

# 大阪教育大学リポジトリ

Osaka Kyoiku University Repository

Title	精神的作業負担チェックリストの作成とそれによる眠気とリラックス状態の関係構造の検討
Author(s)	高橋, 誠 ; 北島, 洋樹 ; 本城, 由美子
Citation	労働科学. 労働科学研究所, p.89-100, 72巻3号
Issue Date	1996-03-10
URL	<a href="http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/28482">http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/28482</a>
Rights	労働科学研究所

<http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/>

## 精神的作業負担チェックリストの作成とそれによる 眠気とリラックス状態の関係構造の検討

高橋 誠\* 北島 洋樹\* 本城由美子\*\*

### ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SLEEPINESS AND RELAXATION USING A NEWLY DEVELOPED MENTAL WORK STRAIN CHECKLIST

By

Makoto TAKAHASHI\*, Hiroki KITAZIMA\* and Yumiko HONJOH\*\*

A new mental work strain (MWS) checklist was developed for its convenient use in experimental and field studies. This checklist is composed of six postulated factors (sleepiness, relaxation, general activation, tension, difficulty in concentration, and decline of willingness), each factor comprising two items, at the seven-point rating scale.

The aim of this study was to examine the validity of the MWS checklist and discuss the relationships between sleepiness and relaxation. Unidimensional sleepiness scales from alertness through relaxation to sleepiness are generally used as subjective measures to assess sleepiness. In this study, however, it was confirmed by factor analysis that sleepiness scores in these existing sleepiness scales were not unidimensional.

The sample data using the MWS checklist were collected from 505 undergraduate students during attending a lecture and from 24 subjects engaged in driving experiments using a driving simulator or in vigilance task experiments. The results of the factor analysis of these three sets of sample data suggested that the MWS checklist items were composed of six factors.

The covariance structure of causal relationships among sleepiness, relaxation, general activation and tension was then analyzed. It was shown that sleepiness progressed with the decline of general activation more markedly under the state of keeping tension rather than under the state of losing attention. Contrary to sleepiness, however, the relaxation level increased with the decline of tension under the state of keeping general activation.

These results suggest the usefulness of applying the proposed MWS checklist in various experimental and field conditions with changing mental strain.

キーワード : 精神的作業負担 ; 眠気 ; リラックス ; 活性 ; チェックリスト ; 共分散構造分析

Key words : Mental work strain ; Sleepiness ; Relaxation ; Activation ; Checklist ;  
Analysis of covariance structure

\* (財)労働科学研究所 労働生理心理研究部

Division of Work Physiology and Psychology, The Institute for Science of Labour

\*\* 関西学院大学文学部

Faculty of Literature, Kwansai Gakuin University

## I. はじめに

筆者らは、精神的な緊張を伴う作業、あるいは監視作業や Vigilance 作業などの単調感や眠気 (sleepiness) を生じさせる作業などによる精神的作業負担を評価するための自記式チェックリストの開発を試みている。このチェックリストは、作業遂行中の時間経過に伴う精神的作業負担の推移を、ごく簡便に、1分未満という短時間で自己評定できることを目標にしたものである。この試用版を適用し、眠気やリラックス状態等の関係構造を分析した結果、有用な知見が得られたため報告する。

心身の作業負担の自覚症状チェックリストとして、産業衛生学会編の疲労「自覚症状しらべ」が多く利用されてきた。これはフィールド調査用として、多種多様な作業を対象に疲労感の全般的特性を大まかに調べるためには適用されやすいとしても、少人数を対象にした実験室実験での疲労の継時的変化を細かに追跡するには適用しにくい。○×式のチェックリストであること、項目数が30と多いことがその原因である。

また、眠気に限定した主観評定尺度には、Hoddes (1973)<sup>1)</sup>の Stanford Sleepiness Scale (SSS) や石原ら (1982)<sup>2)</sup>の Kwansai Gakuin Sleepiness Scale (KSS) がよく利用されている。SSS と KSS は眠気を表す記述をサーストンの等現間隔法で尺度化したものであるが、目覚めから眠気への一次元性の仮定に疑問が寄せられている (Dement and Carskadon, 1982<sup>3)</sup>; Johnson, et al., 1991<sup>4)</sup>; Johns, 1993<sup>5)</sup>)。また、Thayer (1978)<sup>6)</sup>の活性-脱活性チェックリストに基づいて、畑山ら (1994)<sup>7)</sup>は新たなアラウザルチェックリストを開発している。

筆者らの目的は、眠気だけでなく、精神的な緊張を伴う作業による負担をも含めて自記入を求めることにあるため、こうした先行研究を参考に、新たな精神的作業負担チェックリスト (労研精神的作業負担チェックリスト: Roken Mental Work Strain checklist, MWS チェックリストと称す) の作成を試みた。ここでは、この MWS チェックリストの作成経過と、これを実際に適用して因子構造を分析するとともに、眠気やリラッ

クスの関係構造をさらに検討した結果について述べる。

## II. MWS チェックリストの作成

MWS チェックリストは精神的な緊張、眠気や覚醒レベルの低下などを生じさせる作業による精神的作業負担の主観指標となることを目標にした。作業負担であるから、長期的な精神的緊張による不安や抑鬱状態などのストレス症状は含まないこととした。

眠気ないし覚醒レベルの低下を捉える項目を検討するにあたって、KSS を Vigilance 課題実験に適用した既存データを用い、因子分析にかけてどのような因子が含まれているか分析した結果を参考にした。

### A. KSS の分析

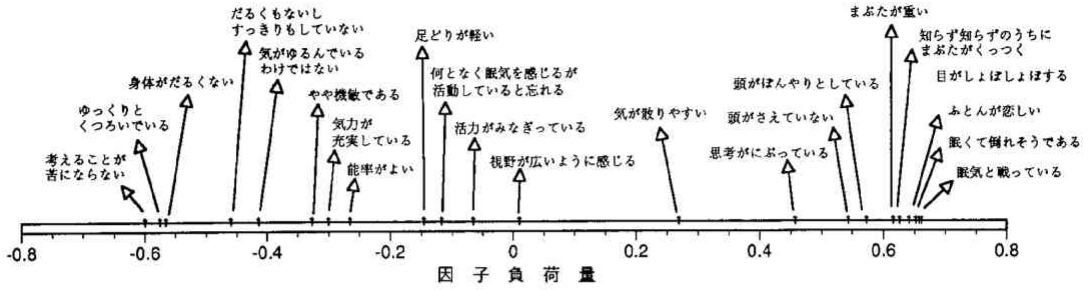
#### 1. 方法・手続き

KSS の分析データは、次のような Vigilance 課題遂行の前・中・後9時時点で採取した。被験者はコンピュータ画面を持続的に監視し、ターゲットであるアスタリスク (\*) が出現すればキーボードのテンキーの“0”をできるだけ速く入力する。ターゲット出現の時間間隔は、2~30秒の10種であった。実験は8セッションからなり、1セッションは10分とした。実験室内の照度は200lx, 500lx, 1250lx, 3125lx の4条件あり、ラテン方格実験計画法に基づいて、各被験者は一日にいずれか一つの照明条件で、計連続4日間の実験に参加した。21~23歳の大学生の被験者12名 (男性8名, 女性4名) の KSS データ (12名×9時点×4日) を因子分析にかけた。

#### 2. 結果

主成分分解を採用し固有値1.0以上を選択した結果、8因子 (累積寄与率: 68.3%) が確認された。そしてバリマックス回転を行った。第I因子は「眠気」、第II因子は「リラックス」、第III因子は「活性」、第IV因子は「思考力の低下」を示す因子と考えられた。各因子には因子負荷量が0.4以上の項目が第I因子について5項目 (知らず知らずのうちにまぶたがくつつく/眠くて倒れそうである/眠気と戦っている/ふとんが恋しい/まぶたが重い)、第II因子について5項目 (考えることが苦にならない/ゆったりとくつろいでいる/身

第 I 因子の因子負荷量 (寄与率23.1%)



Varimax 回転後の第 I 因子の因子負荷量

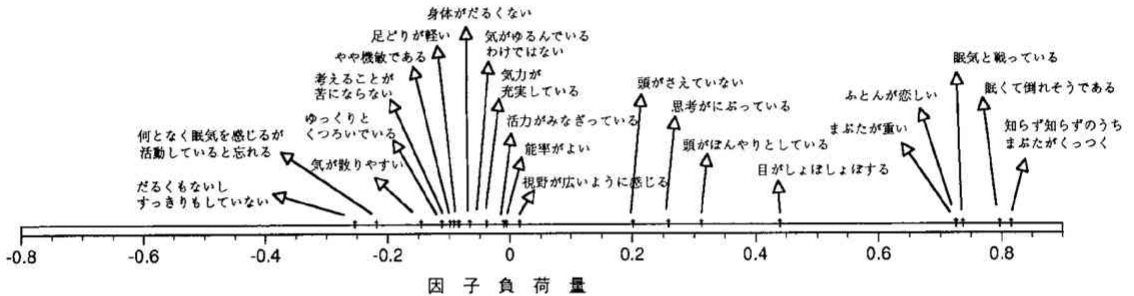


Fig. 1. Factor loadings of the first factor in the principal component factor analysis without rotation (upper part) and with varimax rotation (lower part) for the results obtained by the Kwansai Gakuin Sleepiness Scale (KSS).

図 1 KSS スケールの因子分析によって得られ第 1 因子の因子負荷量 (上図は回転前, 下図はバリマックス回転後の負荷量)

体がだるくない/目がしょぼしょぼする/だるくもないし、すっきりもしていない、ただし、目がしょぼしょぼするという項目はマイナスの負荷量、第III因子について3項目(能率がよい/やや機敏である/気力が充実している)、第IV因子について3項目(思考がぶっけている/頭がさえていない/頭がぼんやりとしている)が含まれている。これら4因子までの累積寄与率は53.9%であった。第V~第VIII因子は、含まれている項目が一つであったり、因子の解釈が困難であった。

こうした結果は、KSSには複数の因子が存在することを示している。KSSは次元性を仮定して尺度化しているが、本実験のような作業遂行経過に伴う眠気の尺度として妥当かどうか、更に検討する必要がある。このため、KSS 22項目が「眠気」を表す第I因子上でどのように布置しているか、さらに「眠気」や「リラックス」などの因子得点を算出して、実験中にどのような推移を示したかを調べた。

Fig. 1は、「眠気」を示す第I因子の因子負荷量をプロットしたものである。バリマックス回転を行う前の主成分分析(上図)と回転後(下図)の因子負荷量を示す。また、Fig. 2は第I~第IVまでの4因子の因子得点から、実験日毎に12名の平均因子得点を求め図示したものである。

Fig. 1のバリマックス回転前の因子負荷量は、正の値の高い方から「眠気」因子、「思考力の低下」因子と並び、さらに「活性」因子、「リラックス」因子となっている。すなわち、「眠気」と「リラックス」とは対極に位置し、負の相関があることを示している。バリマックス回転後の布置を見ても、「活性」と「リラックス」因子が0に近づいているが、4因子の順位に変化はない。Hoddes, et al. (1973)のSSSでは、覚醒(目覚め)状態からリラックス状態を経て眠い状態に至る過程を前提に尺度化している。また、石原ら(1984)の眠気尺度値によれば、ここで得られた「活性」、「リラックス」、「思考力の低下」、「眠気」

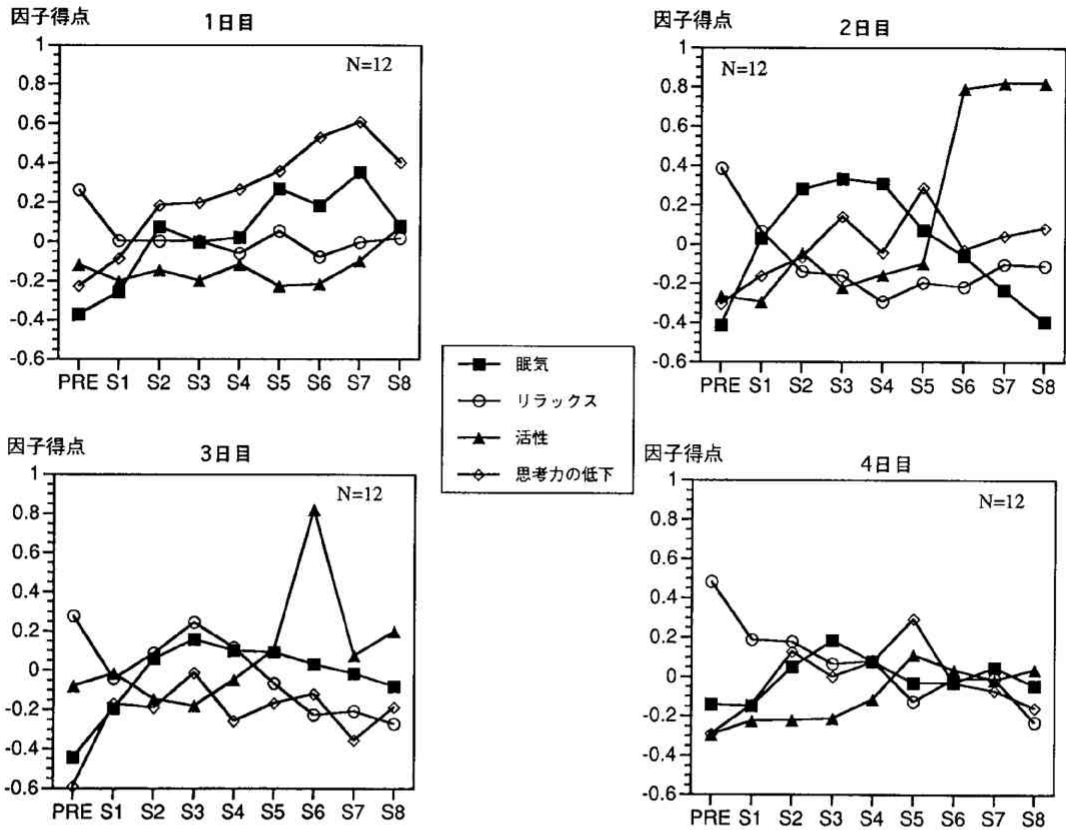


Fig. 2. Mean factor scores of four factors (sleepiness, relaxation, activation and degradation of thinking) for KSS before and after each ten-minute vigilance task session conducted at the same time of the day on four days. PRE, before the first session ; S1-S8, after each of eight subsequent ten-minute sessions.

図 2 4日間の Vigilance 課題実験における KSS 4因子 (眠気, リラックス, 活性, 思考力の低下) の因子得点の推移

の順に尺度値が高くなることが期待される。ところが本結果によると、「リラックス」は「活性」と「眠気」の間に位置するとはいえない。Fig. 2の因子得点の推移を見ても、例えば1日目や2日目の結果が典型的であるが、「リラックス」因子得点は「眠気」と逆の推移を示している。

以上の結果は、「リラックス」の状態を経て「眠気」に至るという眠気尺度の一次元性を仮定できないことを示唆している。従って、「眠気」、「活性」、「リラックス」状態などを独立に扱い、これらの因子を含むチェックリストを作成することが妥当と思われた。

### B. MWS チェックリストの構成

KSS の分析に加え、眠気や活性などの状態の主観的評価項目の選択には、Thayer (1978) や畑山

ら (1994) を参考にし、眠気、全般的活性、リラックス、緊張の4因子に関する評価項目を採用することとした。彼らの表現では、それぞれ脱活性-睡眠 (Deactivation-Sleep), 全般的活性 (General Activation), 全般的脱活性 (Deactivation), 高活性 (High Activation) となっている。

活性ないし覚醒レベルの低下だけでなく、注意集中が要求され、複雑・高度な情報処理が要求されるような精神的緊張が伴う作業による負担についても、本チェックリストに含めようとした。精神的作業負荷 (mental workload), つまり精神的活動要求が伴う作業の課題特性を作業遂行中の困難度や複雑度から評価したり、あるいは作業遂行時に要した注意 (attention) や努力 (effort) といった側面から評価することは行われている (例

えば, Cooper and Harper, 1969<sup>9)</sup>; Wierwille and Casali, 1983<sup>9)</sup>。また, 精神的作業負荷だけでなく, 作業遂行影響である疲労やストレス, あるいはフラストレーションなどを含めた主観評価法もある (例えば, Hart and Staveland, 1988<sup>10)</sup>)。Hill et al. (1992)<sup>11)</sup>はこうした精神的作業負荷に関する複数の主観評価スケールを比較評価している。

これらと産業衛生学会編の疲労「自覚症状しらべ」には「注意集中の困難」因子が含まれていることを参考に, 注意集中が要求され, 複雑・高度な情報処理が要求されるような精神的緊張が伴う作業による負担を評定する項目として, 注意集中困難と意欲減退に関連するものを加えることとした。意欲減退は作業中に要求される精神的努力といった負荷の影響が努力に対するモチベーションに影響すると考えたためである (Kantowitz, 1987<sup>12)</sup>)。ただし, この注意集中困難と意欲減退は, 単調作業系の, いわゆるアンダーロードといわれる精神的作業負荷特性による影響をも表し, オーバーロードだけの影響を示すものとはいえない。

以上のように, チェックリストには眠気, 活性 (全般的活性), リラックス, 緊張, 注意集中困難, 意欲減退の6つの次元に関連する項目を採用することとした。短時間で評定できるよう各次元2項目を前述の先行研究を参考に, そこで典型的と考えられる項目を選択した。以下のような12項目である。

- |            |                          |
|------------|--------------------------|
| (1) 眠気     | —まぶたが重いと感じる, 眠い          |
| (2) 全般的活性  | —活力がみなぎっている, 積極的な気分だ     |
| (3) リラックス  | —くつろいだ気分だ, ゆったりした気分だ     |
| (4) 緊張     | —緊張している, どきどきしている        |
| (5) 注意集中困難 | —思考がにぶっている, 注意の集中ができにくい  |
| (6) 意欲減退   | —やる気がでない, 何かすることに気乗りがしない |

評定方法としては7段階評定法 (1:「あてはまらない」-3:「少し」あてはまる-5:「かなり」あてはまる-7:「非常に」あてはまる)を

採用した。

### III. MWS チェックリストの適用と因子構造の検討

MWS チェックリストが当初に想定した6つの因子を有しているか, また, 因子間の関係構造がどのようになっているか検討した。

#### A. 方法・手続き

次のような3種のデータを使用し, 因子分析を行った。

##### (1) 大学講義受講時の調査

大学での講義中に MWS チェックリストを配布し, その時点での状態についてチェックさせた。対象者は505名 (男性372名, 女性133名) で, 平均年齢19.4歳 (18~25歳) であった。

##### (2) 自動車シミュレータ運転実験

1日24時間の断眠を要求し, 4輪自動車のシミュレータ (三菱プレジジョン製) を運転させる実験を行った。1セッションの運転を10分とし, 同一コース10セッションを運転する直前, 各セッションの終了直後と10セッション終了10分後の計12時点でチェックさせた。被験者は13名 (男性12名, 女性1名) で, 平均年齢23.7歳 (21~36歳) であった。実験開始までの断眠時間は平均で約26時間であった。

##### (3) Vigilance 課題実験

コンピュータ画面上の6カ所に小円形マークを表示し, 各内部の12時方向を指す針の傾きが1時方向を向けば, テンキーボードの“0”キーをできるだけ速やかに押す課題を与えた。被験者には, 6カ所を左回りで継続的に視覚的サーチをするよう教示した。この課題を1セッション8分とし, 10セッション遂行する前後, 計11時点で MWS チェックリストにチェックさせた。特に断眠は要求していない。被験者は大学生11名 (男性6名, 女性5名) で, 平均年齢21.5歳 (20~22歳), 実験日前夜の睡眠時間は平均6.1時間であった。

#### B. 結果

上記の3種のデータを対象に, 個別に因子分析を行った。因子分析は統計パッケージ (SAS) を

Table 1. Factor patterns of principal component factor analysis with promax rotation for the results obtained by the newly developed mental work strain checklist (505 undergraduate students during attending a lecture).

表 1 大学講義受講時の MWS データの因子分析結果 (プロマックス回転後の因子パターン)

	平均評定値	SD	因子負荷量				
			I	II	III	IV	V
1 やる気がでない	3.117	1.338	0.707	0.069	-0.107	-0.005	-0.026
2 注意の集中ができにくい	3.380	1.789	0.692	0.062	0.060	0.021	0.036
3 何かすることに気乗りがしない	2.000	1.233	0.692	-0.077	0.087	-0.011	-0.135
6 思考がにぶっている	2.477	1.335	0.396	0.359	-0.018	-0.026	0.094
4 まぶたが重いと感じる	3.626	1.521	-0.041	0.838	0.031	0.006	-0.035
5 眠い	3.426	1.493	0.026	0.830	0.004	0.001	-0.028
7 緊張している	3.648	1.951	-0.023	0.019	0.718	-0.067	-0.032
8 どきどきしている	3.388	1.629	0.053	0.018	0.686	0.063	0.077
9 くつろいだ気分だ	1.840	1.357	-0.032	-0.056	0.076	0.727	-0.055
10 ゆったりした気分だ	3.145	1.667	0.029	0.057	-0.079	0.694	0.055
11 積極的な気分だ	3.457	1.634	-0.164	0.000	0.030	0.024	0.558
12 活力がみなぎっている	2.525	1.427	-0.135	-0.048	0.153	-0.018	0.487
固有値			3.040	1.348	1.137	0.691	0.128
累積寄与率 (%)			41.2	59.5	75.0	84.3	86.1

使用し、主成分解にプロマックス回転を加えた。まず、大学講義受講時の調査データ (505名) については、固有値1.0以上では3つの因子が得られた。第I因子は「眠気」・「注意集中困難」・「意欲減退」を示す6項目が一つの因子を構成し、第II因子には、「緊張」・「全般的活性」(4項目)が含まれている。第III因子は「リラックス」因子(2項目)であった。そこで、チェックリスト作成時に相対した因子が独立して出現しないか、因子数を4~6に指定して再分析した。その結果5因子指定において、最もまとまりのある12項目の分離が得られた。その結果を Table 1 に示した。

第I因子は「注意集中困難」・「意欲減退」(4項目)、第II因子は「眠気」(2項目)、第III因子は「緊張」(2項目)、第IV因子は「リラックス」(2項目)、第V因子は「全般的活性」(2項目)となっている。「思考がにぶっている」は、第I因子(負荷量0.396)と第II因子(負荷量0.359)にまたがっているが、これを除けばほぼ単純構造となっている。

同様に、自動車シミュレータ運転実験と Vigilance 課題実験の MWS チェックリストのデータについても因子分析を加えた。ただし、両者とも同一被験者が繰り返し評定したもので、大

学講義受講時の調査データとは異なり、作業経過に伴う変化特性から因子を抽出しようとするものである。

自動車シミュレータ運転実験時のデータについては、4因子抽出が評定項目のまとまり具合からして妥当といえた(累積寄与率90.6%)。第I因子は「眠気」・「注意集中困難」・「意欲減退」・「全般的活性」に属すると考えられたそれぞれ2項目ずつが入っている(負荷量の絶対値は0.49以上)。ただし、「全般的活性」のみが負の負荷量であった。第II因子は「リラックス」、第III因子は「緊張」、第IV因子は「意欲減退」因子であった。また Vigilance 課題実験時のデータの因子分析からも、4因子が抽出された(累積寄与率72.7%)。第I因子は「注意集中困難」と「意欲減退」が複合した因子、第II因子も「眠気」と「全般的活性」(負の負荷量)の複合因子、第III因子と第IV因子はそれぞれ「リラックス」、「緊張」の因子といえた(いずれの項目も因子負荷量は0.53以上)。

自動車シミュレータ運転実験および Vigilance 課題実験の分析結果からすれば、両者とも「眠気」と「全般的活性」が同一因子に含まれており、それぞれ正と負の負荷量を示している。この結果は Thayer (1978) と一致し、これら2つの因子は一



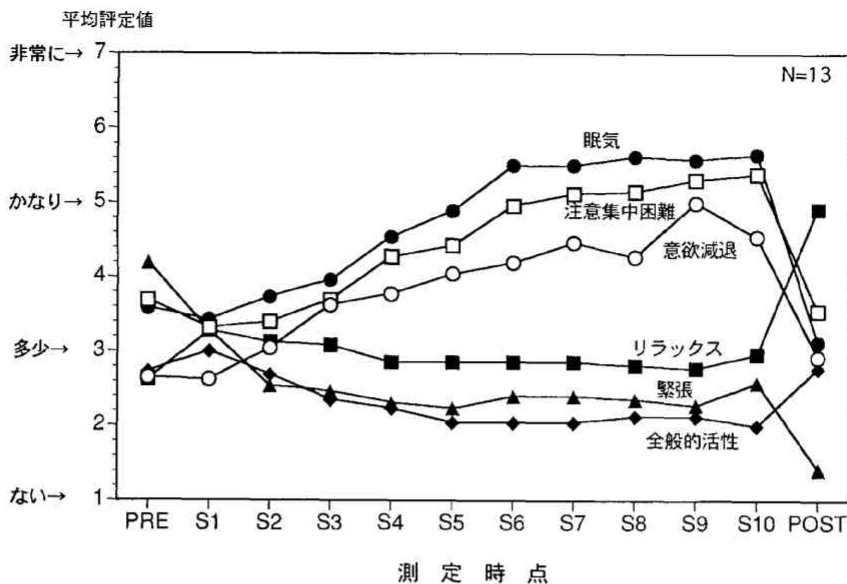


Fig. 3. Mean rating scores of the two items for each of the six factors (sleepiness, difficulty in concentration, decline of willingness, relaxation, tension and general activation) for the results obtained by the newly developed mental work strain checklist. PRE, before the first session; S1-S10, after each of ten subsequent ten-minute driving task using a driving simulator; POST, after ten-minute rest.

図 3 自動車シミュレータ運転実験における MWS チェックリスト 6 因子の平均評定値の推移

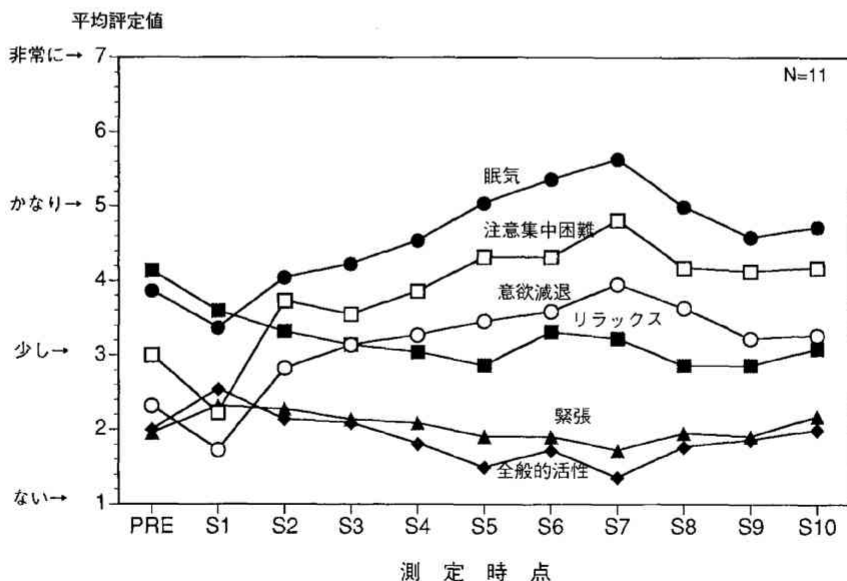


Fig. 4. Mean rating scores of the two items for each of the six factors (sleepiness, difficulty in concentration, decline of willingness, relaxation, tension and general activation) for the results obtained by the newly developed mental work strain checklist before and after each of eight-minute vigilance task sessions.

図 4 Vigilance 課題実験における MWS チェックリスト 6 因子の平均評定値の推移



次元上の両極に位置する因子と考えることも可能であるが、この点については後に触れる。

以上の因子分析から、MWS チェックリストには「眠気」、「全般的活性」、「リラックス」、「緊張」の4因子の他、ここではそれぞれ独立の因子としては分離されなかったが、「注意集中困難」や「意欲減退」といった因子が含まれ、各因子には当初想定した2項目ずつ属していることが確認できた。

従って、集計等の容易さを考慮するならば、各因子に属する2項目の平均評定値によって評価することも可能といえる。しかし「注意集中困難」と「意欲減退」因子については、独立であるかどうかはさらに検討が必要であろう。ここでの分析データは、Vigilance 課題を典型に単調といえる作業を採用しているため、複雑・高度な情報処理が要求されるような精神的緊張が伴う作業を対象にした検討が今後必要である。

「注意集中困難」と「意欲減退」についても、それぞれ2項目の平均評定値を求めることとして、自動車シミュレータ運転実験および Vigilance 課題実験での6因子の平均評定値をプロットした図を、それぞれ Fig. 3と Fig. 4に示した。両者を比較すると、Vigilance 課題遂行中の眠気は第7セッション(S7)をピークに第8セッション(S8)以降では減少している。他方、約1日の断眠後に行った自動車シミュレータ運転では、眠気は第6セッションで評定値5を超え、そのレベルは Vigilance 課題と同程度であるが、その後最終セッション後まで眠気は持続している。さらに両実験結果の差違は「注意集中困難」と「意欲減退」の平均評定値のレベルに現れている。自動車シミュレータ運転 (Fig. 3) では、実験前 (PRE) から評定値が1段階程度高く、それが実験中も継続しており、断眠の影響と考えられる。しかし、「緊張」や「全般的活性」については、自動車シミュレータ運転時の方がレベルが低いというわけでない。むしろ、Vigilance 課題遂行中の方が多少評定値は低い。「緊張」や「全般的活性」が低くなくても、「注意集中困難」や「意欲減退」が強く、またかなりの「眠気」が持続するのが、約1日間の断眠後の自動車シミュレータ運転実験の結果といえよう。

Table 2. Correlation matrix of the four factors in Table 1.

表 2 Table 1 における4因子の因子間相関マトリックス

	眠気	緊張	リラックス	全般的活性
眠気	1.000			
緊張	0.091	1.000		
リラックス	-0.026	-0.215	1.000	
全般的活性	-0.181	0.391	0.344	1.000

以上のように、MWS チェックリストを適用分析した結果から「眠気」、「リラックス」、「全般的活性」、「緊張」を示す4因子の存在が確認された。「注意集中困難」と「意欲減退」は独立して抽出できなかったが、6因子の存在を否定するものではなく、この点については今後、MWS チェックリストをさらに適用して検討を加える必要がある。

#### IV. 眠気とリラックスの関係構造の検討

既に述べたように、KSS の因子分析結果から、眠気とリラックスが一次元上に存在しないことが示唆された。「緊張」状態を含めて、本研究で確認された「眠気」、「リラックス」、「全般的活性」、「緊張」因子の関係構造はどうなっているのだろうか。ここでは、因果関係構造の検討に有用な分析手法である共分散構造分析 (パス解析) の手法を適用した。

まず、プロマックス回転によって得られた因子間相関から、4因子間の関係を検討した。大学講義受講時の調査データの因子分析 (Table 1) では、「眠気」、「リラックス」、「全般的活性」、「緊張」の4因子が抽出されているため、この因子間相関を検討材料とした。Table 2にその因子間相関を示した。Table 2を見れば、「全般的活性」が他の3因子のいずれとも相関が比較的高く、「緊張」および「リラックス」とはいずれも0.3以上の相関係数となっている。従って、「全般的活性」から他の3因子への因果的パスを仮定する。「全般的活性」は心身の基礎的な生理的活動準備特性に関わっていると考えられ (Pribram and McGuinness, 1975<sup>13)</sup>), この因果的パスの仮定とは矛盾しないであろう。次に、「緊張」・「リラク

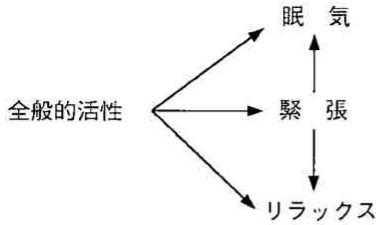


Fig. 5. A presumed model of the causal relationships for sleepiness, relaxation, general activation and tension, expressed by means of a path diagram.

図5 眠気, リラックス, 全般的活性, 緊張に関する因果関係モデル

ス]・「眠気」の関係である。「眠気」と「リラックス」とは無相関 ( $-0.026$ ) で、「緊張」と「リラックス」が  $-0.215$  という負の相関があること、また  $0.091$  と弱い相関であるが「緊張」と「眠気」が関係するとして、「緊張」を中心に「リラックス」や「眠気」へのパスが考えられる。何らかの外的刺激、この例では講義を受講するという状況変数が緊張を高めたり弱めたりし、その結果としてリラックス状態あるいは眠気が生じたりする、と仮定することにする。緊張を生じさせるような外的刺激が存在しないことがリラックスを規定する、といえるであろう。

こうした因果関係の仮定は、Fig. 5 のようなパス図となる。統計パッケージ SAS の共分散構造分析によって、こうした因果モデルの適合性を調べた。この分析には、「眠気」など4つの各因子別の平均評定値を使用した。つまり、観測変数間の因果関係の分析である。大学講義受講時の調査 (A) に加えて、自動車シミュレータ運転実験 (B) および Vigilance 課題実験 (C) のデータに対しても、この因果モデルを適用して分析した。

その結果それぞれのデータに対し、Fig. 6 に示した (A)・(B)・(C) のパス図に示す標準化解が得られた (GFI はそれぞれ、0.999, 1.000, 0.929)。3つのパス図はほぼ同様の因果関係構造を示している。(A) では「全般的活性」と「緊張」だけでは「眠気」を説明できない割合は94%と高いが、(C) ではその割合は63.7%あり、「全般的活性」や「緊張」によって説明される割合は高くなっていく (36.3%)。そして「全般的活性」が「緊張」

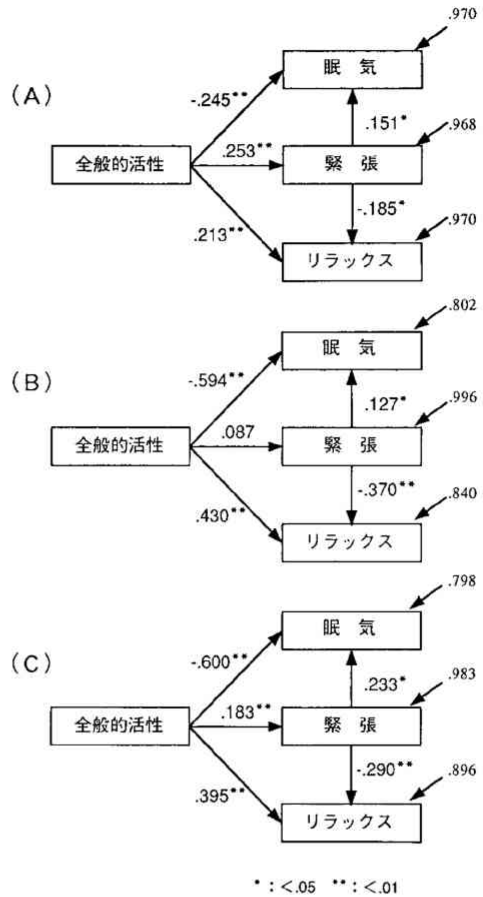


Fig. 6. Path coefficients for the model of causal relationships among sleepiness, relaxation, general activation and tension for three groups of MWS checklist samples: (A) 505 undergraduate students during attending a lecture, (B) driving experiments using a driving simulator and (C) vigilance task experiments.

図6 眠気, リラックス, 全般的活性, 緊張に関する因果関係のパス図: (A) 大学講義受講時, (B) 自動車シミュレータ運転実験, (C) Vigilance 課題実験

よりも影響力が強いことを示している (パス係数はそれぞれ  $-0.600$ ,  $0.233$ )。 (B) では「全般的活性」から「緊張」へのパス係数は有意ではなかった。「緊張」を外生変数としてモデル化しても、「全般的活性」や「緊張」から「眠気」および「緊張」へのパス係数には何ら影響しない。(B) と (C) はほぼ同様の関係構造であるといえる。

「眠気」と「リラックス」に特徴的な差異が見

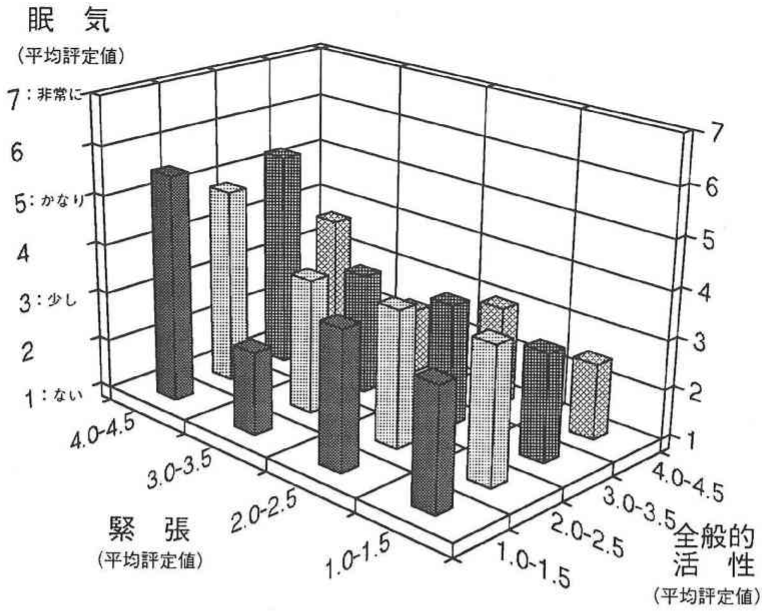


Fig. 7. Mean rating scores of two items for sleepiness classified by levels of general activation and tension for 505 undergraduate students during attending a lecture.

図 7 全般的活性と緊張のレベルによって分類した眠気の評定値 (大学講義受講時のデータより)

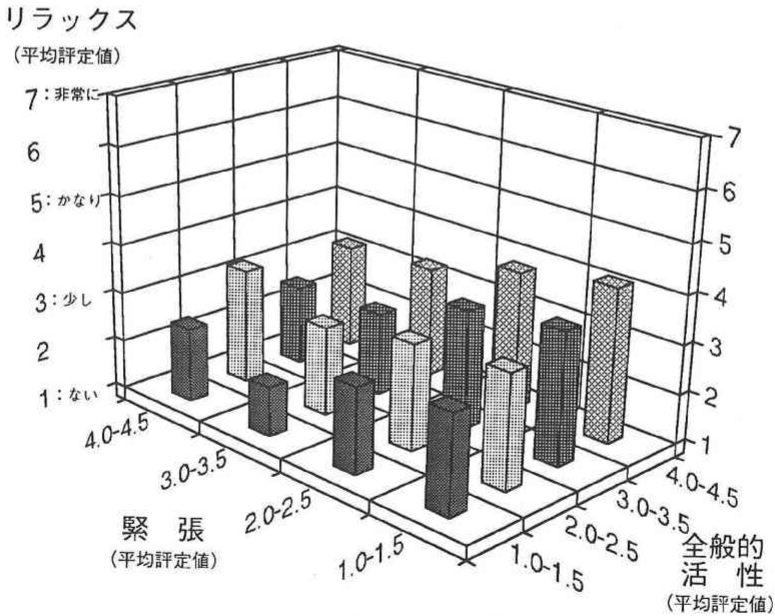


Fig. 8. Mean rating scores of two items for relaxation classified by levels of tension and general activation for 505 undergraduate students during attending a lecture.

図 8 全般的活性と緊張のレベルによって分類したリラックスの評定値 (大学講義受講時のデータより)

られる。すなわち、「眠気」は「全般的活性」から負の影響、「緊張」からは正の影響を受けているのに対し、「リラックス」は「全般的活性」から正の影響、「緊張」から負の影響を受けている。Fig. 3ないし Fig. 4の平均評定値の継時的変化と併せてみれば、「緊張」や「全般的活性」のレベルが比較的低いレベルで推移していたことから、次のように指摘することができる。すなわち、全般的活性が低下すると眠気は強くなるが、緊張が維持されている方がより眠気のレベルが高い。逆に、リラックス状態は全般的活性が維持され、かつ緊張レベルがより低い方が高い。Fig. 7と Fig. 8は(A)の大学講義受講時のデータを分析して、「全般的活性」と「緊張」のレベルによって「眠気」がどのように評定されているか見たものである。Fig. 7にみるように、やはり、「緊張」の平均評定値が3.0-3.5未満より4.0-4.5レベルの方が、そして「全般的活性」が4.0-4.5より2.0-2.5前後の方が「眠気」が強いことを示している。Fig. 8については、「全般的活性」が高レベルの方が、そして「緊張」が低レベルの方が「リラックス」の評定値は大きくなっており、パス図の示す関係と一致している。

被験者にとっては、実験の被験者として参加し課題を遂行しなければならないという状況は、低いレベルであっても緊張を維持しなければならないことになる。断眠の影響、さらに単調繰返し課題を遂行し、活性レベルがより低下していく状態の中で、緊張を維持することがより眠気を感じることに示唆されているように見受けられる。日常場面でも、自動車運転中の眠気を考えれば、運転中に強い眠気を感じながら、パーキングに入るとそれまでの眠気が嘘であったかのように、眠気を感じなくなることは珍しくないであろう。これは、本実験結果が示すように、ある程度の緊張が維持されていた方が眠気を感じるということであろう。

以上のように因果関係の分析から「全般的活性」と「緊張」は、「眠気」と「リラックス」に対し、相反的な影響を与えるという関係構造が得られた。こうした関係構造から主観的な眠気を評価することが今後必要であろう。本研究で分析した MWS チェックリストデータには、複雑・高度な情報処理が要求されていて精神的緊張が高い作業につい

ての結果は含まれていない。こうした精神的なオーバーロード事態でのチェックリストの適用・分析によって、さらに主観的な精神的作業負担を評価する資料が得られると思われる。もちろん、MWS チェックリストが対象とした精神的作業負担だけでなく、精神的作業負担に関する主観的評定尺度、観察可能な行動特性や生理的反応と併用すれば、眠気やリラックスに限らず精神的作業負担の因果関係のモデル化もさらに精緻化されるであろう。Fig. 6で示されたような「眠気」や「リラックス」などの関係構造モデルについても、精神的作業負担に関する指標を説明変数として組み込むならば、さらに予測性が高まるとみることができよう。

## V. まとめ

精神的な緊張を伴う作業、あるいは監視作業や Vigilance 作業などの単調感や眠気を生じさせる作業などによる精神的作業負担を評価するために、自記式のチェックリスト(労研精神的作業負担チェックリスト: Roken Mental Work Strain checklist, MWS チェックリストと称す)の開発を試みた。このチェックリストは、作業遂行中の時間経過に伴う精神的作業負担の推移を、ごく簡便に、1分未満という短時間で自己評定できることを目標にしたもので、「眠気」、「リラックス」、「全般的活性」、「緊張」、「注意集中困難」、「意欲減退」に相当するとみられる6因子からなる。この試用版を自動車シミュレータ運転実験および Vigilance 課題実験場面などに適用し、含まれる因子を確認するとともに、「眠気」や「リラックス」などの因果関係構造を分析した。その結果、全般的活性が低下すると眠気は強くなるが、緊張が維持されている方がより眠気のレベルが高い、逆に、リラックス状態は全般的活性が維持され、かつ緊張レベルがより低い方が高い、といった関係構造が示された。今後、複雑・高度な情報処理が要求される精神的緊張が高い作業場面での適用を通して、この MWS チェックリストの改良や有用性の検討を進めるとともに、精神的作業負担に関する指標などとの関係を検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) Hoddes, E., Zarcone, V., Smythe, H., Phillips, R., & Dement, W.C.: Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiology*, 10 : 431-436, 1973.
- 2) 石原金由, 齋藤敬, 宮田洋: 眠気の尺度とその実験的検討. *The Japanese Journal of Psychology*, 52 : 362-365, 1982.
- 3) Dement, W.C., & Carskadon, M.A.: Current perspectives on daytime sleepiness: The issues. *Sleep*, 5 : S56-S66, 1982.
- 4) Johnson, L.C., Freeman, C.R., Spinweber, C.L., & Gomez, S.A.: Subjective and objective measures of sleepiness: Effect of benzodiazepine and caffeine on their relationship. *Psychophysiology*, 28 : 65-71, 1991.
- 5) Johns, M.W.: Daytime sleepiness, snoring, and obstructive sleep apnea. *Chest*, 103 : 30-35, 1993.
- 6) Thayer, R.E.: Factor analytic and reliability studies on the activation-deactivation adjective check list. *Psychological Reports*, 42 : 747-756, 1978.
- 7) 畑山俊輝, Antonides, G., 松岡和生, 丸山欣哉: アラウザルチェックリスト (GACL) から見た顔のマッサージの心理的緊張低減効果. *Japanese Journal of Applied Psychology*, 19 : 11-19, 1994.
- 8) Cooper, G.E., & Harper, R.P.Jr.: The use of pilot rating in the evaluation of aircraft handling (Tech. Rep.). National Aeronautics and Space Administration, Ames Research Center, TN-D-5153, 1969.
- 8) Wierwille, W.W., & Casali, J.G.: A validated rating scale for global mental workload measurement applications. *Proceedings of the Human Factors Society*, 27 : 129-133, 1983.
- 10) Hart, S.G., & Staveland, L.E.: Development of a NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P.A. Hancock and N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload*: pp.139-183, Amsterdam: North-Holland, 1988.
- 11) Hill, S.G., Iavecchia, H.P., Byers, J.C., Bittner, A.C., Zaklad, A.L., & Christ, R.E.: Comparison of four subjective workload rating scales. *Human Factors*, 34 : 429-439, 1992.
- 12) Kantowitz, B.H.: Mental workload. In P.A. Hancock (Ed.), *Human Factors Psychology*: pp.81-121, Elsevier Science Publishers B.V.: North-Holland, 1987.
- 13) Pribram, K.H., & McGuinness, D.: Arousal, activation, and effort in the control of attention. *Psychological Review*, 82 : 116-149, 1975.

(受付: 1996年2月7日)