

ピアノの鍵盤上の手が発音後の響きに及ぼす影響「スウェル現象」について

——打鍵後の手の動きが生む音楽表現——

角 野 裕

はじめに

ピアノ演奏の諸問題の中で、発音時の音の立ち上がりの様子 — 鋭さ・柔らかさなどの質感の差異 — や、多様なニュアンスを生み出す源として、いわゆる「タッチ」(発音時の指や手、腕など打鍵に関わる部位の状態や働き方、キーへの運動エネルギーの伝達の諸相等)については多くのことが述べられて来ているが、筆者が本論文で述べようとしていることは、それらとは異なり、打鍵後の手の状態が、鳴っている響きに与える影響についてである¹。

ピアノの音は一旦打鍵によって発せられたあとは、漸次減衰して消えて行くものであり、弦楽器や管楽器のように音を継続する中で、音の有り様を意図的に変化させることはできない、という認識は、多くの人が持っていることであろう²。その減衰する一方のはずの響きが、演奏者の打鍵後の鍵盤上の手の動き、もっと正確に言うならば、鍵盤の上の空間での手の位置によって、少なからぬ影響を受けて変化しているという事実を、音響学上の計測をもって実証し、この事象を演奏表現の手法や、演奏指導の中に生かして行くことを提言するのが、本論文の眼目である。

1

筆者がこの現象に関心を持ったのは、担当する学生への実技レッスンの中で、音楽の比較的静かな部分、ゆっくり目に動く旋律や、長めに伸ばす音によるフレーズなどに於いて、「鍵盤上で手の動きが少なく、手の平が鍵盤の近くに伏せられたまま演奏する学生は、手の平があたかも自然に呼吸しているかのように、音楽とともにしなやかな上下動を伴っている学生に比べ、概して表現が扁平で乏しい傾向にある。」と感じたことを発端としている。

グランドピアノは水平に張られた弦と並行して、本体の大きさの何割かを占める大きな響板を持ち、響板の上を大きく開放して響きを反射させる大屋根があり、響板の下側も床面に向けて常時解放されている。楽器の響きはそれらの大きな空間から放たれていると想像されるが、それに対し、演奏者の手が置かれている鍵盤上の空間は、垂直に開け立てられた鍵盤

の蓋によって響板の方向からは隔てられ、1つ1つのキー同士の間にはわずかな隙間しかない鍵盤そのものによって、視覚的にはほとんど塞がれ、響板からは隔絶されていると思える部分である。そのような、楽器の端の仕切られた空間での手の動きが響きに変化を及ぼすということは、にわかにはとても信じがたい。

しかし、これは簡単な実験によって、確認することができる。

①あらかじめペダルを踏み込んだまま、ピアノの中央部で和音を打鍵する。鳴らす音は何でも構わないが、仮にピアノの中央でハ長調の主和音「ド・ミ・ソ」をしっかりと鳴らす。打鍵した手は一旦鍵盤上から外し、楽譜や下敷きなどを、弾いた鍵盤の上に水平に差し出ししてみる。そうすると響きが変化することがわかる。響きがしっかりと残っている間であれば、楽譜などを何度もかざしたり外したりすれば、その都度、響きが影響されて変わることが確認できる。

②次に同じようなことを、楽譜の代わりに、手の平をかざすことで試してみる。ペダルを踏んでおいて、例えば右手で和音を弾いてから、一旦手を鍵盤上から外す。そこへ、指を伸ばして揃え水平面を作った左手をかざし、響きが変化することを確認する。

③次には更に、和音「ド・ミ・ソ」をしっかりと打鍵したあと、指先はキーが上がってこない程度にキープしたまま、手の平がおおよそ45°の角度になるくらいまで手首を持ち上げてみる。手の平を平らに戻したり、角度を付けたりを繰り返しながら、それらの動きが響きに影響を与えることを確認する³。

以上の実験①②では、打鍵後の和音の上に楽譜や手の平をかざすと、響きが抑制されるように感じられる。③の実験では、手の平を45°程度にもたげることによって、音に好ましい共鳴が付加されたような、響きに豊かさが加わることが感じられる。

実験③では、キーをキープしている指先が、キーに特に圧力を加えることのないように注意して行う（打鍵後のキーを加圧することは、全く異なった効果をもたらすものであるが、それについては後述する）。また、ダンパーペダルは用いないでも良いし、あらかじめ踏み込んでおいても良いが、発音後に踏む場合は、そのタイミングに響きの状態が変化するので、手の実験との混同を避けるように注意して行う。打鍵後の手の平の位置の変動による、この音響の変化は、演奏者の耳の位置で聞くのではなくても、楽器から離れた位置でも明瞭に確認できる。二人で協力して実験をすれば明らかである。

2

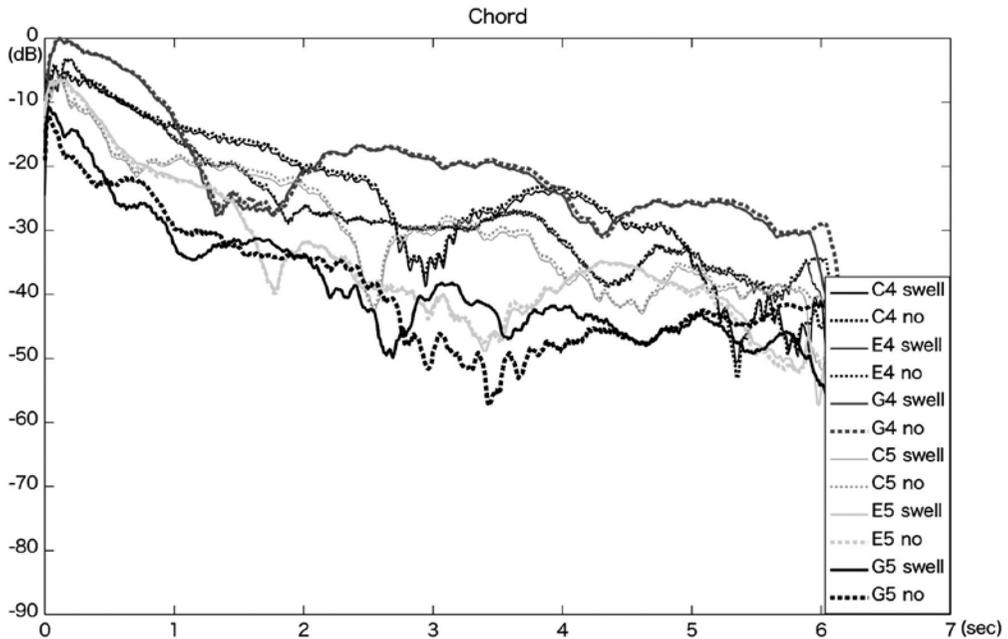
ピアノの響板の百分の一にも満たないピアニストの手が、響板から隔絶されたような鍵盤上で、その角度を変えるだけで響きに影響が出るという、不思議な現象を確認するために、

筆者は2019年7月と11月の2回、本学音楽環境創造科の千住校舎にあるスタジオで、同科の亀川徹教授の協力を得て一連の実験を行い、音響の変化をデータとして捕捉することを試みた。実験では、マイクは鍵盤の近くにはではなく、通常のピアノ録音と同じように、グランドピアノの全開にした蓋の客席側で、ピアノからおおよそ2.5メートル離れた位置の床上約2メートルにセットして録音し、データを収集した。下記のグラフは、亀川教授による、測定結果のグラフ化である。

まず、下記のグラフ(1)は、前記③の実験のデータである。

ペダルはあらかじめ踏み込んでおいて行った。打鍵後おおよそ3秒あたりで手首を45度くらいにもたげて、手の平と鍵盤との間に空間を作り、5秒くらいで元の位置に戻したものである。

グラフ(1)



このグラフは、横軸は打鍵後の経過時間（秒）を表し、縦軸は発音時の最大音量を0として、音量の減衰量を表しており、単位はデシベルである。発音時に一番上側にある、寄り添ってほとんど一本のように見えている一組の実線および点線のグラフは、三和音の最上声のG4の音量の変化を示している。（本稿ではピアノの鍵盤の一番低いCをC1とし、オクターブ上がる毎にC2、C3、とする、英語式の音高表示法を用いる。ピアノの中央のCがC4となり、G4はその5度上の音である。）点線は発音後、手を全く動かさなかったもの、実線は途中で手首をもたげた後、戻したものである。

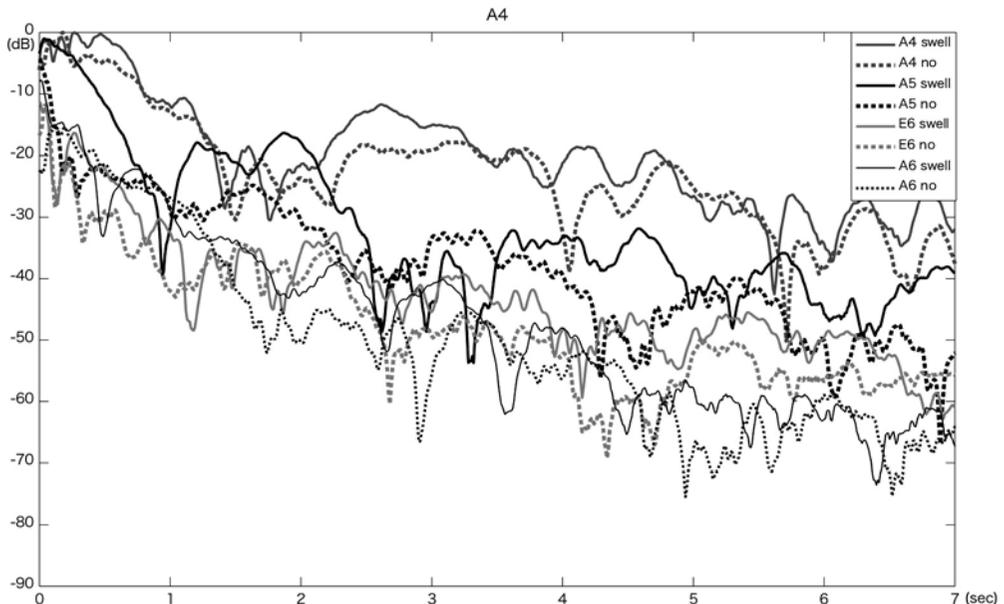
このグラフには、実際に打鍵した中央の「ド・ミ・ソ」と、その倍音である1オクターブ

上の「ド・ミ・ソ」の計6個の音の音量の推移が示されている。そのほとんどが、手首をもたげた場合（実線）と何もしない場合（点線）とに差異が見られず、実線と点線はほぼ重なり合うように推移しているが、一番高いG5（中央のCの12度上の音で、実際に打鍵した和音の最上音G4の1オクターブ上の第2倍音）のグラフは、手首の上げ下げに呼応するように、打鍵後3～5秒の間で実線の音量が増加し、手首の位置を変えなかった場合（点線）よりも大きくなっている。イメージ的にはなかなか信じがたいことではあるが、鍵盤の各キーの間からは音波が流れ出しており、それをキーのすぐ近くで手で覆ってしまう場合に対して、手首をもたげて手と鍵盤との間に空間を作ると、音波が解放され、手の平の内側の空間に共鳴するような効果が生まれるのではないかと想像される。

次に、単音での実験結果について記述する。

次のグラフ(2)はA4（調律の際の基準音）を単音で鳴らし、発音の1秒後くらいに手首をもたげたときの基音及び複数の倍音の変化を調べたデータである。

グラフ(2)



ピアノの音は大半の音域で1つの音に対して3本の弦が張られているために、「ピッチが狂っている」と感じない場合でも、そのわずかなピッチの違いから「唸り」を生じているのが普通であり、その「ピッチのゆとり」がピアノ演奏にある種の心地よい香りを与えているのである。調律直後に行ったこの実験でも、その唸りの状況の複雑さがグラフに現れている。

前頁のグラフは、打鍵した音（基音 A4）と、1 オクターブ上の A5（第 2 倍音）、その 5 度上の E6（第 3 倍音）、そのさらに 4 度上の A6（第 4 倍音）の音量の変化を、それぞれ、発音後、手を動かさずにキープしていたもの（点線）と、手首をもたげたもの（実線）とをペアにして示している。ここで注目したいのは、どの音も実線（手首を起こしたもの）が概ね点線（低いままキープしたもの）を上回っていて、手首をもたげたことによる基音自体の増加もさることながら、ほぼどの倍音も大きな増加幅を示している。

この単音での実験の音響の変化を耳で聴いた印象は、手首を 45° 程度に持ち上げ、鍵盤と手の内側との間に空間を作ると、響きに豊かさや輝きが加わったと感じられるものであった。

筆者は打鍵後の手の位置の変更に伴うこの響きの変化を、パイプオルガンの音量の加減に働くルーバー状の開閉装置になぞらえて、「スウェル現象」と命名する。

3

この「スウェル現象」による音響効果（本稿では「スウェル効果」と呼ぶ）は、実際の演奏にどのように生かされているであろうか。例えば、長く伸ばす音に表情が欲しい場合、また、ある程度伸ばした音から次の音に移る前のタイミングでニュアンスの変化を与えたい場合などは、その効果が生きる場面であろう。

ここで筆者は説明のために具体的な事例を挙げるが、楽曲の個々の場所についての音楽的な解釈には多様な可能性があるため、そうした「スウェル効果」を当該部分に利用するか否か、行うとしてもそのタイミングや量にはさまざまな好みがあると思われる。また、「スウェル現象」自体が演奏者の手の平と言う、多分に個人的な身体的条件に左右されるものであるから、ある特定の箇所の表現法として一律にスウェル効果の利用を推奨することは、本論文の意図するところではない。

「スウェル効果」活用の一例として、ベートーヴェンのピアノ・ソナタ Op. 81a 「告別」の第 1 楽章の冒頭（譜例 1）を例に記述する。

エスプレッシオーヴォと書かれた最初の 3 つの和音から成るモチーフには、送別に際してのベートーヴェンの祈るような深い想いが託されているだろう。

1 つ目の Es dur の主和音の 3 度は、次の空 5 度の属和音に移行する前に徐々に手首を持ち上げて行くことで、響きにはほどよい膨らみを付与することができる。この手の動きは、同時に次の属和音の打鍵の準備も兼ねることになる。2 つ目の属和音は、次の小節で c moll の主和音へ進むが、その和声進行の内容的な厳粛さから、冒頭の主和音と同じだけは膨らませずに、静かな手で留まって、スウェル効果は控え目にする演奏が考えられるだろう。

続く右手の旋律線の中の長めの音には、「手の呼吸」とでも呼びたいような自然な手の動

きで、ほどよくスウェル効果を伴わせながら、半音階的な和声進行に、よぎる不安や心の痛みを宿らせる。第5小節後半では、次の小節の sf の付いた和音への転調の期待感を演出するために、手首を起こして行きながら、スウェル効果を十分に利用する。

(譜例1) ベートーヴェン／ピアノ・ソナタ 第26番 Op. 81a「告別」 第1楽章
冒頭から第6小節まで

Das Lebewohl (Les Adieux)
Adagio
Le - be wohl
p *espressivo*
cresc.
sf

人間の手は、5本の指の指骨と手の甲の中にある中手骨^{ちゅうしゅこつ}とで、一種のカゴのような状態を作り出している。胸郭が息を吸いこむことによって膨らむように、手のカゴを上方にもたげるようにして、手の平の内側と鍵盤との間の空間を膨らませる。「スウェル効果」を生む手の動きは、イメージ的には、鍵盤のわずかな隙間から立ち昇って来る音波を、掌(たなごころ)に共鳴させるような感覚とも言えよう。

もう1つの例として、シューマンのピアノ・ソナタ第2番 Op. 22の第2楽章の冒頭(譜例2)を挙げたい。右手のメロディーの長い音の間の手の平の動きが、音楽的な表情の表出を助けていることは、Youtube等々に収録されている動画を観察しても知ることができる。このメロディーのフレーズのどの音に、どのようなタイミングで、どの程度「スウェル効果」を生かすかは、演奏者の好みによるであろうが、多くの演奏者が何らかの手の動きを与えていることが観察される。それは単に次の音の打鍵の準備として手首を持ち上げると言った、演奏上の要請から行われている場合もあるだろうが、それが無意識的な動作であれ、響きのようすの変化を意図したものであれ、一定の影響をもたらしていることは確かであり、その効果に耳を澄ませて、自らの好みの表現を求めたり、即興的に行ったりすることは、音楽を表現する演奏行為そのものと言えるであろう。

(譜例2) シューマン／ピアノ・ソナタ第2番 Op. 22 第2楽章 冒頭から第5小節まで

Andantino
Getragen ♩ = 104

ここで確認しておきたいのは、「スウェル効果」の音響の変化は、打鍵そのものの仕方（タッチ）によって作り出されたものではないということである。「演奏者が発音後に手首を上げようと目論んでいると、打鍵そのものの様子が心理的に変わり、それによって音質に変化が生まれるのではないか？」と言う疑義は、打鍵の実行から手の平の動きまでの間の一定の時間差の存在によって退けられる。「スウェル効果」は本質的に打鍵の仕方（タッチ）とは別の理由による現象である。（ただし、打鍵と直結して手首を上げた場合、その瞬間に起こるスウェル効果を含めて、ある種のタッチの一つととらえる捉え方是有り得るだろう。）

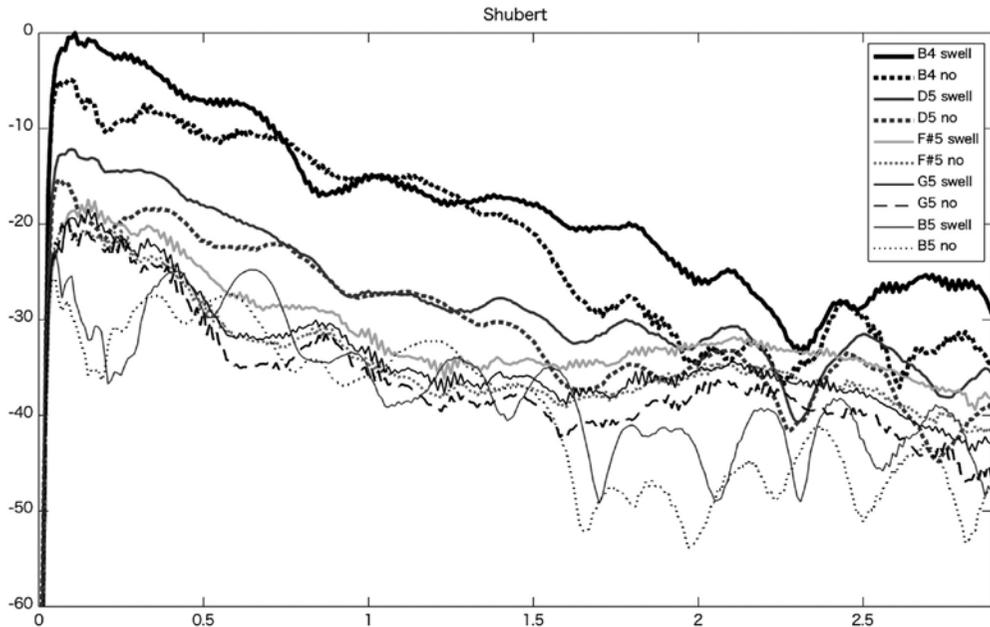
4

実際の演奏で働く「スウェル効果」をデータの的に確認するために、シューベルトのピアノ・ソナタ 作品78 D894 第1楽章の第1主題の和音の演奏にスウェル効果を与えた場合の計測結果を次に示す。

(譜例3) シューベルトのピアノ・ソナタ 作品78 D894 第1楽章 第5～6小節

次のグラフ(3)は、上の譜例3の四角で囲んだ部分について、第1拍の和音が伸ばされている間に、手を動かさずにいたもの（点線）と、12/8拍子の概ね4拍目（8分音符単位）から手首を上げて行き「スウェル効果」を与えたもの（実線）との音響を解析して比較したものである。演奏は経過時間がわかりやすいように、概ね♩ = 120（♩1拍が約0.5秒）で行った。

グラフ(3)



実験を全く同じ音量で開始することはかなり難しく、このデータでも、手を動かさない回(点線)よりもスウェル効果を意図した回(実線)の方がスタート時点で大きくなっているが、グラフの推移を見ると、スウェル効果を意図して手首をもたげ始めた4拍目(発音後およそ1.5秒)以降で、ソプラノのメロディー音(B4)や、その他の倍音のデータが、手首を動かさなかった場合と比べて、豊かで「音持ちが良く」なっていることが読み取れる。この楽章に幾度も出てくるフレーズに、胸が満ちてくるような情感を宿す手段として、様々な程度に活用されるだろう。

5

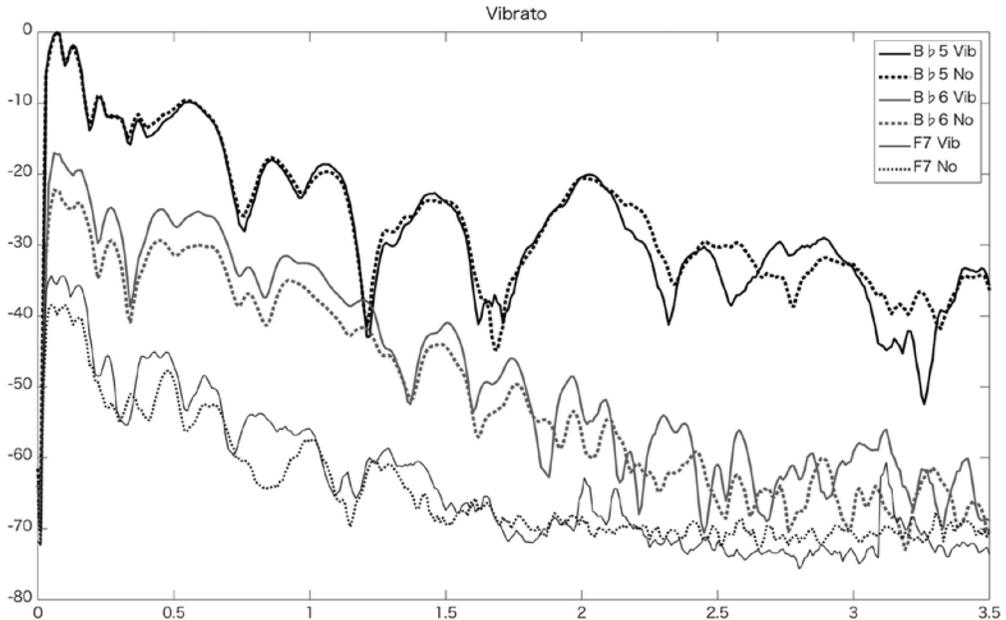
スウェル効果の利用の一つに「鍵盤上のヴィブラート」がある。

任意の黒鍵を3などの指で打鍵したのち、キーに圧力を掛けることなく、打鍵した指先を支点として、前腕の回内回外(ドアノブを回す動き)を用いて、手を左右にゆすってみる。音はどれでも構わないが、黒鍵を選んだのは、白鍵よりも高さがある分、手を揺らしやすいからである。

次のグラフ(4)にこの実験の計測データを示す。実験はB \flat 5(中央のC音の1オクターブ+短7度上にある、黒鍵の「 \flat シ」の音)の単音で行った。他の実験と同様に、打鍵後手を動かさないもの(点線)と、打鍵後ほどなく手を左右に振り続けたもの(実線)とが、1組ずつ示されている。一番上の一組はB \flat 5の基音のもの、その下の一組は第2倍音のB \flat 6

のもの、さらにその下が第3倍音のF7である。

グラフ(4)



このグラフ(4)では、手を左右に振ることによって、まず高い倍音に変化が生じ、特に発音後2秒過ぎの時点から、基音や倍音の音量の揺らぎの様子が、動かさない場合とは異なるパターンを示し、変動の幅もより大きくなっていることがわかる。実際に耳に聴こえる、ヴィブラートのような印象の音の揺れは、データにも音量の揺らぎの増加として現れている。昔から、弦楽器奏者のようにキーの上で手をゆすってヴィブラートを期する演奏家は存在したが、音響的にもそれが無意味ではないことがわかる。

この現象は、ロングトーンに対してのヴィブラートの効果以外にも、非常に細かな部分で、手の回転によるスウェル効果として、音に表情を与えることに利用されているだろう。

例えば、バッハの平均律第2巻14番fis mollのプレリュードの冒頭(譜例4)の右手の最初の4度下降する動きを演奏する際、最初の8分音符のF#を5指で発音した後に、5指の指先を支点として手を一旦外側に回転させ(親指側が上がる動き)、一瞬スウェル効果を起こしてから内側に戻しつつ次の音を発音すれば、とても僅かな時間ではあるが、何もしない場合よりも美しい表情がF#に宿るだろう。

(譜例4) バッハ 平均律第2巻14番 fis moll プレリュード冒頭



6

このように述べて来ると、打鍵後の手首は積極的に動かした方が良いと言うように思えてくるが、必ずしもそうではなく、実は手首を動かすことで、静謐な表現が阻害されることも決して少なくない。次の譜例5は、ブラームスの「6つの小品 Op.118」の第2曲インテルメッツォ（イ長調）のfis mollの中間部の中央に挟まれた、同主長調による楽節である。静かに祈るような、なぐさめと諦観が滲み合う、言葉にできない繊細なニュアンスを宿したフレーズは、手を極めて静かに保ち、音の移動に際して不用意な動きが響きに無用な波立ちを起こさないよう、配慮が求められるよう。

(譜例5) ブラームス／インテルメッツォ (Op. 118 の2) 第57～60小節

7

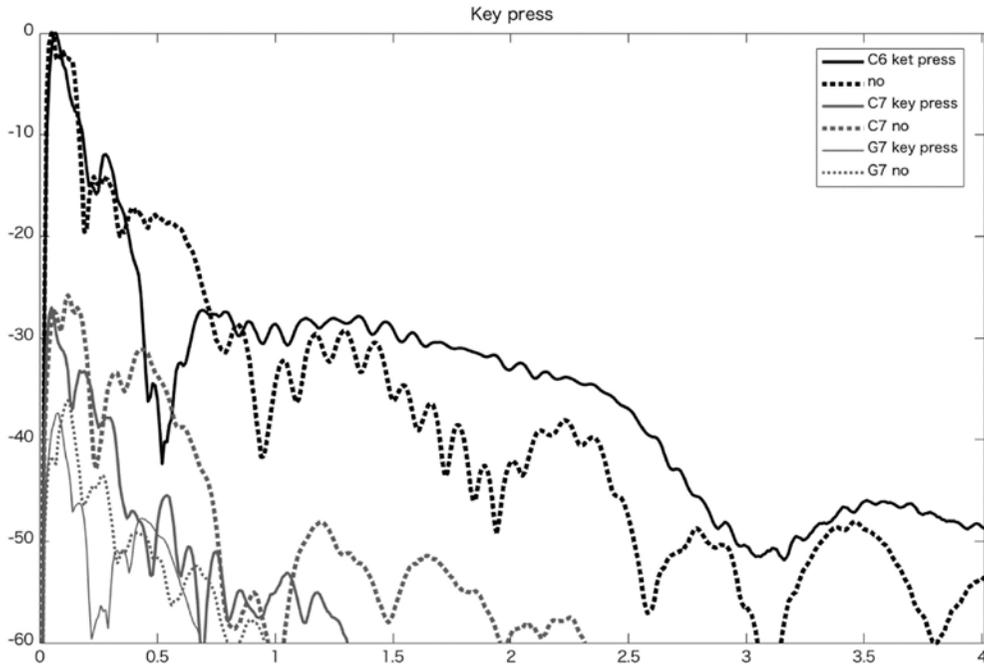
本論文は、その趣旨から言えば、以上で終了であるが、最後に鍵盤に関係する、もう一つの興味深い現象について言及しておきたい。

本論文でも、実験の数か所において、「キーを加圧せずに」という文言を記してきた。それは、打鍵後のキーを加圧すると、全く別の理由によって音響が変化するからである。

このことについても千住スタジオで次のような実験を行った。

C6（ピアノの中央のC4の2オクターブ上）を打鍵した直後に、キーに指で圧力を加え、「音の艶が失われる、音が詰まる。」と言う印象を確認した。それを録音したデータが次のグラフ(5)である。他の実験と同様に、打鍵後何もしないもの（点線）と、打鍵直後から指でキーを加圧したもの（実線）とが、1組ずつ示されており、一番上の一組はC6の基音のもの、その下の一組は第2倍音のC7、さらにその下が第3倍音のG7である。

グラフ(5)



このグラフの基音C6の実線（加圧したもの）は、打鍵直後の0.5秒の時点で、キーの加圧により音量が著しく抑え込まれ、その後は、ピッチのうなりによる本来の音量の波が見えている点線（加圧しない場合）に比べて、極めて扁平な音量の推移を示している。また、第2倍音、第3倍音は共に、加圧した場合（実線）が加圧しない場合（点線）よりも早い段階で、消えていることがわかる。「音に艶を与える効果を持つ倍音が早く消え去り、基音の唸りも扁平に殺される」ことが読み取れる。

これは、「柵板」と呼ばれる、鍵盤部分の下のピアノ本体の底面に、アクション全体の枠組みの底辺である^{おさ}箴がぴったりと接している部分に対して、キーを介して指の圧力が加わり、「柵板」の木の振動を抑え込むことによって、音の響きの成分のうちの、波長が短く、振動エネルギーの弱い高音域の倍音が先に消されたことによる音質の変化と考えられる⁴。この現象が、一般に、打鍵の際キーを押し付けたり、打鍵後に力を入れ続けたりすると、「音が輝かず、伸びを殺して音質に艶がなくなり、詰まった扁平な響きに聞こえる。」と言われる

原因であろうと推測される。

しかしこのことも、演奏にとって常にマイナスなばかりと言うわけではなく、例えば次のような形で生かされているであろう。

譜例6の、ブラームスの「ヘンデルの主題による変奏曲とフーガ Op. 24」の第13変奏の冒頭の右手では、打鍵時および打鍵後も、キーに適当な加圧を加えることで、高い倍音成分の持つきらびやかさを殺し、基音の確たる響きを優先して、コクのある、いぶし銀のような響きを得ることができよう。

(譜例6) ブラームス／ヘンデルの主題による変奏曲とフーガ Op. 24 第13変奏冒頭

Var. 13
Largamente, ma non più

f espress.

終わりに

この「スウェル効果」は、実は多かれ少なかれ、ほとんどすべての演奏の中に存在していると言えるだろう。演奏者の手の動きは、表現上の理由よりも、次の音への打鍵準備として必然的に起こり、その動きに選択の余地のない場合も少なくない。また、この「スウェル現象」の生む効果を特に意識することなく、腕や手の包括的な使い方の中で表現法として用いているであろう。しかし、学習者の中には、こわばって手や腕のしなやかさを持たず、表現も扁平になっているケースも少なからずある。或いは、無駄な手の動きは避けるべきだと考えている人もあるかもしれない。

発音後の手の平の自在な〈開放〉によるスウェル効果は、本学の奏楽堂の客席最後部からも聞き取れる。鍵盤上の手のしなやかで自然な動きが実際の音波に影響し、ピアノという楽器の音楽表現の一翼を担っているという事実が、データの的にも確かめられたことは、この現象の存在に確信を与えてくれる。

最後に、一連の実験を快くお引き受けくださり、録音データの解析とグラフ化をはじめ、多くの助言を頂いた、本学音楽環境創造科の亀川徹教授に、心からの感謝を申し上げます。

注

- 1 本論文はグランドピアノでの現象について考察したものである。
- 2 打鍵後、鳴っている音に対して、ダンパーペダルを細やかに振動させることなどによって、響きに変化を与える技法が存在する。
- 3 ピアノの音は低音域を除いて複弦（1つのキーに対して3本ないし2本の弦が振動する）であるため、響きを厳密に聞くと微細な音量の増減の波（うなり）を持っている。この「うなり」とこの実験による響きの変化とを混同しないようにするために、実験を行う前に、打鍵をしたあと、一度何もせずに響きの様子を注視して聴き取り、「うなり」がある場合は、その音響の変化の時間的パターンを把握して、「うなり」を避けるタイミングで実験を実行すると良い。
- 4 棚板の状況が響きに影響することは、次の実験でも簡単に知ることができる。打鍵後のキーを加圧する代わりに、ダンパーペダルを用いて音を継続させておき、棚板を下から手で押し上げて加圧しても響きに同じような変化が起こる。また、ペダルの付いている脚（金属製のペダルを収めている木製の部分）は棚板に固定されているので、ペダルを強く下へ加圧すると、棚板に下方へ引っ張る力が加わって、響きに影響が出る。

譜例使用楽譜

- 譜例 1 Beethoven, Ludwig van / Klaviersonaten, Band 2. München: G. Henle Verlag, 1976.
- 譜例 2 Schumann, Robert / Sämtliche Klavierwerke, Band 4. München: G. Henle Verlag, 2009.
- 譜例 3 Schubert, Franz / Klaviersonaten, Band 2. München: G. Henle Verlag, 1961.
- 譜例 4 Bach, Johann Sebastian / Das wohltemperierte Klavier, Teil II. München: G. Henle Verlag, 1978.
- 譜例 5 Brahms, Johannes / Sämtliche Werke, Band 14: Kleinere Klavierwerke. Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1926-27. Intermezzo. Andante teneramente (A major) Op. 118 Nr. 2.
- 譜例 6 Brahms, Johannes / Sämtliche Werke, Band 13: Sonaten und Variationen für Klavier zu zwei Händen. Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1926-27.

**“Swell Phenomenon”, the effect of the hand on the piano keyboard
on the sound after pronunciation:
Musical expression brought by hand movements after keystrokes**

KAKUNO Yu

In the piano performance, the sound and tone of the played notes, the difference in the sharpness and softness of the sound, and the variety of nuances spring from the striking of the key. Much has already been said about the condition and use of the arms, but this paper will instead discuss the effect of the state of the hand after keying the note.

It is common to recognize that the sound of a piano is a key that is once struck and pronounced, then attenuates and then disappears, and that the reverberant sound cannot be changed. However, it is also said that the attenuating reverberation is affected by the fluctuation of the hand position in the space on the keyboard after the player's key is depressed, and therefore that the reverberation changes. This effect attracted my interest.

Throughout my time teaching piano performances at our university for many years, I can make comparisons between those students who rest their palms flat whilst playing with those that allow their hands to slowly rise and fall whilst playing. The initial observation is that the pieces played by the former tended to be flat and poorer performances.

Therefore, in collaboration with Professor Toru Kamekawa from the Department of Musical Creativity and the Environment, we measured and graphed the changes that hand movements make to the reverberation of single notes and chords, compared to that of a low palm position, after a keystroke. When the wrist was lifted and a space was created between the keyboard and the palm, it was confirmed that the richness was added to the sound by increasing the harmonic volume.

We named this fact the “swell phenomenon” and called its effect on musical expression the “swell effect.”

Specific examples of using the swell phenomenon in musical expression were introduced along the musical score, and conversely, cases where it was desirable to avoid ripples were introduced. The data also proved that the vibrato gesture of shaking the hand right and left on the key not only gives rise to the image of fluctuation, but also causes the actual sound to fluctuate.

Whilst distinct from the presented swell phenomenon, it can also be shown from the data that if you apply pressure to the key after it is struck, the luster of the sound is suppressed and a silver-like sound results. The overtones are also suppressed quickly, and the fundamental tone is emphasized.