

電子楽器の可能性と問題点

音とそのコントロール

M94653C

来嶋 英生

はじめに

今世紀のテクノロジーによってわれわれの社会は変貌している。都市の構造やわれわれの空間的心理に大きな変化をもたらし、巨大で単純な構造を持つこのテクノロジーの産物は、均質の空間を作り出している。空間的象徴の構造を解体し、無機化していく。人々の自然なコミュニケーションも減少して、マスメディアによる一方通行の伝達が促進されている。しかし少しずつではあるが自然に目を向けようという動きもある。

音楽においてもテクノロジーがもたらす社会状況の影響を受けている。送風機の音を取り入れたヴォーン・ウィリアムスの《南極交響曲》や、ミュージック・コンクレートに見られる日常の音を音楽の素材として取り入れる音楽、また現代音楽も一種無機的に聴こえるなどの例をあげることができる。

また、電子楽器も生み出され、最初芸術音楽の分野で使われ始めた。現在では、MIDIの誕生によりコンピュータとの相性もよくなり、ポップスにおいても便利さゆえに盛んに使われている。Computer Music というと、スタートボタンを押したら、テープレコーダーのように音楽演奏を「再生」する自動演奏コンピュータ(シーケンサー)に合わせて、人間の演奏者が楽器演奏する、というスタイルの音楽が一般的に主流である。また、様々な音が出せるというメリットはあるが、誰もが簡単に同じ音を出すことができ、画一的な音であることはデメリットである。電子楽器は「機械的である」とか「人工的」といった批判があることは確かである。

アコースティック楽器はその形態から見て音源とコントローラーは一体化し、楽器と演奏者の姿勢や身ぶりといった奏法も一体なものである。電子楽器は音源とコントローラーという楽器の性能を決める部分が独立し、より間接的に

なっている。しかし、音源とコントローラーが独立していることは、音を制御するコントローラーはどんな形態でもよいという可能性を持っているのではないだろうか。また、人間の意志による動作を受けるのもこのコントローラーである。

そこで電子楽器のコントローラーに注目し、人間が介在し、より音楽的な表現を行うために、電子楽器の現状を把握し、「機械的である」要因と今後の展望を考察する。また、筆者の電子楽器を用いた作曲活動の前提とすることを目的とする。

第1章 道具としての楽器

第1節 道具についての考察

人間は歌を歌うことだけでなく、楽器を利用することで声とは違う音表現の喜びを体験し、音表現の幅を拡大してきた。楽器を意味するinstrumentは、「楽器」という意味のほかに「器具」「手段」という意味も持つ(1)。道具は誰かのために使用するという今日の意味で、何かのための存在としての器具・道具性を帯びてくる。いわば人のために役立てるために、目的に応じて分化した働きをする機能としての意味を持つことになる。

楽器、すなわち音楽に用いられる道具・音の出る道具は、アコースティック楽器であろうと電子楽器であろうと、音表現を楽しむ目的において、人間の働きかけによって音をコントロールするものである。

そこで楽器の本来の意味(道具)に立ち返ることによって電子楽器による音のコントロールを考える前提としたい。

(1) 拡張される道具の機能

今世紀の技術は様々な道具を生み出し、道具

に新しい機能が生じている。その新しい技術についてマクルーハンは次のように述べる。

どんな発明や技術でも、すべてわれわれの肉体の拡張、ないし自己切断であり、この拡張は、他の身体諸器官、および身体拡張したものに新しい比率関係や新しい均等を求める(2)。

マクルーハンの指摘のように、驚異的に発達した新しいメディア(人間の開発する技術すべて)が人間の感覚を変え、人間環境を変えていると捉えるならば、新しい技術の及ぼす影響同様、われわれの道具に対する感覚は時代によって肯定され、時代の流れの中で変わると考えられる。その発明や技術が生み出した道具は身体の拡張と感じ難いとしても、現に日常生活の中で使われている自転車、自動車といった機械技術は、生活の一部となっている。「鉄道は、走る、輸送すること、あるいは車輪、線路を人間社会にも持ちこんだだけでなく、まったく新しい種類の都市や仕事やレジャーを生み出して、従来の人間の機能を促進し、また規模を拡大してきたのである(3)。」電気技術は、テレビ、冷蔵庫、自動販売機などの電気機器も、日常生活に浸透させ、意識的または無意識的に、それらを有効に活用している。夜・昼の区別なく、戸外・屋外の区別なく行動することを可能にし、われわれの時間に対する感覚をも変化させている。

「技術による『肉体の拡張』、『自己切断』は意見あるいは概念の段階であられるのではなく、着実に、なんら抵抗なく、感覚の比率あるいは知覚の基準を変えて行く(4)」という形で現れていく。そしてしかも、「この変化はその社会に生活している人びとが承知するしないに関わりなく(5)」生じていくものである。

「既存のメディアと新しいメディアが出会うとき、それは、そこから新しい形態が誕生する真実と啓示の時である。二つのメディアの間の均衡関係は、われわれを二つの形態の境界線に立たせ、われわれをナルシストの麻酔状態から目覚めさせる(6)。」

機器や設備、システムの開発によって、人間の作業能力や生活環境が向上し、さらに人間の欲求によって新たな可能性の追求に向かってい

る。しかし、人間不在の、すなわち人間との関係を無視した機械設計、システム設計が進められたことへ一方的に走り過ぎた反省として、人間工学が芽生えることとなる。人間工学は人間に直接関わりを持つシステムを、人間の特性を基にして設計、あるいは改善するための工学である。人間と他のものとのシステムを構成し(システムを構成する要素として部品、機械設備、情報、人間などが考えられる)また、それらを用い、作業、環境などの改善や設計をするものである。

道具のハード面からのアプローチだけでなく、機械の操作法、プログラミングなどのソフトシステムの設計・改善も人間工学の分野であり、人間工学の領域は広く多様化している。人間工学によって次第に人間と道具との機能の分担が問題とされている。人間には知能・視聴覚・多様な状況の判断と対応といったすぐれた能力があり、機能機械などには処理速度・繰り返し作業能力・耐久性などにすぐれた能力があるが、それらの機能をいかに割り当てるかが重要である。人間の分担が増・減すると、それに伴って機械の分担が減・増する。自動車ではオートマチックによって変速機能を自動化したり、カメラでは絞りやピント合わせを手動から自動にしたりするのは、人間の機能分担を減少していく例である。それらの機能分担を考慮し、道具の操作性にも人間が利用するための配慮が必要である。電子技術の発展によってコンピュータによる情報処理が行えるようになり、便利であるがゆえに、人間の知的行為の一部を代行する機能を有し得るコンピュータを無意識に活用している。また、操作法も次第に簡略化してきている。昨今のコンピュータもオブジェクト指向が強くなり、以前に比べて使い易くなった。新しいメディアによって麻酔状態からの目覚め、より人間という存在に目を向けてきているのが現状であろう。

(2) 道具の分類

今世紀の技術によって、様々な道具が生まれている。この人間の感覚を変える、人間の「肉体の拡張」である道具を機能によって分類することで、人間の文化に対する指向性を理解する鍵となるのではないだろうか。

道具をいかなる手段で使うかと考えた場合、大別すると直接的であるかと間接的であるかに分けられる。

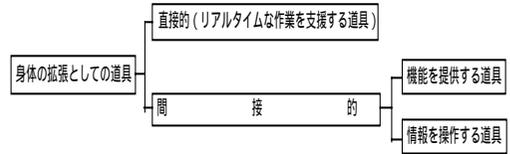
ハンマーやてこといった原始的な道具は身体の一部のように実感することが容易である。これらは何らかの形で使用者の働きかけを、空間中でおこる物理的な変化として作用する道具である。人間が身体を使って外部に働きかける時、人間の身体動作の意図を直接的に補強する道具（リアルタイムな作業を支援する機能）である。

間接的に働きかける道具として、機能提供をする道具、情報を操作する道具をあげることができる。われわれの手や指がいろいろなことができるように、1つのオートメーションの機械は電気以前の機械的段階のテクノロジーにまったく欠如していた適応力を備え持つようになった。さらに機械が複雑になればなるほど専門分化的ではなくなってきている。

機能提供をする道具は、われわれの目的を達成をするために、人間が命令し、直接そのプロセスに介入することなく結果をもたらしてくれる道具である。例えば、家庭にある冷蔵庫などがあげられる。ものを冷やす、保存するといった目的に対し、われわれは電源を入れ、室温を設定するという命令によって目的を達成する。電子回路を理解しなくても、言い換えるならば、直接そのプロセスに介入しなくても間接的に仕事をするといった機能を持つ道具である。つまり、人間に機能を提供しているのである。しかし、機能を提供する道具も、例えば、自動車のように運転に熟達してくると、アクセルやハンドル、ブレーキといった車を動かす操作は、身体感覚として自然になるものもある。これを身体感覚の延長としての道具と呼ぶならば、冷蔵庫を例とする道具は自己切断した道具と呼べる。

情報を操作する道具として、人間が命令を与えてわれわれが望む結果、達成したい機能をさらに間接的に制御する道具 コンピュータを例にあげることができる。高度な技術を適用した道具は身体感覚を感じるのは難しい。しかしそれらは、上記のリアルタイムな作業を支援する道具・機能提供をする道具をシステム化する。複雑になればなるほど、専門分化的でなくな

り、人間の命令を変換して、情報として統合・処理する道具となる。このように、道具を分類すると以下ようになる。



道具の分類（図－１）

道具を使うという行為が直接的であるにしろ、間接的であるにしろ、人間の「身体の拡張」と考えるならば、電話によって耳と声の拡張が起こっているし、電車は足の拡張、さらにコンピュータは受動的であるにしても一部、脳の拡張と捉えることができる。ただ、間接的であるということがわれわれが道具を人間の「肉体の拡張」として捉えることを難しくしているといえるであろう。

間接的道具は、例えば活版印刷が文学を変え、新しい職業を生み出したように、われわれ自身をも変化させていることから、「抵抗なく」人間環境を変革していることはうかがえる。しかし一方で、人間のコミュニケーションの問題、生命やゆらぎということも問題となっている。工学の分野でもコンピュータの人工知能の研究が行われたり、生命の解明が行われたりしている結果として、人間らしさをコンピュータといった道具に見出すことは難しいことが分かってきた。そういった技術の開発は、われわれに「ナルシストの麻酔状態から目覚めさせる」1つのきっかけを与えたのではないだろうか。現代社会に生活しているわれわれが知らない間に変わってきている現代状況の中にいることは、分析、解明することを困難にしても、状況に対して意識を向けることによって新しいメディアを生み出す原動力となるのではないであろうか。

道具は時代が生み出した産物であり、エレクトロニクス技術によって道具の機能を飛躍的に

延長し、人間環境や感覚をも変えていることは事実である。さらに、社会文化のあり方だけでなく、その文化を支えてきた思想や哲学そのもののあり方まで大きく変容させようとしている。音楽における道具も、技術によってさらに変化する可能性を秘めていると同時に、危険性もはらんでいると考える。

第2節 楽器の概念の変容

(1) 楽器の概念

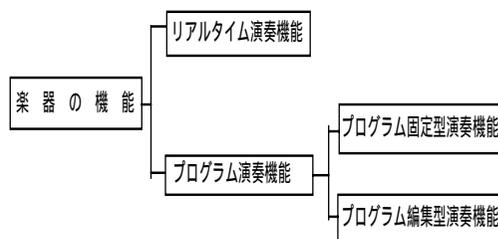
そもそも楽器は演奏者の姿勢や身ぶり、奏法と一体のものであり、演奏される音楽の伝承の過程のなかで特定の技法を定着させている。奏者の身体と楽器とが、不可分の関係となって、技法となって伝承される。しかし電子楽器においては楽器から演奏者の姿勢や身ぶりといった身体動作が欠如するといった傾向もある。間接的に音をコントロールすることによって、人間の身体的制限を解放した反面、音楽表現に人間が介在する余地を小さくし、楽器の概念を変えている一面もある。道具の機能同様に楽器にも人間の身体の拡張と感じづらい側面を持つことになった。新しいメディアが生み出した電子楽器について鈴木寛氏は以下のように述べている。

電子楽器でこそつくれる音もあり、奏法即ちコントロールも19世紀のパターンである、打つ、はじく、こする、吹くによるコントロール、即ち(直接制御)からパラメータ制御による(間接制御)に変わりつつあるのが、21世紀を目前にした今日この頃である。

名人芸は、その演奏テクニクにあるのではなく、このコントロールのためのアイデアにあることも明らかになってきた。運動能力や反射神経の問題ではなく、いかに音楽的なアイデアをもてるかが問題とされる。本当の意味での音楽家、芸術家が必要な時代になってくる(7)。

(2) 楽器の機能分類

楽器を機能面から分類すると次のようになる(8)。(図-2)



楽器の機能分類(図-2)

楽器も道具の場合と同様に、電子楽器という間接的なものも存在している。アコースティック楽器は第1節の道具の分類のうち、リアルタイムな作業を支援する道具のカテゴリーにあてはまる。エレクトロニクス技術の生み出した電子楽器は多機能になり、楽器の機能分類のどのカテゴリーだけに属すると断言できないとしても、機能提供をする道具、情報を操作する道具としての側面も持つといえる。

(a) リアルタイム演奏機能

アコースティック楽器による直接的コントロールは、従来の技術が生み出した楽器であり、リアルタイム演奏を目的としたものである。電子楽器の初期のころは、機能の面で、ハードの面でリアルタイムによる演奏は不可能であったが、技術の進歩により、リアルタイムでの演奏を可能にした。電子オルガンはMDRやリズムのシーケンスといった、プログラムの機能も持っているが、その機能としてはリアルタイム機能が重要な楽器である。

(b) プログラム演奏機能

機能を提供する道具・情報を操作する道具に対応する機能である。時代が生み出した新しい技術であり、新しい感覚である。これは電子楽器特有の機能であるといえる。

(c) プログラム固定型演奏機能

私たちの身の回りには、電子音が溢れている。信号機、コンビニエンスストアの自動ドアの音、これらは、普段楽器とは言わないが、音を出すという点においては、紛れもなく音を出す道具である。これらはほとんどプログラムが固定されていて、1つのプログラムが1つの機能として働く。

電子楽器もこの機能を持つ。リズム・マシンのように事前にプログラムを組んでおいて、打ち込んだものをそのまま再生して流すのも、この機能である。シーケンサによる再生も同様である。

(d) プログラム編集型演奏機能

事前に音楽情報をプログラムする、そのプログラミングの段階が編集である。そのプログラムをリアルタイム演奏をしながら、編集していくのがプログラム編集型演奏機能である。例えば、Frank Weinstock (9) が行った、シーケンサで音楽情報(ピアノ・コンチェルトのオーケストラの演奏)を打ち込み、MIDIキーボードで演奏した情報をコンピュータが判断して、人間の演奏にオーケストラ伴奏があわせるといったもの。また、高橋悠治がMAXを用いてそのプログラミングを任意に変え、サンプリングされた音を制御し、音響音楽を作り出ししていくといったものがあげられる。そのリアルタイムによる編集を電子楽器が行うだけでなく、クラリネットによって音響を制御する寺井尚行(10)らの活動もある。

(3) 変容する技術

アコースティック楽器の奏法として特殊奏法や、コンピュータが音楽の中に取り入れられ、作曲技法上それに対する批判として、ピアノにおいては音程が飛躍し、人間の身体動作の限度を越えているものもある。しかし、電子楽器の間接的コントロールによって、楽器の技術軽減がはかれることは電子楽器のメリットであり、その技術は変容している。村尾忠廣氏は以下のように述べている。

例外はあるにしても一般的に言えば、現代の前衛的な音楽は、演奏家の名人芸を必ずしも必要とはしていない。音楽の素材というべき音が楽器音からさまざまな環境音や人工合成音へと拡大した結果、作曲家はテープやシンセサイザーを使って、直接自分の意図する音響世界を作り上げることができるようになってきたからである。もちろん、演奏家や伝統的な楽器を媒体として表現することも一方では行われている。しかし、この場合もピアノ線をこするとか、

鍵盤を肘でたたくというようなことにおいて、従来の技能がもはや中心ではなくなってきたことを意味している(11)。

ポップスにおける音楽制作においても、楽譜の読めないミュージシャンがいたり、DTMにおいてステップ・ライト入力で、数字だけで音楽情報を入力することも可能である。従来の技術を持たなくても、音楽を作れたり、演奏できたりするようになった。アコースティック楽器においては、楽譜を通して、または即興でリアルタイム演奏を行っていたが、電子楽器・電子機器の間接的な機能を活用することによって、(シーケンサ、コンピュータプログラムを用いて)演奏情報を編集するという新しい技能が生まれた。

プログラムという従来なかった技能は時として、従来の奏法の難しさ以上の難しさに出会うことになったが、人間がどんなに努力をしても、アコースティック楽器を媒介にしたのではできなかった表現を可能にした。先に例をあげたようにプログラムした情報をアコースティック楽器でコントロールしようとする試みも行われているが、技術的にまだ課題がある。しかしデジタル楽器がほとんどである電子楽器においては、特に電子鍵盤楽器では比較的容易に行えるようになった。

電子楽器の技法は、電子楽器の形態からして既成楽器の技法の延長上にあり、意識しないで既存楽器の技法だけで簡単に音を出すこともできるが、そこには新しい考えが存在し、演奏者の意識によって大きな可能性を見いだせる。

人間の手から発音にいたる経路が複雑で、明瞭でないことは、電子楽器がアコースティック楽器よりも人工的であると考えられる理由の1つではあるが、間接的であるがゆえに、それを利用して新しい方法で楽器の操作を行える可能性があるのではないだろうか。

(4) 道具としての楽器

道具とはある目的を果たすために使用されるものである。人が道具を使い、何らかの目的を目指す時、間違った目的に達成することを避け、目的にできるだけ的確に達成することが必要である。楽器の道具性を重視した場合、機能の

拡大は大切な課題ではあるが、その結果がこの原則を犠牲にするものであれば、結局、楽器としては好ましくない方向に進んでいると言わざるを得ないのではないだろうか(12)。

中嶋は以下のように述べる。

私たちは優れた音楽作品や演奏を述べるとき、しばしば生命、生命力、生気のように生き物の有り様をその上に仮託する。また私たちが音楽を感情の表現形式と定義するとき、私たちは音楽を感情をもった生き物のように感じることを示す。とすれば私たちは優れた楽器を定義するために、楽器それ自体が一つの生物であるように働くこと、そしてよい演奏のためには、手それ自体が一つの生命体のように働くこととすることができる(13)。

これらの指摘を時代が生み出す技術が感覚を変えろという視点から見るならば、機能をいかに使い、目的を達成するかという人間のアイデアが、音楽を生き物のように感じさせ、楽器それ自体が1つの生物であるかのように働く要素となり得ると捉えることができるのではないだろうか。間接的であるということに楽器として違和感を持つ人も多いが、楽器を道具として捉えた場合、日常生活の中の電子機器を使う感覚と、電子楽器を演奏する感覚は同様であり、時代の流れによってその感覚も一般的なものになっていくであろう。楽器も人間の身体の拡張である道具であるが、それらを人間主体として音楽という文脈のなかでいかに活用するかという音楽的アイデアを考えることが必要とされるであろう。人間と機械との機能の分担を、電子楽器においても考える必要があると考える。人間工学からのハードとソフトの面からのアプローチが必要となってくる。

楽器の概念に大きく影響を与える電子楽器には「マン・マシン=インターフェイスと発音源という、その楽器の性能を決める二つの重要な部分がある(14)。」前者は演奏者と楽器がコミュニケーションする部分、即ちコントローラーで、後者は音源である。人間の動きをどう伝えるか 人間の音楽に対するアイデアをどういった方法で伝えるかを考えた場合、人間の意

志を伝えるコントローラーは重要な課題となると考える。

注

- (1) グローバル英和辞典
- (2) McLuhan Marshall 『Understanding of Media: The Extensions of Man』 後藤和彦、高儀進訳:1967. 『人間拡張の原理 メディアの理解』 pp.60, 竹内書店新社, 東京.
- (3) 深見友紀子:1991. 『電子楽器の教育的可能性—メディア論からのアプローチ—』 pp.22, 東京音楽図書, 東京.
- (4) McLuhan Marshall 『Understanding of Media: The Extensions of Man』 後藤和彦、高儀進訳:1967. 『人間拡張の原理 メディアの理解』 pp.28, 竹内書店新社, 東京..
- (5) ibid. pp.29.
- (6) ibid. pp.73.
- (7) 鈴木寛:1987. 『音楽教育と電子楽器』 『全日本電子楽器教育研究会』 pp.58 全日本電子楽器教育研究会事務局, 東京.
- (8) 森松慶子:1995. 『道具としての楽器・楽器としての電子オルガン 新しい楽器分類法の試みを軸に』 『1995 電子楽器教育研究会論文集』 pp.155-165, 全日本電子楽器教育研究会事務局東京. を参考にした。
- (9) 第三章第五節参照。
- (10) 音楽器とコンピューターを融合させた作品を中心に活動している。愛知県立芸術大学助教授。
- (11) 村尾忠廣:1988. 『芸術における技能』 『美の享受と創造』 pp.132-133, 岩波書店, 東京.
- (12) 助川敏弥:1990. 『電子オルガンへの期待と展望』 『1990 全日本電子楽器教育研究会』 pp.27, 全日本電子楽器教育研究会事務局, 東京.
- (13) 中嶋恒雄:1995. 『電子楽器の哲学』 『新たな音楽文化の創造に向けて』 pp.8, 全日本電子楽器教育研究会事務局, 東京.
- (14) 全日本電子楽器教育研究会:1995. 『記念講演(要約)』 『新たな音楽文化の創造にむけて』 pp.47, 全日本電子楽器教育研究会事務局, 東京.

第2章 音・音楽

第1節 音・音楽の要素

(1) 音の要素

音は心理的な属性(音の聞こえの上での性質で最も基本的な要素)から見れば、人間の聴覚器官を刺激して聴覚をおこさせるものである。平たくいえば、音の三要素 大きさ・高さ・音色である。物理的に見ると、「音は空気密度の疎密がくりかえされる振動状態が空間に広がってゆく波動現象(1)」であり、音の大きさ・高さ・音色は振幅・周波数・波形と対応する。

音の知覚において、例えば、われわれは様々な音の違い 時計の音だとか、車の音、風の音を聞き分けることができる。地下鉄の音が騒々しいだとか、風によって揺れる微かなガラスの

音など、音の大きさを聞き分けることができる。さらに、女性の声と男性の声といった音の高さをも聞き分けられる。音が鳴る場合、1つの音だけでなく、2つ同時に鳴る場合も、それ以上の場合もある。これらを同時に知覚できるわれわれの耳は実に素晴らしいものであるが、実際のところ科学的には音の知覚は解明されていない。新しい音でも古い音でも「積極的な作曲家たちは自分の作品で使う音の微妙な質について、いっそう注意を払うようになった(2)」ことは、音の心理的屬性からの作曲へのアプローチを肯定するものであり、特に様々な音を扱う電子楽器において、音の物理的要素の理解と同時に、心理的な属性から見た音の要素も重要であるといえる。そこで筆者は、音の要素を心理的屬性から音高、音長、音量、音色と捉える。

(2) 音楽の要素

音楽の要素は旋律、和声、リズムの3つの要素で成り立っているといわれる。「音に意味をもたせるために、音を横につなげた旋律、縦軸でとらえた和声、パターンとしてのリズムである。もう少し分析的にいうと、音程(音の高さ)、音価(持続)、音強(強度)といえる。ヨーロッパの伝統音楽はこの3つが主な構成要素だといえる(3)。」「音楽は1つの音だけでは音楽として成り立たない。音楽は複数の音の連なりによって成り立っている。我々はその音の連なりを形成している個々の音や音群に意味を感じて音楽を聴く(4)。」西洋の伝統音楽では、既に音に意味を持たせるための規範が成立しているし、われわれはその規範のもとに音楽を理解しようとする傾向が強い。これらの規範もその当時は新しいものとして批判されたが、時代の中で次第に取り入れられている。20世紀の音楽に見られる調性からの脱却、それによって新しい秩序として確立された12音技法や、音色までも秩序づけるセリー技法も、伝統音楽とは規則となるものが異なっているが、根底には秩序づけるという考えによって成り立っている。またそれとは逆に、偶然性という秩序からの解放を意図した音楽もある。

異なった規則で作曲・演奏される音楽の中で、求められる音楽表現の方法は違う。しかしながら、楽器に求められるものの1つに旋律の

表現があるであろう。現代作曲家の中川は以下のように述べる。

楽器にとって一番重要なのは、奇妙な音色でもきらびあかな効果(エフェクト)でもなく、旋律の演奏表現がどれだけ豊かであるか、という点であろう。それは、どんな過激な現代音楽の作曲家にとっても、またそうでない正統的な人にとっても、楽器自体に期待するものという点で同じである(5)。

コンピュータによって楽譜上の情報を実演奏させる研究が行われている。人間の演奏における意識的・無意識的に生成されている特徴を抽出蓄積し、コンピュータの演奏に反映させるアプローチによって、「演奏ルール」をコンピュータに学習させるというものである。やはり、人間の演奏は表情豊かであることを痛感させる。リアルタイム演奏という点から見れば、それらの対局する音楽の共通点として、楽譜にかかれてある情報 音高、音価、強弱、音色だけではない、非論理的要素によるところのものをあげることができる。音楽は物理的には音響の時間的変化の現象に過ぎないにしても、人間の聴覚を通して生理的、心理的な心地良さ、不快さ、時には精神的な感動まで与える。音楽には人間の豊かな精神活動があり、楽譜という音楽情報の他に演奏者の解釈による演奏情報が加わり、さらに楽器や歌声の特性と、演奏会場の音響効果が加わって音楽となる。20世紀の音楽は、音もしくは音響から音楽への認識には個人差があり、何を音楽として認めるかは主観的であるにしても、芸術性、特に音楽の場合に1つの意味をあげるならば、一瞬にしか生きられない音を、人間の演奏によって生かす、再現不可能な流動性(非再現性)をあげることができよう。演奏者による表現の違い、また、同じ演奏者でも、その時の感情によって大きく演奏は変わってくる。演奏会場の広さ、雰囲気などもその要因といえる。生命活動の重要な要素である精神活動や身体的活動、特に感性表現によるゆらぎ、あいまいさ、気まぐれ、連想などといった非論理的要素は音楽における1つの音楽的要素といえるであろう。前田は、「音楽は音の芸術であり、音楽と聴取者の間には常に音を再生するための

演奏者が媒体として存在するからである。しかも、その演奏者は音楽全体の印象を変える力を十分に備え持っているのである(6)。」と述べている。さらに藤島は、ブーレーズの音楽が持っている美しさを以下のように述べている。

感覚と件をそのまま受け入れるということは、彼の音楽が思想へと向かうものではなく、感覚へと飛翔するものであることを意味している。そこには、ドイツ系の音楽が持っている重みはない。その軽やかさは、コンピューターの解析能力、すなわち、音の基本的最小単位を半音から(シェーンベルクから)電子的単位へと進化させたその能力によっていると私は思う。・・(中略)・・音楽の科学的発展に何が必要であるか、ブーレーズは自分の耳で探求し、我々の前に“レボン”というコンピューター音楽を差し出したのである。私が、“レボン”から感じたことは、まさに芸術は人間の意志によって造られたものであり、その意志によって空間を占有しようとするものなのであるということであった(7)。

(3) 音楽の中で使われる電子音

現在の音楽の中で求められる音は作・編曲において様々である。作・編曲において内なるイメージを表現する際のコンセプトによって使われ方は異なってくる。音色という点ではアコースティック楽器にも特殊奏法があり、時代の中で新しい音が求められていた。電子楽器はアコースティック楽器のように独自の音を持たず、様々な音を出すことができるが、これは電子楽器の欠点でもあり、利点でもある。

電子楽器を用いた音楽の音に注目すると、既存の楽器の音を表現する場合と、既存の楽器にはない音を作り出す場合の2つに大別できる。電子楽器の音といえば、宇宙を想像させるような音というイメージや、未知の音といった後者のイメージが強いが、それは電子楽器の初期の頃のテクノロジーによって出せることのできる音に制限があったことや電子楽器が使われていた音楽からの影響が1つの原因と考えられる。現在では技術の発達によってアコースティック楽器の音を以前に比べてはるかにシミュレートできるようになった。

パイプ・オルガンの代用として使われ始めた電子オルガンも、オペラや協奏曲のオーケストラ伴奏として、芸術音楽の中でも代用楽器としての位置を確立しつつある一方で、既存の音ではない独自の音を探求している。一部の現代作曲家はこの電子オルガンを用いて、それぞれの内なるイメージを新しい音で表現しているものもある。また、ポップスにおける電子楽器の使われ方も、西洋の伝統音楽や民族音楽に見られる楽器の音だけでなく、電子音楽で聴かれる既存の音にはない変調によってえられる音も取り入れられている。電子音楽における表現は既存の音を加工して、新しい音響を作り出すといった音色の変化にも目が向けられている。

第2節 歴史から見た電子楽器による表現

今世紀のテクノロジーが生み出した電子楽器も、多様化する現在の音楽の中でいろいろな使われ方がなされているが、新しいテクノロジーは最初、大部分、芸術音楽の場で生じている。

1906年、アメリカのケーヒル(Cahill, Thaddeus)がテルハーモニウムを、1920年にソ連の物理学者テレミン(Theremin, Leon)がテレミンを発明した。さらに1927年、トラウトヴィンはネオン管を音源とするトラウトニウムが、1928年、フランスでオンド・マルトゥノが開発された。テレミンは2本のアンテナに触れることなく、腕の動きで音程と音量の連続的な変化をコントロールするというものであり、オンド・マルトゥノは、ピッチ・コントローラー・バンドによって連続的な変化が得られた。

テープ・レコーダーによって、従来、楽音として認められなかった雑音や日常音など、今響いている音を録音・加工するミュージック・コンクレート(具体音楽)がパリで始まった。それはターンテーブルやテープ・レコーダーを用い、音を素材を電子的変調するものである。レコードの逆回転による音の逆行、再生スピードの変化による音高、リズム、音色の変化、音から要素を分離すること、音と音の重ね合わせなどを利用した。これらの手段を用いて素材をもとの音源との諸関係から解放し、事象はたんに想起のためのシンボルではなく、作曲上の扱い

が可能な音響オブジェとなった。

ケルンでは、最初からの音合成およびセリーにより電子音楽作品がつけられた。電子手段だけの音色の合成により、音色というパラメータも効果的にセリー化するというものである。正弦波から現実音も非現実音も、意味のある音、ない音も作り出されるといった音の素材の拡大は、音の世界に制約をもたなくなった。電子音と人声を共に録音することに見られるように、具体音楽と電子音楽との境界があいまいになっていった。電子楽器のほかに楽器音、人声、自然音などが同時に使用されるようになった。

電子楽器を使った作品例

楽器名	作曲者名	作品名
テレミン	E. ヴァレーズ	赤道 Equatorial 1934
トラウトニウム	P. ヒンデミット	トラウトニウムと弦楽のための協奏曲 1931
オンド・マルトゥノ	A. オネゲル	セミアリス Semiramis 1933
	O. メシアン	トゥランラリラ交響曲 1946-48
	A. ジョリベ	オンド・マルトゥノ協奏曲 1947

1955年にロバート・ムーグ (Robert A. Moog) は音楽合成機 (Music Synthesizer) を製作し、60年代には、ハードウェアの簡易化によってライブ・エレクトロニック音楽が始められた。初期の電子装置のほとんどがライブ・パフォーマンスの自由さが大きく欠けていたが、電子楽器がついにはコンサートホールにも進出し、コンピュータが演奏の過程にも導入されるようになった。

さらにシンセサイザーはアナログからデジタルになり作品制作にかかる労力が激減したと同時に、それらの楽器による音楽制作・演奏を広く万人のものにした。また、電子音楽の制作が電子スタジオから解放されたことによって、芸術音楽だけでなく、ポップスというフィールドにおいてもテクノロジーの導入につながってくる。スタジオワークとしては早い時期からコンピュータミキシングが導入され、意識的なミュージシャンは録音プロセスとしてコンピュータと取り組んでいた。さらに実用的で低価格な電子楽器が提供され、MIDIが一般化するにつれ、アマチュアとプロとの機材的な境界が薄れてきた。専用シーケンサー機での編集能力不足から次第にパーソナル・コンピュータ上のシーケンス・ソフトが注目を浴びようになる。音源はますますコンピュータ向きになり、

高機能で安価になる。こうして開化したのが、現在隆盛を極めているデスクトップ・ミュージック (DTM) である。演奏のみならず、音色編集、サンプル編集、譜面作成など様々なアプリケーションが登場している。

50年代に入ってコンピュータによる作曲の研究が始まった。ピンカートンによる確率表に基づいてメロディーを作り出す研究やホプキンスらによる単旋律賛美歌の生成の実験などがある。こうした実験の多くは推移確率に基づくもので、任意の音から次の音に移行する際の音高の選択に確率が用いられた。60年代は、20世紀音楽の巨匠クセナキスの確率理論に基づく推計学的音楽 (Stochastic Music) の出現や、アメリカの実験音楽の祖であり現代芸術に多大な影響をもたらしたケージとヒラーによるコンピュータ音楽《HPSCHD》が誕生した。この作品は中国の易学 (I Ching) の持つ不確定性、偶然性を応用したものだ。もう一つの重要な出来事はアメリカのベル電話研究室のマッシュューズによるデジタル音響合成のためのプログラム、「Music 」および「Music 」そしてアナログ型のシンセサイザーの制御を行うハイブリット・タイプの GROOVE システムの誕生である。

70年代は、大型のコンピュータからミニコンへの移行期にあたり、リアルタイムの音楽作りの基礎が築かれた。80年代に入り、IRCAM では「4A」からスタートした研究がさらに発展し、「4X」と呼ばれるリアルタイム・サウンド・プロセッサが完成した。「4X」は同時に1000台の発振器グループのシミュレーションを行うことができる強力な信号処理装置であった。この時代の大きな特色は作曲支援のためのさまざまなツールが開発されたことである。ハード的にはワークステーションやネットワークによる制作環境が整い、また、パーソナル・コンピュータとMIDIの登場により、制作環境のパーソナル化を迎える。単なる入力データの再生ではないライブでのインタラクティブな表現の可能性が開かれた。

90年代に入り、パーソナル・コンピュータの高性能化、低価格化によってコンピュータ音楽は研究機関から離れ、パーソナルな時代になった。またリアルタイムでの信号処理が定着した。

音楽表現と電子楽器の関係において、興味深いことは以下のことである。

音素材の拡大という現代音楽の中で、電子楽器は様々な音が合成できるという点で注目を浴びた。セリー技法により音色も秩序づけることができた。

技術の発展によって新しい音響合成装置、楽器が発明され、音楽のタイプを出現させた。セリー音楽や不確定な音楽等である。

電子楽器のデジタル化、MIDIの誕生によってコンピュータと相性がよくなり、また、コンピュータのパーソナル化、電子楽器の高性能化・低価格化によって電子楽器を利用することがスタジオから、パーソナルなものになった。

手が届く価格、音楽が好きである程度の使用法を理解すれば、演奏・作曲・記憶など多機能的に展開できる。

ポピュラー音楽へ導入されることで、音楽や楽器が商品化され、消費されるようになった。さらに企業による開発が行われた。

注

- (1) 安藤由典:1971:『楽器の音響学』pp.9, 音楽之友社, 東京
- (2) John R. Pierce 『The Science of Musical Sound』村上陽一郎訳:1989:『音楽の科学』pp.216, 日経サイエンス社, 東京.
- (3) 一柳慧:1984:『音を聴く』pp.116, 岩波書店, 東京.
- (4) 中村滋延:1991:『ハイパー・ミュージック・シアター』『京都芸術短期大学紀要第14号』pp.166, 京都芸術短期大学, 京都.
- (5) 中村俊郎:1995:『私がエレクトーンの作品を作曲する理由』『音楽の世界第34巻7号』pp.7, 日本音楽舞踏会議機関誌局, 東京.
- (6) 前田圭子:1994:『音楽に対する情動反応に関する研究』pp.8, 兵庫教育大学学位論文, 兵庫
- (7) 藤島寛:1995:『モダニズムの音楽』『Sound Arts Vol.3.』pp.4, XEBEC CORPORATION, 神戸.

第3章 電子楽器と音楽表現

電子楽器のメリットは無数の音が出せる、鍵盤による音律を事前にワンタッチで設定でき

る、音量のコントロールができる、ヘッドフォンが使える音を消すことができる、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) コントローラーを使って多数の音源をコントロールできる、コンピュータによってプログラムできる、電話回線によってMIDIデータをやりとりできる、スピーカによって音像もコントロールできるといったことがあげられる。特にコントローラーという点から見れば、音源とコントローラーが独立して存在できるということは大きなメリットである。

アコースティック楽器におけるコントローラーはその楽器によって固定されていて、発音体から共鳴部、音響を出力する部分は一体化している。電子楽器において、MIDIによりさらに音源+コントローラー=楽器という考えが定着してきたこと、音源モジュールという音源だけが独立した楽器が見られるように、また、マスターとしての電子楽器、コンピュータによって外部からコントロールできるように、音源とコントローラーは別個のものとして取り扱うことができるようになった。つまり、キーボードやピッチベンダー等の既存のコントローラーに限らず、人間の働きかけによって得られるアナログ情報をデジタルに変換にできれば、どのような形態のコントローラーも存在できるという可能性があるということである。それは、より効果的なコントローラーと性能の良い音源が存在すれば、電子楽器の表現の幅を拡大する可能性を持っていると言える。

とはいえ、デジタル信号はオンかオフかという情報であり、実用的な範囲で四捨五入してしまおうという、不連続な変化の情報である。情報を伝える部分の性能によって抽出される情報も異なってくるし、その情報を受ける音源側の性能によって、スピーカーの性能によって出てくる音も変わってくるという欠点もある。

第1節 音源

電子楽器には、いろいろな音が出せるという大きな特徴がある。電子音はフーリエ級数の概念によるところが大きい。どんな複雑な波形も正弦波の組み合わせに分解できるということが、音響合成の初期の段階では信じられ、どん

な音色でもいくつかの正弦波発信器を用意すれば合成できると考えられていた。このようなアイデアから、1950年半ばには、いわゆる電子音楽を制作する試みがなされた。やがて、このような純音（正弦波）だけからは現実の楽器のような豊かな音色を合成することは不可能であることがはっきりした。楽器音の研究は多くのことを明らかにしたが、その中で興味深いことの1つに、美しい楽器音が、整った倍音関係だけでできているのではなく非楽器と考えられるような不規則な成分を含んでいるという点である。そのような成分は特に音の立ち上がりに多く含まれるものであるが、定常音でも重要な要因となっている。

LSIが存在し、FM変調方式の音響合成法が可能になり、それが1つのデジタル素子として製品化されてから、豊かな楽器音が合成できるようになった。デジタル・シンセサイザーはそれまでのアナログ・シンセサイザーとは比べものにならない複雑な音色を、容易に演奏することができる。また、サンプリングによってアナログ信号をパルスの有無で表すデジタル信号に変換するPCMになって、よりアコースティック楽器の音に近づいた。

デジタルでの音の合成は、基本的には、アナログ・シンセサイザーのVCO VCA VCFと同様で、電圧制御から2進法によって数字化されるという、デジタルで制御するものである。オシレーターで波形を発生させ、フィルターで音色に変化を与え、アンプファイアーで音量を変化させる。音色をコントロールする様々なファクターとして、エンベロープ・ジェネレーター(EG)、ペロシティ、キーボード・トラッキング、モジュレーションが考えられる。

現在、どのような方式で音を合成しているのだろうか。デジタル録音した具体音を音源として用いるサンプリング方式も取り入れられている。

- (a) 合成方式
- (b) 抽出方式
- (c) 変調方式
- (d) サンプリング方式
- (e) 演算方式
- (f) ハイブリッド方式

(g) 物理モデル

YAMAHAから発売されたVA音源(Virtual Acoustic)は、原波形やサンプリング音は持たず、楽器の構造についての物理的情報だけを持っている。音を出す際は、演奏者によって与えられた刺激(息を吹き込む、弦を擦る等)に応じて楽器がどう振動するかをリアルタイムに演算し、その結果生まれる空気振動をアナログ化して出力する。さらにKORGからも物理モデル方式による音源が発売されたが、これらは非常に興味深い。

第2節 コントローラーの現状

時間の中で鳴り響く音を「学習や生活慣習で形成される能力(1)」によって音楽と認めると捉えるならば、音楽のもととなる音を電子楽器のコントローラーでいかに制御するかを理解することが必要であろう。ここでは作曲家が記す楽譜以外の情報(演奏家によって音となる音楽に付加される流動性)に注目し、リアルタイム演奏を中心に述べる。またリアルタイム演奏による場合、MIDIによるプログラム固定型の演奏以外、テンポのゆらぎは演奏者によって直接制御できるため、ここでは除外して考えることとする。

電子楽器は、様々な音楽の中で、さまざまなコンセプトによって使用される。また電子回路によって構成された楽器である。電子楽器の開発は企業による場合が多く、発売されている電子楽器には様々な種類があり、その形態・機能は楽器メーカーによって異なっている。また、各メーカーの電子楽器は機能の複合化の傾向にあり、それぞれの境界はなくなりつつある。機能の複合化する電子楽器において、人間の動作によって直接制御するコントローラーと、機能を提供する間接的コントローラー、また演奏情報として記憶し統合・制御する信号としてのMIDIがある。

(1) 既存のコントローラー

電子楽器には様々なコントローラーがある。それを楽器の形態から見ると次のようなものがある。

(1-1) リアルタイムな作業を支援するコントローラー

人間のリアルタイムの動作を支援する機能としてのコントローラーは以下のものである。

(a) キーボード・コントローラー (keyboard controller)

現在ではシンセサイザーといえば鍵盤楽器というイメージが強いが、1つのコントローラーとしての鍵盤は電子楽器の発展に大きく貢献していることは事実である。しかし Synthesize は合成するといった意味から、筆者はシンセサイザーを電子回路によって音を合成する装置と捉えている。

鍵盤楽器の代表とも言えるアコースティック・ピアノでは、鍵盤でコントロールできる音の要素は、音階、打鍵の強さによる強弱、打鍵の強さ・ペダルによる音色の変化である。初期の頃の電子楽器のコントロールでは、音階、音量だけしかコントロールできなかったのに対し、現在では音色の変化、強弱もできるようになった。アフター・タッチ、イニシャル・タッチというタッチ・センスというコントローラーによって、鍵盤で音色の時間的変化が得られるようになった。キーボード・コントローラーは鍵盤楽器にイメージされる白と黒の鍵盤部分の機能を独立して持つキーボードの総称である。キーボードを有するシンセサイザーは、内部構成が音源と鍵盤に分けることができ、MIDIによって複数の電子楽器をコントロールすることが可能である。ギターのようにショルダー型のキーボード・コントローラーも存在する。

電子ピアノに見られるように、アコースティック・ピアノの鍵盤を弾く感じとほぼ同様の感覚を得られる努力がなされている。また、鍵盤のタッチを変えることのできるものもある。

音源側の設定によって平均率以外の調律法で、例えばピタゴラス音律、純正律、ベルクマイスター等の調律で演奏できるものもある。設定という操作が必要であるが、キーボードのステップ的な音も少しずつではあるが、解消されている。ただし、リアルタイムで連続的な音高の変化は得られない。

また、モノフォニックでしか音が出せなかったシンセサイザーも、同時発音数に制限があるものの、ポリフォニックとなった。

タッチ・センス (touch sensitivity)

アコースティック楽器ではその楽器の発音体に加えるエネルギーの大小(ピアノなら打鍵速度で、ギターならピッキングの強弱)によって、音量、音色が変わる。これは楽器の表現力の大きな要素となっている。初期の電子楽器は電気信号のオン/オフをするスイッチであったのに対し、現在では鍵盤を打鍵する速さ(ベロシティー検出型)を検出し、それに応じた音量や音色のパラメータを操作する機能がある。以上の機能をイニシャル・タッチ (initial touch) と呼び、ピアノのような減衰音においては、打鍵速度で強弱をコントロールし、弦楽器や管楽器のような持続音においては、強弱だけでなく、音の明るさも同時変化する。

キーが押されている場合、押されている圧力を感じ取る機能を持っているものもある。これをアフター・タッチ (after touch) と呼び、キーを押す強さでヴィブラートや音量を変化させるができる。また、音源の性能にもよるが、音色の変化を得られるものもある。

ホイール (wheel)

シンセサイザーのコントローラーの1つであり、ピッチやモジュレーションのコントロールを行う。

ピッチ・ベンダー (pitch bender)

キーボードで音高(微妙なピッチ)を連続的に上下させる効果を作るためのコントローラーである。

ジョイスティック (joystick controller)

上下左右に自由に動くレバーによって、ボリュームのバランスをとったり、モジュレーションとして使う。

リボン・コントローラー (ribbon controller)

リボン状の接触部分があり、そのどの部分に触れるか、押すかによって、音程、音色、モジュレーションの深さなどを変化させることができ

る。リボンの上で指を滑らせることで変化が無段階に行え、ピッチの連続的な変化などが可能である。

(b) フット・コントローラー (foot controller) スイッチ型

ペダル

ピアノには古くからペダルというコントローラーが存在する。電子楽器も同じようにフット・ペダルによってピアノ以上の機能を持っている。キーボードでコントロールする場合、リアルタイムでの演奏中は両手とも鍵盤に向かうか、または、右手が鍵盤、左手がホイール類を操作するかという具合に、手で行えることは制限される。そこで足でコントロールすることが考えられる。電子楽器の特徴である、音色の切り換え、ピッチ・ベンド、モジュレーション、などの機能を足でサポートすることもできる。

アコースティック・ピアノの足元には、いろいろな音を出すために、現在では基本的に3本のペダルが並んでいる。向かって右からラウド・ペダル、トーン・サスティニング・ペダル、ソフト・ペダルである。

ラウド・ペダルを踏み込むと、ダンパーが持ち上がり、弦が開放されるために、打弦されていない弦も共振によって鳴り始め、豊かな倍音を生み出す。トーン・サスティニング・ペダルは弾かれている鍵盤のダンパーだけが持ち上がり、その音がけが響くというものである。ソフト・ペダルは名前の通り、音を柔らかくするペダルである。

現在、電子ピアノにはアコースティック・ピアノと同じように2本、もしくは3本のペダルが装備されている。シンセサイザーもオプションでフット・ペダルを取り付けられ、設定によって様々な効果が得られる。

[アコースティック・ピアノの3本のペダルと同じ効果として]

ラウド・ペダル (ホールド・ペダル)

ラウド・ペダル (ホールド・ペダル) は基本的にはオン/オフのスイッチで、ペダルが踏まれている間、エンベロープのリリース処理に入るのを保留し、音の持続としての効果が得られる。リリースに入った段階でペダルがオンされ

た時、シンセサイザーはそのままりリースするが、電子ピアノではリリース時間がのびるという処理の違いがある。最近では物理モデルによって、共鳴のシミュレーションも行えるようになったが、基本的に現在の電子楽器では、共鳴のシミュレーションは行われていない。

最近ではハーフ・ペダルに対応した機種もあり、ペダルによる音色変化が得られるものも登場した。マルチサンプリングを使ったものは、数段しか変化がなかったりするが、フィルタリングなどによって音色を変えているものは、連続的な変化が得られる。

トーン・サスティニング・ペダル(ソステヌート)

電子楽器ではトーン・サスティニング・ペダルをソステヌート・ペダルとかコード・ホールド・ペダルと呼んでいる。機能としてはアコースティック・ピアノと同様であるが、響きの調整という使い方はできない。しかし、複数のパートをキー・スプリットを使って弾くような場合、例えばパッド系和音をバックにソロを弾くというような時には便利な機能である。

ソフト・ペダル

名前の通りフィルタリングやイコライジングによって、音をマイルドにすることが行われる。

[アコースティック楽器にはない機能]

以上の3種類の機能はアコースティック・ピアノのペダルに対応したものであったが、さらに電子楽器ではデジタルならではのペダル機能を持つようになった。電子鍵盤楽器のペダルは、大別して2つの機能がある。1つは楽器のコントロール端子に接続して本体に装備されている機能(ダンパーやポルタメント、モジュレーションなど)をコントロールする、コントローラーとしてのペダル。もう1つはボリューム・ペダルに代表されるような、ライン出力に対してかける外部エフェクターとしてのペダルである。

フリーズ・ペダル

これはアコースティック楽器にはない機能

で、シンセサイザー、特にサンプラーの登場によって生まれたペダルである。サンプラーは、音を持続させるのにメモリー波形の一部を繰り返して再生するというループ機能を持っている。この再生による波形にエンベロープ処理やフィルター処理を施して、減衰やそれによる音色変化を作り出している。

フリーズ・ペダルは、ペダルが押されている間、このループ処理を持続させるというもので、エンベロープ処理も一時停止する。フリーズ・ペダルの場合、オンされた時点のレベルが維持されるから、減衰はしていない。

ポルタメント

ポルタメントは、シンセサイザー特有の機能である。このポルタメント機能のオン/オフがペダルで行われるようになっている。

セレクト・スイッチ

フット・スイッチによって音色を切り換えるというものである。音色をあらかじめ使用順に設定しておき、これを切り換えていくという機能である。

可変型

ボリューム・ペダル/エクスプレッション・ペダル

いずれも基本的には音量をコントロールする。ボリュームは音声信号レベルのコントロールに対し、エクスプレッションは、ソフトウェアが絡む内部処理レベルのコントロールである。ミキサーのフェーダーにあたるのがボリュームで、演奏におけるクレッシェンドがエクスプレッションである。前者が音量を絶対値として変化させるのに対し、後者は相対的に変化させる。音源のマルチティンバー化によって起こってきたことで、従来ボリューム・ペダルとして使用されていたものが、エクスプレッション・ペダルとして扱われるようになった。

モジュレーション・ペダル

モジュレーションの深さをコントロールするもので、シンセサイザーにおいて、通常は左側にあるモジュレーション・ホイールでコントロールするが、2本の手で操作できることには

限度があり、フット・コントローラーによってもヴィブラート、トレモロ等のコントロールが可能である。

フィルター・コントロール

シンセサイザーの中にはフット・コントローラーを割り当てられるものもあり、設定によって様々な音色の変化を得られる。例えば、ローパス・フィルターのQをコントロールすることで、音色を明るくしたり暗くしたりできる。また、バンドパス・フィルターでレゾナンスを上げ気味にしておけば、柔らかいわうのような効果が得られる。

多くのシンセサイザーにはマルチエフェクターが内蔵されているが、このパラメータをフット・コントローラーでコントロールできるものもある。

バランス・コントロール

複数のティンバーを使って音色が作られている場合、例えば、ストリングスとピアノというような組み合わせの音色では、フット・コントローラーによって2音色のミキシング・バランスをリアルタイムで換え、音色変化を得ることもできる。

(c) ウィンド・コントローラー(wind controller)

サクソやトランペットを真似したものがあがるが、アコースティック楽器とはかなりニュアンスが違う。フィンガーリングで音高を、息の長さで音長を、息の吹き込み方で音色、強弱などのコントロールができる。それらをすべて検出できるセンサーは今のところないが、ブレスの強弱を検出する息圧センサーとマウスピースにもセンサーが取り付けられていて、くわえた時の圧力を検出できる。その情報を利用して音量や音色変化、ヴィブラートやトレモロなどを表現できる。ピッチ・ベンドなどはマウスピースではできないので、専用のコントローラーが用意されている。また、トランペットなどは息の圧力で同じポジションで5度やオクターブ音程をだすことができるが、現在のセンサー技術では難しい。そこでオクターブ・シフトコントローラーでオクターブを切り換えを行う。

(d)ギター・コントローラー (guitar controller)

ギターを使ったシンセサイザーであり、ギターの出力を周波数から電圧変換するものから、MIDI信号を発生するものまで、様々なタイプがある。各弦ごとに独立したピックアップを持ち、マルチケーブルでシンセサイザーユニットへ信号が送られる。各弦のピッチ信号はそれぞれシンセサイザーの音程を決める信号や、MIDI信号のノートナンバーに変換されていく。しかし変換は難しく、チョーキングやアーミングなどで音程を連続変化させた音程を、いかに等分された鍵盤音程に割り当てるか問題である。アームはベンダーの代わりにする1つの操作子である。情報量が多く、奏法には特殊な工夫が必要である。

このように弦の振動を分析して音階を認識するのは難しく、ピックアップレベルなどの調整も難しい。そこでピックアップを使わないで音程を検出するタイプのものも登場した。押さえた拍板の位置から音程を読みとり、音源で鳴らすトリガーを弦から読みとるものである。

(e)ドラム・シンセサイザー (drum synthesizer)

シンセサイザーをドラム形のパッドでコントロールするもの。

(f)センサー (sensor)

最近発売されたMIBURIのようにセンサーそのものによって音をコントロールする新しい楽器も存在する。MIBURIにおいては、身体の動きをセンサーが感知し、グリップのスイッチを押すことによってトリガーする。右手首で音程・ヴィブラート、左手首で音量を、肘で音階を、肩で音色をコントロールする新しいタイプのコントローラーも存在する。

(1-2)間接的機能としてのコントローラーは以下のようなものがある。

(a)シーケンサ (sequencer)

一連の動作を連続的に制御する機構である。音楽では同型による反復進行をシーケンス (ゼクエンス) と言い、アナログ・シンセサイザーには12個程度の音形をセットできるモジュールがあり、それをシーケンサと呼んだ。現在では

入力がデジタルICのメモリーを使って数値で行うため、大量の演奏情報をメモリーでき、より自然な自動演奏が可能である。最近のシンセサイザーは、多機能になり、エフェクターやシーケンサーを搭載しているオールインワン・シンセサイザーと呼ばれるものもある。そのシーケンサに打ち込んだ演奏情報を流しながら、演奏もできる。また、電子楽器のデジタル化、MIDIにより、コンピュータとの相性も良くなった。このことによってシーケンス・ソフトによってコンピュータでも演奏情報が扱えるようになった。

音高・音長だけでなく、クレッシェンド等の連続的な音の強弱や音色設定、音色の変化等の時間的コントロールも記憶できるようになった。キーボード・コントローラー、ステップ・ライトによる数値の入力、ウィンド・コントローラー等によって、演奏情報を記憶できる。

(b)エンベロープ・ジェネレーター (envelope generator)

エンベロープ・カーブを作る回路であり、音の出し方、消え方などを設定する。一般には音量を、音源方式によっては音色もコントロールする。

(c)コンピュータ

現在、音楽は情報としてコンピュータで処理できる側面を持つことになった。コンピュータの音楽への応用として主な応用分野として坪井邦明氏は次のようなものを示している(2)。

作曲・編曲

音楽の分析的・研究

楽器音の研究と音響合成

電子楽器の自動演奏

演奏された音楽から楽譜への変換 (自動採譜)

楽譜の読取り

楽譜の印刷

音楽データベース

音楽のC A I (計算機採用学習)

コンピュータのアプリケーションによって使われ方は違うが、音をコントロールするものとし

て以下のものがあげられる。

- シーケンサーとして音高・音長・強弱・音色
- 波形編集ソフトによる音色エディット

(d) MIDI

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) は演奏情報を別の楽器に伝えるための標準となるハードウェア・ソフトウェアのフォーマットを定義したものである。例えば鍵盤を押す、ペダルを踏む、コンピュータとの演奏に必要なコントロール情報や同期情報を送り出す。これらによって MIDI を使った演奏システムの構築が可能である。

MIDI 規格誕生以前の楽器ではゲート、トリガー、コントロール・ボルテージなどが用いられており、各メーカーで楽器個々の差異が大きかったため、シンセサイザーはそれ自体で使われていた。マイクロプロセッサによりデジタル・コミュニケーションが容易になったことで、各楽器メーカーが自社製品同士を接続するためのデジタル・インターフェイスを開発し始め、現在 MIDI が取り入れられたことで、異なるメーカーの楽器間でも相互性を持つようになった。

人間が演奏に介在できる プログラム編集型演奏可能性を見いだす前提として MIDI による

音のコントロールを概略する。

MIDI メッセージは大別すると演奏情報を送るチャンネル・メッセージと、演奏システム全体で共通に利用されるシステム・メッセージがある。音の要素をコントロールするのに大きく関係するのは、前者である。

チャンネル・メッセージとして、音を出す/止めるといった最も基本的なノート・オン/オフ。ペダルやモジュレーションなどのエフェクト情報、ベンダー情報、音色を切り換えるといったプログラム・チェンジ。アフタータッチ情報を送るポリフォニック・キー・プレッシャー。これらはボイス・メッセージと呼ばれる。

また、演奏方法や、MIDI 送受信方法に関する基本的な動作をコントロールするモード・メッセージがある。

これらのメッセージが音のコントロールとどのように関係があるのか、まとめたものが下の図である。

第3節 音楽表現とコントローラー

(1) 既存の楽器音を再現する表現

電子楽器でオーケストレーションを行う場

		データ			2バイト目のデータ		
		ステータス	バイト数	1バイト目のデータ			
ボイス・メッセージ	ノート・オフ	8nH 1000nnnn	2		0-127: (ベロシティ)	鍵盤を離す	
	ノート・オン	9nH 1001nnnn	2		1-127: (ベロシティ)	鍵盤を押す	
	ポリフォニック・キープレッシャー	AnH 1010nnnn	2		0-127: (プレッシャー)	鍵盤ごとに独立したアフター・タッチ情報	
	コントロール・チェンジ	BnH 1011nnnn	2	0:バンク・セレクト 1:モジュレーション・デブス 2:プレス・タイプ 3:未定 4:フット・タイプ 5:ポルタメント・タイプ 6:データ・エンタリー (MSB) 7:メイン・ポリフューム 8:バランス・コントロール 10:パン 11:エクスプレッション 16-19:汎用操作子	0-127: (上位バイト)	0-31:連続可変タイプのエフェクトに関するコントロール情報	
	下位4ビットをMIDIチャンネルで表す						
	0000:ch1 (0H)						
	0001:ch2 (1H)						
	0010:ch3 (2H)						
	0011:ch4 (3H)						
	0100:ch 5 (4H)						
	0101:ch 6 (5H)						
	0110:ch7 (6H)						
	0111:ch8 (7H)						
	1000:ch9 (8H)						
	1001:ch10 (9H)						
	1010:ch11 (AH)						
1011:ch12 (BH)							
1100:ch13 (CH)							
1101:ch14 (DH)							
1110:ch15 (EH)							
1111:ch16 (FH)							
モード・メッセージ				32-63.0-31.0:下位バイト	0-127: (下位バイト)	32-63.0-31でさらに精度が必要な場合、下位バイトとして使う。	
				64:ホールド1(リターン)			
				65:ポルタメント			
				66:ソステヌート		0:OFF 127:ON	
				67:ソフト・ペダル			
				68:ホールド2(フリーズ)			
				80-83:汎用操作子			
				91:外部エフェクト			
				92: (トレモロ)			
				93: (コーラス)			
				94: (セレステ)			
				95: (フェイザー)			
				96:データ・インプリメント			
				97:データ・デプリメント			
				98:NRPNのLSB			
				99:NRPNのMSB			
			100:RPNのLSB				
			101:RPNのMSB				
			120:オール・サウンド・オフ	0		鍵盤側の音を強制的に止める	
			121:リセット・オール・コントロールズ	0		コントローラーやペダルをリセット	
			122:ローカル・コントロール	0:OFF 127:ON		楽器側の音を切り離す	
			123:オール・ノート・オフ	0		鍵盤側の音を全てノート・オフさせる	
			124:オムニ・モード・オフ	0		チャンネルを認識する	
			125:オムニ・モード・オン	0-15(M)		チャンネルを認識しない	
			126:モノ・モード・オフ	なし		モノフォニック・キーボードとして	
			127:ポリ・モード・オン	0		ポリフォニック・キーボードとして	
ボイス・メッセージ	プログラム・チェンジ	FnH 1100nnnn	1	0-127 (音色番号)	なし	音色セレクト	
	チャンネル・プレッシャー	FnH 1101nnnn	1	0-127 (プレッシャー)	なし	楽器全体にかかるアフター・タッチ情報	
	ピッチ・ベンド・チェンジ	FnH 1110nnnn	2	0-127 (下位バイト)	0-127 (上位バイト)	ピッチ・ベンダーを動かした時の情報	

合、問題となるのは、その楽器の持つ特徴をいかにシミュレートするか、というところであろう。旋律の表現においてその楽器らしさを表現するために、いかに各種のコントローラーを使い分けるアイデアが必要となってくる。各メーカーの供給する音源は年々音の質も良くなっており、コントロール次第で「その楽器らしさ」を表現することが可能である。

鍵盤でのコントロールは、電子楽器においてもアコースティック楽器の奏法の延長であり、ピアノの音（減衰音）の表現は、サンプリングによってかなりの部分、リアルになっている。タッチ・センスによる強弱の変化が可能になったことで、また、アコースティック・ピアノのペダルと同様の効果も得ることできることで、アコースティック・ピアノの音のコントロールに近づいている。しかしアコースティック楽器の音の特徴は、発音体を発動させ、共鳴を得るために、アタック部分では音色変化が伴うことである。毎回微妙にアタック部分の音色が変化し、音の強さや音域によって音色変化は大きく異なってくる。アコースティック・ピアノにおいても演奏者によって、この部分の倍音の含まれ方が違っていることも明らかになってきている。管楽器や弦楽器は各楽器によって定常な状態の倍音構造だけでなく、音の出始めの音の変化も楽器音の特徴となっている。さらに管楽器や弦楽器という持続音においては、発音中の音色や音量の時間的な変化も大きな特徴である。

ピアノなどの減衰音は音が消えていくという特質上、時間の変化の中での変化は持続音ほど問題は少ない。むしろ伝統音楽の完全なオーケストレーションを行うにあたっては、持続音のコントロールが問題となる。ウィンド・コントローラーやギター・コントローラーといった鍵盤形態をとらないコントローラーも存在するが、現状では人間の働きかけに最も応えてくれるのは鍵盤楽器であり、またシンセサイザーといえば鍵盤楽器というイメージの強さや、MIDIも鍵盤のコントロールを中心に考えられていることから、鍵盤によるコントロールを中心に持続音のコントロールを見たい。

楽譜に記譜される情報としてグリッサンド、スタッカート、レガートといった奏法に関する

表示がある。それらの表現を鍵盤で行う場合、いくつかのコントローラーを使って楽器らしさを表現することができる。

スラー・レガート

管楽器・弦楽器でなめらかなフレーズを演奏する場合、最初の音は息を吹き込む、擦弦を始めるといった動作により、アタック部分が存在する。楽器によっては、ノイズが入る。この部分の倍音の含まれ方も異なってくるし、2音目以降は息を吹き続ける、弓を擦り続けるというようにアタック部分の音色変化と違っている。

シンセサイザーの場合、シングル・トリガーによってなめらかな旋律を表現できるものもある。シングル・トリガーが可能なシンセサイザーでは、ピッチ・ベンドやペロシティーとエクスペッションを使い分けて表現することで、同様のニュアンスを出すことができる。アコースティック楽器ではどこで息継ぎをするのか、どうボーイングするのか考えることも必要となってくる。

トリル

グリッサンド、レガート等のなめらかなフレーズの表現同様、鍵盤によって音程の変化は得られるが、アコースティック楽器においては最初の音だけにアタックがある。それをシミュレートするにはピッチ・ベンダーやレガート機能などの連続的な音程の変化がえられるコントローラーによって表現が可能であるが、テンポによってはかなり早い動作が求められ、制限されることが多い。

持続音のレガート等の奏法 なめらかに演奏する場合、シンセサイザーには、アコースティックな鍵盤楽器の奏法にはないシングル・トリガーを備えているものもあるが、楽曲のテンポによってはコントロールは難しい。ピッチ・ベンド等の連続的な変化の得られるが、早い動作を必要とする時は操作が不可能である。また半音という狭い音程に制限される。鍵盤で管楽器のような楽器をシミュレートする場合、問題となるのはアコースティック楽器のタンギングといったアタックの問題であり、鍵盤という形態をとる以上、アタックの問題は完璧にはシ

ミュレートできないというのが宿命であろう。シンセサイザーでは毎回このアタック部分の音色のばらつきを持たせることは難しく、現在マルチサンプリングでPCM音源を使い分けたり、フィルターやフィルターEG、タッチ・センスによって音色変化をコントロールしている。微妙なコントロールを行うためにはパラメータがあまりにも少なく、単調あるいは一定の変化しか表現できないのが現状である。

シングル・トリガーの問題の1つの解決として以下のことが考えられる。ホールド・ペダルとしてペダルを使用する場合、持続音はペダルを踏んでいる間、音を持続することができるが、新しいペダルと機能として、ペダルを踏んでいる間、シングル・トリガーになり、踏むことをやめるとマルチ・トリガーとなれば、楽曲のテンポによってシングル・トリガーができないという問題は解決できるのではないだろうか。また、エクスプレッション・ペダルを音の弱い位置から踏み込むことでもそのニュアンスは出せる。

ソフトと面ではEGのアタック部分を少し柔らかくすることによってもそれらしさを表現できる。しかし、ICMAで発表されているWaveGuideのようなDSP処理によってリアルタイムで音の処理をする研究が示唆するように、現状では音色のエディットを楽器のチップよりも性能のよいコンピュータで行うことで、演奏者の技術の軽減がはかれ、電子楽器のコントロールで重要な音量のコントロールに注意を払うことができるようになるであろう。

また、音色のばらつき、時間的変化に関して多重的に連鎖していく物理モデルの音作りの世界ではすでにYAMAHAのVLのエディタなどで実行されてる。しかしパラメータの多いVLは、その液晶画面の表示ではそのエディットは非常に難しい。

今後EGやフィルターなどのかつてのシンセサイザーのエディットインターフェイスのメタファにとらわれないうで、電子楽器の音色のパラメータ・コントロールすることを考えることも必要となってくるのではないだろうか。現状の技術では、機能を提供するコンピュータを利用することによって、楽器のLSI以上の処理能力を発揮することができるのであろう。音色のパ

ラメータを操作するセンサの開発とその情報を処理するコンピュータの性能が向上することによって、音色以外のパラメータのコントロールに人間が注目することができるようになるであろう。

DSPプログラミングにはもっと可能性があると考えられるが、現在の音源チップではYAMAHA-MIBURIに見られるように、物理モデルの音源を単音しか処理することしかできない。ウィンド・コントローラーでは、基本的にモノフォニックが普通で、物理モデル音源によってさらに表現の幅が広がったと言える。しかしキーボードという形態では、和音が出せるという特徴を生かし、ポリフォニックな音の情報処理が同時に並列で処理されることが望まれる。LSIチップではそれは音源方式には問題があるものの、現在の電子楽器を考えれば並列処理は可能であることは理解できる。演奏者の与える刺激によって計算によって音を発生させることは、電子楽器の音に個性がないという欠点を解消するものであるが、それを鍵盤という形態でポリフォニックでも可能にするためには、高性能なDSPを開発が必要であろう。高性能な最新のDSPを用いてもっとソフトウェア開発に力を入れ前進させ、その成果としての上層の部分の操作技術をオブジェクト指向の強いソフトでエディットすることで、複雑なエディットから解放されてこそ、ユーザーが望む商品となるのではないだろうか。

また、ユーザーからの面から楽器に対しての他の要望として考えられることは、楽器の価格の問題である。YAMAHA-VL1の価格は、他の方式の音源よりもはるかに高価である。KORGの物理モデルのシンセサイザーが発売されたように、今後各メーカーが物理モデル音源を発売するであろうが、それによって価格は下がっていくと考えられる。初期のデジタル・シンセサイザーがそうであったようにDSPの開発が進み、技術が定着することによって電子楽器の価格も低下して欲しい。より高性能なチップが低価格で提供されることが望まれる。

ハード面では新しいコントローラーとしてコンピュータに命令を与えるために、ウィンド・コントローラーの傾きによって音色が変化するという研究は興味深い。キーボードというコン

トローラーの中では、プリセット音を変えるためにセンサーを取り付けたエレクトーン (ELX) はあるが、姿勢や楽器の傾け方でトリガーし、時間的音色の変化を得ることは、楽器の形態上難しい。新しいキーボード・コントローラーでは Moog キーボード (試作) では鍵盤にセンサー (リボン・コントローラーのようなもの) を取り付けて、音色の変化を得る研究もなされている。これは、鍵盤に取り付けられたセンサー上を X 軸、Y 軸方向に滑らすことで音をコントロールすることができる。またパラメータを任意に選択することができ、例えば鍵盤の前後に指を滑らせることによって音色が変化するものである。しかし、管楽器の場合のコントロールを考えると、音のパラメータを制御するコントローラーは音量をコントロールする息、フィンガリングによる音階のコントロール、微妙なピッチをコントロールするアンブシュア等は、それぞれ身体の違う部分でコントロールしている。キーボード・コントロールでは鍵盤上を手という 1 つの身体でほとんどのパラメータをコントロールしており、1 つのコントローラーに複数のパラメータが割り当てられている。無数の音を出すことができる電子鍵盤楽器においては、奏法上、難しさが生じることは 1 つの課題であると考えられる。

スタッカート

1音ずつ音を切って演奏するには、キーボードではピアノと同じ奏法で得られる。しかし、使う音色によってアタック部分が異なるので EG によって音色・音量の変化の違いも考慮しなければならない。また、鍵盤奏法とエクスプレッション・ペダルを使い、音を鋭くすることも可能である。

テヌート

アコースティック楽器同様、鍵盤を押す時間の長さによって表現できる。

これら上記の 2 つは、アコースティック・ピアノの奏法で容易に得られるのと同様、現在の電子楽器においては比較的容易に表現できる。音の立ち上がりという点では、音色のエディットやエクスプレッション・ペダルによって得る

ことができる。

ポルタメント

連続的な音程の変化が得られるピッチ・ベンダーにより得られる。しかし、楽器によっては変化できる音程に制限があり、非常に広い音程ではその効果は望めない。リボン・コントローラーでは、その効果は得られるが、現在リボン・コントローラーを装備しているシンセサイザーは一部である。

リボン・コントローラーのように連続的な音程の変化が行えるコントローラーをシンセサイザーに取り入れて欲しい。現在連続的な音程の変化をえられるコントローラーはピッチ・ベンダー、リボン・コントローラーの他に ICMA で発表されている Max Mathews のラジオ・バトン (Radio Batons) 等があげられる。より広い音程の連続的な変化を得るために、これらをキーボード・コントローラーに取り入れることも考えられるが、楽器のスペースを考えるとまだ課題は残る。また、Moog キーボードには左の端に四角いセンサーが取り付けられており、これによってコントロールもできる。キーボード・コントロールでは人間工学的にその操作を考えると、例えば足でラジオ・バトン等の連続的な変化を得られるコントローラーを制御する可能性があるのではないだろうか。

ヴィブラート

アコースティック楽器におけるヴィブラートの奏法はフルートやトランペットのように音量の変化によって副次的にピッチがゆれるものと、弦楽器のように弦の振幅を微妙に変えピッチそのものを変化させるものがある。シンセサイザーの場合、多くのものが変調によりピッチのゆらぎを得ている。ピッチのゆらぎはモジュレーション・ホイールやジョイスティックによって変化できるが、規則的であり、アコースティック楽器のようなゆらぎをリアルタイムに変化させるのは難しく、身体的に制限される。

ウィンド・コントローラーでは SAX のヴィブラート奏法と同様にしてピッチをゆらすことができる。YAMAHA-MIBURI では手首のまげによって微妙なピッチの変化が得られる。また、

先の例の Moog キーボードでは、微妙なピッチのゆらぎを鍵盤で得ることができる。指を左右に動かすことによってピッチが変わるのである。これらは、音がゆれるという現象とパフォーマンスとを視覚的に見た時、自然である。

鍵盤楽器のステップ的な音階も歴史の中で合理化され、今の平均率が一般的になってきている。また、多くのピアノ曲も作曲されているようにそれはアコースティック・ピアノの利点でもある。しかし、電子楽器のように様々な音を出すことができるとなると、ステップ的な音階だけでなく、管楽器や弦楽器のように微妙な音程によって音楽的な効果も必要となってくる。音の現象としてそれらしは表現できるが、パフォーマンス性に欠ける。Moog キーボードは現在のキーボード・コントローラーに比べ、人間の動作によって反応することは電子楽器の演奏により人間が介在できることを可能にしている。

今世紀の電子テクノロジーの発展は、アコースティック楽器の演奏時に限られていた表現をキーボード・コントロールでもある程度表現できるように改善されていることは事実である。ボタン一つで好きな音を取り出すことができ、音をピアノのように打鍵の強弱で音色や音の強弱、アクセントやレガートなどの表現ができる機能もつくようになったし、時間的経過も要素として取り込み、単純な持続音から脱皮して、エンベロープ・カーヴ(波形のエネルギーの変化)を設定することもできるようになった。ピアノや伝統的な管楽器が持っている音を、電子楽器でも時間のコントロール、周波数のコントロール、波形変換でも、最近になってこのあたりにも改善も加えられている。電子楽器は機械的であるといったイメージにとらわれがちであるが、より人間の意図に応える楽器となってきた。しかし、アコースティック・ピアノを始めとして鍵盤楽器には楽器の性能上、音程の連続的变化を望めないように、電子鍵盤楽器にはピッチ・ベンダーといったコンティニューアスなコントローラーが存在しても、それには制限がある。電子楽器の性能上の制限、人間の身体動作の制限である。電子楽器のように様々な音

を出すことができるとなると、ステップ的な音階だけでなく、管楽器や弦楽器のように微妙な音程の表現も必要となってくる。旋律表現における微妙なピッチの変化もわれわれにとって心地よいものとなっている例として、弦楽器におけるピッチの違いによって起こる音のゆれを考えれば理解できるであろう。また、個人によって微妙に違う管楽器のピッチは、ソロ演奏においての1つの個性とも言える。微妙はピッチの変化は旋律表現を豊かにする要素であると考えられ、歴史の中でも見ることができる。

キース・エマーソンのステージにも使われているリボン・コントローラーも効果的である。また、シンセサイザーの開発において結果的にはドア・チャイムに使用するような電圧変化を構成するデバイスから、一連の抵抗素子を並べた鍵盤へと変化していくが、ロバート・ムーグが述べるように「ステップ的な鍵盤楽器を作るというコンセプトから始まったわけではなかった(4)」のであり、「連続的な変化をコントロールすることができるデバイス(5)」というコンセプトを持っていたのである。

コントローラーに関してはステップ的な鍵盤によってコントロールすることを取り入れたことは電子楽器の発展に大いに貢献しているのは事実であるにしても、音量のゆらぎ、不規則なピッチのゆらぎを得られるコントローラーの開発は一般に商品化された楽器の中では、電子楽器の初期の頃からあまり変化していない。

現在、連続的な音程の変化を得るために、ピッチ・ベンダーや、一部のショルダー・キーボードにはリボン・コントローラーが装備されているものもある。物理モデル音源の登場によってウィンド・コントローラーによって微妙なピッチを得ることができるようになった。また物理モデルの音源では鍵盤によるコントロールにおいても、それは可能である。さらに MIBURI にみられる新しいコントローラーは非常に興味深い。手首の動きによってピッチの変化が得られるのである。身体動作を伴って音をコントロールすることはパフォーマンス性に優れているし、音の要素をコントロールするパラメータが、適度に分散されている。

キーボード・コントローラーによる音色の変化ということに関しては技術の開発は盛んに行

われているし、音源の開発も音響物理学の研究が進むにつれてその技術は飛躍的に向上している。音色の変化も旋律の表現には1つ要素であり、豊かな旋律表現を肯定するものである。音源とコントローラーが独立したことによって他のコントローラーの表現の方法も考えられたが、コントロールされる音の波形は1部を除いて画一的である。

アコースティック楽器では、その音の表情は全く異なっている。音の心属的な面から見ると、情緒的な旋律を演奏する場合は音は柔らかく、スタッカートでは鋭くなる。また、音域によっても変わってくる。これらは音の波形と関係してくるが、電子楽器ではそれを例えばサンプリングによって楽器に取り入れている。電子楽器にはストリングスの音もプリセットでいくつか用意されているし、音域によってサンプリングし、鍵盤のあるポイントでサンプリング音を変えている。しかし発音される音はサンプリングされた音のループであり、このことは電子楽器の音が画一的であるといわれる原因の1つである。そういった点で物理モデル音源の商品化は興味深い。演奏者が与える刺激によって楽器がどう振動するかをリアルタイムに演算することによる発音は、この電子楽器の画一的な音から、またプリセットされた音から、脱却するものである。今後物理モデルのシンセサイザーが発売されるであろうが、先に述べたように音源DSPの開発に力を入れるべきだと考える。

新しいコントローラーであるYAMAHA-MIBURIでは、その身体表現を音として表現する新しい奏法はコントローラーという点で新しい示唆をあたえているのではないだろうか。

鍵盤という形態では、伝統的な奏法では多くの場合、音楽の要素を手によってコントロールしている。アコースティックな楽器でのキーボード・コントロールでは大きく言って加圧という動作によってコントロールしている。電子楽器においてはそれに加えてピッチ・ベンドを動かす、ジョイ・スティックを引っ張る、ささえる等、総合的な手の動作がより必要となっている。そういった人間の身体の形態的な特性や人間の動き、筋力などの要因という観点から電子楽器のハードを見ると、それらは人間にとって使いやすく、人間にとって無理がない機器と

は言い難い。確かに、鍵盤の押される深さ、幅といったものは、人間工学的に設計されているにしても、音色を変化させる操作子は、人間が操作しやすい作業域にデザインされているにしても、システムを運用する側に、その技術がなければ上手く使えない。道具の使い方を理解する努力はどんな道具にも必要である。しかしその使用法を人間工学的配慮の下で考え、その機器が使いやすく、人間に無理がないことが大切である。また、エクスペッション・ペダルなどは別個に取り付けることができ、さらに電子楽器も複数コントロールできるように楽器システムを拡大することができることから、その操作もより複雑になってくる。電子楽器のコントローラーは単体では各企業も比較的、人間工学的に楽器をデザインしているであろうが、システム・アップによる電子楽器の操作にはトータルな人間工学的配慮に欠けている。

アコースティック楽器を見てみると、その形態は人間工学上、人間の動きに無理を生じるものもあるが、作曲家の楽器への要求によって楽曲がより複雑になり、それを演奏するために楽器の形態も変遷している。楽器の機能を発揮できる形態へと変わってきている。電子楽器によるキーボード・コントロールはアコースティック・ピアノの奏法の延長上にあるように、アコースティック楽器の楽器の形態、奏法の問題を考えることは電子楽器のコントローラーの開発において参考となるであろう。また、電子楽器のコントローラーが受ける情報も人間の働きかけというアナログ情報であり、アコースティック楽器のコントロールを考える必要があると考える。

ヴァイオリンは左肘を内側にひねるという人間の形態上の特性・動きに無理な状態で演奏しなければならない。さらにヴィブラート奏法においては、1つの関節を支点にして動かすという動作を伴う。しかし同じ弦楽器であるチェロは、ヴァイオリンのようなひねりという動きを必要としない。ピアノにおいては指で鍵盤をたたくということよりも、指をあげるという動きの方が人間にとって難しい動作である。また、手の大きさによって、オクターブを押さえるという動作さえ、無理なこともある。両手で押さえることのできる範囲の制限もある。ピアノに

もそういった制限が残されている。木管楽器においては微妙なピッチのコントロールは、アンブシュアによって行われるが、これは演奏者の勘にたよるところが大きい。またピアノ同様、キーから指を離すという動作が難しい。基本的に音の高さは、管の長さによって決まり指使いもそれによって決まってくる。しかし楽曲によっては1つのフィンガリングだけでは演奏上困難があり、かえ指というものもある。それによって音楽的な演奏ができるわけであるが、そこには人間工学上の問題はある。キーから指を離すことの難しさである。金管楽器も演奏者の勘によるアンブシュアの変化によって微妙なピッチを得る。チューバといった大きなマウスピースでは、比較的簡単に発音できるが、その形態が小さくなるにしたがって困難になっていく。特にホルンではそれは顕著である。音の高さは高くなるごとに、多くの息が必要となる。音が高くなるためには、より大きなエネルギーが必要となってくる。音量も同様に息の強さによって、そのエネルギーの大きさによって決まってくる。

このように楽器の演奏には演奏者の動きをリアルタイムに反映し、人間の働きかけによるエネルギーの大小をコントロールすることで、演奏者に適度な疲労感をあたえ、また満足感も生じる。現状の電子楽器に欠けている点はその点である。そういった点でYAMAHA-MIBURIのコントロールは非常に興味深い。YAMAHA-MIBURIは先に述べたように音の要素をコントロールするパラメータが適度に分散されており、また演奏によって適度に疲労感もあり、演奏者の姿勢や身ぶりと一体のものとなっている。

しかしMIDIケーブルによって使うことのできる範囲や身体動作は制限される。ケーブル関係をワイヤレス化できればより効果的な演奏が可能であろう。また音源は物理モデル方式の音源を採用されているが、MIDIによって電子楽器同士がネットワーク化できる現状において、MIBURIはMIDI OUTしか装備されていないということは、センサーによるコントローラーと専用の音源セットでしか利用できないという問題もある。いわば、MIBURIの音源はコンピュータによって制御できず、YAMAHAの音源とい

う楽器メーカーの個性でしかない。音色をエディットする液晶も装備されていないし、物理モデルでは音色エディットのパラメータが複雑であるため、コンピュータとのネットワークは必要であると考えるがMIDI INが装備されていないことは、大いに問題である。また、身体動作という複雑な動きを固定的な音律に(腕の曲げの組み合わせのC・D・E・F・G・A・Hと、両手のグリップのスイッチによる「半音上げ」と「オクターブ」の組み合わせによる、合計4オクターブのノートナンバーに)どのように変換しているのだろうか。MIBURIを着たときに腰のところにつけるコントローラーがあるが、各センサーからこのコントローラーにきている信号、あるいはコントローラーからMIBURI本体に専用のケーブルで来ている信号はもっと情報量の多いものではないのだろうか。ステップ的な音階に置き換えるのではなく、テレミンのような連続的な音程として表現できないのだろうか。

また、ウィンド・コントローラーやギター・コントローラーといった鍵盤ではないコントローラーも、ステップ的な音程に置き換えるのではなく連続的な音程の変化がえられるコントローラーとして開発が進まないだろうか。

デジタル化、MIDIによって楽器のネットワーク化ができるというメリットを活用すべきであり、そうするとMIDIによる連続変化のデータは大きすぎ、転送するために時間がかかりすぎる。それによって逆にMIDIによって豊かな情報が間引いた情報・補正された情報となっているのではないだろうか。電子音響音楽の分野では、MIDIにかわる新しい信号の研究に加え、様々な新しいコントローラーの研究・開発が行われている。

(2) 既存の音にはない音をコントロールする方向

電子音楽は初期の頃はプログラム固定型の演奏であった。ハードウェアの簡易化によってライブ・エレクトロニック音楽が始められ、それによって人間の介在することが可能になった。90年代に入り、パーソナル・コンピュータの高性能化、低価格化によってコンピュータ音楽はパーソナルな時代になり、またリアルタイムで

の信号処理が定着し、マシンと人間とのインタラクティブな関係が最も重要なテーマの1つになってきている。また、自然や環境音楽といった人間環境への問題の提示としいる。

キーボード・コントロールでの音価、音量、音長、音色といった音の要素は、既存の音を表現する場合同様であるが、既存の楽器音のイメージにとらわれることなく、個人のアイディアにおいて自由な表現を考えることができる。電子音楽の分野ではキーボード・コントローラーという画一的なコントローラーでなく、音響を操作する独自のコントローラーを開発している。また、技術者とのコラボレーションが行われ、コントローラーも既存の楽器の形態にとらわれることなく考え出されている。筆者自身、それによってプログラム固定型でない、ライブ・エレクトリック音楽(人間によって生かされる音のコントロール)は興味深い。電子楽器を用いて音響をいかに変化させるかという音響的な点に多くの作曲家が目を向けているようである。音響から音楽への認識は問題となるところであるが、これは聴取のレベルの問題であり、楽器の形態とはあまり関係がないと筆者は考える。

キーボード・コントロール以外のコントローラーとして例えばコンピュータを用い、MAXで音が発生する確率をプログラミングし、さらにそれを人間の手によっても変えていくという、固定型のシーケンサーにはない方法で音をコントロールする方法。コンピュータによってDSP処理をし、音色のエディットをする方法。また、オリジナルなコントローラー(マックス・マシューズが考案したラジオ・バトンやMITのチェロのようなコントローラー等)を開発し、音響オブジェを作り出していることなどがあげられる。アイディアによって様々なコントローラーが考え出されている。以下その例を示す。

(a) ウィンド・コントローラー(wind controller)

(6)

既に存在しているウィンド・コントローラーにセンサーを取り付け、既存のウィンド・コントローラーのフィンガリングによる音階の変化、息の強さによる音量の変化、マウス・ピースの加え方による微妙なピッチのコントロール

だけでなく、楽器の傾きによって音色の変化が得られるというものである。音色というパラメータが、息の強さによるコントロールからパフォーマンスの動きで独立してコントロールできるようになり、人間工学的に見て楽器のコントロールが楽である。また、音色変化は単一の音の中だけの变化ではなく、全く違ったものへと変化でき、電子楽器の無数の音の時間的変化の表現を拡大している。

(b) Karzweil-サンダー(thunder)

ドラム・マシンのような形態をしていて、タッチ・パネルに任意のパラメータが選択できる。現在のわれわれの感覚では楽器という感覚は薄いにしる、音楽表現する場合、自分でパラメータが設定できるメリットは大きい。ただ、演奏のパフォーマンス性に欠ける点は問題である。

(c) ビデオ・ハープ(video harp)(7)

アコースティック楽器であるハープの形態をとるが、アコースティック楽器のように弦は存在せず、光センサーによって音をひろい出すものである。空間にセンサーを取り付けることでダンスのような身体表現と電子音響との融合がはかれ、新しい奏法の可能性がある。身体表現によって音をコントロールする場合、音群の流れという違った意味での旋律表現は可能であろう。また、伝統音楽の旋律表現も可能であるが、名前の通りハープを連想させることは、既存のハープの奏法の延長というイメージが強い。

(d) Moog キーボード(Moog keyboard)

鍵盤にセンサーを取り付け、パラメータの選択によって、キーボード・コントローラーだけで音の要素である音高、音長、音量、音色をコントロールできる。ステップ的な音高、音長、打鍵の強さによる音量の変化はアコースティック・ピアノでも、比較的簡単に表現できたが、さらに微妙なピッチ、時間的音色の変化までも鍵盤という1つのコントローラーで表現できるようになっている。例えばヴィブラートは鍵盤をなでるという動作によってコントロールでき、視覚的にも自然である。しかし多くのコントローラーが鍵盤上に設計されている点は、人間工学的に設計の改善が必要ではないだろうか。

コントローラーが鍵盤という形態をとる場合、このあたりが人間の動き、形態上の特性から見て限度であろう。

(e) オランダ・ステイム (steim) の機関によって考え出されたセンサー

クモの巣の形をしたセンサーによるコントローラーである。1つの場所を引っ張ると連鎖的に他の場所が動くことを利用し、例えば、ピッチ・ベンドやモジュレーションを同時にコントロールすることができる。音を変化させて音響を作り出すことに関しては、非常に興味深い、一種偶然的であり、それを目的とした音楽には適している。

(f) チェロ (cello)

アコースティック楽器のチェロの形態をしたもので、奏法もアコースティックの場合と同様である。

左手で音階・微妙なピッチをコントロールし、右手の弓の擦弦によって音となる。また、右手に付けられたセンサーによって音量や音色の変化が得られる。パラメータの独立、または複合も身体動作とマッチングしており、演奏時のパフォーマンス性も大きい。ほとんどのパラメータをコンピュータを介することなく、リアルタイムで人間だけでコントロールすることができる。電子回路を使わなくてもそれ自体で発音するという点では、アコースティック楽器であるが、電子技術をつかって、アコースティック楽器にはない音色表現ができることは楽器の表現能力を拡大している。ウインド・コントローラーもこのチェロもアコースティック楽器の形態をとるものであるが、電子楽器のコントローラーとして非常に優れている。

MIDIバイオリンも存在し、アコースティック楽器と電子機器との融合も進んでいる。ただ、ソコ楽器として旋律表現には秀でているにしても、MIDIを使ってネットワーク化する際、情報量の多さは問題である。

(g) ラジオ・バトン (radio batons) (8)

四角の板の上をスティックの移動によって音量、音高、音色、音長の変化がえられる。また、X軸・Y軸という平面だけでなく、Z軸を含めた3次元の空間の位置にもパラメータが設定でき

る。奏法はパーカッションの延長上にあり、音程が出せるものは少ない打楽器とは違い、任意に音階が出せる。テレミンのアンテナによる制御と同様の理論で音の要素がコントロールできる。

MIDIデータをリアルタイムで制御 (プログラム編集型演奏) することもできる。スティックで板をたたくことによってテンポをコントロールし、もう一方のスティックを四角い板の上で滑らせることで音量をコントロールできる。今までマシン先行であった音楽がそれによって人間の働きかけでコントロールできるようになった。音量もコントロールできることはより表現を豊かにしている。

これら研究中のコントローラーの共通点として、センサーを利用していること。また、機能を提供・統合する道具であるコンピュータを利用しているということである。コンピュータはオブジェクト指向が強くなり、操作性の高いインターフェイスになってきた。今後ますますコンピュータは活用され、電子楽器を演奏するにあたってコンピュータを命令を与えるためのコントローラーとソフトの開発が進むであろう。演奏時のパフォーマンス性を考え、人間の動作を直接受けるコントローラーと、人間の意志をより明確に伝える信号と、間接情報を比較的容易に処理するソフトの開発が必要となってくると思われる。

人間の脳のモデルをコンピュータでシミュレーションしようという研究もあるように、身体動作だけでなく、人間の感情によって音響を操作することも可能となれば、システム的には機械的になるけれども、表現はより豊かなものになると考える。そのためにはコンピュータによる情報処理がキーワードとなるであろう。

鍵盤を中心として発展してきた電子楽器であるが、音階という点から見ればそれは効果的である。しかし、音色の変化を鍵盤で表現しようとする時、鍵盤の深さという微かな間隔でのコントロール、またはMoogキーボードに見られるように鍵盤の幅・長さといった狭い範囲でのコントロールには限度があり、奏法が極めて難しくなることは問題である。鍵盤という形態では、他のコントローラーの活用が必要であり、そのコントローラーに望まれることはセンサー

に音をコントロールするパラメータが任意に選択できること、またセンサーからの連鎖的な情報を取り出し、コンピュータを使ってその豊かな情報をリアルタイムに処理していくことである。

第4節 既存のコントローラーによる音楽表現のアイデア

(1) 電子ピアノにおけるコントローラー

電子ピアノはアコースティック・ピアノの延長としての方向性が強い。音量の変化を打鍵の強さで得られるように、鍵盤のタッチもアコースティック・ピアノに近い感覚が得られるようになっている。音色数もピアノ以外の音を出せるようになり、MIDI、シーケンサー機能をも搭載しているものもあるが、奏法は、アコースティック・ピアノの延長上にある。しかしシンセサイザー同様、音色数(プリセットによる音の変化)は電子ピアノの大きな特徴だろう。減衰音はペダリングもによって響かせるためだけであったが、持続音をそれによって延ばし続けることができるといった、アコースティック・ピアノにはないペダル奏法もある。例として、石川芳による「電子ピアノ1曲集中マスター“Merry Christmas Mr. Lawrence”」(9)をあげる。電子楽器の現状の中で、電子楽器の特徴である音色変化、コントローラーを効果的に活用している。

シーケンサーに打ち込まれたオーケストラの伴奏に合わせるというプログラム固定型演奏ではあるにしても、この曲においてテンポ・キープは、1つの要素であるので、それについては触れない。アコースティック・ピアノ同様、音階・強弱を打鍵の強さによって、旋律の表現を豊かなものにしていく。さらに、プリセットを手によって替え、音色の変化を活用している。さらに、ストリングスの音の持続をダンパー・ペダルによって効果的に用いている。

(2) 電子オルガン・キーボード制御によるシンセサイザーのコントローラー

現在、電子オルガンでは音色のエディット、タッチ・コントロール、リズム・シーケンス、レ

ジストレーション、ダイナミックレンジコントロール、ヴィブラート、等の機能が搭載されている。エレクトーンHX1はアメリカではシンセサイザーと呼ばれているように機能はよりシンセサイザーに近づいている。

以前は時間の中でエクスプレッション・ペダルのみで音量の変化を得ていたが、タッチセンサによって行えることができるようになった。打鍵する速さ、強さ、鍵盤を押さえる強さによって音量の変化が得られることは、足にまた違ったコントローラーが存在しえるという可能性もある。エレクトーンに関しては、セカンド・エクスプレッションによって、リズム・マシーンのテンポのコントロール、ピッチバンド機能等のコントロールが可能になっている。

また、タッチセンサによって音色の変化が得られる。しかしながら、この音色はサンプリングされたものであり、演奏者個人によって波形そのものが変わってくるものではない。VA音源では、演奏者個人によってこの波形の変わってくるが、現在一般的な音源では、ニュアンスの違いはできるものの、それは不可能である。しかしながら、タッチ・センスによって音色の変化のニュアンスは出せる。時間芸術である音楽を人間の身体で演奏するには制限があるが、その制限の中でコントロールするためには、エクスプレッションによってか、タッチセンスによってか、また両者によって表現するか、個人のアイデアであろう。指導スタッフとして講師指導を行っている山口氏も、「ストリングスのタッチについては議論の分かれるところ。タッチをぬき、右足で表情付けをする場合と、アフター・タッチを旨く使ってダイナミックを出す時もある(10)」と述べている。

全日本電子楽器教育研究会研究コンサート 電子オルガンとアコースティック楽器の共生

日時：1995年8月3日

場所：こばまエミナース(東京)

《Archaic Suite(古代風組曲)》

作曲 中川俊郎

演奏 Syn. 中川俊郎 El. 近藤 岳

エレクトーンELX1とシンセサイザーVP1のアンサンブルによって演奏された。電子オルガ

ンはGM音源、SMF対応、MIDI16チャンネルというものも発売されているが、どちらかというとリアルタイム演奏という意識が強い。今回の演奏会ではVA音源という新しいシンセサイザーを用いている。

曲は即興的要素が強く、近藤と中川のコミュニケーションのようであった。電子オルガンのピッチ・ベンダーによる音高の変化、レジストレーションとアフター・タッチによる音色の変化は、電子オルガンに以前からあった機能ではあるが、非常に効果的に使われていた。音色変化ということにおいて、VA音源によるVP1の音色の変化は、既存の電子楽器以上の音色変化に興味を持てた。フット・コントローラーによる制御は、その2つのコントローラーの上を走っているようであり、スポーツクラブにある、エアロバイクを連想させた。VP1の開発に携わった中川はVP1について次のように述べている。

旋律の表現ということに関してはかなり応えてくれています。アフタータッチによって音程が5オクターブも下がったり、ある意味では生の楽器とも相通じる扱いにくさがある。電子オルガンでもピアノでもそうですが、鍵盤を押したら音がでますよね。ポンと弾いたら、耳をつかなくても音がでてくる。ところが、このシンセは一回鍵盤を押しても、ピッチも何もわからないコントロールができないような音色をいれておくことができる(11)。

生楽器の旋律的特徴をシミュレートするために、一つの鍵盤上にアフタータッチによって全く異なった音色変化をする複数の音色(ヴォイス)を設定することによって、豊かかで複雑なユニゾンを作ること。それを発展させた形として演奏で制御できないくらい複雑な状態にしておくこと(12)。

この制御不可能というのは、一種アコースティック楽器を初めてさわるときの感覚と似たところがあるように感じる。音に対して演奏者の個性より、VA音源について楽器メーカー特有のイメージの方が強いという批判もあるが、音源が演奏者の表現に対応し、また、既存のコントローラーでより豊かな表現力が得られてい

た。

旋律の表現ということについてタッチ・センス、フット・コントローラーを活用し、内にある音のイメージを自己表現している。

第5節 新しいコントローラーによる音楽表現

日本にはIRCAMやICMCといった専門の機関がなく、コントローラーや音源の開発は一部の大学や企業にゆだねられており、電子楽器の開発は企業の利益という壁に閉ざされている。しかし、一部の作曲家・研究者によって以下のような演奏が行われている。人間主体の音楽としてより良いマン・マシン=インターフェイスとして、新しいコントローラーの可能性としてセンサーを使用している例を、既に行われた演奏会の中から紹介する。

(a)音・電子メディア 日独作曲家による シンポジウム・コンサート・インスタレーション

日時：1995年10月8日

場所：東京ドイツ文化センター

《Virtual Reduction》

作曲 長嶋洋一

演奏 佐々木潤哉・長嶋洋一

即ちサンプリングされた声とステージ場でサンプリングされた声を、シンセサイザーの音を、リアルタイムで2つのMAXによるアルゴリズム・コンポジションによってコントロールするものである。さらに、パワーグローブによってステージ場の声やそれらの音をもコントロールできるというものであった。コンダクターが使うパワーグローブと呼ばれるものは、グローブの形態に似ており、電子楽器をコントロールするというよりも、指揮をする感じで、新しい演奏スタイルのように思えた。

(b)日独メディア・アート・フェスティバル京都'95

メディア・コンサート 眼と耳の対位法 音楽と映像のインタラクティブ・ライブ・パフォーマンス

(13)

日時：1995年10月21日

場所：関西ドイツ文化センターホール（京都）
《竹管の宇宙 尺八とバーチャルパフォーマンスのために》

作曲 志村哲

演奏 尺八・志村哲、映像・大橋勝

日本の伝統楽器、尺八のもつ繊細かつ微細な音楽表現と、演奏動作(パフォーマンス)によって鉛直線に対する角度と加速度の変化を伴う動作を検出するCyber尺八により、人間の即興的パフォーマンスによって演奏が行われた。演奏に伴う身体動作をセンサーで検出し、センサーからの信号(トリガーやバリュウ)をエフェクターやシンセサイザーに伝え、音響となる。また、デジタル映像処理を用い、尺八の演奏動作によって得られる情報をトリガーとして映像とパフォーマーがインターラクティブに絡み合うことも行われていた。パフォーマーに映像が飲みこまれてしまうぐらい、人間の動きにはインパクトがあった。一瞬にしか生きられない音を人間の演奏によって生かす、再現不可能な流動性、すなわち人間の意志によって空間を占有しようとする意図を感じることができた。

(c)日独メディア・アート・フェスティバル京都'95

メディア・コンサート《眼と耳の対位法》音楽と映像のインターラクティブ・ライブ・パフォーマンス

日時：1995年10月21日

場所：関西ドイツ文化センターホール（京都）
《Curved Air 2 音響彫刻、映像、ダンスのための》

音楽・パフォーマンス・上原和夫 映像・幸村真佐男

“EAR HARP”のようなコンピュータ制御の“楽器”？の大変面白いところは、ヴァイオリンのような伝統楽器が時間経過の中で価値を増していくのと同様に、時間とともに進化を遂げていくという点だろう。これは必ずしもシステムの意味に留まるものではなく、パフォーマーの感性や意識の変化にも大いに関わっている

この作品では音と映像、ダンサーの身体表現が相互に関わり展開して、音響オブジェを作り出していく。MIBURIを付けたダンサー、そしてセンサー(EAR HARPとPEN DULUM)を用いてリアルタイムで行われた。感性という、捉えにくいものが、演奏には大いに関係していることを改めて感じた。

(d)講演「音楽とテクノロジー」人間主体のシーケンサーによる制御

講演「音楽とテクノロジー」

日時 1995年10月26日

場所 兵庫教育大学芸術棟八角堂

通信カラオケの歌の伴奏、インターネットや雑誌の付録等、MIDIデータはリアルタイム演奏だけであった過去の演奏(人間の働きかけにリニアであったもの)から、「自己切断」した、人間の行為から遊離したものになっている。確かにデータを編集するという行為において人間の意図というものを見出すことはできるが、資料としての音楽の意味をあいが強い。人間主体ではなく、マシン主体の規則的な、機械的なテンポに制限されているのが現状であろう。身体拡張として見るとき、それらを編集して活用し、いかに人間に追従するマシンとして機能を提供するかということが問題としてあげられる。

「Maestro」というソフトの開発によってマシンが人間の演奏に追従することを可能にした。事前に打ち込んだモーツァルトの協奏曲のMIDIデータを、コンピュータが電子ピアノで演奏されるMIDIノートを判断しながらプログラム編集型演奏を行うデモンストレーションが行われた。テンポの速さをコントロールできるが、音量の変化も行えればより音楽的になるのではないだろうか。また、同じ場所を繰り返し演奏すると、伴奏もその場所を繰り返し演奏してくれるという画期的なものであった。

電子楽器だけのコントロールでなく、アコースティック楽器によってもシーケンサを追従できるということは、普段オーケストラ伴奏で練

習できない協奏曲の練習も電子楽器を使って練習できるというメリットもある。

注

- (1) 鈴木寛:1994:「SMLの音楽教育」
- (2) 坪井邦明:1987:「音楽情報処理の概観」『bit別冊「コンピュータと音楽」』pp.8, 共立出版, 東京
- (3) 前田圭子:1994:「音楽に対する情動反応に関する研究」pp.29, 兵庫教育大学学位論文, 兵庫
- (4) ロバート・ムーグ:1993:「CV/Gate方式のコンセプトとMIDI」『Keyboard magazine Jun.』pp.16-17, リットーミュージック, 東京
- (5) ibid.
- (6) Perry R. Cook:1992:「A meta-wind-instrument physical model, and a meta-controller for real time performance control」『Proc. ICMC92』pp.273-280
- (7) Harp and Stage Frame 『ICMA Video Review-1991』ICMA
- (8) Max Mathews:1991:「Jean-Claude Risset and Amnon Wolman during the discussion」『Computer Music Journal Vol.15 No.4.』MIT Press
- (9) 石川芳:1993:「電子ピアノ1曲集中マスターいきなり挑戦「メリー・クリスマス・ミスター・ローレンス」」リットーミュージック, 東京.
- (10) 山口啓:1995:「電子オルガンのより良いインターフェイスを求めて」『全日本電子楽器教育研究会論文集』pp.76, 全日本電子楽器教育研究会, 東京.
- (11) 中村俊郎:1995:「電子楽器をめぐる現状と21世紀への展望」『新たな音楽文化の想像に向けて』pp.29, 日本音楽舞踏会議機関誌局, 東京.
- (12) 中村俊郎:1995:「私がエレクトーンの作品を作曲する理由」『音楽の世界第34巻7号』pp.8, 日本音楽舞踏会議機関誌局, 東京.
- (13) 音・電子メディア(1995.10.6. ~ 8. 東京) プログラム及び資料

第4章 電子楽器の可能性

電子楽器の問題点と展望

(1) 問題点

現在の電子楽器で音をコントロールする場合、問題点として以下のことがあげられる。

(a) キーボード・コントロールも例えば音源に取り入れられている音色を、音色名だけで選択し、無意識的に使っているという点は、電子楽器が機械的であるといわれる1つの原因である。また誰が演奏しても、音色が同じであることも1つの原因であると考えられる。そういった点で物理モデル方式の音源はそれらを解決する1つの方向性であるが、現時点ではモノフォニックである。鍵盤という形態ではモノフォ

ニックからポリフォニックになることが望まれる。そのためには強力なDSPプログラミングが必要であり、その開発が必要である。

(b) また、既存のコントローラーの奏法も確立していないし、鍵盤以外のコントローラーの開発が遅れている。音源の性能が向上・開発されることで、コントローラーも鍵盤にこだわらないものの開発も必要であろう。例えば、第3章で紹介した新しいコントローラーは興味深い。

(c) ステップ的な鍵盤によるコントロールが中心であり、連続的な音の変化を得られるコントローラーの活用が遅れている。その原因として、コントローラーから受ける人間の働きかけという情報を伝えるセンサーの開発が遅れていることと、センサーから受ける情報に対応する音源がほとんどないことが考えられる。

(d) パラメータの制御が複雑であり、操作が難しい。より豊かな音楽表現を行うにはパラメータの数が増えるであろうが、その際人間工学による設計を考慮し、アナログ的な要素をもう少し取り入れて欲しい。また、現状の音源チップでは処理能力は微力でありコンピュータを活用すべきである。

(e) MIDIによって音楽情報を楽譜ではない他の情報の形で記憶することができるようになった。しかし、シーケンサーにデータを打ち込み、それを流して演奏するという、プログラム固定型演奏が中心であり、マシン先行である。

(f) コンティニュアスな変化を伴う情報はMIDIデータが大きくなる。例えば、ギター・コントローラーのように、各音のタイミング、ピッチ、ペロシティーなどのパラメータが分離している楽器の場合、大量のMIDIデータを作りだし、MIDIの31.25 kbpsのバンド幅をあふれさせてしまう。

(2) 展望 現在行われている研究から電子楽器はコンピュータともネットワーク化

することができるになった。かつてスタジオで行っていた音楽制作も一般のものになっている。このネットワーク化によって人間では不可能だったことも可能にし、表現の幅を広げている。このように今後、MIDI楽器の世界はなくならないうであろう。しかし、それをいかに人間の働きかけによって、音楽の1つの要素である流動性をいかに表現するかが問題である。打ち込みという楽器の新しい概念でも、コントローラーをいかに使うか、音のタイミングなどという音楽的アイデアが必要である。また、そのデータを人間がいかに表現するか、ソフト側からの1つのアイデアとして、第3章で人間の演奏によってシーケンサを制御するプログラム編集型演奏の研究事例、ラジオ・パトンの例をあげた。また、この章でライブ・コンピュータ・ミュージックの例をあげる。

音楽大学には、電子楽器を扱う学科が増えてきているし、また、小・中学校にも少しずつではあるが電子楽器が取り入れられている。演奏する音楽によって、求められる表現能力は違ってくるが、それをいかに、自己表現として音楽的アイデアが持てるか、また、そういった能力を持った指導者の養成も今後の課題ではないだろうか。

コンピュータが音符やリズム、ハーモニーといった音楽情報を分析し、さらには人間の演奏から非論理部分の情報を抽出し、それらの分析結果を演奏に利用できるようになった。電子機器を使うコンセプトは様々であるけれど、コンピュータは、単に人間の働きかけによって、知識や感情エネルギーの変換を行っているにしか過ぎない。統合という道具としての機能として有効であるけれども、やはり人間の働きかけがなければ、それは意味を持たない。

電子楽器が登場する以前から演奏の中に、人と人のコミュニケーションがあった。現在コンピュータは便利さゆえに利用されているが、今後それだけではなくさらに人間とマシンのインタラクティブな関係がさらに求められるであろう。その可能性としてハードという面からとソフトという面からのアプローチがあり、ハード面からのアプローチがコントローラー、音源の問題であり、ソフト面からのアプローチがコンピュータをはじめとする情報処理の問題である

う。

既存のコントローラーにも見られるセンサーは、日常生活にもいろいろなセンサーが取り入れられ、研究も行われている。さらに電子音楽においては、鍵盤や管楽器スタイルのコントローラーで使われているだけではなく、センサーそのものを入力装置として用い、人間の動きや外部の事象を取り込み、人間の動きに対してリニアに追従し、音響オブジェを作り出している作品がみられるようになった。

既存の楽器にはない形態のコントローラーで、センサーから得られる情報をリアルタイム処理を行っていくコンピュータ・ミュージックの最近の作品や、また、アコースティック楽器の演奏の中から、センサーによってある情報リアルタイムで処理していくという作品も見られる。電子機器によるデジタル制御だけでなく、アナログ的な音をデジタルに変え、アコースティック楽器を使って制御できる今、アコースティック楽器が電子音源のコントローラーとして使える1つの可能性を示唆している。音程を定めることが難しい声も、シーケンスデータを入力する時に使えるソフトも発売されている(1)。また、MIDIチェロの例をあげた。

音楽の中でのセンサーは、測定器などに求められる精度や絶対性という精密さというよりは、相対的な変化を適度な感度で検出することが望まれる(2)。小さな動きから急激に変化する大幅な動きに対してでも、それらを収めきれられるようなダイナミックレンジの広いものが求められているようである。そのファジーなセンサーとして片寄り(3)の活動があげられる。実験的な音楽活動の中だけでなく、センサー技術の発展は今後電子楽器のコントローラーの性能を高め、新しいコントローラーを生み出す可能性を秘めている。ただ、音楽の場合、そうしたセンサーをどのように利用するかということだけでなく、それによってどのような音楽を生み出すことができるようになったのかということも考えていかなければならないと思う。

現在、楽器メーカーが提供しているのはLSI音源やDSP音源は、コスト的に優れているので今後使われる可能性は強い。しかし、従来の音源チップやPCMのような固定的ではない自由な音響・楽音合成アルゴリズムをデザインでき

るようになることによって、電子楽器のコントローラーの開発も進むのではないだろうか。それが現実になるのはまだ無理としても、物理モデルによる音源が発売されたことから予想できる。また、MIDIのエクスクルーシブ・メッセージで共通できるところのものをデータ化できるように、また、音色のダンプができるように、ソフトによる音源の提供ができるのではないだろうか。オブジェクト指向の強いソフトによってより繊細な音源のコントロールができると考える。

プログラム編集型演奏という人間の働きかけは、ソフト面から見ると、コンピュータのパワーがさらに向上していると言う動きから、将来、コンピュータによって自由な音楽環境が提供され、MAXのようなソフトで、シーケンサーのような固定型音楽でない、音楽アルゴリズムが実現されるのではないだろうか。またハード面からは志村らの演奏のように、センサーの活用によって解消されるであろう。コンピュータへの命令としてセンサーからの情報をトリガーするような既存にはないコントローラーも考えられる。音楽表現は人間主体であり、人間の意志によってリアルタイムにコントロールすることが1つの音楽の要素と考えるならば、アコースティック楽器の形態に規制されない様々な形態のコントローラーの開発が期待できる。

(3) 今後の課題

非規則な運動をするカオス理論をもとに、コンピュータのシステムをプログラミングし、既に入力されたものと、リアルタイムでサンプリングされたものをオリジナルなコントローラーでセンサー出力するという長嶋らの活動がある(5)。また、前節で述べた志村らは身体の動き あいまいさ、音楽の流動性とコンセプトで電子機器・電子楽器を音楽の中に取り入れている。両者に共通するのは、機能を提供する道具として物理的な人間の働きかけを必要としている点。感性情報としてのパフォーマンスがもたらす“ゆらぎ”の点である。

ゆらぎは、自然界にも波の動きや川のせせらぎの音にもゆらぎ現象 周波数の微妙な変動があることが知られている。人間の生体内部にも、心拍や脳波 波には、ゆらぎ現象があるこ

とが発見されている。電子工学の領域では、熱雑音や半導体の電流雑音などから $1/f$ ゆらぎという特性が発見されているが、この $1/f$ のゆらぎとはパワースペクトラムが周波数に反比例するものである。特に興味深いのは、クラシック音楽の周波数ゆらぎも、 $1/f$ ゆらぎの傾向を示すということである。クラシックの美しい名曲はきれいな $1/f$ 型をしていて、ロックなどではやや、雅楽などではもう少しそれから離れるそうだと(6)。このゆらぎはあらゆる周波数の成分を等しくもつ白色雑音と、直前の値に強く影響されるブラウン運動のようなものであり、まったく予想できない無秩序さと、ほとんどが予想される秩序さとの中間であり、生体に馴染みのよい、快いものであることが知られ、医学などへの応用もなされている。

長嶋ら、志村らはこのゆらぎをコンピュータによるプログラミングと人間の動き、パフォーマンスの姿勢といった物理的なものから得ているが、筆者はゆらぎを人間の生理的反応から取り出し、何らかのセンサーによってゆらぎを音として具現化する方法を提言したい。ライブで、秩序化された音楽情報の演奏 西洋音楽における秩序づけされる作曲技法でつくった曲と、この具現化された音 不確定要素の多い音響音楽と融合することによって、音をコントロールしようとする試みである。いわば情動によって身体におこる生理的反応を情報として用いれないかという提言である。演奏者が旋律から受けるイメージと演奏された旋律を聴くことによって生じる感情が、演奏をより豊かにすると捉えるならば、それによって人間の持つゆらぎを音響として具体化することで、より豊かな音楽表現を可能にできると考えられるのではないだろうか。そこには作曲家がイメージした音の連なりだけでなく、演奏者によって得られる秩序と不確定の中間的なゆらぎが即興的に表現されることによって、音楽の流動性 非再現性が肯定できると考える。

情動によっておこる生理的反応を利用を肯定する理由として以下のようなことが考えられる。人間は五感や感覚器官に受ける情報に対してさまざまな反応を示す。演奏は聴覚的要素だけで感情を動かすものでないにしても、パイオミュージックに見られるように、音が身体に及

ばす影響は強い。「身体的あるいは生理的反応を伴う急激な心の動きを情動と呼ぶことができる(7)」と捉えた時、その情動を生理学的アプローチの研究では、周波数の測定によって脳波をポリグラフで、皮膚電気反射 (Galvanic Skin Reflex)、心拍数、呼吸等を測定でき、生体反応を具体化した数字として具体化している。また、生体信号として電気の量で測定できるものもある。

生理的アプローチ中で興味深いのは、G・ハラーとH・ハラーらの音楽の生理学的研究で指揮者カラヤンの指揮をしている時と、指揮したテープを聴いた時の脈拍を測定した結果において、《レオノーレ序曲》を指揮したとき、最大脈拍数に達したのは、身体的努力をした瞬間ではなく、情動的な反応が大きいフレーズに対して生じていた。さらに、聴取の場合の結果もその変動の度合いは指揮をしていた時の方が大きかったにしろ、指揮時脈拍記録の結果と質的に一致していたことである(8)。この研究が示すように、フレーズによって情動を引き起こすことは、情動を音として具現化することによって、演奏者の違いによって流動的な音楽表現をより個性的なものとするのではなからうか。作曲者の意図する効果と演奏者の自己表現によってリアルタイム演奏においてそれらが相乗的效果をもたらすのではないだろうか。

まだまだ音楽認知という過程は明らかになっていないが、それが明らかになることによって、さらに人間の意志によって、より効果的に活用できるコントローラーの可能性があるのでなからうか。

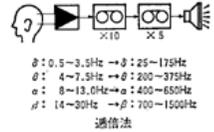
武者は脳波を通信法、FM法、ハーモニック法で聴くという実験を行っているが(9)、例えば、それらを音楽という文脈の中でそれをどう生かすか、というアイデアが必要となってくる。人間の体には不明な部分が多く、実際のものにするのは困難ある。また、それぞれの分野の専門家も必要である。

しかし、なぜ電子楽器を用いるかと考える場合、メリットとしてコントローラーと音源が独立できること、電気信号を情報として使いやすいこと、電子楽器はスピーカーを通して初めて音となるものであり、これによって時間だけでなく、空間までもコントロールできるというこ

とがあげられる。また、コンピュータによってシーケンサのような固定型音楽ではない、音楽アルゴリズムの実現されることが、より効果的な表現を可能にするであろう。

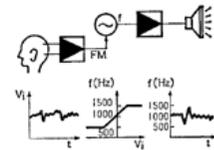
通信法

データ・レコーダの高速再生をくり返す事によって各周波数帯域の脳波の周波数を50倍に増加し、可聴周波数としてスピーカーにより再生する。



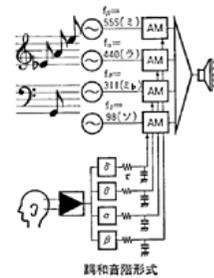
FM方式

脳波の電位を増幅して、周波数1キコヘルツ土500ヘルツのFM変調を行ない、脳波の振幅を周波数の変化としてスピーカより再現した。



調和音階形式(ハーモニック法)

脳波をフィルタリング操作によって α 、 β 、 δ の各コンポーネントに向け、各々のコンポーネントの強弱に従って、異なる発振周波数をもつ4つの発振器の出力をそれぞれ変化する方式を用いる。発振器の周波数は、 α 、 β 、 δ 波を協和音階に、 θ 波のみを不協和音に選び、 δ 波成分の抽出を容易ならしめた。



脳波を音にする方法

(「電子のゆらぎが宇宙を囁く」より転写)

注

- (1) 日本エニアックがMIDIデータが歌で入力出来るAUTOSCOREを発売している。
- (2) 前章で紹介した志村と共同でCyber尺八の開発を行っている。
- (3) 金森務,片寄晴彦,志村哲,井口征士「Cyber尺八の開発」『情報処理学会報告 Vol.95, No.74 (95- MUS-11)』pp.15-19, 1995.7.21, 22 音楽情報科学研究会報告会
- (5) Cyber尺八のセンサーの開発を行っている。
- (6) 坪井邦彦:1987:『音楽情報処理の概観』『bit別冊「コンピュータと音楽」』pp.10, 共立出版 東京。
- (7) 前田圭子:1994:『音楽に対する情動反応に関する研究』pp.6, 兵庫教育大学学位論文, 兵庫
- (8) 貫行子:1992:『バイオミュージックの不思議な力』pp.103, 音楽之友社, 東京。
- (9) 武者利光, 富田勲:1985:『電子のゆらぎが宇宙を囁く』pp.63, 朝日出版社, 東京。

参考文献及び資料

参考文献

- 浅居喜代治 編著:1980.『現代人間工学概論』オーム社,東京
新井純,瀧上多久美:1992.『01/Wシリーズ テクニカル・リファレンス』リットーミュージック,東京.
安藤由典:1971.『楽器の音響学』音楽之友社,東京.
一柳慧:1984.『音を聴く』岩波書店,東京.
伊福部昭:1953.『管弦楽法 上巻』音楽之友社,東京.
伊福部昭:1968.『管弦楽法 下巻』音楽之友社,東京.
Emanuel Winternitz 『History of Musical Instruments』
[皆川達夫,磯山雅訳:1980.『楽器の歴史』PARCO 出版,東京.]
海保博之,原田悦子,黒須正明:1991.『認知的インターフェイス』新曜社,東京.
金子邦彦:1995.『カオスの理論』『知の論理』pp.160-170,東京大学出版会,東京.
國岡昭夫:1989.『おもしろセンサ』コロナ社,東京.
Curt Sachs 『The History of Musical Instruments』
[柿木吾郎:1966.『楽器の歴史 下』全音楽譜出版社,東京.]
Curt Sachs 『The History of Musical Instruments』
[柿木吾郎:1965.『楽器の歴史 上』全音楽譜出版社,東京.]
Curtis Roads 『The Music Machine ~ Selected Readings from Computer Music Journal ~』
Simon Emmerson 『The Language of Electro acoustic Music』
Jon Appleton 『21st-Century Musical Instruments:Hardware and Software』The city University of New York, New York,
鈴木寛:1978.『誰にでもわかるシンセサイザー』音楽之友社,東京.
鈴木寛:1986.『コンピュータ・ミュージック最新技法』リットーミュージック,東京.
鈴木寛:1984.『アナログ図解よるFMシンセサイザーDX7徹底研究』音楽之友社,東京.
鈴木寛監修:1995.『新しい音楽教育の創造をめざしてやさしいコンピュータ活用法』音楽之友社,東京.
庄野進:1990.『音楽とテクノロジー』国立音楽大学,東京.
富田勲,武者利光:1985.『電子のゆらぎが宇宙を囁く』朝日出版社,東京.
林知行:1988.『コンピュータ and MIDI』音楽之友社,東京.
古山俊一:1988.『コンピュータ and MIDI』音楽之友社,東京.
Norman Demuth:1952.『Musical Trends in the Twentieth Century』GREENWOOD PRESS,London.
Paul Griffiths 『A CONCISE HISTORY OH MODERN MUSIC FROM DEBUSSY TO BOULEZ』
[石田一志訳:1984.『現代音楽小史』音楽之友社,東京.]
Paul Griffiths 『MODERN MUSIC The avant garde since 1945』
[石田一志,佐藤みどり訳『現代音楽 1945年以後の前衛』1986:音楽之友社,東京.]
Hiller,L A and J.W.Beauchamp『Research in music with Electronics』
平岡正徳:1969.『音楽工学』誠文堂新光社,東京.
Pierce John R. 『The Science of Musical Sound』
[村上陽一郎訳:1983.『音楽の科学』日経サイエンス,東京.]
深見友紀子:1991.『電子楽器の教育的可能性—メディア論からのアプローチ—』東京音楽図書,東京.
F.Richard Moore:1990.『Elements of Computer Music』San Diego
McLuhan Marshall 『Understanding oh Media:The Extensions oh

Man』

[後藤和彦,高儀進訳:1967.『人間拡張の原理 メディアの理解』竹内書店新社,東京.]

Max V.Mathews,John R.Pierce 『Current Directions in Computer Music Research』

松平頼暁:1995.『現代音楽のバサージュ 20.5世紀の音楽』青土社,東京.

Manforr L. Eaton:1971.『Electronic Music A Handbook of Sound Synthesis and Control』ORCUS RESEARCH,

真辺春蔵,長町三生:1968.『人間工学概論』朝倉書店,東京.

MIDI規格協議会 規格検討委員会:1989.『MIDI 1.0規格』MIDI規格協議会,東京.

Lincoln Harry B.:1970.『THE COMPUTER AND MUSIC』

[柴田南雄,徳丸吉彦 他訳:1972.『コンピューターと音楽』音楽之友社,東京.]

Walter Gieseler 『Komposition im 20.Jahrhundert』

[佐野幸司訳:1988.『20世紀の作曲—現代音楽の理論的展望—』音楽之友社,東京.]

吉本隆明+坂本龍一:1986.『音楽機械論』株式会社トレヴィン,東京.

米山寿一:1993.『図解A/Dコンバーター入門』オーム社,東京.

論文

岩戸淳:1988.『電子楽器による児童の音楽的感性表現についての研究』兵庫教育大学学位論文,兵庫.

Kanamori T.Katayose H.:1993.『Gesture Sensor in Virtual Performer』『Proc.ICMC93』

Katayose H. Knamori T.:1993.『Virtual Performer』『Proc.ICMC 93』

金森志,志村哲,井口征士:1995.『Cyber尺八の開発』『情報処理学会報告 Vol.95,No.74 (95-MUS-11)』pp.15-19,情報処理学会,東京.

塩谷宏,上浪渡:1971.『音楽とテクノロジー』『大阪芸術大学研究紀要第1集』pp.57-65,大阪芸術大学,大阪.

助川敏弥:1990.『電子オルガンへの期待と展望』『1990全日本電子楽器教育研究会』pp.26-27,全日本電子楽器教育研究会事務局,東京.

鈴木寛:1987.『音楽教育と電子楽器』『全日本電子楽器教育研究会』全日本電子楽器教育研究会事務局,東京.

鈴木寛:1994.『SMLの音楽教育』

高荻保治:1995.『電子楽器へのさらなる期待』『新たな音楽文化の創造に向けて』pp.6-7,全日本電子楽器教育研究会事務局,東京.

高荻保治:1990.『電子楽器による音創りの拡大へ』『1990全日本電子楽器教育研究会』pp.24-25,全日本電子楽器教育研究会事務局,東京.

中嶋恒雄:1995.『電子楽器の哲学』『新たな音楽文化の創造に向けて』pp.8-9,全日本電子楽器教育研究会事務局,東京.

中島洋一:1991.『電子音楽創造のためのより良い環境および施設とは(1)』『国立音楽大学研究紀要第26集』pp.146-158,国立音楽大学,東京.

中島洋一:1994.『電子音楽創造のためのより良い環境および施設とは(2)』『国立音楽大学研究紀要第29集』pp.133-146,国立音楽大学,東京.

長嶋洋一,由良泰人:1995.『マルチメディア生成系におけるプロセス間情報交換モデルの検討』『情報処理学会報告

Vol.95.No.74 (95-MUS-11)』pp.63-70,情報処理学会,東京.
 長嶋洋一,由良素人:1994:『Multimedia パフォーマンス作品
 “Muromachi”』『京都芸術短期大学紀要第17号』pp.39-43,京
 都芸術短期大学,京都.
 中村滋延:1991:『ハイパー・ミュージック・シアター』『京都芸術
 短期大学紀要第14号』pp.165-172,京都芸術短期大学,京都.
 中村俊郎:1995:『私がエレクトーンの作品を作曲する理由』『音楽
 の世界第34巻7号』pp.7-8,日本音楽舞蹈会議機関誌局,東京.
 Perry R. Cook:1992:『A meta-wind-instrument physical model,and
 a meta-controller for real time performance control』『Proc.ICMC92』pp.273-280
 前田圭子:1994:『音楽に対する情動反応に関する研究』兵庫教育
 大学学位論文,兵庫.
 森松慶子:1995:『道具としての楽器・楽器としての電子オルガン
 新しい楽器分類法の試みを軸に』『1995 電子楽器教育
 研究会論文集』pp.155-165,全日本電子楽器教育研究会事務局,
 東京.
 矢野研一郎:1990:『音響デザインにおける形式について』兵庫
 教育大学学位論文,兵庫.
 山口隆啓:1995:『電子オルガンのより良いインターフェイスを
 求めて』『全日本電子楽器教育研究会論文集』pp.76,全日本電
 子書き教育研究会,東京.

雑誌

井口征士:1987:『探譜と音楽情報処理』『bit別冊 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.30-41,共立出版,東京.
 板崎紀:1987:『計算機と音楽の接点』『bit別冊 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.84-90,共立出版,東京.
 江崎健次郎:1967:『MUSIC BY ELEC. COMPUTER and BRAIN』
 『音楽芸術』8,pp.54-57,アカデミック・ミュージック,東京.
 江崎健次郎:1968:『新しいコンピューター音楽』『音楽芸術』
 1,pp.34-38,アカデミック・ミュージック,東京.
 江崎健次郎:1970:『現代音楽とコンピューター』『音楽芸術』
 12,pp.46-49,アカデミック・ミュージック,東京.
 岡謙太郎:1987:『ニューメディアと音楽』『bit別冊 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.75-83,共立出版,東京.
 柿沼敏江,藤村守:1990:『特別インタビュー リチャード・タイ
 テルバウム コンピュータが拓く即興の可能性』『音楽芸術』
 2,pp.66-71,アカデミック・ミュージック,東京.
 柿沼敏江:『メディアの可能性を模索して』『音楽芸術』pp.32-
 36,アカデミック・ミュージック,東京.
 柿沼敏江,藤村守:1991:『エレクトリック・メディアの開拓者
 デヴィット・パーマンの世界』『音楽芸術』8,pp.55-61,アカ
 デミック・ミュージック,東京.
 川野洋:1967:『記号論・情報論・特集:音楽美学』『音楽芸術』
 10,pp.28-31,アカデミック・ミュージック,東京.
 神前尚生:1987:『シュミレーションとしての作曲 1.クセナキ
 スの数学的技法を中心に』『bit別冊 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.65-74,共立出版,東京.
 塩谷宏,志村哲:1987:『新しい音楽スタジオの構想』『bit別冊
 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.192-202,共立出版,東京
 鈴木寛:1990:『音楽教育とDTM』『ミュージックトレード』
 1990.5-1992.12.,ミュージックトレード社,東京.
 瀬戸宏:1985:『クセナキス—数学的構造への志向』『音楽芸術』
 6,pp.45-47,アカデミック・ミュージック,東京.

坪井邦明:1987:『音楽情報処理の概観』『bit別冊 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.8-14,共立出版,東京.
 坪能克裕:1983:『コンピュータと音楽—電子楽器革命にみる新
 しい世界の展開』『音楽芸術』10,pp.21-27,アカデミック・
 ミュージック,東京.
 徳丸吉彦:1965:『音楽とコミュニケーション』『音楽芸術』
 10,pp.6-12,アカデミック・ミュージック,東京.
 徳丸吉彦:1966:『コンピューターの音楽』『音楽芸術』11,pp.20-
 23,アカデミック・ミュージック,東京.
 中村勲:1987:『音楽・楽音・コンピュータ』『bit別冊 “コンピ
 ュータと音楽”』pp.54-64,共立出版,東京.
 中村滋延:1992:『多岐にわたった『音響』の現在』『音楽芸術』
 1,pp.105-107,アカデミック・ミュージック,東京.
 貴行子:1992:『バイオミュージックの不思議な力』音楽之友社,
 東京.
 端山貞典:1974:『コンピューターと音楽』『音楽芸術』12,pp.18-
 25,アカデミック・ミュージック,東京.
 古山俊一:1987:『MIDIとシンセサイザ』『bit別冊 “コン
 ピ
 ュータと音楽”』pp.203-216,共立出版,東京.
 Max Mathews:1991:『Jean-Claude Risset and Amnon Wolman
 during the discussion』『Computer Music Journal Vol.15 No.4.』
 MIT Press
 Martin C. Gutzwiller:1995:『量子カオス』別冊 日経サイエンス
 量子力学のパラドクス』pp.74-83,日経サイエンス,東京. 松
 平頼暁:1991:『テクノベイビーが成長するころ テクノロジー
 と音楽の関係を展望する』『音楽芸術』2,pp.29-33,アカデミ
 ュック・ミュージック,東京.
 湯浅讓二,志村哲:1987:『テープ音楽とコンピューター』『bit別冊
 “コン
 ピ
 ュータと音楽”』pp.182-191,共立出版,東京.
 『Sound Arts』1995.Vol.3-5,XEBEC CORPORATION,神戸.
 『季刊 Inter Communication No.9 Summer』1994,NTT 出版株式
 会社,東京.
 『Keyboard magazine』1993.1.-1995.12.,リットーミュージック
 ,東京.
 『現代思想』1985,青土社,東京.
 『MUSIC TODAY』No.3,5,6,12,16,18,21,西洋環境開発,東京.

V T R・CD及び資料

ICMA Video Review-1991,ICMA
 音・電子メディア(1995.10.6.~8.東京)プログラム及び資
 料
 新奏法楽器 MIBURI MS プロジェクト,ヤマハ音楽振興財団
 石川芳:1994:『電子ピアノ1曲集中マスターいきなり挑戦「ソ
 ング・フォー・ユー」』リットーミュージック,東京.
 石川芳:1994:『電子ピアノ1曲集中マスターいきなり挑戦「メ
 リー・クリスマス・ミスター・ローレンス」』リットーミ
 ュージック,東京.
 メディア・コンサート《眼と耳の対位法》音楽都管増のイン
 タラクティブ・ライブ・パフォーマンス(1995.10.21.京都)プ
 ログラム
 『音楽用語事典』リットーミュージック,東京.
 『プロ音響データブック』リットーミュージック,東京.

おわりに

春、夏とゼミの紀要のために原稿を書いてきた。その度に鈴木先生に「勉強と研究とは違う」と言われ続けてきた。今少しではあるがその意味が何となく分かってきたような気がする。私自身、幼い頃からずっと電子楽器に接してきた。身近なものであったからこそ、それを利用して編曲や演奏をしてきた。単なるユーザーとして、モデルチェンジする毎に楽器店に足を運び、新しい機能ばかりに目を向けていた。楽器メーカーの作り出す楽器を何の疑いもなく使っていた。兵庫教育大学に入学し、鈴木研究室には新しい電子楽器の試作品がやって来る度に、それを試案する鈴木先生の姿とその楽器は、私にとって刺激的なものであった。今までの作・編曲そして演奏ということばかりを考えていた私にとって、そのことは逆に研究の妨げになっていたのは事実である。もっと広い視野で物事を考える姿勢が大切であることが必要であることに気づいた。しかし私にとって音楽は音我苦であるにしても、なくてはならないものである。このことはこれからずっと変わらない。

最後になりましたが厳しく、そして時に優しく指導して下さった鈴木寛先生に、心から謝辞を申し上げます。また、資料を提供して下さいました兵庫教育大学の長尾義人先生、ご助言下さいました作曲の師匠である作陽短期大学の矢内直行先生、宮城教育大学の吉川和夫先生にも改めて謝辞を述べたい。

また、同ゼミの青井さん、失望のたびに励まして下さった丸中さん、橋本さん、学部生の皆な、M2の皆さん本当に有り難う。そしていつも温かく見守って下さった佐藤ご夫妻に100倍のThank'sを送る。

木枯らしに枯葉舞う季節の中で
1995.12.20.

