

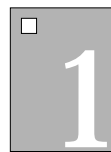
コンピュータを使った論文作成

Computer Aided Paper Writing and its Significance



岸本 健
Ken KISHIMOTO

1949年1月生まれ
1978年早稲田大学理工学研究科博士課程中退，現在国士館大学工学部教授
研究・専門テーマは熱エネルギー工学，燃焼工学など
正員，国士館大学 工学研究科
(〒154-8515 東京都世田谷区世田谷4-28-1/
E-mail : kkishim@kokushikan.ac.jp)



はじめに

有史以来，科学や工学のみならず，哲学，宗教，文芸，政治経済などのあらゆる分野の文化創成という営みは文書を作成し，広く流布するという活動を基礎として伝承・発展してきた。

一般に，文書というと文字を主体とした紙などに記述されたものを示すが，ここでいう文書は広い意味で定義して，保存可能な情報を記録したものと考える。文化の伝承と発展はこの意味での文書によって行われてきた。文字のなかった時代は語り部による口伝や，徒弟制度による直接伝承から，文字と紙の発明により文字と紙による伝達へと形態を変えて文化の流布と共有が行われてきている。

この直接伝達は，人間そのものを記録媒体とした伝達だが，その伝達される情報は記録可能な情報とはいえず，長期の保存が可能とはいえない。

しかし，技術によって情報が持つ意味の幾分か，つまり文字によって記述できる部分が記録可能になり保存できるようになると，人間にはあたかも生前から備わっていた本能のごとくそれらを記録にとどめようと意欲を持って活動してきている。食欲などの動物的三大本能に加えて，人間特有の知的情報伝承欲があるといっても，あながち無理はないように思う。

文字による伝承に加えて，技術の発展に伴って，音楽・音声，映像という情報が可記録性情報となり，磁気媒体などのメディアによって保存・伝達可能になってきた。そして，情報の流布も印刷という技術に留まらず，光や電磁媒体を用いて行われるようになった。これは，映画や音楽という文化もその作成段階から形態が変化してきた。

さらに，この伝承の技術発展は飽和したものではなく，インターネットを主体とする現在の形態から，将来には携帯電話の普及から発想できるように別の形式の記録や伝達形態を生む可能性もある。

論文出版もこの文化伝承の中の一つの形態であり，保存

継承と進展のために、新しい技術に支えられた変革をすべきである。

文書の電子情報は、まだ文字印刷を完全に凌駕するほどになっていない。しかし、技術の目覚ましい発展を考えると、近い将来に大部分の出版形態が印刷出版から電子出版に変わると予測でき、論文出版も電子メディアになることは自然の流れと思う。

2

電子化文書の特徴

この記事はシリーズとして、日本機械学会誌に論文を電子化する技術を解説するものだが、各種電子化の技術に先だって、電子化した場合の特徴と、電子化に伴う現在の問題点を総論的に述べることにする。

電子化された文書では、従来の印刷文書に対して情報の容易で高速な複製と、この複製の特性を活かした速報性をもつという科学技術論文に必要とされる特徴をもつ。

日本機械学会では、電子化技術の発展とインターネットとそれに接続されたコンピュータの普及というインフラの整備から考えて、会員から投稿された論文という学会の財産を知的情報として有効に共有活用することが重要な使命と考える。さらに、論文を採択する手順は、論文校閲という手続きを経るが、近い将来には、この校閲も電子化した媒体上で進行することになる。査読の質はそのまま論文の質を左右する大きな要因となる。電子化して頻度をあげうる校閲によって、評価の高い論文を送り出すことと、投稿論文の増加を促すことができ、重要な意義である速報と高価値情報の両方を満たすこととなる。

次に重要なことは知的資産である論文の活用である。活用の方法の一つとして、速報性を重視するため索引の付けにくい論文集にあっても電子化して収録された論文の検索は、その再利用性は飛躍的に向上する。検索と再利用性は、情報利用ばかりが論文において過去の研究の経緯を即座に論文作成に反映できるし、科学技術の発展の上で大きな貢献となる。

しかし、電子化したために受ける多大な恩恵は、再利用可能な電子コンテンツである論文の十分な蓄積とその公開方法の利便性がある、はじめて有効になる。電子化を始めた当初の蓄積作業が主である期間においては公開性や高速な情報検索という見返りが少なく、論文著者や校閲者の貢献を敗て必要とする。そのため、電子化作業において会員のご理解とご協力が必須となる。日本機械学会に蓄積された論文は将来の多言語電子翻訳の発展を待つことになるが、速報性をもつ国境を越えた知的財産として確立されることになる。

電子化された論文の投稿は、インターネットを通じて行うことができ、論文内容の新規性に関わる知的財産の保護においても、文書認証システムを基礎として、現在の郵便の遅滞を法的に争うなどというケースはなくなる。

3

電子化投稿

日本機械学会では、学術論文集電子投稿システム検討委員会〔委員長：三宅 裕（阪大工）〕を設置し、日本機械学会が論文の電子投稿を行う意義について検討してきた。

この委員会では投稿電子化の目的意義として現在大幅な赤字状態にある論文集出版事業の事務経費削減と、研究成果発信の強化の二つをあげている。論文の電子化と公表、容易なアクセスは情報を必要とする技術者や学生に大きな利便性を提供するものだが、校閲という権威を用いてこれを出版する日本機械学会においても、出版の作業と経費軽減と速報性を実現でき、より多量で良質の情報発信元として学会の機能を期待できることになる。これによって日本機械学会論文集が国内外を問わず広く多くの読者を持つことができ、日本機械学会の論文集の質の向上と、国内の科学技術を国内の情報基地から国外へ発信するという重大な貢献を実現することになる。

さらに、国内の多くの学会の学術論文を総合的に収集し、学術雑誌のon-line出版を実現に移しつつある科学技術振興事業団および学術情報センターなどが実施を開始したシステムに学会側の対応が必要であるとしている。

これらのシステムはそれぞれに論文をデータベースとして蓄積する方法と蓄積する場所、蓄積形態などで特徴と相違がある。しかし、基本的に共通の投稿から校閲を経て出版するまでの流れを持っている。

委員会では、その入口の段階である投稿の電子化に早急な対応が必要であるとしている。

4

電子化論文作成

電子化した環境上での論文執筆は、従来の原稿用紙に記述したり、ワードプロセッサによって手書き文字を印刷文字とするだけの記述方法と異なり、コンピュータを十分に活用した技術を利用することになる。

現在、学会では投稿された原稿を校閲し、原稿から植字した後に印刷、校正、出版という多くの人手と作業を経て論文集となっている。人力を含む多くの過程を経ることは、時間を必要とし、誤りの起こりうるケースを多く持つことになり、ミスチェックに時間が割かれることになる。論文を電子化し、電子媒体で投稿することは、これらの作業を単純化でき、媒体変換でのミスも少なくなる。さらに、正確で短時間に公開するという論文に必要な使命を改善することもできる。近未来には、計算機の通信機能を使用して必要とする情報を参照しながら、論文作成に必要な情報と記述機能を提供していき、校閲を経た後に、電子出版とともに印刷出版されていくものと予想される。

本連載のこの回では、電子化することで従来の作成手順

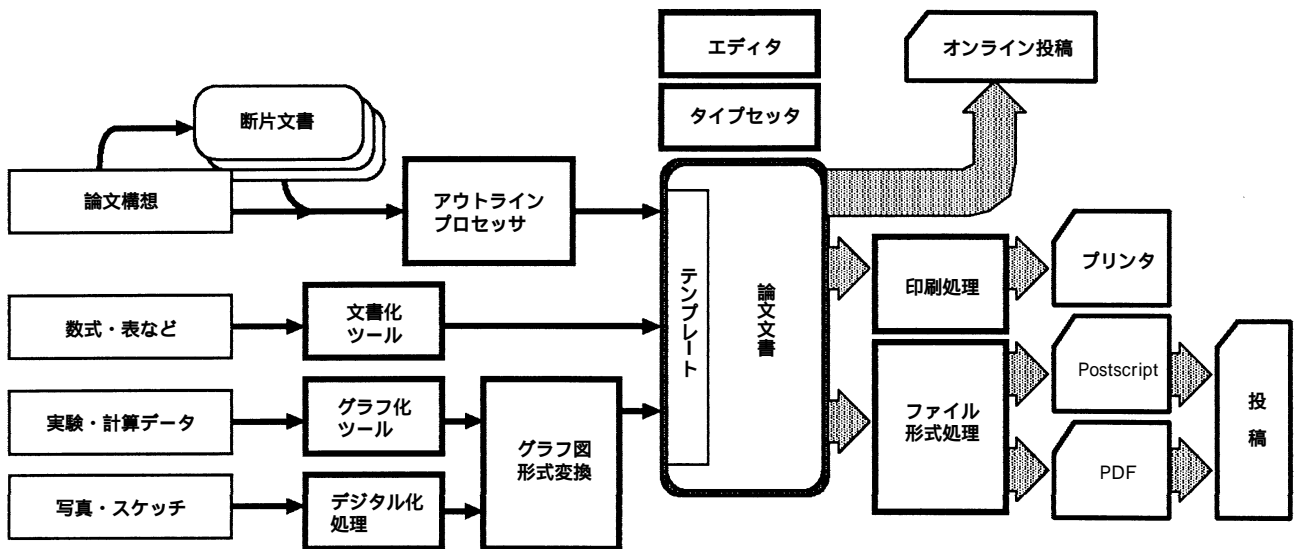


図1 著者タイプによる論文作成の流れ

がどのように変化するか、近い将来どのようになるかということ踏まえて、現在、日本機械学会が電子化に取り組んでいる状況と論文の電子メディアでの投稿のガイドについて記述した。

4-1 論文作成の流れと電子ツール

研究者や学生が論文を著者タイプの形式で作成する場合の流れを図1に示す。この図は、現在普及している計算機のOSの違いや、特定のワードプロセッサを考慮していない。また、非文字情報の取り扱いが文字と同じように共通化された理想的な形態から考えるとまだまだ複雑な流れとなっている。従来の紙と鉛筆もしくは、そこからわずかに発展し、書くことを計算機に置き換えただけの作成方法ではなく、現状技術でフルに計算機とソフトウェアを組み合わせたものになっている。また、図は著者個人の計算機環境で作成する場合の流れであり、図右上の通信機能の細部については言及しない。

図の中央には、作成された論文の文書を配置している。論文を作成するための処理をこの左に、作成後の投稿までの処理をこの右に配置しており、左から右への流れとして論文を作成する手順を示している。

論文を作成するための処理では、文書を構想から組み立てていくために、章節をつくり、核となる用語や短文を作るという構想を行うアウトライン処理を行う機能に加えて、文書中もしくは段落を付けて数式を挿入するための数式記述処理、数値データなどから各種の図をつくり出すグラフ作成ツール、写真やスケッチ・設計図などの非文字部分を論文に入

れる形式に変更する処理などで成り立っている。

これらの部分は、従来はメモを使用したり、手書きなどで構想を書き、写真や図はのりで論文に張り付けていた。これらは当時のワードプロセッサの機能を越えた部分だったが、現在のワードプロセッサや、ワードプロセッサと連動したソフトウェアの充実によって同じ計算機の中でほとんどすべての処理が可能となっている。

4-2 論文を書く

通常、論文は図や表を除いて、表題部分、見出し、本文、引用文献で構成される。

Microsoft Word に代表されるGUI (Graphical User Interface) を持つワープロソフトは、WYSIWYG (What You See Is What You Get) である利点を持つ。この形式のワープロは文字を入力し、希望の紙面に希望のフォントを希望した大きさに配置するという便利な道具である。しかし、編集作業である日本機械学会論文形式に合わせる作業は図1に示さないように、執筆という作業においてあまり重要ではない。

多くのワードプロセッサは技術論文を書くために特化した道具ではないため、論文の記述を支援する着想時から使用できるような機能や、構想を構造化するアウトライン機能が充実しているエディタは少ないなど現在、技術論文執筆用に特化した道具は存在しない。そのため、多くの技術論文の執筆者は既存のワードプロセッサや各種のツールを組み合わせで作成されていると想像する。国内の執筆者の約7割は、Microsoft Wordを用いているが、海外では、

T_EXの使用者がほぼ半数であり、物理、数学といった理学の分野では8割以上T_EXという場合も存在する。

論文を形式に合わせるという作業は、執筆とは異なる作業であるといっても投稿時に論文を決められた文字数、決められたページ数にまとめる作業、図やグラフを効率的に用いて論文の内容を理解しやすくする作業なども必要になる。

GUIに依存したWYSIWYGはWhat You See Is All What You've Got. (見た通りのものしか得られない)とも言われるように、提供されただけの機能しか使えないために、技術文書を清書するために必要とする機能が犠牲となっていることもある。また、T_EXに代表されるML (Markup Language)でも、多くのマークアップ指示子を知らなければ、論文の形式付けは難しい作業となる。

このように、ワードプロセッサなどは文字を書くには十分な機能を持つようになったが、まだまだ、その周辺の技術、特に、科学技術文書や論文を記述する場合には十分とはいえない状況である。また、技術論文に必須の数式やグラフの作成は多くの場合、ワードプロセッサ外部のプログラムに依存している。また、表もかなり複雑な表を必要とする場合も多く、ワードプロセッサ機能以外を使用することもある。これは、論文を出版する時に形式を整えるために変換する時の大きな障害となり、さらに、数式やグラフ中の文字で論文を検索をするということ、例えば $E=mc^2$ を使っている論文を抽出することは特別な方法を使用しない限りできない。技術論文や技術文書を記述・電送し、活用・保存するという点において、これらの周辺の道具はまだ基準となる形式や機能を持つほど成熟していないことを意味している。

英語が国際共通語として強い力を持ち、英語の論文が重く評価される現状において、和文論文の評価をあげるためには執筆しようとする方々の協力が必須であることは確かである。やがては和文の外国語への機械翻訳の性能が向上して、和文の登録論文であっても短時間に翻訳される時代がくると予想されるが、この時、さかのぼって機械翻訳に対応した技術文書の電子化は必要であると考えている。

現在の主要ワープロ全部のテンプレートを網羅しているわけではないし、また、図表に対しても決して十分なものとは言えないが、以上のような要求から、文字の大きさや書体、文字の位置合わせなどの形式化の労力を軽減するために、日本機械学会は、現在主流のワードプロセッサとT_EXを対象にテンプレートを作成した。

この連載では、Microsoft Word, L^AT_EX, 一太郎, PageMaker, WordPerfect という文書ソフトで論文を作成する方法と図、グラフ、画像の作成法について具体的に解説する予定である。定められた場所に見合ったテキストを流し込む作業で、論文としての体裁を満たすことができることを目的として作成されている。そのため、投稿者が、論文の体裁をあまり考えることなく執筆できるようにしている。

また、日本機械学会としては初めての試みとなるが、電子媒体という性質を利用し、インターネットメールなどを

通して、テンプレートに対する質問や改善案などを受けとり、必要があれば、上位互換を守りながら、迅速にテンプレートに反映していく継続的サポートを行う方針をとっている。本稿を通じて会員のご協力をお願いしたいと考えている。

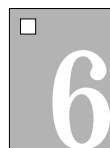


日本語の問題

アルファベットや記号の半角文字、いわゆる英数文字のコードは7bitで記述され、96文字である。しかし、漢字を含めた文字数は極めて多数であり、従来の計算機で使用されている8bitの「文字」という範囲では表現できない。さらに、パーソナルコンピュータで使用される日本語コードには、DOSやMicrosoft Windows, Macintosh OSで使用されているMS Kanji CodeといわれるShift-JIS, PC-UNIXで使用されているEUCや、JIS Code, Unicode が用いられている。困ったことに多種の日本語コードの存在は文書の移植性に問題を持たせることになっているし、日本では大多数のユーザを持つShift-JISは通信では嫌われ者となっている。統一した日本語のコードだけではなく、世界の非英語文字をすべて用いることのできるi18nという作業が行われているが、16bitを越え32bitの文字コード空間が必要になるといわれており、さらに書体を含めた文字パターンをすべて持つことは難しく、普及にはまだ時間を必要とする。

現在、UNIXなどの一部のOSでは、日本語のコード変換はほぼ完成されたとはいえ、まだ不十分である。これらのコードの間で互換性のない部分はMS Kanji Codeのみに存在する半角カタカナと㊦という文字やI, II, VIなどのアラビア数字の全角コードである。これらは文書上に極力使用しないことが必要である。この文書はL^AT_EXで記述しているが、これらの文字は文字素片を組み合わせで作成したものである。

欧文フォントは本文にTimes-RomanやT_EXのCM-Times-Romanという細いフォントが標準的に使用される。強調する時には同じ書体の太文字Times-Roman-Boldやイタリック文字*Italic*を使用する。HelveticaやSanSerifは、表や図中で使用する。また、日本語のフォントは本文は細明朝、見出しや強調は中ゴシックとなる。論文の本文中では機種に依存するアンダーラインや飾り文字は使用しない。



図表などの非文字情報

論文は、章節で構成され、テキストばかりではなく、図や表が挿入される。この図には、白黒のもの、灰色も含んだモノクロのもの、カラーのものともさまざまである。多くの図は、線画だが、灰色を含んだ多色の図や写真が重要な情報として論文に挿入される。

現在，日本機械学会の論文集は白黒の印刷物なので，カラーの図は掲載されないが表現上や説明のために必要となるケースも多くなる．しかし，印刷技術の問題で，文字情報を主体とする論文に十分な表現を持つ多色図を挿入することは紙質の点で難しく，さらに，投稿者に経済的な負担を強いることにもなる．そこで，投稿論文をオンライン出版する計画においては，

[カラーで投稿] < [モノクロで印刷出版]
 [カラーでオンライン出版]

という方法で多くの情報を学会の会員に提供する計画もある．

図は次の三つに大別できる．

- (1) データをグラフ表示したもの
- (2) ダイアグラム・説明図などの線画
- (3) 写真・イラスト

これらを作成するために画像ソフトを選択する必要があるが，これらのソフトは機器やOSに依存しない画像形式を出力する機能を持っている必要がある．機器やOSに依存しない画像形式とは大多数のOSがサポートしており，ソフトのバージョンアップなどで変化しない形式を意味する．現在，どのOSもサポートしなければならないという基準となるような画像形式はないので，はん用で適切なものを選択する必要がある．

画像形式には，ビットマップといわれる点素で構成された形式と，ベクトル方式という描画のストロークを記録した形式がある．

画像やグラフに関しての詳細な解説は，このシリーズ次回以降に予定している．

6-1 写真画像やイラスト

ビットマップ方式で出力される写真画像やイラストでは，最終形式の印刷の密度である1 200dpi 以上が必要である．画像の記録には通信用形式として開発されたpngというはん用の形式やxpm，ファイル圧縮されたgifやjpegが多く使用される．これらで低解像度の画像を拡大表示すると画質が劣化することがある．サイズを変えたり拡大しても画像の劣化を生じない方式でワードプロセッサに挿入する必要がある．

代表的な描画ソフトには，Paint(Windows)，PhotoShop，Corel Draw，Gimp などがある．

6-2 線画

線画は，ストローク方式の記録形式を使用したほうがよく，Microsoft Windows上では，AutoCADなどのCADソフトや，UNIXではtgifというドロー系のソフトが使用される．これらのソフトの保存形式ではそのまま文書中に差し込むことはできないことが多く，Postscript形式に変換することで可能である．また，線画をビットマップ形式で出力することも可能だが，できるだけ原画の情報を減じないように処理するソフトを選択する注意が必要である．

6-3 グラフ

グラフ作成は，従来のグラフ用紙にプロットを手で描くことよりもデータを記録したファイル进行处理し，グラフを作成し，画像として出力するソフトを使用することが多くなっている．この代表的なものとしてMathmaticaというソフトがある．また，gnuplot，MathCAD，Ngraphなどがよく使われるソフトである．これらの多くはストローク形式の画像を作成することが可能である．また，多くのカラーを用いたグラフを出力することも可能だが，モノクロ印刷では，明度の高い色は薄くなったり，異なる色彩で区別したのもも同明度では判別できないことがあるので，注意が必要である．また，表計算ソフトから出力されるグラフは日本機械学会論文としてはなじまない．

6-4 非文字情報中の文字

論文の電子化は，単に出版過程の高速化と単純化のためではなく，検索などで論文に記述した内容の利用を円滑にするために行われる．将来，検索の対象は論文中の文字だけではなく，それを翻訳したもの，挿入された図のパターンや表中の数値まで及ぶことになるので，この検索に対応可能な形式を用いることが必要である．

現状で十分とはいえないが，対応可能なファイル形式としてPostscriptやpdfがあり，これらでの投稿を勧めている．



7 論文の電子化と電子書齋

インターネットに専門情報が多くなると，我々のいすの背後の書棚には特殊な専門書のみが並び，情報の大部分はパソコンを通じて電子メディアとして得られることになる．この電子媒体から得られる工学専門情報が多くなると印刷した媒体を検索する作業に加え，インターネットを検索する作業が必要になる．学会や個人は書籍や雑誌として情報発信する社会的な貢献度に加えて，電子媒体として情報発信する貢献度も評価を受けることになる．このために，日本機械学会では他の専門分野の電子情報発信に遅れることなく，多くの工学専門情報を電子出版することが必要になってくる．

論文が電子化すると，印刷媒体を想定した執筆から，電子媒体を対象としていることを意識した論文執筆作業をする必要となる．限られた紙面数で新説・発見・発明，加えて，創意あるアイデアを記述する必要のあった定型の論文誌から，非定型の動画，音声などのダイナミックな情報，色彩を活用した情報を発信することができるようになる．これは，過去の文献調査の方法にはじまり論文の創意点と主張する部分の記述の方法に至る構成の大部分を変えるものと予想でき，新鮮味を好む若年技術者への啓蒙的な内容を含ませることもできると期待できる．

8

著作権と保護

文書を電子化して、インターネットから即座に閲覧可能な状態にすることは、我々に大きな利便性を与えてくれることになる。しかし、全く問題点がないわけではない。それは著作権の保護とこの利便性の大きさという点である。論文の著作権は日本機械学会に帰属し、日本機械学会の経済基盤の一部はこの著作権の上に成立しているので、論文の公開方法は著作権と学会の根幹となる部分に密接に関連することになる。

現在、書換え可能な電子文書であっても公開されたものに対しては特に著作権宣言をしなくても法的には自動的に著作物として保護される。しかし、論文は無条件に公開されるものではなく、校閲という論文としての価値の保証を行って後に公開されるものなので個人発信可能な通常のインターネット情報とは一線を画して取り扱われるべきものである。しかしながら、現在、情報の判別基準は明確にされているわけではない。

日本機械学会としてもこれらの著作権と公開の範囲の関係について議論し、早急に合意点を見つけて努力をしている。

9

第1回のおわりに

コンピュータソフト開発において、従来のメーカーや個人の作成での閉鎖的な技術非公開という姿勢に対して、近年台頭してきたオープンソース思想⁽¹⁾という考え方がある。この考えは、技術は公開の範囲を大きくすればするほど発達し、技術の考案者（著作権保持者）に大きな利得をもたらすというものである。LinuxというOSを発展させたこの思想の基盤には「万人の共通財産」という考え方がある。つまり、技術の細部までフリーに公開することで使用者や開発者が実際の利用に及ぶ時の不具合や新しい手法などを加えていくことでその技術は完成していくというものである。

オープンソース思想はコンピュータソフトにおいて、Microsoft社の強い寡占状態に対抗するものとしての政治的色合いがあるので、この考え方が日本機械学会の論文公開にそのまま当てはまるわけではない。また、現在、この思想に賛同して配布されている多くのソフトや情報が、オープンソース思想に沿っているとは言い難い状態である。しかし、インターネット情報社会において、この思想は情報を取り扱う上で考慮すべき内容を包含している重要な思想であり、近い将来、各種学会の情報公開の形態、ひいては日本機械学会の論文出版に大きな影響を及ぼすものとして注目する必要がある。

日本機械学会の論文や出版物、成果などを電子文書とし

て、蓄積活用していく過程の初期のステップとしてワードプロセッサを使用した統一形態の著者タイプ論文投稿から始めたのは、単に日本機械学会の経済的な問題の解決案としてだけでなく、インターネットを利用した国内外の学会の技術情報公開は、モデルとしての大きな意義を持っていると判断したためである。

日本機械学会では、この電子化投稿を進めて最終的にどのような形式で論文を取り扱うのかは検討中である。しかし、日本機械学会のシステムと一般的なワードプロセッサや文書管理環境が整った時には印刷原稿での投稿をからワードプロセッサで作成したテキスト形式（WORD, XML, SGML, TeX, RTFなど）の図表入り原稿原文と、テンプレートに合わせて規定ページにまとめられた出版形式（pdf, PostScriptなど）を合わせた電子投稿を著者にお願ひすることになると予想される。

本文中に出てきたソフトウェアは、以下のとおりである。

- AutoCAD : AutoDesk社のドロー系の図面作成・設計製品。
- MathCAD : Mathsoft Inc.の理工学解析ソフト。
- Mathematica : Wolfram Research, Inc.社の数式処理を主とし、グラフ出力可能な科学技術者向けのソフト。
- Microsoft Word : Microsoft社のワードプロセッサ製品。
- Microsoft Windows : Microsoft社の同名パソコン用OS製品群の総称で米国Microsoft Corp.の登録商標。
- Ngraph : 石坂智氏によって開発されたフリーのグラフ作成ソフト。
- PageMaker : Adobe System Inc.社のワードプロセッサでDesk Top Publishingソフト。
- Corel Draw : Corel社のペイント系のグラフィック製品。
- PaintはMicrosoft社のペイント系のグラフィックス製品。
- PhotoShop : Adobe社のペイント系のグラフィックス製品。
- Gimp : Spencer KimballとPeter Mattisによって作成されたUNIX, Windows上で使用できるPhotShopに酷似したフリーのペイント系の画像ソフトである。
- UNIX : ATT Bell Laboで開発された計算機OSであり、コンソーシアムによって認められたOSが称し得る名称であるが、UNIX-likeなOSにも冠される。PC-UNIXとしてUNIX準拠のOSにFreeBSD, Linuxがある。
- 一太郎 : Just System社のワードプロセッサ製品。
- WordPerfect : Corel社のワードプロセッサ製品。
- tgifはWilliam Chia-Wei Chengによって作成されたフリーのドロー系グラフィックスソフトで、UNIX, Windowsに対応している。
- gnuplot : Thomas WilliamsやColin Kelleyら多くの人によって開発されているグラフ作成を主としたフリーの計算ソフト。

(原稿受付 2000年1月13日)

文 献

- (1) Raymond, E. S., <http://tlug.linux.or.jp/docs/cathedral-bazaar/cathedral-paper-jp.html>, 1998.