精神作業における負担に関する研究

—内的情報処理量と精神負担の関係について—

○辛島 光彦 山崎 達也 関 宏幸（早大理工） 野呂 影勇（早大人間科学部）

A Study of Mental Workload

M.Karashima, T.Yamazaki, H.Seki (Sch. of Sci. and Eng., Waseda Univ.)
K.Noro (Sch. of Human Sci., Waseda Univ.)

1. はじめに

近年、生産技術の高度化にともない作業の形態が、筋骨格を用いることを主とする肉体作業から、システムエンジニアに代表されるような人間の内的情報処理に基づく精神作業を主体とする作業に移行しつつある。また、この種の作業に従事する作業者の増加にともない、その作業条件、内容等の整備が求められている。この精神作業を行うにあたって、作業者は外的環境、作業密度、連続作業時間等の種々の作業負担を課せられ、それにともなう負担を受けている。現在まで、これらの作業負担と精神負担の関係は種々の方法で研究されているが、作業における付帯的な負担を対象にしたものが多く、対象作業が変わるとその適用性が低くなってしまう。しかし、研究の適用性が高いと思われる作業者の直接的負担となっている大脳における処理の量（以下内的情報処理量と呼ぶ）を作業負担として取り上げている研究はほとんど見られない。

そこで本研究では、作業負担を人間の内的情報処理量で定義し、特に認知システムの情報処理における処理周期数を変化させることによって、作業負担の変化に対する精神負担（生体負担・心理的負担）の変化を調べるとともに、作業の遂行の正確性と生体負担の関連性について検討した。

2. 実験方法

1) 実験課題

今回の実験課題として、実験における作業者のプロトコルを規定でき、その情報処理過程を記述できる「スタンバークの項目再認実験」を用いた。

ここで被験者がこの課題を行う際の情報処理過程から、認知システム内の処理周期数をセット数との関係は表1のようになる。このように被験者の認知システム内の処理周期数はセット数に対し1対1の対応を示し、この課題においてはセット数によって作業負担が決定される。以下作業負担のパラメータをセット数として実験を行った。

表1. 処理周期数とセット数の対応表

セット数	処理周期数
1	6
2	9
3	12
4	15
5	18
6	21
7	24

2) 実験条件

今回は、認知システム内の処理の変化即ち処理周期数の変化と生体負担との基本的な関係を明らかにすることを目的としている。そこで処理周期数の変化以外の負担の原因と考えられ得る、連続作業による疲労、記憶容量の限界を越えた課題による負担、タイムプレッシャーによる心理的圧迫感等が現れないように、予備実験により試行回数を80回、最大セット数を7セット、タイムプレッシャーを無しと定めた。また被験者は実験をよく理解した異常不整脈の無い学生5名とした。

3) 評価項目

評価項目は、情報処理モデルの機能的な評価となるパフォーマンスと、それにともない被験者が受ける精神負担の2つである。

(1) パフォーマンス

◇反応時間

◇エラー数

(2) 精神負担

◇心電図R-R間隔

・周波数分析による0.3Hz帯成分の変化 (HF(SET))

・平均心拍数 (/min)

・平均ピーク・トラフ数 (/min)

◇平均呼吸数

なおコントロールとして実験開始前に安静状態（安静座位）で5分間測定しておく。

◇自覚症状調査

事前に調査した精神作業時に感じられる項目の中から16項目を抽出し自覚症状調査を作成

図1．反応時間（被験者C）

図2．エラー数（被験者C）

した。この項目を7段階で構成し、被験者に作業前後に、その時点での自覚症状について記入させる。

3．結果と考察

(1) パフォーマンス

反応時間については、従来の知見通りほぼ全ての被験者についてセット数に対して線形傾向を示した。このことはセット数に対して作業負荷が線形に増加していることを示している。

またエラー数は反応時間と比較するとセット数に対して線形傾向は見られないが、セット数の増加に対しては増加傾向を示した。またある中間セット数まではほとんどエラーはみられなかったが、以後急激なエラー増加がする相転移点が存在した ($t=6.08, df=7, p=0.01$)。この点は 5 ± 1 セットに集中する傾向がみられた。これは作業者が今回の課題において、ある作業量（内的情報処理量）を越えると作業を正確に遂行できなくなることを示している。

(2) 精神負担

生体負担については、その変化が、HF(SET) の変化によく現れ、表2に示すように、作業負荷の増加に対して、増加傾向を示すものではなく、エラー数が急激に増加するセットに生体負担度のピーク（極大値）が現れる傾向がみられ、2元配置分散分析で有意 ($P=0.1$) だった。またその直前のセットは比較的生体負担度が低く現れる傾向がみられ、これも有意 ($P=0.1$) だった。この傾向は平均ピーク・トラフ数 (/min)、平均呼吸数 (/min) に見られる場合もあったが、HF(SET) 以外の評価指標は安静時と比して作業時に変化を示す

図3．HF(SET)（被験者C）

図4．自覚症状調べ（被験者C）

ものの、作業間における変化は余り示さなかった。

また心理的負担については、意味のある3因子を抽出し、充実度、快適度、集中度とした。これらのどの因子も、作業負荷の増加に対して増加傾向を示すものではなかった。また、各因子とも中間セットに心理的負担が増加するセットが存在した。また被験者により異なるが、HF(SET) の変化といずれかの因子の変化が同じ波形を示す傾向が見られた。このことより生体負担が心理的負担に影響を与えていることが示唆された。

4．まとめ

以上の研究結果より、精神作業において作業負荷を人間の内的情報処理量によってコントロールした場合、その作業負荷による精神負担は、パフォーマンスとは異なった変化を示し、内的情報処理量の増加に対して増加傾向を示すものではなく、ある処理量に対してピークを持つことが明らかになった。またこのピークは、心理的負担と生体負担では、一部に一致するものが見られた。

特に生体負担の場合、ピークは作業者が正確に作業を遂行できなくなったと思われる処理量の部分に現れる傾向がみられた。このことより生体負担が作業の遂行の正確性に影響を与えることも示唆され、精神作業における作業量は生体負担の面からも作業者の正確な遂行処理量を越えてはならないことが示唆された。また作業者が作業を正確に遂行できる限界の処理量では生体負担も比較的小さくなっている傾向が見られた。このことより作業遂行能力、生体負担の両面からみて、正確な作業を遂行できる限界の処理量が精神作業における適正な作業量である可能性が示唆された。