

数式表現入門

横田 壽

Contents

1	コンピュータ上で数式を表現する	3
1.1	数式を用いて文章を書く	3
1.2	TeX Live 2013 のインストール	4
1.3	TeX のインストール (現在は使われていない)	4
1.4	LaTeX の記述法	5
1.4.1	数式の記述法	6
1.4.2	TeX の文書に HTML 文書を含める	6
1.5	Windows で latex2html を使う	7
1.5.1	TeX で参照	7
1.5.2	latex2html でハイパーリンク	7
1.6	Windows でしおり付き pdf ファイルを作成	7
1.6.1	pdf でハイパーリンク	8
2	Windows2003Server で Web サーバの設定	9
2.1	IIS サーバの設定	9
2.2	「プログラムの追加と削除」設定	9
2.3	WEB サービス拡張設定	9
2.4	IIS で PerlScript	10
3	ブラウザに簡単に数式を表示	13
3.1	mimetex.dll のインストール	13
3.2	mimetex を使う	13
3.3	MathML, OpenMath を使う	13
4	手書き数式表現	15

Chapter 1

コンピュータ上で数式を表現する

1.1 数式を用いて文章を書く

サイエンスの分野に関わらず，数式を用いて物事を表現することは，いまや当たり前のことです．また，文章を書くのにコンピュータを用いることも当たり前になってます．しかし，この当たり前のことを行おうとすると，突然目に見えない障害が立ちはだかっていることを皆経験していると思います．

1980年の初頭まで，コンピュータで数式を用いた文章を書くには，数学記号，ギリシャ文字等を別々に用意してそれらを文章中に差し込むという方法を取っていました．しかし，分数のように，一行に納まらない場合，とても見苦しいものになってしまいました．

このことを解決すべく生まれたのが，D.Knuth 教授による TeX です．TeX で書いた数式を下に示します．

$$\frac{x^2 + 1}{3x^3 + 1}$$

このような数式を TeX で書くにはどうすればよいのか順を追って説明します．

1. エディタを用意して，

と書き，名前 (例えば，foo.tex) を付けて保存します．このとき，拡張子は.tex となります．1 行目の

と入力し Enter キーを押して実行します．すると，エラーがなければ，foo.tex のあるフォルダに foo.dvi, foo.log, foo.aux のファイルが作成されます．

2. 作成されたファイルを画面に表示するには，dvi ファイル (device independent ファイル) を読み込んで表示するためのソフトが必要です．ここでは，Windows で最もよく用いられている dviout を使って，画面に表示します．コマンドプロンプトから

と入力し Enter キーを押して実行すると，dviout の画面が開き，
のように表示されます．

これらのことを行うには，次の節で紹介する TeX インストールにしたがって，TeX をインストールする必要があります．

1.2 TeX Live 2013 のインストール

2013年6月18日に、日本語も使える TeX がリリースされました。TeX View 2013 は文書作成だけでなく、プレゼンテーション、ポスター作製にも用いることができる優れたものです。TeX Live 2013 では、TeX ファイルから直接 PDF ファイルを作成する pdfLatex が標準装備されています。では、インストールの方法を順に説明します。

1. TeX Live 2013 のインストール
2. 日本語が使えるように設定
エディタをインストールしていないので、スタート画面で右クリックし全てのアプリケーションを表示する。これで日本語が使えるようになった。
3. 実際にプレゼンテーションのファイルを作成してみる。

1.3 TeX のインストール (現在は使われていない)

前節で、TeX の簡単な使い方を紹介しました。そこで、ここでは、前節で用いたコマンド (latex, dviout) を自分のコンピュータで使えるようにするための設定について説明します。

Windows に TeX をインストールする最も簡単な方法は、阿部紀行氏の作成したを用いる方法です。

順を追って説明します。

1. 阿部氏のページから
2. **kakuto3.exe** を使って TeX のインストール
3. **dviout, Ghostscript, GSview** のインストール設定
4. ファイルのダウンロード中が表示され、数十秒 (ネットワークにより異なる) でインストール画面になります。
5. **Ghostscript** がスクリプトがすでにインストールされている場合、アンインストールします。はいをクリックすると、アンインストールの画面がでますので、Uninstall をクリックします。Uninstall successful とでたら、exit ボタンをクリックします。
6. **AFPL Ghostscript Setup** の画面で Install ボタンをクリックすると、setup log が表示されます。
7. **GSview** がすでにインストールされていると、アンインストールしますかと出るので、はいをクリックし、アンインストールします。
8. **GSview** のインストール
9. **dviout** がすでにインストールされている場合、アンインストールをクリックします。

10. ここまでうまくいけばインストールの完了とでるので、完了ボタンをクリック
11. 再起動をします.
12. 再起動したら、スタート→マイコンピュータ→右クリックでプロパティ→詳細設定タブをクリック.
13. dviout をコマンドプロンプトから使えるようにするには、最後にコマンドプロンプトを終了して、もう一度立ち上げる必要があります.

これで、TeX でコンパイルし、dviout を使って表示することができます.

1.4 LaTeX の記述法

TeX は Donald Knuth 氏によって開発されたことはすでに述べました. この TeX をもっと簡単に書くためにマクロを用意したのが Leslie Lamport 氏で LaTeX とよばれています. ここでは、LaTeX の記述法の話をしてします.

LaTeX を用いると、数式を含んだ文書をそのまま製本できるところまで美しく仕上げることができます. しかし、ここでは、あくまで LaTeX を用いた数式表現についての話にとどめます.

LaTeX で数式を表す方法は 6 通りあります.

1. 文中で数式を記述するときは、式の最初と最後を \$ 記号で囲みます. 例えば,
Euler の公式 $e^{-i\pi} + 1 = 0$ は人類の英知の結晶である.
と表示したい場合,
と記述します.
2. 式を独立させて書くときには、式の最初と最後を \$\$ で囲むか、と書きます. すると,

$$e^{-i\pi} + 1 = 0 \quad (1.1)$$

と表示されます.

3. 複数行に渡る式に番号を付けたいときには,
と書きます. すると,

$$e^{-i\pi} + 1 = 0 \quad (1.2)$$

$$e^{i\pi} - 1 = 0 \quad (1.3)$$

と表示されます.

4. 複数行に渡る式に番号を付けたくないときには,
と書きます. すると,

$$e^{-i\pi} + 1 = 0$$

$$e^{i\pi} - 1 = 0$$

と表示されます.

5. 複数行に渡る式の中のある式には番号を付けたくないときには、
と書きます。すると、

$$\begin{aligned} e^{-i\pi} + 1 &= 0 \\ e^{i\pi} - 1 &= 0 \end{aligned} \tag{1.4}$$

と表示されます。

1.4.1 数式の記述法

1.4.2 TeX の文書に HTML 文書を含める

TeX のコマンドのなかに、
ここまでできたら、次のことを実行します。

1. コマンドプロンプトを開き、foo.tex が置いてあるフォルダに移動します。
2. **platex foo.tex** と入力し Enter キーを押して実行します。
3. エラーが出なければ、**dviout foo.dvi** と入力し Enter キーで実行します。
4. dviout が動き、TeX ファイルが dvi ファイルに変換され表示されます。
5. 表示されたものをよく見ると、これで、ActivePerl のインストールができました。
6. l2h-netpbm のインストール
l2h-netpbm を阿部修氏のページ
この2つがインストールできたら、
7. latex2html のインストール
次のステップが大事です。

(1)

(2) 160 行目に移動し、

```
$prefs{'ICONPATH'} = 'http://next1.msi.sk.shibaura-it.ac.jp/icons';
```

のように自分のホームページのサイトの下の icons フォルダを指定します。これは、latex2html により作成されたファイルには、next ボタンや previous ボタンが付きますが、これらが参照するためのファイルの場所指定です。

(3) コマンドプロンプトを開き、
と打ったら Enter キーで実行します。

(4) このとき、checking for iniptex...no などとでますが、

```
checking for html4-check... no
checking for ppmtjpeg... no
checking for anytopnm... no
checking for bmptoppm... no
checking if multiple pipes work... no
```

以外のチェックで yes となっていれば、うまくインストールできています。

- (5) コマンドプロンプトで `install` と入力し Enter キーで実行します。
- (6) Have a lot of fun with LaTeX2HTML! と表示されたら終了

この方法で `latex2html` をインストールすると、沢山のユーザが困っている画像に下線が入るなどの問題は起きません。これで、`latex2html` が使えるようになったので、実際に使ってみましょう。

1.5 Windowsでlatex2htmlを使う

先ほど用意した `foo.tex` ファイルを用います。

1. `foo.tex` ファイルがあるフォルダに移動
2. Doing section links ... のあと、Done と出たら終了です。
3. `foo.tex` のあるフォルダに移動
`foo` という名前のフォルダができています。
4. `foo.html` を開く

数理情報研究室に下線があり、リンクが張ってあります。クリックすると、私のホームページに進みます。

ここまでで、数式を含んだ文書を TeX で記述し、`latex2html` で HTML ファイルに変換する方法について学びました。これだけでも、今まで作成した TeX ファイルを HTML ファイルに変換し、ホームページで公開することができます。TeX ファイルを変換しホームページに公開する方法として、pdf ファイルに変換する方法もあります。次に、その説明をします。

1.5.1 TeXで参照

TeX では、数式をあとで参照するときに、数式を
と記述し、文章中で、この公式を参照するときには、
と書きます。すると、次のように表示されます。

これは、伝達媒体として紙を用いているときには、有効な方法ですが、コンピュータを用いている場合は、もっと良い方法があります。

1.5.2 latex2htmlでハイパーリンク

TeX では用いなかったコマンドで `latex2html` では良く用いるコマンドにリンクを張るための

に書き換えます。

ここで、TeX をコンパイルした後、`latex2html` にかけて

1.6 Windowsでしおり付きpdfファイルを作成

`dvipdfmx` は TeX インストーラで TeX をインストールしたときに、すでにインストールされ使える状態になっています。問題は、日本語に対応したしおり付きの pdf をどう作るかです。ネット上に色々書いてありますが、ここでは、最も簡単な方法を紹介します。

1. 先ほど用意した, `foo.tex` を開き
さらに,
2. コマンドプロンプトから **`platex foo.tex`** と入力し Enter キーで一度コンパイルします.
3. もう一度コマンドプロンプトから **`platex foo.tex`** と入力し Enter キーで一度コンパイルします.
4. コマンドプロンプトから **`dvipdfmx foo.dvi`** と入力し Enter キーで実行
5. `foo.tex` のあるフォルダを開くと, `foo.pdf` ファイルができています.
6. `foo.pdf` を開くと, しっかりと日本語のしおりがついています.

1.6.1 pdfでハイパーリンク

リンクを張るには

のように用います. ただし, これでは, 問題と解答が同じページにあり, リンクを張っているのが分からないので, 改ページのコマンド

これで, もう一度 `foo.tex` をコンパイルし, `dvipdfmx.dvi` を実行すると,

Chapter 2

Windows2003ServerでWebサーバの設定

2.1 IISサーバの設定

大学では、UNIX環境が一般的なので、Windows上でWebサーバを立てることはあまりありません。しかし、大学とはいえユーザの多くは、Windowsマシンを使っているのが実情です。そこで、ここでは、IISサーバの設定について説明します。ApacheサーバもWindows上で動きますが、Windowsでは、IISの方がうまくいきます。

サーバ構成ウィザードの設定

1. 「スタート」→「管理ツール」→「サーバの構成ウィザード」でサーバの構成ウィザードの開始
2. 次へボタンをクリック
3. 次へボタンをクリック
4. カスタム構成のラジオボタンをクリックし有効にし、次へボタンをクリック
5. WEBサーバのsetupなので「アプリケーションサーバ」を選択
6. 「FrontPageサーバ構成」を有効・「ASP.NET」を有効

これだけでは、IISサーバは完全ではありません。次の節に進んでください。

2.2 「プログラムの追加と削除」設定

詳細設定までは、上記「構成ウィザード」からは実施できません。別途「プログラムの追加と削除」より追加setupを行います。

2.3 WEBサービス拡張設定

IISによるASPを使ったWebサーバの機能を有効にするには、

1. 「スタート」→「管理ツール」→「インターネットインフォメーションサービス (IIS) マネージャ」で開始
2. サービス拡張をクリック
3. 「ActiveServerPages」と「ASP.NET」を許可する.
4. Web サイトを開いて「規定の Web サイト」を右クリックで「プロパティ」を選択
5. 「ホームディレクトリ」タブを押して、「構成」ボタンをクリック
6. 「オプション」タブを開くと

これで、Windows2003Server で、Web サーバを起動することが可能となりました。実際に Web サーバが起動しているか、確認します。

1. 以下の文書をエディタで記述し、test.html と名前をつけて、wwwroot の下に保存します。
2. 保存ができれば、IE(インターネットエクスプローラ)を立ち上げ、test.html をひらきます。

2.4 IIS で PerlScript

TeX インストーラで TeX をインストールすると、ActivePerl がインストールされます。Perl は UNIX 系の Web サーバでクライアントとのやり取りに最初に用いられてインタープリタ言語です。文書処理に適していたため、現在でも UNIX 環境では多く用いられています。しかし、これを Windows 環境で用いるのは問題があります。Perl を Windows 環境で用いるのなら、CGI ではなく ASP との連携で用いるのがよいでしょう。

まず、PerlScript が使えるように設定します。

1. 「スタート」→「管理ツール」→「IIS マネージャ」で IIS マネージャを起動します。
2. 「ローカルコンピュータを開く」→「Web サイトを開く」
3. 「規定のサイトで右クリック」→「新規作成」→「仮想ディレクトリ」
4. 次へボタンをクリック
5. エイリアスに PerlScript と記入し、次へボタンをクリック
6. マイコンピュータを開き、Inetpub の下に PerlScript というフォルダを作成
7. 参照ボタンを押し、
8. ASP などのスクリプトを実行するを有効にし、次へボタンをクリック
9. 完了ボタンをクリック

10. 次に、以下のテキストをエディタで記入し、hello.asp と名前を付けて、
11. 最後に、ブラウザを起動し hello.asp を起動します。

Chapter 3

ブラウザに簡単に数式を表示

3.1 mimetex.dll のインストール

数式をブラウザ上で表示する最も簡単な方法は、現在のところ mimetex を用いる方法である。mimetex を Windows で簡単に用いることができるように、mimetex.dll を Sytelus 氏が作成し、公開している。

- 1.
2. Eq2img_all.zip を展開すると、Eq2img というフォルダがあるので、このフォルダを IIS サーバの wwwroot フォルダにコピーする。
3. 「スタート」 → 「コントロールパネル」 → 「管理ツール」

3.2 mimetex を使う

1. エディタを用いて次のような HTML ファイルを作成する。
2. 作成したファイルに foo.html と名前をつけて wwwroot の下に保存する。
3. IE を立ち上げ、

3.3 MathML, OpenMath を使う

ここで紹介するのは、これまでの数式の表示方式と違い、数式を画像ではなく、構造により表示する方法です。これは、HTML から XML への移行により可能となったものです。例えば、MathML で $x^2 + 1$ を表現しようとするとき、
のように記述しなければなりません。さらに、IE のブラウザでは表示できないので、プラグインとして、をインストールする必要があります。

また、TeX の書き方に慣れているものにとっては、辛いものがあります。そこで、当然、TeX から MathML に変換してくれるソフトを期待するところですが、なかなかフリーのものが出てきません。フリーでないものならば、

このように、記述法はキーボードで記述するのに適した方法ではありません。しかし、これらが数学の教育に与える影響は非常に大きいことが推測できます。この方式を用いればコンピュータを使った学習で、式のどこを間

違えたかを見つけることができるようになるはずです。これは、これまでの latex2html, mimetex との大きな違いです。

もう一つ、式の途中の間違いを見つけることができる方法に、手書き数式認識があります。数式をペンで紙に書くように、マウスやペンタブレットを用いて数式を書く方法です。この手書きと MathML を融合させると、素晴らしい教育支援システムが開発できそうです。そこで、次章では、手書きを用いて数式を表すことについて説明します。

Chapter 4

手書き数式表現

時間ができたら追記します。