

The high-resolution MIDI format(eXtended Precision MIDI format) の仕様紹介と、研究分野での利用について

野池賢二^{†1} 池淵 隆^{†2} 片寄晴弘^{†2}

MIDI メッセージのパラメータの精度を拡張する MIDI 上位互換仕様がふたつある。ひとつは MIDI Manufacturers Association によって承認された The high-resolution MIDI 仕様であり、もうひとつは YAMAHA による eXtended Precision MIDI (XP MIDI) 仕様である。これらは、いままで未使用であったコントロールチェンジ番号を使用して、たとえば Note On ベロシティの精度を 128 段階から 16256 段階に拡張できる手軽で便利な仕様である。しかし、現状ではいくつかの製品で採用されているものの、まだまだ普及していない。本稿では、これらの仕様の詳細について紹介し、研究分野での利用における有用性について述べる。

An Introduction of The high-resolution MIDI format Specification (eXtended Precision MIDI format Specification) and A Study on The Use in The Research Field

KENZI NOIKE^{†1} TAKASHI IKEBUCHI^{†2}
HARUHIRO KATAYOSE^{†2}

There is two upward-compatible MIDI specification to extend the precision of the parameters of the MIDI messages. One is "The high-resolution MIDI specification" was approved by the MIDI Manufacturers Association, and the other is "eXtended Precision MIDI(XP MIDI) specification" by YAMAHA. These are use the control change message number was not used up to now, for example, can be extended to 16256 from 128 steps the precision of the Note On velocity. So it is convenient and easy to use. However, it has been supported by some products at present, but have not become popular yet.

In this paper, we introduce the details of these specifications, and describe the usefulness in the use of research in the field.

1. はじめに

電子楽器間で演奏情報をやりとりするために制定された MIDI 規格[1][2] は、シンプルなプロトコルであり、運用も比較的容易な、非常に便利な仕様である。1983 年に制定されてから 30 年が経過したが、現在でも標準的に使用されている有用な仕様である。しかし、電子楽器やコンピュータ、そして周辺環境が高度に発達した現在においては、その使用において仕様に不満がないわけではない。そのひとつが、MIDI メッセージが取りうるパラメータの分解能の低さである。

ほとんどの MIDI メッセージは、パラメータとして 7 ビットの値をひとつだけもつように設計されており、それらの MIDI メッセージでは 0 から 127 の 128 段階の値をパラメータとしてもつことができる。128 段階の分解能で十分な場合も多いが、足りない場合もある。たとえば、人間のピアノ演奏の演奏表情を扱う研究[3][4][5][6]において MIDI を用いる場合は、打鍵強度(速度)やペダル踏度などは 128 段階よりも多くの分解能があるほうが望ましい。

MIDI メッセージのパラメータの高精度化の仕様 (The

high-resolution MIDI format) は、筆者らの知る限りでは次のふたつがある。

- MIDI Manufacturers Association (以下、MMA と略す) [2] によって承認されている仕様
- YAMAHA Disklavier などでも用いられている eXtended Precision MIDI(XP MIDI)仕様

これらの仕様は、現状ではいくつかの製品で採用されているものの、まだまだ認知や普及がなされていない。また、研究分野での積極的な利用は皆無である。

本稿では、これらのふたつの MIDI 高精度化仕様を紹介し、研究分野での利用における有用性について検討する。2 節で MMA による仕様を、3 節で YAMAHA による仕様を紹介し、4 節でそれらの現状での普及具合を述べ、5 節で研究分野での利用について検討する。なお、3 節で述べる YAMAHA による仕様は、筆者らが解析的に推測した仕様を記述したものであり、記述に間違いが含まれている可能性があることを先にお断りさせていただく。

†1 (所属なし)
(No affiliation)
knoike@gmail.com

†2 関西学院大学
Kwansei Gakuin University

2. MMA による高精度化仕様

MMA では、以前から「HD Protocol」として MIDI 仕様の高精度化や高機能化が議論されてきたようであるが[7]、現在のところ MMA によって承認されている高精度化仕様は Note On/Off ベロシティの高精度化「High Resolution Velocity Prefix」[8] だけである。High Resolution Velocity Prefix (以下、HR Vel Prefix と略記する) の概要を図 1 に示す。

図 1 に示したように、HR Vel Prefix は、いままで未定義であったコントロールチェンジ番号の 88(58H)を用い、標準の Note On/Off メッセージのベロシティ値に、下位 7bit の情報を追加することによって高精度化する。標準の Note On/Off メッセージのベロシティは 7bit のパラメータであるため、HR Vel Prefix での指定を合わせて 14bit のパラメータとなる。

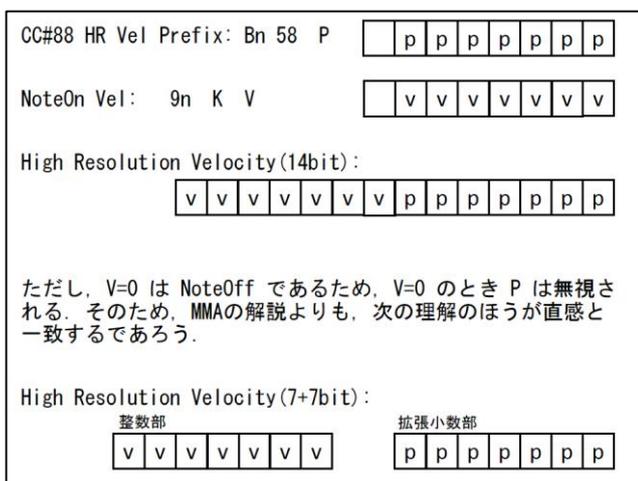


図 1 High Resolution Velocity Prefix 概要

標準の Note On/Off メッセージとの完全上位互換性を確保するために、

- HR Vel Prefix をサポートしていないハードウェアやソフトウェアが HR Vel Prefix を受信したときは、それを単純に無視し、後続する Note On/Off メッセージのベロシティ値を標準の Note On/Off メッセージのベロシティ値として処理する
- MIDI ランニング・ステータスを有効に機能させるために、Note On/Off メッセージのベロシティ値 0 に対する HR Vel Prefix は、いくつが指定されていても無効とする
- HR Vel Prefix は、直後の Note On/Off メッセージの

ベロシティを拡張する (HR Vel Prefix は、ベロシティを拡張する Note On/Off メッセージの直前に指定されていなければならない)

という決まりがある。したがって、「14bit のパラメータに拡張された」という理解よりも、「標準のベロシティ値に対して、HR Vel Prefix で小数部 7bit が拡張され、表現が精緻化された」という理解のほうが直感と一致するであろう。

また、ふたつ目の MIDI ランニング・ステータスに関わる決まりのため、HR Vel Prefix を用いた 14bit のパラメータで表現できる分解能は 2 の 14 乗の 32768 段階ではなく、2 の 14 乗から 128 を引いた 16256 段階であることにも留意されたい。

3 つ目の出現順についての決まりをより詳しく述べると、HR Vel Prefix が拡張するのは、HR Vel Prefix が出現してから最初に現れる同一チャンネルの Note On/Off メッセージだけである。それ以降の Note On/Off メッセージには影響を及ぼさない。また、HR Vel Prefix と Note On/Off メッセージとの間に他の MIDI メッセージが存在してもよいことになっている。

3. YAMAHA による高精度化仕様

MMA で承認された高精度化仕様とは別に、YAMAHA が自動演奏ピアノ Disklavier[9] などで用いている高精度化仕様がある。YAMAHA はこれを「eXtended Precision MIDI (XP MIDI)」と呼んでいる。また、eXtended Precision MIDI 仕様における高精度化用の MIDI メッセージを「XP event」と呼んでいる。

eXtended Precision MIDI (以下、XP MIDI と略記する) は、Disklavier の取扱説明書[10] などに「XP イベント」などの用語が記載されているものの、その仕様は明記されていない。そこで筆者らは、

- XP MIDI 仕様に対応した Zenph 社のシーケンスソフトウェア「RePerform」[11]
- XP MIDI 仕様を積極的に利用し、コンテスト参加者の演奏を XP MIDI 仕様の SMF で保存している Minnesota International Piano-e-Competition[12] のアーカイブファイル
- XP MIDI 仕様に対応した MODARTT 社のソフトウェア MIDI 音源「Pianoteq」[13]

を利用し、解析的に仕様を推測した。本稿では、XP MIDI 仕様によって高精度化された

- ベロシティ
- ポリフォニックキープレッシャー

● ペダル踏度

について述べる。なお、十分に注意を払ってはいらぬものの解析的に推測した仕様であるため、以下の記述に筆者らの誤解が含まれている可能性があることをお断りさせていただく。

3.1 XPMIDI 高精度化 Note On/Off ベロシティ

XP MIDI 仕様によって高精度化された Note On/Off ベロシティの仕様の概要を図 2 に示す。図 2 に示したように、XP MIDI 高精度化ベロシティでは、「General Purpose Controller 1」として制御内容が特には定義されていない汎用のコントロールチェンジ番号 16(10H)を用い、標準の Note On/Off メッセージのベロシティ値に下位 3bit の情報を追加することによって高精度化する。本稿では、XP MIDI においてベロシティ値の高精度化のために用いるコントロールチェンジ番号 16(10H)を、「XP MIDI Vel Suffix」と呼ぶことにする。標準の Note On/Off メッセージのベロシティ 7bit と、XP MIDI Vel Suffix での 3bit を合わせて、10bit (1024 段階) のパラメータとなる。

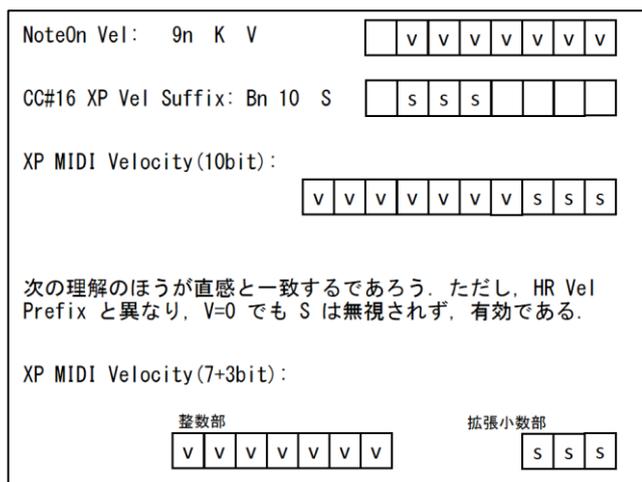


図 2 XPMIDI における高精度化ベロシティの概要

MMA の HR Vel Prefix による高精度化と比べて、次の違いがある。

- 高精度化用のメッセージを、Note On/Off メッセージよりも後に指定する
- Note On/Off メッセージのベロシティ値が 0 であっても、XP MIDI Vel Suffix の値は無視されず、有効である

前者の特徴により、MIDI 受信システム側は、XP MIDI Vel Suffix メッセージの存在の有無が確定するまで「標準的な

ベロシティ値」なのか、「高精度化されたベロシティ値」なのかが確定できないため、わずかな時間を待たなければならない。リアルタイムに発音することを想定している場合はなんらかの工夫が必要であることが想像される。

後者の特徴には一長一短がある。短所は、MIDI ランニング・ステータスが働かないことである。ただし、YAMAHA Disklavier は、もともとランニング・ステータスを使わずに Note Off メッセージを送受信する仕様であるため、この短所は影響がなさそうである。長所は、MMA の HR Vel Prefix と異なり、完全に 3bit 分の情報を拡張した「真の 10bit 表現」となっていることである。HR Vel Prefix による拡張では、標準のベロシティ値での 0 から 1 までの間の分解能が粗いままであるが、XP MIDI Vel Suffix による拡張では、どの範囲も一様に高精度化される。「XP MIDI Vel Suffix によって、標準のベロシティ値に対して小数部 3bit が拡張された」という理解のほうが直感と一致するが、既存の MIDI 表現を脱却して理解する場合は、「XP MIDI 仕様のベロシティ値は 10bit 表現」と理解したほうがよいであろう。

3.2 XPMIDI 高精度化ポリフォニックキープレッシャー

ポリフォニックキープレッシャーとは、Note On/Off メッセージの時刻とは異なる時刻での各鍵盤の押し込み具合を表現するための MIDI メッセージである。これによって Note On/Off ベロシティだけでは表現しきれない打鍵（離鍵）のタッチの情報を補うことができ、演奏の再現性を高めることができる。

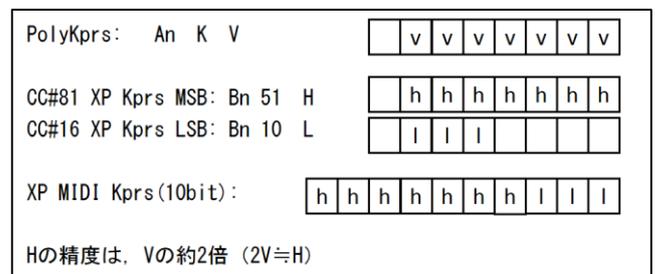


図 3 XPMIDI における高精度化ポリフォニックキープレッシャーの概要

XP MIDI 仕様によって高精度化されたポリフォニックキープレッシャーメッセージの仕様の概要を図 3 に示す。図 3 に示したように、XP MIDI 高精度化ポリフォニックキープレッシャーでは、コントロールチェンジ番号 81(51H)で上位 7bit の情報を、コントロールチェンジ番号 16(10H)で下位 3bit の情報を指定する。コントロールチェンジ番号 81(51H)は「General Purpose Controller 6」として、コントロールチェンジ番号 16(10H)は「General Purpose Controller 1」として、制御内容が特には定義されていない汎用のコント

ロールチェンジである。標準のポリフォニックキープレッシャーが 7bit (128 段階) の精度のメッセージであるのに対し、XP MIDI 高精度化ポリフォニックキープレッシャーは 10bit (1024 段階) の精度がある。

なお、XP MIDI 高精度化ポリフォニックキープレッシャーメッセージに先立って、標準のポリフォニックキープレッシャーメッセージも常に指定 (送信) されているようである。そのときの標準のポリフォニックキープレッシャーの値 V は、コントロールチェンジ番号 81(51H)で指定された値 H の約 1/2 であった ($2V \approx H$)。

3.3 XP MIDI 高精度化ペダル踏度

XP MIDI 仕様によって高精度化されたペダル踏度メッセージの仕様の概要を図 4 に示す。標準のペダル踏度メッセージは、コントロールチェンジ番号 64(40H)がダンパーペダル(サステインペダル)、66(42H)がソステヌートペダル、67(43H)がソフトペダルであり、それぞれ 7bit (128 段階) の精度がある。図 4 に示したように、XP MIDI 高精度化ペダル踏度では、標準のペダル踏度メッセージであるコントロールチェンジ番号 64(40H)、66(42H)、67(43H)で上位 7bit の情報を指定し、それに続くコントロールチェンジ番号 16(10H)で下位 1bit の情報を追加することによって高精度化する。なお、コントロールチェンジ番号 16(10H)は「General Purpose Controller 1」として、制御内容が特に定義されていない汎用のコントロールチェンジである。

標準のペダル踏度メッセージが 7bit (128 段階) の精度のメッセージであるのに対し、XP MIDI 高精度化ペダル踏度メッセージは 8bit (256 段階) の精度がある。3.1 節で述べた XP MIDI 高精度化 Note On/Off メッセージと同様に、ランニング・ステータスは効かず、先行するコントロールチェンジ番号 64(40H)、66(42H)、67(43H)で指定された値が 0 であっても、続くコントロールチェンジ番号 16(10H)で指定された値は無視されず、有効であり、「真の 8bit 表現」となっている。

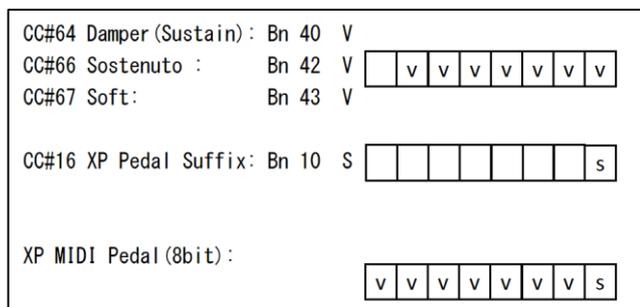


図 4 XP MIDI における高精度化ペダル踏度の概要

4. 現状での普及具合

2 節と 3 節で、ふたつの MIDI 高精度化仕様について述べた。これらを音楽情報処理研究で利用し、活用するためには、これらの仕様をすでにサポートしている市販製品を利用することが手軽である。表 1 に、筆者らが知る範囲で、ふたつの MIDI 高精度化仕様をサポートしている市販製品をまとめた。表 1 に挙げた製品を、上から順にごく簡単に概説する。

表 1 ふたつの MIDI 高精度化仕様とそれをサポートしている製品一覧

	HR Vel Prefix (入力 / 出力)	XP MIDI (入力 / 出力)
Pianoteq	○ / -	○ / -
VAX77 [14]	- / ○	- / ×
Privia PX-150 など	○ / ○	× / ×
Disklavier E3 など	× / ×	○ / ○
RePerform	× / ×	○ / ○

4.1 Pianoteq ソフトウェア MIDI 音源 (MODARTT 社)

Pianoteq[13] は、MODARTT 社が開発した物理モデリングに基づいて音響信号を生成するソフトウェア MIDI 音源である。ピアノ音源としての使用を主眼に開発されているが、チューブラー・ベルズのようなピアノ以外の楽器音の生成も可能である。

Pianoteq は、MMA の HR Vel Prefix と YAMAHA の XP MIDI の両方の仕様に対応しており、入手も容易である。双方の MIDI 高精度化仕様を用いた SMF や MIDI 入力を、音で確認する場合に有用である。ただし、ふたつの仕様を同時に有効化することはできず、MIDI に関する設定の「Dialect」で選択的に有効化して用いる。

4.2 VAX77 MIDI Keyboard Controller (INFINITE RESPONSE 社)

VAX77 MIDI Keyboard Controller[14] は、INFINITE RESPONSE 社が開発した 76 鍵の MIDI キーボードである。特筆すべき特徴として「中央でふたつに折りたたむ」という特徴がある。

VAX77 は、MMA の HR Vel Prefix に対応しており、各鍵盤の Note On ベロシティ用のセンサの分解能は 256 段階である。演奏データを MIDI 高精度化仕様で出力できる MIDI キーボードとして有用であったが、現在は入手不可能となってしまう。INFINITE RESPONSE 社の Web サイトの説明によると、「部品の調達の問題で、現行製品は入手不可能となっている。次の製品は、より安価に \$1200 でリリースできるように研究開発中」とのことである。

4.3 Privia PX-150 など (CASIO 社)

Privia シリーズ, および, CELVIANO シリーズは, CASIO 社が開発した電子ピアノである.

Privia シリーズのうち, PX-150, PX-350M, PX-750, PX-850, PX-1200GP が, CELVIANO シリーズのうち, AP-250, AP-450, AP-650M が MMA の HR Vel Prefix に対応している. ただし, PX-150, PX-350M, PX-750, AP-250 は Note Off ベロシティには対応していない.

これらの HR Vel Prefix 対応機種は, 入出力ともに HR Vel Prefix に対応しており, 演奏データを MIDI 高精度化仕様で出力できる MIDI キーボードとしてだけではなく, 入力された高精度化仕様の MIDI データを音で確認できる MIDI 音源としても利用でき, 有用である.

4.4 Disklavier E3 など (YAMAHA 社)

Disklavier[9] は, YAMAHA 社が開発した, 自動演奏機能をもったアコースティックピアノである. 人間が楽器として演奏できるだけでなく, その演奏を記録したり, 再生したりすることができる.

Disklavier シリーズのうち, E3, Pro, Mark IV が XP MIDI 仕様に対応している.

XP MIDI 仕様で高精度に演奏データを入力, 演奏するためには, これを選択することが最良で確実である.

4.5 RePerform シーケンスソフトウェア (Zenph 社)

RePerform[11] は, Zenph 社が開発した MIDI シーケンスソフトウェアである. 演奏の記録と再生が主な機能であるが, 簡易的な編集機能ももつ.

RePerform は, YAMAHA の XP MIDI 仕様に対応しており, XP MIDI 仕様のコントロールチェンジを, ユーザにはコントロールチェンジとしては見せずにベロシティ値やペダル踏度に反映させて見せることで, ユーザは XP MIDI 仕様を意識することなく値を直接に編集できるようになっている. また, XP MIDI 仕様で記録されていない通常の SMF と, XP MIDI 仕様の SMF との相互変換が可能である.

4.6 Minnesota International Piano-e-Competition

入出力機器ではないため表 1 には挙げなかったが, MIDI 高精度化仕様の現状での普及具合という観点で, Minnesota International Piano-e-Competition[12] にも触れておく.

Minnesota International Piano-e-Competition は, XP MIDI 仕様とインターネットを積極的に活用した, 人間のピアノ演奏コンテストである. このコンテストの特徴は, 演奏者や聴取者は, 必ずしも同一コンテスト会場に集まるわけではないことである. あるコンテスト会場での演奏者の演奏データや演奏中の映像は, インターネットを経由して別のコンテスト会場にも送られ, 映像と同期して演奏データが

Disklavier で演奏される. 聴取者はそれを観聴きして評価を行う. このときに使用される演奏データの形式が XP MIDI 仕様である. また, コンテスト参加者の演奏データは, XP MIDI 仕様の SMF として保存され, アーカイブとして Web サイトで公開されている. MIDI 高精度化仕様のよい活用例である.

5. 研究分野での利用

筆者らは, MIDI 高精度化仕様を研究に取り込むことによって, 研究成果の品質がいままで以上によくなる研究が多々あると考える.

- 演奏表情付けシステム[3][4][5]のような, 微細な演奏表情を対象とした研究の場合, 生成結果が人間の演奏により近くなる
- Rencon[3][4][5] のような, 人間の演奏とシステムの生成演奏とのチューリングテストを行う場合, 公平性が上がる
- CrestMusePEDB[6] のような, 記号化されたデータ表現形式を採用している演奏表情データベースの品質が上がる
- 音響信号から演奏表情を含んだ MIDI レベルの量子化 (採譜) を行うシステムの結果の表現精度が上がる
- Minnesota International Piano-e-Competition[12] のようなネットワーク越しに演奏データをやりとりする場合に, 演奏データ転送先での演奏の再現精度が上がる
- 歌声分析合成システムなどの音響信号を扱うツールの API として MIDI に類似したデータ形式を採用している場合, 分析合成の品質が上がる
- インタラクティブアートなどにおいて, 7bit (127 段階) よりも精度のよいセンシングデータや制御データを劣化させることなく MIDI メッセージにマッピングできる

演奏表情を扱う研究の場合, 本質的に, 扱うデータの精度は適度に高精度であるべきである. これは, 演奏の収集, 分析, 生成のどの段階でもいえることである. 現状では 7bit (128 段階) の精度で実施していることが多いため, データ表現の精度が足りないのか, 研究成果の品質がよくない

のか、その原因が切り分けられずに研究成果の評価が行われていることが多々ある。まずは、精度不足である可能性を取り除いておくことが必要である。

また、近年はインターネットを介して演奏データをやりとりする研究が多く行われている。そのようなときに、わずかな工夫によって転送先での再現精度が上がるのであれば利用を検討すべきであろう。「手元の演奏と相手のところでなされた演奏とが微妙に異なって聴こえる」という現象を避けることができる。

さらに、MIDI のような記号化された情報ではなく音響信号を扱う研究の場合でも、内部で用いるデータや結果として出力するデータ、ツール同士の API として用いるデータなどの表現形式に MIDI に類似した表現を採用している場合は、MIDI 高精度化仕様を取り込むとよいかもしい。たとえば、歌声分析合成システムで発声の強さを表すパラメータを 7bit (128 段階) で表現している場合は、10bit や 14bit にすることで、より人間に近い自然な歌声を合成することができるようになる可能性がある。

インタラクティブアートやサウンドインスタレーションなどにおいてセンシングデータや制御データのやりとりに MIDI を用いる場合も、MIDI 高精度化仕様を用いれば、元のデータを劣化させることなくやりとりできるようになる。たとえば、10bit (1024 段階) の精度がある Arduino のアナログポートを用いてセンシングデータを利用する場合や、ジョグダイヤルのような 360 度回転する対象を 1 度刻みで制御したい場合は、標準の MIDI メッセージがもてるパラメータの 128 段階では足りない。このような場合にも、MIDI 高精度化仕様は有用であろう。

6. おわりに

本稿では、ふたつの MIDI 高精度化仕様について紹介し、研究分野での利用における有用性について初期的な検討を行った。

5 節で触れたように、研究に MIDI 高精度化仕様を取り入れ、用いるデータの表現形式の精度を上げることで、研究成果の品質をよりよくできる場合がある。場合によっては、精度の善し悪しは研究の本質的な部分である可能性もある。また、これまで見落としていた知見を得たり、新たに別の研究テーマを見つけ出ししたりすることもあるかもしれない。

4 節からわかるように、どちらの MIDI 高精度化仕様も、現状ではあまり普及していない。これは MIDI 高精度化仕様の有用性がまだあまり認知されていないことが理由のひとつであると考えられる。今後、多様な研究において MIDI 高精度化仕様が活用されていけば、その有用性が認知され、普及も進むであろう。

今後は、実際に MIDI 高精度化仕様を研究に取り入れ、

その結果から長所と短所を明確にし、有用性を確認していきたい。

参考文献

- 1) AMEI 一般社団法人 音楽電子事業協会,
<http://www.amei.or.jp/>
- 2) MIDI Manufacturers Association, <http://www.midi.org/>
- 3) 平賀瑠美, 平田圭二, 片寄晴弘: 蓮根, 目指せ世界一のピアニスト, 情報処理, Vol.43, No.2, pp.136-141 (2002)
- 4) 橋田光代, 北原鉄朗, 鈴木健嗣, 片寄晴弘, 平田圭二: 演奏表情付けコンテスト SMC-Rencon 開催報告, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-MUS-92, No. 4, pp. 1-6, 2011
- 5) 野池賢二, 日野達也, 徳永幸生, 片寄晴弘: 第 1 回サブ Rencon 開催報告: 運用プラットフォームの準備と, 約 1 か月の投票期間を設けたインターネット投票の実施, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-MUS-90, No. 6, pp. 1-6, 2011
- 6) 橋田光代, 松井淑恵, 北原鉄朗, 片寄晴弘: 定量的ピアノ演奏分析のための音楽演奏表情データベース, 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-MUS-99, No. 54, pp. 1-6, 2013
- 7) MMA: 2008 Annual Meeting General Session,
<http://www.midi.org/aboutus/2008/2008agm-public.pdf>
- 8) MMA: Confirmation of Approval for MIDI Standard, CC #88 High Resolution Velocity Prefix (CA-031),
<http://www.midi.org/techspecs/ca31.pdf>
- 9) ヤマハ株式会社: Disklavier E3 シリーズ,
http://jp.yamaha.com/products/musical-instruments/keyboards/grandpianos/e3_series/#tab=support
- 10) ヤマハ株式会社: 標準的な MIDI データに変換する (ストリップ XP), Disklavier E3 取扱説明書, p. 105,
http://www2.yamaha.co.jp/manual/pdf/piano/japan/dkv/dkve3_om_j_YA586G0_05.pdf
- 11) Zenph: RePerform, <http://www.zenph.com/reperform>
- 12) Minnesota International Piano-e-Competition:
<http://www.piano-e-competition.com>
- 13) MODARTT: Pianoteq - Virtual piano, physically modelled acoustic and electric pianos, <http://www.pianoteq.com/>
- 14) INFINITE RESPONSE: VAX77 MIDI Keyboard Controller,
<http://www.infiniteresponse.com/>