

# セッション A : 「人間行動の Well-Being」

司会：緒方康介（生科/犯罪心理学/教授）

## ウソ発見は音楽に方向づけられるのか②

### —聴覚的背景情報が隠匿情報検査における自律神経系反応に及ぼす影響—

河 ゆき

生活科学研究科 総合福祉・臨床心理学分野 博士前期課程 2 年

#### 緒 言

我が国の犯罪捜査では、被疑者の取り調べ時に生理指標の測定を用いたポリグラフ検査が行われている。日本におけるポリグラフ検査の方法として用いられる隠匿情報検査（concealed information test: CIT）（廣田他，2009）では、対象事件の犯人でなければ知り得ない犯罪事実に関する質問 1 項目（裁決項目）と、それに類似した質問 4－6 項目（非裁決項目）によって構成された質問票を用いて検査が行われる（桐生，2017）。捜査実務では、自律神経系反応を用いた CIT が行われており、呼吸運動、皮膚コンダクタンス反応（skin conductance response: SCR）、心拍数（heart rate: HR）、規準化脈波容積などの複数の指標を測定している（松田，2016）。現在まで、聴覚的情報が CIT の検出に及ぼす影響についてはほとんど報告されておらず、質問項目に対する認識以外に定位反応を生じさせてしまう要因の 1 つとしての、質問時の音声変化に着目した研究が報告されているのみである（等々力他，2022）。

#### 研究目的

本研究では、BGM 文脈依存効果（Smith, 1985）の観点から、犯行中の聴覚的背景情報の聴取が CIT の記憶検出に影響を及ぼす可能性について、自律神経系反応を用いて検討を行った。自律神経系での検証に先んじて、河（2024）では、中枢神経系指標である近赤外分光法（near-infrared spectroscopy: NIRS）を用いて、前頭前野部における酸素化ヘモグロビン（oxyHb）を分析指標とした解析を行っている。中枢神経系指標を用いた検討においては、BGM 文脈依存効果を生じさせる目的で、犯行中と検査時に一致する音楽を流す実験操作を行っても、CIT の検出成績は向上しなかった。本研究では、SCR、呼吸速度（respiration speed: RS）、HR といった自律神経系指標を用いて、河と同様の実験操作に基づき、聴覚的背景情報の影響を分析した。

#### 方 法

大阪公立大学の学生 34 名が本研究に参加した。河（2024）と同様に、研究協力者は、模擬窃盗時と検査時において一致した BGM を呈示する同文脈群、模擬窃盗時と検査時において異なる BGM を呈示する異文脈群、検査時に BGM を呈示しない統制群の 3 群に無作為配置された。模擬窃盗場面において、引き出しを 1 つ開け、その中にある装飾品を盗むように教示し、窃盗を行わせた。その間、実験室内には背景情報として楽曲を流した。呈示した楽曲は、研究に参加しない学生 9 名と協議し、全員にとって未知であり、容易に聴き分けができると判断された 2 曲を用いた。全ての群の模擬窃盗時と同文脈群の検査時において、スカルラッティの「ソナタ長調 k.13」、異文脈群の検査時には、のるの「悲しいとき…」を実験室内のスピーカーで流した。①クマ、②ゾウ、③リス、④ネコ、⑤サル、以上の 5 つの異なるイラストの描かれたカードに対応するように、①ブレスレット、②腕時計、③ネックレス、④イヤリング、⑤指輪の 5 つの装飾品を引き出しに配置した。

模擬窃盗終了後、引き出しを開けた際に目にしたカードのイラストを尋ねるカード検査を行い、その後、隠し持った装飾品の種類を質問する本検査を行った。質問は裁決項目 1 つ、非裁決項目 5 つの合計 6 項目で構成され、各質問は 30s 間隔で呈示し、全ての質問に対して「いいえ」と返答するように求めた。6 質問全てを呈示することを 1 セットと数えて、合計 3 セットをセットごとに呈示順序を変えて実施した。1 つ目の質問は各セットで固定し、分析から除外する緩衝項目とした。

PLUX 社製の生体センサー (biosignalsplux) を用いて測定を行った。本研究では、SCR、RS、HR の 3 つの自律神経系指標を測定した。SCR は、裁決項目に対して増大し、皮膚の汗腺活動を反映する (松田, 2016)。HR は、非裁決項目よりも裁決項目に対して抑制され、質問呈示から一定時間経過後において顕著に低下する (廣田他, 2009)。RS は、刺激呈示後のある固定区間での呼吸波形の全長である呼吸曲線長 (respiration line length: RLL) (Gamer, 2011) を一定時間で除算したものであり、非裁決項目と比較して、裁決項目に対して抑制が起こる (松田・小川, 2012)。こうした裁決項目呈示時における SCR の増大、RS と HR の減少を CIT 効果と呼ぶ。質問音声と BGM 以外で、生理指標測定妨害となりうる聴覚的情報が実験中に生じた 2 名のデータを除外し、最終的に 32 名 (男性 7 名、女性 24 名、無回答 1 名、平均年齢 19.78 歳、 $SD=3.36$ ) を分析対象とした。

本研究では、皮膚電気活動の計測データにおける 0.01s 毎の各ポイントで前後 15s 間を加算平均し、平滑化した曲線を元の波形から引いた差分を SCR と定義した (計測開始後 15s まではデータ開始時点から各ポイントまでの加算平均)。RS は、刺激呈示後 5–15s の呼吸曲線において、0.01s 毎の垂直方向の変化の絶対値を加算し、分析区間 (10s) で除して算出した。HR は、刺激呈示後 5–15s における心電図の波形から各拍動のピークの間隔を算出し、60 を除して 1 分間の瞬時心拍数を算出した。各セット内でデータの平均を 0、標準偏差を 1 とする標準化を行った。なお、SCR の z 得点は外れ値の影響を軽減するために対数変換を行った。指標ごとに得られた z 得点を裁決項目、非裁決項目ごとに加算平均した後、裁決項目から非裁決項目を引いた差分  $\Delta z$  得点の群間比較を行った。BGM 文脈依存効果を検討するため、本検査からカード検査を減算して算出される  $\Delta z$  得点も同様に分析した。なお、RS、HR においては裁決項目に対して抑制が生じるため、符号を反転させて  $\Delta z$  得点を比較した。

## 結 果

JASP 0.18.1.0 を用いて、得られたデータの統計解析を行った。SCR、RS、HR のそれぞれについて、裁決項目と非裁決項目との差分  $\Delta z$  得点を従属変数、3 つの群を独立変数としたベイズ一元配置分散分析を行った。ベイズ統計では、2 つの仮説について、一方が他方に比べてどの程度データに支持されているかを示すベイズファクター (BF) が算出される (小杉, 2019)。Kelter (2020) による BF 値の解釈基準では、BF が 0.33 より小さく 0.01 以上である場合は帰無仮説を支持する Moderate (中程度) の証拠となる。

各生理指標の分析における  $\Delta z$  得点では、裁決項目質問時の反応が非裁決項目質問時の反応を上回ると正の値を示す。カード検査 (Figure 1)、本検査 (Figure 2) とともに、各生理指標において全ての  $\Delta z$  得点は正の値を示した。カード検査では、SCR の  $\Delta z$  得点に群間で差はなかった (BF = 0.39)。刺激呈示後 5–15s 間の RS、HR の  $\Delta z$  得点についてもそれぞれ群間に差は見られなか

った(BF=0.42, 0.53)。本検査でも, SCR, RS, HR に関して群間差はみられなかった (BF=0.37, 0.22, 0.21)。Kelter (2020) の基準に従うと, とりわけ, RS と HR で帰無仮説を支持する中程度の証拠が得られた。

続いて, 本検査の成績からカード検査の成績を減算して算出された差分  $\Delta z$  得点についても (Figure 3), 同様の分析を行ったが, BF の値から, SCR, RS, HR の全ての生理指標において群間差は認められなかった (BF=0.43, 0.38, 0.37)。

Figure 1 カード検査の  $\Delta z$  得点: ※SCR では同文脈群 (n=10), 異文脈群 (n=9), 統制群 (n=9), RS と HR では, 同文脈群 (n=12), 異文脈群 (n=10), 統制群 (n=9) である。

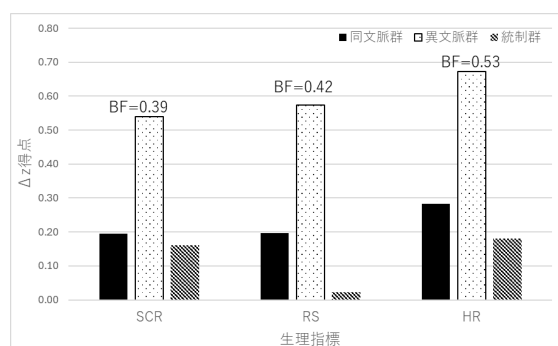


Figure 2 本検査の  $\Delta z$  得点: ※SCR では同文脈群 (n=7), 異文脈群 (n=11), 統制群 (n=9), RS と HR では, 同文脈群 (n=11), 異文脈群 (n=11), 統制群 (n=9) である。

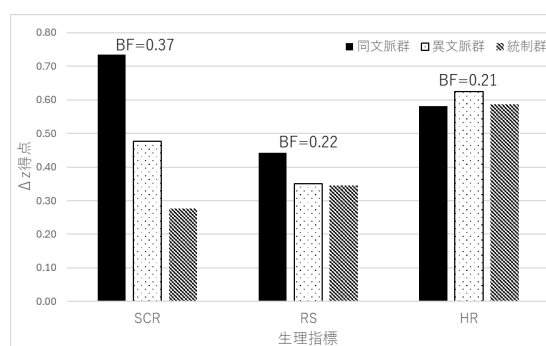
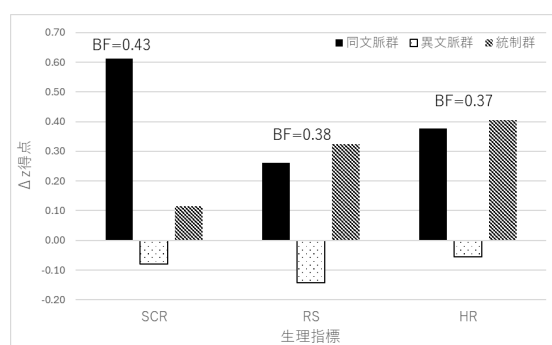


Figure 3 文脈依存効果の  $\Delta z$  得点: ※SCR では同文脈群 (n=7), 異文脈群 (n=9), 統制群 (n=9), RS と HR では, 同文脈群 (n=11), 異文脈群 (n=10), 統制群 (n=9) である。



## 考 察

あくまでも頻度論的統計の枠組みではあるが, 検定力分析により,  $\alpha=0.05$ ,  $\eta^2=0.38$  (Meijer et al. (2014) のメタ分析による効果量を変換して使用した),  $1-\beta=0.80$  の分散分析モデルの必要サンプルサイズは各群 7 名の 21 名であり, 本研究の協力者 32 名はこれを満たしていた。さらに, 実験終了後, 同文脈群の協力者は窃盗時と検査時に流れていた音楽が同一のものであることを全員が認識しており, 実験操作が適切に処理されていたことも確認された。無作為配置とサンプルサイズが保証されており, 実験操作も意図通りに記

憶されていたことから, 本研究の方法論的前提は整っていたと考えられる。

カード検査, 本検査ともに, 裁決項目に対する反応が非裁決項目に対する反応を上回り, 全ての  $\Delta z$  得点が正の値を示したことから, 多くの先行研究が示す通り (e.g., Meijer et al., 2014), 本研究でも CIT 効果が確認されたと考えることができる。つまり, 方法論的前提に加えて, 適切に CIT が実行されていたという本研究の妥当性を示している。

聴覚的背景情報として人工的な音楽を用いた点が、本研究の限界である。実際の犯行時には BGM ではなく生活環境音が存在すると考えるのが自然である。そうであるならば、実務においては、被疑者が犯行時に聴取した生活環境音を、検査前面接で確認することにより CIT 効果の増幅が期待されるかもしれない。生活環境音を使用した追試については、今後の課題である。

## 結 論

模擬窃盗場面において BGM を流し、自律神経系指標の測定時にも BGM を流す操作を行って、聴覚的背景情報が CIT に及ぼす文脈依存効果を検討した。中枢神経系指標での検討と同様に、窃盗時と検査時の BGM の一致は CIT の検出成績を向上させる要因となり得ないことが明らかとなった。文脈依存効果は見出されなかったものの、カード検査と本検査において、全ての指標に CIT 効果が認められたこと、並びに、本検査における RS と HR で平均値に差がないことを示す中程度のエビデンスが得られたことは、聴覚的背景情報の有無によって検出成績が左右されないという CIT の頑健性を支持した 1 つの結果であると結論する。

## 引用文献

- Gamer, M. (2011). Detecting concealed information using autonomic measures. In B. Verschuere, G. Ben-Shakhar, & E. Meijer (Eds.), *Memory detection: Theory and application of the Concealed Information Test* (pp. 27–45). Cambridge University Press  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511975196.003>
- 廣田昭久・小川時洋・松田いづみ (2009). 隠匿情報検査時に生じる自律神経系反応の生起機序モデル 生理心理学と精神生理学, 27 (1), 17-34. <https://doi.org/10.5674/jjppp.27.17>
- 河ゆき (2024). ウソ発見は音楽に方向づけられるのか—聴覚的背景情報が隠匿情報検査における NIRS 反応に及ぼす影響— 森之宮移転 3 部局合同研究フォーラム 2024 知の森への誘い—Well-Being 創造を目指して— 報告予稿集 17-20. <https://www.lit.omu.ac.jp/new-departure/wp-content/uploads/2024/11/forum2024proceedings.pdf>
- Kelter, R. (2020). Bayesian alternatives to null hypothesis significance testing in biomedical research non-technical introduction to Bayesian inference with JASP. *BMC Medical Research Methodology*, 20, 142. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-00980-6>
- 桐生正幸 (2017). 日本におけるポリグラフ検査の変遷—犯罪事実の記憶、隠蔽の意図— 行動科学, 56 (1), 31-42.
- 小杉考司 (2019). ベイズ統計を用いた有意性検定からの脱却 社会と調査, 23, 92-98. [https://jasr.or.jp/wp/asr/asrpdf/asr23/asr23\\_070.pdf](https://jasr.or.jp/wp/asr/asrpdf/asr23/asr23_070.pdf)
- 松田いづみ・小川時洋 (2012). 隠匿情報検査における吸気・呼気測度の新たな算出法 法科学技術, 17 (2), 91-98. <https://doi.org/10.3408/jafst.17.91>
- 松田いづみ (2016). 隠すことの心理生理学：隠匿情報検査からわかったこと 心理学評論, 59 (2), 162-181. [https://doi.org/10.24602/sjpr.59.2\\_162](https://doi.org/10.24602/sjpr.59.2_162)
- Meijer, E. H., Klein Selle, N., Elber, L., & Ben-Shakhar, G. (2014). Memory detection with the Concealed Information Test: a meta analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data. *Psychophysiology*, 1(9), 879–904. <https://doi.org/10.1111/psyp.12239>

Smith, S. M. (1985). Background music and context-dependent memory. *American Journal of Psychology*, 98(4), 591-603. <https://doi.org/10.2307/1422512>

等々力奈都・前野なつ美・杉野信太郎・國島茉由・安田優子・前田里沙・佐名龍太・森泰斗・常岡充子・小川時洋 (2022). 隠匿情報検査における認識由来の生理反応と質問時の音声変化による生理反応の比較 日本法科学技術会誌, 27 (2), 161-176.  
<https://doi.org/10.3408/jafst.806>

## 都市部の交通網変化と居住高齢者の生活行動の変化 －主観的環境認識からみた今後の展望－

辻中 椋

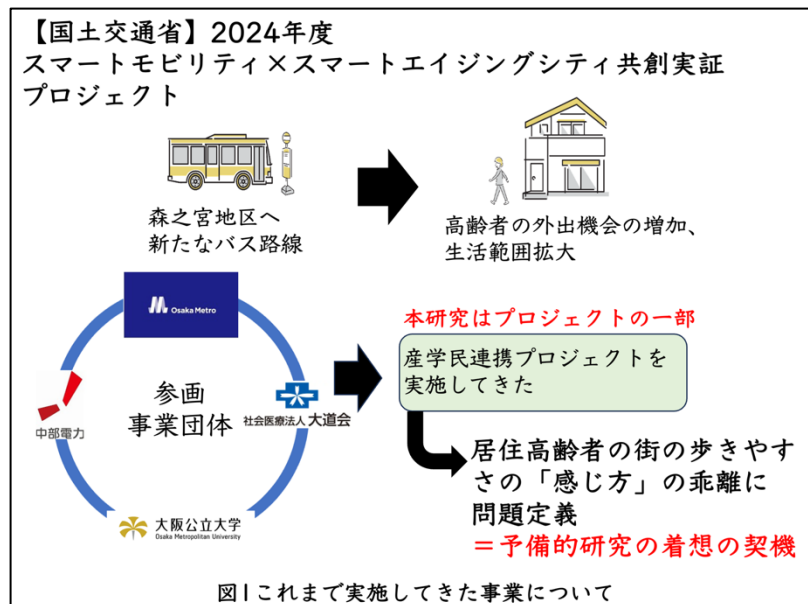
リハビリテーション学研究科 樋口研究室 博士後期課程 2 年

### 【背景】

大阪市城東区に位置する森之宮地域は、高齢化率 32.6%と大阪市内でも高く、独居率も 47.7%と最も高い地区である。地域内には森之宮団地があり、徒歩 10 分圏内に駅があるものの、最寄りのバス停までは徒歩 20 分を要するなど、交通網が限定的である。

都市の歩きやすさを示す指標である Walkability を地理空間情報システムにより評価（客観的 Walkability）したところ、森之宮集合住宅周辺の Walk Score®は 74 点と市内ではやや低く、周辺に飲食店が少なく河川や主要道路に囲まれた立地が影響していると考えられた。

このような背景のもと、森之宮地域を経由する新規バス路線における 5 ヶ月間の試行的な運行に伴い、我々は国土交通省「スマートモビリティ×スマートエイジングシティ共創実証プロジェクト」に採択された課題を実施した（図 1）。本事業では、産学民連携のもと、都市部における交通網の変化が独居高齢者の生活や行動に与える影響を、バス運行前後 3 か月の比較により検証した。



その結果、バス利用者では非利用者に比べて、遠方への生活範囲の有意な拡大がみられ、身体活動量の増加および抑うつ低下傾向がみられた。さらに簡易版近隣歩行環境質問紙

（ANEWS）による主観的 Walkability でも一部項目で有意な改善が認められた。加えて同地区内で客観的な環境条件が同等であるにもかかわらず、主観的 Walkability にばらつきがみられたことから、高齢者の移動や生活範囲の広がりが主観的な環境認識に関連する可能性が示唆された。そこで本研究では、今後の研究につながる予備的研究として、事業に参加した都市部の同一地区に居住する高齢者を対象に、生活範囲と主観的近隣環境認識との関連を明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

研究デザインは横断研究である。対象は大阪市城東区における半径 300m 圏内に居住する 60 歳以上の男女とした。除外基準は、Mini-Cog© 3 点未満とした。生活範囲と主観的な近隣環境の認識は、それぞれ自記式調査票にて評価した。生活範囲は Life Space Assessment（以下、LSA；

総得点に加え、生活範囲を 5 段階に分類)、主観的な近隣環境の認識は ANEWS (項目 ; 世帯密度、土地利用の多様性、サービスへのアクセス、道路の連結性、歩道・自転車道、景観、交通安全、治安の項目毎に分類) を用いた。身体機能として Timed Up and Go Test (以下、TUG)) を計測した。統計解析は、LSA 総得点と各変数の相関係数を算出した後、LSA の各段階を従属変数とし、ANEWS の各項目を独立変数とし、共変量に年齢、TUG を投入した重回帰分析 (強制投入法) を実施した。有意水準は 5%未満とした。

### 【結果】

対象者 34 名の内、データ欠損を除外した 32 名 (平均 78.7  $\pm$  6.7 歳, 女性 84.4%) が解析対象となった。LSA 総得点 (平均 86.0  $\pm$  20.1 点) は、ANEWS の土地利用の多様性 ( $r = .438, p < 0.05$ )、サービスへのアクセス ( $r = .398, p < 0.05$ )、歩道・自転車道 ( $r = .356, p < 0.05$ ) および治安 ( $r = .376, p < 0.05$ ) と弱い正の相関を認め、TUG ( $r = -0.417, p < 0.05$ ) と中程度の負の相関を認めた。重回帰分析の結果、サービスへのアクセスは生活範囲が玄関の外 ( $\beta = 2.186, p < 0.05, R^2 = 0.149$ )、集合住宅の外 ( $\beta = 2.607, p < 0.05, R^2 = 0.249$ )、城東区内 ( $\beta = 4.235, p < 0.05, R^2 = 0.273$ ) および城東区外 ( $\beta = 5.210, p < 0.05, R^2 = 0.089$ ) と有意な関連を認めた。

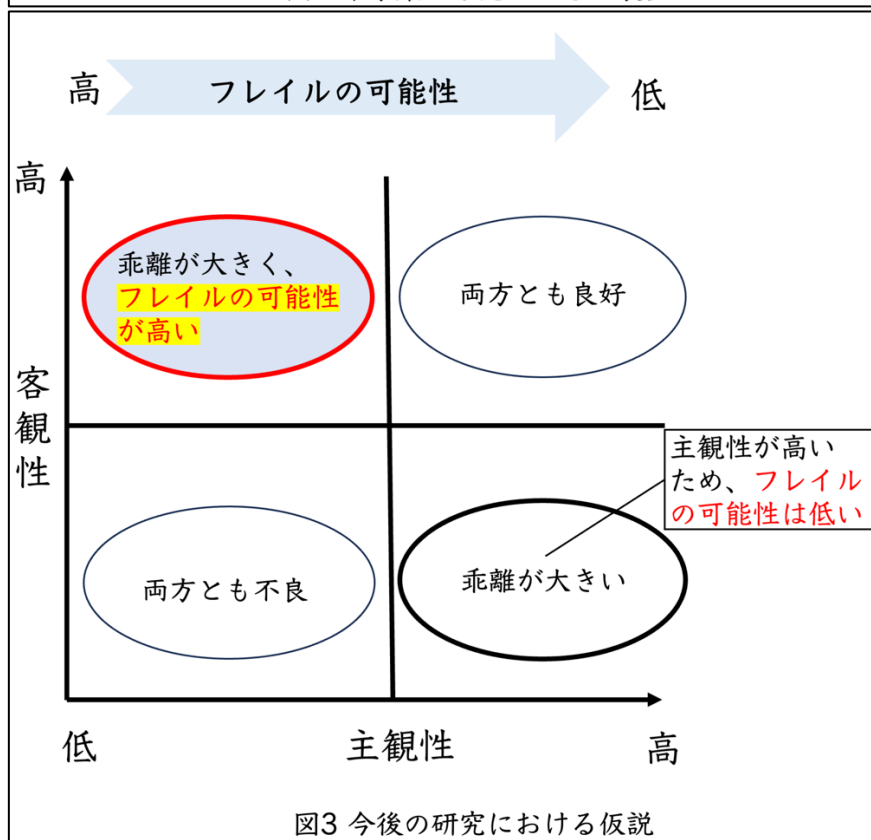
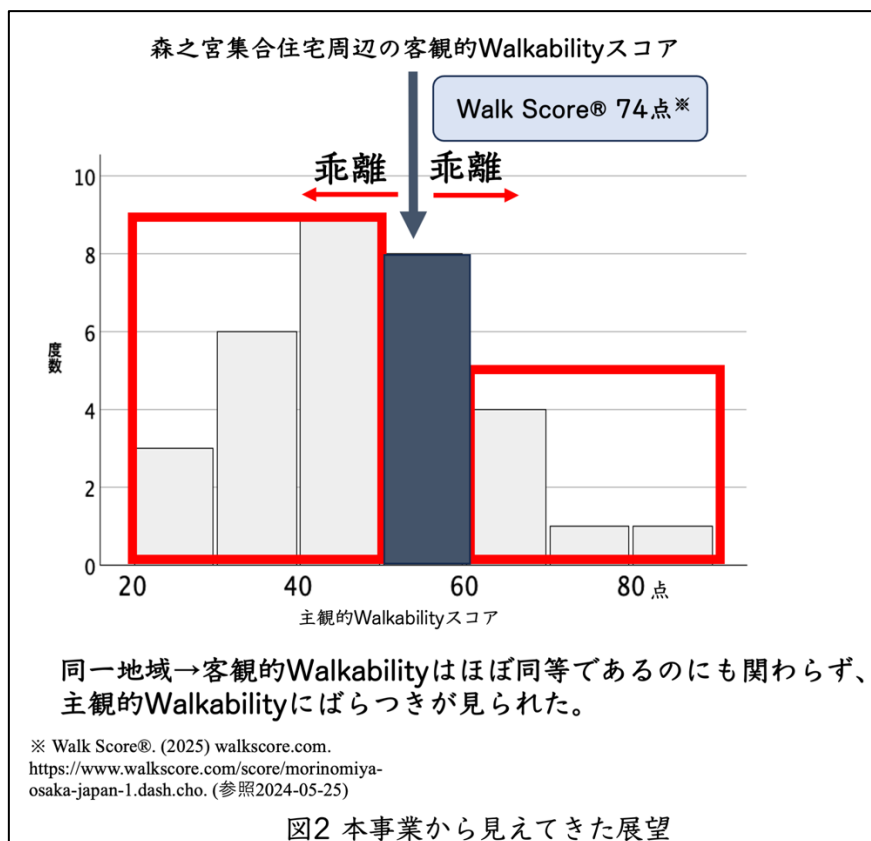
### 【考察】

都市部の同地区に居住する高齢者では、年齢や身体機能に関わらず、生活範囲の広がる段階ごとにサービスへのアクセスに対する認識との関連が強まる可能性が示唆された。

### 【今後の展望】

今回、産学民連携プロジェクト及び、予備的研究を通じて同地区に住まう高齢者において、年齢や身体機能に関わらず、主観的 Walkability と生活範囲において関連が認められた。つまり、主観的 Walkability は可変因子であり、生活範囲など高齢者の生活行動に影響を与える可能性がある。実際に、本調査から得られた ANEWS のスコアを標準化した際に対象者間でばらつきが生じていることが明らかになった (図 2)。そこから見えてきた今後の展望として、高齢者において、客観的 Walkability (不変) と主観的 Walkability (可変) の間で乖離がある場合は、フレイル等の可能性が高くなる可能性があるのではないかという仮説のもと (図 3)、次なる研究に進めていきたい。





## ピアノがひらく発達支援の新しいかたち：音楽と色彩が育む子どもの発達

島本 淳子

大阪公立大学大学院文学研究科 文化構想学専攻 文化資源学専修 博士後期課程 3 年

### 【要旨】

本研究は、ピアノ学習が発達に特性のある子どもの成長にどのような効果をもたらすかを検討したものである。音楽が脳や身体の機能を活性化させるという神経学的音楽療法（Neurologic Music Therapy: NMT）の理論を背景に、ピアノ演奏をその実践的枠組みの一つとして位置づけた。NMT では、音楽のリズムや旋律が運動・認知・情動の多領域を同時に刺激し、脳の可塑性を促すことが示されている（Thaut & Hoemberg, 2014; Zatorre et al., 2007）。

本研究では、奈良県内および大阪府内の放課後等デイサービスを利用する小学生 18 名を対象に、ピアノ学習群と非学習群の比較を行った。測定には、①UB-2 磁気センサー指タッピング装置（両手リズムの安定性）、②Purdue Pegboard Test（手指の巧緻性）、③WHO-QOL-26（生活の質：身体的・心理的・社会的・環境的領域）を用いた。分析の結果、ピアノ学習経験群では両手タッピングの変動率が有意に低く、Pegboard 得点と QOL 得点においても向上傾向が認められた。特に心理的安定および生活満足度領域での改善が顕著であり、音楽的経験が運動機能のみならず情動面の発達にも影響を及ぼすことが示唆された。

加えて、田中澄子による「いろおんぷ」メソッドの活用は、音の高さを色彩で示すことにより、音と動作の対応関係を直感的に理解させる効果をもつ。視覚・聴覚・運動感覚を統合する多感覚的支援により、発達性協調運動障害（DCD）や自閉スペクトラム症（ASD）の児童における動作系列化と集中持続の改善が観察された。これらの知見は、ピアノ学習が単なる音楽教育を超え、感覚・運動・心理の統合を通じて生活全体の質を高めうることを示す。音楽を媒介とした学習は、教育・療育・心理支援の境界を超えて、子どもの発達を包括的に支える実践的アプローチとしての意義を有すると考えられる。

### 1. はじめに

音楽療法は、音楽体験を通して心と身体を健康を支える臨床的实践である。その中でも神経学的音楽療法（NMT）は、音楽を神経科学の観点から応用し、脳の働きを回復・発達させるための体系的手法として確立されている（Thaut & Hoemberg, 2014）。リズムや旋律といった音楽的要素が脳の複数領域を同時に活性化させることが知られ、この特性を利用して運動、言語、注意、感情などの機能を訓練する。

NMT にはリズム聴覚刺激（RAS）や楽器による運動訓練（TIMP）など、20 を超える技法が標準化されている。これらの技法は、脳卒中後の歩行訓練やパーキンソン病の運動改善などに活用されてきたが、近年では教育や福祉の現場にも応用が広がっている。音の並びやリズムが生み出す流れは、次の音や動きを自然に予測させる。その働きが体の動きを導き、リズムやタイミングを整える支援として機能することが、音楽が療育や教育に活かされる理由である。

### 2. 研究方法（予備調査の概要）

本研究は、発達に特性のある子どもがピアノを学ぶことで、手の動かしやすさや生活のしやすさにどのような変化が生まれるのかを調べた。2024 年 2 月に奈良県・大阪府内の放課後等デイサービスを利用する小学生 20 名を対象とし、ピアノ学習群（10 名）と非学習群（10 名）の 2 群で比較を行った。

測定には UB-2 磁気センサー指タッピング装置を用い、指のリズムの安定性を計測した。また、手先の器用さを測定する Purdue Pegboard Test、さらに生活の質（QOL）を評価する WHO-QOL-26 質問票を保護者を介して実施した。

分析の結果、ピアノ学習群は非学習群に比べて両手タッピングの安定性が高く、左右の協調がより良好であった。指の動きが安定している子どもほど、ペグボードテストでも高得点を示した。さらに、QOL 評価では心理的安定や生活満足度の得点が高く、ピアノ練習を通じて集中力や達成感が高まり、自信や安心感が育まれている可能性が示唆された。

### 3. 考察：NMT 理論とピアノ学習の統合的理解

神経学的音楽療法（Neurologic Music Therapy: NMT）は、音楽を単なる芸術表現ではなく、「脳の働きを活性化するための計画的な刺激」としてとらえる理論に基づいている（Thaut & Hoemberg, 2014）。NMT の中核には、リズムという時間の構造を利用して動作のタイミングを整えること、そして繰り返しの練習によって神経のネットワークを強化すること、という二つの柱がある。音楽の拍やテンポに合わせて身体を動かすことは、脳の運動制御に関わる神経回路を訓練する行為に等しい。

ピアノ演奏は、この NMT の理論を自然に体現している。両手を別々に、あるいは同時に動かす行為は、協調運動と注意の切り替えを同時に要求する複雑な課題である。たとえば、右手でメロディを奏で、左手で伴奏を支える動作は、脳の前頭前野や小脳、基底核といった領域を活性化させる。リズムに沿った反復動作は、小脳と基底核の運動タイミング回路を整え、動作の滑らかさと一貫性を高めることが知られている（Grahn & Brett, 2007）。こうした訓練は、発達性協調運動障害（DCD）をもつ子どもの運動制御や手指の協調性を改善する可能性をもつ。

NMT 技法のひとつである TIMP（Therapeutic Instrumental Music Performance）は、楽器演奏を用いた運動訓練であり、ピアノ指導ときわめて親和性が高い。楽器を演奏するという「目的のある動作」は、抽象的なリハビリ動作に比べて意欲を引き出しやすく、達成感を伴う行為となる（Altenmüller & Schlaug, 2015）。また、リズム聴覚刺激（Rhythmic Auditory Stimulation: RAS）は、一定のテンポに合わせて身体を動かすことで、運動のタイミングを整える方法であり、歩行訓練だけでなく、手指の協調や書字動作にも応用されている（Thaut et al., 1997）。

さらに、音楽的注意制御訓練（Musical Attention Control Training: MACT）は、音の変化やリズムの強弱に合わせて反応する課題を通して、注意の持続や切り替えを鍛える方法である（Rickson & Watkins, 2003）。ピアノ学習の中では、テンポや強弱の変化を聞き取りながら演奏を調整する経験が、まさにこの訓練と同じ神経過程を促している。

これらを総合すると、ピアノ学習は音楽教育の枠を超え、NMT の理論的基盤に基づく「神経科学的トレーニング」としての側面をもつといえる。音楽がもつリズム構造は、脳の時間的な処理能力を整える外部の“ガイド”として働き、注意、感情、運動の統合的な発達を支える。したがって、ピアノを用いた学びは、発達支援や療育の現場において、神経科学と芸術をつなぐ実践的な

架け橋となりうる。

#### 4.「いろおんぷ」メソッドと感覚統合支援

田中澄子によって開発された「いろおんぷ」メソッド (Tanaka, 2015) は、音の高さを色に対応させることで、視覚的に音楽を理解できるようにした学習法である。通常の五線譜では「ド」や「レ」といった音を記号として覚える必要があるが、いろおんぷでは「赤＝ド」「黄＝レ」など、色を手がかりにして音の位置関係を認識できる。このような色彩による手がかりは、記号理解が苦手な子どもにとってわかりやすく、学習時の負担を軽減する効果をもつ。

いろおんぷの特徴は、色(視覚)、音(聴覚)、指の動き(運動感覚)を同時に使う「多感覚的な学び(マルチモーダル学習)」にある。人間の脳は複数の感覚を組み合わせることで理解や記憶を深める傾向があり (Shams & Seitz, 2008)、この方法は子どもの感覚統合を促す働きをもつ。特に発達性協調運動障害 (DCD) のある子どもは、動作の順番を組み立てることが苦手な場合が多く、自閉スペクトラム症 (ASD) の子どもは予測できない刺激に不安を感じやすい。いろおんぷでは、色によって音や動作の順序を明確に示すため、どちらのタイプの子どもにも安心感と理解のしやすさを与える。

実際の観察では、色分けされた鍵盤や教材を使うことで、手の動きの順序が整理され、演奏中の迷いや誤りが減る傾向がみられた。これは、神経学的音楽療法 (NMT) の技法の一つである PSE (Patterned Sensory Enhancement) と同じ構造をもち、音楽的パターンを利用して動作の系列化を助けるものである (Thaut & Hoemberg, 2014)。色や形などの視覚的な手がかりが、脳の運動計画を補助し、動作の予測可能性を高める役割を果たす。

さらに、色の要素は感覚的な楽しさをもたらし、練習を続ける意欲にもつながる。音楽を演奏する過程で、脳の報酬系と呼ばれる領域が活性化し、快感や達成感をもたらすことが知られている (Zatorre & Salimpoor, 2013)。そのため、色を使った教材は「楽しい」「もっとやりたい」という内発的動機を引き出しやすく、子どもの自発的な継続を支える心理的効果をもつ。

以上のことから、「いろおんぷ」メソッドは単なる音楽教育の工夫にとどまらず、感覚の統合や運動計画、集中の持続を支援する発達支援的实践として位置づけられる。視覚と聴覚を結びつける色彩的楽譜は、教育と療育の境界をつなぐ新しい方法論として、今後の音楽的支援の展開に大きな意義をもつと考えられる。

#### 5. 結論と今後の課題

本研究は、神経学的音楽療法 (NMT) の理論を基盤に、ピアノ学習を通じた発達支援の有効性を探った。予備調査では、ピアノ学習経験が手指のリズム協調および生活動作の自立に関連する傾向を示した。また、「いろおんぷ」メソッドを介した多感覚的学習は、感覚統合の困難を補い、動機づけと集中の向上をもたらすことが明らかとなった。

今後は、より大規模なサンプルを対象としたランダム化比較試験や、縦断的観察研究を通じて、ピアノ学習が神経可塑性や QOL に与える影響を定量的に検証する必要がある。また、教育・医療・福祉の専門職が連携し、個別支援計画 (IEP) に NMT 的要素を組み込む制度的基盤を整えることが、実践の持続性を高める鍵となる。

ピアノという芸術的・教育的ツールが、科学的根拠に基づいた支援の一環として機能する未来

を目指し、本研究はその端緒を開く試みである。

## 【参考文献】

- ・ Altenmüller, E., & Schlaug, G. (2015). Apollo's gift: New aspects of neurologic music therapy. *Progress in Brain Research*, 217, 237–252. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.029>
- ・ Grahm, J. A., & Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience* (2007) 19 (5): 893–906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>
- ・ Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., & Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neuroscience*, 29(10), 3019–3025. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5118-08.2009>
- ・ Rickson, D. J., & Watkins, W. G. (2003). Music therapy to promote prosocial behaviors in aggressive adolescent boys: A pilot study. *Journal of Music Therapy*, 40(4), 283–301. <https://doi.org/10.1093/jmt/40.4.283>
- ・ Schaefer, R. S., Morcom, A. M., Roberts, N., & Overy, K. (2014). Moving to music: Effects of heard and imagined musical cues on movement-related brain activity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 774. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00774>
- ・ Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006>
- ・ Tanaka, S. (田中澄子). (1957). いろおんぷ [Iroonpu Method: Color-coded piano education for children]. 東京: 音楽之友社 (Ongaku no Tomo-sha).
- ・ Thaut, M. H., & Hoemberg, V. (Eds.). (2014). *Handbook of Neurologic Music Therapy*. Oxford University Press.
- ・ Thaut, M. H., McIntosh, G. C., & Rice, R. R. (1997). Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of Neurologic Sciences*, 151(2), 207–212. [https://doi.org/10.1016/s0022-510x\(97\)00146-9](https://doi.org/10.1016/s0022-510x(97)00146-9)
- ・ Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Rice, R. R., Miller, R. A., Rathbun, J., & Brault, J. M. (1996). Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Movement Disorders*, 11(2), 193–200. <https://doi.org/10.1002/mds.870110213>
- ・ Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: Auditory–motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547–558. <https://doi.org/10.1038/nrn2152>
- ・ Zatorre, R. J., & Salimpoor, V. N. (2013). From perception to pleasure: Music and its neural substrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(Supplement 2), 10430–10437. <https://doi.org/10.1073/pnas.1301228110>