

# センサ/マイクロエレクトロニクス・テクノロジーと インタラクティブアート / インスタレーションへの展開

1999.12.8 成安造形大学特別講義

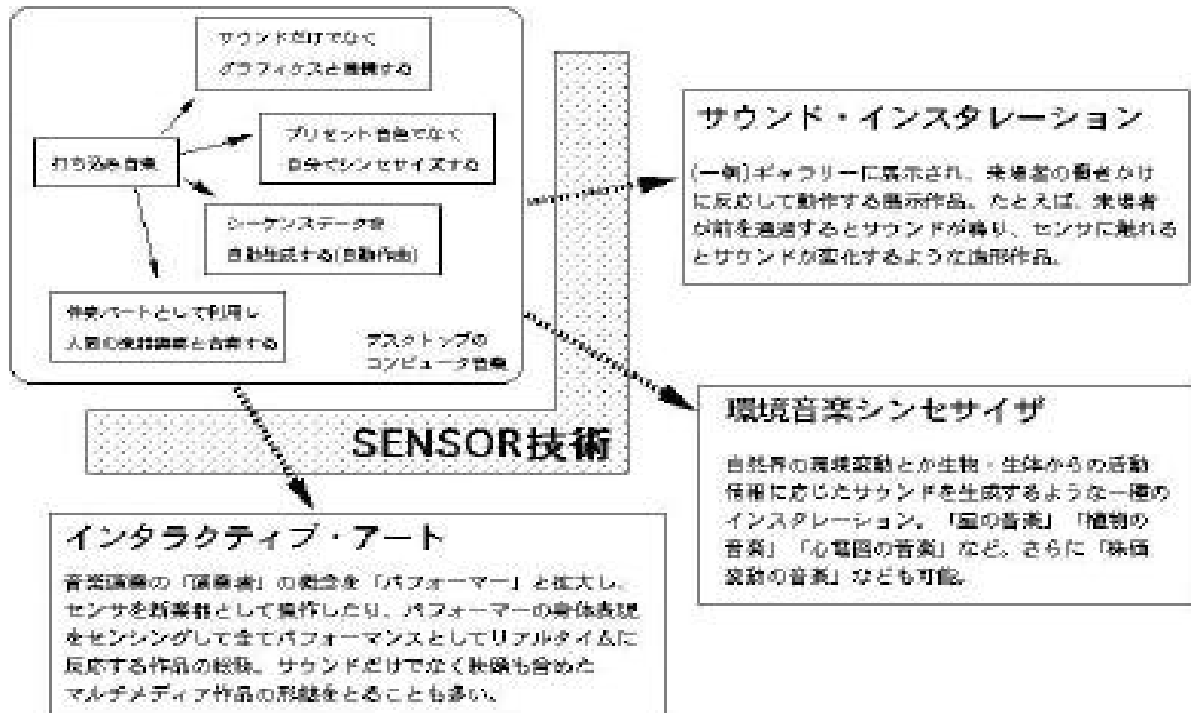
長嶋 洋一 (Art & Science Laboratory)

## MIDI,MAX - for interactive control

もともと音楽演奏情報の標準プロトコルであったMIDIは、現在ではより広範なライブパフォーマンスのシステム制御情報として、音楽だけでなく映像、照明、ステージ、機器などのコントロールに活用されています。そして、システムの出力系だけでなく、センサを活用した入力系におけるMIDI活用の一つのアプローチが、本チュートリアルで紹介する「インタラクティブアートやインスタレーションへの応用」ということになります。

MIDIに関する具体的な仕様、MIDI対応機器などについてはここでは詳解しません。下記の参考資料やWebページ、あるいは街のパソコンショップや楽器屋さんで、自分で体験して理解して下さい。MIDIといえばSMF、DTM、シーケンサ、カラオケ、等々もありますが、それもここでは触れません。シーケンサで打ち込んだ情報によって、毎回プレイボタンをクリックするたびに完璧に同じ音楽演奏が「再生」される、というタイプの音楽はここでは論外として対象にしていけないからです。こちらについても、本屋さんにいくらでも解説本がありますので、それを読んで下さい。

MIDIを使いながら、ある種の偶然性、即興性、対話性、一過性などを作品に構築するための環境としては、MAXが世界標準となっています。本チュートリアルでは時間の制約からごく簡単なMAXの紹介にとどめますので、興味のある方は「コンピュータと音楽の世界」(共立出版)に私の書いた解説がありますので、参考にしてください。MAXを使うことで全てが始まります。また、ここでは触れませんが、MIDIはDirectorでも扱えますので、Director使いの人にとってもMIDIは有効なインターフェースとなっています。詳細は疋田氏に聞いてみましょう(^\_^;)。



## コンピュータミュージックの展開

## AKI-H8 - small microcomputer

最近のパソコンの機能向上は、わざわざハードウェアを作らなくてもソフトで何とかなる、という傾向を生んでいます。確かに、パソコンのオーディオポートに入力される電圧をサンプリングすれば、それは簡易A/Dということで、その情報をComputer Musicに活用することも可能です。しかし一方で、システムや機能をモジュール化するためには、パソコンなどという、かさばるしソフトの起動に時間がかかるものよりも、電池駆動で電源スイッチONで即動く、というシステムにもメリットがあります。そこで、筆者はもっぱら、カードマイコンを愛用しています。

ここで紹介するのは、秋葉原の秋月電子のAKI-H8というものです。秋月電子にはこの他にも、AKI-80やPICという小型マイコンもありますので、色々調べてみて下さい。とりあえず今回のテーマである「何かセンサの情報をMIDI化したい」というには、もっともお手軽で高性能でローコストな実現方法だと思います。ちなみに、秋月電子には多種のセンサキットもありますので、一石二鳥です。また、大阪日本橋の共立電子もまた、ほぼ同様のカードマイコンとセンサキットの宝庫です。いずれも、通販で全国どこでも安心確実にパーツやキットを入手できます。

ここでは、マイコンシステムの開発などほとんど経験ゼロ、という人が、びしびしとセンサtoMIDIを自作するために、マイコンシステムを開発していくシナリオを以下に紹介します。ハンダごても握れない、などという信頼できないコンピュータ屋を卒業して、どうぞ皆さん、手に技を持った、ディープでハードなアーティストを目指して下さい。

### (1)マイコンキットを選択する

秋月電子を例にとれば、選択肢は、AKI-80、AKI-H8、PIC、という3種が代表的です。ここではPICについては触れませんが、それは筆者はMIDI送信だけでなく、MIDI受信、それもかなりキツイトラフィックの現場でも使うものを作ることが多いためです。センサのA/DからMIDIを送信するだけであれば、PICでも楽勝ですので、興味のある方は、CQ出版「トランジスタ技術」誌の記事を参照したり、イメージラボの金森さんとお友達になりましょう。(^^)

AKI-80は、一世を風靡したZ80コアの東芝CPUを載せています。メモリとして、27256などのEPROMを焼く必要があり、たとえば秋月の「ROMライターキット」等が必要となりますが、その機能は十分です。後述の筆者の自作例でも、多数のシステムの中核として活躍しています。あとでムービー紹介する作品でも多数、活躍しています。

AKI-H8は日立の32bitCPUをコアとした新しいカードマイコンで、AKI-80の10倍ぐらいの能力(MIDIモノでそこまで引き出すのは逆に困難)を持っています。なお、AKI-H8ではROMが内蔵のフラッシュになっているので、ROMライターは不要で、RS232Cでソフトをロードして焼きます。開発のホストパソコンはPCですが、Macでも開発できます。

AKI-H8には、2種類のキットがあります。いちばん最初に買う時は、EEPROMのライターも必要となるので、7800円の「AKI-H8開発キット」にします。その次からは、もうライターは不要ですので、システムごとに3800円の「AKI-H8のみキット」で十分です。この価格は刻々と下がっていますが、社長に話を聞いたところ、今度は東南アジアのどこで何のパーツを数万個仕入れたので30円、今度は基板の外注の工場で製造コストを抑えられる装置が入ったので50円、また値下げできる、というような真摯な企業努力の反映のようです。キットには、開発に必要なソフトは全て付いていますし、実は筆者のサイトにも置いてあります。別売りの「簡易版Cコンパイラ」(2000円)は、特には不要です。

### (2)AKI-H8キットを作る

AKI-H8は完成品ではありません。袋に入っている部品を基板に挿してハンダづけして作ります。初めてハンダ付けをする人は、いきなり本番に入らずにジャンクで練習しましょう。マニュアルに従って作るだけですので、慣れた人なら1枚に10分もかかりません。最初の人にはライターもありますし、何時間かかっても慎重に作って下さい。(^^)

### (3)ソフト開発/システム開発用のパソコンを用意する

AKI-H8のソフト開発に必要なのは、アセンブラ/コンパイラを走らせるためのMS-DOS環境と、フラッシュROMにプログラムをロードするためのソフトを走らせるためのWindows環境です。Windows95であれば、前者は「DOS窓」で大丈夫です。Windows98のDOS窓については、ちょっと心配ですが筆者は検証していません。

ちなみに筆者の場合には、Macintoshです。いつも持参しているPowerBookでAKI-H8を開発しています。ここでは、VirtualPCというソフトで、純正なWin95を走らせていますが、ちゃんとWindows/MSDOSのシリアルポートはMacのモデムポートにエミュレートされているので、まったく同等に開発できます。AKI-80の時には、自作したROMエミュレータがDOS/Vマシンのプリンタポートを使うものだったので、パラレルポートを持たないMacでは苦しかったのですが、AKI-H8になって、完全にMacでOKとなりました。(^^) これはデモで実演します。

### (4)周辺回路を作る

AKI-H8だけでは何もできません。たとえば、秋月で仕入れたセンサキットを使う場合には、その出力電圧レンジを調べて、AKI-H8に入るように、0Vから+5Vの範囲になるように、必要ならOPアンプによるアンプ回路やレベルシフト回路も作ります。MIDIの入出力については、筆者のページにイヤという程、まったく同じ回路が出ています。出力には05を、入力にはフォトカプラをちゃんと使い、省略形の簡易型回路にしないようにしましょう。(^^)

動作確認のLEDとか、電源回路、ケースへの実装も重要です。筆者の場合、新しいシステムを作るための作業は、「ケースの穴あけ」「AKI-H8と電子回路のハンダづけ」「ソフト開発とデバッグ」がそれぞれ3分の1ずつ、という体感です。電源については、AKI-H8にはボード上に3端子レギュレータがあるので、+9V以上の出力電圧のACアダプタ、あるいは006P電池で十分です。単3電池を4本で6Vの場合には、秋月にある「低ドロップ3端子レギュレータ」を使い、ボード上のレギュレータを除去して直接に+5Vを供給します。消費電力は小さいですが、そこそこは流れます。



VirtualPC内で開発中の画面

#### (5) AKI-H8のソフトを開発する

...アセンブラです。(^^)

まあCでもいいのですが、MIDIものであれば、そしてシステムのパフォーマンスを稼ぎたいならば、アセンブラで書くのです。といっても、まったく白紙から書き出すのではなくて、秋月FDにも入っている多数のサンプル、そして筆者があちこちでフル公開している、実際にMIDIモノとして動いているのをいだいて改良する、という方針で十分です。

#### (5') AKI-H8のソフトを開発しない

「アセンブラ」で逃げないで下さい。ソフトを開発しないでAKI-H8を活用する方法はあるのです。それは、筆者が公開している「汎用A/D MIDI」というソフトの、AKI-H8にロードするオブジェクトモジュール(モトローラ形式テキストファイル)をそのまま利用してしまう、という事です。汎用なので、とりあえず8チャンネルのアナログ入力電圧がMIDIで出てくれます。あとの処理は、これを受けるMAXでどのようにでも対応を変えられる、という事です。Javaなどまったく書けない人でも、誰かの作ったJavaアプレットを置くことで「私のWebはJava対応です」と言っているのと同じことです。最初はこれでもいいのです。今後も、この手のAKI-H8フリー公開は拡張の予定です。(^^)

#### (6) AKI-H8にオブジェクトをロードする

これは、AKI-H8キットに付属してくる「FLASH.EXE」に全てお任せです。ロードしたら電源スイッチを通常モードに戻して、改めて電源を「せーの!」でONして、正解ならいきなり動きますし、バグがあれば動きません。(^^)

まず最初は、既の実績のあるソフトをほぼそのままロードして走らせ、ハードの製作にミスがないことを確認します。そして次第に、必要な機能を記述したソフトにふくらましては、アセンブルし、ロードし、テストラン。あとは、これを繰り返して、求めるシステムを実現していきます。AKI-H8のフラッシュは保証回数としても数百回は書けますので、まあたいはいはどこかで完成します。(^^)

## Sensor, A/D to MIDI

ここでは、メディアアートやインタラクティブアートに上記のAKI-H8のようなセンサを活用するための流れについて紹介します。大きく、二つの流れがあります。

### (A) ニーズ指向

最初に、「何かしたい」という具体的な目標がある場合です。たとえば、筆者のコラボレータ、笙奏者・作曲家の東野珠実さんの場合には、「笙」とか「息」という具体的にセンシングしたい対象がまず、あります。そこで、その対象をMIDI化する(ここまでできればあとはMAXでいかようにも料理できる)ためには、センサそのものを検討するところからスタートします。AKI-H8の場合には、対象の情報(量)が、0Vから+5Vの範囲のアナログ電圧になってくれればいいので、たいいてい場合には「対象の物理量をアナログ電圧に変換するセンサ」を探すことになります。

ただし、例えば生体センサの場合には、専用の医療用センサはとても高価だったり、高精度磁気センサは軍用(ミサイ

ル弾頭用)でこれまた高価だったり、というように、なかなか手軽にいかない場合も少なくありません。秋月電子や共立電子のカタログ/Webページを頻りにチェックして、何か新しいセンサのキットが出てこないか調べておくというのも重要です。あるいは、筆者のコラボレータである照岡正樹さん(アナログ/生体計測の専門家)、イメージラボの金森さん、などの専門家とお友達になっておくとか、筆者が議長をしているNiftyのMIDIフォーラムの「音楽情報科学の会議室」(いろいろな領域の人がいる)に参加する、などというのも重要なサポートとなります。

### (B)シーズ指向

具体的な作品の形態やアイデアよりも先に、まず何か面白そうなセンサありき、というケースです。これは邪道のように思えるかもしれませんが、新しい可能性がアイデアを刺激して最終的に作品になる、という場合においては、ときに重要な駆動力になります。たとえば、大阪芸大の上原先生のインスタレーションで、「地球に降り注ぐ宇宙線に感応して音楽を生成する」というものがありました。あれは秋月電子の「ガイガーカウンタキット」に大きく影響されたものでしょう。また、AKI-H8のアナログ入力に、+5Vの電圧をなめらかに分圧するニクロム線をつないでウリウリとスライドしてMAXで鳴らしているうちに音楽のアイデアが出てくることもあります。下図は、キーエンスの「光ファイバセンサ」を活用したオリジナル楽器「光の弦」の例です。(^^)



防犯用/自動工作機械用の赤外線センサ等が、イメージを刺激して新しいインターフェースに活用された事例も少なくありません。センサやセンサキットというのは、部品としては単なる工業製品ですが、色々な見方に慣れてくると、それはComputerというシステムやソフトウェアの世界と、人間や自然という現実世界との橋渡しをしてくれる「秘密の箱」にも見えてきます。高価で高性能な専用センサであることは必要条件ではありません。変化する「量」を情報として発信してくれる不思議な源泉なのだ、という見方でいけば、周囲のちょっとした物、あるいはとても安価なキットでも、メディアアートの窓口であるセンサとして活躍する可能性はどこにも広がっていると思います。

### D/A、インスタとしての出力制御系

ここまででは主にシステムへの情報入力インターフェースとして、センサ系について述べてきましたが、これは一般的にはシステムの出力はパソコン等による映像や音響、というものが前提にあったからです。しかし、メディアアートやメディアインスタレーションにおいては、CRTやビデオプロジェクタやPAアンプによる出力だけでなく、具体的に物体が動く・振動する、あるいは各種の機器のスイッチを制御する、という形態での出力が欲しくなります。照明システムを制御するためのD/A出力や、多数のリレーをMIDIによって制御して「原人コッツ」を駆動した「コッツ軍団」などのインスタなどはこれに該当します。そして、実はAKI-H8には標準で $8 \times 2 = 16$ ビットのデジタル(ON/OFF)出力ポートと、2系列のアナログ(D/A)出力ポートがあるので、外付部品ナシでもこれだけは簡単に出力できます。今回は焦点がぼやけるので出力系には深入りしませんが、こちらも多数の実績があり、下記のWeb資料にもAKI-80版の実例が置いてあります。興味のある方はAKI-H8版についても挑戦しましょう。喜んで相談に乗ります。(^^)

### Public domain resources for MIDI sensors

筆者の書いた以下の書籍には、本チュートリアルに関連したシステムの製作事例、回路図、マイコンのソースプログラム、オブジェクトコード等がフリーで公開されています。

長嶋・橋本・平賀・平田編「コンピュータと音楽の世界」共立出版

長嶋洋一「Java & AKI-80」CQ出版

長嶋洋一「コンピュータサウンドの世界」CQ出版

長嶋洋一「作るサウンドエレクトロニクス」ASL出版

(on-line <http://nagasm.org/hightech/02-11/index.html>)



以下の筆者のWebサイトにも、本チュートリアルに関連したシステムの製作事例、回路図、マイコンのソースプログラム、オブジェクトコード等がフリーで公開されています。

<http://nagasm.org/ASL/01-01/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/01-03/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/01-04/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/01-05/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/01-06/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/01-07/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/01-09/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/02-07/ifac98.pdf>

<http://nagasm.org/ASL/02-08/icmc98.pdf>

<http://nagasm.org/ASL/03-05/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/03-07/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/03-12/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/04-04/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/05-10/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/07-10/ss96.txt>

<http://nagasm.org/ASL/08-04/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/08-05/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/09-02/icmc99.pdf>

<http://nagasm.org/ASL/09-03/index.html>

<http://nagasm.org/ASL/09-05/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-01/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-02/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-03/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-04/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-05/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-06/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-07/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-08/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-09/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/01-11/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/02-06/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/03-03/index.html>

<http://nagasm.org/hightech/03-06/index.html>



## Demonstration, Applications Report

以下は、実際にデモンストレーションする予定、あるいは作品の公演風景からムービーで紹介する予定の項目のリストです。ただし、実際の現場でどうなるかは状況の推移に対応しますので、不明・未定です。

### デモンストレーション

- ・ MAXサンプルによる「アルゴリズム作曲」の概念
- ・ アナログ電圧 A/D変換 MIDI化のデモセット
- ・ センサとMAXアルゴリズムによる演奏生成
- ・ センサとMAX/MSP/SuperColliderによる楽音合成
- ・ 筋電位センサ"MiniBioMuse-II"
- ・ 「聞き取り君」とテルミンのデモ
- ・ AKI-H8の開発環境の紹介(Macintosh)
- ・ AKI-H8によるMIDIソフトの開発 実機デバッグの実演
- ・ 各種センサキットの紹介

### demo video (movie)

- ・ 作品"CIS(Chaotic Interaction Show)" 1993 Percussion,PowerGlove Sound,CG
- ・ 作品"Muromachi" 1994 CG(PencilMouse/AMIGA) Sound
- ・ 作品"Strange Attractor" 1995 PreparedPiano Sound,CG
- ・ 作品"Asian Edge" 1996 Miburi, SNAKEMAN Sound, Graphics
- ・ 作品"Atom Hard Mothers" 1997 Harp,Miburi, SNAKEMAN Sound, Graphics
- ・ 作品"天にも昇る寒さです" 1997 TouchSensor, PowerGlove Sound
- ・ 作品"Virtual Reduction" 1995 PowerGlove Sound
- ・ 作品"David" 1995 MIBURI Sound,CG
- ・ 作品"Visional Legend" 1998 笙sensor Graphics



----- Copyright (c) Yoichi Nagashima 1999 -----