

《論文》

# 水難救助活動における監視作業に有効な走査法

中塚健太郎, 坂入 洋右, 荒井 宏和, 稲垣 裕美, 小峯 力

## The Effects of Scanning Techniques on Vigilance Task during Lifesaving Activities

Kentaro NAKATSUKA, Yosuke SAKAIRI, Hirokazu ARAI,  
Yuumi INAGAKI, Tsutomu KOMINE

キーワード：ライフセービング, 走査法, 持続的注意, 覚醒水準, 疲労

Keywords: Lifesaving, Scanning, Vigilance, Arousal level, Fatigue

### 要約

本研究では、水難救助活動の監視において溺者を早期発見するために重要な走査法の特徴を明確にするため、監視のシミュレーション課題を用い、ライフセーバー9名を被験者として走査法〔中心視走査法（FS）と周辺視走査法（PS）〕の有効性を、以下の観点から多面的に比較検討した。

- ①作業成績（溺者発見時間）、②注意集中の持続、③心理的覚醒水準（二次元気分尺度）、
- ④心理的疲労、⑤生理的疲労（Critical Flickering Frequency）

結果として、作業成績は走査法の両条件間に差はなかったが、注意集中の持続についてはPSの方が有効であることが確認された ( $p<.05$ )。さらに、心理的覚醒水準においては、PS条件でネガティブ覚醒と快適度への悪影響が相対的に小さく、良好な心理状態で監視をする上でPSの方がFSに比べ有効な技法であることが示唆された ( $p<.05$ )。一方、心理・生理的な疲労に関しては両条件ともに疲労の蓄積がみられ ( $p<.05$ )、技法間に差はなかった。

PSが作業成績においてFSと同等であるにも関わらず、良好な心理状態と注意集中を保持する点で優れていたことから、監視作業における走査法では総合的にはPSが有効であることが確認された。

### はじめに

周囲を海に囲まれた日本においては、夏の代表的なレジャーの一つに海水浴があり、マリンスポーツの中でも最も人気が高いといわれている。しかし一方で、参加人口に比例して水難事故も数多く発生している。警察庁によると、平成18年中における水難による死者・行方不明者

は823人となっており、発生場所別で見ると海が最も多く全体の約半数（53.9%）を占めている<sup>1)</sup>。この数は、山岳における死者・行方不明者の約3倍にあたり、このことから国内における水難事故の多さがうかがえる<sup>2)</sup>。このような状況下において、水難救助活動（監視・救助

活動)は必要不可欠であり、海を中心とした水辺で水難救助活動に従事する監視・救助員(以下:ライフセーバー)の存在は重要である。

水難救助活動をする上で、最も重要視されているのは“事故防止”の概念である。つまり“事故を未然に防ぐ”ことがライフセーバーにとっての使命といえる<sup>3)</sup>。しかし溺水事故の調査事例からは、死亡事故につながるような重溺(意識のない溺者)救助の87.5%は、発見した段階ですでに意識のない状態であった<sup>4)</sup>。この原因には様々なものが考えられるが、一つはライフセーバーに対する監視時の走査法(見方)およびその指導法が、日本国内では確立されていない点が挙げられる。一方、ライフセービング先進国であるオーストラリアなどでは、走査法が監視の上で重要なスキルのひとつとして確立されている<sup>5)6)7)</sup>。しかし、それらは経験則に基づくものであり、有効性の根拠としての実証的なデータが示されているわけではない。よって、水難救助活動でおこなわれる監視に有効な走査法を、客観的な指標を用いて多面的に検討することが不可欠だと考えられる。

走査は、監視作業をする上で誰もがおこなう視野の移動であるが、これは、どこにどのくらいの範囲・速さで注意を向けるかということに言い換えられる。三浦<sup>8)</sup>は注意の特性の一つとして、注意(処理)の広さと深さには相反関係があると述べている。これには中心視(横方向に約2°)と周辺視野(横方向に180°~210°)が関わっており、求められる課題の難易度が高ければ深く見ざるを得ないし(有効視野は狭くなる)、難易度が低ければ広く見ることができる(有効視野は広くなる)。このことから、走査法には狭い範囲で素早く視線を動かしながら見るような中心視機能を用いた方法と、広い範囲で

ほとんど視線を動かさずに見るような周辺視機能を用いた方法があると考えられる。このような方法は、「細かく視線を動かす」や「全体を見る」といった経験則として水辺での事故を防止する各団体で伝えられているが、これらの方法にどのような有効性があるかは明らかにされていないため、それぞれの有効性を比較検討する必要がある。

水難救助活動における監視場面について考えてみると、以下の点があげられる。

- ① 身体的負荷よりも精神的負荷が高い
- ② 監視自体が単調である
- ③ ほとんど起こらない事故に対して持続的に注意をはらわなければならない

このように、単調であり発生頻度の低い事象の検出が求められる水難救助活動における監視作業では、ヴィジランスの保持が重要な課題となる。ヴィジランスとは、「かなり長い時間注意を集中した状態を保つ能力」のことを指し、持続的注意と同じ意味で使われている<sup>9)</sup>。これまでの研究から、ヴィジランス保持に影響を与える要因として、覚醒水準や疲労などが指摘されている<sup>10)11)</sup>。よって、走査法による有効性を検討するためには作業成績と注意集中の持続だけでなく、監視作業の実施に伴ってこれらのパラメータがどのように変化するかを明らかにする必要がある。

覚醒水準とパフォーマンス(作業成績など)の関係については、一般的に逆U字仮説をもとに説明されており、スポーツ領域においてもこのモデルが一般的な理論として用いられている<sup>12)</sup>。しかし、この一次元のモデルでは、特定の覚醒水準が、常にパフォーマンスに対して一定のプラス、またはマイナスに作用することになる。しかし、現実場面では同じ低い覚醒水準にあつて

も、落ち着いてリラックスできている状態ではパフォーマンスにプラスに作用し、無気力でだらけた状態ではパフォーマンスにマイナスに作用する。よって覚醒水準は高低の一軸だけでは説明しきれないので、近年では、覚醒水準を以下の2つの因子に分けて説明する試みがなされている<sup>13)14)</sup>。

- ① 覚醒度の上昇が快気分と関連する因子：  
エネルギー覚醒（ポジティブ覚醒）
- ② 覚醒度の上昇が不快気分と関連する因子：  
緊張覚醒（ネガティブ覚醒）

坂入ら<sup>15)</sup>は上述した因子を①ポジティブ覚醒、②ネガティブ覚醒としてとらえ、かつこの2軸を測ることで心理状態の快適度を推定できる二次元気分尺度を作成した。この尺度はわずか8項目で口頭でも測定が可能のため、被験者に負担をかけず、様々な場面で実施できるといった利点がある。本研究のように実践場面を想定した実験において覚醒水準を測定する際には、煩雑な手続きを必要とする生理指標や心理尺度の使用が不適切な場合があるため、二次元気分尺度のような、簡便で、ある程度信頼性、妥当性が確認された尺度が有効であると思われる。

次に、監視作業などにおける疲労を推定するためには、いくつかの方法があるが、その一つとして大島<sup>16)</sup>はフリッカー（Critical Flickering Frequency：以下CFF）値を用いた実験をおこない、値の変化から疲労の推定ができると述べている。CFF値に関しては、中枢性の疲労よりも局所的な視機能の低下を反映しているといった見解もあるが、いずれにしても監視における視機能低下は監視に悪影響を与えるため、生理的な疲労の尺度として有用であるといえる<sup>17)</sup>。加えて、精神的負荷が高い課題によって生じる疲労は心理（主観）的なものも含めて統合的検

討をする必要もある<sup>18)</sup>。

以上のことをふまえ、本研究では監視作業時の走査法として中心視機能を用いる方法と周辺視機能を用いる方法の有効性を多面的に比較検討することを目的とする。また、実験の実施にあたり水難救助活動の監視場面を想定した監視シミュレーション課題を作成し、ライフセーバーを対象に監視作業を実施させその効果を検討した。

## 目的

本研究の目的は、水難救助活動における監視活動を想定したシミュレーション課題を実施し、その際に用いられる走査法の代表的なものとして中心視機能を用いた走査法と周辺視機能を用いた走査法を設定し、それらの有効性を以下の項目に関して比較することである。

- A) 作業成績
- B) 注意集中の持続
- C) 心理的覚醒水準
- D) 心理・生理的疲労

## 方法

### 被験者

ライフセーバー9名（男性6名、女性3名、平均年齢20.7歳）を対象とした。ライフセーバーはいずれも日本ライフセービング協会（Japan Lifesaving Association：以下JLA）認定の有資格者であった。

### 実験期間・環境

本研究は冬季（1～2月）に実施した。実験室内は生理心理に関する測定も併せて実施する

ため、室温 $23 \pm 1$ ℃、湿度 $50 \pm 5$ %で保たれるように調整した。

## 実験課題

JLAが関与するA海水浴場の休日の遊泳状況をモデルとしたコンピュータプログラム(JAVA言語使用)を用い、突然溺れだす者を含む大勢の遊泳者を監視し、溺者を発見し次第外付けキーボードを押して反応させる監視シミュレーション課題を用いた(図1, 2)。監視シミュレーションは、溺者を出現させるタイミングが予測できないようにスタート後1, 2, 3分後に溺者が出現する3つのパターンをランダムに組み合わせ、各セッションにつき15回ずつ溺者を検出するものとした。この監視シミュレーション課題は、監視場面の特徴を抽出し作成された短時間・短期間おこなう“監視作業”として扱われており、実際のパトロールの現場でおこなわれている長時間・長期間の“監視活動”とは区別されている<sup>19)</sup>。

## 実験状況

本実験における監視シミュレーションでは、二次元の平面ではあるが監視者と遊泳者との距離を考慮し、実際の海水浴場の海岸線100m範囲を100m離れた監視塔から監視する設定とした。その状況を再現するため、実験ではプロジェクタを用い、シミュレーション映像の横幅と被験者からスクリーン用の壁までの距離を揃えた結果、165cmとなった(図3)。

## 走査法

走査法については、以下の2つの方法とした。

### I：中心視走査法

(Foveal Scanning：以下FS)

### II：周辺視走査法

(Peripheral Scanning：以下PS)

FSは注視点を素早くかつ細かく動かして監視する方法(図1)であり、PSは注視点をあまり動かさずにゆっくりと全体を監視する方法(図2)を用いた。また、被験者にはセッション内の監視は全て同じ走査法を用いて監視するよう教示した。

## 手続き

実験を開始する前に、実験の目的、方法、注意事項などを説明し、本実験に参加する意思を示した被験者全員から同意書にて同意を得た。1日に1セッションの実験を合計4セッション(FS：2セッション、PS：2セッション)おこなうため日程調整もあわせて実施した。また、実験条件の実施順序に関してはカウンターバランスをとった。

実験の作業時間編成を図4に示す。1セッション内に10分間の監視作業を3回実施し、作業間に3分間の休息をとった。実験室に入室した直後は外気温の影響が大きいいため、室内環境に慣れるまで約30分間安静状態で待機させた後に実験を開始した。

## 測定指標

### A) 作業成績

作業成績を示す指標は、監視シミュレーション課題において事故(溺者)が発生してから被験者が発見する(キーボードで反応する)までの時間を溺者発見時間として用いた。

### B) 注意集中の持続

監視作業中の主観的注意集中の持続度を0～10の11段階で作業直後に回答してもらった。数

字が大きいほど注意集中が持続されていたことを表す。

### C) 心理的覚醒水準の変化

心理的覚醒水準の変化については、二次元気分尺度<sup>15)</sup>を指標として、ポジティブ（エネルギー）覚醒、ネガティブ（緊張）覚醒を測定した。また、この2因子から推定される快適度も用いた。

#### D 1) 心理的疲労

心理的な疲労度は自覚的な疲労を0～10の11段階で自己評価させた。数字が大きくなるほど疲れていることを表す。

#### D 2) 生理的疲労

生理的な疲労度は局所的な視機能の低下を反映するといわれているフリッカー・テストを用いて測定した。測定には極限法<sup>16)</sup>を用い、3回測定した中央値を分析に使用した。フリッカー値は低いほど疲労していることを示す。

## 結 果

### A) 作業成績

分析対象を全ての監視作業（3回×2セッション×2条件）の溺者発見時間として分析した。平均とSDを表1に示す。FS条件とPS条件間で対応のあるt検定をおこなった結果、有意な差はみられなかった。よって、溺者発見時間は走査法の違いによって変わらないことが示唆された。

### B) 注意集中の持続

分析対象を全ての監視作業（3回×2セッション×2条件）中の注意集中の持続度とし

て分析した。平均とSDを表1に示す。FS条件とPS条件間で対応のあるt検定をおこなった結果、有意な差 ( $t=2.68$ ,  $df=8$ ,  $p<.05$ ) があり、5%水準でPS条件での注意集中の持続度が高かった（図5）。よって注意集中が持続しやすい走査法はPSであることが示された。

### C) 心理的覚醒水準

分析対象は、各監視作業前後の平均をpre-postとしてポジティブ覚醒・ネガティブ覚醒・快適度の変化を走査法間で比較した。平均とSDを表1に示す。

監視作業前後のポジティブ覚醒得点について2時期（pre-post）×2条件（FS-PS）の分散分析を実施した結果、交互作用はみられなかったが監視作業前後に1%水準で主効果がみられた。その単純主効果を分析した結果、PS ( $F(1, 8)=12.06$ ,  $p<.01$ ), FS ( $F(1, 8)=16.53$ ,  $p<.01$ )であった。よって走査法に関係なく、監視作業を実施するとポジティブ覚醒（活気）は低下することが示された。

監視作業前後のネガティブ覚醒得点について2時期（pre-post）×2条件（FS-PS）の分散分析を実施した結果、5%水準で交互作用に有意な差がみられた ( $F(1, 8)=8.55$ ,  $p<.05$ )。そこで各要因の単純主効果を分析した結果、FSが1%水準で ( $F(1, 8)=12.06$ ,  $p<.01$ ), PSが0.1%水準で ( $F(1, 8)=16.53$ ,  $p<.001$ ) ネガティブ覚醒得点が有意に上昇していた（図6）。よって監視作業においては、FSの方がイライラしやすいといえる。

監視作業前後の快適度得点について2時期（pre-post）×2条件（FS-PS）の分散分析を実施した結果、5%水準で交互作用に有意な差がみられた ( $F(1, 8)=6.35$ ,  $p<.05$ )。そこで各要

因の単純主効果を分析した結果、PSが1%水準で ( $F(1, 8)=14.58, p<.01$ ), FSが0.1%水準 ( $F(1, 8)=16.53, p<.001$ ) で快適度得点が有意に低下していた (図7)。よって監視作業においては、FSの方が不快になりやすいといえる。

#### D 1) 心理的疲労

監視作業前後の心理的疲労度について平均とSDを表2に示す。走査法間で比較するため、2時期 (pre-post) × 2条件 (FS-PS) の分散分析の結果、交互作用はみられなかったが監視作業前後に0.1%水準で主効果がみられた。その単純主効果を分析した結果、PS ( $F(1, 8)=38.48, p<.001$ ), FS ( $F(1, 8)=58.38, p<.001$ ) であった。よって走査法に関係なく、監視作業を実施すると心理的疲労は増加することが示された。

#### D 2) 生理的疲労

監視作業前後の生理的疲労度について平均とSDを表2に示す。走査法間で比較するため、2時期 (pre-post) × 2条件 (FS-PS) で分散分析を実施した結果、交互作用はみられなかったが監視作業前後に1%水準で主効果がみられた。その単純主効果を分析した結果、PS ( $F(1, 8)=9.85, p<.05$ ), FS ( $F(1, 8)=18.12, p<.01$ ) であった。よって走査法に関係なく、監視作業を実施すると生理的疲労は増加することが示された。

### 総合考察

経験的な仮説としては、FSの特徴として注視点が素早く常に動いているので発見遅延や見落としが少ない反面、常に注視点を動かすため監視範囲が広い場合注意集中の持続が困難であ

ることが考えられる。一方、PSの特徴は一度に広範囲の状況を把握しようとするところから監視範囲の広い実践場面での有効性は高い反面、溺水の徴候を見落とす可能性があることも想定される。しかし、作業成績の結果からは両条件において差はみられなかったが、注意集中の持続に関してはFSよりPSが有効であることが明らかになった。

次に、心理的覚醒水準に関してはポジティブ覚醒において両条件で監視後に低下が見られた。これは、監視作業をすることによって活気が低下したことを示している。ネガティブ覚醒については両条件ともイライラ感が上昇しているがPSに比べFS条件で統計的に有意な上昇を示した。それに伴って、快適度に関してもPS条件に有効性が認められた。これは、PS条件に比べFS条件では注視点の素早い移動を求められることから素早い眼球運動を常に強いられることによる心身への負担が大きくなったため生じた結果だと考えられる。

最後に心理・生理的疲労については両条件ともに主効果が有意であったことから、どちらも心理・生理的疲労の増加が示唆された。このことから、1時間程度の監視作業であっても心身の疲労があらわれ、蓄積していくため、それを防ぐための心身のコンディショニングが長時間・長期間監視をするライフセーバーには必要であると考えられる。

本研究において得られた知見から、監視作業における走査法としてFSとPSの間で作業成績に差はないが、FSは心理状態が悪化しやすく、注意集中が持続しにくいことが明らかになった。よって、心理状態を良好に保つことで注意集中が持続しやすいPSが、水難救助活動における監視時の走査法として有効性が高いと考えられ

る。

本研究で実施した監視シミュレーション課題は短時間（1時間程度）の監視作業であったが、実際の水難救助活動のような長時間（8時間程度）の監視活動実施条件においては、心理状態の悪化や疲労の蓄積などがさらに大きく影響することが予想される。そこで、実践場面において走査法の有効性を長時間にわたって検討していくことが今後の課題として考えられる。

### 参考文献

- 1) 警察庁生活安全局地域課 (2007) 平成18年中における水難の概況, 警察庁 <http://www.npa.go.jp/safetylife/chiiki3/20070705.pdf>
- 2) 警察庁 (2007) 平成19年度警察白書, 警察庁 <http://www.npa.go.jp/hakusyo/h19/toukei/t4-01.pdf>
- 3) 日本ライフセービング協会編 (1995) Surf Lifesaving Textbook. 日本ライフセービング協会: 東京
- 4) 深山元良・小峯直総・山本利春・荒井宏和 (1999) 海水浴場における溺水事故とライフセービング. 臨床スポーツ医学16 (8): 879-885.
- 5) Fenner, P., Leahy, S., Buhk, A. and Dawes, P. (1999) Prevention of drowning: visual scanning and attention span in Lifeguards. The Journal of Occupational Health and Safety-Australia and New Zealand, 15 (1): 61-66.
- 6) Surf Life Saving Australia Ltd (2003) Surf lifesaving training manual 32nd ed. Elsevier (Australia) Pty Limited: NSW
- 7) The Lifesaving Society (2004) Alert Lifeguarding in Action 2nd ed. The Lifesaving Society: Canada
- 8) 三浦利章 (1994) 有効視野と注意の配分. 労働の科学49 (6): 18-21.
- 9) 渡辺めぐみ (1999) ビジランス. 中島義明ほか編, 心理学事典. 有斐閣: 東京, p.719.
- 10) 吉田正昭 (1981) ヴィジランス. 藤永保ほか編, 新版心理学辞典. 平凡社: 東京, pp.44-45.
- 11) 山下富美代 (1988) 集中力. 講談社: 東京
- 12) Yerkes, D. and Dodson, J. (1908) The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. Journal of Comparative and Neurological Psychology, 18:459-482.
- 13) THAYER, R.E. (1986) Activation-deactivation adjective check list: current overview and structural analysis. Psychological Reports, 58: 607-614.
- 14) Matthews, G., Jones, D.M. and Chamberlain, A.G. (1990) Refining the measurement of mood: The UWIST Mood Adjective Checklist. British Journal of Psychology, 81: 17-42.
- 15) 坂入洋右・征矢英昭 (2003) 新しい感性指標～運動時の気分測定～. 体育の科学53 (11): 845-850.
- 16) 大島正光 (1979) 第二版 疲労の研究. 同文書院: 東京
- 17) 岩崎常人・秋谷忍 (1990) CRT画面上での視覚作業にみられるCFF値の変化とその生理的意味. 人間工学26 (4): 181-184.
- 18) 吉村勲・友田泰行 (1993) 生理心理機能の統合的時系列解析による疲労判定に関する研究. 人間工学29 (3): 167-176.
- 19) 中塚健太郎・坂入洋右 (2006) 水難救助活動における監視作業に有効な休息法—自律訓練法と軽運動の比較—. 自律訓練研究26 (1, 2): 34-43.

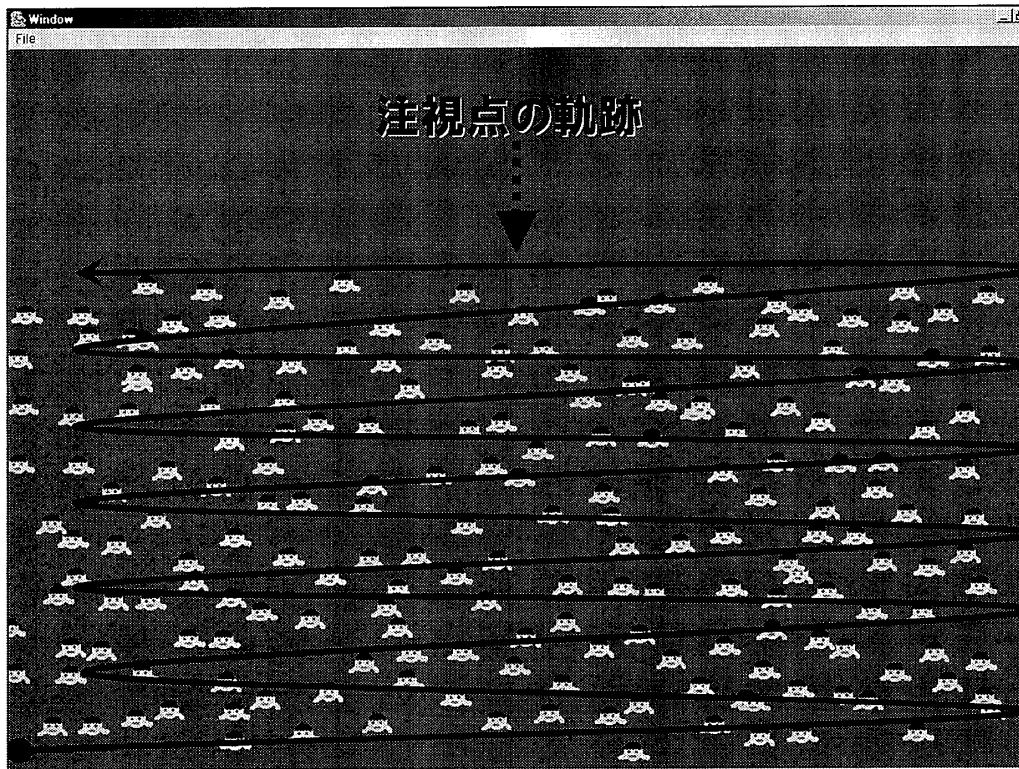


図 1. 中心視走査法 (FS) の典型例

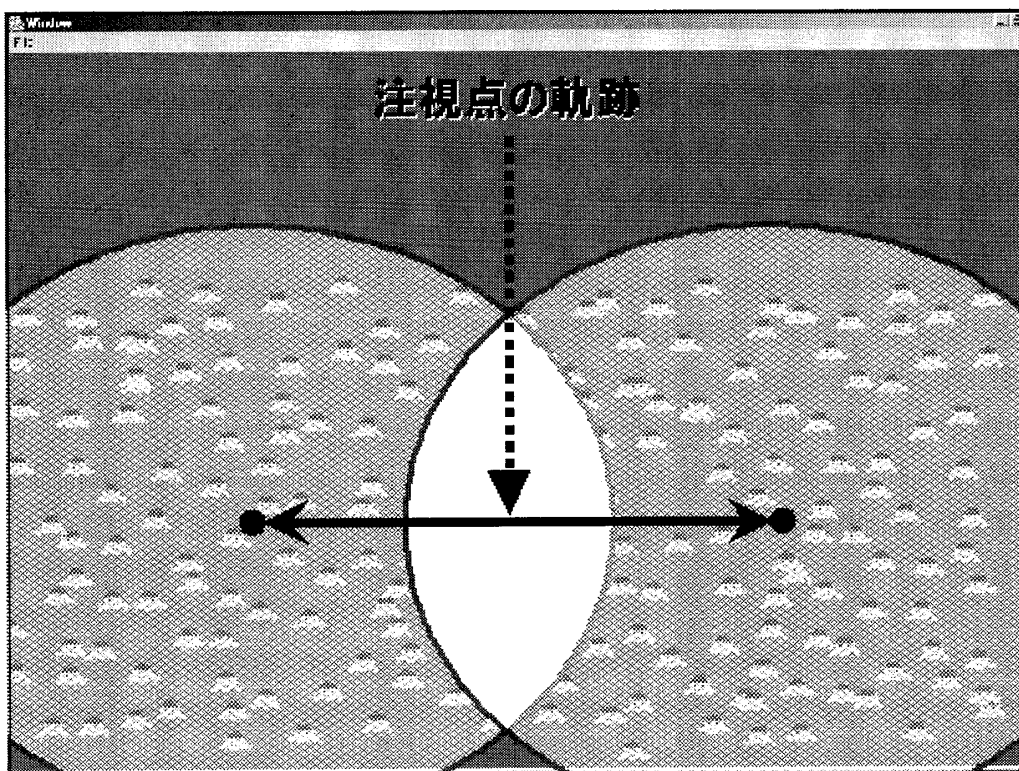


図 2. 周辺視走査法 (FS) の典型例



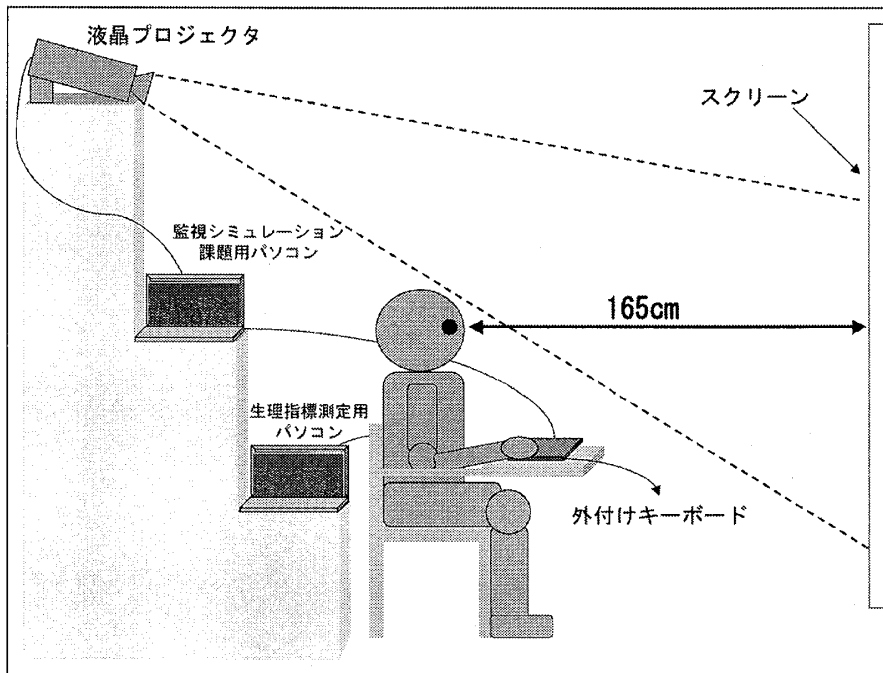


図3. 実験状況

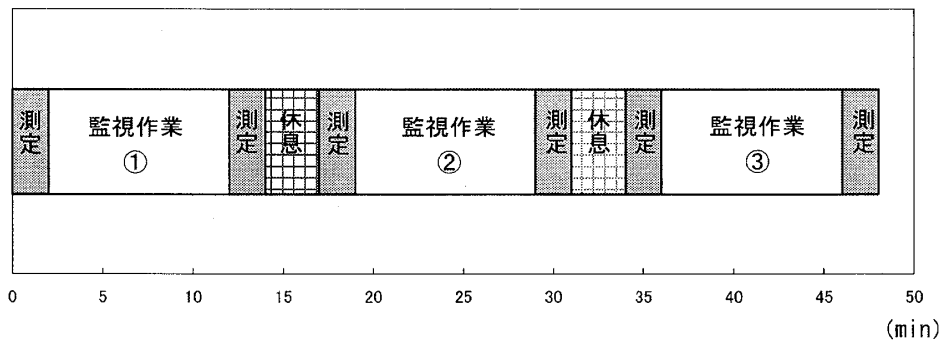


図4. 1セッション内の作業時間編成

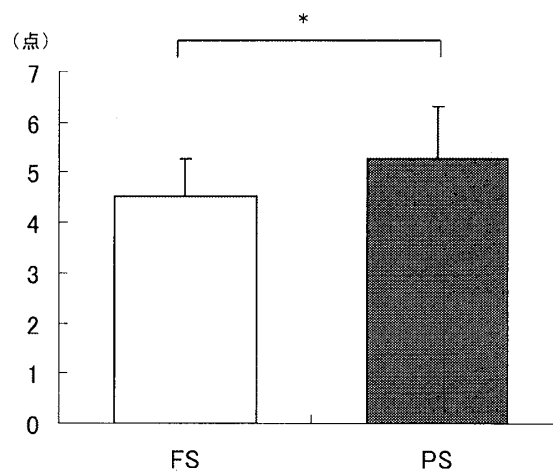


図5. 注意集中の持続度

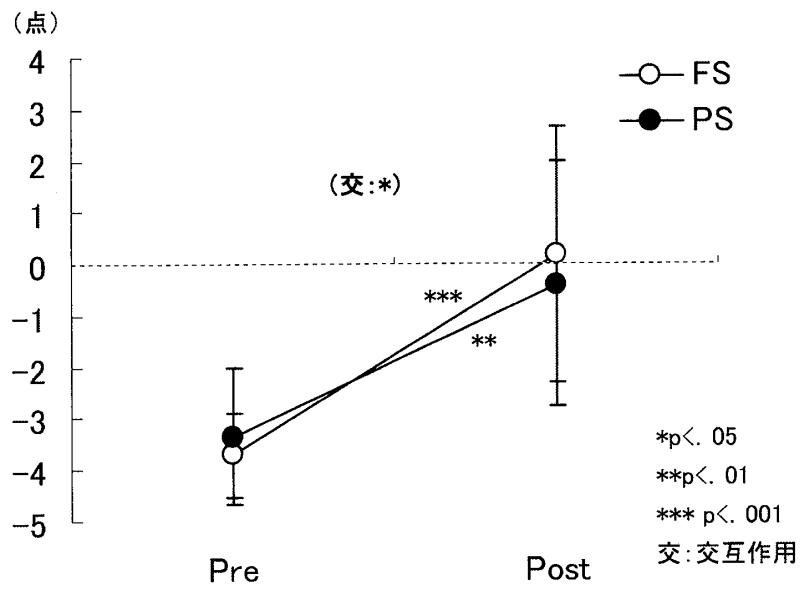


図 6. 監視作業前後のネガティブ覚醒得点変化

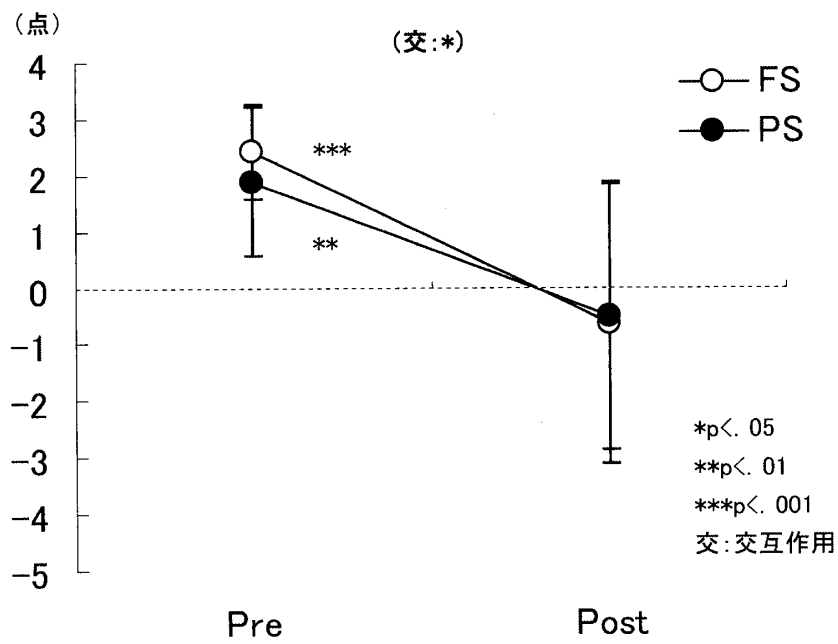


図 7. 監視作業前後の快適度得点変化

表 1. 溺者発見時間と注意集中の持続度における平均と標準偏差

	FS (SD)	PS (SD)	p値
溺者発見時間 (秒)	1.68 (0.32)	1.60 (0.23)	ns
注意集中の持続度 (点)	4.52 (0.75)	5.26 (1.05)	p<.05

表 2. 二次元気分尺度と心理・生理的疲労度における平均と標準偏差

	FS (SD)		PS (SD)		p値 (交互作用)
	pre	post	pre	post	
ポジティブ覚醒 (点)	0.84 (1.68)	-1.23 (1.77)	0.09 (1.70)	-1.61 (1.61)	ns
ネガティブ覚醒 (点)	-3.71 (0.83)	0.17 (2.47)	-3.35 (1.32)	-0.41 (2.38)	p<.05
快適度 (点)	2.42 (0.99)	-0.64 (1.98)	-1.87 (1.17)	-0.50 (1.83)	p<.05
心理的疲労度 (点)	4.82 (0.73)	6.96 (0.84)	4.52 (1.06)	6.48 (0.85)	ns
生理的疲労度 (C/S)	36.52 (2.91)	35.93 (3.15)	36.74 (2.55)	36.30 (2.68)	ns