

皮膚導電率反応による集中の持続とパフォーマンスの分析

志水 雅俊[†] 棟方 渚[‡] 松原 仁[†]公立はこだて未来大学[†] 北海道大学[‡]

1. はじめに

従来、人の認知過程の解明を目指す多くの研究では、その題材としてチェスや将棋を初めとした思考ゲームにおける問題解決の思考に着目してきた。その方法として、被験者に思考過程を発話させ、その内容を分析する発話プロトコル解析が一般的である。しかし、この手法は、発話を行うことで思考が妨げられる、発話されない無意識的な思考を扱うことができないといった問題点が挙げられる。このことから発話以外にも情報を得る手段があれば、人の思考の分析が進むと考えられる。

そこで、本研究では発話以外の情報による思考の分析手法として生体信号に着目した。そして、思考ゲームの一種である数独を解く際の人の皮膚導電率反応（Skin Conductance Response : SCR）を調べ、集中の持続とユーザのパフォーマンスの関係を分析した。

2. 関連研究

伊藤は将棋 AI とプロ棋士との思考の差異から、コンピュータ将棋の現状と展望について以下のように言及した[1]。現在の将棋 AI は既に多くの人にとって十分な強さを持つため、これからは人間らしい指し筋を模倣することで、人が対戦して楽しくなるコンピュータプログラムが必要になってくる。すなわち人間の思考メカニズムを知ることは重要なテーマとなると述べている。

また、分析方法の1つとして SCR を用いた例に村井の研究[2]が挙げられる。これは、SCR を教授学習形式の授業の評価方法として用いた研究である。反応が極度に大きいときは外部刺激による定位反応を示し、極度に小さいときは注意集中状態にあるとした。さらに生体信号などを用いるときは、反応が出ている箇所に行きがちであるが、SCR は反応が出ていない箇所

にも注意を向ける必要があると指摘している。

3. 目的

発話プロトコル以外の手法において、人の認知過程の分析を行う手法を検討することが本研究の目標である。その方法として、本研究では人の無意識下の情報をリアルタイムに得られる生体信号に着目し、思考時の身体反応を調査した。具体的には、人の集中時の思考に注目し、集中・非集中状態における思考ゲームの解答時間等のパフォーマンスにどのような影響があるか調査を行う。

集中を検出する生体信号として使用した SCR は、人が動揺などを感じたとき数秒遅れて手掌や足底に精神性の発汗が生じ、その結果皮膚表面に起こる電気抵抗の変化を検出するものである。SCR の反応は動揺などによって発生する一方、単純計算課題などで集中しているときには発生しない。このことから、本研究ではタスクを実行している時で SCR が反応していない状況を集中状態であると定義した。なお SCR の検出には、棟方らの研究[3]で作成された測定装置を用い、皮膚表面の導電率の変化を毎秒 20 回、0～255 の値にデジタル変換した。

4. 実験

SCR で検出した集中・非集中の状態において、問題解決におけるパフォーマンスの一つである解答速度との関係を明らかにする実験を行った。

具体的な実験手順は以下の通りである。被験者 5 名に、4 問の数独の問題を 1 時間以内に出来るだけ早く解くように教示し、解答時の SCR を測定した。数独とは、図 1, 図 2 のように 3×3 のブロックに分けられた 9×9 のマス目に、縦列・横列・3×3 のブロックに 1～9 の数字が 1 つずつ入るよう、初期配置されている数字から推理し埋める思考ゲームである。課題の難易度による問題を考慮し、Web 上に公開されている問題を参考に 1 問毎に難易度が高くなるよう出題した。実験は、被験者の集中が阻害されないよう個別に防音室で行った。実験終了後には、実験中のビデオ記録を見ながら、解き易かった問題や、集中の途切れを感じた箇所などについて聞き取

“Analysis of Attention Span and Performance by Skin Conductance Response”

[†] Masatoshi Shimizu, Hitoshi Matsubara, Future University Hakodate

[‡] Nagisa Munekata, Hokkaido University
Email : g2108020@fun.ac.jp

り調査を行った。

		1	7	5	2	6	4
6		7		1	2		
	5	2		6	9		
7	9			3			2
	3	6			5	7	
1			4			8	6
		9		7	4	5	
			1	2	7		3
8	7	3	5	9	6		

図. 1 数独 1 問目

5	2	6				1	9	8
	9	1				6	4	
	6		7		9		8	
9								2
	8		2	1		3		
	4	9				3	5	
3	7	5				8	6	1

図. 2 数独 4 問目

5. 結果と考察

各問題における集中の持続の割合と、解答パフォーマンスについて、表 1 の結果が得られた。

表. 1 集中の持続と解答ペースの結果

	解答時間 (秒)	集中時間 の割合	1 分あたりの 解答回数
1 問目	282	73%	9.1
2 問目	668	79%	4.7
3 問目	753	64%	4.5
4 問目	998	64%	2.6

これは被験者 5 名の各問題の解答に要した時間と SCR が発生していない集中状態の時間の割合、時間あたりの解答記入回数をまとめたものである。難易度の高い後半の問題において、集中状態にある時間の割合や解答ペースが落ちる傾向が確認された。また 1, 2 問目などの難易度の低い問題で、ペンを止めずに淡々と解答している場面では、SCR の発生頻度が低く、集中して解答している傾向が見られた。一方、考えながら解答している場面では、解答記入の前後数秒に SCR の反応が確認された。1 問目より 2 問目の方が集中時間の割合が高かった理由については、「実験序盤、少し緊張していた」と内省報告をした被験者がおり、実験への緊張が SCR に影響したのではないかと考えられる。

次に、解答の無記入時間とその時の SCR の反応を表 2 にまとめた。

表. 2 無記入時間と割合、その時の SCR 値

	無記入 時間 (秒)	無記入時 間の割合	無記入時の SCR 値
1 問目	122	42%	6.7
2 問目	483	69%	5.6
3 問目	567	72%	10.4
4 問目	839	83%	10.5

具体的には 5 秒毎の記入回数を調べ、解答を記入していない時間や 1 秒あたりの SCR についての被験者平均を示した。なお、1 秒あたりの SCR の平均を SCR 値として表記する。表 2 の結果から、問題の難易度が上がるにつれて、解答の無記入時間が増えるとともに SCR 値が増大し、集中が持続できていない状況が確認された。

この状況について、被験者の内省を調べる追実験を行った。実験は前述と同様の内容とし、同じ被験者に対し、解答中に思考内容を発話させた。そして、集中の持続箇所や、無記入時の集中の乱れがある箇所の発話内容から被験者の内省を調査した。

その結果、無記入時の SCR 発生箇所では、簡単な問題を順調に解く予定が序盤に数字が埋まらなかった場面や、自身の解答の間違いに気づき動揺した場面などにネガティブな発話を行っていたことが確認された。また後半の問題では、「わからない」や「無理そう」などのネガティブな発話が増えており、問題を解ききれないのではないかといった不安が、集中を乱す一因になったことが示された。

6. おわりに

本研究は、集中時の思考分析のため、数独を解答している時の SCR と解答速度の関連を調査した。その結果、比較的易しい問題では集中が持続しやすく解答頻度も高い、一方難易度の高い後半の問題では、集中が乱れやすく解答頻度も落ちる傾向にある等の知見が得られた。しかし、一部の被験者では、解き易かったと報告した問題において、集中が低いにも関わらず解答頻度が高い例が確認された。今後の展望として、被験者を増やし内省を集め、傾向に当てはまる場合、当てはまらない場合について調査を進めることで、集中時の思考について、さらに分析が進むと考えられる。

参考文献

- [1] 伊藤毅志, 「コンピュータの思考と人の思考」, 情報処理学会 vol. 48 No. 12, 2007.
- [2] 村井護晏, 「皮膚抵抗反応による授業評価の可能性について」, 日本教科教育学会誌 vol. 14, pp145-151, 1990.
- [3] 棟方渚, 富田正浩, 小松孝徳, 櫻沢繁, 塚原保夫, 稲見昌彦, 松原仁, 「エンタテインメントコンテンツ評価のための皮膚電気活動測定装置の開発」, エンタテインメントコンピューティング2007, pp161-164, 2007.