

# ピアノ初学者に向けたピアノ演奏学習支援システムの提案

## Designing of Piano Study Supporting System for Beginners

山田 和広†

Kazuhiro Yamada

中平 勝子†

Katsuko T. Nakahira

### 1. はじめに

学校の先生や保育士になるために必要なピアノ弾き歌いの技能を学習するため、教員養成機関ではピアノ演奏経験のほとんど無い学生を前提にピアノ弾き歌いの指導を行う。教員養成機関における学習では、例えば90分の講義中に20人程度の学生を1人の教師で指導するといった、限られた時間の中で多くの学習者に対してピアノ弾き歌いの指導を行わなければならない。しかしピアノ弾き歌いは学習者個人の技能に応じた個別指導を要するため、一人ずつ対面で指導を行う必要がある。そのため、一人あたりの指導時間が少なく、学習者に対する教育の質が低下する問題を引き起こす。

この問題を解決するため、中平ら<sup>[1]</sup>はeラーニングを取り入れた学習デザインを提案した。これは学習者の“気づき”を誘発させることを目的に、学習者の演奏映像と模範演奏の比較学習を行わせるためのコンテンツと、紙媒体における注釈付き楽譜の精読を複合的に組み合わせたものである。この学習デザインでは自身のピアノ弾き歌いを録画させ、それを提出させる行為により、特に学習者の歌唱能力が向上することが確認されている。しかし学習者のピアノ伴奏、特に曲のリズムや音の強弱の付け方といった部分について学習効果の顕著な向上は認められなかった。

歌唱能力は、伴奏時の姿勢や顔の表情といった動画での比較が容易な点などから間違いに気づきやすい。しかし伴奏であるピアノ演奏のリズム間違いや曲の強弱などは動画での比較では間違いに気づきにくく、ピアノ演奏技能が向上しなかったのではないかと考えられる。そのためeラーニングにおいて学習者のピアノ演奏から間違いをアドバイスする仕組みを導入することが必要である。

これまで学習者のピアノ演奏学習を支援するためのシステムとして、MIDIピアノやMIDIキーボードといった電子楽器を用いて学習者の演奏情報を電子的に取得して音間違い・リズム間違いを検出し、それを基に間違い箇所をアドバイスするシステムが研究されている。Dannenbergら<sup>[2]</sup>の提案した”The Piano Tutor Project”では学習者のピアノ演奏情報を取得し、音間違いやリズム

間違いといった誤りを逐次検出し、楽譜及び音声を用いて学習者へのアドバイスをを行うシステムを提案した。また鈴木<sup>[3]</sup>は教員養成機関向けに“Net-CAPIS”を提案し、学習者の演奏間違い指摘に加え、eラーニングにおける学習者と教師とのコミュニケーションを実現する機能を取り入れた。しかしこれらのシステムはアコースティックピアノを主として利用する多くの教員養成機関でのピアノ学習環境に適合せず実用的ではない。

本稿では以上の点を踏まえ、ピアノ初学者に向けた演奏学習における学習デザイン及び基本的なピアノ演奏技能を学習するための支援システムを提案する。

### 2. 学習デザインの概要

提案する学習デザインでは、ピアノ初学者がピアノ楽曲の演奏を学習するために、基本的なステップに関して支援を行う。ほとんどの学習者は音取りから始め、次のステップとしてリズム取りを習得し、その後音の強弱・曲想等の学習および練習を行う。そのため本学習デザインのピアノ演奏学習では、ピアノ演奏における基本的な演奏技能である音取りとリズム取りの支援を行うものとする。

図1にピアノ弾き歌いの学習デザインを示す。本学習デザインでは、中平ら<sup>[1]</sup>のeラーニングによる学習デザインを基とする。図1(a)において効果が現れているピアノ弾き歌いの歌唱については従来通りの学習を踏襲し、それに追加する形で図1(b)に示すピアノ演奏向上のための学習を提案する。

図1(a)では学習者は自学自習時間に教師が用意したeラーニングコンテンツ上の注釈付き楽譜及び教師による模範演奏を用いて課題曲の学習を行う。その上で自身のピアノ弾き歌いを録画し、提出する。このステップを繰り返し行い、学習者が自ら間違いを発見する行動を促す。

図1(b)では図1(a)と同様に最初に従来通りにeラーニングを受講し、ピアノ演奏を提出するが、提出されたピアノ演奏を自動的にチェックし、間違いと思われる箇所があれば学習者にアドバイスする。学習者はそれを基にピアノ演奏の練習を行う。このステップを繰り返し行うことで学習者はより多くの間違いに気づき、それを改善することができるため、ピアノ演奏技能が向上すると期待される。

† 長岡技術科学大学  
Nagaoka University of Technology

(a) 中平らによるピアノ弾き歌いの  
学習デザイン([1]より引用)

(b) 提案する学習デザイン

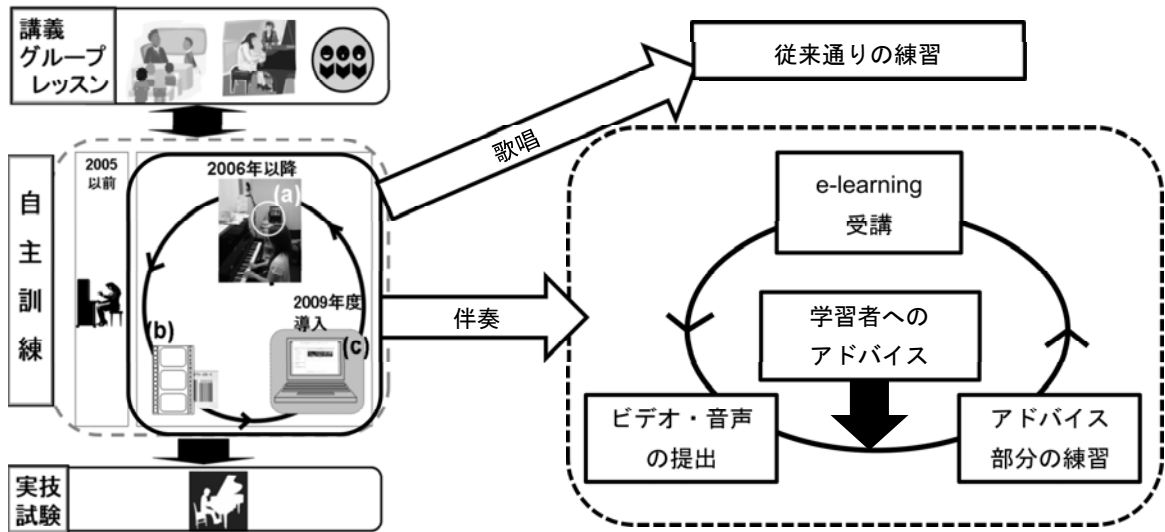


図1. 学習デザインの概要

ピアノ演奏のアドバイスは、ピアノ演奏における基本的な演奏技能の間違ひについて行う。アドバイスは動画に付随する音声情報、または単独で提出される音声情報のみで行えるようにし、それを学習者に楽譜で提示し、さらに間違っている部分のみを抽出して学習者の演奏と模範演奏を聞き比べられるようにする。これにより自学自習時間では基本的なピアノ弾き歌い技能を学習し、対面授業では曲想などのより高度な演奏技能を集中的に教師から学習することが可能になり、教育の質向上につながると期待される。

### 3. 提案システムの概要

本章では提案する学習デザインを実現するためのピアノ演奏評価システムについて述べる。本システムは学習者のピアノ演奏から正しく演奏されているかを評価し、音間違ひやリズム間違ひといった基本的な演奏技能の間違ひを楽譜により学習者に指摘して改善を促すためのシステムである。学習者の基本的なピアノ演奏技能の学習を支援することが目的である。

本システムに必要とされる要件は、(I)学習者の投稿した演奏データから音高及び音長情報を解釈できる、(II)Iより教師データと比べて音間違ひ及びリズム間違ひを解釈できる、(III)IIで検出した間違ひの場所を楽譜に書き込んで学習者に提示できる、の3点である。具体的な手順としては以下のようなになる。学習者がピアノ演奏を投稿すると、予め用意される模範演奏データと誤りの比較ができるようにコンピューターが理解できる音高・音長情報への変

換を行う。次に、模範演奏データと比較して、相違点を見つける。その相違点が、学習者が間違ひを犯していると推定できる場所になる。見つかった相違点から学習者に見せる楽譜上にその場所をマークし、間違ひを犯している場所を楽譜で示す。また相違点の場所より、その前後の学習者の演奏を切り出し、模範演奏とあわせて学習者が試聴及び比較ができるようにする。

上記のシステムを実現するために、4つの機能に分割して実装する。次節以降では、これらの機能を説明する。

- A) 学習者ピアノ演奏データ解析
- B) 教師データとなる模範演奏データの事前準備
- C) 学習者演奏と模範演奏との相違点検出
- D) アドバイスの提示

本システムの概要図は図2に示すとおりである。

#### 3.1 学習者ピアノ演奏データ解析

本機能では学習者が送信したピアノ演奏を解析し、学習者のピアノ演奏における音高・音長情報を取得する。図2のA)に該当する部分である。従来法でMIDIを用いて電子的に取得していた学習者のピアノ演奏情報に代わるものであるが、音声情報のままでは楽譜情報との比較が困難である。そのため、音高・音長情報を数値で表現できるように解析を行う必要がある。

音高・音長取得には、自動採譜研究でも行われている音高推定処理を利用する。具体的には[4]の手法を用いる。これは、逆ノッチフィルタ<sup>①</sup>と呼ばれる音高推定手法を基に、幾つかの音高推定処理の改善を加えたものである。一般に音高推定処理は長時間の処理を要する処理である。本

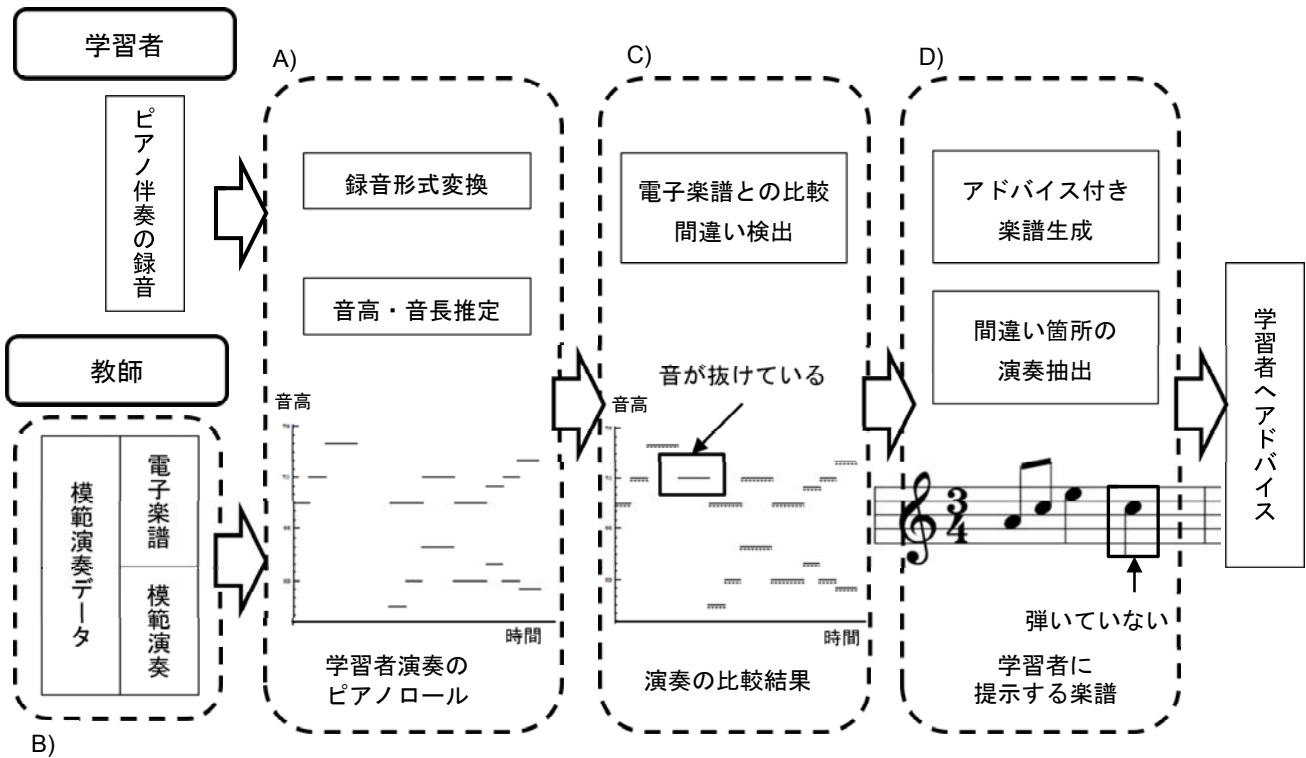


図2. 提案するシステム概要図

手法は計算量が少ないという利点があり、学習者がピアノ演奏を提出してから即座にピアノ演奏のアドバイスを行えるようにするために有用な手法であると考えられる。本手法では、アコースティックピアノに対してのピアノ音認識率が最大 80%得られており、提案システムにおいても有効である。

また学習者がピアノ演奏をデジタル記録する場合、録音に使用する機器がどのような録音形式で記録されるかを気にすることはなく、学習者がどのような録音形式でピアノ演奏を送ってくるか不明である。しかし、音声をデジタル記録するための方式は様々なため、システムが決めた記録形式に固定すると、学習者が思わぬトラブルを引き起こす可能性がある。そのためシステム側をある程度柔軟に設計し、MP3やWMAをはじめとした多くの記録形式に対応させ、学習者に記録形式を意識させないで利用できるようにするのが望ましい。提案システムでは学習者から提出されたピアノ演奏データの記録形式を識別し、動画で投稿された場合は音声のみを分離した後、システム内部で共通の音声記録形式に変換することでこの問題に対処する。

上記により得られる演奏情報は図2 A)のグラフに表すようにピアノロール(縦軸に音高、横軸に時間を取り、保持音長を線で示した演奏情報に関するグラフ)として表現できる。ピアノロールを用いることにより以降の演奏比較

が比較的容易になる。

### 3. 2 模範演奏データ

学習者の演奏データを評価するための模範演奏データを、教師データとして予め用意する。図2のB)に該当する部分である。用意する模範演奏データは、楽譜情報と録音した模範演奏の2種類を用いる。

楽譜情報はC)における学習者の演奏データとの比較に用いられる。また、D)におけるアドバイス付き楽譜生成の基本データとしても用いる。

また既存の学習環境に即したピアノ演奏支援を行えるようにするためには、アコースティックピアノによる模範演奏の提示も重要になる。そのため、用意する模範演奏データには教師が演奏した模範演奏を録音したものを含める。この模範演奏データはD)において学習者の誤りの部分のみを切り出して学習者の演奏と共に学習者に提示するため、録音した模範演奏も学習者のピアノ演奏と同じように楽譜上の任意の場所を切り出せるようにする。

### 3. 3 学習者演奏と模範演奏との相違点検出

本機能では学習者の演奏と電子楽譜の相違点を調べ、学習者の演奏間違いを検出する。図2のC)に該当する部分である。

学習者の演奏学習者の演奏データを評価するためには、学習者の演奏データについての演奏位置を電子楽譜と比較しながら追跡する必要がある。本稿ではB)で得られた

学習者の音高及び音長情報と B)で用意する電子楽譜とのマッチングを行い、電子楽譜との相違がある箇所を学習者の演奏間違いと識別する手法を用いる。しかし、学習者がどのようにピアノ演奏の練習を行うかは未知数である。例えば、学習者がピアノ演奏中に間違いに気づいた場合に、そのまま弾き続けるのか、間違えた場所まで戻って弾き直すのかということが想定される。

さらに学習者の演奏情報が正確に取得されない事も考慮しなければならない。従来法のように電子的に打鍵情報を取得する場合、学習者の打鍵を正確に取得することが可能であるが、提案システムのように音声信号から音高音長情報を推定する段階で推定誤りが生じる。そのため、音高・音長の誤判定が存在する可能性があることを演奏の比較時に考慮する必要がある。

上記の問題を改善するために、電子楽譜から学習者が誤りを犯すことの無い大幅な推定誤りを比較時に除外することを考える。例えば、数オクターブも異なって認識されている音高を除外する、打鍵されていない場合はそれを検出するためにそれに該当する楽譜上の音を無視して再追跡する等の方法を考えている。また現在の音高推定率を考慮し、学習者に誤りを指摘する際には、誤りと断言せず、誤っている可能性があるというアドバイスの提示にとどめる。

### 3. 4 アドバイスの提示

本機能では検出した学習者の演奏間違いを視覚的及び聴覚的に理解しやすい形で学習者に提示する。図2のD)に該当する部分である。本システムでは、間違っていると思われる場所を示したアドバイス付楽譜の提示と、間違っていると思われる場所付近の前後のみを抽出した学習者の演奏と模範演奏の提示を組み合わせる。

アドバイス付楽譜では学習者が間違えている場所を明確に示すことができる。また、学習者ごとに異なる指導ポイントを楽譜上に記録することができる。また、自身のピアノ演奏と模範演奏を視聴できるようにすることで、学習者が間違った内容を具体的に理解できるようにする。

楽譜と演奏の提示方法については、最初にアドバイス付楽譜のみを提示する。楽譜上に追記されている、学習者へのアドバイスがされている楽譜上の場所を選択すると、その部分における学習者の演奏と模範演奏を聴くことができるようにする。

## 4. おわりに

本稿では教員養成機関での学習者に対するピアノ弾き歌い学習の問題点と、それを改善する学習デザイン及びピ

アノ演奏学習支援システムを提案した。現在は、提案システムの実装に着手している段階である。

今後は提案システムにおける残された機能の実装を行う。さらに保育者養成機関においてピアノ演奏の学習を行う80名の学生を対象とした実験を行い、提案システムの有用性を検証する。

## 謝辞

本稿の一部は科学研究費基盤 C(代表・深見友紀子, 18500742)の助成を受けて行われた。

## 参考文献

- [1] 中平 勝子, 赤羽 美希, 深見友紀子, “ブレンデッドラーニングを取り入れたマス授業で行うピアノ弾き歌い指導の改善”, 日本教育工学会論文誌, Vol.34 Suppli, pp.45-48, 2010
- [2] Roger B. Dannenberg, Marta Sanchez, Annabelle Joseph, Robert Joseph, Ronald Saul, Peter Capell, “Results from the Piano Tutor Project”, in Proceedings of the Fourth Biennial Arts and Technology Symposium, pp.143-150, 1993
- [3] 鈴木 寛, “ピアノ指導における「eラーニング」”, 実技教育研究, 2005
- [4] 山田 和広, 中平 勝子, “基本演奏技能の習得支援を搭載したピアノ練習支援システムの構築”, 情報処理学会 第73回全国大会, pp.2.303-2.304, 2011
- [5] 干場圭太郎, 川村 新, 飯國 洋二, “ノッチフィルタを用いた音高推定”, 信学技報, SIP2007-16, pp.31-36, 2007