

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 05 月 01 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2012

課題番号：21530982

研究課題名（和文）練習用補助器具を用いた打鍵コントロール学習プログラム・教材の開発

研究課題名（英文）Development of Learning Programs and Materials for Piano Touch

Control Using Auxiliary Tools for Practice

研究代表者

高瀬 瑛子（TAKASE YOKO）

三重大学・教育学部・特任教授

研究者番号：80024488

研究成果の概要（和文）：本研究ではピアノ打鍵コントロール学習プログラムを開発するために練習用補助器具を用いて、被験者 18 名による実験 2 回とアンケート調査を行った。指導後の結果を参考にして、演奏運動図形を付した同音反復学習に基づいた打鍵コントロールのための補助器具を活用する学習教材が提起された。同時に、音楽的な響きを意識しながら打鍵を学習する教材として、初心者にも活用できる可能性が見出せた。

研究成果の概要（英文）：This study describes two experiments carried out on 18 subjects for the purpose of developing programs of learning piano touch control with the use of auxiliary tools designed for practicing piano, and shows the results of the questionnaire they were asked to fill in about the improvement of their piano touch control. Results of the experiments led to the development of learning materials which utilize auxiliary tools for piano touch control, based on the repeated practice of the same notes with the movement figure of performance – "choreography of piano playing". The materials were found useful for beginners when they learn piano touch with awareness of musical expression.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2010 年度	200,000	60,000	260,000
2011 年度	100,000	30,000	130,000
2012 年度	0	0	0
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：ピアノ教材・打鍵コントロール・学習プログラム・打鍵フォーム・練習用補助器具

1. 研究開始当初の背景

ピアノ学習初心者には技術的な課題や「身体が硬直する」「手が震える」といった不安要因によるつまづきが多く見受けられる。

(1) 教則本の多くは「読譜」「技術習得」「音

理解」を総合的に扱っており、導入期から、打鍵コントロールによる音づくりを学べる教材が少ない。弦楽器・管楽器の習得と同様に初歩から、自然な奏法（「重量奏法」等）による音作りを学ぶことで音楽を理解でき

る感性を育て、併せて技術的な課題が達成できる学習プログラムが必要である。

(2) 弦楽器の運弓法と通じるアーティキュレーション技術をピアノ奏法に応用し、音楽が語られる形態＝演奏運動としての形態が形成されるように意図した教材の開発が必要である。

2. 研究の目的

(1) 導入期から、弦楽器・管楽器の習得と同様に音作りが学べるようなプログラムを研究・調査し、自然なピアノ奏法を体得できるプログラムを提示することである。

(2) 弦楽器の運弓法と通じるアーティキュレーション技術をピアノ奏法に応用するために、これまで行った腕のストロークによる打鍵の研究や鍵盤楽器練習用補助器具を用いた被験者による音響・動作実験の分析データをもとに、打鍵コントロール時の筋放電量を測定・分析する実験調査を行い、ピアノ演奏のための柔軟な上肢運動を体得できる教材を開発することである。

3. 研究の方法

(1) 自然な打鍵（発音）を集中して体得できるように筆者が考案した鍵盤楽器練習用補助器具（図1、図2）の使用効果について実験を行う。



図1



図2

(2) 演奏音分析や動作分析の観察結果から、奏者が音楽的イメージを具体化し、打鍵コントロール能力の向上につなげる演奏運動図形

を提示する。

(3) 演奏運動図形のイメージに基づいて演奏したとき、上肢のストローク運動がスムーズにコントロールされているかどうかについて、前腕屈筋群、前腕伸筋群の筋活動を実験調査する。

(4) 演奏運動図形のイメージに基づき、上肢・身体 of 相互作用的な働きかけによるストローク運動や、スムーズなコントロールが体得できる学習プログラムを作成し、学習者に試用する。

(1)～(4)は被験者による実験調査、アンケート調査を参考に研究を進めた。

<実験測定装置>

筋電図：多チャンネルテレメータシステム

(WEB-7000) により、前腕伸筋群・前腕屈筋群・上腕二頭筋・上腕三頭筋から表面筋電図を導出

動作分析：デジタルビデオカメラ2台により演奏を記録し、肩、肘、手首、手の甲の4点に付したマーカーの3次元座標を Movias Pro 1.63 により、3D合成。

演奏音：V-piano (Roland)により演奏されたMIDI音データをPCに記録し、SONAR8で打鍵速度、打鍵持続時間を測定。

4. 研究成果

(1) 実験1

被験者はピアノの非熟達者でアマチュア合唱団に所属する音楽愛好家6名（器具を使用する3名と器具を使用しない3名の2グループ）に依頼し、指示した練習の前後の演奏データを比較した。器具を使用するグループは、課題1、課題2（図3）について木製ブリッジ状の器具とコルク製ボールを使用して表1の

内容で練習を行い、器具非使用のグループには、指のみで器具使用の効果を模した練習を依頼した。いずれのグループも集中できる状態で、できるだけ音の長さを保って弾けるように1回15分程度の練習を2週間に10回程度行うように指示した。



図3 課題1・課題2

※↓, ↑ は、打鍵時の腕の動作方向である

両グループの指導前後の演奏音測定結果を比較すると、課題1の場合はいずれのグループでも、指導前より音の持続が短くなったが、器具使用グループでその傾向が強かった。

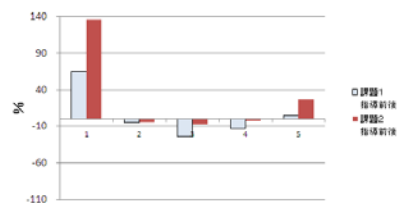
表1 練習の手順

過程	目的	方法	腕の動作方向
1	①身体全体を柔軟にして姿勢を整え、リラックスして器具を持つ。	器具を軽く持ち、指先の感覚に集中しながら手首を動かす。	
	②自然な状態で打鍵する。	鍵盤に対して上から下への動きで重さを伝える。	↓
	③打鍵した状態を維持しながら、不必要な緊張を解く。	鍵盤の底でそのままの状態を保つ。	
	④前述の状態から動作を開始し、再度打鍵する。	上から下への動きでの打鍵を連続して行う。その際、音をよくなげ、同じ強さでよく響かせるようにする。	↓ ↓ ↓
2	①身体全体を柔軟にして姿勢を整え、リラックスして器具を持つ。	器具を軽く持ち、指先の感覚に集中して手首を動かす。	
	②自然な状態で打鍵する。	鍵盤に対して下から上への動きで重さを伝える。	↑
	③打鍵した状態を維持しながら、不必要な緊張を解く。	鍵盤の底を指先で感じたまま、手首が程よく上がった状態を保つ。	
	④前述の状態から動作を開始し、再度打鍵する。	下から上への動きでの打鍵を連続して行う。その際、音をよくなげ、同じ強さでよく響かせるようにする。	↑ ↑ ↑
3	ステップ1と2の動きを交互に組み合わせる。	上から下への動きから、下から上への動きを組み合わせ、連続して打鍵する。その際、音をよくなげ、同じ強さでよく響かせるようにする。	↓ ↑ ↓ ↑

課題2の場合はいずれのグループについても、指導前より音の持続が長くなったが、器具使用グループの方が顕著であった。また、いずれのグループでも指導後に、打鍵

速度が下がり、音が小さくなる傾向が見られた。課題2の非使用グループにおいて、その傾向が顕著であった。被験者が各3名のグループの平均データで検討するのは難しいが、今回の被験者のケースにおいて、顕著な改善点は器具使用グループにおける課題2の音の持続時間に、より増加がみられたことである。

各筋部位の筋電図波形を全波整流後の積算値により測定し、指導前と比較した指導後の筋放電量の変化について、指導前を100%として各部位ごとに表示したものが図4と図5である。なお測定範囲は音2～音7に特定して計測し、平均して比較した。



1尺側手根屈筋2長橈側手根伸筋3上腕二頭筋4上腕三頭筋5合計

図4 器具非使用者指導後の筋放電量増減(平均)



1尺側手根屈筋2長橈側手根伸筋3上腕二頭筋4上腕三頭筋5合計

図5 器具使用者指導後の筋放電量増減(平均)

器具非使用と器具使用のグループ別に課題1と課題2の指導前、指導後の測定結果をみるといずれのグループも課題2について、屈曲側の尺側手根屈筋の放電量が増大している。また課題2は伸展側の長橈側手根伸筋の筋放電量は指導前には器具使用グループが他方のグループに比べて多かったが、指導後に約60%位減少している。器具非使用グループではあまり差がないが、やはり若干減少している。前腕の伸筋を使う割合より、屈筋を使う割合

が高くなったと考えられる。手首を含む腕を下方へ移動するよう指導を行ったが、それよりも上方へ移動させる動きについて、意識するようになったのではないかと考えられる。各グループ3名で被験者数が少ないため、一人一人個別に検討したが、器具使用グループについては、指導後に課題2において打鍵持続時間が増加し、指示した内容に近づき、より改善されたといえる。同時に筋放電量の減少がみられた。器具非使用グループと比較して音の強さの減少はそれほど大きくなく、より平均化されており、その点においても改善されたといえよう。

(2) 実験2

被験者は音楽を専門とする女性12名(練習開始から器具使用するグループ1の6名と練習途中から器具使用するグループ2の6名の2グループ)である。試奏1～試奏4までの課題と実験の手順は図6のとおりである。

実験1と同様にいずれの課題も音の長さできるだけ保って弾けるように指示した。

試奏1 記録	
説明	ピアノの発音のしくみと打鍵動作について
試奏2 記録	
練習 (器具使用 6名)	練習 (器具不使用 6名)
試奏3 記録	
練習 (全員器具使用)	
試奏4 記録	

図6 課題と実験の手順

図7はMIDI情報のvelocity, note-onタイミングおよび note-off タイミングをもとに、duration(打鍵持続時間)を測定し、それぞれについて各グループで平均し、比較したグ

ラフである。なお、今回は各被験者で10回ずつ演奏してもらい、試奏ごとの平均値をデータとして採用した。音の持続をグラフ化するためにあたって、MIDI情報から鍵盤が押されていた時間(duration)を測定し、その音の発音と次の音の発音で計算されるIOIを100とした割合(%)で算出した。2グループとも、動作を意識した試奏2で音の持続が長くなっているが、器具を練習の最初から使った方が、どちらの課題も試奏ごとにより変化を続けているのがわかる。また、後から器具を使用するグループでは、試奏2と3では変化が少ないが、器具を使用した後の試奏4でよい方向に変化している。

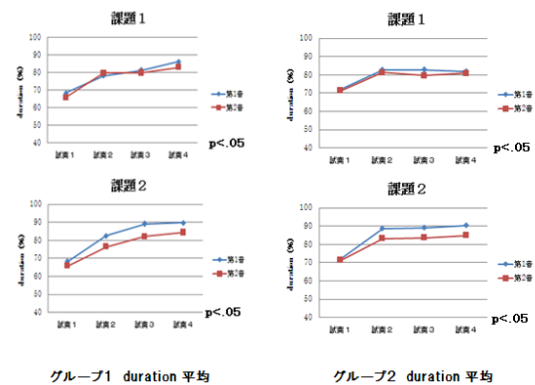


図7 打鍵持続時間の比較

次に筋活動の活発だった前腕屈筋群と前腕伸筋群について調べた。測定した筋放電量は第1音と第2音である。発音のために必要とされる筋活動の部分を除き、次の音に向かう動作の部分のみを調べ、比較したものが図9、図10である。被験者ごとに最大筋電量を測定し、その量を100としたパーセントで比較した。

課題1については、グループ2の被験者はすでに練習前の段階で、図8に示した教員の筋放電量バランスに近づいている。これは図7の音のつながり方とも一致している。器具使用後の試奏4では第2音の伸筋の放電量も増えてきており、更に教員のバランスに近づいている。グループ1の方は、練習前はどの

筋肉もほぼ同じくらい活動しているが、器具を使用した試奏3でバランスが変化している。

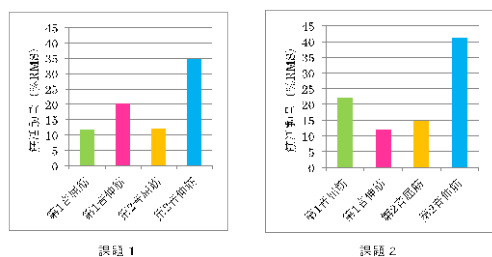


図8 教員の筋放電量 課題1・課題2

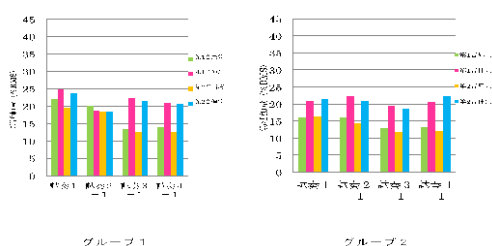


図9 課題1の筋放電量のグループ比較

課題2については、両グループとも器具使用后、屈筋と伸筋の使用バランスが似てきており、教員のバランスにも近づいている。

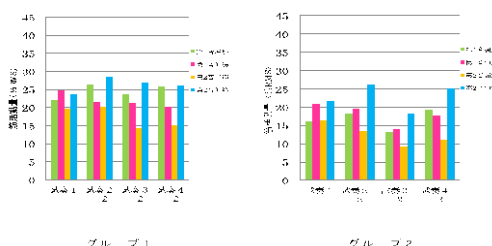


図10 課題2の筋放電量のグループ比較

(3) アンケート調査の結果 (一部)

(2)の実験で実施した12名のアンケートより、補助器具に関する主な感想は以下のようである。

<木製ブリッジ状の器具使用>

感覚の変化として、「手首・腕が柔らかく自由になった」「楽に音を出す感覚がわかった」などが挙げられ、不具合な点として、「手はずれて動かしにくかった」「垂直に保つのが難しかった」などが挙げられた。

<コルク製ボールの使用について>

感覚の変化として、「指先の感覚が敏感になった」「音を出すために鍵盤を押す力が軽くなった」「指先を接点として手首や腕が自由に動かせるようになった」などが挙げられ、難しいこととして、「転がるため、不安に感じた」「失敗を恐れる感覚をもった」「連続して弾くと落ちてしまった」などの感想が挙げられた。これらを重要な参考意見として検討し、木製ブリッジ状の器具とコルク製ボールを使用するための器具の改良を行った。

<結果と考察>

両グループとも動作を意識した時に音の持続が長くなっており、練習用補助器具を最初から使用したグループの方が顕著であった。筋電図測定について、課題1では、両音とも屈筋群より伸筋群を使うようになり、練習を進めるにつれて屈筋の放電量が減る傾向が見られる。また、課題2では、動作が逆になるため、屈筋と伸筋の放電量のバランスが逆になり、第1音では屈筋群の方を多く使い、第2音では伸筋群の方が多く使われている。このような筋放電量のバランスは、教員とも一致しており、前腕の屈筋と伸筋をバランスよく使えるようになってきていると考えられる。この実験結果より、ピアノを弾く際に動作も意識した方が、音のコントロールにいい影響を与えることが分かった。今回の被験者では、練習用補助器具を早くから導入し、慣れる方が良い結果が得られるということが分かった。

(4) 打鍵コントロール学習プログラム・教材について

実験結果から、練習用補助器具の使用、非使用に拘らず、自然な演奏法獲得手順を踏まえたプログラムは「同音反復学習」を基本とすることとした。また演奏技術獲得の過程については参考資料を基に検討した。

① 練習用補助器具を使用して行った同音反復学習（実験課題）について，同音反復打鍵時の動作手順及びそれらのコンビネーション動作は次のようなステップで学べるように構成すること．動作による音価の分割・統合を演奏運動図形（図11）で表示すること．

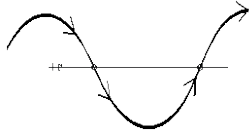


図11

<ステップ>

「鍵盤への上下2方向の動作」→「2方向動作の組み合わせ」→「リズムの組み合わせ」→「鍵盤の移動位置の組み合わせ」→「同一鍵盤上での指の持ち替え」→「アーティキュレーションの組み合わせ」→「左右の腕の連携を導入（腕を交差して連携）」→「重音，和音への応用」

② 主に既存の初心者対象のテキストを調査し検討した結果，本プログラムに必要な学習段階を考慮したプログラムとして，次の(a)及び(b)の要素を入れた練習課題とその編曲を用いること．

(a) 使用対象年齢・音楽経験年数による違いを考慮すること．

1) 歌うこと（身体を使うこと）→ 楽器で歌うこと（ピアノで歌うこと）につながること．

2) 歌う声で音楽をイメージする手がかり・言葉かけを検討し，母音唱，ことばなどを付すこと．

(b) 他者の歌う声や演奏する音を聴き取りながら，①の練習を行うなど，平易なアンサンブルで響きを捉えること．

5. 主な発表論文等

（研究代表者，研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計2件）

① 星合智美（発表者），高瀬瑛子，八木規夫，

ピアノ打鍵の同音反復学習（練習用補助器具導入について），日本音楽教育学会第42回大会，2011年10月23日，奈良教育大学

② 高瀬瑛子（発表者），星合智美，脇田裕久，八木規夫，松本金矢，森下修次，ピアノ打鍵の同音反復学習（非熟達者の鍵盤楽器練習用補助器具活用について），日本音楽知覚認知学会平成22年度秋季研究発表会資料，2010年10月3日 三重大学

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：鍵盤楽器練習用補助具

発明者：高瀬瑛子

権利者：同上

種類：実用新案登録

番号：2013-001243

出願年月日：平成25年3月7日

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高瀬 瑛子 (TAKASE YOKO)

三重大学・教育学部・特任教授

研究者番号：80024488

(2) 研究分担者

脇田 裕久 (WAKITA HIROHISA)

三重大学・教育学部・特任教授

研究者番号：10024473

八木 規夫 (YAGI NORIO)

三重大学・教育学部・教授

研究者番号：10126998

森川 孝太郎 (MORIKAWA KOTARO)

三重大学・教育学部・准教授

研究者番号：60444428

森下 修次 (MORISITA SHUJI)

新潟大学・人文学部・教育科学系・准教授

研究者番号：80323947

(3) 研究協力者

星合 智美 (HOSHIAI TOMOMI)

高田短期大学・子ども学科・非常勤講師

研究者番号：なし