

## 7. 掘削機操作におけるタイムプレッシャーの影響\*

中村隆宏\*\* , 深谷 潔\*\* ,  
万年園子\*\*\*

## 7. Influences of Time-Pressure in the Excavator Operation\*

by Takahiro NAKAMURA\*\*, Kiyoshi FUKAYA\*\*,  
and Sonoko MANNEN\*\*\*

**Abstract** : In the construction work, there are time related factors such as the insufficient time-allowances, the impending of the complete date, and the several stresses in the emergency (recoveries of mistake, weather influences, etc.) and so on. These factors are regarded as the background factors of the occupational injuries, because they might cause the omission, shortening and turbulence of the procedure as the result of making haste, impatience and panic.

The construction machineries are very useful for labor saving and increasing efficiency, however they often cause the serious injuries because of their huge energy. From these points, the effect of time-pressure about the operation of the excavator was discussed in this study.

In the experiment, excavator simulator was used. The subjects were six and they had no experiences of operation. After training session, they took part in the experiment which consisted of two conditions, one was the control (non time-pressure), and the other was the time-pressured. The rapidity and accuracy of operation were measured. While operations, the target detection task was applied to the subjects to determine their peripheral vision performance.

Under the time-pressured condition, the rapidity of the operation was higher than control condition. The differences in terms of the accuracy of operation and peripheral vision performance were not clarified between both conditions.

From these results, the time pressure to the subjects in the experiment seemed to be not sufficient. The subjects might feel tired to the tasks in the control condition, so their performance of operation and vision was reduced. In the time-pressured condition, on the other hand, the time-pressure might be moderate and not enough to make the subjects feel panic, haste and impatience, so the performance of the subjects was promoted.

The experimental method, which manipulates the time pressure, will have to be dealt with more carefully. Further, it is necessary to understand how the workers are exposed to the time-pressure, how and what stress related time they feel in the actual work sites.

**Keywords** ; Time-pressure, peripheral vision, performance

---

\* 日本人間工学会第43回大会(2002)において一部発表

\*\* 境界領域・人間科学安全研究グループ Interdisciplinary and Human Science Safety Research Group

\*\*\* 科学技術振興事業団 重点研究支援協力員 Supporting Staff for Priority Research, Japan Science and Technology Corporation

## 1. はじめに

建設現場所長クラスを対象としたインタビュー調査を通じ、高木は、事故が起こりにくい建設現場の条件として「適正な工期」を挙げている<sup>1)</sup>。また、建設現場では作業遅れやトラブルが頻繁に発生し、再調整を行う際の「あせり」から危険が発生することがある、と指摘されている<sup>2)</sup>。

突貫工事になった場合の問題点について高木<sup>1)</sup>の指摘は多岐に渡るが、エラーを誘発する直接的な要因として「時間的余裕不足」「納期の切迫」が考えられる。また、作業遅れやトラブルに限らず、屋外での作業が多く天候に左右されがちな建設作業においては、天候の急変なども時間的ストレスにつながりやすい。こうした状態が「急ぎ」「焦り」「慌て」などの心理状態を作り出し、「手順の省略、短縮、乱れ」「視野の狭窄」等の現象を生み出す結果、災害の発生につながると考えられる。

臼井<sup>3)</sup>は、作業省略の問題に焦点をあて、ヒヤリハット事例の分析調査に基づいて、災害の背景に存在するヒューマンファクターについて検討した。調査結果からは、「省略」の原因は、主として「思い込み」によるもの(37%)、「急ぎ」によるもの(25%)、「面倒」によるもの(17%)があり、これらで全体の8割近くを占めていることが示されている。

丸山ら<sup>4)</sup>は、自動車の運転場面を対象に「ゆとり運転」と「急ぎ運転」という二つの条件のもとで実走行実験を行い、両者を比較することによって、動作先行傾向・確認粗漏傾向について検討した。その結果、「急ぎ運転」では確認行動が減少し、発進時に動作先行の確認が行われる、といったように、安全運転の質の低下が認められる、としている。

黒田<sup>5)</sup>は、焦燥反応は冷静で論理的な新しい皮質の情報処理精度を低下させることから、安全配慮のスキップ、手順の省略、慎重さを欠いた操作につながる、としている。

こうしたことから、「急ぎ」「焦り」が作業や安全確認の省略行動につながり、何らかの災害原因に発展する可能性が伺える。前述の通り、建設労働現場においては、「時間的余裕不足」「納期の切迫」「緊急時(天候の急変、作業のやり直し等)の時間的ストレス」などは必ずしも稀有な事態ではなく、実際の作業中に時間的圧迫(time-pressure: 以下、TPとする)状況に曝されることは、十分に想定されることである。

労働災害による死傷者数に関して、建設業を取り巻く環境は依然として深刻な状態にある。中でも建設機械に関連した災害は、死傷災害の割合は比較的低いも

の、死亡災害については墜落災害に次いで高い割合を占めている。これは、一旦災害が起きてしまった場合には、極めて深刻な事態につながりやすいことを示すものである。

こうした背景から、本研究においては、建設機械の中でも最も普及しており、かつ災害への関与の割合が高い掘削機(ドラグ・ショベル)の操作を対象として、TPの有無が機械の操作に及ぼす影響について検討することとした。

## 2. 目的

掘削機(ドラグ・ショベル)の操作を対象とし、TPの有無が掘削機操作にどのような影響を及ぼすかについて検討する。一般的に理解されているように、TPが「焦り」や「急ぎ」につながるのであれば、「動作・確認の省略」等により操作エラーが生じると想定される。また、「視野の狭窄」につながるのであれば、周辺視パフォーマンス(検出率や反応時間等)の低下が生じると想定される。

## 3. 方法

### 3.1 実験日時

実験は、2001年7月23日(月)～27日(金)にかけて実施した。

### 3.2 被験者

被験者は6名であった(21.3±1.0歳)。6名とも掘削機操作の経験は全くなかった。3名はコンタクトレンズを使用していた。

### 3.3 実験装置

実験に際しては、安全性・効率等を考慮し、実際の掘削機ではなくシミュレータを使用した。これは、独立行政法人産業安全研究所VR実験室に設置されたものである。全周囲スクリーン、動揺装置等から構成され、CGによる描画を提示する。操作内容はリアルタイムで描画に反映される(シミュレータの詳細については、参考文献6)を参照のこと)。

シミュレータ制御用コンピュータの機能を利用し、被験者の操作内容及び反応内容を記録した。

### 3.4 副次課題

TPによる周辺視パフォーマンスへの影響を測定するため、被験者には副次課題としてターゲット検出課題を課した(TPなし条件、ならびにTPあり条件において;後述)。この課題は、作業中に周囲にランダム

に提示されるターゲットに気付いた場合、出来るだけ早く操作レバー上部のボタンで反応する、という内容であった。ターゲットの見逃し率および反応時間を周辺視パフォーマンスの指標と解釈することから、パフォーマンスの低下に伴って見逃し率が高く、反応時間が短くなると考えられる。ターゲット提示条件は中村ら<sup>6)</sup>による実験と同様であった。

### 3.5 実験条件

#### 操作習熟

TPの影響に関する測定に先立ち、掘削機の操作に習熟するため、被験者は3日間かけて5分間の練習を計13回行った。操作課題は掘削作業（掘削機前方の窪地を掘削し、左手に停車したダンプトラックの荷台に土砂を積み込む）であった。各被験者の操作方法にバラツキが生じないようにするとともに習熟への動機付けを高めるため、作業内容を得点化して相互に合計得点を競わせた。得点は、正しく積み込み作業を行った（不適切な操作がない）場合に+1点、5回の積み込み作業を行った場合にはさらに+5点、不適切な操作（バケットを閉じたまま掘削する、積み込みが終わらないうちに次の操作を行う、周辺設備やトラックに機体の一部を衝突させる）があった場合は-1点とした。結果は随時被験者にフィードバックされた。

#### TPなし条件

被験者は、実験者から教示を受けた後、5分間の練習試行を行った。本試行に先立ち、統制条件として、ターゲット検出課題のみを行った。続く本試行では、実験者から「止め」の合図がされるまで連続して掘削作業を行った。作業は、副次課題としてターゲット検出課題を伴っていた。制限時間などは一切設けていないため、被験者は自分のペースで課題を行うこととなる。作業中は、指定の場所（トラックの荷台）以外に放荷した場合（旋回中にバケットから土砂をこぼす等）には操作エラーと判断され、随時被験者にフィードバックした。

統制条件の後、1分間のインターバルを挟みながら副次課題を伴う掘削作業を3回繰り返した。

#### TPあり条件

被験者は、実験者から教示を受けた後、5分間の練習試行を行い、その後本試行を行った。本試行では被験者毎に個別に制限時間を設け、制限時間内に7回の積み込みを行うよう教示した。1回目の試行の制限時間は、TPなし条件3試行のうち、7回の積み込みに要した時間の中で最も短かった時間とした。掘削作業は1分間のインターバルを挟みながら5回行ったが、制限時間より4秒以上短い時間で作業を終了した場合、

その所要時間に3秒加えた時間を次の掘削作業での制限時間とした。制限時間と実際に要した所要時間との差を各被験者の成績とし、被験者間で順位を競わせた。制限時間についてこのような設定方法を採用した理由は、

- ・各被験者の能力に応じた制限時間を設けることで一定の動機付けを与える
  - ・達成不可能な制限時間を課すことで被験者の動機付けが低下することを防ぐ
  - ・被験者間で得点を競い合うことにより、作業および目標時間達成の動機付けを維持する
- といった点に留意したためである。

全ての試行において、被験者には副次課題としてターゲット検出課題を課した。

### 3.6 測定データ

実験を通じて記録されたデータは以下の通りである。

- ・作業時間（ビデオ録画により記録）
- ・操作エラー（ビデオ録画により記録）
- ・ターゲット見逃し率、反応時間（シミュレーションコンピュータLOGデータから算出）

ターゲット検出課題の成績については、ターゲットの最大提示時間である3秒までの反応を分析対象とした。反応時間が3秒以上の場合、及び無反応の場合を「見逃し」とした。反応ボタンを押し間違えることによる「誤反応」は極めて少数しか観察されなかったため、分析対象から除外した。

## 4. 結果

### 4.1 操作習熟の評価

Fig.1に、TPによる影響の測定に先立ち行われた操作習熟における各試行の5分間の平均作業回数を示す。ここで示す「作業」とは、一連の「掘削・左旋回・積み込み・右旋回」という操作を、不適切な操作なしに遂行した場合に「一作業」とカウントし、各被験者の作業回数を試行回数毎に平均したものである。

Fig.1に示すとおり、5回目の試行から10回目にかけて作業回数が増加しており、この間に習熟度が増していることが伺える。また、10～13回目の試行にかけてはさらに作業回数が増加することはなかったため、各被験者の操作に対する習熟は十分な段階に達したと判断した。

### 4.2 TPの有無による作業時間の違い

次に、TPなし条件とTPあり条件を比較し、作業の

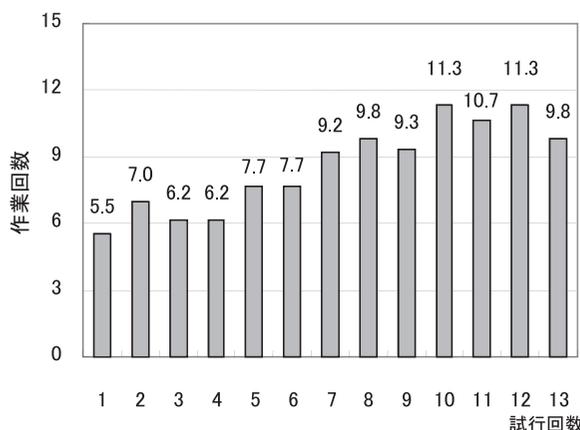


Fig.1 Change of the number of operation in the 操作習熟における作業回数の変化

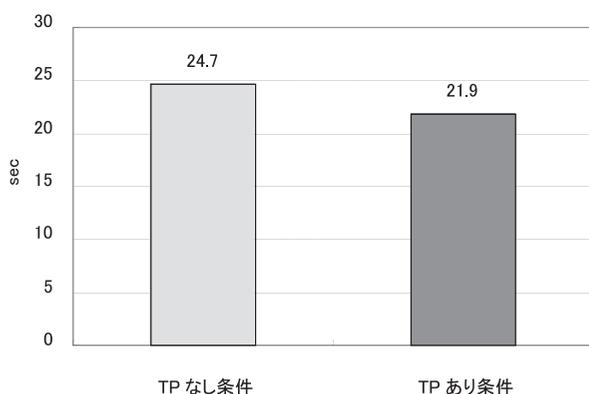


Fig.2 Operation time in each condition 条件別平均作業時間(1作業あたり)

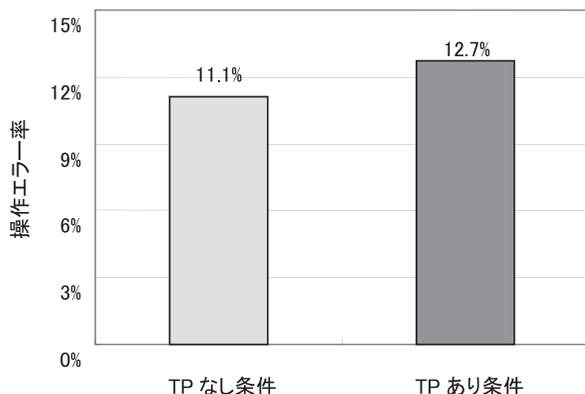


Fig.3 Operation-errors in each condition 条件別操作エラー率

速さがどの程度異なるかに注目した。Fig.2に、作業1回当たりに要した作業時間を示す。TPなし条件(24.7sec)と比べ、TPあり条件(21.9sec)の方が作業時間はより短い結果となった。t検定の結果、TPなし条件とTPあり条件の間に有意な差が認められた( $t(334)=6.08, p<.01$ )

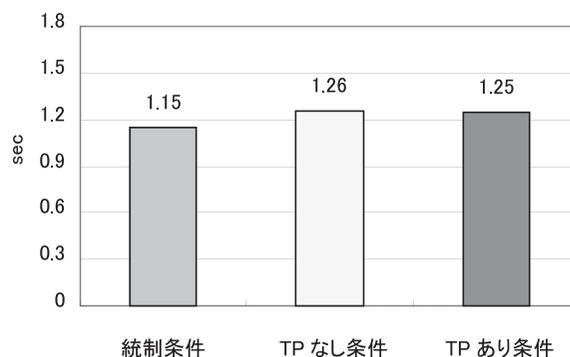


Fig.4 Reaction time in target detection task ターゲット検出課題における条件別反応時間

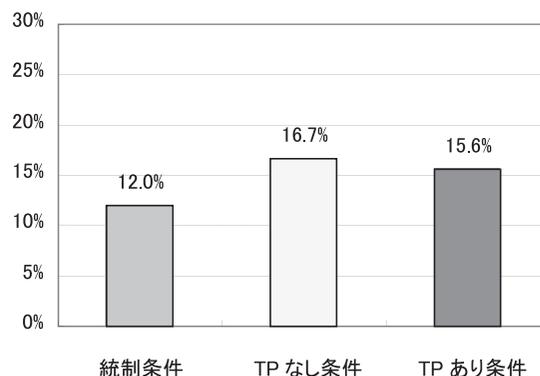


Fig.5 Miss rate in target detection task ターゲット検出課題における平均見逃し率

#### 4.3 TPの有無による操作エラー率の違い

同じくTPなし条件とTPあり条件を比較し、操作エラーがどの程度発生していたかに注目した。操作エラーとは、指定の場所(トラックの荷台)以外の場所に土砂を落とした場合を指し、いずれの条件においても「1回の積み込み作業」とはカウントされない。操作エラー率の算出は、{(操作エラーがあった作業回数)/(規定の積み込み回数7回)+(操作エラーがあった作業回数)}に基づいて算出した。Fig.3に、条件別操作エラー率を示す。TPなし条件(11.1%)と比べ、TPあり条件では操作エラー率が幾分高いことが伺えるが、<sup>2</sup>検定の結果、有意な差は認められなかった( $t(1)=0.18, ns$ )

#### 4.4 TPの有無による副次課題成績の違い

次に、TPなし条件とTPあり条件を比較し、副次課題であるターゲット検出のパフォーマンスがどの程度異なっていたかに注目した。

Fig.4に、各条件における正反応の反応時間を示す。掘削機の操作を伴わない統制条件において反応時間は最も短く(1.15sec)、次いでTPあり条件(1.25sec)、

TPなし条件 (1.26sec) という結果となった。分散分析の結果、これら3条件間には有意な差が認められたが ( $F(2,1729)=3.001, p<.05$ ), 多重比較の結果, TPなし条件とTPあり条件の間には有意な差が見られなかった。

Fig.5に、各条件におけるターゲット見逃し率を示す。掘削機の操作を伴わない統制条件において最も見逃し率が低く (12.0%), 次いでTPあり条件 (15.6%), TPなし条件 (16.7%) と続く。<sup>2</sup>検定の結果, 条件間に有意な差は認められなかった ( $\chi^2(2)=2.95, n.s.$ )。

反応時間, 見逃し率とも, 操作を伴わない統制条件において最も良いパフォーマンスを示したことは, 中村ら<sup>6)</sup>の実験結果に一致するものである。これは, 掘削機の操作そのものが被験者に相応の負荷となり, 結果として周辺視パフォーマンスに影響を与えていることを示している。

#### 4.5 TPの有無による周辺視パフォーマンスの違い

TPの影響を明らかにするため, 実験データをより詳細に検討し, 以下の観点から条件間比較を行った。

- ・ターゲットの提示範囲別
  - ・ターゲットの種類別 (色別)
  - ・作業経過別 (前半・中盤・後半)
  - ・「操作エラー有」試行と「操作エラー無」試行別
- しかしながら, いずれにおいてもTPの有無に基づく違いは認められなかった。

### 5. 考察

#### 5.1 TPによる作業時間の短縮

これまでの結果から, TPの有無によって違いが認められた点は作業時間のみであり, TPあり条件において作業時間がより短縮される結果となった。

一般的には, 速さと正確さはtrade-offの関係にあり, 作業速度の上昇は作業精度の低下につながると考えられている。しかしながら実験結果からは, TPあり条件において概ねパフォーマンスが向上する結果となった。

同様の結果は, 同じく掘削機シミュレータを用いてTPの影響について検討した合田<sup>7)</sup>の実験結果からも得られている。合田は, 被験者に得点化された掘削作業課題を課し, 制限時間内に出来るだけ多く得点するように求めた。実験では, 掘削機操作の最中に被験者に作業終了までの残り時間を提示するとともに, 次第にテンポが早くなる音声刺激によって実験的にTP感を操作した。TPが操作に及ぼす影響について検討したところ, 作業の速さ・正確さとも, TPあり条件に

おいてパフォーマンスが高いという結果となった。こうした結果からは, TPが作業時間を短縮させる効果がある, と結論付けざるを得ない。

また, 山崎ら<sup>8)</sup>は, 7段階の時間制約を設け, 時間的制約と作業パフォーマンス, および精神的負担の関係について検討した。その結果, 時間的制約の短縮に伴い作業時間も一律に短縮する一方, 作業精度はある一定の時間制約以上において低下することを示唆している。

#### 5.2 実験手続き上の問題点

橋本<sup>9)</sup> <sup>10)</sup>は, 大脳生理学的な観点からerror potentialを5段階に分け, それぞれの意識の明度フェーズに対応する情報処理能力の良否またはエラーの頻度や類型を考えることを提唱している (Table 1参照)。本研究において設定したTPあり条件はフェーズの状態を想定し, 時間的圧迫の影響から「視野の狭小」「操作エラーの発生」といった現象が生じると仮定していた。しかし, 今回の実験結果からは, 合田<sup>7)</sup>, 山崎ら<sup>8)</sup>の結果と同様, TPによって作業時間が短縮した一方で, 操作エラーや周辺視パフォーマンスに関しては, 合田<sup>7)</sup>の結果と同様に, TPの有無による違いが確認されなかった。

Table 1 Phase and error potential  
意識フェーズとエラーポテンシャル  
\*橋本 (1981) より一部改変

フェーズ	意識の状態	注意の作用	生理的状态
0	無意識, 失神	ゼロ	睡眠, 脳発作
I	意識ぼけ	不注意	疲労, 単調, 眠気, 酒酔い
II	リラックス	心の内向	安静起居, 休息, 定常作業時
III	ノーマル	前向き	積極活動時
IV	過緊張	一点に固執	感情興奮時, パニック状態

その原因の一つとして, 実験手続きが被験者をフェーズの状態に至らせるに及ばなかったことが考えられる。すなわち, TPあり条件における被験者の意識フェーズは 程度であり比較的積極的に実験課題に取り組んでいた一方, TPなし条件においてはフェーズ程度の状態であった可能性も否定できない。

こうした可能性について検討するため, 操作エラー

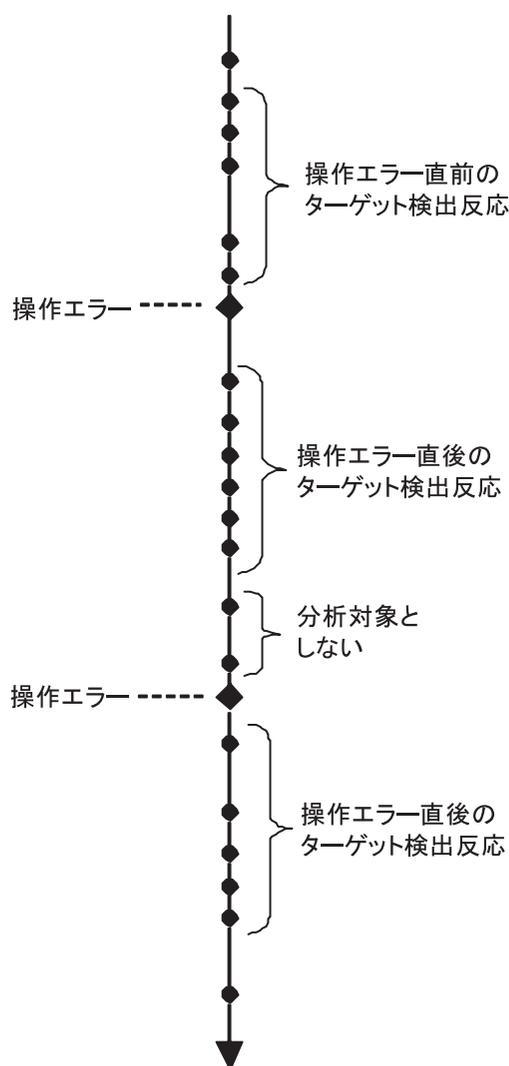


Fig.6 Data sampling (A) of target detection task  
操作エラーが連続した場合のデータ抽出方法(A)

が生じた直前・直後の副次課題(周辺ターゲット検出)成績に注目した。これは、操作エラーが生じた時点から前後5つずつのターゲット検出反応を抽出したものである。但し、操作エラーが複数回連続し、操作エラー前後の5つずつの反応が重複した場合には、以下のいずれかの方法に基づきデータを抽出した。

(A) 先の操作エラーが生じた直後のターゲット検出反応(操作エラー後反応)5つと、次の操作エラーが生じる直前の検出反応(操作エラー前反応)5つが重複した場合には、先の操作エラー直後の反応5つのみを対象とし、次の操作エラー直前の反応は分析対象としない(Fig.6参照)

(B) 先の操作エラーが生じた直後のターゲット検出反応(操作エラー後反応)5つと次の操作エラーが生じた直後の検出反応(操作エラー後反応)5つが重なった場合(連続した2回の操作エラーの間の検出反応が5回以下だった場合)には、2つの操作エラーの間

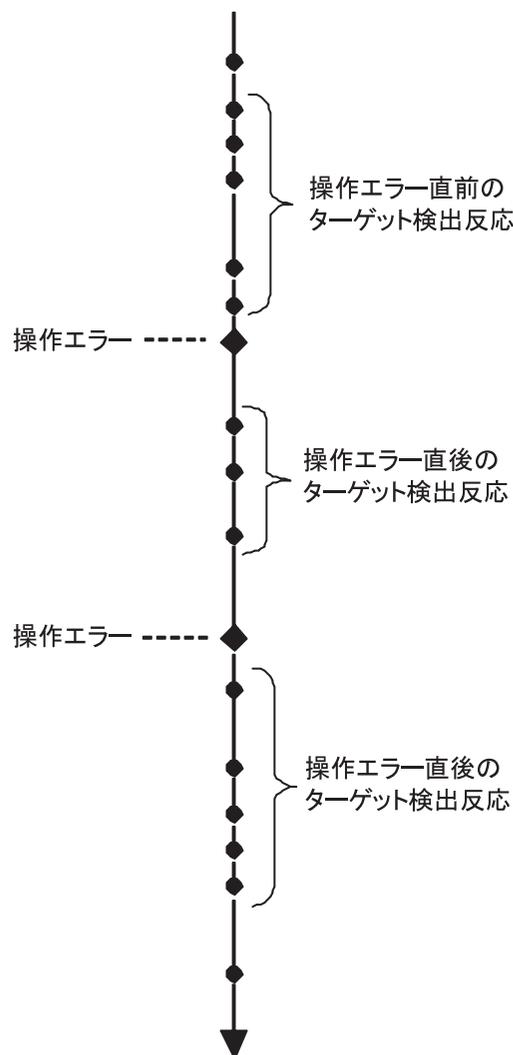


Fig.7 Data sampling (B) of target detection task  
操作エラーが連続した場合のデータ抽出方法(B)

の反応を「先の操作エラー直後の検出反応」とした(Fig.7参照)。

Fig.8に、TPの有無別に、操作エラー前と操作エラー後、および操作エラーがなかった試行の反応時間を示す。いずれについても、TPなし条件とTPあり条件の間に有意な差は見られなかった(操作エラーなし;  $t(521)=0.55, n.s$ , 操作エラー前;  $t(159)=0.21, n.s$ , 操作エラー後;  $t(199)=0.81, n.s$ )。

Fig.9に、TPの有無別に、操作エラー前と操作エラー後、および操作エラーがなかった試行の見逃し率を示す。操作エラーなし、および操作エラー後については有意な差が見られなかったが(操作エラーなし;  $\chi^2(1)=0.66, n.s$ , 操作エラー後;  $\chi^2(1)=0.001, n.s$ )、操作エラー前においては有意な差がみられた( $\chi^2(1)=2.09, p<.10$ )。

ここでターゲット検出課題に関して注目すべきは、両条件とも何らかの理由から操作エラーが生じた時点

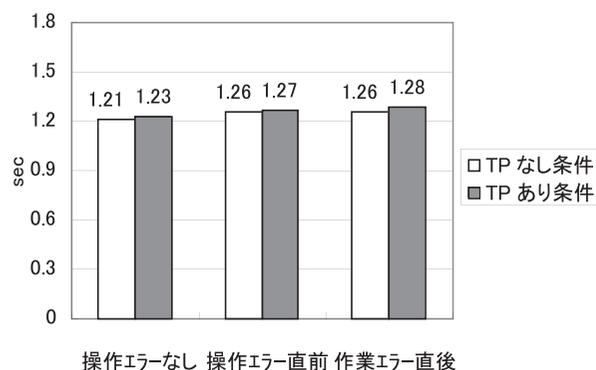


Fig.8 Reaction time before and after operation errors  
操作エラー前後のターゲットに対する反応時間

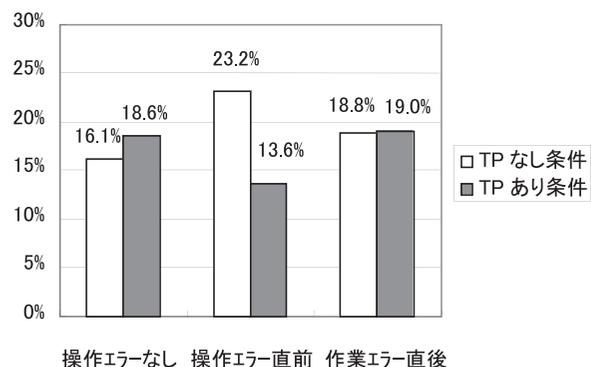


Fig.9 Target miss rate before and after operation  
作業エラー前後のターゲット見逃し率

の直前・直後に注目して比較したところ、当初はTPの影響によって見逃しが増え操作エラーにもつながると考えられていたTPあり条件のほうが、操作エラー発生直前には見逃しがより少なく、操作エラー発生直後には両条件間に差が見られなかった、という点である。すなわち、これまでの分析ではTPの有無による条件間の違いは明確ではなかったが、操作エラーの直前・直後に注目したところ、TPなし条件における操作エラー直前に周辺視パフォーマンスが低下していることを意味する。その理由として、シミュレーション状況での掘削機の操作は環境に大きな変化がなく、かつ同様の試行を繰り返すことによって被験者が意識フェーズの状態に陥り、その結果、周辺視パフォーマンスが低下し、さらに操作エラーにつながったのではないかと考えることができる。一方、TPあり条件においては、TPによって被験者はフェーズほどではなくむしろフェーズ程度の状態になることで、副次課題であるターゲット検出課題のパフォーマンスを高めたものの、主課題である掘削機操作に振り向けるべき注意資源を副次課題に配分しすぎたことにより操作エラーにつながった、と考えることができる。さらに、操作エラー直後の見逃し率に差が見られない点に

つては、TPなし条件ではフェーズ ないし へ戻るきっかけとして、TPあり条件では適切な注意配分に戻るきっかけとして、操作エラーそのものが機能したためであろう。

こうした論議はあくまで推論に過ぎず論理的根拠に乏しいが、一方で、実験的にTPを再現できる方法に一種の限界があることを示すものでもある。

## 6. 終わりに

本研究において実施した実験からは、TPの有無によって違いがみられた点は作業時間のみであり、TPあり条件において作業時間がより短縮されるという結果が得られた。一般に、作業速度の上昇は作業精度の低下につながるとされているが、今回の実験から作業精度の低下や周辺ターゲットの検出パフォーマンスの低下は確認されなかった。その原因として、被験者らはTPによる過緊張状態（フェーズ ）に至らず、むしろ最も高いパフォーマンスを発揮出来る状態（フェーズ ）にあったため、と解釈できる。その意味で、本来目的としていた条件設定が出来ていなかった可能性は否定できない。

今後、さらに検討を行うに当たっては、以下について考慮する必要がある。

1) 作業員が日常的な作業において暴露されているTPの定量的把握

実際の建設作業現場において、「納期が守られない」「作業が予定通り進まない」といった事態は、「契約不履行」「自己の能力に対する評価の低下」等の損失につながるほか、早急に対処しない（出来ない）ことによって危険性が増大し、生命・身体の安全に関わる事態に発展する可能性もある。本研究において被験者に課せられた程度のTP、すなわちフェーズ 程度は、現場作業においては通常範囲内であり、何らかの理由からフェーズ に落ち込むようなことがあった場合にはむしろエラーを誘発し、災害につながりやすい状態になる、と考えることも出来る。従って、作業現場におけるTPとエラー発生の可能性についてより詳細に検討するためには、日常的な作業状態において個々の作業員がどの程度のTPに暴露されているか、耐性（tolerance）の個人差がどの程度か、等々について把握することが必要である。

2) 実際の作業で生じうるTPの質的検討

災害の発生につながり得るTPには、いくつかの分類が可能であると考えらるべきであろう。「予定外の作業が必要となった」「機器の故障が生じた」といった場合には比較的短時間に、個々の作業員に対して早急な対応が求められる。一方で、「工期の切迫・短縮」

といった場合には、現場全体としてある程度の時間をかけて対応することが必要であり、個々人に直接影響するTPである以上に、現場組織に及ぼす影響が強い。こうしたTPの種類によって、作業の安全性・エラー発生の可能性に及ぼす影響の質も異なると考えられることから、TPの質的側面を重視した対策が必要となるであろう。

### 3) 実験におけるリアルなTPの再現方法

本研究で行った実験においては、制限時間内に課題を終えることが出来なかった場合に、被験者が被る直接の損失は殆どなかった。これは、前述の様にTPによるパフォーマンスの低下やエラーの発生が何らかの損失につながり易い実際の作業状況と、大きく異なる点である。しかし、生命・身体に危害が及ぶ事態を実験的に再現しようとする事は倫理的に大きな問題をはらんでいる。山崎ら<sup>8)</sup>は、7段階の時間制約を設け、作業精度がある一定の時間制約以上において低下することを示唆しているが、このように、TPの段階をより細分化しつつも課題の難易度を一定範囲内に維持し、かつ被験者の実験課題に対する動機付けを維持するような方法について、さらに検討する必要があるだろう。

### 謝辞

本研究は、早稲田大学人間科学部 田淵 剛氏の協力によって行われた。記して感謝する次第である。

### 参考文献

1) 高木元也：建設業におけるヒューマンエラー防止対策～HEART手法による原因分析と対策樹立～，

労働調査会，2001

- 2) ヒューマンエラー防止研究会編：建設業におけるヒューマンエラー防止読本，大成出版社，2000
- 3) 臼井伸之介：産業安全とヒューマンファクター(4)，-ヒヤリハットからのアプローチ-，クレーンvol.33, No.11，1995
- 4) 丸山欣哉，加藤健二，櫻井研三：急ぎ運転の行動分析，適正・事故・運転の心理学，企業開発センター交通問題研究室，1995
- 5) 黒田 勲：ヒューマンファクターを探る～災害ゼロへの道を求めて～，中央労働災害防止協会，1988
- 6) 中村隆宏，深谷 潔，呂 健，江川義之，輿水ヒカル：掘削機操作における眼球運動と有効視野，産業安全研究所特別研究報告，NIIS - SRR - NO.23, pp.15-34
- 7) 合田悠理子：タイムプレッシャーが作業に及ぼす影響について，早稲田大学人間科学部卒業論文，2000(未公刊)
- 8) 山崎寛享，辛島光彦，斉藤むら子：時間的制約が意思決定作業におけるパフォーマンスに与える影響に関する研究，日本人間工学会誌第38巻特別号(第43回大会講演集)，pp.320-321，2002
- 9) 橋本邦衛：ヒューマンエラーと安全設計，人間工学17(4)，pp.149-156，1981
- 10) 橋本邦衛：安全人間工学の提言，安全工学，18(6)，pp.306-314，1979

(平成15年3月3日受理)