

一般設計学の芸術分野への応用としての楽曲創作過程のモデリング*

江 村 哲 二 *1

Modeling of Music Creation Process As an Application to Creative Arts Field of Yoshikawa's General Design Theory

Tetsuji EMURA

General Design Theory (GDT), which was presented by Yoshikawa in 1979, holds the possibilities that the object can be also applied to creative arts field in addition to narrow sense artifacts, because the description of GDT is very wealthy in abstract-ability and generality. The purpose of this study is how the music creation process can be described by using GDT, and also researches the application possibilities to creative arts field of GDT.

An expression requirement by a self-expression desire that was born from a composer's environment is generally symbolized on the form "music", and a performer interprets into the entity "sound" using above-mentioned music that indicates the attributes (pitch, dynamic and time value) of sound with the notation. In this paper, it deals with so-called "composition" which is the process from requirement to music. Generally, the creation processes of musical works in creative arts field are personal very much and most of the descriptions about process are ambiguous. By deducing various theorems about music creation process by using GDT, a clear description becomes possible. The gotten results don't have contradiction with musicology, and an application possibility to creative arts field of GDT is shown.

Key Words: Design Engineering, Design, Modeling, Synthesis, Arts, Music, Composition, General Design Theory

1 緒 言

大量消費されることを主目的とした商業音楽の創作とは違って、表現芸術としての音楽の創作過程は、まず音楽を創出する作曲家自身の自己表現欲求から始まる。その欲求は創作する本人の環境から生まれ、また自己が要求するその表現内容もまた創作者の環境から決定されていると考えられるから、環境が異なればその表現内容も異なり、当然誰ひとり全く同じ環境を持つ他人は存在しないから、何人であれ時間空間を超えて同じ表現要求は有りえず、ある作品がその作者故の作品であることが表現芸術としての音楽の特徴であるといつてよい。それ故に、それら創作過程の本質は個人的な特別な過程であると一般に捉えられていて、時にはそれは天より啓を受けた神秘的な過程とさえされ、今ある創作過程の記述のそのほとんどが曖昧な表現による記述にとどまっている。しかし作曲というものが作曲を行う者の知性の表現であり、その過程が作者の持つ知性の統合であるならば、そこになんらかの論理が存在することは言うまでもなく、当然それを記述する方法論も存在するはずであると同時に、また先述したような非論理的なプロセスも実際に存在するのならば、それはどのように記述され得るのか。また、近年は電算機のパーソナル化が進み、芸術作品の創作過程

にも電算機の利用が大変盛んになってきているが、昨今のあまりにも急速な電算機技術の発展のため、創作過程の本質を欠いたまま、きわめて安易にそれらが用いられている場合も少なくない。それら芸術工学の発展のためにも芸術作品の創作過程がどのように記述可能であるのか、まずそれを明確にする必要がある。

一方、1979年の吉川の「一般設計学序説」に始まる吉川、富山らの一般設計学の一連の論文⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾は、それが工学の分野を念頭において展開された理論であるものの、存在しないものを新たに生み出すという創造の本質という観点で見れば、その記述は極めて抽象性に富み、かつ一般的であり、その対象を狭義の人工物のみならず、同じ人間の創造行為である芸術の分野においても、それを応用できる可能性を秘めているものとする。以上を鑑みて、本研究は一般設計学を使って、芸術作品の創作過程の一例として、音楽作品の創作過程のモデリングを行い、それがどのように記述され得るかを研究すると同時に、一般設計学の表現芸術の分野における可能性を探ることもその目的としている。

2 一般設計学の楽曲創作過程への応用

2.1 楽曲創作と楽曲分析 音楽作品の創作過程を図示したものが図1である。作曲家の環境から生まれた

* 原稿受付 2000年2月22日。

*1 正員、作曲家、Email: emur@trust.ocn.ne.jp

自己表現欲求による表現要求は，一般に「楽譜」Music という形態を用いて記号化され，演奏家はその楽譜を用いて，作曲家の要求を「音」Sound という実体への翻訳を行う．一方，上記の逆の経路が楽曲分析である．楽曲分析は楽譜または音から作曲家の表現要求を読み取ることを主題として，その作曲家の環境を把握し，さらには創作当時の社会をも考察することである．楽曲分析はこれまでに多数の研究者により多数の研究が成されており，その特性上その過程は美学的，社会学的な側面も併せもつが，例えば Nattiez⁽⁵⁾ はそれらを記号的記述によって「一般音楽学」としてまとめるに至っている．それに対して楽曲創作に関する研究は，例えば Brelet⁽⁶⁾ に代表される美学的研究以外の，特にその過程の記述に関する研究があまり見当たらないのは緒言で述べたとおりである．尚，本報では上記の楽曲創作過程の内，作曲家の要求から楽譜への過程である，いわゆる「作曲」Composition 過程を扱う．

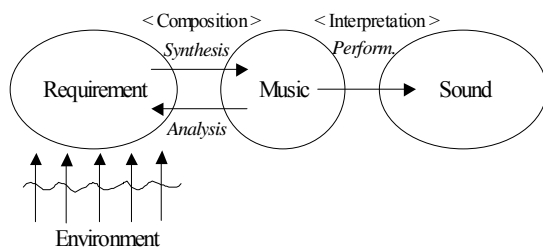


Fig. 1 Creation Process of Musical Work

2.2 一般設計学 吉川⁽¹⁾ は一般設計学を対象の種類に依らない一般的な設計過程を記述する公理的方法論であるとしている．吉川は

「自然に存在しない人工物を生み出す設計という行為が可能となるための必要条件は，すでに存在するものに関する知識の論理的操作の結果として，存在しないものをも概念として形成することの可能性である．」

と述べ，実体集合および最も重要な基本概念として，実体概念と抽象概念の2つをあげ，それらを以下のように定義した．

定義1：実体集合とは，すべての実体を元とするような集合である．すべての実体とは，存在するもの，存在したもの，存在するであろうものを含む．

定義4：実体概念とは，人間が実体を体験することによって成立させた概念である．これはその実体の属性や機能などのように，抽象化の結果得られる抽象概

念とは全く独立である．しかし抽象概念はこの実体概念から発生する．

定義5：抽象概念とは，人間が意味ないし価値に導かれて実体概念を類に分類したとき，その各類に関する概念をいう．

そして，これらの概念の取り扱いを形式化するために，吉川は以下の3つの公理を提案した．

公理1（認識公理）実体は属性（あるいは機能，形態などの抽象概念）によって認識あるいは記述することが可能である．

公理2（対応公理）実体集合と（理想的な）実体概念集合とは1対1対応する．

公理3（操作公理）抽象概念集合は実体概念集合の位相である．

吉川はこの3つの公理をもとに，人工物の設計過程に関するさまざまな定理群を導出し，その公理体系を一般設計学と呼んだ．この理論は公理系による形式化をとっているため，きわめて抽象性が高く，その適用範囲が広いことが特徴である．

2.3 要求空間と属性空間 以下，一般設計学を用いて楽曲創作過程のモデリングを行う．まず，楽曲においては，

- 実体：音
- 属性：音の基本3要素（音高，音強，音価）
- 要求：作曲を行う者が要求する音楽

とし，次に公理1，2より以下の集合を導入する．

- 実体概念集合：Entity Concept Set : S
- 属性概念集合：Attribute Concept Set : X₀
- 要求概念集合：Requirement Concept Set : X₁

そして，抽象概念である属性概念と要求概念は，公理3より実体概念集合 S を台集合とした以下の位相空間を形成する．

- 属性空間：Attribute Space : (S, X₀)
- 要求空間：Requirement Space : (S, X₁)

すると，一般設計学が与える定理より（あるいは位相空間の持つ性質より）要求 X₁ は要求概念集合から適当に選んだ元の積で与えられ，また属性 X₀ は属性概念集合から適当に選んだ元の積で与えられるから，Nを自然数として，

$$X_1 = \bigcap_{n \in N} X_{1n} \quad (X_{1n} \in X_1)$$

$$X_0 = \bigcap_{n \in N} X_{0n} \quad (X_{0n} \in X_0)$$

となる．そして，一般設計学を参考に，作曲に関する以下の定義を与える．

定義 1：作曲とは，要求空間に示された領域に対応する属性空間の領域を指定することである．

以上の公理と定義より，以下の定理が導出される．

定理 1：作曲過程は，属性空間(S, X0)から要求空間(S, X1)への恒等写像が連続写像である．

証明：属性空間(S, X0)から要求空間(S, X1)への恒等写像を j とする．属性空間の元 s の写像 j による要求空間の像 $j(s)$ の近傍 N の逆像 $j^{-1}(N)$ が属性空間の元 s の近傍になっていれば写像 j は連続写像である．写像 j が連続写像である必要十分条件は属性空間(S, X0)の位相が要求空間(S, X1)の位相よりも強いこと，つまり $X0 \supseteq X1$ である． $X0 \supseteq X1$ であれば要求はすべて属性に包含される．ゆえに題意は証明された．証明終り．

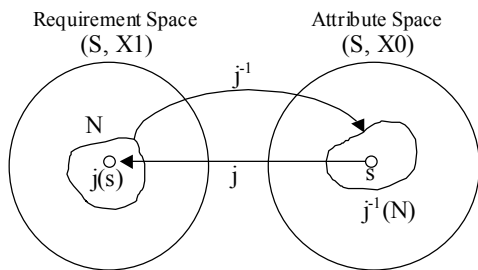


Fig. 2 Composition Process

定理 2：作曲過程は，要求空間(S, X1)から属性空間(S, X0)への恒等写像が不連続写像である．

証明：要求空間(S, X1)から属性空間(S, X0)への恒等写像を連続写像とする．その必要十分条件は要求空間(S, X1)の位相が属性空間(S, X0)の位相よりも強いこと，つまり $X1 \supseteq X0$ である． $X1 \supseteq X0$ では属性に包含されない要求が存在する．これは不合理である．ゆえに題意は証明された．証明終り

分析は属性空間(S, X0) → 要求空間(S, X1)へと進む過程であるから，分析は連続写像である．分析者たちは連続写像を扱っているが，一方その逆の過程である作曲は不連続写像である．よって作曲の解は一義的には決定できず，作曲者は直ちに要求空間から属性空間への写像を実行することができない．また定理 1, 2 より要求と属性の各位相の強弱関係は $X0 \neq X1$ ということになる．つまり作曲者が自己の要求を属性化した楽譜というものには図 3 に示すように作曲者の要求のみならず，それ以外のなんらかの情報も必ず含んでいるということになる．よって楽譜を用いて音に翻訳

する演奏者は，その楽譜から得られる情報の中から作曲者の要求位相を抽出しなければならない．これが元来呼ばれている「解釈」という意味にほかならない．

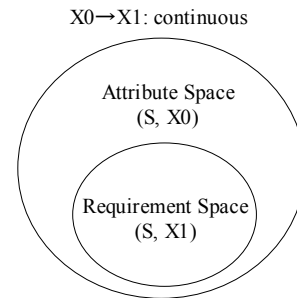


Fig. 3 Requirement and Attribute

2.4 機能空間の導入 以上のモデルにおいては，作曲者は直ちに要求空間から属性空間への写像を実行することはできないが，要求概念と属性概念との間に何らかの収束過程を設けることによって，作曲者は属性空間に自身が要求する何らかの解を見つけることができるはずである．しかしながら，このモデルは実際には実行できない．なぜなら要求概念は精神面から概念形成されたものであり，属性概念は楽譜という全く物理的な記号として概念を記述しており，その両者間にある知識は一般に我々には所与されていないからである．我々が楽譜という音の属性を記した媒体を考えたとき，次の定義が導入されていると考えることができよう．

定義 2：一般に楽譜とは，そこに記された音が実際に響いたときに発現する音響的機能を記述したものである．

この定義をもとに，公理 1, 2 より以下の集合を導入する．

機能概念集合：Function Concept Set : M

そして公理 3 より実体概念集合 S を台集合とした以下の位相空間を形成する．

機能空間：Function Space : (S, M)

つまり機能 M は先述の抽象概念同様，以下の式のごとく機能概念集合から適当に選んだ元の積で与えられるので， N を自然数として，

$$M = \bigcap_{n \in N} M_n \quad (M_n \in M)$$

となり，機能空間を要求空間と属性空間の間に介在させることにより，要求空間(S, X1)から機能空間(S, M)への写像を g ，機能空間(S, M)から属性空間(S, X0)への写像を f とすると，作曲過程である要求空間(S, X1)

から属性空間(S, X0)への写像は、結局これらの合成写像 f・g で表現できる。また写像 f の逆写像を i , 写像 g の逆写像を h とする。これらよりただちに以下の定理 3 が演繹される。

定理 3 : 作曲過程は、写像 h かつ写像 i が連続写像である。

証明: 定理 1 より写像 j に相当する合成写像 h・i は連続写像である。よって題意は明らか。証明終り。

2.5 構造空間の導入 以上までの作曲過程モデルにおいて、f および g の 2 つの写像のうち、写像 f は写像 i の逆写像であり、写像 i は属性空間から機能空間へと移す連続写像であるから、楽譜に固定された音の属性、即ち音高、音強、音価から機能が生じるものと理解される。つまり写像 g 以降の作曲過程は写像 i の逆写像を求める過程と表現できるが、機能が作曲者固有の環境から生まれた精神的な要求から写像 g によって移されたものであるならば、その先にある属性というまったく物理的な記号で表される空間との間に、機能でも属性でもないメタフィジカルな空間を新たに定義できるはずである。(これは一般設計学におけるメタモデル理論⁽³⁾⁽⁴⁾に相当する。)本研究ではメタモデルとして、構造⁽⁷⁾⁻⁽⁹⁾に関する抽象概念集合を新たに導入し、以下の定義を与える。

定義 3 : 構造とは、接続関係により属性と 1 対 1 対応をするものであり、また既知の環境下においてある機能を発現する。

そして構造について生成される概念からなる集合を構造概念集合: Structure Concept Set : St

とし、他の抽象概念と同様に以下の位相空間を考える。

構造空間: Structure Space : (S, St)

つまり、構造というのは接続関係によってすべて属性と結合されており、構造が決まった時点で属性はすべて決まっているということであり、またある環境を与えることによって、その構造特有の機能が発現するということである。ここでいう「接続」とは既成のあるいは作曲者が決めた記譜上のルールと考えてよい。先述したように音の基本 3 要素は音高、音強、音価であるが、それらにある関係を持たせたものを音楽学では、音楽の基本 3 要素と呼び、それらを和声構造、リズム構造、旋律構造としている⁽⁵⁾。よってメタモデルとして構造を考えることは音楽学的にも矛盾しない。

2.6 環境の導入 ところで、定義 2 によって機能概念集合を導入したが、この定義は属性を記述する楽譜

という媒体を考える際に導入されているものであって、機能そのものについては未だ明確な定義が与えられていない。まず、一般設計学を参考に、以下の仮説を立てる。

仮説 1 : 機能概念集合とは、有限個の自然法則について生成された概念に被服されたコンパクトな抽象概念集合である。

ここで以降、有限個の自然法則について生成された概念からなる集合を、

自然法則概念集合: Natural Law's Concept Set : P

とし、他の抽象概念と同様に以下の位相空間を考える。

自然法則空間: Natural Law's Space : (S, P)

そして次に機能に関する以下の定義を与える。

定義 4 : 機能とは、それが既知のある環境下に置かれたときに発現する自然法則のことである。

これは要求空間と機能空間との写像に創作者自身の環境が影響していたのと同じように、機能空間と構造空間との写像に自然法則という環境を与えることを意味する。以上の 2 つの定義と先の仮説 1 より以下の定理が導出される。

定理 4 : 自然法則に覆われた局所的な領域では、かかる自然法則概念集合の濃度を増すことにより機能空間から構造空間への写像が連続となり、自然法則概念の数の増加とともに機能から構造へ向かう点列が存在する。

証明: 定義 4 より機能 M は、P を自然法則概念集合として

$$M = \bigcap_{i \in I} M_i^P \quad (M_i^P \in P, I: \text{可算集合})$$

と表される。また仮説 1 より

$$M \subset \bigcup_{\lambda \in \Lambda} M_\lambda^P \quad (M_\lambda^P \in P, \Lambda: \text{有限集合})$$

である。ここで定義 3 より構造 St として

$$St_\Lambda = \bigcap_{\lambda \in \Lambda} M_\lambda^P$$

を考えると自然法則概念集合の濃度 Λ を増すことで

$$St_\Lambda \subset M$$

となる。つまり自然法則に覆われた局所的な領域では、自然法則の詳細化で機能空間から構造空間へ向かう写像が連続となり、N を自然数として

$$St_n = \bigcap_{i=1}^n M_i^P \quad (M_i^P \in P, n \in N)$$

であるから、自然法則概念の数の n の増加とともに機能から構造へ向かう点列が存在する。証明終り。

つまり、機能空間と属性空間の間に構造空間を与え、その環境に自然法則を選ぶと、かかる自然法則の概念を詳細にしていくことによって、機能空間から構造空間へ写像が連続になる。つまり作曲過程において構造とは、作曲者が直接与えるものではなく、要求する機能を覆う環境を詳細にすることによって、機能と環境から与えられるものである、ということになる。そして構造が得られれば、接続関係により音の属性は一義的に決定されるから、結局、要求する機能から属性が与えられ、楽譜としてそれが固定され作曲が終了する。さらに以下の2つの定理も直ちに導かれる。

定理5：作曲過程は、写像 f あるいは写像 g が不連続である。

証明：定理2より合成写像 $f \cdot g$ は不連続写像である。よって題意は明らか。証明終り。

定理6：自然法則に覆われた局所的な領域では、写像 g が不連続である。

証明：定理2より合成写像 $f \cdot g$ は不連続写像である。定理5により写像 f あるいは写像 g は不連続である。自然法則に覆われた局所的な領域では定理4によって写像 f が連続になる。よって写像 g は不連続である。証明終り。

つまり写像 f は自然法則の詳細化によって局所連続性があるが、写像 g が不連続になることは避けられない。よってこの過程には何らかの収束過程を設ける必要がある。その過程で有力なものが下記に示す abduction⁽¹⁰⁾ と演繹 deduction との組による収束過程である。

$$\frac{X_I \quad M \rightarrow X_I}{M} : \text{abduction}$$

$$\downarrow$$

$$\frac{M \quad M \rightarrow X_I}{X_I} : \text{deduction}$$

これは、要求する X_I に対し、何らかの M を仮定し、その M を用いて X_I を演繹し、先の X_I と比較検証を行い、その差を少なくする方向に M を修正していく過程である。もっとも M を仮に決めれば f の連続性を利用して X_0 を得ることができるので、一旦 M を X_0 に移してから Interpretation を経て実体 S を聴いてから X_I を検証し、仮定した M を修正する方法も考えられる。また昨今は創作過程に電算機を使用することが盛んであるが、それは局所連続性のある写像 f に限られ、写像 g には非論理過程である abduction を含んでいるため、演繹マシンである一般的な電算機では、それを利用することができない。言い換えれば、この写像 g が元来問われてきた、言葉や論理では説明のできない創作

過程における飛躍的な発想の過程であるということが出来る。図4に以上のモデリングをまとめて図示する。

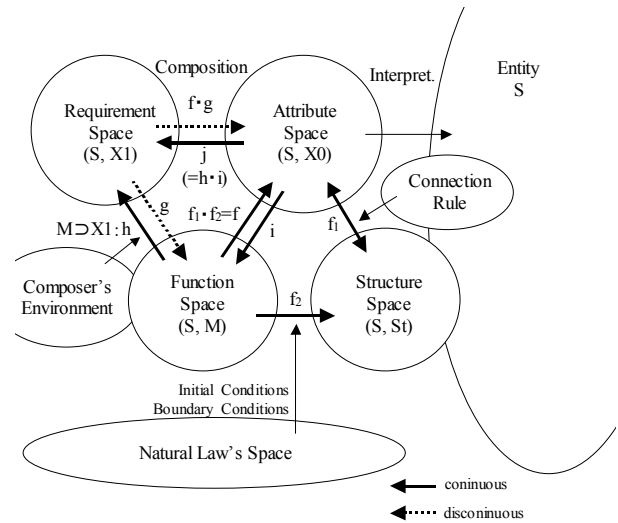


Fig. 4 Modeling of Music Creation Process

3 自然法則による構造化の一例

さて、先の写像 f_2 において、機能に環境を加える、つまり本件の場合、自然法則の詳細化とは、具体的にはどのような行為を意味するのであろうか。ここでは音楽に関するもっとも身近な自然法則として弦の振動を考えてみる。

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\rho}{T} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$c = \sqrt{T/\rho}, \quad B. C.: y = 0 \text{ at } x = 0, l$$

$$y = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin\left(\frac{n\pi}{l} x\right) \cdot \exp\left[i \frac{n\pi c}{l} t\right] \dots\dots\dots(2)$$

線密度 の弦を張力 T で張った弦の振動方程式は、式(1)のように与えられ、この解は例えば境界条件として、ヴァイオリンのように両端が固定されたものを考えると、その解は式(2)ようになる。これは弦の振動は無数の調和振動の和として記述できることを示しているわけであるが、自然数 n によって弦の振動波形が異なり、またその n 数に応じた周波数で振動し、弦長が同じであれば、振動周波数と n 数が比例関係にある。Rameau⁽¹¹⁾ は、この弦の振動方程式を対象に、その解に含まれる自然数 n の低次をその制約として得られる振舞いを使って、その主著 *Traité de l'Harmonie* を著わしたと解釈できる。しかし Rameau が扱った上記の振動方程式の解は、自然数 n の次数について何ら特別な値が存在するわけではなく、 n 数は1から無限まで有効

であり、低次の n 数で表現される Rameau の調性音楽は何ら特別の意味を持っているわけではない。特に式 (2) はフーリエ級数の式と同じであり、自然法則の対象、制約、振舞いを考えれば、作曲者が自然数 n という制約を 1 から無限の間で選択し⁽¹²⁾、それによって作品の構造が決定されていく過程を、また弦のような 1 次元モデルのみならず、鐘などの 3 次元物体の振動を対象に⁽¹³⁾ その振動モードの次数を制約として得られる振舞いによって、さらには媒質である空気の振動現象を対象に⁽¹⁴⁾ その強い初期条件依存性を制約として得られる振舞いによって、作品が構造化される過程を考えることも必然性のある創作過程と解釈できる。これらは仮説 1 が前提ゆえの結果であるが、この仮説は、音楽はすべて音という自然現象を扱っているという事実に基づいたものであり、逆に、いかなる作曲家も自然法則からは逃れることができないとも言える。

4 結 論

1. 作曲過程である要求空間から属性空間への恒等写像は不連続写像である。よって、作曲者が要求する作曲の解は一義的には決定できない。また作曲とは逆方向の過程である属性空間から要求空間への恒等写像は連続写像である。

2. 作曲者が作曲過程によって自己の要求を属性化した楽譜というものには、作曲者の要求のみならず、それ以外の情報も必ず含んでいる。

3. 機能概念集合が有限個の自然法則概念集合に被服されたコンパクトな概念集合であると仮定し、機能空間と属性空間の間に構造空間を導入すると、その環境である自然法則を詳細にしていくことによって、機能空間から構造空間への写像が連続写像になる。つまり作曲過程において構造とは、与えるものではなく機能と環境から与えられるものである。そして構造から属性は一義的に決定され作曲は終了する。また、要求空間から機能空間への写像は不連続写像である。

4. 自然法則の詳細化とは、要求する機能を振舞い得る自然法則を選び、その対象に制約を与えることを意味するものであると解釈できる。

5 展 望

結論の考察として特筆すべきは、一般設計過程においては機能空間に要求仕様が一意に記述されていたのに対し、作曲過程では要求空間と機能空間が不連続で

あり、いわばその過程が創作の本質を決めている点にある。それは設計過程とは違って楽曲の創作においては、要求が機能そのものではないことに起因しており、これは設計過程と作曲過程の基本的な相違点である。また図 1 に示したように、楽曲創作過程は作曲過程のみならず Music から Sound への演奏過程も存在する。特に作曲者が要求概念位相を形成するとき、実体概念としての音は、演奏過程を経たあとをイメージすることによって得られた概念から形成されているので、要求概念にはある特定の演奏者が前提となっている場合がある。また演奏者が作曲者である場合も存在し、昨今は演奏者が人間ではなく機械である場合も出現してきている。それは図 1 における Music の消滅をも意味しよう。音楽史的には楽譜と鳴り響く音楽との間にある解釈の厚さが時代とともに薄くなってきていると捉えることも可能であろうし、それら多様な演奏過程を含めた楽曲創作過程はどのように記述され得るのか。本研究で得られた結論は音楽学的にも特に矛盾するものではなく、音楽芸術の分野に一般設計学の応用は可能であろうと考えられるが、その発展のためには今後もさらに音楽学との交流⁽¹⁵⁾⁻⁽¹⁷⁾が重要である。

文 献

- (1) 吉川, 精密機械, 45, 8, (1979) 906.
- (2) 吉川, 精密機械, 47, 4, (1981) 405.
- (3) 富山・吉川, 精密機械, 49, 4, (1983) 441.
- (4) 富山・吉川, 精密機械, 51, 4, (1985) 809.
- (5) Nattiez, J. J.: *Musicologie Générale et Sémiologie*, Christian Bourgeois Editeur, Paris (1987)
- (6) ブルレ, G.: 海老沢・笹淵共訳, 音楽創造の美学, 音楽之友社 (1969)
- (7) Schönberg, A.: *Structural Functions of Harmony*, Norton (1954)
- (8) Cooper, G. W. and Meyer, L. B.: *The Rhythmic Structure of Music*, Chicago Univ. Press (1960)
- (9) Forte, A.: *The Structure of Atonal Music*, Yale Univ. Press (1973)
- (10) Peirce, C. S.: C. Hartshorne and P. Weiss (eds.), *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, Harvard Univ. Press (1978)
- (11) Rameau, J. P.: *Traité de l'Harmonie*, Facsimile of the 1722 Paris Edition, Broude Brothers, New York (1965)
- (12) Lindberg, M.: *Joy*, Ed. Wilhelm Hansen, Copenhagen (1990)
- (13) Dalbavie, M. A.: *Seuils*, Ed. Jobert, Paris (1991)
- (14) Emura, T.: *Les Papillons de Lorenz*, Ed. Billaudot, Paris (1999)
- (15) 江村, 音楽芸術, 56, 9, (1998) 66.
- (16) 江村, 音楽学, 44, 3, (1998) 193.
- (17) 江村, 音楽学, 45, 3, (1999) 228.