

論文 | Article

MIDI 鍵盤を利用したピアノ演奏における強弱法の研究  
—ホールの広さによる演奏表現の違いについて—

Study on dynamics in piano performance by making use of MIDI keyboard  
—Differences in musical expressions depending on the size of halls—

中島 宏

NAKASHIMA Hiroshi

尚美学園大学

音楽応用学科 准教授

Shobi University

安藤 沙耶佳

ANDO Sayaka

尚美学園大学

音楽応用学科 在学中

Shobi University

グォン スジョン

KWON Su jOUNg

尚美学園大学

音楽応用学科 在学中

Shobi University

2019年10月

Oct.2019

## MIDI 鍵盤を利用したピアノ演奏における強弱法の研究 —ホールの広さによる演奏表現の違いについて—

Study on dynamics in piano performance by making use of MIDI  
keyboard

—Differences in musical expressions depending on the size of halls—

中島 宏、安藤 沙耶佳、グォン スジョン

NAKASHIMA Hiroshi, ANDO Sayaka, and KWON Su jung

### [抄録]

本論文では、ピアノの演奏表現のひとつである強弱法（デュナーミク）に着目し、MIDI 機能の付いた電子ピアノを利用することで、職業ピアニストの演奏表現について研究した。本実験を行うのに先立ち、予備実験として職業ピアニストと学生による演奏表現の違いについて比較実験した。その結果を踏まえて、本論では400人規模の講堂および50人規模の教室に電子ピアノを持ち込んで、職業ピアニストによる、演奏空間に応じた強弱法の調節について検証した。その結果、既往の研究のように、職業ピアニストの演奏表現は打鍵の速度や時間長等の平均で論じられるほど単純なものではなく、各々の音符に応じて微細な調節が施されていることが明らかになった。

### [Abstract]

In this paper, we focused on dynamics (Dynamik), which is one of the performance expressions of the piano, and studied the performance expression of professional pianists by using an electronic piano with MIDI functions. Prior to conducting the experiment, as a preliminary experiment a comparative experiment was conducted on the difference in performance expressions between professional pianists and music students. Based on the results, in the main issue, we brought an electronic piano into an auditorium with 400 people and a classroom with 50 people, and verified the adjustment of dynamics according to the performance space by a professional pianist. As a result, it has become clear that the performance expression of professional pianists is not so simple that it can be discussed on average of the velocity and duration of keystrokes as in previous studies, and is finely tuned according to individual notes.

### キーワード

MIDI、ピアノ、強弱法、デュナーミク、音楽教育

### 1. はじめに

近年、MIDI 機能の付いたピアノを利用して、様々な見地からピアニストの演奏表現の研究がなされている [1,2,3]。それらの大部分は、熟練ピアニストとそうでないピ

ピアニストの音楽表現の差異についての教育学的な研究であるが [4,5]、建築の分野では、演奏空間の残響に応じたピアニストの演奏表現の調節について、音響学的に研究が行われている [6,7]。しかしいずれの研究においても、打鍵の速度や時間長等を統計的に分析しているだけで、ピアニストの演奏表現について定量的かつ音楽的に分析している研究は見当たらない。

本研究では、ピアノの演奏表現のひとつである強弱法（デュナーミク）に着目して、MIDI 機能の付いた電子ピアノを利用することで、職業ピアニストの演奏表現について音楽理論的に分析することを目的とした。そこで、まずは職業ピアニストと学生による演奏表現の違いについて比較実験してから、演奏空間に応じた職業ピアニストによる強弱法の調節について検証することにした。先行研究では、室を変えずにスピーカーで残響を付加して、擬似的に音場を変えて実験を行っている [7]。本研究では、電子鍵盤ではあるが、400人規模と50人規模の実空間で演奏実験を行ったので、より実践的な検証結果を示すことができた。

## 2. 実験の手続き

### (1) 演奏者

演奏の被験者として、本学所属の前田拓郎専任講師と学生3名に依頼した。前田専任講師は、東京芸術大学音楽学部器楽科を経て、同大学大学院音楽研究科修士課程を修了しており、現在は本学教員として教鞭をとる傍ら、職業ピアニストとしても幅広く活動している。学生3名のA、B、Cは、専任講師の門下生として本学のピアノコースに在籍しており、其々14年、14年、17年の演奏歴がある。



図1. (左) 講堂および(右) 実験中の教室。教室の写真右下には、4台のスピーカー（Genelec 1031A）および楽譜をのせた V-Piano が写っている。

### (2) 演奏空間

演奏空間として、400人規模の講堂と50人規模の教室を選んだ（図1）。講堂は扇型の階段教室であり、グランドピアノが常設されている。教室には絨毯が敷かれており、吸音パネルが設置されている。室のカーテンは閉じた状態で実験を行った。講堂と教室にて其々測定した室内インパルス応答の結果を図2に示す。この図から講堂と教室の残響時間

(500Hzと1 kHzの平均値)は、其々1.1秒と0.36秒であることが分かる。Beranek によって提案された残響時間と室容積の関係から放送スタジオを音楽用と講演用に分類する指標 [8] を参照すると、本実験の講堂と教室(室容積約350m<sup>3</sup>)は、其々音楽用と講演用に分類される。従って本実験では、音楽用と講演用の室の違いによる演奏表現の比較をしたことになるといえる。

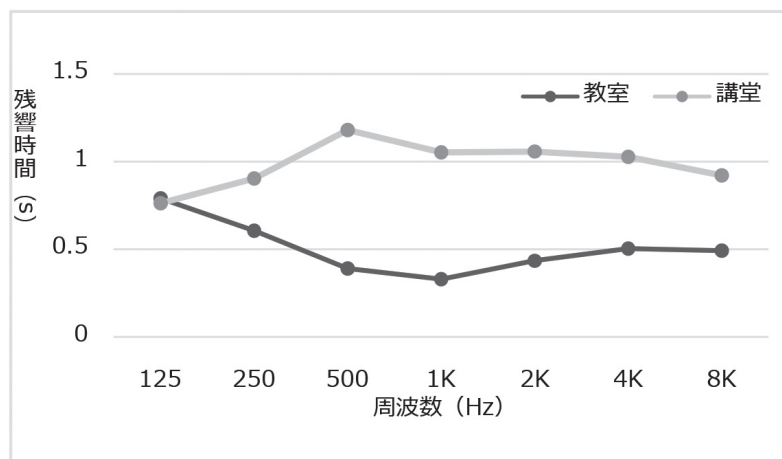


図2. 講堂と教室における残響時間  $T_{30}$  のグラフ。V-Piano の位置から室の後方に向かって5m離れた位置における測定結果である。

### (3) 実験機材

実験機材は、ピアノタッチの電子鍵盤 (ROLAND V-Piano) を使用した。V-Piano の音声出力はミキサーを経由して、2組のスピーカーの入力に分配して接続した。2組のスピーカーについては、被験者のモニター (返し) および音の拡散の役割として、グランドピアノを仮想したときに音が放射される方向に其々合わせて、図1(左)の写真右下のように配置した。スピーカーとV-Pianoの仔細な位置関係は、専任講師がV-Pianoを弾きながら、音場的な不自然さをできるだけ感じさせないように自ら調整した。また2組のスピーカー其々の音量は、講堂で専任講師がV-Pianoとグランドピアノを弾き比べながら、直接音と間接音の割合も含めて可能な限りグランドピアノのそれに近くなるように調整した。

### (4) 実験準備

実験は午前中に講堂で行われ、同日午後に教室で行なわれた。その際にスピーカーの配置や音量等の室以外の条件は同じにした。全被験者がV-Pianoを弾いた経験がなかったため、実験前日に教室で一人当たり15分ほどV-Pianoを試奏した。V-Pianoはピアノタッチの鍵盤が搭載されているとはいえ、グランドピアノと同じ弾き心地ではない。従って、被験者が実力を十分に発揮できないことを考慮に入れて、打鍵の失敗と思われる箇所については論じないことにした。なお、被験者には本実験の趣旨を伝えた上で、何も要望を出さずに演奏してもらった。

## 3. 学生と専任講師による演奏の強弱表現の比較実験

本章では、学生と専任講師の演奏表現の違いについて、講堂で記録されたMIDI信号を基に分析する。実験の手順を以下に示す。始めに学生3名が異なる楽曲(表1)を任意の

数小節だけ演奏し、その後につき専任講師がそれらと同じ箇所を演奏する。各学生は2回ずつ演奏するが、専任講師は1回しか演奏しない。学生3名が演奏した楽曲は、実験の数日後に実施された本学の実技試験のために其々の学生に前もって与えられていたものである。

表1. 学生3名が演奏したピアノ曲

演奏者	演奏曲目	作曲者	演奏箇所
学生 A	前奏曲ト短調 作品 23 の 5	C. ラフマニノフ (1873-1943)	1-9 小節、17-24 小節
学生 B	50 番練習曲 7 番 (同一鍵上での指の交換)	C. ツェルニー (1871-1857)	1-16 小節
学生 C	第 4 曲 道化役者 (「幻想的小品集」より)	C. ラフマニノフ (1873-1943)	Allegro vivace 1-20 小節 Agitato 21-34 小節

### 3.1. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」の演奏

学生Aはラフマニノフの「前奏曲ト短調」を演奏した。同曲のテンポ指示は *Alla marca* ( $\text{♩}=108$ ) である。この楽曲は主和音が旋律の合間に鋭く切り込まれる部分が印象的であり、演奏会や音楽大学の实技試験でも度々取り上げられる曲である。複数の職業ピアニストによる同曲の音源を参照したところ、音の長さが均等に配分された「厳格な演奏」と十六分音符の長さが詰められた「リズムに遊びのある演奏」の二通りの演奏に大別されることが分かった。学生Aと専任講師の演奏は共通の解釈に基づいており、前者に属していた。なお、ラフマニノフ自身も同曲の演奏をピアノロールとレコードに遺しているが、それらを聴くと十六分音符の長さが三十二分音符のような長さに詰められており、作曲者の演奏は後者に属していることが分かる。

譜例1. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」冒頭から5小節の楽譜

両被験者による演奏のMIDI 信号を比較したところ、演奏の全体像は似ているが、強弱表現の細部に差異が見られたので、まずは冒頭の右手旋律について分析する(譜例1)。

図3のグラフは、冒頭から第5小節1拍目までの範囲で、和音を除いた右手旋律の打鍵速度（Velocity）の推移を表している。図3を見ると、両被験者は楽譜のアクセント記号に従って打鍵しているのが分かる。冒頭から第2小節までは、強弱記号は二つしか現れないので自由な強弱表現が可能である。しかし第3小節に入ると、三つの小節にまたがるcresc.の中に四つのアクセント記号があるので、cresc.とアクセントを両立するために、それらの兼ね合いを的確に調節しながら演奏しなければならない。クレッシェンドをかけることは、前より次の音を強く弾くことであるから、学生Aのようにアクセント記号を控えめに処理すると、アクセントはクレッシェンドに埋没してしまう。それに対して、専任講師の演奏では、音価の短い二つの十六分音符の音量を二段階で小さく落として、それに続く音価の長い付点四分音符の音量を一気に上げるという一連の繰り返して、拍節感を維持しながらアクセントとクレッシェンドを両立させている。

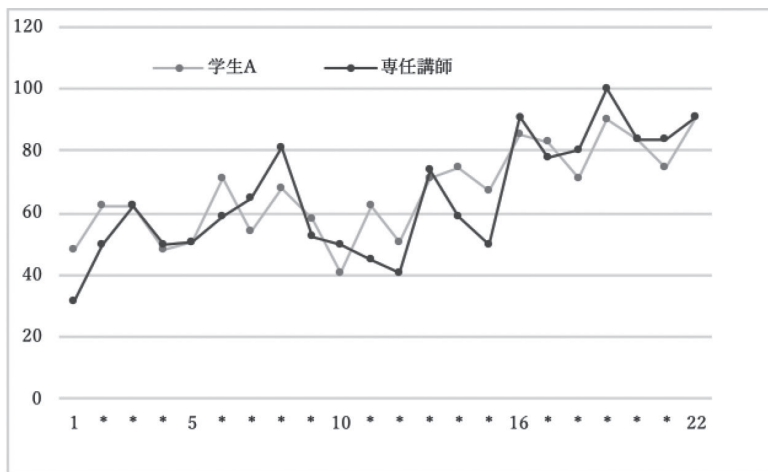


図3. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」における和音を除いた右手旋律のVelocity 推移。学生Aの演奏と専任講師の演奏を比較している。横軸には冒頭から5小節1拍目までの音を出現順に並べてある。縦軸はVelocity（128段階）である。横軸に記入されている数字は、各小節頭に出現した音符の順番である。

さらに詳細を分析すると、第3小節のクレッシェンドへの入り方についても、両被験者に差異が見られる。専任講師の演奏では、ダイナミクスレンジ（Dレンジ）を予め広く確保するために、cresc.の指示が現れた直後に周囲の音符よりも音価の短い十六分音符の音量を一旦落としながらクレッシェンドに入っている。それに対して、学生Aの演奏では、cresc.の指示が現れた瞬間に音量を大きくしているために、Dレンジに躰寄せが及び、次にアクセントを付けるための音量的な余地が足りなくなっている。そこで2拍目の後半で音量を下げてDレンジを確保しているが、結果的に二重にアクセントが付いてしまっている。第2小節にもヘアピン記号とアクセント記号が共存している箇所があるが、学生Aの演奏では、上記と同じ事態に陥っている。

次に、第7小節の強弱記号pの箇所から第9小節最後まで楽句で、両被験者の演奏を分析する（譜例2）。図4は、この楽句において和音を構成している最高音のVelocityを時間軸に沿って並べたグラフである。図4を見ると、学生Aの演奏では、cresc. 記号や dim. 記

号が現れると急激に音量を変化させているのが分かる。それに対して、専任講師の演奏では、徐々に音量を変化させているのが分かる。この楽句では、両被験者共に強弱記号には全く従っていない。例えば、楽譜上では、第7小節最後の拍がクレッシェンドの頂点になっているが、両被験者による演奏の音量の頂点は第8小節1拍目（グラフの8番目の音）になっている。その理由は、アクセント記号を尊重しながらも、基本的には音高の上下に合わせた音量の上下操作をしているので、結果として音高が最も高い音符が音量の頂点になっているのである。一般的に音高の上下は旋律の抑揚と対応しているので、その操作は順当だといえる。



譜例2. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」第7-9小節の楽譜

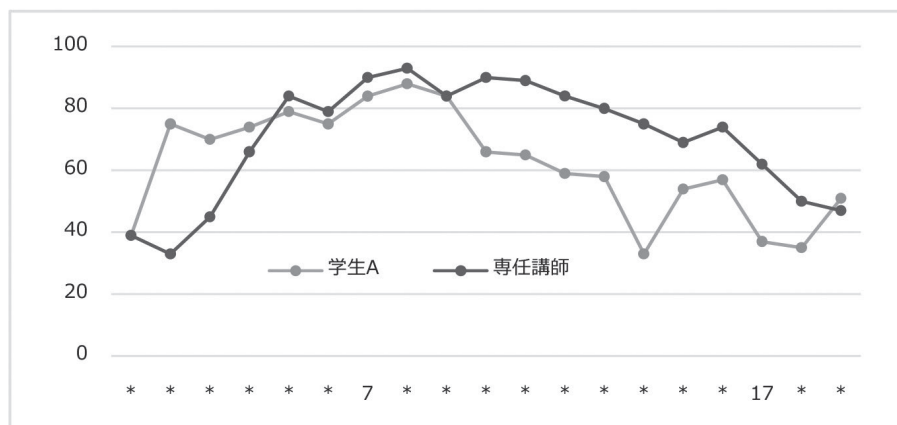


図4. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」第7小節のpの箇所から第9小節最後までまでの楽句における和音を構成している最高音のVelocity推移。学生Aの演奏と専任講師の演奏を比較している。横軸には音を出現順に並べてある。縦軸はVelocityである。横軸に記入されている数字は、各小節の頭に出現した音符の順番である。

最後に、第23-24小節の8声部の音列について演奏の比較分析をする（譜例3）。この音列には、強弱記号pから始まるクレッシェンドが付いているが、その行き就く先の強弱記号は記されていない。ただし、再現部が始まる第25小節にffが記入されているので、そのffがどこまで音を大きくすべきかの手掛かりになる。8声部の音列に関してMIDI信号を調べた結果、学生Aは低音部譜表に出現する和音の中の最高音、そして専任講師は高音部譜表に出現する和音の中の最高音を最も強く弾いていた。二段の譜表に現れる和音の中の最高音は、其々が旋律になっているので、他の音に比べて強く弾かなければならない。

図5のグラフは、第23–24小節の8声部の音列において、最も強く打鍵されている声部の Velocity 推移を表している。図5を見ると、学生Aの演奏ではヘアピン記号が現われるや否や音量が一気に上がって、2拍目あたりで音量的な飽和状態になっているのが分かる。それに対して、専任講師の演奏では、クレッシェンドの最後尾を際立たせるために余力を残して音量を徐々に上げているのが分かる。最後尾の和音を特に強く弾いている理由は、その和音だけ音価の長い八分音符なので、音を十分に持続させる必要があるからである。クレッシェンドに関して両被験者は対極的な弾き方をしているが、基本原則に従うなら専任講師の処理が順当である。しかしラフマニノフ自身の演奏も含めて、大多数の職業ピアニストが学生Aのように弾いている。導入部の緊迫感と展開部に控えている甘美な旋律を対比させるために、クレッシェンドを急激にかけて8声部の音列を印象付ける弾き方が主流になっているのだと思われる。ただし、この音列だけラフマニノフの流儀を真似ても、楽曲全体の統制が取れないのはいうまでもない。



譜例3. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」第23–24小節の楽譜

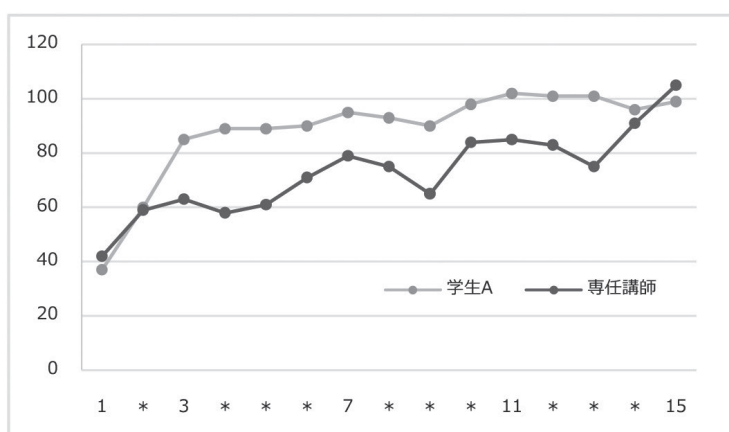


図5. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」第23–24小節の8声部の音列で最も強く打鍵されている声部の Velocity 推移。学生Aの演奏と専任講師の演奏を比較している。学生Aは低音部譜表に現われる和音の中の最高音、専任講師は高音部譜表に現われる和音の中の最高音を最も強く弾いていた。横軸には音を出現順に並べてある。縦軸は Velocity である。横軸に記入されている数字は、拍節の頭に出現した音符の順番である。



### 3.2. ツェルニーの「50番練習曲7番」の演奏

学生Bはツェルニーの「50番練習曲7番」を演奏した（譜例4）。本楽曲のテンポの指示はMolto allegroである。同一鍵盤上で指を素早く交換し、同音反復とオクターブの跳躍を練習するための曲である。この曲は本来の意味での練習曲であり、指番号と強弱記号が細かく指示されているので、演奏者の表現性はあまり要求されない。しかし難易度は低くないので、ある程度の基礎技術を持っていないと演奏は困難である。



譜例4. ツェルニーの「50番練習曲7番」第1-2小節の楽譜。同音反復に関して、1回目と2回目の音の指番号は、其々2（人差し指）と1（親指）である。

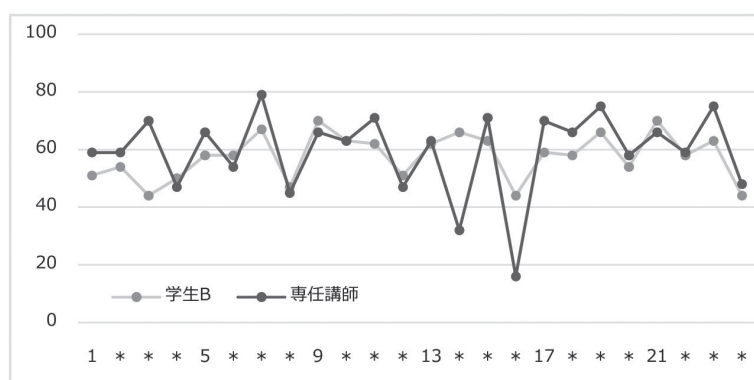


図6. ツェルニーの「50番練習曲7番」冒頭から第2小節2拍目までの範囲における右手の Velocity 推移。学生Bの演奏と専任講師の演奏を比較している。横軸には音を出現順に並べてある。縦軸は Velocity である。14番目と16番目の値（黒点）の乱れは、打鍵の失敗だと思われる。横軸に記入されている数字は、拍節の頭に出現した音符の順番である。

学生Bと専任講師の演奏表現について比較すると、全体像には大きな違いはなかったが、強弱表現の細部に決定的な差異があった。両者の演奏において、冒頭から第2小節2拍目までの範囲で右手の Velocity の推移を図6に表した。この図を見ると、学生Bによる演奏の Velocity には、拍節の周期で抑揚は付いているが、拍節の中に生じる拍子の軽重には規則性がないことが分かる。それに対して、専任講師による演奏の Velocity には、拍節の軽重にも「中-弱-強-弱」のような規則性があることが分かる。このように、複合拍子については、拍節にも拍子を付けなければならない。基本的には、4拍子の強弱は「強-弱-中-弱」であるが、この楽節の場合は、冒頭の1拍目を除いて拍節の中での3拍目がオクターブ跳躍になっており、その音符が旋律を作っている。従って専任講師は、旋律を際立たせるために、変則的に「中-弱-強-弱」の抑揚で演奏している。楽譜を見る限りでは単純な音型に見えるが、3拍目を力の弱い小指で強く打鍵しなくてはならないので、

簡単にこなせることではない。

### 3.3. ラフマニノフの「道化役者」の演奏

学生Cはラフマニノフの「道化役者」を演奏した。演奏時間は3分程度と短いが、劇的な展開から短さを感じさせない技巧的な曲である。冒頭部の指示は *Allegro vivace* で、A-B-Aの三部形式となっている。快速で輝かしく変幻自在の印象を持つ冒頭部と再現部に対し、流麗かつ勇壮な中間部が特徴的である。

譜例5. ラフマニノフの「道化役者」 *Agitato* 第34–35小節の楽譜

譜例6. ラフマニノフの「道化役者」 *Allegro vivace* 冒頭から2小節の楽譜

専任講師と学生Cによる演奏で顕著な違いが現れた箇所は、中間部が終結する *Agitato* 第34小節の二つの和音であった（譜例5）。図7のグラフはこの二つの和音に関する *Velocity* を音別に表している。図7を見ると、専任講師の演奏では、*Velocity* の最大値と最小値の差は24（1拍目）と24（2拍目）であるが、学生Cの演奏では、それらの差は18（1拍目）と10（2拍目）なので、前者の方がより際立つ音があるのが分かる。この二つの和音は、（調性は異なるが）中間部から第一主題へ回帰するための和音であり、直後の小節で第2小節から始まる印象的な音型が再開される（譜例6）。すなわち、この二つの和音において強調されるべき音は冒頭で提示されている F # と G である。この観点で見ると、専任講師の演奏では、F # と G が強調されているのが分かる。さらに、左手の和音進行が二和音（ダイアド）から三和音（トライアド）になっているので、1拍目と2拍目の音量的なバランスが整うように、1拍目の F #3 を強調することで、左手の第3音の省略を埋め合わせているのが分かる。それに対して、学生Cの演奏では、2拍目に注目すると G4 に加えて根音の B も同じ打鍵速度で弾いているのが分かる。基本では根音が最も重要だが、この場合は上記の理由により、根音の優先順位は2番目になる。図8は図7の表示形式を変えたグラフだが、図8（左）を見ると、学生Cの演奏では、G4のほうが F #4 よりも打鍵速度が小さいことに気付く。G4のほうが F #4 よりも音高が高い上に音価が長いことを踏まえると、G4のほうの打鍵速度を上げる選択肢はあっても下げる選択肢はない。

図8（右）を見ると、専任講師の演奏では、F # 4とG 4の打鍵速度は同じであることが分かる。また、強調する音を除けば、1拍目と2拍目の打鍵速度にほとんど差がないことも分かる。それに対して、図8（左）を見ると、学生Cの演奏では、1拍目より2拍目の打鍵速度のほうが押し並べて小さいことが分かる。

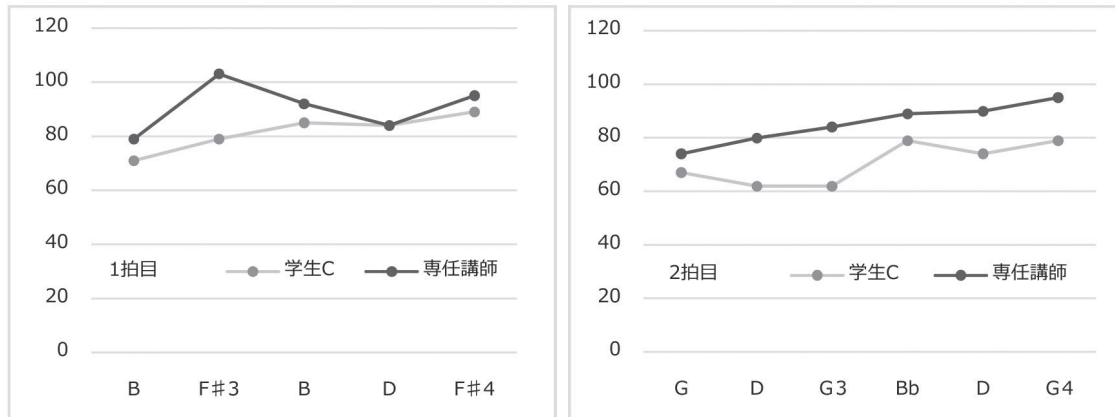


図7. ラフマニノフの「道化役者」Agitato 第34小節における（左）1拍目と（右）2拍目の和音の Velocity をそれぞれ音別に表したグラフ。学生Cの演奏と専任講師の演奏を比較している。横軸は音名であり、音高の順に並べてある。縦軸は Velocity を表している。

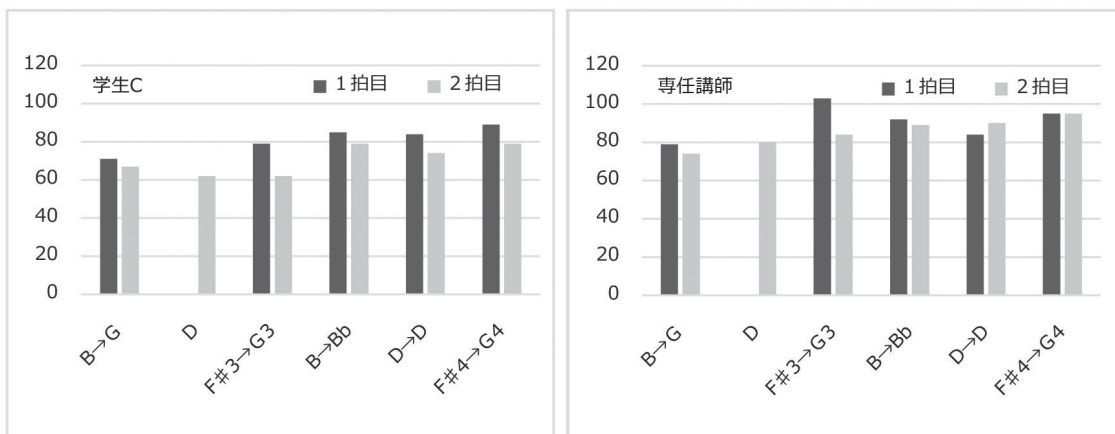


図8. ラフマニノフの「道化役者」Agitato 第34小節における（左）学生Cと（右）専任講師による二つの和音の Velocity をそれぞれ音別に表したグラフ。横軸は音名であり、音高の順に並べてある。縦軸は Velocity を表している。

以上から、和音の処理において、専任講師は楽譜上の横の線だけでなく縦の線の音符に対しても、優先順位を付けて適切に打鍵速度の調節をしていることが分かる。強調すべき音を強調して演奏するのは当たり前なことのように見えるが、和音を適切に処理するには、複数の指の力を独立して強弱を制御する必要があるため、容易にこなせることではない。

#### 4. 演奏空間による強弱表現の比較実験

本章では、講堂と教室で記録された演奏の MIDI 信号について比較検証する。学生によ

る演奏の MIDI 信号を調べたところ、講堂より教室で記録された Velocity の方が押し並べて小さいことを除けば、講堂と教室での演奏には音楽表現の本質に係るような相違は見出せなかった。小さな空間で Velocity が小さくなるのは、空間の残響エネルギーが大きいために無意識的に音量を抑制するからであり、これは先行研究でも指摘されている通りである [7]。従って本章では、専任講師による演奏に限定して演奏空間に応じた強弱法の調節について検証する。

#### 4.1. ラフマニノフの「前奏曲ト短調」の演奏

専任講師には、前掲の「前奏曲ト短調」と同一の箇所を演奏してもらった。図9のグラフは、冒頭から第5小節1拍目までの範囲で、和音を除いた右手旋律の Velocity の推移を表している。図9を見ると、演奏空間が変わると強弱表現の本質も変わるの分かる。まずは、講堂より教室での演奏の方が、冒頭から大きな Velocity で入っているの分かる。また、教室における演奏では、第3小節の *cresc.* に入ると、第2小節のアクセントよりも強めにアクセントを付けて直ぐにクレッシェンドを辞めているの分かる。細部を観察すると、教室での演奏では、講堂での演奏で行われたような *cresc.* に入る直前で音量を落として Dレンジを確保しておく操作はしていないことが分かる。その理由は、*cresc.* 記号の処理よりも、むしろ音高に応じた音量の上下操作を優先させているからである。また *cresc.* の指示とは逆行して、旋律の音高は G 4 から下がる一方になっているので、結果的に双方が競合的に拮抗することにより、クレッシェンドが頭打ちになっている。他方、講堂での演奏では楽節全体のバランスが優先されて、第2小節のアクセントよりも第3小節のアクセントの方が弱くなるように、小さな Velocity でクレッシェンドに入っている。総じて言えば、講堂での演奏では、音楽の構造を大きく捉えて Dレンジを大きくしている。それに対して、教室での演奏では、楽節のようなまとまった単位よりもむしろ個々の音符の性質に重点を置いて打鍵されているので、結果として楽曲全体の大きな流れを作り出せなくなっている。

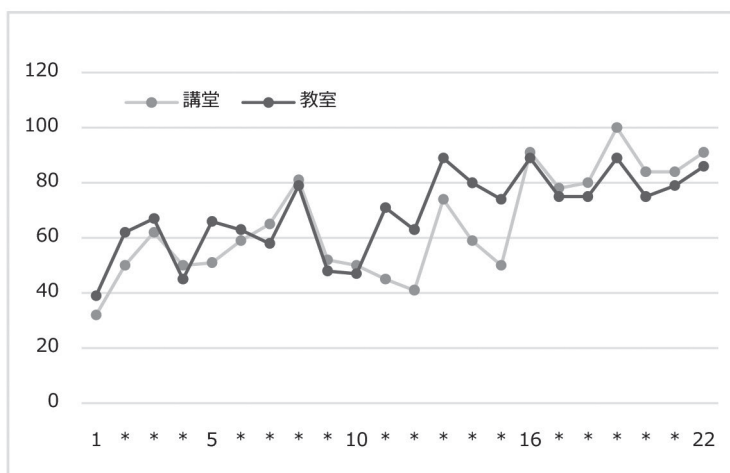


図9. 演奏空間による「前奏曲ト短調」の強弱表現の比較。和音を除いた右手旋律の Velocity を時系列に沿って並べたグラフである。横軸には、冒頭から第5小節1拍目までの音を出現順に並べてある。縦軸は Velocity である。講堂におけるグラフは、図3と同一である。

次に、第7小節の強弱記号pの箇所から第9小節最後までの楽句について、強弱表現を分析する(図10)。図10を見ると、講堂より教室の演奏の方が、クレッシェンドに入るとき Velocity がここでも大きいことが分かる。また、講堂での演奏では拍の抑揚が滑らかなのに対して、教室の演奏では楽譜には無いアクセントが大小合わせて5箇所(グラフの5、8、11、13、15番目の音)に付けられているのが分かる。譜例2を参照すると、(第9小節を除いて)音高が上下動している全ての箇所にアクセントが付けられているのが分かる。さらに、楽譜では第8小節4拍目の十六分音符に付けられているアクセントが、第8小節最後の八分音符に付け替えられているのが分かる。音価の長い音符を強く弾くのは、基本原則に沿った処理である。その理由は、音価の長い音符は、次の音符までの音の減衰が大きいので、予め強く打鍵しておかないと音が自然に繋がらないからである[8]。また、第9小節最後の音符に付いているアクセント記号が無視されているが、その理由は、この楽句における最も低い音高の音符であるから、アクセント記号よりも音高に応じた音量の上下操作の方が優先されたからだと考えられる。

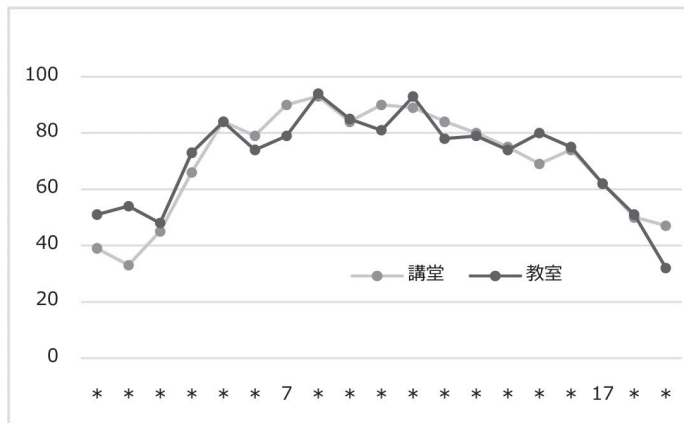


図10. 演奏空間による「前奏曲ト短調」の強弱表現の比較。第7小節のpの箇所から第9小節最後までの楽句で、和音を構成している最高音の Velocity を時間軸に沿って並べたグラフである。横軸には音を出現順に並べてある。縦軸は Velocity である。講堂におけるグラフは、図4と同一である。

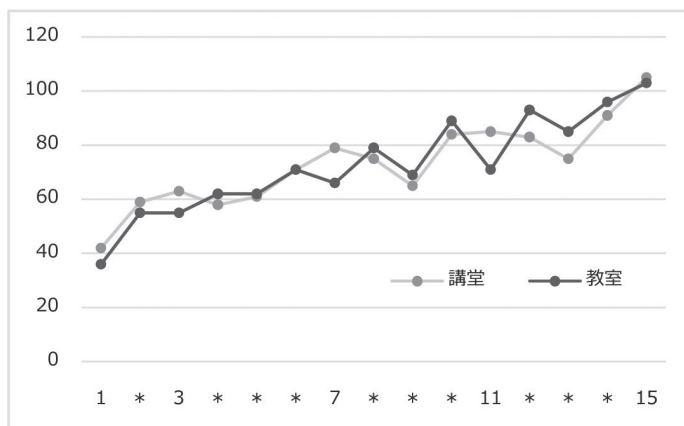


図11. 演奏空間による「前奏曲ト短調」の強弱表現の比較。第23-24小節の8声部の音列について、最も強く打鍵されている声部の Velocity 推移を表している。横軸には音を出現順に並べてある。縦軸は Velocity である。講堂におけるグラフは、図5と同一である。

最後に、第23–24小節の8声部の音列について比較分析する（図11）。図11を見ると、講堂では拍節の頭を抑揚の頂点として、基本通りの4拍子で演奏されているが、教室では2拍子の抑揚で演奏されているのが分かる。講堂での演奏では、残響時間が長いので打鍵された音の響きが長く残る。すなわち、拍節の頭で打鍵された強拍が消えるまでに時間を要するので、次の拍節に移るまでの拍節感が長くなる。それに対して、教室のように残響時間が短いと、音の響きが細切れになるので、次の拍節に早めに移らないと拍節の繋がりが悪くなる。そのような理由により、教室での演奏は、4拍子系の複合拍子が必然的に2拍子になるのである。

#### 4.2. ラフマニノフの「道化役者」の演奏

専任講師には、前掲の「道化役者」と同一の箇所を演奏してもらった。図12のグラフは、Agitato 第34小節の二つの和音に関する Velocity を音別に表している。図12でまず目に付くのは、演奏空間の違いによって2拍目のG4のVelocityが大きく変わっていることである。このG4は、前章で述べたように、楽理的に重要な音である上に直前の音符に比べて音価の長い二分音符なので、残響時間の短い教室では音が十分に伸びるように、講堂の演奏のときよりも強く打鍵されている。また右手の根音および左手の外声も重要な音なので、それらは他の音よりも強めに打鍵されている。さらに詳細を観察すると、教室での演奏では、強調すべき音に対してそれ自体を強く打鍵するのではなく、その周辺の音を弱く打鍵することによって、相対的に強調すべき音を際立たせているのが分かる。打鍵の強さと音色は独立の関係ではないので、強調すべき音だからといって無闇に打鍵を強くするわけにはいかない。そこで次善の策として、逆の操作で強調すべき音を際立たせているのである。このような操作は、図10及び図11のグラフに表されている演奏においても行われている。

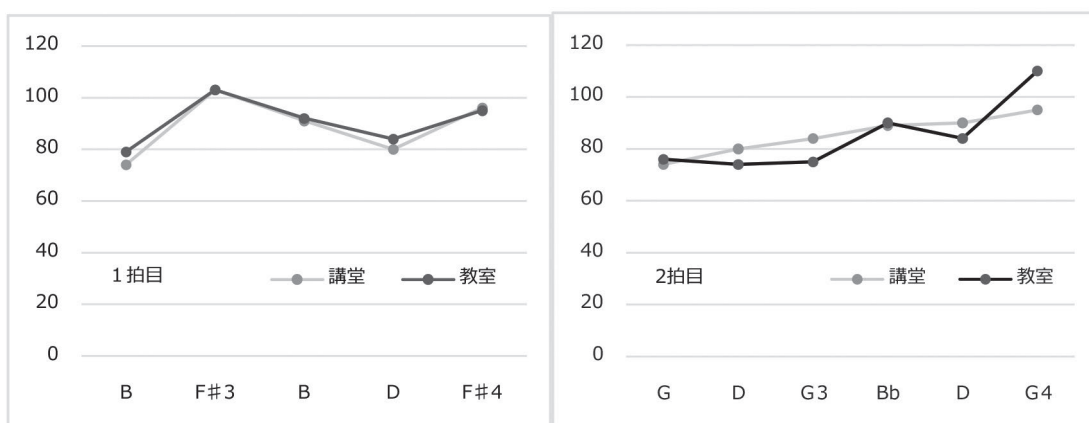


図12. 演奏空間による「道化役者」の強弱表現の比較。Agitato 第34小節の（左）1拍目と（右）2拍目の和音について、Velocity を音別に表したグラフ。横軸は音名であり、音高の順に並べてある。縦軸は Velocity を表している。講堂におけるグラフは、図7と同一である。

#### 5. 講堂と教室での演奏時間の比較

表2には、前章で議論した演奏に関して、講堂と教室における演奏時間が示されている。表2を見ると、室が変わっても演奏時間は1%程度しか変わっていないことが分か

る。講堂よりも教室での演奏時間の方が僅かに短いのは、室の残響時間が短い分だけ打鍵の間隔を狭めないと音の繋がりが悪くなるからである。「前奏曲ト短調」第1-9小節の演奏時間だけが室による影響をほとんど受けていない理由は、1小節当たりの音符の数が少ない提示部の演奏であるので、空間の残響による影響をあまり受けないからだと考えられる。

表2. 講堂と教室における専任講師による演奏時間

	講堂	教室	1 - (教室 / 講堂)
前奏曲ト短調 第1-9小節	22.92 (秒)	22.86 (秒)	0.3%
前奏曲ト短調 第17-24小節	21.48 (秒)	21.22 (秒)	1.2%
道化役者 Agitato 第21-34小節	28.41 (秒)	27.95 (秒)	1.6%

## 6. まとめ

本研究では、演奏空間に応じた職業ピアニストによる強弱法の調節について、MIDI 信号を基に分析した。講堂から教室に空間を変えて専任講師が同一の曲を演奏したところ、表現が細かくなったのと引き換えに、cresc. や p といった大局的な指示には従われなくなった。教室における演奏では、打鍵された音の減衰が速いために、拍節感が通常の長さよりも短くなったことが原因だと考えられる。また、職業ピアニストの打鍵速度は、楽節などのまとまった単位で調節されるのではなく、音符単位で微調整されることが明らかになった。このような検証結果について、専任講師に見解を求めたところ以下のような回答が得られた。

部屋の音響や残響が変われば、人の会話でさえ無意識的に声量をコントロールするのだから、職業ピアニストもそれを考慮し、その環境に応じたダイナミクスの幅や打鍵のタイミング調整（音と音の隙間の調整）を意図的あるいは無意識的に行いながら演奏している。（文＝前田拓郎）

また、MIDI 信号に基づいた演奏分析を通して、以下のような課題が得られたので、今後の研究ではこれを重視して研究する必要がある。

実際の演奏で聴こえる音は、ベロシティによってだけでなく、そこに存在する音数や発音される音の音域、さらには和音が密集配置か開離配置かによって、たとえ同じ強さで弾いたとしても聴こえ方が異なる場合がある。演奏者は自分の耳を頼りに、それらを考慮しながら打鍵の強さや速度などをコントロールするものであり、実験データ上ある一つの音のベロシティが大きいからといって、それが音楽全体を強く感じさせているとは一概に言い切れないかもしれない。（文＝前田拓郎）

今回の検証結果は、全ての職業ピアニストに当て嵌まることではないと思われるが、従来の研究のように、打鍵速度や打鍵時間長などの MIDI 信号の平均値だけで分析できるほ

ど、演奏表現は単純ではないことが検証された。今後の研究では、音楽理論の観点で音符を分類した上で MIDI 信号を統計的に分析したいと考えている。

**謝辞** 演奏実験に協力して頂いた本学所属の前田拓郎専任講師、竹川純氏、樋口歩美氏、山城礼子氏、山本美奈氏に深謝の意を表したい。本論文の検証に直接使用されなかった記録データは別の機会に活用させて頂く。

## 参考文献

- 1) 三浦雅展, 江村伯夫, 秋永晴子, 柳田益造, ピアノによる1オクターブの上下行長音階演奏に対する熟達度の自動評価, 日本音響学会誌, 66巻5号, pp.203-212, 2010
- 2) 松岡智子, 大串健吾, 田口友康, ピアノ演奏の聴取印象と演奏の物理的特徴の関連性, 日本音響学会誌, 52巻5号, pp.333-340, 1996
- 3) 大島千佳, 西本一志, 阿部明典, ピアノ演奏における離鍵速度の重要性と特性に関する考察, 情報処理学会論文誌, Vol.47 No.5, pp.1546-1557, 2006
- 4) 高橋範行, 大串健吾, ピアノ演奏における熟達者と非熟達者の演奏表現の比較, 音楽教育学, 第34-1, pp.1-11, 2004
- 5) 田中功一, 鈴木泰山, 辻靖彦, ピアノの上達を目指す学習者と指導者の演奏 MIDI データの傾向について—ピアノ指導者の視点から—, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-MUS-102 No.10, pp.1-6, 2014
- 6) 村田義明, 佐久間哲也, 上野加奈子, 川井敬二, 加藤浩介, ホール音響がピアノ演奏に与える影響に関する実験的検討: 模擬残響音場におけるMIDI演奏情報の分析, 日本建築学会, pp.331-332, 2010
- 7) 村田義明, 室内音響条件に応じたピアノ演奏表現の調整に関する実験的検討, 新領域創成科学研究科環境学研究系社会文化環境学専攻, 修創域第4032号, 2011
- 8) 山本照二, 放送スタジオの室内音響性能□解説, テレビジョン, 第29巻, 第8号, pp.626-635, 1975
- 9) 今井顕, ベートーヴェンの強弱法—パウル・バドゥーラ=スコダ教授による公開講座, 国立音楽大学音楽研究所年報第18集, pp.141-161, 2005



