

# マニュアルの認知工学序説 —問題の所在, 研究の現状, 展望—

筑波大学心理学系 海保 博之

筑波大学大学院 (博) 心理学研究科 高橋 秀明

Cognitive engineering of manual writing.

Hiroyuki Kaiho and Hideaki Takahashi (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Ibaraki, 305, Japan*)

A user's manual of a computer system constitutes an important part of the user interface. In the present paper, previous studies on manual writing and evaluation are reviewed from an emerging "cognitive engineering" point of view. Reference is made to each of three major domains of knowledge indispensable to writing good, usable manuals: workings of the system, cognitive activities of the writer, and cognitive functions of the reader.

Key words: Cognitive process of manual writer, mental model, evaluation of manual, usable manual.

## 第1 マニュアル認知工学 —問題の背景と所在

マニュアルは、ユーザと機械・システムをつなぐインターフェイスとして位置づけられる(図1)。ユーザは、マニュアルを介して機械、あるいは機械

を動かすシステムの世界と対話することができる。ここで、マニュアルとは、ユーザを適切な機械操作に導くために用意された説明の媒体のことである。その多くは紙に書かれたものであるが、音声や表示装置などの媒体を利用したものも含まれる(注1)。

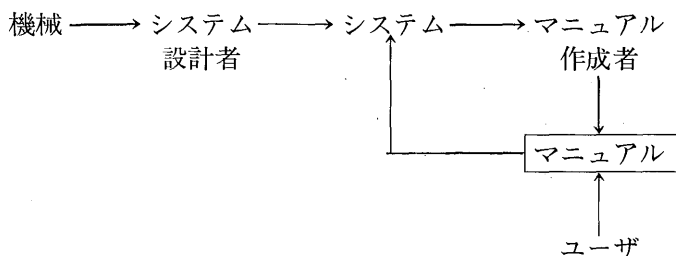


図1 マニュアルの位置づけ

注) 本論文は、海保が全体の構想を作り、加藤隆氏(日本アイ・ビー・エム(株)東京基礎研究所)と高橋との共同討議、および筑波大学心理学研究科の演習での論文抄読、討議を通して完成させたものである。執筆分担は、高橋が2-1)の3、残りは海保である。なお、加藤隆氏からは多大の有益な示唆をいただいた。また、心理学系・菊地正助教授、心理学研究科・熊田孝恒君およ

び演習に参加した院生諸君からも、全般にわたり貴重なコメントをいただいた。感謝します。

注1) 本稿で「機械」というとき、もっぱらコンピュータ関連機器を念頭に置いている。しかし、内容は、必ずしも、それに限定されない所もあるので、あえて「機械」とした。

マニュアルがその重要性を増すのは、つぎのような事態になったときである。

1) 機械が不特定多数のユーザによって使用される事態。機械の設計者や製作者はマニュアルの形で、機械操作についての情報をユーザに提供するのがもっとも効率的であり、信頼性が高い。

2) 機械操作に多様で高度な手順を必要とする事態。単能機械からシステムをなす複数機能を持った機械が増加するにつれて、それを十全に使いこなしてもらうためには、機械・システムについての知識を、ユーザ側にも転移しておくことが必要となる。

コンピュータとその関連機器の爆発的普及が一気にこのような事態を現出させることになったのは周知の通りである。

マニュアルの重要性が増すほど、「より良い」マニュアルへの要求も切実なものとなってきた。かくして、より良いマニュアル作りのための技術、すなわちマニュアルの認知工学が必要になってきた。従来のマニュアルが、わかり易さよりも、必要なことを正確に伝えることに力点を置いていただけに、マニュアルの認知工学への期待は大きいものがある。

マニュアルの認知工学の課題は大きく2つに分かれる。ひとつは、マニュアル作成者に対して、マニュアルを作るにあたって必要な情報と技術とを提供すること、もうひとつは、マニュアル評価の方法を開発することである。

より良いマニュアルを作るためには、作成者は機械・システムの内容について熟知しているだけでは十分ではない。マニュアル作成とはどのような自己の認知活動の所産なのかについての知識、ユーザがどのようにしてマニュアルを読み、機械を操作しているか、などユーザの認知・動作特性についての知識も不可欠である。このような知識の欠如が多く、不完全なマニュアルを生みだしているのだが、このことへの認識すらこれまで、ほとんどなかった。

もう一つの課題である、マニュアル評価の方法の確立も大事である。マニュアルも機械・システムの一部である。とすればその品質管理がいかに重要であるかは言をまたない(Wright, 1979)。

## 第2 マニュアルの認知工学 — 研究の現況

### 2-1) マニュアルの作成者が知っていなければならないこと

#### 1 機械・システムの内容

機械・システムが高度で複雑なものになるほど、マニュアル作成者自身が機械・マニュアルの作成者

になることも、また作成過程に直接たずさわること、まれとなってくる。マニュアル作成者は、できあがった完成品をみて、その設計思想から細部にわたる動作特性までを、通常は短期間のうちに、理解しなければならない。

理解には、関連情報の収集とその構造化が必須である。

関連情報の収集は、機械・システム設計者との連携・マニュアル作成者自身による機械・システムとの対話を通しておこなわれることになる。

収集した情報の構造化は、もっぱら作成者の既有知識との関連でなされることになる。したがって、既有知識の量と質が、構造化の決め手になってくる。このとき、KJ法(川喜田, 1967)やISM(佐藤, 1980)などの手法の援用も有効である。とりわけ複数者によるマニュアル作成事態では、書くべき内容の構造を外在化して、おたがいに共有しなければならないので、こうした手法は効果的である。この点でISMをマニュアル内容の構造分析に利用した千村・佐藤(1985)の研究は参考になる。

#### 2 マニュアル作成者自身の認知機能

人間は自分の認知機能について知り、それを調節するメタ認知能力を持つ。マニュアル作成者も、マニュアルを書くときの認知活動を知ることによって、自己の表現活動を調節できる。

マニュアル作成者の基本的役割は、ユーザにわかるように機械・システムの内容を説明することである。Maass(1983)のこたばを借りれば、システムの透明性(transparency)を高めるような説明をすることである。彼女によると、「透明なシステム」とは、機械の実行可能な操作についてのメンタル・モデルを、ユーザが組み立てやすくなっているものである。そのため、システムは、課題領域についてのユーザの既有知識と、ユーザの直観に適合したものでなければならない。

これは、システム設計者への忠告であるが、マニュアルも機械・システムの一部であるとの認識からすれば、十分に説得力がある。

ところで、マニュアル作成者は、たとえて言えば教師である。教育内容が存在するときに、それを教材化して、子供に伝達するのが教師の役割である。教育内容に機械・システムを、教材にマニュアルを対応させれば、教材作りの技能がマニュアル作成の技能に対応することは容易にわかる。

したがって教師が教材作りに際して、どのような認知活動をしているかを知ることが、マニュアル作成者にとっても示範的な意義がある。

Wright (1981)による、マニュアルを含めた文書の最適設計のための詳細かつ広汎な具体的提言、あるいは、Orna (1985)による教科書作成者向けの5つの提案とそれぞれについての具体的方策は、参考にはなる。こうした提案がマニュアル作成者の認知活動のメカニズムについての研究成果に裏づけされたものであればなお良い。しかし、この点についての研究はまだほとんどなされていないのが現状である。須永ら(1985)がおこなっているワープロ・パッケージ設計者の認知活動のプロトコル分析などの知見は、その点で貴重である。

### 3 ユーザの認知機能

同一の機械とマニュアルを与えられた場合、すべてのユーザが同じようにマニュアルを読解し、機械を操作するという事はありえない。なぜなら、ユーザは、それぞれ、過去経験から、機械・システムとはどのようなものかというイメージを有しているからである。これは、「メンタル・モデル」と呼ばれる(Johnson-Laird, 1983; Gentner & Stevens, 1983; 三宅, 1985など)。マニュアルを読解し機械を操作する際には、ユーザはこのモデルを使用して、それに變形・修正を加えながら、より精緻化されたモデルを構成していく。マニュアル作成者は、ユーザのメンタル・モデルに対する配慮が必要となる。

ユーザの持つ「メンタル・モデル」は、様々な要因によって作り上げられてきた。

1) 過去経験 ユーザにとって、機械・システムへの介入経験の有無は、現在の機械・システム介入に多大な影響を及ぼす。マニュアル作成者は、機械・システムに関する知識によって、ユーザが専門家と初心者とに分類されることを知らなければならない。機械・システムの専門家と初心者との間で、システムについてのメンタル・モデルがまったく異なるという知見(Adelson, 1981; Moran, 1981)は、マニュアル作成者は忘れてはならない。

2) 課題環境 ユーザがなぜ、当該の機械・システムを使用しようとしているか、すなわち、ユーザがおかれた課題(作業)環境の要因もメンタル・モデルに影響を及ぼす。ユーザが、課題解決のどこにどのように機械・システムを位置づけているのかを十分に分析しておく必要がある。それに応じたメンタル・モデルを、ユーザは投入してくるからである。

とりあえず大事なことは、ユーザの作業環境の分類である。たとえば、課題が自発的か強制的かという分類や、機械・システムの使用形態が定形的か自在型かという分類が考えられる。また、プログラム作成か既存のソフト利用かという分類(Moran,

1981)も重要となろう。それぞれの分類のなかで、どのようなメンタル・モデルが作動しているかにも配慮したマニュアル作りが望まれる。

3) ユーザの情報処理特性 ユーザは、自己の認知機能を総動員して機械・システムに介入する。ここでは、それについて、マニュアルの読解と、機械の操作とに分け、それぞれ、認知的構造、認知的プロセス、認知的方略という3つの面から考察する。

ユーザにとって、マニュアルの読解とは、マニュアルに書かれた文章や絵を通して、機械・システムについての正しいメンタル・モデルを構成することである。このメンタル・モデルには、機械の正しい操作法だけでなく、システムの設計思想についての知識までも含まれるべきである。これらの知識の構造化が進んでいるほど、ユーザの機械・システム理解は深いと考えることができよう。BASICを学習する際に想定される知識構造の分析(Mayer, 1985)や、マニュアル理解の三層表象(Schmalhofer & Glavanov, 1986)といった知見は、マニュアル作成者にとって有益であろう。

ユーザがマニュアルを読解する認知的プロセスには、さまざまな要因が働いている。その中でも顕著な要因は、ユーザの既有知識であろう。機械・システムの初心者にとって、マニュアルで使用される専門用語のほとんどは、新出のものであり、したがって、マニュアルの読解は、ボトム・アップ的なものになり、すぐに処理容量の限界に達してしまう。その結果、初心者の理解は浅いレベルにとどまることになり、また、深い理解に達するのに時間が多くかかってしまう。一方、専門家は、用語にも精通しているので、マニュアルの読解は、トップ・ダウン的になり、余った処理容量をメタ認知的な活動に配当することができる。その結果、理解は速く、深いレベルに達することができる。

さらに、マニュアルに使用される文章や絵の適切さという要因も重要であろう。ユーザにとって、わかり易い文章や絵を提示するという技術がマニュアル作成者には要求される(海保, 加藤, 堀, 原田, 1986; Marcel & Barnard, 1979)。

以上のような、マニュアル読解のプロセスにおいて、ユーザは、各種の認知的方略を使用して、効果的な読解を保持しようと努めている。たとえば、新出の用語を何度もリハーサルして記憶への固定を計ったり、例題によって学習を工夫したり、操作上の重要な箇所を示すマニュアル部分に印を付けたりするといった行動を取る。

そこで、マニュアル作成者の側から、読者が自発的に行なう方略を支援する工夫も必要であろう。そ

の一例として、システム上の用語を説明する際に、何らかのメタファーを使用したり(Mayer, 1981)、システム上の概念を読者自身の言葉で言い換えたり(精緻化)すること(Reider, Charney, & Morgan, 1986)が考えられる。

次にユーザの機械操作の特性を考えてみる。

ユーザにとって、機械の操作とはどのような認知的構造を有しているのだろうか。専門家の機械操作の特色は、操作速度の速さ、操作効率の良さ、操作の正確さ、妥当性の高さ、新しい課題環境への適応的対処、そして、操作の(半)自動性であろう。専門家にとっては、機械操作は、目標によって構造化された一種のスキルであるといえる。一方、初心者者の機械操作の特色は、専門家のそれと全く逆である。つまり初心者にとっては、機械の操作は、個々の操作に統合性を欠いた、目標のはっきりしない、全く困難な問題解決のようなものである。

機械操作の認知プロセスは、状態→操作→結果(状態)という単位の繰り返しである。この単位は、一種の因果関係の推論プロセスとしてとらえることができる。初心者者の機械操作が前述のような特色を示すのは、初心者者が、この操作単位を持っていない(状態の条件を知らない、操作の結果を予測できない等)ためばかりでなく、その操作単位が全操作の目標構造の中に占める位置を知らないためである。

マニュアル作成者は、以上の認知プロセスの特性について、操作ミス・スリップの分析(たとえば、Norman, 1983)から、多くの知見を得ることができであろう。

機械操作の学習において、どのような認知的方略が使用されるであろうか。学習の初期の段階では、以前の例を想起して操作を行うことが有効であるという知見がある(Ross, 1984)。また、誤った操作によって、学習が効果的になるということも考えられる。

以上、ユーザの機械・システムへの介入を、マニュアル誤解と機械の操作という2つの面から考察した。ユーザの実際の行動は、この2つに判然と分かれているわけではない。操作スキルを獲得するに従って、マニュアルの読解に対する負荷は減り、最終的には、参照用として使用するだけになる。マニュアル作成者は、このようにユーザの学習経験に従って、その行動が変化していくことにも注意しなければならない。

ユーザの認知機能は情意機能とも深く関連している。おもしろくて興味を引く情報はきわめて効率的に処理される(Malone, 1981)。また、人は、コンピュータを操作している時、あたかも他人に対して

いるかのようにふるまうという(Sheibe & Erwin, 1979)。ユーザのこうした情意的な機能について、かつてのマニュアル作成者はあまりにも無関心であった。

## 2-2) マニュアル評価

マニュアル評価に限らず評価は一般に5W1Hの枠組で考えるとわかり易い。

「なぜ(why)」:より良いマニュアルを作るためには、「良い-悪い」を評価して、作成過程にその情報をフィードバックすることが必須である。

「何を(what)」:ここには、装丁、説明の仕方、表現様式、内容などマニュアルの持つ種々の属性の何に焦点を当てて評価するかという問題が一つある。これに加えて、「何を評価の目標とするか」も重要である。Bloom (1956)の教育目標の分類学がここでは参考になる。Bloomは教育目標(それはとりもなおさず評価目標にもなる)を認知、情意、運動の3領域に大きくわけ、それぞれをさらに細分化した分類表を提案している。これをマニュアル評価の目標に敷衍すれば、認知領域では、「読み易さ」「正確さ」「わかり易さ」、情意領域では、「楽しさ」「親しみやすさ」、運動領域では、「操作のしやすさ」「扱いやすさ」などになる。

「いつ(when)」:評価はマニュアル作成の計画段階から始まる。何回かの中途評価、完成稿の評価、印刷・装丁後の最終評価、さらに実際に利用してみたときの評価まで考えておかななくてはならない。

「誰が(who)」:自己評価と他者評価とがある。他者評価には、専門家やユーザによる評価が含まれる。

「どこで(where)」:他者評価は、マニュアル作成部門からはできるだけ独立した部門、たとえば認知心理学や言語心理学の知見をもった専門家のいる部門でおこなえれば最適である。

「どのように(how)」:評価の方法は、5Wのそれぞれにおいてどのような方針がとられるかによって様々な形態が考えられる。ここでも教育評価の諸手法が有効である。さらに認知心理学の諸実験手法、とりわけプロトコル分析も、ユーザ評価の際には単なる評価情報の収集だけでなく、ユーザの認知機能を知る上でも役立つ。

マニュアル評価のためのチェック・リストもすでにいくつか存在する。たとえば、海保ら(1986)は、事前、中途、事後評価を想定したチェック・リストを作成している。また、Jensen & Osguthorpe (1985)は、自作チェック・リストによって良いとされるマニュアルと悪いとされるマニュアルを使って

ユーザの訓練効果を検討している。こうした試みがより良いマニュアル作成に役立つ情報や技術を提供することにつながっていくはずである。

### 第3. まとめと今後の展望

マニュアルをユーザと機械・システムとの間に介在するインターフェイスの一部として位置づけた後に、マニュアル作成者が「より良い」マニュアルを作るための技術、およびその評価について、関連文献を引きながら考えてみた。

マニュアル作成者がマニュアル作成にあたって知っているべきこととして、機械・システムの内容、マニュアル作成者、およびユーザの認知機能をあげ、それぞれについて認知心理学の知見をもっばら援用して、問題の所在、研究の現状を述べてみた。

マニュアル評価については、教育評価の考え方、手法を引き合いに出しながらその意義や、観点、手法を考えてみた。

コンピュータ関連のマニュアルは今後、大きな変貌をとげる兆しはすでにある。その一つは、オンライン・マニュアルである。通常の作業環境のなかで、ディスプレイ上に必要な情報が引き出せるようにするものである。この究極は、「マニュアルなし」システムの構築である。もう一つは、VTR やフロッピーディスクなど、多様な伝達媒体の利用と、それに伴う書字言語以外の、絵、映像(icon)音声言語の利用である。

しかし、いずれにおいても、マニュアルの基本的役割である「所定の機械操作の手順をユーザにおしえる」ことだけは変わらない。この基本的役割をいかに効率化し、良質なものとするかがマニュアルの認知工学の主要課題であることは今後も変わらない。

この小論では、冊子形式のマニュアルに限定してみたが、今後は、エラーメッセージ、ヘルプ機能、コマンドなども含めた機械操作の指示情報全般のわかり易い提示技術(documentation engineering)を考える必要があろう。

最後に、どのような適性を持った人がマニュアル作成者にむいているのか、どのような訓練がより良いマニュアル作成の技術を習得するのに有効か、マニュアル作成の組織作りをどうするか(吉田・根岸, 1986)なども、マニュアルは人間が作らねばならないだけに、極めて重要な問題であることを指摘して終りたい。

### 文 献

- Adelson, B. 1981 Problem solving and the development of abstract categories in programming languages. *Memory & Cognition*, 9, 422-433.
- Bloom, B. S. (Ed.) 1956 *Taxonomy of Educational Objectives*. David McKay. (梶田ら訳「教育評価ハンドブック」第一法規)
- 千村浩靖・佐藤隆博 1985 ISM教材構造化法を利用したマニュアルの内容構成の分析 電子通信学会技術研究報告(教材工学), 85, 80, 39-43.
- Gentner, D. and Stevens, A. (Eds.) 1983 *Mental Models*. Hillsdale, N.J.; Lawrence Erlbaum Associates.
- Jensen, R. P. & Osguthorpe, R. T. 1985 Better microcomputer manuals: A research-based approach. *Educational Technology*, September, 42-47.
- Johnson-Laird, P. N. 1983 *Mental Models*. Cambridge; Cambridge University Press.
- 海保博之・加藤隆・堀啓造・原田悦子 1986 認知心理学を応用したわかり易いマニュアル作りのためのガイドブック IBM・Sur プロジェクト報告書
- 川喜田二郎 1967. 発想法 中公新書
- Maass, S 1983 Why systems transparency? In T. R. G. Green, S. J. Payne, & G. G. Veer (Eds.) *The Psychology of Computer Use*. London; Academic Press. 20-28.
- Malone, T. W. 1981 Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 5, 333-369.
- Marcel, T. and Barnard, P. 1979 Paragraphs of pictographs: The use of non-verbal instructions for equipment. In P. A. Kolers, M. E. Wrolstad, and H. Bouma (Eds.). *Processing of Visible Language*. Vol. 1. New York; Plenum Press. 501-518.
- Mayer, R. E. 1981 The psychology of how novices learn computer programming. *Computing Surveys*, 13, 121-141.
- Mayer, R. E. 1985 Learning in complex domains: A cognitive analysis of computer programming. *The Psychology of Learning and Motivation*, 19, 89-130.
- 三宅なおみ 1984 メンタル・モデル 児童心理学の進歩, 第23巻, 25-50.
- Moran, T. P. 1981 An applied psychology of the user. *Computing Surveys*, 13, 1-11.

- Norman, D. A. 1983 Design rules based on analysis of human errors. *Communications of the ACM*, 26, 254-258. (来住ら訳「誤りの分析に基づくシステムデザインの指針」サイコロジイ, 1983, 8月号, 62-69.)
- Orna, E 1985 The author: Help or stumbling block on the road to designing usable text? In T. M. Duffy and R. Waller (Eds.), *Designing Usable Text*. London: Academic Press. 19-41.
- Reder, L., Charney, D. H., and Morgan, K. I. 1986 The role of elaborations in learning a skill from an instructional text. *Memory & Cognition*, 14, 64-78.
- Ross, B. H. 1984 Reminders and their effects in learning a cognitive skill. *Cognitive Psychology*, 16, 371-416.
- 佐藤隆博 1980 授業設計と評価のデータ処理技法—ISM教材構造化法とS-P表の活用法 明治図書
- Schmalhofer, F. and Glavanov, D. 1986 Three components of understanding a programmer's manuals: Verbatim, propositional and situational representations. *Journal of Memory and Language*, 25, 279-294.
- Scheibe, K. E. and Erwin, M. 1979 The computer as alter. *Journal of Social Psychology*, 108, 103-109.
- 須永剛司ら 1985 インターフェイス・デザインのための思考と認識に関する研究 デザイン学研究, 52, 1-6.
- 吉田哲三・根岸寛明 1986 富士通のマニュアル改善活動—ドキュメンテーション・エンジニアリングの構築へ— bit, 第18巻, 第9号(8月号), 11-19.
- Wright, P. 1979 The quality control of document design. *Information Design Journal*, 1, 33-42.
- Wright, P. 1981 Five skills technical writers need. *IEEE Transactions on Professional Communication*, PC-24, 10-16.

-1986. 9.30 受稿-