覚醒維持手法の研究

○石田健二、岸篤秀、岡本宜久（マツダ㈱）

Research of the Method to Maintain Arousal Level
by Applying the Periodic Fluctuation of Vigilance
○K. Ishida, A. Kishi, Y. Okamoto (Mazda Motor Corporation)

1. はじめに

原子力発電所の監視作業や深夜の長距離運転等、長時間の単調作業における覚醒低下の問題は、大きな事故を誘発する可能性があり、早急な解決策が必要である。

そこで筆者らは、物理刺激を提示することで、覚醒状態を不快感なく維持させる手法について研究を行っている。

今回、この一手法として、物理刺激を断続的に提示する手法の有効性について検討した。

2. 断続提示手法の考え方

覚醒維持のためには、作業者の覚醒低下の時間特性について把握し、覚醒低下時に物理刺激を提示することが有用である。そこで、筆者らは、図1に示す様に、単調作業時には覚醒低下状態が約11(min)周期で生じることを、定量的に明らかにしてきた¹⁾。(以後、本現象を「覚醒リズム」と呼ぶ)

ここでは、この周期的に生じる覚醒低下状態抑制のため、刺激の断続提示を考えており、そのためには、有効な時間間隔について検討していく必要がある。

3. 断続提示手法（11(min)周期）の検討

3.1 実験方法

第1段階として、覚醒リズム周期11(min)に同期させ、刺激を断続提示した場合の覚醒維持効果について実験検討した。

(1) 作業 1(hour)の選択反応課題(図2)。画面中央に表示される反応円の色に合わせ、青ならば左、赤ならば右、黄ならば両方のスイッチを正確かつ速く押し分ける作業。反応円は5~20(s)毎のランダムタイミングで2(s)間提示。

(2) 評価指標 反応時間(反応円提示から被験者がスイッチを押すまでの時間)。

(3) 物理刺激 覚醒効果が期待される表1の音楽。断続提示タイミングは図3参照(以後「断続音楽」という)。尚、比較のため刺激を提示しない場合(無刺激)も検討。

図1 覚醒リズム

図2 選択反応作業

表1 音楽(フュージョン系)名とアーティスト

曲名	アーティスト
IN THE MOOD	The Glenn Miller Orchestra
JOE COOL	B.B. King
FLIGHT OF THE RAVEN	Don Grusin
THE SAUSE	Lee Ritenour
HEALING THE WOUNDS	Crusaders

図3 断続音楽の提示タイミング

表2 実験条件

実験条件項目	設定値
被験者	20代の男5・女2名
実験回数	各被験者1回ずつ
反応時間計測精度	1(ms)
実験室	無響室
明るさ	約0.2(lx)
被験者-画面間距離	約1(m)
室温	23~25℃

(4) その他 詳細実験条件を表2に示す。

3.2 結果および考察

断続音楽および無刺激の場合について、10(min)毎の平均反応時間について、7名の平均を図4(a)に示す。両者の平均反応時間は、ほぼ直線的に単調増加し、筆者らが開発した「覚醒維持度²⁾」による評価が可能である。

ここで、覚醒維持度Tとは、刺激の覚醒維持度合いを表す指標で、 $T > 0$ の時は維持させ、 $T \leq 0$ の時は低下させる刺激であること

を意味する。ただし、反応時間推移がほぼ線形的単調増加にある場合に適用可能である。

覚醒維持度の結果について、図4(b)に示す。断続音楽における覚醒維持度は $T=-0.22$ であり、無刺激と同様に覚醒維持効果はない。

断続音楽における覚醒低下の原因を探るため、反応時間に対する移動平均を図5に示す。移動平均は、現時点を中心とし、前後7pointの平均を算出し、これを1データずつシフトした。音楽自体の覚醒化作用により、提示区間内は反応時間が早い(下に凸)のに対し、提示しない区間内では、反応時間が遅く(上に凸)、覚醒低下を生じている。

この原因は、図6に示すように、音楽提示により覚醒状態になってから、覚醒低下が生じる5.5(min)後(覚醒リズムの半周期)に、次の音楽が提示されていないからと考える。

従って、断続間隔周期を短時間化し、覚醒低下が生じる前に音楽を提示する手法が有効と推察される。

4. 断続提示間隔周期短時間化の検討

4.1 実験方法

第2段階として、断続提示間隔周期を短時間化した場合の覚醒維持効果について実験検討した。

実験の作業・評価指標は、前節と同様。刺激として無刺激および断続音楽を使用。音楽の断続提示間隔周期は11、6、2(min)。被験者は1名。実験繰り返し回数は3回。

4.2 結果および考察

10(min)毎の平均反応時間を図7(a)に示す。4刺激の内、覚醒維持度評価が可能かつ有用性の高い刺激は、直線的な推移をしている断続音楽2(min)だけである。この覚醒維持度は $T=-0.44$ であり、覚醒維持効果はない。

しかし、実験で得られた反応時間の総平均(図7(b))の結果から、断続提示間隔の短時間化により、反応時間が早くなる傾向が見られる。従って、断続間隔周期を2(min)よりもさらに短時間化することで覚醒維持効果が得られる可能性は高い。

5. おわりに

覚醒リズムを応用した音楽の断続提示により、覚醒維持効果を得るための課題が明確になった。今後は、被験者数を増すことによる断続提示手法の有用性に関する統計的立証、断続提示間隔を一層短時間化を行った場合の維持効果、音楽以外のより高い維持効果をもつ音源の可能性についても検討していく。

図4 断続音楽の覚醒維持効果
(断続提示間隔周期 = 11(min)の場合)

図5 断続音楽提示における音楽の覚醒作用
(断続提示間隔周期 = 11(min)の場合)

図6 覚醒低下した原因

図7 断続間隔周期と覚醒維持効果の関係

(本研究は、通産省の産業科学技術研究開発制度の「人間感覚計測応用技術の研究開発」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構の依頼を受けて、(社)人間生活工学研究センターが実施したものである)

参考文献

- 1) 石田, 岡本, 岸: 長時間単調作業における覚醒低下特性の実験的考察, 第9回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集, 217~220, 1993.
- 2) 山崎, 岸, 阿部: 反応時間を用いた覚醒維持度合いの評価指標, 第35回人間工学会講演集, 1994.