複数人がそれぞれ身体を動かして行う 協同作業における人的特性に関する検討

○鳥居塚 崇 (金沢工業大学 人間系)

A study of human factors on collaboration tasks with physical labor

Takashi TORIIZUKA

(Division of Human Information Science, Kanazawa Institute of Technology)

1. はじめに

建設現場やプラント等のメインテナンス現場などでは、共通の作業対象をそれぞれの作業員が体を動かして扱うような協同作業が多く見られる。そのような作業においては、作業員自身の資質とともに作業員間の意思疎通が作業効率や事故・トラブル等に大きく影響すると考えられる。そこで今回は、この類の研究の手始めとして、そのような協同作業におけるそれぞれの作業員の行動記述法を開発することとした。さらにそれに基づいて、それぞれの作業員の人的特性に関する検討も試みた。

2. モデル作業

2人の被験者による長尺物持ち運び作業をモデル作業とした(複数人の最低人数である2人の場合を今回は検討することとした)。具体的には、1組(2人)の被験者が障害物等を設置した研究室外の廊下から直径12cm、長さ4mの八角材を運び、室内に設置してある2つの輪(直径30cm、高さ180cm、間隔3m)に組込むまでの作業とした。このような作業を15回/組ずつ行わせた。

図1 作業の様子

図2 実験室レイアウト

3. 本研究における行動分析の考え方

作業者が作業を遂行するのは作業者自身の認知・思考の結果であると考えれば、作業中におけるエラー防止や効率向上のためには、作業者自身の思考過程や、コミュニケーションを誘発する要因を探ることが重要となる。そのため本研究では、作業の様子をビデオにて捉えたのち、その映像をもとに、経過時間、エラー、それぞれの被験者の視線、行動、発話、および通過場所を分析した(思考過程やコミュニケーション誘発要因を推測するには上記の5指標が適切と考えた)。視線、行動、発話については、被験者の認知・試行の観点から、網羅的かつ重複のないように以下のようにカテゴリー化して分析を行った。

4. 協同作業の記述法

以上を基に、表1に示すような記述法を考案した。この記述によれば、被験者の行動データ(ビデオデータ)を紙面上あるいはディスプレイ上で抽象的に把握することができる。したがって、この記述を基にさまざまな分析を行うことができると考える。

表1 発話カテゴリーの一部

情報提供	状況報告	意思表示	
		自己	相手
指示	相手の注意を促す指示 相手の動作を促す指示	独り言	
依頼	発話の依頼	要求	援要
		意思表明要求 状況報告要求 指示要求	

表2 協同作業記述法を用いた分析例

前方作業者										後方作業者									
時間	場所	発話	行動・エラー				視線	場所	発話	行動・エラー				視線	時間				
			進	待	取	止				手元	進	待	取			止	手元		
0	①		○				手元	①	待	○				手元		0			
1		指・指	↓		○		↓							足		1			
2		指・指	↓					②			○			足		2			
3	②		○				手元	③	指・指・指	↓				足		3			
4		↓					手元	↓			○			足		4			
5	③	指・指・指	↓				足	④			↓			↓		5			
6			↓								↓								
7			↓								↓								
8			↓								↓								
9			↓								↓								
10			↓								↓								
11			↓								↓								
12			↓								↓								
13			↓								↓								
14			↓								↓								
15			↓								↓								
16			↓								↓								
17			↓								↓								
18			↓								↓								
19			↓								↓								
20			↓								↓								
21			↓								↓								
22			↓								↓								
23			↓								↓								
24			↓								↓								
25			↓								↓								
26			↓								↓								
27			↓								↓								
28			↓								↓								
29			↓								↓								
30			↓								↓								
31			↓								↓								
32			↓								↓								
33			↓								↓								
34			↓								↓								
35			↓								↓								
36			↓								↓								
37			↓								↓								
38			↓								↓								
39			↓								↓								
40			↓								↓								
41			↓								↓								
42			↓								↓								
43			↓								↓								
44			↓								↓								
45			↓								↓								
46			↓								↓								
47			↓								↓								
48			↓								↓								
49			↓								↓								
50			↓								↓								
51			↓								↓								
52			↓								↓								
53			↓								↓								
54			↓								↓								
55			↓								↓								
56			↓								↓								
57			↓								↓								
58			↓								↓								
59			↓								↓								
60			↓								↓								
61			↓								↓								
62			↓								↓								
63			↓								↓								
64			↓								↓								
65			↓								↓								
66			↓								↓								
67			↓								↓								
68			↓								↓								
69			↓								↓								
70			↓								↓								
71			↓								↓								
72			↓								↓								
73			↓								↓								
74			↓								↓								
75			↓								↓								
76			↓								↓								
77			↓								↓								
78			↓								↓								
79			↓								↓								
80			↓								↓								
81			↓								↓								
82			↓								↓								
83			↓								↓								
84			↓								↓								
85			↓								↓								
86			↓								↓								
87			↓								↓								
88			↓								↓								
89			↓								↓								
90			↓								↓								
91			↓								↓								
92			↓								↓								
93			↓								↓								
94			↓								↓								
95			↓								↓								
96			↓								↓								
97			↓								↓								
98			↓								↓								
99			↓								↓								
100			↓								↓								

5. 記述法を基にした分析の試み

5-1. 発話パターンの分析

作業中の被験者同士の会話とその前後を遷移図を用いて表した。発話パターンは、作業回数の増加と共にいくつかのパターンに収束してきたが、ここでは、その中でも特に多く見られたパターンを図に示す。楕円は発話、長方形は行動を示す。また、矢印が各カテゴリーの遷移を示し、特に頻繁に見られたルートを太い矢印で示した。点線で区切られた上の部分には当該場面において先に発話した被験者を表しているが、本例では、前方被験者に当てはまる場合が多かった。

図3 発話パターン

また、発話パターンは、試行回数とともに変化する傾向があった。1回目から通して同じ発話パターンも見られたが、実験開始直後の数試行にしか見られないパターン、あるいは回数を重ねないと出現しないパターンなどが認められた。所要時間/回は試行回数を経るに従い短縮される傾向にあったため、発話パターンと作業効率とは何らかの関係が存在すると考えられる。

一方、エラーは発話パターンが崩れる（発話パターンにおいてその要素のいくつかが欠如する）ときに発生することが明らかとなった。したがってこの分析を行うことで、将来的には例えばCRMのような教育・訓練システムへの応用・発展の可能性も期待できよう。

6-2. 被験者の思考内容の推測

発話や行動、視線を分析することで、その被験者の思考内容の推測ができる。その一例として視線による思考内容の推測を図に示す。図によれば、複数

図4 視線による思考内容の推測

の思考を同時に行わなければならない場合が存在し、その場合は被験者の認知的負担が増加すると考えられる。このような状況を改善することにより、エラー防止等につながるものと思われる。

6-3. 作業の役割の相違に関する分析

本実験では、作業の性質上、前方作業者と後方作業者の2種類の役割が自ずと発生する。ここではその役割の相違について検討した。前方、後方の両被験者の発話合計数はほぼ同数であったが、内容的には大きな違いがみられた。その内容は、前方被験者は約65%が情報提供、約20%が指示・依頼に関してであった。一方、後方被験者は約50%が回答、約30%が情報提供に関する内容であった。また、前方被験者が相手に視線を向ける時間はほとんどなかったのに対し、後方被験者は作業時間の約50%は相手に視線を向けていた。発話内容と視線の比較から前方被験者は作業の主導権を、後方被験者はサポート的な役割を自発的に分担している様子がうかがえる。

図5 作業の役割の相違

7. まとめ

本研究で考案した記述法は、複数人が実際に体を動かす必要がある協同作業の様子を紙上に記述することを可能にした。さらに、この記述に基づいて種々の分析を行うことができた。この記述法は、まだ粗さを残しながらも、種々の分析の基となるデータとして十分に利用可能であるといえる。

一方、記述法を基にした分析をいくつか試み、複数人での作業における人的特性把握の道筋を付けた。今後は、現場へのフィードバックを念頭に置き、この種の作業における人的特性をより詳しく解析することが課題である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり金沢工業大学(当時) 棚谷龍彦氏の大きな協力を得た。謝意を表します。