

チェロのスピッカート奏法の習得について

On Acquiring Spiccato in Cello Playing

古川 康一^{*1} 升田 俊樹^{*2} 西山 武繁^{*3}
Koichi Furukawa Toshiki Masuda Takeshige Nishiyama

^{*1} 嘉悦大学大学院ビジネス創造研究科 ^{*2} チェリスト
Graduate School of Business Innovation, Kaetsu University Cellist

^{*3} 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
Graduate School of Media and Governance, Keio University

Cello Spiccato is known to be very hard to acquire. In this paper, we first consider how to get key points to acquire spiccato 1. from analogies to swinging and dribbling basketball, 2. from previous studies; Bernstein's skill levels and Winold's experimental study on spiccato, and 3. from meta cognitive experiments. Then we build a physical model of the spiccato motion in terms of forced vibration, from which we extract two important clues for achieving spiccato, forcing timing and shock absorbing way to give the force. We lastly point out the importance of the discussion between two authors, an amateur cello player and a professional to acquire a proper skill rapidly.

1. はじめに

チェロのスピッカート奏法は、ブランコ漕ぎやバスケットボールのドリブルのような、周期的に外力を与えて振動を持続させる強制振動の一種であるが、その習得は容易ではない。

スピッカート奏法の困難性は、テンポに合わせて自律的な振動現象を作り出さなければならないことに起因する。床に置かれたテニスボールをラケットで弾ませて、ボールの振動に同期させながら振幅を増大させてボールを拾う技があるが、ボールの振動周期に正確に同調させないと振幅がうまく増大しない。同じことがスピッカートにも言える。

スピッカートの困難性のもう1つの原因は、そのメカニズムが解明されていないことである。そのため、練習方法も経験的で、アドホックな方法とならざるを得ない。ここで、いくつかの教則本でのスピッカート奏法の説明を見てみよう。

「弓の先端で上下にボールのようにはずませ、少しずつ速度を上げてリズムに乗ったら弓の角度を上になせ、ほんの少し左右の運動をつけて発音する。…」[1音ごとにひかないで、最初の音を発音させたエネルギーで一連の音を続けてひく。ボールをおとしてはずませるように。腕の重みをかけて弓の弾みを押さえ込み、反発させると充実した音のスピッカートが得られる。](林良一著、『トレーニング オンザ チェロ』)

「スピッカートでは、上から弦にあてた弓が弾みます(下半弓を使います)。弓は水平方向に、そして同時に、垂直方向にも動きます。…弓が弦から弾んできたときは、それを抑えずに、弓の動くままにしておきます。…」(ヴェルナー・トーマス・ミフネ著、坂下明子訳、『より自然なチェロ奏法』)

「弓には重い根元の部分と、軽い先の部分とを分ける中心点が必要だが、スピッカートが一番よくできるのはまさにその個所である。ス

連絡先: 古川康一, 嘉悦大学大学院ビジネス創造研究科,
〒187-8578 東京都小平市花小金井南 2-8-4, TEL: 042-466-3711, kfurukawa@kaetsu.ac.jp

ピッカートを習得するためには、先ず第一に、確実にこの中心点で演奏できるように右腕の位置を調節することが大切である。前腕はひじのところからやや下に向け、手首の力を抜いて腕からぶらさがっているようにし、指先で弓をしっかり持つ。そして手首はできる限り自由に動くようにする。](モーリス・アイゼンバーグ著、三木敬之訳、『現代チェロ奏法』)

これらの説明から分かるように、スピッカートの効果的な練習方法も、なぜ弓が弾むように弾けるのかも読み取ることができない。

あとで分かったことだが、さらに本課題を困難にしている事実として、遅いテンポのスピッカートの方が速いテンポのそれよりもむしろ難しい、という事情がある。これは、自転車走行と同じであり、興味深い。

さらに、スキルの解明にとって、適切な力学モデルを与えることの重要性はよく知られている[古川 08]が、スピッカートの力学モデルは、これまでに報告されていない。

本研究の狙いは、これらの問題点を解決することである。本論文では、以下に、ベルンシュタインの分類などの先行研究からの知見、強制振動による力学モデルの提案とブランコ漕ぎやまりつきからの類推による着眼点の発見、メタ認知と練習、テンポによる振動モードの選択、および、専門家との意見交換などの観点から、それらが本スキルの習得にどのように貢献したかについて論じる。

2. 先行研究からの知見

2.1 ベルンシュタインによるスキルの分類

ベルンシュタイン[ベルンシュタイン 03]は、スキルを動物の進化過程に沿って、A から D までの 4 つのレベルに分類している。レベル A はヒトデなどの棘皮動物、あるいは、たこなどの軟体動物の運動の仕方、筋肉の緊張による運動から、「緊張のレベル」と呼ばれている。レベル B は脊椎動物の中の両生類・爬虫類に始まる運動の仕方、このレベルは、筋-関節リンクのレベルと呼ばれている。レベル B の典型的な動きは、歩行などの同

じ動作の繰り返しで、無意識的に行われる。レベル C は鳥類の運動の仕方、ベルンシュタインはこのレベルを「空間のレベル」と呼んでいる。空間のレベルの特徴は、外部空間の知覚能力である。レベル D は、哺乳類のレベルで、「行為のレベル」と呼ばれている。行為のレベルでは、脳が運動の制御を行っており、状況を判断し、その場に応じた最善の動きをすることができる。レベル B が繰り返し動作をサポートしているのに比べると、レベル D は一回性の動作をサポートしている。

スピカートは、基本的にはレベル B の動きと考えられる。それは、繰り返し動作であり、意識して行うことはできない。そのため、無意識的に出来るようになるまで練習することが必要である。しかしながら、リズムの変動などへの対処など、状況を判断して、同期を取るなどの高度な動きも必要なので、レベル D の要素も含まれていると思われる。

2.2 Winold 等による実験

Winold 等[Winold 08]は、モーションキャプチャシステムにより、スピカートの動きの観測を行った。その研究では、テンポを徐々に速くしてスピカートを行ったときの弓の弦への接点の変化に着目し、それらが弓の元から1/3くらい(20cm 程度)のところから徐々に弓の重心の位置(17cm 程度)に近づくことを発見した。さらに、テンポを徐々に上げるにしたがって、腕全体から、前腕、さらには手首、指へと、動かす部分を変化させていることを確かめている。この事実は、振り子の振動数が振り子長の平方根に反比例することに合致しており、納得できるものである。

3. 力学モデル

スピカート奏法の上達方法を確立するために、我々は力学モデルの構築による現象の解明と実験的な手法の両面からの追及を開始した。前章で述べたように、スピカートはとても困難な課題であり、自転車に乗れるようになったり、ラケットを弾ませてテニスボールを拾えるようになるのと同様、練習によって突然できるようになる類の技である。そのような技を習得するためには、経験による体感の獲得と同時に、その力学的なメカニズムの直感的理解が有効であると考えたのが、その発端である。

3.1 ブランコ漕ぎからの類推

直感的な力学モデルを構築するための最初のヒントは、「強制振動」というキーワードである。強制振動は、振動系に外力を与えることによって、振動を持続させることを可能にする力学モデルである。「強制振動」から、その代表例としてのブランコ漕ぎを思いついた。ブランコ漕ぎから得られた知見は、減衰を防ぐための、漕ぎタイミングである。ブランコが揺れているときに、後方で一番上に行った最大振幅時から下降を始めた直後の、最低点に至るまでの間に漕ぐと、ブランコの振れが加速される。

この感覚をスピカート時の弓の操作に応用すればよいことは理解できるが、それをどのようにすればよいのかのイメージを掴むまでには、かなりの時間を要した。タイミングを取る候補としては、スピカート時の弦の振動が考えられるが、その振動はあまりにも速く、その振動に同期させてタイミングを取ることは不可能である。結局、スピカートに伴う弓の動きにタイミングを合わせるという、ごく当たり前の結論に到達した。実際、この振動は、2.4 節のメタ認知の項で触れるように、弓の棹の振動として観測できることを発見した。

3.2 まりつきからの類推

まりつきでも、タイミングに関してはブランコ漕ぎと同様に、ボールが最上点に達した直後にボールにエネルギーを与えればよい。

ところで、まりつき、あるいはバスケットボールのドリブルでは、タイミングのほかに、ボールの動きに合せたもう 1 つ見逃せない動きがある。それは、ボールへの接触の仕方である。ボールをドリブルさせるとき、上級者はボールを叩きつけることはせずに、上昇時にやわらかく接触し、ボールの動きに合わせてそのままボールとの接触を続け、下降時にボールを加速させている。この、ショックを吸収するクッション動作は、手の接触によってボールに衝撃力を与えることを防いでいる。それにより、不必要な外力を与えずにボールにエネルギーを補給することに成功している。

クッション動作は、スピカートにおいては、右手による弓の保持の仕方に対するヒントを与えている。弓は比較的軽く(80 グラム程度)、しかも弓を保持する位置は弓の端点に近いので完成モーメントが大きくなり、そのため保持するのが大変である。しかも高速のスピカートを行うためには、指を柔軟にする必要があるが、そのためには親指を曲げ伸ばしできるようにしなければならない[古川 10]。そのため、弓の適切な持ち方を習得しないと、どうしても力を入れたり、あるいは、親指を硬直させたりしがちである。これは、スピカート時に弓に対してクッション動作を行う妨げとなる。

この問題に対する解決策は、第 2 著者との意見交換によって与えられた。その詳細は、第 6 章で述べる。

4. 練習とメタ認知

本論文の第 1 著者は、継続的な練習とメタ認知実験[諏訪 05, Suwa 08]、およびビデオによる撮影を行った。期間は 2010 年 12 月 19 日から 2011 年 1 月 28 日までである。当初は、弓を弾ませることを目標として、手首の動きを工夫していたのが見て取れる。実験開始の 2 日目には、すでに、「手首を時計回りに回転させる」動きを導入している。同様の記述が 1 月 15 日にも見られる。後に、この動きは高速でのスピカートにとくに有効であることが判明した。しかし、更なる検討で、実際に楽曲を弾く場合に、明瞭な音を出すのにはあまり適していないことも明らかになった。明瞭な音を出すには、手首を回転させずに、高速に往復運動を持続させるのが良いことが分かった。

弓が弦に当たる位置も、問題にしている。これも、早くも 2 日目の記述に見られる。それによると、「弓の位置は真ん中くらい」となっている。弓の位置は、その後、重心との関係の記述が多く見られる。「重心から多少遠め」という記述が多い。

3 日目には、「速度の調節」に関する記述が現れる。速度の調節法として、弓の位置との関連性を調べる実験がしばらく続いている。1 月 14 日の実験では、「重心からの距離がテンポに反比例する」という仮説が立てられた。これは、その前日に Winold の論文を読んで、その影響を受けたせいである。後に、youtube に掲載されている Popper の「妖精の踊り」の 10 人ありの演奏を見た結果、重心の位置よりもむしろ弓の真ん中くらいのところで演奏している例がほとんどであることを発見した。

1 月 14 日の記述に、「いきなり出来るようになった」ことが記されている。これは、特筆すべきである。スピカートの連続動作を獲得できたのかもしれない。

1 月 27 日の記述に、「弓の毛を見るよりも、弓の棹を見る」とあるが、これも特筆すべき着眼点である。同時に、棹の振幅が最大になる部分で弾ませるのが良さそうである、という予想が立てられている。実際に、弓の棹を見ることによって、振動を目で観

測できる。その視覚フィードバックがスピッカートの持続に効果があると思われる。しかしながら、3章で与えた力学モデルが示唆しているような、最大振幅の直後のタイミングで弓に力を加えることはおそらく出来ないと思われる。それは、スピッカートの速度がその周波数が3~6ヘルツ程度の速さなので、周期に換算すると、1/3~1/6秒となり、その速度に追従してタイミングを取ることは出来そうにない。

5. テンポによる振動モードの選択

Winold等の研究では、テンポの違いによって腕の利用部分が違っていることを明らかにしたことはすでに述べたが、テンポによる違いはそれだけではない。

テンポの異なるスピッカートを達成するためには、遅いテンポに対してはより長い振動系を作らなければならない。振動系の全長は、弓の先から強制振動の支点までと考えられる。遅いスピッカートでは、肘が強制振動の支点となり、速い振動では手首ないしは人差し指から小指までの第一関節が支点となる。また、強制振動系が形成する定常波の節は、1つは弓先から10cmくらいのところでき、もう1つは、支点付近と考えられる。それらの節の midpoint で振幅が最大になるので、その点が弓の弦への接点としてふさわしい点であると考えられる。すなわち、早い振動では、弓の中央からやや弓元寄りのところが最適な接点となり、遅い振動ではさらに10cm程度弓元寄りが最適なポイントとなる。実際、このポイントは、弓の重心に近い点である。弓の重心位置とスピッカートとの関連性はまだ見えていないが、定常波の節の位置との関係も存在するものと思われ、その解明は今後の課題である。

6. 専門家との意見交換

第一著者は、2月15日にプロのチェロ奏者である第2著者にミニレッスンを受け、意見交換を行った。そこでのポイントは、右手の薬指と小指の使い方である。通常、弓の制御には、薬指ではなく、小指を使うが、スピッカートの制御では、小指の代わりに薬指を使ってみる方法を示唆された。また、その時に薬指を弓の棹にやわらかく接して弓の動きを感じるように指示された。その結果、瞬時に著しい上達が遂げられた。その理由としては、薬指による柔らかな弓の操作によって、2.2節で述べたクッション動作がなされているものと考えられる。その動作は小指でも可能であるが、指の力、あるいは、指の微妙な位置関係が関わっているものと考えられる。

専門家との意見交換のもう1つのテーマは、手首の回転を利用したスピッカートに関してである。とくに、第1著者による「時計回り」での手首の回転については、第2著者の専門家は意見を異にし、回転運動ではなく、むしろ往復運動の適切性を主張した。また、別の専門家の解説によると、反時計回りの有効性も示唆された[山崎 03]。この問題は、その後、テンポの違いが影響することが判明した。すなわち、遅いテンポでは、往復運動あるいは反時計回りの方が有効で、速いテンポでは時計回りの方がより適していることが分かった。それは、振動系としての手の特性であると考えられる。手首を回転させてみると分かるが、時計回りの回転はより速く回転させることができ、そのときの回転の中心は手首となる。一方、反時計回りの回転は、速度が上がらないが、その理由は、回転の中心が手首から肘にシフトするからである。手首の回転運動に対して、往復運動の是非も議論された。弓の運動方向を考慮すると、往復運動が最も適しており、実際、スピッカートで明瞭な音を出せるのは、この方法である。往復運動の速度は、時計回りの回転と反時計回りの回転

の丁度中間に相当する速度を実現できる。そのため、実際の演奏には、通常は往復運動でこなし、非常に速い速度に対しては時計回りの回転を行えばよいのではないかと、ということに落ち着いた。手首の回転運動による方法は、時計回り・反時計回りの両者ともに、弓を弾ませる感覚を掴むのにも有効であると考えられる。

7. おわりに

スピッカート奏法スピッカートは、困難な課題であることを再確認した。それは、ちょうど自転車走行や、ジャグリングが困難であるのと類似の困難さと考えられる。自転車に乗れるようになるのが困難な理由の1つは、遅い速度で練習することができないからである。遅いと安定性を欠き、うまくバランスを取ることができない。同様に、スピッカートでは遅い速度で弓を弾ませたときの感覚と速く弾ませたときの感覚が全く異なるので、そのまま応用できない。テンポが遅いときには、直感的な力学モデルから有効な練習法が導き出せるが、テンポが速くなるとそれが通用しない。

最終的にはベルンシュタインの分類に従えばレベルBの、より無意識的な制御にまでスキルを体に覚えこませなければならず、そのためには、微妙な感覚を取得する必要があると考えられる。すなわち、我々の得た二つのヒント、すなわち最大振幅の直後に振動を持続させるための力を加えることとショックを吸収するためにクッション動作を行うこと、を速いテンポの中で実現するためには、それ自身の自動化が必要である。スピッカートのスキルを獲得するための様々な工夫は、そのためになされていると考えられる。

それにもかかわらず、力学モデルや視覚フィードバックの考察は、スピッカート技術の取得に役立つと考えられる。それは、それらの考察が着眼点を示唆するからである。力学モデルの考察から、弓のどの部分でスピッカートをすればよいのかのヒントが得られる。また、それと視覚フィードバックを組み合わせると、最も振幅が大きくなる場所を実際に確認しながらスピッカートを練習することも可能である。さらに、力学モデルは、なぜ小指よりも薬指による制御の方が優れているのか、といった問いに対する答えを与えてくれる。

参考文献

- [古川 08] 古川康一編著, 植野, 諏訪他著: スキルサイエンス入門, 人工知能学会編, オーム社, 2008.
- [ベルンシュタイン 03] ベルンシュタイン, ニコライ A.: デクステリティ 巧みさとその発達, 工藤和俊訳 (On Dexterity and its Development), 金子書房, 2003.
- [Winold 08] Winold, H., Thelen, E., and Ulrich, B. D.: Coordination and control in the bow arm movements of highly skilled cellists. *Ecological Psychology* 6(1), 1-31, 1994.
- [古川 10] 古川康一, 升田 俊樹, 松原 正樹, 小林 郁夫, 西山 武繁: スキル獲得におけるブレイクスルーに関する一考察, 人工知能学会 2010年度全国大会, 2010.
- [諏訪 05] 諏訪正樹: 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, 人工知能学会誌, 20(5), 525-532, 2005.
- [Suwa 08] Suwa, M.: A Cognitive Model of Acquiring Embodied Expertise Through Meta-cognitive Verbalization. *Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, 23(3), 141-150, 2008.
- [山崎 03] 山崎 恵裕: チェロの話, 27~30, <http://gauchsons.co.jp/CELLO.html>