

INFORMATION AND KNOWLEDGE NEWS

情報知識学会ニュースレター

1994 2.1

24

情報知識学会事務局 発行 千110 東京都台東区台東1-5-1 (凸版印刷株内) TEL03(3835)5692 FAX03(3835)0824 ISSN0915 1133

情報知識とはなにか

東京電機大学名誉教授 中村欽雄

情報知識とは何か。一般に2語A, Bが結合してABとなると、AとBの論理積(AとBの共通部分)を指すように思われる。たとえばテレビジョン受信機というとき、それはテレビジョンという概念(そのなかにはテレビジョンの原理から送信機、アンテナ、受像機、ブラウン管などなどが含まれる)と、受信機(テレビジョンの、ラジオのなど)という概念との共通部分である。しかし、論理積とすると $AB=BA$ であるが、受信機テレビジョンとはいわない。この場合にはAがBを限定していると考えればよい(情報知識のかわりに知識情報としてもあまり違和感がない)。

では情報および知識とは何か。情報(information)とは一般に「ある事柄についての知らせ」をいう(広辞苑)。サイバネティクスの創始者であるN.Wienerは、情報は「およそあらゆる組織が活動する指令手段のすべて」としている。この定義に従えば、人間社会の間でやりとりされる会話や文書、コンピュータのなかを流れる電気信号、フロッピーなどに収められた磁化のパターン、ディスプレイ(ブラウン管や液晶表示器など)に表示され、あるいはハードコピーされた文書や画像なども情報である。また、生物における細胞間で交換される化学物質、遺伝子構造なども情報を保持している。それは組織のなかで生成され、加工されて記憶され、あるいは組織から他の組織へと伝達され、受容される。

知識(knowledge)とは何か。仏教用語は別にして、一般には「事物についてのはっきりした認識」(三省堂・国語辞典)、さらに「原理的、統一的に組織づけられ、客観的妥当性を要求しうる判断の体系」(広辞苑)をいう。知識はひとの知的活動に関係し、事実に関する知識、問題の解き方に関する経験的な知識、知識の使い方に関する知識などがあるといわれている。それは人間個人および人間社会の間で収集され、整理され、記憶され、伝達され、記録され、伝承される。それは価値観を伴ない、たいへん人間臭い。(次頁へ)

目次

情報知識とはなにか	1	日本化学会欧文誌の SGML による	
日本のソフトウェア (2)	3	全文データベースシステム	9
学会カレンダー	6	次世代ヒューマンインタフェースと	
ウィットゲンシュタイン・アーカイブズ		ペンコンピュータ	11
(ベルゲン大学) 訪問記	7		

私には知識よりも情報のほうが身近に感じられる。C.E.Shannon はその論文「通信理論」において、情報を「一般にある決定をするために必要なもの」と考え、情報量を「ある事象の発生を知ったときに得られる情報の大きさを示す値」とした。たとえばAが明日の会合の有無についてBから「会合が開かれる（有）」という通知を受けたとすると、この通報が情報である。Aが会合の有無についてあらかじめ全く知らないときのBからの通告は、「有」または「無」の2つの可能性のうちの一方を確定するもので、このような二者択一の通告をを情報量の単位として1ビットとした。

アルファベットの1文字は8桁の2進数（たとえば「A」は01000001）で表わされ、漢字の1文字は16桁の2進数（たとえば「報」は0100101001110011）で表わされる。

8ビットを1バイトという。したがってアルファベットの1文字は1バイトの、漢字の1文字は2バイトの情報量をもつ。

1行あたり40文字、25行の画面の文字（漢字）数は1000で、16000ビットに相当する情報を表示する。

2HDのフロッピーディスクは約1メガバイト（メガは10の6乗）の情報を記録する。したがって漢字（仮名を含む）50万字、1頁あたり1000字とすると500頁の書物の内容がまるまる記録される。CD-ROMはこの約10倍の記録容量をもつ。

画像は一般に多数のドットで構成される。ドットが白か黒かの2つのうちの1つとすると1ビットの情報をもち、ブラウン管や液晶で横・縦640x400（=256000）のドットで構成される白黒画像は、256000ビット（32キロバイト）の情報をもつ。これは上記の文字画面にくらべて16倍の情報量である。

ドットが白から黒までの間に中間の灰色を含めて4段階があると（00, 01, 10, 11として2桁の2進数であらわされる）、1ドットにつき2ビットが必要になり、情報量は上の2倍になる。カラーのドットは原色の有無だけを表わすためには1原色につき1ビット、計3ビットが必要であり、各原色の強さを16段階（4ビット）で表現するためには1ドットあたり12ビット、1画面につき3072000ビット（384キロバイト）の情報量が必要になる。

このようにして情報は文字、記号に、あるいは画像をあらわすドットの集合に還元され、次いで電気信号に変換されて伝送や種々の処理を受ける。

最近IEC（国際電気標準会議）から発行された「電気通信用語集」では、「情報とは通信、記録、加工に適した形であらわされた通報ないし知識」と定義している。 　どうやら、情報の概念は電気通信やコンピュータに近接しており、知識は人間に近いように思われる。そして「情報知識」は、コンピュータによって加工された、あるいは加工が可能となった「知識」と言えるかもしれない。コンピュータは（周辺装置や補助機器類と組み合わせて）多量の情報を集積したり、情報の間で論理あるいは算術演算などの処理を行ったり、選択したり並べ替えたりして、情報に対して入力では及ばない強力かつ高速の加工を行ない、それを利用しやすい形にして出力することができる。

「情報知識」の目標は、われわれの知的・文化的活動に活用することにある。その前提としてコンピュータそのものの進歩も必要であろうが、蓄積すべき情報の種類や量と質の問題、収集の方法、利用形態を考慮に入れたソフトウェアの設計などが重要であろう。

日本のソフトウェア（2）

22号からつづき

慶応義塾大学環境情報学部 大岩 元

5. コンピューター技術の専門性

こうした事態を改善するため、大学関係者が集って、米国におけるコンピューター科学のカリキュラムを参考に、日本の情報系学科の教育を世界の標準に近づける作業が、文部省の依頼を受けて情報処理学会で行なわれた。その結果を全国の関係学科が参加する理工系情報学科協議会で発表したところ、大多数の学科からは冷やかな反応しか得られなかった。

何しろ、コンピューター科学を教えられる教官が育っていない。現在、国立大学で言えば、旧帝大の情報工学科がようやく、専門家の人数が世界の最低レベルに近づいた程度で、多くの大学で、捜しても該当者がいない状況にある。冷やかな反応も無理からぬところがある。

こうした事態を、産業界も理解していない。人が足りないと人事担当者が大学に求人に来るが、コンピューター技術の専門性を全く理解しないで、ただ人だけ欲しいといってくるのには、ほとほと困ってしまう。

もう一つ困ったことに、せっかく専門教育を受けて会社に入っても、入社後は、せっかく学んだコンピューターの専門性が生かされない場合がしばしば起こる。多くの職場で、専門家のいないことを前提に仕事をしているので、専門的な見識に基づく発言は理解されないし、されても実行が困難だからである。

最も問題なのは、そもそもコンピューター技術なしでは済まなくなった日本の産業界が、このままの体制で21世紀まで物作りを続けられるであろうかということである。

米国でもソフトウェアの生産性と品質は大きな問題となっている。カーネギー・メロン大学のハンフリー教授は、米国国防省がソフトウェアの発注先を決める根拠を与えるために、ソフトウェアプロセスの成熟度を定義する研究を行ってきた。教授は日本のソフトウェアプロセスの成熟度を調べるため、一昨年来日したが、その時見つけた事は日本には二つのソフトウェア産業があることであった。少数大企業のソフトウェア工場と、大多数の小規模ソフトウェアハウスである。前者は米国の最高の実状に匹敵するように思えるが、ほとんどのソフトウェアハウスは、彼らが見てきた中で最低品質のプロセスであったと述べている。

高水準のソフトウェア工場と言えども、決して楽観できる状態ではない。そうした工場の経営責任者は、見積りも、実際の作業日数も、担当者によって十倍の差があることを嘆いている。

十倍という能力差は、私自身も経験がある。私が以前勤めていた豊橋技術科学大学では、4年生の最後の1-2月を8週間、実務訓練と呼ばれる企業実習を行なう。

この時、コンピュータをマスターした学生の場合、企業が用意した仕事を1週間で終えてしまうことがしばしば起こった。新しい環境に慣れることを考えると、企業の見積りの十分の一が適正な作業時間ということになる。

6. 現場技術者の教育改善

こうした事態を改善するには、当面、速効性のある教育を現場の技術者に行って、少しでも世界の水準に近づく努力をする必要がある。こうした努力を行なわないと、日本は先進工業国としての地位が21世紀には危うくなろう。

ところが、ソフトウェア産業の経営者は、CASEツールと呼ばれる製造設備を導入して、その使い方を教えさえすれば、ソフトウェアの生産性は上がると考えているようである。しかし、CASE(Computer Assisted Software Engineering)はコンピュータ科学を修得した技術者を前提にした作業環境であり、素養のない技術者が使っても、ゴミの生産が効率化されるにすぎない。

必要なのは、日本の作業環境に適したCASEツールを開発することである。我々はKJ法を計算機上で実行できるエディタを開発した¹⁾が、その目的の一つはソフトウェアの生産性の向上である。このあたりの事情を説明する図解をこのエディタで作成したものを図1に示す。

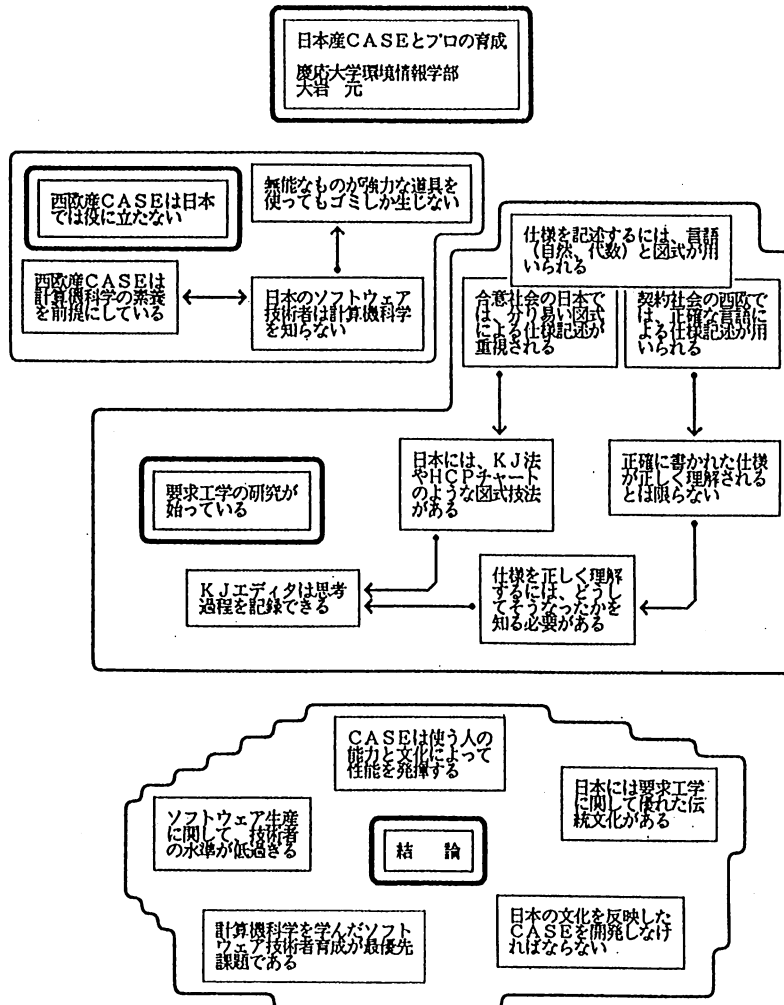


図 1

ソフトウェア産業界が直ちに行なわなければならないのは、他人にも読めるプログラムを書く教育である。現在、プログラミングは文法だけ教えて、どのように書けば良いプログラムになるかは教えていないので、技術者の仕事の結果であるプログラムは、ほとんどの場合他人が読めないものになっている。

この結果、マネジメントは作られているソフトウェアの質や進捗状況について全く知ることが出来ず、作業者にまかせっきりで、ガンバレといったほとんど無意味な管理しか出来ない状況が一般的である。また、作った当人がいなくなると、そのプログラムの改造が必要になった時にはもう1度最初から作り直さなければならなくなる。当人が居る場合も、作ってから3ヵ月もすれば何をしたか忘れてしまうので、改造には長時間費やさなければならない。

もうひとつ行なわなければならないのは、プログラムの再利用である。これも言うは易しいが、実行は大変にむずかしい。再利用出来るようにプログラムを作るには、普通に作った場合の何倍も時間がかかる。今までは仕事が忙しくて、こうした時間をとることが出来なかった。また、マネジメントはこの事の重要性を理解出来ないか、出来たとしても、どうしたらよいか分らなかったのである。

こうした点に配慮した産業界向けのプログラミング・カリキュラムを我々は豊橋技術科学大学で開発した2)。しかし、これを実行するには、もう一つの大きな問題がある。教える人が優秀でマネジメント能力が要求されることである。こうした人材はこれまで現場に投入しなければならず、現場ではあまり役に立たない人で、プログラミングの文法だけは教えられる人が、企業内教育を行ってきた。有能な技術者を教育にあてるには、経営者の決断が必要である。

そこで我々は、プログラマーからプロジェクト・マネージャーにこれから成ろうという人に、教育としてこの教師をすることを提案している。実際教えることほどよい教育はない。知識の伝達でない、ソフトウェア・マネジメントの教育方法論は、多分これしか無いであろう。これによって、教師の不足も解消できる。

7. 人とコンピューターの棲み分け

しかし、こうした教育が成功すると別の問題が生じる。人余りである。例えば、電機メーカーの人事担当者に聞くと、約千人入社する新入社員の内、4割から6割の人がプログラムを書く仕事につくという。この数字を関連会社にまで広げれば、割合は更に増える。

コンピューターの専門教育を行なって適性のある人が仕事をすれば、十分の一人の人数で済む。現在もバブルの崩壊で事務計算のプログラマーが失業しているが、これが全プログラマーに及ぶことになる。

さらに問題なのは、ソフトウェアさえ出来れば、単純頭脳労働はコンピューターが行なうようになることである。自動車が馬車を不用にしたと同じように、コンピューターが単純頭脳労働者を不用にしてしまうであろう。単純頭脳労働者が失業した時、彼らの雇用をどうするかは大きな社会問題となる。

現に欧米では、ホワイトカラーが失業し、雇用問題が最大の社会問題となっている。その根本原因はコンピュータの普及であって、単なる不況による一時的現象ではない。この事は情報

化の遅れた日本では、あまり顕在化していないが、すでに兆候は現われている。

幸いなことに、コンピューターは人の顔を見分けるといった、赤ん坊にもできることでも、うまく行なえない。人工知能の研究は、コンピューターの無能さを明らかにする研究であるとも言える。今後はコンピューターに出来ない、人でなければ駄目な事（例えば、人に対するサービス）に多くの人が従事していくことになるだろう。

残念ながら現在の日本の教育は、コンピューターに出来る程度の単純頭脳労働者のためのものであって、創造性の要求される物づくり（ソフトウェアを含む）やサービスには極めて不適当である。21世紀の日本のビジョンを慎重に検討する必要があるだろう。

参考文献

- 1) 小山雅庸、河合和久、大岩 元：カード操作ツールK J エディタの実現と評価、『コンピュータソフトウェア』Vol.9, No.5(1992), pp.38-53.
- 2) 竹田尚彦、大岩 元：プログラム開発体験に基づくソフトウェア技術者育成カリキュラム、『情報処理学会論文誌』Vol.33, No.7,(1992), pp.944-954.

(完)



学会カレンダー(Ver. 1.0, '94)

1994年3月7日～9日	IISF国際シンポジウム「コンピュータと人間の共生」 国際連合大学 Contact: (財)情報科学国際交流財団内 IISF国際シンポジウム委員会 事務局 〒107 東京都港区南青山5-10-5 九曜ビル903 Tel: 03(5466)1761 Fax: 03(5466)1762 E-mail: iisf@is.s.u-tokyo.ac.jp
1994年3月14日～18日	CALICO '94 Annual Symposium. Flagstaff, Arizona, U.S.A. "Human Factors: Screen Design, Ergonomics, Aesthetics, Human-Computer Interface." Contact: CALICO, 014 Language Center, Duke University, Box 90267, Durham, NC 27708-0267. Phone: 919/681-6455, Fax: 919/681-6485. E-mail: calico@dukemvs.bitnet or calico@dukemvs.ac.duke.edu
1994年3月23日～25日	2nd Southern African Conference on Multimedia and - Hypermedia. University of Pretoria, South Africa. Contact: The Conference Secretariat, Hypermedia '94, c/o Dept. of Information Science, University of Pretoria, P.O. Box 32342, 0010 Glenstantia, South Africa. Phone: +27 (0)12 998-9002, Fax: +27 (0)12 43-2185. E-mail: bothma@libarts.up.ac.za
1994年3月24日～27日	CAA94, Glasgow University, Scotland. Contact: Jeremy Huggett, Department of Archaeology, Glasgow University, Glasgow, Scotland.
1994年3月27日～30日	The Eleventh International Conference on Technology and Education Contact: John Foster, Conference Co-Chair, Freeland House, Cropthorne, Pershore, Worcester WR10 3JU, UK Tel/Fax: 386-860-206

ウィトゲンシュタイン・アーカイブズ（ベルゲン大学）訪問記

大阪大学人間科学部 奥 雅博

ニュースレターの21号で長瀬真理さんが紹介しているベルゲン大学ウィトゲンシュタイン・アーカイブズ（以下WABと略記）を昨年11月に3週間ほど訪問してきた。ウィトゲンシュタインの遺稿研究については別のところ、「遺稿研究の現状」、飯田隆編『ウィトゲンシュタイン読本』、法政大学出版局、近刊）に寄稿してあるし、またTEIのオルターナティブであるMECS（Multi-Element Code System）の詳細についても別の機会に譲ることとして、ここでは印象を記すことにしたい。

この訪問は、実は瓢箪からコマのようなものであった。私と大阪大学大学院の柏端達也、能川元一の三名で遺稿TS213から『哲学的文法』に至る過程を追究する一助としてテキストの機械入力、さらにはウィトゲンシュタインのデータベース作成の問題点の洗い出しのための小さな研究を文部省科学研究費補助金を得て行っているところであるが、この中間報告を見た土屋俊さんからWABと連絡をとることを勧められ、話は急展開して、ベルゲン大学に招かれたのである。

WABはウィトゲンシュタインの遺稿のデータベース化を行っているプロジェクトであるが、この試みがウィトゲンシュタイン研究者以外に対して持つ意味は次の2点にある、と考える。第一に、既刊の書物のデータベース化ではなく複雑な原稿を直接データベース化する試みであること、第二に、それに関連してテキスト入力・分析のためのソフトウェアが開発されること。

即ち、公刊された書物からOCRで読み込む、あるいは古典の欄外に収められている異本からハイパーテキストを作る、といった作業ではなく、加除訂正、代案提示を数多く含むウィトゲンシュタインの未完の手書き原稿

・タイプ原稿をそのまま機械可読な形に転記を行っているのである。「本を作るのは自らの課題ではない」と度々強調されるが、事実その通りで、むしろ、将来編集・校訂をへて本が作られるときにオリジナルの原稿にさかのぼる必要がなくなる程度まで、情報を機械可読にすることが彼らの理想である。即ち、タグ付けや転記者のプロトコルを辿ればオリジナルが見えてくるレベルが目指されている、といえる。

転記をサポートするコードシステム、ソフトウェアの重要性についてここでは述べるまでもないが、次のような条件を満たさねばならない。入力の手式が一義的でありながら転記者にとって書きやすいものであること、今のところ不要でも将来利用可能な情報が書き込んでおけること、出力されたテキスト（現在、加除訂正を含むディプロマット・バージョンと「最終稿」のみを示すノーマル・バージョンの二種類が考慮されている）が人間の眼で読みやすいこと、他方ディスクの容量や検索速度のバランスを考えれば無駄な繰り返しのないこと、等である。

WABは1987年に中断に追い込まれたノルウェー・ウィトゲンシュタイン・プロジェクトの成果を継承して1990年7月に発足した。当初1993年末までの時限であったが、外部の国際的な評価委員会の審査を経て、1997年末までの延長が承認された。所長でシステム・マネージャーのClaus Huitfeldtは以前からのメンバーである。

1990年に引き継いだ転記されたテキストは約3200ページ（但し、レベルはさまざまである）あり、当時のシステムの改良、発展が今のMECS-WITである。1993年11月現在、転記と一通りの校正を終了して訪問研究者に利用可能となっているものは手書き原稿で約4500ページであ

る。期限までに約2万ページの分量の遺稿を転記する課題を考えれば、これからはWABにとって時間、人員、経費との闘いになることは明かである。審査委員会は、一日の転記が7.5ページ、ブルーフリーディングが28ページ、という見積もりが楽観的だ、と指摘しているし、Clausも「国際的に補助金を探さねばならない」と言っていた。

私が訪問した時は、一時的とはいえ陣容がそれまでの3名から6名となっていた。即ち、所長のノルウェー人のClausの他は皆外国人で、幼児のフランス語を含めると6カ国語を話せるという秘書の他に、南チロル出身でドイツ語とイタリア語のバイリンガル、ドイツのビーレフェルトの出身の男性、滞独9年のイギリス人、インスブルックの研究所から短期で派遣されている女性の4名が転記と校正読みを行っていた。「入力をボランティアに依存すると経費は節約できるが質が安定せず信頼性が劣る、さらに転記者はネイティブ・スピーカーかそれに準じる者であること」というのはWABの見識である。

毎週一回「コード・ミーティング」という会合がある。システム・マネージャーでもあるClausが新しい文字コードを伝達する会合でもある。私のいたときに「アレフ」「アレフ・ゼロ」等が追加された。これに伴い従前のテキストの修正が施される。また、秘書が新たに新語管理者（今頃になってはじめて転記される新語は固有名詞の誤記が多い）に任命された。ところで会合の主な話題はこのような事務連絡ではなく、ウィトゲンシュタインのテキストの「セクション（空白行）」と「インデント」の意味を巡ってであった。

WABの発足にあたり遺稿管理人との合意が必要であったが、その内容は単純かつ厳格である。WABは遺稿を機械処理可能な形に転記してよい、WABはその成果を第三者に配布しない、ベルゲン大学関係者及びWABの訪問研究者はWAB内でその成果を利用できる、遺稿管理人はWABの成果のプリントアウトを受け取るがこれを更に配布しない、成果の公表や商業化が将来問題となるときは、両者の協議の上で行う、という主旨である。なお、オックスフォード出版局から将来CD-ROMを市販する計画が進行中である。

訪問研究者はWABの成果の利用者とされているが、今回の私はその枠を大きく越えていた。われわれの読み込んだ三本のファイルを持参したが、そのうちの一本はWABで校正済みであった。二つのテキストを照合したらわれわれの側に多くの誤りがあったが、それでも若干の誤りを指摘できた。われわれが転記を済ませているMS140についてはタグ付けをしてもらった後、私がハードコピーに朱をいれ、一日ほどエディターを動かして訂正を施した。28ページのノルマなど達成不可能であった。（この部分の公表についてはWABに寄託することとした。）最後に、WABの現状について将来の利用者の観点から批評する報告を行ったのである。

WABのプロジェクトを目の当たりにすると、日本でヨーロッパ語のテキストをせっせと入力するのは非効率な努力である、と思う。他方、テキストの完璧を期するには幾度ものチェックが必要である。この場面では、われわれは準備期のモニターの役割を十分果たせると考えている。



日本化学会欧文誌のSGMLによる全文データベースシステム

凸版印刷株式会社 高柳 由美子

1. はじめに

日本化学会の発行するBull. Chem. Soc. Jpn.誌(以下BCSJ誌)では、1993年1月号から、SGML(Standard Generalized Mark-up Language)による全文データベースに基づく電子出版方式を採用している。

1993年6.1号の情報知識学会ニューズレターで、図書館情報大学の石塚教授より日本化学会第65春季年会のシンポジウムの紹介があった。その中でBCSJ誌の電子出版化の目的、位置付け、検討方針及び内容について、化学論文のSGML化についての考察、化学論文誌の全文データベースについてが紹介された。

本稿ではBCSJ誌のSGMLによる論文誌作成システムの概要とその過程で生成されるデータベースの活用例を紹介する。

2. BCSJ誌作成システムの概要

著者により投稿され審査を経て採用となった論文は、まず全文データベース化され、そのデータベースをコンピュータ自動処理することによってBCSJ誌が作成される。

次に処理工程を簡単に説明する。

2. 1 入力

著者によって紙で投稿された論文を、電子化する。原稿はテキスト、表、数式、図等に分類できる。テキストは文書の構造を示す簡易マークと共に入力し、文書ファイルを生成する。文章中に現れる簡単な数式を除く複雑な数式や表は、外部ファイルとして扱い、直接 LaTeX でコーディングする。図版等は原稿をスキャナで読み込みイメージファイルとして入力する。

2. 2 タグ付け

SGMLファイル生成時のタグの入力負荷の軽減のため、簡易的に入力されたマーク、キーワード、改行等を手掛かりにタグ付けを

行う。

2. 3 フルタグ化

タグ付けされた文書ファイルがDTDに従っているかどうかのチェックをSGMLパーサで行うと共に、文書ファイルのフルタグ化を行う。SGMLパーサには、Yard Software Systems社の "Mark-IT" を使用した。

2. 4 LaTeX 変換

SGMLファイルから LaTeX のファイルを生成し、組版を行う。

組版結果はゲラとして出力され、校正される。修正は LaTeX のファイルではなく、タグ付けされたファイルに対して行うため、組版結果だけでなくSGMLによる全文データベースにも修正が加えられる。

フルタグ化、LaTeX 変換及び組版処理はUNIXのワークステーション上に構築した処理環境により完全自動で行う。

SGMLを利用することによって印刷物を従来方式より低コストで作成し、しかも画像を含む全文データベースを作成することができた。

著者に直接影響を与える投稿規則の改訂は最小限に抑えるよう設計し、原稿形式は従来とほとんど変わらない。データベースの品質を高めるため、必ず図版の参照を行なうこと等をお願いしている。

また、LaTeX により組版を行うため、体裁指示に制約があることも否めない。今後の検討項目である。

編集作業量は、データベース化に伴い増加したものもあるが、電子化により減少した作業量も考慮すれば、ほとんど変化はない。

SGMLによるシステムは一度データが出来てしまえば、組版や CD-ROM 作成が自動的に行なえる代わりに、すべてに人的負荷が入

力に集中する。また、データの汎用性を期待し、印刷に直接使用しないデータの入力を行なうことも、入力の負荷を増加させている。今回はSGMLエディタを利用していないが、その使用の含めて更に効率の良い入力方式の検討をする必要がある。

一方、電子投稿に関するプロジェクトが日本化学会で発足しており、既に検討が始まっている。これが実現すれば、著作から出版までの全ての工程が電子化されることになり、飛躍的に論文誌の出版期間が短縮できることになるであろう。

3. 検索システム

SGMLによる全文データベースは、印刷だけでなくオンラインサービスやCD-ROM等への二次利用や、国内外の学会間のデータ交換に容易に展開できる。活用例として、UNIXをベースにした論文の検索可能なビューアシステム、MS-WINDOWS上で動作する検索システムを開発した。

3. 1 UNIXで動作するビューア

SGMLによる全文データベースを検索・表示させ、ハイパーテキスト機能を持つシステムである。このシステムでは、SGMLデータのように構造を持つデータやマルチメディアのデータを扱うために、オブジェクト指向のアプローチを採用したオブジェクト検索エンジンを採用している。BCSJ誌用のビューアは、キーワード検索、フリータム検索で目的の論文を選択し、オブジェクト検索を用いたハイパーテキストで論文を読めるようにした。ハードウェアはSUNのSPARK Station2を使用し、GUIは業界標準のMotifを採用している。

データは前述のSGMLデータを変換することにより、人手を介さずに自動的に作成した。データ自体はSGMLデータの持つ構造情報及び属性情報を全て含むので、柔軟な検索システムに対応することができる。

3. 2 Multimedia Viewer

SGMLデータからMS-WORD等のワープロソフトで標準的に使用されているRTF (Rich Text Format) に変換することにより、Microsoft Multimedia Viewer に取り込むことができる。Microsoft Multimedia Viewerは、MS-Windowsで動作するハイパーテキストビューアである。

このシステムは、Multimedia Viewerの全文検索、表示、図版および参考文献へのジャンプ機能等を利用した。RTFデータの作成も組版時に変換する LaTeXやUNIX版ビューアのファイルの作成と同様の工程により自動的に変換できる。

4. おわりに

SGMLを用いた論文誌作成システムを構築し、CD-ROM等の電子出版が、全自動で作成できることを確認した。BCSJ 誌は欧文誌であるが、日本語での論文誌制作およびビューアシステムにも適応可能である。

CD-ROM、オンラインデータベース等の電子出版への応用展開が今後期待されるところである。

電子出版に当っては、そのフォーマットを何にするかが実用上の問題となる。パーソナルコンピュータやワークステーションは急速に一般利用が進んでいるが、機種間の互換性に大きな問題がある。これらの問題を越えて活用できる SGML による、電子出版が広く利用できるようになることを望みたい。

BCSJ SGML全文データベースより、学術情報センターや、Chemical Abstracts Serviceへの提供も検討されている。学術論文のデータベース化は、情報の迅速な流通の促進に欠かせない要件の1つであろう。データベースは保持するデータ量が多いほど、その価値は高くなる。すでに検討を始めている学協会もあるようであるが、各学協会のデータベース化の促進が待たれるところである。

次世代ヒューマンインタフェースとペンコンピュータ

東京電機大学教授 守屋慎次

1. はじめに

目を閉じればすなわちみえ，目を開ければすなわち失うという．目を閉じて澄んだ心でみるようなユーザインタフェース（またはヒューマンインタフェース），言い換えれば，目的とする仕事だけに没頭できるような透明に近いユーザインタフェースは，理想の姿のひとつと言える．そのようなユーザインタフェースを目指す上での要となる概念のひとつに「融合」がある．融合とは，分離していたものが融け合ってひとつになっていくことをいう．

本稿には三つの目的がある．第一は，ユーザインタフェースにおける七種類の融合例を示し，融合設計がユーザインタフェースを簡素化するのに役立つことを示すこと．ここで七種類とは，入力場と出力場の融合，人の場と機械の場との融合，実物と仮想物との融合，指示と操作の融合，チャンネルにおける融合，手段と目的との融合，人とコンピュータとの融合，である．

二番目の目的は，人とコンピュータとの対話の，主な方式や概念を明確にすることである．主要な対話方式は四つあり，これまでに一括処理，コマンド言語，間接指示・直接指示，と発展してきて，最先端は直接指示・直接操作による方式であるとしている．

本稿の三番目の目的は，ペンコンピュータの特徴を明らかにすることである．そのために，上記の融合と対話方式を説明する際の具体例として，ペンコンピュータを取りあげていく．

2. 入力場と出力場の融合⁽²⁾

コンピュータは依然として使いにくい機械のままである．原点に戻って使いにくさの本質を考えてみると次の点が思いあたる．すなわち入力する場所と出力する場所が分離している．これらを一致（融合）させたい．

入力と出力の場所を融合させているシステムの例として，ペンコンピュータ，タッチスクリーン，人工現実感，音声認識・合成システムがある．ここではペン入力を例として考えていく．

通常のペンコンピュータは，タブレット入力面（透明）と液晶出力面とが重ね合わされて一体となった装置（入出力一体型のタブレット）を用いて，ハードウェアにおける入力と出力の場所を融合している．また，ソフトウェアによって入力と出力の場所を融合させているため，書いたものが書いた時に書いた通り書いた場所で見れるシステムになっている．

ペン入力において入・出力と編集に用いる道具は，終始，スタイラスとよばれるペン1本である．この1本のペンを，たとえばメニュー選択用に，筆記用に，消しゴム用に，見えゴム（消えた部分の復元）用に，そして指示棒用に使いわけ．利用者はスタイラスペンを手にしてペン先で対象を指示し（すなわちペンで直接指示し），対象（筆跡など）の上でペンを押下して動かすことによって対象を操作する（すなわちペンで直接操作する）．このように，直接指示・操作の方式をとっている．

上の手順を，通常の対話型システムでは次のように行っている．利用者はマウスを手にしてカーソルによって対象を指示し（すなわちマウスで間接指示し），マウスのボタンを押して対象（文字列など）を操作する（すなわちボタンで直接操作する）．このように，間接指示・直接操作の方式をとっている．

ここで直接指示という用語は、入出力装置を分類して説明する際にライトペンやタッチスクリーンに共通するキーワードとして使われている。直接操作という言葉はShneidermanによる命名^②であり、すでに広く知られている。直接指示・操作という言葉は筆者による命名^②であり、二つの既知の言葉を組合せただけのものである。しかしこの言葉を前述の入・出力場が融合したシステムに適用するとき、この言葉が一つの新しい対話方式を代表するキーワードであることを確信させるにふさわしい、またユーザインタフェースを簡素化する、数々の有用な性質が浮かび上がってくる。その詳細は文献2をみられたい。

3. 人の場と機械の場との融合^②

本章では2種類の場の融合例を示し、場の融合と直接指示との関係を論ずる。

・場

融合例を示す前に、2. で未定義のまま用いてきた場という言葉进行を定義する。対話における場は、人が住む「実世界」とコンピュータ内の「仮想世界」との境界上にあり、一方の世界から他方の世界に向けて情報が変換される場所である。対話における場には入力と出力の場がある。入力場の例としてキーボード面がある。手や指の動きが符号の列に変換される。出力場の例としてディスプレイ画面がある。符号の列が光に変換される。

・人の場を機械の場へ融合する

はじめに、人の場を機械の場へ融合している場合について考える。この例として、人工現実感がある。たとえば頭部搭載型のディスプレイを2眼で立体視している人の場合、人の視界（という場）と機械が生成する立体的な場とは「等しい」といえる。この場合、人の視界と機械が生成する場とは「融合」しているといえる。これは、人が機械へ大きく歩み寄っている例である。

・人の場へ機械の場を融合する

次に、人の場へ機械の場を融合している場合について考える。ペンコンピュータとタッチスクリーンがこの例である。ペン入力の利用者がスタイラスペンを用いて筆記する場合は、紙の上でペンを用いて筆記する場と「ほぼ等しい」といえる。また、ペンコンピュータの利用者がその文書画面上にみる筆跡は、紙の上に見る筆跡と「ほぼ等しい」といえる。この意味で、ペンコンピュータでは入力場と出力場の両方とも、人の場へ機械の場が融合する方式となっている。タッチスクリーンも同様である。

これらの例からわかるように直接指示が可能となるためには、人の運動器（指や手や目や口）とはほぼ「一体」となって働く入力装置（たとえばタッチパネル、スタイラスペン、視線検出器、データグローブ）によって直接、仮想世界の対象を指し示すことができ、それを仮想世界が検知するようにしておかねばならない。これは、入力する位置（入力場）と出力する位置（出力場）がほぼ一致していることを必要としている。言いかえると、入力場と出力場の、部分もしくは全体がほぼ融合している必要がある。

間接指示の場合、例えばマウスが動く場所（入力場）と画面（出力場）とは異なっている。

このように直接指示は間接指示とは性格を異にする対話方式といえる。

入・出力場が融合したシステムの例として、先に述べたように、ペンコンピュータ、人工現実感、およびタッチスクリーン、音声認識・合成システムがある。すなわち、これらの4システムは直接指示・操作という対話方式の下に同類である。

4. 直接指示とその効果^④

本節では、直接指示方式によってもたらされる効果を、利用者の視点から論ずる。主としてペン入力を例にとって説明する。

・直接指示 — 実物と仮想物の融合

通常の対話型システムにおいてマウスの動きと連動するカーソルは、矢印やブラシやペンなどの絵（アイコン）になっている。アイコンを「仮想物」と表現すれば、通常の対話型システムではマウスという実物によって仮想物を移動している、といえる。

直接指示方式によると、通常の対話型システムにおけるカーソルが、ペンの先に対応している。すなわち、仮想物（カーソル）が実物（ペン先）化されている。タッチパネルを指す指先についても同様に考えることができる。

仮想物の実物化は、カーソルやブラシなどの、主として操作に用いられるアイコンに限らない。操作される側の文書ファイルについても同様である。例えばペンコンピュータの表示面は文書ファイルを実物化したものと考えることができる。通常の紙（すなわち実物）の上で筆記する場合、紙は入力と出力が一体化した装置と考えることができるが、ペンコンピュータでは文書画面が紙の代わりになっている。

このように直接指示方式は、アイコンや文書ファイルという仮想物を実物化するという、新しい流れの源となっている。この流れは、仮想世界の物が実世界の物にもなるという現象、すなわち実物と仮想物の融合現象とみることができる。非常に興味深い流れと考える。

・直接指示 — 情報を隠蔽する効果

対話型システムを使い易くする方策の一つは、コンピュータ内部に関する知識なしで使えるようにすること、すなわち内部情報を隠蔽することである。例えば、半角と全角の空白文字、および改行記号は、プログラム作成時に初心者がとまどいを覚える内部情報の例である。

空白文字や改行記号が使用されている理由は、カーソル位置へ符号を1つずつ順に埋め込むことにより2次元の文書空間を満たしてゆく入力方式による。これは入力における順次方式といつてよい。

ペンコンピュータの入力方式はランダムといつてよい。ペンで2次元の文書空間の任意の位置にアクセスでき、そこに筆跡を残すことができる。この方式によれば紙上で筆記するのと同様に、空白文字や改行記号（そして筆記の場合はカーソル）は、すなわち順次入力に必要な情報は、不要となる。

・直接指示 — 指示と操作の融合^⑤

たとえば画面エディタにおいて、キー入力した文字をバックスペースキーで削除する場合や、文章中のカーソル位置へ文字列を挿入する場合を考えてみよう。利用者は、ウィンドウ上に視

覚化された文字列に対して削除や挿入などを（キーボードやマウス経由で）直接的に操作できる。このときカーソルの位置は、机上のキーボードやマウスをもちいて間接的に指示することになる。すなわちこれは、間接指示・直接操作の場合である。

この方式における循環情報の環を調べてみよう。利用者からみると「大脳中枢→手→キーボード（マウス）→画面上の情報→目→大脳中枢」という環に感ずるであろう。画面エディタからみると「画面上の情報→画面エディタによるデータ構造の操作→画面上の情報」という環になる。

利用者側とコンピュータ側の二つの環が、かみ合う二つの歯車のように同期して回転する。歯車がかみ合う所は「画面上の情報」であり、このような情報提示の場を相互参照場と呼ぶことにする。相互参照場は、利用者が入力した指令やデータをコンピュータが参照し、コンピュータが出力したものを人が見たり聞いたりして参照する場、という意味である。inter-referential I/O という呼び名を用いて相互参照のことを説明したのは、Draper⁽⁶⁾である。

相互参照場は、利用者とコンピュータの双方による、操作の場が融合したものと考えられることができる。しかし、利用者による指示の場は机上にあり、コンピュータによる指示（すなわちカーソル）の場は画面上にあって、指示の場は非融合の状態にある。

直接指示・直接操作の場合は指示の場と操作の場が同一、すなわち融合している。このことは、身振り手振りや運筆などのジェスチャを適切に設計することにより、指示と操作が一体となった（融合した）ジェスチャを実現可能なことを意味している。

6. チャンネルの融合、および、四つの対話方式の位置づけ⁽⁴⁾

人間とコンピュータの対話の歴史を型どる代表的方式は、一括処理（バッチ処理）、コマンド言語、間接指示・直接操作、直接指示・直接操作の四つである。これらと入出力装置（チャンネル）の統合（すなわち融合）との関係を調べることににより、四方式の位置づけをしてみよう（表1）。

・一括処理方式

利用者は、まず紙カード上に、オフラインの紙カード穿孔機を用いてプログラムとジョブ制御言語を穿孔した。次に、その紙カードの束を紙カード読み取り機を用いてコンピュータに読ませた。結果はラインプリンタに出力された。人間が入力する場合は紙カードの上、コンピュータが出力する場合はプリンタ用紙上であり、対話の相互参照場は存在しなかった（厳密に言えばコンソールが相互参照場）。表1参照。

・コマンド言語による対話方式

人間と機械はディスプレイという物理的装置を共有した。しかし、人間からの入力情報と機械からの出力情報とが、画面上で統合されて表示されてはいなかった。（例、MS-DOS、ラインエディタ）

・間接指示・直接操作方式

人間と機械は、物理的にも論理的にも、操作にかんしては相互参照場をもった。しかし、指示具は間接的に操作された。すなわち、入力と出力の物理的な位置が異なっていた。

・直接指示・直接操作方式

入力と出力の、物理的および論理的な場が融合し、そこが相互参照場となった。

表1 対話の方式と入出力装置（チャンネル）の融合

装置分類 対話方式		人による 指令入力装置	人間から機械へ		機械から人間へ	
			指令表示 装置	指令操作 装置	指令表示 装置	指令操作 装置
一括処理方式		カード穿孔機 紙テープ 穿孔機	カード 紙テープ	カード読取機 紙テープ 読取機	コンソール ラインプリンタ タイプライタ	メモリ
コマンド言語による 対話方式		キーボード	ディスプレイ			
			画面表示の最下行		画面上の、入力された コマンドの下	
間接指示・直接操作 する対話方式		キーボード 又はマウス	・ ディスプレイ ・ 画面上のオブジェクト(ウィンドウメニューなど)			
直接指示・ 直接操作する 対話方式	実 空間	例	・ 入出力一体型の装置とペン ・ 画面上のオブジェクト			
	仮想 空間	例	・ 頭部搭載型ディスプレイとデータグローブ ・ 立体視空間オブジェクト			

7. 次世代ヒューマンインタフェース、感覚との整合

「直接指示」は次世代ヒューマンインタフェースのキーワードである。直接指示が可能となるためには入力場と出力場の、部分もしくは全体が融合している（一体となっている）ことが必要十分である。

これまでの話題は、いわば平面的な場に対する直接操作であった。しかし、相互参照場が3次元の立体空間（実世界中の、または仮想世界中の）であってよい。

立体的な対話の場は、それが相互参照場となっているとき臨場感が高まる。すなわち利用者は立体的な世界に対して直接操作が可能であり、操作結果をコンピュータは立体的な画面や音の遷移、場合によっては触覚や嗅覚や平衡感覚に対する刺激として応答する。

立体的な相互参照場は、それが直接指示できるとき臨場感が飛躍する。人は直接、機械が生成する場で対象を指示し操作できる。

立体的な相互参照場は、それが直接指示および直接操作が可能で、しかも人の感覚と整合しているとき、臨場感は最大に近づくであろう。人の感覚と整合させることができれば、場が仮想世界にあるときは人類がこれまで行なったことのない体験を仮想世界において積むことができ、場が実世界にあるときは人類がこれまで行なってきた仕事の場をほぼそっくりそのままコンピュータが受け入れてくれる環境がしてくれることになる。

直接指示・直接操作方式を実用化してゆく鍵は、従って、相互参照場を人の感覚に整合させることができるか否かにかかっている。

8. おわりに - 手段と目的との融合, 人とコンピュータとの融合

かつて, ユーザインタフェースは, 人と機械 (電子情報機器) の機能部分との間にあって, 人と仕事と機械の相互間の不整合を最小化し, 生産性と満足度と心地よさを最大化することを目的としている⁽¹⁾, と定義されていた. これによればユーザインタフェースは利用者にとっての目的ではなく手段であった. しかしユーザインタフェースは, 次に示すように, 今や目的そのものに成りつつある.

一般の利用者が目にする将来のコンピュータの姿はユーザインタフェースそのものとなりつつある. それ暗示する二つの数値を示そう. 一つは, 応用プログラムの総量のうちでユーザインタフェース部分が占める割合であり, 筆者の調査⁽¹⁾によるとすでに8割に達している. もう一つはプロセッサの処理時間のうちでユーザインタフェース部分が占める割合であり, テキサス・インスツルメンツ社のハイルマイヤ副社長によると, 将来マシンサイクルの90%がユーザインタフェースに費やされるようになるという⁽⁸⁾. このように, かつての手段が目的そのものになりつつある.

ユーザインタフェースは人の一部となって人と融け合うことが理想である. そのとき, 人とユーザインタフェース (すなわちコンピュータ) とは融合しているといえよう.

文 献

- (1) 守屋: “ユーザインタフェースの研究・開発動向…そのニーズとシーズ…”, 日経コンピュータ別冊「マルチメディア時代のユーザインタフェース」, pp.21-36, 1989.
- (2) 守屋, 他: “ストロークエディタと直接指示・操作方式”, 情報処理学会論文誌, Vol.32, No.8, pp.1022-1029, 1991.
- (3) B. Shneiderman: Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages, IEEE Computer, pp.57-68, 1983
- (4) 守屋: 人とコンピュータとの対話の大局的な機構、情報処理学会グラフィクスとCAD研究会, 1990
- (5) 守屋, 中谷: “コンピュータの対話機構と直接操作インタフェース”, システム制御情報学会誌, Vol.33, No.11, pp.568-575, 1989.
- (6) Draper, S. D.: Display Managers as the Basis for User-Machine Communication, User Centered System Design (Ed. Norman, D. A. and Draper, S. W.), Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1986, pp.339-360.
- (7) 守屋: ユーザインタフェースを簡素にする融合の概念, 電気学会雑誌, Vol.111, No.10, pp.805-808, 1991.
- (8) ジェフ・モリス: コンピュータがコンピュータでなくなる日、日経コンピュータ, pp.173-176, 1990年8月27日号.

―― 編集後記 ―――

はじめて編集のほんの一部を手伝わせていただきました。馴れないこととて万事思うようにはまいりませんが、今後よろしくご協力のほどをお願いいたします。

情報知識とは、敷衍すればコンピュータという血の通わない機械を手段として、人の知識を深くし、整理し、それによって新しい知見を得、またより豊かに生きるための情報・知識だと思います。本号の守谷教授の論文は、人と機械の間の情報の出し入れを円滑にし、人にやさしい機械の実現への一歩を踏み出すものとして、皆様の参考になるものと思います。

(中村)(中