

シンセシスのための知識論(第1報) 経験的知識の表現

奈良先端科学技術大学院大学 武田英明
takeda@is.aist-nara.ac.jp

1. はじめに

シンセシスはしばしばアナリシス(解析、分析)と対比的に用いられる。アナリシスが対象のもつ特性、性質などを明らかにするのに対して、シンセシスは必要とする特性、性質をもつ対象を作り出すプロセスである。我々はその定式化を試みている[1]。その際、重要なのは、アナリシスが場当たり的ではなくこれまでの知識や理論に基づいて行われるように、シンセシスもこれまでの知識に基づいて行われることである。すなわち、ここでの目標はシンセシスのための知識がどのようなものであるかを探求することである。

設計にはシンセシスとアナリシスが相互に現れる。筆者らは設計過程を論理的過程として定式化し、前者をアブダクション、後者を演繹として表現した[2][3]。しかし、そこで用いられる知識がどのようなものであるかについては議論を行わなかった。アナリシスとシンセシスにおいてそれらに必要となる知識あるいは知識の使い方が同一である必然性はない。本稿ではシンセシスに必要となる知識およびその使い方について前記の定式化から始めて議論を行う。

2. 人工物のシンセシス3つの側面

人工物のシンセシスには3つの側面がある。ひとつは現実世界のもつ拘束をいかに理解し、利用するかという側面(物理性)であり、これとは別にいわゆる creativity、すなわち我々にこれまでにないよいものを提供するという側面である。単に“新しい”のではなく、我々に“よい”と思われる“新しさ”を作り出すということである。それぞれ、新規性、有用性とよぶことにする。

2.1 物理性

最初の問題は、現実世界の拘束をいかに表現するかという問題である。ここでいう現実世界の拘束には当然物理学的拘束も含まれる。しかし、その表現の方法は、様々であり、必ずしも「物理学」の唯一の記述とは限らない。むしろ、分野や見方によって様々な形で物理性が表現される。しかし、この知識の利用の方法の多くはアナリシスにおける知識と共通する。

2.2 新規性

“新しさ”の問題は経験と関係する。ここでの経験とは設計者が直接体験したという意味ではなく、設計者が自らの判断に使えるような記憶である。設計者が新しい設計であると認識するとは、自らの経験に照らし合わせて、“新しい”と判断することに他ならない。ではここで判断に必要な経験(以下設計経験と呼ぶ)はどのようなものであるかが問題になる。

2.3 有用性

ここでの有用性とは新しさに対する有用性である。すなわち、既存の人工物でなくあえて違う人工物を存在させることについての合理性である。ここでの有用性は絶対的な指標ではなく、今ある設計経験に対しての相対的な指標である。多くの人工物の有用性は類似のものとの比較でのみ可能な場合が多い。人工物を理解するのにしばしばその人工物の歴史が参照されるのも同じ理由からだといえる。

3. 定式化の要件

シンセシスの対象世界の拘束については我々が提案してきた論理的枠組みによる設計過程モデルがそのモデルとなっているといえる。そこで、そのモデルの再考からはじめたい。

$$Ds \quad Ko \quad | = P$$

Ds は設計対象の記述、 Ko は対象に関する知識、 P は設計対象の性質の記述である。この式の意味することは設計対象の記述と対象に関する知識から設計対象の性質の記述を導出することができるということである。ここで、設計とは設計対象の性質の一部を要求仕様

として、対象に関する知識を用いて、その性質を持つ対象の記述を得ることである。この過程は論理的には演繹過程ではなく、アブダクション過程である。この3項関係を保持することが物理世界からの拘束を維持することである。

ここでは2つの問題がある。一つはアブダクションの解の選択の問題である。これは無数の解の中からどの解を選択するかは論理的推論からは示唆されない。2つめはモデル選択の問題で、可能な対象の記述や知識として何を選ぶかということである。これは論理的推論の枠組みに関する問題であり、これも論理的推論からは示唆されない。すなわち、これらは(少なくとも)3項全部が設計を表現するのに必要となる。すなわち、このモデルにおける設計経験とはこの3項組を含むことが必要条件となる。

つぎに、このためには新しさを正当化するための経験の集合が必要になる。また、異なった経験を共通の視点でみる方法がなければならぬ。すなわち、設計経験の集合の形成と設計経験の操作方法が必要である。個々の設計においては、設計経験の集合の形成は設計過程での設計経験の利用という形で具体的に形成される。異なる視点で形成された設計経験をどう比較するかは、multiple modellingの問題、多重オントロジーの問題である。

有用性をみるためには、単に比較ができるだけでなく、その比較基準が提供されなければならない。この点については可能な方法がいろいろあるはずであるが、例えば“ユーザの操作の最小化”はいくつかの製品の新鮮さを説明する仮説である。より一般化すれば、設計経験の比較において極小であるということであるといえる。

4. 定式化の試み

これまでの議論をまとめると以下の3つの段階とすることができる。

- (1) 設計経験の集合を形成する。
- (2) それらの経験を包含するモデルを形成する
- (3) “新しさ”を求める要素を極小化する。

これを先の論理的定式化の拡張として記述すると以下ようになる。まず、設計経験それぞれを $de_1=(Ds_1, Ko_1, P_1, O_1), \dots, de_n=(Ds_n, Ko_n, P_n, O_n)$ とする。

$$Ds_k \quad Ko_k \quad | = P_k, Ds_k \quad O_k, Ko_k \quad O_k, P_k \quad O_k \quad (1 \leq k \leq n)$$

- (1) 設計経験の集合を形成する。

$$DE = \{de_1, de_2, \dots, de_n\}$$

- (2) それらの経験を包含するモデルを形成する

O_1, O_2, \dots, O_n に関して妥当な置換 を求める。

$$O = O_1, O = O_2, \dots, O = O_n,$$

$$de_1' = (Ds_1', Ko_1', P_1', O_1') = de_1 = (Ds_1, Ko_1, P_1, O),$$

...

$$de_n' = (Ds_n', Ko_n', P_n', O_n') = de_n = (Ds_n, Ko_n, P_n, O)$$

$$de_n' = (Ds_n, Ko_n, P_n, O),$$

$$Ko' = Ko_1 \quad \dots \quad Ko_n$$

- (3) “新しさ”を求める要素を極小化する。

例えば、 $|Ds| < |Ds_k| \quad (1 \leq k \leq n)$ なる Ds を求めることは設計解の複雑さにおいて最小のものを求めるということに相当する。

謝辞

本研究は日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業「シンセシスのモデル論」プロジェクト(JSPS-RFTF96P00701)の研究費によって実施された。また、議論に参加したプロジェクト・メンバーに感謝する。

参考文献

- [1] 富山哲男:「シンセシスのモデル論」,第75期日本機械学会通常総会講演会講演論文集(VI), No. 98-1, (1998), pp. 834-835.
- [2] 武田英明, 富山哲男, 吉川弘之. 設計過程の計算可能モデルと設計シミュレーション. 人工知能学会誌, 7(5):877-887, 1992.
- [3] 林千登, 武田英明, 富山哲男, 吉川弘之. 設計過程の分析と論理による形式化(第3報)--サーカムスクリプションとアブダクションによるモデル化--1989年度精密工学会春季大会講演論文集, 7-8, 1989