

246-20115536 非定型な事故車修理の作業時間を記録するインタフェースの検討*

藤野 一郎¹⁾ 川崎 哲也²⁾ 池田 浩和³⁾ 古屋 圭一⁴⁾ 藤田 光伸⁵⁾

User Interface for Time Study of Non-standardized Repair Work of Damaged Cars

Ichiro Fujino Tetsuya Kawasaki Hirokazu Ikeda Keiichi Furuya Mitsunobu Fujita

There are various time study methods to study routine work like manufacturing process. On the other hand, the procedure for repairing damaged cars varies with the degree of their damage, repair workers' skill, their available tools and so forth. This is why there have been no efficient tools/methods for time study, i.e., to record and tally up the detailed process and each length of time. This report proposes a user interface with touch-panel to study auto repair work, which cannot be standardized easily. This interface is expected to enable us to study such work readily and effectively.

KEY WORDS: (Standardized) common infrastructure, information management, maintenance (Free) Touch Panel, Time Study, Repair [F2]

1. 背景

警察庁のデータ⁽¹⁾によれば、交通事故による死者数、交通事故発生件数および負傷者数は近年減少している。一方で自動車保険統計データ⁽²⁾によれば、自動車の物損事故に対して支払われる自動車保険金のうち、事故を起こした車両を事故前の状態に修復するのに必要な「修理費」は1兆円を優に超えている。この現状からみれば、自動車の物損事故が社会に与える損失は非常に大きく無視できないものであり、修理費の低減は、社会的な課題として取り組むべき重要な問題のひとつである。

修理費を低減する方法は各種考えられ、例えば二つの事例を以下に示すならば、一つ目はより直しやすい車両構造へ改善すること、二つ目は自動車本来の機能、安全性を保持しつつ、より効率的な修理作業方法を見出し改善することなどがあげられる。この後者達成への取り組みとして、各種修理作業の時間観測を行い、作業時間の分析、検証などにより問題点を抽出し改善する方法が効果的な手法として考え得る。

時間観測と言え、特に製造業における生産管理や生産性向上を目的とした標準時間という概念はその導入が広く知られているところである。この標準時間は経営工学 (Industrial Engineering : IE) の作業測定という分野で、古くから研究されており、関連した書物や研究成果も多い^{(3)~(14)}。これらを研究・分析する上で、作業時間観測法があるが、一般的にその目的を生産管理や生産性向上に向けている場合、対象としている作業そのものは手順が定められた繰り返し動作のような定型作業である。作業時間を記録する手法については過去に様々な検討が行われたこともあり、現在は技術的な困難さを伴う場合は少ないと思われ、市販の観測・分析ツール^{(15)~}

*2011年10月14日自動車技術会秋季学術講演会において発表。

1)・2)・3)・4)・5) (株) 自研センター(272-0001 千葉県市川市二俣678-28)

⁽¹⁸⁾も存在する。

一方で事故車の復元修理に関する作業時間観測は、作業手順が自動車の損傷状態、使用工具そして作業者の経験度合いで大きく異なる場合があり、次にどのような作業が行われるか予測困難な難しさがある。例えば、事故によりドアパネルに生じた凹みを钣金修正する場合、同一損傷であっても、A作業者はハンマリングのみで修正、B作業者はハンマリングとパテ使用による修正、C作業者はパテ使用のみで修正というように一様でなく、作業時間観測者が正確に修理手順を把握するには、事前に作業者と打合せをしておかない限り容易ではない。そのため、従来よりこれらの作業時間観測には、作業時間観測者が作業内容を確認しながらストップウォッチで経過時間を読み取り、時間観測用紙に詳細に記録していくことで作業の変化に柔軟に対応できる手法が用いられてきた。しかしながら、この手法には熟練が必要で、集計の際は時間観測用紙から作業時間などを読み取って作業要素別に集計する必要があり、この集計作業に多くの時間を要するという問題がある。ビデオで作業を撮影し、作業完了後にビデオを見返しながら集計作業を行う手法も考え得るが、作業内容確実に把握するために作業者が何をしているのか、その手元を詳細に記録するためには複数のビデオ機器を設置する必要があることや、作業開始から集計作業の完了までには、作業を同時記録する手法に比べると工数が多く掛かることからこの手法の導入は現実的ではない。

そこで著者らは、作業時間観測を電子化し直接記録することで集計作業を短時間に行うという考え方に基づく検討を過去に行っている。バーコードを用いた作業入力力で非熟練者でも迅速に時間観測し、集計作業が短時間で行える作業観測システムを開発したのである⁽¹⁹⁾。ただ、このシステムも事前に作業手順を決定した上で時間観測を行うものであったため、

定型作業にしか対応できないという問題点があった。記録への柔軟性がない（作業メモが残せない、経過した時間の項目を遡って記録・修正できないなど）こともあり結果的に非定型な修理作業への適用までは困難であった。

これ以降、事故車修理の作業時間観測に対応したシステムの報告例はないように思われる。

このような背景より、今回、非定型な事故車の復元修理作業に適用可能な作業時間観測用のインタフェースを検討することとした。

2. 作業観測システム構築のための事前検討

事故車修理の作業時間観測に求められる作業観測システムは、非定型に行われる作業にも対応して、これらの作業内容を確実に記録し、そして作業時間が容易に算出出来るものである。これを実現するために事前検討を行い、以下の2つの機能を作業観測システムに組み込むこととした。

2.1 入力作業を短時間かつ正確に行うための支援機能

事故車の修理作業内容を詳細に見ると、異なる作業要素が積み重なって作業時間を構成している。数秒の作業要素が連続して続いた場合、作業時間観測者は入力作業に対応出来なくなり、正しいデータが取得出来なくなる可能性がある。これを防止するため、1作業要素に対する入力作業を出来るだけ短時間で行える機能を組み込むこととした。

2.2 手書き観測の良さを再現できる機能

非定型な作業では、次にどのような作業が行われるかの予測が困難であることは既に述べた。それゆえに一連の作業を観測する中で、既に経過した作業内容について認識違いがあり入力した内容を修正したり追記したりする場合がある。また、後の作業分析に役立てるためにメモを残すことも多い。

紙ベースでの観測作業では、このように時系列を遡った記載やメモが後の作業分析に大いに役立っている。そこで、この手書き観測の良さを活かせる機能を組み込むこととした。

3. 作業観測システムの概要

PCを用いた作業観測システムについて、その機能概要を以降で説明する。

3.1 インタフェース

使用するインタフェースはペン入力可能なタッチパネルPCを選択した。(図1) キーボード入力に比べ、紙を使って書くのに近い操作性が得られ、操作が簡単のため多くの入力動作が必要な作業観測においてキーボード入力よりも入力作業性に優れると判断したからである。また、タッチパネルPCは小型で手に持った状態で使用が可能であり、観測作業性に優れることもメリットとしてあげられる。

3.2 入力方法

このタッチパネルPCでの基本的な入力作業は、作業内容・部品名などを手書き入力枠にタッチペンで手書きすると、入力文字が自動認識される。1作業要素が完了するごとに画面内の時間ボタンを押していき、作業時間観測表に作業データを記録していく。そして、観測すべき作業が終了した後に集計ボタンを押すと、要素ごとの作業時間集計表が自動作成されるシステム。(図2に構成画面、図3にこのシステムの概要を図示する)

4. 作業観測システムの入力作業に関する機能

入力作業に関する主な各種機能の概要を以下に述べる。

4.1 入力作業を短時間かつ正確に行うための支援機能

(1) 2方式の入力作業方法



Fig.1 A Notebook Computer with a Touch Panel Interface Used in This Study



Fig.2 A Data Entry Screen

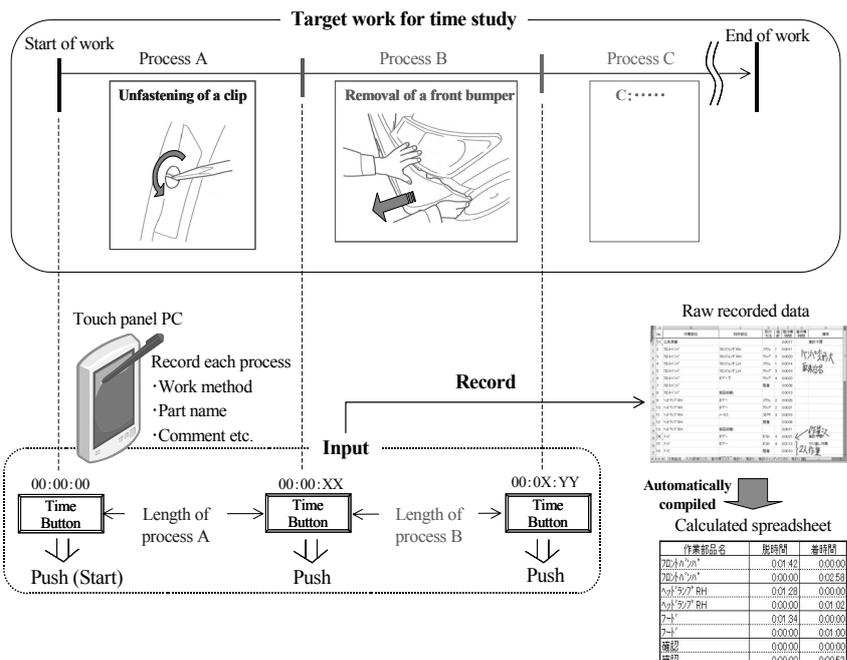


Fig.3 The Outline of the Data Input Procedure using the Developed Touch Panel Interface

入力作業は、手書き文字をタッチパネルPCが自動認識する方法と、表示された候補文字を選択する方法との2方式で行えるようになっている。タッチパネルPC本体機能に依存した文字の認識は、手書き入力に要せる時間が短いほど書き込む文字は乱れ、文字認識精度は低下する。こうなると文字の書き直しや修正が頻繁に発生し、入力効率は大きく下がる。ここで事故車の修理作業について見てみると、非定型な作業とはいうものの、修理作業部位の名称や修理作業要素の名称の多くは定型単語である。つまり、あらかじめ使用が予想される単語を登録しておき、該当する単語を呼び出して選択入力することが出来ればかなりの手書き入力作業を減らすことが期待出来る。

そこで、使用が予想される単語を事前に専用シート（事前単語登録シート）に登録し、ここより単語を呼び出して使用する機能を設けることとした。

具体的な使用方法は2通りあり、1つ目は手書き入力時の予測変換^{(20)~(23)}候補として表示させる方法である。登録単語に対し、変換候補として登録された文字をもとに予測変換を行う。例えば、「フロントバンパ」との登録単語に対し、変換候補を「ふろんとばんぱ」と登録した場合、手書きで「ふ」と入力すると、作業時間観測表とは異なる別枠の入力候補一覧エリアに「フロントバンパ」という候補が表示される。ここで希望する単語を選択すれば作業時間観測表にこの単語が入力される。

同じ文字で始まる登録単語が多い場合、変換候補が多く表示される。この場合はさらに文字を追記していくことで変換候補が絞り込まれる。

2つ目は登録単語を一覧より直接呼び出して表示させる方法である。事前単語登録シートには登録単語に対し変換候補以外にカテゴリ名が登録できる。これは登録単語を、任意の名称を付けることができる計24カテゴリに分類して登録することで、それぞれのカテゴリ単位でリスト表示させ、そこから直接入力単語を選択するものである。

図4に事前単語登録シートの一例を示す。

No.	A	Registered word to be recorded	Words compared with input words	Category Word
1	1	フロントバンパ	フロントバンパ	1
2	2	フロントバンパラインホースメント	フロントバンパラインホースメント	1
3	3	フード	フード	1
4	4	ラジエーター	ラジエーター	1
5	5	ヘッドランプ RH	ヘッドランプ RH	1
6	6	ヘッドランプ LH	ヘッドランプ LH	1
7	7	フロントフェンダ RH	フロントフェンダ RH	1
8	8	フロントフェンダ LH	フロントフェンダ LH	1
9	9	フロントドア RH	フロントドア RH	1
10	10	フロントドア LH	フロントドア LH	1
11	11	リアドア RH	リアドア RH	1

Fig.4 List of Registered Words

(2) 部品の脱着作業観測時の入力補助機能

前述のような損傷したドアパネルを板金修正する作業では、全作業工程を詳細に見ると、個々の作業要素は独立した一方通行作業である。これらの時間観測作業は、作業の終了まで

全ての作業をその都度入力し記録していく必要がある。一方で部品を脱着する作業、すなわち部品を取外して再度取付ける作業を行う場合、脱作業（取外し作業）の逆手順で着作業（取付け作業）が行われ作業が終了となる。このような作業の時間観測作業では、脱作業観測時に入力した作業データを着作業観測時に利用できれば着作業時の入力工数を削減することができる。そこで、部品の脱着作業観測時の入力補助機能として、着作業観測時に脱作業観測時に入力した部品の作業データを作業時間観測表とは別枠の入力候補一覧エリアに再表示させ、該当する作業データを選択すると作業時間観測表に手入力せずに作業データが入力できる機能を設けた。

(3) 単純観測記録モード機能

入力画面にタッチする動作1回で1作業の入力が完了できる機能である。

通常の観測では、1作業の入力を完了するまでに最低でも3回の作業・時間入力ボタンを押す動作が発生する。作業手順があらかじめ定まっており、入力項目が1つの場合でも作業を入力後、時間ボタンおよび次入力行への改行ボタンを押す必要がある。このような場合、時間ボタンおよび次入力行への改行ボタンを押す工程が省略できれば、入力工数を低減することができる。そこで設定したのが「単純観測記録モード」である。

作業手順があらかじめ定まっている作業を時間観測する場合、前述の「事前単語登録シート」に作業手順をあらかじめ入力しておき、この「単純観測記録モード」で作業時間観測を行う。すると、「事前単語登録シート」に登録しておいた任意の作業を選択すると、データの入力と時間入力が自動で行われ、選択行が次行に移り、次作業の入力待ち状態となるものである。

4.2. 手書き観測の良さを再現できる機能

(1) 手書きメモ機能

作業観測中に作業の特徴、難易度、問題点および特記事項などの記録を残しておくことは、作業観測後のデータ分析作業において重要である。これに対応したのが、作業時間観測中に作業メモを残すことができる手書きメモ機能である。

記録方式はシート上に描画として記録されるため、作業時間観測表のどこにでも自由にメモ書きやイラストを残すことができ、作業観測後に作業分析する上での要点や注意点の振り返りが可能となる。（図5）

(2) 作業を遡って追記・修正できる機能

作業が経過したものであっても、遡って内容の追記や修正を行える機能。作業時間観測表は作業が時間を追うごとに蓄積されていくので、時間の経過した作業は繰り上がり画面上部から表示されなくなる。しかし、表示されなくなった作業、すなわち経過作業に対し入力内容の修正や追加記載を行いたい場合がある。この事態に対応するため、入力済みの作業時間観測表の任意作業を再表示できるようにし、かつ入力内容

の修正や追加記載を行うことができるようにした。



Fig.5 List of Registered Words

5. 集計

紙ベースにおける作業時間観測後の集計作業は、作業記録用紙から作業内容、作業時間を読み取りデータ化していくため、作業時間観測に費やした時間程度の集計時間が掛かる場合もある。作業時間の読み取りミス、集計ミスといった人的作業ミス発生の可能性も否定できない。

本システムでの集計作業は、集計ボタンを押すことで作業結果が作業要素ごとに瞬時に自動集計され、作業時間集計表が作成される。

6. 効果

集計作業時間にかかる工数を短縮すれば、データの分析作業に十分な時間がかけられるメリットがある。そこで紙ベースと本システムでの工数低減効果について考察する。

作業観測にかかる時間は作業に依存するところであり差が生じるわけではない。集計作業では、「5.集計」で説明のとおり、紙ベースの作業時間を集計する方が工数は多くかかり、集計する要素が多い(細かい)ほど工数の低減効果は大きくなる。一例として、セダンタイプの小型自動車のフロント外板パネルを脱着する作業を2時間観測し、時間集計作業は各部品それぞれについてボルトやクリップなどの要素まで行った場合、紙ベースでの集計時間(時間集計および電子データ化)は、自研センターの日常業務で作業時間観測に従事している観測者で1~1.5時間程度と予想されるが、本システムでの集計は多少の記録ミスを修正する時間を考慮しても10分程度で終わることが期待出来る。

さらに非定型な作業ゆえに、集計後に再度作業を見直し再集計作業を行う場合もある。このような場合にも本システムは観測データを一部修正などした上、再度集計作業を行えば再集計結果は瞬時に自動集計されるので、紙ベースでの再集計作業に比べると圧倒的に工数は低減される。

現在の使用状況では、観測する作業内容によって作業観測前に単語を事前に専用シート(事前単語登録シート)に登録する作業が発生し、これが工数増加要素となり、トータルで

の工数低減効果は必ずしも大きくならない場合がある。

各種修理事例に対応できる事前単語登録シートを複数準備することなどの取り組みやさらなる入力作業性向上に向けたシステムの改良が今後の課題である。

7. まとめ

非定型な作業が多い自動車修理に関し、紙ベースによる作業観測のメリットを残しつつ、観測後の集計作業を短時間に終わることができる作業観測システムの検討を行った。

この作業観測システムをさらに発展させ、修理作業性の向上や効率化に向けた研究に今後貢献することを期待したい。

参考文献

- (1) 警察庁交通局: <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001070719>, 平成22年中の交通事故の発生状況(参照 2011/08/03)
- (2) 損害保険料率算出機構: 自動車保険の概況 平成22年度(平成21年度データ), 2011.
- (3) 遠藤健児ほか: 作業測定, 金原出版, 1960年, 424p
- (4) 池永謹一: 作業測定と標準時間, 1966, 288p
- (5) 森川訳雄: 動作・時間研究の経営学的考察(1), 広島商大論集 商経編, 第10巻, 第1号, p.111-131(1969)
- (6) 坂本重泰: 新版 作業測定の実際, 日本能率協会, 1983, 413p
- (7) 通商産業省産業構造審議会管理部会: 作業研究 新版, 日刊工業新聞社, 1977, 350p
- (8) 佐久間章行: 作業研究における新手法の動向, 日本経営工学会誌, Vol. 28, No. 1, P. 20-26(1977)
- (9) 大崎紘一ほか: 時間測定のための装置ならびに方法, 日本経営工学会誌, Vol. 29, No. 2, P. 149-154(1978)
- (10) R・M・バーンズ(大坪檀記): 最新 動作・時間研究, 産能大学出版部, 1990, 646p
- (11) 日本能率協会: 作業測定技術, 日本能率協会, 1980, 350p
- (12) 福島和伸: 物流IEの基礎, 同友館, 1997, 148p
- (13) 山井順明: レーティングによる新「標準時間」活用ガイド, J I P Mソリューション, 2003, 138p
- (14) 田村孝文: 図解でわかる生産の実務 標準時間, 日本能率協会マネジメントセンター, 2005, 254p
- (15) ㈱日本生工技研: <http://www.jiet.co.jp/product/timprism.php>, 「Time Prism」ウェブカタログ, (参照 2011/08/3)
- (16) ㈱ブロードリーフ: <http://www.broadleaf.co.jp/products/otrs.html>, 「OTRS-SA」ウェブカタログ, (参照 2011/08/3)
- (17) ㈱シスコム: <http://www1.ttcn.ne.jp/~syscom/>, 「仕事測る君」ウェブカタログ, (参照 2011/08/3)
- (18) ㈱テクノツリー: <http://www.technotree.com/package/czas/index.html>, 「C Z A S シーザス」ウェブカタログ, (参照 2011/08/3)
- (19) ㈱自研センター: リペアサービス Now, 自研センターニュース 1992年5月号, ㈱自研センター, P.11-12(1992)
- (20) 増井俊之, 中山健: 操作の繰り返しを利用した予測インタフェースの統合, コンピュータソフトウェア, Vol. 11, No. 6, P. 484-492(1994)
- (21) 山田洋志, 福島俊一: 自然言語処理を用いたペン入力効率向上手法の提案, 情報処理学会 第48回全国大会, 4J-11(1994)
- (22) 福島俊一, 山田洋志: 予測ペン入力インタフェースとその書き操作削減効果, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 1, P. 23-30(1996)
- (23) 増井俊之: ペンを用いた高速文章入力手法, インタラクティブシステムとソフトウェアIV 日本ソフトウェア科学会 WISS' 96, 近代科学社, p. 51-60(1996)