

アーキテクチャトラップに関する一考察

A study on architecture traps

吉田 敏^{1*} 賀来 高志¹ 馬 瑞潔¹ 袈裟丸 梨里子¹ 島田 ひかる¹

Satoshi Yoshida^{1*} Takashi Kaku¹ Ruijie Ma¹ Ririko Kesamaru¹ Hikaru Shimada¹

¹ 東京都立産業技術大学院大学 Advanced Institute of Industrial Technology

*Corresponding author: Satoshi Yoshida, yoshida-satoshi@aait.ac.jp

Abstract This paper examines the concept of architecture, which has been used primarily in management studies but also in engineering and sociology. This concept focuses on the interdependencies of components when artifacts are created, enabling the interpretation of the characteristics of the designer's philosophy. Within typical economic activities, there is an aspect where all created artifacts are designed based on somewhat biased design philosophies, often without the creators themselves being consciously aware of it. These artifacts encompass everything conceived and created by humans, ranging from primary business targets like products and services to information, systems, and solutions. Consequently, across various industrial sectors, we frequently observe situations where competition unfolds to create superior offerings, or conversely, where companies persist in unwinnable contests. Here, amidst the prevailing sense of stagnation in various domestic industries, we will carefully examine the "tendencies in the design philosophy of creators" – a potential contributing factor to this stagnation – utilizing architectural concepts. Crucially, if creators continue to produce objects based on their own unique design philosophies without conscious awareness, what must they know, and what must they be mindful of? However, it cannot be denied that such points have not been clearly discussed until now. The purpose of this paper is to confront these issues head-on, discuss key points requiring attention, and suggest possible directions.

Keywords architecture trap; artifact; integration; modular; design information

1 はじめに

本稿では、経営学を中心に工学や社会学でも使われてきたアーキテクチャという概念[1]について取り上げたい。この概念は、人工物が創られるときに構成要素の相互依存性に着目し、そのつくり手の設計思想の特性を読み解くものである。

通常の経済活動の中では、つくり手自身も自分の特性を理解しないまま、ある程度偏った考え方によって、創り出す全ての人工物を設計しているのではないだろうか。この人工物とは、製品やサービスなどの事業の主対象から、情報、システム、ソリューションなどの、人間が考案して創り出す全ての対象を含むものである。このある程度偏った考え方による事業展開により、様々な産業領域において、優位性を持って対象をつくる競争を展開する場合や、逆に、勝てるわけの無い競争を続けていく場合など、多くの状況を散見することになる。

ここでは、昨今、国内の各産業で閉塞感が漂う中、その原因の一部となっている可能性がある「つくり手の設計思想の傾向」を、アーキテクチャ概念を活用しながら、注意深く読み解いていく[1]。特に、つくり手は、自覚の無いまま独自の設計思想に基づき対象をつくり続けるとしたら、何を知らなければならず、何に気を付けなければならないのが重要な点になってくるはずである。しかし、このような点について、これまでは明確に議論されてこなかったのではないだろうか。本稿の目的は、このような点について正面から向かい合い、対応すべき要点を議論し、考えられる方向性を示唆することである。

2 設計思想とアーキテクチャ

2.1 つくり手の設計思想

全ての人工物は、人によって設計され、人によってつくられることになる。そのとき、つくり手は、自分の考え方に沿った形で設計をまとめ、その設計の内容を実現するためのプロセスを考案し、対象をつくっていく。このときの設計内容

やプロセスを創るための「自分の考え方」とは、どのような特性があるものであろうか。論理的に解かない限り、明快には説明しきることが困難である面は無いだろうか。ここでは、この「自分の考え方」を、つくり手の「設計思想」とし[1]、考察を加える。

以上の内容を、つくり手の設計思想を中心に出来上がった対象を中心に再考する。何らかの人工物が創られるとき、つくり手の設計思想によって、出来上がる人工物の特徴が異なる。例えば、「これはA社らしい製品だ」とか、「やっぱり日本のサービスは良い」などと感じるときはあるのではないだろうか。これらの感覚は、多くの受け手で共通した感覚である。しかし、それを言語で説明しようとしても上手く表現しきることが難しく、「ものづくりの極み」とか「おもてなしの素晴らしさ」などの、少々抽象的な表現を用いて、感覚的に納得しようとしてきたのではないだろうか。要するに、これらの内容について、核心的なところには触れず、全容もよく把握できていないまま、放置してきた面があったのではないだろうか。本章では、この設計思想について、一つの視点から論理的に考察していく。

つくり手の対象を創り出す思想について、先行研究による様々な視点から見たいくつもの考え方を学ぶことができる。ここでは、代表的なものとして、構成要素の相互依存性に着目した考え方に基づいて議論していく[2,3]。この考え方は、創られる人工物は、複数の要素でできているということを前提とし、それらの要素間の関係性に着目したものである。実際の製品などの人工物の要素数はかなり多そうである。例えば有形の製品を前提に部品数を要素数としても、ある種の自動車では数万点の部品、ある種の飛行機では数百万点の部品でつくられているといわれている。また、これらの製品は、有形の部品だけで成り立っているだけでなく、制御システムを含むソフト面の要素も含まれることになる。逆に、たった一つの要素でつくられる製品は少ないと考えられる。

このように複数の構成要素によって対象をつくり上げるとしたら、その要素間をどのように調整するかによって、出来上がる対象の特性に差異が生じることになりそうである。対

象をつくり上げるとき、この構成要素間の調整に関し、二つの考え方が成り立ちそうである。一つの考え方としては、要素間を微調整しながら、全体を最適化するという方向性があげられそうである[4]。また、別の考え方としては、関係の強い要素間を結び付けて塊をつくっていき、塊の最適化を優先する考え方もある[5]。先行研究では、前者の場合は、全ての構成要素の相互調整を繰り返すことによって全体のパフォーマンスを引き上げる方向性となり、後者の場合は、合理的な塊のつくり方によって全体の複雑性を抑える方向性となると指摘されている[2-6]。また、前者を「インテグラル型」または「擦り合わせ型」、後者を「モジュラー型」または「組合せ型」とされている[1-6]。

2.2 設計思想の地政学的側面

興味深い点が、ここで指摘している設計思想について、地域や国ごとに明確な傾向があるという示唆が存在するという点である[1]。

日本における傾向については、基本的に多くの場合の設計思想がインテグラル型であるとされており、オペレーション重視型とされている[1]。これは、実際に対象をつくる段階で、微調整を繰り返しながら、徹底的なつくりこみが行われる特徴を指摘しているものである。例えば、有形の部品や素材によって出来ている製品を取り上げ、つくられた製品の構成について観察すると、性能や品質を上げるために部品や素材の相互調整が高いレベルで進められ、全体のパフォーマンスを引き上げていることが理解できることになる[6]。また、液体製品やサービス製品などの場合、出来上がる製品の構成は、単純な観察では理解しにくいことになる。しかし、それをつくるプロセスにインテグラル型の特徴を理解することになる。つくるための一つ一つのプロセスは、明確に独立しているというより、相互に微調整を必要とするような特徴があり、それによって全体のパフォーマンスを高くしていると解釈できることになる[6]。

米国・中国・韓国は、モジュラー型の傾向があるとされている[1]。それぞれの有形の製品の構造を解析すると、確かにモジュラー型の傾向が認められることが多いと考えられる。ただし、それぞれが異なる面も持っており、米国がつくる方向性やつくるマネジメント面に強い特徴を持つモジュラー型の傾向があり、中国が情報や労働力の集約に基づいたモジュラー型の傾向を持ち、韓国は資本と判断力の集中をベースとしたモジュラー型という特徴があるとされている[1]。

各地域・各国で、事業経営者・製品企画者・製品設計者・生産管理者・販売促進管理者などがどのような考え方でオペレーションを進めているのか、各オペレーションがどのような構成になっているのか、それらの改善の仕方がどのようなプロセスで進められているのか等について、調査することにより、その組織の設計思想の傾向を把握することができると考えられる。ただし、その傾向が把握されている組織は先行研究の範囲に留まり、その結果として全体の傾向が理解されている国や地域も限られており、限定的な知見だけが存在するといえる。また、調査が進められた産業領域についても、

限定的な範囲となっており、一部の産業領域に限られていると言わざるを得ない。また、この理論によって議論がなされていない経済的な活動の分野を考えてみると、かなり多くの対象が浮かぶことになる。学術領域で分類して考えても、医学・薬学・農学・法学・文学・教育学・芸術学・体育学などにおいては、殆どこのような視点の議論がなされていないのではないだろうか。人間が何かをつくるとき、何かをしようとしているとき、必ずこの視点の議論が意味を持つことになると考えられる。このような、この考察が進められていない状況については、不可思議であると言わざるを得ない。

2.3 アーキテクチャの様相

製品やサービスを主体的に考え、その構成や生産プロセスを読み解いていくと、異なる側面が見えてくる。違う言い方をすれば、つくり手の設計思想に基づく創造の結果として、製品構成や生産プロセス構成が生まれるが、そこに対象ごとに読み解くべき特性が表出する可能性があるということである。先行研究で、一つ一つの製品やサービスを取り上げたとき、その対象独自のアーキテクチャの傾向が理解できるということである[1,6-8]。例えば、ガソリン車がインテグラル型、デスクトップ PC がモジュラー型の設計思想でつくられる傾向があるということである。これは、それぞれの対象に求められる機能の複雑性や、対象領域の技術的な成熟度などにより、対象ごとに優位性があるつくり方が明確になり、産業領域全体で同じ傾向が表出してくる面があると考えられる。ガソリン車は、多くの部品を擦り合わせながら微調整を繰り返し、求められる各機能のために性能を引き上げながら、乗る人のための空間を広く快適にするために、多くの努力が繰り返されていると考えることができるのではないだろうか。一方、デスクトップ PC は、全体の大きさはある程度の許容範囲が認められながら、供給する機能を明確化しながら、各機能を独立した部品によって構成できている（演算処理機能は CPU、記憶機能はメモリ、入力機能はキーボードなど）、その標準化された部品を選択しながら寄せ集めることによって、必要とされる製品をつくり上げることができる。要するに、製品分野ごとに、多くのつくり手に共通する設計思想が存在するという点である。

ここまで述べてきた通り、つくり手の設計思想によってさまざまな対象はつくられ、その特性が、地域ごとに、製品領域ごとに、異なる内容で表出することになる。その関係性をまとめたものが図1である。

前項で触れたように、対象が部品などの組み合わせでできている製品の場合は、それらの部品のストラクチャーを観察することによってアーキテクチャのタイプが理解できる面がある。この視点を、先行研究では「製品アーキテクチャ」と呼んでいる[1,6]。また、つくるプロセスを観察し、そこに存在する相互調整に関する特徴を把握していくことを、先行研究では「プロセスアーキテクチャ」と呼んでいる[1,6]。

ここでは、これらに加え、「設計内容」に着目することを提案したい。つまり、何らかの人工物が生み出されるとき、設計され、つくるプロセスが考えられ、生産されていく、とい

うことが常に行われていることに注目するということである。このとき、「設計内容」について、少々丁寧に解釈していくと、設計するための条件を整理し、その内容に沿って設計をまとめる、という二つの側面があることに気づく。要するに、つくり手によって、設計条件と設計内容がつくられていくことが理解できる。そのため、ここでは、つくり手によってまとめられた設計条件のストラクチャーと、それに基づいてまとめられた設計内容のストラクチャーとが、考察対象として重要であるという提案をしたい。本稿では、前者を「設計条件アーキテクチャ」、後者を「設計アーキテクチャ」とおき、議論を進める。これらをまとめたのが、図2である。なお、本稿では、先行研究の内容を中心に、「製品アーキテクチャ」と「プロセスアーキテクチャ」を議論し、他の二つの様相は他行に譲るものとする。

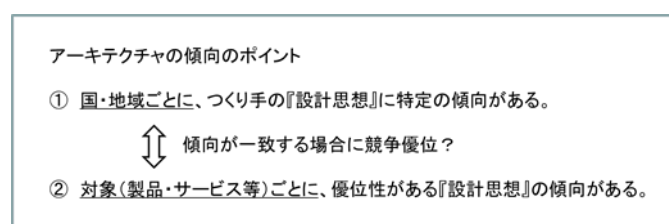


図1 設計思想の地域ごとのつくり手特性と製品特性

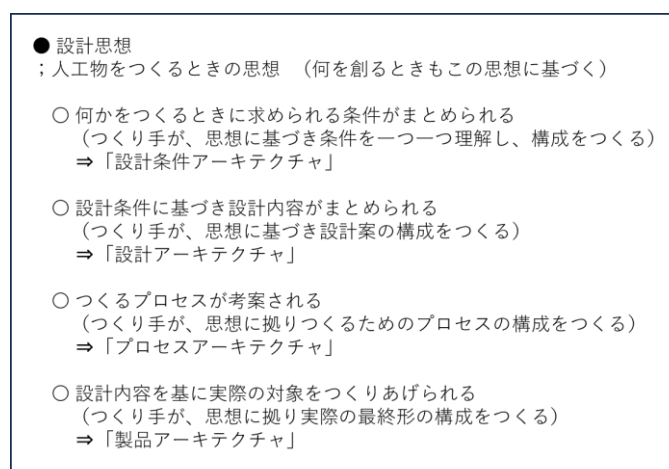


図2 設計思想の各様相の整理

2.4 アーキテクチャのダイナミクス

先行研究では、アーキテクチャのダイナミクスという概念が示されている[6,9]。これは、有形の製品領域において、主要と考えられる製品構成が年代と共に変化していくことを指摘したものである。当初は合理的な切り分け方などが理解できていないためにインテグラルの製品構成が主流であり、年代と共に合理的な切り分け方が理解されることによりコストの抑制などの生産合理性があるモジュラーの製品構成に移行していくことが示唆されている。また、その後、主要な設計条件が変更される時、再度、合理的な切り分け方が理解で

きなくなりインテグラル化し、年代と共に、整理されてモジュラー化していく、という内容である。

この現象については、まさに指摘されている通りのことが広い範囲で起こっていることが自明であると考えられる。ある程度前の年代では、部品ごとの微調整が繰り返されることによって初めて必要な仕様が達成できたが、今日では、標準部品の寄せ集めで必要な仕様が達成できるものは、周囲を見回しても散見される。例えば、モニタ、デスクトップ PC や多くの家電品など、製品アーキテクチャがインテグラル型からモジュラー型に移行したものは少なくない。

このダイナミクスに関する一般化したものが、図3となる[6,9]。この図で、横軸は、対象の開発における時間的経過を指し、縦軸は、上部がアーキテクチャのインテグラル型の傾向、下部がモジュラー型の傾向を指すものである。当初、製品等が初めて開発されたときは、製品アーキテクチャにインテグラル型の傾向が生じ(Ti)、その後モジュラー型への移行が始まり(T1)、モジュラー型として安定することになる(Tm)。その後、主要な前提条件が変更されることが起こると、場合によっては標準化されたつくり方が根本から検討され直すことになり、インテグラル型の製品アーキテクチャが用いられることになる。

つまり、対象の主な製品アーキテクチャについては、経時的に変化していくことが示されていることになる。ただし、この周期の長さについては、対象の特性によってかなり差異が生じることになる。また、モジュラー型からインテグラル型への移行は、不確実性に基づくものであり、定期的に起こるとは言いかねる面が含まれている。

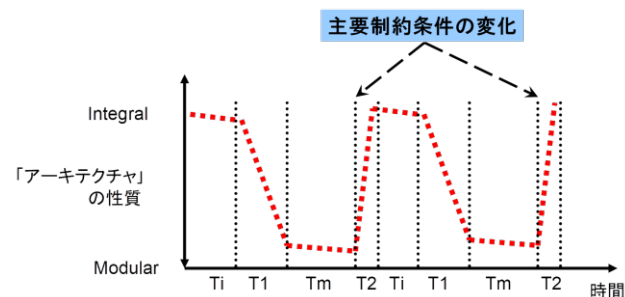


図3 アーキテクチャのダイナミクス（[6]に加筆）

2.5 ダイナミクスによる優位性の変化

ここまでの議論により、つくり手は『設計思想』に基づく独自のアーキテクチャの傾向を持ち、対象ごとに優位性のあるアーキテクチャの傾向があることが理解できる。また、つくり手側のアーキテクチャの傾向は変化することが考えにくく、対象のアーキテクチャの傾向は変化していくことも理解できたといえる[1,6,10]。

ただし、先行研究の指摘の範囲以上に、このような現象は多くの範囲で起こっていると考えられる。まず、プロセスアーキテクチャについても、当初は多くのプロセスで微妙な調整が必要であったものも、年代と共に標準的なプロセスの組

み合わせで必要な内容をつくり上げることができている製品領域は少なくないと考えられそうである。例えば、前述のモニタやデスクトップ PC などの領域では、部品が標準化されていることから当然の流れと理解できる面があるが、当初は微妙な調整が必要だったプロセスが、標準部品の寄せ集めを行うプロセスへと変更されてきていることは理解しやすい。

ここでは、先行研究に加え、二つ加えておきたい。一つ目が設計条件アーキテクチャのダイナミクスである。設計条件は、情報や知識などによって構成される人工物であり、作り手によってつくられる対象の一つである。設計条件は、単に与えられる条件ではなく、作り手によって、多くの要素が理解され、解釈され、ストラクチャーを構築されていくことになる。このストラクチャーは、作り手ごとに異なることになり、以降の工程に深く影響を与えることになる。この理解や解釈も、新規性が高い製品分野などでは、複雑性を抑えることが難しく、インテグラル型になる可能性が高いと考えられる。そして、その後、複雑さを抑制する方向として、解釈の仕方が標準化に移行していくことが想定される。もう一つが、設計アーキテクチャである。設計内容は、設計図や仕様書などにまとめられていくことになる。これは、設計条件に基づき、作り手がつくり上げる情報と考えることができるが[10]、その内容も様々な塊や階層が存在し、他の様相と比較しても、基本的に同じ構造の議論ができると考えられる。例えば、よく言われる「設計の標準化」などは、設計の各階層がモジュラー化していることを表すことが多いと考えることができる。

図2で挙げた4つのアーキテクチャについて、製品などの対象について考えると、新規性が高い場合は、いずれもインテグラル型の可能性が高いと考えることができそうである。これは、当初から、合理的な塊を設計することが困難な面、複雑性を抑えるのが困難な面、標準化を推し進めるのが困難な面を回避することが難しいと考えられ、全ての階層で微調整が進み、インテグラル型を帯びることが想定できると考えられる。また、これらは、作り手によって対象への理解が進むことによりモジュラー化が進むことも想定できる[10]。

一方、ここでの視点から、作り手の設計思想の傾向について考えてみたい。何らかの対象を初めて設計するとき、対象がある程度複雑なものであれば、設計条件をどのように整理し、解釈すれば良いか、想定することは難しく、複雑性を抑えることなく対処することになると考えられる。また、そのような設計条件に基づき、設計案をつくり、つくるためのプロセスを設計し、生産していくとき、各工程で合理的に複雑性を抑えながらまとめることは困難な状況になると考えられる。そして、作り手側が、設計も生産も熟練している場合、各様相で同じようなアーキテクチャが表出することが当然であるという仮説は立ちやすい。しかし、各様相のアーキテクチャを確認してみると、地域別に異なることが指摘されており、それは年代と共に変化しない傾向がある[6,9,10]。

これらのことから、製品やサービスなどの各対象領域において、年代ごとに優位性がある作り手が変化していく可能性があることが示されることになる。対象領域で主要なつく

り方がインテグラル型である場合、インテグラル型の設計思想の傾向がある作り手が優位であり、年代と共に主要な作り方がモジュラー化していく場合、モジュラー型の設計思想の傾向を持つ作り手が優位な状況へ移行していくということになる。

実際の製品領域をみていくと、確かに、国際的に活躍していたのが30年位前には日本企業だったが、現在は米国企業・中国企業・韓国企業などになってきている製品領域は、少なくないことが理解できる。先行研究が行われている領域では、確かに製品アーキテクチャもモジュラー化しており、実際の傾向は明らかにここでの仮説通りとなっている[1.11-13]。

3 アーキテクチャトラップへの対応

3.1 実際の経済活動における「アーキテクチャトラップ」

本稿では、作り手が意識せず、作り手の設計思想によるアーキテクチャの傾向と、つくる対象の優位性があるアーキテクチャの傾向とが、異なる場合に引き起こされる現象を、「アーキテクチャトラップ」とする。この状況は、作り手側が最善を尽くす意思を持ちながら努力をしても、必要な方向性とは異なる方向性の努力を積み重ね、期待される結果とは乖離することになる。この現象が起こる背景には、ここまで議論してきた通り、インテグラル型の設計思想を持つ作り手は、対象をつくり上げるために、疑問を持つことなく、まっしぐらに微調整を繰り返してつくり込んでいくことがあげられる。その過程の中では、作り手は目の前の課題に対して最高の答えを出そうとし続けるわけであり、インテグラル型の設計思想を持つ作り手であれば、部分的にもモジュラー化させる強い志向は無く、インテグラル型の答えを出し続けようとすることになるわけである。モジュラー型の設計思想を持つ場合も同様である。徹底的にモジュラー型の答えを出し続ける傾向があると考えられる。

現在、産業領域・製品領域を個別に考えると、少なくない領域においてインテグラル型の競争優位性が減少する可能性が考えられる。主な理由の一つとしては、基盤的技術の急激な発展が考えられる。コンピュータに代表される演算処理技術については、言及するまでもなく、年々急激な発展を続け、少し前の最高度の機種能力が、現状の普及版機種能力より劣るような状態が繰り返されている。また、通信技術や AI も急激に発展し、モノやシステムをつくるための基盤的な技術が飛躍的に変化していることが理解できる。このことは、個々の製品領域で見ると、インテグラル型からモジュラー型へのダイナミクス(図3のT1)の期間が短くなっていくことが考えられることになる。

例えば、外壁や内壁に使用される建材タイル製品領域では、微妙な材料と焼き方の使い分けなどでテクスチャーに関する品質を上げるインテグラル型の傾向が続いてきた中、高度に発展したプリンタ技術による表面印刷の影響で、かなり短期間で業界中のモジュラー化が起こった。このことは、国内のタイル産業に大きな影響を及ぼしたのは言うまでもない。このような状況は、多くの製品領域で確認できる可能性が高い

と考えられる。このとき、国内組織はどのような対応をすることになるのだろうか。タイル産業領域では、撤退や我慢などのキーワードが聞こえてくることになる。新しい戦略の策定などが望まれると考えられるが、タイル産業でもかなり大きなサイズのタイルによる意匠性の高い製品の考案など、動きはみられる。ただし、たった二つの基本的なこと、「ユーザー側が本当に求めていることの実現」、「つくり手としての自組織の強さの活用」を実行することが極めて難しいことが理解される。

ただし、モジュラー型の設計思想の傾向を持つ組織でも、同様のアーキテクチャトラップに当たることは起こっているわけである。例えば、鉄鋼製品領域では、1980年代以降、韓国企業が、他国から技術移転を活用して規模を拡大してきた面があったようである。しかし、建設用資材などの汎用グレードのキャッチアップは早かったものの、自動車用の防錆鋼板などの、工程の中で鉄の状態を最適制御しないと加工性・防錆性が実現しないような製品領域では、長い期間後塵を拝することとなったようである[7]。これは、前者がモジュラー型の製品領域であり、後者がインテグラル型の製品領域であったと考えることが出来そうであるが、モジュラー型が得意なつくり手は、このような技術移転の中でもモジュラー型のつくり方・考え方を継続することになる傾向があるようである。そのため、モジュラー型の設計思想の持ち主は、ある製品領域でインテグラル型の設計思想によって様々な擦り合わせや微調整が行われていたとしても、モジュラー型の製品構成や生産プロセスを創り出し、結果としてインテグラル型が優位な製品領域ではある期間は悪戦苦闘が続くことになると考えられる。

3.2 インテグラル型のアーキテクチャトラップ

多くの国内企業は、インテグラル型の組織的な設計思想を持っている場合、インテグラル型のアーキテクチャトラップに直面している可能性が考えられそうである。

国内の有形の製品をつくっているいくつかの企業で、共通する傾向があることが認識できたため、ここでまとめておく。それらの企業の対象産業領域は、機械、自動車、電子部品、印刷、陶磁器、ガラス、建築、建材、家具等となっている。

まず、このような有形の製品をつくる以上、つくり手は、対象を企画し、設計し、生産していくことになる。また、マーケティングをし、販売促進し、メンテナンスの対応面を用意していくことになる。このような中で、国内各社に共通していたものとして、技術力の強さと製品品質の高さについて、極めて大きな信頼感と自信を持っている傾向であった。たしかに、これらの企業の製品は、各製品領域で影響力を持つような高いレベルにあるものであり、場合によっては国際的にも品質レベルで優位性を持つものも少なからず含まれている。特に、つくられた製品の物理的構成と、生産するためのプロセス構成については、高い構成要素相互依存性が認められ、強いつくり込みの傾向が確認できる内容であった。

次に、傾向として認められたのが、事業展開の方向性を議論していく組織内の機能の不在である。通常、事業展開の策

定を行う機能として、経営側のボードメンバーによる会議体が考えられる。しかし、国内企業の共通した傾向といえそうであるが、ボードメンバーは各部門のリーダーが集まった構成となっており、事業展開を戦略的に策定する専門家が含まれていないことになる。現行のこのような会議体は、現状の事業的強みを合理的に堅持することは精度高く可能であると考えられ、これまで培った組織的能力を連続的に発展させるためには的確なメンバー構成である。そして、良い形で連続的な発展を実現してきた中では、極めて重要な機能を担ってきた。ただ、もしも、事業展開や製品創造の方向性を根本的に見直す必要があるとしたとき、このようなメカニズムは課題を抱える可能性があるのかもしれないとも思える。

これまでの議論から考えていくと、上記のようなインテグラル型の設計思想を持つつくり手の傾向として、対象の継続的なつくり込みの強さと、対象の方向性の戦略的な変更に関する困難さなどが、表出することは、不自然ではないのかもしれないということになる。その理由として、インテグラル型の設計思想の場合、検討対象となるすべての要素をできるだけ擦り合わせ、全体のパフォーマンスを上げる方向で設計情報を創り上げていくことが中心となり、対象要素を戦略的に意図をもって切り分けていくような方向性は薄く、このような点がデメリットとなりえるからである。このような設計思想は、製品などの構成や、つくるためのプロセスについて、できるだけ微調整してつくり込むことになり、国内のリーディング企業は他の追従を許さないインテグレーションが達成される事例も少なくないと考えられる。それにより、高い製品品質、堅強なつくる生産プロセスなどの実現があったと考えられる。一方、それまでの方向性を見直す必要性、製品の目的や生産工程の変更や見直しなどの必要性が生じたとき、戦略性をもって対応できるかどうかには課題が生じる可能性があり得ることになる。モジュラー型の設計思想の場合、対象要素をどのように合理的に切り分けるかを、常に優先的に検討し続けると考えられる。この場合、製品の目的や方向性や、生産システムの発展の方向性を、飛躍的かつ戦略的に発展する可能性について継続的に検討することになる面が生じる。逆に、インテグラル型の設計思想の場合、このような面について検討する思考が薄く、継続的な徐々なる発展に重心がおかれる可能性が高くなる面が否定しきれない。

これらから、インテグラル型の設計思想を持つ組織体のアーキテクチャトラップとして、製品や生産プロセスのつくり込みに集中し、市場の要望や技術の合理性などの面から方向性の変更が欲せられるときに、対応に関する課題があることが考えられそうである。表出する結果として、市場が求める製品の品質や価格から逸脱したオーバースペックの製品をつくったり、サプライチェーンの変更によるコストの抑制と品質の維持のコントロールがうまくいかないことが起こったり、様々な危険性を抱えている可能性があると言えそうである。繰り返しになるが、つくり手組織としては、その理由が理解できず、うまくいかない状況に直面し、その理由がインテグラル型の設計思想で対応していることだとしても、インテグラル型の考え方を変えないで対応し続けることになっている

のではないだろうか。

3.3 インテグラル型を活かす事例

前項で、インテグラル型の設計思想を持つづくり手組織が、モジュラー型の思想が取りづらいたした場合の危険性について、アーキテクチャトラップとしての議論を進めた。ただし、国内企業の中で、極めて良い結果をたたき出している企業を見ていくと、アーキテクチャトラップを掻い潜るような戦い方を見出すことができるので、事例を挙げていきたい。

まず、ユニットバスについて見てみたい[14]。ユニットバスは、60年ほど前の東京オリンピックの準備段階で、宿泊施設が少ない状況の中、早急にホテルの建設が求められていた中で考案されたとされている。それまでは、建物のフレームができた後、その場で水回りをつくり上げていたが、できるだけ工場生産をしておいたものを現地でくみ上げるだけにできないかという発想ということになる。そのために、ユニット化され、パネルなどごとに工場で作られ、現地ではくみ上げるだけという方向性で作られたものである。そのため、インテグラル型の設計思想のづくり手組織が、ユニット化というモジュラー型のメリットを前提としてつくったシステムであり、その中で製品品質、施工上の品質、メンテレベルの品質を確立したものであると言える。現在に至るまで、素材や末端レベルの部品など、継続的につくりこまれ、簡単にコピーされるような製品になっていない反面、モジュラー型の生産プロセスの維持は貫かれている。結果として、国際的にも極めて高いユニット型の水回り製品となっており、高い競争力が確立されていると考えられる。

次に、エアコンの成功例を見てみたい。国内企業の中国進出において、極めて成功した事例がある。中国の富裕層をターゲットとして、高品質のエアコン製品領域において、極めて高い結果を残している。この事例では、インテグラル型の品質面が高いエアコン事業モデルは、使い手の求める内容をきれいにそろえた面がある。要するに、製品だけでなく、製品に関する情報やサービスのインテグラル化を行ったと考えることができる。中国のマンションはスケルトンで売られ、内装やエアコンはマンション買い手が用意する必要がある。また、エアコンは、買い手から見ると様々な製品が似たようなものに見え、どのような理由で価格が違うのかも理解しにくい。この企業は、ショールームの空間を使って、エアコンの殆どすべての部品が高いレベルで作られているのを手にとって解るようにし、性能が騒音などによって直感で納得することになる工夫を加え、設置工事からメンテナンスまで専門のスタッフが物件に張り付くサービスを提供している。要するに、製品構成や精査プロセスだけでなく、使い手に必要な情報をインテグレーションさせ、伝わるようにした事業モデルであるといえる。

3.4 インテグラル型の設計思想の戦略

前項のように、づくり手の設計思想がインテグラル型に偏っていたとしても、有効な対応に関する考え方は存在すると考えられる。ただし、基本的な理解がないと、単純にインテ

グラル型の発想と考え方だけで事業を展開していくことになり、アーキテクチャトラップに直面することになる。

前項の事例を整理すると、二つの方向性が見えてくる面がある。一つ目が、通常づくり手が集中していく製品構成と生産プロセスなどについて階層化し、どの層をどのように狙っていくかを考える戦略である。もう一つが、使い手の視点を徹底的に導入し、づくり手の視点の偏った見方によってつくることを回避する戦略である。

一つ目の戦略について考えていく。づくり手、特に設計者は、対象を設計していくわけである。ここまでの考え方では、インテグラル型の設計思想を持つ設計者は、インテグラル型の構成の設計内容を構築することになる。このとき、全ての設計の局面で、インテグラル型の考え方をを用い、その傾向が全体の設計内容に影響するはずである。事実、様々な産業における多くの日本企業の設計者は、ヒヤリングを通した内容からは、基本的にインテグラル型の思想で考え、設計対象の隅から隅まで出来るだけ擦り合わせをしていく印象がある。一方、設計者へのヒヤリングから得られる情報の中に、設計者が対象を設計するときに、対象を2層もしくは3層に分けて考えているという仮説が立つ可能性がありそうである。要するに、設計者の立場で対象の設計を考えると、2～3層に分けて考えているようであり、逆に言うと、10層や20層を検討していくことはできていない可能性が高いということである。2層というのは、設計者が対象を設計するときに、まずは大体の全体像に関する考え方のイメージを固め、あとはそれ以下の下層に対する考え方を固めるというものである。また、3層というのは、全体像の考え方のイメージを固め、次に主要なものの考え方のイメージを固め、最後に詳細に関する考え方を固めるというようなものである。

この考え方のイメージという部分をアーキテクチャで整理すると、2層または3層に分けて設計者の考え方を理解することができることになる。このとき、3層で考えると、典型的なインテグラル型の設計思想の場合、上層がインテグラル型、中層がインテグラル型、下層もインテグラル型で設計された内容を確認できることになる。前項のユニットバスの事例を考えると、上層（建築）インテグラル型、中層（ユニットバスの主要要素）モジュラー型、下層（ユニットバスの部品や素材）インテグラル型、というモデルになっているわけである。ただし、多くの場合のヒヤリング事例を3層として紐解くと、図4のAからBへ、BからDへという移行が多く認められそうである。これは、開発初期段階の対象は3層ともインテグラル型で設計され、徐々にコスト抑制を中心とした生産合理性が理解されると下層が標準部品の組み合わせでつくられるモジュラー化がなされ、次に中層までモジュラー化が起り、最終的にはすべての階層でモジュラー化しているということが想定される。これが、図3のダイナミクスのT1の一つの流れと考えられる。しかし、このような典型的な流れでは起こりえないと考えられる図4のCが、ユニットバスのパターンに当てはまる。これは、下層でコピーできないような高い品質を実現し、中層で合理性の高い標準化を推し進めているモデルであり、ライバル製品でこのようなモ

デルは見当たらないものとなっている。下層の強さと中層の合理性から、他の追従を許さない可能性を持つモデルと考えることができる。

次に、使い手の視点を徹底的に導入し、つくり手の視点による偏った見方を回避する戦略について考えたい。複数の企業へのヒヤリングから、有形の製品領域の企業を中心に、ものをつくる技術力の高さに誇りと重要性を強く感じている設計者や生産者が多いことが把握できている。その結果、高い技術力によってつくられる高品質の製品の供給が、目指すべき正しい目的としているつくり手組織が多く見受けられる傾向がある。もちろん、このようなモデルは完全に否定されるものではない。複数の産業領域で、「失われた30年」の前まで、このようなモデルで世界のトップレベルに上り詰めた国内企業が散見されるわけである。そして、それらは、各組織内で成功体験として深く刻まれていることとなっている。しかし、このモデルが有効に働くタイミングは、限られているのではないだろうか。よく見えないテレビはよく見えるようになると良い、かなり大きく重いバッテリーは小さく軽くなると良い、すぐに壊れる機械は壊れないようになると良い、というようなことは当然である。つくり手も使い手も、同じ方向性を望むことになり、そのためには徹底的につくり込み、品質を上げ、少しでも高い性能を達成することが重要となってくる。ただ、製品開発が進み、熟成度が高まり、どのテレビでもきちんと見え、どのバッテリーでも軽く小さくなっていき、どの機械でも壊れにくくなれば、そこからの品質や性能の向上だけを徹底的に追及することだけを肯定し続けることは難しいのではないだろうか。同じように人物や風景が十分にきれいと感じる範囲で映るテレビなら、使い手からは価格を抑えることが求められそうである。技術重視のつくり手組織は、もっときれいに映すための開発を継続することになるかもしれないが、使い手が望んでいるのかどうかを理解する必要はなからうか。

前述の、あるエアコン産業の国内企業の中国戦略をもう一度注意深く見ていく。この事例の場合、基本的に初めて中国に進出した時、リーダーが技術分野出身ではないという条件の中、新しいビジネスモデルを組み上げる必要性が生じたと考えられる。通常の技術力中心の企業であれば、技術分野のマネージャーがプロジェクトリーダーとなることが考えられそうである。しかし、この場合、技術分野の考え方が中心とならずに、技術面の品質の高い製品のビジネス展開を進めたことになる。結果として、ユーザーが欲しい情報を、ユーザーが欲しい順番に並べるようなショールームをつくり、ユーザーがしてほしいことを全て叶えるようなビジネスモデルを提供している。具体的には、数億円、数十億円のマンションを購入したエアコンを探しているオーナーを相手に、どうしても欲しいと思うことになる情報、どうしても供給してほしいサービスについて、説明が重ねられていくことになる。ショールームでは、まず対象の高品質製品について、部品を一つ一つ並べ、見たことの無い位軽く硬い樹脂系の素材によるファンを触れられるようにし、細かい部品の精工さを理解させるために虫眼鏡を通して特定の部品を見せたりし、それら

の部品は全て日本製で注意深く作っている情報が加えられる。そして、その後、無響音室でライバル製品との製品稼働時のノイズの聴き比べが出来るようにし、極めて明確な差を理解させられることになる。このあたりで、ユーザーはこの製品の品質の良さに確信し始めている可能性が高いと考えられる。その次には、室外機の平面の形状と大きさが書かれている説明を目にすることになり、床面積1㎡あたり数百万円のマンションの持ち主は、対象製品の床面積の小ささから金額的な割り安感も得始めることになる。最後に、その顧客専属となる技術者が出てきて、機種選定、設置工事、メンテナンスなどの解り難い作業に関する当該顧客専用のサービスのメニューを提供する。ここまで揃うと、このショールームに来てエアコンを購入しない方が不自然に感じるのではないだろうか。このモデルは、まさにユーザー視点のビジネスモデルということが出来そうであり、基本的にインテグラル型の設計思想によるモデルと考えられる。

これらの二つの方向性については、インテグラル型の設計思想の各事業設計者が理解を深めることにより、成功に向かう事業展開を進めることが出来る可能性を示している。また、これらの方向性は、当然応用も考えられ、一つ目の方向性は「全体の中でどこを狙うか」という点に集約できる面があり、二つ目の方向性は「自分が売るモノからでなくユーザーが得ようとするモノから考え直す」という点を特化して考えることが肝要であることは理解しやすい面である。これらのポイントに、インテグラル型の設計思想によるパフォーマンスの高い提案が供給されることが、重要な点になると考えられる。

ただし、これらのような戦略的なつくり方が考えられるものの、多くの国内企業は、現実の経済活動の中では全ての局面で徹底的なインテグラル型の答えを出していると考えられる。これは、それぞれの担当者が最善と考える答えを積み重ねることだけが繰り返されることによって、当然起こり得る結果である。しかし、理解しておかなければならないのは、戦略的に思考プロセス・判断基準・製品概念・技術構成などを刷新し、組み換え、組織的能力を非連続的に発展させていく能力も持たなければならないことである。これは、モジュラー型の設計思考であれば基盤的な思考の方向性となるが、インテグラル型の思考で的確に行っていくことを実現するためには、努力が必要であると考えられる。重要な点である。

	A	B	C	D
上層	擦合せ	擦合せ	擦合せ	擦合せ
中層	擦合せ	擦合せ	モジュラー	モジュラー
下層	擦合せ	モジュラー	擦合せ	モジュラー

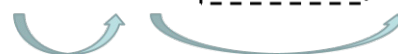


図4 設計者の視点によるアーキテクチャの3層モデル

4 まとめ

本稿では、つくり手の設計思想の傾向を、アーキテクチャ概念を活用しながら注意深く考察を加え、つくり手が何を理解しなければならないかということについて理解しながら、対応すべき方向性を議論した。特に、日本のつくり手の設計思想の傾向から、インテグラル型の傾向を前提とし、これまで進められてきたメカニズムや、結果として起こる現象についての仮説を掲げ、考察を加えたものである。

ここでまとめた考え方を前提にすると、いくつかの一般的な事柄も理由が理解できる面が生じる。例えば、前述の「失われた30年」という言い方が様々なところで使われてきた。確かに30~40年前には、いくつかの領域で日本の企業が世界のトップに君臨し、「Japan as Number One」という示唆もいろいろな局面で受け入れられたのかもしれない。これは、基盤技術の発展状況と、各製品開発の熟成度が関係しており、インテグラル型の設計思想による各局面でつくり込みが重要であったと考ええると、本稿での仮説に沿うことになる。その頃は、自動車や家電品をはじめ多くの有形の製品に関して、工場生産の生産合理性に関する方向性が定着し、そのラインの上での詳細の合理性について焦点が移りだしたことがあったといえる製品領域もあったと考えられる。その他、企画段階における事業構成や、設計における製品やサービスの構成内容や、販売促進のフレームワークのつくり込みなどにおいて、パフォーマンスの向上が競争の要点であった領域が散見されていたのではないだろうか。また、それらを実践するためのプロセスのつくり込みも、標準化した内容の組み合わせというより、徹底的につくり込む競争が展開されていたと考えられそうである。しかし、コンピュータなどの演算処理技術やインターネットなどの通信技術は、今日に比べると創世記であったとも言えそうであり、AIなどについてはまさに雲泥の差が生じていることになる。この面を考えると、世界のどこかで優れたつくり方ができた場合、30年前は最初につくった組織が優位性を握り続ける期間が長かったとしても、今日では他組織による様々なプロセスのコピーがすぐに起こってしまう可能性を否定しきれないことになる。そこには、全ての局面をインテグラル型でつくり込むより、合理性の高い標準部品や標準プロセスの組み合わせを実現するモジュラー型の展開の方が、優位性が高くなる面があると考えられる。これは、日本の企業の閉塞感の理由の理解と共に、アメリカを中心に国際的に活躍する、大規模なオープン型の事業ビジネスモデルなどについても、その生成メカニズムの一部を理解することができそうである。これらは、今後の議論としたい。

本稿の提案することは、インテグラル型の設計思想の場合、戦略性を優先的に考えることが難しい面や、局所的に高度につくり込みことができる面などの特性がある点を的確に活用することである。これまでこのような戦略性を持たなかった組織が、強みを活かしながら、弱みをカバーしていくことができれば、これからでも飛躍的に躍進できる可能性があり、それを実践すべきであるということである。次の10年で、国

内の各企業が国際的に優位性を確保することを本気で狙って頂くべきであり、また、場合によってはこれがラストチャンスになる可能性も念頭に置いて頂くべきかと思われる。

参考文献

1. 藤本隆宏, 日本のもの造り哲学 (増補版), 日本経済新聞出版, 2024.
2. Simon, H.A., The Sciences of the Artificial. MIT Press, Cambridge, MA., 1969.
3. Alexander, C., Notes on the Synthesis of Form, Cambridge, Harvard University Press, 1964.
4. Clark, K. B., and Fujimoto, T., Product development performance. Boston, MA: Harvard Business School Press. 1991.
5. Baldwin C. and Clark K., Design Rules, Vol. 1: The Power of Modularity, Boston, The MIT Press, 2000.
6. 藤本隆宏, 青島矢一, 武石彰: ビジネス・アーキテクチャー, 有斐閣, 2001.
7. 辺 成祐, プロセス産業における技術移転と設計改変 一日韓鉄鋼技術移転を事例に, MMRC ディスカッションペーパー No.479, 2015.
8. 藤本隆宏, 野城智也, 安藤正雄, 吉田敏, 建築ものづくり論, 有斐閣, 2015.
9. 吉田敏他, 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態的な適合関係, 日本建築学会計画系論文集 第598号 pp 137-144, 2005.
10. 吉田敏編著, 技術経営 一MOTの体系と実践一, 理工図書, 2012.
11. E. F. Colombo, N. Shougarian, K. Sinha, G. Cascini, and O. L. de Weck, "Analysis for customizable modular product platforms: theory and case study", Res. Eng. Des., vol. 31, pp. 123-140, 2020.
12. A. S. Moslehian, T. Kocaturk, and R. Tucker, "An integral view of innovation in hospital building design: understanding the context of the research/practice gap", Build. Res. Inf., vol. 49, pp. 265-280, 2021.
13. R. Tee, A. Davies and J. Whyte, "Modular designs and integrating practices: Managing collaboration through coordination and cooperation", Res. Policy, vol. 48, pp. 51-61, 2019.
14. 内田祥哉, 建築生産のオープンシステム, 彰国社, 1977.



Open Access This article is licensed under CC BY-SA 4.0. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>