

事務作業時および休憩時における心理・生理反応の経時変化特性と知的生産性
(その2) ラベンダーの香り付加効果と被験者平均および個人差に関する分析

Workplace Productivity and Change of Psychological and Physiological Response
during Simulated Office Work and Break Time

(Part2) Analysis of Psychological and Physiological Responses of Mean and Individual and
Effects of Lavender Aroma Oil

学生会員 ○近藤 弘基 (大阪大学) 技術フェロー 山中 俊夫 (大阪大学)
正会員 崔 ナレ (大阪大学) 正会員 竹村 明久 (摂南大学)
正会員 小林 知広 (大阪大学) 非会員 池田 馨 (パナソニック株式会社)
非会員 伊藤 雅人 (パナソニック株式会社) 非会員 丸山 博 (パナソニック株式会社)

Koki KONDO*¹ Toshio YAMANAKA*¹ Narae CHOI*¹ Akihisa TAKEMURA*²
Tomohiro KOBAYASHI*¹ Kaoru IKEDA*³ Masato ITO*³ Hiroshi MARUYAMA*³
¹ Osaka University ² Setsunan University ³ Panasonic Corporation

It was proven that the indoor environment considerably affects individual performance. However, the psychological and physiological responses of occupants toward the various indoor environment factors are still not clear. This study aims to examine the psychological and physiological effects of the indoor environment on workplace productivity. This study focused on the break time between office work, and the effect of relaxation on workplace productivity was investigated. In addition, the lavender essential oil was atomized during break time, and its influence was also examined.

はじめに

近年、オフィスの設計では、居住者の快適性や健康性を向上させ、さらに知的生産性の向上も図る動きがある。室内環境が個人のパフォーマンスに影響を及ぼすことは既往研究¹⁾で示唆されているが、室内環境が人体に及ぼす影響は、いまだ曖昧である。そこで本研究では、室内環境が知的生産性に及ぼす心理学的および生理学的影響を調べることを目的としている。休憩時のリラックス効果が知的生産性に影響を及ぼす可能性があると考え、休憩前と休憩後に d2 テストを行わせて、知的生産性の客観的評価を行った。また、作業間休憩時にラベンダー精油を噴霧して、においの効果も同時に検討した。さらに、結果は被験者平均だけでなく個人の特性も分析した。

1. 実験概要

実験は、図1に示す部屋で2019年12月10～26日の内、10日間で実施した。被験者として21～24歳の学生10名(男性6名、女性4名)を採用し、各被験者に対してにおい無し・ラベンダーの2条件を実施した。ラベンダーは、リラックス効果を与えると報告されている²⁾ため採用し、ラベンダー精油を精油用噴霧器(アロマ, (株)生活の木)の弱モード(10秒噴霧、50秒休止の繰り返し)で噴霧した。におい無し条件では水道水を同様に噴霧した。生理反応への影響を考慮して、実験は2日連続で同じ時間の実施し、実験の順番による影響を考慮して、初日がにおい無し条件と初日がラベンダー条件の被験者を5名ずつとした。

表1に測定項目を示す。主観評価は口頭で回答させた。主観評価項目の一部を図2に示す。安定度と活性化

は TDMS(二次元気分尺度³⁾の各項目の値から算出した。

事務作業を模擬したタスクとして d2 テスト⁴⁾を用いた。d2 テストは、上下に1～4個の点が

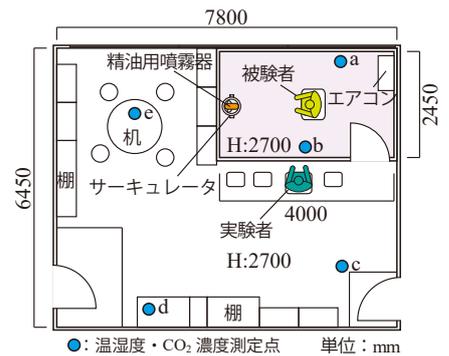


図1 実験室内平面図

表1 測定項目

測定内容	測定項目	測定方法	測定頻度
物理環境	温湿度・CO ₂ 濃度	TR-76Ui (株)ティアンド デイ	連続測定
	照度	照度計 T-10A, コニカミノルタジャパン(株)	1度のみ
心理反応	リラックス度	7段階尺度	図3を参照
	安定度・活性化	TDMS-ST for academic, アイエムエフ(株)	
	臭気強度	6段階尺度	
生理反応	鼻額皮膚温・心電・呼吸	バイオシグナルブラックス・プロ.(株)クレアクト	常時測定(200Hz)
	脳波	ポリメイトミニ AP108, (株)ミユキ技研	常時測定(1000Hz)
知的生産性	達成率・ミス率	d2テスト	7回連続+1回

[1] リラックス度

非常にストレス	ストレス	ややストレス	どちらでもない	ややリラックス	リラックス	非常にリラックス
-3	-2	-1	0	1	2	3

[2] TDMS

	全くそうでない	少しはそう	ややそう	ある程度そう	かなりそう	非常にそう
ア 落ち着いた	0	1	2	3	4	5
イ フライした	0	1	2	3	4	5
ウ 無気力な	0	1	2	3	4	5
エ 活気にあふれた	0	1	2	3	4	5
オ リラックスした	0	1	2	3	4	5
カ ヒリヒリした	0	1	2	3	4	5
キ だらけた	0	1	2	3	4	5
ク イキイキした	0	1	2	3	4	5

図2 主観評価項目の一部

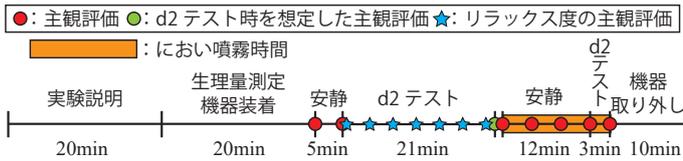


図3 実験タイムスケジュール

表2 物理環境結果

	測定点 a	測定点 b	測定点 c	測定点 d	測定点 e
温度【℃】	21.5±1.5	22.3±1.5	22.4±1.0	23.4±1.0	22.2±1.3
湿度【%】	44.5±4.6	43.5±4.3	37.2±5.2	36.9±5.2	39.2±6.0
CO ₂ 濃度【ppm】	889±104	901±96	784±95	771±97	765±98

付いた d と p の 47 文字、14 行で構成されており、文字の上下の点が合計 2 つの d の文字にのみ斜線をつける作業である。テスト 1 回の内容は、各行 12 秒の制限時間で 14 行続けて実施した。

実験タイムスケジュールを図 3 に示す。精油および水の噴霧は 12 分間安静の開始時から行った。実験中、被験者は椅子にかけ、安静時はプロジェクターで投影した自然風景（森林・川のせせらぎ）を視聴させた。21 分間 d2 テスト時は 7 回連続で d2 テストを実施した。また、12 分間安静時の主観評価は 4 分おきに実施した。

2. 実験結果・考察

2.1 物理環境

物理環境として、図 1 に示す各測定点の測定期間中の平均値および標準偏差を表 2 に示す。CO₂ 濃度の減衰から算出した実験室小部屋および大部屋の換気量はそれぞれ約 40m³/h、約 85m³/h だった。また、d2 テストを行う作業面の照度は約 175lx だった。

2.2 被験者平均の心理反応結果

リラックス度評価の全被験者平均を図 4 に示す。d2 テスト後の安静時のにおい条件間で t 検定を行った結果、安静時と d2 テスト時で大きな差が見られた。また、安静時のにおい条件間に有意差は無く、においによる大きな効果は見られなかった。安定度・活性度の全被験者平均を図 5 に示す。リラックス度と同様に t 検定を行った。安静時は安定度が上昇し、活性度は下降していた。また、安静から d2 テストに変わると安定度は下降し、活性度は上昇した。におい条件間に有意差はなかった。

2.3 被験者平均の生理反応結果

一般に、鼻皮膚温はストレス状態で低下し⁵⁾。また、ストレス負荷がある方が RRI が短く心拍数が大きい⁶⁾。皮膚温度差・心拍数の推移を図 6、図 7 に示す。図のプロットは各時点の時間平均した値を示す。また、隣り合う時点の値の間で t 検定を行った。両条件で多く有意差が見られ、被験者の状態の変化に伴って皮膚温度や心拍数は変化することが示唆された。さらに、最初の安静 5 分間を平均した値で各値を基準化した鼻額皮膚温度差、心拍数の結果を図 8、図 9 に示す。プロットは 1 分間平

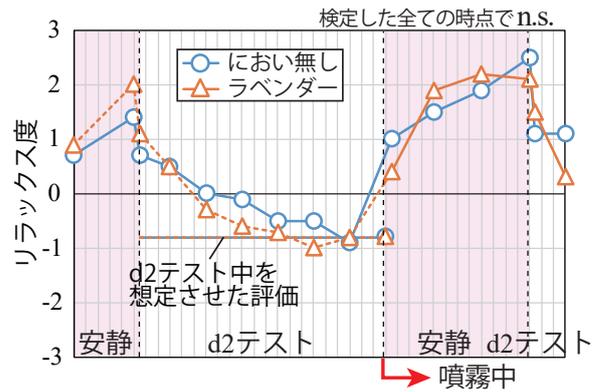


図4 リラックス度結果

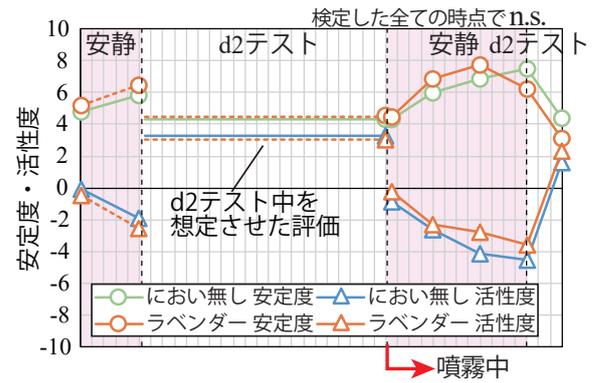


図5 安定度・活性度結果

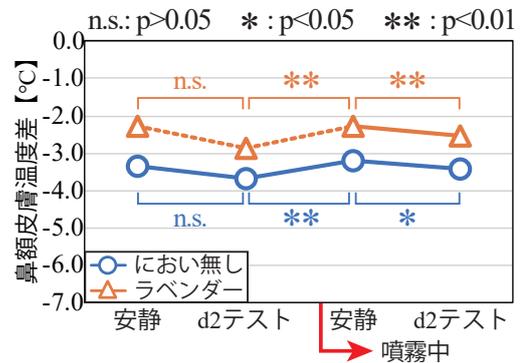


図6 鼻額皮膚温度差の推移

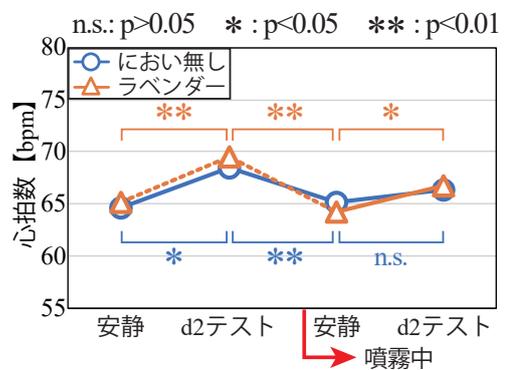


図7 心拍数の推移

均を示している。また、d2 テスト後の安静時のにおい条件間で t 検定を行った。鼻額皮膚温度差は、におい条件間に有意差はなかった。また、心拍数は安静 2 分時と 8 分時でにおい条件間に有意差があった。

脳波は国際式 10-20 法に従い、Fp1・Fp2(前頭極部)、O1・O2(後頭部)を測定した。O1・O2の脳波にFFTを施して求めたパワーの平均値に関する一部被験者の結果を図10、図11に示す。図のプロットは各時点の時間平均した値を示す。図10のように安静時に特定の周波数でピークが見られる人や、図11のように安静時と作業時の違いが小さい人がいた。また、β波(14~30Hzのパワーの平均値)をα波(8~13Hzのパワーの平均値)で割ってβ/αを求めた。作業課題時などの集中が必要なときにβ/αは増加するとされる⁷⁾。また、被験者2, 8のO1と被験者1, 4, 8のO2の一部の脳波に、測定機器の接触不良によるノイズが見られたが、結果に大きな影響を与えないと判断したため結果からは除外しなかった。O1・O2のβ/αの平均値の推移を図12に示す。隣り合う時点の値の間におい条件間でt検定を行った。安静時とd2テスト時で差があるように見えるが有意差は無かった。また、におい条件間でも有意差は無かった。

2.4 被験者平均の d2 テスト結果

d2 テストの成績は、達成率(総回答数÷総数)及びミス率((見落とし数+誤答数)÷総回答数)で評価した。達成率及びミス率の全被験者平均を図13に示す。達成率・ミス率ともに、1回目から7回目まではほとんど変化が無かった。d2 テストの習熟の影響と連続施行による疲れの影響が相殺されたためであると考えられる。また、8回目の成績は7回目よりも大きく向上しており、におい条件間でわずかな差異があるが、7回目からの向上率はほとんど一致していた。両条件とも休憩によって疲労状態から回復し、d2 テストには習熟していたと考えられるが、においの有無による大きな違いは無かった。

2.5 個人の心理・生理反応および d2 テスト結果

被験者平均の心理反応や生理反応は安静時と d2 テスト時の差が大きく見られた。しかし、脳波のパワースペクトルの結果からわかるように、被験者によって生理反応などが異なる可能性があった。そこで、個人毎の心理・生理反応の安静時と d2 テスト時の変化を分析した。脳波の O1・O2 の β/α の平均値、鼻額皮膚温度差、心拍数については、12 分間安静時の時間平均を 21 分間 d2 テスト時の時間平均で割って変化率を算出した。それぞれの結果を図14、図15、図16に示す。また、リラックス度については、12 分間安静時の時間平均を 21 分間 d2 テスト時の時間平均で引いて、変化の差を算出した。結果を図17に示す。脳波・鼻額皮膚温度差・リラックス度は、個人によって値が異なっており、個人差が大きいように見られた

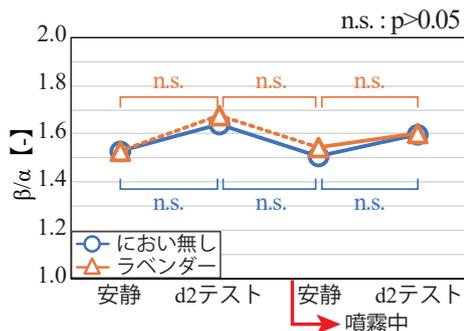


図12 脳波の O1・O2 の β/α の平均値の推移

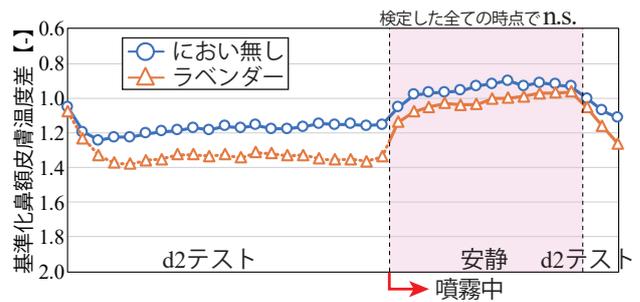


図8 基準化鼻額皮膚温度差の経時変化

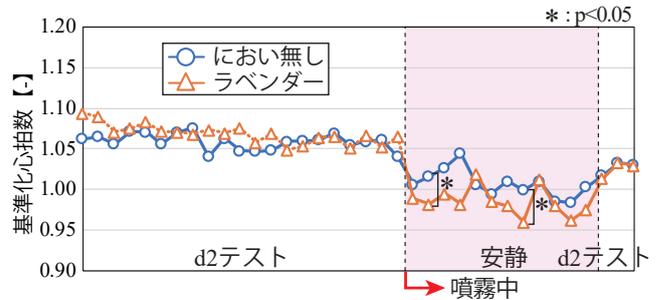


図9 基準化心拍数の経時変化

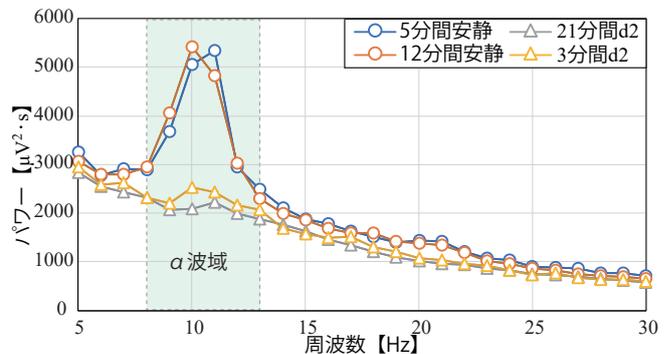


図10 被験者5の脳波のパワースペクトル

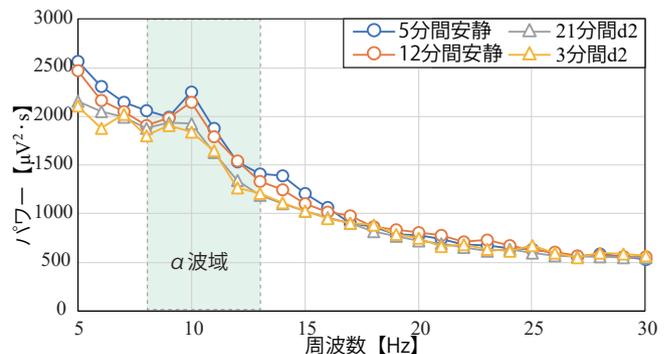


図11 被験者7の脳波のパワースペクトル

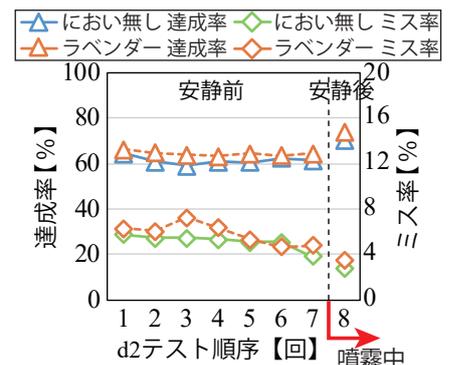


図13 d2 テストの結果

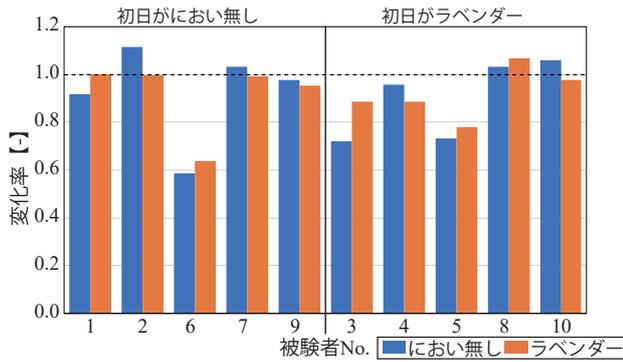


図 14 脳波の 01・02 の β/α の平均値の個人毎の変化率

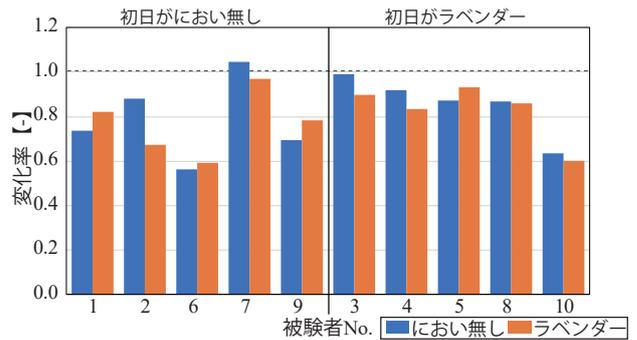


図 15 鼻額皮膚温度差の個人毎の変化率

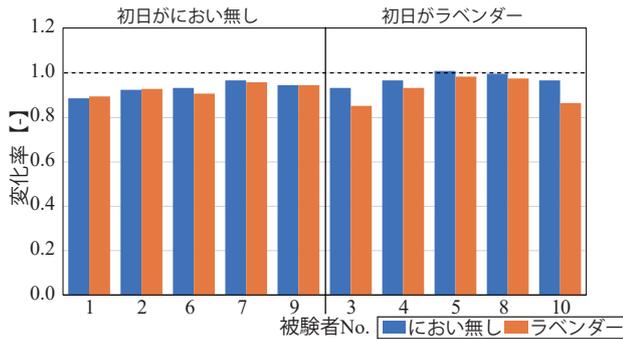


図 16 心拍数の個人毎の変化率

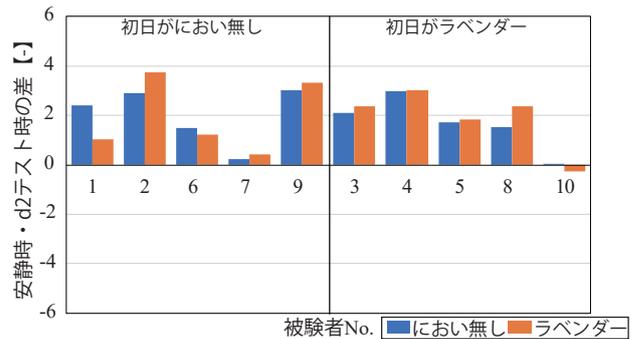


図 17 リラックス度の個人毎の変化の差

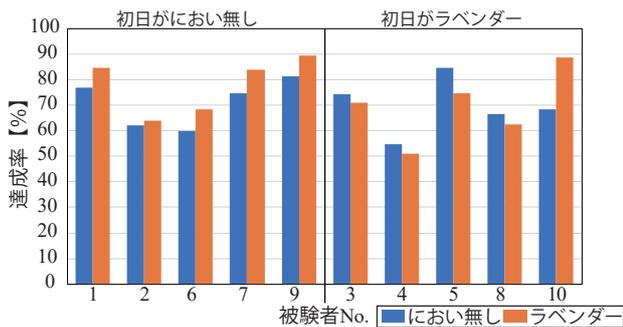


図 18 8 回目 d2 テストの個人毎の達成率

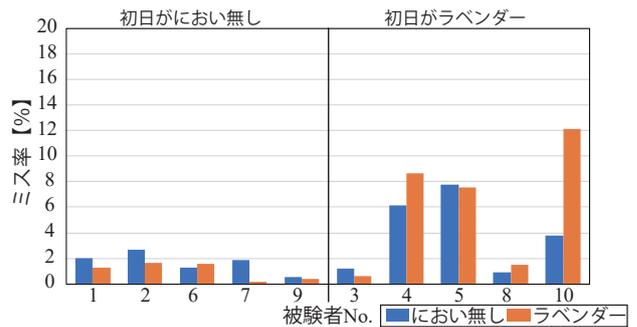


図 19 8 回目 d2 テストの個人毎のミス率

が、心拍数はやや個人差が小さいように見られた。被験者 6 は、脳波・鼻額皮膚温度差の変化率で小さな値が見られ、被験者 7 は全ての心理・生理反応で 1 に近い値が見られた。また、におい条件間で値に差がある被験者がいたが、におい無しよりラベンダーの方が値が大きい者と、におい無しよりラベンダーの方が値が小さい者が見られ、またそれは実験の順序にもよらないため、においの効果はあまり大きくなかったと示唆された。さらに、8 回目 d2 テストの個人毎の達成率とミス率の結果を図 18、図 19 に示す。達成率、ミス率ともに個人差があった。また、生理反応で安静時と d2 テスト時の差が大きかった被験者 6 の成績は、ミス率は小さく正確性はあつ

たが、達成率も小さかった。反対に、全ての反応で安静時と d2 テスト時の差が小さかった被験者 7 は、ミス率が小さく達成率も大きくて比較的成绩が良かった。

おわりに

本報では、心理・生理反応、知的生産性の被験者平均および個人の結果を報告した。多くの心理・生理反応は安静時と d2 テスト時で大きな差が見られたが、安静時のにおい条件間に有意差は見られなかった。心拍数は d2 テスト後安静の 2、8 分時でにおい条件間に有意差があった。さらに、個人の結果では、心拍数以外は大きい個人差が見られた。なお、本研究は大阪大学工学研究科倫理委員会の承認を得ている。

【参考文献】

- 1) Y. Al Horr, M. Arif, A. Kaushik, A. Mazroei, M. Katafygiotou, E. Elsarraig : Occupant productivity and office indoor environment quality : A review of the literature, *Building and Environment*, 105, pp. 369- 389, 201
- 2) 浅野, 伊藤, 川野 : グレープフルーツおよびラベンダーの匂い刺激による生理・心理機能への影響, *日本味と匂学会誌*, Vol. 16, pp. 633- 636, 2009. 12
- 3) Y. Sakairi, K. Nakatsuka, T. Shimizu : Development of the Two-Dimensional Mood Scale for self-monitoring and self-regulation of momentary mood states, *Japanese Psychological research*, 55, pp. 338- 349, 2013
- 4) R. Brinckenkamp, E. Zillmer : d2 Test of Attention, Hogrefe & Huber Publishers, 1998
- 5) 吉田, 菊本, 松本 : 白色雑音に対する鼻部皮膚温と主観的状態の対応, *生理心理学と精神生理学*, 13(1), pp. 29- 38, 1995
- 6) 松本, 森, 三田尻, 江鐘 : 心揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究, *ライフサポート学会*, 22, pp. 105- 111, 2013
- 7) 平井, 吉田, 宮地 : 簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析, *マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集*, pp. 1441- 1446, 2013. 7