

# 建材製品の開発における性能および価値評価システムの提案

A PROPOSAL OF AN EVALUATION SYSTEM ON PERFORMANCE AND VALUE IN BUILDING PARTS DEVELOPMENTS

富岡義人

*Yoshito TOMIOKA*

(建築学専攻 : Division of Architecture)

(Received August 28, 2008)

## Abstract

This paper is to propose the logical construction of an evaluation system for objects under building parts developments, which normally contain too many values of different nature, causing too many cases and variants to analyze and evaluate for designers in charge of the process, and very often, they lose their way to approach the problem. The basic idea of the system is the classification on values: Specifications, Performances, Value and Synthetic Value. The necessary functions between values were also provided. In light of the system, various intentions of developers' were explained and classified into three Levels of Developments.

**Keywords:** *Specifications, Performance, Value, Product Development, Synthetic Evaluation*

## 1. はじめに

建材製品は、一般に設計によって決定される仕様変数が多岐にわたり、また、評価すべき性能も多彩である。このような問題に通常の実験研究のアプローチで取り組もうとすれば、実験変数、実験ケース数ともに累乗的に増加してしまい、効率的開発が困難になる。一定の予測のもとに試作・実験を選択することになるが、その場合、どのような仕様変数の組みで、総合評価が最も高くなるのか、確たる解答は得られないことになる。こうした困難さゆえ、開発対象物に対する評価は、漠とした感覚的・経験的・自己納得的判断や、あるいは競合製品との直接の比較に頼ることが多かった。しかし、適切かつ論理的な総合評価は、本来、開発の要となるべきものである。

この課題を解決するためには、多変量の開発対象物を総合的に評価する指標を導入する必要がある。本研究の目的はこれに応える体系的評価システムを提案することである [1]。

本研究は、開発の実態調査に基づく帰納的研究ではない。むしろ、幅広い開発様態に適用可能な、理論的基盤を提出することを意図したものである。

## 2. 開発の段階区分と対応する変数および関数

### 2. 1 変数の区分と各種関数

開発には実に様々な変数が導入される。これらの変数には、「開発者が決める寸法」、

「製品を計測して得られた結果」、「絶対量で表現された数値」、「相対的な比較値」、「製品の物理的性能」、「人間が製品に感ずる価値」、「物理的な次元を有する数値」、「物理的次元を有さない指標値」など、様々な性格や意味の違いがある。それゆえ、各々を適切に整理・区分した上で、開発内の各段階に対応させ、論理的に結び合わせる必要がある。本評価システムでは、各種変数を次のように整理・区分する。

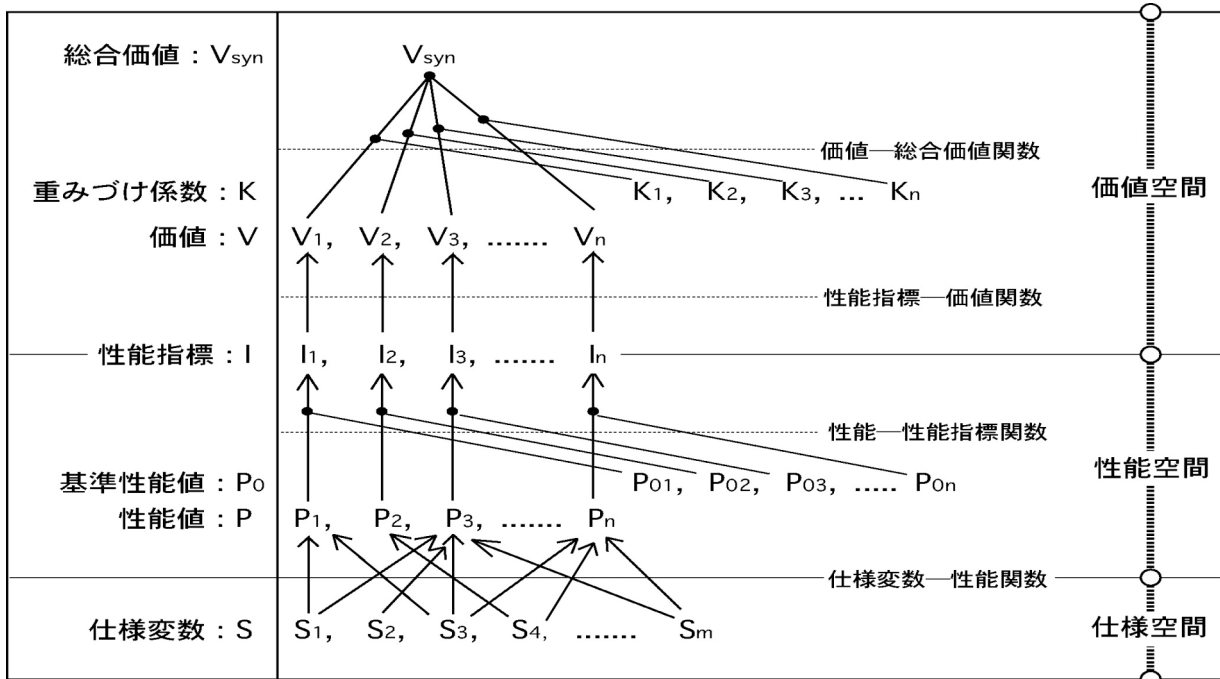


図1：性能・価値評価システムの全体像

1) 仕様変数： $S_m$

開発設計において、開発者が直接かつ独立に操作することができる量。各種寸法、形状、材料定数などを指す。

2) 性能値： $P_n$

開発設計において、開発者が直接操作することのできない量で、開発設計中の対象物を計測して得られる物理的次元を有するもの。たとえば断面2次モーメント、断面係数、剛性などにあたる。仕様変数と性能値の間は、理論的関数、あるいは実験に基づいて設定された適切な解析モデルによる近似式などで関係づけることができる。すなわち、

$$P_n = P_n(S_1, S_2, \dots, S_m) \quad (\text{仕様変数—性能関数})$$

3) 性能基準値： $P_{0n}$

性能値  $P_n$  と同じ物理的次元をもった、基準、標準となる量。従前の製品の性能値、対抗製品の性能値、開発の目標値、法基準値などが考えられる。

4) 性能指標： $I_n$

性能値と基準性能値が一致するときを1とした、無次元指標値。性能が向上する向きを正とする。すなわち、

$$I_n = \frac{P_n}{P_{0n}} \quad \text{あるいは、} \quad I_n = \frac{P_{0n}}{P_n} \quad (\text{性能—性能指標関数})$$

5) 価値： $V_n$

$I_n$  を引数として得られる当該性能の人間あるいは産業にとっての価値。すなわち、

$$V_n = V_n(I_n) \quad (\text{性能指標—価値関数})$$

この関数は、典型的に整理された関数群から、対象とする製品、性能に応じて適宜選定する。くわしくは、2.2節で説明する。

6) 重みづけ係数： $K_n$

価値  $V_n$  を相対的にどの程度の重みで評価するか、開発者が定める係数。ただし  $K_1 + K_2 + \dots + K_n = 1$  とする。くわしくは 2.3 節で説明する。

7) 総合価値：  $V_{syn}$

各種  $V_n$  を総合して、ひとつの開発中の対象物につき一意的に定まる価値。総合価値の算出方法については、2.3 節で説明する。

以上の各変数は、図 1 のような段階的全体像をもつ。各種仕様変数が構成する数値的自由度を仕様空間、各種性能値が構成する数値的自由度を性能空間、各種性能指標・価値・総合価値が構成する数値的自由度を価値空間と呼ぶ。

2. 2 性能指標—価値関数

性能指標は、開発対象物の物理的性能を指標化したものに過ぎず、その値が変化するとき、人間が把握する製品の価値にどの程度の影響をおよぼすか、という内容は含まれていない。

価値関数は、性能指標を引数として価値を算出する各種カーブの関数である [2]。性能指標 0 のときに価値 0 をとること、性能指標 1 のときに価値 1 をとること、性能指標が増加すると価値が一定ないし増加することの 3 点を共通のルールとする。これらの関数を候補として典型的に整理しておき、その中から適切なものを、開発者が選択して用いるものとする。たとえば、次のとおりである。

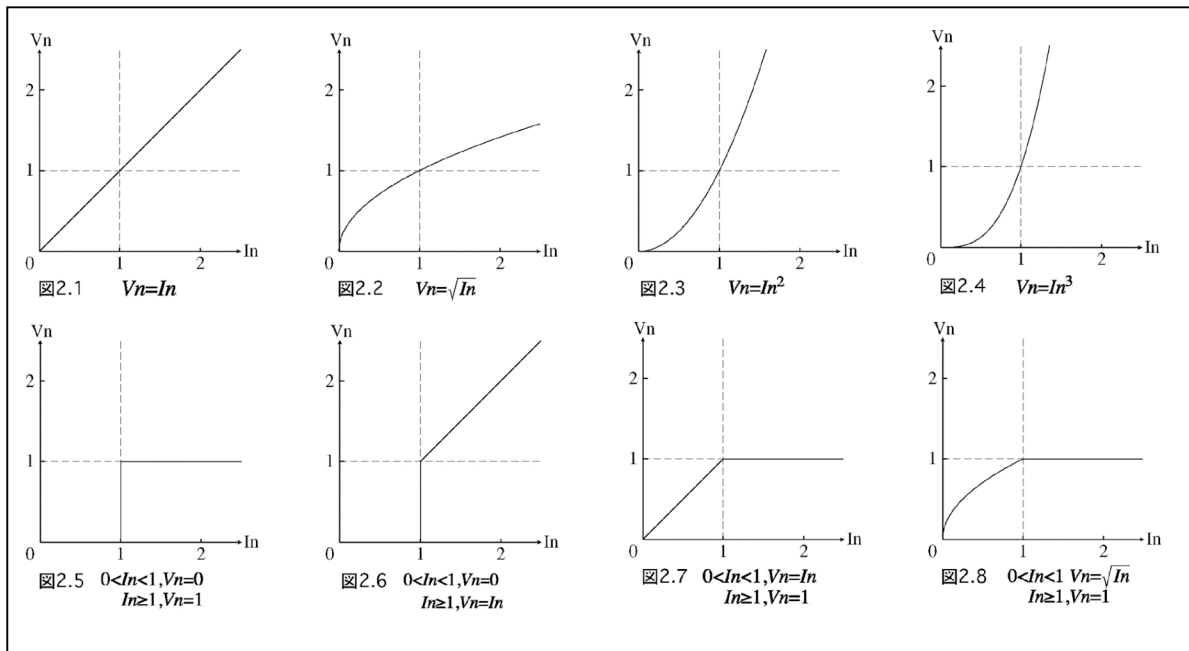


図 2：性能指標—価値関数のヴァリエーション

1)  $V_n = V_n(I_n) = I_n$

線形の関数である。(図 2.1)

2)  $V_n = V_n(I_n) = \sqrt{I_n}$

性能指標が大きくなるにつれ、価値の変化がゆるやかになる関数。性能に対する価値認知上の圧縮性がある場合に利用する。たとえば、対抗製品ですでに主張・認知されている価値の変化を表現するのに適する。(図 2.2)

3)  $V_n = V_n(I_n) = I_n^2$

性能指標が大きくなるにつれ、価値の変化が急激になる関数。性能に対する価値認知上の伸張性がある場合に利用する。たとえば、対抗製品でこれまで主張・認知されていない、新たな価値の変化を表現するのに適する。(図 2.3)

4)  $V_n = V_n(I_n) = I_n^3$

前者の変化をさらに急峻にしたもの。このようにべき値を変化させることにより、関数曲線の形状を制御できる。(図 2.4)

5)  $V_n = V_n(I_n) = IF(I_n \geq 1, 1, 0)$

性能指標 1 以上を価値 1、それ未満を価値 0 とするデジタル化関数。基規準によってもたらされる価値変化を表現するのに利用する。(図 2.5)

6)  $V_n = V_n(I_n) = IF(I_n \geq 1, I_n, 0)$

性能指標 1 以上のとき価値を  $I_n$  とし、それ未満を価値 0 とする関数。法基準で最低性能が規定されているときの価値評価に利用する。(図 2.6)

7)  $V_n = V_n(I_n) = IF(I_n \geq 1, 1, I_n)$

性能指標 1 未満のとき価値を  $I_n$  とし、それ以上のとき、価値を 1 のまま頭打ちにする関数。その性能が、基準性能を確保すればよく、それ以上の性能が製品価値になんら貢献しない場合に利用する。(図 2.7)

8)  $V_n = V_n(I_n) = IF(I_n < 1, \sqrt{I_n}, 1)$

基本となる価値関数を  $\sqrt{I_n}$  とし、価値を 1 で頭打ちとした関数。このように、価値関数を複合して、目的にあった価値関数を形成することが容易である。(図 2.8)

### 2. 3 価値—総合価値関数

以上のようにして導かれた全ての価値を総合し、製品の全体的価値を一意的に表現する総合価値  $V_{syn}$  を算出する関数である。総合の論理が異なる次の 3 種を提案する。全ての  $V_n$  が同一の値  $x$  のとき、 $V_{syn}$  の値が  $x$  となることを共通のルールとしている。

#### 1) 幾何平均を利用した関数 (乗算原則)

$$V_{syn : geometric} = V_1^{K_1} \cdot V_2^{K_2} \cdot \dots \cdot V_n^{K_n} \quad (\text{ただし } K_1 + K_2 + \dots + K_n = 1)$$

$K_n$  によって重みがつけられた、 $V_n$  の幾何平均値、相乗平均値である。個々の価値の発現が、他の諸価値の高さに負っているという特徴を持ち、逆にひとつでも価値 0 の項があれば、総合価値も 0 となる。本質的な諸価値の総合に適し、逆に付加価値の総合には適さない。

図 3.1 は、2 つの価値を、この関数を用いて重みづけ均等で総合したときの総合価値を示したものである。等値線は双曲線となり、2 つの価値がともに高い場合に、総合価値が高く評価される傾向がある。それゆえ、諸価値をバランスよく満たすとの開発方針の場合に選択となる。

#### 2) 算術平均を利用した関数 (加算原則)

$$V_{syn : arithmetic} = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + \dots + K_n \cdot V_n \quad (\text{ただし } K_1 + K_2 + \dots + K_n = 1)$$

$K_n$  によって重みがつけられた、 $V_n$  の算術平均値、相加平均値である。個々の価値の発現が、 $K_n$  の範囲に限定され、かつ他の諸価値の高さに負わないという特徴を持ち、価値 0 の項があっても、総合価値は、必ずしも 0 とならない。相互補完的な諸価値の総合に適し、逆に直列的、連鎖的に関係しあう諸価値の総合には適さない。

図 3.2 は、2 つの価値を、この関数を用いて重みづけ均等で総合したときの総合価値を示したものである。等値線は直線となり、2 つの価値のバランスが多少偏っても、総合価値が高く評価される傾向がある。それゆえ、諸価値の発展可能性を十分に考慮に入れておくとの開発方針をとる場合に選択となる。

3) 合成ベクトルのスカラーを利用した関数（二乗和根原則）

$$V_{syn:vector} = \frac{\sqrt{(K_1 \cdot V_1)^2 + (K_2 \cdot V_2)^2 + \dots + (K_n \cdot V_n)^2}}{\sqrt{K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2}}$$

（ただし  $K_1 + K_2 + \dots + K_n = 1$ ）

全ての  $V_n$  を直交しあうベクトルとみなし、それらの合成ベクトルのスカラーを、同次元単位ベクトル群の合成ベクトルのスカラーで除して得られる値を用いる手法である。上式では価値ごとに  $K_n$  によって重みがつけられている。突出した価値の存在が、他の価値の低さを補うという特徴を持ち、価値0の項があっても、総合価値は0とならず、低い価値が、総合価値に確定的影響を与えない。相互に独立した諸価値の総合、「製品の魅力」というようなインパクト的価値の総合に適し、逆に直列的、連鎖的諸価値の総合、製品にとって必要不可欠な諸価値の総合には適さない。

図3.3は、2つの価値を、この関数を用いて総合したときの総合価値を示したものである。等値線は円弧となり、2つの価値のバランスが偏っても、ひとつの価値が突出して高ければ、総合価値が高く評価される傾向がある。それゆえ、つきぬけて高い価値をもったユニークな製品を目指す開発方針の場合に選択となる。

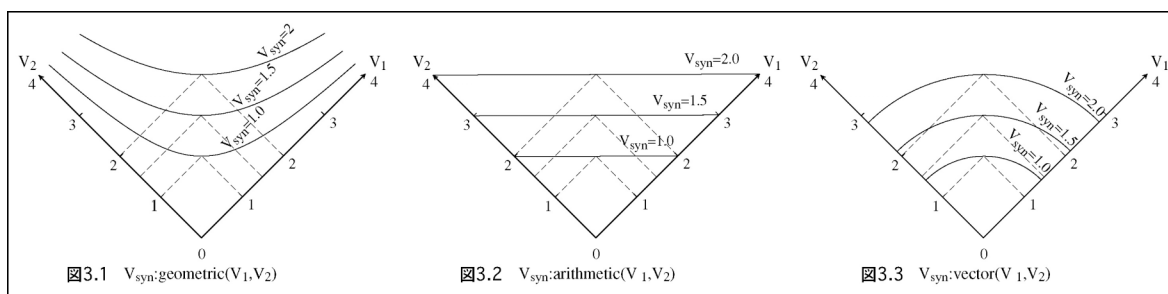


図3：価値—総合価値関数のヴァリエーション

2. 4 価値—総合価値関数の併用および複合

以上のように、3種の価値—総合価値関数はそれぞれの特質を持っているので、開発の方針、目標に応じて適切に選択されなければならない。あるいは、3種の総合価値を共に算出して、開発過程の動向を観察することも有用である。

さらに諸価値を、本質価値群（本質的性能の直列的価値）、付加価値群（当該製品に付加される特徴的価値）、対比価値群（当該製品と対抗製品の対比的価値）に分別し、それぞれに  $V_{syn:geometric}$ 、 $V_{syn:arithmetic}$ 、 $V_{syn:vector}$  の式をあてはめ、さらにそれらを複合的な価値—総合価値関数にまとめれば、当該製品開発にふさわしい価値観を数理的に表現できる。本提案で価値および総合価値が0と1で数値的に標準化されているのは、こうした複合式の構成を容易にするための工夫である。

2. 5 仕様変数—総合価値関数

以上述べた各段階の関数をすべて代入し、仕様変数で総合価値を表現すると、次のようになる。

$$V_{syn} = V_{syn}((K_1, V_1(I_1(P_1(S_1, S_2, \dots, S_m), P_{01}))), (K_2, V_2(I_2(P_2(S_1, S_2, \dots, S_m), P_{02}))), \dots, (K_n, V_n(I_n(P_n(S_1, S_2, \dots, S_m), P_{0n}))))$$

（仕様変数—総合価値関数）

上式の仕様変数のひとつ、たとえば  $S_2$  のみを変数として、他を定数とみなすと、 $V_{syn}$  に

極値や平坦部、遷移部が生ずる可能性がある。開発の目標地点を定める上で重要な観察であると考えられる。

### 3. 開発様態および開発水準

#### 3. 1 各種の開発様態

本評価システムは、各種開発様態に共通に適用できる理論的な基盤であり、これを利用して特定の開発の特質や方針を観察することができる。本章では、各種の代表的開発様態を、本評価システムを通じて再解釈し、説明する [3]。

##### 1) 製品性能の調査、開発方針の策定（各種開発の初期段階）

現行製品の性能を  $P_0$  に置き、各種対抗製品の性能指標  $I$  および価値  $V$ 、総合価値  $V_{syn}$  を評価・蓄積しておけば、新たな開発を決断する際の重要な資料となる。たとえば、市場内の各製品が、似たような開発方針を有しているのか、あるいはそれぞれ異なる開発方針のもとでユニークな製品を投入しているのか観察できる。

先行製品の性能を  $P_0$  に置き、新製品の性能を  $P$  に置き、そのときの  $V_{syn}$  を 1.5 ないし 2.0 として、性能指標—価値関数の選択を調整し、重みづけ係数  $K$  を逆算しておくことも有用である。この一種の校正作業により、開発間の成果の量的比較が可能となり、同時に、経験と開発力に見合った計測的分解能を得ることができる。

##### 2) 仕様探索型開発

現行の製品の性能を  $P_0$ 、開発対象物の性能を  $P$  に置く。 $I$ 、 $V$ 、 $V_{syn}$  で評価を加えつつ、 $S$  を変化させて、試作、実験、評価をくりかえす。

既存の仕様変数だけを取扱い、また関数にも全く変更を加えない現行製品の改良である。現行の製品の価値観に最も強く拘束された開発方針であると言える。

##### 3) 仕様追加型開発

現行の製品の仕様変数  $S$  に、新たな仕様変数  $S_{n+1}$  を導入する。現行の製品の性能を  $P_0$ 、開発対象物の性能を  $P$  に置く。 $I$ 、 $V$ 、 $V_{syn}$  で評価を加えつつ、 $S_{n+1}$  および  $S$  を変化させて、試作、実験、評価をくりかえす。

新たな仕様変数が付加されるため、達成可能な性能の範囲は、一般的に拡大されることになる。仕様変数—性能関数以外の関数はまったく変更されない。現行の製品に新たな技術を付加的に導入して、全体的性能・価値の向上を図る開発方針であると言える。

##### 4) 性能拡張型開発

現行の製品の性能を  $P_0$  に、開発対象物の性能を  $P$  に置く。新規の性能項  $P_{n+1}$  を導入して、さらにそれに見合った新規基準性能  $P_{0n+1}$  を定める。この結果新たな性能指標  $I_{n+1}$  が生ずる。性能指標—価値関数の種別を定めて  $V_{n+1}$  を求め、 $K$  を再配分して  $V_{syn}$  を算出する。以降、 $V_{syn}$  で評価を加えつつ、 $S$  を変化させて、試作、実験、評価をくりかえす。

あらたに付加されるのが性能項である点で、仕様探索型開発と異なる。性能—性能指標関数、性能指標—価値関数、価値—総合価値関数については、新規項が追加されるだけで、本質的な変化を蒙らない。現行の製品に新たな性能・価値を観察することで、製品の汎用性の拡大を企図する開発方針と言える。

##### 5) 性能限定型開発

現行の製品の性能を  $P_0$  に、開発対象物の性能を  $P$  に置く。特定の性能項  $P_n$  を削除する。同様に性能指標  $I_n$ 、価値項  $V_n$  も削除し、 $K$  を再配分して  $V_{syn}$  を算出する。以降、 $V_{syn}$  で評価を加えつつ、 $S$  を変化させて、試作、実験、評価をくりかえす。

性能項が削除される点で、性能拡張型開発のちょうど逆の操作である。性能—性能指標関数、性能指標—価値関数、価値—総合価値関数については、単に項が削除されるだけで、本質的な変化を蒙らない。現行の製品に性能・価値を純化・先鋭化させることで、製品性能を効率的に発揮させようとする開発方針と言える。

## 6) 価値探索型開発

現行の製品の性能を  $P_0$  に、開発対象物の性能を  $P$  に置き、性能指標  $I$  を算出する。この際、各種対抗製品の性能を  $P$  に置いた性能指標  $I'$  を、できるかぎり網羅的に算出しておく。 $I$  と  $I'$  を性能空間上にプロットする。このとき、プロットの包絡線は既存製品群の性能限界を意味する。また、包絡線近傍でプロットのない空白部は、性能が十分高くかつ対抗製品が存在しないところであると判断される。

つづいて、開発対象物の実験に基づき構成された仕様変数—性能関数を用いて、仕様変数  $S$  のうちのどれを、どのように変化させると、上記空白部に達することができるか検討する。

技術的に空白部に到達可能であると判断された場合、空白部中央付近の  $I$  で  $V_{syn}$  を最大にするように、性能指標—価値関数の選定を見直し、 $K$  を再配分して、価値—総合価値関数を再構成してみる。その上で、この式が、意義をもった一貫した開発思想にまとめられるかどうか考察する。いわば価値観側の探索を行うわけである。以降、再構築された仕様—総合価値関数  $V_{syn}$  を用いて、試作、実験、評価をくりかえす。

この開発は、対抗製品の空白部を性能空間内で探索し、その価値をあえて発見しようとするコンセプト的な開発である。性能—性能指標関数、性能指標—価値関数、価値—総合価値関数が再構築される点で、これまで説明した開発様態とは根本的に異なっている。既存技術を活用しつつ、異なる特質と価値観を体現する新製品を目指し、市場に多様性をもたらそうとする開発方針であると言える。

## 7) 価値侵略型開発

開発対象物の性能を  $P$  に置く。次に、その開発対象物の特性に基づき、考え得るさまざまな対抗製品の性能を  $P_0$  に代入する。この際に選択する対抗製品は、開発対象物と部位・用途が同一で、かつ部品構成や製造原理がなるべく異なる製品が適切である [4]。 $V_{syn}$  を最大にするためには、いかなる対抗製品をとるのが最も有利か考察し、侵略対象とする対抗製品を確定する。

つぎに、その対抗製品の総合価値を表現する価値評価体系を輸入する。すなわち、 $V$ 、 $K$ 、 $V_{syn}$  およびそれらの間の関数群が置き換えられる。以降、再構築された仕様—総合価値関数  $V_{syn}$  を用いて、試作、実験、評価をくりかえす。

この開発における、基準性能の代入と対抗製品の価値体系の輸入は、開発対象物の仕様をとりあえず固定し、逆に侵略しようとするライバルを探索・確定して、相手側の価値観のもとでの競争を企てることを意味している。この点で、異なる価値を持つ製品分野へと果敢に乗り出していく、侵略的な開発方針であると言える。

## 8) 仕様変数の最終的確定（各種開発の最終段階）

実験に基づき、総合価値  $V_{syn}$  を仕様変数  $S$  で表現した上で、 $V_{syn}$  の極値や平坦部を探索して適切な値を決定する、あるいは、 $V_{syn}/Cost$ （たとえば材料コストや生産コスト）の値を元に評価する、などの手法が考えられる [5]。

## 3. 2 開発水準

前節の各種開発様態を総覧してみると、それらが段階的な水準に整理できることに気づく。これを開発水準と呼ぶ。開発水準は、当該開発において、仕様変数—総合価値関数のどの項までを変数とみなし、どの項までを定数とみなすかという点で決まる。これを 2.1 節で解説した仕様空間、性能空間、価値空間の区分に対応させて、次の 3 段階とする [6]。

### 1) 仕様空間水準の開発

仕様探索型開発、仕様追加型開発において、開発中に能動的に取り扱う変数は、仕様変数  $S$  に限られる。その他はすべて定数、参照値として扱われ、仕様変数—性能関数以外の関数に変化は及ばない。こうした開発を、仕様空間水準の開発と呼ぶ。

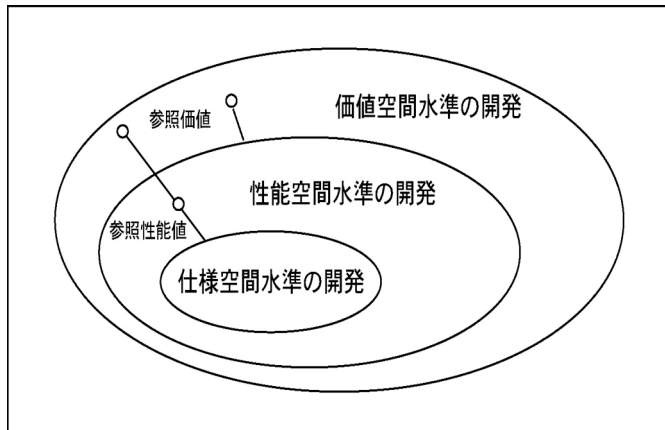
### 2) 性能空間水準の開発

性能拡張型開発、性能限定型開発において、開発中に能動的に取り扱う変数は、仕様変数  $S$  に加え、性能項  $P_n$ 、基準性能項  $P_{0n}$  の付加や削除に及んでいる。これに対応して、 $I$ 、 $V$ 、 $K$  でも項の付加や削除がなされるが、それ以外の大部分の項には影響を及ぼ

さず、価値評価体系の大部分が温存されている。こうした開発を、性能空間水準の開発と呼ぶ。

### 3) 価値空間水準の開発

価値探索型開発、価値侵略型開発では、開発中に能動的に取り扱う変数は、 $S$ や $P$ 、 $P_0$ だけでなく、性能指標 $I$ あるいは価値 $V$ の全体的入れ替え、重みづけ係数 $K$ の抜本的再配分に及んでいる。すなわち、仕様変数—総合価値関数のほとんどの項を、ある時は変数として、ある時は定数として取り扱っているのである。こうした作業を通じて、価値評価体系自体が大きく変換されていく。こうした開発を、価値空間水準の開発と呼ぶ。



性能空間水準の開発といえども、仕様変数の探索は行なわれるし、同様に価値空間水準の開発であっても、仕様変数や性能などの探索は行なわれる。すなわち性能空間水準の開発は仕様空間水準の開発を含み、価値空間水準の開発は、さらにこれらを含むという、図4のような関係が存在すると考えられる。

図4：各開発水準の開発の包含関係

## 4. まとめ

### 4. 1 結論

本評価システムの提案と考察により、次のことを明らかにした。

- ・仕様、性能に加え、価値の概念を導入することにより、幅広い開発様態に適合する評価システムを、数理的・理論的基盤として提案した。
- ・上述の理論的基盤のもとで、各種の開発様態の特性と相互の違いを再解釈した。
- ・上述の理論的基盤に基づき、開発水準を定義し、仕様空間水準、性能空間水準、価値空間水準の3段階に区分した。

### 4. 2 開発における本評価システムの効果と意義

本評価システムを利用することで、製品開発に次のような効果と意義を与えるものと考えられる。

- ・仕様上多変量の製品開発の、拡散した問題群を段階的に整理・統合して、構築的にとらえ直すはたらきがあり、多変量の製品開発を効率的に行うことを可能にする。
- ・開発の成否は、製品性能の高さにかかっているのみならず、その性能の価値を人間がどのように認識するかという、人間の側の要因にも大きく左右される。本評価システムはこのような要因、すなわち開発のコンセプトやユーザの価値観を、具体的・数量的に表現できる。
- ・本評価システムによる論理性の導入により、議論の正確化、開発方針の的確な理解、組織の合意形成の促進などの効果が期待できる。
- ・本評価は、開発対象物の性能の潜在的可能性を発掘したり、極めて独創的な価値を発見する手助けになりうる。
- ・本評価は、開発対象物の評価に利用できるだけでなく、開発過程の一貫性・合理性の評価、開発達成度の評価など、開発過程それ自体の評価にも利用できる。



## 謝辞

本研究は、社団法人日本鉄鋼連盟、第3期21世紀鋼構造フォーラム「薄板鉄鋼材料を用いた鋼構造建築物の可能性の探究と開発WG」における共同研究より派生して生まれたものである[7]。研究資金をご提供下さった同連盟、ならびに積極的にご討論頂いた同WGメンバー諸氏、とりわけ貴重なご意見を下さった東京工業大学の五十嵐規矩夫准教授、日新製鋼の渡邊力氏に衷心より感謝申し上げます。また、引き続き筆者の議論相手をして下さった同僚の川口淳、平林典久の両先生に感謝申し上げます。

## 注および参考文献

- [1] 平林典久, 川口淳, 富岡義人: 性能主義構造設計理論の確立に関する基礎的考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, # 22245, C-1分冊, p. 489, 2004. 本研究の端緒となったアイデアを記した構造設計理論に関する論文。本稿では同じアイデアを製品開発論に転換したため、用語・概念について大幅な再検討と修正を加えている。また、関連する既往研究として、建設省建築研究所(当時)における「材料設計に関する研究」の一連の成果がある。とくに関連の深いものとして、材料設計に関する研究, 建築研究資料, No. 44, 建設省建築研究所, 1965. 3., 材料設計に関する研究(第5報) = 要求条件の選定とグレード決定システム, 建築研究資料, No. 64, 建設省建築研究所, 1973. 1. を挙げる。また、これら一連の研究をまとめたものに、建築材料設計研究会編著: 性能から見た建築材料設計用教材, 彰国社, 1996. 10. がある。しかしながら、これら一連の研究が取り扱っている「材料設計」とは、「建築設計段階における建築材料の合理的選定方式の適用」を意味しており、本稿の扱う「建材製品の開発」の段階とは明らかに異なっている。
- [2] 物理的刺激量に対する人間の感覚強度の非線形性を導入した評価指標の一例として、アナログ電子工学、音響工学などで用いられる dB (デシベル) 単位がある。これは、人間の感覚強度と刺激の物理的量との関係を示した「ウェーバー・フェヒナーの法則」を設計上の評価単位として導入したもので、たとえば増幅器の場合、入出力振幅比の対数に基づいて dB 値が求められる。多段増幅器の総合増幅性能は、各段の dB 値の和で表現される。ステューブンス (Stevens, S.S.; 1906-73) は、ウェーバー・フェヒナーの知見を拡張し、人間の感覚強度  $R$  と刺激の物理量  $S$  との関係、 $R = k \cdot S^n$  と一般化することを提唱した(1957年)。 $k$  は比例定数、 $n$  の値は感覚・刺激の種類によって異なり、音量では  $n = 0.30$  (感覚強度が圧縮される)、腕の皮膚の冷感では  $n = 1.00$  (感覚強度が線形である)、電気ショックでは  $n = 3.50$  (感覚強度が伸張される) とされている。本稿の性能指標一価値関数の一部は、この知見を類推的に援用したものである。
- [3] 本稿中で触れた各種開発様態は、網羅的なものではなく、他の開発様態の存在を否定するものではない。
- [4] 侵略的開発において、開発対象物と部位・用途が同一で、かつ部品構成や製造原理が同じ製品を対抗製品とすると、結果的に単なる模倣ないし改良となる可能性が高い。
- [5] このように、本稿ではコストの問題を総合価値評価の外部において考察している。建材製品の生産コストの算出には、月産量、開発費、設備投資などの経済的要因が深く関わるため、別個のコスト積算式を想定した方が自然だと考えたからである。もちろん、本評価システムの性能項、価値項のひとつとして、コスト項を導入する可能性もあるが、本稿執筆時点では、このことについて十分検討していない。
- [6] 開発方針や価値評価体系、開発水準の如何は、開発対象製品の広告・営業活動の方法や内容を検討する際の資料となると考えられる。
- [7] 21世紀鋼構造フォーラムにおける研究内容の全容については、以下の文献を参照。21世紀鋼構造フォーラム研究報告 = 6年半の活動とその成果, 建築研究資料, No. 113, 独立行政法人建築研究所, 2008. 2. またフォーラムにおいて主題とした薄鋼板構造建材に関する本評価システムの単純な適用例については、以下の文献を参照。富岡義人: 薄鋼板を利用した構造パネルの性能比較と建材開発における性能評価, 建築技術, 704号, pp. 212-218, 2008. 8.