

NIRS を用いた生理学的景観評価のための基礎的研究

-課題による前頭前野の脳血流変化の計測-

山梨大学 学生会員 ○石川 峻亮

山梨大学 正会員 大山 勲

1. はじめに

景観に対する評価は抽象的なものであり、人の主観による変化が大きい。そのため、客観的、定量的な評価が必要とされ、SD 法をはじめとした計量心理学的な景観評価の研究が数多く報告されている。しかし、このような手法は、個々の価値観や生育環境によって評価が変化し、必ずしも個々の生理的な評価にあてはまるとは限らない。

近年では、景観に対する思考を直接計測するために、生理指標を用いた景観評価の研究が行われている。既存研究では、ストレス状態からの街路景観提示による心理的・生理的影響を、NIRS を用いて分析した。しかし、実施した課題の難易度が高かったこと、実験が長時間に及んだこと等から十分にストレスを負荷できず、街路景観によるストレス緩和を確認できなかった。

そこで本研究では、NIRS を用いて課題遂行中の前頭前野における脳血流変化を測定することで、ストレスを負荷できる課題を発掘することを目的とする。

2. NIRS について

NIRS とは、脳内に近赤外光を投射し、その反射光をとらえることで脳局所のヘモグロビンの濃度変化をマッピングする装置である（写真 1）。酸素化ヘモグロビン（oxy-Hb）、脱酸素化ヘモグロビン（deoxy-Hb）、総ヘモグロビン（total-Hb）の濃度変化を計測することができる。酸素化の状態と脱酸素化の状態では近赤外領域で光の吸収率が大きく異なるため、結果的に脳活動を計測できることになる。（写真 2）神経活動時には、total-Hb および oxy-Hb が上昇し、deoxy-Hb が低下するとされている。つまり、ストレス負荷時（神経活動時）は、total-Hb と oxy-Hb は増加し、ストレス緩和時（非神経活動時）は、total-Hb と oxy-Hb は減少する。



写真 1 NIRS

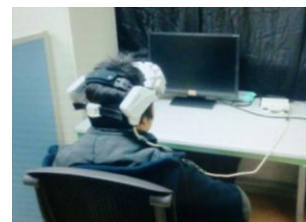


写真 2 実験の様子

3. 既存研究と研究の位置づけ

黒田は、減法課題遂行時のヘモグロビン濃度変化を、NIRS を用いて計測した。その結果、繰り返し下がり無しの課題に比べ、繰り返し下がり有りの課題時に oxy-Hb 濃度が大きく上昇することが確認された。

福原は、光トポグラフィを用いてストループ課題による血流量の変化を計測した。その結果、一致課題に比べて不一致課題遂行時に右側頭部と左側頭部において oxy-Hb 濃度が上昇することが確認された。

相澤らは NIRS による課題遂行時の前頭葉血流動態の測定研究を概観し、結果と分析方法を検討した。その結果、課題として言語流暢性課題がよく用いられており、課題による左前頭葉の賦活が明らかになった。

既存研究では被験者数が少なく、十分な計測が行えていない。また、菅野の研究では 2 チャンネルの NIRS を用いて実験を行ったが、有効なデータを得られた被験者が少なかった。そこで本研究では 16 チャンネルの NIRS（図 1）を用い、被験者数を増やして実験を行う。

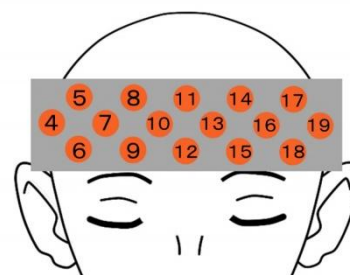


図 1. NIRS チャンネルの配置

キーワード 景観評価 NIRS ストレス課題

連絡先 〒400-8510 山梨県甲府市武田 4-4-37 山梨大学大学院 E-mail : ooyama@yamanashi.ac.jp

4. 研究方法

4-1. ストレス負荷確認実験の概要

今回の実験では①課題によるストレス負荷の確認、②適切な課題の実施時間の決定の 2 点を目標とした。

被験者は大学生 22 名（男性 11 名、女性 11 名）。平均年齢は 21.4 歳であった。実験室では外部からの光を遮断し、被験者は椅子に座った状態で NIRS（WOT1016：HITACHI 製）を装着し、画面に提示される課題を行った。

4-2. 実験課題

実験課題は、既存研究を参考に表 1 の課題を用いた各被験者につき 2 日間行い、1 日目に計算課題（答えあり）・ストループ課題・言語流暢性課題、2 日目に図形課題・記憶課題・計算課題（答えなし）を行った（表 1）。

前の課題の影響を受けないよう各課題間で休憩を取る。各回では、閉眼安静の状態から課題を実施し、課題実施後には、課題により変化したヘモグロビン濃度が課題前の状態まで戻るまで計測した。

表 1. 実験内容及び実験の流れ

課題名		実験内容	実験の流れ	
1 日目	計算課題 (答えあり)	3項の四則演算の問題を4秒以内に回答。問題後の答えが2秒間表示される。	5分	課題の説明
	ストループ課題	文字の意味とインクの色の一致・不一致を2秒以内に回答。	5分	器具の装着
	言語流暢性課題	ある条件に当てはまる単語を思い浮かぶ限り回答。1問あたりの制限時間は20秒。	1分 1分	閉眼安静 閉眼安静 (十字を正視)
2 日目	図形課題	4つの図形のうち、他の3つと異なる1つの図形を13秒以内に回答。	5分	課題の実施
	記憶課題	9枚の動物の写真を20秒間で記憶し、その後画面から消えた動物名を8秒以内に回答。	約3分	閉眼安静 (白い画面を正視)
	計算課題 (答えなし)	3項の四則演算の問題を4秒以内に回答。問題後に答えが表示されない。	5分	休憩

5. まとめ

NIRSにより毎秒得られるデータを20秒平均に変換し、各課題で平均を取り、課題間の傾向を分析した。

課題開始直後に oxy-Hb 濃度の顕著な上昇傾向が見られるものは、計算課題（答えあり）、図形課題、言語流暢性課題であった。特に、計算課題（答えあり）にお

表 2. oxy-Hb 濃度低下割合

	課題終了時 oxy-Hb濃度低下割合	計測終了時 oxy-Hb濃度低下割合
計算課題(答えあり)	56.3%	19.0%
ストループ課題	57.3%	-14.3%
言語流暢性課題	47.2%	40.9%
図形課題	48.0%	37.6%
記憶課題	22.1%	30.5%
計算課題(答えなし)	60.6%	33.1%

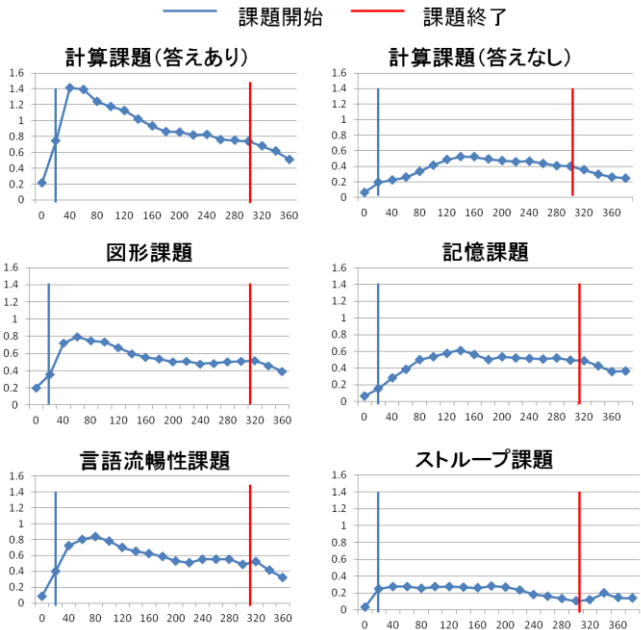


図 2. 各課題における oxy-Hb 濃度変動

いては、課題開始後から 40 秒間著しいヘモグロビンの上昇が見られる。また、記憶課題と計算課題においては、課題開始から 140 秒まで緩やかな上昇傾向が見られた。一方で、ストループ課題においては、課題遂行時に大きな変動が見られなかった。

oxy-Hb 濃度が最大に達してからは、記憶課題では終了時まで 22%低下しており、他の課題に比べて一定の oxy-Hb 濃度を保ち続けていることがわかる。

さらに、課題終了から計測終了時にかけて、ストループ課題では oxy-Hb 濃度が上昇する傾向にあるが、他の課題では低下する傾向にあり、特に言語流暢性課題において比較的大きな低下が見られた。

今後は、被験者 1 人ずつの課題による反応を分析し、課題における良好な実施時間を模索していく。

参考文献

福原正人：精神疾患と NIRS、中山書店、2009、p7
菅野諒太：街路景観の快適性に関する研究、山梨大学大学院循環システム工学専攻修士論文、2012
黒田恭史：計算課題遂行時の脳内ヘモグロビン濃度変化の特徴-減法課題を用いて-、教育学部論文集第 16 号、2005 年 3 月
福原理宏：光トポグラフィを用いたストループ効果における脳活動の調査、同志社大学知的システム研究室第 118 回月例発表会、2010 年 9 月
相澤直樹、内海千種、中村有吾、牧田潔、石橋正浩、岩切昌宏：近赤外分光法（NIRS）による前頭葉血流動態の測定に関する文献的検討-認知課題を中心に-、学校危機とメンタルケア第 2 巻 59～72 頁、2009