



[原著]

大学生における音量の同定能力および弁別能力の検討 モンテッソーリ・メソッドの感覚教具「雑音筒」を用いた 調査から

安藤恭子¹⁾, 服部安里²⁾

1) 名古屋女子大学短期大学部

2) 小田原短期大学

要旨

本研究は、モンテッソーリ・メソッドで用いられる感覚教具「雑音筒」を用い、大学生における音量の同定能力および弁別能力を調査するとともに、ピアノ学習経験と音量知覚の関連性について検討することを目的とした。対象は大学生 60 名であり、6 種類の音量を呈する「雑音筒」を用いて同一音量を対応させる pairing、音量順に並べ替える grading を実施した。また、各課題と入学前のピアノ学習経験年数との関連を分析した。

その結果、pairing では半数以上の被験者がすべての筒を正しく対応させた。特に最小音量の筒 1 では正答率が 98.3 % と高く、他の筒との間に有意差が認められた。極めて小さい音は他の音に比べて特徴的であり、判断の基準として捉えられやすい可能性が示された。grading では被験者が配置した位置と正しい位置との差を「エラー」として算出した結果、筒間に有意差が認められた。特に中程度の音量域に位置する筒 4 で誤りが多く、弁別が相対的に難しい傾向が示された。振り返り記述においても、中間の音量が判断しづらいとの記述がみられた。

さらに、pairing と grading の間には有意な相関は認められず、両課題が異なる認知的過程を反映していると考えられる。また、いずれの課題にもピアノ学習経験年数との関連はみられず、音量知覚は必ずしも音楽的な学習経験のみに依存しない可能性が示された。今後は各筒の音圧レベルを精密に測定し、音量知覚に関する教育教材としての特性を明確化する必要がある。

キーワード：音量知覚，同定能力，弁別能力，雑音筒，ピアノ学習経験

1. 序論

世界保健機関（WHO）は 2019 年に国際電気通信連盟（ITU）と協同し、スマートフォンやオーディオプレイヤーなどの音響機器における安全な音量の目安を示す国際基準を策定した（1）。さらに 2022 年には、12 歳から 35 歳までの 10 億人以上が大音量の音楽や音に長時間さらされるこ

とで聴力を失う危険性があるとして、イベント会場や余暇活動における安全な聴取に関する国際基準を発表している（2）。このように、若年層の聴覚保護は国際的にも喫緊の課題であり、音環境との適切な関わり方を教育的に促す取り組みの重要性が高まっている。

聴覚器は出生時からすでに音刺激に反応

安藤恭子

〒467-8610 愛知県名古屋市瑞穂区汐路町 3-40
名古屋女子大学短期大学部

Email : kyando@nagoya-aoi.ac.jp

2025 年 12 月 17 日受付
2026 年 7 月 8 日受理

する能力を有しているが、音を認識し、解釈する機能は生後の発達を通して獲得される(3)。聴覚の発達は15歳頃まで継続し(4)、音の高さを聴き分ける音高弁別能力の発達には、音符や調性に関する知識など、学習を通して習得される音楽的経験が大きく寄与することが指摘されている(5)。また、この能力は音楽経験の量や質に比例して高まることも報告されている(6)。さらに、保育環境のような騒がしい場面で聴きたい音を聴く「選択的聴取能力」の発達は比較的遅く、5歳以降に顕著な向上を示すとされ(7・8)、騒音下での聴取課題において成人と同等の水準に達するのは13歳から15歳頃である(9)。これらの知見は、聴取能力が単なる生得的感覚ではなく、経験や学習を通して形成・洗練される能力であることを示している。

しかし、近年では若年層における高音域の聴力低下が報告されている(10)。ヒトの可聴範囲は一般に20Hzから20kHz程度であるが、乳幼児期にはより広い帯域の音を聴取できる(11)。実際、児童を対象とした研究では、成人よりも高い周波数まで聴取可能であることが示されている(12)。その一方で、大学生を対象とした研究では、音楽聴取習慣によって身近な音を聴き逃す可能性があることや音量知覚の低下が指摘されている(13)。音の大小を聴き分ける音量弁別能力は生後2年頃までに成立するとされるが(14)、青年期以降における特徴や個人差については十分に検討されていない。

こうした状況を踏まえると、青年期における音量知覚の特徴や個人差を明らかにするとともに、日常の音環境や音楽経験との関連を検討することは、教育的観点からも重要である。特に大学生は、イヤホンやヘッドホンなどを用いて自ら音量や聴取環境を選択する機会が多く、音量知覚の個人差が安全な聴取行動に影響を及ぼす可能性がある。また、大学生は聴覚発達が概ね成熟した段階にあると考えられる一方で、音環境との関わり方が聴覚機能や音量知覚に影響を及ぼし得る発達段階にあるといえる。

本研究では、青年期における音量知覚の

特徴を検討する方法として、モンテッソーリ・メソッドで用いられる感覚教具「雑音筒」に着目した。「雑音筒」は、異なる大きさの音を呈する複数の筒を聴き比べることで音の大小や音量の順序を判断する教具であり、子どもの聴覚的注意や音量を弁別する力を育てることを目的として用いられている。本来、この教具は臨床的な聴力測定を目的とするものではないが、微細な音の違いを聴き分ける課題を通して、従来の聴力検査による数値的評価では捉えにくい音量知覚の特徴を把握できる可能性がある。

そこで本研究では、大学生を対象にモンテッソーリ教具「雑音筒」を用いて、音量が同一であるかを判断する同定能力(pairing)と、音量の強弱を判断する弁別能力(grading)を測定し、青年期における音量知覚の特徴を検討することを目的とする。さらに、ピアノ学習経験年数による差異を分析することで、音楽経験と音量知覚の関連性について検討する。

II. モンテッソーリ・メソッドの感覚教具「雑音筒」

マリア・モンテッソーリ(1870-1952)が提唱したモンテッソーリ・メソッドは、子どもの発達を生理学的観点から捉え、観察によって得られた事実を基盤とした科学的な幼児教育法である。このメソッドでは、整えられた環境の中で、子どもが自らの興味に基づいて教具を選択し、手を使って操作しながら学ぶことが重視される。用いられる教具は、子どもの興味を引き出し、活動を継続的に促すよう体系的に構成されており、相互に関連しながら感覚や認知の発達を支えるよう設計されている(15・16)。

聴覚に働きかける教具としては「雑音筒」と「音感ベル」がある。「雑音筒」は音の強弱(音量)を、「音感ベル」は音の高低(音高)を扱う教具であり、それぞれの弁別活動を通して聴覚的弁別能力の発達を促すことを目的としている。「雑音筒」は6本ずつの筒2セットから構成され、筒を耳元で振って音を鳴らし、「同じ音を探す(pairing)」(図1)および「音を段階づける(grading)」(図2)という2種類の活



図1 同じ音を探す (pairing)



図2 音を段階づける (grading)

動を行う。pairing では同じ音量の筒を対にすることで音量の同定能力を、grading では音の強弱順に筒を並べ替えることで音量の弁別能力を捉えることができる。本研究では、音量の同定能力と弁別能力の違いを検討するため、同一音量を対応させる pairing 課題と、音量順に並べ替える grading 課題の2種類を実施した。

また、「雑音筒」は特別な装置を必要とせず簡便に使用できる教具であるため、実験室に限らず日常的な環境においても課題を実施することが可能である。そこで本研究では、被験者が日常的に過ごす講義室という環境下で調査を実施した。これにより、日常的な聴取環境に近い条件において、音量知覚の特徴を検討することを試みた。

III 方法

1) 被験者

本研究では、大学生 69 名を対象とした。そのうち、調査において全ての回答を得られた 60 名を分析対象とした。

2) 倫理的配慮

本研究は、名古屋女子大学「人を対象とする研究」倫理審査委員会の承認を得て実

施した（承認番号 2023-5）。被験者には研究の目的、方法、個人情報取り扱い、利益相反など倫理上の注意事項を記載した同意書を配布し、書面および口頭で説明を行った。また、同意撤回書も併せて配布し、全被験者（69 名）から同意を得た。

3) 調査日

調査は 2024 年 11 月 7 日・11 日および 12 月 5 日・6 日の計 4 日間にわたり実施した。

4) 調査手順

被験者を 6 つのグループに分け、モンテッソーリ教具「雑音筒」を用いた pairing および grading に取り組んだ。pairing では同じ音量の筒を対にする課題を、grading では音の強弱順に筒を並べ替える課題を実施した。

5) 調査項目

調査では以下の項目を記録した。

1. 年齢
2. 入学前のピアノ学習経験年数
3. 「雑音筒」を用いた課題の振り返り（自由記述）

6) 分析方法

収集したデータの分析には、統計解析ソフト JASP 0.19.3 を用いた。pairing と grading の成績の評価については Tukey HSD 検定を用いた。各課題とピアノ学習経験年数との関連および pairing と grading の関連には Pearson の相関分析を用いた。有意水準は 5 % とした。自由記述は内容分析により、被験者の音への気づきや聴覚的注意の傾向を抽出した。

IV 結果

1) 年齢

被験者の年齢は平均 20.9 歳（範囲：19～48 歳）であった。

2) 入学前のピアノ学習経験年数

被験者の入学前のピアノ学習経験年数を示す（図 3）。全体の 6 割以上が何らかのピアノ学習経験を有していたが、10 年以上の学習経験を持つ被験者は 2 割にとどまった。また、約 4 割はピアノ学習経験が 1 年未満、もしくは未経験であった。

3) 「雑音筒」による調査

1. pairing

pairing では、同じ音量の筒を探して対

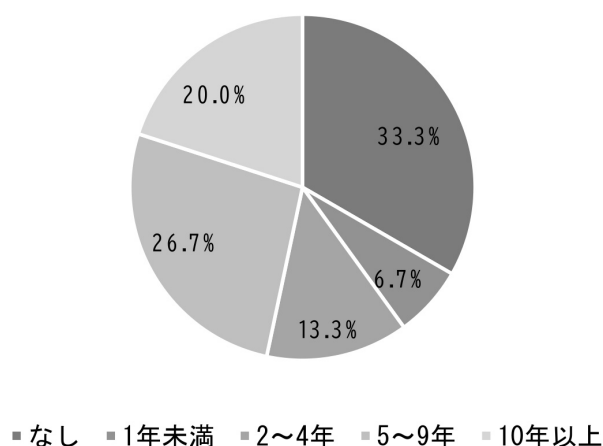


図3 被験者の入学前のピアノ学習経験年数

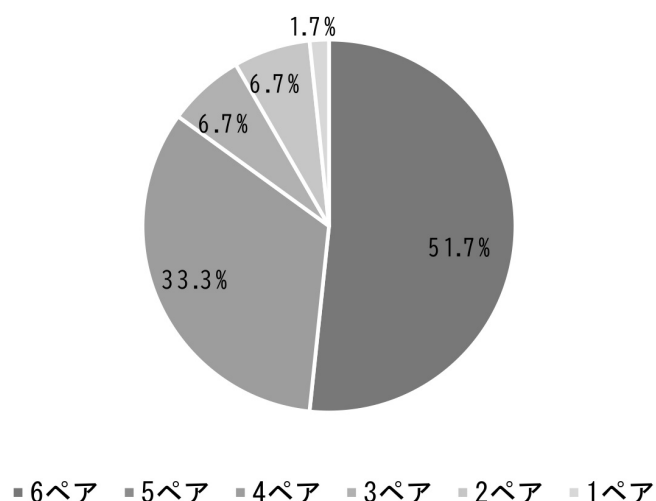


図4 pairingの正答数

にすることにより、音量同定能力を評価した。分析にあたっては、6ペアの筒のうち、いくつのペアを作ることができたかについて正答数を算出し、単純集計を行った(図4)。その結果、被験者の半数以上(51.7%)が6ペアすべてを正しく対にすることができ、85.0%が4ペア以上を対にすることができた。

各筒の正答率をみると、筒1が98.3%と最も高く、次いで筒3が91.7%、筒2が73.3%であった。筒4、筒5、筒6はいずれも71.7%と最も低い値を示した。

さらに、各筒におけるpairingの誤答率を他の筒と比較するために分散分析(ANOVA)を行ったところ、筒間に有意差が認められた($F(5, 354)=5.716, p<.001$)

(図5)。

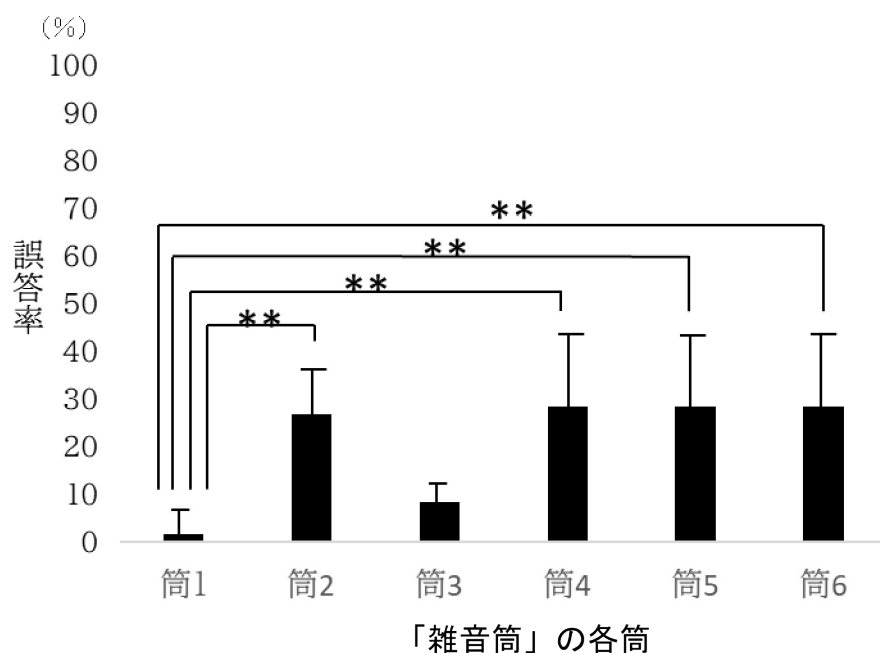
また、pairingの誤答数と入学前のピアノ学習経験年数との関連を調べた(表1)。Pearsonの相関分析を行ったが、有意な相関は認められなかった($r=0.08, p=.48$)。

2. grading

gradingでは、音の強弱順に6本の筒を並び替えることで音量弁別能力を評価した。分析にあたっては、正しい位置の並び順を基準とし、各筒について被験者が配置した位置と正しい位置との差を「エラー」として算出した。

筒ごとに算出したエラーの数によって分散分析した結果、筒間で有意差が認められた($F(5, 354)=21.715, p<.001$)(図6)。

さらに、基準となる並びに対するエラー



Tukey HSD 検定による筒ごとの pairing 誤答率では、筒1と2 (**= $p<.01$)、筒1と4 (**= $p<.01$)、筒1と5 (**= $p<.01$)、筒1と6 (**= $p<.01$) 間で有意差あり。

図5 「雑音筒」の各筒における pairing の誤答率

表1 pairing の誤答数と入学前のピアノ学習経験年数

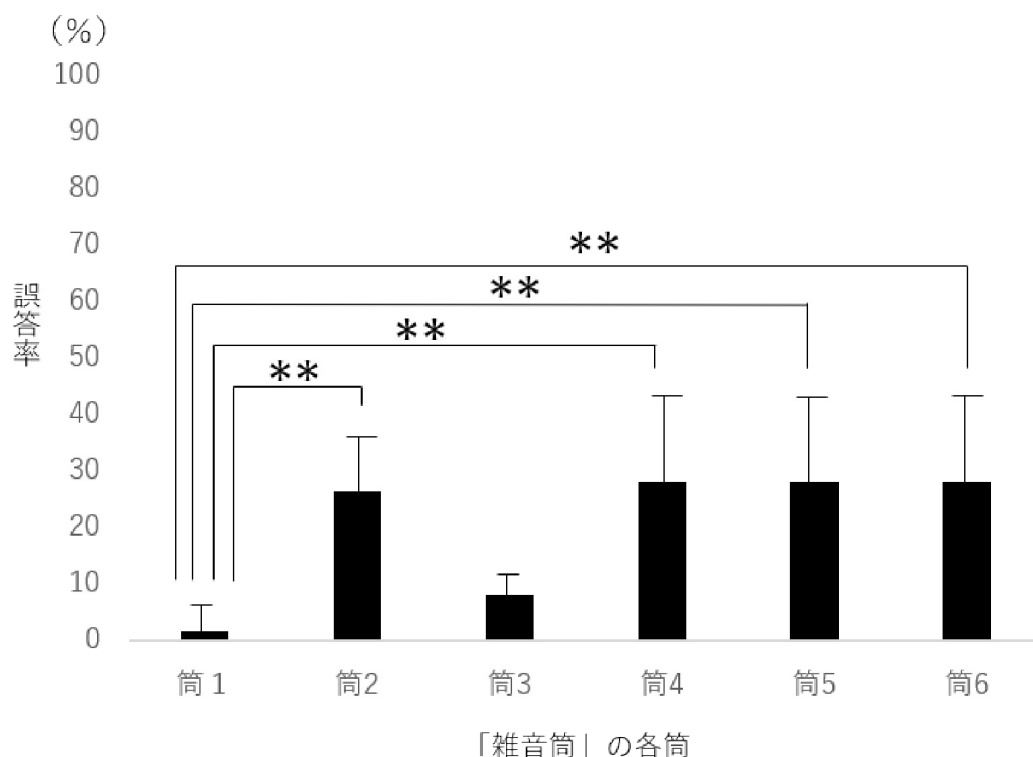
pairing の誤答数	ピアノ学習経験年数				
	なし	1年未満	2～4年	5～9年	10年以上
6					
5					1.7%
4	1.7%			1.7%	3.3%
3	3.3%				3.3%
2	6.7%	1.7%	1.7%	15.0%	8.3%
1					
0	21.7%	5.0%	11.7%	10.0%	3.3%

の数と距離の絶対値を「エラー値」として、入学前のピアノ学習経験年数との関連を調べた(表2)。エラー値とピアノ学習経験年数の関連を調べるため、Pearsonの相関分析を行ったが、有意な相関は認められなかった($r=-.05$, $p=.65$)。なお、エラー値はその値が大きいほど音量順の判断における誤りが大きいことを示す。本研究におけるエラーの範囲は筒1本当たり0(正しい位置)から5(最大誤差)である。

3. pairing と grading の関連

「雑音筒」を用いた課題の振り返りにおいて、pairing と grading ではどちらの課題が難しいと感じたかの回答を求めた結果、pairing が15.0%(9名)、grading が85.0%(51名)であった(図7)。

次に、pairing と grading の結果の傾向に関連があるのかを調べるために、被験者毎の pairing の誤答数と各被験者の grading のエラー値をまとめた(図8)。図中の円



Tukey HSD 検定による筒ごとの grading におけるエラーの数では、筒1とその他の筒 (***)、筒4と1、2、3 (***)、筒4と5、6 (* = $p < .05$) 間で有意差あり。

図6 各筒のエラーとなった被験者の割合

表2 grading のエラー値と入学前のピアノ学習経験年数

エラー値	ピアノ学習経験年数				
	なし	1年未満	2～4年	5～9年	10年以上
0				1.7%	
2	8.3%	3.3%		10.0%	6.7%
4	16.7%	1.7%	8.3%	11.7%	5.0%
6	8.3%		5.0%	3.3%	8.3%
8					
10		1.7%			

の中の数字はその座標に集まっている被験者の数を示している。本研究の結果では、両者の間に有意な相関は認められなかった ($r = -.03$, $p = .59$)。

V 考察

本研究では、大学生を対象としてモンテ

ッソーリ教具「雑音筒」を用い、音量の同定能力および弁別能力を検討した。その結果、以下の3点が明らかになった。

第1に、pairing では被験者の過半数がすべての筒を正しく対応させることができた。具体的には、被験者60名中31名 (51.7%) がすべての筒を正しく対にする

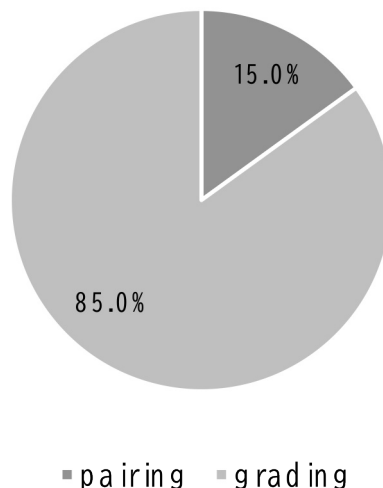


図7 被験者が難しいと感じた課題

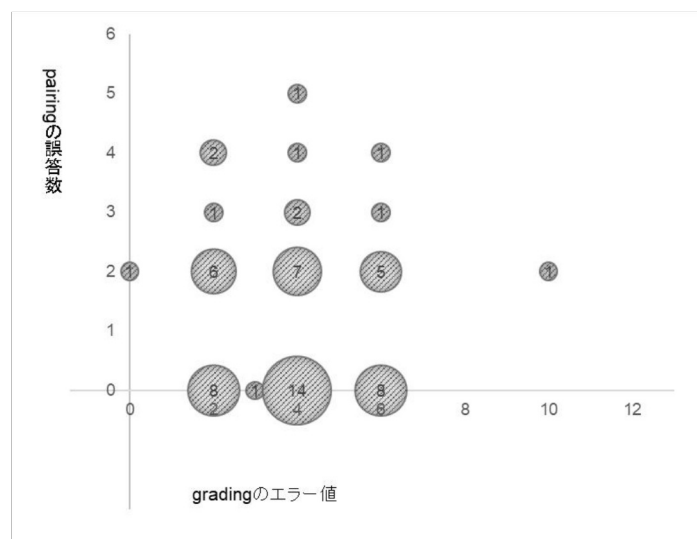


図8 被験者毎の pairing の誤答数と grading のエラー値

ことができている。また、各筒の正答率を比較した結果、筒1は98.3%と最も高い正答率を示した。筒1は6本の筒における最小音量であることから、被験者が最も小さい音を判断の基準として捉えやすかったことが示唆された。極端に小さい音は他の音と比べて特徴的な手がかりとなりやすく、相対的な音量判断において参照点として機能したと考えられる。このような傾向は、判断の基点となる情報が意思決定に影響を与えるアンカー効果 (anchoring effect) の考え方とも関連すると推論できる (18)。一方で、本研究においては大きい音については小さい音ほど特徴的な手がかりとして捉えられていないことが示されており、明確な参照点としては機能しにくかったと考

えられる。

第2に、gradingでは筒間のエラーに有意差が認められ、特に筒4において弁別が難しい傾向がみられた。この結果は、中程度の音量域では「大きい」「小さい」といった主観的判断が曖昧になりやすく、隣接する音量との差異を捉えにくくなることを示している。一般に、極端に小さい音や大きい音は他の音との差が明確であるため識別しやすいが、中間的な音量では相対的な差異を把握しにくくなると考えられる。被験者の振り返り記述においても、「真ん中辺りの音の聴き分けが一番難しく、違いが曖昧だった」「一番小さいものと大きいものを見つけるのは簡単だったが、間の大きさのものを見つけるのが難しかった」とい

った記述がみられ、本研究の結果を裏付ける内容となっていた。

第3に、pairing および grading の結果はいずれも入学前のピアノ学習経験年数と有意な相関を示さなかった。このことは、これらの課題が必ずしも音楽的な学習経験に依存するものではなく、音への注意や日常的な聴取経験などといった「聴く力」に基づく側面があることを示唆している。また、本研究では pairing よりも grading を難しいと回答した被験者が多く、両課題間に有意な相関も認められなかった。聴覚情報処理に関するスキルは難易度の低いものから段階的に構成されるが(9)、pairing が即時的な聴覚記憶にもとづく比較判断であるのに対し、grading は複数の音の相対的關係を推論しながら順序づける課題である。このことから、「聴く」という行為には、音の同一性を判断する処理と、複数の音の関係を推論して順序づける処理といった異なる認知的側面が含まれている可能性がある。

さらに、本研究の結果は、音量知覚に関する基礎的理解に加え、教育的視点からも示唆を与えるものである。一般に聴力の評価は、聴力検査などの医学的・工学的指標によって測定されることが多いが、日常生活における「聴く力」には、音の違いに注意を向ける力や、複数の音を比較・判断する認知的過程が関与していると考えられる。本研究で用いた「雑音筒」は、こうした聴覚的注意や音量弁別の過程を体験的に促す教材であり、聴覚的な気づきや注意を育てる教育的活動の有効な教材となり得る。したがって、音環境への意識を高める教育や音量リテラシーの育成といった観点からも、本研究の知見は意義を持つといえる。

最後に、本研究で用いたモンテッソーリ教具「雑音筒」には、各筒の音量差が物理的に均等でない可能性があり、被験者の音量知覚を評価する上での課題として挙げられる。今後は、各筒の音圧レベルを工学的手法によって測定し、音量差の精度を担保したうえで、被験者がどの程度の差異を識別できるかを検討する必要がある。これらの検討を通して、「雑音筒」の音量知覚に

関する教育教材としての特性を明らかにすることが求められる。

VI 結語

本研究では、モンテッソーリ教具「雑音筒」を用いて大学生の音量同定能力および弁別能力を検討した。その結果、被験者は最小音量の筒を比較的正確に同定できる一方で、中程度の音量域では判断が曖昧になる傾向が示された。また、ピアノ学習経験年数との関連がみられなかったことから、音量知覚は必ずしも音楽的な学習経験のみに依存しない可能性が示唆された。

さらに、pairing と grading の間に有意な関連がみられなかったことから、音量の同定と弁別にはそれぞれ異なる認知的過程が関与していると考えられる。これらの結果は、「雑音筒」を用いた課題が、従来の聴力検査では捉えにくい音量知覚の特性や聴取行動を把握する手がかりとなり得ることを示している。

今後は、各筒の音圧レベルを精密に測定し、教材としての特性を明確化したうえで、音量知覚の評価や音量弁別能力の育成を目的とした教育的活用について検討する必要がある。

参考文献

- (1) 世界保健機関 (WHO) 「Safe listening devices and systems: a WHO-ITU standard」 <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/13ca343f-2c4b-4932-8b10-ebf3d15d706a/content> (2025.12.16 最終アクセス)
- (2) 世界保健機関 (WHO) 「WHO Global standard for safe listening venues & events」 (2025.12.16 最終アクセス)
- (3) 常石秀市 (2008) 「感覚器の成長・発達」『バイオメカニズム学会誌』 32 (2), pp. 69-73.
- (4) 白石君男 (2016) 「子どもの聴覚発達と音環境」『日本音響学会誌』 72 巻第3号, pp.137-143.

- (5) 山根直人 (2009) 「幼児期における
楽音の音高識別力について：評定方
法の再検討」『発達心理学研究』第 20
巻第 2 号, pp.198-207.
- (6) Kishon-Rabin, L., Amir, O., Vexler,
Y., & Zaltz, Y. (2001) Pitch
discrimination: Are professional
musicians better than non-
musicians? *Journal of Basic and
Clinical Physiology and
Pharmacology*, 12 (2) , pp.125-
144.
- (7) 加藤正晴・嶋田容子・木谷俊介
(2021) 「学童期における日本語を用
いた選択的聴取能力」『日本音響学会
誌』77 巻第 8 号, pp.500-503.
- (8) 嶋田容子・志村洋子・小西行郎
(2019) 「環境音下における幼児の選
択的聴取の発達」『日本音響学会誌
』75 巻第 3 号, pp.112-117.
- (9) C.C.Crandell & J.J.Smaldino (2000)
*Classroom Acoustics for Children
With Normal Hearing and With
Hearing Impairment Language,
Speech, and Hearing Services in
Schools* 31 (4) , pp.362-370.
- (10) Koichiro Wasano, Kimitaka Kaga,
Kaoru Ogawa (2021) Patterns of
hearing changes in women and
men from denarians to
nonagenarians, *The Lancet
Regional Health - Western
Pacific* (9) , 100131.
- (11) 小西行郎・志村洋子 (2020) 「赤
ちゃん学からみた音響学」『日本音響学
会誌』76 巻 2 号, pp.85-92.
- (12) 上田麻理・長谷川英之・中村健太郎
・神崎晶 (2021) 「超高周波音の聴
こえと曝露実態計測—その 1：児童
に対する主観的閾値の計測」
Audiology Japan Vol. 64, No. 5, p.
446.
- (13) 安藤恭子 (2021) 「音楽聴取の実態
と身近な音に対する意識との関
連—保育者養成校の学生を対象とし
た質問紙調査から—」『保育文化研究
』第 12 号, pp.51-62.
- (14) ラドシー, R.E., ボイル, J.D./徳丸
・藤田・北川共訳 (1985) 『音楽行
動の心理学』音楽之友社, pp.278-
279.
- (15) M.モンテッソーリ/クラウス・ルー
メル・江島正子訳 (2010) 『モンテ
ッソーリ教育の実践理論—カリフォ
ルニア・レクチュア』サンパウロ,
pp.25-30.
- (16) Montessori, M. (1914)
Dr.Montessori's own handbook,
Loki's Publishing, pp.61-65.
- (17) モンテッソーリ, M. (1989) 『私の
ハンドブック』平野智美・渡辺起世
子訳, エンデルレ書店, pp.58-63.
- (18) Tversky, A., & Kahneman, D.
(1974). Judgment under
uncertainty: Heuristic and biases.
Science, 185, pp.1124-1130.

Identification and Discrimination of Sound Intensity in University Students: A Study Using the Montessori Sensorial Material “Sound Boxes”

Kyoko ANDO¹⁾, Anri HATTORI²⁾

1) College of Nagoya Women's University

2) Odawara Junior College

Summary

This study investigated sound intensity identification and discrimination abilities in university students using the Montessori sensorial material “Sound Boxes,” and examined the relationship between these abilities and prior piano learning experience. The participants were 60 university students. Six sound boxes producing different sound intensity levels were used in two tasks: a pairing task, in which participants matched boxes with identical sound intensities, and a grading task, in which they arranged the boxes from the softest to the loudest. In addition, the relationship between task performance and years of piano learning experience prior to university admission was analyzed.

The results showed that, in the pairing task, more than half of the participants correctly matched all the boxes. In particular, Box 1, which produced the lowest sound intensity, showed a very high correct response rate (98.3%), significantly higher than that of the other boxes. Extremely soft sounds were more distinctive than other sound levels and were likely used as a reference for judgment. In the grading task, the difference between the position assigned by the participant and the correct position was calculated as an error score. The analysis revealed significant differences among the boxes, with Box 4, representing a medium sound intensity, showing relatively larger errors. This result indicates that discrimination in the middle intensity range was more difficult. Reflective comments from participants also indicated that sounds of intermediate intensity were difficult to judge.

Furthermore, no significant correlation was found between the pairing and grading tasks, suggesting that the two tasks reflect different cognitive processes. In addition, no relationship was found between task performance and years of piano learning experience. These findings suggest that sound intensity perception is not necessarily dependent solely on musical training. Future studies should measure the sound pressure levels of each box more precisely to clarify the characteristics of this material as an educational tool related to sound intensity perception.

Keywords: sound intensity perception, identification, discrimination, sound boxes, piano learning experience