意味は使用によって定まる」という原則

Prawitz は [4] において、Dummett が [5] の中で示した証明条件的意味理論の指針をまとめている。まず最初

に、「意味は使用によって定まる」という原則が以下のよう示される。

- (証明条件的) 意味理論の基本概念は、言明の意味はその使用によって余すところなく決定される、という原理によって表される。
- もし、2つの表現が同じように用いられるならば、その表現は同じ意味を持つのである。もし、2人の人がある表現の使い方について完全に合意するならば、その2人はその意味についても合意したのである。

この後、この原理を支持する3つの議論が示される。

- (1) 意味はコミュニケーション可能でなければならない、そして、そのコミュニケーションは観察可能でなければならない。
- (2) 数学のような言語を習得するということは、その言語をある一定の(正しい)仕方での使うことを学ぶということである。
- (3) 意味に関する知識は、時には明示的な場合もあるが、一般には暗黙的な知識である。さらには、その暗黙的な知識は、何らかの振る舞いによって表に現されなければならない。

さらに、これらの点について Rathjen は以下のような解釈を示している [6, pp.99-100]。

- 我々が原初的 (primordial) に、つまり他の言語に翻訳しないで言語を学ぶとき、我々が学ぶのは言語的表現を何如にして正しく使うかについてである。だから、そのような言語の文の意味を把握することは、その言語を正しく使う我々の能力のうちになければならない。
- ある表現の意味に関する知識はソクラテスのようにそれをよく知っている他の表現により明示的に定義することで明らかになることもある。しかし、無限後退を認めないときには言明の意味は明示的に言語化可能な知識のみから成ることはできない。したがって、意味に関する知識は究極的には暗黙的な知識に由来しなければならない。文 A の意味に関する暗黙的な知識は、それを使用する、またはその文の他の人による使用に応答する能力のうちに、観

察可能なある仕方であらなければならない。したがって、そのような知識を獲得する唯一の方法は、その使用を観察したり学んだりすることである。つまり、「我々が  $A$  の意味を知っている  $\Rightarrow$  どのような条件 (condition) において  $A$  を正しく主張できるかを我々が知っている」ということなのである。

そして、数学においてある言語の使い方を学ぶとき、われわれは一般にその言明の真理条件について教えられるのではなく、その言明の正しさを確立すると考えられるもの、即ち「証明」について教えられるのである、とされる。したがって、ある言明の意味は、その言明がいかに証明されるかによって決定される。ここでは、数学において言明を証明するという行為は、言明を使用することの言い換えでなのである。この見方下では、証明とは形式的な対象ではなく、数学者による証明行為のシーケンスとして考えられている。

さらに、Prawitz は Dummett によって導入された使用についての 2 つの異なる側面について紹介している：

- (1) ある言明が正しく主張され得る条件<sup>\*1</sup>
- (2) その言明を主張することによる帰結

数学では、(1) の側面は言明を導出するルールにおいて表現され、(2) の側面はその言明から結論を導出するルールにおいて表現される。そして、われわれが数学的言明の使い方を学ぶときは、これらの 2 種類ルールについて学ぶ、とされる。ここで重要なことは、この 2 つの側面の間に調和が求められることである。もしそうでなければ、構成された証明が一貫したものとはならないためである。

### 3. デザイン行為における「機能は使用によって定まる」という原則

では、この「意味は使用によって定まる」という原則が、デザイン行為にどれだけ当てはまるかを検討してみよう。

まず最初に、「機能は使用によって定まる」という原則が以下のように示される。

- デザインにおける機能の理論の基本概念は、人工物の機能はその使用によって余すところなく決定される、という原理によって表される。
- もし、2 つの人工物が同じように用いられるならば、その人工物は同じ機能を持つのである。もし、2 人

の人がある人工物の使い方について完全に合意するならば、その 2 人はその機能についても合意したのである。

この原則については、人工物の機能に対する我々の素朴な認識に合致している。数学や言語における「表現」も、ある種の人工物なのであるから、この一致はある意味当然であるといえる。

そして、この原理を支持する 3 つの議論については、以下のとおりとなる。

- (1) 機能はコミュニケーション可能でなければならない、そして、そのコミュニケーションは観察可能でなければならない。
- (2) 人工物の使い方を習得するということは、その人工物のある一定の (正しい) 仕方での使うことを学ぶということである。
- (3) 機能に関する知識は、時には明示的な場合もあるが、一般には暗黙的な知識である。さらには、その暗黙的な知識は、何らかの振る舞いによって表に現されなければならない。

上の (2) については問題ないであろう。また、(1) と (3) についても、デザインという行為の性質を考えればこのとおりだと言えるだろう。もし機能に関する知識がまったく暗黙的で個人的なものであり、他者とコミュニケーション不可能なものであれば、それはデザイナーとユーザー間においてもコミュニケーションができない種類のものになってしまうため、社会的な行為としてのデザイン行為が成り立たなくなってしまうからである。

このことから Rathjen が主張することに対応して、人工物の機能について以下が成り立つ。

人工物  $A$  の機能に関する暗黙的な知識は、それを使用する、またはその人工物の他の人による使用に応答する能力のうちに、観察可能なある仕方であらなければならない。したがって、そのような知識を獲得する唯一の方法は、その使用を観察したり学んだりすることである。つまり、「我々が人工物  $A$  の機能を知っている  $\Rightarrow$  どのような条件 (condition) において人工物  $A$  を正しく使用できるかを我々が知っている」ということなのである。

こうした認識と似たような考えに基づいて、クリストファー・アレグザンダーはデザイン方法論におけるニーズの概念について以下のような提案を行なった [7]。

ニーズの概念を「人々がしようとする」という概念に置き換えてみよう。ある人々が機会を与えら

<sup>\*1</sup> これが Rathjen が指摘した「我々が  $A$  の意味を知っている  $\Rightarrow$  どのような条件 (condition) において  $A$  を正しく主張できるかを我々が知っている」ということである。

れたときに、彼らが自発的にそのニーズを満たそうとすることを示すことができたなら、それを事実上ニーズであると認めよう。これは、それが正当なものであるならば、すべてのニーズは自発的な力であることを意味している。このニーズの背後にある自発的な力を**傾向**と呼ぶ。(強調は原著者による)

このように、アレグザンダーはニーズを定義することが困難な、あるいは不可能な概念として捉え、このようなニーズを定義する代わりに、ニーズを「人々がしようとすること(傾向)」という検証可能な概念に置き換えることによって、デザイン方法論に検証可能性と客観性をもたらそうしたのである。

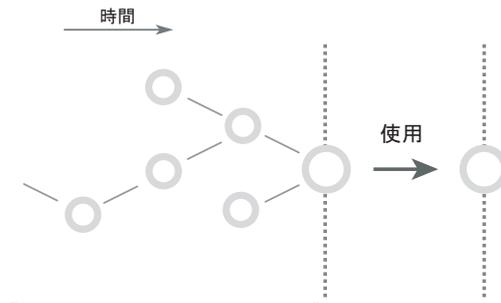
そして、このニーズが実行に移されたもの、すなわち人々がしようとすること(傾向)が実現されたものが「使用」となる。このことは、推論と対比させると分かりやすいであろう。数学者が従っている推論規則とは、数学者にある表現が与えられたときに、そこから導き出すことのできる別の表現への道筋を表わしている。そして、その道筋とは数学者の推論の傾向のうち確からしいもの、すなわち正しい表現から別の正しい表現を導出することができるような思考の傾向のことなのである。

さらに、Prawitz は Dummett によって導入された使用についての 2 つの異なる側面については以下のように書き換えられる:

- (1) ある人工物が正しく使用され得る条件
- (2) その人工物を使用することによる帰結

デザインでは、(1)の側面はある人工物を使用する直前までの場面を規定する条件によって表現され、(2)の側面はその人工物を使用を規定する条件によって表現される(図1)。そして、われわれが人工物の使い方を学ぶときは、これらの2種類条件について学ぶこととなる。そして、証明の場合と同様に、この2つの側面の間に「調和」が求められる。もしそうでなければ、構成された人工物やその使用が一貫したものとはならないためである。

前報[3]では、証明行為における推論・推論のシーケンス・推論の行為の展開に基づいて、デザイン行為における使用・使用のシーケンス使用の展開(図2)を提案した。この使用のシーケンスの考えを用いた場合、上述の使用の2つの側面は図3に示されるように、ある使用が行われる直前までの使用のシーケンス((1)の側面)と使用の実行((2)の側面)を規定する条件によって構成されている。



(1) ある使用を実行するまでのシーケンス (2) 使用の実行による帰結

図1 使用の2つの側面

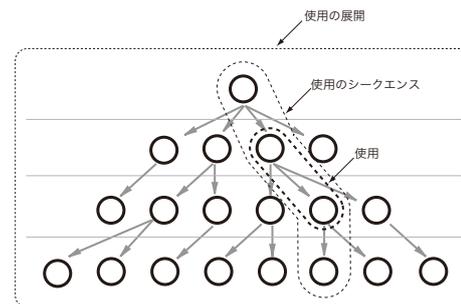


図2 使用・使用のシーケンス・使用の展開の関係

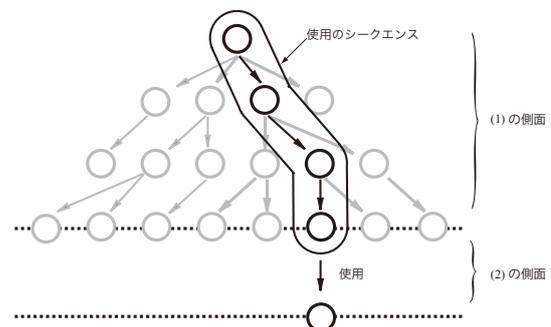


図3 (1) 使用のシーケンスと (2) 使用の実行の間関係

ここで、数学の証明では、この2つの側面はともに推論の規則によって表現されるのであるが、デザイン行為や人工物の使用の場面では、この推論規則のような明示的なルールが存在するわけではない。以下では、この点について検討する。

#### 4. デザイン・プロセス

構成主義的数学では、命題は目的またはタスクを表現したものと解釈され、さらに“proposition-as-type”<sup>\*2</sup>の考えに従えば、その命題は集合によって表現され、その要素は証明となる。このことのアナロジーから、デザ

<sup>\*2</sup> 形式的体系において命題とタイプ間の対応関係については Curry and Fey (1958)[8]において発見され、Howard (1969) [9]によってさらに展開された。

インのタスクは使用の展開であり、さらに、その要素はその証明、すなわち使用の展開となる。この立場に立てば、デザインの最終的な目的は、「使用の展開」の獲得である。なぜなら、全てのデザインの問題は、求める使用の展開を実行可能とする人工物を構成することからである。例えば、ユーザーによる「住む」ということを表現した使用の展開が実行可能でない家は、ユーザーが求めるデザイン解とは言えないだろう。この意味で、ユーザーの与える暗黙的な使用の傾向をも表現された使用の展開をすべて実行可能とする人工物が構成されたとき、その人工物は使用の展開という「証明」を持つこととなり、それはデザイン行為において「真」なる人工物と言えることになる。

このようなものとしてデザイン行為を捉えた場合、そのデザイン・プロセスの第一歩は、人の持つ使用の傾向 (tendency of use) を明快に記述することである。

このような傾向を定義するためには

- (1) 使用傾向が発生する場面 (scene) のスキーム
- (2) 使用傾向が求めている場面のスキーム

を明確に定義しなければならない。そして、これが本研究で考える「使用」の単位となる。場面のスキームとは場面を抽象的に表現したものであり、場面の型のようなものである。一般に全ての使用はこれらの場面のスキームのペアによって定義され、以下のような形となる。

$$\frac{\text{Scene1}}{\text{Scene2}} \text{ (tendency of use)}$$

個々の使用傾向のスキームを定義したのち、以下の段階を経てそれらを統合する。

- (1) 個々の使用傾向が求めている次の使用傾向をできるだけ抽象的に定め、使用傾向のシーケンスを作る。
- (2) このような個々の抽象的な使用のシーケンスを組み合わせて使用の展開を形成する。

以上が、証明行為に基づくデザイン・プロセスの極めて単純化された概要である。

## 5. おわりに

本報告では、使用が満たすべき条件、すなわち、ある行為が使用といえるための前提条件を証明行為とデザイン行為の対応に基づき検討した。

まず、デザイン行為における「人工物の機能は使用によって定まる」という原則を、証明行為における「言語の意味は使用によって定まる」という原則に基づいて定式化した。そして、この原則を支持する使用に関する3つ条件を示し、使用はコミュニケーション可能な客観的

なものでなければならないことを説明した。さらに、アレグザンダーの「傾向」についての考え方をもとに使用を定式化し、デザイン行為の目的とは、ユーザーが与える使用の展開をすべて実行可能とする人工物を構成することであるという見方を提案した。

今後の課題としては、このようなデザイン行為の見方を具体的なデザイン行為に即して検証することが挙げられる。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 16H03014 の助成を受けたものである。記して謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 長坂一郎. 構成的な設計行為の3つの側面. 第18回設計工学・システム部門講演会, pp. file no. 2204({CD-ROM}), 京都大学, 2008.
- [2] 長坂一郎. デザイン行為と数学の証明行為における3種類の要求条件の分析. 第39回情報・システム・利用・技術シンポジウム, 建築会館, 2016.
- [3] 長坂一郎. デザイン対象としての「使用」の形式化 - 数学の証明行為における「推論」に基づく分析 -. 第40回情報・システム・利用・技術シンポジウム, 建築会館, 2017.
- [4] Dag Prawitz. Meanings and Proofs: On the Conflict between Classical and Intuitionistic Logic. *Theoria*, Vol. 43, No. 1, pp. 2-40, 1977.
- [5] Michael Dummett. The Philosophical Basis of Intuitionistic Logic. In Michael Dummett, editor, *Truth and other enigmas*, pp. 215-247. Duckworth, London, 1978.
- [6] Michael Rathjen. The Constructive Hilbert Program and the Limits of Martin-Löf Type Theory. *Logicism, Intuitionism, and Formalism*, Vol. 147, No. 1, pp. 397-433, 2005.
- [7] Christopher Alexander and Barry Poyner. The Atoms of Environmental Structure. Technical report, Center for Planning and Development Research, University of California, Berkeley, 1966.
- [8] Haskell Brooks Curry, Robert Feys, and William Craig. *Combinatory logic, vol. 1*. North-Holland Publ., 1958.
- [9] William A Howard. The formulae-as-type notion of construction, 1969. In J P Seldin and R Hindley, editors, *To H. B. Curry: Essays in Combinatory Logic, Lambda Calculus, and Formalism*, pp. 479-490. Academic Press, New York, 1980.

\*1 神戸大学大学院 教授 工博