

超音波刺激がもたらすマインドワンダリングへの影響 Effects of Ultrasound Stimuli on Mind Wandering

黒岩 啓吾[†] 佐藤 祐一[†] 羽場 太一[†]
Keigo Kuroiwa Yuichi Sato Taichi Haba
寺島 修[‡] 崔 高超[‡] 唐山 英明[‡]
Osamu Terashima Cui Gaochao Hideaki Touyama

1. はじめに

近年, COVID-19 を発端として, 講義のオンライン化が進められてきた. そのような中, 講義に対する注意力低下が, 依然として解決すべき問題として挙げられている[1]. 注意力低下の原因として, マインドワンダリング(Mind Wandering: MW)が挙げられる. MW は遂行中の課題から無関係な内的思考へと注意が移る現象であり, 課題成績を低下させる要因となる[2]. そのため, 課題成績の維持・向上には, MW の抑制が重要である. しかし, 現在の MW 抑制手法は事前に継続的な訓練等が必要であり, 利便性に乏しい. 2010 年に高橋らは, 超音波提示により前方への注意の集中がみられたことを報告している[3]. そこで本論文では, 超音波(Ultrasound: US)及びホワイトノイズ(White Noise: WN)を課題中に提示し, ADHD 傾向, 注意力の評価として課題関連指標, 心電図を用いることにより, 超音波刺激が MW に及ぼす影響について検討を行った.

2. 実験方法

2.1 実験概要

被験者は, 若年健常男性 15 名(Mean(SD), 22.07(0.88)歳)を対象に実験を行った. 被験者には事前に実験の説明を十分に行い, 実験参加への同意を得た. なお, 本実験は富山県立大学倫理委員会の承認を得た上で実施した. 心電図は測定機器として g.USBamp(g.tec medical engineering GmbH) を用いて記録を行い, サンプリング周波数を 1,200Hz, ノイズ除去の目的で低域遮断フィルタ 0.1Hz, 高域遮断フィルタ 100Hz, ノッチフィルタ 60Hz を適用した. 心電図の電極貼付位置は, 第 II 誘導に基づき右鎖骨下, 左鎖骨下, 左側胸部の三点とし, 接地電極を左鎖骨下, 基準電極を右鎖骨下とした. 聴覚刺激の提示にはヘッドフォン(Bose QuietComfort 35 wireless headphones II, Bose)を使用した. また, 日内変動の影響を防ぐため, 14:00~16:30 に全ての被験者の実験を行った. なお, 実験開始 2 時間前からの飲食および, 計測時間外の電子機器の使用, 過度な運動, 飲食, 睡眠を禁止した.

2.2 実験手法

本実験のプロトコルを図 1 に示す. 心電図の計測は各課題中に行い, 実験前には ADHD 傾向を測定する adult ADHD self-report scale v1.1(ASRS)の前半 6 問[4]を実施した. また, 本実験において課題中に提示する聴覚刺激は音提示なし(Non), WN, US(20kHz)とし, 各課題中に提示す



図 1 実験プロトコル

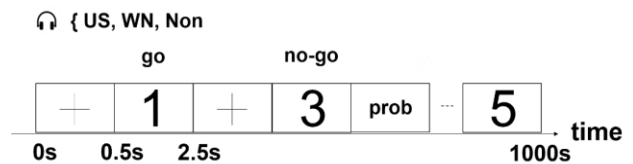


図 2 Go/Nogo 課題

る聴覚刺激は 1 種類のみ, 聴覚刺激の提示順序はランダムとした. WN, US の提示については, WN では不快にならない程度として 40dB とし, US は高橋ら[3]と同様に 60dB で提示した.

本実験では持続的注意課題(Sustained Attention to Response Task: SART)として, Go/Nogo 課題を行った(図 2). 本課題では Nogo 刺激を数字の 3, Go 刺激を 1, 2, 4~9 の数字とし, Go 刺激を 360 回, Nogo 刺激を 40 回提示した. 被験者には Go 刺激が提示された場合は可能な限り早く"B"キーを押すように, Nogo 刺激が提示された場合は反応しないよう指示した. また, 課題中に大塚ら[5]を参考に作成した思考プローブを 15 回提示し, プローブ提示直前の思考について, 当てはまるものに対応するキーを押して回答するよう指示した.

2.3 解析手法

本実験では, 課題関連指標として Go 刺激の提示からキー押しまでの反応速度(Reaction Time: RT), Nogo 刺激への反応割合(Nogoerror), 思考プローブの回答内容を計測した. また, 思考プローブの提示 5 秒前から提示までの 5 秒間について, 計測した心電図時系列データの解析を行った.

計測した心電図データについて, 前処理として 8-20Hz のバンドパスフィルタを適用して低周波ノイズを取り除いた. その後 R 波を検出し, 副交感神経指標として Root Mean Square of Successive Differences(RMSSD), 交感神経指標として Standard Deviation of the NN intervals/RMSSD(SDNN/RMSSD)を算出した.

[†]富山県立大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Toyama Prefectural University

[‡]富山県立大学 Toyama Prefectural University

3. 結果

各条件において思考プローブに対し、MW の回答数が 0 または最大数の 15 となった被験者 5 名については全解析から除外し、10 名についてデータの解析を行った。

まず、被験者の ASRS 得点(Mean(SD))は 2.80(1.55)点であった。また、Go/Nogo 課題における課題関連指標について、結果を表 1 に示す。思考プローブの回答内容に MW と回答した割合(MWrate)、MW 指標として用いられる反応時間変動係数(response time coefficient of variability: RTCV)、Go 刺激における平均 RT(RTmean)、Nogoerror について、US 条件に対し他の 2 条件と多重性を考慮し Bonferroni 法による補正を行ない、Wilcoxon の符号付順位検定を用いて比較を行ったところ、各条件において有意な差はみられなかった。

次に、心電図解析の結果を表 2 に示す。思考プローブの回答において、課題関連思考(Task Related Thinking: TRT)、マインドワンダリング(MW)に分類し、それぞれ RMSSD、SDNN/RMSSD を算出し、課題ごとに被験者内で平均値を算出した。その後 US 条件に対し他の 2 条件について、同様の補正及び検定を用いて比較を行ったところ、条件間に有意な差はみられなかった。

最後に、ASRS 得点について、MW 率と課題関連指標における Spearman の順位相関係数の算出結果を表 3 に示す。Non 条件、WN 条件において、ASRS 得点と RTCV に有意な正の相関(順に $r = .70, p < .05$, $r = .66, p < .05$)がみられ、WN 条件において ASRS 得点と Nogoerror に正の相関($r = .76, p < .05$)がみられた。

表 1 課題関連指標の比較結果(Mean(SD))

	Non (SD)	WN (SD)	US (SD)
MWrate	0.32(0.19)	0.41(0.28)	0.33(0.21)
RTCV	0.24(0.06)	0.26(0.10)	0.24(0.08)
RTmean	0.33(0.07)	0.34(0.07)	0.33(0.06)
Nogoerror	3.40(2.41)	3.60(3.24)	4.40(3.44)

表 2 自律神経指標の比較結果(Mean(SD))

		Non (SD)	WN (SD)	US (SD)
MW	RMSSD	21.93(10.37)	21.14(11.55)	20.53(8.62)
	SDNN/RMSSD	0.97(0.13)	0.92(0.17)	0.99(0.25)
TRT	RMSSD	22.11(10.08)	22.87(7.83)	23.19(8.59)
	SDNN/RMSSD	0.96(0.14)	1.01(0.16)	0.95(0.15)

表 3 ASRS 得点と課題関連指標の相関係数

Correlation coefficient	Non	WN	US	
ASRS	MWrate	0.12	0.22	0.34
	RTCV	0.70*	0.66*	0.19
	Nogoerror	0.51	0.76*	0.50
	RTmean	-0.09	-0.08	-0.09

* = $p < .05$

4. 考察

課題関連指標及び自律神経指標について、各条件における比較の結果、有意な差はみられなかった。本論文では、高橋らが行った運転操作課題とは異なり、難易度の低い Go/Nogo 課題を行った[3]。そのため、課題中の注意力及び MW 生起数に影響がみられなかった可能性が考えられる。また、ASRS 得点と RTCV について、US 条件以外の 2 条件で正の相関がみられた。2015 年に Seli らによって、非意図的な MW 傾向のみ ADHD 傾向との正の相関がみられたことが報告されている[6]。これより、Non、WN の 2 条件では、US 条件と比較して、非意図的な MW が高い割合で発生した可能性が考えられる。以上から、非可聴音である US の提示が、課題中の非意図的な MW を減少させる可能性が示唆された。次に、ASRS 得点と Nogoerror について WN 条件でのみ正の相関がみられた。2007 年に Söderlund らにより、適度な背景雑音が課題パフォーマンスを向上させる可能性、また適度な音量には個人差があることが考察されている[7]。本論文で提示した WN の音量は全被験者で 40dB とした。そのため、個人毎に異なる適度な背景音量のために、本論文では他の 2 条件と異なる結果となった可能性が考えられる。

以上より、US 提示による MW への影響については、US による注意力及び MW 生起数への影響はみられなかったが、非意図的な MW を減少させる可能性が示唆された。

5. おわりに

本論文では、Go/Nogo 課題中に US 提示を行い、課題関連指標及び思考プローブへの回答について分類を行い、自律神経指標を算出、US 条件と Non、WN 条件について比較することで、US 提示による MW への影響について検討を行った。その結果、注意力及び MW 生起数への影響はみられなかったが、US 提示が非意図的な MW を減少させる可能性が示唆された。今後は MW の意図性について分類し、難易度の異なる課題を実施することで、US 提示による MW への影響について更なる検討を行う。

参考文献

- [1] K. K. Szpunar, S. T. Moulton and D. L. Schacter, "Mind wandering and education: From the classroom to online learning.", *Frontiers in psychology*, Vol.4, No.495(2013).
- [2] J. Smallwood and J. W. Schooler, "The Restless Mind", *Psychological Bulletin*, Vol.132, No.6, pp.946-958(2006).
- [3] 高橋 宏, 本田 博彦, "運転支援への超音波利用の可能性に関する一考察", *電気学会論文誌 C*, Vol.130, No.9, pp.1636-1643(2010).
- [4] R. C. Kessler, et al., "The World Health Organization Adult ADHD Self-Report Scale (ASRS).", *Psychological Medicine*, Vol.35, No.2, pp.245-256(2005).
- [5] 大塚 翔, 関口 貴裕, "外的刺激によるマインドワンダリング生起への気づき", *認知心理学研究*, Vol.13, No. 2 pp.81-91(2016).
- [6] P. Seli, J. Smallwood, J. A. Cheyne, and D. Smilek, "On the relation of mind wandering and ADHD symptomatology.", *Psychonomic bulletin & review*, Vol.22, pp.629-636(2015).
- [7] G. Söderlund, S. Sikström and A. Smart, "Listen to the noise: noise is beneficial for cognitive performance in ADHD.", *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, Vol.48, No.8, pp.840-847(2007).