

コンピュータ制御による ミュージックラボラトリー・システムの可能性

小倉 隆一郎*

The Possibilities of the Music Laboratory System by Computer Control

Ryuichiro OGURA

要旨 コンピュータで制御する新 ML システムは伝送経路をデジタル化したことにより数々の利点を備えている。教室レイアウトを画面上に再現し、あらかじめ登録した学生名をタッチパネル上で触れることによりコミュニケーションが可能である。また残留雑音については、新旧システムの比較試験を実施したところ、新システムの方が相当に低い結果となった。新システムの ML 授業への活用として、自由に編成したグループ・アンサンブル指導、コンピュータから子機に演習課題として MIDI データを一斉に送信、すべての子機の音色をピアノにリセットする等が考えられる。今後、新機能を使った ML 授業の工夫や新たな指導方法の開発が期待できる。

キーワード：ML Music Laboratory キーボード DME64N CobraNet™

1. 研究課題

ミュージックラボラトリー（以下 ML と略）は、平成 19 年に、デジタルミキシングエンジン“DME64N”を採用し Windows コンピュータでコントロールする新しいシステムに転換された。ML のシステムは、筆者がかかわり始めた平成 3 年には数社が製造・販売していたが、現在ではヤマハ株のみが取り扱っている。当時は MLC-1 のアナログ調整卓に ML 専用の電子キーボード MLP シリーズが設置されていた。（全日本電子楽器教育研究会, 2001, p. 118）アナログによる調整卓が 20 年弱続いたので、今回デジタルへの変更は、メーカーのみならず、ML を音楽教育に活用するユーザーにとっても大きな節目と考えられる。

新 ML システムは平成 19 年の半ば以降、新規に ML を導入する学校において設置が進められて

いる。従って、旧システムを使用しているユーザーの多くは、その存在は承知していても、実際に触れて操作した経験はないだろう。筆者は平成 20 年 3 月、日本電子キーボード学会が主催する ML ワークショップに参加した折、初めて新システムの説明を聞き、同時に実際のオペレーションを体験した。

コンピュータでコントロールする新システムはディスプレイの画面上で容易に操作が可能であり、LAN ケーブルを使って高音質と省スペースを実現する等、旧システムとの相違がみられる。新 ML 体験会では、主として次の 3 点について感得した。

1. タッチパネルにより、操作性が向上した
2. 教室レイアウトを画面上に再現でき、学生の名前も登録可能である
3. コミュニケーションをとる場合の双方の声と楽器の音質が向上した

本論では、新 ML システムの概要を述べ、その中心となる DME64N について調査する。さらに、

*おぐら りゅういちろう 文教大学教育学部心理教育課程

これらの調査結果を基に、新システムをML授業に活用する方策について検討することが主たる目的である。

2. 新 ML システムの概要

新 ML システムは指導者用楽器（以下、親機と略）と学生用楽器（以下、子機と略）を LAN で接続する。接続には 8 ピンのコネクタ RJ45 を用い、これはコンピュータで使用する通常の LAN ケーブルと同じ部品である。すなわち、子機および親機とシステムの中核となるデジタルミキシングエンジン DME64N はハブを介して一本のケーブルで結線される。（図 1 参照）

LAN 上でデジタルオーディオ信号を送送するフォーマットとして CobraNet™ を採用している。CobraNet™ 技術を開発した Peak Audio, Inc (USA) は 2001 年、Cirrus Logic, Inc. (USA) に買収され、現在は同社がサポートを行っている。以下、Cirrus Logic 社のホームページから CobraNet™ の概要の一部を要約する。（Cirrus Logic 2008）

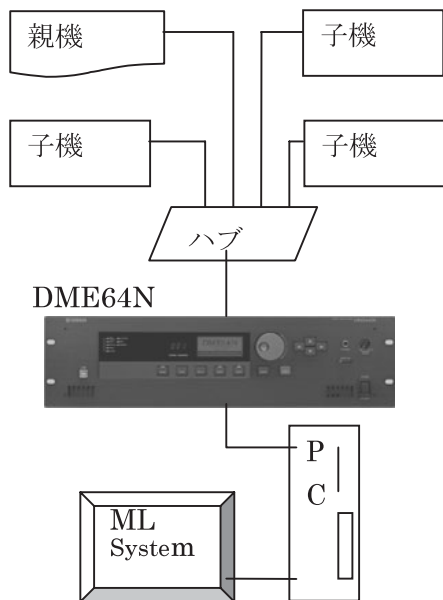


図 1 新 ML システムの構成

1. CobraNet™ はプロオーディオ用の多チャンネル非圧縮オーディオ信号とコントロール信号をイ

ーサネットで転送するフォーマットである。

2. IEEE802.3u の標準イーサネットプロトコルを採用し、イーサネット標準のスイッチング HUB ・ リピーター ・ メディアコンバーターが使用できる。
3. ケーブル長は 100Base-TX, CAT - 5 ケーブルの場合 700m, モノモード光ケーブルでは 23km まで、非圧縮デジタル伝送が可能。
4. サンプルレート 48 kHz, 16 / 20 / 24 ビットの A/D ・ D/A が選択できる。
5. 最大 64 チャンネル双方向つまり、128 チャンネルのオーディオ信号とコントロール信号をハンドルできる。
6. デレイタイムは、256 サンプリングつまり、5.33mS で、これはオーディオデータからイーサネット変換の送受信バッファと A/D ・ D/A 等の遅延によるものである。

ML システムにおける実用性を勘案した場合、上記、3.4.5.の仕様は必要にして充分であるが、6.の信号の遅れ 5.33mS が生じる点については影響が懸念される。ただ、先に述べた平成 20 年 3 月、日本電子キーボード学会が主催する ML ワークショップにおける試用の際には、コミュニケーション時にキーボードとマイクの音声に遅れを認識することはなかった。オーディオ信号の遅延に関する資料は、現時点では CobraNet™ の仕様のみであり、実際の ML システム上でどの程度の遅れが生じているかについてのデータは無い。したがって、オーディオ信号の遅延については今後の問題としたい。新 ML システムの特徴は次の 2 点に集約される。

1. 子機と親機間のコミュニケーションの中核にデジタルミキシングエンジン DME64N を採用した。
2. DME64N のコントロールにコンピュータを使用する。

DME64N を採用する利点としては、第一に伝送経路がデジタル化されることにより親機、子機

ともにノイズの少ない高音質が期待できること。第二には、LAN ケーブル一本で送受双方のオーディオ、コントロール信号及び MIDI 信号を扱えるため、学生数の変動に即して子機の台数・配置を変更するなど、拡張性の点で有利である。

コンピュータを使用することにより、ディスプレイ上でタッチパネル・オペレーションが可能であり、学生氏名を表示した教室レイアウト画面を使った授業ができる。あらかじめ学生氏名・所属他のデータを入力しておけば、クラス毎に呼び出して使うなど利点が多い。また、将来、機器構成とソフトウェアを改良することにより、授業運営上の種々の要望に対応したシステムに拡張することも可能であろう。

3. デジタルミキシングエンジン DME64N

新 ML システムの中核となるデジタルミキシングエンジン DME64N は、専用のソフトウェアを使用して最大 64 チャンネルまでのオーディオ信号入出力をデジタルで制御するミキサーの集合体と考えられる。信号をミックスまたはマトリックス出力するだけでなく、ディレイ、コンプレッサー、イコライザー他の機能を組み合わせて、自由度の高い大規模なオーディオ・システムを最小限の機材で、コンピュータ上に構築することができる。

DME64N を ML システムに使用する場合、1 機につき 64 チャンネル=32 ステレオ・チャンネルの入出力をコントロールするため、親機 1 台+子機 31 台までは対応できる。

したがって親機 1 台+子機 63 台までは DME64N, 2 機をカスケード接続して使用することになる。図 2 参照。(DME64N 2004 p.29)

前述の通り、DME64N と親機または子機は LAN ケーブルで接続され、信号伝送のフォーマットは CobraNet™ が採用されている。そのため DME64N と親機または子機双方に CobraNet™ へ

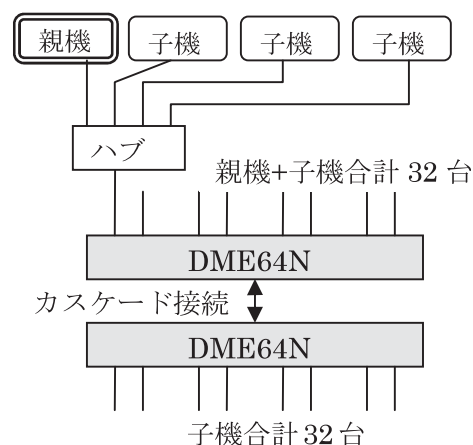


図 2 DME64N 2 機をカスケード接続

接続するインターフェースが必要である。DME64N には各種インターフェース・カードを装着するためのスロットが 4 基用意されている。これらのスロットには目的に応じて、ANALOG IN/OUT, AES/EBU, ADAT, TDIF-1, EtherSound, CobraNet 他の I/O カードが使用可能である。(2008 年 8 月現在)

ML システムでは CobraNet I/O カード“MY16-C II” (図 3 左) を採用し、1 基について 8 台の親機または子機を接続する計算で、必要な台数の I/O カードを装着する。

(Cascade 2007 p.26) 旧 ML システムの調整卓は、設置時に設定した子機数、例えば 32 台を 50 台に増設するためには、調整卓を交換する等の大工事が必要であったが、新システムでは増加した分の I/O カードを装着し、ソフトウェアを若干変更する程度で実現できる。親機または子機側にも CobraNet™ に接続するためのインターフェイスが



図 3 CobraNet™ インターフェイス

必要である。これにはコールボタンを装備したアタッチメント MLA-4 (図3右) が使われている。

上の二つのインターフェイス・カードを介して電子キーボード・ステレオ2チャンネルとマイク1チャンネルの音声信号が CobraNet™ フォーマットにより双方向に伝送される。インターフェイスの接続の仕様を図4に示す。

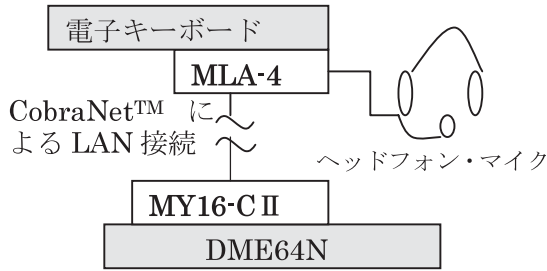


図4 インターフェイスの接続

4. ML ソフトウェア

前章で述べたデジタルミキシングエンジン DME64N をコントロールして ML の機能を実現するソフトウェアが“YML System Controller” (以降 YMLS と略) である。

4-1 起動画面

YMLS の起動画面は、教室のレイアウトを再現できるため、直感的に操作が可能である。授業のクラス毎に学生氏名を入力したファイルを用意しておけば、巡回個人指導の際、氏名確認に迷うこともない。また、ディスプレイはタッチパネルを搭載しているので、学生氏名ボタンに直接触れることによりオン・オフができ、操作が分かりやすい。(図5参照)

従来のシステムでは、ボタン・スイッチ周りの LED が赤く点灯することでオンの状態を表していたが、YMLS は選択した学生の氏名のボタンが黄色から緑色に変化するため、一目で現在の状況を把握できる。

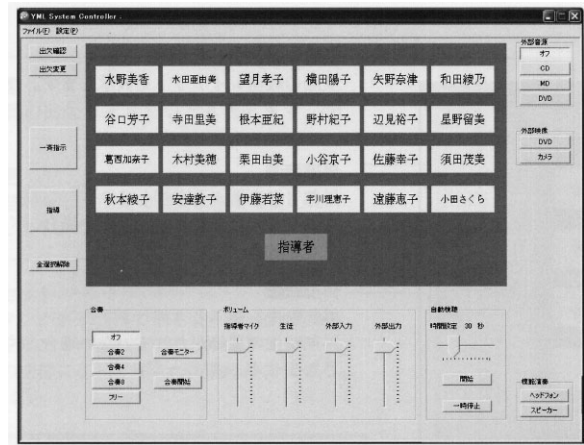


図5 YMLS の起動画面

4-2 個人指導とグループ指導

特定の学生を選択した後、「指導」ボタンに触れると双方のコミュニケーションが成立する。「指導」ボタンは従来の「個別」ボタンに相当する。

グループのセットは従来の2人, 4人, 8人に加えてフリー, すなわち自由に編成するモードが新しく装備された。グループ化するには、学生名ボタンをドラッグ&ドロップで目的のボタンに重ね合わせる。グループ化したボタンにはそれぞれ異なったグループ番号と色が表示される。(図6参照) また、グループ毎の人数が自由に設定でき、1クラス内に異なる人数のグループを隣接した子機同士でなくともフリーに作れる点が有用である。

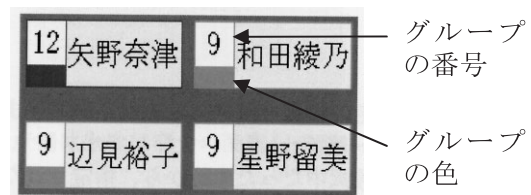


図6 グループ化した際の表示

4-3 出欠確認

出欠確認の仕様が次の様に変更された。

新システムでは、出欠確認の手間が少なくなった上に、出席者は氏名のボタンが黄色、欠席者は灰色に表示されている。また、遅刻者に関して、

旧システムでは一度、遅刻者と交信し「CALL ボタン」を押させる必要がある一方、新システムでは「出欠変更」ボタン「学生名」の順にタッチするだけである。遅刻者に対して、現在進行中の巡回指導を中止して交信する必要はない。早退者については、新システムでは、遅刻者と同様な操作で氏名のボタンを灰色に変更できる。旧システムは早退者に対応することはできない。

	旧システム	新システム
操作	「一斉ボタン」を押した後、「CALL ボタン」を押させる。その後、「出欠ボタン」を押す。	「出欠確認ボタン」をタッチした後、「Call ボタン」を押させる。
表示	「出欠ボタン」を押している間のみ、子機LEDが点灯、出席が確認できる。	出席者は常に黄色で表示される。

4-4 その他の機能

4-4-1 MIDI ファイルの転送

コンピュータからすべての子機に MIDI データを一斉に送信することができる（図7参照）。用途としては、模範演奏データやパート別演奏データをあらかじめ子機に送ることにより、指導・練習を効率的に行うことができる。

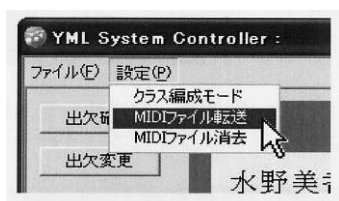


図7 MIDI ファイル転送

4-4-2 コール・ボタン

学生から指導者を呼び出すための、コール・ボタンは従来のシステムと同様な機能である。ただ、新システムでは学生がコール・ボタンを押すと、指導者ディスプレイ上の学生氏名ボタンが黄色と赤色に交互点滅するため、一層確実に視認することができる。加えて子機のコール・ボタン上のランプも点滅状態となり、呼び出し中であることを示す。指導者が応答すると、子機のランプは点滅

から点灯に変わり、学生側からも視覚的に確認することが容易になった。

4-4-3 AUX OUT 端子

新システムの子機に装着されるアタッチメント MLA-4（図3右参照）には、AUX OUT 端子が備えられている。このライン出力からは子機の楽器音に加えてマイクからの音声もミックスされている。そのため、この端子に MD やカセットレコーダー等の録音機材を接続すれば、歌と楽器の音を雑音の少ない明瞭な音質で録音することができる。

4-4-4 子機の音色リセット

「楽器リセット」ボタンを押すことにより、すべての子機の音色をピアノにリセットすることができる。従来のように、リセットするためにシステムや子機の電源を落とす必要はない。

4-4-5 外部音源・映像の操作

ML 教室にオーディオ装置または映像システムが設置されている場合、指導者のディスプレイ上（図8参照）でそれらのオン・オフが可能である。



図8 外部音源・映像ボタン

旧システムでは音素材モニターに「外部入力」ボタンは装備されていたものの、映像の操作は別の専用調整卓を必要としていた。新システムでは、これらを同じ ML ディスプレイ上で扱えることが有用であろう。

5. 新・旧システムにおける雑音の比較

筆者は平成20年3月、日本電子キーボード学会が主催するMLワークショップに参加した折、初めて新システムの試用機に触れる機会を得た。その際、前述の新機能やコンピュータ・ディスプレイの分かりやすい操作性を体験したが、とりわけ注目したのは子機とのコミュニケーションにおける音声と楽器音の質が高い点である。筆者の場合、3時間から4.5時間、ML授業が続く際、特に問題となるのは次の2点である。

- (1) 子機の音声と楽器音に雑音がついている。
- (2) ヘッドフォンが機械的に両耳を圧迫する。

ヘッドフォンについては、耳パッドのアジャスタを適宜調節するなどの方法で、ある程度改善が期待できる。一方、雑音はそのシステムまたはML教室のもつ特性・限界があり、改善が困難である。

ワークショップでは新システムにおける雑音の問題について、改善されていることを感得した。そこで、文教大学ML教室(527)の旧システムとヤマハ(株)高輪ショールームの新システムを使用し、雑音の比較試験を行った。雑音は、子機が接続される台数(個別指導またはグループ指導)、入出力のレベル(「生徒」ボリュームまたは子機キーボードのボリューム等)の状態によって様々に変化する。従って、比較検討するには、これらの条件を揃える必要がある。

5-1 測定条件の設定

5-1-1 子機側の設定

子機キーボードのボリュームは中央、10段階の5とする。MIDIペロシティ $v=58$ でSquare Lead(81)の持続音が5分鳴るように、基準音を録音したフロッピーディスク(以下FDと略)とUSBメモリーを作成した。FDは旧システム、USBメモリーは新システムに使用する。

5-1-2 調整卓側の設定

調整卓のヘッドフォン出力に、USBオーディオインターフェイスを装備したノートパソコンを接続する。今回、サウンド・レベルの測定には「SoundEngine Free ver.4.12」を使用した。

5-2 調整および測定の方法

子機にFDまたはUSBメモリーを挿入、基準音を発音させる。ML調整卓の「生徒」ボリュームを8にセットし、SoundEngineの録音ボリュームスライダーを調節して0dbとする。子機の発音を中止した後、SoundEngineのレベルを読み取る。(図9参照)

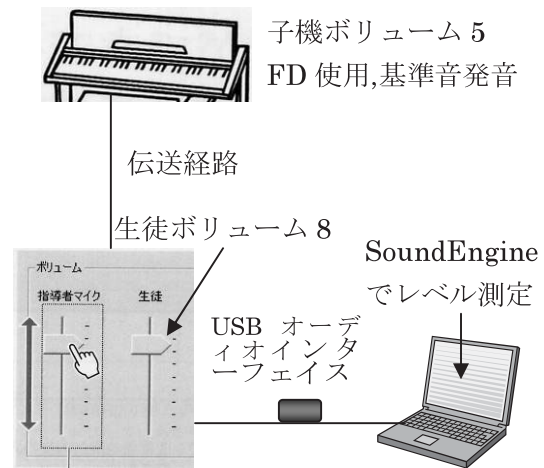


図9 測定条件の調整

5-3 測定結果と考察

測定日時は以下の通り。

- (1) 旧システム・文教大学 ML 教室 (527)
平成20年8月27日 14:00 ~ 15:00
- (2) 新システム・ヤマハ(株)高輪ショールーム
平成20年9月9日 16:00 ~ 17:30

測定は5-2の方法で条件を同様に調整した後、子機を選択ボタンをONおよびOFFにした状態でそれぞれのレベルを記録した。室内は測定者(筆者)一人であり、静寂を保っていた。また、USBオーディオインターフェイスの入出力端子に何も接続しない状態の雑音は -72.2db であった。

子機選択	新MLシステム	旧MLシステム
ON	-59.7db	-27.6db
OFF	-60.2db	-28.1db

結果は前の表の通り、新MLシステムは旧シス

テムより、32.1db 雑音が少ない。新システムは通常の使用状態では聴感上、雑音を感知することはない。子機を選択ボタンを ON または OFF にした場合、雑音レベルに大きな違いはみられなかった。従って、旧システムの雑音の原因は伝送経路から調整卓の間に存在することが分かる。旧 ML システムの残留雑音数値 - 27.6db は一般にはかなり高い値である。実際、筆者担当の ML 授業において、被験室のヘッドフォンに常在する「チー」といった高い周波数帯の雑音は、気にしだすと耳障りではある。とりわけ、子機の音量が弱小な場合、細部が聴き難い。この雑音は ML 教室 (527) の映像経路から発生する被験室固有の問題とのことで、通常のメンテナンスでは改善されなかった。従って、今回の結果は、旧 ML システム全般の標準値を示すものではないことを付言したい。

6. 新システムの ML 授業への活用

新旧システムの相違点および新システムの改善点をまとめ、ML 授業への活用について検討する。

6-1 操作性の改善

新システムでは、コンピュータでデジタルミキシングエンジン DME64N を操作するため、タッチパネル・オペレーションが可能である。また、学生氏名を表示した教室レイアウト画面 (図 5 参照) を使い、操作は直感的で分かりやすい。教室ではクラス毎のレイアウトを再現できるため、巡回個人指導の際、氏名確認・指示に迷うことなく、効率的な授業ができる。従来はクラスの座席表を Excel で作成しておき、座席表の学生氏名と調整卓の番号を照合の上、子機ボタンを押していた。新システムでは YMLS の画面上で該当の学生氏名ボタンに触れるだけである。

6-2 グループ・アンサンブル指導

旧システムでは、グループのセッティングは 2 人、4 人、8 人に限定されていたが、新システム

では自由に編成するモードが新しく装備された。奇数人数のグループもできる他、離れた子機同士のセッティングが可能である。旧システムでは欠席者対応でグループを組み直す場合、学生の席を移動していたが、新システムでは画面上の操作でグループの再編成が可能である。また、グループのセッティングはクラス毎に保存し、必要に応じて再現できる。グループ化の新機能は、ML 授業でグループ・アンサンブルの指導を行う際、有用である。

6-3 実音課題の提示

コンピュータから子機に MIDI データを一斉送信できることは 4-3-1 で述べた。この機能の活用方法として、模範演奏データ等の送信が考えられる。ML 授業における実際の活用事例として、学生に簡易伴奏付けの実音データを提示する演習課題を試考した。学生の学習状況は、ハ長調の主要三和音 (C, F, G, G7) を理解し、左手のコードを弾く演習が数回終了した段階を想定した。



譜例 1 実音課題 MIDI 送信の例

MIDI データ送信機能の活用例

- ①譜例 1 を録音した MIDI データを子機に一斉送信する。
- ②学生は子機で上のメロディーを数回聴き、どのコードが適切かを考える。
- ③メロディーを聴きながら、左手のみでコードを弾く。余裕のある学生は両手伴奏を試みる。

初心者でコードを想起することが困難な場合は、事前にコード進行パターンを提示し、練習させておくことも考えられる。

MIDI データ送信機能の活用は、他にも、ピアノ練習課題の模範演奏を授業前に送信しておく、アンサンブル課題のリズム・ドラムパートを送信する等、授業形態に沿った様々な発展が期待できる。

6-4 快適な授業・演習のために

6-4-1 音色リセット

「楽器リセット」ボタンは、すべての子機の音色をピアノにリセットすることができる。10分の休憩時間で授業クラスが変わる際、ワンタッチですべての子機の音色をピアノにリセットできれば、次のMLクラス授業が快適に始められる。従来は、子機の音色ボタンをピアノに変更するか、子機の電源を入れ直す必要があった。

6-4-2 静寂な授業環境

5章で新・旧システムにおける雑音の比較試験を行った。結果は、伝送経路をデジタル化した新システムの方が残留雑音は少なく、試験を行ったヤマハ（株）高輪ショールーム内の新システムでは、親機のヘッドフォンから雑音はまったく聞こえない。AC電源やコンピュータ、また映像機器などから発生する雑音は常に教師や学習者のヘッドフォンに混入している。5章の雑音測定では、子機との接続のON・OFFにほとんど関係なく、一定量の雑音が発生していた。

音楽と雑音を聴いた際の脳波変動を調べた緒方は「前略～変調雑音聴取時では全ての被験者から『飽き』や『眠気』、あるいは呈示刺激に対する『不快感』といったような報告が得られた。」（緒方, 1997, p.221）と述べている。新MLシステムは、アナログ仕様の旧システムに比較して雑音の低減に有利である。ストレスの少ない静寂な環境を保つことができる点は、新システムが今後のML授業の展開に貢献するもっとも基本的な要因である。

7. まとめと今後の展望

コンピュータで制御する新MLシステムは伝送経路をデジタル化したことにより数々の利点を備えている。授業者の視点から新システムの改善された事項を次にまとめる。

(1) ディスプレイ上でタッチパネル・オペレーシ

ョンが可能であり、操作性が向上した。

- (2) 教室レイアウトを画面上に再現でき、クラス毎に学生の名前が登録可能である。
- (3) 残留雑音が減少した。
- (4) コンピュータから子機に演習課題等のMIDIデータを一齐送信できる。
- (5) グループのセッティングが自由に編成できるようになった。
- (6) すべての子機の音色をピアノにリセットすることができる。

以上、新システムの特徴はML授業の改善と新たな指導方法の開発に有用である。一方、新システムのディスプレイに触れて操作した経験から、YMLSの表示と機能に関して、改良を検討したい箇所が認められた。新MLシステムに対する改善の要望を以下にまとめる。

- (1) 「一斉指示」「指導」ボタンのオン・オフの状態が、画面上で見難い。現状では、ボタンの形が浮き出る、または窪んで見えるように設定されている。一瞥で状態が把握できるように色を変える等の工夫がほしい。
- (2) 「指導者マイク」「生徒」他のスライダー（スライド・ボリューム）の上下移動が困難である。とりわけ下降は画面に触れる動作を数回くり返さないとスライダーを動かすことができない。筆者は授業中「指導者マイク」と「生徒」ボタンを操作することが多いため、容易に動かせる構造が求められる。あるいは、画面上ではなく、手元に通常のスライド・ボリュームを設置できれば筆者にとっては好都合である。
- (3) 合奏フリーの設定で、ドラッグ&ドロップがやり難い。子機の名前を重ね合わせるのに若干こつが必要である。
- (4) MIDIファイル転送で、グループやブロック毎に異なるデータを転送したい。現状の機能では、すべての子機に同じデータを一齐に送信されてしまう。

このように、いくつかの問題点は残るものの、

新システムの充実した基本機能と拡張性は、ML授業の新しい可能性を切り開く要素である。今後は映像関連を含めた実践研究を進め、新 ML システムの活用方法について、さらに探求したい。

【引用文献】

全日本電子楽器教育研究会 2001 『ミュージック・ラボラトリー・システムによる音楽教育白書』, 全日本電子楽器教育研究会編

YAMAHA 2006 『Music Laboratory System YML System Controller 取扱説明書』, ヤマハ株式会社

Cirrus Logic 2008 Home Page

<http://www.cobranet.info/en/support/cobranet/index.html>, 2008/8/26

DME64N 2004 『Digital Mixing Engine DME64N/DME24N 取扱説明書』, ヤマハ株式会社

Cascade 2007 『Cascade Setup Guide for PM5D, DME64N/DME24N and DM2000』, ヤマハ株式会社

緒方 茂樹 1997, 『受動的音楽鑑賞時の脳波変動に関する研究』, 広島大学総合科学部紀要IV理系編, 第23巻, 219-222

図版の出典

図1 DME64N のイメージ

図3 MY16-C II, MLA-4 のイメージ

<http://www.yamaha.co.jp/product/ml/specification/>

(参照: 2008/8/14)

図5～図8 YMLS の画面

YAMAHA 2006 上掲書

本研究に際し、新 ML システムをヤマハ (株) 高輪ショールームで試用した。スタッフの皆様に感謝の意を表したい。