

ピアノ指導における「e-ラーニング」

実技教育研究指導センターにおける実践

鈴木 寛

(平成16年10月31日受理)

はじめに

法人化されて国立大学法人となった本学の中期目標に掲げられた「e-ラーニング」という言葉がどうも理解されていない。広義の「通信教育」でもないらしいし、要するに停電では機能しない環境らしいという程度の理解が一般的である。

現場の小中学校ではいわゆる「絶対評価」への移行に伴い、個人内評価の研究と少人数制による個別指導に重点がおかれる。教師の仕事は複雑になってきている。もともと音楽実技の指導は集団ではなく、個人レッスンを基本とした個別指導が一般的であり望ましいことは周知の通りであるが、この個別化に応えるのが「e-ラーニング」の一つの機能であることは理解されているのだろうか。

「e-ラーニング」は元来、企業教育で用いられた概念であり「学習コンテンツによる枠組み」と「自学自習が中心」というコンセプトは本学の実技教育研究指導センターの指導とピッタリ相似であり、違和感が無い。大学が目指す「e-ラーニング」はこれを「授業コマによる枠組み」「授業支援の機能中心」にアレンジしたものであり「効率化」と「情報化」を最終的な狙いに行っていると推察される。さらに本学では「教務システム」までも連動させようとしている。その結果

- 履修登録
 - レポート提示／提出
 - 教材配布
 - シュラバス登録
 - 休講／教室変更／重要事項等の通知
 - 出席および成績の登録／管理
 - 掲示板（授業ごと／全学）
 - 授業評価（学期毎公式評価／授業単位で任意に実施できるアンケート 紙と選択可）
 - 利用者認証（学内統一のIDとパスワード）
 - 携帯にも対応
- などのサービスをも包含するようである。

実技教育研究指導センターにおけるピアノのグレードテストや実技指導にこのコンセプトは早くから導入されており、CAPIS (Computer Assisted Piano Instruction System) として1984年に筆者が開発し、稼働させてきた

ピアノ指導システムはまさしく「e-ラーニング」のはしりであった。

CAPIS はフロッピーディスクによる教材群と同じくフロッピーディスク（5インチ仕様）によるオフライン・インストラクションシステムで構成され、その「ピアノ自動演奏システム」は「自動演奏ピアノ」としてピアノブレーヤーの商標で市販され普及している。

皮肉なことではあるが「教材提示」の機能だけが、CD等と同様な「再生メディア」として一人歩きしてしまったのである。しかし、演奏分析などの目的のためコンピュータによる演奏評価を利用した学生も多くあった。

今日市販される高級電子ピアノの多くに「ひとりで学べる」機能が追加され、鍵盤上の光るLEDを追いかけただけで正しい音が弾けるとか、間違えると伴奏がそこで止まるなどの機能はすべてこのCAPISが原点である。

自学自習こそが実技教育研究指導センターの原点に有る以上「e-ラーニング」か何らかの学習支援のためのシステムの必要性は開学当初から考えられて来た一つの実践例と言えよう。

そこで、CAPISに至るまでの経緯やそれに始まる実技教育研究指導センターのピアノ指導やグレードテストについて再検証すると共に新たな改善や企画をも模索しつつ実技教育研究指導センターにおける「e-ラーニング」の実践を論じたい。

1. シンセサイザーの利用

今でこそ英語の辞書に「Synthesizer」という言葉が掲載されるようになったが、それは1980年代後半からである。筆者が世界で最初にこれを音楽教育の世界に応用することを考案し、実用化に成功したのが1975年である。

当時の勤務地であった神戸大学教育学部附属明石中学の教育実践にこれを用い、縦笛や鍵盤ハーモニカ等の簡易楽器を教育用楽器とする当時の風潮を打破し、文部省をも動かしてシンセサイザーを世界に先駆けて教育用楽器として位置付けさせた経緯がある。

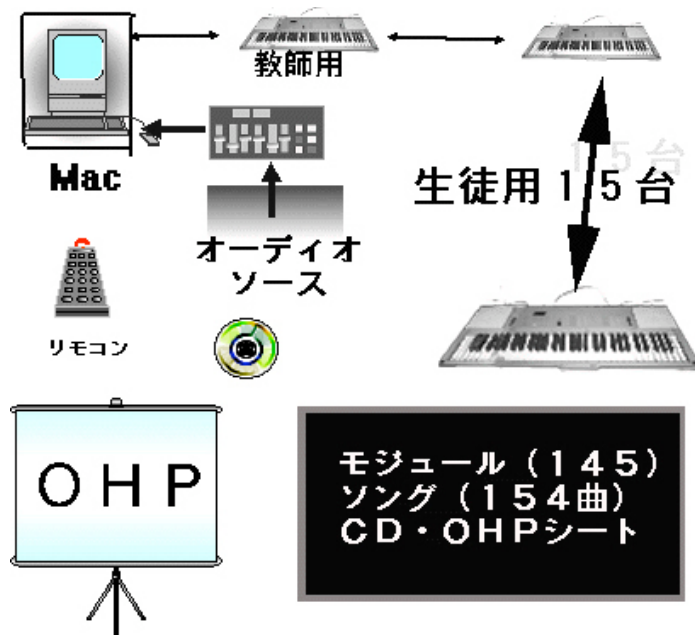
電源を必要とするが、固有の音色や演奏法が無いこの楽器は、学習内容に応じてその音や制御方法を変えることで楽器奏法の修得を目標としてきた当時の音楽教育に方向転換を迫る多大なる影響を及ぼし、「個性化」「個別

化」の教育へと音楽教育を方向転換させるきっかけとなったのである。本学で考案した小型鍵盤式シンセサイザー6台を一体化した「アンサンブル・オルガン」はその後日本の小学校の音楽教育を塗り替えてしまったのである。また、このシステムはドイツの音楽教育で今盛んに用いられている。

さらにこのアンサンブル・オルガンを MIDI 信号でコンピュータとネットワークさせた CMI ソフト「HyperMIDI Lesson」は兵庫県の揖保小学校のために筆者が開発した Hyper Card によるプログラムであったが、同校の研究発表（1993 年 11 月）を期に全国で利用されることとなった。（この件は本ジャーナル 9 号 p. 29-35 に詳細発表）



DTM ソフトとコンピュータがあれば音楽教育が出来るとは筆者は考えていない。本来音楽室に必要なのはずらりと並んだコンピュータではなく、楽器や歌うための設備である。もしコンピュータが音楽教室に有としても、教師のそばに 1 台あれば十分である。この思想で構築されたのがアメリカで目下進行中の M I E（Music In Education）である。小さなマッキントッシュ 1 台と MIDI キーボードが 16 台で構成されパッケージとなった教材でまさしく「e-ラーニング」が展開されているのである。そのキャッチフレーズは“Until today, school music has been taught by the book”である。教科書だけに依存してきた音楽教育に対して M I E は 145 項目のカリキュラムをコンピュータを使ってマネージする。同時に扱える生徒の数は 30 人で、アメリカの標準学級定員と合致するが、基本は学級ではなくナン・グレーディッドシステムで、何を教えたいときはどのカリキュラムを使うかを選択する。



シンセサイザーは当時ロック・ミュージシャンなどの間では演奏用楽器として定番になっていたが、筆者はシンセサイザー・オーケストラとしてクラシック音楽の表現のための研究を続けてきた。

また CMI のための楽器として MIDI 信号が使えるのでシンセサイザーを音楽教育のためにも使えると考えたのである。

今日携帯電話の音源などに使われるワン・チップ・シンセサイザーはコンピュータ用音源の発展系であるが、このコンピュータによる MIDI 音源の演奏は DTM (Desk Top Music) という筆者が命名した環境で音楽教育の「e-ラーニング」として小中学校の現場ではかなり普及してきた。

実技指導や演奏をどう「e-ラーニング」で展開するかという問題はこのシンセサイザーや MIDI によって解決したのである。

神戸大学教育学部附属明石中学による 10 年余におよぶ実践はその後筆者が本学に転任後も全国に波及していったのであるが、筆者は CAI ではなく CMI として研究を続けてきた。

2, コンピュータによる音楽教育

その教えるべき内容は次の 11 項目から選ばれる。

①Duration: Rhythm（音符の長さとリズム）

- ②Pitch:Melody (音の高さと旋律)
- ③Harmony (和音と和声)
- ④Texture (構造)
- ⑤Form (形式)
- ⑥Timbre (音色)
- ⑦Dynamics (強弱)
- ⑧Articulation (フレーズ表現)
- ⑨Context&Style (流れとスタイル)
- ⑩Expression (表情)
- ⑪Keyboard (鍵盤)

まるで音楽大学のカリキュラムのようであるが、実際にはこの11項目はさらに細かく分類されており、例えば①ではBeat, Tempo, Tempo Making, Duration, Rhythmic Pattern等に分かれていて拍や拍子をはじめとする学習のための教材がM I E-1と呼ぶ生徒用キーボードのパークッション機能を駆使して展開できるようにMIDI教材が用意されている。またこれらのカテゴリーは145項目のモジュールと呼ぶ教材群で構成されており、例えば①では1 4 5 14 15 16 19 22 31 35 37 38 41 57 62 64 82 84 97 113 114 115 127 138という番号のモジュールの中から能力に応じて選択できるようになっている。

教材を構成するソングも例えば最初に用いられる“New River Train”では①②⑤の項目を含む教材として計画されており、主題構成も題材構成からも授業ができるようになっている。

このシステムは筆者が提唱するSMLのSとMの関係を有機的に学習させると共に、Lにも影響を及ぼす活動がうかがえる。

その意味でこのM I Eの特長の一つはカリキュラムにあることがわかる。使用される楽曲も「20世紀の音楽」「バロック」「ブルース」「ジャズ」「ブロードウェイ」「クラシック」「フォーク」「ゴスペル」「映画音楽」「ポップ」「ルネッサンス」「ロマン派」「世界の音楽」等に分類され、日本のような「歌唱教材」は見あたらない。一つのもジュールは40分で完結するように考案されているが、1時間の中に複数のモジュールを組み合わせることもできる。

さて、ハードウェアの方であるが、16台のM I E-1(多分現在はモデルチェンジしていると思われる。)と呼ばれる電子キーボードとMacintosh(機種は問わないが、ハイパーカードが使えるもの)、アップルトークで数珠繋ぎされたM I E-1キーボード、OHPとCDプレーヤーとそれらをコントロールするリモコンおよびオーディオシステムから成り立っている。

子機と親機の間はMIDIケーブルとオーディオケーブルで接続されており、教師の声やオーディオソースはアナログ回路を通してMLのように使われると共に、MIDI回路ではすべての子機のイニシャライズから、出席確認、レスポン

スアナライザーなどのインタラクティブな回路を構成している。

Windows華やかな昨今であるが、当時GUI環境でアイコンをクリックするだけで作業ができるコンピュータはマッキントッシュしかないので未だに現役で使えるのである。

もともとWindows機はCPUがMacとは全然異なるから音楽やMIDIの世界では今でもMacが圧倒的に強いのである。両者にはいわば2サイクルエンジンと4サイクルエンジンの違いのようなものがあり、同じクロック数なら理論的にはMacの方が2倍速く動く。このM I Eもそろそろハードシステムはモデルチェンジの時期に入ってきたがハードシステムにDVDなどのシステムが加われば視覚的な教材もOHPに代わって補強されることであろう。

★M I EはMIDIを利用したML

M I Eのハードウェアは16台のM I E-1と呼ばれるポータ・トーンとMacintoshコンピュータ、CDプレーヤーから成り立っている。このM I E-1キーボードはヤマハのDSR2000やPSR47等でも代用できるようになっており、予算に応じた構成も可能であるが、オーディオ信号の処理等ではM I E-1にしか無い機能があり、基本的なコンセプトはM I E-1によって実現する。

また、コンピュータもマッキントッシュなら機種を問わないが、ハイパーカードが利用できる機種でなければならない。

コンピュータはリモート・コントローラ(CDプレーヤー用)で遠隔操作ができるようになっており、そのためのリモコン用のデバイスを接続しなければならない。AppleTalkから出力されるMIDI信号はディジーチェーンになっており、すべてのM I E-1キーボードに順に接続されている。

システムを立ち上げると、自動的にすべてのキーボードをチェックする。この時、ボイスメッセージがチェックされているM I E-1キーボードの番号を音声で読み上げる。そして、同時にすべてのキーボードがイニシャライズされるのは極めて親切な設計と言える。楽器のチェックに時間を取られることが無いからである。

M I E-1は基本的にはポータ・トーンであるから、99音色が内蔵されているが、M I Eとして使用するときには、14音色だけが生徒の側から選択できるように制限してある。しかし、教師側からのMIDI信号に対しては99音色すべてが対応している。生徒の演奏はMIDI信号でMacにそれぞれのチャンネルで送り込まれる。が、その演奏データを記録保存はできない。(筆者の開発したハイパーMIDIレッスンではそれが可能)一方、生徒側のM I E-1には教師からの演奏データがそれぞれの楽器のバッファに保存される。生徒はそれに合わせて個別に練習をする。

また、CDによるオーディオ信号は直接外部のオーディ

オ装置や個々のM I E-1の外部スピーカーを通して聴くことができるが、ヘッドホンを利用することもできるようになっている。

エクスプレッション・ペダルは用意されていない。従ってダイナミックスの指導は親機フロントパネル上の音量つまみを使用するものと推察される。アンサンブル・オルガンの場合、個々の生徒にフット・ボリュームが付けられていることと比較して、音楽的表現やアンサンブル学習に対する配慮がハードの上でも無いことがわかる。

また、M I E-1には専用のスタンドの思想がない。普通の学習机の上に置かれるため、低学年の子供の場合、体格の良いアメリカ人の子供でさえキーボードの高さが異常に高くなり、人間工学的な配慮はなされていないことが判る。

頑丈な作りのヘッドホンは、2人掛けのためM I E-1の前面両端にあり、スピーカーを使用しないときに用いられる。

M I E-1の最も大きな特徴は、キーボード・スプリット・ディバイダーと呼ぶオクターブ幅のカバーを鍵盤中央にセットすると、自動的に上下の2オクターブが独立した楽器になるということである。

MIDIチャンネルは16chで限界である（現在ではポートの数を増やしてもっと多くのチャンネルを扱える。）。であるから30名の生徒のためには本来30以上のチャンネルが必要であるが、一つのチャンネルをスプリット・モードにすることにより低音部と高音部をそれぞれ2オクターブのキーボードとして使用することができ、30（31）名までに対応しているのである。このことが、逆に個別の演奏保存や記録を妨げているのであるが、人数を確保することで妥協したようである。

ドイツなどで使用しているキーボードはMIDIを利用していないので、人数に制限は無いが、M I Eではコンピュータで管理するためには実用的な妥協を迫られたようである。

◆ C M IとしてのM I E

M I EはMLのような使い方もできるが、それが目的ではない。そのボイスメッセージの機能をみるとC A Iのようでもあるが、それをも目的としていない。

敢えて定義するなら、M I EはC M I（Computer Managed Instruction）である。教師の耳の数は2つでこれは未来永劫変わらないが、子どもの数だけの音を聴かなければならない。M I Eではどの子どもがどの音を（キーを）押しているかをM a cの画面上で同時に30人分モニターできる。しかも、それを記録することもできる。勿論前にも述べたように演奏データではなく、どの音を弾いたかと言う記録ではあるが、従来のMLではタイムシェアリングでしかできなかったことが、コンピュータのおかげで同時にチェックできるようになったのである。このコンピュータ

による指導の管理はC M Iの特徴である。

C M Iはコンピュータによる教育（指導）管理のシステムであるが、個々の生徒の管理を主たる目的としている。その意味でMIDIチャンネルやオーディオチャンネルによる個々の生徒とのコミュニケーション（MLのようなマン・ツー・マンの会話は想定していない）を、一斉授業の中で個別的に管理ができるという特徴は大変優れた思想であると言える。

M I EのソフトウェアはM a cのハイパーカードによって構成されている（Windows版では画面は似ているがシステムが違う）。ホームカードには、これからしようとする作業のメニューが示され、画面上のアイコンで選択されたカードへ進む。文字ではなくグラフィックスで示される画面は、すべてアイコンによって操作するので教師のコンピュータ操作の技術は殆ど説明も練習も不要である。このことも大変重要な要素で、コンピュータに対する専門的知識は限りなく深く、それをマスターしない限りコンピュータが使えないなら、道具としてのコンピュータは大変不便なものと言える。その意味で、ハイパーカードの採用は妥当な選択である。また、ハイパーカードは少し馴れてくると自分でカードを追加したり拡張したりできるので、パッケージ・ソフトに有りがちな閉鎖性が無い。そのため、優秀な教師は自作の教材を組み込むことも可能である。また、ハイパーカードによるソフトはバージョン・アップが簡単なためシステム・アップが随時行えるという機動性も期待できる。

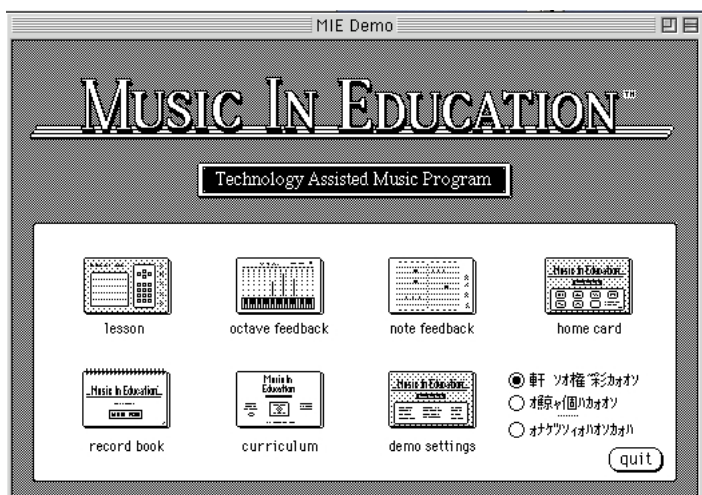
従って、M I Eは教師のためのソフトであると言っても過言ではない。演奏能力の乏しい教師には、モデル演奏をMIDIソースが支援し、闇魔帳とよばれる指導手帳に代わって授業を中断することなく記録をコンピュータがやってくれる。あれこれと選曲をしなくてもコンピュータでそれができ、しかも、どのクラスでどの教材をどう使ったかはドキュメントとして記録され、授業記録や分析の役に立つ。

生徒の記録をスタック化すれば、プリントアウトすることも可能になる。ハイパーカードには、それを扱う人のコンピュータに対する知識技術のレベルに応じて5段階のモードを設定することができ、未熟な操作や誤操作によるソフトの破壊を防ぐためレベルを3に設定してあるのも妥当である。

このMIEのコンセプトをハイパーカード以外のスクリプトで利用できればWindowsのシステムでも稼働が可能になり、もっと普及するものと思われる。

特にMIEのシステムが無くても生徒の教務上の管理は格段に向上すると思われるが、筆者は現在本学の全学生のデータベースを「ファイルメーカーPro」を使用して構築しており、スクリプトも使えるので目下可能性を模索中である。

現状のスクリプトには映像やMIDIを取り込むスクリプトが無いが、時間の問題であろう。



最初の画面では、左上から「レッスン・カード」「オクターブ・フィードバック」「ノート・フィードバック」「ホーム・カード」下段左から「レコード・ブック」「カリキュラム」「デモ」と並んでいる。

授業のメイン画面は「レッスン・カード」から開始する。このカードには授業者の名前が付けられており、さらにどのクラスを教えるのかによってスタックと呼ばれるカード・グループが選択される。

画面の上には今日の日付と時間、左には棒グラフで示される時間（40分）。その横には現在までの授業の進行状況。他のカードを呼び出すアイコンなどが表示されている。MIEは教師が教室の中をグルグルと歩き回る設計になっているのでこれらの操作をリモコンでできるようになっている。

レッスンカードで本時の所をクリックするとさらに細かく表示されその中のソングをクリックすると次の曲が表示される。

さらにそのソングを中心とするCDやOHPシートを用意するよう指示が出される。

そして指導案にあたるものが示される。後はこれの通り授業を進めても良いのであるが、教師の独自のプランを挿入したり、ソングを組み替えたりする事も可能である。

次の画面は子どもの座席表であるが、レスポンスアナライザのようにも使える。

誰がどこに座っているかとか誰が欠席かだけではなく誰が今どう弾いたかを鍵盤図の上に棒グラフで示すオクターブ・フィードバックや個々の生徒の固有名詞の横に弾いた音が表示されるノート・フィードバックなどの画面はレッスンカード（メイン画面）から随時呼び出すことができる。

授業の記録はプログレスカードにモジュールごとに記録される。サンディエゴ州立大学のJ.Mitzi Kolar博士の考案によるこのカリキュラムはさらに改良されているようである。

筆者が神戸大学教育学部附属明石中学に勤務していた

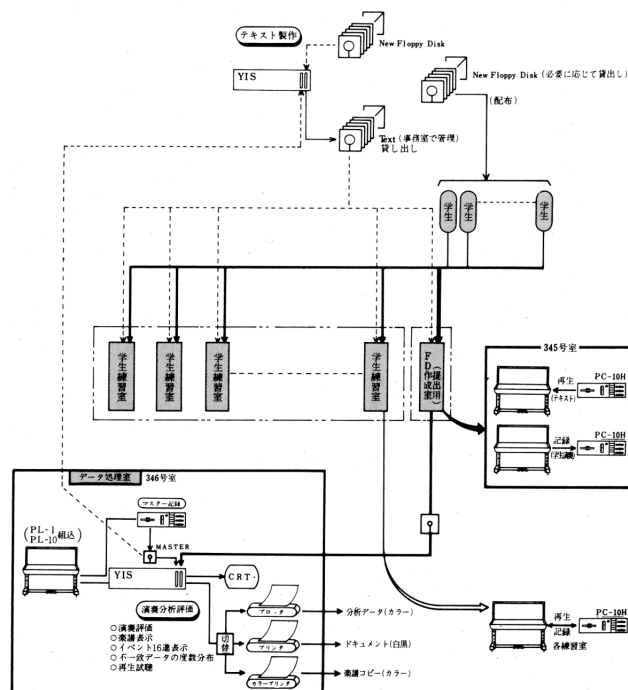
頃、ギターを用いたレッスンをしていたが、課題曲を1年かけて弾けるように指導する際、誰が今どこまで弾けているとか、どこが難しいかを診断するため授業の終わりに80欄の0-9をマークするマークカードで到達度や難易度に応じて1-最大80小節目までマークさせ、何小節目の達成度は何%かとか誰がどこで躓いているか等のデータを次の授業までに情報化して指導に役立てたものである。最近でも現場教師が授業の終わりに授業カードやアンケートを回収して指導に役立てる試みがあるが、CMI化することでもっと確かな情報が得られるのにまだ普及しない。レスポンスアナライザやOHPの原型を現場教師が開発したパイオニア精神あふれる勤務地だったからこそ出来たのかも知れないが現場の歩みは遅い。

3. CAPISの実践

開学当初63台のアップライトピアノがすべて体育館の中に設置され何ら音の遮断策も講じられないまま。すさまじい騒音状態の中で学部1期生の音楽の授業は開始された。1983年芸術棟の完成と共にそれらのピアノは三階と四階のピアノ練習室に納められ、良好なる練習環境が出来た。同年初代眞篠将センター長の下CAPISは計画され特別設備費2500万円で鈴木寛が開発し、すべてのアップライトピアノに設置した。

ピアノ自動演奏・分析指導システム図

Computer Assisted Piano Instruction System



当時自動演奏ピアノは戦前のロール紙によるものに代わりマランツ社がそれをカセットテープに置き換えたものを使い、保存されていたガーシュイン自らの演奏等の博物館的利用を中心として存在していた。

このシステムの唯一そして最大の欠点は、ピアノを演奏させるシステムであるにもかかわらず「ピアノ・フォルテ」即ちベロシティーの再現が出来なかった事であった。

その演奏はすべてフォルテとなり、繊細な演奏は望むべくも無く、キャバレーや騒々しい環境での利用がもっぱらであった。

鈴木はカセットテープではなく、ランダムアクセスの可能なフロッピーディスクによるメディアを提案。さらに演奏動作が記録できるセンサーを、鍵盤直下の圧電素子によるものから、ハンマーの運動速度を検出する非接触型光センサーによるものとし、ハンマーを駆動するソレノイド・コイルも人間のピアニストと同じ位のラティチュードを有するコンパクトで動作の静かなものを提案すると共にアップライト・ピアノの宿命であるハンマーがハンマーレストに戻ったときにバウンドして起こる打鍵の空打ちを防ぐためのショックアブソーバーを提案するなど数々の提案を製造業者ヤマハ（当時日本楽器製造株）に提案して製品化にこぎ着けたのである。その結果64段階のダイナミックの記録再現が可能になり、鍵盤直下のセンサーでは察知できなかった「底まで押さない打鍵」でも検知できるようになった結果、きわめて精密な記録再現が可能となったのである。後にヤマハはこのピアノにピアノプレーヤー（アメリカでは Disklavier）の商標をかぶせ市販したことからその名の方が有名になってしまった。

5インチのディスクはフレックスメモリ（フロッピーディスクは商品名であったため）と名付けられていたが約15曲のインデックスが作成できるため、本学草野次郎教官の協力を得て、すべてのピアノ教材からグレードテストに使えるものや当時指導に使っていたテキストの曲をディスクに記録し、芸術棟事務室で学習者に貸し出すシステムが実現した。

学習者は事務室でディスクを借り受け3、4階のすべてのピアノ練習室に設置されたピアノの上に乗っている装置にディスクを入れ、収録された曲をインデックスから選び、再生のボタンを押すだけで目の前のピアノの鍵盤が勝手に動いて演奏を開始するのである。

従来の方では先生にお手本を何回も弾いて貰って憶えた行為が、何の気兼ねもなく何回でも目の前で再現されるのであるから（しかもテンポは自由に変えられる）その教材提示機能や範奏機能は画期的なものとなったのである。録音された演奏と違い目の前の楽器がしかも鍵盤が動いて鳴るのであるからその効果たるや歴然とした違いがあった。

声楽や管楽器の伴奏を予め記録しておけば、伴奏者のスケジュールを気にすることなくいつでも伴奏付きで練習できるといういわば「カラオケ」的な用途も開発され

た。

また、学習者が自分の演奏をディスクで提出すれば、間違えた箇所を検出したり、演奏の傾向を判定したりしてコンピュータが「自動評価」するシステムも開発した。

5分の曲を評価するのに5分以上かかるのが従来の人間システムで会ったが、このコンピュータシステムでは5分の演奏を数秒でチェック出来る。時間という人力では解決できない壁をこのシステムは破ったのである。勿論コンピュータの行う評価は「形容詞」や「価値判断」を伴わない客観的な査定に過ぎないのでその様な芸術的評価は人間教師がもう一度自動ピアノで再現させて行う。

最初のマランツのシステムではそれぞれの鍵盤のオン／オフを88列の2進法で記録していたようなものであったが、CASPIIS ではそれぞれの鍵盤のキーコードと一緒にオン・タイムとベロシティー、オフ・タイムを8ビットの16進数で表現する方式としたため、その後国際規格であるMIDI規格が誕生してもスムーズに移行できたのである。

ここで学習者の一連の流れを整理してみると、

- ①練習課題の決定。
 - ②楽譜と対応するディスクの借り出し。
 - ③範奏による楽曲の完成イメージ形成。
 - ④練習。
 - ⑤自分の演奏をディスクに記録。
 - ⑥自分の演奏を聴く。
 - ⑦補正や修正を加えた再練習。
 - ⑧必要に応じてディスクを提出することで評価を受けるというのが一般的である。
- この②～⑧がオフラインによる「e-ラーニング」なのである。

このシステムに対する評価は自己評価も含めて画期的であり、実用であるということで、その後鳴門教育大学他のいくつかの大学で設置された。1985年このシステムの市販モデルはMIDI（Musical Instrument Digital Interface）規格になり、ディスクも2HDの2.5インチになり30曲以上のインデックスも可能となった。また同時にコンピュータのペリフェラル環境も同様になり、それまでのPPモードからMIDIモードが普通となった。

このオフラインをMIDIによるオンラインとしたのが鳴門教育大学のシステムであるが、MIDI信号の上位4ビットでは表現できるチャンネル数が16チャンネルまでであるため、16台のピアノに対してしか対応出来ない。

本学の60台以上にも及ぶ練習室のピアノに対応するにはこのチャンネル数の限界があるのと、信号線の総延長が15mを超えると信号が劣化するため使えない。そこで、あえて本学ではオフラインシステムとしたのである。

やがて20年近い歳月がたちLANの環境でこのネッ

トワークが構築できるようになり、次世代 CAPIS では T C P / I P でチャンネル数や総延長に関係なくオンライン化出来る日は近い。

4. 自動伴奏の試み

世を挙げてカラオケの時代であるが、カラオケの歴史をたどると、8トラックのカーステレオ用カートリッジを用いたアナログテープによるものが最初であるかのごとき誤解があるが、実際はMMO (Music-Minus-One) レコードが最初である。1950 年代に L P レコードが普及した頃すでにこの MMO レコードはピアノ協奏曲の練習用として市販されていた。問題はピアノ協奏曲に付きものである、カデンツの間の空白をどうカウントするかとか、モーツァルトのコンチェルトのように最初の数十小節がピアノソロであるような場合、伴奏の出るタイミングはどうするかということであった。この問題は空白の時間にメトロノームの音を挿入するという安易な方法で回避されていたのである。

本学の CAPIS の自動演奏機能がこのカラオケ的な使われ方をするというのは開発当初から十分に予想されていた。当時のあらゆるカラオケを超える機能として①一時停止機能②移調機能③可変速度などがすでに備わっていたわけであるから、カラオケ機としても最先端であった。事実、ピアノプレーヤーの市販ソフトには膨大なカラオケソフトが用意されることになった。

その後一般的なカラオケ機は通信カラオケになり、MIDI 音源を駆動するものになったためこれら①②③の機能は当然備わるものとなり、さらに任意のパートを消去したり、音色を変えるなどの機能も加わるようになった。

そこで、MIDI データによる伴奏ならば、外部信号でリアルタイムにテンポやその他がコントロール出来るシステムが可能になるはずであると考えに至った。

1990 年代になって、I C M A (International Computer Music Association) が設立され、そのような研究も多く発表されることとなった。

その発表の中でもカーネギー・メロン大学の Roger Dannenberg のシステム(1987 年 11 月発表)はトランペットなどのアコースティックな楽器音を MIDI 信号に変換して、予め用意されている伴奏用 MIDI データとテンポをシンクロナイズさせるという画期的なものであった。勿論それ以前にも補助員がスイッチをクリックしながら演奏者に同期させるものや、フットスイッチを自分でタップしながら同期させるシステムは存在していた。あるいは、スタンフォード大学のマックス・マッシュューズ博士の考案したラジオ・バトンのような平面センサー上でバトンを動作させ、そのインダクタンスの変化を MIDI データに加えてライブ演奏させるものもあった。しかし、それらはいずれも直接演奏者の音から制御信号を取り出せるもの

ではなかったのである。

Dannenberg のシステムはコンピュータがあたかも人間の演奏に耳をすませて伴奏を出力しているような感じで音楽的かつ自然なシステムであった。このシステムは 1995 年に Coda 社から市販されることとなったのであるが主として管楽器奏者の練習に供される事が多かった。

管楽器のような単音楽器の音を MIDI 信号に変換することは比較的簡単であるが、オーケストラやピアノのような複数の音や和音を MIDI 信号に変換する技術は未だ開発されておらず、筆者も数度にわたってこの技術を開発すべく科学研究費の申請を行ったが理解が得られなかった。

この困難な状況を極めて簡単に解決してくれるのが CAPIS に使用した自動演奏ピアノである。自動演奏ピアノは付随的に MIDI 信号を発生させることができるため、それを制御信号に変換することは極めて簡単なわけである。技術的な壁は解決できるが、「自動伴奏」のためのアルゴリズムが極めて大きな課題として立ちはだかっていたのである。つまり、音楽的に伴奏をするという自然科学では解決できないアルゴリズムをどうするのかということであった。

Frank Weinstock 教授 (シンシナティ大学) の考案した Concerto Accompanist は 1993 年早稲田大学を会場とした ICMC (International Computer Music Conference) で以下のような主旨で発表された。(Abstract を抜粋)

Concerto Accompanist, a program for the Macintosh, provides an intelligent accompanist for a pianist learning a standard-repertoire piano concerto. The pianist plays the solo part on a Disklavier (or any MIDI keyboard), and *Concerto Accompanist* controls one or more MIDI synthesizers playing the orchestral accompaniments, following the tempo and dynamic changes of the soloist. This is an update of the "music-minus-one" concept, the difference being that the orchestra follows the soloist, not the other way around. It is a practical program to help pianists practice, and as of yet does not have serious performance or research applications.

ここで彼は決定的な MMO との相違点を強調している。伴奏がソロに合わせるという当たり前のことがカラオケでは出来なかったのがこのプログラムではテンポやダイナミックに至るまで追従すると言うわけである。

後に筆者はカラオケに対してこのシステムを「連れオケ」と命名したが、人間伴奏者の動作や技術をアルゴリズム化したという点でこの発表は極めて注目されたのである。

①テンポ・トラッキング

②ダイナミック・トラッキング

③ミュージカル・マーキング・システム

を骨子とするこの技術が単音楽器ではなくピアノに応用されていることに強い興味を持ち、これこそが CAPIS の次のターゲットであるという確信を持つに至り彼と共同研究することを開始した。

その結果①のテンポ・トラッキングの技術には Coda 社の基本特許が大きな障害として立ちちはだかっていることが判明した。この基本特許の概念は日本には馴染みのない概念で、現実に実用化されていなくてもアイデアだけで特許権が発生するもので、多くの日本の技術がこの基本特許に不利な妥協を強いられてきたのであるが、本件でも前述の Dannenberg のシステムを買い取った Coda 社が Frank Weinstock のアイデアに猛然と圧力をかけてきたのである。Weinstock のシステムでは MIDI シグナルを鍵盤楽器から受け取るというシステムであるというのと、生演奏の現在演奏されている位置（小節や拍）を前後 8 つのイベントから判定する Dannenberg のシステムとは根本的に異なる曲全体をいくつかのブロックに分割して判定するシステムであることから、係争を避けたマイナーチェンジを行い「Maestro」から「Home Concerto 2000」へと名前を変えて市販されるに至った経緯がある。

Coda 社の特許に抵触するのを避け「タッピング」システムを削除し、代わりに楽譜表示のシステムなどの改良が加えられた。

本学でもこのソフトを用いた演奏は 3 回試みられ、最初は 1995 年 2 月に本学講堂で行われた芸音の卒業演奏会において学部学生岡朋子がモーツァルトのピアノ協奏曲をパワーブックのオーケストラ伴奏で見事に演奏した。2 回目は 1999 年の音楽コース定期演奏会において学部 3 回生のシンセサイザー・オーケストラ演奏の保科洋作曲の「古祀」のかんりのパートを一人の学部生の指先のタッピングでシンクロさせた。このノウハウを用いて MIDI 出力を持たないコンサート・グランドピアノによるシューマンのピアノ協奏曲のオーケストラを筆者の制御でオーケストラ伴奏とした橋本澄子の演奏がある。アメリカではこの方法でミュージカル「キャッツ」の地方公演が行われている。

「連れオケ」こそが、本来の MIDI 自動伴奏の極致であることが、これらの実践を通して十分に予想されるのである。

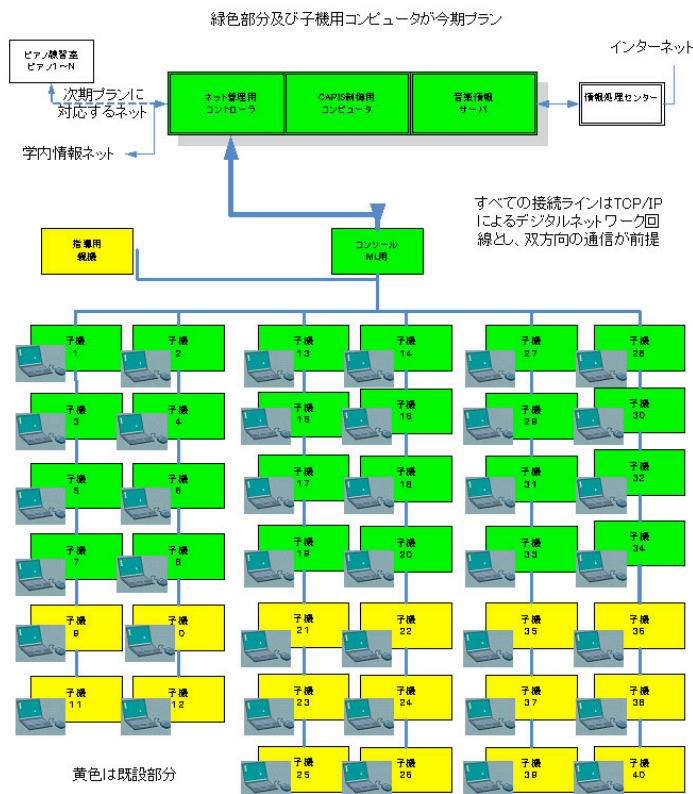
5. 次期 CAPIS の構想

本学の CAPIS では鍵盤楽器の自学自習のシステムに重点を置き、さらに、学習コンテンツとグレード・システムを一体化したシステムで 20 年におよぶ歴史があり、基礎研究は完了している。例えば MIDI 信号でピアノプレーヤーを鳴らすにはデジタル信号である打鍵情報を鍵盤の下に埋め込まれたソレノイドコイルに 128 段階のア

ナログ信号に変換して伝える必要があり、その変換処理のためのタイムラグが最大 500ms 生ずるため信号を送ってもすぐ鳴らない事は当初から解決困難な問題であることはわかっていた。ソレノイドによる発音に頼らない電子ピアノにすればその問題は解決することが分かったので次期 CAPIS は電子ピアノモデルとすることに決定したのはそのことによるところが大きい。

2004. 6. 11

兵庫教育大学Net-CAPIS概要図



鈴木寛 作成

★次期 CAPIS は C A I と C M I の機能を有する画期的な「e-ラーニングシステム」である。

- ①現行のオフラインとは違いオンラインシステムである。
- ②教師が指導するMLの機能も保持するが基本的には自学自習のシステムである。
- ③ネットワークを基盤とするサーバを中心に置く。
- ④LANのみならず遠隔地とも接続する。
- ⑤学習ユニットをネット上で構成する。
- ⑥ヘッドフォンによる閉回路システムである。
- ⑦ユーザの利用状況を常に管理把握する。
- ⑧音源・楽譜等をネットで提供する
- ⑨個別の学習形態やグループの形態も自由にアレンジ出来る。
- ⑩自動伴奏機能を有し、それとのセッションが可能。
- ⑪楽譜制作、編曲、作曲などの道具として利用可能。

- ⑫音楽ライブラリとして楽譜や音源を提供。
- ⑬演奏分析・自動評価のソフトによるC A I 機能。
- ⑭機材・環境の状況を自動的に管理する。
- ⑮M I EのようなC M I 機能。
- ★ サーバの容量は考えられる最大限（予算内の）のものとし、L A N環境はTCP/IP EthernetをはじめMLANなど可能な限り高速なものとする。
- ★ コンピュータ操作は文字キーボードを使用せず可能な限りタッチパネルと音声コントロールを用いる。
- ★ C P Uは安定の良い演算速度の早いもので、セキュリティ面で脆弱性が少ない汎用マシンとするが、これらは、トラブル時に置き換わるバックアップシステムも並列に持つ。
- ★ 楽器は電子ピアノの機能も有する電子キーボードとし、88鍵フルキーボード（ピアノタッチ）とし、MIDIによるI / Fの他にUSB2、IEEE インターフェイスやMLan等も視野に入れる。
- ★ 子機専用コンピュータは本体ユニットは露出せず電子キーボードに内蔵され、液晶タッチパネルからの制御とする。
- ★ 必須ソフトとしてHome Concerto 2000やSibelius2、Sol2などの音楽ソフト。Windows Media Player、QuickTime等のプラグインとそれらを使用するソフト。通信やブラウザ等のインターネット・ソフト。M I EのようなC M I ソフト。
- ★ LOG及び認証に関する管理セキュリティのソフト。認証システムは学生の身分証明IDカードによるものや顔認識まで広く発展性を視野に入れる。子機の電源やシステムのOn/Offには必ずこの管理システムを通過する。
- ★ 音声によるガイドを用意する。
- ★ 映像・及び高品質な音声の記録再生ソフト。
- ★ 周辺機器として将来は映像や音声の接続も可能にする。
- ★ U S Bメモリや各種メモ리카ードが使用できる環境とする。
- ★ 学内ルータの外側にファイアウォールを確立するとともに、バックドアのセキュリティをはかるために、持ち込み機器の接続ができないようにする。
- ★ 電子キーボードにより構成されるので、基本的には「ヘッドフォンによる閉回路」である。ピアノ練習室のような「視覚的にも孤立した環境」ではないので、破損や損壊を意図的に行う者を排除でき、防犯的にも有効である。

⑬の演奏評価や分析のためのソフトは初代のCAPISにおいては次のような機能を持っていた。

◎ 音の高さの誤謬に対するエラーメッセージ

- ・ Miss touch error 本人の意志に反した打鍵
- ・ Bad note error 誤認知による打鍵
- ・ Bad rest error 休符の無視や挿入
- ・ Missing note error 音符の不足
- ・ Extra note error 音符が多すぎる
- ・ Bad chord error 和音不正
- ・ Bad signature error 調号無視
- ・ Bad accidental error 変化記号無視
- ・ Bad position error 音域誤認

◎ 音の長さやタイミング、強さ等のエラー

- ・ Irregular tempo error テンポ不整
- ・ Illegal tempo error テンポ不正
- ・ Illegal rhythm error リズム不正
- ・ Bad beat error 拍子感不正
- ・ Bad count error 音長不正
- ・ Bad timing error 音符位置不正
- ・ Illegal accent error 不正アクセント
- ・ Bad level error 音量の過不足
- ・ Illegal tracking error 演奏箇所の逸脱

等であったが、これらの殆どのメッセージはリアルタイムではなく、後日フロッピーディスクからのオフライン処理で指摘されるシステムであった。

次期CAPISではこれらのエラーメッセージをすべてリアルタイムに発生させ、ディスプレイ上や音声ガイドで学習者にアナウンスする。これで、「自学自習システム」として「e-ラーニング」は機能する。

⑦の「ユーザの利用状況を常に管理把握する」は無人サービスシステムとして不可欠である。ユーザに対しては、

- ・ 現在のCAPISの利用状況
- ・ 学習者個人の利用履歴
- ・ 学習者が利用できる学習コンテンツの案内

等を考えているが、センターには、

- ・ 利用者のログ
- ・ アクセス時間
- ・ 使用した楽器や機器の健康状態
- ・ 監視カメラによるモニタ記録
- ・ ヘルプ・コールに対する対処

等の機能を必要最小限備えたい。

メンテ不良の機器には自動的に電源の供給を停止し、直前の利用者から事情を聴取できるようにするが、積極的な故障申告システムを優先したい。

利用者のID認定は学生証のIDカードによるものとし、センターとの連絡には携帯を含むメールシステムを基本とする。初期画面からのメール送受信も可能なようにする。これらのコミュニケーション・システムに不備があると「e-ラーニング」はうまく機能しないので万全の体制で臨みたい。

この「e-コミュニケーション（筆者の造語）」は個人の

携帯コミュニケーションツールの急速な普及により予想も出来ない展開を見せている。

音声以外に文字、画像、動画、音楽などを含むインターネット環境が常時携帯できるのであるからこれとの連携も模索する。

6, e-コミュニケーション

実技教育研究指導センターセンターの大きな業務の一つに「グレード・テスト」の実施がある。

ここ数年入学時に決定した学生用の E-Mail アドレス（学籍番号@students.hyogo-u.ac.jp）を利用して各種のアナウンスや連絡に使用してきたが、グレード・テストの通知や質問に関しての緊急のメールは週に一度の「情報処理演習」の授業でメールを開けるまで徹底せず大変困っていた。しかし、昨年度からほぼ100%の保有率を誇る携帯電話のメールと併用するようにした。

つまり、入学式の後のセンター・ガイダンスの時に楽器経験の有無や出身高校などの調査と共に「携帯電話番号」と「携帯電話メールアドレス」を紙票に記入させて回収する。

この方法の問題点は、入学直後のため、まだ携帯電話メールアドレスが確定していなかったり、誤記入するケースがあった場合正しく把握するまでにかかなり時間がかかったり、初期設定のままだと、携帯メール以外からの受信を制限していてこちらのメッセージが受け取れないケースが1/3くらいあったことである。

来年からは、配布する用紙にセンターのメールアドレスを印刷しておいて直接本人情報を発信させることにすればこの問題は軽減される。

従来学内に掲示してアナウンスしてきたが、この携帯メールを使うようになってから徹底率が飛躍的に向上した。

「実技教育研究指導センターの鈴木です。先日提出されたメールアドレスが正しいかのテストメールです。このような形でこれからメールしますのよろしく。」

センターから発信する最初のメッセージはこのようなものである。

これに対して数分以内に返事が返ってくる。

「メール届きました。これからはよろしくお願いします。」

「鈴木先生

無事受信しました。これからよろしくお願いしますm()m」

この時には分からないコース所属も推薦入試で分かっている場合は

メールきました！

一回生の○○○です。

メール受け取りました。

コースは○○系、です。

というようになる。

「○○君。実技教育研究指導センターの鈴木です。この学年で君だけがメールに返事をくれませんか。大学に来ているのでしょうか？」

と送っても返事が無い場合は情報処理センターのサーバにある学生用メールアドレスも併用している場合で、最後の手段として携帯電話をかける。

今年の場合悪意無くメールで返事がなかったケースの殆どがメールソフトの初期設定にミスがあり、閲覧は出来るのに送信が出来ないケースであった。

1、@マークなどのアドレスが半角ではなく全角であった
2、誤認（lと1、Oと0、-と_、mとrn等）によるもの。

彼らは次のようなメッセージを携帯から送ってくる。

「返事を返したはずなんですけど…うまくつながっていないみたいです!!自分の家のパソコンから学校で使っているメールのページにつなぐことはできないのでしょうか?」

実技教育研究指導センターの鈴木です。

①自宅のメールソフトに新しいアカウントを追加します。(通常ツールをクリックすると一番下にある)

②そのアカウントのpopサーバ名にpop.info.hyogo-u.ac.jpを入力

③ユーザーIDであるu040xxxを入力

④メールアドレスu040xxx@students.hyogo-u.ac.jpとpasswordを入力

⑤smtpサーバはsmtp.info.hyogo-u.ac.jpで好いと思うが自宅プロバイダの”@プラス以下”の場合もあります。これがおかしいとメールを送ることができません。

⑥以上で設定完了です。

⑦自分宛にメールを送ってみよう。

「ありがとうございます!!自分から自分に送ることができましたが、これからどのようにしたら返信しなければならなかった鈴木先生へのメールに返信して登録することができるのでしょうか?」

実技教育研究指導センターの鈴木です。

おめでとう。受信箱に未開封の「実技教育研究指導センターからのお知らせ」があればそれを開封して、「返信」を選んで所属コースを含む返信を書いて下さい。それで届きます。

<http://www.art.hyogo-u.ac.jp/hrsuzuki/64thgradeweb.htm>で自分の名前を確認しておきなさい。こんなに手間をかけた貴女の顔が見たいので顔写真も送って下さい。もう本日はやすみます。

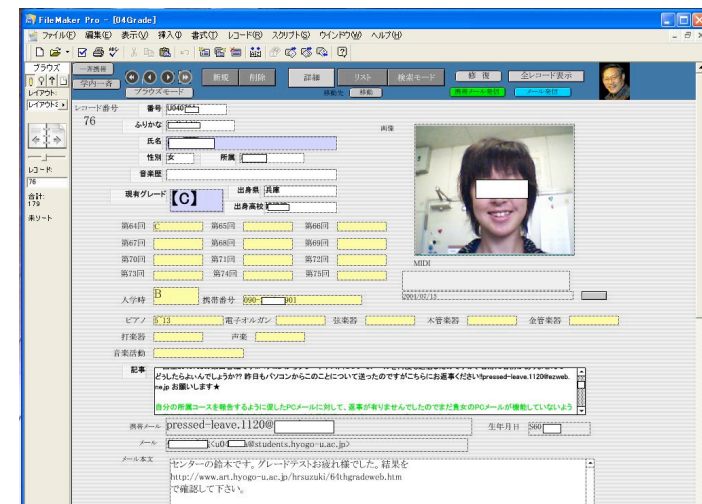
「いろいろありがとうございました…。ですが、受信boxにそのようなメールがありません!!私のやり方が間違ったかもしれないのでまた月曜に校内からそのメールに返信します!!すいません!」

実技センターの鈴木です。おはよう！

さて昨日の続きをしましょう。今朝すでに送ったいくつかのメールを改めて○○○○さん<u040xxx@students.hyogo-u.ac.jp>に転送しました。これは未開封ですから、大学まで行かなくても自宅で開けられます。これらのメールを開けて返信を書いて、回送先(Cc)を自分にしておけば送ったものと同じものが自分に届きます。

これらのやりとりは偶々今回は入院中の私がベッドの上で行ったもので、大学に居ない教員と同じく大学に居ない学生が大学にある情報についてやりとりしたものである。通常このようなコミュニケーションは電話では無理であり「e-ラーニング」の一種としてのコミュニケーションであると考える。

これらの通信の基礎データはファイルメーカーで構築した以下のような個人カードである。



このカードは何種類かの表示形式によるレイアウトがあるが、これは顔写真や実際の演奏録音までも含むもので、名札を付けている小中学生と違い私服の学生を識別する唯一の情報である顔写真まで本人の理解を得て入れている。

このカードの下の方にあるコラムに通信文を書き込んで一番上のボタンの中から「携帯メール送信」をクリックすると彼女の携帯にメールが送られる。「学内発信」だと学内メールに、「一斉メール」だと同じ文面が現在選ばれているすべての学生に、「一斉携帯」だと同じ相手の「携帯メール」に瞬時に送信できる。

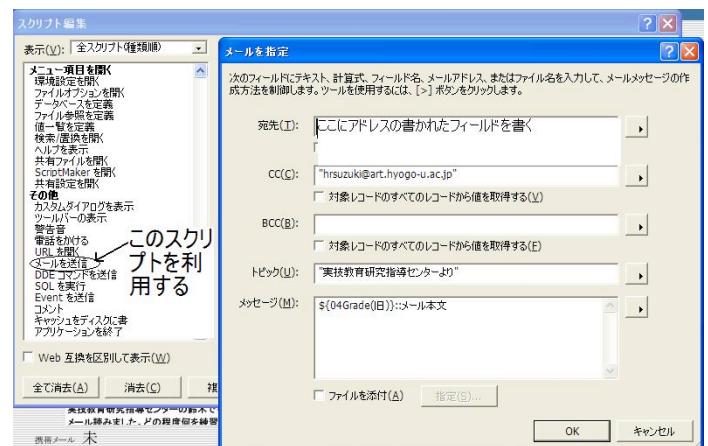
授業を無断で休んだ学生に、
「〇〇君、今日の授業を無断で欠席しましたが、今日のぶん□□□を次の授業では必ずやっておいて下さい」と送ると、効果はてきめんである。従来のシステムでは「呼び出し」という原始的手段しか無かったため、逃げ得の学生まではフォロー出来なかったのが捕捉でき、指導も出来る。

この携帯メールへの発信はファイルメーカーのマクロ（スクリプト）を利用する。

予めカードのフィールドに次のものを用意しておく。

- ①メール通信の本文テキストを書き込むフィールド
- ②個人のメールアドレス「携帯用」「学内用」「個人用」を用意する。学内用アドレスの書き込みはエクセルの表に氏名その他のデータとして最初に造ったものを利用し、学籍番号をすべてコピーした列をもう一つ追加し、それをすべて半角小文字に一括変換し、置き換えて後ろに

@students.hyogo-u.ac.jp を付加する。一斉に送信するときメールソフトによっては100通以内しか送れないものもあるので、しかるべきメールソフトをインストールしておかなければならない。



顔写真は本人の携帯電話のカメラ機能を使った添付メールで入手できるが、本人の了解が得られれば最初のコンタクト時にこちらでスナップショットを撮れば得られる。

これらの個人情報を一括して管理できる上にメールの発信機としての機能も通常のメールソフトよりも簡単で便利なので前述のようなやりとりが可能となったのである。

グレードテストについての問い合わせや、アナウンスは現在ではほぼ100%この方法が徹底されており、次のようなメールを一斉に送信する。

「実技センター（音楽）の鈴木です。

いよいよ第64回ピアノのグレードテストの予告です。今回はピアノだけです。詳しくは

<http://www.art.hyogo-u.ac.jp/hrsuzuki/DOC/grade.html>

に出っていますが、今回のテストでC以上に合格した場合は、後期の初等音楽の授業で上級者のクラスに割り振られますが、C以下の人も受験する必要があります。受験する曲が無い超初心者者は「受験できるグレードが無いので、今回は受験出来ません」と返事をして下さい。こちらで判断して妥当であれば今回のグレードテストはパスすることを許可します。

★日時2004年7月12日、13日15日、16日の都合の良い日の9:00-12:00と13:00-16:00の都合の良い時間帯を必ず第3希望まで書いて、受験を希望するグレードとともに返信して下さい。」

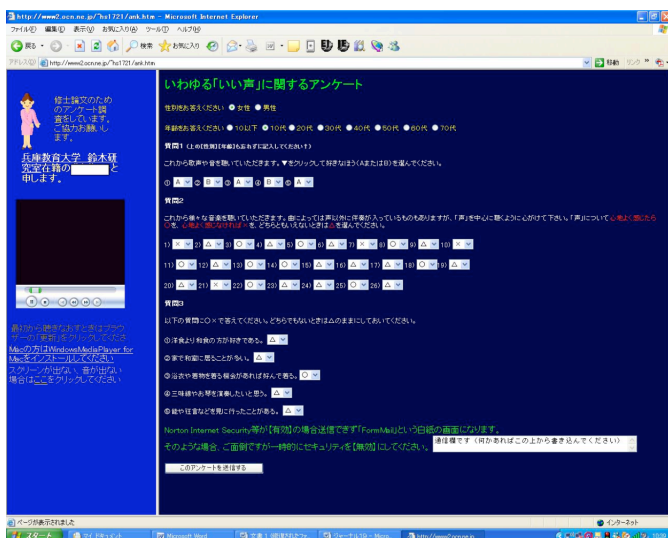
数分後にはほぼ半数の学生から返答や質問が入るが、そのやりとりはそのままカードの記録欄に貼り付けておく。後日その学生とのやりとりがすべてチェックできるので助かる。

シーケンシャル・ファイルであるエクセルなどのソフトと異なり、ファイルメーカーはランダムアクセス・ファ

イルなので「保存」という操作で前から順番に書き換えるのではなく書き込み中にトラブルがあっても常に最新のデータが保存され安全で、検索も簡単で便利である。

このカード形式のレイアウトは完全な個人カルテとしてあらゆる個人情報や蓄積でき、MIDI データすらもテキストファイルで書き込めるので演奏そのものを「録音」ではなく「記録」できる。この「記録」には「分析可能な演奏情報」が含まれるため、「e-ラーニング」に限らず指導や評価に使える。

また今年初めて院生の修論のデータ収集のためにインターネットを使用した。インターネット上にアンケートのページを設定することは従来から行われてきたが、音楽に関するアンケートではどうしてもCD等のメディアに頼るかAIFF等のファイルを添付するしか方法が無かったが、WindowsMediaPlayer をページ上で展開することにより音を聞きながらリアルタイムにアンケートに答えることが出来るようになった。



画面左側のウインドウに WindowsMediaPlayer の画面があり、音楽や映像が流れる。画面右側にはアンケートに答える欄が並んでいる。○×△などの選択肢を選んで最後に送信ボタンを押すだけでアンケートに答えたことになる。

このインタラクティブな方法を是非実用化したいと考えているが、現状では兵庫教育大学の情報処理センターは CGI の利用を許可してくれないので独自のサーバを持てるまでは無理である。今回は民間の CGI を利用する方法をとったが不便であった。

「e-コミュニケーション」や「e-ラーニング」の究極の姿はこれを携帯端末まで利用できるようにすることである。授業評価やチェックカード等という現物の「ペーパー」は不要になるからである。

そのためには JAVA や Pearl などのプログラム言語をもっと使いこなせるようにしておかなければならない。

Summary

"e- Learning" in piano teaching

- Practice in The Center for Practical Education -

"e- Learning" is a general idea used by the original, company education, and "a frame by learning contents" and a concept "central teaching oneself" are guidance and the just resemblance of The Center for Practical Education of our University, and there is not sense of incongruity.

This concept was introduced into a grade test system and practical skill guidance of a piano in the center early, and the writer developed it as CAPIS(Computer Assisted Piano Instruction System) in 1984, and the thing of "e- Learning" was just buttocks the piano guidance system which I operated.

Next CAPIS is epoch-making "e- Learning system" having a function of CAI and CMI.

- ① An on-line system instead of current offline.
- ② It has a function of the ML which a teacher teaches directly, but it is a system of teaching oneself self-study basically.
- ③ Mainly on the server which assumes a network based.
- ④ Connectable to a distant place as well as LAN.
- ⑤ Constitutes a learning unit on a net.
- ⑥ Manages always grasp the use situation of a user.
- ⑦ Offering a sound sources & scores through the net
- ⑧ Arranges an individual learning form and a form of a group freely, too.
- ⑨ Automatic accompaniment function, and can make a session with it.

- ⑩ Available to use them as a score production, arrangement, a tool such as composition.
- ⑪ Offering scores and sound sources as a music library.
- ⑫ A CAI by software of automatic evaluation functions performance analysis
- ⑬ Manages the situation of machine parts / environment automatically.
- ⑭ A CMI function such as MIE.

And communication system with students by an E-mail function of a cellular phone is a new trial. In addition, I used Internet for data collection of master's study for questionnaire processing of the first apprentice this year.

These are for "e-communication" and an ultimate figure of "e- learning" to be able to use this system to a mobile terminal.