

疲労度テストアプリケーション

木田 直人

1 はじめに

近年、高度な技術を利用したシステム化や情報化によって、製造業における生産性は著しく向上してきた。このような変化の激しい環境に柔軟に適応し、企業価値を高めるために、オフィスで働く各個人の生産性向上、ストレス軽減などを目的とするオフィス環境の実現が必要となってきた。そのため、光や温度、音などの環境が各個人に与える影響や、省エネルギー性、快適性、疲労低減性などの観点から、個別にオフィスの物理的環境を最適化する研究が行われている。¹⁾

本稿では疲労低減性に着目し、認知力、敏捷性、記憶力などの観点から、現在の疲労度を測るテストアプリケーションを作成した。それを利用して、各個人の疲労度の出方の違いを定量的に測れるかどうかを検証する。

2 疲労度テストアプリケーション

本アプリケーションを実現する上で、誰にでもできること、疲労によって必ず差が出るものであることが必要になる。そこで、今回は認知力と敏捷性による疲労度テストとして、数字が描かれたボールを順番に消していくもの、記憶力による疲労度テストとして、点灯する色のパネルを記憶して順番にクリックしていくものを採用した。また、疲労度は複数人による相対評価ではなく、各個人の疲労度を測定することを目的としているため、各個人の中での相対評価で疲労度を測定する。本アプリケーションの主目的は、各ユーザの疲労度のデータを取り、そのデータを基に、各個人の疲労度の出方の違いを定量的に測れるかどうかを検証することである。

疲労度テストアプリケーションの実行画面を Fig. 1 に示す。本アプリケーションの利用方法は以下の通りである。なお、被験者のユーザ名や、疲労度などのデータを本アプリケーションのデータベースに登録する機能がある。

1. ユーザ名入力欄にユーザ名を入力し、ログインを行う。
2. 認知力と敏捷性、記憶力のどちらの疲労度テストを行うかを選択する。
3. 初回ログイン時に、各ユーザが疲労のない状態で、10 段階の難易度で構成された疲労度テストを複数回行い、各ユーザの基準値を測定する。
4. 上記と同じ疲労度テストを行い、先程の基準値を基に判定された疲労度の結果を確認する。

3 疲労度判定

疲労度の判定方法を Table 1 に示す。疲労度の判定は基準値を基にした相対評価によって行う。スコアは、認



Fig.1 メイン画面 (出典：自作)

知力と敏捷性による疲労度テストの場合は、全難易度のボール消去数と等価とし、記憶力による疲労度テストの場合は、クリックした色のパネルの数と等価とする。以下に疲労度判定方法を示す。なお、それぞれの疲労度に対応した判定結果画像が表示される。

Table1 疲労度判定方法 (出典：自作)

疲労度	スコアの範囲
良好	基準値 \leq スコア
軽い疲労	基準値 $\times 0.9 \leq$ スコア $<$ 基準値
中程度の疲労	基準値 $\times 0.8 \leq$ スコア $<$ 基準値 $\times 0.9$
重い疲労	スコア $<$ 基準値 $\times 0.8$

4 認知力と敏捷性測定テスト

認知力と敏捷性による疲労度テストの実行画面を Fig. 2 に示す。画面の下側に、数字が描かれたボールがランダムに配置されて表示される。そのボールを数字の順番通りにマウスでできるだけ速くクリックして消していく。画面の上側に、30 秒間のタイマーとボールの消去数のプログレスバーが表示される。ユーザはこれを見ることにより、ユーザ自身のボール消去数のペースが速いのか、遅いのかを容易に知ることができる。時間切れとなるか、10 段階の難易度を全て終えると、認知力と敏捷性による疲労度テストは終了となる。

疲労度を測定する尺度を単一にするため、タイマーは 30 秒間で固定している。また、ボールの速度や個数などの複数の尺度を、一つの疲労度テストで同時に取り入れると、どの尺度が疲労度に影響しているか不明瞭になる。そのため、認知力と敏捷性による疲労度テストでは、5 つの尺度に分割している。ただし、ボール同士の画面上での重なりを防ぐため、速度増加の尺度以外でもボールは若干移動するようにしている。また、個数の尺度以外のボールの個数は 20 個に固定してある。各尺度の設定を以下に示す。



Fig.2 認知力と敏捷性による疲労度テスト画面 (出典：自作)

- 個数
ボールの個数が各難易度ごとに4個, 8個, 12個, ... のように4個ずつ増加していく.
- 速度
ボールの速度が各難易度ごとに1ピクセルずつ増加し, 速くなっていく.
- 縮小
ボールの縮小率が各難易度ごとに0.94, 0.88, 0.82, ... のように0.06ずつ減少する.
- 回転
ボールの回転角度が各難易度ごとに3度, 6度, 9度, ... のように3度ずつ増加する.
- 透明
ボールの透明率が各難易度ごとに0.9, 0.8, 0.7, ... のように0.1ずつ減少する

5 記憶力測定テスト

記憶力による疲労度テストの実行画面を Fig. 3 に示す. 画面中央に「記憶してください」というメッセージが表示されている間には, ユーザは点灯する色のパネルを全て順番通りに記憶する必要がある. メッセージが消えると, ユーザは色のパネルをクリックすることによって点灯させることが可能となり, 記憶した通りに色のパネルを順番に点灯させていく. 1つの色のパネルごとに10秒間の時間制限が設けてあり, 残り時間が5秒未満となると, 画面中央に残り時間が表示される. また, 記憶しなければならぬ色のパネルの数は, 1, 2, 3, ... というように, 順番通りに正解し終える度に1つつ増えていく. 時間切れになるか, 不正解の色のパネルをクリックすると, 記憶力による疲労度テストは終了となる.



Fig.3 記憶力による疲労度テスト画面 (出典：自作)

6 疲労度テスト結果

6.1 認知力と敏捷性

認知力と敏捷性による疲労度テストの各ユーザの初回結果を Fig. 4 に示す. Fig. 4 のように, 各ユーザの結果は様々であるため, 各ユーザの中での相対評価により疲労度を測れることが, 適切であるといえる.

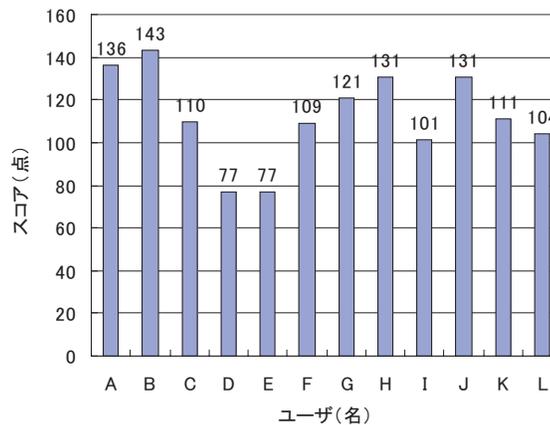


Fig.4 認知力と敏捷性による疲労度テストの基準値 (出典：自作)

6.2 記憶力

記憶力による疲労度テストの各ユーザの初回結果を Fig. 5 に示す. 認知力と敏捷性による疲労度テストと同様に, 各ユーザの結果は様々であった. そのため, 各ユーザの中での相対評価により疲労度を測れることが, 適切であるといえる.

今回は記憶力測定テストで特にスコアの低かったユーザ C をピックアップした. ユーザ C が複数回記憶力測定テストを実施した結果を Fig. 6 に示す. Fig. 6 のように, 初回の測定ではスコアの低かったユーザ C である

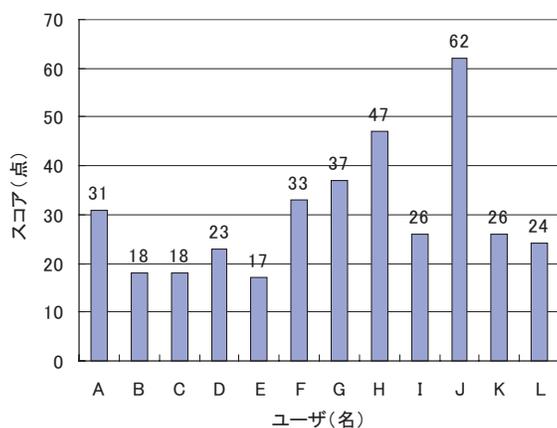


Fig.5 記憶力による疲労度テストの基準値 (出典：自作)

が、2回目以降は右上がりでもスコアが増加していることがわかる。これは記憶力テストに対して、ユーザCが習熟してきたことの現れだと考えられる。また Fig. 6のように、スコアは徐々にある一定値以上から増加しなくなり、収束していることがわかる。この収束した値をユーザCの基準値とする。

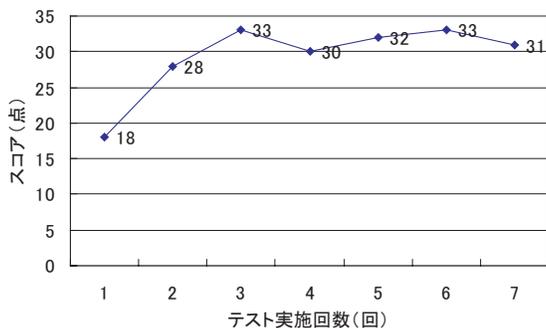


Fig.6 ユーザCのスコア推移 (出典：自作)

7 まとめ

本稿では、認知力と敏捷性、記憶力という2つの観点から疲労度テストアプリケーションを作成した。このアプリケーションによって、各ユーザの疲労度を定量的に測れることがわかった。今後の改善策として、Table 1に示した疲労度の判定方法が、各ユーザの疲労度を表すのに最も適切であったのかどうかの検証や、基準値の測定方法の再検討、アンケートの導入などが挙げられる。

疲労度の判定方法に関しては、何度もユーザに疲労度テストを行ってもらい、試行錯誤をして適切な判定方法を導き出す必要がある。

基準値の測定に関しては、スコアの収束値を基準値とする手法以外にも、平均で基準値を測定する手法が考えられる。この手法によってその時々の変動や、健康状態、疲労度テストに対する不慣れの影響などを防止できると考えられる。

アンケートの導入に関しては、疲労度テストアプリケーションが出したユーザの疲労度の結果と、ユーザ自身を感じている疲労度の相違を検証するためである。今後はアンケートの結果を考慮することによって、疲労度テストアプリケーションの精度を高められると考えられる。

参考文献

- 1) 三木 光範, 知的照明システムと知的オフィス環境
コンソーシアム, 人口知能学会誌, Vol.22, No.33,
pp.400-402 (2007)