

3 高覚醒水準下の注意特性に関する基礎的研究

上田 真由子

和田 一成

臼井 伸之介*

* 大阪大学大学院 人間科学研究科

1 目的

ヒューマンエラーは、低覚醒水準（覚醒水準が極端に低い状態）のときだけではなく高覚醒水準（覚醒水準が極端に高い状態）のときでも発生しやすいといわれています。覚醒水準が極端に高い状態とは、例えば、緊急事態に直面し、異常に緊張した状態等を指します。本研究では、このような高覚醒水準下における人間の行動や注意特性を実験的に検討しました。この研究により、突発的な事故が生じた際、どのような行動をとりやすくなるのかを客観的に把握することができます。

2 内容

(1) 実験協力者

一般人男性 30 名（年齢範囲 22 歳～32 歳・平均年齢 27.9 歳）

(2) 実験内容（図 1 参照）

実験協力者はパソコン上で、図 1 のような水道管課題を実施する必要がありました。課題の仕組みと目的は以下の通りです。

- 上方にある水槽から水が流れ込み、水道管と「切り替え可能な水道管（スイッチ）」（図 1 の 23 個の正方形すべて）を通って、最終的には 7 個の電球にまで流出する仕組み。水流は上下左右全ての方向から流すことが可能
- スイッチをクリックすると、90 度ずつ回転する。電球に流れ込む水流をその回転によって止めると、電球が消灯する。
- 画面中央に時折ゴリラの絵（視覚ターゲット）が出現する。実験協力者はこの絵を発見したら、できるだけ早く正確にボタンを押して、ゴリラを消去する必要がある。
- 課題達成は、「スイッチを回転させることによって赤電球をすべて消灯させ、かつすべての黄電球は点灯させたままにすること」で達成できるが、常に、スイッチの切り替え回数が少なくなるように心がける必要がある。
- 課題の難易度は、「最短で達成できるクリック回数」の違いによって 3 段階の設定がある（低：1 回・中：3 回・高：6 回）。

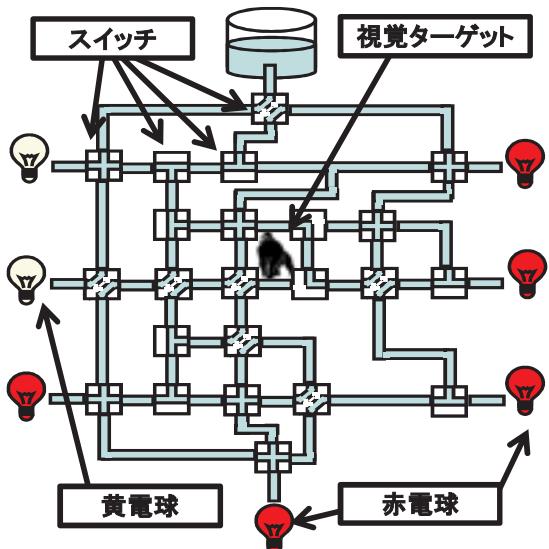


図1 水道管課題の一例

(画面中央のゴリラは視覚ターゲット)

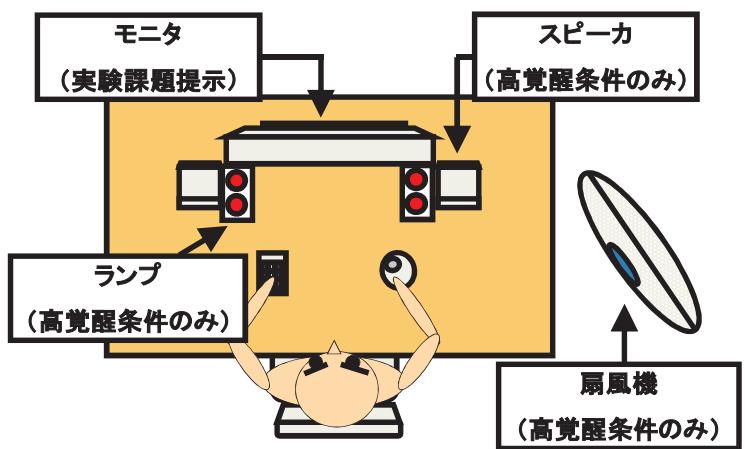


図2 実験器材配置図

(3) 実験条件

実験協力者は以下に説明する3種類いずれかの環境下で水道管課題を達成する必要がありました。この3種類の条件は、下へ行くほど環境設定が厳しくなり、覚醒水準も高くなるように設定しました（心拍等の生理指標の測定により、覚醒度を測りました）。

比較条件

警告光・警告音・時間制限等はすべてなし。どれだけ時間をかけても良く、ゆっくり良く考えて、必要最低限のスイッチ切り替え回数で達成することを教示される。

⇒平常時として設定

タイムプレッシャー条件

75秒の制限時間がある。時間内になるべく早く達成し、スイッチ切り替え回数はできるだけ少なく心がけることを教示される。

⇒制限時間の表示のみを設けた条件として設定

高覚醒条件

75秒の制限時間が近づくにつれ、視覚刺激や聴覚刺激、風圧による警告が表示される（図2参照）。更に、制限時間をおえると謝金の減額がある。時間内の達成と少ない切り替え回数を心がけることを教示される。

⇒緊急時として設定

3 結果

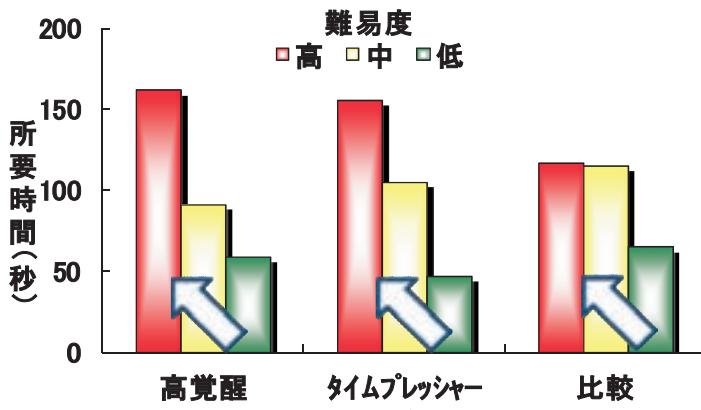


図3 所要時間(秒)

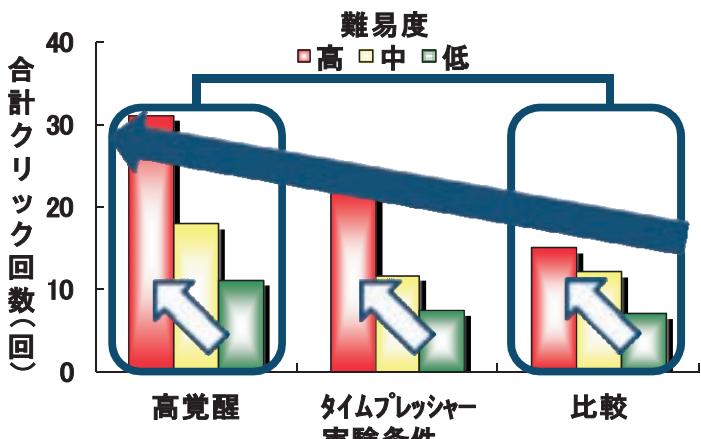


図4 合計クリック回数(回)

図3は達成までの所要時間を表しています。分析結果から、難易度が上がるにつれて所要時間が長くなることがわかりました（白矢印で表示）。

一方、図4は、達成までにスイッチをクリックした合計回数を表しています。分析結果から、難易度が上がるにつれてクリック回数が多くなることがわかりました（白矢印で表示）。更に、実験条件が厳しくなるにつれても、クリック回数が多くなることがわかりました（青矢印で表示）。

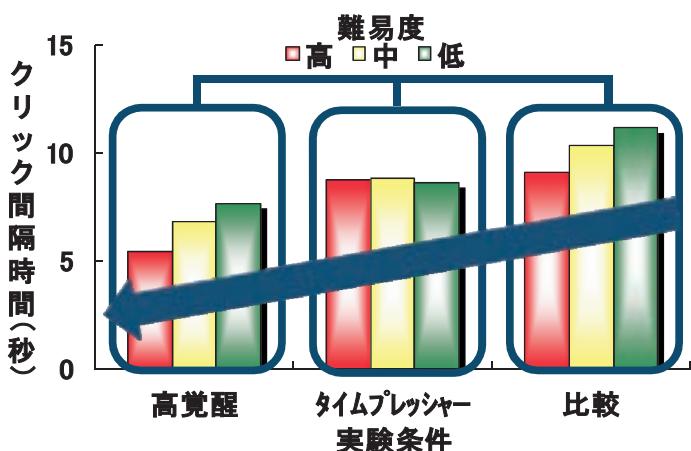


図5 クリック間隔時間(秒)

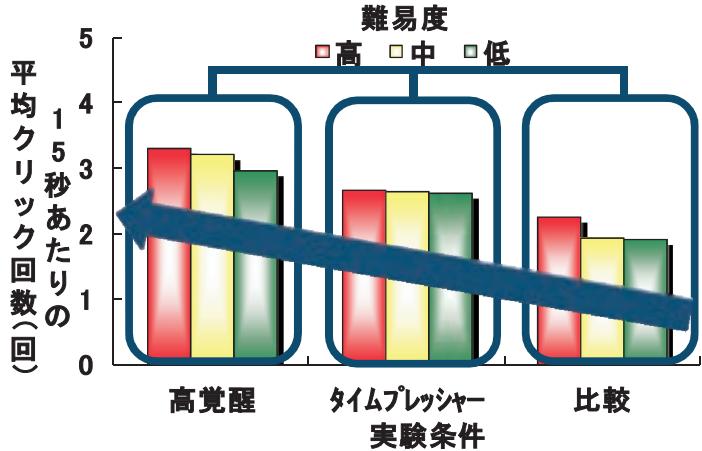


図6 15秒あたりの平均

クリック回数(回)

図5は、クリックと次のクリックの間の、何もしていない空白時間を指します。「次にどのスイッチをクリックすべきか」等を判断している時間です。分析結果から、難易度に関わらず、実験条件が厳しくなるにつれてその判断時間が短くなることがわかりました（青矢印で表示）。

一方、図6は、15秒ごとの平均クリック回数を表しています。平均的なクリックを押す頻度です。分析結果から、難易度に関わらず、実験条件が厳しくなるにつれてクリックを押す頻度が高くなることがわかりました（青矢印で表示）。

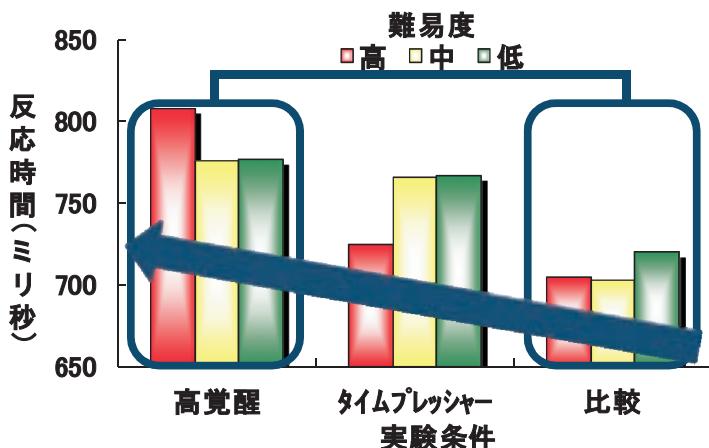


図7 視覚ターゲット反応時間（ミリ秒）

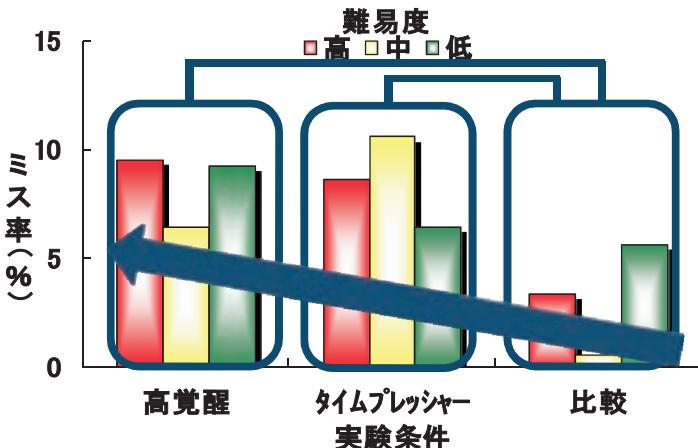


図8 視覚ターゲットミス率（%）

図7は視覚ターゲットであるゴリラの絵が表示されてから、ボタンを押すまでの時間を表しています。分析結果から、難易度に関わらず、実験条件が厳しくなるにつれて、視覚ターゲットへの反応がより遅くなることがわかりました（青矢印で表示）。

一方、図8は視覚ターゲットであるゴリラの絵が表示されているにも関わらず、そのターゲットに気づかなかった確率を表しています。分析結果から、実験条件が厳しくなるにつれて、視覚ターゲットに気づかない確率が高くなることがわかりました（青矢印で表示）。

4 考察

結果から、測定したデータの違いによって、難易度や実験条件の影響の有無も異なることがわかりました。以下の表では、その違いをまとめました。

表1 測定データと影響を受けた原因

測定データ	難易度	実験条件
所要時間	○	×
合計クリック数	○	○
クリック間隔時間	×	○
15秒ごとの平均クリック回数	×	○
ターゲット反応時間	×	○
ターゲットミス率	×	○

○:影響あり ×:影響なし

※表1は、「3 結果」で説明した各種測定データと、そのデータに影響を与えた原因の対応表です。例えば、所要時間は難易度が上がるにつれて長くなったので、「難易度」の影響がありますが、実験条件の違いによってその時間は変化しなかったため、「実験条件」の影響はありません。表中では影響があったものについては○、なかったものについては×をつけました。

表1から、今回の実験において、所要時間だけは「実験条件」の影響を受けず、一方で、他の測定データはすべて「実験条件」の影響を受けることがわかりました（青線で表示）。つまり、もし難易度が同じであれば、どの実験条件下であっても達成時間は変わらないと言えます。この事実から、図9・図10に示すようなモデル図を描くことができます。

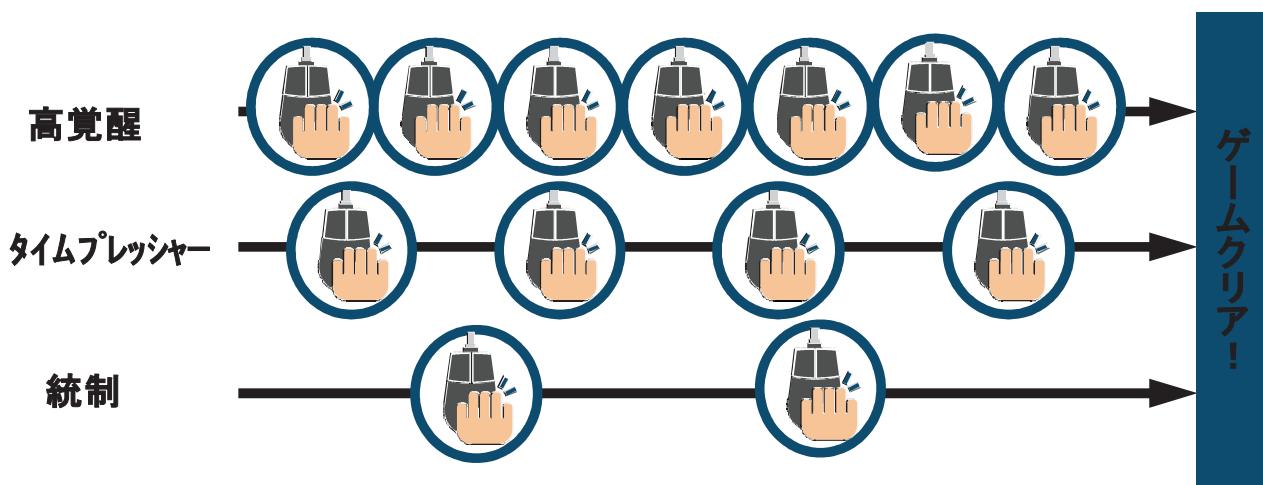


図9 実験条件の違いによるクリック回数・頻度モデル

図9は、達成までのクリック回数と頻度の違いを表しています。表1から、難易度が同じであれば、所要時間は変わらないことがわかりましたので、どの実験条件でも、課題達成までの矢印の長さは同じです（矢印は所要時間の長さを表します）。ただし、合計クリック回数やクリック間隔時間、15秒ごとの平均クリック数は実験条件の影響を受けることがわかりました。つまり、比較条件では、少ないクリック回数、長い判断時間によって課題を達成することができますが、高覚醒条件では、より多いクリック回数、より短い判断時間で課題を達成することになります。

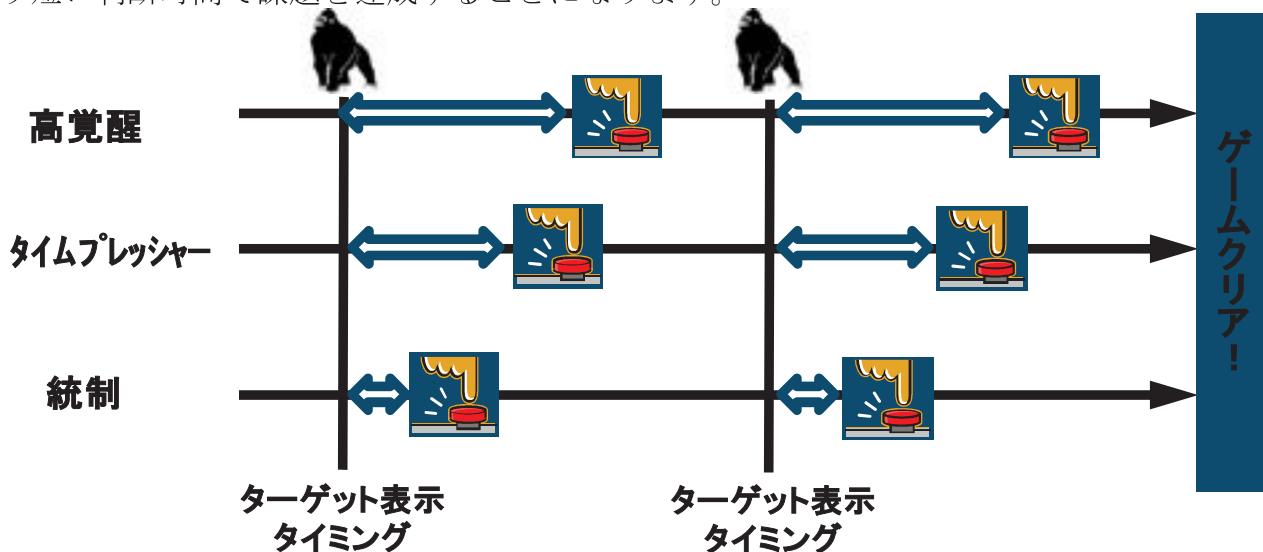


図10 実験条件の違いによる視覚ターゲット反応モデル

図10は、実験条件間における視覚ターゲットに対する反応の違いを表しています。まずは、図9と同様の理由から、どの実験条件でも課題達成までの矢印の長さは同じです。ただし、視覚ターゲット反応時間は実験条件の影響を受けます。つまり、比較条件では比較的速く視覚ターゲットに気づくことができますが、高覚醒条件では、視覚ターゲットに気づくにはより長い時間を要し、更にはそのターゲットそのものに気づかない確率（ミス率）もより高くなります。

5 まとめ

これまで説明した結果と考察から、比較条件と比較して高覚醒条件では、以下のようないいがあることがわかりました。本研究において、比較条件は平常時、高覚醒条件は緊急時として設定していたので、以下に述べる違いとは、緊急時に変化する行動を指します。

- ① 合計クリック回数・15秒ごとの平均クリック回数が増え、クリック間隔時間が短くなる

深く考えず、とりあえずの行動をとる傾向が高くなる

- ② 視覚ターゲットに対する反応が遅くなる

直近で取り組んでいる作業以外の事象への気づきが遅い

- ③ 視覚ターゲットに対するミス率が高くなる

直近で取り組んでいる作業以外の事象に気づかない

一方で、以下のように、比較条件と高覚醒条件の間で、違いが見られない部分もありました。つまり、以下に述べることは、緊急時であっても変化しない部分を指します。

- ④ 難易度が同じであれば、所要時間は変わらない

平常時と同程度の所要時間で作業を終了する

今回設定した緊急事態において、このような行動に変化する理由は、「できるだけ速く」作業を終了させることを最優先したためだと考えられます。つまり、「できるだけ速く」を最優先した結果、「深く考えないとりあえずの行動」を積極的に実施しがちになり、また、取り組んでいる作業以外の異常に気づきにくくなりました。その一方で「できるだけ速く」を最優先した結果、平常時と同程度の所要時間で作業を終了できたと思われます。このような緊急時の行動特性を検討することにより、鉄道業務における訓練等に役立てることができます。

※ この研究は安全研究所と大阪大学大学院人間科学研究科との共同研究で実施しました。