主観的評価および生理心理的評価との比較による疲労度テストの妥当性の検討

木田 直人

1　はじめに

近年，環境問題に対する社会的要請やコスト削減，および建物資産価値向上のために多くの企業や公的機関で省エネルギーへの取り組みが行われている．例えば，オフィスビル等においては空調，照明に用いられる電力量の削減が最も容易かつ効果的であるとして，実践している企業も多い．しかし，単純なコスト削減を目的とした省エネルギーでは，室内環境を悪化させ，オフィスワーカの作業効率に悪影響を及ぼし，結果的にコストを増大させることも考えられる．そのため，室内環境の改善を行うことにより，プロダクティビティ（オフィスワーカの生産性）を向上させることを目的とした研究が盛んに行われており，その金額換算値はオフィスビルの保全，運用経費に比べて遥かに大きくなるという報告が数多くある．これらのことから，室内環境改善の投資判断や効果確認に利用できるプロダクティビティの評価指標の確立が求められている．その実現のためには，プロダクティビティ評価に不可欠であるオフィスワーカの作業効率を定量的に評価する仕組みが必要となる．[1)]

本研究では，作業効率を評価する指標として疲労度に着目した．人は疲労すると，物事が考えられなくなり注意力が散漫になる．そのため，疲労によって作業の量，質ともに大きく影響し，作業効率は低下すると考えられる．そこで疲労の測定，評価によるプロダクティビティの推定を目的とした疲労度テストアプリケーションの作成を行った．本稿では，その妥当性を検証する．

2　疲労度テストアプリケーション

本アプリケーションは，実行の容易さとオフィス作業が PC 中心となっていることから，サーバーサイド Java によって動作する Web アプリケーションとした．そのため，普段使用している PC を用いることで，インターネットを介して時間を問わずテストを行うことができる．本アプリケーションの実行画面を Fig. 1，Fig. 2 に示す．

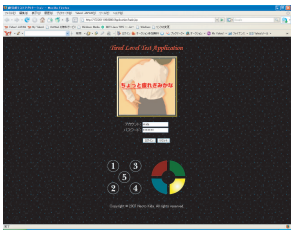

Fig.1　ログイン前

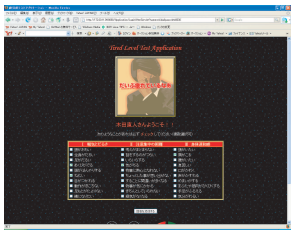

Fig.2　ログイン後

2.1　疲労度測定テスト

作業効率を測定できるような疲労度テストを開発するためには，オフィスワークを反映しているテストにする必要がある．オフィスワークでは，以下の能力などが重要とされる知的作業，頭脳労働が多い．

- 作業の集中力を保つ
- 認知反応を速やかにする
- 反応時間の短縮をする
- 的確な判断をする

そこで本アプリケーションでは，認知・敏捷性テストと記憶力テストの 2 種類のテストを考案した．

2.2　認知・敏捷性テスト

認知・敏捷性テストの実行画面を Fig. 3 に示す．認知・敏捷性テストは，60 秒間に数字付きのボールを数字の順番通りにクリックして消去するテストである．画面上には常に 30 個の数字のボールが表示され，1 つの数字のボールを消去すると同時に，新たな数字のボールが画面上に表示される．そのため，常に集中力および認知反応の速やかさなどが求められる．

2.3　記憶力テスト

記憶力テストの実行画面を Fig. 4 に示す．記憶力テストは，画面のランダムな位置に 5 回表示される色の順番を記憶してその順番通りにクリックするテストである．正解する度に色の表示間隔は小さくなり，難易度が上がる．そのため，記憶力だけでなく常に集中力および反応時間の短縮，的確な判断なども求められる．

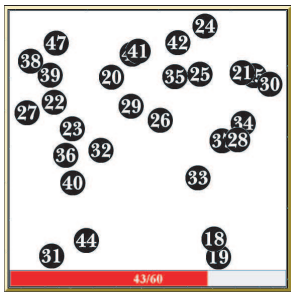

Fig.3　認知・敏捷性テスト

Fig.4　記憶力テスト

3　一般的な疲労度の判定方法

一般に疲労性変化としては以下の 3 種類が挙げられる．

- 作業量や行動様式などの作業パフォーマンスの変化
- 自覚的な心理反応（主観的評価）
- 客観的に計測できる生理心理反応

主観的評価と生理心理反応に関しては，これまでに様々な測定方法が提案され，利用されている．Fig. 5 に代表的な測定方法を示す．

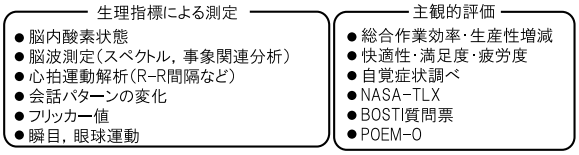

Fig.5　代表的な測定方法 (参考文献 [1] より参照)

3.1　自覚症状調べ

疲労評価，作業評価に関する主観的評価では，疲労や眠気といった身体，精神影響を見るために自覚症状調べが頻繁に用いられてきた．Fig. 6 に自覚症状調べを示す．自覚症状調べは 30 個の質問項目から成り，自分に当てはまるものに○印を付けて評価する．また，眠気とだるさ，注意集中の困難，身体違和感の 3 群に分類されているため，各群毎に評価することも可能である．[2]

次のようなことがあったら□の中に必ず○を付けて下さい。

I		II		III	
1	頭がおもい	11	考えがまとまらない	21	頭が痛い
2	全身がだるい	12	話をするのがつらい	22	肩がこる
3	足がだるい	13	いらいらする	23	腰が痛い
4	あくびがでる	14	気がちる	24	息苦しい
5	頭がぼんやりする	15	物事に熱心になれない	25	口がかわく
6	眠い	16	ちょっとした事が思い出せない	26	声がかすれる
7	目が疲れる	17	することに間違いが多くなる	27	めまいがする
8	動作がぎこちない	18	物事が気にかかる	28	まぶたや筋肉がひくひくする
9	足元がたよりない	19	きちんとしていられない	29	手足がふるえる
10	横になりたい	20	根気がなくなる	30	気分がわるい

Fig.6　自覚症状調べ (参考文献 [2] より参照)

本研究では，Table 1 に示すように各群毎および質問項目全体の○印の個数から，良好，軽い疲労，中程度の疲労，重い疲労の 4 段階の評価を行うこととした．

Table1　各群および質問項目全体の○印の個数と疲労度の関係 (参考文献 [2] より参照)

	I 群	II 群	III 群	全項目
良好	0〜3	0〜2	0〜3	0〜6
軽い疲労	4〜6	3〜4	4〜5	7〜12
中程度の疲労	7〜8	5〜6	6〜7	13〜18
重い疲労	9〜10	7〜10	8〜10	19〜30

3.2　フリッカー値の測定

生理心理指標による疲労の検査方法としては，これまでにフリッカー値（CFF 値）が多く用いられてきた．フリッカー値とは，点滅する光源を見たとき，それが連続光に見えるか，点滅光に見えるかの境界における点滅周波数のことである．人が疲労するとフリッカー値は低い水準を示すことから，フリッカー値の変動を通じて脳の情報処理能力の状態を推測できる．[2] フリッカー値測定器を Fig. 7 に示す．

4　疲労度テストの問題点と考察

本研究では，自覚症状調べおよびフリッカー値の測定結果との比較により，疲労度テストの妥当性の検証を行う．疲労度テストの測定結果は，同じ被験者が同じ状況下でテストを受ける場合，常に同じ結果が出ることが望ましい．しかし，テストに対する習熟性や難易度のばらつきなどの要素がテスト結果に影響することが考えられる．そのため，1 回のみの疲労度テストの実施では不十分であると考えられる．Fig. 8，Fig. 9 に自覚症状調べによる疲労度が「軽い疲労」であった場合において，異なる日時に異なる回数のテストを行ったスコア推移とその近似曲線，および異なる日時毎の平均値，標準偏差を示す．図に示したように，自覚症状調べによる疲労度が同じでも，一度に何回かテストを行っても平均値や標準偏差にばらつきがあり，常に同じ結果が出るとは限らないことがわかる．対処法として同じ時間帯に連続してテストを行う場合には，テストの難易度を同じにして難易度のばらつきをなくすことが考えられる．また今後の課題として一度に何回テストを行うかを検討する必要がある．

Fig.7　フリッカー値測定器 (参考文献 [1] より参照)

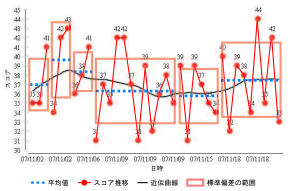

Fig.8　認知・敏捷性テスト

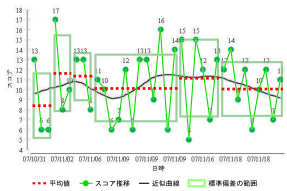

Fig.9　記憶力テスト

Fig. 10，Fig. 11 に自覚症状調べによる各疲労度および疲労度毎の平均値，最大値，最小値，標準偏差との相関関係を示す．標準偏差以外に関しては右下がりの傾向になることが望ましい．そこで認知・敏捷性テスト，記憶力テストの結果を見ると，両テストとも全体的に右下がりの傾向が見られるが，今後さらに複数人のデータを採取し，統計学的検定によって有意に相関があるかどうかを調べる必要がある．また，フリッカー値の測定による生理心理指標との相関も調べる必要がある．

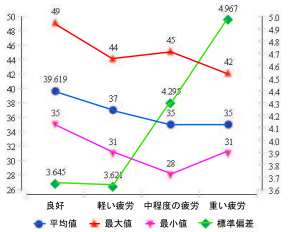

Fig.10　認知・敏捷性テスト

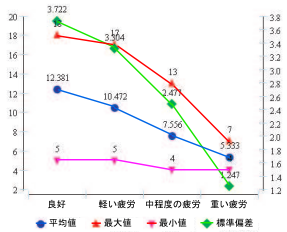

Fig.11　記憶力テスト

参考文献

1) 生理心理指標を用いたワークプレースプロダクティビティの総合的評価に関する基礎研究
http://hydro.energy.kyoto-u.ac.jp/Lab/ronbun/P_2004/kawauchi.pdf
2) 調理過程における疲労自覚とフリッカー値の変化
http://libro.do-bunkyodai.ac.jp/ronshu/Kiyou_No28/pdf/10.pdf