

音楽情報処理（第2回）

音楽ツール、シーケンサ

片寄晴弘

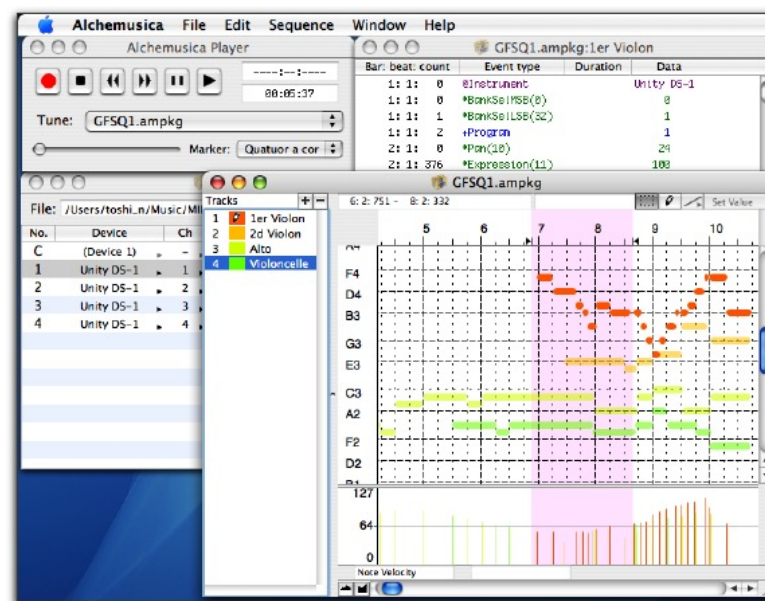
関西学院大学工学部情報工学課程

アウトライン

- 音楽系ツールやアプリケーションといえば、
 . . .
 - 音楽プレイヤー系
 (プレイヤー、ライブラリ管理・エンコーダ)
 - サウンド編集
 - 作曲・MIDI
 - 演奏支援
 - 音声合成 (話声、歌声系)
 (窓の杜より)
- DTM, DAW

まずは身近なところから

- スタンダードMIDIファイル（拡張子は .mid もしくは .smf）をインターネットからダウンロード
- 簡易プレイヤーで聞いてみる！
 - GarageBand, Alchemusica（フリーMIDIシーケンサ）
（Windows Media Player）



max

MIDIデータとシーケンサ

MIDIとは・・・

時間を指定して発音を制御する指示書

オルゴール？



シーケンサの歴史を紐解いてみよう！

シーケンサの歴史



『カリヨン』

人々に時を知らせる時計塔。いくつかの鐘が取り付けられ機械仕掛けで音楽を奏でた。

1381年 ベルギーブリュッセルのニコラス・カーク塔が最初と言われている。

18世紀末、演奏ロボット(オートマタ)

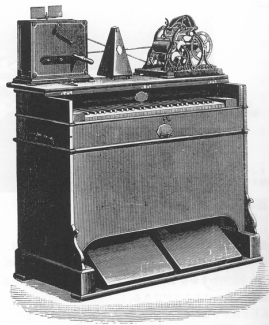
「オルガンを弾く少女 Musician」(1773)

少女は、演奏の前に聴衆を見渡し、静かに譜面に目を落す。指がオルガンの鍵盤を押して見事に演奏する。演奏後に聴衆に鄭重なおじぎをする。2本のゼンマイを動力として動く



- オルゴール1796年スイスで誕生。時計職人のアントワーヌ・ファールブルが小さな懐中時計に演奏装置を組み込むために考案

シーケンサの歴史 2



1900年代 メログラフィピアノ

キーボード演奏のキーの押し上げを紙で記録
紙ロールでピアノを再生



1960年代 電圧制御シンセサイザの登場

紙テープで駆動 RCA MarkII

Moog



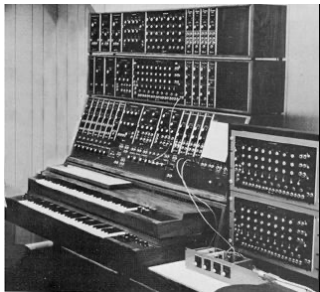
1970年代 機械式シーケンサの登場

ループ (ミニマル) 音楽

1970年代後半 テクノ音楽の登場

富田勲 「惑星」 Moog III 1977

YMO RYDEEN 1979, TECHNOPOLIS
1980



A large Moog system circa 1970,



1981年 **MIDI 1.0**制定へ
(国内外楽器メーカー6社)

MIDIデータとシーケンサ



MIDIとは・・・

時間を指定して発音を
制御する指示書

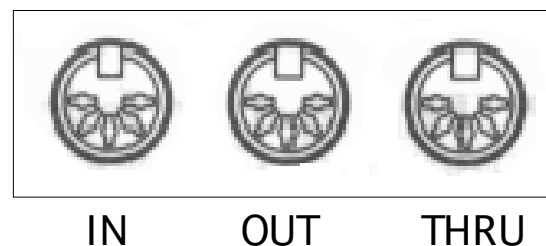
←突起のデータに相当

MIDI規格
(ハード、ソフト)

音色、時間情報は？

MIDIとは

- MIDI(Musical Instruments Digital Interface)
- 31.25Kbpsのシリアル通信
- ホットプラグ方式, ディジーチェーン接続可能, Mixingは専用ハード要
- RS422に接続可, UART
- 照明制御にも使われる
- USB→USB2へ
- 低速モード 1.5 Mbps, 高速モード 12 Mbpsのシリアル通信
- ホットプラグ方式, ディジーチェーン接続可能
- 最近ではUSB-MIDIが主流に
- [MAX](#)で MIDIデータを見てみよう！

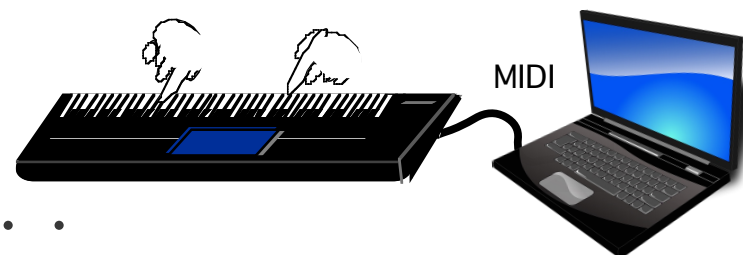


MIDIとは

ステータスバイト

データバイト

データバイト



- キーボードの中央ドの音を目一杯押すと
 - 144(0x90), 60(0x3C), 127(0x7F)という値がMIDIを通じて送信される.
 - 144 : 1 chで示される音源のノートオン
 - ステータスバイトと呼ばれる
 - 連続するこのメッセージが何であるかという情報を示している.
 - 128~255までの値が使われる
 - 60 : ノートナンバーと呼ばれ, 中央ドの音を示している.
 - 127 : 音量
 - (光センサを用いて, キーボードの押される速さを検出し, それを音量に割り当てたため, ベロシティと呼ばれるようになった.)
 - 指をはなすと, 128, 60, XX (144, 60, 0) という数値が送信されている.
- 計算機側からの同様のデータを送ると, キーボードに直接触らずとも同様の発音がある.

MIDIシーケンサ内におけるデータ名称

- ノート番号
 - 0~127の値で表す音階
 - MIDIの規格では中央のド (C3) は60 (16進数では3C)
- ステップタイム
 - 鍵盤が押されたタイミングを示す値
- ゲートタイム
 - 鍵盤が最初に押されてから離されるまでの時間 (発音時間) を表す値
- ベロシティ
 - 鍵盤を弾いた時の強さを表す値
- クロック (分解能)
 - ステップタイムおよびゲートタイムの基準となる四分音符を何等分できるかを表す値 (480, 960など)
- テンポ
 - 演奏の再生速度を決定する
 - BPM: 4分音符を1拍とし、1分間にいくつ刻むかで表す
- より細やかな表現のための制御データ
 - コントロールチェンジ、ピッチベンド、ポルタメントやアフタータッチ

テンポの表現

- BPM: 四分音符を1拍とし、1分間にいくつ刻むかで表す (BPM)
- Ticks: 一拍の刻みの分解能, 120 (=23×3×5) とか
- スタンダードMIDIファイル (フォーマット1) では、テンポマップ (BPM情報) はトラック1 (コンダクター・トラック) に書く (後述、そうしないとパーシングが面倒)
- デフォルトは 4/4拍子, 120BPM



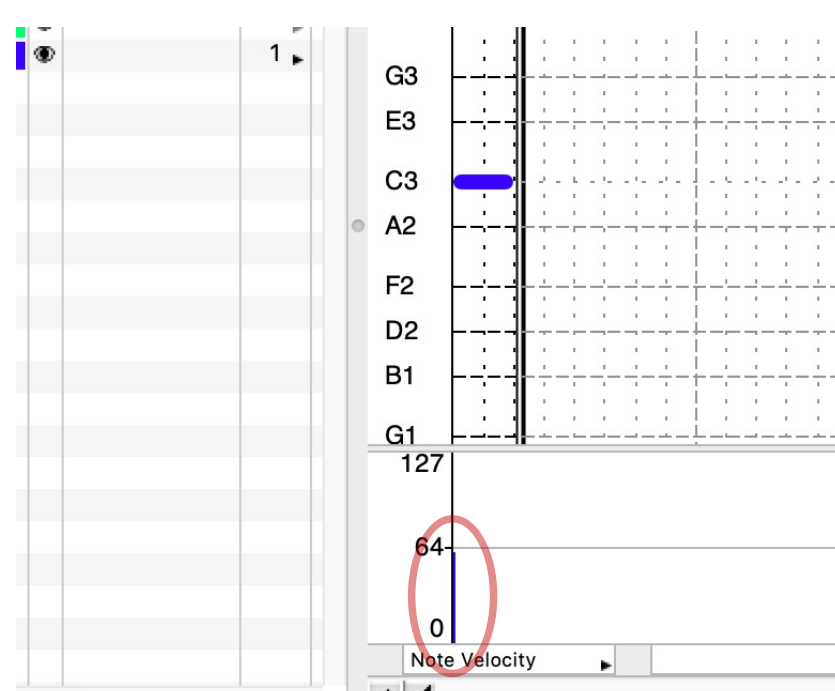
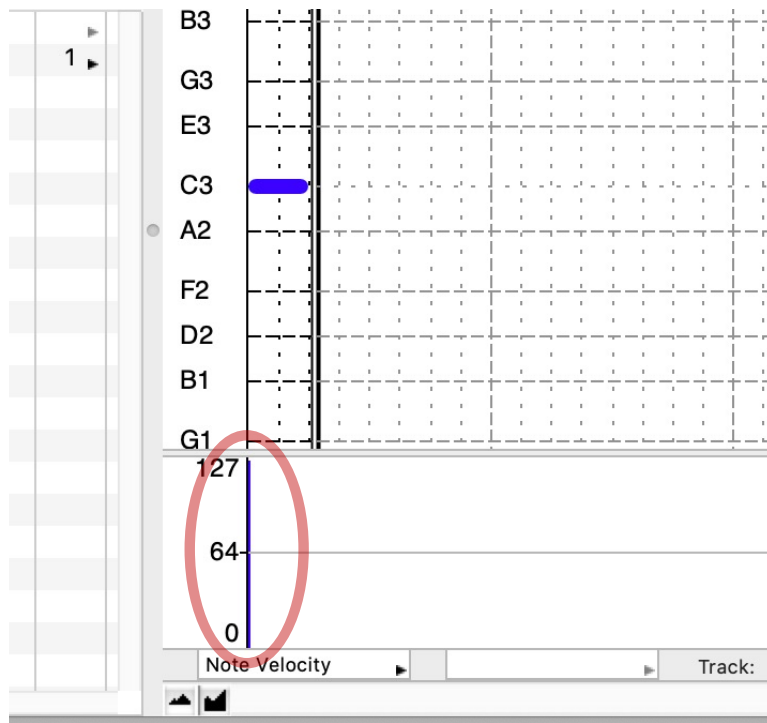
スタンダードMIDIファイル (SMF)

- SMFの中身：[シーケンサ](#)からの[出力](#)を見る
 - 「ド」「ド（ベロシティ違い）」「ドレ」・・・
- 以下から成り立つ binary data
 - ヘッダチャンク：メタ情報、トラック数等
 - トラックチャンク：トラック情報、データセクション
 - データセクション：
 - デルタタイム（次のイベントまでの間隔）+ イベント
 - デルタタイム：（最上位ビットをフラグとした）可変長表現
 - イベント：MIDI イベント，sysexイベント，メタ・イベント
 - メタ・イベント（テンポ指定等で使う）
 - sysexイベント（音源（楽器メーカー）固有の制御等）

例えば、

デルタタイム: [0xA0 0x03], → (続きあり) 010 0000 (なし) 000 0011 bit
→ 4099 (10進) Tikcs

NoteOn: [0x90], Pitch: [0x3C], Velocity: [0x60]



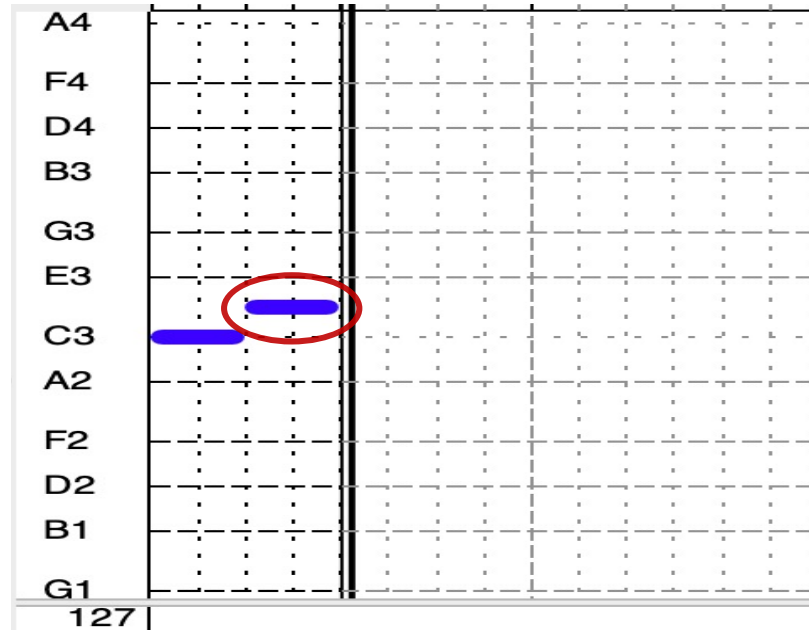
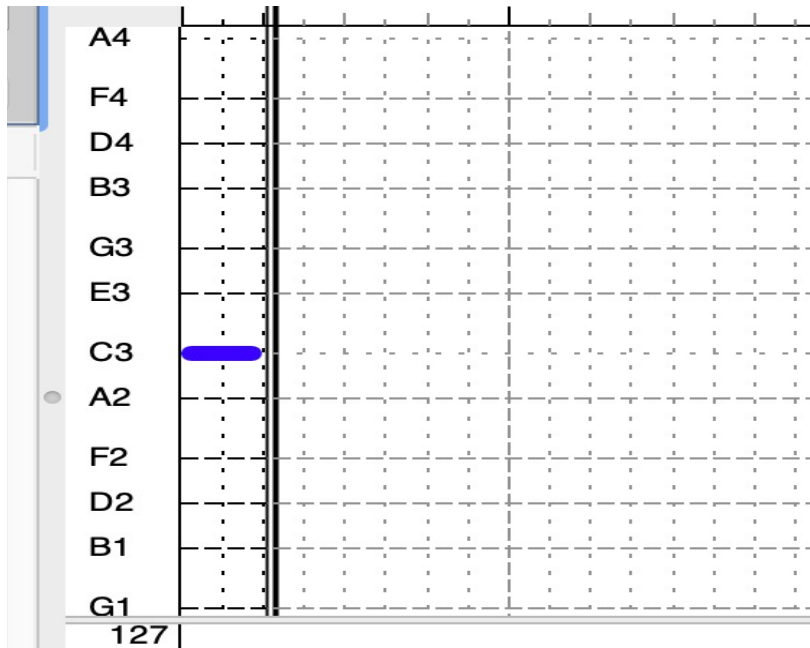
do127(7F).mid

00	4D 54 68 64	00 00 00 06	00 01 00 02	01 E0 4D 54	72 6B 00 00	00 22 00	MThd	MTrk	"
17	FF 03 01 20	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63	.	.	Apple: DLSMusic
2E	44 65 76 69	63 65 00 FF	2F 00 4D 54	72 6B 00 00	00 2B 00 FF	03 01 20	Device ./	MTrk	+ .
45	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63 44	65 76 69	.	Apple: DLSMusicDevi	
5C	63 65 0A 90	3C 7F 83 60	80 3C 40 0E	FF 2F 00			ce .< .`.<@ ./		

NoteOn Delta Time NoteOff

do61(3D).mid

00	4D 54 68 64	00 00 00 06	00 01 00 02	01 E0 4D 54	72 6B 00 00	00 22 00	MThd	.MTrk	"
17	FF 03 01 20	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63	.	.	Apple: DLSMusic
2E	44 65 76 69	63 65 00 FF	2F 00 4D 54	72 6B 00 00	00 2B 00 FF	03 01 20	Device ./	MTrk	+ .
45	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63 44	65 76 69	.	Apple: DLSMusicDevi	
5C	63 65 0A 90	3C 3D 83 60	80 3C 40 0E	FF 2F 00			ce .<= .`.<@ ./		



do61(3D).mid

00	4D 54 68 64	00 00 00 06	00 01 00 02	01 E0 4D 54	72 6B 00 00	00 22 00	MThd .MTrk "
17	FF 03 01 20	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63	. . Apple: DLSMusic
2E	44 65 76 69	63 65 00 FF	2F 00 4D 54	72 6B 00 00	00 2B 00 FF	03 01 20	Device ./ MTrk + .
45	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63 44	65 76 69	. Apple: DLSMusicDevi
5C	63 65 0A 90	3C 3D 83 60	80 3C 40 0E	FF 2F 00			ce .<=.`.<@ ./

NoteOn Delta Time NoteOff

do161(3D)re.mid

00	4D 54 68 64	00 00 00 06	00 01 00 02	01 E0 4D 54	72 6B 00 00	00 22 00	MThd .MTrk "
17	FF 03 01 20	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63	. . Apple: DLSMusic
2E	44 65 76 69	63 65 00 FF	2F 00 4D 54	72 6B 00 00	00 34 00 FF	03 01 20	Device ./ MTrk 4 .
45	00 FF 09 15	41 70 70 6C	65 3A 20 44	4C 53 4D 75	73 69 63 44	65 76 69	. Apple: DLSMusicDevi
5C	63 65 0A 90	3C 3D 83 59	90 3E 40 07	80 3C 40 83	59 80 3E 40	01 FF 2F	ce .<=.Y.>@ .<@.Y.>@ ./
73	00						

NoteOn Delta Time NoteOn Delta Time NoteOff Delta Time NoteOff

DTMとDAW

DTM (Desk Top Music)

- 1988年頃から、パソコンの普及とともに普及
- MIDI, MIDI音源モジュールを主体とした音楽編集、再生システム (ソフトウェア)
- 2000年頃に衰退 → DAWに包含されていく

DAW

- オーディオ信号を直接編集する音楽システム
- 2000年頃に専用機 (cf.フェアライトCMIとか) からPCソフトウェアシステムへ
 - ProTools, Cubase, GarageBand、 . . .

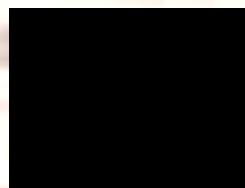
GarageBand

- アップルが開発・販売するmacOS/iOS用の初心者向けの音楽制作ソフトウェア
- 様々な音源を組み合わせてDTMを実現する、DAWの要素も持つシーケンサソフトの一種
(素人向けといっても結構なことができる)
- [デモムービー \(ループ系:5分\)](#)

ProTools

- Avid technology社が設計開発及び販売しているパーソナルコンピュータを核としたデジタル・オーディオ・ワークステーション (DAW) 用のソフトウェア
- プロが録音、編集、マスタリングに利用

現場作業実例



- ミックス違いを聞いてみる
二人のプロエンジニアがそれぞれ3パターンでマスタリング (ミックスダウン)

[Data1](#)

[Data2](#)

[Data3](#)

[Data4](#)

[Data5](#)

[Data6](#)

Finale

- Coda社（現：MakeMusic）によって開発された楽譜作成ソフトウェア
- 簡易シーケンサ機能を備える
- MusicXML に対応
- [デモムービー1 \(2:20\)](#)
- [デモムービー2 \(2:20\)](#)

Date: _____
 Player: _____
 Expression: [waltz]

Valse No. 7 No. 14
F. Chopin
Op. 64-2

Tempo giusto

Based on Paderewski Edition pp. 53-54 | PEDB Edition 2 (c) 2017-2020

MAX

- Cycling '74が開発・保守している音楽とマルチメディア向けのグラフィカルな統合開発環境（ビジュアルプログラミング言語）
- 作曲家やメディアアーティストらに20年以上使われ続けている。
- MIDI, オーディオ, 映像, CG が操作可能
- 領域実習（片寄クラス）で利用
 - [サンプル1（作りかけ）](#) [サンプル1（完成版）](#)
 - [サンプル2](#)

Google Colab でやってみよう！

サポートページ

課題

1. ミックスダウンクイズ
(60'年代風は？ 初音ミク系は？
最も好きなのは？ その理由も)

[Data1](#)

[Data2](#)

[Data3](#)

[Data4](#)

[Data5](#)

[Data6](#)

2. シーケンサで「ソミ」を入力し、smf ファイルとして保存、
ミーを追加した「ソミミー」を、別名 ファイルとして保存、
16進表示データを元に、データの対応関係を調べよ。
(できる人はもっと凝ったもの対象でもOK)