

構成要素間関係性からみた技術革新に関する一考察

Study of Technological Development with Interactions among Components

吉田 敏¹・野城智也²

YOSHIDA Satoshi¹・YASHIRO Tomonari²

¹東京大学生産技術研究所 博士(工)・²東京大学生産技術研究所 工博

^{1,2}The University of Tokyo, Institute of Industrial Science, Dr. Eng

アーキテクチャ概念、生産物の機能と構造、設計活動、モジュラー化、擦り合わせ
Architecture Concept, Products' Function and Structure, Design Works, Modularity, Integral

1 はじめに

近年、日本は技術面の進歩を伴った急速な発展を遂げてきた。特に、技術革新の推進力は世界的にも注目される対象となるに至ったが、そのメカニズムについてはまだ十分に解明されたとは言えない。

技術革新はその基本的目的として人工物である生産物の創造がある。人工物は一般的に複数の構成要素によりつくられているが、その構成要素間の相互依存性について着目しながらその特性に言及した研究はここ半世紀に少なからず見られる^{[1][2][3]}。しかし、これらの多くは、日本の独自性についての分析が十分に成されていたとは言えない。

本稿の目的は、これらの理論を基に、日本独自の技術革新における特性を捉え、それらを支える要因を解明するための試論を展開することである。

2 設計活動における生産物の機能と構造

生産物を産み出すために設計活動が行われる。この設計活動とは、対象となる生産物の機能と構造を含む総括的な記述であると考えることができる。

通常、社会の中で問われる生産物の価値は、その生産物の構造で決定されることは少なく、基本的には機能が重要な要素となってくる。生産物は何らかの目的のために用いられるわけであり、その目的を達成できる機能のレベルが生産物の価値の主要な部分を占めることになる。その生産物が確実に機能を発揮し、その機能によって達成される目的の重要度が高い場合、その生産物の社会的な価値は高くなっていく。また、このような生産物によって達成される目的の価値は、創出のため使用される経済的資源との関係性が問われることになる。

一般的に設計活動と生産活動の行為は明確に分離することが困難な場合が多く、二つの活動が部分的に同時に行われたり、交互に行われたりする場合もある。例えば、建築物を施工するとき、必ず多く

の不確定要素（地質状況、埋没物の有無、天候等）があるため、生産活動前に決定できる全ての設計内容を確定しても、生産活動を進めていく上で新しい課題や条件が設定され、それに適応するような解を用意していくことになる。つまり、不確定要素がある場合、生産活動を進めていくことによって初めて決定できる部分が内包されることになるのである。

設計活動を完全に終わらせてから生産活動が始まり、それ以後の情報のやり取りが必要無い場合、設計活動と生産活動は分離される。これは、大量生産方式の理想型と考えることが出来、高速かつ正確に生産に関するアルゴリズムを実行していくことが可能となる。しかし、日本の技術の発展を通し行われてきたことのひとつが、絶え間ない新しい課題に対する対応であり、生産活動におけるフィードバックである。これは、設計活動にも影響を与えながら生産効率の向上を達成し、同時に、生産物に対する品質向上を目指して改善がなされてきたと考えられる。

3 生産物の構成要素相互依存性

生産物の複雑性が上がってきたとき、その複雑性を抑制しようとするようになるが、設計活動および生産活動においてプロセスを構築する様々な要素をコントロールしていく必要がある。生産物のコンセプト、生産工程、生産組織等の要素が考えられるが、ここでは生産物そのものに着目していく。その理由は、生産物の構成はこれらの活動における目標の結実であり、潜在化した多くの要素に比べ明確に表出した要素のため観察が可能であることである。

このような視点から生産物の構成要素相互依存性を調べていくと地政学的傾向がある可能性に気づくことになる。藤本隆宏によると、自動車産業を中心に複数産業を対象に行った一連の調査を通して、日本の産業は生産物の構成要素間の相互依存性が高い

インテグラル型の特徴を呈しているということである^[4]。筆者らが行った建築についての地域別比較も同様の方向性を得ており^[5]、日本の技術の特性に関して生産物構成要素の相互依存性が高い傾向があると仮説を立てることができると考えられる。

4 技術革新と生産物のインテグラル化

生産物は絶えず進化させられるものである。その進化の方向性に大きく分けて二つのパターンがあると考えられる。一つは、進化により複雑性が増す対象に対して、その複雑性を抑制するために構成要素間関係性が低いところを捉えて部分ごとに分け、各部分に対する特化した取り組みを行う考え方である。この考え方は、生産物のモジュラー化を表現しており、全体を部分に分ける際に最初に行うルール作りが極めて重要となる。二つめは、要素を擦り合わせながら生産物全体のパフォーマンスの向上を優先させる方法である。この二つ目が日本型と仮定した方向性であり、生産物のインテグラル化である。

新しい生産物が開発されると、当初はどのように切り分けられるかがわからないため、インテグラル型の実物構成によって生産されることになる。通常、生産物が漸進的に進化するときには生産物や生産プロセスのモジュラー化がおこり、複雑性を抑制しながら合理的な部分ごとの開発が可能な方向に移行する^[6]。逆に、基幹技術の不連続な革新によって生産物のインテグラル化が進むと考えられる。

しかし、日本型の実物が持続的にインテグラル型を呈しているという仮説が正しければ、このようなモジュラー化と同時に、それ以上のインテグラル化の推進力が働いていることになる。これは、プロセスのフィードバックによる見直しをはじめ、生産物要素の擦り合わせによる生産物パフォーマンスの向上などの日本型技術開発モデルに整合する^[7]。例えば国産の小型ノートパソコンの開発を考えると、CPUやHDなど確かに部品レベルのモジュラー化は見られるが、それ以上に部品間の擦り合わせ作業によって容積を抑えていることがわかる。また、モジュールと考えられる塊りも、中身を観察していくとインテグラル化しているものが多い見受けられる^[5]。これは、外的要因によりモジュラー化した部分を設計していく上で、要素を擦り合わせてパフォーマンスを向上させる思想が流れていると考えられる。つまり、生産物は一般的にモジュラー化の継時的変化を呈するが、国産生産物は、全体も、また部分的に存

在するモジュールの内部も、インテグラル型で設計されている傾向があると考えられる。そのために、日本の組織で開発された生産物は、簡単にコピーされずに高品質の製品として産業を代表するものが見受けられると考えられる。この事例としては、ユニットバスやトイレ機器などがあてはまるが、微細部品レベルにまでカスタマイズが行われており、継時的モジュラー化と共に、極めて強いインテグラル化の傾向が認められる。この設計意識の傾向が、日本型技術革新の特性に影響している可能性があると考えられる。

5 まとめ

ここでは、日本型開発が生産物構成要素のインテグラル型を引き起こすという仮説に基づいた試論を展開した。生産物のモジュラー化のメカニズムを肯定しながら、日本型生産物開発の特徴であるインテグラル化の傾向に対する理論的基礎の構築を試みたものであり、引き続き複数産業における具体的なプロジェクトに当てはめながら検証していくことが必要であり、広い範囲の産業分野を対象に分析も進めていく予定である。

参考文献

- [1] H.Simon, *The Sciences of the Artificial*, Boston, MIT Press, 1969
- [2] C.Y.Baldwin, K.B.Clark, *Design Rules*, Boston, MIT Press, 2000
- [3] 青木昌彦・安藤晴彦、『モジュール化』東洋経済新報社、2002年
- [4] 藤本隆宏、『日本のもの造り哲学』、日本経済新聞社、2004年
- [5] 吉田敏・野城智也、「アーキテクチャの概念による建築生産における構成要素のモジュラー化に関する考察」、日本建築学会計画系論文集、第595号、pp173-180、2005年
- [6] 楠木建・H.チェスプロウ、「製品アーキテクチャのダイナミック・シフト」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編、『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣、2001年
- [7] 吉田敏・野城智也、「構成要素の特性の変化に伴う建築生産技術と生産組織の動的な適合関係」、日本建築学会計画系論文集、第598号、pp137-144、2005年