

楽譜の記憶過程についての検討

—五線譜とタブラチュア譜の比較—

Memory Processes of Musical Score

– Comparison between Staff Notation and Tablature –

小堀 聡¹

Satoshi Kobori¹

¹ 龍谷大学理工学部電子情報学科

¹Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University

Abstract: Memorizing music experiment for guitar players was conducted. In the experiment subjects were required to remember musical score presented on a computer screen, and to perform memorized melody after the score disappeared. The fixation rates were calculated from eye movement data, and the recall rates were calculated from performance data. Using these evaluation data, the differences of memory processes between staff notation and tablature were examined.

1. はじめに

楽譜に記されている楽曲を練習し、演奏として完成させていくためには、完全に暗譜する必要がないにしても、その楽曲を記憶していかなければならないであろう。しかし、楽曲を記憶するということがどういうことなのだろうか。旋律を覚えるということ、楽譜を覚えるということは必ずしも一致していないようにも思える。また、演奏を繰り返しているうちに、目で楽譜を覚えるのではなく、指や手や身体で楽曲を覚えるという経験をすることがあるが、演奏と記憶がどのように関係しているかも不明確である。

そもそも音楽を演奏する際に、どのような知識や技能を必要とするのか、またそれらをどのように獲得し、熟達させていくのかについて、まだ十分に解明されていない。演奏という行為は様々な機能が複雑に関わった認知過程である。たとえば、記譜された音楽作品を演奏するには、少なくとも、楽譜に記されている情報を読み取ること、読み取った情報を演奏のための指などの運動指令に変換すること、そして、運動プログラムどおりに正確に指などを動かすために運動を制御すること、の3つの過程を経なければならない[1]。

演奏が初見であっても、また場合によっては十分に練習した後であっても、このうちの「楽譜の情報

を読み取る」と「情報を運動指令に変換する」という点においては、五線譜とタブラチュア譜(タブ譜)では、その過程が大きく異なると考えられる。なぜならば、タブラチュア譜では通常五線譜とは異なり、楽器固有の奏法を文字や数字で表示する記譜法が用いられている(ギターなどであれば、左手の押弦の位置を直接指示している)からである(図1および図2)。実際、タブラチュア譜を使用している多くの愛好家・演奏家は「タブラチュア譜だと演奏は楽にできる」ということを言っており、その一方で「タブラチュア譜では暗譜が難しい」という指摘も聞かれる。こうした発言は、認知過程における違いを示唆していると考えられる。

すなわち、五線譜とタブラチュア譜との相違は記譜の表現が単に異なるということに留まらず、記憶や注意といった認知過程とその結果としての演奏自体にも影響すると考えられる。

そこで、本研究では、被験者実験を実施し、演奏データと視線データを評価、分析することで、五線譜とタブラチュア譜の記譜法の違いが、記憶過程や演奏に与える影響を考察し、演奏における認知過程を明らかにしていくことを目的とする。

本稿においては、ギターを対象とした楽譜の記憶に関する実験に基づいて、五線譜とタブラチュア譜に対する記憶過程と演奏を比較、検討した結果について報告する。

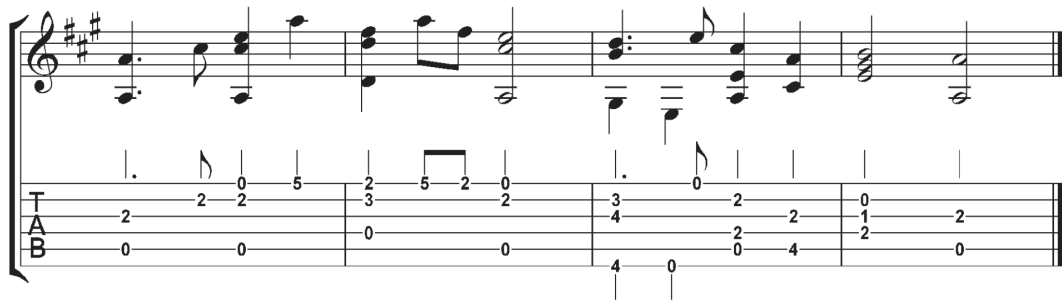
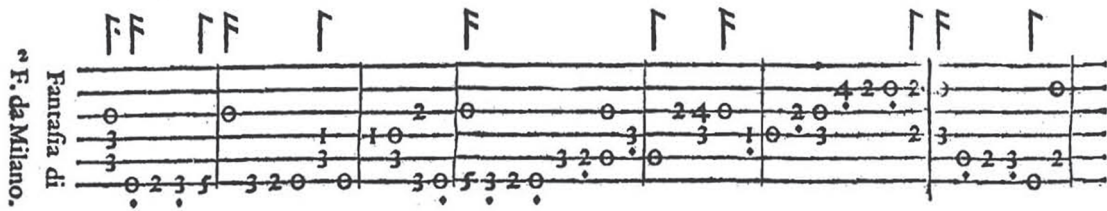


図1 五線譜（上）と現代のギター用のタブラチュア譜（下）（Wikipedia より引用）
 タブラチュア譜の横線は6本の弦に対応していて、数字で指板のポジションの番号を示している。0は開放弦となる。



フランチェスコ・ダ・ミラノ〈ファンタジア〉原譜



解読譜

図2 イタリア式のリュート・タブラチュア譜とその解読譜[3]
 ギター用タブラチュア譜と数字の意味は同じであるが、横線と弦の対応関係は上下逆になっている。

2. 研究の背景

2.1 タブラチュア譜について

タブラチュア譜の歴史は古く、現代においても多くの楽器で用いられているが、本研究では、主としてギターおよびリュートのタブラチュア譜を対象とする。なぜならば、ギターについては、ポピュラーのほぼすべてと一部のクラシックの分野においてタブラチュア譜が主流となっており、リュートについては、ルネサンス以降から18世紀までの膨大な量のレパートリーのほぼすべてがタブラチュア譜として

残されているからである[2]。

したがって、楽器の演奏およびその学習にタブラチュア譜を用いることの意義や問題点を明らかにすることができれば、演奏法や学習法に関する重要な示唆を与えることができ、ギターやリュートだけでなくタブラチュア譜を用いる種々の楽器の愛好家・演奏家の人口の多さを考えれば、社会的な意義も大きいといえる。

2.2 関連研究

まず、楽器演奏などの運動技能の学習の問題は、感覚系や運動系にとどまらず、注意や自動化といった知覚系、認知系の働き、さらには記憶系にも関わ

り複雑である[4]. 特に, 運動学習における自動化は, 課題遂行そのものに処理資源を必要とする制御の処理から, それを必要としない自動的処理へと変容し, 学習が進むにつれて認知的負荷が軽減されていくことに関連しているとされる[5]が, 運動学習における自動化がどのように進むのか, それをどのように測定するのか, 自動化においてどのような認知過程が関わっているのか, などについての一致した見解はまだ見られない.

一方, 演奏に関する研究は, 音楽に関する認知心理学の一分野として, 欧米では以前より行われているが[6], それらの研究の視点や手法はさまざまである. 日本国内でも, これまでに楽器の演奏を対象とした研究としては, ピアノやヴァイオリンに関する例がいくつかあるものの, 運指法やボーイングなど動作を中心とした解析がほとんどであり, 楽譜の読みと演奏の関係については, ピアノ視奏時の眼球運動を手がかりにした研究例が見られるぐらいである.

また, 音楽と記憶に関する研究はあるものの, それらは聴覚を通して旋律を記憶した場合についてであり, 演奏のために楽譜の情報を読み取り記憶する過程を眼球運動を手掛かりにして研究した例や演奏における認知的負荷を測定した例は一切見られない.

さらに, 記譜法については五線譜とタブラチュア譜を比較した研究[7, 8]が見られるものの, 演奏での認知過程への影響については考察していない.

3. 研究方法

ギターを対象とし, 五線譜とタブラチュア譜について, 記憶実験を行う. 実験においては, 演奏データ, 視線データ, 瞳孔径データを記録し, 評価値を算出し, 記憶や注意という観点から演奏時の認知過程について分析する.

3.1 実験システム

本研究では, 演奏データを記録すると同時に, 演奏中の眼球運動と瞳孔反応も測定するので, 実験システムは演奏測定システムと眼球運動測定システムから構成される(図3).

演奏測定システムは, 市販のパーソナルコンピュータと周辺機器を中心に構成される. 楽譜提示ソフトウェアには, 楽譜を一定時間提示すること, また, MIDI 対応の楽器(ギター)からの演奏データをサンプリング周波数 60Hz で受信すること, さらに, 同期信号を眼球運動測定システムに送信することができる.

一方, 眼球運動測定システムは, 眼球運動測定装置(ナックイメージテクノロジーEMR-9)を中心に構

成される. 測定装置には, 視線データと瞳孔径データを実時間で取り込む機能が含まれており, それらのデータがサンプリング周波数 60Hz で得られる. 視距離は 57cm とする.

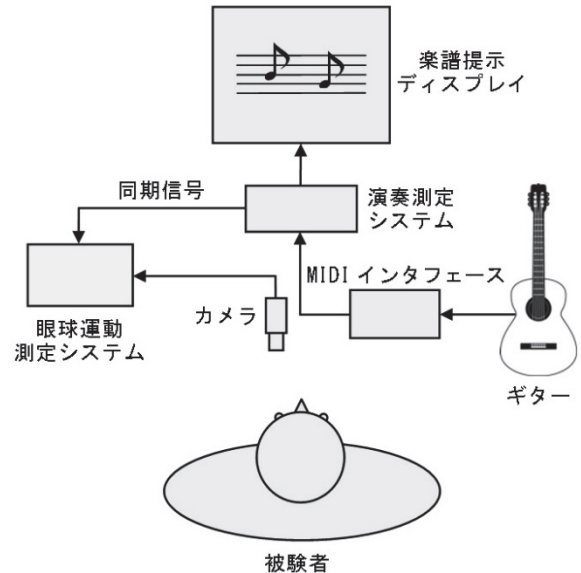


図3 実験システムの構成

3.2 記憶実験

楽器はギターを対象とし, 五線譜とタブラチュア譜のどちらか片方または両方でギター演奏ができる初級者, 中級者, 上級者・演奏家を被験者として記憶実験[9]を実施する.

被験者の課題は, コンピュータの画面上に一定時間表示される楽譜を見て旋律を記憶し, 楽譜の表示が消えたあとに記憶した旋律を演奏することである.

課題曲は難易度A(単純な曲)3曲と難易度B(やや複雑な曲)3曲の合計6曲である(図4~図7に譜例を示した). 記憶時間は15秒, 30秒, 45秒のいずれかであり, 難易度Aと難易度Bのそれぞれの曲に均等に割り当てる. また, 被験者ごとに実施順序を変えて, 順序効果を相殺するようにする. この測定を1曲につき5回繰り返す. 最後に楽譜を見ながらの演奏の記録を行う.

視線データからは, まず停留点を求め, 停留点の座標値が楽譜の領域にある場合は, 対応している小節を推定し, 小節ごとにその停留時間を合計して注視時間とし, 記憶時間で割った商を注視率(%)とする. 一方, 演奏データからは, 小節ごとに楽譜をどこまで再現できたかの割合を百分率に換算したものを再現率(%)とする. これにより, 楽譜に対する記憶が評価できる.

注視率と再現率について, 五線譜とタブラチュア

譜による演奏や記憶の差異を調べるとともに、課題曲の難易度、記憶時間、被験者の習熟度などによる違いについても検討する。

さらに、測定した瞳孔径データから散瞳量を算出して認知的負荷を推定し、記憶や注意という観点から演奏時の認知過程についても分析する。



図4 課題曲の例（五線譜：難易度A）

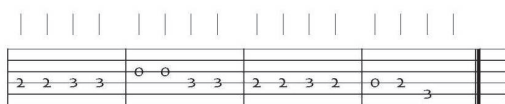
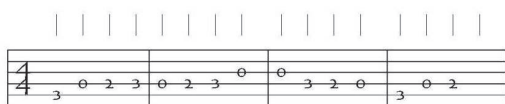


図5 課題曲の例（タブ譜：難易度A）



図6 課題曲の例（五線譜：難易度B）

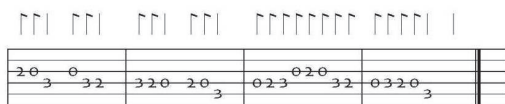
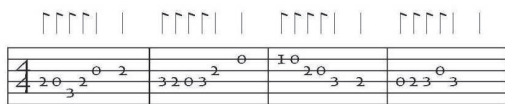


図7 課題曲の例（タブ譜：難易度B）

4. 結果と考察

4.1 五線譜の場合

ここでは、先行研究として実験を実施した五線譜を用いた記憶実験（被験者6名：18歳～24歳、ギター歴2ヶ月～9年）の結果について述べる[10, 11].

注視率については、横軸を小節番号として試行に伴う変化を描いた。その一例として実験データ全体についての結果を図8に示した。

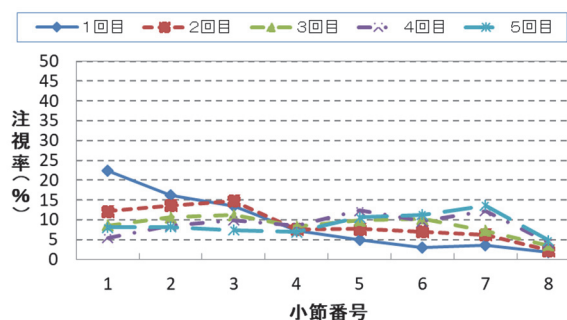


図8 注視率の変化（五線譜：全体）

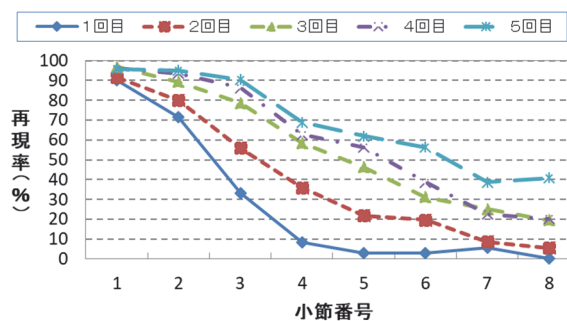


図9 再現率の変化（五線譜：全体）

このグラフより、1回目および2回目の試行では、番号の小さい小節を相対的に多く注視しているのに対して、試行を重ねるにつれて後半の小節も注視する割合が増えていくことが分かる。

再現率についても、同様に横軸を小節番号として試行に伴う変化を描いた。その一例として実験データ全体全体についての結果を図9に示した。

このグラフより、1回目の試行では、2小節目以降に急激に再現率が低下し、後半ではほとんど0に近いが、試行を重ねるにつれて全体的に再現率が大きく上昇していくことが分かる。しかし、後半の小節の再現率が大きく低下する傾向は5回目の試行にも見られる。

統計解析としては、注視率および再現率のデータを対象に、被験者群（初級群、中級群）を被験者間

の要因、難易度 (A, B), 記憶時間 (15 秒, 30 秒, 45 秒), 試行番号 (1~5), 小節番号 (1~8) を被験者内の要因とした分散分析を行った。

注視率に関しては、難易度と試行番号についての主効果は有意傾向、小節番号については有意な主効果が認められた。一方、被験者群、記憶時間については有意な主効果は認められなかった。しかしながら、交互作用としては、難易度と小節番号、記憶時間と小節番号、試行番号と小節番号について有意であった。

再現率に関しては、難易度、試行番号、小節番号について有意な主効果が認められた。一方、被験者群、記憶時間については有意な主効果は認められなかった。しかしながら、交互作用としては、試行番号と小節番号について有意であった。

以上を総合して考察すると、楽譜を読み記憶していく過程の全体においては、難易度のみが影響するが、楽譜のどの部分を読もうとするかについては難易度と記憶時間が影響し、楽譜のどの部分を記憶できたかについては難易度や記憶時間は影響しないと推察される結果となった。

4.2 タブラチュア譜の場合

ここでは、タブラチュア譜を用いた記憶実験 (被験者 3 名: 21 歳~22 歳, ギター歴 6 年~8 年) の結果を紹介する。

五線譜の場合と同様、注視率について、横軸を小節番号として試行に伴う変化を描いた。実験データ全体についての結果を図 10 に示した。

このグラフより、1 回目および 2 回目の試行では、番号の小さい小節を主に注視しているのに対して、試行を重ねるにつれて次第に後半の小節も注視するようになることが分かる。

また、五線譜の場合と同様、再現率についても、横軸を小節番号として試行に伴う変化を描いた。実験データ全体についての結果を図 11 に示した。

このグラフより、初回もしくは 2 回目くらいでは再現できる小節数は少ないが、試行を重ねることにより再現できる小節数も増えていくことが分かるが、その傾向自体は五線譜と同様である。

4.3 五線譜とタブラチュア譜の比較

ここでは、難易度別の注視率と再現率の変化のグラフを用いて、五線譜とタブラチュア譜の結果を比較する。

まず、難易度 A (単純な曲) における五線譜とタブラチュア譜での注視率の変化をそれぞれ図 12 と図 13 に示した。

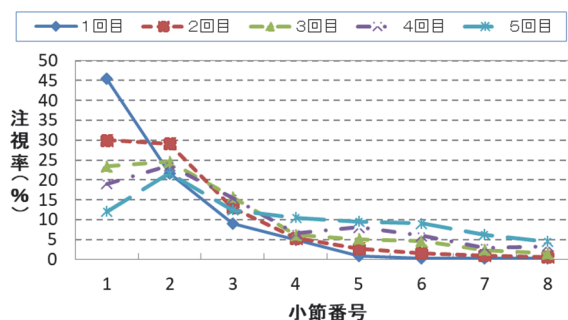


図 10 注視率の変化 (タブ譜: 全体)

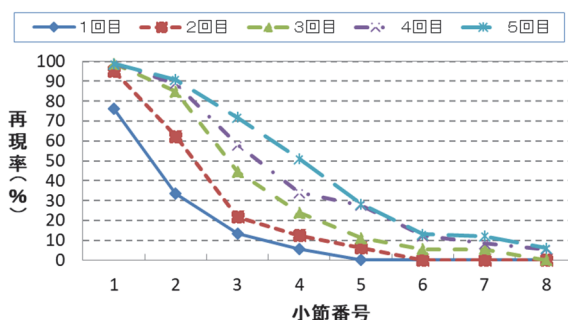


図 11 再現率の変化 (タブ譜: 全体)

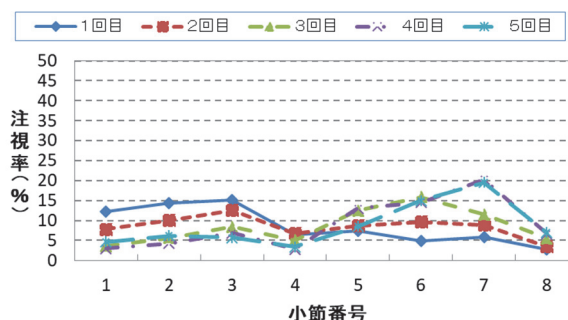


図 12 注視率の変化 (五線譜: 難易度 A)

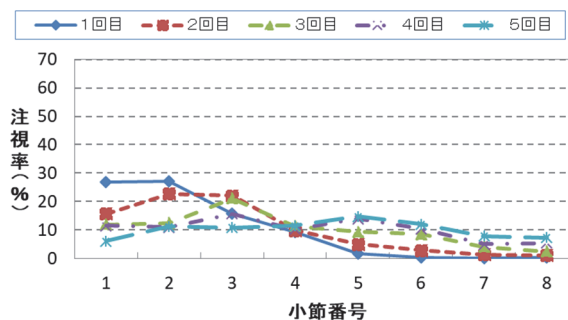


図 13 注視率の変化 (タブ譜: 難易度 A)

これらのグラフを比較すると、両者とも試行を重ねるにつれて後半の小節を注視する割合が増えていく傾向はあるが、五線譜では後半の小節を見る割合

の増加が明確であるのに対して、タブラチュア譜ではそれほどの増加は見られない。

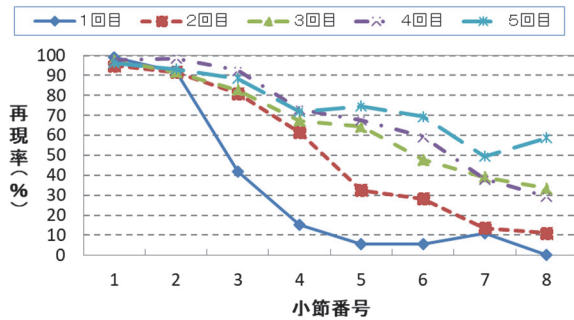


図 14 再現率の変化（五線譜：難易度A）

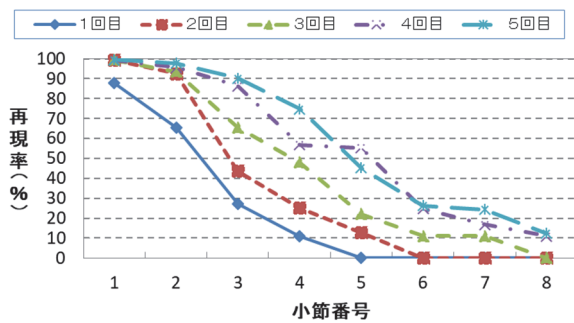


図 15 再現率の変化（タブ譜：難易度A）

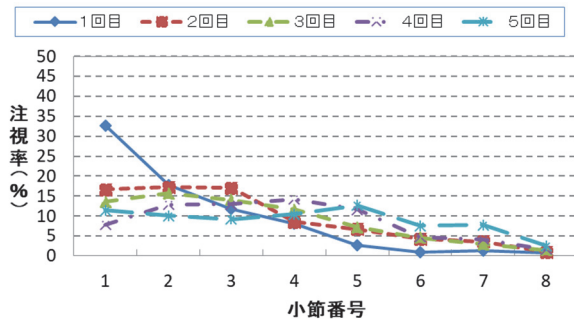


図 16 注視率の変化（五線譜：難易度B）

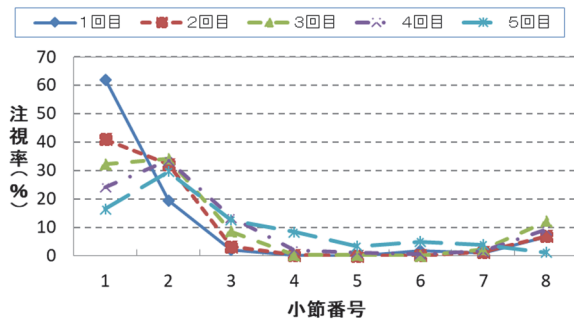


図 17 注視率の変化（タブ譜：難易度B）

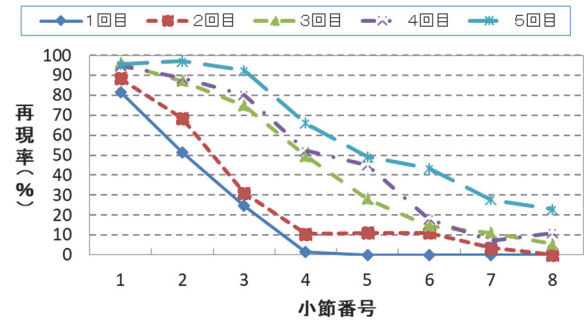


図 18 再現率の変化（五線譜：難易度B）

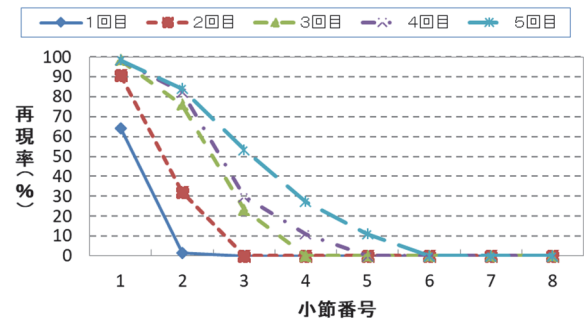


図 19 再現率の変化（タブ譜：難易度B）

次に、難易度A（単純な曲）における五線譜とタブラチュア譜での再現率の変化をそれぞれ図 14 と図 15 に示した。

これらのグラフを比較すると、タブラチュア譜での初回の再現率は低く、最終的な再現率も五線譜よりは低いが、試行を重ねるにつれて全体的に再現率が上昇していく傾向は同じである。

一方、難易度B（やや複雑な曲）における五線譜とタブラチュア譜での注視率の変化をそれぞれ図 16 と図 17 に示した。

これらのグラフを比較すると、両者とも相対的に前半の小節を注視している割合が大きいが、タブラチュア譜では試行を重ねても後半の小節まで見ることはできていないことが分かる。

さらに、難易度B（やや複雑な曲）における五線譜とタブラチュア譜での再現率の変化をそれぞれ図 18 と図 19 に示した。

これらのグラフを比較すると、どちらの楽譜の場合でも難易度が高い場合には、再現率が低下するが、タブラチュア譜での再現率の低下は五線譜に比べて著しいことが分かる。

これらの結果は、五線譜とタブラチュア譜では旋律の記憶の方略が異なっていることによると考えられる。実験後の被験者へのインタビューで確認したところ、タブラチュア譜の被験者は旋律を記憶する際に、実際の指の動きをイメージしたと述べている。

このような方法では、直接的に旋律が示されている五線譜に比べると記憶がより困難になると推察される。

また、より難易度の高い曲の場合にタブラチュア譜では、試行を重ねても後半の小節まで見ることはできていないことは、タブラチュア譜での低い再現率と関係していると考えられる。すなわち、タブラチュア譜に対しての視覚的な記憶が困難であるため、前半の小節ばかりを注視していたと推察される。

5. おわりに

本研究では、ギターを対象とした楽譜の記憶に関する実験に基づいて、五線譜とタブラチュア譜に対する記憶過程と演奏を比較し、検討した。提示された楽譜をどこまで記憶し、演奏できたかということの評価する再現率を算出したところ、タブラチュア譜においても五線譜の場合と同様に、試行を重ねることにより再現できる小節数も増えること、また、難易度が高い場合は再現率もかなり低くなることなどが示されたが、タブラチュア譜では難易度が高い曲での再現率の低下は五線譜に比べて著しかった。また、こうした記憶の困難さは楽譜に対する注視率とも関係していることも推察された。

本研究の最終的な目標としては、楽器の演奏においてどのように楽譜の情報を読み取り記憶しているのか、また、記憶した情報をもとにどのように演奏しているのかを明らかにしていくことにある。

現時点において、特に着目していることは、五線譜とタブラチュア譜の記譜法の違いが、演奏時の認知的負荷や処理資源の配分にどのように影響するかについてである。本研究では、楽器演奏における認知過程を考察することで、注意や自動化に関する新たな知見（たとえば、処理資源の配分の方略が学習によってどう変化するかなど）を明らかにするとともに、実用的には、ギターやリュートなどの楽器の演奏法や学習法に関する示唆が与えられるようにする。

今後は五線譜とタブラチュア譜の両方について記憶実験を実施し、より多くの演奏データと視線データを収集して解析を行うことで、記譜法の違いが楽譜の記憶における難易度や記憶時間の影響にどのように作用するのか（あるいは作用しないのか）について明らかにするとともに、視奏実験（楽譜を見ながらの演奏）や弾き歌い実験についても実施し、データを解析していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K02125 の助成を受けたものです（研究課題名：タブラチュア譜の記譜法が楽器演奏における認知過程に及ぼす影響に関する研究）。また、本研究は多くの方たちとの意見交換を踏まえたものですが、その中でも特に坂本龍右氏（リュート奏者）による講座・講演からは多くの示唆を得ました。さらに、小川伊作氏（大分県立芸術文化短期大学）には重要な論文を紹介していただきました。それぞれに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 大浦容子: 演奏に含まれる認知過程—ピアノの場合—, 波多野 誼余夫編, 音楽と認知, 東京大学出版会, pp. 69-95, (1987)
- [2] 小堀聡: タブラチュア譜から五線譜へ—認知的観点からの記譜法の変化の検討—, 日本音楽知覚認知学会平成 29 年度秋季研究発表会資料, pp. 23-28, (2017)
- [3] 小川伊作: ギター譜で学ぶ新楽典, 現代ギター社, (2013)
- [4] 阪口豊: 運動習熟, 日本認知科学会編, 認知科学辞典, 共立出版, p. 59, (2002)
- [5] Schneider W., and Shiffrin R. M.: Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention, *Psychological Review*, Vol. 84, pp. 1-66, (1977)
- [6] Palmer C.: Music Performance: Movement and Coordination, In D. Deutsch(Ed.), *The psychology of music* (3rd ed.), Academic Press, pp. 405-422, (2013)
- [7] Smith D. A.: Editing XVIIIth Century Lute Music: The Works of Silvius Leopold Weiss, In *Le Luth et sa Musique*, II, CNRS, pp. 253-60, (1984)
- [8] 小川伊作: リュートにおける古楽譜解読をめぐる諸問題, *東洋音楽学会会報*, Vol. 46, (1999)
- [9] 藤井翼, 小堀聡: 眼球運動を手掛かりとした楽器演奏の認知過程の検討, 2013 年度人工知能学会全国大会論文集, Vol. 27, 1H3-OS-02a-1, pp. 1-4, (2013)
- [10] Kobori S: Memorizing Musical Score Processes during Piano and Guitar Performance: An Eye Movement Study. *Proceedings of The International Symposium on Performance Science 2015 (ISPS2015)*, p. 110, (2015)
- [11] 小堀聡: 五線譜とタブラチュア譜の違いが楽譜の記憶過程に与える影響について, *日本音響学会音楽音響研究会資料*, Vol. 36, No. 2, pp. 7-12, (2017)