

# 数式記述言語:QMath

梅谷 武

作成：2000-11-29 更新：2005-04-20

XeX で使用する数式記述言語:QMath について定める。  
IMS:20001129002; NDC:021.4; keywords:QMath, 数学記号;

## 目 次

1. 数式記述言語:QMath
  - 1.1 XML における数式記述
  - 1.2 QMath の概要
2. qt:テキスト用数式タグ
  - 2.1 概要
  - 2.2  $\_$ :下付き命令
  - 2.3  $\^$ :上付き命令
  - 2.4  $\`$ :太字命令
  - 2.5  $\_$ :平方根命令
  - 2.6  $\%$ :制御文字
  - 2.7  $\^$ :空白指定
3. qd:ディスプレイ用数式タグ
  - 3.1 概要
  - 3.2 命令の引数形式
  - 3.3 Type0 命令 ( $\%$ sqrt,  $\%$ underline, ...)
  - 3.4 Type1 命令 ( $\%$ sum,  $\%$ prod,  $\%$ int, ...)
  - 3.5 Type2 命令 ( $\%$ frac,  $\%$ srac,  $\%$ binom,  $\%$ gauss,  $\%$ jacobi)
  - 3.6 Type3 命令 ( $\%$ array)
  - 3.7 Type4 命令 ( $\%$ sin, ...)
  - 3.8 Type5 命令 ( $\%$ oplus, ...)
4. qdarray:複数行数式タグ
5. eqn:番号付き数式タグ
6. eqnarray:番号付き複数行数式タグ
7. 数学記号
  - 7.1 選定条件
  - 7.2 ギリシャ小文字
  - 7.3 ギリシャ大文字
  - 7.4 関係子

- 7.5 演算子
- 7.6 論理記号・矢印
- 7.7 その他

## 1 数式記述言語:QMath

### 1.1 XML における数式記述

TeX においては複雑な数式がテキストとして簡単に入力できるように工夫されています。これに対して、W3C の勧告である数式記述言語:MATHML は、数式を XML 構文のみを使って表現しているために、これをテキストエディタで入力することは困難です。Amaya のように専用エディタを使って MATHML を中間言語とする方法も考えられますが、XeX ではテキストエディタによる文書作成を前提としているので、XML タグ内に数式記述言語を埋め込むという方法を採用しました。これは EzMath と同じ考え方です。

### 1.2 QMath の概要

QMath は大雑把に、TeX における数式記述言語を HTML 形式で実装できる程度に縮小し、さらに一部の命令をシフト JIS 符号で置き換えられるようにしたものであるということが出来ます。

XeX には次の 5 種類の QMath 用タグがあります。

- qt 本文内に数式を埋め込む (TeX のテキスト用数式モード '\$' に対応)
- qd 本文とは別に表示領域を確保する (ディスプレイ用数式モード '\$\displaystyle\$' に対応)
- qdarray 複数行の数式をそろえて表示する (eqnarray\* 環境に対応)
- eqn qd に数式番号を付ける (equation 環境に対応)
- eqnarray qdarray に数式番号を付ける (eqnarray 環境に対応)

## 2 qt:テキスト用数式タグ

### 2.1 概要

qt タグ内では書体は Times Roman 体になり、英字はさらに斜体となります。HTML 形式では本文が sans-serif 系書体に設定されているので、数式中の英数字は本文中の英数字と明確に区別することができます。XML 文書の制約により、<の代わりに<を、>の代わりに>を使用します。&は数式タグ中では使用できません。

### 2.2 下付き命令

```
<qt>xi, x下, x{i+1}</qt>
```

$x_i, x_{\text{下}}, x_{i+1}$

## 2.3 ^:上付き命令

```
<qt>xi, x上, x{i+1}</qt>
```

$x^i, x^{\text{上}}, x^{i+1}$

## 2.4 ‘:太字命令

HTML 形式では太字に、TeX 形式では $\mathbf{\}$ 命令に変換されます。

```
<qt>Rn, ‘Rn, ‘{Rn}, ‘実数</qt>
```

$R^n, \mathbf{R}^n, \mathbf{R}^n$ , 実数

## 2.5 √:平方根命令

HTML 形式では上線を利用しますので、上付きや下付き命令を中に入れると線がくずれてしまいます。これに注意して使ってください。

```
<qt> √2, √{x2 + y2}, √{x0 + y0}</qt>
```

$\sqrt{2}, \sqrt{x^2 + y^2}, \sqrt{x_0 + y_0}$

## 2.6 \:制御文字

数式タグにおいて”\”は TeX と同様に制御文字として機能します。他の数式タグにおいてはこれに命令文字列を続けて命令として働かせることができますが、qt タグにおいては Type0, Type5 命令のみが有効で、それ以外の命令は命令文字列を太字に変換します。

```
<qt>\ , \{, \}, \%, \$, \# \\  
\sin(x) < y, y > \log(x)</qt>
```

, {, }, %, \$, #

$\sin(x) < y, y > \log(x)$

```
<qt>\sqrt{x + y}, \underline{x + y}, \overline{x + y}</qt>
```

$\sqrt{x + y}, \underline{x + y}, \overline{x + y}$

## 2.7 ~:空白指定

数式タグにおいて”~”は TeX と同様に明示的な空白指定として機能します。HTML 形式においては半角スペースに置き換わり、”\ ”は全角スペースに置き換わります。

```
<qt>a~b\ cdef</qt>
```

$a b c d e f$

## 3 qd:ディスプレイ用数式タグ

### 3.1 概要

qd タグは本文とは別の領域を確保して数式をレイアウトします。HTML 形式ではテーブルを利用して数式らしく表現します。構文は命令文字列が命令として解釈されること以外は、基本的には qt タグと同様です。構文で異なる部分は、特に HTML 形式でのレイアウトを制御するためにブロックという概念が導入されていることです。TeX 処理系と違って XeX 処理系は HTML 形式に変換する際に、数式の意味を解釈して自動的にレイアウトする機能を持ちませんので、ブロックを使って数式のレイアウトを意識的に指定する必要があります。

ブロックとは qd タグ内の連続した部分文字列であって、次のようなものです。

- `{ }` で囲まれている
- 空白文字や `{ }` を含まない
- 例外的に、命令がある場合はその引数文字列が終わるまでは、途中で `{ }` や空白文字があっても連続しているとみなす。

XeX 処理系は、HTML 形式に変換する際に、一つのブロックをテーブルの一つの升目に配置します。

### 3.2 命令の引数形式

qd タグにおける命令を、その引数形式によって次のように分類することができます。

- Type0 命令 + { 引数文字列 }
- Type1 命令 + `_`{ 引数文字列 } + `^`{ 引数文字列 } + { 引数文字列 }
- Type2 命令 + { 引数文字列 1 } + { 引数文字列 2 }
- Type3 命令 + `_`{ 左括弧文字 } + `^`{ 右括弧文字 } + { 行列文字列 }
- Type4 命令 : 引数無し
- Type5 命令 : 引数無し

### 3.3 Type0 命令 (`\sqrt`, `\underline`, ...)

`\sqrt` は `{2}` で置き換えることができます。HTML 形式における制約は qt タグと同様です。

```
<qd>\sqrt{2}, {2}</qd>
```

$$\sqrt{2}, \sqrt{2}$$

`\underline` は下線を、`\overline` は上線を引きます。

```
<qd>\underline{x + y}, \overline{x + y}</qd>
```

$$\underline{x + y}, \overline{x + y}$$

### 3.4 Type1 命令 ( $\forall$ sum, $\forall$ prod, $\forall$ int, ...)

$\forall$ sum,  $\forall$ prod,  $\forall$ sup,  $\forall$ inf,  $\forall$ limsup,  $\forall$ liminf,  $\forall$ max,  $\forall$ min があります。 $\forall$ sum は (#x8794) で置き換えることができます。これはギリシャ大文字の (#x83b0) とは異なりますので注意してください。

```
<qd> \sum_{i=0}^n x^i \ \ \prod_{i=0}^n x^i</qd>
```

$$\sum_{i=0}^n x^i \prod_{i=0}^n x^i$$

$\forall$ int は (#x81e7)、 $\forall$ int2 は (#x81e8)、 $\forall$ oint は (#x8793) で置き換えることができます。

```
<qd> \int_0^1 f(x)dx \ \ \int_D f(x,y)dxdy \ \ \oint_C f(x,y)dx</qd>
```

$$\int_0^1 f(x)dx \ \ \iint_D f(x,y)dxdy \ \ \oint_C f(x,y)dx$$

### 3.5 Type2 命令 ( $\forall$ frac, $\forall$ srac, $\forall$ binom, $\forall$ gauss, $\forall$ jacobi)

$\forall$ frac と  $\forall$ srac は分数を表現する命令です。 $\forall$ srac は HTML 形式でのみ意味を持ち、TeX 形式においては同等に機能します。 $\forall$ srac は HTML 形式において分数の高さが間延びしてしまうことを避けるために使用します。HTML 形式における  $\forall$ srac は中線として分母の上線もしくは分子の下線を使いますので  $\forall$ sqrt 命令と同様に上付きや下付きを使えないという制限があります。また  $\forall$ frac 及び  $\forall$ srac においてはその引数文字列はテキスト用数式タグで囲んだものとして扱われます。

```
<qd>\frac{1}{\sum_{i=0}^n x^i} \ \ \frac{df}{dx}</qd>
```

$$\frac{1}{\sum_{i=0}^n x^i} \frac{df}{dx}$$

HTML 形式では連分数を TeX 形式のようにきれいに表現することができません。

```
<qd>\frac{c_1}{b_1 + \frac{c_2}{b_2 + \frac{c_3}{b_3}}}</qd>
```

$$\frac{c_1}{b_1 + \frac{c_2}{b_2 + \frac{c_3}{b_3}}}$$

$\forall$ binom は 2 項係数、 $\forall$ gauss はガウス記号、 $\forall$ jacobi は平方剰余記号を表現します。

```
<qd>\binom{n}{k} \ \ \text{gauss}\{n\}\{k\} \ \ \text{jacobi}\{n\}\{k\}</qd>
```

$$\binom{n}{k} \ \ \left[ \frac{n}{k} \right] \ \ \left( \frac{n}{k} \right)$$

### 3.6 Type3 命令 ( $\forall$ array)

$\forall$ array 命令で行列を表現します。デフォルトでは列の揃え方は中央揃えですが、この命令の後に c,l,r という文字を付け加えることによって ( $\forall$ arrayc,  $\forall$ arrayl,  $\forall$ arrayr) 列の揃え方を指定することができます。引数

の`_命令`で左括弧文字を、`^命令`で右括弧文字を指定できますが、これは TeX 形式のみで有効です。HTML 形式では行列の両側の括弧を表現することができません。

```
<qd>\array_{()}^{f}{
  a_{11} ... a_{1n} ;
  : : : ;
  a_{m1} ... a_{mn} ;
}</qd>
```

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Jacobi 行列を書いてみます。

```
<qd>\array_{()}^{f}{
  \frac{ g_1}{ x_1} ... \frac{ g_1}{ x_n} ;
  : : : ;
  \frac{ g_n}{ x_1} ... \frac{ g_n}{ x_n} ;
}</qd>
```

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial g_1}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial g_1}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial g_n}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial g_n}{\partial x_n} \end{pmatrix}$$

### 3.7 Type4 命令 (`\sin`, ...)

おもに関数を表現します。`\sin`, `\cos`, `\tan`, `\sec`, `\csc`, `\cot`, `\sinh`, `\cosh`, `\tanh`, `\coth`, `\arcsin`, `\arccos`, `\arctan`, `\exp`, `\log`, `\mod`, `\max`, `\min` があります。HTML 形式では太字に変換されます。`\mod` は TeX 形式では `\bmod` に変換されます。

```
<qd>\sin x, \sin(x+y), 3 \equiv 1(\bmod 2)</qd>
```

$$\sin x, \sin(x + y), 3 \equiv 1(\bmod 2)$$

### 3.8 Type5 命令 (`\oplus`, ...)

特殊なフォントを表現します。`\oplus`, `\otimes`, `\longrightarrow`, `\longmapsto`, `\circ` があります。

```
<qd>a \oplus b, u \otimes v,
'R \longrightarrow 'C, i \longmapsto 'z, f \circ g</qd>
```

$$a \oplus b, u \otimes v, \mathbf{R} \longrightarrow \mathbf{C}, i \longmapsto z, f \circ g$$

## 4 qdarray:複数行数式タグ

`qdarray` タグは複数行の数式を縦方向に揃えてレイアウトします。一行の数式は、

- 左辺ブロック
- 関係子

- 右辺ブロック

の三つのブロックから成ります。これ続けて任意の行数の数式を表現することができます。行間は空白文字で検出しますが、強制改行”`¥¥`”を入れてもかまいません。関係子は記号や記号列からなるブロックで、これを基準にして数式を縦に揃えます。

```
<qdarray>
F^{-1} \cdot F(f)(\zeta^r) =
\sum_{t=0}^{n-1} F(f)(\zeta^t) \zeta^{-tr} \\
= \sum_{t=0}^{n-1} \left( \sum_{s=0}^{n-1} f(\zeta^s) \zeta^{st} \right) \zeta^{-tr} \\
= \sum_{s=0}^{n-1} f(\zeta^s) \left( \sum_{t=0}^{n-1} \zeta^{t(s-r)} \right) \\
= \sum_{s=0}^{n-1} f(\zeta^s) \zeta^{s(r-s)} \\
= f(\zeta^r)
</qdarray>
```

$$\begin{aligned}
 F^{-1} \cdot F(f)(\zeta^r) &= n^{-1} \sum_{t=0}^{n-1} F(f)(\zeta^t) \zeta^{-tr} \\
 &= n^{-1} \sum_{t=0}^{n-1} \left( \sum_{s=0}^{n-1} f(\zeta^s) \zeta^{st} \right) \zeta^{-tr} \\
 &= n^{-1} \sum_{s=0}^{n-1} f(\zeta^s) \left( \sum_{t=0}^{n-1} \zeta^{t(s-r)} \right) \\
 &= n^{-1} f(\zeta^r) \left( \sum_{t=0}^{n-1} \zeta^0 \right) \\
 &= f(\zeta^r)
 \end{aligned}$$

## 5 eqn:番号付き数式タグ

eqn タグは qd タグと同機能で、さらに自動的に数式番号が付きます。HTML 形式では”eqn”+”数式番号”というアンカーが埋め込まれます。

```
<eqn>S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}</eqn>
```

(1) 
$$S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

## 6 eqnarray:番号付き複数行数式タグ

eqnarray タグは qdarray タグと同機能で、さらに自動的に数式番号が付きます。HTML 形式では”eqn”+”数式番号”というアンカーが埋め込まれます。

```

<eqnarray>
{\sin{ } + \sin{ }} = {2\sin{\sfrac{ + }}{2}}\cos{\sfrac{ - }}{2}}
{\sin{ } - \sin{ }} = {2\sin{\sfrac{ - }}{2}}\cos{\sfrac{ + }}{2}}
{\cos{ } + \cos{ }} = {2\cos{\sfrac{ + }}{2}}\cos{\sfrac{ - }}{2}}
{\cos{ } - \cos{ }} = {- 2\sin{\sfrac{ + }}{2}}\sin{\sfrac{ - }}{2}}
</eqnarray>

```

$$(2) \quad \sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$(3) \quad \sin \alpha - \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$(4) \quad \cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$(5) \quad \cos \alpha - \cos \beta = - 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

## 7 数学記号

### 7.1 選定条件

XeX においては出力の HTML 形式は XHTML1.0 に準拠し、実質的な標準である Internet Explorer 5.5 と Netscape 6 で正しく表示できることと、dvi 形式は pLaTeX2e で作成することを前提としています。このため使用できる数学記号は次の条件を満たすように選びました。

1. シフト JIS 文字集合に含まれ、かつ ISO/IEC 10646 の定める文字集合に含まれること。
2. pLaTeX2e で表示できること。
3. Internet Explorer 5.5 と Netscape 6 で表示できること。

ただし pLaTeX2e で表示できる記号について、上記条件を満たさない場合でも必要なものは PNG 形式の画像としてフォントを作成し、HTML 形式で表示できるようにします。数学記号表を次のように分類して記します。

- ギリシャ小文字
- ギリシャ大文字
- 関係子
- 演算子
- 論理記号・矢印
- その他

### 7.2 ギリシャ小文字

表示	TeX 表記	UCS2	SJIS
	¥alpha	#x03b1	#x83bf
	¥beta	#x03b2	#x83c0
	¥gamma	#x03b3	#x83c1

μ	∕delta	#x03b4	#x83c2
	∕epsilon	#x03b5	#x83c3
	∕zeta	#x03b6	#x83c4
	∕eta	#x03b7	#x83c5
	∕theta	#x03b8	#x83c6
	∕iota	#x03b9	#x83c7
	∕kappa	#x03ba	#x83c8
	∕lambda	#x03bb	#x83c9
	∕mu	#x03bc	#x83ca
	∕nu	#x03bd	#x83cb
	∕xi	#x03be	#x83cc
	o	#x03bf	#x83cd
	∕pi	#x03c0	#x83ce
	∕rho	#x03c1	#x83cf
	∕sigma	#x03c3	#x83d0
	∕tau	#x03c4	#x83d1
	∕upsilon	#x03c5	#x83d2
	∕phi	#x03c6	#x83d3
	∕chi	#x03c7	#x83d4
	∕psi	#x03c8	#x83d5
∕omega	#x03c9	#x83d6	

### 7.3 ギリシャ大文字

表示	TeX 表記	UCS2	SJIS
	A	#x0391	#x839f
	B	#x0392	#x83a0
	∕Gamma	#x0393	#x83a1
	∕Delta	#x0394	#x83a2
	E	#x0395	#x83a3
	Z	#x0396	#x83a4
	H	#x0397	#x83a5
	∕Theta	#x0398	#x83a6
	I	#x0399	#x83a7
	K	#x039a	#x83a8
	∕Lambda	#x039b	#x83a9
	M	#x039c	#x83aa
	N	#x039d	#x83ab
	∕Xi	#x039e	#x83ac
	O	#x039f	#x83ad

	$\Pi$	#x03a0	#x83ae
	P	#x03a1	#x83af
	$\Sigma$	#x03a3	#x83b0
	T	#x03a4	#x83b1
	$\Upsilon$	#x03a5	#x83b2
	$\Phi$	#x03a6	#x83b3
	X	#x03a7	#x83b4
	$\Psi$	#x03a8	#x83b5
	$\Omega$	#x03a9	#x83b6

## 7.4 關係子

表示	TeX 表記	UCS2	SJIS
<	<	#xff1c	#x8183
>	>	#xff1e	#x8184
	$\leqq$	#x2266	#x8185
	$\geqq$	#x2267	#x8186
	$\ll$	#x226a	#x81e1
	$\gg$	#x226b	#x81e2
	$\subset$	#x2282	#x81bc
	$\supset$	#x2283	#x81bd
	$\subseteq$	#x2286	#x81ba
	$\supseteq$	#x2287	#x81bb
	$\in$	#x2208	#x81b8
	$\ni$	#x220b	#x81b9
	$\equiv$	#x2261	#x81df
	$\fallingdotseq$	#x2252	#x81e0
	$\neq$	#x2260	#x8182
~	$\sim$	#xff5e	#x8160
	$\propto$	#x221d	#x81e5

## 7.5 演算子

表示	TeX 表記	UCS2	SJIS
$\pm$	$\pm$	#x00b1	#x817d
$\times$	$\times$	#x00d7	#x817e
$\div$	$\div$	#x00f7	#x8180
$\cdot$	$\cdot$	#x30fb	#x8145
	$\sum$	#x2211	#x8794
	$\sqrt{\quad}$	#x221a	#x81e3

	$\forall$ partial	#x2202	#x81dd
	$\nabla$	#x2207	#x81de
	$\int$	#x222b	#x81e7
	( $\int$ ) <sup>2</sup>	#x222c	#x81e8
	$\oint$	#x222e	#x8793
	$\cap$	#x2229	#x81bf
	$\cup$	#x222a	#x81be
	$\wedge$	#x2227	#x81c8
	$\vee$	#x2228	#x81c9
	$\sphericalangle$	#x2220	#x81da
	$\bot$	#x22a5	#x81db
⊕	$\oplus$	#x2295	#x8853
⊗	$\otimes$	#x2297	#x8855

## 7.6 論理記号・矢印

表示	TeX 表記	UCS2	SJIS
¬	$\forall$ forall	#x2200	#x81cd
	$\exists$ exists	#x2203	#x81ce
	$\neg$	#xffe2	#x81ca
	$\therefore$	#x2234	#x8188
	$\because$	#x2235	#x81e6
	$\leftarrow$	#x2190	#x81a9
	$\uparrow$	#x2191	#x81aa
	$\rightarrow$	#x2192	#x81a8
	$\downarrow$	#x2193	#x81ab
	$\Rightarrow$	#x21d2	#x81cb
	$\Leftrightarrow$	#x21d4	#x81cc

## 7.7 その他

表示	TeX 表記	UCS2	SJIS
...	$\cdots$	#x2026	#x8163
	$\infty$	#x221e	#x8187
		#x2225	#x8161