

ピアノ演奏における運動感の表現： モーツァルトのピアノソナタ K.311による定量的研究

田口友康（甲南大学）

音楽作品は演奏表現によって異なる印象を与える。本研究は、演奏上の物理的な変数を制御することによってどのような演奏表現の表出が可能かという問題を取り扱う。表題のピアノ曲について主としてその運動感が得られるような速度、音量、継切、非同時打鍵、ダンパーペダル深さの各パラメータを時間発展的に与えることを筆者自身の実験によって行った。ここに速度は記譜音価の伸縮、音量はラウドネスの等感曲線に基づく変数の大小、継切は発音音価と記譜音価との比で定義される充填率によって記述する。対象とする曲について意図する演奏表現をまず言語的に記述して、次にそれを実現すると考えられる上記の5パラメータを拍時刻の関数として与えて具体的な演奏を生成した。報告では、第1楽章第1主題と移行部について、速度、音量、継切の3パラメータの時間発展図を示す。

Expression of motion in piano performance: A quantitative study with Mozart's piano sonata K. 311

Taguti, Tomoyasu (Konan University)

Music compositions give us different impressions when they are presented with different performance practices. This study deals with the problem on what effects the physical variables in piano performance, i.e., agogics, dynamics, articulation, non-synchronous key depression, and the depth of damper pedal, induce in the musical expression. The main concern is the realization of author's intention of musical expression in verbal statement that includes the expression of motion such as vividness, lightness, etc. The temporal change of agogics, dynamics and articulation is shown graphically from a realization of First theme and Transition of the first movement of Piano Sonata K. 311 by Mozart.

1 はじめに

この論文はピアノ演奏における運動感の表現に注目した音楽表現の定量的な記述に関する実験的研究の報告である。

モーツァルトの音楽は、次の理由によりこのような実験に適すると考える。すなわち一般的に、(1) 比較的音符数が少ないホモフォニー構造である、(2) 短いパッセージの間で、活気から静寂、緊張から弛緩といった情感が絶え間なく交錯する、(3) わずかな演奏法の違いが表現に敏感に反映する、からである。これらを考慮して、我々はピアノソナタニ長調 K. 311 を選んだ。その第1楽章は駆け出す、立ち止まる、弾む、滑走する、といった動きの急速な移り変わりの気分を呼び起こす典型的な作品の一つと考えられる。

モーツァルトは1777年11月かそれより一、二ヶ月前、マンハイムに滞在中にこのソナタを作曲したと言われている。作品の構造は標準的な3楽章形式、すなわち、第1楽章はアレグロ コンスピリート(ソナタ形式、ニ長調 4/4 拍子、112 小節)、第2楽章はアンダンテ コン エスプレッシオーネ(小ロンド形式、ト長調 2/4 拍子、93 小節)、および第3楽章はロンドアレグロ(ロンドーソナタ形式、ニ長調 6/8 拍子、269 節)となっている。

2 楽曲の構造と演奏システム

第1楽章の楽曲構造を表1に示す[1]。ここで番号対はパッセージの始めと終わりの小節を表す。たとえば B1 – B6 は小節1と小節6である。文字 B は bar(小節) を意味する。また小数部はその小節の中の拍位置を表す。例えば b16.3 の3は小節16の第3拍である。文字 b は beat(拍) を意味する。この報告では、第1楽章提示部の第1主題と移行部に限定して論じる。

演奏システムのハードウェアはプラグインボード PLG150-PF を装着した MU-2000 MIDI シンセサイザ(ヤマハ製)である。このボードが生成する *stretched stereo piano tone* を利用する。このピアノ音には右ペダル(ダン

表1. ピアノソナタ K. 311 第1楽章の楽曲構造

提示部：第1主題 (B1 – B6)、移行部 (B7 – b16.3)、 第2主題 (b16.4 – B39)
展開部：第1展開部 (B40 – b58.1)、第2展開部 (b58.2 – B65)、 第3展開部 (B66 – B74)、新移行部 (B75 – B78)
再現部：第2主題 (b78.4 – B98)、コーダ (B99 – B112)

パーペダル) 制御に相当する擬似的なペダル制御が掛けられる。これは止音時の減衰の速さを制御するようで、したがってハーフペダルの模擬として一定の効果があると思われる。しかしアコースティックピアノのフルペダル時に生じる他弦の共振現象を模擬しているのか否かについては確認していない。なお、アコースティックピアノの場合に止音によるピアノ音の音質変化の研究が [2] にある。

このシンセサイザは著者が製作したソフトウェア WinMuse によって駆動する。このソフトウェアは演奏解釈言語 *Music in Structured Expression*[3] を解釈・実行するもので、ウィンドウズ OS 上で動作する。

3 表現技術の要素

ピアノ演奏の表現技術をモデル化する一つの方法として、[3] ではアゴギク (agogics 緩急)、ディナミック (dynamics 強弱)、アーティキュレーション (articulation 継切、スタッカート/レガート)、非同時打鍵、ペダル深さ、音尾または止音、に分解する。以下、これらについて簡単に述べる。
緩急 ここでは局所演奏速度(または瞬間演奏速度)を制御するための2つの基本要素、SFS と LL/SS を取り上げる。SFS は “slow fast slow” すなわち「緩急緩」則、LL/SS は “long notes longer and short notes shorter” すなわち「長音符はより長く単音符はより短く」則である。SFS 則はフレージング感を生成する方法として一般的に知られている。しかし実は、通常のフレーズだけでなく、それより短い様々な音符列単位に適用できて、それらに自然な運動感を付与する。これは筋運動のモーター過程に対応させられるとも考えられる。また、一方 LL/SS 則の第1義的な機能は、主観的なテンポに関する自然なバランスを生成する。機械的に一様なテンポによる演奏では、短音符のパッセージ S が長音符のパッセージ L に対比する形で提示されたとき、S の部分に間延びした感覚が発生する [4]。すなわち、このような演奏には主観的なインテンポ感がない。さらに、LL と SS の対比が(ある程度の範囲内で)強められると、S の澁刺さが増加する。

対象とする音楽の構造の複雑さに則して、異なる時間長を持つ SFS の重ね合わせ、異なる時間長をもつ LL/SS の重ね合わせ、および前二者の重ね合わせを様々な階層水準において行うことにより、局所速度の複雑な時間的发展を生成することができることに注意しよう。さらに、ここで言及しない任意の速度パターン(意図的な「遊び」を表現するような個々の音符長の揺らぎまで含めて)を上記の重ね合わせに取り込むことで、長い時間間隔にわたって十分に制御された演奏速度の時間的发展を生成することができる。

WinMuse では SFS、LL/SS などの要素は相対拍変数を独立変数として音符拍数に対するパーセ

ント変化を与える包絡関数によって指定される。任意の深さまで付与されたそれらの包絡関数の階層的な重ね合わせはソフトウェアで自動的に行われる。

強弱 MIDIにおいては、発音の強さを指示するベロシティは音符ごとにそのベロシティ値が大きいほど強く発音させる、という定性的で自明な特性を規定してだけである。

我々はこの実験に用いるシンセサイザのピアノ音について、そのベロシティ値を音響心理学的尺度と関係付けるために、{5, 10, 20, ..., 127}のそれぞれのベロシティ値で発音されるC4(中央ハ音)と同じ大きさに聞こえる他の音符のベロシティ値を聴取実験によって求めた。一方、それらのC4音の L_{Aeq} 値(積分窓幅 $T = 500$ ミリ秒)を求め、両者のデータから音高-ベロシティ空間におけるラウドネスの等感曲線を得た。ベロシティ値40のC4音を原点0dBとしたC4-C6の範囲のグラフを図1に示す。図により、このシンセサイザのピアノ音のダイナミックレンジは35dB程度であることがわかる。

WinMuseでは、上の意味でラウドネスに対応するdB値によって強弱を与える。与え方は、緩急と同様に任意の深さまで階層化できる包絡関数による。ソフトウェアがそれらを重ね合わせてからノートベロシティに変換する。

著者の知る限り、このような意味での変量によるパッセージの強弱表現について、心理実験はない。従ってラウ

ドネスに関する典型的で有効な包絡関数モデルが存在しない。この点がSFS則、LL/SS則などが使える緩急と異なる。今回の実験はこの方向への研究の第1歩であると考えられる。

継切 通常のアーティキュレーションの意味より限定して、 $a = \text{発音音価} / \text{記譜音価}$ の意味で使う。ここに、発音音価とはノートオンからノートオフまでの時間間隔であり、 a を充填率(fill ratio)とも呼ぶ。 $0 < a < 1$ のときスタッカート、 $a > 1$ のときレガートで、 $a = 1$ はスタッカートとレガートの境界(ゼロ・スタッカート)になる。ただし発音音価にはノートオフ後に残る余韻部分(すなわち止音の際の減衰)を含めないで、 $a = 1$ のとき余韻部分は、実際には後続音があればその音に重なる。

WinMuseでは、包絡関数によって音符ごとまたは任意の部分音列に対して連続的または不連続的に変化する a 値を(階層的に)与えることができる。継切には個々の音符に対する様々な鋭さのスタッカートや様々な深さのレガートを掛けるという使い方のほかに、音符列に対する深いレガートによってその音符列の演奏音質を変化させるという使い方があることに注意しよう。

非同時打鍵 音楽の文脈に応じて、和音を非同時的に打鍵することでその響きの色合いを変えたり、旋律と伴奏の出だしをずらすことが必要である。

WinMuseでは、任意の1音または任意の部分音列に対して、ミリ秒単位および拍を単位とする任意の実数値のどちらにでも非同時発音の指定が(階層的に)可能である。

止音とダンパーペダル アコースティックピアノにおいては、浅いダンパーペダルの使用(いわゆる半ペダル、四分ペダル)は止音時の減衰を緩やかにするものであり、深いダンパーペダルの使用は止音の抑制と他弦の共鳴を引き起こす。

しかしながら、本実験で用いるシンセサイザのピアノ音のペダル機能は、演奏システムの項に記したように、止音時の減衰の速さの制御のみを行うようである。そのように擬似的なダンパー

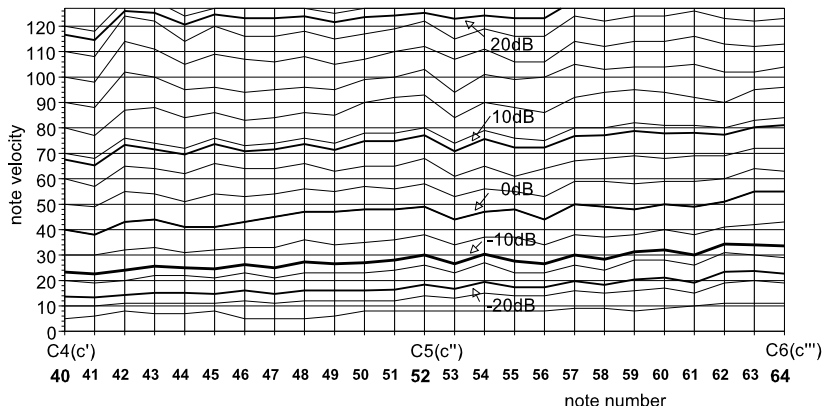


図1. 音高-ベロシティ空間におけるラウドネス等感曲線(C4-C6)。

ペダル機能ではあるが、使い方を限定すれば本来のハーフペダルに近い効果が期待できる。

WinMuse では、包絡関数を用いてこの擬似ダンパーペダルを任意の深さに維持したり、深さを拍時間軸にそって連続的に変化させることができる。

4 言語的記述のパラメータ化

第1楽章の雰囲気は澁刺さであるといえよう。これを表現するために平均テンポを MM = 160 程度に設定する。以下、第1主題と移行部(図2)について筆者自身の演奏表現の制作の過程を述べる。

第1主題(B1 - B6)は2つの主要動機を含んでいる。それらは回音(M₁)、および第1音-4度上方音-その2度下方音で構成される3音(M₂)である。M₁はまずb1.3とb1.4に出現する。またM₂はb1.1 - b1.3に{d'', g'', f''#}として出現する。ここでd''はb1.1主和音の根音、g''とf''#はb1.3の回音の始めの2音である。動機M₂はこの楽章の各所の主要な楽句に原形、およびその転回、逆行、転回の逆行という形で潜在的に存在して曲全体を性格づけている。

第1主題は澁刺のなかに優雅さ、可愛らしさをもち、ここには第1楽章の気分が凝縮されていて、あたかも少女が楽しげに駆け出すといったようなエピソードが思い浮ぶ：

(1) その子は急に走り出し、すぐに一瞬立ち止まるような素振りを見せ(B1 - b2.2)、

(2) 再び走り出してちょっとした高みに駆け上がって振り返り(b2.3 - b4.2), (3) (1)と(2)の繰り返して、最後では今度は振り返らず駆け抜けていく(b4.3 - B6)。

(1) B1 - b2.2 : b1.1 - b1.2とb1.3 - b2.2は強弱と緩急に対比をつける。すはわち、b1.1 - b1.2は強く(しかし重くなく)て遅く、その中でd''を最も強く奏する。一方b1.3 - b2.2は中庸に弱くて速く、その中でa''が最も弱く、かつややスタッカートで幾分かハーフペダルによって余韻を与える。b1.1の左手の3和音は過剰に鋭くならないように、最低音から順に10ミリ秒程度ずらした非同時打鍵とする。b1.3 - b1.4で幾分加速し、b2.1 - b2.2で次のパッセージとの関係を損なわない程度に減速する。b1.3 - b2.1の3度和音はもちろん旋律より弱く奏する。

全音楽譜出版社刊「モーツァルト ソナタアルバム1」より転載許諾済み。

図2. 第1主題および移行部(B1 - b16.3)

(2) b2.3 – b4.2 : b2.3 – b2.4 と b3.1 – b3.2 は緩急の対比をつける。すなわち、b2.3 – b2.4 は速く、しかし d''' へ向かって幾分減速させることとし、b3.1 – b3.2 は遅くする。それとともに、b2.3 – b2.4 は鋭いスタッカートで、かつ d''' に幾分の強音アクセントをつける。b3.2 は b3.1 より弱く速くかつ、途切れなく b3.3 へ続ける。山縣 [1] によれば、b2.4 から b3.1 への 3 音 $c''' \# d''' a''$ が動機 M_2 の逆行として潜在しているという。

同様に、b3.3 – b3.4 と b4.1 – 4.2 は緩急の対比をつける。すなわち、b3.3 – b3.4 は速く b4.1 – b4.2 は遅く、である。b3.3 – b3.4 の速さの程度は当然先行する b3.1 – b3.2 との対比も考慮に入れなければならない。そして回音 b3.3 は b3.4 より速め、かつ b3.3 – b3.4 に弾みを与えるために b3.4 はスタッカートにする。最後に、前打音がかかる B4.1 – 4.2 はやや減速して、優しく奏する。すなわち、b4.2 は b4.1 より弱く幾分かハーフペダルによって余韻を与える。冒頭のエピソードに当てはめれば、少女が「立ち止まって、振り返る」ところである。B3-b4.1 の伴奏部は当然旋律より弱めるが、その強弱バランスの中で、低音側の $\# d e a$ を高音側の $d', d', d', c' \#$ より強める。山縣 [1] によれば、この低音側の音列中に動機 M_2 の転回の逆行 $\# e a$ が潜在しているという。

(3) b4.3 – B6 : このパッセージは、b6.3 – 6.4 で減速しないことを除いて、上の (1) と (2) に同様である。ただ全く同じであることを避けるために、緩急と強弱のパラメータを幾分変える。

移行部 (B7 – b16.3) は 3 つの小区分 : (4) B7 – B10、(5) B11 – B12、(6) B13 – b16.3 に分かれるが、それらがそれぞれに特色ある音の流れをもって第一主題の滄刺さを彩りつつ発展させ、属和音で終止する。この属和音は第 2 主題の主和音に転換される。

(4) B7 – B10 : b7.3 – b7.4 右手のトリルに b8.3 – b8.4 左手の 16 分音符が呼応し、b9.3 – b9.4 の再度のトリルに b10.3 – b10.4 が再度呼応する。緩急については、b7.3 – b7.4 のトリルに対して b8.3 – b8.4 は速目という対比を、同様に b9.3 – b9.4 のトリルに対して b10.3 – b10.4 も速目という対比をつける。これらに挟まれる b8.1 – b8.2、b9.1 – b9.2、b10.1 – b10.2 もやや速目とし、それぞれの中の 2 拍目で停滞しないよう 2 拍目を 1 拍目より速目にして 3 拍目へ繋げる。強弱については、1 回目のトリル b7.3 – b7.4、16 分音符パッセージ b8.3 – b8.4、2 回目のトリル b9.3 – b9.4 の順に強く奏するとともに、レガートの程度 (100 % を超える充填率) を順次深くする。さらにそれぞれの中では中ほどを膨らませる「弱-強-弱」パターンとする。2 回目の上行する 16 分音符パッセージはクレッシェンドさせて、B10 から始まる第 2 小区分へ繋げる。左手のスタッカートは終始歯切れよく奏して、軽快さを際立たせる。

(5) B11 – B12 : 先行する b9.3 から始まり、小さな起伏を伴いつつ音高の 2 つの頂点を構成する 16 分音符の長いパッセージであるが、ここは力一杯走り抜けるというよりは、大きな昇降を伴いながら滑走する、という気分を出したい。そのために、速度と音強を強めつつ音高の頂点へ昇りつめた瞬間に速度と音強を落として頂点を通り抜けて降下する、これによって、頂点への到達時にふっと力を抜いてから降下する、という表現ができると考えられる。継切については、音高の昇降に合わせて深いレガート ($a = 150\%$) からゼロ・スタッカート ($a = 100\%$) まで、この 2 小節の中を $a = 150 \rightarrow 100 \rightarrow 150 \rightarrow 100 \rightarrow 150$ と連続的に動かして音質の連続的な変化を作る。

(6) B13 – B16.3 : 先行する音階的な旋律から一転して、ここでは音程が飛躍する旋律に変わる。b13.1 – b13.2 に対して b13.3 – b13.4、b14.1 – b14.2 に対して b14.3 – b14.4 という同形が 2 回現れた後、それらを 1 小節に短縮した B15 が来る。山縣 [1] によればここは軽快に飛び跳ねるユーモラスな旋律であるというが、筆者は B13 の b13.1 – b13.2 で「これかな？」と自問して b13.3 – b13.4 で答えをためらい、もう一度 B14 で「ほんとに、これかな？」と繰り返して、再度ためらってから、最後に B15 – B16.3 で「うん、これだこれだ」と確信する、というような自問自答と見立てたい。そこで、B13 では、b13.1 をやや強く、b13.2 はぐっと弱めてしかも一瞬の間をおき、b13.3 – b13.4 はやや弱く奏する。B14 は B13 の繰り返しである。これによって、この 2 小節に 2 拍単位で交代する強-弱-強-弱のリズムをつくる。つぎの B15 にはこの強弱リズムを 1 拍単位

でしかも弱-強-弱-強と反転させて交代するリズムを与えて、強弱リズムの変化をつける。

以上の構想のもとに、運動感の一貫した流れの中で、軽やか、優雅、快活などの情感の交錯を表現するような演奏表現のパラメータ(緩急、強弱、継切、非同時打鍵、ペダル深さ(止音))を与えて、第1主題と移行部の演奏を生成した。さらに第2主題以降に対しても同様の手順を適用して、第1楽章全体の演奏を生成した。図3は、第1主題と移行部について、旋律線に付与された緩急、強弱、継切の各パラメータの時間発展を示している。なお、ペダル深さについては、ペダル無しでは音質が硬すぎるので、常時軽く踏んだ状態(ペダルのベロシティ=30)とし、特に効果が必要な箇所ではベロシティ40~45を与えた。

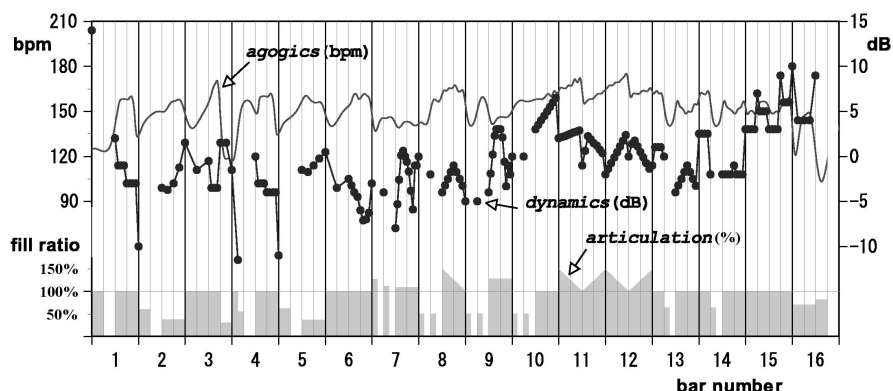


図3. 第1主題と移行部の旋律線のパラメータ化された演奏表現。

緩急(bpm)、強弱(dB)、継切(a)の各パラメータの時間発展を示す。ただし強弱パラメータで和音の箇所は、最も強く奏する構成音符のdBである。

5 まとめ

運動感の表出を一つの視点として、ピアノ演奏における演奏表現の言語的記述を演奏パラメータへ変換する一方法を述べた。ダイナミクスに関して、音高-ベロシティ空間におけるラウドネスの等感曲線を用いる方法を提案した。以上により、一つの具体的な演奏表現を生成した。

今後は、このようにして生成される情感の一般妥当性の検討、および諸パラメータの許容範囲についての研究が必要と思われる。

参考文献

- [1] 山縣茂太郎、モーツァルト ピアノソナタ 全3巻、音楽の友社、1998。
- [2] Taguti,T., Ohtsuki,K., Yamasaki,T., Kuwano,S., & Namba,S., "Quality of piano tones under different tone stoppings," *Acoust. Sci. & Tech.* (to appear)
- [3] Taguti,T., A structural language for computer performance of piano music, *J. Acoust. Soc. Jpn(E)*, **9**, 6, 275 - 286(1988).
- [4] Taguti,T., Mori,S., & Suga,S., "Stepwise change in the physical speed of music rendered in tempo," *Proc. 3rd ICMPC*, 341 - 342 (Lège, 1994).