

## MathML による数学関連ウェブサイトの作成

寺尾 敦

### 1. はじめに

ウェブ技術の標準化を進めている W3C (The World Wide Web Consortium) は, ウェブページで数式を表示するために, XML ベースの数式記述言語である MathML を開発した. 1998 年 4 月に MathML 1.0 が, 2001 年 2 月に MathML 2.0 が W3C 勧告として公表されている. 2007 年 11 月時点では MathML 2.0 が最新版 (3.0 は開発中) であり, 詳細な仕様は W3C のウェブサイトに掲載されている (<http://www.w3.org/TR/MathML2/>). W3C ウェブサイトでの MathML のトップページは <http://www.w3.org/Math/> である. MathML を用いることによって, ブラウザでかなり自由な数式表示を行うことができる.

本稿では, MathML を用いて数学関連ウェブサイトを構築するときの, ソースファイルの記述方法を紹介する. 本稿の記述は 2007 年 11 月時点のウェブ環境に基づいており, 将来的には修正・変更を行うべき箇所が含まれることに注意願いたい. 本論文に加筆・修正を加えたものを, 以下のウェブページで公開する.

<http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/math/mathml/mathculture07.html>

<http://homepage3.nifty.com/~terao/mathml/mathculture07.html>

<http://www.cc.aoyama.ac.jp/user/t41338/mathml/mathculture07.html>

### 2. 文書の構造

MathML を用いたウェブページのソースファイルは, MathML による数式記述を XHTML 文書の中に埋め込んだ形をとる. つまり, MathML による数式記述以外の部分は XHTML 文書を記述すればよい.

ソースファイルの拡張子は.xml とする. よく用いられる.html という拡張子を用いると, ブラウザでの表示がうまくいかないことがある.

MathML を含んだ XHTML 文書のテンプレートを表 1 に示す. このテンプレートは, 著者が作成したもので, 以下の URI から入手できる. 「MathML を用いた文書のテンプレート」というリンクをたどっていただきたい.

[http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/math/mathml/mathml\\_index.html](http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/math/mathml/mathml_index.html)

[http://homepage3.nifty.com/~terao/mathml/mathml\\_index.html](http://homepage3.nifty.com/~terao/mathml/mathml_index.html)

[http://www.cc.aoyama.ac.jp/user/t41338/mathml/mathml\\_index.html](http://www.cc.aoyama.ac.jp/user/t41338/mathml/mathml_index.html)

このテンプレートで記述されている内容について順に説明する.

表1 MathML を用いるためのソースファイルのテンプレート

---

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift-JIS"?>

<!DOCTYPE html
PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1 plus MathML 2.0//EN"
"http://www.w3.org/Math/DTD/mathml2/xhtml-math11-f.dtd">

<?xml-stylesheet type="text/xsl"
href=" mathml.xsl の URI をここに書きます"?>

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
xml:lang="ja"
xmlns:pref="http://www.w3.org/2002/Math/preference"
pref:renderer="mathplayer-dl">

<head>
  <meta http-equiv="Content-Type"
content="application/xhtml+xml; charset=Shift_JIS" />
  <title>ここにページのタイトルを書きます</title>
  <meta name="description"
content="ページの内容について短く記述します" />
  <meta name="keywords"
content="キーワードを並べます, キーワード 1, キーワード 2" />
  <base href="基準 URI を指定する場合はここで指定します" />
</head>

<body>

<p>数式の例です . </p>

<blockquote>
  <math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
    <msup>
      <mi>x</mi> <mn>2</mn>
    </msup>
    <mo>+</mo> <mn>9</mn> <mi>x</mi>
    <mo>=</mo> <mn>0</mn>
  </math>
</blockquote>

</body>

</html>
```

---

## 2.1 XML 宣言

MathML は XML ベースの数式記述言語であるので、文書の最初に

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
```

という XML 宣言を必ず入れる。

XML のバージョン情報である `version="1.0"` は、この宣言での必須属性である。テキストエディタなどでソースを記述するときには、この宣言の前に空白行や空白スペースが存在するとエラーが生じるので、1 行 1 列目から宣言の記述を始める。

バージョン情報に続いて、`encoding` 属性でエンコードに用いる文字セットを指定する。日本語の Windows および Macintosh での標準文字コードセットはシフト JIS なので、これらの環境で作成した XML 文書では `encoding="Shift_JIS"` と記述する（理想的には UTF-8 で文書作成することが望ましい）。`encoding` 属性で指定された文字コードと、文書を保存するとき用いる文字コードは一致していなければならない。

## 2.2 文書型定義の宣言

XML 宣言に続いて文書型定義 (DTD: Document Type Definition) の宣言を行う。文書型定義は文書構築に使用する枠組みを明示するものである。すなわち、その文書（ここではウェブサイトのソースファイル）がどのような文法にしたがって書かれているかを記述するものである。MathML を含んだ文書は、MathML のための DTD によって、その文法的な妥当性が保証されなければならない。具体的には、W3C による MathML 勧告にしたがって (<http://www.w3.org/TR/MathML2/appendixa.html#parsing.usingdtd>)、次のように宣言を行う (A.2.3 MathML as a DTD module というセクションを見よ)。

```
<!DOCTYPE html  
PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1 plus MathML 2.0//EN"  
"http://www.w3.org/Math/DTD/mathml2/xhtml-math11-f.dtd">
```

DOCTYPE html という部分は、これから HTML の文書型の宣言を始めるということの意味している。html は文書型名である。これは必ず小文字で書く。HTML 文書では文書型名を大文字で表記するが、XHTML では小文字で表記しなければならない。一般に、文書型名は作成する文書のルート要素の名前と一致していなければならない。MathML を含んだソースは、`<html> </html>` という 2 つのタグで囲まれた html 要素をルート要素とし、その下に様々な要素を入れ子で含むツリー構造になっている。

実質の文書型宣言は公的公開識別子 (FPI: Formal Public Identifier) とシステム識別子 (System Identifier) から構成されている。

```
-//W3C//DTD XHTML 1.1 plus MathML 2.0//EN
```

が公的公開識別子、

```
http://www.w3.org/Math/DTD/mathml2/xhtml-math11-f.dtd
```

がシステム識別子である。

公的公開識別子の前についている PUBLIC という記述は、宣言される文書（ここでは

DTD) が一般に公開されたものであることを示す。公的公開識別子は宣言される文書の内容を示しており、ここでは「W3C によって公開された、XHTML 1.1 と MathML 2.0 のための、英語 (EN) で書かれた DTD である」という意味である。

システム識別子は宣言された文書がどこにあるのかを示す。具体的には、DTD ファイルの URI を記述する。

### 2.3 XSLT スタイルシート参照

スタイルシートはウェブページの視覚的あるいは音声的表現を記述するものである。一般に、HTML や XHTML 文書は情報の構造と内容を記述するものであり、情報をどのように表示するかは指示しない。スタイルシートの役割は情報の表現を指定することである。

MathML を含んだ XHTML 文書をブラウザで適切に表示させるためには、W3C が提供している `mathml.xsl` というスタイルシートを用いる。このスタイルシートは <http://www.w3.org/Math/XSL/mathml.xsl> から入手できる。

スタイルシートを XHTML 文書に関連づけるためには、以下に示すように、`xml-stylesheet` という処理指示を記述する。この関連づけの方法は W3C 勧告として 1999 年 1 月に公表されたものである (<http://www.w3.org/TR/xml-stylesheet/>)。

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
href="mathml.xsl の URI をここに書きます"?>
```

`type` 属性は参照するスタイルシートが XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformations) スタイルシートであることを示している。XSLT は XML 文書を他の文書形式に変換するための技術である。

`mathml.xsl` の URI は <http://www.w3.org/Math/XSL/mathml.xsl> なので、

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
href="http://www.w3.org/Math/XSL/mathml.xsl"?>
```

と書けばよいはずなのだが、じつはここにひとつ Internet Explorer 特有の問題がある。Internet Explorer は、表示する XHTML 文書が置かれているサーバ (正確にはドメイン) 以外の場所にある XSLT スタイルシートを読み込まない (<http://www.w3.org/Math/XSL/> の Microsoft Internet Explorer Security というセクションを参照のこと)。Internet Explorer でセキュリティの設定を変更すればこれは可能になるが、ウェブサイトの訪問者に対してセキュリティの変更を求めるのは現実的でない。そこで、XHTML 文書を置くのと同じサーバにスタイルシートを置くようにする。具体的には、<http://www.w3.org/Math/XSL/> から `mathml.xsl`、`pmathml.xsl`、`ctop.xsl`、`pmathmlcss.xsl` という 4 つのファイルを手に入れ、これをサーバに置く。そして、参照先である `mathml.xsl` の URI を `href` 属性として指定する。たとえば、筆者が作成している統計解析のウェブサイト ([http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/stat\\_top.html](http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/stat_top.html)) では、

```
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
href="http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/stat/mathml.xsl"?>
```

というように記述している .<http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/stat/> というディレクトリの下に , [mathml.xml](#) , [pmathml.xml](#) , [ctop.xml](#) , [pmathmlcss.xml](#) が置かれている .

## 2.4 <html>タグの記述

一般に , XHTML 文書では <html>タグの中で名前空間と言語コードを指定する . 名前空間は要素や属性の名前が何を意味しているのかを決める規格である . XHTML の名前空間を指定することで , この文書で用いられている要素や属性が XHTML のものであることが明示される . XHTML には <http://www.w3.org/1999/xhtml> という名前空間が与えられているので , これを指定する . 名前空間の指定は xmlns ( XML namespace ) 属性で行う . MathML を含んだ XHTML 文書では , <html>タグを次のように記述する .

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
      xml:lang="ja"
      xmlns:pref="http://www.w3.org/2002/Math/preference"
      pref:renderer="mathplayer-dl">
```

言語コードは xml:lang 属性で指定する . xml:lang="ja" は言語コードが日本語 ( ja ) であることを意味している . XHTML1.0 までは lang 属性による言語コード指定 ( lang="ja" ) をあわせて記述することが多かったが , XHTML1.1 では lang 属性が認められていないため , xml:lang 属性のみで言語コードを指定する .

最後に , MathML によって記述された数式を表示する方法の優先順位を指定する . これは , ブラウザが数式表示の方法を複数持っている可能性があるため , どの表示方法を優先するかを指定するものである . この指定には renderer という属性を用いる . この属性は XHTML の名前空間に属するものではなく , <http://www.w3.org/2002/Math/preference> という名前空間に属するものである . そこで , xmlns 属性によってこの名前空間を次のように追加する .

```
xmlns:pref="http://www.w3.org/2002/Math/preference"
```

pref は名前空間プレフィックスと呼ばれるもので , 指定される名前空間 URI の別名である . これにより , このプレフィックスがついた要素や属性は , 指定された名前空間に属するものと解釈される . ここで指定した名前空間は数式表示方法の優先順位を決めるためのものなので , preference からとった pref という名前空間プレフィックスを用いている . 名前空間を指定したら , renderer 属性によって数式表示の優先順位を決める . renderer 属性が取ることのできる値はいくつかある ( 詳細は <http://www.w3.org/Math/XSL/> の Specifying preferences というセクションを参照のこと ) . ここに挙げた例での pref:renderer="mathplayer-dl" という指定は , 必要に応じて MathPlayer というプラグインのインストールを促す . MathPlayer は Windows の Internet Explorer で数式を表示するのに用いられるプラグインである .

## 2.5 head 要素の記述

<html>タグの直後には、一般の XHTML 文書と同様に、文書の様々な特性を定義するための文書ヘッダを記述する。この記述のために、title、meta、link、base など、様々なヘッダ要素が用意されている。これらの要素は、次に示すように、<head>タグと</head>タグで囲まれる。

```
<head>
  <meta http-equiv="Content-Type"
    content="application/xhtml+xml; charset=Shift_JIS" />
  <title>ここにページのタイトルを書きます</title>
  <meta name="description"
    content="ページの内容について短く記述します" />
  <meta name="keywords"
    content="キーワードを並べます, キーワード 1, キーワード 2" />
  <base href="基準 URI を指定する場合はここで指定します" />
</head>
```

以下に、文書ヘッダの記述について簡単に内容を説明する。

最初に MIME ( Multipurpose Internet Mail Extension ) タイプの指定を行う。MIME タイプは、サーバから提供されるファイルのタイプをブラウザが識別するために用いられる。XHTML 文書での MIME タイプは、2002 年 8 月の W3C 註釈 ( <http://www.w3.org/TR/xhtml-media-types/xhtml-media-types.html> ) において、application/xhtml+xml が推奨されている。MIME タイプを指定するには、文書についての付加的情報を提供するために用意された meta 要素を用いる。meta 要素では、name 属性と content 属性、あるいは、http-equiv 属性と content 属性という組み合わせによって、様々なメタデータ ( 文書というデータについてのデータ ) を記述することができる。http-equiv 属性および name 属性は提示する情報につけられる名前 ( ラベル ) を、content 属性は情報の内容を指定する。MIME タイプを指定するためには、http-equiv 属性に Content-Type という名前を指定し、content 属性に application/xhtml+xml; charset=Shift\_JIS という値を指定する。charset=Shift\_JIS という記述は文書がどの文字コードで書かれているかを表している。文字コードは xml 宣言の encoding 属性ですでに指定してあるが、これを正しく認識しないブラウザでは文字化けを起こすことがあるため、ここでも指定しておく。

title 属性は文書のタイトルを指定する。多くのブラウザでは、ここに記述された内容はブラウザのタイトルバー ( 最上段 ) に表示される。

meta 要素によって提供されるメタデータとして有用なものに、XHTML 文書の内容についての説明とキーワードがある。文書内容の説明では、name 属性の値を description とし、content 属性に文書内容の簡潔な説明を記述する。タイトルに若干の補足情報を加えた程度の長さで記述するのが一般的である。キーワードを指定するには、name 属性の値を keywords とし、content 属性にコンマで区切ってキーワードを並べる。

## 2.6 ブラウザで表示する内容の記述

ブラウザで実際に表示される文書は body 要素の範囲内で記述する．具体的には，表示する内容を<body> </body>という2つのタグで囲む．</body>タグの後に</html>タグを入れることを忘れないようにする．

## 3．数式の書き方

MathML による数式の記述は XHTML 文書に埋め込まれる．MathML による数式記述を開始したい場所に

```
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
```

というタグを挿入し，数式記述の終わりにこのタグを

```
</math>
```

で閉じる．すべての<math>タグには，xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML" という名前空間の宣言がつけられる．名前空間を用いて XML アプリケーションを埋め込むという方法をとることで，将来どのような XML アプリケーションが登場しても，XHTML および XML そのものは仕様変更を行う必要がなくなっている．

数式の具体的な記述法については <http://www.w3.org/TR/MathML2/> に詳細な仕様が掲載されているが，これを読むのはかなり大変である．ウェブで公開されている事例を探してまねをする方が現実的だろう．たとえば，福井工業高等専門学校の辻野和彦氏による MathML Tips 集 (<http://toshichan.be.fukui-nct.ac.jp/tsujino/mathml/index.htm>) に多くの事例が集められているので，これを利用すれば相当にいろいろな数式を書くことができる．筆者が作成している統計解析のウェブサイトでは多くの数式を用いているので，ソースファイルを表示させればそれらの数式を MathML でどのように記述しているかがわかる ([http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/stat\\_top.html](http://humansci.let.hokudai.ac.jp/m/terao/stat_top.html))．和志武功久氏による「MathML 日本語情報」というページ (<http://washitake.com/MathML/>) には，ウェブに散在する MathML 情報へのリンクが多く張られている．MathML を活用して充実した数学的内容を発信しているウェブサイトには，「数学ナビゲータ」 (<http://www.crossroad.jp/mathnavi/>) や「KIT 数学ナビゲーション」 (<http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/>) などがある．

エディタなどで MathML コードを直接に書くことがわずらわしければ，数式の入力を受け付け，かつ，それを MathML のコードに変換できるソフトウェアを使うことができる．このようなことが可能なソフトウェアとして，MathType (<http://www.dessci.com/jp/>) や Mathematica (<http://www.wolfram.com/index.ja.html>) がある．MathML のコードは，数式が少し複雑になると非常に長くなるので，この方が現実的な手段かもしれない．

## 4．読者へのブラウザ準備情報

ここまで述べた方法に従えば，数式を含んだウェブページのソースファイルを書くことができる．しかしながら，これだけではブラウザに数式を正しく表示させることができない．プラグインをインストールするとか，フォントをインストールするといった，ブラウザ側の準備が必要である．この作業を行うことができるのはウェブサイトの訪問者しかない．よって，ウェブサイトの構築者は，訪問者に対して，そのウェブサイトが MathML による数式記述を行っていることを伝え，数式をブラウザに正しく表示させるために必要

な作業の情報を提供しなければならない。プラグインのインストールやフォントの追加によって MathML に対応できるようになるブラウザの一覧は <http://www.w3.org/Math/XSL/> に示されている。

現在のページが MathML を用いていることと、ブラウザを MathML に対応させる必要があるということの通知は、そのページを最初に表示したときに訪問者の目に入るようにすべきである。筆者の作成している統計解析のウェブサイトでは、MathML による数式を記述しているページの最初に、ブラウザを準備するための情報へのリンクを張っている。

## 5. まとめ

MathML を用いて数学関連ウェブサイトを構築するときの、ソースファイルの記述方法を紹介してきた。MathML はまだそれほど広く普及していないが、今後は数学関連ウェブサイト構築の際に標準となるだろう。本稿で提示したテンプレートをいれれば、数式を含んだウェブページを作成できる。数学的な内容をウェブで広く発信していただきたい。

## 参考文献

- [1] 神崎正英：ユニバーサル HTML / XHTML。毎日コミュニケーションズ，2000
- [2] 益子貴寛：Web 標準の教科書。秀和システム，2005
- [3] Musciano, C., & Kennedy, B. (著) 原隆文 (訳)：HTML & XHTML 第5版。オライリージャパン，2003

**謝辞**：北海道大学大学院文学研究科「魅力ある大学院教育イニシアティブ：人間の統合的理解のための教育的拠点」プログラムの武田知明さん，北海道大学大学院教育学研究科の宇野英樹さんには，草稿へのコメントをいただきました。

寺尾敦 (てらお・あつし)  
青山学院大学附置情報科学研究センター  
Email : VEN11600@nifty.com