

電子楽器の技術発展の系統化調査

1

Systematized Survey of the Technical Development of Electronic Musical Instruments

北口 二郎 Jiro Kitaguchi

■ 要旨

1900年初頭に真空管が誕生して間もなく、電子楽器が誕生した。発振器をコントロールして、音の高さ、音の長さ、音の大きさを操ることが電子楽器の始まりだった。多くの電子楽器は、電気技師の手によって発明されたが、そのほとんどが普及すること無く消えていった。楽器は音楽家によって演奏され音楽を奏でる。電子楽器の奏法が難しければ難しいほど、楽器としての普及度は低くなる。テルミンやオンド・マルトノなどの初期の電子楽器が、いまもコンサートで演奏されているのは、その演奏法が教本や音楽家によって現代まで伝授されてきたからである。

楽器の多くは人の手によって演奏される。演奏方法が普遍的であれば伝承されやすく普及する。「鍵盤」は、楽器の中で最も一般的で普遍的なユーザーインターフェースといえる。その鍵盤で発振器をコントロールすることが出来るようになり、電子楽器は大きく普及することになった。1930年台に生まれたハモンドオルガンは、大型で高価なパイプオルガンの代用品として教会を中心に広がっていった。古くから存在するパイプオルガンの楽譜のほとんどが、ハモンドオルガンで演奏できた上に、礼拝で歌われる聖歌にはオルガンが必要だったことが普及の要因となった。ハモンドオルガンは、やがて多くのジャズミュージシャンによってポピュラー音楽の楽器として世界に広がっていった。

1960年台には、アメリカで次々にシンセサイザーが開発されたが、当初は音の合成が目的だった。音作りに時間を要する上に単音しか出ず、音の強弱はつかなかった。それらの課題を克服し、安価で手軽に音楽を演奏できる電子楽器の開発において、日本の楽器メーカーがリーダーシップを取るようになる。日本の電子楽器は世界の優れたアーティストによって演奏され、新しい音楽を生み出すことになった。世界の音楽のムーブメントを作ってきたのは日本の電子楽器に他ならない。トランジスターからICへと時代が変わり、電子楽器も急速にデジタル化が進んだ。メーカーを越えた共通のインターフェースであるMIDIを提唱したのも日本の電子楽器メーカーだった。

本稿第2章では海外で始まった電子楽器の生い立ちとその発展の歴史、第3章で電子楽器の普及において心臓部である音源の進化を解説した。電子楽器の普及には単に技術革新だけでなく、普遍的な楽器の演奏方法を踏襲するという保守的な部分もある。特に電子ピアノの開発には、ピアノならではの長い減衰音の再現だけではなく、リアルな鍵盤タッチを再現するための機構設計がその背景にあった。また電子オルガンの発展には、リードオルガンという日本独特の普及プロセスの理解を要する。電子楽器は多くの種類に分類できるが、特に電子オルガンと電子ピアノの進歩については、従来のこれらの楽器の歴史も含めて少し詳しく扱った。さらにDTMという新たな製品提案が、アマチュアにも作曲を可能にした背景と、ソフトウェア化が進む電子楽器の最新の動向へ続く流れとしても捉えてみた。

日本の楽器メーカーは国内需要だけでなく世界の需要に支えられてきた。日本の生み出した電子楽器が、進化と普及を繰り返しながら世界の音楽マーケットの成長に貢献し、音楽文化に大きな影響を与えた。種類や方式にかかわらず、楽器の進化は演奏家や作曲家などそれを扱う人々の感性や技能と大きく関係している。本稿においても電子楽器に関心を示し、新たな音と音楽を創造していった音楽家との関わりについても、大切な側面としていくつかのエピソードとして触れている。また音楽に関する知識・技能を持たない人でも、楽器の演奏や作曲を楽しめる環境を生み出した電子楽器の役割についても述べた。

■ Abstract

Soon after the vacuum tube was born at the beginning of 1900, electronic musical instruments were born. Electronic musical instruments started as manipulations of the pitch, the length, and the volume of sound by controlling an oscillator. Many such instruments were invented by electrical engineers, but most of them disappeared without gaining popularity. Musical instruments make music by being played by musicians. The more difficult it is to play an electronic one, the less popularity it can gain as a musical instrument. Early electronic musical instruments such as the thereminvox and the ondes martenot continue to be performed at concerts today because the way to play them have been passed on in textbooks and by musicians to the present day.

Most musical instruments are played using a person's hands. If they are played in a universal way, they are more likely to be passed on and gain popularity. The keyboard could be considered the most universal user interface among musical instruments. When it became possible to control an oscillator with the keyboard, electronic musical instruments gained great popularity. The Hammond organ, created in the 1930s, became widespread, mainly in churches as an alternative to large, expensive, pipe organs. The reasons behind the popularity was that most of the traditional pipe organ scores could be played on the Hammond organ and that an organ was necessary for the hymns sung in church services. The Hammond organ was eventually spread worldwide by many jazz musicians as an instrument in popular music.

Though many models of the synthesizer were developed in the U.S.A. in the 1960s, its original purpose was to synthesize sounds. It required time to create sound and could only produce a single tone, without variation in dynamics. Japanese musical instrument manufacturers overcame those issues and became the leaders in developing electronic musical instruments that were inexpensive and simple to play. Such Japanese instruments came to be played by talented artists around the world and gave rise to new music. Electronic musical instruments of Japan are what created music movements worldwide. As transistors gave way to ICs, electronic musical instruments also rapidly became digital. Japanese electronic musical instrument manufacturers were also the ones to advocate MIDI, a common interface transcending the manufacturer level.

This report explains in Chapter 2 the birth and growth of the electronic musical instrument, which started outside Japan, and the history of its development. Chapter 3 explains the evolution of the sound source, at the core of the electronic musical instrument, as it gained popularity. For an electronic musical instrument to gain popularity involves technological innovation, of course, but also involves the conservative aspect of keeping to how universally accepted instruments are played. The development of electronic pianos, in particular, required designing mechanisms to reproduce the long attenuation characteristic of pianos and to realistically reproduce the feel of the keyboard. Understanding the growth of electronic organs in Japan requires an understanding of the uniquely Japanese popularization of the reed organ. Electronic musical instruments can be classified into many types, but we consider electronic organs and electronic pianos in more detail, including the history of the conventional instruments. Further, we considered the background of how the new product proposal of computer music (called "DTM" or "desktop music" in Japan) made it possible for amateurs to compose music and positioned it as connected to the latest trend in electronic musical instruments, which is increasingly becoming software.

Japanese musical instrument manufacturers have been supported by demand worldwide, not only Japan. The electronic musical instruments created by Japan contributed to the growth in the global music market as they repetitively evolved and became popular and had a major impact on music culture. Regardless of the type or form, the evolution of musical instruments is closely intertwined with the sensibility and skill of the people who work with the instruments, such as players and composers. This report also touches on the relationship with musicians who showed interest in electronic musical instruments and went on to create new sound and music as a vital side point, through several anecdotes. We also cover the role of electronic musical instruments in creating an environment where people without musical knowledge or skill can enjoy playing instruments and composing.

■ Profile

北口 二郎 *Jiro Kitaguchi*

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

1983年 3月 関西大学社会学部卒業
1983年 4月 ローランド株式会社入社
国内・海外の電子楽器
マーケティング業務に従事
2000年 4月 社団法人音楽電子事業協会 (AMEI)
事業委員長就任
「デジタルミュージックフェア
(MIDI WORLD 2000)」委員長兼任
2002年 4月 楽器フェア協会
「楽器フェア 2003」運営委員長就任
2006年 12月 ローランド株式会社退職
2007年 1月 東京ベイネットワーク株式会社入社
2010年 11月 トート株式会社設立 取締役就任
音楽教室経営/
音楽イベント企画プロデュースに従事

■ Contents

1. はじめに	4
2. 電子楽器の歴史的背景	5
3. 電子音の正体	17
4. 電子楽器の分類と進化	31
5. あとがき	81

1 | はじめに

そもそも音楽は「リズム」に始まったという説が有力だが、人と人のコミュニケーションに「リズム」が利用されたことは歴史的に明らかである。音を出す間隔や回数、音量、テンポによって、戦士を鼓舞し、神への祈りを共有し、時を伝えた。人類は、いつしかこの「リズム」に「音の高低」（旋律）を加えてコミュニケーションのバリエーションを増やし、さらに複雑な情報を伝えることが出来るようになった。「音楽」は人に情報を伝えるために始まり、その道具として「楽器」が生まれたと言えよう。音楽を聞いて楽しくなり、ときには感動して涙するのは、作曲者や演奏者の思いが伝わってくるからである。季節や情景、生き物の動き、喜びや怒り、悲しみといった感情が伝わってくる名曲は数多い。

作曲者や演奏者が音楽を通じてその意志をより高度に伝えるためには、高い表現力を持つ楽器が必要となる。やがて管楽器が生まれ、弦楽器や鍵盤楽器の登場で和音（コード）が発音させられることになり、楽器の表現力は益々高まっていった。移調や転調しても同じ響きが得られる「平均律」が世界的なスタンダードとなり、世界中の様々な種類の楽器でアンサンブル演奏が可能となった。電子技術を用いた楽器は、アコースティックの世界では得られなかった音と表現のために生まれた。しかし単に電子楽器の発明が表現力を豊かにしたのではなく、その電子楽器を操るアーティストの才能が音楽表現をさらに豊かなものにした。言い換えればアーティストによる音楽のイマジネーションが電子楽器を進化させた。

現代社会において「音楽」は我々にとって常に身近な存在である。家に居ても、通りを歩いている、買い物をしていても、食事に行っても、いたるところで音楽は聞こえてくる。あらゆる音楽がネットで配信されるようになり、好みの音楽を安価に手軽にいつでも手に入れることが出来るようになった。移動の車中、ヘッドホンで音楽を聴く姿は増え、大ホールで開催されるコンサート

や演奏会に多くの人が集まる。自ら楽器を演奏して楽しんだり、PCで音楽をつくる人口も増えた。音楽が大衆化した歴史的な背景には「放送技術の進歩」、「オーディオ機器の発展と普及」、「ネット配信の拡大」があったことは言うまでもないが、「楽器の進化と普及」が多くの人を音楽に対して能動的にさせた。この系統化調査では電子楽器の歴史や仕組みに留まらず、電子楽器が社会や文化に与えた影響にも触れていきたい。

電子楽器は、一般的に「電子回路による発振器を音源とする楽器」と定義されている。一方で、「エレキギター（エレクトリックギター）」【図 1.1】に代表される、主に弦振動をマイクやピックアップで電気信号に変換する仕組みを持った楽器は「電気楽器」とされ、電子楽器と区別されてきた。しかし昨今では「電気楽器」という言葉が使用されることは少なくなり、構造的に弦や金属の振動や打撃音を電氣的増幅により拡声される楽器は、エレキギター、電気ピアノ【図 1.2】といった通称で呼ばれるのが一般的である。欧米においても、“Electric Musical Instrument”は、シンセサイザーや電子ピアノ、電子打楽器などの機器を総称する言葉として用いられており、日本の「電子楽器」とほぼ同意語と見てよい。さらに電子回路や制御方法がデジタル化されるに伴い、「デジタル楽器」と呼ばれることもあるが、コンピュータ・ミュージックの周辺機器を含む総称として受け止められる場合が多い。電子楽器の発展において、そのカテゴリーは飛躍的に拡大し、過去に想定されていなかった機器が開発され電子楽器とみなされることもあるなど、「電子楽器」の定義には定まったものない。この系統化調査においては、「電子回路により、音の三要素である、音量、音程、音色をコントロールできる機器」を電子楽器として定義づけることとしたい。なお電子楽器の進化の過程において、電気楽器が果たした役割は大きく、一部を系統化調査の対象に含むものとする。



図 1.1 エレキギター¹⁾



図 1.2 電気ピアノ（Fender Rhodes Piano）
（浜松市楽器博物館所蔵）

2 | 電子楽器の歴史的背景

電気は自然現象の一種であるが、その電気エネルギーをコントロールする技術を得たことにより人類は多くの恩恵を受けることになった。電子楽器も電気技術の進歩とともに発展し、欧米の多くの電気技術者により発明され進化を遂げた。19世紀の終わり頃には発電機が作られ、1904年にJohn Ambrose Fleming (1849-1945) による2極管の発明、そして1906年にはLee De Forest (1873-1961) による3極管【図 2.1.1】が発明され真空管の時代を迎える。その後、多くの電気関係の技術者が電子楽器の開発に力を注いだことは歴史を紐解けば直ぐに理解できる。

世界で最初の電子楽器は何か？という問いに対して多くの意見がある。アメリカ人のThaddeus Cahill (1867 - 1933) 【図 2.1.2】が1906年に発表した“Telharmonium”【図 2.1.3】が世界初の電子楽器と言う意見も多い。Cahillは、1901年に最初の試作機であるTelharmonium Mark Iを作った。原理的にはギアの付いたシャフトを回して、様々な可聴周波数の交流電流を生成するというものであった。後に電子オルガンが普及するきっかけとなる Hammond オルガンの機械式ジェネレーター部分である「トーンホイール」と同様に、ギアの回転により正弦波を発生させる方式だった。この装置の最終的な完成品であるTelharmonium Mark IIIは、20万ドルのコストで建設され、60フィートの長さで、約200トンの重量があったとされる。鍵盤が装備されており、通常は2人の演奏者（4本の手）で、バッハ、ショパン、グリーグ、ロッシニなどのクラシック作品が演奏された。この巨大な楽器で演奏する音楽を、電話線を通じてホテルやレストラン、劇場などの商業施設に送信し、聴取希望者に電話機でリアルタイムに音楽を聞かせるという、いわば現代の「有線放送」のようなネットワーク・ビジネスを目論んだようである。しかしあまりに巨大な仕組みと投資が必要であったことから、第一次世界大戦前にこのシステムは頓挫する。1920年にはラジオ放送が始まり、リスナーは電波を通じて音楽が聞けるようになった。Telharmoniumは、音楽を視聴するためのネットワークとして発展することはなかったが、電子楽器の誕生に大きな役割を果たしたと評価されている。奇しくもTelharmoniumが発表された同年の1906年に、Lee De Forestによる3極管が発明されたが、Telharmoniumの巨大なサイズと670キロワットもの消費電力は、電子楽器として実用化するにはほど遠いものであった²⁾。



図 2.1.1 Lee De Forest の 3 極管
(国立科学博物館所蔵)



図 2.1.2 Thaddeus Cahill³⁾

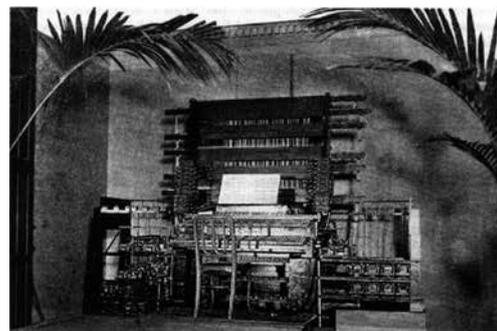


図 2.1.3 Telharmonium の演奏台⁴⁾

2.1 テルミンとオンド・マルトノ

そもそも電子楽器は、電気エネルギーを利用して楽音を合成し、その音で音楽を演奏することが目的に発明されたことは明らかである。つまり電子楽器の目的は、電

子的に発せられる音をコントロールすることである。その点においてテルミンは、「電子楽器の目的」を果たした最初の電子楽器として位置付けされるに相応しいであろう。そしてさらに多くの音楽家がシンセサイザーの元祖と称するオンド・マルトノについて見ていく。

1894年にマルコーニによって無線通信機が発明され、1920年にはラジオ放送が開始された。無線やラジオが普及をし始めた頃に、これらの機器が発する電子音を音楽に使えないかという試みが行われた。1920年代に発明されたテルミンやオンド・マルトノは、従来のアコースティック楽器では出せない音色や表現力を備えた電子楽器であり、100年経った現在も多くのアーティストによって演奏されている。テルミンは、空間上で手を動かし音楽を演奏するという一見、奇術を見るような不思議さも加わって、特にアメリカを中心に知られるようになる。そもそも軍事無線技術者として教育を受けてきたロシア人の Lev Sergeyevich Termen (1896-1993) には、電波で音をコントロールすることができたのであろう。鍵盤ではなく、非接触型のインターフェースを持つこの特異な楽器が、電子楽器の元祖と見られる向きも多い。1920年にテルミンが発明された後、テルミンに興味を持ったフランスの Maurice Martenot (1898-1980) は、新しいインターフェースによってコントロール出来るオンド・マルトノを発表した。鍵盤だけでなくリボンコントローラーを装備し、ビブラートやポルタメントを自由に操ることが出来た上に、専用のスピーカーまでも開発した。音のアウトプット部分をもコントロール可能にしたオンド・マルトノをシンセサイザーの始まりと言う意見も多い。この2つの「発明」がその後の生まれる電子楽器に与えた影響は大きい。

この2つの電子楽器に共通していることは、モノフォニック（単音）であったこと。そして音源方式がヘテロダイン方式であったことである。ヘテロダインとは、ラジオや無線用語として使われているものと同意語で「2つの波形を合成または掛け合わせることで新たな周波数を生成すること」である。テルミンのブロックダイアグラムは【図 2.1.4】の通りである。

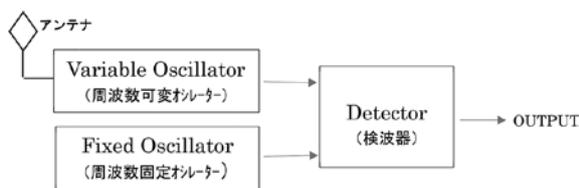


図 2.1.4 テルミンのブロックダイアグラム



図 2.1.5 テルミン
(竹内正美氏所蔵)

2.1.1 テルミンの奏法⁵⁾

テルミン【図 2.1.5】は、ロシアの Lev Termen によって 1920 年に発表された楽器で、2本のアンテナが木製のボックスから突き出た独特の形状をしている。最大の特徴は、テルミン本体に手を接触させず空間中で手を動かすことにより、周波数可変オシレーターの周波数を変化させ、音高と音量を調節することである。この「テルミン」は、2つのオシレーターを内蔵している。このうち片方のオシレーターの発振周波数は固定されており、もう一方は周波数可変のオシレーターである。

テルミン本体から垂直方向に伸びたアンテナは音高を決める「ピッチアンテナ」で、水平方向に伸びたアンテナは音量を決める「ボリュームアンテナ」である。ピッチアンテナと演奏者との間に蓄えられる静電容量が変化し、可変オシレーターの周波数が変わる。2つのオシレーターの周波数差からうなりとして発生する正弦波がスピーカーから発音する仕組みとなっている。ピッチアンテナに右手を近づけるとピッチが上がり、遠ざけるとピッチが下がる。ボリュームアンテナに左手を近づけると音量が減少し、遠ざけると音量が増大する。この左右の手の動きで演奏するのがテルミンである。

1911年にヴィリニウス（現リトアニア）で生まれた Clara Rockmore (1911-1998)【図 2.1.6】は幼い頃からヴァイオリンを学んだが、骨格系の障害でヴァイオリンを断念する。その後、Lev Theremin と出会いテルミン奏者として名を馳せることになる。その彼女が、サン・サーンスの「白鳥」をピアノとデュオで演奏する貴重な映像が残されている。初期のテルミンを代表するこの映像を見ると、テルミンがまるでヴァイオリンの代用品のように演奏されていると感じるであろう。空中で手首や腕を駆使用するテクニックは、テルミン独特の奏法であるが、発せられる音色は、白鳥の原曲で演奏されるヴァイ

オリンのビブラートやグリッサンドを意識したものであると感じさせる。テルミンの発明者である、Lev Termen がヴァイオリンの奏法を意識してテルミンを設計したかどうかは分からないが、演奏者が楽器本体に接触せずに、空間中でコントロールすることで自由な演奏表現を可能とする楽器を目指したことは明らかである。

2.1.2 テルミンの特長

一般的にギターなどの撥弦楽器には、指板上にフレットと呼ばれる棒状の金属が打ち込まれている。弦を弾くときは、指で弦をフレットに押しつけることで振動部分の弦長が固定される。正確な音階が出しやすく、クロマチックスケール（半音階）による演奏が容易となる。これに対してヴァイオリンなど、ほとんどの擦弦楽器にはフレットが無く、指で直接指板に弦を押し当てて音階を作る。音程を無段階に演奏できるが、熟練しなければ正確な音階は出せない。テルミンは本体に有るアンテナと、演奏者の手との距離で音程を作るため、正確な音程を出すことは難しいが、音程が無段階で出せるという点においては、フレットのない擦弦楽器と同様である。擦弦楽器の場合、ボーイング（運弓）を止めるか、指で弦をミュートして弦振動を止めれば音は止まるが、テルミンでは歯切れよくスタッカートさせたり、ノンレガート（連続する2つの音を繋がらないように弾くこと）で演奏したりすることは難しい。逆にヴァイオリンで長い音符を弾く場合、ボーイングをアップダウン（弓を上下）させて連続的に弦を発音させる必要があるが、弓を返す時（アップダウンの切り返し時）にどうしても音が瞬間途切れてしまう。ヴァイオリニストはこの切り返しを出来るだけ目立たないように努めているが、テルミンは長い音を全く途切れさせずに発音を持続することが出来る⁶⁾。



図 2.1.6 Clara Rockmore のアルバムジャケット

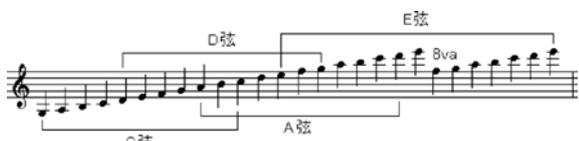


図 2.1.7 ヴァイオリンの音域

ヴァイオリンの音域は、原則として第1弦のG音から第4弦（E音）の約2オクターブ上の音域が演奏可能とされている【図 2.1.7】。本来、サン・サーンスの白鳥は、チェロで弾かれることの多い曲目だが、Clara Rockmore の演奏を聴くと、チェロで弾く音階より1オクターブ上げて、ヴァイオリンの音域で演奏されていることに気づく。テルミンは、元来、約5オクターブの音域を持っていた。チェロの音域（中央C音の2オクターブ下のC音から3オクターブ上のE音まで）でも演奏が可能だったのに、Clara Rockmore が取ってヴァイオリンの音域で弾いたのは、彼女が元々ヴァイオリニストであり、テルミンの音域を効果的に利用したからだと推測される。

テルミンは、その後 MOOG シンセサイザーで知られる Robert Moog（1934-2005）によって引き継がれ、改良モデルが開発・生産された。現在は“Etherwave”シリーズと名前を変え、現行モデル【図 2.1.8】として販売が続いている。



図 2.1.8 MOOG Music 社
「Etherwave Theremin Standard」⁷⁾

2.1.3 オンド・マルトノの特長と奏法

「オンド・ミュージカル」(Ondes musicales：直訳すれば「音楽電波」)は、1928年フランス人の音楽家で無線技師だった Maurice Martenot（1898-1980）によって発表され、後に「オンド・マルトノ」【図 2.1.10】と呼ばれるようになった。初期のモデルに鍵盤は無く、リボンコントローラー【図 2.1.9】によって演奏される電子楽器であった。右手の指にはめた金属製のリングでリボンをスライドさせて音程を連続可変させることが出来た。グリッサンドやポルタメントなど、音階に縛られることのない演奏はテルミンを継承している。その後、オンド・マルトノは音階が視認できるように、リボンコントローラーの下にダミーの鍵盤の絵が書かれたが、改良を重ねて最終的に鍵盤が搭載されることになる。鍵盤ではクロマチックスケール（半音階）となっており、さらに4分音、8分音でも演奏が出来た。こうしてオンド・マルトノは、テルミンのアンテナの代わりに、鍵盤とリボンコントローラーによって、オシレーターを周波数を可変できた。



図 2.1.9 オンド・マルトノのリボン⁸⁾
(大矢素子氏提供)

オンド・マルトノは、先駆的な電子楽器として多くの作曲家に採用され、現代もオーケストラの中で演奏されることが少なくない。また販売が始まった当初は、独特の演奏テクニックを要するために、教材も作られ演奏を学べる教室も有ったとされている。テルミン同様、現在もオンド・マルトノの基本思想を引き継いだ製品が販売されている。しかし音の出口であるスピーカー部分までを含んだ演奏ノウハウが必要であることから、一部のスペシャリストによって演奏されているのが実情である。

2.1.4 オンド・マルトノの機構とスピーカー

オンド・マルトノは1928年の発表後、度重なる改良を重ね現在の形となった。リボンコントローラーによって音階を無段階に連続可変するグリッサンド演奏によるユニークな表現が特長であり、また鍵盤で演奏する際には、鍵盤を揺らすことによってヴィブラート奏法も可能であった。これは後のデジタル・シンセサイザーに装備されたアフタータッチ付きの鍵盤の先駆けと言える先進的な機能である。

現在使用されるオンド・マルトノは、右手で音の高低をコントロールしながら、鍵盤の左下にある「引き出し」に装備された「トッシュ」と呼ばれるスイッチを左手で操作して音の強弱をコントロールする。このトッシュの横には、さらにオルガンのストップ（音栓）のような音色を変えるためのスイッチが並んでいる。また音の出口として、複数のスピーカーが接続されており、演奏内容によってスピーカーを選ぶことが出来るのもオンド・マルトノの特長であり、現在の電子楽器に装備されるエフェクターの役割を果たす。このような先進の機能と独特の表現力が多くの作曲家の創作

電子楽器の黎明期には、主に欧米の電気技術者達によって数々の電子楽器が生み出された。いくつかは、先を行くアーティストに支持されるものもあったが、そのほとんどが普及しないままに消えている。ロシアからアメリカに渡り、知名度を上げたテルミンでさえ、1929年に量産モデルとしてRCAテルミンが販売されたが、2年間で販売は485台に留まったとされている。それは当時の価格で175ドルと高価だったという理由だけでなく、正確に演奏することが難しかったためとも言われている。大ヒットすると思っていた販売元のRCA社にとっては大きな誤算だった（竹内正実著「テルミン エーテル音楽と20世紀ロシアを起した男」岳陽舎）。しかしテルミンはその後も形を変え、今も多くの愛好家が存在し、様々なジャンルで演奏されている。またオンド・マルトノが現在まで受け継がれているのは、演奏のための教材が出版された上に、メシアンなどの著名作曲家がオンド・マルトノのための作品を書き、世界中のコンサート会場で演奏を重ねてきたからである。ユーザーインターフェースが鍵盤だったことも長年に渡り受け継がれた理由であろう。しかし、テルミンもオンド・マルトノも、伝統的なアコースティックには無い奏法が演奏者に要求されることから、一般に普及し誰もが知る存在には至らなかった。なおテルミンは、2007年に学研が発刊する「大人の科学」シリーズの題材として選ばれ、20万部発刊され売り切れた。またテルミニストとして活躍する竹内正実によって開発された「マトリョミン」が多くの人に演奏されており、現在では日本がもっともテルミンが普及した国と言われている。



学研「大人の科学」表紙と付録のテルミン



マトリョミン
(竹内正実氏所蔵)

意欲を掻き立て、この楽器を使った多くの作品がいまも世界中で演奏されている。



- ① プリンシパル・スピーカー（コーン型パーマネント・ダイナミック・スピーカー）
- ② パーム・スピーカー（木製の共鳴胴の裏表面にそれぞれ金属製の12本の弦が下部のプレートに固定され、コイルによりプレートが振動）
- ③ メタリック・スピーカー（ボックス内にシンバルが吊り下げられており、直後に有るコイルで振動する仕掛け）

図 2.1.10 オンド・マルトノ
(大矢素子氏提供)

2.2 電子オルガンの登場

オルガンはヨーロッパで13世紀頃から教会の楽器として普及を始める。17世紀には大規模な教会が各地に建築されたが、建築と同時にパイプオルガンを設置し、巨大なパイプシステムは建物の一部として建立された。現在でもオルガン製造者が「ビルダー」と呼ばれるのはそのためである。一方アメリカでは、奴隷として主にアフリカから強制連行された人々によって歌われた黒人霊歌が、南部の教会を中心にゴスペル音楽として広がっていった。ハモンド社は1935年に電子オルガンを発売するが、巨大なパイプの設置を必要とせず、また移設が可能なサイズであったことから、

小規模な教会に導入が始まる。そして、この「 Hammond オルガン」は聖歌やゴスペルの伴奏用の楽器としてアメリカ全土で急速に普及する。

2.2.1 ハモンドオルガン

Laurens Hammond (1895 -1973) は、もともと時計技師で、ハモンド社をオルガンメーカーとして創業する前は電気式の小型の置き時計を製造販売し大きな利益を上げていた。発明家の Hammond は、電気時計の価格の暴落をきっかけに電子式のオルガンの開発を始める。当時の電気時計に使っていた「シンクロナスマーター」を利用し、「トーンホイール」という金属製の歯車を回転させて発生する磁気の振動を音に変えてオルガンの音をつくり出した。この「トーンホイール」の開発には、Thaddeus Cahill が1906年に発表した“Telharmonium”にヒントを得たとされている。発電所の発電機並みのサイズを持つ“Telharmonium”と比較して、遥かに小さな歯車が発生する正弦波によるノイズを含んだ音は、当初オルガンとは呼べないと多くの音楽家に揶揄された。しかし教会音楽の必需品となったハモンドオルガンは、そのサウンドがジャズ・ミュージシャンに好まれることとなり、ポピュラー音楽界で知名度を世界に広げることとなった【図 2.2.1】。



図 2.2.1 HAMMOND ORGAN B-3
(著者所蔵)

ハモンドオルガンを当時、日本に輸入していたのは「薬用メンソレータム」の日本総代理店である近江兄弟社であった。来日したアメリカ人ヴォーリーズ氏 (William Merrell Vories 1880 - 1964) が滋賀県の近江地区で宣教目的の財源確保のために設立した会社であった。日本では明治時代より、足踏み式のリードオルガンが既に普及していたこともあり、高価なハモンドオルガンを教会などが新たに導入することは簡単ではなかった。その代理店の権利を1967年に近江兄弟社からエース電子工業が譲り受け、さらに翌年、米国ハモンド社との合弁会社ハモンド・インターナショナル・ジャパンを設立した梯郁太郎 (1930 - 2017) は、1972年にローランド株式会社を創業。梯の著書「サンプルのない時代」(音楽之友社)の中で、「電子オルガンの場合は一般家庭へ導入することが大きな目標としてスタートした経緯があり…」と書かれており、トランジスターの出現が軽量化と低価格化を実現し、一般家庭に普及し始めるが、ハモンドオルガンはトーンホイールにこだわり、純電子式モデル開発に出遅れることになった⁹⁾。

2.2.2 レスリースピーカー

Hammondオルガンは、電子楽器の黎明期において初めて大衆化した電子楽器と言える。特に Hammondオルガンに接続されたレスリースピーカーから発せられるサウンドは、演奏者だけでなく聴く側（リスナー）の心も捉えた。現在、オーディオや映像機器に装備されている立体音場装置の先駆けとも言えるこの画期的なスピーカーシステム「レスリースピーカー」が、 Hammondオルガンの世界的な普及を大きく促した。この Donald James Leslie (1911 - 2004) が設計した大型トーンキャビネットは、高音域を担当するラップ型の「ホーン」と、下向きに設置されたウーファースピーカの音を水平方向に発音するための円筒形の「ドラム」が装備されており、この2つの音の出口がモーターで回転するように設計されている【図 2.2.2】。物理的な回転で得られる音は、ドップラー効果による微妙なピッチの揺らぎと同時に音質の変化を感じさせ「レスリーサウンド」と呼ばれる立体的な音がリスナーに届く。また演奏者は、手元にある「スロー」と「ファースト」の切り替えスイッチによって回転速度を可変できる。演奏中にクライマックスを迎えるタイミングで「ファースト」に切り替えることで、スリリングな演出をコントロールし、リスナーに独特の緊張感を与える。緊急車両のサイレン音がリスナーに最も近づいたときに感じる、ある種ストレスフルな聴感上の効果が、倍音を多く含んだ Hammondオルガンの音をよりドラマティックに観客を魅了するのである。この様に Hammondオルガンは、レスリースピーカーとの組み合わせで、多くのアーティストに演奏され、いまでも多くのリスナーに支持されている【図 2.2.3】。

ホーンローター

- ① ホーンドライバー（ツイーター）
- ② モーターとプーリー
- ③ ウーファー
- ④ ドラムローター
- ⑤ パワーアンプ



図 2.2.2 レスリースピーカーの断面図



図 2.2.3 レスリースピーカー外観

1950年頃までの Hammond社は、専用のアンプ付きトーンキャビネット【図 2.2.4】を販売していた。教会での使用を想定されていたためか、多チャンネルのスピーカーが大型のキャビネット内に装備され、スプリング方式のリバークユニットを搭載するなど、パイプオルガンをイメージした豊かなサウンドを発していた。このために Hammond社は、Donald Leslie からの提案を受け入れず、レスリースピーカーをあくまでサードパーティー製品として取り扱った。2018年現在は日本の鈴木楽器製作所が、 Hammondとレスリーの権利を継承し開発を継続しているが、レスリーの回転速度をコントロールするスイッチは、その半月状の形から「ハーフムーン」【図 2.2.5】と呼ばれ、 Hammondオルガンの鍵盤下部のキャビネット側面に貼り付けられるように固定され使用されている。これはレスリーをサードパーティーの製品として扱い、後付けで対応するという姿勢を Hammondが貫いたためと言われている。 Hammondオルガンのほとんどが、レスリースピーカーとセットで販売されるようになってもその姿勢はなかなか変えようとしなかった。



図 2.2.4 Hammond社のトーンキャビネット
(金銅英二氏所蔵)



図 2.2.5 ハーフムーン
(鈴木楽器製作所)

1970年台に、真空管からトランジスターへの時代の移行時期に Hammond社はマーケット・リーダーの

ポジションを失うことになる。欧米では、パイプの調律やメンテナンスに莫大な費用が掛かることもあり、現在は教会でデジタル化されたクラシックタイプの電子オルガンに置き換えが進みつつある。また我が国においてはメーカーの主催する音楽教室を通じて、電子オルガンは独自に進化と普及を進めていくこととなった。

2.3 電子楽器の黎明期

1929年に発表されたハモンドオルガンは、1935年に市販され、アメリカで普及するが、ジャズオルガンの代名詞としてジャズ・ミュージシャンを中心に、今も世界の多くの演奏家に支持されている。同時期である1930年にドイツで「トラウトニウム」¹⁰⁾が発表される。テルミン【図2.3.1】やオンド・マルトノ同様に、2つの周波数の異なる発振器を掛け合わせることで電子的に音を作っていく「ヘテロダイン方式」であった。しかし当時のドイツでは、真空管に比べ倍音を豊富に含んだ波形を発信できるネオン管が開発され、トラウトニウムに使用された。音の表現力が豊かになり、様々な効果音を作る電子楽器として広く利用され、後年、映画監督のAlfred Hitchcock (1899-1980)のサスペンス映画の名作「鳥 (The bird) 1963」で鳥の鳴き声や効果音がトラウトニウムで作られたとされている。しかしトラウトニウムは、インターフェースに鍵盤ではなく、リボンコントロールが採用されたことが、効果音を操るのに都合が良かった反面、演奏するにはスキルを要した。この楽器で演奏された音源はいまでもCDで販売されているが、ほとんどがOskar Sala (1910 - 2002)が演奏者としてクレジットされている。

1930年から1950年頃までに、様々な電子楽器が発表されたが、そのほとんどが音源に発振器が装備されており、この時代の発振器（オシレーター）には真空管が使用されていた。周波数や波形を時間の推移とともに変化することなく持続させるにはかなり高性能な発振器が必要であり、真空管では安定した波形は得られなかった。しかしそのピッチの揺らぎ感や純粋に電子的なサウンドは、不安定ながらダイナミックレンジを感じさせるアナログサウンド独特の良さがあった。当時の代表的なものとしては、トラウトニウム（1929年）【図2.3.2】、オンディオライン（1931年）、クラヴィオリン（1947年）【図2.3.3】、メロコード（1949年）などが比較的知られている。トラウトニウムは、

先述のようにヒッチコック監督の映画作品に効果音で使用されたり、クラヴィオリン¹¹⁾がビートルズのアルバムに使用されたり、アメリカ人歌手Del Shannon (1934 - 1990)の大ヒット曲「ランナウェイ」の間奏部のソロ楽器に使用された。

電子楽器の発展に忘れてはならない存在が、電子楽器を積極的に音楽に取り入れようとした音楽家達である。音楽家は、その演奏技術や発想が電子楽器のもつ潜在的な能力を引き出し、新たな音楽文化を創造してきた。時には新しい音楽ジャンルや流行を生み出すきっかけを作った。電子楽器の発展には、音楽文化の創造を伴ってきたことは言うまでもない。つまり、技術者によって開発された電子楽器を使用して音楽家が新たな音楽を創造する～技術者はさらに改良を加えたり、新たな電子楽器を開発する、このように普及と進化を繰り返してきた。言い換えれば、様々な電子技術の革新が電子楽器を成長させるのと同時に、音楽という文化が電子楽器の進化を促すという相乗効果をもたらしてきたことは、電子楽器発展の特徴とも言える。



図 2.3.1 自身で演奏するレフ・テルミン¹²⁾



図 2.3.2 Trautonium (トラウトニウム)¹⁰⁾



図 2.3.3 Clavichord (クラヴィオリン)¹¹⁾

2.4 ミュージック・コンクレートと電子音楽¹³⁾

「ミュージック・コンクレート」は、1940 年台後半に、フランスの Pierre Henri Marie Schaeffer (1910 - 1995) によって始められた現代音楽のジャンルの一種である。人間の声や街の騒音や自然音をテープに録音、加工、編集をして音楽作品にするものであり、「具体的な音」を集めて作るどころからミュージック・コンクレートと名付けられた。

また「電子音楽」はドイツのケルン放送局で音響学者のアイメルトらによって始められた。ミュージック・コンクレートと同様に、現代音楽の一つのジャンルだが、ミュージック・コンクレートが具体音を主に使ったのに対し、電子音楽は電子音を中心に使い、楽音や様々な音を録音したテープを切り貼りして、再生速度を変化させたり、リバースさせたりすることから始まった。現代音楽の大作家 Karlheinz Stockhausen (1928- 2007) の代表作「習作 I・II」は正弦波のみを使用して作られた。この動きはまたたく間に世界に広がり、日本では 1954 年に NHK 電子音楽スタジオ【図 2.4.1】が設立され、黛敏郎らによって日本に紹介された。日本では他に武満徹、湯浅譲二といった作曲家がこのスタジオで活躍し日本の現代音楽の発展に寄与することとなる。

このように、ミュージック・コンクレートや電子音楽の時代には、電子音で新たな音楽を作ろうという機運が高まり、多くの優れた音楽家により先進的な音楽が生まれた。既存の楽器による演奏に留まらず、当時の電子機器を利用するなどして新たな音楽へのチャレンジが成された。



図 2.4.1 NHK 電子音楽スタジオ

2.5 シンセサイザーの登場

第 2 次大戦後、「電子音楽」への関心を持つ音楽家が増えるとともに、音を自由に作るというニーズが高

まる。音をシンセサイズ（統合する、合成する）することができる電子楽器が求められ始める。1955 年に、RCA 社のプリンストン研究所で「RCA ミュージック・シンセサイザー」【図 2.5.1】が開発された。大量の真空管を使った大型の装置であったが、現在のシンセサイザーというより、「電子音楽」を作るためのワークステーションだった¹⁴⁾。

当時の写真を見ても、鍵盤は見当たらず、タイプライターとロール式のパンチテープに穴を開けてデータを記録したとされている。またレコードのカッティングマシンも装備されており、このシステムで音楽を完成することが出来るスペックを備えていた。楽譜をデータ化して入力する方式は、いまのコンピュータ・ミュージックの先駆けと言っても良いだろう。

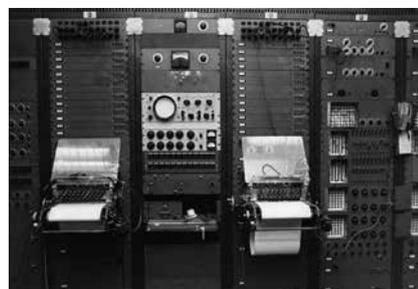


図 2.5.1 RCA ミュージック・シンセサイザー

2.5.1 アナログ・シンセサイザー

アナログ・シンセサイザーの方式として、発振器で発生した波形をフィルターで加工して音を作っていく「減算方式」が最もスタンダードである（3 章参照）。これは正弦波や矩形波、鋸歯状波などの元波形を、ターゲットとする音色に加工していくのに時間が掛からないという利点があるが、初期のシンセサイザーのほとんどがこの方式を採用していた。しかしこのシンプルな考え方に行き着くには、RCA ミュージック・シンセサイザーの登場からさらに 10 年近くを要することになる。

減算方式の最初のモデルが、サンフランシスコの Donald "Don" Buchla (1937 -2016) により 1964 年に開発された Buchla Synthesizer 【図 2.5.2】である。これは日本に輸入された最初のモデルが、いまでも東京藝術大学に保管されている。このブックラで音を出すためには、パネル上に並んだ各セクションをパッチワークする必要がある。すなわち、音に関する専門的な知識がなければ、音を出すことは出来ない。その上、鍵盤が装備されておらず、その代りにプレートに黒鍵や白鍵の区別のないキーボード風のラインが描かれているだけで触れば音が出るのだが、演奏は極めて

難しい。楽器というよりも機械的なイメージの強いシンセサイザーだった。そして翌年の1965年、シンセサイザーの父と称される Robert Moog (1934- 2005) による、Moog Synthesizer【図 2.5.3】がデビューする。この Robert Moog の1号機もブククラ同様に減算方式で、パッチワークを必要とするモデルだった。ブククラとの違いは様々あるが、鍵盤が繋げるようになり、音楽家には演奏が可能なインターフェースを有したことが最も大きな違いと言えよう。ここから70年代初頭にかけて、ARP (アープ社)、そして日本のメーカーである京王技術研究所 (現 KORG) やローランドがシンセサイザーの開発競争に加わることとなる。

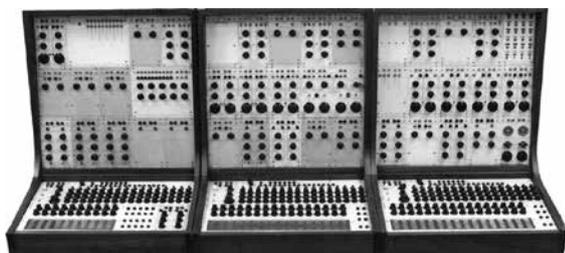


図 2.5.2 Buchla Synthesizer
(東京芸術大学所蔵)



図 2.5.3 Moog Synthesizer
(東京芸術大学大所蔵)

2.5.2 ミュージック・シンセサイザー

1960年台に登場したシンセサイザーの当初の目的は、文字通り音を合成するための装置であり、「楽器」を再生しようという目的ではなかった。Moog Synthesizer に装備された鍵盤を見ると、あたかもシンセサイザーで音楽を演奏することが出来ると印象づけるが、実際には映画などで再生する効果音に音階を付けるためのものであり、音楽を演奏するという目的にシンセサイザーが使用されるのは、それから随分後のこととなる。

シンセサイザーは、様々な音を合成可能な電子楽器として発明され進化を重ねた。人間は音をイメージする際に、聴き覚えの有る音を連想することは簡単であるが、全く新しい音を想像することは非常に難しい。

シンセサイザーを使用すれば、オシレーターから発せられる様々な波形を聴きながら、演奏者はアイデアを膨らませ新たな音を作り出していく。電子楽器は全く新しい音だけでなく、既存の楽器音や自然音を電子楽器で合成しようというニーズを呼び起こした。

アナログ・シンセサイザーが国内で普及を始めた1970年台には、雷の音や鳥のさえずり、風をイメージする音などの自然音や、パトカーのサイレンやチャイムの音などの電子音を作ろうと試みる人が多かった。またピアノやストリングスのような楽器音の作り方や、口笛のようなアコースティック楽器では表現しにくかった音を出すためのノウハウが、シンセサイザーの取扱説明書に記載されていた。シンセサイザーを新しい音楽に使用したいという意欲を持つ人たちが、購入して音作りにチャレンジした。やがてシンセサイザーは単に音を合成する目的に留まらず、楽器としての能力をもった「ミュージック・シンセサイザー」へと進化を遂げていくこととなった。

2.6 電子楽器へのニーズの多様化

時代と共に、電子楽器へのニーズは多様化していく。現代の楽譜のほとんどが半音階を基本に記譜されており、民族楽器を除く殆どの楽器がクロマチックスケールで演奏されることが一般的である。しかし管楽器や弦楽器を、楽譜を見て自由に弾けるようになるには相当な習熟期間が必要である。もし鍵盤で管楽器や弦楽器の音が出せたらという願望が古くから存在したことは、パイプオルガンにフルートやトランペットなどの音色が装備されていたことから理解できる。オーケストラのようなスケールの大きな音楽を鍵盤楽器で演奏できるという期待は自ずと電子楽器に向けられるようになった。

現在はジャズオルガンの代名詞でもある Hammond オルガンも、当初はパイプオルガンの代用品として使用されることを想定して様々な楽器音色がプリセットされていた。Hammond オルガンの代表機種である B-3 には、白黒色が反転した1オクターブ分の鍵盤 (12 鍵) が上下2段鍵盤のそれぞれの左端に並んでいる。この鍵盤を押さえると、鍵盤は下がったままロックされ、他の鍵盤を押すとロックが解除されて新たに押さえられた鍵盤がロックされる構造になっている。音色を選択するための12個の鍵盤の形をしたスイッチが装備されていた。このスイッチを押せば、瞬時に選ばれた楽器音が再生できる仕掛けになっていた。

電子楽器は、単に音声合成して新しい電子的サウンドや自然音を再生するという目的から、様々な楽音をシミュレーションしてそれぞれの楽器の代わりにその音が出せることが求められるようになっていった。最初は「ストリングス」や「プラス」といった単音楽器の音を出すことに始まり、そのうち複数の弦楽器で構成される「ストリングス・セクション」や、数種類の管楽器の「プラス・セクション」など、実際には和音を含んだアンサンブル・サウンドへのニーズが高まっていった。クラシックを演奏するオーケストラや、ジャズを演奏するビッグバンドで発せられる音色を電子楽器で再生させることができれば、大編成の楽団の雰囲気を、少人数のバンドで再現できるというニーズであった。

さらに、ピアノの88鍵もある幅広い音域と、美しい響きを持つ和音を電子楽器で再現したいというニーズも加わる。スーツケースに入るような小型の電子楽器で、大型のピアノ音色やオーケストラの音色が再現できれば、大規模な楽団員と多くの楽器の移動が不要になる。電子楽器は、様々な楽音を出せて、それも和音を出せて、可搬性に優れたサイズであることが自ずと求められるようになっていった。

2.7 電子楽器の技術革新

1960年代に登場したモジュラータイプのアナログ・シンセサイザーの特徴は以下のようにまとめられる。

- ① 音を合成するためのスイッチやつまみを多く装備した大きなコントロールパネル
- ② 音を合成するために、各モジュールをワイヤリングしながらパッチワークする
- ③ オシレーター1機につき1音(モノフォニック)の発音
- ④ 1台のシンセサイザーでひとつの音色
- ⑤ 音の大小はコントロールできるがペロシティ(音の強弱)をコントロールできない

シンセサイザーを楽器として活用するには、多くの解決すべき課題があった。真空管からトランジスター、ICが開発され集積度の高いLSIへと進化する過程で、電子楽器も多くの技術革新が行われた。アナログの時代からデジタル化が進むに従って、進化した大きな項目について見ていくことにする。

2.7.1 同時発音数

当時の電子楽器が抱えていた問題のひとつは発音数である。初期のシンセサイザーが同時に発音することの出来

る音数は単音(モノフォニック)でしかなかった。このことは、シンセサイザーが文字通り波形を合成する「道具」であり、「和音」という音楽的に調和が取れた複数の音を、同時に発音するという音楽的な要素は重視されていなかったからであることは既に述べてきた。しかしシンセサイザーを楽器として演奏するためには、和音を出せるという機能が当然求められた。各メーカーはそのニーズを満たすため、同時に複数の音が発音するポリフォニック・シンセサイザーの開発を進めた【図2.7.1、2.7.2】。

オシレーターの数を増やせば、発音する音の数は増えるが、オシレーターの数より多く鍵盤を押されたときの、発音の振る舞いをルール化することが必要となる。例えば4個のオシレーターを装備すれば、3音の和音に加えて主旋律のパートを演奏することが出来るが、演奏者の意図が反映されるように発音の仕方をうまく制御することが同時に求められる。最大同時発音数が4音のポリフォニック・シンセサイザーの場合、5音目の鍵盤が新たに押された時に、先に発音していた音は順に消える「後着優先」方式が望ましいと考えられた。しかしピアノのような減衰系の音色の場合、新たに鍵盤が押される度に、先に押された鍵盤の減衰音が途切れてしまえば、ピアノらしい演奏に聞こえなくなってしまう。このように電子楽器に対する音楽的な要求が高まると同時に、解決されるべき様々な問題が見え始めてきた。



図 2.7.1 MOOG 社 POLYMOOG (1973年に発表)
(足元は TAURUS PEDAL)



図 2.7.2 ヤマハ GX-1 (1975年)
音源部にはヤマハ初のポリフォニックシンセサイザーが採用された

2.7.2 ベロシティ

アコースティック・ピアノ・サウンドの特長は、弦振動の響きによる余韻と、演奏による強弱によって音量だけでなく音質も同時に変化する豊かな音色である。初期のアナログのシンセサイザーでは、鍵盤を離してからの余韻の長さをコントロールすることは出来たが、鍵盤を押す強さによって音量や音質を変化させられなかった。しかしシンセサイザーで様々な楽器音を再現したいというニーズとともに、音の強弱を表現するための改良が必要となった。それには単に音源部分の開発だけでなく、鍵盤自体が強弱に反応できる機構設計を要した。電子楽器メーカーはそれぞれの方法によって、鍵盤タッチに反応する鍵盤の開発を進めた。

電子楽器の場合、鍵盤は On か Off を決定するスイッチの役割を持つ。つまり鍵盤が押されれば On になり、離すと Off になる。実際には 2 点の接点を持ち、押された鍵盤に対応した電圧を発生させる接点、もう一方は押されている間はゲート信号を出し続けて発音させる接点を持っていたが、音の強弱（ベロシティ）を検知する技術は無かった。後に鍵盤の 2 点間の移動速度を検知するなどの方法により、ほとんどの電子鍵盤楽器はベロシティ対応の「タッチセンス付き」鍵盤を採用する【図 2.7.3】。特に電子ピアノの普及には、鍵盤で強弱の表現ができることが必要不可欠であった。このように部分的に改良を加えながら、徐々にデジタル化が進み、電子楽器はさらに進化していった。



図 2.7.3 ローランド EP-30 (1974 年)
純電子発振方式としては国内初のタッチセンス付き電子ピアノ

2.7.3 マルチティンバー

多くの音楽は、複数の楽器によってアンサンブル演奏される。電子楽器でオーケストラやバンド演奏を再現したいというニーズが高まっていく中で、開発されたのが「マルチティンバー」である。アナログ・シン

セサイザーの場合、通常 1 つの音色を出すのに 1 つのオシレーターが必要だった。つまり同時再生するために必要なパートの音色数だけ、シンセサイザーの台数が必要だったのが、音源がデジタル化されたことによって、1 台の音源で複数のパートの音色を同時に発音することが可能になった。PC で音源をコントロールする DTM (Desk Top Music) の場合に接続される音源モジュールは、ほとんどがマルチティンバー機能を備えており、同時に複数の楽器音色を再生させアンサンブル演奏が可能となり、ユーザーは低価格な電子楽器で制作環境を整えることが可能になっていた。

2.7.4 MIDI

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) は 1983 年に提唱されたメーカーを越えて電子楽器同士を繋ぐインターフェースである。2013 年、ローランドの創業者である梯郁太郎はグラミー賞を受賞した。MIDI 規格の制定に尽力し、その後の音楽産業の発展に大きく貢献したことが評価された。テクニカル・グラミー・アワードを日本人の個人としては初の受賞だった。MIDI の果たした大きな役割は、単なるインターフェースとしてではなく、シーケンサーや PC で音楽データをコントロールすることを実現したことである。梯の造語でもある“Non-real Time Music”は、リアルタイムに演奏される音楽（生演奏）に対して、いわば「打ち込み」によりいつでも電子楽器に演奏させられる環境を言ったものであり、梯は MIDI でそれを実現したと言える。

2.7.5 DTM

音楽を作曲したり編曲したりすることは、本来は楽譜の読み書きができるプロの音楽家に委ねられていた。MIDI 規格が提唱されたことで、音符を数値化してデータとして扱うことが出来るようになり、アマチュアでも PC の画面を見ながら数値や音符を使ってグラフィカルな音楽制作が簡単に出来るようになった。楽器を演奏できなくとも、PC に電子楽器を演奏させられるようになったことは、作曲や編曲という本来であれば高度なテクニックを要する作業を「アマチュアに開放した」と言っても過言ではない。ローランドの梯は当初、“Desk Top Media Production” (DTMP) という言葉を推奨していた。音楽だけでなく、映像も含めた「メディア創作」をデスクの上で完結できるようになれば、アマチュア層に電子機器が普及するという戦略を描いていた。ローランドにとっては、初の DTMP 製品とされる「ミュージくん」が

ヒットしたが、DTMPという言葉は馴染まず、DTM (Desk Top Misuc) という理解しやすい和製英語が広がり、現在も電子楽器を用いた音楽制作を意味する言葉として定着している。

2.7.6 ソフトシンセサイザー

シンセサイザーは鍵盤が装備されたものが主流だったが、DTMの普及で、鍵盤を必要としない音楽ユーザーが増加し、シンセサイザーは鍵盤を持たない音源モジュールに主流が移った。音源モジュールには、PCに接続するためのインタフェースが標準装備され、ユーザーはPC上のソフトウェアを使って作曲や編曲が可能になった。こうしてDTM市場は日本で大きく拡大し、多くのメーカーが音源モジュールを開発し販売した。音源モジュールの音色配列（音源フォーマット）を標準化すれば、DTM市場のシェアを圧倒的なものに出来ると考えたローランドはGSフォーマットを提唱、それに対抗してヤマハがXGフォーマットを提唱し、争奪戦に凌ぎを削った。しかしWindowsが世界中で普及し始めた頃、既にシンセサイザー音源のソフトウェア化は多くのメーカーで開発が進められていた。1998年、ローランドは独自のソフト化された音源フォーマットであるGS wavetable formatをMicrosoft社に対し、ライセンス供給をスタートさせる。市場を席卷した音源モジュールはいつしか影を潜め、いまではソフトウェア・シンセサイザーが浸透し、ハードウェアが無くともPCで音楽を容易に作成できるようになった。

参考・引用文献

- 1) Crews Maniac Sound 株式会社ミュージックランド
- 2) “The ‘Telharmonium’ or ‘Dynamophone’ Thaddeus Cahill, USA 1897” 120 Years of Electronic Music
- 3) A picture of physicist Thaddeus Cahill (Wikimedia Commons)
- 4) Telharmonium console by en:Thaddeus Cahill (Wikimedia Commons)
- 5) 竹内正実：テルミン エーテル音楽と20世紀ロシアを生きた男 岳陽舎
- 6) 尾子 洋一郎：テルミン -ふしぎな電子楽器の誕生- 東洋書店
- 7) 図2.18 写真提供 株式会社コルグ
- 8) 図2.19/2.1.10 写真提供 大矢素子氏 (C) Hirotada Onaka
- 9) 梯郁太郎：サンプルのない時代 音楽之友社
- 10) “The ‘Trautonium’ Dr Freidrich Trautwein, Germany, 1930” 120 Years of Electronic Music
- 11) “The ‘Clavioline’ M. Constant Martin, France, 1947” 120 Years of Electronic Music
- 12) DETAIL of Leon Theremin performing a trio for theremin, voice and piano, c. 1924. ;Source=Griffiths, Paul (1978). A Concise History of Modern Music. Thames and Hudson. (Wikimedia Commons)
- 13) 小泉 宣夫／岩崎 真 サウンドシンセシス -電子音響学入門- 講談社
- 14) “The ‘RCA Synthesiser I & II’ Harry Olson & Herbert Belar, USA, 1951” 120 Years of Electronic Music

3 | 電子音の正体

アコースティック楽器の場合、そのほとんどが音の発生部分と音の伝導部分、そして音をコントロールする機構で構成されている。例えばギターであれば、指で弾かれた弦が振動して音を発する。その振動は木で作られた筐体を響かせる。微妙な弦の振動を筐体の大きさを使って空気への伝導効率を高め、音を増幅させ可聴距離を伸ばす。さらに弦を支えるネック（棹）上に、フレットと呼ばれる突起が平行に並んでおり、振動可能部分の弦長をコントロールすることで、奏者は音の高さをコントロールし、弦を弾く力加減で音量をコントロールする。クラリネットの場合は、口から送られる空気が、リードと呼ばれる小さな薄い木製の板を振動させ音が発生する。その音はクラリネットの本体である木管の中の空気柱を震わせ、音量を増大させる。また木管に開けられたいくつかの穴を塞ぐキーを使い、あるいはリードに吹き込む空気をコントロールすることによって、奏者は音階や音量を操る。電子楽器も同様に、そのほとんどが音を発する部分、音色を変化させる部分、音量をコントロールする部分、で構成される。「1、はじめに」で電子楽器の定義を「電子回路により、音の三要素である、音量、音程、音色をコントロールできる機器」としたが、電子楽器の多くの発明者が、音を自由に操るための工夫を行ってきたことは、それぞれの構造を見れば理解できる。そしてその構造を見ていくと、電子楽器をいくつかの方式によって分類することが出来る。ここでは、代表的な電子楽器の音の原理を見ながらそれぞれの特徴について見ていく。

3.1 音源の分類

音色を得る方式としては、主に下記の4つに分類される

- ① オルガンのように正弦波により倍音を合成する加算方式
- ② 周期パルス列をフィルタリングすることで音色を得る減算方式
- ③ FM音源などに代表される変調方式
- ④ 録音した波形などをメモリに蓄えておき音程ごと再生するPCM方式

これらの各方式について、3.2以下に少し詳しく述べる。

3.2 加算方式

ハモンドオルガンは、歯車状の「トーンホイール」【図3.2.1】が回転時に発生する正弦波を音源とした加算方式の電子楽器である。実際にはハモンドの初期のモデルは、音のパターンを印刷した91枚のガラス製の円盤に光線が当てられ、この円盤が光を遮ることによって、可聴音波となる振動を作り出す仕掛けであった。光の強弱によりプレートから発生する電子の量が変化して電気的な発振を起こし、それを音源として使用したとされている。

しかしハモンドオルガンが世界的にヒットし、いまでも多くのオルガニストに愛好されている理由は、「トーンホイール」と呼ばれる金属製の歯車の回転により磁界が発生し、コイルとの電磁誘導によって電気信号による正弦波を発生させるユニークな発振方式と、「ドローバー」【図3.2.2】と呼ばれる倍音のコントローラーによって、音色をドラマチックに変化させることが出来たからだと言える。



図 3.2.1 トーンホイール
(鈴木楽器製作所提供)



図 3.2.2 ドローバー
(鈴木楽器製作所提供)

3.2.1 加算合成方式による波形

加算合成方式は、フーリエ解析の「周波数の波動は、様々な周波数の正弦波の重ね合わせで表現できる」という考え方を応用したものだと言える。これは複数の正弦波を用意し、それぞれを同時に鳴らすことで様々な音色をつくる事が出来るという考え方に基づく。例えば、波形(A)と同じ周波数で、振幅のみ異なる波形(B)の2波形を合成すると、【図3.2.3】のように振幅のみが合成された波形が出来る。

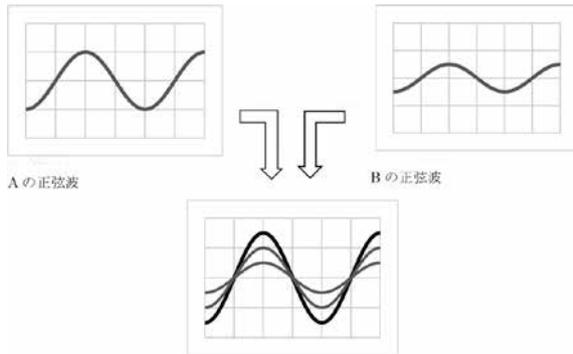


図 3.2.3 加算合成方式の例 1

同様に、基音 (A) に対して、周波数が 2 倍 (2 倍音) で振幅が 1/2 の波形 (C) を同時に鳴らすと、合成波は正弦波ではなくなり、新たな音色を持つ波形が生まれる【図 3.2.4】。

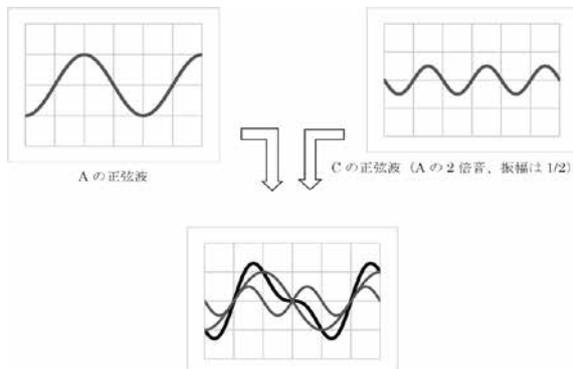


図 3.2.4 加算合成方式の例 2

3.2.2 倍音による音色コントロール

これは複数のパイプを同時に鳴らすことによって音を発生するパイプオルガンの音づくりと同じであり、ハモンドオルガンがパイプオルガンの音作りの再現を目指したことがうかがえる。さらにハモンドオルガンは、パイプオルガンが発する複雑な倍音の構成をドローバーと呼ばれる複数のコントローラーで再現することもやってのけた。

図 3.2.5 は、ドローバーの構成を示したものである。基音を含む 7 本の整数倍音と、基音のオクターブ下と完全 5 度上の 2 つの部分音による計 9 本のドローバーが装備されている。またそれぞれのドローバーは 8 段階の音量調整が可能となっている。演奏者はこのドローバーによって、倍音を多く含んだ複雑な音色をリアルタイムでコントロールすることが出来る。参考までに典型的なドローバーのセッティング図【図 3.2.6】も列挙する。

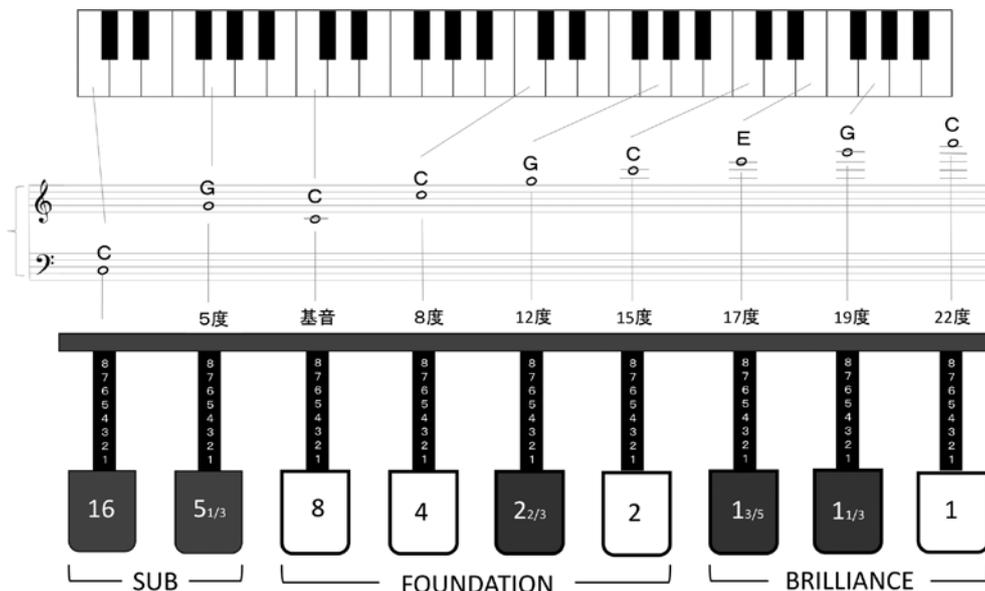


図 3.2.5 ドローバー構成

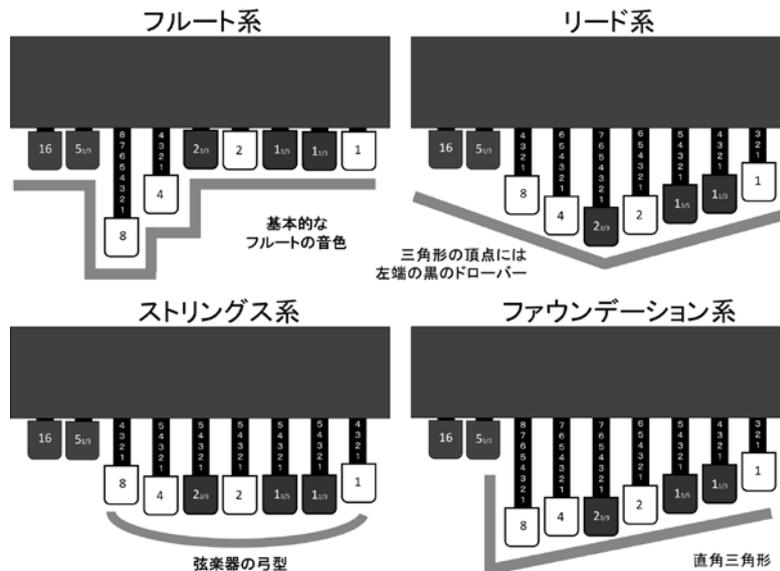


図 3.2.6 ドローパーのセッティング例

3.3 減算方式¹⁾

正弦波による加算合成方式に対して、予め作った倍音を含んだ波形をフィルターによって倍音成分を削っていく方式である。減算方式は加工して作られる音の結果を想像しやすいメリットが有る。電子楽器の音源がデジタル化されるまで、アナログ・シンセサイザーの音源方式として多く使用されてきた。

<音声信号を発生／加工する回路>

減算方式の基本的なブロックダイアグラムは【図 3.3.1】の通りである。



図 3.3.1 減算方式のブロック・ダイアグラム

Oscillator：電子回路により波形を発信するブロック、電圧で周波数をコントロールし音階を変える

Filter：Oscillator で発信された波形を加工するブロック、“Filter” で特定の周波数帯域をカットする

Amplifier：Filter で加工された波形を増幅するブロック

3.3.1 Oscillator

このブロックでは、正弦波（サイン波）、三角波、鋸歯状波、矩形波、などの基本波形を発振する。波形は目的とする音によって選択される。それぞれの波形には、発する音に特徴がある【図 3.3.2】。

【正弦波（サイン波）】

純音とも呼ばれ、倍音を全く含まない。従って理論

的に倍音を削って音を作っていく減算方式には使用できない。基音だけを発生させるべき音叉の音は純粋な正弦波に近い。

【三角波】

全ての奇数倍音のみを含む。n 次倍音の振幅は基音の振幅の $1/n^2$ となる。聴感上は正弦波に似ているが、木管楽器の音に適しているとされる。周波数が上がるほど倍音の振幅が急激に減少し、こもった感じに聞こえやすい。

【鋸歯状波（ノコギリ波）】

全ての倍音を含む。n 次倍音の振幅は基音の $1/n$ となる。奇数倍音も整数倍音も均等に含んでおり、ヴァイオリンやトランペットなどリード系の鋭い音に向くとされている。

【矩形波】

全ての奇数倍音のみを含む。n 次倍音の振幅は基音の $1/n$ となる。三角波と同様奇数倍音しか含まないため、ぼやけた印象がするが、クラリネットのような木管楽器の再現に適しており、三角波よりも音色は力強い。

【パルス波】

パルス波（Pulse Width Modulation）は、矩形波のデューティ比を変更することにより発振可能である。矩形波の場合のデューティ比は 50%/50% であるが、この比率を変更することで複雑に倍音を含んだ波形を作ることが出来る。

【ノイズ】

上記のような周期的な波形以外に、Oscillatorではランダムな周波数の波形を含んだノイズを発生することが可能である。ノイズは音の高さを定義出来ない。またノイズにはエネルギーの分布の違いによってホワイトノイズやピンクノイズなどの種類があり、電子楽器で使用され重要な役割を持つ。ホワイトノイズはすべての周波数で同じ強度のエネルギーとなる。ピンクノイズは周波数帯域ごとにエネルギーの量が変わり、パワーが周波数に反比例し、高い周波数ほどエネルギーが少なくなる。ホワイトノイズは「サー」という柔らかい音であるが、ピンクノイズは「ザー」というヒス音が強いのが特徴である。ノイズはパーカッシブなサウンドを作るのに有効で、初期のドラムマシンではスネアやクラップサウンドを作るのに使われた。

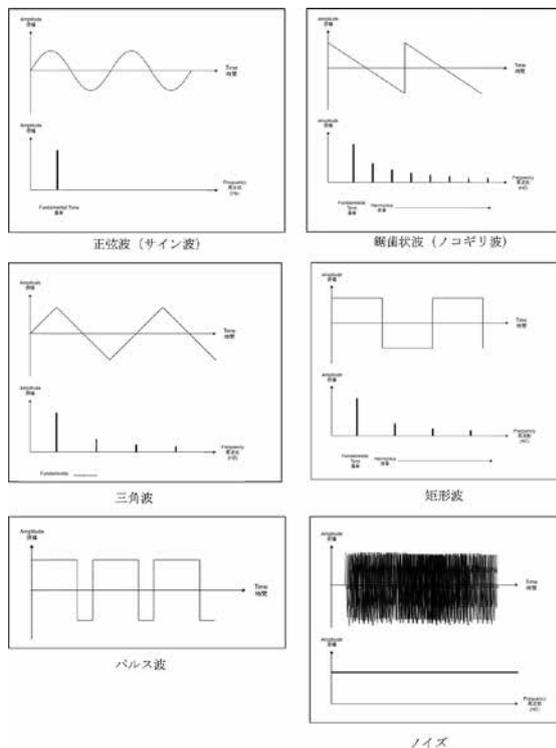


図 3.3.2 Oscillator の波形バリエーションと倍音スペクトラム

3.3.2 Filter

Filter は、Oscillator で発信された波形に含まれる低音を削ったり、逆に強調したりして、音の周波数特性を変化させるブロック。初期のアナログシンセサイザーでは、時間軸に対して平面的にフィルター加工を行っていたが、デジタル化されてからは、時間軸とともにフィルターの掛け方を変化させられる“Time Variant Filter”が装備され、多彩な音色加工が可能となった。

なお Filter には、以下のような代表的なタイプがある【図 3.3.3】。

【Low Pass Filter (LPF)】

カットオフ周波数より高い成分の倍音をカットし、低い部分の倍音のみを通過させる。

【High Pass Filter (HPF)】

カットオフ周波数より低い成分の倍音をカットし、高い部分の倍音のみを通過させる。

【Band Pass Filter (BPF)】

カットオフ周波数を中心とする周波数帯域の倍音のみを通過させる。

【Notch Filter (NF)】

カットオフ周波数付近の音をカットするフィルター。Band Pass Filter の反対の効果。

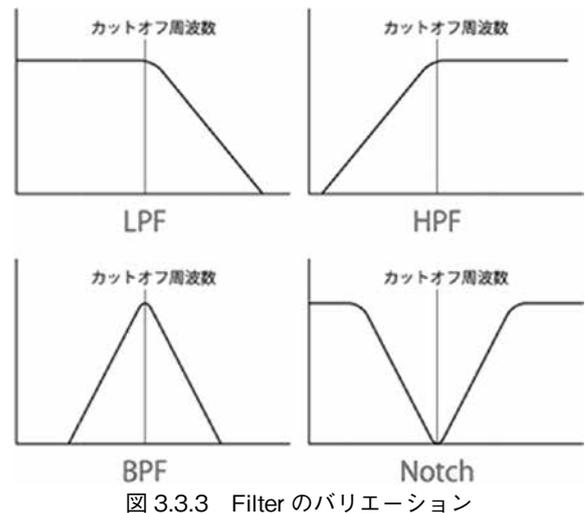


図 3.3.3 Filter のバリエーション

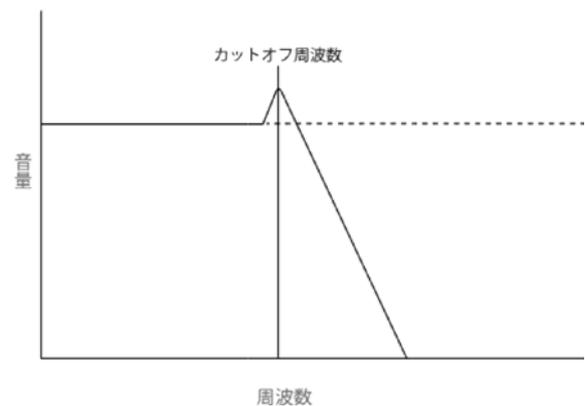


図 3.3.4 Resonance (LPF の場合)

【Resonance】

また Filter には、Resonance と呼ばれるカットオフ周波数付近の倍音成分を強調させる働きがある。特にこの Resonance を強調することによりクセのある音色に変化し、減算合成方式特有のサウンドを作り出す【図 3.3.4】。

3.3.3 Amplifier

最終的に発音される音量を増幅させるブロック。

Amplifier は、Filter 通過後の音声信号に Envelope Generator を用いて強弱変化を加えたり、さらに LFO による強弱変化も付け加えることができる。キーの強弱（ベロシティ）に対する音の強弱変化も Amplifier で設定する。

3.3.4 モジュレーション（変調）回路

これまでに説明した3つのブロックは、減算合成方式の音声信号を発生／加工する通り道であるが、さらに音声信号を制御するモジュレーション回路として LFO (Low Frequency Modulation) と EG (Envelope Generator) がある。

これらは、電子楽器の音を楽器音らしくするために重要な役割を果たす。LFO と EG を加えたブロック・ダイアグラムは【図 3.3.5】のようになる。

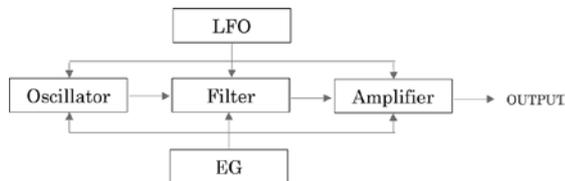


図 3.3.5 LFO と EG のブロック・ダイアグラム

A : LFO (Low Frequency Modulation)

LFO は様々な波形を発振するが、Oscillator の波形と比べて周波数が遅いのが特徴。LFO は、Oscillator、Filter、Amplifier の各々のブロックにモジュレーション効果を掛けるソースとして用いられる。また振幅幅 (depth) や速度 (frequency/rate) などをコントロールして効果を変化させることができる。

LFO が各ブロックに与える効果は以下の通りとなる。

- ・ Oscillator にかけた場合：音の高低を揺らす（ビブラート効果）
- ・ Filter にかけた場合：音質を揺らす（グロウル効果）
- ・ Amplifier にかけた場合：音量を揺らす（トレモロ効果）

また主な波形は以下の通りとなる【図 3.3.6】。

- ・ Sine (サイン波)：緩やかな周期モジュレーションで音を揺らす。
- ・ Triangle (三角波)：上下に直線的な音の変化を与える。用途はサイン波と似た効果がある。
- ・ Sawtooth (鋸歯状波)：文字通りノコギリ的な波形で、効果音に用いられることが多い。
- ・ Square (矩形波)：音を周期的に On-Off するような効果に用いる。サイレン音など。

- ・ Sample & Hold：ある時間おきに音が不規則変化する。機械的な効果音などに用いられる。
- ・ Random (ランダム)：音がランダムに変化する。Oscillator に掛けて宇宙的な効果を得たりする際に用いる。

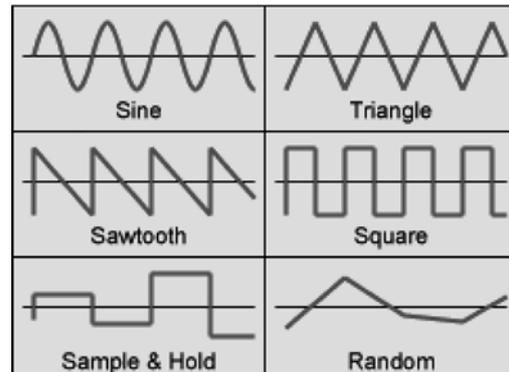


図 3.3.6 LFO の主な波形バリエーション

B : EG (Envelope Generator)

Envelope とは音の時間的な変化をいうが、音の3要素に対して時間的な変化を発生させるブロックである【図 3.3.7】。以下の4つのパラメータの頭文字を取って ADSR と呼ばれることもある。

- ・ Attack Time：音の立ち上がりから最大音量に達するまでの時間
- ・ Decay Time：最大音量から持続音量までの時間
- ・ Sustain Level：音が持続するレベル
- ・ Release Time：持続部分から音が消えるまでの時間

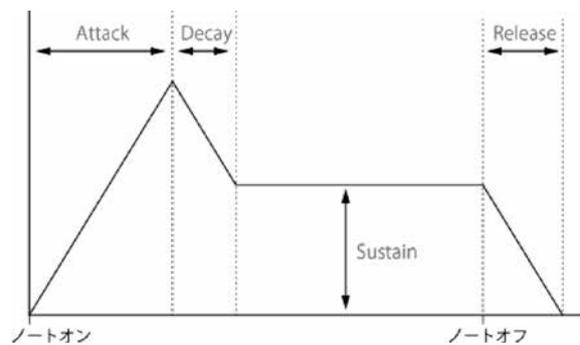


図 3.3.7 エンベロープカーブ

Attack、Decay、Release は次の段階に達するまでの時間（横軸）を示すが、Sustain は時間ではなくレベル（縦軸）を示す。

EG が各ブロックに与える効果は以下の通りとなる。

- ・ Oscillator にかけた場合：ADSR に伴い音の高低を変化させる
- ・ Filter にかけた場合：ADSR に伴いカットオフ周波数が時間変化し音質を変化させる（ワウ効果／スィープ効果）

・ Amplifier にかけた場合：ADSR に伴い音量が変化する。通常は鍵盤で Amplifier をコントロールし時間的な音量変化を得ることに使用されることが多い。

エンベロープ・カーブは、楽器毎に特性があり、弦楽器などの減衰する楽器は、時間経過とともに Sustain レベルが低くなり、そのカーブの角度は楽器によって異なる。またオルガンなどの音が減衰しないゲート音の楽器は、鍵盤を離すと同時に音は収束する。

管楽器は息を入れ始めてから発音するまでに時間差があり、また息を止めてから音が収束するまでに、管の響きが残るので、Release タイムがある【図 3.3.8】。

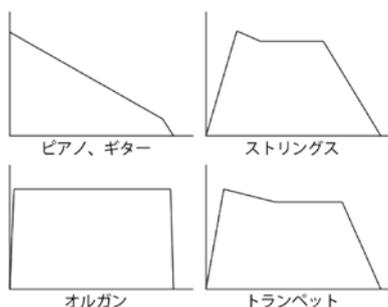


図 3.3.8 主なアコースティック楽器のエンベロープ・カーブ (Amplifier 接続)



図 3.3.11 ARP 2500 1970 年
(東京藝術大学音響研究室 所蔵)



図 3.3.12 Roland SYSTEM-700 1976 年
(東京藝術大学音響研究室 所蔵)

3.3.5 減算方式の電子楽器

減算方式を用いた主な電子楽器を【図 3.3.9～図 3.3.14】に示す。



図 3.3.9 ブックラ・シンセサイザー 1964 年
(東京藝術大学音響研究室 所蔵)



図 3.3.10 モーグ・シンセサイザーⅢ P 1965 年
(東京藝術大学音響研究室 所蔵)



図 3.3.13 HAMMOD NOVACHORD 1937 年
(ローランド研究所)



図 3.3.14 Roland Jupiter-8 1981 年
(ローランド研究所)

3.3.6 減算方式の問題点

これまで述べてきたように、減算方式はフィルターで波形を加工する方法が、目的とする音に容易に近づけやすいことから多くのアナログ・シンセサイザーに採用された。さらに減算方式には、EG (Envelope Generator) や LFO (Low Frequency Modulator) といったモジュールが装備されており、時間軸上の音量や音質の変化をコントロールでき、様々な楽音を作ることが可能である。またそれまで高額であったために一般の音楽愛好家にとってハードルが高かった電子楽器が、トランジスターによる発振回路を用いた減算方式により低価格を実現できたことも普及に弾みを付けた。しかし1970年代に日本を中心に次々に開発されたアナログ方式の電子楽器は、解決されるべき課題を背負っていた。

アナログの電子楽器は、安定したピッチや音階を再現するためには正確な電源電圧を供給されることが必要であった。当時の減算合成方式の電子楽器に使用された VCO (Voltage Controlled Oscillator) と呼ばれるオシレーターは電圧制御方式であり、電圧を変化させることで音階をコントロールできた。例えばアメリカ製の Moog シンセサイザーや国産のローランドが開発したシンセサイザーは、オシレーターの電圧を 1Volt 上げると、音階が 1 オクターブ上がるように設計されていた。この電圧と音階の関係はメーカーによって異なるが、ほとんどの電子楽器メーカーが、電圧で音階制御をする VCO を採用していた。

VCO の場合、供給される電源が不安定であったり、電子回路の部品の歩留まりによって、時間が経つとともに微妙なピッチの変化が起きる。これは他の楽器とアンサンブル演奏を行う際に致命的であり、演奏者はアコースティック楽器のように演奏中にチューニングを施しても、正確な音階を維持することが困難である。この問題を解消するために、オシレーター部分のデジタル化が進んでいくこととなる。そして DCO (Digital Controlled Oscillator) が開発され、電子楽器のピッチの問題が大幅に改善されることになるが、Filter 部分や Amplifier 部分は、電圧制御による VCF (Voltage Controlled Filter) や VCA (Voltage Controlled Amplifier) が利用され続けた。DCO 搭載の当時の減算合成方式のブロックダイアグラムは【図 3.3.15】となる。

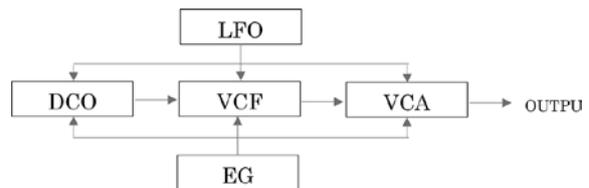


図 3.3.15 減算合成方式 (DCO 搭載タイプ) のブロックダイアグラム



図 3.3.16 ローランド初の DCO 搭載シンセサイザー JUNO-6 (1982年)
当時の価格は 169,000 円 (物品税含む)

3.4 FM 変調方式²⁾

FM 音源は、周波数変調 (Frequency Modulation) を応用する音色合成方式を用いた音源である。FM 放送に用いられる変調方式として知られているが、スタンフォード大学の John Chowning によって 1967 年に可聴領域における FM Synthesis Algorithm が発明され、1977 年に日本楽器製造 (現ヤマハ) がライセンスを取得した。ヤマハは、この音源を自社の電子楽器の音源として利用し、数多くの楽器を開発し、またこの音源を IC チップ化し低価格化に成功した。当時普及を始めたゲーム機や PC、さらに携帯電話の着信音の音源として各メーカーに採用され普及した。現在はこの FM 方式のみによる電子楽器はほとんど作られていないが、ヤマハは FM 音源の導入を機に、電子楽器のフルデジタル化に成功した。

3.4.1 FM 変調で生まれる波形

そもそも元の波形を別の波形で変調することで様々な波形を作り出すというのが FM 音源の基本的な考え方であり、変調の掛け方や変調する波形の周波数等によって、複雑な波形を作り出すことが出来るのが特長と言える。「3.2 加算合成方式」の場合は、2つ以上の正弦波を同時に鳴らすことで新たな波形を作りだし、音色を合成するという考え方であった。FM 方式の場合も、基本的に正弦波の発振器を利用するが、ひとつの発振器から発生させる Carrier (搬送波) という音信号に、もうひとつの発振器から発生させる

Modulator (変調波) を掛け合わせることで、新たな波形を作り出すというものである【図 3.4.1】。

実際には、以下の3種類のパラメータをコントロールし波形を作り出す。

- (1) Carrier の周波数 (rate)
- (2) Modulator の周波数 (rate)
- (3) Modulator の振幅の深さ (depth)

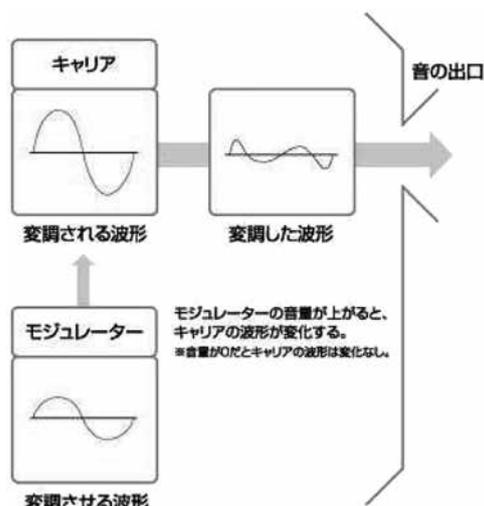


図 3.4.1 FM 方式のイメージ (※ヤマハ HP より)

3.4.2 FM 音源の特長

「3.3 減算合成方式」において、LFO と呼ばれる非常に低い周波数を持つ波形を音源に掛けると、音質や音量などに振幅を与え、ビブラートやトレモロ効果が得られると説明したが、FM 変調の場合も同様である。

FM 音源では、Modulator の周波数を Carrier の周波数に近づけていくと全く新しい音が発生する。新たな倍音成分を含んだ音色を生み出すことが FM 音源の特長とも言える。しかしパラメータのちょっとした変化にも大きく倍音に変化してしまうため、ユーザーにとっては音作りの際に発生する音色を予測することは困難であり、後に多くのユーザーからは音色作りが難しいという評価を受けた。

ヤマハは 1981 年に、この音源を GS-1【図 3.4.2】というモデルに初めて搭載するが、260 万円という価格のせいで一部のプロミュージシャンに使用されるにとどまる。そして 1983 年にフルデジタルのシンセサイザー DX7 (当時 248,000 円)【図 3.4.3】を発売する。FM 音源を搭載した DX7 が奏でる、金属的でシャープな独特な音色は多くのミュージシャンに支持され、ポピュラー音楽の必需品とされた時期もあった。特にきらびやかなサウンドを持つエレクトリック・ピアノや金管楽器系の音色は、FM サウンドと呼ばれ、いまでも世界中のポピュラー音楽で聴くことが出来る。



図 3.4.2 FM 音源を初めて搭載したヤマハ GS-1



図 3.4.3 大ヒットしたヤマハ DX7

3.4.3 FM 音源の果たした役割

FM 音源は、単に電子楽器の音源に留まらず、様々な電子機器の音源として採用されていった。ヤマハは 1984 年頃からこの音源を FM 音源チップとして外部供給を開始した【図 3.4.4】。音源チップは、1980 年代のアーケードゲーム機や、家庭用ゲーム機、パソコンなどの内蔵音源として使用され、PC を中心に約 7 千万個が出荷された。その後、携帯電話・PHS 向けの汎用音源 LSI である YM757「MA-1」(当時のサンプル価格 600 円)【図 3.4.5】を 1999 年に出荷し、着信メロディの高音質化と多機能化を果たした。この「MA-1」は FM 音源を内蔵し、128 種の音色を用意しているほか、それぞれ異なる音色で最大 4 音の同時発音が可能で、着信メロディの音楽としての表現力を格段に向上させた。さらにダイナミック型スピーカを駆動できる 300mW のアンプを 1 チップ内に収めるなど、徹底的な集積化が図られていた。携帯電話各社への供給により、FM チップは通算 12 億個が出荷された。そもそも電子楽器のために開発された FM 音源は、楽器以外でもその音を普及させたと言える。

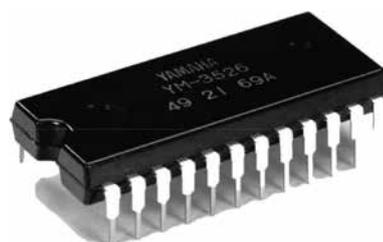


図 3.4.4 初期の FM 音源チップ³⁾
YAMAHA「YM-3526」(OPL)

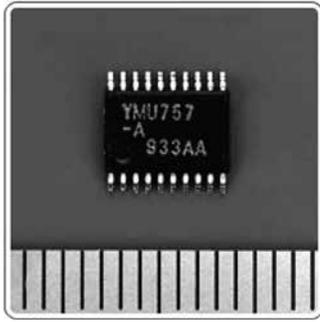


図 3.4.5 YMU757 [MA-1]³⁾

3.5 PCM 方式

電子楽器における PCM (Pulse Cord Modulation) 方式とは、楽音を電子的に記録したものを再生する技術である。一般的にはサンプリングとも呼ばれ、CD を代表とするデジタル・オーディオ機器にも採用されている技術と同様のものと理解して良い。現在は、広く普及しているデジタルピアノ、電子オルガン、電子キーボード、デジタル・シンセサイザーなどの電子楽器のほとんどが、記憶されたサンプリングデータを再生する PCM 方式を採用している。特にデジタル・シンセサイザーでは、PCM 方式による音源を、さらにデジタルのフィルターやエフェクターによって加工することで音色をエディット出来るモデルが主流となっている。また PC 上で作動するソフトウェア・シンセサイザーも、基本的には PCM 方式により記録された波形を音源として使用している。

現在の電子楽器のほとんどに PCM が採用されている理由としては、以下のようなことが考えられる。

(1) 音楽的需要の変化

アコースティック楽器音などの楽音を、電子楽器で再生するという需要の増加。

(2) サンプリング技術の高度化

録音メディアや録音技術の進化によって、サンプリングレートや量子化ビット数の向上が実現し音質が向上した。

(3) ハードウェアの進化

CPU の高速化に伴い、リアルでハイクオリティな音質による再生が可能となった。

(4) メモリの低価格化

膨大なサンプリングデータの保存が可能となり、高音質で多くの音色が装備できるようになった。

(5) 通信ネットワークの高度化

MIDI の登場や PCM 音源フォーマット共通化で、

通信ネットワークを通じた音楽データの供給が可能となった。

これらを一言で表すと、技術革新により音楽的需要の変化に電子楽器が追随してきたからだと言える。PCM 方式の普及によって、ユーザー自ら音色を合成加工する必要がなくなり、高音質で多種多様な音色を簡単に呼び出せるようになった。このことは電子楽器の普及を大きく促進させた。さらに MIDI や DTM (デスク・トップ・ミュージック) システムの登場で、楽器が演奏できなくても、音楽的な知識に乏しくとも、作曲したり演奏したりすることが可能になった。元来、音楽は専門的な領域にある芸術であり学問だったが、アマチュアが作曲したり編曲したり、音楽を操ることが出来るようになったのは、電子楽器の進化がもたらした結果とって過言ではない。

3.5.1 サンプリングによる楽器の進化

録音したものを再生して音楽を作り出そうという試みは、1940 年台の「ミュージック・コンクレート」によって実践され始めたことは前述のとおりである。さらにテープレコーダーが利用され、「電子音楽」が広まる頃には、再生速度を変えて音程を変えたり、テープ再生を反転させてリバースした音を使うなどして、新たな音楽を作ろうという試みがなされた。ミュージック・コンクレートも電子音楽も、現代音楽としてヨーロッパを中心に世界中に拡大する一方で、ポピュラー・ミュージシャンの間で、様々な音を鍵盤で演奏したいという願望も高まっていった。そしてその願望は、電子楽器に向けられることになり、PCM 方式に発展していった。

3.5.2 メロトロン

メロトロン【図 3.5.1】⁴⁾ は、テープレコーダーそのものを鍵盤楽器にしてしまった構造【図 3.5.2】を持つ。メロトロンの場合、1 個の鍵盤に対して 1 台のテープレコーダーが装備されており、鍵盤はテープレコーダーのスタートスイッチの役割をする。鍵盤を押すとあらかじめ楽音を録音したテープが回って再生を始める。テープには、フルートなどの楽器音が、半音階で録音されており、様々な楽器音を鍵盤で演奏が出来るという点においてサンプリング・キーボードと位置づけることが出来る。1963 年にイギリスのストリートリー・エレクトロニクス社が発売した。



図 3.5.1 Mellotron Mk1/2

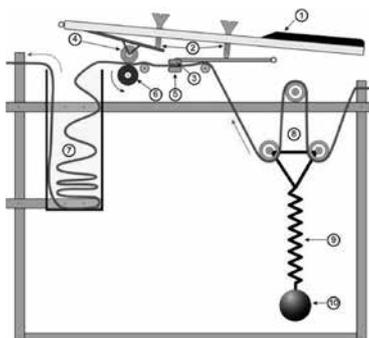


図 3.5.2 メロトロン発音機構の模式図⁵⁾

- (1) 鍵盤、(2) ネジ、(3) プレッシャーパッド、(4) ピンチローラー、
- (5) 再生ヘッド、(6) キャプスタン、(7) ストレージ・ピン、
- (8) テープ・リターンローラー、(9) スプリング、(10) カウンター・ウェイト

メロトロン最初のモデル Mellotron Mk1/2 は、左手用、右手用にそれぞれ 35 鍵の鍵盤が 2 セット並んでおり、左手用には伴奏パターンや効果音を、また右手用にはフルートやヴァイオリンなど最大 18 種類の楽器音が収録されていた。当初は家庭向けに、左手の伴奏に合わせて右手でメロディを弾くことが出来る画期的なキーボードとして発売された。その点では、現在のファミリーキーボードに相通ずるものがある。またメロトロンは、テープを交換することで音色の入れ替えが可能であり様々なミュージシャンが利用した。ビートルズの様々なアルバムでもそのサウンドを聴くことが出来るが、1964 年にリリースされたヒット曲「ストロベリーフィールズ・フォエバー」のイントロは、メロトロンフルート音が使われたことで知られている。その他にもキング・クリムゾンなど、60 年台から 70 年台にかけて流行した「プログレッシブ・ロック」の多くのアーティストが、ストリングスなどオーケストラ・パートに使用している。

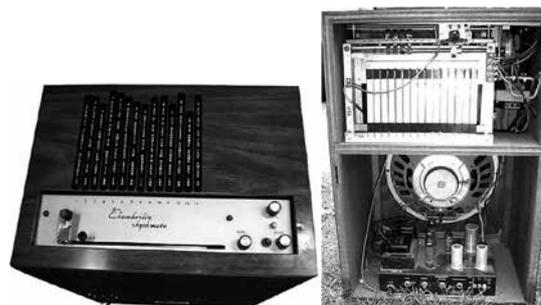
3.5.3 その他のサンプリング機能を搭載した電子楽器⁶⁾

メロトロンはメンテナンスの時間に加え、8 秒程度しか連続再生できなかったことやアナログの磁気テ-

Chamberlin Rhythmate は、カリフォルニア州アップランドの Harry Chamberlin が、1949 年にオルガンの伴奏用に設計したドラムマシンであるが、僅か 10 台しか生産されなかったと言われている。この時期に設計された電子ドラムマシンがテープ方式だったことはあまり知られていないが、14 本のループしたテープでリズムパターンが連続的に再生される仕様となっていた。1951 年には磁気テープ式のキーボード Chamberlin Model 200 を設計、これらのモデルがメロトロン先駆けとなった。Harry Chamberlin の会社では録音テープの制作などを行ったが、ハードの生産力が無かったため、イギリスのブラッドレイ兄弟が経営するブラッドマチック社に生産を依頼。これを受けたブラッドレイ兄弟は「ストリートリー・エレクトロニクス社」を創業し、そこで生産したキーボードをメロトロンと名付けた。その後、Harry Chamberlin とブラッドレイ兄弟は、知的財産の権利で争うこととなるが、Harry Chamberlin は権利をブラッドレイ兄弟に売却し、新たに 1960-1969 年の間に Rhythmate 25/35/45 の 3 機種を次々にリリースさせ合計 100 台を販売したとされている。しかしシンセサイザーが高機能化するに伴って、メンテナンスに手間の掛かる磁気テープ式のキーボードは自ずと姿を消していった。(参考：120 Years of Electronic Music)



Chamberlin Rhythmate の初期モデル



1960 年台に発売された後継モデル

プによる音質の問題等に加え、クラシックの管弦楽奏者のユニオンから訴訟を受けるなど、多くの問題を抱えていた。しかし「サンプリング機能」を持った電子楽器の音の再現性の高さは多くの人々に評価され、デジタルメディアの発展とともに音質やメンテナンス面を改善した電子楽器が様々なメーカーから発売されるようになった。

オーストラリアのフェアライト社が1979年に発表したフェアライト CMIは、サンプリング機能を積んだ本格的なデジタル・シンセサイザーとして開発された【図 3.5.4】。鍵盤とアスキーキーボードを併用し、8インチのフロッピーディスクや、ビデオモニターなど、最新鋭のハードウェア・システムに加え、ライトペンで描いた波形を合成したり、システムのバージョンアップが可能など、現代の電子楽器の仕様にも通じる最新鋭の機能を搭載していた。また基本システムはOS-9、CPUはモトローラー68000を搭載し、シーケンサー機能や、容量はさほど大きくはなかったがハードディスクレコーディング機能も装備されていた。日本では、当時松下電器貿易が輸入し、大阪に本社を置くナニワ楽器が代理店として販売していたが、当時の価格が1,200万円と高額であったものの、多くのアーティストが購入した。

1975年には試作機が発表されたニューイングランドデジタル社のシンクラヴィアも、フェアライト CMI とほぼ同じ頃に日本に輸入されたが、フルシステムで購入すると、1億円近かったとされている。フェアライト CMI のサンプリング周波数 30.1kHz がシンクラヴィアでは 100 kHz と遥かに上回ったことや、長時間のハードディスクレコーディング、音質の高さや高機能なスペックは群を抜いており、日本人では、冨田勲、小室哲哉、加山雄三らが購入した【図 3.5.5】。

イーミュレーターは、アメリカのイーミュシステム社が1980年初頭に発売したサンプリング・キーボードだが、当時としては大容量の128kBのメモリ、17秒の長時間サンプリング、8bit/27kHzの高音質、本体に装備された5インチのFDD、4オクターブの鍵盤などを装備しながら、298万円というリーズナブルな価格ゆえに多くのミュージシャンに愛用された【図 3.5.6】。何れの機種も現在のPCM方式の電子楽器に比べると、異常なほど高額で記憶容量や音質的にも低水準であり、時代の産物でしかなかったが、それぞれがセンセーショナルで、プロミュージシャンは購入を考え、一般の楽器愛好家は雑誌等で紹介されるスペックに夢

を膨らませた。そして日本製のサンプラーの登場で、高音質で操作性の良い製品が安価で供給されるようになり、アマチュアの手にも渡るようになっていった。



図 3.5.4 Fairlight CMI (1972年のリリース写真)



図 3.5.5 Synclavier 9600



図 3.5.6 E-mu Emulator

3.5.4 日本のサンプラー⁸⁾

かつてテープレコーダーを主軸に高級オーディオメーカーとして名を馳せた赤井電機は、80年台にデジタル製品の開発に出遅れ、主力製品の方向転換を迫られるようになった。1984年には新たにAKAI professionalブランドを立ち上げ電子楽器市場に参入を果たす。楽器エフェクターなどを開発するアメリカのメーカーElectro Harmonix社の開発者だったDavid Cockerellを招き、デジタル・サンプラー「S612」を1985年に発売する【図 3.5.8】。当時の価格で168,000円、12ビット32kHz、同時発音数6音最大サンプリング・タイム8秒というスペックは画期的な内容であった。またこのモデルには鍵盤がなく、ラックマウントタイプの筐体に収まっていたが、リアパネルにはMIDI端子が装備されていたため、MIDIキーボードを接続して演奏することが可能であった。またS612本体にはディスクドライブが搭載されておらず、専用のMD280という外付けドライブからデータを供給する必要があった。

余談になるが、このMD280のドライブには、2.8インチのクイックディスクが採用されていた。当時、既にフロッピーディスクが普及を始めていたがまだまだ高価であった。クイックディスクは、大流行した任天堂のスーパーファミリーコンピュータが採用した外部ディスクと磁気メディア部分が共通（カートリッジが異なるためドライブの互換はなかった）で、ドライブの部材が比較的安価で供給されたことに加え、コンパクトで扱いやすく、当時の多くの電子楽器に採用された。なおS612とMD280を組み合わせても価格は23万円程度で、S612本体でエディットした音色をクイックディスクに保存することも可能であり、アマチュアにサンプラーの門戸を開いたモデルとして評価された。但し、クイックディスク1枚にストアできるのは2音までと容量が少なかった上に、フロッピーディスクドライブ（FDD）がパーソナルコンピュータの普及に伴い急激に価格を下げ、クイックディスクは直ぐにその姿を消すこととなった。



図 3.5.7 AKAI S612



図 3.5.8 ENSONIQ Mirage



図 3.5.9 AKAI S900

このS612が発売された85年2月のNAMM Showで、米国ペンシルバニア州に拠点を置くENSONIQ社が、低価格サンプラーキーボード“MIRAGE”を発表した【図3.5.8】。米国内では1,695ドルで販売するとアナウンスして話題を呼んだが、日本にはいち早く日本ハモンド社が輸入し、国内の店頭では398,000円で販売された。MIRAGEは61鍵の鍵盤を搭載しており、8ビット、32kHzサンプリング（10kHz時に最長6.5秒のサンプリングが可能）、3.5インチFDDを標準搭載。コントロールパネルにはテンキーが装備されたシンプルなデザインで、国内でも人気を博した。

赤井電機は翌年、すかさずS612の後継モデルS900を発売【図3.5.9】。価格は2倍以上したが、12ビット、サンプリング周波数は最高40kHz、サンプリング・タイムは最長63秒、最大同時発音数8音を実現し、アコースティック・ピアノのような長い減衰音の再現力も大幅に向上していた。S612ではオプションだったドライブもS900では本体に標準装備され、メディアも3.5インチFDDが採用された。この白い筐体を持ったラックマウントタイプのサンプラーは世界的にヒットし、AKAI professionalはサンプラー・ブランドとしての高い地位を築いていった。

同じ年の1986年に、ローランドもサンプラーの新機種を市場投入する。上位機種種のS-50は価格320,000円、61鍵キーボードと3.5インチFDDに加え、RGB端子とコンポジット出力端子を装備し、外部CRTやマウスを接続してグラフィカルに波形エディットが可能という斬新な機能を搭載【図3.5.10】。また175,000円で発売されたS-10は49鍵キーボードとドライブにはクイックディスクを搭載【図3.5.11】、この2機種をほぼ同時に発売した。こうして日本を中心にサンプラー戦国時代が始まった。



図 3.5.10 ローランド S-50



図 3.5.11 ローランド S-10

表3.1の比較表からも解るが、サンプラーには減算方式のシンセサイザーと同様に、アナログ式のVCFもしくはデジタル・フィルター、さらにエンベロープ・ジェネレーターやLFOが搭載されており、サンプリングした音源をシンセサイザーのようにエディットする事ができた。言い換えれば、シンセサイザーのオシレーターで発生する波形を、サンプリング音で代用することで、よりリアルな音色をエディットすることが出来るのがサンプラーであった。

サンプラーの場合、サンプリング音はユーザーが自由に入れ替えることが出来るのが特長であるが、実際にはサンプリングには高度なテクニックが必要である。高度な録音技術や、音階を割り当てる際のノウハウがなければ、自然な演奏が出来るように鍵盤に置

表 3.1 サンプラー比較

メーカー	ENSONIQ(米国)	AKAI (国産)		Roland (国産)	
品名	MIRAGE	S612	S900	S-50	S-10
発売年度	1985年(国内)	1985年	1986年	1986年	1986年
サンプリング周波数	32kHz	4kHz-32kHz	7.5kHz-40kHz	30kHz/15kHz	30kHz/15kHz
量子化ビット数	8	12	12	12	12
サンプリングタイム(最大)	6.5sec(10kHz)	8sec(4kHz)	63sec(7.5kHz)	28.8sec(15kHz)	4sec(15kHz)
最大同時発音数	8音	6音	8音	16音	8音
鍵盤数	61key	-	-	61key	49key
Filter	VCF	VCF	DSP	Digital (LPF/HPF)	
Envelope	EGVCF/VCA)	EG	EG	16EG	8EG
LFO	LFO	LFO	LFO	16LFO	LFO
搭載メディア	3.5インチFDD	2.8インチQD	3.5インチFDD	3.5インチFDD	2.8インチQD
価格(発売時)	US\$1,695	¥168,000	¥385,000	¥320,000	¥175,000

き換えて行くことは困難である。初期のサンプラーでは、ハードメーカーがサンプリングのデータを供給することで、ユーザーは様々な音を入れ替えて利用することが出来た。多くのハードメーカーの参入と共に、サンプリング音色を専門とするソフトメーカーが多様なライブラリーを販売するようになり、サンプラー市場は急速に盛り上がりつつあった【図 3.5.12、3.5.13】。現在ではPC用のプラグインと呼ばれる音色ソフトが普及しているが、この頃から電子楽器に供給される音色ソフトビジネスは拡大を始めたのである。



図 3.5.12 サンプラー用ライブラリ (FD タイプ)



図 3.5.13 デジタルシンセサイザー用の音色ソフト (ROM カード)

を利用して、出来るだけ細かく割り当てることで再現性は向上する。サンプリングした音を【図 3.5.14】の様に鍵盤に割り当てて、その音がカバーする領域の音階は、サンプリング音の読み出し速度(再生速度)を変えることで音階をコントロールする。

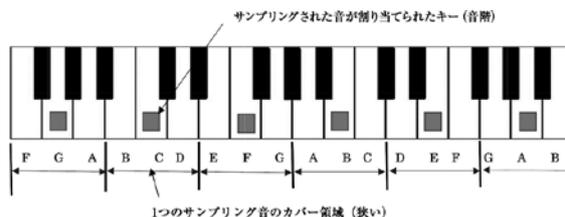


図 3.5.14 サンプリングのイメージ

実際には、【図 3.5.15】のように、サンプリング音がかoverする領域の隣り合ういくつかの音階を2つのサンプリング音を重ねて発音させ、2つの音量をクロスフェードさせることで、カバー領域の切れ目を分かりにくくする。

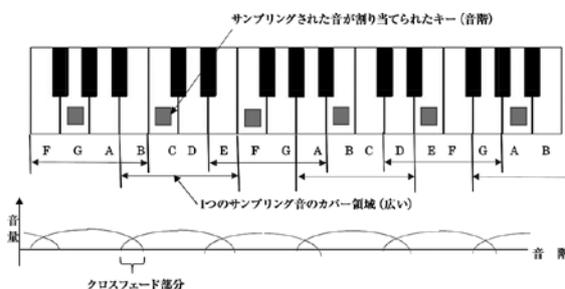


図 3.5.15 サンプリングのイメージ (クロスフェードあり)

3.5.5 実際のサンプリングの方法

例えばアコースティック楽器をサンプリングして、サンプラーに割り当てる場合、鍵盤のスプリット機能

しかし、クワイアなど合唱系の音色は、サンプリングされた音階をピッチ変換すると、フォルマントが崩れてしまい再現性に限界がある。できるだけ多くの音

階でサンプリングすることで生々しい音色を再現することが出来るが、メモリ容量が必要となる。またストリングス・セクションやブラス・セクション等のサンプラーで好まれるアンサンブル系音色も再現性を向上させるために、サンプリング周波数を下げるなどして録音時間を稼ぐが、その分、音質が犠牲になる。このためにサンプリング・タイムの長いサンプラーへのニーズが急速に高まっていった。

参考・引用文献

- 1) 小泉 宣夫／岩崎 真 サウンドシンセシス - 電子音響学入門 - 講談社
- 2) ヤマハ 100 年史 ヤマハ株式会社
- 3) 図 3.4.4./図 3.4.5 写真提供 ヤマハ株式会社
- 4) Mellotron (Wikimedia Commons)
- 5) Simplified diagram of the internal structure of a Mellotron (Wikimedia Commons)
- 6) “The 'Mellotron' and 'Novatron'. Leslie Bradley, UK,1963” 120 Years of Electronic Music
- 7) “Chamberlin 'Rhythmate', Harry Chamberlin, USA,1947” 120 Years of Electronic Music
- 8) 資料および写真提供 株式会社ミュージックトレード社
- 9) ローランド 40 年の歩み ローランド株式会社

4 | 電子楽器の分類と進化

電子楽器はPCM方式というデジタル技術により、大きな進化を遂げた。この章では電子楽器の分類と、それぞれのカテゴリで電子楽器がどのように進化してきたかを見ていく。特に日本のメーカーが電子楽器の性能を著しく向上させ、世界の音楽文化に与えた影響と、日本で独特の発展を遂げた電子オルガンや電子ピアノに注目した。

4.1 リズムマシン

1951年に生まれたChamberlin Rhythmateは、いわばテープ方式のサンプリング・リズムマシンだったが、リズムの再生装置の歴史は古く様々なリズムマシンが発明されては改良されてきた。最も古くは、アメリカの前衛作曲家のHenry Cowell (1897-1965)の依頼に応じて、テルミンの発明者であるLev Termenにより1930年に設計された“Rhythmicon”(リズムコン)【図4.1.1】である¹⁾。この17鍵のキーボードを搭載した光学式のリズムコンが、奇しくも世界初の電子楽器と言われるテルミンを発明したTermenによるものだったということも興味深い。構造的には各鍵盤が電球に接続されていて、鍵盤を押すと電球が光る。その電球がモーターによって回転する規則的な穴の空いた2枚のディスク【図4.1.2】を照らし、その穴のパターンに応じて発音する仕掛けとなっていた。Henry Cowellは、この複数のリズムパターンを同時に鳴らすことで新たなリズムパターンを再現しようとしたが、彼の作曲した音楽を聞く限り、リズムコンでひとつの打楽器パートを演奏させようとした目的が感じられる。その音は、現在のリズムマシンのような規則的にリズムパターンを連続的に再生させるというものではなく、リアルタイムに演奏する電子楽器として生み出されたと考えられる。その後、リズムマシンは、ポピュラー音楽を演奏する際の伴奏装置として、様々な技術者やメーカーによって開発され進化していくこととなる。



図 4.1.1 Rhythmicon (リズムコン)

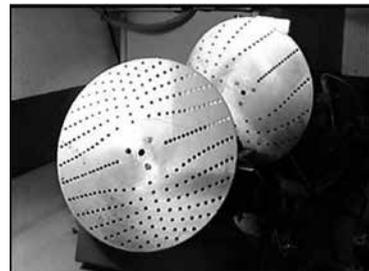


図 4.1.2 リズムコン用のディスク



図 4.1.3 Sideman の外観



図 4.1.4 Sideman の操作パネル

電子オルガンや電気ピアノの開発で有名なメーカーであるRudolph Wurlitzer Companyが、商業用として最初のリズムマシン“Sideman”を1959年に発売した【図4.1.3】²⁾。名称からも理解できるように、電子オルガンの伴奏役を果たすプリセットタイプのリズムマシンとして設計された。内容としては、テンポスピードが可変できる12種類のリズムパターン(FOX TROT, RHUMBA, CHA CHA, TANGO, SAMBA, BEGUINE,

METRONOME, BOLERO, SHUFFLE, WALTZ, WESTERN, MARCH) が選択でき、当時流行していた音楽が網羅されていた。音源には真空管が使用されており、リズムパターンを配したディスク上に金属接点を回転させて、真空管にトリガー電流を送る仕組みになっていた。また10種類のマニュアル・パーカッションのボタンも装備されており、演奏者がリアルタイムにパーカッション・サウンドを再生できた。なお【図4.1.5】にSidemanのブロックダイアグラムと回路図を示す。また【図4.1.6】に当時の広告を示した。

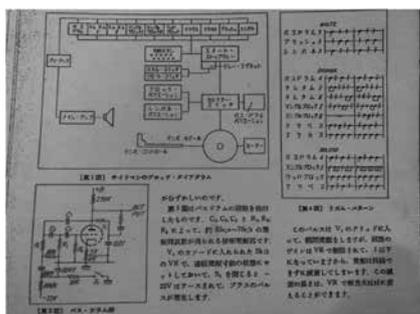


図 4.1.5 Sideman のブロックダイアグラム³⁾



図 4.1.6 Sideman の広告

4.1.1 日本のリズムマシン

長内端（おさない・ただし）は新宿のナイトクラブで自らが率いるバンドと共にアコーディオンを演奏していたが、一人でもバンド演奏並みのリズム演奏が出来ないと、ナイトクラブの経営者であった加藤孟（かとう・つとむ）（1926-2011）に持ちかける。加藤は1963年に京王技術研究所（後のコルグ）を設立し、その第1号機として“DONCAMATIC”（ドンカマチック）DA-20を発表した【図4.1.7】⁴⁾。

ドンカマチック DA-20 は、Sideman 同様に、真空管を利用した円盤回転式を採用し、11種類の音色と25のプリセットリズム・パターンを装備した。またフロントパネルに10鍵のキーボードが装備されており、パーカッション・サウンドをリアルタイムで演奏可能となっていた【図4.1.8】。当時28万円という高

価な値段で販売された。因みに、ドンカマチックの「ドン」はバスドラの音、「カッ」はクラベスの音で、その合成語から名付けられたとされている。現在、スタジオなどでバンド演奏を録音する際など、テンポをキープするために演奏者のヘッドホンにテンポのクリックを流してモニターさせることがあるが、そのクリックが「ドンカマ」と呼ばれるのは、このDA-20の名称が起源とされている。



図 4.1.7 京王技研工業 DONCAMATIC



図 4.1.8 DA-20 のトップパネル
(浜松市楽器博物館所蔵)



図 4.1.9 エース電子工業 RHYTHM ACE FR-1

梯郁太郎（1930-2017）は、太平洋戦争終結後、疎開先の高千穂（宮崎県）から大阪に戻るが結核を患う。療養・回復後は「かけはし無線」という電気店を開業するが、そこに修理の依頼があったオルガンの音を聞いて電子楽器をライフワークにすることを決意し、1960年にエース電子工業を設立する。電子オルガンやギターアンプの製造販売で業績を伸ばすが、1966年に自動リズムマシン「RHYTHM ACE FR-1」【図4.1.9】の量産販売

をスタートした。それまで多くのリズムボックスが真空管を発振させることでリズム音を得たが、梯は低雑音用のトランジスタを使用して、コンパクトなリズムボックスを作ることに成功した。【図 4.1.10】にエース電子工業の Rhythm Ace の回路図を示す⁵⁾。

その後、梯は 1972 年にローランドを創業し、最初の製品としてリズムマシン“TR-33”、“TR-55”、“TR-77”の 3 機種をほぼ同時にリリースした【図 4.1.11】。電子オルガンの成長期だった当時は、河合楽器製作所がやはりスピーカー一体型の「リズムー」【図 4.1.12】を発売。また日本楽器製造（現ヤマハ）は 1959 年に発売した電子オルガン「エレクトーン D-1」の操作パネル上に、パーカッションのボタンを装備し、リアルタイムで叩いてリズム音を再生出来るようにした。これ以後、電子オルガンには徐々にリズムマシンが内蔵されていくこととなる【図 4.1.13、4.1.14】。

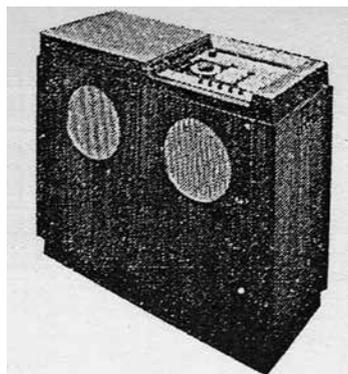


図 4.1.12 河合楽器製作所 リズマー



図 4.1.13 日本楽器製造 初代エレクトーン D-1

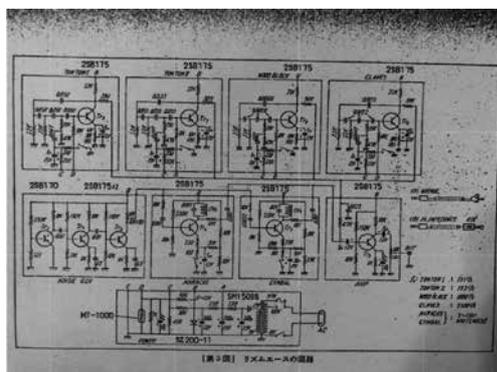


図 4.1.10 エース電子工業 Rhythm Ace 回路図³⁾



図 4.1.14 D-1 の操作パネル上のパーカッション

ROLAND RHYTHMS

TR-77 ¥79,000

TR-55 ¥48,000

TR-33 ¥41,500

機種	リズムパターン	演奏モード	演奏速度	演奏音量	演奏音色	演奏効果	演奏時間	演奏回数	演奏回数	演奏回数	演奏回数	演奏回数	演奏回数
TR-77	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TR-55	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TR-33	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

図 4.1.11 小型リズムボックス (Roland TR-77 TR-55 TR-33)

4.1.2 リズムボックスの需要の変化

初期のリズムマシンは、一般的にリズムボックスと呼ばれる複数のプリセットのリズム・パターンを装備したモデルが主流であった。楽器の伴奏に使用されることが多かったこともあり、Wurlitzer の Sideman や京王技研工業の DONCAMATIC のように初期のモデルは、比較的大きな木製のキャビネットにアンプとスピーカーと共に内蔵され、筐体の上面にコントロールパネルを配したデザインのものが多かった。電子オルガンの伴奏用としての使用が増えるに伴い、オルガンの本体上部に載せたり、鍵盤下部に取り付けられる引出し状のコントロールパネルを装備した薄型タイプへと小型化が進んだ。また演奏家が鍵盤を弾きながら、即座にリズムを切り替えることが出来るようにリ

ズムの選択スイッチは、リズムのグループ毎に色分けされた樹脂製のものがパネルに並ぶようにデザインされ、足でリズムを切り替えられるようにフットスイッチも接続された。

再生される音色もトランジスタノイズを利用したアナログならではのドンカマ系サウンドに加え、ギロやマラカスなどのパーカッション・サウンドも徐々に加わったが音質的には大きく改善されることはなかった。また音楽的にも初期のリズムボックスには、典型的なジャズの4ビートやマーチ、ワルツ、さらにマンボ、ボサノバといった特徴的なラテン系のリズムなどが搭載されていた。さらに音楽を完成させる際に必要とされる「イントロ」や「エンディング」、リズムの変わり目などに必要とされる「フィルイン」のリズムパターンを内蔵することにより、リズムボックスは音楽的な進化を遂げた。

電子オルガンを販売していた各メーカーは、オルガンの楽しさを提案する方法として、リズムマシンをオルガン本体に内蔵し、リズムパートを電子オルガンそのものの機能としていくこととなる。単体のリズムマシンは、ピアノやアコーディオンなど電子オルガン以外の楽器の伴奏用として需要は残るが、販売台数は大幅に減少した。単体のリズムマシンに必要なスペックは、リズムパターンをユーザーが自由に作成・編集することができること、そしてさらにリアルな打楽器の音が再生できることへとニーズが変化していった。

4.1.3 新しいリズムマシンの登場

音楽ニーズの多様化に伴い、従来のプリセットだけでなく、ユーザーが自由にリズムパターンを作成し記憶させ、再生できる機能を時代は求めていた。ローランドは、1978年9月に“Compu Rhythm CR-78”【図4.1.15】を発売する。14種類のアナログの打楽器音色を備え、そして従来の34種類のプリセットのリズムパターンに加えて、ユーザーが作成したリズムを最大4パターン記憶することが出来るプログラマブルの機能を搭載していた。ユーザーパターンはRAMに書き込まれ、本体の電源を切ったあとも記憶をバックアップするためにニッカドタイプの電池が内蔵されていたが、音色を選ぶロータリースイッチとフットペダルを駆使してユーザーパターンを作るには相当手間の掛かる作業を必要とした。また木製のキャビネットにフロントパネルは正面を向いており、オルガン演奏者の使用を意識した過渡期のデザインであった。

その2年後の1980年12月に、ローランドはプログラマブル・リズムマシンTR-808【図4.1.16】を発売。

その後のリズムマシンの主流となる、平型筐体の上面部の大きな面積を利用したコントロールパネルには、12個の音色ノブを配列し、オレンジ色のLEDがビートに合わせて、ステップのスイッチを左から右に流れるように点滅させる印象的なデザイン。最大32種類のリズムパターンの作成・編集が可能で、そのパターンを自由に組み合わせて、1曲分のリズムパターンを作り出すことが出来る画期的なリズムマシンとして多くのミュージシャンから支持を得た。しかし実装されたリズムの音色そのものは、それまでのリズムマシンに装備されたものと同様、トランジスタの発振ノイズを利用したリアリティに欠ける音源であったため、販売台数を伸ばすことなく生産中止となった。この時、TR-808が「ヤオヤ」と称され、テクノやヒップホップなどダンスミュージックの世界では、リズムパートに欠かすことの出来ない音源として、後に一世を風靡することなど誰も想像し得なかった。

そして実際のドラムをパートごとにデジタル・サンプリングしたリズムマシン“Roger Linn Design LM-1”が、1979年に米国で発表され、TR-808発売と同年の1980年に発売された。こうしてシンセサイザーに先駆けて、PCM音源はリズムマシンに導入されることとなった。



図 4.1.15 ローランド CR-78 (1978年)



図 4.1.16 ローランド TR-808 (1980年)

4.1.4 Roger Linn 登場⁶⁾

“Roger Linn Design LM-1 Drum Computer”【図 4.1.17】の登場は、センセーショナルであり多くのアーティストの心を捉えた。元々ミュージシャンでもあった Roger Linn が設計したこのリズムマシンは、プリンスやマイケル・ジャクソンらの大物アーティストがそのヒット曲で使用したことで知られている。再生可能な打楽器音としては、BASS、SNARE、HI-HAT、CABASA、TAMBOURINE、2種類の TOM、2種類の CO N GA、COWBELL、CLAVES、HAND CLAPS の 8 ビット / サンプルングレート 28 k Hz の計 12 音が装備されていた。メモリがまだまだ高価な時代で、当初 4,995 ドルという高価格で販売された。シンバル系はハイハットのみで、ディケイ・タイムの長いライド・シンバルやクラッシュ・シンバルの音は取られていなかった。音色はマスク ROM に書き込まれていたため、ユーザーが書き換えることは出来ず、また本体に FDD や ROM スロットは無く、音色の拡張や保存は出来なかった。しかしそのサンプルされたサウンドは、それまでのリズムマシンでは得られなかったリアルな音の再現を可能とし、リズムマシンは一気にデジタル音源の時代へと変わっていった。

LM-1 はその生々しいデジタルサウンドが話題を呼んだが、ローランドの TR-808 同様にリズムパターンはプログラマブルで、ユーザーがパターンを作成出来た。さらにリズムパターンの外部記憶装置として、テープレコーダーに書き込むためのアナログ・インターフェイスが装備されていた。またフロントパネルには、13 個のフェーダー (12 個の音色 + クリック音) が並んでおり、各ドラム音色の音量をコントロールすることが可能であった。そのミキサーの下部には、10 個 × 2 列の樹脂製パッドが並んでおり、ユーザーがリズムパターン作成する時に使用したり、リアルタイムに音源を発音させることができた。リアパネルには、音色毎にピッチ・コントロールのつまみと、13 個のアウトプット端子が装備されており、LM-1 単体でミキシングが可能だった。このマシンを設計した Roger Linn のミュージシャン (元々ギターリストだった) らしいこだわりが、多くのアーティストに支持されたことが理解できる。【図 4.1.18、4.1.19】に当時のカタログを示した。



図 4.1.17 Roger Linn Design LM-1 Drum Computer



図 4.1.18 英文カタログ (表)



図 4.1.19 (裏)

シンセサイザーの老舗メーカーであるロスアンゼルスの上野社もデジタル化するリズムマシンの新製品を 1981 年に発売する。その“Oberheim DMX Programmable Digital Drums”は、LM-1 のほぼ半額の 2,895 ドルで販売されたが、カセットテープのデータレコーダーを本体内に装備しており、多くのダンス系のミュージシャンに支持された。

4.1.5 リズムマシンのデジタル化

その後、メモリの低価格化はリズムマシンにサンプリング時間の長大化と、サンプリング音色の高音質化をもたらした。

PCM音源を積んだリズムマシンについて、海外メーカーに出遅れたローランドは、10万円台のPCM方式のリズムマシンの開発を急いだ。そして1983年の12月にTR-909【図4.1.20】を発売する。当時の価格で189,000円のこのマシンは、太鼓系の音源はアナログで、シンバル系にはPCM音源を採用した。シンバル系はPCM音源をハイハットにしか採用できなかったRoger LinnのLM-1に比し、シンバル系（カナモノ系）全てにPCMを採用した。

電子楽器の場合、打楽器の音色はアタック音のインパクトによってリアリティが生まれる。さらにシンバルのようなロングディケイの音色は、音が消えるまでの長い音をサンプリングすれば、再生音は生々しくなる。しかしそれではシンバル音にメモリの多くを費やすことになってしまう。多くのメーカーはこの問題を解決するために、減衰音が消えていく部分をループさせる方法を採用した【図4.1.21】。減衰していく音の最終部分をループさせながら、徐々にサステイン・レベルをゼロに近づけていくことで、長いシンバル音を表現する。この方法では、音が無くなるまでゆっくり減衰していく音を実現するためには複数回ループさせる必要がある。この場合、ループの繋ぎ目で起きるクリックノイズを消すことや、最終的に減衰音が消える（サステイン・レベルを完全にゼロにする）ことが技術的に難しかった。サンプリング・レイトを下げれば、録音時間は長くなるが音質は犠牲になる。電子楽器メーカー各社は、それぞれの方法で、時間の長さと言質の良さを競い合った。



図 4.1.20 ローランド TR-909

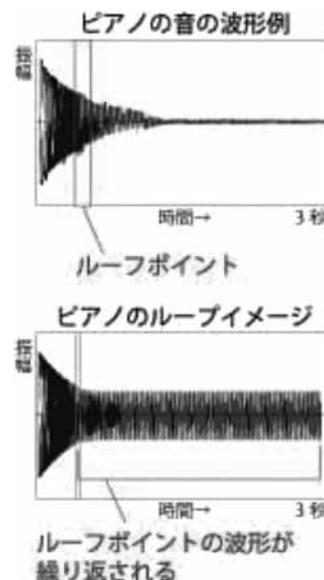


図 4.1.21 音色のループ例（ヤマハ HP より）



図 4.1.22 ヤマハ RX15

Herbie Hancock (1940 -) は、シカゴ出身のジャズ・ピアニストで多くの名曲を生んだ作曲家でもある。1960年にデビューし、その後、ジャズの巨匠率いる Miles Davis Quintet に抜擢される。またジャズ・ピアニストとしてのリーダー・アルバム「Maiden Voyage」(1965年)をはじめ数多くの名アルバムをリリース。電子楽器を積極的に取り入れたエレクトリック・ジャズ期には、賛否両論を巻き起こしつつも「Head Hunters」(1973年)を大ヒットさせるなど、単にジャズ界だけでなく世界の音楽シーンをリードしてきた。1983年に発売した「Future Shock」では、ヒップホップを大胆に取り入れた斬新な音楽が世界を席卷する。このアルバムの中でも、自身が弾くシンセサイザーや、最新のリズムマシン、電子ドラムなどの電子楽器が積極的に活用されている。特にDJのスクラッチをまるでリズム楽器のように曲全体に取り入れたシングル・カット曲の「Rockit」は世界中のアーティストに大きな影響を与えた。このアルバムはグラミー賞を獲得したが、プロモーション用に公開されたビデオも斬新で、MTVのアワードを受賞するなど、多くの話題を提供したことで知られている。アーティストが、当時の最新の電子楽器を駆使して新たな音楽ジャンルを作り出した典型的な例と言える。

ヤマハは、1983年に発売したFM音源搭載のデジタル・シンセサイザーDXシリーズのデビューにあわせて、黒いシャーシとグリーン系のスイッチ部品で意匠デザインの統一を図ったデジタル楽器「Xシリーズ」展開を大々的に推し進める。リズムマシンについては、1984年にRX15【図4.1.22】、RX11の2機種を発売する。シンセサイザーの心臓部に使用したFM音源では、リアルな打楽器音が出せないと考えたヤマハは、リズムマシンにはあっさりPCM方式を採用した。

上位モデルのRX11はPCM方式の28音色を内蔵。量子化ビット数は8ビットであったが、当時の希望小売価格は137,000円で、太鼓系もカナモノ系も全てPCM方式を採用するために、256kビットROMチップ×6基を積んでいた。また下位モデルのRX15もPCM方式で11音色と内蔵音色は少なかったが、量子化ビット数は8ビットで74,000円というリーズナブルな価格で多くのユーザーを獲得した。

4.1.6 リズムマシンの発展

ローランドは、ヤマハRXシリーズのデビューと同年の1984年に、TR-707【図4.1.23】を発売し完全なPCM方式のリズムマシンを発売する。また翌年、同じ金型を利用し、全く同じデザインで色違いのTR-727【図4.1.24】を発売。このモデルは、15音のラテン・パーカッションのサウンド、Bongo (Hi and Low), Conga (Mute, Open, and Low) Timbale (Hi and Low), Agogo (Hi and Low), Cabasa, Maracas, Whistle (short and Long), Quijada, Star Chimeが収録されており注目を集めた。ラテンのリズムパターンを打ち込むことは一般のユーザーには難しく、ラテン・パーカッションのみの音源を積んだこのモデルは大きな需要こそ無かったが、リズムマシンの将来を占う画期的なモデルであった。



図 4.1.23 ローランド TR-707

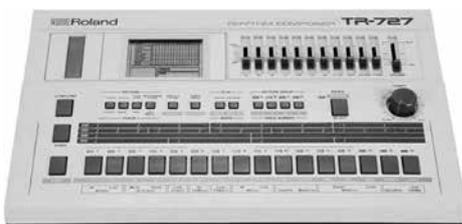


図 4.1.24 ローランド TR-727



図 4.1.25 AKAI MPC60

その後も、リズムマシンは時代と共に進化を遂げる。サンプラーのSシリーズを大ヒットさせた赤井電機は、新たな製品として“MIDI PRODUCTION CENTER MPC60”【図4.1.25】を発売するが、そのトップパネルに“Roger Linn”の筆記体によるサインを冠して話題となる。1979年にLM-1をリリースした後、数機種のリズムマシンを発売したRoger Linnは、日本製のリズムマシンの進化に追いつけず、会社は倒産する。しかし世界初のPCM方式のリズムマシンを生み出した開発者Roger Linnの知名度は高く、赤井電機（この頃からAKAI Professionalのブランド名を使用）がMPC60の開発に協力を求めた。リズムマシンやサンプラーの低価格化が始まった当時の48万円という価格は時代逆行であるとも言われたが、DJ達がこの製品に注目する。R & B（リズム & ブルース）やファンクといったビートの強い音楽に合わせて若者が踊るディスコは既に日本の各地にも広がっていた。ディスコでは音楽のリズムを途切れさせないように、ディスコミキサー【図4.1.26】を駆使して、LPレコードの交換をするDJ（ディスク・ジョッキー）が活躍していた。DJ達は常に新しい音楽に目を向け、ディスコで踊る若者を楽しませることが彼らの重要な役割であった。MPC60はターンテーブルを接続してサンプリングしたあと、パッドにアサインしてフロッピーディスクにセーブすることができた。量子化ビット数は12ビットで、サンプリング・タイムは最長13.1秒とそう長くはなかった。この時間を稼ぐために多くのDJが、サンプリング・ソースであるレコードを78回転でプレイして、サンプリングしたあとでテンポを下げて使用するという手法を用いていた。これは後に、高音質を求めるHi-fiとは逆に敢えて音質を悪化させるテクニック“Lo-fi”として、広がっていくこととなる。

またMPC60の16個のパッドにアサインされたフレーズ・サンプリング音を指で叩いて再生することによって、ターンテーブルで行うスクラッチと同じ様な効果が得られた。DJ達はMPC60をディスコの定番

機器として導入を始め、ヒップホップをはじめとするダンス・ミュージックと呼ばれる音楽ジャンルが確立されていった。サンプラーやリズムマシンのPCMサウンドは、DJ達によって新たな音楽文化を生み出していったのである。



図 4.1.26 ディスコミキサー



図 4.1.27 ローランド Groovebox

ローランドも新しいコンセプトを持った製品を次々にリリースさせる。1990年後半には、サンプリング機能に加え、リズムマシンとシンセサイザーの機能を融合させた“Groovebox”シリーズ【図 4.1.27】と呼ばれるダンスミュージック専用マシンが大ヒットする。DJの卓越した再生テクニックを一般ユーザーが再現することが出来るようになった。

4.1.7 新時代のリズムマシン

リズムマシンは、PCM音源の発展により音のリアリティを得ると同時に、プログラブル化によりテンポを思いのままにコントロールし、あらゆるリズムを自由に演奏させることが可能になった。大容量メモリの低価格化とサンプリング技術の高度化がそれらを実現したが、その背景に、リズムマシンへの伴奏機器としてのニーズの変化や、音楽ジャンルの多様化がリズムマシンの進化を促したことをこれまで述べてきた。

ローランドは、1986年にハイコストパフォーマンス機 TR-505【図 4.1.28】をリリースし、総販売台数12万台というリズムマシンとしては驚異的な数字を達成、国内競合メーカーから一歩抜け出す。しかし米国ではALESIS社の、16ビットでありながら低価格モデル“HR-16”【図 4.1.29】の巻き返しを受け、海外

では苦戦を強いられた。ローランドの梯郁太郎は、新たな戦略として低価格化競争を避け、むしろ高機能化されたリズムマシンの開発に方向転換を図る。

一般的に音楽の世界では、演奏者は正確なリズム感を求められるが、実際に人間が演奏する場合、メトロノームのように寸分も狂わないテンポの持続は困難である。また音楽的には、機械的に精密なテンポより、微妙に揺らぎのあるテンポで演奏される音楽の方がヒューマンで情緒的な安心感を覚える。さらにプロの演奏家は打楽器を叩く際に、打点を微妙に移動させながら音色のニュアンスやアクセントの位置を変化させることで音楽に「ノリ」を作る。この様に、より人間的な演奏が可能な先進の機能を搭載したモデルの開発に力を注いだ。

そして1988年にデビューしたのが、「ヒューマン・リズム R-8」【図 4.1.30】である。フルデジタルのリズムマシンでありながら、f分の1ゆらぎ理論に基づいたリズムの微妙な揺れを再現することに成功する。さらに実際のシンバルや太鼓を叩く位置による微妙な音の違いを表現し、演奏のニュアンスの変化までも再現可能にした【図 4.1.31】。続いて1992年には、ヒューマン・リズム機能をさらにブラッシュアップした“R-70”を発売し、ローランドはリズムマシン製品におけるイニシアティブを獲得する。このR-70で位置検出パッドや自動リズム生成機能などを搭載し、マシン自体がユーザーの創造性をアシストするまで機能が高度化されるに至った。



図 4.1.28 ローランド TR-505



図 4.1.29 ALESIS HR-16



図 4.1.30 ローランド R-8

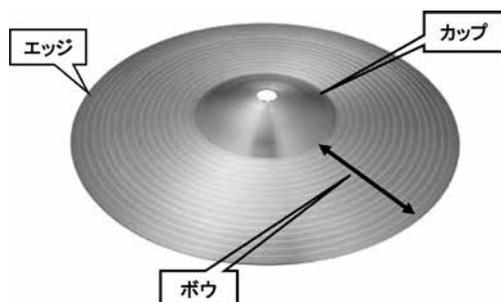


図 4.1.31 叩く位置（打点）によって音が違う

4.2 電子ドラム

音楽という芸術文化は、「リズム」から始まったであろうことは容易に想像できる。人類の祖先は、風の音、葉の擦れる音、虫の音、雷の音など自然界の音を聞いてリズムを感じたかもしれない。次に、手を叩いたり足で地面を打つことで自らリズムを作り出し、そして様々な道具を使えば音量が増え、多くの人々とリズムを共有できることを知る。チンパンジーの挨拶方法である「パント・グラント」を見ても、言葉という明確なコミュニケーション方法を発明する以前は、声のリズムで情報伝達をしていたことが分かる。そして木や石を打ち、ドラミングと呼ばれる行動をする。人類は狩りで得た動物の皮を使えば、さらに大きな音量に加えて音の高低が得られることを知る。リズムに合わせて、一緒に声を出し、踊ることで喜びを共有する「同調行動」は音楽の起源となった。世界中の様々な民族が、踊り歌う際に、ほとんどと言ってよいほど打楽器を使っている光景を目にする。メロディがなくとも、リズムがあれば人は音楽を感じる。打楽器の歴史は古く、やがて電子打楽器によって音量や音階、音質の自由なコントロールが実現する。しかし電子ドラムの進化は、音源の開発はもとより、演奏者の表現力を実現する打面の形や材質の改良の歴史でもある。

4.2.1 シンセ・ドラム⁷⁾

世界で最初の電子ドラムは、“Pollard Syndrum”【図 4.2.1】と言われている。名称からも想像できるが、叩くと電子音を発する打楽器として開発された。この Syndrum は 1976 年にアメリカで Joe Pollard と Mark Barton が開発し注目を浴びるが、ビジネスとしては大きく発展しなかった。3つのバリエーションを製品化した数年で販売の権利を売却したとされている。専用に作られた樹脂製のパッドが、アナログのシンセサイザー・モジュールに接続されており、打面を叩くとトリガー電流がモジュールに送られシンセ音を発生する。サイン波を基調に跳ねるような独特な電子サウンドは、スイープのアップ/ダウンの選択や、ビブラートの波形をコントロールすることが可能で、新しいサウンドを求めるアーティスト達は注目した。日本では YMO (Yellow Magic Orchestra) の高橋幸宏が Syndrum Model477 を名曲「Rydeen」で使用したとされており、当時の演奏を聞いてみると確かに Syndrum の音が打楽器音というより装飾音としてパーカシオンのような使い方をされていたことが判る。

またほぼ同時期に Star Instruments から“Synare”【図 4.2.2】が発売されている。この Synare は、アナログ・シンセサイザーとラバー製パッドが一体化したボディで、フレーム部分にあたる円周上にコントロール・ノブが並んでおり、音色をリアルタイムにコントロールしやすいデザインとなっていた。Synare も 80 年頃までに数種類のバリエーション・モデルを発売した。注目したいのは、4枚のパッドを備えた“Synare PS-1”は、打点によって音階をコントロールできるなど、現在の電子パーカッションの先駆けとなる機能を搭載していたことである。

その後、日本の東洋楽器が、ULT-SOUND【図 4.2.3】を 1978 年に発売する。Pollard Syndrum と同様、パッドとアナログ・シンセサイザーのモジュールとのセットで、2台分のモジュールをキャリング・ケースにインストールした「DS-2」と、4台分をインストールした「DS-4」の2バリエーションが販売された。YMO の海外ツアーで使用された高橋幸宏のドラムセットには、ULT-SOUND DS-4 が 2セットと Pollard Syndrum 477 が 1セット組み込まれていた。また ULT-SOUND のコントロールパネルには、VCO と LFO のノブが装備されているが、音色エディットが可能なパラメーターについては、Pollard Syndrum とほぼ同等だった。

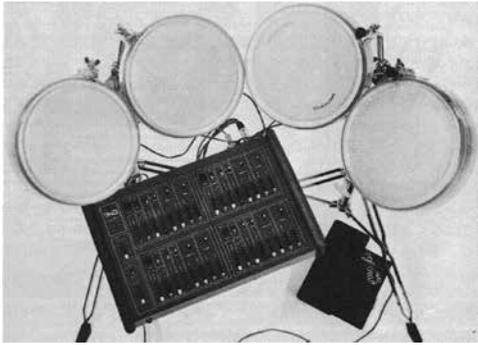


図 4.2.1 Pollard Syndrum



図 4.2.2 Star Instruments “Synare” と “Synare 2”

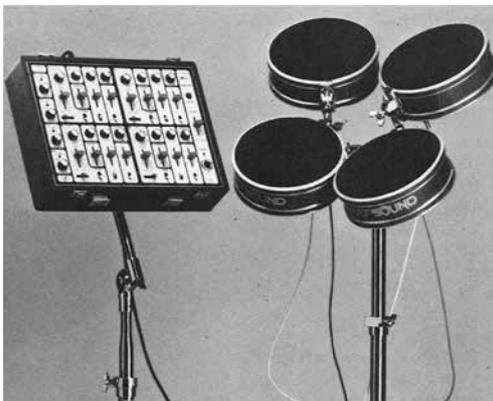


図 4.2.3 東洋楽器 ULT-SOUND

これらの電子ドラムは、当時は「エレクトリック・ドラム」や「シンセ・ドラム」と呼ばれ、ドラムというよりは電子音を発するパーカッション的な打楽器として使用されることが多かった。アナログ・シンセサイザーが鍵盤で演奏されるのに対し、パッドを叩いてシンセサイザーを発音させるのがエレクトリック・ドラムである。言い換えれば、打楽器奏者のためのシンセサイザーがシンセ・ドラムであり、ドラムの代用品ではなく、シンセサイザーの代用品であったと言える。アコースティック・ドラムの音がメインである現在の「デジタル・ドラム」とは、考え方も用途も異なり、ドラマーが、普段使用するアコースティック・ドラムに追加して使用することが多かった。その点で

「シンセ・ドラム」はビジネスとしては大きく成功するに至らなかった。

4.2.2 SIMMONS⁸⁾

電子ドラムが、バンドの中でドラムとしての役割を果たすようになったのは、SIMMONS社の登場以降であった。SIMMONS社は1978年にDave Simmonsによって英国で設立され、当初「シンセ・ドラム」製品を開発していたが、1980年に電子ドラムをセット化したSDS-5 (SDS V)【図 4.2.4、4.2.5】を発売する。

このSDS-5の核となる音源部は、バスドラム専用とスネア専用の各1基のモジュールに、3つのタム用のモジュールの合計5基がデフォルトで装備され、各々がパッドに接続された。パッドは、バスドラムに相当する大型のポリカーボネート製のパッド、スネアドラムやタム用の中型のパッドは六角形という斬新なデザインで、これらのパッドがスタンドにセットアップされた姿は、先進的なドラムセットという印象を醸していた。音源部はアナログのシンセサイザー・モジュールだが、よりドラムらしい重量感の有る音色がプリセットされており、音色のエディットが可能でメモリも装備されていた。日本の店頭では、998,000円で販売されたが、シンバルモジュールと小型パッドをセットにしたオプションや、ハイハットモジュールと小型パッド、ハイハットペダルがセットになったオプションが用意されており、デフォルトのセットに増設できるのもSIMMONSの大きな特長であった。

しかしSIMMONSが世界を席卷したのは、そのサウンドに加え、そのエキセントリックなデザインだった。日本では、80年代の人気バンドC-C-Bのメインボーカル兼ドラマーだった笠浩二が、ヘッドセットを着け、歌いながらSIMMONSを叩いていたことで知られる。特に1985年にテレビドラマのテーマに起用された「Romanticが止まらない」が大ヒットして歌謡番組などで頻繁に登場し「エレドラ（エレクトリック・ドラムの略）」として一般に知られることになる。笠浩二と同様に、当時の多くのドラマーが、アコースティックのシンバルと組み合わせて演奏していた。またパッドの打面が硬く、正確に連打することは難しい上、手首への衝撃が大きかったことから長く演奏することは困難だった。



図 4.2.4 SIMMONS SDS-V



図 4.2.7 ローランド a-DRUM



図 4.2.5 SDS-V の音源部 (モジュール)



図 4.2.8 ヤマハ PMC1



図 4.2.6 ローランド PAD-8

4.2.3 日本の電子ドラム

ローランドは、1985年9月にPAD-8 (OCTAPAD)【図 4.2.6】を発売し電子ドラム市場に参入した。この8個のパッドを装備したPAD-8には音源が内蔵されておらず、MIDIを通じて音源を接続できる「パッド型MIDIコントローラー」として、世界のドラマーのドラムセットに組み入れられた。8個のパッドで8種類の音色を選ぶことも出来るし、同じ音色で8音階の電子打楽器として使用することも可能で、パーカッションにも好まれた。

同年の10月には、ドラム音源のDDR-30を核としたa-DRUM【図 4.2.7】を発売する。SIMMONSの斬新なデザインを意識した三角形の意匠デザインは賛否両論の評価を受けた。翌年1986年にはヤマハも、PMC1【図 4.2.8】を発売する。当時の電子ドラムは、パッドの材質、シンバルやハイハットの電子化、価格、音源のリアリティなど、まだまだ市場のニーズに対応できておらず、SIMMONSで沸き起こった「エレドラ」ブームも、冷え込んでしまうことになった。

4.2.4 電子ドラムの普及

その後、電子ドラムの市場はローランドの“コンパクト・ドラム・システム”【図 4.2.9】の発売で市場が一変する。1992年に発売された新しいドラム音源“TD-7”を軸にした電子ドラムのシステムは、その名の通りコンパクトさと、音のリアリティ、そしてシステム構成の自由度を売りに多くの楽器店で品薄が続くほど市場は反応した。打面がゴム製で連打性に優れ、叩いたときの手に与える衝撃で長く演奏できなかったそれまでのパッドを大幅に改良したことが奏功した。アコースティックドラムを力いっぱい叩ける練習環境はなかなか実現できない。住宅が密集する日本だけの問題ではなく、世界で増加しつつある集合住宅に騒音問題は付きものである。電子ドラムをアコースティックドラムの代用品として、自宅で練習できるというユーザーの望みを叶えた。

当然、電子楽器メーカーは競合商品を次々とリリースする。ヤマハはDTXシリーズ【図 4.2.10】を1996年にデビューさせ、特約店によるネットワークにより全国の楽器店の店頭に並んだ。競合品の登場で市場に火がつけば、メーカーは競争力の高い製品を次々と開発しマーケットは反応する。ヤマハの追い上げに危機感を感じていたローランドは、電子ドラムとしては極めてアコースティックの打撃レスポンスに近い「メッ

シュヘッド」【図 4.2.11】を採用したパッドを発表した。元々、アコースティックのドラムヘッドのメーカーとして世界有数の REMO 社との共同開発によるメッシュヘッドを採用した「V-Drums」は、さらに電子ドラムの市場を拡大した。



図 4.2.9 ローランド Compact Drum System



図 4.2.10 ヤマハ DTX



図 4.2.11 メッシュヘッド' (ローランド)

ローランドの V-Drums シリーズ【図 4.2.12】は競争力は圧倒的だったが、シンバル用のパッドには改善の余地を残した。アコースティックの代用品として使用される場合、当然シンバルの打撃感もリアリティを求められる。金属合金で作られるアコースティックのシンバルは、ドラムセットの中では金属製のシンバルスタンドに支えられ演奏されることが普通である。シンバルの中央にある穴にシンバルスタンドの先端部分を差し込みシンバルを支える。この支点部分にはシン

バルの長い響きを損なわないようにシンバルを上下からフェルトで挟む。フェルトの柔軟性によって、叩いた時にシンバルに揺れを起こす。シンバルの種類にもよるが、ドラマーがシンバルのエッジ部分を叩く時に、振り抜けるような感触を得る。言い換えれば、揺れないシンバルはアコースティックのシンバルとは打撃フィールが大きく異なることになる。またシンバルの特長は、叩く強さで音量だけでなく音質が変化するとともに、叩く位置によって音色が大きく異なることである。すなわち打点を移動しながら叩く強さを変えることで、千変万化の表情をもつのがシンバルの特長でもある。ローランドは、このシンバルの特性をゴム製のシンバルパッドで実現した。そして電子ドラムはアコースティックドラムの販売量を上回るようになった。

電子ドラムは、ユーザーインターフェースの部分であるパッドの開発が進むとともに、電子パーカッション【図 4.2.13】など様々な打楽器がリリースされ、現代の音楽に欠かせない楽器アイテムとして普及している。



図 4.2.12 ローランド V-Drums



図 4.2.13 ATV aFrame

4.3 シンセサイザー

その語源のとおり、音を「合成する」ことがそもそもシンセサイザーの役割であった。アナログ・シンセサイザーを設計した先駆者たちにとって、シンセサイ

ザーは電子音によって様々な音を合成する装置であり、音楽的な演奏表現を実現することは二の次であったようだ。Don Buchla (1937-2013) が1963年に開発した電圧制御方式によるモジュラー・シンセサイザー“Buchla 100”【図 2.5.2、3.3.9】に鍵盤は無く、金属製のタッチプレートが並べられており音楽を演奏できる設計とは思えない。だがそのタッチプレートは感圧式で、設定すれば平均律だけでなく無断階のピッチ・コントロールも可能だった。さらにこの時代には画期的とも言えるシーケンサーが装備されており、単に音を合成する装置ではなく、新しい楽器を目指したことが理解できる。Robert Moog (1934-2005) が、1964年に発表したモジュラー・シンセサイザーには鍵盤が接続可能で、作曲家で音楽教育者の Herbert Deutsch (1932-)⁹⁾ の協力のもと、作曲が出来る電子楽器として開発された。

シンセサイザーが電子楽器として、広く一般ユーザーに使用されるようになったのは1980年頃からである。ローランドが1984年に低価格モデル（当時は139,000円）として発売したポリフォニック・シンセサイザー「JUNO-106」の「ストリングス」の音色は、美しい響きを持った電子ストリングス・セクションのサウンドとして現在も多くのミュージシャンに利用されている。先進のFM方式デジタル・シンセサイザーとして1983年デビューしたヤマハのDX-7（当時248,000円）【図 3.4.3】のプリセット音色「FMピアノ」は、アコースティックでも電気ピアノでも出せない、独特のきらびやかなアタック音を含んだエレクトリック・ピアノのポップスの定番サウンドとして今も欠かせない。これらの名機と呼ばれる電子楽器が奏でるサ

ウンドは、シンセサイザーの楽器としての価値を高めた。これらの「名音色」はサンプリングされ、様々なメーカーの電子楽器に、他のアコースティック楽器の音色と同様に、スタンダードな音色としてプリセットされている。

やがてシンセサイザーの音源はPCM化され、様々な「電子的な合成音を発生させるための装置」から、いつしか「多くの様々な楽音を出せる電子キーボード」としての機能を求められるようになった。リアルで膨大な音色群を積んだシンセサイザーは、楽曲を制作する能力が重視され、鍵盤の無い音源部分だけが分離された音源モジュールがDTMユーザーに普及した。いまや優れたクリエイターがソフトウェア化した音源を使ってヒット曲を生む時代になった。この様にシンセサイザーに求められる機能は時代と共に変化した。国内におけるシンセサイザーの進化は概ね以下のよう

- (1) 日本におけるアナログ・シンセサイザーの開発～ポリフォニック化
- (2) シンセサイザーのデジタル化とMIDIの登場
- (3) 音源のPCM化とワークステーションの普及
- (4) DTMブームによる音源モジュールの需要増加
- (5) シンセサイザーのソフトウェア化とこれからのシンセサイザー

4.3.1 日本におけるアナログ・シンセサイザーの開発～ポリフォニック化へ

＜モジュラー・シンセサイザー＞

Buchla や Moog などのシンセサイザー創生期のものをはじめ、日本で開発されたアナログ・シンセサ

シンセサイザーを活用した音楽を最初に有名にしたのは、アメリカの音楽家である Wendy Carlos が1968年に発表したアルバム“Switched-On Bach”と言われている。このアルバムは、電子楽器を駆使してバッハの曲をアレンジしたものであり、音楽雑誌の Billboard 誌にチャート・インを果たした上に、グラミー賞を獲得するなど、世界中に大きなインパクトを与えた。日本では富田勲がこのアルバムに触発され、1974年にドビュッシーの「月の光」をシンセサイザーによる作品として発表し、グラミー賞にノミネートされたことは有名である。このとき使用されたシンセサイザーが、Moog III -C と呼ばれるモジュラー・シンセサイザーで、YMO（イエロー・マジック・オーケストラ）のマニピレーターである松武秀樹も使用していた。高く積み上げられたウォールナットのキャビネットに収められた姿から、後に「タンス」という愛称が付けられた。



Moog III -C
(松武秀樹氏所有)

イザーのほとんどが減算方式であった。減算方式は構造的に理解しやすく、イメージする音色を作りやすい。さらに発振回路や変調回路、増幅回路などモジュラー化されたセクションの構成や並べ方を自由に組み合わせることが出来る。モジュラーのパネルにある様々なアウトプットやインプット端子をパッチワークすることで、いろいろなサウンドが作りだせる。オシレーターで発生させた波形を視覚的に合成していけるのがモジュラータイプのシンセサイザーの特徴である。いわばシンセサイザーの原理そのものを形にしたと言える。

シンセサイザーが楽器店の店頭で販売されるようになったのは1970年代になってからである。1960年代にBuchlaやMoogが発表したシンセサイザーは非常に高価であり、カスタマイズされたモジュラー・シンセサイザーは、商業用音楽の電子音発生装置として利用されていた。ほとんどが映画の効果音や放送局でジングル用に活用されていたようである。

国内では、1976年3月にはローランドから国内初のシステム・シンセサイザー「SYSTEM-100」【図4.3.1】が発売された。小型シンセサイザー／エキスパンダー／シーケンサー／スピーカーで構成されており、マニアの注目を集めた。同年の6月には本格的なモジュラー・シンセサイザーとして「SYSTEM-700」【図4.3.2】を発売。当初の価格は、フルシステムの場合240万円で、富田勲をはじめ、NHKや英国BBCなどの放送局や音響スタジオ、大学などの研究機関などに導入されたが、一般ユーザーの購入は少なかった。中央部にあるメイン・コンソールとキーボードのセット（当時の価格86万円）だけでも基本の音作りが可能で、3VCO、2VCF、2VCA、2EG、2LFOの基本システムに加えて、リバーブ、フェイザーなどのエフェクターも装備していた。またキーボード・コントローラーは61鍵で、ベンダーとピッチ・コントロール、ポルタメント・コントロールのスイッチも装備されていた。ローランドは、1978年に自由にモジュールを組み合わせることが可能な「SYSTEM-100M」を発売するなど、伝統的なモジュラー・シンセサイザーへのこだわりを継続させ、2018年には、ポータランドにあるMalekko社との共同開発により、SYSTEM-500【図4.3.3】を発売している。



図 4.3.1 ローランド SYSTEM 100 (1976年)



図 4.3.2 ローランド SYSTEM 700 (1976年)

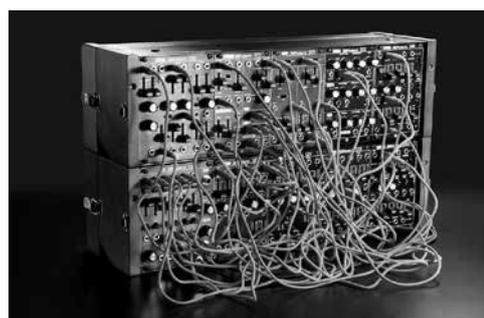


図 4.3.3 ローランド SYSTEM 500 (2018年)

<アナログ・シンセサイザー（ポータブル・タイプ）>

国産シンセサイザーの初の量産モデルは、1973年4月に発表されたローランド「SH-1000」【図4.3.4】とされている。1970年に米国で「Minimoog」が、パッチワーク無しでプログラム可能な44鍵ポータブル・シンセサイザーとして発売され、デビュー当時1,495ドルというリーズナブルな価格で多くのミュージシャンが購入した。1972年には、米国のARP社から37鍵の「ARP Odyssey」が発売されMinimoogに対抗する。両機とも、日本に早くから輸入販売されたが、1ドルが360円の時代に非常に高額で、一般のユーザーには手が出なかった。その時代に、ローランドのSH-1000は165,000円という国内においては画期的な価格で発売され注目を集めた。37鍵の鍵盤の左側にモジュレーションやエンベロープのコントロール・ノブが装着され、鍵盤の下部正面にあるタブレッ

トには、10種類のプリセットサウンドや4種類のエンベロープ・パターンが選べるプリセットなど、独自の仕様が装備されていた。ほぼ同じ頃に京王技研工業（コルグ）から miniKorg の愛称で知られる「700」【図 4.3.5】が発表された。この miniKorg も SH-1000 も鍵盤下部にスイッチ類が並んでいるが、両機ともに、電子オルガンの第三鍵盤として、オルガンのトップパネルの上に設置され、オルガンが出せなかったリード音や減衰系の音色で弾ける、という狙いがあったからだった。両社ともに既にリズムマシンを発売しており、電子オルガンのコンビネーションで販売好調だったことから、日本ではほとんど知られていなかったシンセサイザーも、電子オルガンとのセットで販売を目論んだ。しかし日本では普及するに至ること無く、両社ともに本格的な音作りが可能なアナログ・シンセサイザーの開発に進んでいった。



図 4.3.4 ローランド SH-1000



図 4.3.5 京王技研工業 700 (miniKorg)



図 4.3.6 ヤマハ SY-1



図 4.3.7 ヤマハ GX-1
(最上段に 37 鍵の鍵盤が見える)

ヤマハは、エレクトーンのポリフォニック化を目指し、GX-707 と呼ばれオルガンの外観を持ったシンセサ

イザーに着手。1974年にはその技術を使ったモノフォニック・シンセサイザー「SY-1」【図 4.3.6】を発表する。ローランドや京王技研工業と同様に 37 鍵のシンセサイザーで、リード用キーボードとして、オルガンのトップパネルにおいて演奏することが想定されていた。このように、国産 3 メーカーがいずれもシンセサイザーの開発を進めていたが、シンセサイザーとしての販売への期待が薄かったことが理解できる。またヤマハは翌年の 1975 年にエレクトーンの最上級モデル「GX-1」を発売した。GX-1 の中身は、シンセサイザーとして設計された回路を搭載したという点では画期的だが、当時の 700 万円という価格は一般ユーザーの購入出来るものではなかった。GX-1 は、通常のオルガンで言う各々 61 鍵のアップー／ローア鍵盤のさらに上段に、奥行き短いショートタイプの鍵盤を使用した 37 鍵のキーボードを搭載していた【図 4.3.7】¹⁰⁾。

アナログ・シンセサイザーがモノフォニックの時代には、音の高さをコントロールする「CV (Control Voltage)」と発音する長さをコントロールする「GATE」の 2 つの信号を演奏情報として、一つの音を再生させていた。Moog や ARP などのアメリカ製のシンセサイザーは、この CV に「1 オクターブ 1 ボルト (オクターブ・パー・ボルト)」方式が採用されていたが、ローランドも基本的にこの「CV/GATE 方式」を採用した。この方式は、VCO の電圧を 1 ボルト上昇させると、発音する音階が 1 オクターブ上がるというものだった。これに対し、京王技研工業とヤマハは「ヘルツ・パー・ボルト」方式を採用した。当時の京王技研工業で開発を担当した三枝文夫によると、「オクターブ・パー・ボルト」は一つの発振器で非常に広い音域を出せたが、対数変換器を使うため、温度の変化によりピッチが不安定になり、温度の安定度が非常に重要になる。「ヘルツ・パー・ボルト」は温度の影響を受けず安定していたので採用した」とコメントしている¹¹⁾。しかし世界の主流が「オクターブ・パー・ボルト」となり、シーケンサーや外部のシステムからのコントロールの接続が容易で拡張性が求められ、京王技研工業は安定度の良い「ヘルツ・パー・ボルト」を諦めざるを得なくなる。このような電子楽器の制御系ルールは、後にメーカーを超えた MIDI 規格の制定で統一化されることとなる。

＜ポリフォニック・シンセサイザー＞

ようやく 1970 年台後半になってシンセサイザーは、新しい楽器として音楽業界でも注目されはじめたが、

演奏性能を向上させるために解決しなければならない課題は多かった。電子オルガンや電子ピアノでは分周方式により同時発音数を増やしていたが、音色エディットが自由にできなければならないシンセサイザーで、和音の演奏を可能にするためには、技術的にも、操作性にも、価格的にもいくつもの課題があった。しかしこれらの課題は、CPUの採用によって一気に解決していくことになる。毎年アナハイムで開催される世界最大の楽器トレードショーの1978年のWinter NAMMの会場で、カリフォルニアの電子楽器メーカーSequential Circuits社が、同時発音数5音のポリフォニック・シンセサイザー「Prophet-5」【図4.3.8】を発表する。ローランドもほぼ同時期にCPU制御による4音ポリフォニック・シンセサイザー「JUPITER-4」【図4.3.9】をデビューさせた。



図 4.3.8 Sequential Circuits Prophet-5



図 4.3.9 ローランド Jupiter-4

実際には、様々なメーカーがそれぞれの方法で複数の音を出すシンセサイザーを開発したが、CPUを使用したシンセサイザーの登場で、一気に同時発音数は増加していくことになった。1981年4月にローランドが発売した8音ポリフォニックの「JUPITER-8」【図4.3.10】はアナログ・シンセサイザーの名機として、今も現役で活躍しているのをライブやスタジオで見かける。「当時まだまだ高価だったガラス両面基板をふんだんに導入し、400個を超えるICを使用。スプリット/デュアル/パッチ・プリセット/オート・アルペジオ等の新機能を満載したJUPITER-8は、国内定価が98万円という高額にもかかわらず、好調なセールスで、海外でも先行競合モデルと互角に渡り合い、世界中のミュージシャンから、シンセサイザーのトップメーカーとして認知されることになった。」とローランドの社史「ローランド40年の歩み」に記されている。

ローランドが世界的な知名度を獲得したとされる、このJUPITER-8をはじめ、ほとんどの国産メーカーがオシレーターに採用していたVCOは、電圧が不安定だとピッチが不安定になるという問題を抱えていた。このためプロのステージでは、相当余裕を持って事前に電源を入れエージングを行った上で、できるだけ電圧が安定した状態でライブ演奏する必要があった。これを安定化するためにデジタル制御方式の「DCO (Digital Controlled Oscillator)」が採用されることになる。

4.3.2 シンセサイザーのデジタル化とMIDIの登場

ローランドのJUPITER-8は注目を集め、海外では多くのアーティストが利用したが、価格が高すぎたために一般ユーザーの手には届かなかった。1981年12月、京王技研工業は61鍵6音ポリフォニック・シンセサイザー「Polysix」【図4.3.11】を発売する。オシレーターにはVCOを採用したが、32種類の音色が保存できるメモリ、コーラスやフェイザーなどのエフェクター、アルペジエーターやコード・メモリ、さらに音色を外部に保存するためのテープインターフェースを装備するなどの新しい付加機能を搭載しながら248,000円というアマチュアにも購入可能な価格で世界中にその名を知らしめた。

ローランドは電子ピアノに使用したパソコン用のプログラマブル・タイマーをシンセサイザーにDCOとして利用し、ローコストの6音ポリフォニック・シンセサイザー「JUNO-6」【図3.3.16】を1982年1月に発売した。169,000円という画期的な価格で注目を浴びたが、メモリを装備した「Polysix」に対抗する必要から、同年9月には「JUNO-60」【図4.3.12】を発売。このモデルにはメモリを装備した以外に、「DCB (Digital Controlled Bus)」【図4.3.13】という、楽器間で演奏情報をやりとりするためのデジタル・バスを搭載した。それまでのモノフォニック・シンセサイザーでは、一つの音を発音させるためにCV（音の高さ）とGATE（音の長さ）の2種類の情報を送信するために2本のアナログ結線を必要とした。DCBはローランドの独自のインターフェースで、MIDI規格が提唱されるまでの短命に終わるが、音源とともに制御系もデジタル化が進んだという点で意義深い。



図 4.3.10 ローランド JUPITER-8



図 4.3.11 コルグ Polysix



図 4.3.12 ローランド JUNO-60



図 4.3.13 DCB 端子

< MIDI 規格 >

1983年1月のNAMMショーで、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) 規格の実証実験が公開された。会場に用意された Sequential Circuits 社のシンセサイザー「PROPHET-600」とローランドの「JUPITER-6」がMIDIケーブルで接続され、片方の鍵盤を弾くと、もう一方のシンセサイザーの音源が鳴る、という極めてシンプルな実験であった。メーカーを越えて、演奏データのやり取りが可能になることを目的としたこの規格は、5pinのDIN端子というシンプルなインターフェース形状とケーブルの仕様、送信データのプロトコルの内容を統一化するものであった。メーカーの個性が失われないように、規格の中に「エクスクルーシブ」と呼ばれる、メーカーが自由にコントロール内容を決定できるプロトコル枠が設けられたのも大きな特長であった。MIDI規格が制定されると同時に、MIDI OUT/MIDI IN/MIDI THRUの端子【図 4.3.14】を装備した電子楽器が発売され、ユーザーはMIDIを介して電子楽器同士を接続したり、MIDIデータを様々な電子楽器に送って演奏させたり録音することが出来るようになった。このMIDI規格は日米メーカーの共同提案ということで進められたが、後年2013年に、事実上の提案者とされた、ローランド創業者である梯郁太郎と Sequential Circuits 代表であった Dave Smith がグラミー賞テクニカル・アワードを授与されることになった。単に電子楽器普

及の貢献に留まらず、MIDIが音楽文化の発展に大きく寄与したことが評価されたのである。

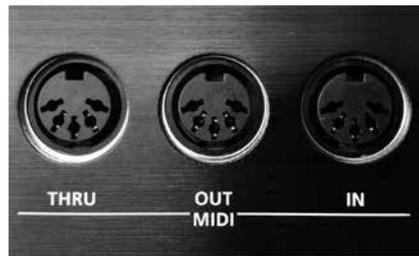


図 4.3.14 MIDI 端子

< デジタル・シンセサイザー >

1983年5月、ヤマハはフルデジタルの音源であるFM方式を採用したデジタル・シンセサイザー「DX7」【図 3.4.3】を発表した。FM音源システムのLSIを僅か2個に集約し、音を制御する機能も20個のLSIに集約するなど、部品点数を激減させ、このクラスでは画期的な248,000円という価格でデビューを果たした。2つの発振器(キャリアとモジュレーター)からの合成で現れる複雑なスペクトルが生むサウンドは、特に金属系のきらびやかな音色が特徴で、従来のアナログ・シンセサイザーでは実現できなかったデジタルならではの新鮮さが人気を集めた。DX7の場合、6つのFM合成器(オペレータ)を32種類のつなぎ方(アルゴリズム)で様々な音色合成を行えた。

一方、ローランドはDCOを採用したJUNOシリーズのローコスト化をさらに進め、1984年2月に「JUNO-106」【図 4.3.15】を発表する。MIDI対応で128音色のメモリを持つ6音ポリフォニックながら138,000円という低価格で、初級者を中心に販売台数を伸ばした。意図的な音作りが困難であるとされたヤマハのFM音源に対し、ローランドはシンセサイザーの音作りの王道である減算方式モデルにこだわった。さらにリング・モジュレーターを使って独特の金属音やモジュレーション・サウンドを出せる上位モデル「JXシリーズ」を市場投入し、ヤマハの「DXシリーズ」に対抗した。しかしヤマハは、シンセサイザー・マニピレーターたちが作った斬新なFN音源ならではのサウンド・パラメータをROMカートリッジに収めて次々と発売し、その豊富な音色バリエーションでユーザーの心を掴んだ。またシンセサイザーにはDX、リズムマシンにはRX、シーケンサーにはQXという、「X」を軸にシリーズ名を統一させ「X-DAY」【図 4.3.16】というプロモーション活動を全国で展開した。電子楽器のコーナーを拡張させて、電子楽器の販売を専門とするショップも現れた。

ローランドは、1987年4月にフルデジタル・プロ

セッティングのシンセサイザー「D-50」【図 4.3.17】を発売し巻き返しを図る。D-50 はオシレーター部分に内蔵した複雑な倍音構成のリアルな波形を、従来の減算方式によって加工し、音作りを実現するというハイブリッド・タイプのシンセサイザーであった。またフィルターの変化を時間軸でコントロールすることが出来る TVF (Time Variant Filter)、さらにデジタル・エフェクターによる音色加工も含め、アウトプットまで徹底的にデジタル化にこだわった。



図 4.3.17 ローランド D-50



図 4.3.15 ローランド JUNO-106



図 4.3.16 ヤマハ X シリーズ「X」ART100

4.3.3 音源の PCM 化とワークステーションの普及 ＜ PCM 音源 ＞

ローランドの D-50 は、音源をデジタル化しながらも減算方式というアナログ的感觉で音作りが出来ることがその特徴であり、シンセサイザーの歴史に大きな変革をもたらしたモデルである。D-50 発売の翌年の 1988 年、ローランドは PCM 音源モジュール「U-110」【図 4.3.18】を発売する。この製品はサンプラーとシンセサイザーとの中間のモデルであり、最大同時発音数 31 音、最大 6 パートのアンサンブル演奏が可能なマルチティンバー仕様で、さらにアウトプットは、ステレオ出力 (L/R) とは別に 6 つの独立アウトプット端子を装備し、6 パートのマルチティンバーの出力を個別のアウトプットにアサインして出力できた。本体には、ピアノをはじめとするアコースティック系の楽器音を中心に 99 種類のリアルな PCM 音色群がプリセットされていた。また管楽器や弦楽器、あるいはエレキギターやドラムなど、楽器カテゴリー毎に、贅沢に PCM 録音された音色群を収めた ROM カード (SN-U110 シリーズ：当時の価格 7,000 円) 【図 4.3.19】により、追加音色を外部供給できることが最大の特長であった。この「U-110」(99,800 円) のフロントパネルには、ROM カードが差し込める 4 つのス

ローランドは既に 1986 年 3 月に新たに開発したデジタル音源である SA (Structure Adapted) 方式のデジタル・ピアノ「RD-1000」を発表。同年 9 月には、独自の DI 方式によるデジタル・サンプラー「S-50」を発売し、電子楽器のデジタル化を進めていた。シンセサイザー音源のデジタル化については、当時の技術研究所の所長であった菊本忠男によると「私は TR-808 や 909 を開発する中で、キックやスネアの音はもちろん、すべての音色のアイデンティティーの 90% はアタックから最初の数十ミリ秒までの複雑な倍音の急速な変化であることに気がきました。後ろの方の音はそれほど重要ではない。実はその考えが D-50 につながります。当時先行されたヤマハさんの DX7 は、アナログ・シンセにない複雑で非調和な音を、そのアタック部に発音させる画期的なデジタル・シンセでした。後発のローランドが取り組む初のフル・デジタル・シンセは、そのアタックの部分にグラニュラル PCM を使い、その後ろに直観的で汎用性の高いアナログ様式のデジタル信号処理を使うことにしました。このとき、アタックにどんな音素片を持ってくるかが大きな課題でした。あまり具体的な音だと汎用性が無くなるので、リアルに近いが抽象的な音。非常に難しい課題でした…」と述べている (ローランド HP より)。FM 音源という大ヒットに追従するために、D-50 が満を持して開発されたことが理解できる。

ロットが装備されており、安価に音色を拡張できることが当時のニーズに合致した。このようにしてシンセサイザーは、多くの楽音をリアルに再生できる機能を求められるようになると同時に、鍵盤を搭載しないシンセサイザー音源モジュールへの需要が拡大し始めた。



図 4.3.18 ローランド U-110



図 4.3.19 サウンド・ライブラリ (ローランド SN-U110 シリーズ)



図 4.3.20 コルグ M1

<ワークステーション>

電子楽器のデジタル化に出遅れた京王技研工業は、1987年にヤマハの資本参加の支援を受け、社名を株式会社コルグに改め新製品を投入する。翌年の1988年5月に世界的なベストセラーとなる「M1」【図 4.3.20】を発売。発売当初の価格 248,000 円で、リアルな PCM 音源と本格的なシーケンサーを搭載し、これ 1 台でハイレベルな楽曲を制作できる「ミュージック・ワークステーション」としてデビューした。16ビット・サンプリングの「ai (advanced integrated) シンセシス・システム」と呼ぶ PCM 音源を核に、8トラックのデジタル・シーケンサーと2系統のデジタル・エフェクターを内蔵しており、音楽制作を求めるアマチュア層を中心に大ヒットする。いわゆる「オールインワン」タイプのシンセサイザーのファーストモデルであった。音源メモリとして使われた当時としては大容量の4Mバイト相当のROMには、ピアノをはじめとするPCM音源など144種類の波形データが内蔵されていた。サンプリング波形をフィルター部(VDF)とアンプ部(VDA)でエディット可能な減算方式を採用している

点では、D-50同様のハイブリッド・タイプの音源と言える。8トラックのシーケンサーは、各トラック最大250小節、100パターン、10ソングが記憶でき、入力方法としては、リアルタイム入力、ステップ入力に加え、リズムマシンのように小節パターンを組み合わせて曲作りが出来るパターン入力にも対応していた。入力したデータはエディットを加えることも可能で、シーケンサー専用機並みの充実した機能が、クリエイターを目指すユーザーの入門機として好評を得て、シンセサイザーとしては記録的な販売台数を残した。

このワークステーションのブームに追従すべく、各社からそれぞれ特長のあるモデルが発売される。ローランドは、1989年にサンプリング機能を搭載したミュージック・ワークステーション「W-30」を発売。当時PCの標準的インターフェースであったSCSI(スカジー)を搭載し、外部のCD-ROMなどから大容量のサンプリングデータを供給できるといったプロ仕様をアピール。同年にヤマハは、156,000円という低価格のワークステーション「V-50」を発売。量産効果でコストが下がったFM音源チップを採用することで低価格を武器に初級者層にアピールした。その後も各社から次々にワークステーション・モデルがリリースされたが「M1」人気は圧倒的で、いずれの機種も販売数を伸ばすことは出来なかった。

4.3.4 DTMブームによる音源モジュールの需要増加

各メーカーは、いわば鍵盤のないシンセサイザーである音源モジュールを1980年初頭より発売するが、そのほとんどがプロフェッショナル・モデルであり、ビジネスとして大きな成功に至ることはなかった。ヤマハが1986年に発売した「FB-01」【図 4.3.21】は、アマチュアを対象とした音源モジュールの1号機と言える。当時の価格 49,800 円でありながら、4オペレーター/8アルゴリズムのFM音源を採用し、240プリセット音色、最大同時発音数8音、そしてマルチティンバーの音源のスペックは、楽器店で頻繁に品切れを起こすほど、当時の音源モジュールとしては人気を博したモデルである。当時、既に電子楽器にはMIDI端子が搭載されており、PCにシンセサイザーを接続するユーザーの増加に伴って、鍵盤を必要としない音源モジュールへのニーズは拡大を始めていた。このユーザー層が同時に求めたのは、MIDIの特長でもあるマルチパートに対応した音源であった。FB-01は低価格のマルチティンバー音源としてスペック的にはそれらのユーザー・ニーズを満たしたが、リアルな音色を持つPCM方式の音源への期待も高まっていた。

ローランドが1987年9月に発売した「MT-32」はデジタル・シンセサイザー「D-50」のLA方式を土台にマルチティンバー化されたモデルであり、最大同時発音数32音、128音色（リズムパートはPCM）、8パート+リズムパートのスペックながら、69,000円という低価格で発売された。しかし、このモデルを大ヒットに導いたのは、DTM（Desk Top Music）の新鮮なフレーズと共に発売されたバンドリング・パッケージ「ミュージくん」【図4.3.22】である。このパッケージには、当時パーソナル・コンピュータとして空前のヒット商品であったNEC製のPC-9801に接続するための専用インターフェース「MPU-PC98」と、音楽制作ソフトウェア「Ballade」、そして音源として「MT-32」をワンパッケージに収めた製品として1988年に発売された。



図 4.3.21 ヤマハ FB-01



図 4.3.22 ローランド「ミュージくん」



図 4.3.23 ローランド「ミュージ郎」



図 4.3.24 ヤマハ「HELLO ! MUSIC !」

「ミュージくん」は手軽に音楽を楽しめるという印象とともに、99,800円という買い得感のある値付けが功を奏した。そしてDTM製品が普及したもう一つの理由は、ローランドが当時ゲームから業務用までソフトウェアの総合商社であった日本ソフトバンク（後のソフトバンク）と契約したことで、家電ルートへの国内流通を確立できたことである。「パソコンブーム」に乗って、PC売場を増床する家電量販店にとって、PCホビー層への購入提案としてDTMは格好の商材であったといえる。当時のメインの需要層であった中高年男性は、小学校時代に音楽の授業で必ず「作曲」を経験しているが、本格的な音楽制作となると、大半が楽譜を読めなかったり楽器を演奏できないため、そう簡単に作曲は出来ない。ところが音符の代わりに、数値で音楽を入力できるDTMは、初心者でも音楽創作を実現させる可能性をもったホビーツールとして多くのユーザーを獲得することになった。ローランドはその後、高性能なPCM音源であるSound Canvasシリーズの1号機「SC-55」とソフトウェアも一新して、新たに「ミュージ郎」を発売【図4.3.23】。文部省が指導要領の中で、小中学校でのPC導入を促進したことにより、音楽の授業にDTMが導入される。ヤマハからは「HELLO ! MUSIC !」シリーズ【図4.3.24】、河合楽器製作所からは「Sound Palette」、コルグからは「Audio Gallery」、さらにカシオからも「日曜音楽」というそれぞれの名称でDTM用のパッケージ製品が発売され、DTMマーケットはピークを迎える。

多くのメーカーの参入はDTMユーザーの拡大と成長をもたらしたが、音源モジュールや楽曲制作ソフトウェアへのニーズは多極化していった。メモリの低価格化という時代背景もあり、音源モジュールをはじめとするシンセサイザーの音源は、音質を向上させながら音色数を膨大に増やしていった。【表4.1】は、DTM音源と呼ばれる代表的なモデルのスペックを年代順に列挙したが、パート数と最大同時発音数の増加とともに、音色数が大幅に増加していったことが理解できる。しかしDTM市場を拡大させたのは、音源の進化だけでなく、いくつかの規格の統一が背景にあった。

MIDIは電子楽器とPCとの接続を容易にし、DTMという新たなマーケットを形成したと言える。MIDI端子を搭載した音源モジュールは、PCとの接続によってアンサンブル演奏を可能にした。鍵盤のないシンセサイザー音源は飛躍的に普及し、多くの音楽制作のソフトウェアが開発された。それまで作曲や編曲には専門的なノウハウが必要だったが、DTM音源とソフトウェアにより、音楽的知識を有しない一般の

ユーザーにも音楽制作が可能になった。さらに普及した背景に、音源の音色配列やエフェクトのパラメータなど、データと音源の双方を規定するフォーマットの統一化があったのである。

<音源フォーマット>

同じ楽曲データを再生したとき、どのメーカーの音源でも同等の再現性が得られることを目的とした音源フォーマットの統一化には多くのメーカーが賛同していた。1990年頃、MIDI規格評議会（現在の音楽電子事業協会）が中心となり、アメリカのMIDI Manufacturers Association (MMA) とともに音源フォーマットの統一化の準備を進めていた。

ローランドは、DTMの先駆けと言える「ミュージックン」で多くの新たなユーザーを既に獲得していたが、統一されたMIDIの次に、音源配列の統一が製品普及の足掛かりとなると考えていた。ローランドは「ミュージックン」に同梱した音源モジュール「MT-32」を軸にした音源仕様「GSフォーマット」に準拠した音源モジュール「SC-55」を1991年に発売した。同年、MIDI規格評議会とMIDI Manufacturers Associationによって、音源フォーマット「GM (General MIDI)」を制定すると発表。この「GM」の発表前に発売したSC-55【図4.3.25】に採用した「GSフォーマット」【図4.3.26】を、「GM」の上位互換として音源の新たなスタンダード・モデルとしてアピールするためだった。



図 4.3.25 ローランド SC-55



図 4.3.26 ローランド GS ロゴ

これに対抗したのが、ヤマハが1994年に発売した「MU80」【図4.3.27】に採用した「XGフォーマット」【図4.3.28】であった。「GS」と同様、「XG」は、日米のMIDI協議会の提唱する「GM」の上位互換機であるとして音の良さをアピールした。こうして「GS-XG戦争」と称されるメーカー間の競争が始まった。



図 4.3.27 ヤマハ MU80



図 4.3.28 ヤマハ XG ロゴ

表 4.1 主な DTM 音源とその仕様

メーカー	発売年	製品名	音源	音色数	ドラムセット	パート数	最大同時発音数	発売時価格	対応音源方式 ※カッコ内はシミュレーション対応
ヤマハ	1986	FB-01	FM音源	240		8	8	49,800	
ローランド	1987	MT-32	LA音源+PCM	128	1	9	32	69,000	
ローランド	1989	CM-64	LA音源+PCM	192	1	16	32	129,000	
ローランド	1991	SC-55	PCM	317	10	16	24	69,000	GS
ヤマハ	1991	TG100	PCM	320	18	16	28	45,000	GM音源
ローランド	1992	SC-7	PCM	128	6	16	28	45,000	GM音源
カワイ	1992	GMega	PCM	256	7	32	32	69,000	GM音源
コルグ	1993	AG-10	PCM	128	4	16	32	49,000	GM音源
ローランド	1993	SC-55mk2	PCM	354	10	16	28	69,000	GM/GS
ローランド	1994	SC-88	PCM	654	24	32	64	89,800	GM/GS
ヤマハ	1994	MU80	PCM	729	21	32	64	79,000	GM/XG/(GS)
ヤマハ	1995	MU50	PCM	759	22	16	32	52,000	GM/XG/(GS)
コルグ	1995	X5DR	PCM	328	12	16	64	69,800	GM音源
カシオ	1995	GZ-50M	PCM	128	8	16	32	26,800	GM音源
ローランド	1996	SC-88pro	PCM	1,117	42	32	64	89,800	GM/GS/(XG)
アカイ	1996	SGO1k	PCM	189	7	16	32	39,800	GM音源
ヤマハ	1997	MU100	PCM	1,267	46	32	64	89,000	GM/XG/(GS)
コルグ	1999	NX5R	PCM	1,049	37	32	64	55,000	GM/XG/(GS)
ヤマハ	1999	MU2000	PCM	1,396	58	64	128	119,800	GM2/XG/(GS)
ローランド	1999	SC-8850	PCM	1,640	63	64	128	99,800	GM2/GS/(XG)



図 4.3.29 ローランド SC-88pro

4.3.5 シンセサイザーのソフトウェア化とこれからのシンセサイザー

＜ソフトウェア・シンセサイザーの登場＞

1996年5月、ローランドは「Roland Virtual Sound Canvas VSC-55」【図 4.3.30】を発表し、このソフトウェアの体験版をいきなりネット上で無料配布した。既に市販のPCは高速化と大容量化によって、シンセサイザーの音色群をOS上にダウンロードして音楽再生するだけの能力を備えていた。それは近い将来、ソフトシンセが、ハードウェアのシンセサイザー音源に取って代わることを十分に予想させた。当時、DTMユーザー向けの音源モジュールやバンドリング製品などのハードウェア販売がまだまだ活況だった。そんな最中に、ソフトシンセを早々に発表し、無料で配布するに至ったのには理由があった。Microsoft Windows 3.1は、PCの標準OS (Operating System) として世界的に圧倒的なシェアを挙げたが、次期OSのWindows 95にソフトシンセが標準搭載されれば、実質的なスタンダード (De facto Standard) としてローランドの音源方式は不動の地位を得られると考えたからであった。ローランドは水面下でMicrosoftと交渉を重ね、1996年10月にWindows 95へのライセンス供与を開始する。それが「Microsoft GS Wavetable Software Synthesizer」である。GSフォーマットに対応した音源が世界中のWindows PCに搭載され、PCユーザーは音源モジュールを接続すること無く、高品質なサウンドを聞くことが出来るようになった。

ローランドは同年9月に、このソフトシンセとMIDIプレイヤーなどのソフトウェアを同梱した「Vミュージくん」を9,800円で販売を始めた。同じ発表会の場で、DTM用の音源モジュール「SC-88pro」【図 4.3.29】と「ミュージ郎」の最新モデルも同時に発表。この「SC-88pro」は1,000音色を超える高品質なPCM音源でありながら89,800円で好調な販売を記録した。この音源は、後にチップ化され、大手の通信カラオケの音源部としてOEM供給されることになる。それほど音質の良さと音色の豊富さが評価

された音源であった。言い換えれば、ソフトシンセには下位機種の音源を利用し、ハードウェアの音源モジュールには最新のクオリティの音源を搭載することで差別化し、ハードウェアの販売好調を維持するという戦略だった。翌年の1997年1月には、この「SC-88pro」の音色群の配列を持ったGS Software Synthesizer「VSC-88M」(当時12,800円)を発売するが、インサージョン・エフェクトやユーザーメモリなどの機能は搭載されておらず、差別化が図られていた。同年、ヤマハもソフトシンセ「S-YXG50」【図 4.3.31】を発売。当時、音源モジュールとして販売していた「MU-50」相当のウェーブ・テーブルをもった「XGフォーマット対応音源」として、Windowsバージョンアップに対応した。

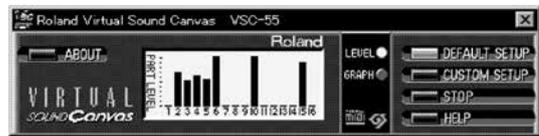


図 4.3.30 ローランド VSC-55 (PC画面)



図 4.3.31 ヤマハ S-YXG50 (PC画面)

＜プラグインとオーディオ・データの普及＞

PCの性能向上とメモリの低価格化により、シンセサイザーの音源をPCのソフトウェア上でエミュレートすることが可能になった。ソフトシンセは、ディスプレイ上でグラフィカルなコントロールが可能であり、シーケンス・ソフトにより楽曲の録音再生がPCの中で完結できるなどの利便性と価格の安さで急速に普及が進んだ。プロからアマチュアまで、音楽制作の主流はPC上でのDAW (Digital Audio Workstation) に移行していった。

1996年、ドイツのSteinberg社 (現ヤマハ・グループ) がスタジオ環境をソフトウェア上で実現するVSTプラグイン規格を発表し、ソフト上でのエフェクターの利用を実現した。1999年には、ソフトウェア音源用プラグイン規格「VST instruments」を発表し、シーケンス・ソフトウェア上でのソフトシンセの連携やモジュール化が進んだ。ソフトシンセは音楽制作で使用される場合、他のソフトと連携させる必要があるため、ホストとなるシーケンサーソフト上でプラグインの形で制御されることがスタンダード化していった。

2000年台になってmp3やwavファイルなど、オーディオ・データが通信上で配信可能になり、音楽制作の道具として、オーディオ・データはホビーの世界にも定着した。インターフェースもUSBが主流になり、電子楽器からMIDI端子が無くなり、USB-MIDIやUSB-AUDIOによるデータ送受信が行われるようになった。

＜GM2 (General MIDI 2) とこれからのシンセサイザー＞
ローランドが推進する「GS」、ヤマハが推進する「XG」は、「GM規格」の上位互換の規格である。表4.3.4の中に、音色数が128音というシンプルな仕様を備えた「GM音源」が各メーカーから発売されたが、そのスペックに満足するユーザーは少なかった。膨大な音色バリエーションやパート数、同時発音数の増加を求めて、上位モデルにニーズは向けられた。音源はチップ化されたり、ソフトウェア化したりすることで、通信カラオケの音源や携帯電話の着メロなどに利用されることになった。その後、GMの拡張規格であるGM2 (General MIDI 2) が制定されたが、オーディオ・データの配信の増加によってGM規格と互換性のないソフトウェア・シンセサイザーが普及しているというのが実情である。

ローランドは、2015年1月にiOS対応の「Sound Canvas for iOS」を2,400円でネット販売を始めたが、多くのiPhoneやiPadユーザーにGS音源が利用されているようだ。またiPhoneのレギュラーアプリ「Garage Band」のようなツールで音楽制作を楽しむようになった。このような動向のなか、昨今のアナログ・シンセサイザーのブームは、本来のシンセサイザーの機能が、若いクリエイターたちに見直され、新しい音楽の音色として利用しようという動きであると捉えられる。

多くのアマチュア・ミュージシャンやプロの音楽家が、ステージでシンセサイザーを演奏する姿はどこでも見かけるようになったが、制作の現場ではPCをマスターとした環境が主流となっている。Microsoftが、Google Chrome上で「Web MIDI」や「Web Audio」を提唱し、ソフト上で音楽制作環境は益々整いつつある。その点において電子楽器はPCのためのユーザー・インターフェース化が進んでいると言えよう。

4.4 電子オルガン

オルガンは、そもそも教会の礼拝用パイプオルガンとして世界に広がった。日本にもパイプオルガンはキリスト教の伝来とほぼ同時に上陸したと言われているが、明治以降、日本においてオルガンは独自の進化と普及を遂げた。我が国におけるオルガンのスタートは教育楽器としてのリードオルガンであった。その後、足踏み式だったリードオルガンは電動化され、そして電子オルガンが生まれる。この電子オルガンも、メーカーによる音楽教室を軸に新たに普及した。電子キーボードや電子ピアノの発展とともに、電子鍵盤楽器は多くの家庭で見られるが、日本の文化に鍵盤楽器が定着した背景に、オルガンが大きな役割を果たしてきた。

4.4.1 リードオルガン¹²⁾

リードオルガン国産第一号機については諸説あるが、ビジネスとしてリードオルガンの製造を最初に始めたのは、西川オルガンの創設者である西川寅吉とされている。西川はオルガンを自ら試作し、1885年(明治18年)には「西川風琴製作所」を設立。明治末期には4万台のリードオルガンを製造し、パイプオルガンの代用品として主に教会に販売したと言われている。

また1887年(明治20年)、浜松で医療器械の修理工をしていた山葉寅楠が、当時珍しかった輸入品のオルガンの修理の依頼を受ける。症状は軽く修理は難なく出来たが、山葉寅楠は将来オルガンが全国の小学校に広がると予想し、修理した輸入オルガンの模写を元に「足踏み式のリードオルガン」【図4.4.1】を自ら設計したとされている(ヤマハ社史より)¹³⁾。山葉寅楠が作ったリードオルガンは一段鍵盤で、複数のストップが装備されたモデルもあり、パイプオルガンのように音色を変えることが出来た。山葉寅楠は、後に日本楽器製造を設立するが、当時の教科書の販売流通を通じてオルガンの学校への導入に成功する。この頃「学制」が公布され「歌唱」は正式科目となる。最初の音楽教材であった「小学唱歌集」91曲のうち15曲以上が讚美歌だったことから、唱われるときはオルガンで伴奏されたと想像される。日本楽器製造は明治末期には西川オルガンの販売数を超え、10万台を販売したのは、リードオルガンを日本中の小学校に導入したからだと言えよう。これにより、オルガンは全国の小学校の教育に欠かせない「教具」として拡がり、オルガンは日本で独自の発展を遂げるようになった。(オルガンの文化史／赤井励著 青弓社より)

昭和になると全国の小学校には大量のオルガンが導入されるようになり、また大きなコストもかからず量産が可能だったことから、多くのメーカーがこぞってリードオルガンを生産した。このようにオルガンは日本への西洋音楽伝来の先駆けであり、日本人の耳に最も馴染みのある楽器音として定着した。

リードオルガンは、絶え間なく足ペダルを踏み込まないと音は出なくなる。オルガンの下部に装着されたフイゴ（ベローズ）は内部で2つに分割されており、ペダルに引っ張られて「小袋」が膨らむ。膨らんだ小袋は接合した「大袋」に入っていた空気を掻き出し大袋は真空になり、外部から空気を吸い込もうとする。鍵盤を押さえるとリードに続くバルブが開放されて空気を吸い込み、金属あるいは竹製のフリー・リードを振動させて発音する。いわばハーモニカやアコーディオンと同じような仕組みになっており、当然、ブローアからの送風が止まると音は出なくなる。しかし、送られる風量によって微妙な音の強弱がつくことが特長でもあった【図4.4.2】。



図 4.4.1 日本楽器製造の初期のリードオルガン

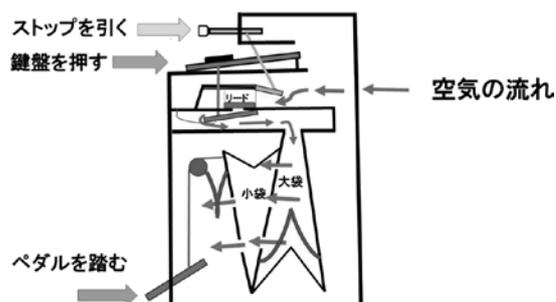


図 4.4.2 リードオルガンの構造¹⁴⁾

4.4.2 電動リードオルガン

リードオルガンは、常にペダルを踏んで送風する必要があったが、1950年台には、モーターによって空気を送り込む電気式のリードオルガンが開発された。かつてハモンドオルガンなどに搭載されたトーンホイール方式とは異なる機械式の一つであるリード方式のジェネレーターを利用していた。モーター駆動の送風機（ブローア）でリードに風を送り常に振動させておき、リードに近づけた電極で、静電的に振動を電気信号に変え音源として使用した。この方式の場合、回路のインピーダンスが上がりノイズを拾いやすい上に、リードから直接放射される音やブローアの音漏れがないように防音対策が必要になるなど装備が重くなるのが短所であった。

また電気オルガンには、足踏み式と同様に、オルガン全体の音量を膝でコントロールするための「ニー・スウェル」と呼ばれるレバーがオルガン本体の下部に装着されていた。オルガンの鍵盤にはタッチセンス機能は無く、送る風量で微妙な強弱を付けられたが、演奏者はこのレバーを膝で左右に押すことで全体の音量をコントロールした。しかし音符の一拍ずつ強弱をコントロールできず、全体の音量で曲調を表現することしか出来なかった。

三味線職人であった西川寅吉は、イギリス人の調律師から技術を習得した。西川風琴製作所のリードオルガンは教会や師範学校が主であり、聖書の翻訳販売を営んでいた銀座の十字屋や京都の十字屋などに販売を委ねた。一方、小学校への導入を考えた山葉寅楠は、東日本は共益商会、西日本は開成館（後の三木楽器）などの教科書販売の流通を通じて販売し、全国の小学校にリードオルガンは行き渡ることになった。さらに当時の文部省の担当官である『音楽取調掛』の伊澤修二への働きかけも怠らなかったとされている。このようなビジネスの進め方の違いが西川オルガンと山葉オルガンの明暗を分けたようだ。白井練一の創業した共益商会は、明治42年に日本楽器製造に買収される。共益商会は現在のヤマハ銀座店の位置にあったとされる。また西川オルガンは、西川寅吉が亡くなった翌年の大正10年（1921年）に日本楽器製造に吸収される。日本楽器製造はオルガン販売について大きな力を持つこととなった。

オルガンを弾くことが全国の小学校の授業で必須であったことを背景に、ペダルを踏まなくとも良い電気オルガンは多くのメーカーによって生産された。特に電機メーカーの東芝やビクター、ナショナル、ミシンのブラザー工業が参入したことからも、その販売数量の規模の大きさが推測できる。こうしてオルガンは家電化され、一般家庭への需要も進み1960年頃に販売量はピークを迎える。電動リードオルガンは、筐体や鍵盤は木製から樹脂製に変わり、当時2~3万円程度で販売されるまでに至ったが、欧米での販売には大きな成果がなかったようである。ほどなくして電子式ジェネレーター方式のオルガンが開発され、電動モーター式のリードオルガンは見られなくなった。

4.4.3 電子オルガン登場

電子オルガンは、ハモンドオルガンのようにトーンホイールを使った「機械式ジェネレーター」方式に始まったが、トランジスターの出現により大型で重い機械式ジェネレーターは姿を消していった。それに取って代わったのが「電子式ジェネレーター」方式である。さらに電子式ジェネレーターには、非常時発振のものと常時発振のものがあった。非常時発振とは、文字通り押された鍵盤に対応する発振器だけが働く方式で、常時発振は常に全ての発振器が働いていて、発振器の出力を鍵盤のスイッチやゲート回路で断続する仕掛けとなっていた。

非常時発振のジェネレーターは、普段は発振器が動作していないため、発振器からの音漏れが全く無く、非常にS/N比の良い音源方式である。当然、必要な音数と同じ数だけの発振器をもった独立発振方式であるため、厚みのある音を得られるのも特長だった。しかし発振器の数が多くなればなるほど回路が複雑で大きくなってしまいう上、調整にも手間がかかり量産品には不向きであった。一方で、常時発振のジェネレーターには、独立発振方式と分周方式があったが、回路が簡単でコスト的にもメリットのある分周方式が当時の電子オルガンや電子ピアノに採用されるようになる。

分周方式は、1オクターブの周波数が1:2であることを利用したもので、必要とする音のうち、例えば最上部の1オクターブ(12音)を発振器で作っておき、それ以下の部分は周波数を1/2(1オクターブ下)にするフリーケンシー・ディバイダー(周波数分割器)で音程を作っていく方式だった。2回分周すれば2オクターブ下の音、3回分周すれば3オクターブ下の音を得られる。12台の発振器で全鍵発音でき、コ

ストダウン出来るメリットがあった。しかしオクターブの音程で弾くと音程がびったり揃ってしまったり、ボイス毎の処理が難しく音の響きが単調になるというデメリットもあった。

4.4.4 電子オルガンの種類

電子オルガンが登場し、その後、演奏される音楽や用途によって細分化された。電子オルガンは、現代ではクラシックオルガン、コンボ・オルガン、ホームオルガン、教育用オルガンなどのタイプがある。

<クラシックオルガン>

クラシックオルガンは、チャーチオルガンとも言われパイプオルガンの特徴やスタイルを継承している。教会や結婚式場などでの需要が多く、上下2段鍵盤にフルスケール(2オクターブ)の足鍵盤を備えたものが最も標準的である。一般的には以下の2種類の規格を踏襲している。

(1) AGO (American Guild of Organist) 規格

(2) BDO (Bund Deutscher Orgelbaumeister) 規格

(1) はアメリカ・オルガニスト協会規格であり、特徴としては、足鍵盤は扇形が基本となる。また(2) はドイツ・オルガン建造職人連合格格で、実質的にはヨーロッパの規格で、足鍵盤は平行型が主流である。日本で普及している ALLEN や Rodgers 等のアメリカ産の電子オルガンは AGO 規格に則ったスタイルになっており、イタリア製の VISCOUNT は基本が平行タイプの足鍵盤だが、扇型のモデルも発売されている。ちなみにアメリカで生まれたハモンドオルガンは AGO 企画に則って足鍵盤は扇型である。

国産の電子式クラシックオルガンで知られるのはクロダトーンである。1955年にクロダオルガン(当時の社名は東洋電子楽器研究所)を創業した黒田一郎により設計された電子オルガンは、量産されることはなく、カスタマイズ・モデルとして日本各地の教会に納入され、現在も使用されている【図4.4.3】。またヤマハが1981年に発売したF-70【図4.4.4】/F-50/F-30は、FM音源による純電子式クラシックオルガンの量産モデルとして生産された。その後、1989年にF-700をはじめ、その後も数機種を販売したが、現在は生産されていない。



図 4.4.3 クロダトーン of 広告



図 4.4.4 ヤマハ F-70

32 フィート・ストップ (再生音は約 16Hz) のパイプを設置する場合には、約 10 メートルの高さが必要となり、また様々な長さのパイプが数千本以上も設置される場合は、相当な接地面積が必要となる。設計段階で、建物の中にパイプオルガンを設置する計画を作成し、建物の建設と同時に設置されることから、パイ

プオルガンの製作者はマニファクチャラーではなく、「ビルダー」と呼ばれ、現在も世界中に多くのビルダーが存在する。ビルダーによって設置されたパイプオルガンは国内にも数多く、東京のサントリーホールや NHK ホール、大阪のいずみホールなどがある。これらのパイプオルガンには、様々な音色を出すために多くのストップ (音栓) が装備されるなど、操作が複雑であり、演奏者には専門的な知識や演奏能力が要求される。

現在では、既存の建物やあるいは構造的にパイプの設置ができない建物の場合には、電子式のクラシックオルガンが設置されることが多い。ホテルや結婚式場などの施設にはパイプが設置されているのを時々見かけるが、「装飾パイプ」と呼ばれるダミーパイプであることが多い。実際にパイプを鳴らす設備の場合は、低音用の太くて長いパイプや、送風機の設置など大規模な装置と工事が必要になる。このため、実際に鳴るパイプは中高音域用に限定して設置し、低音域はスピーカーを鳴らす混合タイプ (ハイブリッド・システム) 【図 4.4.5】を導入し、設置容積を軽減することが出来る。また一般のオルガン愛好家をターゲットにしたクラシックオルガン 【図 4.4.6】は、ローランドが数機種を国内で開発して販売してきたが現在は作られておらず、ヤマハや河合楽器製作所などの楽器メーカーが電子タイプのクラシックオルガン製品を輸入販売している。

アメリカでは「シアターオルガン」と呼ばれる、非常に豪華で多彩の装備を持ったオルガンが、1920 年頃から、その名称の通り劇場や映画館に導入され、当時の無声映画や芝居の伴奏に使用された。このため、クラシックからジャズまで、幅広い音楽に対応する必要があったことから、様々な音色や効果音、リズム音まで備えていた。馬蹄形をした独特の大型フォルムや、3 段~5 段の複数鍵盤や、30 鍵を超える大型の足鍵盤や、接続された外部の打楽器を鳴らすためのフットスイッチ/ペダルなどが装備されていることが特徴である。

スイッチやつまみが多く、それらをコントロールしやすいようにパネルが色とりどりに配色されていて、まさに豪華で華やかなデザインが施されているのが特徴でもある。

シアターオルガンについては、ALLEN や Rodgers が有名で、日本の代理店 (ALLEN が PAX-ALLEN 社、Rodgers はローランドから河合楽器製作所に移行) を通じて大型商業施設や野球場などに導入され、イベントを盛り上げるシーンや BGM に使用され、独特の雰囲気をつくり出している。国産の電子オルガンのデザインはこのシアターオルガンが原型となっている。



Rodgers のシアターオルガン (右側に接続された打楽器が見える) (金銅英二氏所蔵)



図 4.4.5 ハイブリッドタイプのパイプオルガン
(ローランド浜松研究所)



図 4.4.6 ローランド C-330

<ホームオルガン>

一般的に電子オルガンと聞いて連想されるのは、ホームオルガン・タイプである。このホームオルガンが、日本の電子楽器産業を支えてきたといっても過言ではない。国内でのホームオルガンの普及を担ってきたのは音楽教室である。ヤマハ音楽教室やカワイ音楽教室などのメーカー系をはじめ、日本中に多くの音楽教室が存在する。その中でも鍵盤楽器を教える教室が大多数を占め、ピアノは言うまでもなく、電子オルガンのレッスンは全国の音楽教室で開催されてきた。その教室網を背景に、ホームオルガンは1960年代から急速に普及した。ホームオルガンの開発には多くのメーカーが参入し、そのほとんどが音楽教室での普及を目論んだ。ヤマハ、河合楽器製作所、ビクター、松

下電器産業（ナショナル電子オルガン／テクニクス）、ローランド等のメーカーが音楽教室やコンクール開催を通じて普及に取り組んできた。

しかしながらピーク時の1980年には、約38万台¹⁵⁾が販売されていたホームオルガンも、その後の販売量は減少傾向にあり、生産を中止するメーカーも少なくはない。ホームオルガンに代わって電子ピアノが電子楽器産業の軸を支えているが、ホームオルガンの発展の歴史が、日本の電子楽器の普及の歴史と言える。ホームオルガンは機構や電子的な設計だけでなく、音楽的なソフトウェアの開発が進化の大きな要素であった。

1958年、国産初のホームタイプの電子オルガン「日本ビクターEO-4420」（後のビクトロン）【図4.4.7】が登場した。全真空管方式（65球）、44鍵2段鍵盤／足鍵盤12鍵で、当時の価格は52万円。発振方式として鋸歯状波が使用された。販売台数は約50台程度だったと言われるが、ここから日本のホームオルガンのマーケットは大きく拡大し始める。翌1959年にヤマハは、エレクトーンのファーストモデルである「D-1」【図4.4.8】を発表。オールトランジスタ方式（281個）で35万円の価格で発売された。当時の大卒初任給が約16,000円の時代にいかに高価なものであったかが判る。また現在の電子オルガンはあらゆる楽器音とってよいほど多彩な音色が装備されているが、当時は電子的なサウンドが電子オルガンの特徴だった。ヤマハは1952年に電子オルガンの基礎開発をスタートし、試作・改良を重ねた上で発表したのがこのD-1だった。



図 4.4.7 日本ビクター EO-4420



図 4.4.8 ヤマハ エレクトーン D1 のパネル

ヤマハは、初期のエレクトーンについて次のように説明している。『音色合成という点においてはシンセサイザーの原型を持っていたエレクトーンですが、当時の社長がエレクトーンの音を「音楽オモチャ」と表現したというほど生楽器の表現力とはほど遠いもので、鍵盤を押すと始め、離すと「プツッ」と途切れる機械的なサウンドでした。実はこの当時のさまざまな研究成果によって、楽器の音として認識できる最大の要素は、音の時変動（時間的変化）であるということが既に把握されていました。この時変動とは、例えばピアノの音であれば鍵盤を弾いた瞬間に出るのは弦を叩いたときの複雑な倍音を含む音ですが、音が伸びている部分では次第に正弦波のような倍音成分の少ない音に変化していき、この変化がピアノの音として認識できる最大の特徴であるのです。生楽器のように自然な音を電子楽器で表現するためには、こういった

時間的変化を再現する技術の開発が不可欠でした。実はヤマハのシンセサイザー開発の歴史は、まさにこの音の時変動から始まっており、エレクトーンの音をさらに素晴らしい音にするという挑戦からきているのです。』この文章からも解るように、エレクトーンの音源は後にヤマハのシンセサイザーに応用されていた。初期のシンセサイザーはノコギリ波を原波形とするものが多かったが、D-1は海外製の電子オルガンと差別化するために非対称矩形波を利用した。特長の音に加工しにくいノコギリ波や、奇数次の倍音しか含まない矩形波の欠点を補うためだった。 Hammondオルガンに代表される正弦波による倍音を利用したオルガンサウンドとは異なる電子的オルガンサウンドを目指したと言える。

その後も各社から電子オルガンが次々に発売される。1961年には河合楽器製作所が「ES-3」を発表したが、トランジスターと真空管が併用されたモデルだった。同年、東芝が「オーケストロン」の試作品を発表。ナショナル（松下電器産業）は1963年にSX-601【図 4.4.9】を発売したが、エース電子工業の梯郁太郎がナショナルからの依頼を受けて設計したものである。

梯郁太郎は1954年に大阪市の阿倍野区文の里で電器店「カケハシ無線」を開業。創業して間もない頃にオルガンに興味を持つ。梯の自伝でもある著書「サンプルのない時代」に次のようにある。『そのうちに機会があって、同志社大学栄光館のパイプ・オルガンを見学することが出来た。コンソール（演奏台）とパイプ室を見て仕掛けの複雑さには驚いたが、発音までの仕組みは意外に簡単でよく理解できた。パイプの代わりに電子発振器を使えば小型になるし、ヘッドフォンも使えるので、全てに都合が良いと早速設計を始めてみた。鍵盤はリードオルガンのものを使い、鍵盤スイッチには電話用のリレー接点を利用して組み立てた。音源にはトランジスタを使ったが、回路的には単音楽器を鍵盤の数だけ並べただけの49鍵1段、12ペダルの試作第一号機が出来上がった。残念ながら音色はオルガンとはほど遠いものであった。その後、南大阪教会のオルガンを修理する機会があり、初めて本物の電子オルガン（ローリー社製のオルガーノ）の実物を見て、そのスマートな設計にショックを受けた。しかし、試作一号機を作っていなければ、そのショックをきっかけに本気でオルガンに取り組むようにならなかったと思う。』その後、昭和32年（1957年）にトランジスター式電子オルガン「TO-1」（TOはTransistor Organの略称）を完成させ、昭和35年（1960年）に大阪市の住之江でエース電子工業を設立。本格的に電子楽器の製造をスタートさせ、次々に電子オルガンを開発生産する。国産シンセサイザーや電子リズムの先駆けとなったのは、やはり電子オルガンであった⁵⁾。



梯郁太郎による電子オルガン1号機



図 4.4.9 梯郁太郎と SX-601 (ナショナル)

ヤマハは、1964年(昭和39年)、東京のヤマハ銀座店に「エレクトーン・センター」を開設し、電子オルガンの教室をスタートさせた。同年に「第1回エレクトーン・コンクール」を開催するなど、発売当初より積極的な電子オルガンのプロモーションをスタートさせた。河合楽器製作所も、1956年に音楽教室をスタートしていたが1961年には「オルガンコース」を全国展開し、電子オルガン「ドリマトーン」の発売に伴い、電子オルガンのクラスを開設。1970年代には電子楽器を音楽教育のツールとして、小学生を対象としたクラスを導入し、生徒の獲得合戦が始まった。その後も、ビクターや松下電器産業、ローランドなどのメーカーが、自社の電子オルガンの普及のために音楽教室やコンクールを全国規模に拡大し、電子オルガンは電子楽器の代名詞として普及していった。

<ホームオルガンの発展>

様々なパターンを備えたリズムボックスは、そもそもポピュラー音楽向けにオルガンのパートナーとして多くの演奏家を使用した。ホームオルガンには早くからリズム機能が内蔵されるようになり、アナログ方式の単体のリズムボックスはオルガンの傍で見られる機会は少なくなっていった。1972年にはヤマハから初めてオートリズムを内蔵した「エレクトーン D-3R」が発売。翌1973年には、松下電器産業から発売された「テクニトーン SX-15R/SX-20R」に初めて自動伴奏機能(オートプレイコード)が搭載される。左手の和音の押さえ方によって、リズムに合わせた様々なコード伴奏が自動演奏される機能を各社が競うように入り入れた。さらに1970年代後半には、和音を押さなくとも左手の指一本でコード伴奏をする機能や、プログラマブルなリズムを搭載したモデルが発売されるなど、自動演奏の性能は飛躍的に拡大していった。ショッピングセンターや駅前で、電子オルガンの華やかでアクロバティックなデモンストレーションが多く目を

引いた。メーカーは独自の優れた演奏性能をアピールし、音楽教室への入門を呼びかけ、演奏者人口は増加の一途を辿った。

この時期に各社は、ステイタスシンボルとなるモデルを発表した。1973年にブラザー工業は試作機「エミリオン73」【図4.4.10】を発表。電子シアターオルガンとも言うべきこの電子オルガンには、高速のグリッサンドを可能にする「アルペジエーター機能」や、レスリースピーカーと同じようなドップラー効果を生みさせる4チャンネル・スピーカーによる「4チャンネル・トレモロ機能」などが搭載された。1974年にヤマハが発売した「エレクトーン GX-1」【図4.4.11】は、アナログ・シンセサイザーを音源部に搭載することで8音までの和音が弾けた。同じ年に松下電器産業が発売した試作機「テクニトーン DO-100」【図4.4.12】は、電子オルガンとしては初めてデジタル信号処理方式を採用。1979年10月に来日したヘルベルト・フォン・カラヤン指揮ベルリン・フィルハーモニー管弦楽団の公演で、リヒャルト・シュトラウスの交響詩「ツァラトゥストラはかく語りき」を電子オルガンとの競演で注目を集めた。河合楽器製作所の「ドリマトーン T-50」【図4.4.13】は、1977年に創業50周年を記念して発表されたが、メイン鍵盤61鍵×4段、サブ鍵盤37鍵×4段、スピーカー数32、レバー数450というスペックは、スーパーシアターオルガンであり、全国各地でコンサートを開催した際の演奏を、ネット上で聴くことができる。



図 4.4.10 ブラザー工業 エミリオン73



図 4.4.11 ヤマハ エレクトーン GX-1



図 4.4.12 松下電器産業テクニートーン DO-100



図 4.4.13 河合楽器製作所ドリマトーン T-50

このように新開発の試作機で新たなスペックをプロモーションしながら、メーカー各社は、短期間で次々と新機能を搭載したモデルを開発し販売した。そしてそれぞれが運営する音楽教室への勧誘を強化し、またコンクールの上位入賞者をデモンストレーターとして活躍させ、各地でオルガン・コンサートを開催し普及活動に努めた。オルガン演奏者は、メーカー毎の独自の機能に応じた操作や演奏が要求されるようになり、メーカーを超えた演奏互換性は失われていくことになった。また演奏者の技能が向上するに連れて、高機能な上位モデルへの買い替えを要求された。こうしてホームオルガンは、買い替え需

要と中古市場に支えられ1980年には国内販売量のピークを迎えた。しかし、このようなメーカーの施策がユーザーの足かせとなり、徐々にオルガン離れを起こし始めることになった。

1980年台中頃は、電子楽器の音源がアナログ方式から、リアルなPCM方式に変わっていった時期である。電子オルガンの音源もデジタル化が進むとともに、従来の電子的オルガン・サウンドから、様々な楽器音を出すことが出来るようになり、演奏される音楽の幅も広がっていった。また音色群（レジストレーション）や楽曲データを保存・再生のための記憶媒体としてFDDを搭載したモデルも登場。ホームオルガンはデジタル化が急速に進み、演奏スタイルや音楽ジャンルも少しずつ変化していった。一方で、ブラザー工業は1984年に電子オルガンの生産を中止、またビクターも1990年の生産中止と共に、ビクター・テクニクス・ミュージック社を松下電器産業との合弁会社として立ち上げ、販売するオルガンは、テクニクス・ブランドに一本化されることになった。

ローランドは、創業当初からコンボ・オルガンを開発・販売してきたが、ホームオルガンへの参入は遅く、1994年に発売した「ミュージック・アトリエ AT-70/50」【図 4.4.14】が最初である。多彩な音色群に加え、ローキーボードに76鍵タイプを選び、ピアノ演奏をはじめ音域の広いアナログ楽器の再現性を実現したのが特長だった。多種多様なシンセサイザーの開発の経験を生かしたデジタル機能を搭載。ハモンド・オルガンと同じ効果を作るドローパーの搭載によるジャズオルガンとしての高い再現性や、シアターサウンドを充実させるなどしてオルガンの基本性能を高めた。また赤外線による距離センサーであるD-Beamを装備して、空間での手の動きによるパフォーマンスを可能にしたり、MIDIを活用して外部の映像機器などもコントロールできる最新の機能も盛り込まれた。さらに外部からシステムのバージョンアップが可能で、ソフト的なアップグレードによる機能や音色の追加を可能にした。

演奏技術の向上に伴う上位機種への買い替えは、オルガン離れのきっかけになると考えたヤマハも、最新のエレクトーンである「ステージア」【図 4.4.15】では、「バイタライズ方式」によりソフトのアップグレードだけでなく、ハードウェアの拡張を可能にした。このようにして『オルガン離れ』を防ぐ施策を取り入れている一方で、音楽教室におけるオルガンコースの生徒は、少子化の影響も受けて減少傾向にある。「ドリマトーン」の販売を続けてきた河合楽器

製作所はついに2016年で電子オルガンの生産を打ち切った。



図 4.4.14 ローランド・ミュージック・アトリエ シリーズ



図 4.4.15 ヤマハ
ステージ ELS-02 (左) と ELS-02X (右)
バイタライズにより鍵盤数やメインユニットが増設可能

<コンボ・オルガン>

アメリカでは、ジャズの小編成の楽団のことを“Combo”と呼ぶが、小規模なバンド向けで可搬性に優れたポータブルタイプの電気オルガンあるいは電子オルガンをコンボ・オルガンと呼ぶ。ジャズやロックなどの音楽では、オルガンサウンドは好んで使用されることが多く、主にオルガン系の音色を搭載したコンボ・オルガンは伝統的に開発・販売され続けてきた。

梯郁太郎は1960年4月にエース電子工業を設立し、翌5月には「ポータブル電子オルガン TOP-11」を発表したと記録（ローランド社史）にあるが、写真などは残っておらずスペックは定かでない。その後、エース電子工業は数機種のコンボ・オルガン「TOPシリーズ」をデビューさせている。当時「朝日のあたる家」を大ヒットさせたアメリカのバンド「アニマルズ」が日本公演で使用したり、ブルー・コメッツなどの日本の「グループ・サウンズ」にも使用された。

その頃、ハモンドオルガンは、名機「B-3」と「レスリースピーカー」の組み合わせで、日本でも人気があった。しかしトーンホイール方式による機械式

ジェネレーターでは減衰音が出せないという問題をハモンド社は抱えていた。ハモンドの演奏者は、右足でコントローする、エクスプレッション・ペダルを巧みに操ることで、弦楽器のように減衰するベース音を再現していた。同じ頃、アメリカ人のFrederick C. Lowrey (1871-1955) が創業したローリー社のオルガンは、ノコギリ波や非対称矩形波を発生できる音源を使用し、ストリングス系やリード系などの様々な音色を作ることが出来た。ローリーオルガンは北米では販売量を伸ばしていたが、ハモンド社はトーンホイール方式への拘りから、電子式ジェネレーターの開発が遅れていた。

1970年、梯はハモンド社との合弁会社「ハモンド・インターナショナル・ジャパン」を設立し、ハモンドオルガンの日本での総代理店の役割と一部製品のノックダウンを行った。梯の著書⁵⁾によれば、『日本では関東地区が50サイクル、関西地区が60サイクルで、トーンホイールをつかったオルガンでは、常に同じモデルで二種類の在庫を保つ必要があり、また関東地区から関西地区へ持ち出すことができない。この60サイクル地区へ持ち出せないというハンディキャップは、非常に大きなマイナスであった。そのような事情もあり、私はどうしても電子式のトーンホイール・サウンドを開発する必要に迫られていた。そのために開発したのが全電子方式のサイン波ジェネレーターである。これは結局ハモンド社のシカゴ本社には受け入れられず、ハモンド社はMOS IC (Metal-Oxide Semiconductor Integrated Circuit) の方向を探り、最新鋭の機種になる“コンコルド”の開発へと進んでいった。』とある。そして1971年に生まれたのが「GT-7」【図 4.4.16】であり、エース電子工業のブランドネーム「エーストーン」を付けた新製品として発売され、電子式でありながらドローバーによる音色コントロールが可能な低価格コンボ・オルガンとして人気を博すこととなった。



図 4.4.16 エース電子工業 GT-7



図 4.4.17 ローランド VK-9 と専用スピーカー

翌年の1972年、親会社の経営不振の影響を受け、梶は自身が創業したエース電子工業を飛び出し、すぐにローランドを創業する。再びコンボ・オルガンの開発を始め、5年後の1977年にドロワーを搭載した2段鍵盤モデル「VK-9」【図 4.4.17】と「VK-6」の2機種を発売した。ローランドは、ハモンドオルガンへの拘りから、その後もドロワー搭載のコンボ・オルガンの開発と販売を続ける。1990年代中頃には、オルガンの音源もデジタル化されるが、PCM方式で発せられるオルガンの音は、ドロワーならではの音楽的なニュアンスを表現できなかった。ようやく1997年に「VK-77」を発売するが、デジタルでありながら、往年のトーンホイール方式の音源構造をデジタル技術によりモデリングすることで再現した。

ハモンド社は1975年シカゴのトーンホイール生産工場がその操業を停止し、ハモンドオルガンはついに音源を電子式に移行したが、他メーカーに追従できず1986年末に商標はハモンド・オーストラリアに譲渡される。日本では、大阪の日本ハモンドが楽器の生産を続けていたが、エース電子工業の親会社でもあった阪田商會が、ハモンドの関連事業を1991年に浜松に本社を置く鈴木楽器製作所に譲渡する。鈴木楽器製作所は1992年にはレスリー・ブランドも買収し、「B-3」のクローンモデルなどを「ハモンド・スズキ」が独自に開発し販売を続けている。

ジャズ・ミュージシャンを中心に世界中に広まった「B-3」は、今も世界中で多くのミュージシャンによって演奏され、「ヴィンテージ・モデル」の需要は止まない。鈴木楽器製作所は2002年「new B-3」【図 4.4.18】を発売し、独自のデジタル技術で忠実にトーンホイール・サウンドを再現した。鍵盤には「B-3」の重要な要素であるキータッチとキークリックノイズを完璧に再現するため、「B-3」と同じメカニカル接点を用いた多列接点鍵盤を復活させた。これは鍵盤を押さえるストロークの間に、複数の接点を装備することで、指のタッチによる倍音構成を変化させ

る機能であり、ハモンドオルガンならではの特長であり、多くのオルガニストが望んだスペックだった。2017年に発売した「XK-5」【図 4.4.19】は、デジタルモデルでありながら、多列接点を搭載し、さらにプリアンプ部に真空管を用いて、あたたかくて歪み感のある真空管独特のサウンドが再生できる。またハモンド・スズキは、レスリースピーカーの基本的な構造を変えることなく、レスリー特有のドップラー効果を生む、モーター駆動による回転スピーカーにこだわり続けている【図 4.4.20】。



図 4.4.18 ハモンド・スズキ NEW B-3



図 4.4.19 ハモンド・スズキ XK-5



図 4.4.20 ハモンド・スズキ
レスリー外観と回転スピーカー部分

京王技研研究所（コルグ）は、早くからオルガンの開発をはじめていたが、1969年に「試作1号機」【図4.4.21】と呼ばれるキーボードを作った。このモデルは、日本初のシンセサイザーとも、2段の電子オルガンとも呼ばれている。上段鍵盤はモノフォニックだが、下段がポリフォニックで発音できた。また上段は1/4音や微分音まで出すことが出来るスケールを持っていた。また下段鍵盤の横に装着されている「トラベラーレバー」を左右に動かして音色を加工できた。また1972年には「デカコルグ」【図4.4.22】と呼ばれる1段鍵盤のオルガンを発表しているが、いずれもシンセサイザーを開発する過程で生まれたキーボードと言える⁴⁾。



図 4.4.21 京王技研研究所「試作1号機」
(浜松市楽器博物館所蔵)



図 4.4.22 京王技研研究所「デカコルグ」
(浜松市楽器博物館所蔵)

ヤマハは1969年に49鍵1段鍵盤の「YC-10」【図4.4.23】を発売する。4色のカラーバリエーションや、スーツケース型に収納できる設計などを採用し、エレクトーンとの明確な差別化を行った。1972年には2段鍵盤の「YC-45D」【図4.4.24】を発売したが、2段鍵盤モデルのこのコンボ・オルガンには多数のトーンレバーに加えてプリセット用のトーンレバー、鍵盤を左右に揺らしてビブラート効果を得るタッチビブラートや、ピッチを連続的に変化させるリボンコントローラーなど、ユニークな機能が採用されていた。これらのヤマハのコンボ・オルガンの機能は、その後シンセサイザーに継承されていった。



図 4.4.23 ヤマハ YC-10



図 4.4.24 ヤマハ YC-45D

4.5 電子ピアノ

現在の日本で最もポピュラーな電子楽器は電子ピアノと言えよう。年間に15万台以上が販売されており、1991年にアコースティック・ピアノの販売台数を逆転して久しい¹⁶⁾。日本固有の住宅環境事情を背景に、アップライト・ピアノに取って代わり電子ピアノの国内での需要は大きく、多くのメーカーが市場参入しシェア獲得にしのぎを削っている。電子ピアノは、最近ではデジタルピアノと呼ばれることが多く、家電量販店や大型スーパーなどでも低価格の製品が並んでいるのを見かける。アコースティック・ピアノの代用品として求められることが多く、アコースティック・ピアノ固有の特徴を吸収することにメーカーは注力してきたと言える。実際、音楽を演奏する楽器としての基本性能について、国内メーカーの電子ピアノは高い水準にある。電子ピアノの進化を説明する前に、ピアノの歴史に触れる。

4.5.1 アコースティック・ピアノの起源

現代のアコースティック・ピアノは、チェンバロに端を発する。チェンバロは18世紀初めには鍵盤楽器として確立され、ヨーロッパの各地で演奏されていた。その音域の広さ（当時は61鍵が主流で二段鍵盤モデルも有った）や独特のきらびやかな音色が聞く人

を魅了した。バロックの時代には主に室内楽で使われており、チェンバロの音量的限界は大きな問題にはならなかったようだが、問題は打鍵によって音の強弱が付けられないことだった。この点においては、弦をタンジェントと呼ばれる小さな金属片で叩いて音を出す「クラヴィコード」【図 4.5.2】という可搬性に優れた小型の鍵盤楽器が存在したが、音量が非常に小さかった。チェンバロの発音機構について以下に述べる。

チェンバロの機構【図 4.5.1】

- (A) 操作されていない状態のジャック。ジャックの一番上にはフェルト製のダンパーが突き出ており、鍵が押されていないときには弦の振動を止めている。
- (B) 鍵を押すことでジャックが上がり始めた状態。ジャックが上昇するにつれ弦に押し当てられたプレクトラムは徐々にたわんでいく。
- (C) プレクトラムは湾曲の限界点を超えて、弦を弾き、振動を起こす（音の発生）。ジャックの垂直に跳ね上がる動きはジャックレールによって止められる。ジャックレールの内側はジャックの衝撃を和らげるために柔らかいフェルトがつけられている。
- (D) 鍵から手を離すと、鍵のもう一方の端は自重で元の位置に戻り、それに従ってジャックも下に降りる。この際プレクトラムは弦に触れるが、弾力のあるタングの働きによって後方に退き、ほとんど音を生じることなく弦の下に戻る。その後バネの仕掛けによってタングは元の位置に戻る。ジャックが元の位置まで降りるとフェルト製のダンパーが弦の上に乗って消音する。

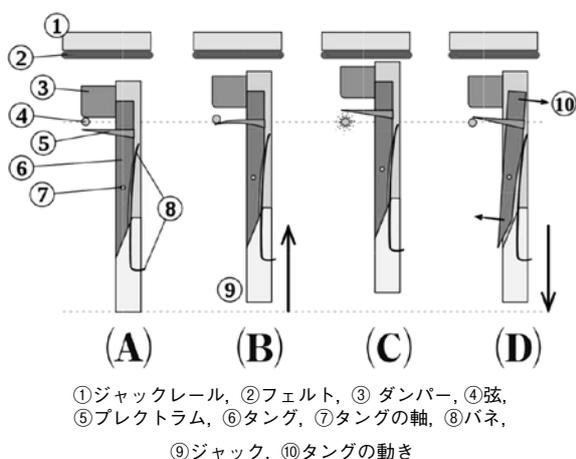


図 4.5.1 チェンバロのジャックの動き¹⁷⁾

1709 年頃、フィレンツェのチェンバロ製作者であっ

たバルトロメオ・クリストフォリ（1655-1731）が「グラヴィチェンバロ・コル・ピアノ・エ・フォルテ」を発明したとされている。この楽器の名前が意味する「強弱をつけられるチェンバロ」の通り、チェンバロが爪で弦をはじく代わりに、ハンマーで弦を叩くためのアクション機構を装備した鍵盤楽器が発明された。これが最初のピアノの起源とされている【図 4.5.3】¹⁸⁾。

クリストフォリの発明は、概ね以下のようにまとめられる。

- (1) ハンマーで弦を叩く仕組み
- (2) 鍵盤によって音の強弱をつけられる機構
- (3) 鍵盤を押さえる力を増幅してハンマーに伝える機構
- (4) ハンマーが弦を叩いた後、直ぐに弦から離れる「エスケープメント」機構
- (5) 奏者が鍵盤から指を離した際に弦の振動を止めるダンパーを装着
- (6) 全鍵で使用する 2 弦を 1 弦だけ打弦する（ウナ・コルダ）可変機構

これらの機能は、現代のピアノの「アクション」とよばれる機構に装備されているが、クリストフォリの作った楽器は、現代のピアノに比べると小さな音量しか出なかった。その後、ピアノは改良を重ねられ、現代の形に至った。

1685 年にドイツで生まれた大作曲家、ヨハン・セバスチャン・バッハ（J. S. Bach）の曲は、日本でも多くのファンに親しまれ、日本中で数々のアーティストにより演奏されている。メヌエット（ト短調）やアヴェ・マリアの伴奏曲として有名な平均律クラヴィーア曲集など、コンサートではピアノで演奏される曲が多い。しかしバッハの曲は、当時はチェンバロやオルガンで弾かれており、バッハが実際に初期のピアノに触れたのは 1730 年頃と言われている。記録によると、バッハはこの新しい楽器を好まず、生涯ほとんどピアノを弾くことはなかったとされている。従って、当時バッハの曲がチェンバロで弾かれた限り、音の強弱やダンパーによる音のコントロールはなく、音量も小さかった。当然、バッハの作品にピアノ曲は存在しなかったはずが、後に自分の作品がピアノで演奏されることになるとは夢にも思わなかったことであろう。因みにバッハの末子である 1735 年生まれのヨハン・クリスティアン・バッハ（J. C. Bach）は積極的にピアノを演奏し、ピアノ協奏曲やソナタを 30 曲以上も書いている。



図 4.5.2 クラヴィコード¹⁹⁾



図 4.5.3 Piano forte Cristofori 1722
(クリストフォリのピアノ)²⁰⁾

4.5.2 アコースティック・ピアノの機構

現代のグランドピアノの鍵盤の数は88（7オクターブ+4音）が標準だが、それに対して約230本の弦が張られている。中音域から高音域に掛けては1つの鍵盤に対して3本ずつ弦が張られていて、低い音域になると3本から2本になり、最低音に近づくにつれて1鍵毎に1本の弦となる。低音域には硬鋼線に銅線を巻いた弦が使用されるが、低い音域ほど弦は太く長く、高い音域には硬鋼線の芯線のみが使用され、細くて短い弦が使用されている【図 4.5.4】。



図 4.5.4 グランドピアノの構造

ピアノの鍵盤を押さえた瞬間に、ハンマーがこれらの弦を叩く。中高音域では2本あるいは3本の複数の弦が同時に叩かれ振動するため、音量を補完することが可能となるが、それ以外にも様々な音響的効果をもたらす。例えば3本弦を使用している音階の場合、弦の支持位置

や打弦時の微妙な接触の違いにより、3本の弦振動は等しくならない。このことがハンマーの打弦後の余韻の中でピアノ独特の響きをつくり出す【図 4.5.5】。

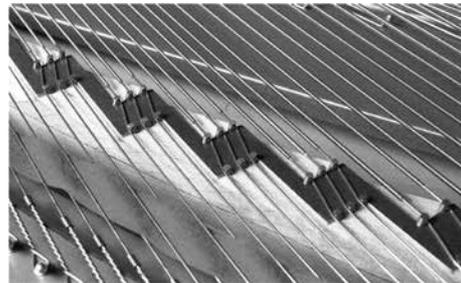


図 4.5.5 3弦を使用している音域



図 4.5.6 グランドピアノのアクション

またハンマーのヘッド部分にはフェルトが使用されているが、弦を叩いた瞬間にハンマー自体が弦から離れる仕掛けになっている。打弦したら直ぐに離れることによって、弦振動がハンマーの接触によってミュートされることなく、自然に減衰するまで振動が持続される。さらにハンマーは打弦した後、鍵盤を完全にリリースしなくとも、鍵盤をある高さまで上げて、途中から再び鍵盤を押さえると打弦できる。これは「トリル」と呼ばれる連打演奏を可能にする。フルコンサート・グランドと呼ばれるピアノで1秒間に最大14~15回程度の連打が可能だとされている。アコースティック・ピアノには、このようなハンマーの動きを作るアクションとよばれる複雑な機構が、鍵盤ひとつひとつに装備されている【図 4.5.6】。

4.5.3 電気ピアノの登場

アコースティック・ピアノでは、世界三大ピアノメーカーの1社と称されるドイツのBechstein（ベヒシュタイン）が、1929年に電機メーカー大手のシーメンス社の協力を得て開発したNeo-Bechsteinが世界初の電気ピアノと言われている。磁気コイルで作られたピックアップでグランドピアノの弦の音を拾い拡声するだけの簡単な構造であったが、現在販売されているハイブリッド・ピアノと呼ばれるピアノと同じ考え方の製品がこの時代に開発されていたのは興味深い。なおこのモデルはBechstein社が財政的危機を打破するために開発したと言われている²¹⁾。

その後アメリカでは、第二次大戦中に軍隊のトレーニングコースで兵隊にピアノを教えていた Harold Burroughs Rhodes (1910-2000) が、入院中の負傷兵がリハビリ用に使えるピアノを思いつく。B-17 爆撃機の部品として使用されていたアルミニウム製のパイプを利用して、 $2\frac{1}{2}$ オクターブの超小型ピアノを製作した。負傷兵がベッドサイドでも弾くことの出来るコンパクトピアノ「The Xylette」は米軍によって傷病兵用に 12,000 台以上が生産されたと言われている。

戦後、Harold Rhodes は 1946 年の NAMM ショーにエレクトリック・ピアノを出展する。この「Rhodes Pre-Piano」は、3 オクターブの鍵盤が装備され、トーンバーをハンマーで叩くという、後に発売される名機 Fender Rhodes の基本となる構造を備えていた。この電気ピアノには真空管のアンプとスピーカーが本体に内蔵されていたが、Rhodes は教育用途に販売するために、金属製のパイプアングルのスタンドに電気ピアノと椅子（ベンチ）を一体化して学校に販売した。この頃からキラキラした金属サウンドが特徴だが、トイ・ピアノ的な音の領域であったため、ポピュラー音楽に使われるに至らなかった。

Harold Rhodes はその後、当時エレキ・ギターの販売で人気を集めていた Fender 社の Leo Fender に協力を求めて 1959 年に Fender Rhodes を発表する。この時のピアノは、日本でも知られている 73 鍵の Rhodes ピアノとは違っており 32 鍵盤の Bass Piano だった。音域はベースギターと同じで低いパートを担うエレクトロニック・ピアノだった。1965 年に CBS 社が Fender を買収したが、Rhodes ピアノは、その後も Fender Rhodes の名称で販売が続き、世界のポピュラー・アーティストに欠かせない楽器となった 73 鍵のモデルや、ケースがスタンドとして使用できる「スーツケース」が発売された。

Rhodes Piano【図 4.5.7】は、トーンジェネレーターと呼ばれる片持ち梁状の金属をハンマーで叩き、その振動で音叉の役割をするトーンバーが共鳴する。金属的なアタック音と長い減衰音による独特の Rhodes サウンドを生み出す。ピアノ本体に内蔵されたトーンコントロールによって音色加工したり、さらにアンプで歪ませるなどして、きらびやかなサウンドからベース・アタックの効いた太いサウンドまで表情豊かな発音は、ジャズからロックに至る名曲で聞くことが出来る。エレクトリックピアノを代表する楽器となった。

Wurlitzer Electronic Piano【図 4.5.8】は、1955 年から生産され、Rhodes Piano と共にエレクトリック・ピアノの双璧とされている。Rhodes がゴムチッ

プのハンマーで棒状の金属を叩き、その振動をコイル式のピックアップで拾うのに対し、Wurlitzer はリード型のプレートをアコースティック・ピアノのようなフェルトのハンマーで叩き、プレートタイプのピックアップで拾って音を出す構造をしていた。

また日本では、日本コロムビアが「エレピアン」の商標名で 1962 年に国産初の電気ピアノを発売。自社開発のハンマーアクション機構によるリード方式を採用しながら、弦振動と同様の倍音や減衰を再現した。小型のリードを使用し、ハンマーで叩かれた時に発生するリード自体の生音を抑えると共に、ヘッドホンの使用を実現した。コンボタイプの EP-600T【図 4.5.9】の広告でギター・アンプとの接続を勧めているのがユニークである。また日本楽器製造（ヤマハ）は独自の打弦方式によるピアノ・アクションを装備した CP-70 (76 鍵モデル) を 1976 年に、さらに 88 鍵モデルの CP-80【図 4.5.10】を発売し世界のポピュラー系の著名アーティストによって演奏された。河合楽器製作所も 1980 年台になって、打弦式の KP-308 を発売した。いずれの電気ピアノも、それぞれのメーカーの創意工夫によって独特のサウンドを生み出し、多くのミュージシャンに支持された。全てに共通しているのは、いずれもアコースティック・ピアノの代用品として開発されたのではなく、新たな音楽のための新たな楽器として生まれ、優れた音楽家達によって活用されたことである。構造的には非常にシンプルで、先進性は無かったが、ユニークで個性的な音が、音楽を特徴づけ多くの音楽家を鼓舞したことは、歴史的に意義深い。



図 4.5.7 Rhodes Piano



図 4.5.8 Wurlitzer Electronic Piano



図 4.5.9 日本コロムビア エレピアン (EP-600T)



図 4.5.10 ヤマハ CP-80/CP-70

4.5.4 日本の電子ピアノ

日本で、最初の電子ピアノは1973年にローランドから発売されたEP-10【図 4.5.11】とされている。このEP-10は純電子発振方式としては先進的な製品であり、それまでの電気ピアノとは全く考え方が異なる。電気ピアノの場合、ハンマーによって叩かれた何らかの振動体が発する音をピックアップで集音しアンプで拡声するというシンプルな構造がゆえに、音量的なダイナミクスが表現された。しかし純電子発振方式の電子ピアノに、ダイナミクスを装備することは

難しかった。ローランドがその翌年に発表したEP-30(1974年)【図 4.5.12】は、世界初の「鍵盤タッチで強弱を検出できる」タッチ・センス付き鍵盤を搭載した、電子発振方式のピアノとしては大変画期的なモデルだった。ピアノのように長い減衰音に加え、鍵盤による強弱(ペロシティ)を表現できたが、ピアノと呼ぶには鍵盤数も少なく、音色面でアコースティックには程遠い電子音だったので、ピアノの代用品としては評価されなかった。



図 4.5.11 ローランド EP-10



図 4.5.12 ローランド EP-30

ローランドはこの技術を生かして、スピネットタイプの電子ピアノを次々と発売する。さらに1982年には、ピアノプラス(後にヤマハから商標名の訴訟を受け使用できなくなった)シリーズを発売。卓上や、簡単な金属スタンドに載せて、どんな場所でも弾く手軽さが評価され、楽器店やデパートで販売された。ローランドは電子楽器の専門メーカーだったため、電子ピアノの発売によって得るものはあっても失うものはなかった。しかし、日本楽器製造(ヤマハ)や河合楽器製作所にとっては、電子ピアノがアコースティック・ピアノの販売に影響することを危惧して、当初は電子ピアノの開発には慎重だった。

当時の電子ピアノの謳い文句は、次のようなものだった。

- (1) 調律の手間がいらぬメンテナンスフリー
- (2) 音量調整が可能で、夜間はヘッドホンも使える
- (3) ピアノ以外の音色(チェンバロやオルガン)が出る
- (4) 持ち運びが簡単で設置場所を選ばない
- (5) 価格が安い

聞き方によっては、いずれのメッセージもアコースティック・ピアノを否定するものと捉える事ができる。単価の高いアコースティック・ピアノの販売や調律で、売上や利益を生み出してきたピアノメーカーやピアノ販売店にとっては、非常にショッキングであっ

た。1970年代はピアノ教室の拡大に加え、ピアノは中流以上の家庭を飾るシンボルとして、前代未聞のピアノブームが巻き起こり、ピアノ・ビジネスは多くの利益をもたらしていた。電子ピアノが、アコースティック・ピアノの販売台数を近い将来、逆転することになるとは誰も想像していなかった。さらに日本楽器製造の国内ディーラー網は「ヤマハ特約店」と称する販売と教室に関するエクスクルーシブ契約による盤石なネットワークがあり、また河合楽器製作所にも販売と教室を両輪にした直営店による全国網が存在した。国内の2大楽器メーカーにとってアコースティック・ピアノの販売は最優先課題であった。

しかし電子ピアノの開発には、ローランド、コルグなどの電子楽器メーカー系に加え、コロムビア、テクニクス（松下電器）、カシオなどの家電メーカー系、そして日本楽器製造や河合楽器製作所などのピアノメーカーが次々に参入し、群雄割拠の時代へと進み、やがて淘汰されていくことになるのであった。

4.5.5 電子ピアノのしくみ

ローランドは、タッチセンス付きの電子ピアノEP-30を発売した翌年には、次々と一般家庭向けの電子ピアノを市場投入した。HP-750R【図4.5.13】をはじめとするこのシリーズは、当時販売が好調だったアップライト・ピアノのデザインを基調に、背丈を低くしたスピネットタイプのデザインを採用。「ピアノ」の特徴である減衰音とタッチセンスを装備し、また分周方式のジェネレーターを採用することで、発音数を稼ぐ仕掛けにした。しかし木目の外観で、アコースティック・ピアノをイメージさせる意匠だったが、音的には、「ピアノっぽい電子音」でアコースティックの音には程遠かった。鍵盤もハンマーアクション方式を採用し、アコースティックの鍵盤の感触を模したが、アコースティックならではの感触を再現することは困難だった。また慢性的に品切れを起こすほどのアコースティック・ピアノが売れた時代に、電子ピアノの販売に意欲を持つ楽器店は少なく、電子ピアノが商業的に成功するにはまだまだ多くの改良が必要とされた。

ヤマハは、1976年にCP30【図4.5.14】を発売。品番は前出の打弦式電気ピアノである「CP」の冠を付けながら、タッチセンス付きの純電子発信方式の電子ピアノだった。打弦式のCP80/CP70は多くのアーティストに支持され、ステージやスタジオ録音に使用されたが、打弦方式は調律が必要でメンテナンスに手間が掛かる上に、分解してケースに収納できる仕掛

けになっていたものの、サイズが大きく高価であったことから一般家庭に普及することはなかった。ヤマハは、CPシリーズの下位モデルの品番を採用し、分周方式のジェネレーターを用いた「電子ピアノ」の生産を始めた。



図 4.5.13 ローランド HP-750R



図 4.5.14 ヤマハ CP30

この頃の電子ピアノは、背丈の低いアップライト型デザインでスピーカーを装備したスピネットタイプ、そして電気ピアノのような鍵盤部と鍵盤スタンド部分がセパレートになり、アンプ/スピーカーは外付けが基本のコンボタイプの2種類のスタイルに大別された。前者はホームユースがターゲットであり、後者はステージやスタジオ向きであった。現在の日本では圧倒的にホームユースの需要が多く、北米ではコンボタイプの需要が多いのが特徴である。またホームユースのモデルは、アコースティック同様にダンパー、ソフト（ウナコルダ）、ソステヌートの3本ペダルが主流となっている。しかし初期の電子ピアノにはトレモロやコーラスのコントロールをペダルにアサインしたり、ロータリー効果などが得られるエフェクターを搭載するなど、電気ピアノの機能を搭載して、ポピュラー向けの利用を提案するモデルも多かった。電子ピアノが一般家庭に普及するには、アコースティック・ピアノの代替品としてのニーズを満たすスペックが必

要であった。

4.5.6 電子キーボードの出現

4.4で述べたがヤマハは1959年に電子オルガン「エレクトーン」を販売開始し、独自の音楽教室網を背景にユーザーを拡大していった。1974年頃には、片手で複雑なベースコードの演奏を可能にした自動演奏装置「オートベースコード」を開発し、新機能としてエレクトーンに搭載した。他の電子オルガンメーカーも、オートリズム、オートアルペジオ、オートベースなどの自動伴奏機能を搭載し、電子オルガンの音楽的表現力はさらに高まっていった。両手両足を巧みに使ってアクロバティックに演奏するプレイヤーの姿に憧れ、音楽教室への入門者は増加した。しかし一見、華やかなオルガン演奏は、それ相当の技能が必要とされ、熟練するには長い期間を要する。

エレクトーン用に開発した自動伴奏機能を用いて、簡単に演奏が楽しめ、安くてコンパクトな鍵盤楽器の開発をヤマハは進めた。そして1979年秋のシカゴのNAMMショーで、新たな電子楽器のカテゴリーである「ポータブル・キーボード」を発表する。翌1980

年に3機種同時発売した「ポータサウンド」PS-1/PS-2/PS-3【図4.5.15】は、低価格に加えテーブルの上など演奏する場所を選ばない、軽量コンパクトで電池駆動が可能な電子キーボードとして市場の注目を集めた²³⁾。



図 4.5.15 ヤマハ「ポータサウンド」PS-1/PS-2/PS-3

1981年、ヤマハは当時人気のプロレスラーをCMに起用し「僕にも弾けた」のメッセージで話題になった「PC-100 (マイバンド)」を発売する。標準サイズではなく「ミニ鍵」とよばれる小型の鍵盤を採用し、身長2メートルを超えるプロレスラーの大きな手でも弾けることをテレビCMでアピールした。また一本指の拙くてテンポのままならない演奏にも、自動伴奏が人間に演奏速度を合わせてくれる新しい機能を搭載した。練習なしで直ぐに曲の演奏ができてしまうことから鍵盤楽器の経験のない初心者を中心に人気を集めた。



ヤマハ「マイバンド」PC-100

このモデルには、画期的な新機能である「プレイカードシステム」が内蔵された。それは磁気カードが貼付されたプレイカードを楽器のパネル上にある溝（カードリーダー）に通すと、メロディや伴奏などの音楽データが記憶され、伴奏付きの演奏が手軽に楽しめた。この「プレイカード」の開発のヒントは、銀行のキャッシュカードだったが、その500倍もの記憶量（音楽情報）を可能にするためシステムの開発に4年を費やしたと言われている。

マイバンドは、以下のような機能を備えていた。

- (1) 弾く人の演奏速度に合わせて伴奏（コード、リズム）が追従する
- (2) メロディパートを除去したマイナスイワン演奏ができる
- (3) 押すべき鍵盤をランプが指示する（ガイド機能）
- (4) 完全伴奏のモデル演奏でカラオケやBGMとして楽しめる

このため若者ばかりかそれまで楽器とは縁のなかった男性のミドル層までが購入し、マイバンドは楽器演奏の人口の底辺拡大に貢献した。さらに電子楽器に外部供給できるソフトを一般向けに提供した意義は大きい。（ヤマハ100年史より引用）



図 4.5.16 カシオ計算機 CT-201²⁴⁾

1980年1月、ヤマハを追従するようにカシオ計算機は電子キーボード「カシオトーン CT-201」【図 4.5.16】を発売し電子楽器事業へ参入する。標準鍵盤 49 鍵でスピーカー内蔵。同時発音数 8 音、29 種類の楽器音を再生でき、メモリー機能付きでシンプルな操作性を実現しながら 97,000 円という低価格で市場に登場した。発売時のキャッチコピーで、「電子オルガンでもシンセサイザーでもない、第三の電子楽器」とうたった。音源部には、Consonant Vowel synthesis (子音-母音方式) という方式を採用。音の立ち上がり部分と持続部分をそれぞれ分けてデジタル化する手法を開発し、楽器の音色が持つスペクトルができるまでの複雑な変化を電子回路で再現すると共に、ポリフォニックで演奏できる電子キーボードとして発売した。ピアノやオルガン、ギターなどの自然楽器音のリアルさなどで人気を集めた。電卓のメーカーであるカシオ計算機が突如として電子キーボードをデビューさせ、同年に 3 モデルを立て続けに発売し、楽器専門メーカーは脅威に感じる事となった。

バラエティに溢れた音色に加え、自動伴奏機能を操作して直ぐに音楽を演奏出来てしまう電子キーボードは、瞬く間に市場を拡大していった。これらの電子キーボードが登場した背景には、LSI の開発が大きく関わっている。LSI 技術は小さな筐体に複雑な回路を取めることができ、さらに電池駆動による作動を可能にした。ヤマハは楽器店を中心に、カシオ計算機は電卓や時計で上げた電気店ルートを中心に店頭でのデモ演奏による販売競争が繰り広げられた。両社はデパートの玩具売り場やスーパーにまで販路を拡げ、さらに競争による低価格化が進み、需要は拡大した。

4.5.7 電子ピアノの普及

ローランドは、1982年にそれまでのスピネットタイプの電子ピアノのデザインを一新したピアノプラス・シリーズを発売する。ヤマハとカシオ計算機による電子キーボードの低価格が進む中、敢えて「電子ピアノ」をアピールし、1人で持ち運べるポータ

ブル対応でありながら、鍵盤数の多い 75 鍵の HP-70 と 61 鍵の HP-60 【図 4.5.17】の 2 機種に加え、簡単な自動伴奏装置を搭載した EP-11 を発売した。鍵盤本体を両端で支えるスタンドに設置して演奏されても、75 鍵の長さが弛まないようにキャビネットを強化した。ポータブルといえど 138,000 円という電子ピアノの価格は、当時のヤマハやカシオ計算機の電子キーボードに比べて遥かに高い価格設定だったが、自動伴奏を必要としない人を対象にレッスン用としてアピールしたことが奏功する。このようにして、電子ピアノがようやく市場で注目を集め始めた頃、ローランドは再びスピネット・タイプの HP-400 (236,000 円/88 鍵) 【図 4.5.18】と HP-300 (198,000 円/76 鍵) を 1983 年に発売する。新しい楽器のためのデジタルインターフェースとしては発表されたばかりの MIDI 端子をホーム向けの電子ピアノに搭載し、オプションの自動伴奏装置と、MIDI によるレコーダーを同時に発表して、先進性をアピールした。デザインもそれまでのアップライト・ピアノを意識した箱型のデザインをやめ、鍵盤部分とスタンド部分が別になるキャビネットスタイルを採用した。現在電子ピアノで主流となっているキャビネット構造であり、デザインの分野でも革新的なモデルとして注目を集めた。こうして電子ピアノは、ポータビリティや手軽さ、電子楽器ならではの楽しみ方を提案しながら、新たな市場形成を始めた。

1983年4月には、ヤマハも電子ピアノを発売する。オルガンには「エレクトーン」という商標を付けたが、電子ピアノには、「クラビノーバ」という名称を付けてラインナップを進めた。アコースティック・ピアノの老舗らしく、グランドピアノの音とタッチを売りに発売した初代機 YP-30 【図 4.5.19】は、ヤマハ独自の FM 音源や鍵盤機構を搭載。さらに、コンサートホールやライブハウスで演奏する迫力や奥行き感を演出する「ステレオシンフォニック効果」で特徴づけた。同時発音数 16 音で鍵盤数は 76 鍵、専用スタンドとセットで重量は 28kg、当時の標準小売価格は 185,000 円。88 鍵の YP-40、専用スタンド無しの 76 鍵モデルの YP-20、同 61 鍵モデルの YP-10 を順次発売し、ヤマハ特約店に展示を拡げていった。



図 4.5.17 Roland HP-70/HP-60



図 4.5.18 Roland HP-400



図 4.5.19 YAMAHA YP-30

4.5.8 電子ピアノのデジタル化

分周方式のジェネレーターが主流だったアナログ方式の時代から、ついに電子ピアノもデジタル化が進む。最も革新的な電子ピアノとして登場したのが、1986年に発売されたローランドのRD-1000【図4.5.20】だった。SA (Structured Adaptive) 音源を搭載したコンボタイプのこのピアノは電子ピアノに対する世界の評価を大きく変えた。アコースティック・ピアノの複雑なサウンドを様々な音素片としてサンプリングし、打鍵時に音素片が最適化された状態で発音する、この最先端のデジタル技術を搭載したピアノは、イギリス出身で世界的なアーティストであったエルトン・ジョンがワールドツアーで使用し、瞬く間に

世界で注目されることになる。さらに翌1987年には、このSA方式の音源を搭載したホームユース向けのスピネットタイプ・モデルをリリースさせた。



図 4.5.20 ローランド RD-1000



図 4.5.21 ヤマハ CLP-50

1986年、ヤマハはそれまでクラビノーバ・シリーズに採用してきたFM音源をPCM方式であるAWM音源に一新する。当時最先端のサンプリング技術を駆使し、グランドピアノの音を再現するため、楽器そのものの音をデジタル録音し、独自の技術で音楽的処理を加えたデータを音源とする「AWM音源 (Advanced Wave Memory) サンプリング」方式をCLP-50【図4.5.21】に採用した。他にもテクニクス (松下電気)、カシオ、コロムビア、河合楽器製作所、コルグ (京王技研工業) などのメーカーが電子ピアノ市場に参入し、電子ピアノのマーケットはにわかに活気づく。電子ピアノは、「デジタルピアノ」と呼ばれるようになるとともに、急速に一般家庭に普及を始めた。そしてついに1991年には、減少を始めたアップライトとグランドピアノの年間合計販売台数を電子ピアノが上回るようになった。

4.5.9 電子ピアノの鍵盤

初期の電子ピアノでは、ピアノらしい減衰音を再現するために、アナログ・シンセサイザーで使用されるエンベロープを利用した。打鍵して音が立ち上がってから減

衰を開始し、音が消滅するまでの時間やカーブはコントロールされ、ピアノらしさを再現することは出来たが、鍵盤タッチによって音の強弱や抑揚を表現するには機構的な開発を進める必要があった。まず鍵盤を押す強さを電子回路に伝えるための方法が考えられたが、初期の電子ピアノでは下記の3通りが挙げられる。

- (1) 感圧素子を用いて、ハンマーの接触の強さを感知回路に伝える
- (2) マグネットを利用した電磁方式で鍵盤の速さを検出して回路に伝える
- (3) 鍵盤の動く時間差を2つの接点の時間差を検出して回路に伝える

(1) の場合、ハンマーが叩く圧電素子の強さに応じてパルス電圧を得て、ピーク値に応じてエンベロープ用コンデンサーを充電させる。この方式の良い点は、強さと電圧の関係が非常にリニアであることだが、発生する電圧の上限設定が出来ないために、強さによってはとんでもない電圧のパルスが発生してしまうことが欠点であった。(2) の電磁方式の場合は、鍵盤の先端にマグネットを取り付け、コイルに近づく速さを検出するが、コストが高かつことが短所であった。最もポピュラーになったのは(3) の方式で、トランスファースイッチがブレーク接点を離れて、メーク接点に達するまでの時間を検出する「時間差方式」であった。鍵盤がある深さから、別のある深さまで移動する時間中に、いくらか放電したセンス用コンデンサーの残存電圧を検出して、その値に応じてスタートするエンベロープを得る方法だった。この方式は、回路や機構部分が簡単でコストがかからない点も評価され主流となった。

アコースティック・ピアノの場合、鍵盤を叩く強さによって、弦は複雑に振動し、実際には他のピアノ線や響板、ピアノの胴体を振動させる。さらに他の鍵盤を叩いたり和音を弾いた際には、不規則な共鳴や振動を起す。電子回路と機構によって、時間差の検出とエンベロープの動きを変えるだけでは、ダイナミックかつ繊細なピアノの音を再現することは出来ない。サンプリング技術の採用で、電子ピアノの再生音はアコースティックのサウンドに近づいたが、各メーカーはさらに音響的なピアノ音のシミュレーションに注力した。

<鍵盤タッチ>

人間と電子回路のユーザーインターフェースとなる鍵盤は、電子楽器の進化にとって非常に重要な要素で

ある。電子ピアノの鍵盤の改良は、アコースティック・ピアノのタッチ感覚を機構的に再現することを目標としてきた。特に日本では、電子ピアノがアコースティック・ピアノの代用品として、練習用に使用されるというニーズが根強い。このため、日本メーカーの電子ピアノの鍵盤タッチは高度な設計がなされており、高い再現性を実現している。

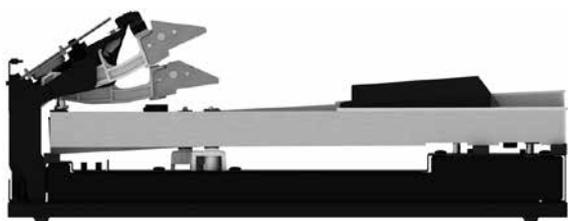
電子ピアノはアコースティックの代用品にはなり得ないという意見も根強いが、ピアノ教室ではアコースティックでピアノ演奏を学び、自宅では電子ピアノで練習する人口は圧倒的である。またアコースティック・ピアノのアクション部に消音装置を装着し、機械的に電子音を代理発音させてヘッドホンで聞いて練習するという選択肢がある。アップライトの場合、消音装置を装着したピアノの人気は高く、中古ピアノの場合は装着済みのモデルが良く売れているというのが現状である。

<アクション機構>

ピアノ・アクションは、ピアノサウンドの特徴である長い減衰音をつくり出す仕掛けである。アクション機構そのものが、ピアノ鍵盤のタッチ感覚を独特のものにしている。ピアノの鍵盤は早く叩くと強い音(フォルテッシモ)が出て、ゆっくり叩くと音は弱く(ピアノッシモ)発音される。さらにゆっくりと鍵盤を下ろした場合は、アクションが開放されてハンマーは弦を叩かずに全く音は出ない。このハンマーを機械的に開放することは「エスケープメント」あるいは「レットオフ」と呼ばれており、弦を叩いたハンマーを弦から離す動作を言う。ハンマーが弦から離れることで、弦は振動を続け、鍵盤を押した状態を保持している間は音と響きが持続する。このエスケープメントするポイントに到達しハンマーが開放される瞬間に、鍵盤に微妙な抵抗感があり、さらに鍵盤を押している間、ハンマーが開放された直後から鍵盤が軽くなる。またさらに鍵盤から指を離すと、ダンパーと呼ばれる部品が弦を押さえて音はミュートとされる。これがアクションと呼ばれる打鍵時の一連の動作である。

また初期のピアノは、鍵盤を押すとハンマーが上がって弦を打ち、一番下に下がってから次の打鍵に備えるのが普通だった。セバスチャン・エラール(1752-1831)によってレペティション機構(ダブルエスケープメント)が発明され、ハンマーが下まで完全に下がらなくても次の打鍵の準備ができるようになった。これにより指を鍵盤から完全にリリースしなくても、次の打鍵が出来るようになった。このため、グラ

ンドピアノでは「トリル」と呼ばれる連打の演奏が可能となる。最近の電子ピアノは、ハンマーアクションが感じられるように、擬似的なハンマーを全ての鍵盤に装着することで、物理的モーメントを再現して、アコースティック・ピアノを弾いているような感覚を生み出している。さらにリアルな感覚を作るために、エスケープメントの独特の抵抗感までシミュレーションしている。最近では比較的低価格のモデルでも、このエスケープメントの動作を再現しており、アコースティックに近い感触が得られるようになっている。またグランドピアノならではのトリル演奏も可能となっている。



上位機種に採用されるグランドピアノと同じ構造をもつシーソー式木製鍵盤。ハンマーを跳ね上げるシーソー式の構造、デジタルピアノ最長クラスの支点距離、鍵盤をゆっくりと押さえた時に感じるクリック感などが特長。

図 4.5.22 河合楽器製作所の電子ピアノの鍵盤
(2018年モデルに搭載)



奥行きが短いコンパクトな電子ピアノにも搭載可能なエスケープメント機能付きの鍵盤。鍵盤の下にハンマーが見える。また鍵盤表面は象牙調で、鍵盤を押さえた際に側面が木製に見えるような意匠が施されている。

図 4.5.23 ローランドの電子ピアノ用鍵盤
(2018年モデルに搭載)

現代の電子ピアノは音だけでなく、鍵盤もアコースティックな感覚を再現できるようになったが、ユーザー・ニーズの多様化により、様々なデザインが求められるようになった。時代を通じてスピネットタイプが主流ではあるが、背が低く奥行きが短いコンパクトなタイプや、逆にグランドピアノの大型のデザインを採用したモデルなどバリエーションは豊富である。特にコンパクトなモデルの場合、奥行きが僅か 30cm 程度の筐体に、短い鍵盤を使用しながらも、鍵盤の上下のストロークや鍵盤を支える支点の位置によって、グランドピアノで使用されるような長い鍵盤を弾いている

ような指の感触が得られるような機構設計がなされている。【図 4.5.22】、【図 4.5.23】に電子ピアノの鍵盤の機構例を示す。

4.5.10 電子ピアノのバリエーション

電子ピアノは、デザインやその用途により様々なスタイルがある。日本で普及しているホームタイプのもので、用途や設置環境に合わせたサイズや仕様で選択ができる。日本では練習用として、洋室や和室にもマッチングの良い木目基調のデザインのスピネットタイプが主流だが、ワンルームなどのプライベートな環境に適したコンパクトタイプ、そして外観はアコースティックのデザインを施し、鏡面仕上げ塗装や、大屋根の付いたグランドタイプも販売されている【図 4.5.24、4.5.26、4.5.27】。また主にポピュラー向けにステージやスタジオ向けの仕様を備えたコンボ・スタイルのデジタルピアノも販売されている【図 4.5.25】。北米などでは、コンボタイプの販売量が多数を占めており、国によるユーザー・ニーズの違いが鮮明である。



図 4.5.24 家具メーカーのカリモク社と共同開発されたローランドの“きよら”



図 4.5.25 北米やステージのミュージシャンに需要の多いコンボタイプ (写真はローランド RD-2000)

ど、エンターテイメント機能を備えたモデルは、多くのメーカーがそれぞれ特長や使い方を提案している。自動伴奏機能を装備したモデルは、電子オルガンの様に両手足を駆使するような演奏技能は必要としない。むしろシンプルな和音伴奏で良ければ、左手は一本の指でリズム付きのコードで伴奏してくれる機能が装備されており、1人でアンサンブル的なパフォーマンスが出来ることから、安定的な需要がある【図 4.5.28、4.5.29】。また大型の液晶パネルを装備して、楽譜データをダウンロードして使えるモデルや、USBを利用してPCや外部機器との接続で作曲やデジタルならではの利用の仕方を提案するモデルなどがある。もっともデジタルの機能を活かした電子ピアノといえるカテゴリーである【図 4.5.30】。



図 4.5.28 自動伴奏や多彩な機能を備えた定番モデル
ヤマハのCVPシリーズ



図 4.5.29 コンパクトながら多種多様なエンター
テイメント機能を装備したKORG HAVIAN 30



図 4.5.30 大型液晶パネルを譜面立て部分に
インストールして譜面出力可能なローランド HP-i シリーズ

近年においては、アコースティック・ピアノのアクション【図 4.5.31、4.5.32】を原型に近い形で装備し、実際の発音にはサンプリング音源を利用する「ハイブリッド・ピアノ」【図 4.5.33】も発売されている。



図 4.5.31 ヤマハ N3X に採用されているアクション



図 4.5.32 カワイ NV10 に搭載の
アクション部分のカットサンプル



(左ヤマハ N3X 右はカワイ NV10)

図 4.5.33 ハイブリッドピアノ

4.6 その他の電子楽器

電子的に様々な音を合成するための道具としてシンセサイザーが発明され進化してきた。シンセサイザーは必ずしも鍵盤でなくとも、何らかの動作を電気信号に変えて音源に送り込めば演奏することが出来る。そして電子ドラム、ウインド・シンセサイザー、ギター・シンセサイザーなど、鍵盤以外の機構によるトリガーで発音する電子楽器が数多く生まれた。これらの電子楽器は音源部もさることながら、ユーザー・インターフェイスの開発に重点が置かれてきた。演奏者が吹いたり、弾いたり、叩いたりする際の微妙な表現力や、発音するまでのレイテンシーの改善により、これらの電子楽器の存在価値を高めていったと言える。

また電子楽器には、シンセサイザーなどの音源を持つ電子楽器を外部からコントローするシーケンサーや、マスターキーボードと言った外部機器も重要な役割を果たしている。MIDI規格が提唱されてからは、デジタル信号により電子楽器を演奏させることが出来るようになり、音楽制作の方法は大きく変化することになった。

4.6.1 ギター・シンセサイザー

1977年に、ローランドは世界初のギター・シンセサイザーを発表した。ギター・シンセサイザー音源「GR-500」【図4.6.1】と、ギター・コントローラーの「GS-500」で構成されていた。音源部はモノフォニックで、和音による演奏はできなかった。ギターは本来コードを演奏できる楽器だが、6本の弦の音を全て発音させるには6音ポリフォニックのシンセサイザー音源が必要となる。ローランドは、さらに1980年にポリフォニック対応のギター・シンセサイザー専用音源「GR-300」を発売。エレキギターのピックアップ部に「ディバイデッド・ピックアップ」を装着したギター・コントローラーを同時に発売した。このディバイデッド・ピックアップは6本の弦振動をそれぞれ別個に拾い出し、各々の波長と振幅を計測し、ピッチを音源に送って発音させることが出来た。弦振動から音階を正確に判別するには、少なくとも1波以上の波形を測定する必要がある。低い音ほど波長が長いので、弦が弾かれて音源が発音するまでの時間差は大きくなる。

ギター・シンセサイザーの場合、弦を弾いて発音するまでの時間差（レイテンシー）が問題となる。当時発売されたギター・コントローラー本体には、シンセ

サイザーに接続するための24ピンの専用端子と、一般のエレキギターと同様にモノラルのアウトプット・ジャックが装備されていた。ギター・シンセサイザーを弾く多くのギタリストは、オーディオ出力をアンプに繋ぎ、アタック音はこのオーディオ出力で発音させ、シンセサイザーの立ち上がりの遅れを補っていた。アメリカの著名ギタリスト、Pat Metheny (1954-)のギター・シンセサイザーの音色が、インドの民族楽器であるシタールに似たような音に聞こえるのは、ギターの弦のアタック時の音を強調させ、ディケイ部分の音にシンセサイザーの音色を使っているためである。



図 4.6.1 ローランド GR-500/GS500

鍵盤を持つ電子楽器の場合、打鍵されると音階は正確に発音される。鍵盤であれば、打鍵してから発音するまでのレイテンシーは少なく済む。ギターの場合だと、弦振動によるピッチ検出する時間が、大きなレイテンシーを発生させる。1986年にイギリスで発表された「SynthAxe」【図4.6.2】は、指で押さえる弦とピッキングする弦の2種類を装備したギター・シンセサイザーだった。ギターのフレットに電極を使用し、金属の弦がフレットに接触することで音階を認識するネック部分に張られた弦と、ピッキングによるトリガー信号を発生させる弦が、それぞれ6本ずつ別に装備されていた。ピッキングした時に押されているフレットの音が発生するため、演奏には正確さを要するが、弦振動の検出を行わない分、レイテンシーは少なくなる。この全く新しい考え方のギター・コントローラーを持ったシステムは、発売時の価格が10,000ポンドと高価であったため、著名なプロのギタリストの使用に留まり普及することはなかった。



図 4.6.2 SynthAxe²⁶⁾

1987年にカシオ計算機の発売したデジタル・ギター「DG-10」【図 4.6.3】は、指板に内蔵されたタッチセンサーが指で押さえた場所を検出して音源を決定し、弦を弾くと別のセンサーが振動を検知して発音する仕組みを採用していた。演奏方式は、SynthAxeと同じ考え方であったが、価格は49,800円で、しかもギター系の音色以外にもトランペットや三味線など12音色を備えていた。またスピーカーも内蔵しており、12種類のリズムパターンを再生しながら演奏することが出来た。また弦は硬いナイロン製の弦を使用しており、6弦ともに同じ太さのものが使用されていた。



図 4.6.3 カシオ計算機 DG-10²⁴⁾

ローランドは、その後もベース用のギター・シンセサイザーを発売するなど精力的に開発を続け、斬新なデザインのギター・コントローラー「G-707」【図 4.6.4】と専用のフロア型シンセサイザー「GR-700」【図 4.6.5】を1986年に発売する。このG-707にはギターのボディ部分とネックを繋ぐスタビライザーが装備されたが、ギター固有の「有害な寄生振動を完全に抑え、指板上のデッドポイントを解消」と取扱説明書に記載されていた。ネックはメイプル、ボディはアルダー、スタビライザーには新開発の軽量硬質の樹脂を

使用。トレモロユニットには、ボールベアリングとローラーブリッジを採用し、正確なピッチを必要とするギター・シンセサイザーに、安定性のあるパーツを採用していた。ディバイデッド・ピックアップ以外にも、2個のハンバックタイプピックアップを装備して、単にエレキギターとしても高い性能を有していた。しかしエレキギターは、GibsonやFenderなどのトラディショナルなモデルが一般のギタリストには好まれ、シンセサイザーを演奏するためにギターを持ち替えたくないというギタリストが多かった。1988年には、市販のギターに取り付けられるディバイデッド・ピックアップ「GK-2」【図 4.6.6】を発売し、様々なエレキギターでシンセサイザーをコントロールできるようになった。



図 4.6.4 G-707



図 4.6.5 ローランド GR-700



図 4.6.6 ディバイデッド・ピックアップ (ローランド GK-2 取り付け例)



図 4.6.7 ヤマハ ギターコントローラー G10 / G10C

ヤマハは、ギター・コントローラー「G10」「G10C」【図 4.6.7】を発売し、未来的な形を採用して注目を集めた。このモデルも、同じ太さのスティール弦（エレキギターの第3弦相当）が6本張っており、500kHzの高周波振動を利用して音程を検出するという方式を採用していた。理論的には画期的な技術が活用されていたが、6本の弦が全て同じスティール弦であることへの違和感や、自分のギターで演奏したいというギタリストの心理から多くには受け入れられなかった。後継機種「G50」ではローランドと同様、市販のギターに取り付けられるピックアップとコンバーター方式を採用することになる。2015年にはローランドは、専用ピックアップを必要とせず、オーディオ・ケーブルの接続のみで使用可能なSY-300をギターイクイップメント・ブランドのBOSSから発売した。PCM音源ではなく、3系統のオシレーターと4系統のエフェクトを搭載しており、通常のギター信号をフィルターやアンプ、LFOでエディットが可能なポリフォニック・シンセサイザーを内蔵している。レイテンシーが全くなく、従来のギター・シンセサイザーでは得られなかったギターの細かい演奏表現が可能なストレスのない演奏が可能となった。

4.6.2 ウインド・シンセサイザー

電子の管楽器への取り組みは1970年頃から始まった。1970年代に米国で開発されたLyriconは、アナログ・シンセサイザーを用いた電子管楽器である。鍵盤では表現できない、管楽器ならではの息遣いによる繊細な演奏表現を可能にした。Lyriconはリードを持つソプラノサックスの形に似た管楽器だった。クラリネットのように、リードの振動で音が発せられるのではなく、演奏者の唇の圧力を伝えるリップセンサーと、息の圧力を検知するブレスセンサーが付いていた。キーも一般的な管楽器の様に穴を開閉するのではなく、電子的なスイッチが搭載されていた。管の先端部分からケーブルでシンセサイザーに接続され、これらのリップセンサー／ブレスセンサー／キーのコント

ロール情報により、アナログ・シンセサイザーによるアーティキュレーション演奏を可能にした。しかし高額で故障も多かったこともあって普及しないまま、製造メーカーであるComputone社は倒産した。後にヤマハがリップセンサーなどの特許を買い取り、1987年にMIDI規格に対応した「WX7」【図 4.6.8】を開発した。サックスとほぼ同じ感覚で吹けるようにキーは押し下げる方式を採用、DX7を代表とするFM音源のXシリーズの音源モジュールTX81Zなどの外部音源に接続するMIDIコントローラーとして発売された。約7オクターブの移調が可能で、ブレスコントロール、ボリューム、アフタータッチに対応していた。発売当時の価格は93,000円だった。



図 4.6.8 ヤマハ WX7 (3方向から)

米国のトランペット奏者であり、電子工学を学んだNyle Steinerは自作の金管楽器型の管体から信号を送り出して、シンセサイザーをコントロールできる楽器「Steiner Horn」を発明した。キー全体をタッチセンサー化させ、独自のリップセンサーを採用するなどの工夫がされていた。これがプロ・ミュージシャンの間に拡がり、特に木管型の管体がサックス奏者に好まれ、Michael Brecker (1949 - 2007) が「Steps Ahead」というフュージョン・バンドで使用して一躍話題となった。しかし完全受注生産の上、制作に時間が掛かり高価だったことから、日本の赤井電機にライセンス生産を持ちかける。当時サンプラーSシリーズをヒットさせた赤井電機が発表したのが、EWI (Electronic WoodWind Instrument) である【図 4.6.9】。1987年に、EWI1000と専用シンセサイザーEWV2000を発売。同時にトランペットと3つのバルブを備えたコントローラーElectronic Valve Instrument EVI1000も発売した。両コントローラーともに音源部としてEWV2000に接続して発音させたが、後継モデルでは音源と一体化されていく。



図 4.6.9 アカイプロフェッショナルのEWIシリーズ

1987年に「デジタルギター」の名称で他のメーカーとは異なるユニークな電子楽器を開発したカシオ計算機は、1988年に「デジタルホーン DH-100」【図 4.6.10】を発売する。指使いはリコーダーと同じで、息を吹き込まず指でキーを押さえれば音を出すことも可能だった。サクソスやフルート、シンセリードなど6音色を備えながら33,000円という低価格で、サクソスを小型化したような意匠でベルの部分にスピーカーを付けたデザインも受けてヒット商品となる。



図 4.6.10 カシオ DH-100
(櫻尾俊雄発明記念館)

2004年には、ヤマハがトランペットの形をした「イージートランペット」を発売。このジャンルの製品開発をしてこなかったローランドは、2017年に「Aerophone AE-10」【図 4.6.11】2018年にはローコストモデル「AE-05」を発売して注目を浴びた。



図 4.6.11 ローランド AE-5/AE-10

4.6.3 その他の電子楽器

＜シーケンサー＞

MIDI規格の制定により、メーカーを超えた音楽データのやり取りが可能になったが、特に音楽制作の発展に与えたMIDIの貢献は大きい。DTMの世界では、PCの画面上でグラフィカルに作成された音楽データが音源に送られ、手元に全く楽器が無くとも、バンドや壮大なオーケストレーションまで演奏することが出来る。PCが普及する前に、電子楽器を電気信号によってコントロールするための機器として、シーケンサーの存在があった。

シーケンサーは、Buchla 100など初期のモジュール型アナログ・シンセサイザーに既に搭載されたが、アナログの時代のシーケンサーはステップ状の電圧発生器だった。シンセサイザーのパネル上に並んだ複数のボリュームによって、VCOに送るCVを予め設定しておき、必要なステップ数を任意のリズムで走査することで、ボリュームで設定した電圧(CV)と発音タイミングの信号(GATE)を出力させることで、シーケンス・パターンを再生させるというシンプルな仕組みであった。当時のステップ数は、8個から16個程度であり音楽を再生するには不十分であった。

実用的なシーケンサーが登場したのは、1970年代になってからであり、そのファーストモデルと言えるのが、1977年にローランドが発売した「マイクロコンポザー MC-8」【図 4.6.12】である。当時の最新のマイコン制御によるこのシーケンサーは当時の価格で120万円という高価格であったが、国内では富田勲やYMO (Yellow Magic Orchestra)の準メンバーとして活動した松武秀樹などのアーティストによって使用された。MC-8は、5,400音という当時としては大記憶容量、8系統のCV/GATE出力を持ち、最大8パートの独立した演奏や、データレコーダによるバックアップが可能など、画期的なスペックを備えていた。

その後1983年のMIDI規格制定により、楽器メーカーのデータはMIDIに統一される。MC-8出現からたった6年で音楽データは完全にデジタル化され、そして現在もMIDIを基本としたデータによって最新の電子楽器が制御されていることは特筆するに値する。



図 4.6.12 ローランド MC-8

< MIDI キーボード >

一般的に音源を搭載しない MIDI 出力を装備したキーボードは「マスター・キーボード」や、「MIDI キーボード」という名で呼ばれ普及している。特に DTM ユーザーが、全て数字でデータを打ち込んだり、画面上に音符を貼り付けていく作業は時間を要するが、MIDI 出力のあるキーボード【図 4.6.13】があれば、演奏できなくとも、音色のチェックや簡単なフレーズ・シーケンスの際に役に立つ。またプロのアーティストにとっても、複数の音源をステージやスタジオで駆使する必要がある場合なども、マスターとなる MIDI キーボードがあればセッティングや移動が楽になる。低価格のものからプロ仕様のもので多くのモデルが存在するが、ユーザーがコントロールしたいパラメータのつまみやフェーダーが効率よく配置されているかが重要となる。



図 4.6.13 Bluetooth 接続可能な KORG microAIR Key

前出のデジタル・ドラムのパッドや、ギター・シンセサイザー用のコントローラー、あるいは専用音源が独立タイプのウインド・シンセサイザーのコントローラーも、このマスター・キーボードと同じ役割を果たしている。それぞれの演奏者が必要とするユーザー・インターフェイスを装備したコントローラーと言うことが出来る。PC の内部に音源が搭載されたり、多くのプラグイン・ソフトウェアが充実しつつある現在において、このようなユーザー・インターフェイス機器が電子楽器としてこれからも改良が加えられ、進化していくことと予想される。

参考・引用文献

1) “The ‘Rhythmicon’ Henry Cowell & Leon

Termen. USA, 1930” 120 Years of Electronic Music

- 2) “The Wurlitzer ‘Side Man’ Rudolph Wurlitzer Company, USA, 1959” 120 Years of Electronic Music
- 3) 梯郁太郎 電子楽器入門講座
- 4) 監修 コルグ社史編纂委員会 編著 田中智晃 コルグ五十五年の歩み - NEW. MUSIC. ALWAYS. とともに- 株式会社コルグ
- 5) 梯郁太郎：サンプルのない時代 音楽之友社
- 6) Linn LM-1 (From Wikipedia, the free encyclopedia)
- 7) シンセサイザーと電子楽器のすべて (無線と実験別冊 1980 年) 誠文堂新光社
- 8) Simmons (electronic drum company) (From Wikipedia, the free encyclopedia)
- 9) “‘Moog Synthesizers’ Robert Moog. USA, 1964” 120 Years of Electronic Music
- 10) 「エレクトーン GX-1 誕生」ヤマハ 100 年史 ヤマハ株式会社
- 11) 「KORG の歴史」ビンテージ・シンセサイザリットーミュージック
- 12) 赤井 励 オルガンの文化史 青弓社
- 13) 「歴史はこわれたオルガンから始まった」ヤマハ 100 年史 ヤマハ株式会社
- 14) Kazenokoto リードオルガンの構造を知ろう
- 15) 檜山 陸郎 楽器産業 音楽之友社
- 16) 経済産業省 生産動態統計調査より
- 17) Harpsichord jack action (Wikimedia Commons)
- 18) Philip Wilkinson (原著), 大江 聡子 (翻訳) 図説楽器の歴史 原書房
- 19) The “Lépante” clavichord. Musée de la Musique - Paris (Wikimedia Commons)
- 20) Piano forte by Bartolomeo Cristofori manufactured in 1722, Museo Nazionale degli Strumenti Musicali di Roma (Wikimedia Commons)
- 21) Neo-Bechstein (From Wikipedia, the free encyclopedia)
- 22) Instrumental Instruments:Fender Rhodes (red bull music academy)
- 23) 「誰もが弾ける楽器を」ヤマハ 100 年史 ヤマハ株式会社
- 24) 樫尾俊雄発明記念館 所蔵
- 25) 「グランドピアノとアップライトピアノの違い」株式会社河合楽器製作所 HP
- 26) SynthAxe (From Wikipedia, the free encyclopedia)

5 | あとがき

電子楽器は、1920年のテルミンの発表から数えて100年を迎えた。本稿では電子楽器の歴史は電気の普及を追い続けてきた歴史であることを述べてきたが、この100年の電子楽器の歴史の中で、最も大きな技術革新はMIDIの登場と言える。音楽のコミュニケーション・ツールとして五線譜は世界的に最も普及した共通フォーマットだが、MIDIはまさにデジタル時代の共通フォーマットである。1983年にMIDI規格が提唱され、電子楽器のデジタル化が一気に進んだ。FM音源の登場で、アナログのシンセサイザーがデジタルに置き換わったのも同時期であった。やがてシンセサイザーはソフトウェア化し、いまやPCだけで高度な音楽制作が可能になった。本稿の執筆をしながら、電子楽器の進化の軸の傍で人生を歩んできたことに改めて気付いた。電子楽器の進化の過程で、技術者と音楽家の大きな役割を述べてきたが、当報告書の最後にマーケティングという立場で関わってきた電子楽器の変遷に触れておきたい。

ソフトバンクはいまや通信事業会社として知られているが、設立当初は日本ソフトバンクという名称で、PC用のパッケージソフトの流通事業やPC専門誌を出版していた。1980年台後半、PCは低価格化が進み、個人需要に浸透し始めた時期でもあった。日本ソフトバンクに出資していた関西の大手家電量販店がDTM製品をホビー層に積極的に推し進めたことが火付け役となり、DTM製品は楽器店ではなくPC流通によって一気に全国に広がった。机の上で、音符をPCの画面上で貼り付けて音楽を再生できるDTM (Desk Top Music) は、楽器の演奏が不得手で、読譜が難しい多くの人に「作曲」する門戸を開いた。「音楽制作が直ぐ始められる」ためのツールが一式バンドリングされて10万円以下という価格も、音楽とは縁が薄かった多くの人の購入動機となった。DTMマーケットには多くの企業が参入した。第4章でDTMの音源リストを示したが、これはほんの一部であり、当時の参入メーカーの期待の大きさが理解できる。

当時のPCは、本体に装備されたバスに様々なPCカードを差し込んで、PCの機能を拡張することができた。初期のDTM製品にはMIDIデータをやり取りできるインターフェース・カードがバンドリングされており、それを介してPCと電子楽器をMIDIケーブル1本で容易に接続することができた。言い換えれば

MIDIによって、ユーザーはPCに繋ぐ電子楽器について多くの選択肢を得られることとなった。

一方で、クリエイティブテクノロジー社が販売したサウンドブラスターは、PCカードそのものに音源が搭載されており、MIDI機器を接続する必要はなかった。海外においてはPCゲーム・ソフトのBGMや効果音などを再生するにはサウンドブラスターで十分だとするユーザーが多く、1990年頃にはオーディオデバイスのデファクトスタンダードとされた。しかし日本市場だけがMIDI接続によるDTM製品が大きく普及した背景には、NECのPC-9800というDOSV機が席卷していて、サウンドブラスターとの互換がなかったという特殊事情があった。

そんな折に、北米とヨーロッパでのDTM製品の普及の命を受け現地に赴いたが、既にPC/AT互換機が普及していた欧米ではサウンドブラスターが圧倒的で、DTMバンドリング製品はさっぱり売れなかった。北米全土に当時200以上の店舗を持つCompUSAを見て回ったが、楽器についてはMIDIを搭載しない低価格のホームキーボードが並んでいる程度だった。店員に話しかけてもDTMは和製英語で通じないし、「Computer Music」に関心を示す顧客など居ない」と言われる有様だった。西海岸沿いのカナダとの国境のBlaineという小さな町にあるポストオフィスの2階を借りて、DTMに特化した全米向けの通販会社を始めたが上手く行かなかった。サンフランシスコのコンピュータ・ミュージック専門商社を買収して現地に乗っ込んだが、全米各地を回るセールスレップがPCショップから受ける注文はサウンドブラスターがほとんどであることが直ぐに分かった。

欧米ではDTM市場は育たないのかもしれないと思った時、楽器トレードショーで出会ったOpcode社のDave Oppenheimも、Steinberg社のKarl Steinbergも、CakewalkのGreg Hendershottも、にこやかな表情だったが彼らの作った音楽制作ソフトウェアには相当な自信を持っているのが伝わってきた。後にDAW (Digital Audio Workstation) と呼ばれるようになるが、当時のソフトウェアは既に高度な機能を有してMIDIをコントロールできたし、ソフト上でオーディオ・データも扱えるようになるまでに時間はかからなかった。

Microsoft社を訪ねたのは、音源フォーマットのライセンス契約の確認が目的だった。シアトル・タコマ

空港から車に乗り換えて小一時間もしないうちに運転手にあとどれくらいかを尋ねたら、5分前から既にMicrosoftの敷地内を走っていると驚いた。日本がまだまだハードウェアに拘っていた時期に、北米ではソフトウェアの会社が次々に上場を果たしていたし、ユニークな音楽ソフトが開発され販売されていた。世界の電子楽器産業における日本の役割に変化が見え始めたのもこの頃だった。

いま音楽制作は、PCのソフト上で完結できる時代となった。その一方でヴィンテージと呼ばれ、時代を作ってきた電子楽器が当時の数倍もする価格で売り買いされ、さらに最近ではアナログ・シンセサイザーのサウンドが再び評価され、多くのメーカーが新たに開発・販売を始めた。いまやデジタルによるリアルな音楽がアコースティック楽器と聞き分けられなくなってきたが、過去に存在したサウンドを見直し、新しい音楽を作ろうという動きと言える。

電子オルガンの発展経緯や電子ピアノの普及など、日本の電子楽器の歴史は独特でありその開発力は世界をリードしてきたことに間違いない。しかし楽器の楽しみ方を難しくすれば楽器は普及しなくなる。DTMによって音楽制作のハードルが下がり電子楽器の需要が膨らんだときのように、操作が簡単で音のコントロールがしやすい電子楽器の開発を忘れてはならない。そしてプロからアマチュアまでがイマジネーションを膨らませ楽しむことが出来る電子楽器がこれからも生まれてくることに期待したい。

謝 辞

本稿の執筆に当たり多くの団体・企業、そして個人の方々から貴重な情報や資料を提供いただきましたことに深く感謝いたします。

公益財団法人かけはし芸術文化振興財団

一般社団法人音楽電子事業協会

株式会社ミュージックトレード社

浜松市楽器博物館

樫尾俊雄発明記念館

ATV株式会社

株式会社エムアイセブンジャパン

株式会社河合楽器製作所

カシオ計算機株式会社

株式会社学研プラス

株式会社コルグ

ブラザー工業株式会社

ヤマハ株式会社

株式会社ヤマハミュージックジャパン

ローランド株式会社

株式会社ミュージックエアポート 松武秀樹氏

有限会社モトミュージック 篠田元一氏

東京藝術大学 亀川徹氏

マンダリンエレクトロン 竹内正実氏

オンド・マルトノ奏者 大矢素子氏

オルガニスト 栢本雅子氏

パーカッションニスト 梯郁夫氏

松本歯科大学 金銅英二氏

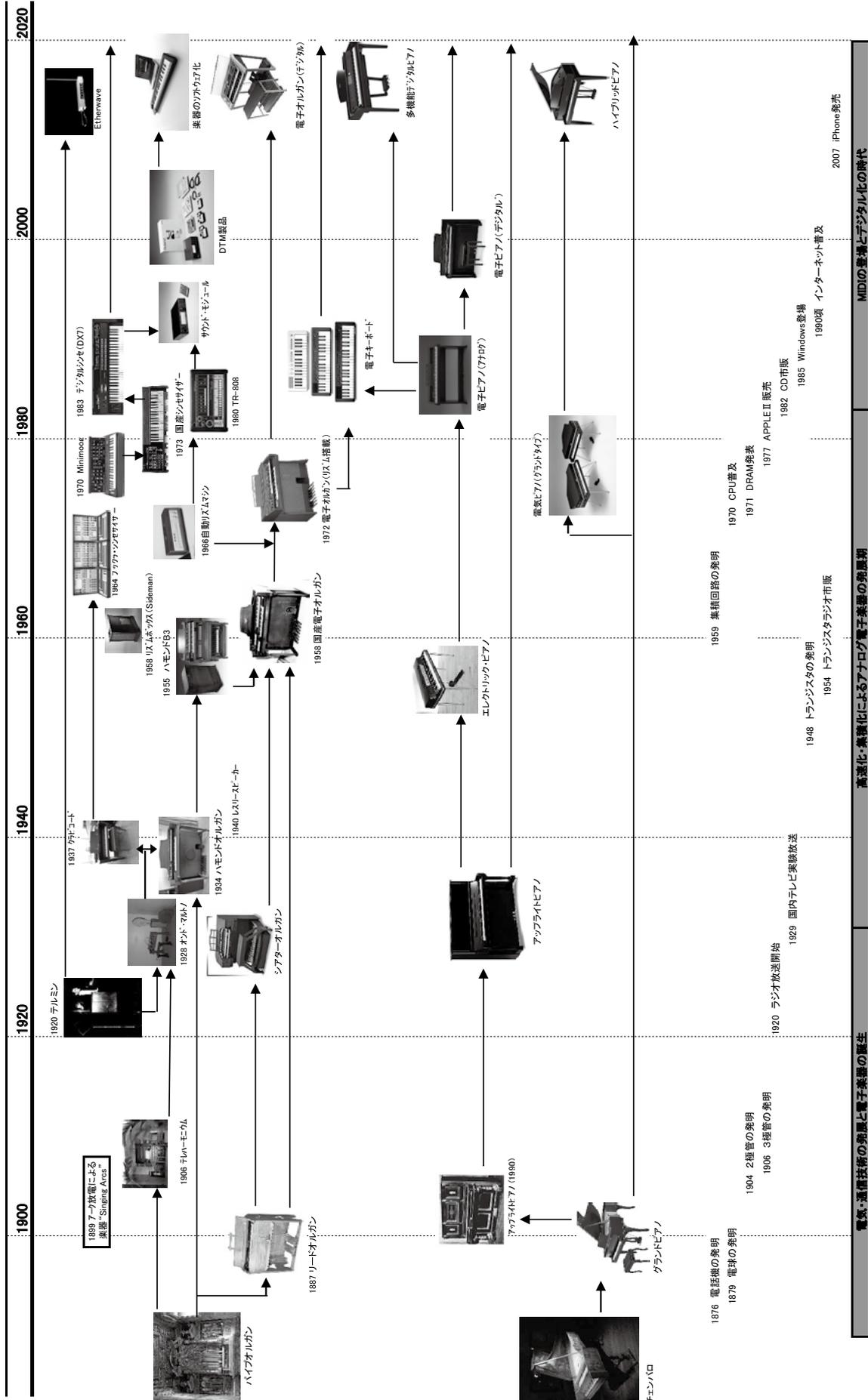
元ローランド株式会社

檀克義氏 菊本忠男氏

石橋和夫氏 井土秀樹氏

そして最後に、電子楽器とビジネスについて生前に永らくご指導いただいた梯郁太郎氏に心より感謝を捧げます。

電子楽器の技術発展の系統図



時代	エレクトロニクス	電子楽器	音楽文化
電子音楽黎明期	1870 1876: 電話機の発明 1877: 蓄音機の発明 1879: 電球の発明		
	1880 1880: 発電機 1885: 交流誘導電動機 1888: 電波発生装置		
	1890 1894: マルコーニ無線通信機 1897: ブラウン管	1899: アーク放電による楽器“Singing Arcs”(ダッテル)	
	1900 1904: 2極管の発明 1906: 3極管の発明	1906: テレハーモニウム公開(サティウス・ケッセル) オーディオンピアノ	
	1920 1920: ラジオ放送開始 1923: トーキー映画	1920: テルミン発明 1928: オンドマルトウノ	
	1930 1929: テープレコーダ 1929: 国内テレビ実験放送	1929: ネオベヒシュタイン(エレピの先駆け) 1930: トラウトニウム 1934: ハモンドオルガン	
	1940 1946: ENIACコンピュータ 1948: トランジスタの発明	1940: レスリースピーカー発売 Rhodes Piano発売	1946: 「トウランガリーラ交響曲」(メシアン) 1948: ミュージック・コンクレート実験(シェ费尔)
	1950 1954: トランジスタラジオ市販	1955: RCAミュージックシンセサイザー ハモンドオルガンB3発表 国産電子オルガン発売	1952: “4分33秒”(ジョン・ケージ) 1955: NHK電子音楽スタジオ開設 1956: “少年の歌”(シュトゥックハウゼン)
	1960 1959: 集積回路の発明 電卓の市販	1959: エレクトーンD-1発売(ヤマハ) 1959: Fender Rhodes Piano発売 国産自動リズム装置 アナログシンセ発売	1960: ビートルズ デビュー
	アナログ発展期		1963: 京王技研(KORG)設立 国産リズムボックス発売 1964: ブックラ・シンセサイザー 1965: モーグシンセサイザー ポリフォニックシンセ エレピアン(コロンビア)発売 1969: デジタル制御シンセEMS発売
1970 CPU普及 1971: DRAM発表		1970: 国産シンセ試作機(KORG) 1972: ローランド設立 1973: 国産シンセ発売(Roland/KORG) ポリフォニックシンセ市販モデル 1974: タッチセンス搭載エレピEP-30(ローランド) 1976: 弦式電気ピアノCP-70(ヤマハ)	
1974: Apple設立			
1977: Apple II 発売 1982: CD市販化		1979: フェアライトCMI(サンプリング音源) 1980: TR-808(Roland) 発売 1983: MIDI提唱 1983: デジタルシンセDX-7発売(ヤマハ) 1984: シンクラビア(ワークステーション)発売 1986: マルチティンバー音源発売 1986: デジタルピアノ発売 PCMシンセも台頭 1988: DTM製品(ミュージックくん) 発売 1988: M1 発売(KORG)ワークステーション普及 1991: General MIDI(GM) 制定/SMF制定 コンピュータミュージック普及 1992: 通信カラオケ(JOYSOUNDスタート) 1995: アナログモデリング	1980: MTV放映 1982: “Thriller”(マイケル・ジャクソン) 1983: “Future Shock”ハービー・ハンコック 1983: TM NETWORK活動開始 「エレクトロ」の流行 1987: 坂本龍一アカデミー賞受賞 1989: いかすバンド天国放映(~1990) バンドブーム 「打ち込み」普及 ダンスミュージック流行
1985: Windows登場 大容量メモリ			
1990 1990: Windows 3.1 リリース インターネットの普及 1995: Windows95発売			
ハイパー化期	2000 メモリの低価格化 2001: MAC OS X リリース 2007: iPhone / Android発売	1996: VSTプラグイン発表 1998: Windows98 に音色セット(ソフトシンセ) 標準搭載 2003: VOCALOID発表	2003: Perfumeデビュー(テクノポップ) 2005: AKB48デビュー 2007: 初音ミク デビュー
	2010 2011: 地上波デジタル開始 ギガ時代へ	2013: 梯都太郎氏グラミー賞 Web MIDI API アナログシンセ・ブーム	

発表	製品名	開発者	開発国	方式	鍵数			足 鍵	その他(特長/販売価格等)
					U	L	F		
黎明期の電子オルガン									
1896	聖ジョージ教会オルガン	Robert Hope-Jones ロバート・ホープ・ジョーンズ	イギリス						
1910	ユニット・オーケストラ	"	アメリカ	シァターオルガン					
1924	Optophonic Piano	Vladimir Rossiné ウラジミール・ロッシーネ	旧ソ連	光学式					パターンを書いたガラス板を光に当てて音声を作った
1934	ハモンドオルガンA型	ハモンド社	アメリカ	トーンホイール	61	61	25	放	\$1,250
1935	Lichtton Orgel リヒトウ・トーン・オーゲル	M. Welte & Söhne	ドイツ	光学式					
1936	Singing Keyboard シンギング・キーボード	A.Lesti & F.Sammis A.レスティとF.サミス	アメリカ	光学式					5mmフィルムに音声記録し電子回路の速度制御で音程を奏でる。元祖PCM
1937	Novachord (ノバコード)	ハモンド社	アメリカ	電子発振	72	-	-	-	タッチレスボンス付/真空管169本 ローランド・ミュージアム展示
1938	電子オルガン	アーレン社	アメリカ	電子発振					
1938	Aeolian Hammond BA	ハモンド社	アメリカ						自動演奏装置搭載
1946	電子オルガン	Baldwin(ボールドウィン)	アメリカ	真空管					真空管37本
1947	リードオルガン	Wurlitzer(ウーリッツァ)	アメリカ	静電ピックアップ					
1948	HAMMOND M型 (シンデレラ)	ハモンド社	アメリカ	トーンホイール	44	44	12	平	ハモンド初スィネット 梯氏御自宅
1955	HAMMOND B-3	ハモンド社	アメリカ	トーンホイール	61	61	25	放	ジャズ界に普及
日本の主な電子オルガン									
1955	クロダトーン	クロダオルガン	日本		61	61	30		教会用
1957	TO-1	エース電子工業			61	-	-		
1958	EO-4420	日本ビクター	日本	真空管	44	44	12		日本初市販モデル/58万円
1959	D-1(エレクトーン)	日本楽器製造(ヤマハ)	日本	トランジスタ	49	49	13	放	初代エレクトーン/35万円 浜松市楽器博物館
1960	ドリマトーン	河合楽器製作所	日本						
	A-2(エレクトーン)	日本楽器製造	日本		56	-	13	放	
1961	電子オルガン試作	ソニー	日本						
	B-1(エレクトーン)	日本楽器製造	日本		49	49	13	放	
1962	ET-4	河合楽器製作所	日本		61	-	13		
	ET-5	"	日本		44	44	13		
	キャナリー S-2	エース電子工業	日本		36	-	-	-	
	E-1(エレクトーン)	日本楽器製造	日本		49	49	18	放	¥647,000
1963	SX-601(テクニトーン)	松下電器産業	日本		61	-	-	-	エース電子工業OEM
	ET-7	河合楽器製作所	日本		49	49	18	平	国産初自動リズム内蔵
1964	ES-4	"	日本		61	-	13	平	
	F-1	日本楽器製造	日本					放	
1966	ビクトロン(EO-100)	日本ビクター	日本		49	49	13	放	
1969	GO-101	ブラザー工業	日本						電動オルガン
デジタル化 ~ 電子オルガンの盛衰									
1970	アーレンデジタルオルガン	アーレン	アメリカ	デジタル					世界初デジタル
1974	DO-100(テクニトーン)	松下電器産業	日本	デジタル					
1975	GX-1	日本楽器製造	日本	アナログ・シンセ	61	61	25	放	700万円
1983	FX-1	日本楽器製造	日本	FM変調方式	61	61	25	放	450万円
1987	全てのモデルをデジタル化	松下電器産業	日本						
1991	ビクトロン生産終了	日本ビクター	日本						VTM設立
1994	AT-70(ミュージックアトリエ)	ローランド	日本	デジタル	56	76	13	平	ミュージックアトリエ初モデル
2001	DT-9(ドリマトーン)	河合楽器製作所	日本	デジタル	61	61	25	放	
2002	HAMMOND New B-3	鈴木楽器製作所	日本	デジタル	61	61	25	放	ハモンドB-3のデジタルモデル
2002	テクニトーン生産終了	松下電器産業	日本						RMS設立
2004	ステージャ(ELS-01)	ヤマハ	日本	デジタル	49	49	20	平	カスタマイズ可能(分解/解体)
2017	ドリマトーン生産終了	河合楽器製作所	日本						

発表	製品名	開発者	開発国	方式	形態 鍵	その他(特長/販売価格等)
シンセサイザーの創生期						
1899	シンギング・アーク "Singing Arcs"	ウィリアム・ダッデル William Duddell's	イギリス			アーク放電による楽器
1906	テレハーモニウム Telharmonium	サディウス・ケイヒル Thaddeus Cahill	アメリカ	トーンホイール 正弦波の加算合成		最初の電気機械的な楽器
1920	テルミン Theremin	レオン・テルミン Leon Theremin	ロシア	ヘテロダイン方式	-	第2章掲載
1928	オンド・マルトウノ Ondes Martenot	モーリス・マルトウノ Maurice Martenot	フランス	ヘテロダイン方式	-	第2章掲載
1930	トラウトニウム Trautonium	フリードリッヒ・トラウトバイン Friedrich Trautwein	ドイツ	ヘテロダイン方式		ネオン管を用いた低周波発振器、鋸歯状波の合成
1936	Singing Keyboard シンギング・キーボード	A.Lesti & F.Sammis A.レスティと F.サミス	アメリカ	光学式		5mmフィルムに音声記録し電子回路の速度制御で音程を奏でる。元祖PCM
1937	Novachord (ノバコード)	ハモンド社	アメリカ	電子発振	72 -	タッチレスホンス付/真空管169本 図33.13
1940	ソロボックス SOLOVOX	ハモンド社	アメリカ	矩形波の発振		
1941	オンディオリン Ondellin	ジョージ・ジェニー George Jenny	フランス	矩形波発振		自動演奏装置搭載
1947	クラヴィオリン Clavioline	コンスタント・マーティン Constant Martin	アメリカ	真空管		ビートルズが唯一「Baby, You're A Rich Man」曲のみで使用。テル・シャインの「ランナウェイ」間奏ソロで使用されて有名
1947	ウーリッツァ(リードオルガン) Wurlitzer	ウーリッツァ Wurlitzer	アメリカ	静電ピックアップ		
1949	メロコード Mellochord	ハラルト・ボーデ	ドイツ			
1955	RCA Music Synthesizer RCAミュージック・シンセサイザー	Harry F.Olson ハリー・オルソン	アメリカ	鋸歯状波の合成	44 12	第2章掲載
1964	ブックラ・シンセサイザー Buchla Synthesizer	ドン・ブックラ Don Buchla	アメリカ	減算方式	61 25	パッチコードによるモジュールタイプ 東京藝術大学所蔵
1964	メロトロン Mellotron	メロトニクス社 ARP	アメリカ	テープレコーダ		数タイプのモデルが存在
1965	モーグ・シンセサイザー Moog Synthesizer	ロバート・モーグ Robert Moog	アメリカ	減算方式		東京藝術大学所蔵
1969	ARP2500	アープ ARP	アメリカ	減算方式	49	東京藝術大学所蔵
1969	EMS Musys III	EMS	アメリカ	減算方式		
1970	ミニ・モーグ Mini Moog	ロバート・モーグ Robert Moog	アメリカ	減算方式	44	
1972	アープ・オデッセイ ARP Oddesey	アープ ARP	アメリカ	減算方式	37	
1978	プロフェット 5 PROPHET 5	シーケンシャル・サーキット Sequential Circuit	アメリカ	減算方式	61	
1979	シンクラビア	ニューイングランド・デジタル New England Digital	アメリカ	サンプリング	-	フルシステム約1億円 富田勲、小室哲哉、加山雄三 富田勲スタジオ所蔵
1979	フェアライトCMI	フェアライト社	オーストラリア	サンプリング	-	図3.5.4 国内販売価格 1,200万円
1982	イーミュレーター E-mulator	E-mu System E-mu System	アメリカ	サンプリング	49	図3.5.6 国内販売価格 298万円
1984	KURZWELL K250	カーツェル Kurzweil Music System	アメリカ	サンプリング	88	スティービーワンダー使用で有名に 国内販売価格 398万円

発表	製品名	開発者	開発国	方式	形態 鍵	その他(特長/販売価格等)
日本のアナログシンセサイザー						
1958	スーパーエレガン	テスコ	日本	真空管	34	
1962	キャナリ S2	エース電子工業	日本	真空管	36	ローランド・ミュージアム所蔵
1963	KORGUE(デカコルグ)	京王技研工業(コルグ)	日本		61	浜松市楽器博物館所蔵
1969	試作1号機	京王技研工業(コルグ)	日本		49	49 浜松市楽器博物館所蔵
1973	SH-1000	ローランド	日本	アナログ	37	国産初の市販シンセサイザー
1974	SH-3	ローランド	日本	アナログ	44	ローランド・ミュージアム所蔵
1974	SH-2000	ローランド	日本	アナログ	37	ローランド・ミュージアム所蔵
1976	SYSTEM-100	ローランド	日本	アナログ	-	モジュールタイプ
	SYSTEM-700	ローランド	日本	アナログ	-	モジュールタイプ
1977	GR-500	ローランド	日本	アナログ		ギターシンセサイザー
1978	SH-1	ローランド	日本	アナログ	37	ローランド・ミュージアム所蔵
1979	JUPITER-4	ローランド	日本	アナログ	49	ポリフォニック 販売価格 ¥647000
	VP-330	ローランド	日本	ヴォコーダー		ローランド・ミュージアム所蔵
1981	JUPITAR-8	ローランド	日本	アナログ	61	ローランド・ミュージアム所蔵
1982	SH-101	ローランド	日本	アナログ	32	ローランド・ミュージアム所蔵
	JUNO-6/JUNO-60	ローランド	日本	アナログ	61	国産初自動リズム内蔵
1983	JUPITER-6	ローランド	日本	アナログ	61	ローランド・ミュージアム所蔵
	JX-3P	ローランド	日本	アナログ	61	ローランド・ミュージアム所蔵
1984	JUNO106	ローランド	日本	アナログ	61	ローランド・ミュージアム所蔵
	MKS-80/MPG-80	ローランド	日本	アナログ	-	モジュール型(プログラマー付き)
1973	GX-707	ヤマハ	日本	アナログ		試作モデル
1974	SY-1	ヤマハ	日本	アナログ	37	ヤマハ初の市販モデル、ペロシティ付き
1975	GX-1	ヤマハ	日本	アナログ	88	エレクトーン 300kg
1977	CS-80	ヤマハ	日本	アナログ	61	82kg 128万円 全7機種発売
1978	CS-5	ヤマハ	日本	アナログ	37	7kg 62,000円
1979	CS-15D	ヤマハ	日本	アナログ	37	ホイール型ピッチベンド/モジュレーションホイール
	CS-20M	ヤマハ	日本	アナログ	37	音色メモリをデジタル化
1980	SK-50D	ヤマハ	日本	アナログ	61	2段鍵盤
1981	GS-1	ヤマハ	日本	アナログ	88	260万円
1982	CS-01	ヤマハ	日本	アナログ	32	ミニ鍵盤、電磁駆動、SP内蔵、ショルダー
1973	700	コルグ	日本	アナログ	73	コルグのシンセサイザー第1号機
1974	800DV	コルグ	日本	アナログ	44	シンセ2台分搭載で2ボイスを実現
1975	900PS	コルグ	日本	アナログ	37	プリセットタイプ
1975	SB-100	コルグ	日本	アナログ	25	ベースシンセ
1976	PE-200	コルグ	日本	アナログ	48	3系統ポリフォニック/アンサンブル・オーケストラ
1977	PS-3100	コルグ	日本	アナログ	48	全鍵発振と分周方式を併用、全鍵ポリが特長
1978	VC-10	コルグ	日本	ヴォコーダー	32	小型も32オンレーターの本格的ヴォコーダー
1981	Polysix	コルグ	日本	アナログ	61	メモリ付き本格的ポリフォニック・シンセサイザー
1983	POLY-800	コルグ	日本	アナログ	49	国産では初の10万円を切るポリフォニックモデル

発表	製品名	開発者	開発国	方式	形態	その他(特長/販売価格等)
国内外の主なリズムマシン						
1930	Rhythmicon	Henry Cowel	米国	光学式	鍵盤付き	
1949	Chamberlin Rhythmate	Harry Chamberlin	米国	テープ式	SP付き	
1951	Chamberlin MIDEL 200	Harry Chamberlin	米国	テープ式	SP付き	
1959	Sideman	Rudolph Wurlitzer Company	米国	円盤回転式	SP付き	
1960~	Rhythmate 25/35/45	ブラッドレイ兄弟	英国	テープ式		
1963	DONCA MATIC DA-20	京王技研工業(コルグ)	日本	円盤回転式	SP付き	
1966	DONCA MATIC DE-20	京王技研工業(コルグ)	日本	円盤回転式	SP付き	
1967	Rhythm Ace FR-1	エース電子工業	日本	トランジスター		
1967	Rhythm Ace FR-3	エース電子工業	日本	トランジスター		
1972	Rhythm Ace FR-8L	エース電子工業	日本	トランジスター		
1972	TR-33	ローランド	日本	トランジスター		
	TR-55	ローランド	日本	トランジスター		
	TR-77	ローランド	日本	トランジスター		
1975	TR-66	ローランド	日本	トランジスター		
1978	CR-78	ローランド	日本	IC		プログラマブル
1978	CR-68	ローランド	日本	IC		プログラマブル
1979	KR-55	コルグ	日本	トランジスター		プリセット
1979	Roger Linn LM-1	Roger Linn	米国	PCM		プログラマブル
1980	CR-8000	ローランド	日本	アナログ		プログラマブル
1980	TR-808	ローランド	日本	アナログ		プログラマブル
1981	DMX	Oberheim	米国	PCM		
1983	TR-909	ローランド	日本	ハイブリッド		
1984	RX-15	日本楽器製造(ヤマハ)	日本	PCM		74,000円
	RX-11	日本楽器製造(ヤマハ)	日本	PCM		137,000円
1984	TR-707	ローランド	日本	PCM		99,800円
1985	TR-727	ローランド	日本	PCM		99,800円

電子楽器の技術発展 産業技術史資料 所在確認

番号	名称	製作年	製造社	所在地	選定理由
1	電子オルガン エレクトーン D-1	1959年	ヤマハ (日本楽器製造)	浜松市中区中沢町10-1	国産初の電子オルガンである日本ビクターのEO-4420の翌年に発売(1959年)されたエレクトーン市販モデル1号機。その後、エレクトーンは日本中の音楽教室を通じて累計480万台(2018年現在)を販売すると共に、楽器演奏人口の拡大に大きく貢献。エレクトーンの名前は今も電子オルガンの代名詞とされている。
2	リズムボックス DONCAMATIC	1963年	コルグ (京王技術研究所)	稲城市矢野口4015-2	日本初のリズムボックス市販モデルの第1号機。オルガンやアコーディオンをサポートするリズムマシンとして開発されたが、その名称はステレオ録音時に使われるクリリク音(ドンカマ)として今も一般に使用されている。
3	シンセサイザー SH-1000	1973年	ローランド	浜松市北区細江町気賀4141	日本初のシンセサイザー市販モデル1号機。海外でようやく小型のモノフォニック(単音発音)タイプのシンセサイザーが発売されたが、まだ高価な時代に、国内定価165千円で販売され、世界の注目を浴びた。
4	マイクコンボイザー MC-8	1977年	ローランド	浜松市北区細江町気賀4141	世界初の電子楽器用の専用シーケンサー。富田勲やYMOなどがアルハムやステレオで自動演奏装置として使用し一世を風靡した。PCで音楽が制御できない時代に、音楽専用として優れた機能を持っていたことが評価される伝説的なマシン。
5	カンオトーン(電子キーボード) CT-201	1980年	カンオ計算機	世田谷区成城4-19-10	PCM音源方式の先駆けとも言える独自の「子音・母音方式」を採用した小型電子キーボード。カンオ計算機が楽器分野に参入したファーストモデルとして、前年(1979年)に発表されたヤマハのポータブルキーボード(PSSシリーズ)を追随して先行発売し脚光を浴びた。
6	リズムマシン TR-808	1980年	ローランド	浜松市北区細江町気賀4141	日本初のプログラマブル・リズムマシン。その独特のリズムサウンドは「ヒップホップ」や「テクノ」といった新しい音楽ジャンルのリズムの基本音として今も広く使用され、「808(ヤオヤ)」の名称は世界共通語となっており、今もなお中古品の何倍もの価格で流通している。
7	デジタル・シンセサイザー DX7	1983年	ヤマハ (日本楽器製造)	浜松市中区中沢町10-1	世界初のフルデジタル方式によるシンセサイザー。スタンフォード大学のジョン・チューニング博士らによる発明(FMシンセシス・アルゴリズム)をライセンス取得し、シンセサイザーの音源部を利用し、世界初のフルデジタルのシンセサイザーとして世界のフロロからアマチュアに普及し、今も多くのユーザーが居る。
8	MIDI規格 Musical Instrument Digital Interface	1983年	ヤマハ、ローランド 等、世界の楽器メーカー、電気機器メーカーが採用	千代田区神三崎町2-16-9 イトービル4F	MIDIは横田太郎氏が提唱した電子楽器を駆動するデジタル・インターフェースであり、30年を過ぎた今もそのプロトコルは電子楽器や音源の情報伝達の規格として主流であり、PCや通信カラオケの音源制御に使用されている。MIDIの貢献が評価され、横田太郎氏は2013年にグラミー賞を獲得した。なお2019年に、MIDI規格Ver.2.0が発表されその高い信頼性が評価されている。
9	FM音源チップ YM3526他	1984年	ヤマハ (日本楽器製造)	浜松市中区中沢町10-1	電子楽器の音源に採用したFM音源チップ化し、ゲーム機やPC、携帯電話等の機器に採用され12億個を販売。FM音源の音色はデジタル機器が奏でる音楽のスタンダード音として世界に普及した。
10	デジタル・ピアノ RD-1000	1986年	ローランド	浜松市北区細江町気賀4141	アコースティックピアノに匹敵する響きと減衰音を備えた画期的なデジタルピアノとしてデビューした。それまで各社から多くの電気ピアノが販売されていたが、RD-1000の再現性により各社ともサンプリング方式のデジタルピアノを開発することとなった。
11	デジタル・シンセサイザー D-50	1987年	ローランド	浜松市北区細江町気賀4141	PCM方式の音楽片をオンリーに採用。それまで圧倒的に人気があったFM音源は音作りが難しくかつたが、D-50はシンセの音作りとしてそれまで主流であった減算方式によって簡単にエキセントリックなサウンドメイクができた。
12	ミュージック	1988年	ローランド	浜松市北区細江町気賀4141	DTM(Desk Top Music)の市販一号機。PCで音楽を作るためのハード、ソフトがセットされたバンドリング・パッケージ。楽器を演奏できない一般人に、PCの画面上でグラフィカルに作曲や編曲など音楽制作することを普及させ、プロからアマチュアまでデジタル手法による音楽づくりを世界に広げた。
13	ミュージックワークステーション M1	1988年	コルグ	稲城市矢野口4015-2	シンセサイザーとシーケンサーを搭載し、1台で音楽制作が出来るワークステーション。モデルとして注目を集めると共に、サウンドバリエーションの豊富さと音楽制作における使いやすさが評価され圧倒的なシェアを誇った。

「電子楽器の技術発展の系統化調査」 正誤表

ページ	段落	行	技術の系統化調査報告 第26集 2019年3月 (誤)	全文PDF版 2019年8月 (正)
8	コラム	6	竹内正美	竹内正実
8	コラム	7	丘陽舎	岳陽舎
9	右	図2.2.1	HAMMONDO	HAMMOND
16	右	15	ccd	削除
19	右	7	適しているとされるが、	適しているとされる。
29	表3.1	2列3行目	1984年	1985年(国内)
29	表3.1	3列2行目	S512	S612
35	左	10	CLAVE	CLAVES
39	右	16	Yellow Mgc Orchestra	Yellow Magic Orchestra
43	左	19	1983年	1984年
47	左	5	PROFET-600	PROPHET-600
51	表4.1	最下段3列目	SD-8850	SC-8850
62	左	14	デリング	モデリング
66	左	27	ベースギター同じで	ベースギターと同じで
80	左	下から5	インタフェース	インターフェース