

## 数学サブノート設計と作成、印刷方法の現況

### Mathematical sub-notebook design and preparation, the present state of the way of printing it

玉木 正一

Masakazu TAMAKI

始めに) 近年、ハングリー精神の欠如に加えて、科学の急激な進歩により、専門分野への入場の敷居が高くなったこと等の現象のため、実用となる段階の数学(科学)の習得が非常に困難になってきている。同様のことは、さらに進歩の激しい、情報処理等でも起きている。企業、研究機関では対策の一つとして優れたマニュアルを利用している。学校教育の場では、伝統を重んじることにはなっているが、教科書、テキストなどが、時代とのずれを常に生じている。これには、補助教材を作成して対処するのが最も早道であろう。しかし、数学の補助教材は、設計も、作成も骨の折れるものである。ここでは、いかにして、その労力を軽減し、up-to-date な教材の提供をし続けることができるかについての活動の現況をお知らせしたい。

#### 1) 理数系の教材にはどのような物があるか。

理数系の教材、特に数学の良い教材の作成は大変難しい。教材には、叙述が中心の物、例題が中心の物、問題集等があるが、純粋に著述だけ、問題だけと言うのは少ない。

叙述の多い、ストーリーが中心のテキストでも、ある程度の例題がある。反対に、例題中心の教材でも、まとめとして著述がある。これに、例題以外にも類題として、問題が与えられている。問題集にしても例題等の解答の指針が叙述として載っている。巻末の解答は一種の例題とも言える。この様に、多くは複合した教材である。

#### 2) 記述のスタイル

そこで、叙述が中心の物、例題が中心の物、問題集ではどのようなスタイルで構成されているだろうか、考察してみよう。数学中心の物を考えるが、他に、マニュアル、情報処理教育、プログラム等の学習書とも比較して、記述スタイルの論議を進める。その構成には次のような方式がある。

#### 3) スパイラル方式

高等学校までの教科書はスパイラル方式という方法で書かれている。スパイラル方式というのは螺旋階段を上昇するように、色々な方向の分野を学習しながら、段々と高度な段階に到達するやり方である。高等学校段階でも多くの分野を学ぶ。関数論が主であるが、他に代数学、論理学、確率、幾何学等の分野をスパイラル方式で学習する。スパイラル方式は、入学試験直後のようにレベルのそろった集団に対しては効果大きい。学習が進行すると、特に興味を感じる事がある。この時点で、螺旋階段を上昇するために、次の分野に移ると、せっかく興味を抱いた分野の学習を中断しなければならない。これは、学習に最も大事な好奇心の水準下げるという欠点がある。

例として、高等学校の時点で、日本は、関数論を多く学習するが、代数学系統の著名な数学者が多く輩出した。ハンガリーは逆で、高等学校時点では代数学を多く学ぶが、関数論の数学者が多く輩出している。スパイラル方式のカリキュラムにより、興味をずたずたに引き裂かれるからだ、と言う者もいる。スパイラル方式は、基本的な広い教養を身につけるのに向いた方式と言えよう。対称的な考えで書かれたのが、次のマニュアルを書く方式である。

#### 4) マニュアルの書式

数学以外の実用的な論理的分野に、近年に発達した情報処理の分野がある。多くの主要なソフトに対して、マニュアルが書かれている。マニュアルでは、ある程度のとまりのある分野（ユニット）に分けて叙述してある。これをモジュールと言う。

### 6.1 マニュアルはユーザーサポートの一形態

マニュアルの中身を決める場合、そのマニュアルが含まれる文書や情報製品のさらに大きなセットを定義しておかなければ、解決できない基本的な問題がいくつかある。

#### ● 読む前から本を見るべし

マニュアル作成を開始する際に正しい方針を立てようとするならば、そのマニュアルを含む情報製品の「全体像」（マニュアル、リファレンスカード、ビデオテープなど）を明確化すること、そして各情報製品が全体の中でのような機能とどのような守備範囲を持つかを、明確化することが必要である。なぜなら、事務丁を明確に定義するためには、事例丁に含まれないことを明確に定義しなくてはならないからである。マニュアルの目的を明らかにするには、マニュアルを他の近接関係の文書と対置させるという方法が、もっとも確実である。

ある問題を解決する糸の1つは、その問題をより大きな問題の一部と見ることである。マニュアルに何を書くべきかを知るためには、そもそもなぜマニュアルというものが（それも複数の）必要なのか、それら複数のマニュアルは全体としてどんな機能を果たすのか、その全体の中で果たすどのような働きをするのか、ということを知る必要がある。

実際、複数のマニュアルの全体像を明確に定義する最善の方法は、マニュアルをより大きな総体（いわゆる「情報製品」と呼ばれるもの）の一部とみなすことである。その総体には、マニュアルのみならず、オーディオビジュアル製品、オンライン・チャット・リアルタイムなどをはじめ、ユーザーの教育や情報参照を目的としたあらゆる種類のメディアが含まれる。

さらにいうならば、ユーザーにとって必要な情報製品の全体を明確化するには、ユーザーサービスの全領域を加え、さらに大きな総体である「ユーザーサポート」を考え、この一部に情報製品があると考えるのが、もっとも適切な方法である（図表6.1参照）。

また、**情報製品の必要量とユーザーサービスの必要量には、交換可能な関係がある**ことも注意して欲しい。情報製品が高品質であれば、トレーニング、コンサルティング、メンテナンスなどの必要性を引き下げることができる。実際、これらのユーザーサービスとマニュアルの品質とのバランスが、マニュアル作成にかかる費用の重さを決める主要な評価基準となるのである（つまり、マニュアル作成にいくら費用をかけても、ユーザーサービスを軽減しないようなマニュアルでは、その費用は無駄ということになる）。

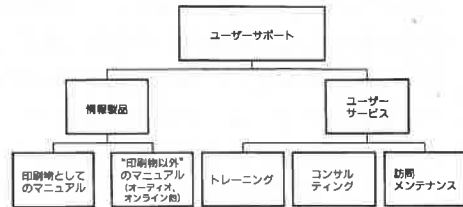
簡単にいうと、ある1つのマニュアルの守備範囲を決めるのは、アウトライン作成時でも、もちろん情報執筆時でもなく、アウトライン作成の「前」である。また、誰がどんな情報を必要としているかについての議論は、マニュアル作成作業の最初に行われ、2冊のマニュアルの内容が重複しないかという議論は、双方のアウトラインが書かれる際に行なわれる。

#### ● マニュアルの問題は書く前に発生する

こうした根本方針の重要性に気付いていないはずはないのだが、いまだほとんどのマニュアル執筆者は、この原則に真剣に取り組もうとしない。プログラムを書きたくて仕方ないプログラマーのように、マニュアル執筆者はテキストを書くことに人だれ込んでしまう。書き始める前にマニュアルの守備範囲を議論するよりも、とりあえず書き始め、後になってそのマニュアルがある特定の読者に役立つかどうか悩んでしまうのである。

しかし、結局は読者を無視していることと同じになってしまう。書き上げられた事柄は、コーディングが終わったプログラムと同様に、口出しははかばかしくもなってしまう。執筆者は単純の守護者となってしまう。すでに執筆が完了し、金額が算出されたマニュアルを前にすれば、ユーザーや消費者のニーズなどは、ほとんど影響力を持たないものである。明確な定義が行なわれず、誤ったコンセプトの下で作成作業の開始されたマニュアルに、今日も多くの熟達した執筆者が愚戦苦闘している。不幸なことに、これらの執筆者は、マニュアルの「内容」に関する問題があると思っているが、実はマニュアル作成の方針に関する問題があるのである。つまり、複製製品に対するプランが、策定されていないということである。

直観的なライターに悪いマニュアルを書かせることほど、無益なことはない。したがって、マニュアルとは何かを明確にし、何を書くべきで、何を「書いてはならないか」を知るための唯一の方法は、情報製品を1つ1つ取り上げて、全体像における他のものとの違いをはっきりさせることである。



図表 6.1 <ユーザーサポートにおけるマニュアルの位置>

（マニュアルパイプは、使いやすいマニュアルの書き方を求めて書かれた。）

主要な目的はイメージの構築である。スパイラル方式のように途中で放り出して次の分野に進むことはない。次に進むときには完成したイメージを構築がされている。

モジュールは、一般に見開きで書き上げる方法がとられている。記述が重複しても、その場面で必要な知識は、見開きモジュールの中に書かれている。数学の教科書のように、「・・・ページの定理を見よ。」などという書き方は失敗とされている。

1つのモジュールで書き切れない時はどうするか。その時は、モジュールを分割する。分割のための管理モジュールを作る。これは一種の目次の様に下位のモジュールの構造を表示する。下位のモジュールの導入部分を集めたモジュールと考えて良い。

この方式が有効なのは、コンピュータのように使う目的がはっきりして、使用者のレベルがマニュアルに全体的に到達しているような場合である。単に知識のみが欠けている場合である。

数学では、常微分方程式等で、リカッチ、ベルヌイ、ルジャンドル、線形微分方程式、など同等のレベルの叙述が続く場合がある。これらには、モジュールを使い、マニュアルの方式で書くと有効であろう。また、積分の計算公式を、練習する場合などにも使える。

文系の学科で世界史、日本史では途中で、特別にレベルが上がり、学習者が着いていけないと言うことは少ない。年表とか、世界史地図帳などもこの様な面を持っている。

叙述的なマニュアルでは、タグという見出しを、本文横につけ、学習者のその部分の内容を推察できるようにしてある。

数学サブノート設計と作成、印刷方法の現況

本文の内容が堅苦しい場合に役に立つ。数学の部分がしっかり書かれた物理学、長い証明が着いた定理や公式などで、タグという方法は有効である。見出しを読み、必要箇所まで読み飛ばすことにより、集中心を高め、内容が把握できる。ベクトル等の知識が十分あるときに、数学的なベクトルの加法、減法を2重に学ぶ必要はない。記号になれるだけで十分であろう。記号について書かれた見だしを探し、そこを熟読するとよい。大事なことは、「読み飛ばす」事である。些細なことで心理的な負担が増加しないようにしたい。

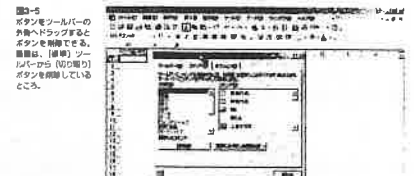


図3-5  
ボタンツールバーの  
対象へドラッグすると  
タグを挿入できる。  
メニューは、「[標準]」ツ  
ールバーから「[初期値]  
」ボタンを選択している  
ところ。

ツールバーにボタンまたはコマンドを追加するには、[ユーザー設定] ダイア  
ログボックスの [コマンド] タブをクリックし、追加したいコマンドまたはボタ  
ンの種類を選択します。ダイアログボックスの [コマンド] タブには、利用可能  
なコマンドおよびボタンがすべて表示されます。そこで追加したいコマンドボタ  
ンをツールバーまたはメニューの配置したい位置までドラッグします。[図3-6  
]では [数式と関数のクリア] コマンドボタンを [標準] ツールバーへ、[図3-7]では  
[HTMLソース] を [表示] メニューへ追加する状態を示しています。

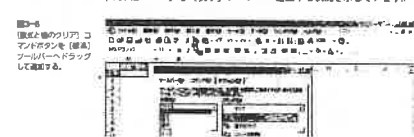


図3-6  
数式と関数のクリア  
コマンドボタンを (標準)  
ツールバーへドラッグ  
して追加する。

118

ということにするが、この概念はこれから述べるヒルベルト空間の理  
論の骨組みをつくっていくものとなる。

**ヒルベルト空間**

まず定義を与えよう。

**定義** 内積空間  $\mathcal{H}$  が次の2つの性質(A),(B)をみたすとき、  
 $\mathcal{H}$  をヒルベルト空間という。

(A) 完備性:  $\mathcal{H}$  のコーシー列  $\{x_n\} (n=1, 2, \dots)$  は必ずある  
点  $x$  に収束する。すなわち点列  $\{x_n\}$  が

$$\|x_m - x_n\| \rightarrow 0 \quad (m, n \rightarrow \infty)$$

をみたしていれば、必ずある  $x \in \mathcal{H}$  が存在して、 $x_n \rightarrow x (n \rightarrow \infty)$  となる。

(B)  $\mathcal{H}$  は有限次元のベクトル空間か、そうでないときは次の  
性質が成り立つ。

1次独立な無限個の元からなる系列  $\{f_1, f_2, \dots, f_n, \dots\}$  が存在  
し、任意の  $x \in \mathcal{H}$  は、この系列からとってつくった適当な1次  
結合


$$a_1 f_1 + a_2 f_2 + \dots + a_n f_n$$

で近似することができる。

(B)で「1次独立な元からなる」と書いたのは、 $\{f_1, f_2, \dots, f_n, \dots\}$   
の中から勝手に有限個  $f_{n_1}, f_{n_2}, \dots, f_{n_k}$  をとったとき、これらの元が1  
次独立となっているということである。

この定義についていくつかのコメントを与えよう。まずヒルベ  
ルト空間の「ヒルベルト」は、19世紀から20世紀にかけての数学の  
転点において、数学のさまざまな分野において、時代を画するよ  
うな独創的な研究を行ない、指導的な地位にあったドイツの大数学  
者の名前である。これについては「歴史の欄」で触れることにし  
よう。

定義(A)でいっていることは簡明であるが、いまでも延びてき



(エクセル・オフィシャルマニュアル) (数学が育っていく物語 線形性)

左側にタグ見出しとそれに変わる図がある

5) 心理的な負担

多くの数学の教材は導入、抽象的な定義、具体的な計算、応用の順に書かれている。  
 実例として、三角関数は、図形による導入、sin、cos、tan の定義、関係式、正弦定理、余弦定理の構  
 成になっている。またこの順序で内容が高度になっていく。  
 マニュアルの書式の時に述べたように、心理的なエネルギーはイメージづくりに向けたい。数学の章は、  
 最初の導入の時から、応用までの間が長すぎる。特に定義の部分では学習する方向性がつかみにくい。  
 この障壁には、学習者の練習の積み重ねにより乗り越える過剰な努力よりも、教材の工夫の積み重ね、  
 科学的雰囲気、更には、その皮膚感覚等の方が遙かに大切である。  
 統計学における標準偏差等も現代だからこそ大衆的に理解できるのであろう。逆になじみのないイデア  
 ル論などは、あれ程の研究、努力がなされているにもかかわらず、一部の人の間にしか通用していない。  
 この、イメージづくりに、社会的な流行に合わせて、テキストを頻繁に書き換えることが心理的負担  
 を軽減する。  
 次の、具体的な計算も心理的な負担が大きい、学習者の練習の積み重ねで解決できる。しかし練習に  
 飽きない様に、学習者も学習スタイルを変える。教材提供者も新しい話題を提要するなど工夫すること

が重要となる。

学習の障害になるのは思考の中断である。ひらめきを求める事も内面的な思考の中断である。計算訓練にはこの種の思考の中断はない。準備さえしておけば、連続的に作業を続けることが出来る。逆に連続的な作業の成功は、ひらめきに挑戦する勇気を与えてくれる。この点でも教材提供者の役割は大きいであろう。

例えば、十分に解答や、書き込みのスペースを空けたサブノートを作成し、ヒントを付け加え、配置も考慮した教材の提供が出来れば、学習者の心理的な負担を軽減する。書き込んで覚える、手計算をして覚えると言う基本的な作業の習慣も付く。

但し、注意しないと、教師はサブノートの作成に多くのエネルギーを奪われる。

#### 6) サブノートの作成

サブノートは教科書の重要ポイントの切り張りりと、問題のスペースを空けておけばよい。授業時のみに使用するのであれば、これだけでノートをとるのが遅い学生の負担は軽減する。スローラナーからの脱却の役に立つ。現実には、この様な学生は1/3近くいる。

加えて、ファーストラナーにも予習すると言う形でサブノートは役に立つ。より一層の効果を狙えば、例題を付け加えておく必要がある。例題があると、切り張りする重要ポイント(長い記述になりやすい)が少なくて済む。例題とサブノートの解答スペースの組み合わせにより、解答の行数、規模、詳しさの程度(完全に基礎から証明を要するか)などをファーストラナーは視野に入れることになる。

スローラナーもいずれはファーストラナーになる様に期待しているので、例題つきのサブノートは重要になる。

#### 7) サブノートの形式

小山高専の新入生には、入学前の準備教材として、基礎数学の第1章の前半の部分をサブノート形式のプリントとして配布している。入学前に書き込んで、始業時に提出させている。この作業は1年生全体を集団としてみるとかなりの効果を上げている。持ち運びも考えて、B4版の用紙6枚に裏表4ページを印刷して、24ページのプリントを作成している。6枚重ねで谷折りした、新聞のように連続したページの冊子である。一部学生には通年でこの様なサブノートを配布しているが、大体、1章で28ページくらいになる。

先に述べたように「イメージづくりには、社会的な流行に合わせて、テキストを頻繁に書き換えた方がよい結果を得られる。」ので、各章に入る1週間くらい前に配布するのが望ましい。

#### 8) 補助教材の作成方法

準備なしに、この方法をとると、教材作成に時間をとられてしまい教官の負担が異常に大きくなる。

要は、テキストのコピーを切り張りするのである。OCRソフトとスキャナーを用いると新聞記事等も取り入れることが容易に出来てup-to-dateな原稿を作成できる。

残念ながら数学のテキストはOCRに掛からない記述や記号が多い。この場合、画像として原稿に貼り付ける方法が最も効率的の方法である。

この作業は、デュアルディスプレイのパソコンを用いると、構成面でも全体像を掴みながらよい教材を作成できる。1台のディスプレイに全体の構成をした、枠組み原稿を表示して、2台目のディスプレイで、ワード、エクセル、インターネット、数式処理ソフト、OCR等を動かして、その結果を1台目のディスプレイの枠組み原稿に貼り付ければよい。また、以前に作成した原稿を枠組み原稿として使うこともできる。単に、努力を最新の話題の取り込みに集中できるだけでなく、前年との変化も把握できる。OCR、ハイテク・コピー機、ハイテク孔版印刷機を用いた教材の作成方法の留意点は多い。

ここでは、冊子の実例を挙げながら見ていく。

#### 9) ページの配置(平成14年度新入生入学準備プリント)

小山高専では毎年新入生に対して、入学手続き日に準備のための教材を配布している。

平成14年度新入生入学準備プリントは表紙を含めて20ページあった。4の倍数なので見開き裏表印刷を行いプリントの作成を行った。これを、教官3人2チームで3作業(重ねる、谷折りにする、ホッチ

数学サブノート設計と作成、印刷方法の現況

キスで閉じる) を行い配布する冊子 220 部を作成した。

初期にはページの配置を間違えて、大量の用紙を無駄にした経験もある。多くの冊子を作成するには、この配置をマニュアル化しなければならない。現在は次のやり方をとっている。少々丁寧にその手順を述べる。

1. (縦置き) 原稿を 1 ページから 20 ページまで重ねる。これは昇順でも降順でもどちらでも良い。プリンターから打ち出された原稿をそのまま取り出した状態である。例としては降順で扱う。
2. 親指、人差し指に滑り止めの指サックをして、1 番上の原稿、と 1 番下の原稿をそのまま重ねてとる。上が 20 で下が 1 になる。取り出した原稿は上から、20,1 である。  
次に、残りの原稿から、同様にして、1 番上の原稿、と 1 番下の原稿をそのまま重ねてとる。それを、原稿の上下を逆さにして (ページ番号が上に来る、文字も逆さになる)  
先の原稿に重ねる。重ねた原稿は、⑱②、20、1 である。(⑱②は原稿の上下が逆さを意味する) この様に作業を続けると、⑪⑩、12,9、⑬⑧、... ⑱②、20、1 なる山が出来る。
3. これを、コピー機の ADF (オートフィーダー) に掛ける。その際に、印刷形式を片面から片面、出力形式を、まとめて主力する。2 枚左から右を選択する。  
左が偶数ページ、右が奇数ページになっている印刷原稿ができあがる。これを順に上下を統一して、裏表に印刷していけば (孔版印刷機に掛ける)、冊子のページが作成される。

1 0) 大量印刷の際の注意

印刷の管理上、現在はコピー機で原稿を作成する際、印刷形式を片面から両面を選択する。すると裏表で上下が逆さの印刷原稿が出来る。この上下を調整して教材の印刷を行うと、冊子のページが正しく作成できる。実際の原稿印刷の際の手順を述べる。

1. 9) ページの配置でコピー機より取り出した原稿は上から表は、上下がそのまま、20,1、18,3、16、5、14,7、12,9 になる、裏は、上下逆で、⑱②、... ⑪⑩となる。  
数列の学習のように面白い作業ではないが、単純作業なので覚えるしかない。
2. 印刷中の原稿の山と用紙の山の管理が重要になる。山を崩さない注意が大切になる。  
原稿の山の 1 番上は表が 20,1、裏が上下逆で、⑱②の原稿がある。これをそのまま、表の 20,1 を上面して、孔版印刷機の前代に置き必要枚数を印刷する。新入生入学準備プリントの場合 220 枚であった。用紙には上下逆で、⑱②の原稿が印刷される。  
裏面 (⑱②) 印刷済みの原稿はそのまま、片面印刷済みの原稿の山の 1 番下に置く。  
次に原稿の山の 2 番目の原稿 (表が 18,3、裏が上下逆で、⑰③の原稿) の印刷を続けて行う。  
用紙の山は先ほどの (上下逆で、) ⑱②の上に⑰③が印刷されて山を形成する。印刷終了後に原稿 (表が 18,3、裏が上下逆で、⑰、③) を先ほどの、印刷済み原稿 (表が 20,1、裏が上下逆で、⑱②) の上に重ねる。  
これを続けると、印刷済み原稿の山は上から、12,9、14,7、16,5、18,3、20,1、になる。用紙の山には、上から、⑪⑩、⑬⑧、⑮⑥、⑰④、⑱②が印刷されている。
3. 裏面の印刷は先ほどの作業とほぼ同じ作業を行う。印刷済み原稿の山をそのまま重ねて、上下に山ごとひっくり返す。山は上から、2,19、4,17、6,15、8,13、10,11、となる。裏面は①⑳、③⑱、⑤⑱、⑦⑱、⑨⑱、であるが、これが、このまま用紙に印刷されることになる。片面印刷済みの用紙の山を崩さないように、そのまま山の上下を逆さして、用紙台に置く。上から 100 枚程度取り、丁寧に紙揃えをしてから左右を逆さにして用紙代に置く。これを繰り返すと用紙代の山は上から、①⑳、③⑱、⑤⑱、⑦⑱、⑨⑱、となる。これに先ほどの原稿、上から、2,19①⑳、4,17③⑱、6,15⑤⑱、8,13⑦⑱、10,11⑨⑱の裏面を印刷していく。作業終了後の用紙の山は上から、⑨⑱⑩⑪、⑦⑱⑧⑬、⑤⑱⑥⑮、③⑱④⑰、①⑳②⑱、となる。

1 1) プリントの仕分け

1. できあがったプリントを⑨⑱⑩⑪、⑦⑱⑧⑬、⑤⑱⑥⑮、③⑱④⑰、①⑳②⑱の山に分ける。上か

ら、⑨⑫⑩⑪、⑦⑭⑧⑬、⑤⑬⑥⑮、③⑱④⑰、①⑳②⑲の様に集める。

2. 谷折りにして、ステイプラーで留める。

### 1 2) 原稿作成

「数学公式ハンドブック」を例にして、見出しタグ付き文書の作成方法を述べる。これには、マルチ・ディスプレイの利用の良い例なので同時にその使い方を述べよう。

原稿用紙としてはワープロソフトを使う。ワード、一太郎とあるが、ワードの方が望ましい。

資料の取り込みは、OCRを利用する。文字データとして認識を行うのと、画像として取り込む方法を併用する。「数学公式ハンドブック」では画像取り込みが主であったが、OCRの段階で画像修正を行った。ワードでは画像の大きさを、横幅に合わせて調整してくれる。OCR段階で本文より、見出し用語を5,6文字程度に3,4行に重ねて耳をつける。数学公式ハンドブック17ページから例を挙げよう。

等差数列  
の一般項

初項  $a$ 、公差  $d$  の等差数列の一般項は  $a_n = a + (n-1)d$

本文中の「等差数列の一般項」を取り出して、左にタグ見出しとして画像段階でコピーした。読みやすい文章を作成するには、冗長性や、遊び（トビ即余白）が必要になる。人間は専門分野において、記述中の重要語を一瞬にして見つけることができる。これをフル活用すれば容易に編集が出来る。筆者自身でそのタグ見出しを利用して、画像の順や、書き込みを変更できる。

これは、一種の知的作業であり、編集する画面OCRとベースとなるワードとの同時表示をする（2画面表示をする）ことで効果が大きくなる。

### 1 3) インターネットからの原稿への取り込み

ホームページから資料を直接取り込む場合もある。最新のデータとして物語り部分（ストーリー）に追加する場合などである。しかし直接、カットアンドペーストを行うと、文字サイズ、フォント、カラー、背景が変わり、見辛く、編集しにくくなる。

そもそも、追加する適切なデータを見つける事さえ困難である。その為に、サーチエンジンをコントロールする（統合する）、インターネット忍者等（ナマズも同様であるかもしれない）でタイトルと同時に表示される内容文字数を増やし、そこから直接データを拾う。Mathematica の広告を拾ってみよう。そのままと下のように見辛い。

#### 「Mathematica 4.2 for Student

##### ● 数学・数式処理のエキスパート

数値計算、数式処理、グラフィックス処理が統合された、数学その他の応用分野のための汎用ソフトウェアです。Student版は、Mathematicaのすべての機能をお使いになれる学生

専用のソフトウェアです。Student版であっても機能的な制限はありません。」

(ホームページから直接に取り込んだ場合そのフォントの比率がそのまま残る。)

理論、マニュアルを全文取り込む必要は少ない。むしろ見出しや、用語の使い方の例の提示で終わることが多いので下のような尻切れトンボで十分な場合もある。

#### 「Mathematica 4.2 for Student | ● 数学・数式処理のエキスパート | 数値計算、数式処理、

グラフィックス処理が統合された、数学その他の応用分野のための汎用ソフトウェア...」

### 数学サブノート設計と作成、印刷方法の現況

(サーチエンジンから取り込むと本文と同じ比率となる。)

これは本文と同じフォントになっている。

#### 14) サブノートにヒントの追加

追加すべきヒントは、尻切れトンボの計算式の主要部分だけでよい。計算が困難な場合、気力、想像力を奪われる場合が多い。公式集的な抽象的なフォームで与えると、全体を見渡す、想像力を働かす事が出来る。不定積分より高いレベルでは、Mathcad、それより低いレベルではカルキングを用いるのがよい。例として立法和の公式を書き込んでみよう。

$$\sum_{k=1}^n k^3 = \frac{1}{4}n^2 + \frac{1}{2}n^3 + \frac{1}{4}n^4 = \frac{1}{4}n^2(n+1)^2$$

これはカルキングで計算も含めて15秒程度である。

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n k^7 &= \frac{1}{12}n^2 - \frac{7}{24}n^4 + \frac{7}{12}n^6 + \frac{1}{2}n^7 + \frac{1}{8}n^8 \\ &= \frac{1}{24}n^2(n+1)^2(3n^4 + 6n^3 - n^2 - 4n + 2) \end{aligned}$$

等も容易に挿入できる。

#### 15) 文書の保管と配布

この様に作成した、教材は、確かに最新的话题を取り入れることが出来る。しかし長期に渡った整理をするには、アクロバットファイルにして、CDROMに山積みして、配布も、そのまま配布して、利用法の注意があれば後日に、E-mailをした方が役に立つ。更に、ハイパーリンクをつけることによりゲーム感覚の教材が短時間で作成できる。

#### 16) 最後に

教材作成については、近年格段にソフト類が進歩して、労力の無駄を回避できる様になった。

本当の教材は、教官、更には先人の数学に対する感性である。教官が無駄な苦勞をしているのでは学生、学習者はこの苦勞を感じ取ってしまい、計算に対する嫌悪感が出てしまう。本来、感じるということ自体が感性なので、感じ取った時点で学習の目的は達成するはずである。実際は上記のようにそれが上手くいってない。パソコンを使うことにより、この間性を育てることが最重要な課題となる。

その為には、今後は印刷媒体だけでなく、動画、ロールプレイ等にも踏み込んでいきたい。

#### 参照

1. マニュアルバイブル エドモント。H. ワイス 小林敦訳 啓学社
2. エクセル 2002 オフィシャルマニュアル Mark Dodge、Craig Stinson 日経BPソフトプレス
3. 数学が育っていく物語 線形性 志賀浩二 岩波書店
4. 数学公式ハンドブック 小山高専教材
5. 基礎数学 田河生長他 大日本図書

〔受理年月日 2003年9月30日〕

