視覚探索作業における習熟と作業負担（その1）

— 習熟過程の解析 —

○原 盛将, 福田康明 (名城大学), 芳賀 繁 (東和大学)

茂吉雅典 (大同工業大学), 横山清子 (名古屋市立大学)

高田和之 (大同工業大学)

Learning Process and Mental Workload in a Visual Search Task (Part 1)

— Analysis of Learning Process —

Shigemasa Hara, Yasuaki Fukuta (Meijo Univ.), Shigeru Haga (Tohwa Univ.),

Masanori Moyoshi (Daido Inst. of Tech.), Kiyoko Yokoyama (Nagoya City Univ.),

& Kazuyuki Takata (Daido Inst. of Tech.)

1. はじめに

近年、技術革新に伴い人間の労働作業は、手作業から機械作業へと変革し、人間の視覚機能に負担をかけた視覚探索作業が増加している。そこで、人間の視覚特性を考慮した機械設備の設計や作業システムの設計をするには、視覚探索作業における習熟特性や作業負担を把握することが重要となる。このことは、機能的なマン・マシンシステムを設計することのみでなく、視覚探索作業における教育・訓練を行う場合や人間の作業負担を考慮した労働時間の設定などに有効であると考えられる。

本稿では、「視覚探索作業における習熟と作業負担（その1）」として、作業の経過時間に伴う習熟過程を、達成度手法¹⁾を用いて分析する。さらに、作業の経過時間ごとに習熟特性および諸特性値間の関係を明らかにして、より少ないパラメータで作業時間のばらつき状態を予測（または推定）できることを検証する。

2. 達成度手法と傾向式の理論¹⁾

達成度手法は、同一作業や類似作業を連続して行う場合、作業時間のばらつきを定量的に把握し、作業状態を数値的に把握する手法

である。いま、ある作業を連続して行う場合、最も理想的な作業状態を1とする。その際、1回の作業で得られる作業の達成度を q ($0 \leq q \leq 1$)、達成されなかった量を $(1-q)$ 、改善率を r ($0 < r \leq 1$)とし、 n 回繰り返したときの達成度評価量 Q_n は式(1)となる。

$$Q_n = q(q-1)^{n-1} + r \left[\frac{1-(q-r)^{n-1}}{1-(q-r)} \right] \quad \dots(1)$$

実際には達成度 $Q(q=r)$ 求めるには、式(2)によって求められる。

$$Q = 1 - \sqrt{1 - \left[\frac{1}{\delta_{\infty}} \right]} \quad \dots(2)$$

ただし、変動率 δ が1以下の時は、式(2)を以下の式に置き換えて達成度 $Q(q=r)$ を計算する。

$$Q = 1 - \sqrt{1 - \delta_{\infty}} \quad \dots(2)'$$

次に達成度の評価理論をもとに、作業の習熟過程を表示する手法として傾向式を考察した。これを式(3)に示す。

$$t = a N^b \ast (\delta_1 N^{b'}) \quad \dots(3)$$

ただし、 a ：常数、 b ：傾向指数、 δ_1 ：初期変動率 ($N=1$)、 b' ：変動指数、 $\ast$ ： $\times$ または $\div$ を示す。式(3)は作業時間の減少を示す項 ($a N^b$) と、ばらつきを示す項 ($\delta_1 N^{b'}$) から成立する。本研究では、式(2)、式(3)を適用して実験結果の解析を行った。

表 1 実験結果 (被験者 F)

被 験 者	作業 時間 (分)	$t = a N^b \times \delta \cdot N^{b'}$				初期 達成度 Q_1	末期 変動率 δ_a	末期 達成度 Q_a	変動率 δ	達成度 $Q(\%)$
		a	b	δ_1	b'					
F	0-30	79.79	-0.1346	2.620	-0.0487	0.214	2.245	0.255	1.167	62.1
	30-60	45.81	-0.0384	2.078	-0.0096	0.280	2.010	0.291	1.034	81.9
	60-90	38.52	0.0265	2.002	0.0102	0.293	2.074	0.280	0.965	81.3

3. 実験方法

被験者の前に置かれたパソコンのディスプレイから、前方の数字表示パネルに提示されている二桁の検索数字がランダムに提示される。ディスプレイ上の検索数字には、その四隅のいずれかに赤い丸が付いており、パネル上の数字の四隅には一桁の数字が書かれている。数字表示パネル上の検索数字を検索し、赤い丸の位置の数字をテンキーで入力することが被験者の課題である。この作業を 90 分間連続して行い、30 分経過後に作業負担を 3 分間で測定する。検索数字は 5 秒間隔で表示され、作業時間が 5 秒を越えた場合は、1 秒後に次の検索数字が提示される。なお、被験者は健常な男子学生 11 名である。

4. 実験結果の解析および考察

本実験作業の実験結果を式(3)の傾向式によって解析し、その一例を図 2 に示した。また、表 1 は図 2 によって作成された式(3)の傾向式の各パラメータおよび式(2)によって求められる達成度 Q を示したものである。図 2 および表 1 より、作業時間が増加するにつれ、傾向指数 b が増加し、習熟は高くなってきていることがわかる。しかし、作業時間が 60 分を経過すると、傾向指数 b は負から正の値に変化し、また、変動指数 b' も負から正の値となり、達成度 Q も減少していることから習熟が低下していることが観察できる。また、各被験者ごとに検討すれば、30 分を経過したのちに傾向指数 b は正の値となる被験者や作業時間と習熟の関係が見られない被

図 1 実験装置

図 2 傾向式による解析 (被験者 F)

験者も観察された。

5. おわりに

- (1) 視覚探索作業における習熟過程を達成度手法を用いて数値解析をした。
- (2) 変動率 δ について作業時間と被験者の関係を二元配置法による解析を行った結果、被験者、作業時間とも有意差が認められた。
- (3) 傾向指数 b および変動指数 b' が負の値から正の値に変化する傾向が見られた。
- (4) 傾向式の諸係数について相関係数を求めた。その結果、傾向指数 b と変動指数 b' においては各作業時間において顕著な有意差が認められた。

参考文献

- 1) 福田・大久保：達成度手法における作業習熟の研究, 人間工学, 29(4), 215 ~ 222, 1993.