

## 鍵盤楽器演奏技能の習得 visuomotor 系列学習の側面から

大 澤 智 恵

### Abstract

The performance of keyboard instruments has a visuomotor sequence aspect. Some previous studies of visuomotor sequence, in forms similar to keyboard instrument playing, were reviewed, and issues discussed in these studies were collated and cited in order to set out the issues involved in keyboard instrument performance and skill acquisition. Based on this, points which could be said or supposed to be characteristic of keyboard instrument performance skill acquisition were mentioned, and keyboard instrument performance was discussed from the point of view of the ways in which it differs from general motor sequences.

キーワード……演奏技能 visuomotor 運動系列 学習

### 1 はじめに

演奏とは、音楽を実際の音あるいは聴覚現象として実現させる行為である。実現しようとする音楽がどのようなものであるかということは、楽譜に記されている場合、聴覚的に示される場合、演奏者が即興で作り出す場合などさまざまであるが、演奏者は、それに沿って、器楽であれば楽器の操作を中心とした音を出す行動をすることで、意図した音楽を実際の音として鳴り響かせる。演奏することで実現しようとする対象である音楽には、比較的単純な構造をもち、容易に全体像をとらえられるものもあれば、複雑かつ大規模な構造をもつものもある。また、音やその系列自体のおもしろさ、美しさなどを表現内容や存在意義とするものもあれば、音以外に何らかの意味ある表現内容や機能をもつものもある。このように構造や内容において多様性があり、しばしば多面的な役割をもつこともある音楽を実現させようとする行為が演奏であるため、演奏という行為にも大きな多様性があり、それらはしばしば多面性をもつ。また、大浦（1987）が「楽曲を演奏するには、楽譜に書かれた情報を正確に運動に変換するという技能と、楽譜に書かれていないことを補って音楽的な優れた演奏に仕上げるという技能とが必要になる」と述べている通り、楽譜に基づいて演奏する際、音楽としてより価値の高い演奏をするためには、楽譜に明示的に記された情報によって形成される音楽のイメージ（演奏に際して意

図する音楽)に、より詳細な情報を加えたり、場合によってはそれらをよりダイナミックなものとしてとらえ直したりする必要がある。

演奏に際して、演奏者は、音楽を音として実現するために必要な運動を把握し、実行していかなければならない。具体的には、鳴らそうとしている音楽あるいは音についての詳細(音高、音価の情報ははじめとする諸情報)を楽譜から読み取るかあるいは頭の中で構成(再構成)する作業、具体的に実行すべき運動プログラム<sup>1)</sup>を組み立てる作業、組み立てた運動プログラムの遂行、実際に鳴った音や音楽のフィードバック、それによるその後の運動プランの修正、というような、相互に関係し合った複数の作業や処理を並行して同時にこなさなければならないことが多い。

こうした演奏という行為における学習や技能の習得について考えるために、本稿では、鍵盤楽器を取り上げ、演奏という行為の運動系列の側面に焦点をあて、運動系列の学習に関するいくつかの問題を整理してみたい。

鍵盤楽器の演奏における運動系列としての側面は、まずは次のようなものとして説明できよう。鍵盤楽器は、特定の音高に対応した鍵盤が規則的に配列された楽器である。演奏者は、ある音列を演奏しようとするとき、音列を構成する音(音高)それぞれに対応する鍵盤に適宜指をわりあて、その音列に対応した順序で、鳴らそうとするタイミングに合わせて打鍵していく。鍵盤は、このように、演奏者が視覚的または空間的にとらえることを前提に規則的に配列されており、こういった楽器の演奏行為は、視覚的、あるいは空間的な運動系列としての表象をもっていると考えられる。

視覚的な運動系列の表象については、visuomotor(視覚運動)系列学習の研究において、いくつかの点について検討がなされてきている。鍵盤楽器演奏技能の習得における表象の形成について考える際に、visuomotor系列学習に関する研究に注目し、そこから、楽器演奏技能の習得について検討すべき問題を提起することは有効であろう。

## 2 鍵盤楽器演奏技能の習得に関わる visuomotor 系列学習の研究

visuomotor は、「視覚運動」あるいは「視覚性運動」と訳されており、視覚的にとらえられる情報に対応した運動を指す。鍵盤楽器は、各々特定の音高に対応した鍵盤が規則的に配列された楽器であり、演奏者がこの楽器の操作盤である鍵盤を視覚的あるいは空間的にとらえてそれに対応した運動(特定の鍵盤を打鍵するという操作)をすることで、演奏がなされることを前提として作られている。したがって、鍵盤楽器の演奏には、visuomotor 系列としての側面があるといえる。ただし、鍵盤楽器の演奏者は、演奏の際、常に鍵盤を見ているわけではない。楽譜を見ながら演奏する必要性などから鍵盤を見ずに弾けるよう意図的に訓練する場合も多く、

また視覚障害により視覚への依存が不可能であっても卓越した演奏をすることのできる演奏者もいる。それらの意味では鍵盤楽器の演奏という運動が必ずしも常に視覚に依存しているわけではないということには注意が必要である。しかしながら、演奏者が視覚的あるいは空間的な情報に意識的な注意を向けていない場合でも、演奏に用いられる運動（操作）は視覚的あるいは空間的な位置と対応しているということは確かである。また、鍵盤楽器演奏に用いられる運動（鍵盤を打鍵するという動作やそれに関係した動作）に関わる視覚的な情報（打鍵すべき鍵盤がどれであるか、あるいはどこにあるか）は、楽器の操作を視覚的にとらえることに困難さや制限のある他の楽器（管楽器、指板をもつ擦弦楽器・撥弦楽器など）の演奏に比べると重要性が高いと考えられる。これらのことから、鍵盤楽器の演奏技能の習得について visuomotor 系列学習という側面から考察することには意義があるといえるだろう。

以下に、鍵盤楽器の演奏技能習得に関係が深いと思われる、visuomotor 系列の遂行あるいは学習についてのいくつかの先行研究を取り上げて、運動系列の組織性、運動系列の表象におけるエフェクタ<sup>2)</sup>への依存または独立という観点からその内容を整理し、紹介する。これらは、鍵盤楽器演奏における運動すなわち打鍵に似た動きである、キー押しあるいはキーのタッピングを実験の課題としたものであり、実験結果をもとに visuomotor 系列についての問題を検討している。

なお、本稿で取り上げる visuomotor 研究で扱われている運動が対応する「視覚」的な情報、あるいは「視覚」座標や表象は、視覚的にとらえることが前提とされているものの、むしろ「空間」的な情報、座標、あるいは表象としての性格が強い。また、前述のように、鍵盤楽器演奏は必ずしも視覚には依存しないが、演奏に用いられる運動はほとんどが空間的な位置関係に対応したものである。したがって、鍵盤楽器演奏も「視覚的」というよりむしろ「空間的」な情報に対応した運動としてとらえるのがより適切である場合が多いように思われる。これらのことを考慮し、本稿では、実際に視覚でとらえることが決定的な役割を果たしているような情報、表象等に対しては「視覚」（「視覚的」）という用語を、必ずしも実際の視覚でとらえられているとは限らない空間的な情報、表象等に対しては「空間」（「空間的」）という用語を用い、「visuomotor」という用語は「視覚運動」あるいは「視覚性運動」と訳さずに原語のまま用いる。

## 2.1 運動系列の組織性について

この節では、運動系列は組織的にコントロールされているか、組織的にコントロールされているならば、その組織性はどのように形づくられているかを検討した研究を取り上げる。

### 2.1.1 階層的コントロール

パフォーマンスの中で一つの運動の要素が独立にコントロールされているのではなく、実際に階層的な運動系列としてコントロールされている、という証拠は、Rosenbaum, Kenny & Derr (1983) によって示された。この研究では、運動系列がツリー（木）の形をなすような、入れ子状の階層性を持った表象をとっていて、その階層に沿ったコントロールがなされているのだという仮説が検証されている。この研究で提唱している運動系列の階層性は、ツリー走査（tree-traversal）モデルと呼ばれている。

このモデルにおいて、運動系列は、相互につながりあった「ノード」と呼ばれる要素からできている。ツリーの頂点にあるノード以外の各ノードは、連結されたノードにコントロールされており、つながり合ったノードとノードのペアは全て、一方が他方の活性化を引き起こす（コントロールする）という関係にある。一つのツリーを構成するノードのうち、ツリーの頂点のノードから活性化が始まり、活性化は各ノードで常に進行方向に対して右側に連結されたものへと進んでいく。このようにして、最初は下方向へと活性化が進む。一番下（枝の末端）にあるノードが、身体的な運動あるいはその停止を引き起こす、運動要素と呼ばれるノードであり、このノードが活性化すると、運動を遂行する指令が出される。活性化が運動要素にたどり着いたら、折り返して、また各ノードで右に曲がり、運動要素が活性化したら運動の指令を出して折り返す。この繰り返しのより、順番に全ての要素が活性化される。このようにして一連の運動系列が遂行されるというのがツリー走査モデルの概要である。

このような階層的なコントロールによって運動が遂行されている場合、一見すると横一列に等間隔に並んでいるように見える運動要素の間にも、通らなければならないノードの数の差ができる。Rosenbaum たちは、このようにして階層的コントロールがなされているのであれば、通らなければならないノードの数が、運動系列を遂行する場合の反応潜時やエラーの出現の仕方に反映されるはずだと考え、ツリー走査モデルにしたがって階層的なコントロールがなされているという仮説を検証する実験をおこなった。

ここで運動系列として用いられた課題は、キーのタッピングである。右手と左手それぞれの人差し指と中指それぞれに対して1つずつ、合計4つのキーが割り当てられた。課題は、例えば右の人差し指を I、右の中指を M、左の人差し指を i、右の人差し指を m とすると、たとえば MmMmIili のように、8回のタッピングを求めるもので、どれも構造的には同じ形をとっていた。ここでは、同じ手の指どうし、同じ種類の指どうしは近い関係に、そうでない指どうしは遠い関係にあると想定し、これらの関係から入れ子状の階層性すなわちツリーの構造が形成されると仮定された。被験者は、できるだけすばやくこの運動系列を遂行するよう求められた。

この課題について、タッピングの反応潜時、エラーの数が分析された。それらは運動系列の階層性を反映していると解釈されるものであった。また課題がツリー走査モデルによって遂行

されていると仮定した場合に、反応潜時は各タッピングの前に通ると推定されるノードの数に伴って増加するはずであるとの予測は、実験結果により支持された。すなわち、ここでは、運動系列がツリー走査モデルに従って階層的にコントロールされていたことが示された。

ただし、Rosenbaum (1991) 自身がその著書の中で述べているように、この研究によって示されたのは、階層的でない線形な運動コントロールが決して使われないということではない。運動系列における組織性が発見されなかったときや系列が非常に短い時には、運動系列は線形に(一つ一つ)コントロールされているとされている (Keele & Summers, 1976)。

### 2.1.2 チャンクの獲得

Rosenbaum, Kenny & Derr (1983) の研究においては、運動系列がはっきりとした構造をもったシンプルなものであった。この研究の後、いくつかの運動系列についての研究において、系列のもつ構造や、系列の運動パターンによって階層的、あるいは組織的なコントロールがなされるという報告がされてきた。それに対し、Sakai, Kitaguchi & Hikosaka (2003) は、そのような運動系列の組織性は系列のもつ構造や運動パターンなどには必ずしも依存せず、表象的なレベルで独立しているのではないか、という問題を提起し検討している。

Sakai らの研究の中では、visuomotor 系列学習におけるチャンキングが検討されている。チャンクは、認知的な情報の単位を指す概念である。彼らは、運動系列の中にできる運動のまとまりをチャンクとしてとらえ、研究を行った。

ここでは、

- ・ チャンクのパターンは、物理的なパラメータから独立して作られることがあるか
- ・ チャンクにはパフォーマンスを行うための機能的な意義があるか
- ・ visuomotor 系列のチャンクはエフェクタに特化したものであるか、あるいは独立したものであるか

という問題が提起され、これらについて、「2×10 課題」と呼ばれる課題を用いた実験から検討がなされている。2×10 課題とは、以下のようなものであった。

被験者は、ボタンを押す装置の前に座る。装置には、16のLEDで誘導されるボタン(4行×4列)、その下に「ホームキー」と呼ばれるボタンがついている。課題は、ホームキーを1秒間押すとスタートする。ランダムに選ばれた2つのボタンが同時に光り、被験者はそのボタンをどちらかの手の人差し指で一つずつ押すよう求められる。2つのボタンを押す順序は示されず、試行錯誤によって見つけられる。正しい順序で押すことができると、次に押すべき2つのボタンが光り、被験者はまた正しいと思われる順序でこの2つのボタンを押す、という具合に、試行が進められる。間違えた場合は警告音が鳴り、同じ試行を初めから行わなければならない。2つのペアを10セット行うという一連の遂行をハイパーセットと呼ぶが、このハイパーセットを、

同じパターンで20回正しく完成させるまで試行は繰り返され、これで1セッションが終了する。

一つのセットには2つのボタン押しが含まれているが、その2つのうち第一のボタン押しの潜時にはボタンを選択する時間と運動のための時間の両方が含まれ、第二のボタン押しの潜時には運動に要した時間だけが観察されることになる。

ここでも、反応時間やエラーのデータが分析された。また、この研究の実験2において、一度学習した系列の中で、チャンクであると考えられるまとまりを保持したまま系列をシャッフルした場合の遂行と、チャンクであると考えられるまとまりを分割して系列をシャッフルした場合の遂行とを行い、効率的な遂行にチャンクが重要であるかどうかを検討された。さらに、実験3において、チャンクが一方の手から他方の手へ転移しているかどうかを検討された。

一連の実験の結果、系列は学習に伴っていくつかのまとまりで遂行されていたこと、まとまりのパターンは、同じ系列を行った被験者の間で異なっていたこと、シャッフルした系列は、始めに学習した系列で獲得したと思われるチャンクが保たれている場合において、より正確に速く遂行されたこと、反応時間のパターン（チャンクを反映していると思われる）は、非利き手から利き手へ転移したことが明らかになり、これらの結果から、以下のようなことが結論として述べられた。

- ・ チャンクはパフォーマンスにおいて重要な役割を果たしていた。すなわち、チャンクの形成は運動スキルを発展させる上で効果的または決定的なステップである。
- ・ 同じ系列でも被験者によってチャンクの形成され方は違っていた。すなわち、運動系列の組織性は系列の持つ構造には必ずしも依存しない。
- ・ 学習した運動系列は、非利き手から利き手へのみ転移した。（利き手での学習と非利き手での学習における、大脳半球のはたらきの違い、もしくは学習のグレードの違いが示唆された。）

## 2.2 運動系列の表象におけるエフェクタへの依存または独立

Sakai, Kitaguchi & Hikosaka (2003)の実験3の結果からは、利き手での学習と非利き手での学習における、大脳半球のはたらきの違いあるいは学習のグレードの違いが推測されており、実験結果による結論として学習がエフェクタに特化（依存）したものであったか否かについては論文の中では明記されていない。しかし、Sakaiらの論文の冒頭で学習がエフェクタに特化したものであるかどうかという疑問を明らかにすることが研究目的のひとつとして挙げられていること、実験3の内容や、実験3の目的としてパフォーマンスを行う手に対しチャンクが独立したものであるかどうかを確かめることが挙げられていることなどから、彼らの実験3は学習がエフェクタに特化したものであるかどうかを確かめるためのものであったと解釈できる。そのように考えるならば、学習が非利き手から利き手へ転移したということから、少なくとも非利き

手で学習が行われた場合はエフェクタ（非利き手）に完全に特化した学習ではなく、エフェクタから独立した学習が含まれていた（おそらく、身体の運動感覚には依存しない空間座標上に表現された運動系列が獲得されていた）と解釈することは妥当であろう。

運動系列の学習がエフェクタから独立したものであるか、あるいは依存したものであるか、ということについては、Bapi, Doya & Harner (2000) によって、重点的に研究されている。彼らの研究では、エフェクタから独立した表象とは別に、エフェクタに依存した表象が存在する証拠を示すこと、およびこれら2つの表象が作られる時間過程の違いを示すことが目的とされた。

実験には、前述の2×10課題が用いられ、キー押しの系列の学習における反応時間、エラーが分析された。ここでは、空間的な（エフェクタから独立した）表象と運動的な（エフェクタに依存した）表象の存在の有無と、獲得過程を検討するために、まずある運動系列を「トレーニングブロック」において学習し、それに対して、キーの視覚的<sup>3)</sup>な配置が維持され指の動きが異なっている運動系列と、手の動きは同様になるがその視覚的な配置が異なっている系列のパフォーマンスを行う「テストブロック」において、学習の効果がテストされている。運動系列の視覚的な配置が維持され、手の置き方を90°回転させることで指の動きが当初学習したものと違ったものになるテストブロックを「visual 条件」、押すべきキーの配置が当初学習したものを90°回転させたものになっているが、手の置き方も同様に90°回転させているために指の動き方はもとの系列と同じに保たれているテストブロックを「motor 条件」と呼んでいる。もとの運動系列の視覚的な配置と指の動き方の両方を保ったブロックを「normal 条件」と呼び、normal 条件はトレーニングブロックとしてもテストブロックとしても用いられた。

この実験は以下のような仮説および予測を検証するために行われた。

- ・ 系列の想起がエフェクタに依存した表象によって仲立ちされているのであれば、学習したエフェクタ（指）の動きが保持された条件でのパフォーマンスは指の動きが保持されていない条件よりも速いものになるだろう。
- ・ さらに、このような有利性は学習の初期段階には見られず、学習が十分なされた後にのみ見られるだろう。
- ・ 系列の想起がエフェクタに依存した表象によって仲立ちされているのでなければ、全てのキーパッドと手の配置は似たようなパフォーマンスの結果をもたらすだろう。

normal, visual, motor のテストブロックの反応時間やエラーから、はじめに学習した運動系列の知識が正確に想起されていたことが示された。また、テストが繰り返される中での反応時間の変化について、中間あるいは後期のテストステージで、visual 条件よりも motor 条件の方がより大きな進歩を見せていることが観察された。

これらの結果から、

## 鍵盤楽器演奏技能の習得（大澤）

- ・ エフェクタから独立した表象、エフェクタに依存した表象の両方が獲得されている。
  - ・ エフェクタに依存した表象の方が比較的ゆっくり獲得されるが、練習が進むとエフェクタに依存した表象を用いた方が得である。
- ということが結論として述べられた。

以上、visuomotor に関係する研究の中から、鍵盤楽器演奏にも共通する要素をもつ課題を用いたいくつかの重要な研究を紹介した。取り上げた 3 つの研究で主に検討されてきた事柄は、以下のように整理される。

- 運動系列コントロールの組織について
  - ・ 組織的なコントロールがなされているか否か  
組織的なコントロールがなされていることが示された。  
具体的には、ツリー走査モデルの構造を持った、階層的なコントロール（Rosenbaum et al., 1983）や、チャンクによるコントロール(Sakai et al., 2003)がなされていた。
  - ・ 組織性は、運動系列の構造に依存するか、任意に形成されるか  
依存する場合（Rosenbaum et al., 1983）もあれば、任意に形成される場合（Sakai et al., 2003）もある。
- 運動系列は、エフェクタに依存しているか、エフェクタから独立しているか  
依存した表象と独立した表象があり（Bapi et al., 2000; Sakai et al., 2003）それらは、獲得される際の時間過程が異なる（Bapi et al., 2000）。

### 3 visuomotor 系列学習としてみた鍵盤楽器演奏技能の習得

鍵盤楽器演奏技能の習得について考える際、一般的な運動系列について visuomotor やそれに関係の深い先行研究において示されてきた事柄を参照すべき点は多いだろう。一方で、音楽行為である演奏の特性、鍵盤楽器の特性に注意しながら言及しなければならないことも多いと考えられる。以下に、ここまでに取り上げられてきた問題やそれに関して示されてきた事柄を踏まえて、鍵盤楽器演奏あるいはその技能の習得・学習に関して推測されることを述べる。

#### 3.1 運動系列コントロールの組織性について

前述のように、運動系列の階層的コントロール（Rosenbaum et al., 1983）チャンクによる遂行（Sakai et al., 2003）が示されてきた。鍵盤楽器の演奏を運動行為としてみた場合、これらの

研究で示されてきた事柄とほぼ同じ現象が起こっている、つまり、組織的にコントロールされる場合には、Rosenbaumらが示したように弾くべき鍵盤の配列や組み合わせにおける小さなパターンを下位構造として、それらがツリー走査モデルの形でコントロールされていたり、Sakaiらが示したようにチャンクが形成されて、それが演奏という運動系列でも用いられたりする、と想定できるだろうか。

音楽あるいは演奏の経験により、楽譜を読み取る際に用いられるようなチャンクが獲得されているということは、いくつかの研究において示されてきた(Bean, 1938; Weaver, 1943; Sloboda, 1974, 1976, 1977, 1978; 三浦・高山・三木, 1987)。また、筆者は、修士論文(大澤, 2003)において、ピアノ学習を多く経験した被験者とそうでない被験者を対象とした音列の記憶を課題とする実験を用いて、ピアノ演奏の学習によって何らかのチャンクが獲得されていることを示している。これらの研究は、運動系列としての演奏の表象におけるチャンクの存在を示しているわけではないが、演奏においてチャンクが用いられ、獲得されたりしていることを示している点で、運動系列としての演奏にもチャンクが存在する可能性を支持するものであるといえるだろう。

しかし、Rosenbaum(1991)がいうように、運動系列が常に必ず組織的にコントロールされているわけではない、ということもまた、演奏に関してあてはまると推測されることである。運動に規則性やパターンが見出されず、個々の要素を独立にコントロールするという現象は、なじみのないスタイルをもった楽曲の初見演奏のような読譜しながらの演奏には起こることがあるだろう。このような作業は、江口(1987)のいう「読譜の連続置換作業(れんぞくおきかえさぎょう)<sup>4)</sup>」に用いられていると考えてもよいかもしれない。

演奏を単なる運動系列ではなく音楽に結びつくものとして考えれば、楽曲そのものもつ構造が運動系列としての演奏のコントロールに影響することは十分に考えられる。なぜならば、多くの場合楽曲自体が階層的な構造を持っており、そのような構造を反映した楽曲の表象が、階層的コントロールとしての性質をもつ運動系列の形成に影響を与えるかもしれないからである。また、単に運動系列として形成された組織性が、演奏者の楽曲表象を築き上げる手がかりとなったり、その構成要素となったりする可能性もある。こういった場合、それらは聴覚的現象である音楽と、空間的あるいは身体的な表象をもつ運動行為という、全く別の事象に由来しているということに注意が必要になることもあるだろう。

### 3.2 運動系列のエフェクタへの依存性あるいはエフェクタからの独立性についての問題

運動系列が、エフェクタに依存しているか、エフェクタからは独立しているか、という問題については、前述のとおり依存した表象と独立した表象があること(Bapi et al., 2000, Sakai et al.,

2003）学習の過程においてはエフェクタから独立した空間的あるいは視覚的な表象が比較的早く、依存した表象は比較的遅く形成されるが、練習が進むとエフェクタに依存した表象を用いた方が得であること（Bapi et al., 2000）が示されてきた。

鍵盤楽器の演奏においても、やはり同じことがいえると予想される。つまり、弾くべき鍵盤の空間的な位置による表象が先に形成され、指の動きはそれよりも遅く徐々に獲得されていくが、練習が進むと指の動きの表象を用いた方が演奏しやすくなっていく、ということはよくありそうである。

鍵盤楽器の演奏では、鍵盤を見ずに演奏するということは意識的にも無意識的にも行われることであり、その場合、エフェクタの運動感覚に依存した運動表象でその運動をコントロールしているという側面は重要であると考えられる。この場合には一見すると「視覚的」には運動行為をとらえていないように思われるかもしれないが、このような演奏においても、演奏者の中に視覚的あるいは空間的な座標にもとづいて内在化された鍵盤、すなわち鍵盤のイメージのようなものがあり、それにもとづいて運動コントロールがなされることが、多くの場合不可欠であろう。こうした内在化された鍵盤ないしは鍵盤のイメージのようなものは、視覚的な表象としての性格が強い場合もあれば、視覚的な性格の弱い空間座標上の表象である場合もあるだろうが、いずれにせよ、エフェクタに必ずしも依存しない視覚的あるいは空間的な表象による運動コントロールは、エフェクタに依存した運動系列の表象によるコントロールと同様に、鍵盤楽器の演奏の重要な側面であると考えられる。

また、エフェクタから独立した視覚的あるいは空間的な運動系列の表象と、エフェクタの運動感覚に依存した運動系列の表象とが、別々の要素でありながらも互いに記憶の検索の手がかりとなったり、ときにはそれぞれを規定する重要な役割を担ったりして、影響を及ぼしあいながら混在している可能性を考慮する必要もあるだろう。

エフェクタに依存した表象の存在に関係が深いと考えられる研究としては、三雲(1996)の、旋律記憶における運動感覚的符号化の効果を測った実験による研究がある。この中では、ピアノ専攻の音大生である被験者が音列を聴取し、それを記憶するために、ピアノを弾くような指の運動（タッピング）により運動感覚的に符号化することを求める条件と、タッピングを禁止して他の内顕的符号化を求める条件が設けられた。その記憶の成績や指の動き方等の分析結果から、運動感覚的な符号化の頑健性が示されている。この研究で扱われているのは、旋律の記憶方略としての運動感覚的符号化の効果であり、運動系列の表象が運動感覚によるものであるか（エフェクタに依存しているか）否かということではないが、運動感覚的な符号化の効果が認められたということから、少なくとも運動感覚の情報は熟達者によって利用されることがあり、その利用には利点があるということは確かであるといえよう。このことは、エフェクタに依存した運動系列の表象が存在する可能性と両立する。

また、前述の筆者の研究（大澤, 2003）では、ピアノ学習経験の度合いの異なる被験者が、

調性音楽の様式に基づいた音列、鍵盤上で黒鍵と白鍵の配列の位置関係に照らし合わせると規則性のある音列、ランダムに配列した音列を短時間に記憶し、記譜及び演奏によって再生するという課題を行い、その再生数について分析を行っている。この実験の結果から、ピアノ学習によって獲得されるチャンクには、調性音楽の様式により規定されるものの他に、鍵盤の配列に規定されるものが存在することが示唆された。また、鍵盤の配列に規定されるチャンクは、経験群の被験者が、演奏による再生を行ったときにのみ用いられていたことから、鍵盤の配列に規定されるチャンクは、演奏行為の中で用いられているのではないかと推測された。大澤が取り上げた、鍵盤の配列に規定されるような内容のチャンクは、おそらくは視覚的あるいは空間的な visuomotor 系列の表象によるものであるように思われるが、場合によってはエフェクタに依存した表象によるものであるかもしれない。大澤はそのいずれであるかについての検討は全く行っておらず、ここでは演奏上必要な情報のまとまりが結びつけるようなチャンクが獲得されているのであろうという考察を述べるに留まっている。今後、この実験で示された内容も踏まえながら、エフェクタに依存した表象および視覚的あるいは空間的な表象の、演奏やその学習における役割を検討していく必要があると考えている。

### 3.3 演奏における一般的な visuomotor 系列と異なった点

本稿で紹介してきた、visuomotor 系列の学習に関係した研究は、鍵盤楽器演奏に近い形の運動であるキー押しあるいはキータッピングを扱ったものであった。しかし、これらの運動系列においても、演奏という音楽行為との間には大きな隔りがある。

一般的な運動行為にはなく、演奏という行為に必ず存在するのは、それが音楽（音）を実現させるための行為である、という目的である。単なるキー押しやタッピングの系列は、そのキーを押すこと、あるいはタッピングすること自体が、その運動の目的でもあるのに対し、演奏では、それが鍵盤楽器の演奏であっても、鍵盤を押すことが目的なのではなく、それによって音を出し、音楽を作り出すことが目的である。このような意味において、一般的なキー押しの系列と鍵盤楽器の演奏は、大きく異なっている。

鍵盤楽器演奏という運動系列の内容を規定するものは、規則的あるいはランダムな運動要素の集合ではなく、音楽である。このことにより、鍵盤楽器演奏という visuomotor 系列は、visuomotor としての表象（エフェクタに特化した表象や、純粋に視覚的あるいは空間的な表象）だけではなく、音楽（楽曲）の表象とも関係をもちながら、演奏者の中に表現されることになる。したがって、鍵盤楽器演奏技能の習得を visuomotor 系列学習としてとらえながら研究を進めるにあたっては、運動系列としての側面に焦点をあてることに加えて、楽曲表象やその形成との関係を考慮しなければならない。

また、鍵盤という操作盤自体が、手の形や操作しやすさを完全に優先して作られたものでは

ないために、打鍵という行為に習熟するには、日常生活の他の行動にはないような、ある意味「不自然」な動きを習得していかなければならない面がある。多くの場合、鍵盤は全て平行で、基本的に均一に横方向に並んでいるが、指の長さは5本それぞれで異なっており、筋力や敏捷性にもばらつきがある。このことによって演奏される音楽が本来の意図と違ったものにならないようコントロールしなければならないし、もともと何かを掴んだり握ったりするために形成されている手の構造を考えると、本来指が自然に動く方向とは少し違った方向へ動かさなければならず、日常生活の中にはないような仕方の運動コントロールや調整が必要になる（これは親指で特に顕著である）ということが分かる。このような点もまた、運動としての鍵盤楽器演奏に影響をおよぼす点であり、研究を進めるにあたっては考慮しなければならない重要事項であるといえるだろう。

#### 4 まとめ

本稿では、視覚的、あるいは空間的な位置に対応した運動系列としてとらえられる鍵盤楽器演奏について、visuomotor 系列学習についての研究で扱われてきたいくつかの問題や示唆から、その技能習得に関する一側面の問題を整理してきた。

鍵盤楽器の演奏は、他の visuomotor 系列の遂行と同様に組織性をもち、視覚的あるいは空間的な表象と、エフェクタに特化した運動表象の両方を持っていると考えられる。その一方で、そういった visuomotor としての側面に注目して鍵盤楽器演奏あるいはその技能の習得・学習を考える際には、演奏が音あるいは音楽を実現させるための行為であるということ、「鍵盤」という特殊な操作盤の操作における運動の特異性などにも注意を払う必要がある、ということを示した。

鍵盤楽器演奏はどのように可能となり、学習されるのかを、その visuomotor 系列学習としての側面に注目して研究を進める上では、ここで取り上げたような研究で明らかにされてきたことが、「鍵盤」というある決まった形の「操作盤」における運動系列の学習においてはどのように観察されるのか（あるいは観察されないのか）、実現させようとする音あるいは音楽が、その運動系列の学習に目的として位置づいていることを改めて考慮したとき、その学習はどのような特性をもつものであるといえるのか、ということを検討していく必要があるだろう。

< 註 >

- 1) 運動プログラムとして指定すべき内容には、鍵盤楽器でいえば、どの音をどの指で弾くか、手首・肘・肩の位置、指を動かす順序とタイミング、手首の位置や、鍵盤上の指の配置の変更とそのタイミングなど、様々なものがある（大浦, 1987）。
- 2) 「エフェクタ」とは、運動を実際に行う身体部位を指す。
- 3) この場合「空間的」という意味合いが強いように思われるが、論文中で、“visual”とされているため、

本稿でも「視覚的」とした。

- 4) 江口(1987)は、「読譜の連続置換作業」を「五線譜の読譜に入る前の読譜」であり「楽譜の音符の玉を一つずつ目で追いながら、ピアノを弾く手の動きに置きかえていく読譜」と説明している。

<引用文献>

- Bapi, R. S., Doya, K. & Harner, A. M. (2000). Evidence for effector independent and dependent representations and their differential time course of acquisition during motor sequence learning. *Experimental Brain Research*, 132, 149-162
- Bean, K. L. (1937) An approach to the reading of music. *Psychological Monograph*, 226, 1-80
- 江口寿子 (1987) ひとりでピアノが弾けた. 国土社
- Keele, S. W., & Summers, J. J. (1976) The structure of motor programs In G. H. Stelmach (Ed.), *Motor Control: Issues and trends* (pp.109-142). New Yoak: Academic Press.
- 三雲真理子 (1996) 音系列の音高符号化におけるタッピングリハーサル方略. 松田文子他(編) 心理的時間 その広くて深いなぞ (pp.243-254) 北大路書房
- 三浦利章, 高山典子, 三木睦子 (1988) ピアノ視奏時の情報獲得・処理: 曲の難解度と技能水準を中心として. 大阪音楽大学音楽研究所年報, 6, 9-39
- 大澤智恵 (2003) 音のチャック獲得過程としてのピアノ学習. 信州大学教育学研究科平成 15 年度修士論文
- 大浦容子 (1987) 演奏に含まれる認知過程—ピアノの場合. 波多野誼余夫編. 音楽と認知 (pp.69-96) 東京大学出版会
- Rosenbaum, D. A. , Kenny, S. B., & Derr, Marcia A. (1983) Hierarchical Control of Rapid Movement Sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 86-102
- Rosenbaum, D. A. (1991) *Human motor control*, San Diego: Academic Press
- Sakai, K., Kitaguti, K. & Hirotsuka, O. (2003) Chunking during human visuomotor sequence learning. *Experimental brain research*, 152, 229-242
- Sloboda, J. A. (1974) The eye-hand span: An approach to the study of sight reading. *Psychology of Music*, 2(2), 4-10
- Sloboda, J. A. (1976) Visual perception of musical notation: Registering pitch symbols in memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 1-16
- Sloboda, J. A. (1977) Phrase units as determinants of visual processing in music reading. *British Journal of Psychology*, 68, 117-124
- Sloboda, J. A. (1978) Perception of contour in music reading. *Perception*, 7, 323-331
- Weaver, H. E. (1943) Studies of ocular behaviour in music reading. *Psychological Monographs*, 55(1), 1-29

主指導教員(大浦容子教授) 副指導教員(宮崎謙一教授・柴山直教授)