

産業教育におけるマルチメディア技術の研究

—MIDI インタフェースと MIDI 規格—

宮 里 義 弘*

情報教育においては、これまでのシステム教育が中心であった従来の教育内容に加えてマルチメディアの分野が新たに題材として揚げられている。また、マルチメディアは映像や音を対象としているので、生徒が興味関心をいだくのに有効な教材の一つである。そこで、マルチメディア技術の音の分野について、特に MIDI (Musical Instrument Digital Interface) に関して、その規格と MIDI 回路について調査研究をした。

1. はじめに

近年のコンピュータはマルチメディアが気軽に楽しめるまでに発達して、映像や音楽をインターラクティブに扱うことができる。そのために、コンピュータの表現力は一層幅広いものになっている。また、インターネットにおいてもテキストとグラフィックだけの世界からサウンド、映像やアニメーションも扱うことができ、インターラクティブに操作できるマルチメディアのコンテンツが提供できるようになった。Web については、ただ情報を検索する場所ではなく、ブロードバンドの環境が整いエンターテイメントとしての側面も重要なものになってきている。

情報教育においては、これまでのシステム教育が中心であった従来の教育内容に加えてマルチメディアの分野が新たに題材として揚げられている。

また、マルチメディアは映像や音を対象としているので、生徒が興味関心をいだくのに有効な教材の一つである。

そこで、マルチメディア技術の音の分野について、特に MIDI に関して、その規格と MIDI 回路について調査研究をした。

2 コンピュータで音を楽しむための基礎知識

(1) パソコンで音になる仕組み

私たちの耳は、音 (アナログ) を聞くことができる。コンピュータは「1」と「0」のデジタルしか理解できない。両者間の壁を取り除く通訳者が必要である。この通訳の働きをするのが「DAコンバータ (もしくはADコンバータ)」と呼ばれる変換器である。Dはデジタル、Aはアナログの頭文字で、

文字どおりデジタルからアナログへの変換作業を行う。

コンピュータ自体には音を鳴らす仕掛はなく、サウンドカードがこの変換作業を受け持つ。つまりパソコンで音を聞くにはサウンドカードが必要である。

サウンドカードはCreative Lab社の「Sound Blaster」が有名で、標準のサウンドカードになりつつある。

このカードにはDSPチップが搭載され、このチップを介して音のデータをデジタルからアナログに変換している。

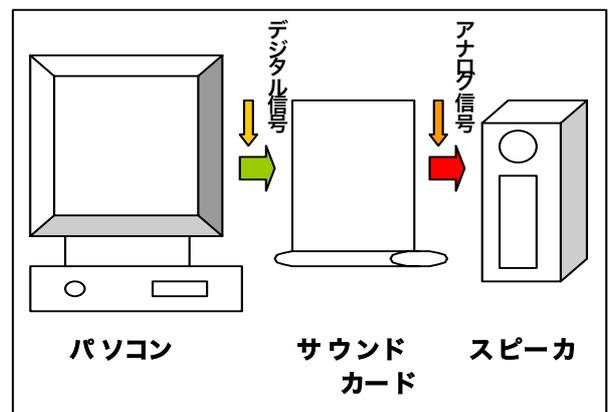


図1 音のなる仕組み

ADコンバータを介せば、すべての音をデジタル化できる。デジタル化された音楽データを「デジタルオーディオ」と総称され、パソコンで扱うことができる。デジタルオーディオには非常に多くの種類があり、たとえばWindows標準のサウンド形式は「WAVE」。Macintoshでは「AIFF」や「System 7 サウンド」。UNIXでは「AU」が有名である。

Web (ホームページ) 上で扱う音は、Webを表示するWebブラウザが対応したサウンド形式

*教育センター産業教育課

でなくてはならない。

一般に音質とファイルの容量は比例し、音質が高くなるに応じてファイル容量も大きくなる。しかし、最近では圧縮技術が発達し、小さなファイルサイズでも高音質を手に入れることができるようになった。また「ストリーミング」と呼ばれる技術の発達によって、テレビやラジオのようにインターネット上での配信ができるようになった。

3 DTM

DTMとは「DESK TOP MUSIC PRODUCTION」と言い、日本語で言うなら「机上音楽制作」と言ったところである。つまり机（パソコン）の上だけで本格的な音楽制作ができるシステムを指す。

DTMでは基本的にMIDI (Musical Instrument Digital Interface “ミディと読む”)

と言う規格で、電子楽器などをリモートコントロールする。わかりやすく説明すると、コンピュータの内部処理は全て電気（デジタル）信号によって処理されている。たとえば、ピアノなどの音をそのままとり込むと、莫大な量のデジタル信号を処理しなければならない。そこで、楽器などの音を先に別の機械（DTMでは音源と呼んでいます）で用意して、コンピュータには楽譜上の処理（音楽上の表現などもつけて）などを担当させることによりコンピュータの負担を軽くすることができる。これにより、バンドの全パートやクラシックのオーケストラなども、コンピュータ上で簡単に制作することができる。

ちなみに、音をそのままとり込むことをハードディスク・レコーディング（または、デジタル・レコーディング）と言いかかなり高価な機材とハイスペックなコンピュータが必要となる。

4 MIDI (ミディ) とは (概要と歴史)

「MIDI」とは、Musical Instrument Digital Interface の頭文字。楽器同士を接続しその音楽情報をデジタル信号によって伝達するためのインタフェースを意味し、演奏状態を他の楽器に伝達するための標準となるハードウェアおよびソフトウェアフォーマットである。つまり、「楽器のデジタルインタフェース規格」である。

(1) MIDI の誕生

MIDI が登場する前は、いわゆるアナログシンセサイザが電子楽器の主流を始めていた。アナログシンセサイザの時代でも、楽器同士を接続し同時に演奏したり、アナログシーケンサによる単純なパターン演奏を行ったりしていた。アナログシンセサイザでは、電圧制御によってコントロールする手法がとられ、ピッチ（音程）の高低は電圧の大小、ボリュームの大小も電圧の大小というようになっていた。（VCO の音高を決める電圧 CV、鍵盤を「押す」・「離す」を伝える GATE 信号によってコントロールする CV/GATE 方式と呼ばれる電圧制御である）

しかし、こうしたアナログ制御は、基本的に1動作のコントロールに1ケーブルが必要で様々な音楽情報をやりとりするには大変な接続の量になってしまう。また、電圧は常に変動するという不安定な側面をもっているから、温度や湿度などの環境の変化にも影響を受け、それによってコントロールされる音も微妙に変動してしまうといった扱いづらいものであった。

そこで電子楽器は安定的な演奏とメーカーを問わず接続を可能にするために制御方法の統一化が図られた。そのころの電子楽器のデジタル化とあいまって、デジタル信号を使った電子楽器の制御方法の統一が進められ生まれたのが MIDI である。

MIDI は国内外の楽器メーカーの話し合いによって決められた統一規格なので、MIDI 対応の楽器（コンピュータの MIDI インタフェースも含めて）であれば、メーカー、機種を問わず接続でき演奏データのやり取りとコントロールができる。

MIDI 信号はオーディオ信号とはまったく違うものである。CD などに収録されているデータは実際の音をデジタル信号に変換したものだが、MIDI 信号は音そのもののデータではなく、楽器の演奏情報である。キーボードでいえば、鍵盤を押す・離す、ペダルを踏む・離す、音色を変えるとといった動作をそれぞれ符号化したものといえる。実際の音データを扱わないので一つ一つのデータは非常に小さくできるが、実際に音をだす MIDI 機器によって多少音色が変わってしまうといったことがある。

なお、MIDI 規格は、音楽電子事業協会の MIDI 規格委員会と MMA (MIDI Manufacturers Association) で検討・策定・管理されている。

(2) MIDI でできること

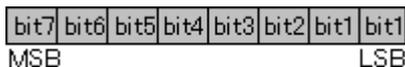
MIDI というとなりに難しく感じるであろう。また、MIDI 規格で説明しているような複雑な内容をすべて覚えなければいけないと思えるかもしれない。しかし、これから説明していく内容は、あくまで MIDI の規格内容であったり、より高度なデータ入力を行う際に必要となる情報であったり、プログラマーなどに必要とされる情報で、MIDI を使った演奏はいたって簡単に行える。これはビデオ信号の中身は複雑で専門家にしかわからない内容でも、ビデオの録画や再生は誰でも行えるのと似ている。

具体的に、MIDI を使った演奏や音楽作り／再生を行うために必要とされるのは、基本的な MIDI の接続方法と、MIDI チャンネルと呼ばれる概念、そして代表的な MIDI 情報（発音をコントロールするためのノートオン／オフや音色を切り替えるプログラムチェンジなど）の使い方さえ理解していればよい。

5 MIDI ハードウェア

(1) ハードウェア

MIDI は、転送速度 31.25Kbit/sec (±1%) の非同期シリアル転送で伝えられるデジタル信号で、各データは 8 ビットで構成されている。また、スタートビット、ビット 0, ... ビット 7, ストップビットの順番に、計 10 ビットで転送される。スタートビットは論理 0、ストップビットは論理 1 で、MIDI で 1 バイトを転送する際には 320μsec が必要である。



MIDI 回路は 5mA カレントループタイプで、論理 0 が通電状態となる。グラウンドループとそれによるデータエラーを避けるために、受信回路ではオプトアイソレータ（フォトカプラ）を使用する。オプトアイソレータは、5mA 以下の電流でオンになり、立上り／立下り時間は 2μsec 以下のものを使用しなければならない。

(2) MIDI 端子と MIDI ケーブル

MIDI 接続のための MIDI コネクタ（MIDI 端子）は、5 ピンの DIN コネクタ（180 度）で、MIDI 機器側は送受信共にソケット（メス）が使用されている。また、機器パネル面には MIDI IN, MIDI OUT, MIDI THRU のい



図2 MIDI 端子

ずれかの端子名を表記しなければならない。

5 ピンのうち、ピン番号 1 と 3 は使用せず、送受信共に開放（NR）にしなければならない。また、ピン番号 2 は送信側（MIDI OUT）でのみ接地します。

MIDI IN は、外部の MIDI 機器から送信された MIDI 信号を受信する端子。MIDI OUT は、その機器から MIDI 信号を送信する端子。また、MIDI THRU は、MIDI IN で受信した信号をそのまま送信する端子である。

MIDI THRU から他の MIDI 機器の MIDI IN に接続することにより、複数台の MIDI 機器に MIDI 情報を伝えることができるが、オプトアイソレータの立上り／立下り時間による遅れやエラーを防止する上から、3 台以上のチェーン接続を行わないほうがよいとされている。

MIDI の接続に使用されるケーブル（MIDI ケーブル）は、シールドされたツイストペアで、5 ピンの DIN プラグ（オス）を両端に接続したものである。シールドは両端共にピン番号 2 に接続しなければならない。また、ケーブル長は最長 15m までと規定されている。

(3) MIDI 機器の種類

MIDI に対応した機器のことを MIDI 機器と呼ぶが、MIDI 機器にもその目的や用途に応じてさまざまな種類がある。

① MIDI キーボード

MIDI を利用する電子楽器として、もっとも一般的なのはシンセサイザーである。通常のシンセサイザーは、鍵盤を弾いて単体で演奏を行うことができるが、MIDI 情報を出力するという目的だけであれば、本体で音が出る必要はない。MIDI の送信するために使用するキーボードのことを MIDI キーボードという。また、MIDI を使えば鍵盤部と音源部が一体化されている必要がないため、MIDI 送信専用の MIDI キーボードコントローラもある。

② MIDI 音源

MIDI を使えば、演奏情報を自由に伝えることができるため、鍵盤を持たない音源だけのシンセサイザーもある。このようなモジュールタイプのシンセサイザーのことを MIDI 音源と呼ぶ。また、キーボードタイプのシンセサイザーの場合でも、MIDI 信号を受信して（本体の鍵盤を弾かずに）鳴らすことができる。

③ コンピュータ

MIDIを扱うための MIDI インタフェースを接続することによって、コンピュータも MIDI 機器になる。(内蔵の音源ボードで演奏することもできる)主に、MIDI の演奏情報を記録したり修正するシーケンサとして使用することが多いのだが、大型のモニタが使用できたり、データ (ファイル) の管理がしやすいことから、シンセサイザーの音色エディットを行う目的に使われることもある。また、MIDI の演奏情報を取り込み、楽譜を作成することもできる。

コンピュータをシーケンサとして使用するためのソフトのことをシーケンスソフトと呼ぶ。また、楽譜を作成するためのソフトのことをノーテーション (スコアリング) ソフト、シンセサイザーの音色エディットを行うソフトのことを音色エディタと呼ぶ。

MIDI を扱うだけであれば、それほどコンピュータの処理能力を必要としないため、現在普及しているパソコンであれば、いずれも音楽の作成/演奏が行える。また、最近では MIDI だけでなくオーディオも統合して扱えるソフトも多くなっている。

④ その他の MIDI 機器

この他にもさまざまな MIDI 機器がある。まず、MIDI キーボードと同様に、演奏を MIDI 情報として出力するためのコントローラとして、MIDI ギターコントローラや MIDI ウインドコントローラ、MIDI パッドコントローラなどがある。これらは、ギター、管楽器、打楽器の演奏法で MIDI 情報を出力する MIDI コントローラである。

また、MIDI でプログラムの切り替えやパラメータのコントロールが行える MIDI エフェクター、MIDI 情報そのものを加工する MIDI プロセッサ (MIDI プロセッシングユニット)、MIDI の信号系統を切り替える MIDI パッチベイなどがある。

さらに、ライブパフォーマンスで音楽と照明を同期させるために、MIDI に対応したライティングコンソールなどもある。

6 MIDI メッセージ概要

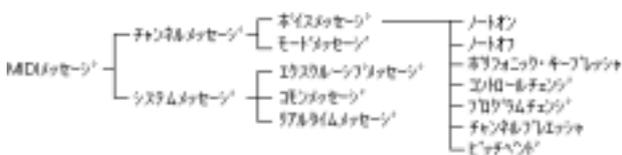
MIDI 規格では、楽器のいろいろな演奏動作に対して MIDI メッセージが定義されている。例えば、キーボードでいえば鍵盤を押す・離す、ペダルを踏む・離すとといったような動作にしたがってメッセー

ジを送出する。

MIDI メッセージを受け取った受信側はメッセージの種類によって所定の音を合成したり、他の動作をしたりする。例えばメッセージ送出側のキーボードに”ド”の鍵盤が押されると受信側の MIDI 機器 (シンセサイザー) は現在選択されている楽器音色”ド”の音を合成しアンプに出力され、私たちの耳に”ド”の音として聞こえる。

(1) MIDI メッセージの種類

様々な楽器やその動作に対応するため、多くの MIDI メッセージが定義されている。



MIDI メッセージは複数のパート別に独立したコントロールをするためのチャンネルメッセージと、MIDI システム全体をコントロールするためのシステムメッセージに大別できる。

チャンネルメッセージでは最大 16 パートをコントロールするため、MIDI チャンネルという概念が用いられる。さらにチャンネルメッセージはノート (音符) 情報などのボイスメッセージとボイスメッセージの受信状態を設定するモードメッセージに区別される。

ボイスメッセージには、ノートオン・オフ (音を出す・止める)、プログラムチェンジ (音色切替)、ピッチベンド等がある。

システムメッセージはシーケンサやリズムマシンなどにおける同期関係を扱うコモンメッセージとタイミングクロックなどのリアルタイム処理などを行うリアルタイムメッセージ、音色パラメータなど機器によって統一できないメッセージのためのエクスクルーシブメッセージがある。

(2) ステータスバイトとデータバイト

MIDI メッセージは、メッセージの種類を表すステータスバイトと、実データを表すデータバイトから構成される。ステータスバイトは MSB (ビット 7) が 1 であるバイトで、80h~FFh までの数値として表される。また、データバイトは MSB (ビット 7) が 0 であるバイトで、00h~7Fh までの数値として表される。(なお、数字に h が付いている場合は 16 進数を表す。)



図3 ステータスバイトとデータバイト

ステータスバイトによって、継続するデータバイトの数は規定されている。ただし、エクスクルーシブだけは、継続するデータバイトの数の制限がなく、任意のデータ長のデータバイトを送信することができる。エクスクルーシブはエンドオブエクスクルーシブ (F7h) まだが1つのメッセージとして扱われる。

送信側では、規定された数のデータバイトを正しく送信しなければならない。また、受信側ではステータスバイトを正しく認識しなければならない。万一、規定の数のデータバイトを受信している状態で、新たなステータスを受信した場合は、完結していないメッセージを無視して、新たなステータスを認識できなければならない。

(3) MIDI チャンネル

すべてチャンネルメッセージはチャンネル番号をステータスバイトの下位4ビットに付けて送出する。受信側はそのチャンネル番号によって、そのメッセージがどのチャンネルに対してのメッセージなのかを判別できる。つまりチャンネル番号によってパート（楽器）の区別をしている。



図4 チャンネル

チャンネル番号はステータスバイトの下位4ビットであらわされるので、4ビットで表現できる0～15 (0h～Fh) の16種類の値をとることができ、よってMIDIチャンネルは最大16チャンネルまで表現できる。

(4) ノートオンとノートオフ

リアルタイムで演奏情報を伝えるためのMIDIでは、音の長さに関する情報はない。それぞれの音は、ノートオンメッセージで発音し、ノートオフメッセージで止まる。

シーケンサで演奏を記録／再生する場合は、シーケンサ側でノートオンからノートオフまでの時間を音の長さとして扱っている。シーケンサで演奏デ

ータを扱う場合は、各音（ノートオン→ノートオフ）をまとめて扱えたほうが便利のため、通常は、発音のタイミング、ノートオン情報（ノートナンバー、ベロシティ）、音の長さという4つのデータをまとめて扱います。さらに、ノートオフベロシティに対応したシーケンサの場合は、上記の4つのデータに加えてノートオフベロシティ（離鍵時の速さ）の計5つのデータでひとつの音を表わす。

① ノートオン

ノートオンメッセージはステータスバイトに基づき、2バイト分のデータバイトで構成される。ステータスバイト9nの”9”はこのメッセージがノートオンメッセージであることを示し、”n”はここに任意のチャンネル番号が入ることを意味している。

2バイトで構成されるデータバイトの1バイト目は音階をあらわすノート番号で、2バイト目は音の強さを示すベロシティである。

メッセージ	ノートオン(note on)：チャンネルボイスメッセージ		
フォーマット	1:ステータス 3byte 9 (n)	2:ノート 2byte nNo.	3:ベロシティ 2byte VNo.
	n	:チャンネル1～16(0h～Fh)	
	nNo.	:0～127(0h～7Fh)	
	VNo.	:0～127(0h～7Fh)	
動作	発音(ベロシティ0のとき消音)		

ノート番号は音階を数字で表現したもので、ピアノの中央のC（ド）を番号60として、半音ごとに1つつづ増減していき、一番低い音が0、一番高い音が127になる。

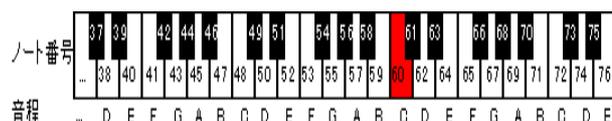


図5 ノート番号

2バイト目のデータバイトのベロシティとは、鍵盤を押す速さ（楽器を鳴らす速さ）をその音の強さとみなして、その値をあらわしたパラメータである。ベロシティは最大で127、最小で0だが、0のときは消音を意味しノートオフと同じ効果になる。

② ノートオフ

発音された音を止めるには、ノートオフメッセージを使う。ステータスバイト8nの”8”はノートオフメッセージであることを示し、”n”は任意のチャンネル番号である。

メッセージ	ノートオフ(note off) : チャンネルボイスメッセージ		
フォーマット	1:ステータス 3byte 8 (n)	2:データ ノートNo.	3:データ パリティ
	n : チャンネル1~16(0h~Fh) ノートNo. : 0~127(0h~7Fh) パリティ : 0~127(0h~7Fh)		
動作	発音停止(消音)		

データバイトの1バイト目はすでにノートオンメッセージによって発音されているノート番号を指定する。ノートオフベロシティはノートオンベロシティとは反対に音を消す速さをあらわす。このパラメータはあまり使われない。

(5) アフタータッチとピッチベンド

シンセサイザキーボードの中には、押した鍵盤をさらに強く押し込んだり、水平方向に揺らせたりすることでビブラートやトレモロ、グロールなどの効果をつける機能を持ったものがある。この機能をアフタータッチといい、キータッチ後の動作を示すメッセージで、鍵盤などにつけてある圧力センサで検出した圧力値などを送出する。

また、アフタータッチとは別に発音される音に対して演奏効果を付加するものとしてピッチベンドチェンジがある。

アフタータッチについて、MIDI ではチャンネルプレッシャとポリフォニックキープレッシャの2種類のメッセージが用意されている。

① チャンネルプレッシャ

一般にアフタータッチといえ、チャンネルプレッシャをさす。チャンネルプレッシャはチャンネルごとに一つのプレッシャ値を送るので、和音が押さえられたとしてもメッセージはその中の代表値一つだけしか送られない。メッセージはチャンネルプレッシャを示すステータス”D n”に続き1バイトのプレッシャ値が出力される。

メッセージ	チャンネルプレッシャ(channel pressure) : チャンネルボイスメッセージ		
フォーマット	1:ステータス 2byte D (n)	2:データ 7ビット	
	n : チャンネル1~16(0h~Fh) 7ビット : 0~127(0h~7Fh)		
動作	チャンネルごとのアフタータッチ		

ポリフォニックキープレッシャは3バイトから成り、しかも押し込まれている鍵盤ごとに個々のメッセージが出力されるのに対し、チャンネルプレッシャは2バイトから成り、和音でも一つのメッセージしか出力されない。したがって、メッセージ全体の出力量ははるかに小さくてすむので、ポリフォニ

ックキープレッシャに対応していないMIDI 機器でもチャンネルプレッシャには対応していることがある。

② ポリフォニックキープレッシャ

メッセージ	ポリフォニックキープレッシャ : チャンネルボイスメッセージ (polyphonic key pressure)		
フォーマット	1:ステータス 3byte A (n)	2:データ ノートNo.	3:データ 7ビット
	n : チャンネル1~16(0h~Fh) ノートNo. : 0~127(0h~7Fh) 7ビット : 0~127(0h~7Fh)		
動作	鍵盤ごとに独立したアフタータッチ		

ポリフォニックキープレッシャでは、鍵盤ごとに独立したアフタータッチ情報の扱うことができる。ポリフォニックキープレッシャの情報量は非常に大きく(押している鍵盤の圧力が変わるたびに送られてくるため)、多用するとMIDI 機器に大きな負担をかけ、MIDI ケーブルを占有してしまうので、まだ一部の楽器にしか対応していない。

③ ピッチベンドチェンジ

ピッチベンドはシンセサイザキーボードにあるホイールやジョイスティックなどのピッチベンダー情報を送るメッセージ。ピッチベンドとは音程(ピッチ)を自由にシフトさせることで、ギターのコウキングや管楽器のしゃくり上げ、スライドのいった滑らかな音程の変化をつけることを可能にする。

メッセージ	ピッチベンドチェンジ : チャンネルボイスメッセージ (pitch bend change)		
フォーマット	1:ステータス 3byte E (n)	2:データ LSB	3:データ MSB
	n : チャンネル1~16(0h~Fh) LSB : 0~127(0h~7Fh) MSB : 0~127(0h~7Fh)		
動作	ピッチベンド(ピッチの変化)		

ピッチベンドのメッセージはピッチベンドを示すステータス”E n”に続き、LSBとMSBの2バイト、あわせて3バイトで構成される。

ピッチベンド幅はLSBとMSBの2バイトを使って、最大14ビットのデータの下位7ビットをLSBバイトへ、上位7ビットをMSBバイトへ分割して出力する。

(6) コントロールチェンジ

ダンパーペダル、ボリューム、モジュレーションや機器操作等の様々な情報はコントロールチェンジメッセージによって送られる。

1バイト目がコントロールチェンジであることを示す、ステータス”B n”，データバイトの1バイ

ト目がコントロールする機能を示す番号で（つまりコントロールナンバ(番号)によって、様々なコントロール情報を区別します）、2バイト目がその番号がデータとなる。

コントロールナンバは0～119の120種類定義されていて（ナンバ120～127はモードメッセージに予約されている）、14ビット連続可変、7ビット連続可変、特殊タイプ、拡張タイプに区別

① コントロールナンバ表

・14ビット連続可変

MSB (上位)		LSB (下位)		機能
No.	Hex	No.	Hex	
0	0	32	20	バンクセレクト（音色バンクの切替）
1	1	33	21	モジュレーション・デプス
2	2	34	22	ブレスコントロール（息を吹き込む強さによるコントロール）
3	3	35	23	（未定義）
4	4	36	24	フットコントロール（フットペダルによるコントロール）
5	5	37	25	ポルタメントタイム
6	6	38	26	データエントリ（RPN/NRPNで指定したパラメータの値を設定）
7	7	39	27	メインボリューム(チャンネルの音量を設定)
8	8	40	28	バランスコントロール（上の音域と下の音域のバランス）
9	9	41	29	（未定義）
10	0A	42	2A	パンポット（定位-左右のバランス）
11	0B	43	2B	エクスプレッション（音量の抑揚をつける）
12	0C	44	2C	（未定義）
13	0D	45	2D	（未定義）
14	0E	46	2E	（未定義）
15	0F	47	2F	（未定義）
16	10	48	30	汎用操作子 1
17	11	49	31	汎用操作子 2
18	12	50	32	汎用操作子 3
19	13	51	33	汎用操作子 4
20-31	14-1F	52-63	34-3F	（未定義）

・ビット連続可変以下 省略)

(7) 音色の切り替え

音色を切り替えるにはプログラムチェンジメッセージをつかう。このメッセージはプログラムチェ

メッセージ	プログラム・チェンジ：チャンネルボイスメッセージ (program change)
フォーマット	2byte 1:ステータス 2:データ B n 7'0F'34No.
	n :チャンネル1～16(0h～Fh) 7'0F'34No.:0～127(0h～7Fh)
動作	音色の切替

ンジを示すステータス”C n”とプログラムナンバを

され番号がつけられている。

メッセージ	プログラム・チェンジ/control change)：チャンネルボイスメッセージ
フォーマット	3byte 1:ステータス 2:データ 3:データ B n 7'0F'34No.
	n :チャンネル1～16(0h～Fh) 7'0F'34No.:0～119(0h～77h) データ :0～127(0h～7Fh)
動作	(コントロールNo.により様々)

表すデータバイト1バイトから構成されている。

プログラムチェンジの音色番号によって音色を切り替えるわけだが、プログラムナンバに対する音色の規定はないので、メッセージ送出側の音色と同じものが受信側で選択されるとは限らない。

しかし、これでは演奏の互換性が保証できないのでGM (General MIDI) 規格によって、バンク切替を行わないときの128音色が規定されていない。(バンク切り替えは、GM規格では規定されて

いない)。なおGM規格ではチャンネル10はリズム(パーカッション)音色に固定され、各音階(ノート番号)が、それぞれのリズム音色に対応している。

⑧ モードメッセージ

今までのページではボイスメッセージについて説明してきましたがこのページではボイスメッセージ以外のチャンネルメッセージであるモードメッセージについて説明する。

モードメッセージは、コントロールメッセージと同じステータス“B n”なので、見かけ上、コントロールメッセージの一種のようだが、動作はまったくボイスメッセージと異なるので、別なものとして分類されている。

メッセージ	チャンネル・モード・メッセージ(mode message)		
フォーマット	1:ステータス	2:データ	3:データ
	3byte	B (n)	モードNo. (データ)
n	:チャンネル1~16(0h~Fh)		
モードNo.	:モードメッセージ番号120~127(78h~7Fh)		
データ	:0~127(0h~7Fh)		

コントロールメッセージと同様に最初のデータバイトで、モードメッセージの種類を番号で識別する。モードメッセージ番号は120(78h)から127(7Fh)まで割り当てている。

① オールサウンドオフ：No120(78h)

このメッセージは、ハード的に音源側のボイスの発音を強制的に消音する。オールサウンドオフメッセージを受信した音源は直ちに指定されたチャンネルの発音中のボイスを全て消音し、リリースが長い音でも余韻を残さない。2バイト目のデータバイトは使われず、通常ダミーとして0を送る。

② リセットオールコントローラ：No121(79h)

シーケンサの演奏を途中で止める場合、ピッチベンドやコントロールチェンジが効いたままになることがある。したがって、止めた場所から演奏を再開するのでなければ、次の演奏に支障をきたすことになる。そこで、変更されているコントローラ情報を初期状態にもどすためのメッセージとしてこのメッセージが設定された。

リセットオールコントローラでリセットされるのは次のようなものがある。

- モジュレーション デプス (0)
- ペダル (オフ)
- エクスプレッション (最大=127)
- ポルタメント (オフ)

- アフタータッチ (0)
- ピッチベンド (中央)
- RPN, NRPN (NULL)
- メインボリューム (最大=127)

ただし、リセットされるコントローラは全て受信側にまかされているので、機種によって多少動作が異なる。また、リセットオールコントローラは音源内部での処理時間が若干かかることがある。

このメッセージの2バイト目のデータバイトは使われず、通常ダミーとして0を送る。

③ ローカルコントロール：No122(7Ah)

MDI キーボード等の鍵盤部と内部の音源を切り離す機能がローカルコントロールメッセージである。ローカルコントロールがオフになると、鍵盤を押しても内部音源からは発音されず、演奏情報はMDI OUTに送出される。

2バイト目のデータバイトが0のときローカルオフに、127のときローカルオンに設定される。

④ オールノートオフ：No123(7Bh)

このメッセージは指定されたチャンネルで発音されているボイスすべてにノートオフメッセージを送るのと同じ機能を持つ。これは、ハード的に消音されるオールサウンドオフとは異なり、リリースが長い音はそのまま音が伸び、ペダルがオフされるまで処理が保留される。2バイト目のデータバイトは使われず、通常ダミーとして0を送る。

⑤ オムニオフ：No124(7Ch)と

オムニオン：No125(7Dh)

オムニオンの状態では、チャンネル指定とは関係なく、全てのチャンネルメッセージを受信し、チャンネルによるパートの識別ができなくなる。したがってパート別のアンサンブル演奏を行うときは、オムニオフの状態にする必要があります。オムニオン・オフはモードメッセージのひとつとして定義されているので、常にMIDIチャンネルによって識別される。したがってオムニオンの状態でも、受信チャンネルと一致しなければ認識されません。このメッセージは現在ではあまり使われない。

2バイト目のデータバイトはダミーである。

⑥ モノモードオン：No126(7Eh)と

ポリモードオン：No127(7Fh)

モノフォニック演奏とポリフォニック演奏を切り替える。

⑨ エクスクルーシブ メッセージ

MIDI規格によって、様々な楽器の演奏情報が統一され、汎用化されたが、そのことはまた、各メーカーや各楽器の個性や特徴を制限し、表現力の画一化してしまうおそれがあった。そこで、MIDI規格でメーカーや機器に固有のパラメータを扱えるようにするために登場したのがエクスクルーシブメッセージである。

エクスクルーシブメッセージは他のMIDIメッセージが固定長なのに対し、扱うデータによって長さが異なる可変長メッセージである。

メッセージ	エクスクルーシブ・メッセージ：2バイト・メッセージ (exclusive message)		
フォーマット	ステータス	ID	データ(可変長) EOX
	F0	<ID...>	<DATA...> F7
	ID	: ID番号(1または3byte)	
	DATA	: 任意のデータ	
	F7	: EOX (ID) + 1 + 1 + 1 (256-257)	
動作	メーカー固有のデータの送信		

エクスクルーシブメッセージは、ステータス”F0”とエンドオブエクスクルーシブ (EOX) ステータス”F7”の間に必要なだけの任意のデータを挟んで送信する。ステータス”F0”の後には、メーカーを識別するマニファクチャラーズIDが表され、この値が0のときは後に続く2バイトとあわせて3バイトがIDとなる。

データにはメーカーが定めた任意のデータを扱えますが、エクスクルーシブメッセージにはチャンネルを指定するパラメータがないので、楽器を区別するためデバイスIDをマニファクチャラーズIDの次に付加する。

また、データの最後 (EOX”F7”の直前) にチェックサムも設けるケースも多くある。チェックサムの算出方法はメーカーごとに異なる。

最後に、エクスクルーシブメッセージの終わりを示す、EOXを送る。EOXのステータスは”F7”で、コモンメッセージに定義されている。

7 MIDI 機器の製作

(1) MIDI アダプターの制作

コンピュータでMIDI楽器を制御するためには、コンピュータとそのデバイスを繋げなければなりません。MIDIシーケンサ (音源) の場合はほとんどシリアルのコネクタがデバイスにあたりるので簡単に接続して音楽を楽しむことができる。

しかし、大抵のMIDI対応のキーボードには、IDI-in, MIDI-outと書かれた丸いコネクタしかない。これはコンピュータのシリアルとは異なった規格のインタフェースなので変換コネクタが必要である。

① 回路構成

ハードウェア的に見るとMIDIインタフェースはデータの状態を電流の有無に変換して転送するカレントループ方式である。シリアルは電流でなく電圧で制御するから電流-電圧変換をおこなわなければならない。通常はUARTからの出力をトランジスタで電流をスイッチングするという回路がMIDI規格で規定されているが、本回路は、ダイオードによる回路ですました。これは工作が簡単である。

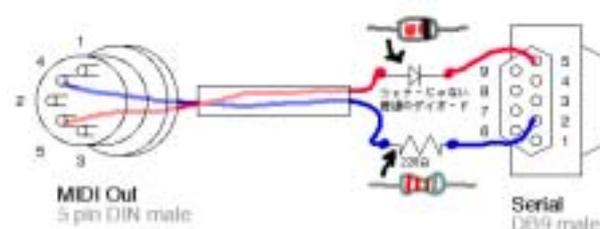


図4 MIDI アダプター

② 材料

- ・5 pin DIN male コネクタ

このコネクタを購入して制作してもよいが、MIDI用ケーブルやAT互換機用のキーボードのケーブルを切って使うほうが加工の手間が少ない。



写真1 DIN コネクタ

- ・DB9 male コネクタ

通常のシリアルのコネクタである。カバーももちろん必要である。



写真2 DB9 male コネクタ

- ・シリコンダイオード
- ・220Ω抵抗
- ・熱収縮チューブ

③ 制作手順

ア ATキーボードもしくはMIDIのケーブルを適

当な長さに切り、リード線をコネクタの4番ピンと5番ピンの二本だけ残して切る。(テスターで導通をよく調べてから、ほかのリード線を切ること。MIDI ケーブルならもともと2本しかないのだから楽である。)

イ シリアルコネクタの2番ピンに220Ωの抵抗を半田付けする。

ウ シリアルコネクタの5番ピンにシリコンダイオードの黒い帯のある方を半田付けする。

エ シリコンダイオードのもう片方のリードをMIDI コネクタの5番ピンのリード線に半田付けする。このとき熱収縮チューブを通しておくことを忘れないこと。

オ 抵抗のもう片方のリードをMIDI コネクタの4番ピンのリード線に半田付けする。熱収縮チューブは同様に通しておくこと。

カ 半田ゴテで熱収縮チューブを収縮させてから、コネクタのケースに入れる。

キ ケースのねじを締めて出来上がり。

(2) MIDI デコーダの製作

今回製作したMIDI デコーダは、MIDI データをリアルタイムに取り込み、それを再生するというシンプルなものである。

PIC16c84 チップを使用して製作した。

次にその回路図を示す。

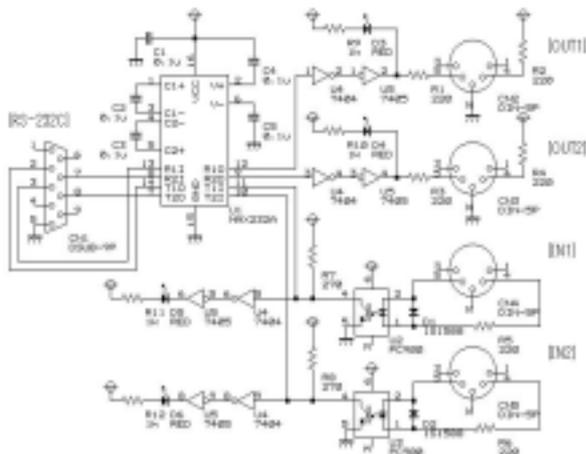


図6 MIDI デコーダ

参考文献

社団法人音楽電子事業協会 MIDI 規格委員会 「MIDI 1.0 規格書」 社団法人音楽電子事業協会 1999
 トランジスタ技術編集部 「作ってわかる電子回路制作入門」 株式会社 CQ出版 1996

(3) 簡易MIDI楽器の製作

EIA-232C 接続の簡易 MIDI 楽器ボードの製作を説明する。メディアプレーヤーなどの MIDI データを再生するアプリケーションにより自動演奏が行える。

通常 MIDI では電流ループによる単方向シリアル・インタフェース(調歩同期式、伝送速度 31,250bps、データ長 8 ビット、パリティ無し、ストップビット 1) が用いられるが、最近パソコンの EIA-232C ポートに直接接続する方法も増えてきた。次にその回路図を示す。

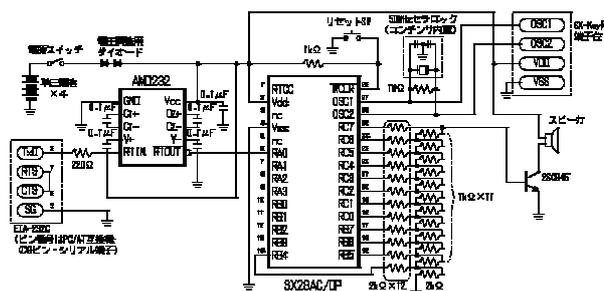


図7 簡易MIDI楽器

8 まとめと今後の課題

MIDI は音楽を演奏するインタフェースなので生徒に興味関心をいだかせるのにマルチメディアの教材として有効である。MIDI を活用して音楽を演奏するには、MIDI の規格を特に理解している必要はないが、MIDI 機器の製作や MIDI データをコンピュータで演奏するためのソフトを開発するには熟知している必要がある。今回は、MIDI の規格を整理し、指導用の参考書としてまとめるとともにこの規格書を基に、工業の「課題研究」の教材として各種の MIDI 回路を考えた。それほど複雑な回路ではないので十分に教材として活用できるであろう。

今後の課題としてはこの回路を生かした、MIDI のドライバやシーケンスソフト等の各種プログラムのための教材開発とこの教材を導入した「課題研究」の授業計画の立案が必要であると考えます。次年度はこの課題をテーマに学校現場と連携して取り組む必要がある。