作業習熟の評価に関する研究

—単一作業と組合せ作業の比較・検討—

○ 大矢雅之(名城大学・大学院生), 福田康明(名城大学)
山田裕昭(総合経営研究所)

A study on appraisement in work learning

A comparison between single work and combined work

Masayuki Ohya(Graduate School Of Meijo Univ.) ,Yasuaki Fukuta(Meijo Univ.),
Hiroaki Yamada(Total Management Consulting Service)

1. 緒言

近年の市場製品は高精度化, 多品種化, および製品サイクルの短命化が著しく, そのため多品種少量生産方式や変種変量生産方式が多くの企業で導入されている. したがって, 生産工程の作業者には, 必然的に各種作業に対応した多能工化が要求されている.

一般に多能工に必要な組合せ作業(セル生産)での習熟は, 単一作業と異なる習熟傾向となる¹⁾. この現象を定量的に評価することは, セル生産における標準時間の見積り, 新規採用者の教育や訓練計画等, 今後の生産活動や作業活動を展開する上で数多くの利用価値を含んでいるといえる.

本研究では, まず作業構造を分類・検討した. そして, 作業内容および作業因子(作業から抽出される適応能力)が異なる5種類の単一作業と組合せ作業の習熟の評価について比較・検討すると共に, 習熟の評価指標を提示した.

2. 達成度手法の理論

本研究の習熟解析には達成度手法の理論と傾向式を用いた. 達成度手法とは, 同一作業や類似作業を連続的に行う場合, その作業のばらつきを定量的に把握し, 作業状態を数値的に評価する手法である^{1~3)}.

ある作業を連続的に行う場合, 最も理想的な作業状態を1とする. その際, 一回の作業で得られる評価量を q ($0 \leq q \leq 1$), 得られなかった評価量を $(1-q)$, 改善率を r ($0 \leq r \leq 1$)とし, この作業モデルを n 回繰り返したときの達成度評価量 Q_n は式(1)となる.

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

実際に $q=r$ のときの達成度 Q を求めるには, 式(2)によって求められる.

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

ただし, δ_{∞} は標準変動を示す.

つぎ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である傾向式を式(3)に示す.

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

上式において, t : 作業時間, a : 常数, N : 作業の繰り返し回数, b : 傾向指数, δ_1 : 初期変動率, b' : 変動指数, $\times$: $\times$ または $\div$ を示す. 本実験結果の解析には式(2), (3)を適用した.

3. 作業構造分類

作業構造の分類を作業因子(作業から抽出される適応能力)によって検討した結果を図1に示す. それによれば, 知覚労働作業と知的労働作業および身体労働作業の3つに大きく分類でき, さらに, これらの作業に対応した適応能力に分けられる.

図1 作業構造分類

4. 実験作業

本実験では, 図1の作業構造分類をもとに5つの作業因子を実験対象とした. 知的能力ではカード分類作業, 記憶能力では記憶操作作業, 形態知覚では精神反応速度作業, 目と手の共応では両手共応動作作業, および指先の巧緻性ではリング挿し作業の5つの単一作業を行い, これら5つの単一作業を組合せた作業を組合せ作業(セル生産)と

して実験を行った。実験条件は以下のとおりである。

- (1)各実験作業とも 90 分間行い、1 サイクルに要する時間を測定した。
- (2)被験者は 21 歳から 24 歳までの健常な男子学生を各作業 8 名の計 48 名とし、作業の未経験者とした。
- (3)実験室内の環境は、温度 18～22℃、湿度 40～45%、照度 400Lx に設定した。

5. 習熟解析

各被験者の実験結果をもとに式(2)と式(3)を用いて達成度Qを求め、各作業と平均達成度Qとの関係を図2に示した。これより、平均達成度Qは両手共応動作作業とリング挿し作業では $Q=78\sim80\%$ を示した。また、単一作業と組合せ作業を比較・検討すれば、組合せ作業は単一作業の平均値に近似した。達成度Qによって各実験作業間と作業者間の関係を二元配置分散分析を行った。その結果、各実験作業間において1%の有意差が認められた。

図2 各作業と達成度Qとの関係

6. 習熟の評価指標

変動率 δ と傾向指数bの関係を図3に示す。これより、両者間の相関係数rを求めて検定を行った。その結果、全ての作業において有意水準5%、もしくは1%で有意差が認められた。そこで、変動率 δ と傾向指数bの回帰方程式を求めると、式

図3 変動率 δ と傾向指数bとの関係

(4)が得られる。

$$\begin{aligned} \text{カード} \quad \delta_1 &= -0.532b + 1.030 \\ \text{記憶} \quad \delta_2 &= -0.484b + 0.922 \\ \text{両手} \quad \delta_3 &= -0.482b + 0.961 \\ \text{リング} \quad \delta_4 &= -1.405b + 1.013 \\ \text{精神} \quad \delta_5 &= -0.640b + 0.965 \\ \text{組合せ} \quad \delta_6 &= -2.152b + 0.712 \end{aligned} \quad \dots (4)$$

上式から、bの値を変化させ、 δ を算出し、さらに δ を式(2)の δ_{∞} に代入し、傾向指数bを信頼区間の95%より、習熟状態を評価できる評価指標を作成した。その結果、カード分類作業、記憶操作作業および精神反応速度作業では、傾向指数bの値の範囲は大きくなり、これらの作業に対応した作業能力では作業者間によって習熟状態に差が見られた。また、リング挿し作業では、傾向指数bの値の範囲が小さくなり、作業者間での習熟状態は余り差が見られない。一方、組合せ作業では傾向指数bの値の範囲は両手共応動作作業と近似した。

7. 結言

- (1)達成度手法による習熟解析は、作業時間とばらつきの双方を表示し、習熟状態を達成度Qによって相対的に評価する手法であり、本実験においても有効な手法であった。
- (2)達成度Qによって各実験作業間と作業者間の関係を二元配置分散分析を行った。その結果、各実験作業間において1%の有意差が認められた。
- (3)変動率 δ と傾向指数bの関係より、相関係数rを求め検定した。その結果、全ての作業において有意差が認められた。
- (4)達成度Qにより、単一作業と組合せ作業における作業習熟の遂行過程を容易に把握し、評価することができる習熟の評価指標を作成した。

参考文献

- (1)福田康明他：達成度手法による習熟の研究，人間工学，29(4)，215～222，1993。
- (2)福田康明他：作業習熟と生体負担に関する研究，人間工学，37(2)，59～66，2001。
- (3)福田康明他：作業習熟の遂行過程と生態負担に関する研究，一異種作業間の比較・検討一，人間工学，38(1)，76～84，2002。