情報処理・判断を要する作業時間の制約が

パフォーマンス及び脳活動に及ぼす影響について

○山本華代（産業医科大学）、神代雅晴（産業医科大学）、
泉博之（産業医科大学）、笠松慶子（産業医科大学）

The influence of time constraints on performance and EEG in the decision making task

Kayo Yamamoto (UOEH), Masaharu Kumashiro (UOEH)

Hiroyuki Izumi (UOEH), Keiko Kasamatsu (UOEH)

1. はじめに

従来、工場の製造ライン等では生産性の向上のため一連続作業時間の制約がなされていることが多い。また近年においては、オペレーター業務など限られた時間内での情報処理・判断を要する作業が増加している。本研究は、このような情報処理・判断を要する作業時間の制約が、パフォーマンス及び脳活動に及ぼす影響を検討し、作業管理の基礎資料を得ることを目的とした。

2. 方法

2-1 被験者

18歳～22歳の裸眼視力あるいは矯正視力が0.8以上で健常男子大学生10名（平均年齢 20.8 ± 1.2 歳）を被験者とした。

2-2 実験課題

課題画面を図1に示す。19インチのコンピューターディスプレイ上に、頂点の内側に○もしくは●、△もしくは▲、□もしくは■をそれぞれ異なった組み合わせで配置した正三角形のカードを合計12枚提示した。カード1枚を1問とし、12枚で1課題とした。同時にディスプレイ右側にカードを提示し、12枚のカードの中から同じ配置のカードを見つけ出し、カード中央の四角部分をクリックするよう教示した。もし、正しいカードを選択した場合には、「正解」と表示され、選択されたカードは水色に変化し、ディスプレイの右側に次のカードが提示される。間違ったカードを選択した場合には、「不正解」と表示され、正解するまで次のカードは提示されない。12枚全てのカードを正しく選択し、1課題を終了すると、「完成」と表示され、次の課題の12枚がランダムに提示される。

このようなコンピューター対話型の図形認識課題を合計3条件について実施した。条件1は、

時間的制約がなく、被験者は自分のペースで課題を遂行した。条件2は、条件1における1課題達成時間の50%タイル平均値を1課題の制限時間とし、時間的制約のない条件と同程度の余裕率をもつ制約作業条件とした。条件3は、条件2の制限時間の0.75倍とし、より厳しい制約作業条件とした。条件2および3の制限時間はディスプレイ上方にゲージの減少で示した。制限時間内に課題終了した場合は、制限時間まで待ち時間とし、制限時間以内に課題終了しなかった場合には、その時点で課題は中断し、次の新たな課題が提示された。これら3つの作業条件について、それぞれ90分間の課題を実施した。

2-3 評価指標

1) パフォーマンス：作業時間を10分の時間ブロックに分割し、回答数、正解率、1問あたりの平均回答時間（msec、以下平均回答時間と称す）について各条件間と各時間ブロックでの比較を行った。条件2と条件3については、（制限時間内に完成した課題数）／（提示された課題数）を課題達成率とした。

2) 脳波：本報告においては、注意集中を調べるためFzを解析対象とした。国際10-20法に基づき皿電極を用いて、Fzから両耳朶連結を基準部

図1 課題画面

位として単極導出し、サンプリング周波数500Hzで採取した。測定には、デジタル多用途脳波計(NEC製、SYNAFIT EE2500)を用いて記録した。記録された脳波は、コンピューターによる処理時間と制限時間までの待ち時間を除き、更に瞬目による影響を除去するため瞬目の前後200msecを除いたデータについて、周波数分解能0.244Hz、2048ポイントの標本についてFFTにより周波数解析を行った。 θ 波帯(4–8Hz)、 α 波帯(8–13Hz)、 β 波帯(13Hz–40Hz)の周波数帯のうち θ 波帯の含有率を各条件間で比較検討した。

2-4 実験手順

被験者は入室後、実験に関する説明を受け、電極の装着を行った後に、被験者が課題に慣れるまで十分に練習を行った。10分間の作業前安静後、90分間の作業課題を実施し、30分間の作業後安静記録を行った。この手順により、条件1～3について異なった3日間のほぼ同じ時刻に実験を行った。

3. 結果

3-1 パフォーマンス

条件1～3について、全回答数はそれぞれ 1141.2 ± 365.0 、 1062 ± 176.5 、 1551.2 ± 446.7 (M $\pm$ SD)、正解率はそれぞれ 0.941 ± 0.034 、 0.960 ± 0.029 、 0.943 ± 0.042 、平均回答時間はそれぞれ 5325.2 ± 1337.3 、 3587.6 ± 843.4 、 3047.2 ± 585.5 であった (M $\pm$ SD)。課題達成率は、条件2、条件3それぞれ 0.95 ± 0.04 (M $\pm$ SD)、 0.80 ± 0.14 (M $\pm$ SD)であった。

回答数、正解率、平均回答時間、課題達成率について、各条件と各時間ブロックについて二元配置分散分析を行った。回答数、正解率、平均回答時間については、3つの条件間で有意の差が認められたものの ($p < 0.05$)、時間ブロックによる差は認められなかった。有意差の認められた条件間における多重比較により、条件1および条件2と比較して条件3では回答数の有意の増加が認められた ($p < 0.05$)。正解率については、条件1および条件3と比較して条件2において高い傾向がみられた ($p < 0.10$)。条件1と比較して条件2および条件3では、平均回答時間の有意の短縮を認め、条件2と比較して条件3では、平均回答時間は短い傾向にあった ($p < 0.10$) (図2)。また、課題達成率については各条件と時間ブロックに有意の

差を認めた。 ($p < 0.05$) (図3)。

3-2 脳波

Fzにおける θ 波帯含有率の各条件および時間による変化を検討するために、各条件と各時間ブロックについて二元配置分散分析を行ったが有意の差は認められなかった。 θ 波帯域におけるピーク周波数も各条件間で有意の差は認められなかった。

4. 考察

条件2は、条件1および条件3と比較して正解率が高い傾向にあり、条件1と比較して平均回答時間が短かったことから、条件2のごとく時間的制約のない条件と同程度の余裕率をもつ制約作業条件下においては、時間的制約のない条件と比較して、パフォーマンスを向上させると推測される。一方、条件3は条件1および条件2と比較して平均回答時間は短縮したが、条件2と比較して課題達成率は有意に低下した。また、条件3の正解率は、条件1と比較して低い傾向にあったが、条件2と比較して有意の差は認められなかった。以上のことから、情報処理・判断を要するような作業では条件3のごとく時間的制約が大きい作業条件においては、作業時間を短縮し対応しようとするものの限界を超えた場合、エラーの発生よりも課題の未完成による作業の質の低下が問題になると考えられる。

脳波については、Fm θ 出現の指標として、Fzにおける θ 波の含有率を検討したが、有意の差は認められず、各条件間で注意の集中の程度に明らかな差はないと考えられた。

図2 平均回答時間

図3 課題達成率