

## プロジェクト・研究活動支援のための e-Learning システム (数式表示付き)の構築

江見 圭司<sup>†</sup> 仲 信幸<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 金沢工業大学情報フロンティア学部 〒921-8501 石川県野々市町扇が丘 7-1

<sup>‡</sup> 金沢工業大学大学院工学研究科 〒921-8501 石川県野々市町扇が丘 7-1

E-mail: <sup>†</sup> emi@infor.kanazawa-it.ac.jp, <sup>‡</sup> pierrot@venus.kanazawa-it.ac.jp

あらまし 小規模な組織 (5~15人) で、たとえば部署や研究室でプロジェクトをやりながら、学習も行うことを支援するシステムを構築した。研究室と実験室が離れていても、ウェブカメラで確認しながら実験したり議論したりできる。2画面を使用する。今回数式表示部分も追加した。

キーワード プロジェクト活動支援、小規模、テレビ会議、2画面、MathML

## Development of an e-Learning System for supporting Project Activities and Research Activities with MathML

Keiji EMI<sup>†</sup> Nobuyuki NAKA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> College of Human and Communications, Kanazawa Institute of Technology 7-1 Ohgigaoka, Nonoichi, Ishikawa, 921-8501 Japan

<sup>‡</sup> Kanazawa Institute of Technology 7-1 Ohgigaoka, Nonoichi, Ishikawa, 921-8501 Japan

E-mail: <sup>†</sup> emi@infor.kanazawa-it.ac.jp, <sup>‡</sup> pierrot@venus.kanazawa-it.ac.jp

**Abstract** In a small scale group with 5-15 members (for instance, one section in a company or one laboratory in a college), they often learn things with doing project activities or research activities. We have developed a system for supporting their activities or learning. Even if their laboratory and experiment laboratory are separated, they can experiment and discuss with web cameras. In this system, we use a dual display system. This time, the MathML function has been added.

**Keyword** project-supporting, small scale, TV conference, dual display, MathML

### 1. はじめに

今回、我々が研究開発した e-Learning システムは、2画面式ディスプレイを用いて対面性を追及したプロジェクト学習支援システムである。プロジェクトの進行と学習を並行して行うためのシステムである。近年、学会や産業界などで e-Learning の重要性が問われている。産業界では企業競争力強化のため、社員教育に e-Learning を使用している企業も存在し、大学などでもこれらを使用した講義も行われている。しかし現状の e-Learning システムでは、プロジェクトメンバー同士とのコミュニケーション不足によって臨場感や緊張感、つまり対面性が欠如していることを考慮しているとは言えず。我々はこれら現状のシステムに欠けている対面性を追及し現状のシステムの問題点を解決することで e-Learning を用いた学習効率の向上を目指した。

### 2. E-Learning システムは講義用のみか？

#### 2.1. 多人数向けの e-Learning システム

これまでの e-Learning システムとは、現在教育的位置づけや E-learning を用いた Web サイトが研究されており、思いつくまま e-Learning と呼ばれる学習形態を列挙すると、

「インターネット (テレビ電話) を用いたチャット形式の授業」、「電子メールを用いた通信教育」、「インターネット経由でのビデオ画像配信」、「JavaScript を用いたウェブ上での教育支援プログラムを用いた自学自習」等がある。しかしこれらはどれも教育というコンセプトの元に成り立っている。つまり、「授業を受け、授業を補完する」ことが目的である。そして、どれも対象者数は多人数である。

## 2.2. 小規模組織向けシステム

研究機関やIT業界では「学習」という行為は日常的に行われる。日々新しい技術や論文が生産されており、そのうえで研究やプロジェクトを進めなければならない。ベテランの研究者や技術者でも日々学習の毎日である。新人の教育もしなければならない。問題は、対象となる知識が専門的で、対象者数が少ないことである。加えて、「学習すること」が仕事ではなく、「研究成果をあげる」ことや「プロジェクトを遂行すること」が目的である。

このように考えると、我々の目指すシステムはプロジェクトの遂行を支援しながら、その遂行の過程で学習していくといった新しい形の e-Learning システムを開発する必要がある。

## 2.3. プロジェクト支援と学習

プロジェクト支援とは、プロジェクトを遂行していく上で必要になってくる情報の提供やプロジェクトメンバー同士の情報交換などを行なうことである。

そこでプロジェクトの進行と学習をバックアップできる e-Learning システムがあれば、場所に関係無く個人の能力のレベルアップを促進しながら仕ことも両立することができる。以下の2点に注目して開発を進めた。

- (1)プロジェクトメンバーの情報の共有化
- (2)プロジェクトメンバーの知識の底上げ

(1)はコミュニケーションと言い換えることができる。「情報の共有化」と言っても、プロジェクトの進行状況、プロジェクトメンバーのスケジュール管理なども含んでいる。プロジェクト支援部分である。第3節で述べる。

(2)は学習支援部分といえる。従来の e-Learning との違いは学習対象者が少人数（5～15人程度）であることが異なっている。第4節で述べる。

本システムはプロジェクト学習に利用することも可能である。プロジェクト学習とは、本学の工学設計[1]のように与えられたプロジェクトによって受講者達がチーム単位で、プロジェクトの進行を学習することといい、最近あちらこちらの大学でこの種の授業が行われつつある。IT系の専門職大学院でも行われる[2]。

## 3. 情報の共有化

### 3.1. システムの概要

Windows 2000 Server を使用して構築した。Windows Server 2003 でも動作は確認している。コミュニケーションシステムの構築のために、サーバーにはマクロメディア社の Flash Communication Server (以下 FCS) を載せてその上でプログラムを書いて動かしている (図 1、

参照)。FCS は Personal 版 ver1.0 を使用した。FCS は Linux サーバ用もある。クライアント側は、Flash Player のインストールとウェブカメラの装着が必要であるがそれ以外には何も要らない。ウェブアプリ形式である。ウェブカメラは Sony VAIO についているものでも動作する。

今回、Flash を使用したのは、ウェブカメラの制御が容易であるからだ。Flash を使うメリットは、高価な周辺機器を必要とせず、

ECMA-262 仕様に基づいた ActionScript でプログラミングができて、Flash Player プラグインの普及率が高く、接続関係メソッド等のパッケージ化により開発効率がよいことがあげられる。

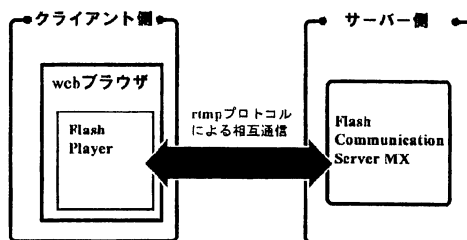


図1. コミュニケーションシステム概要。クライアント側は Flash Player のインストールとウェブカメラの装着が必要である。

また、Perl によりプロジェクトメンバーの予定などを管理している。筆者らが運用した結果、FCS の部分の負荷が大きいため FCS の部分と Perl の部分はできるだけ別のサーバで運用した方がよい。

### 3.2. コミュニケーションシステム(テレビ会議)

我々が開発したコミュニケーションシステムには、ブロードキャスト配信のプレゼンテーションや掲示板等も使用しているが、その中で最も特徴的なコミュニケーションの一つとして、受講者同士や指導者とのリアルタイムのライブ配信がある。これによりその場に居合わせなくても自分以外の存在を認知することができ、あたかもその場で講義や会議を行っているかのような臨場感を得ることができる。動画の解像度は 320×240 で、FCS Personal 版の制約から帯域帯は 1 Mbps である。高解像度の実験をするためには、FCS の上級版が必要である。

また、チャット部分は FCS 仕様以外に、FCS が暴走したときのバックアップシステムとして Perl 仕様のものも追加搭載した。

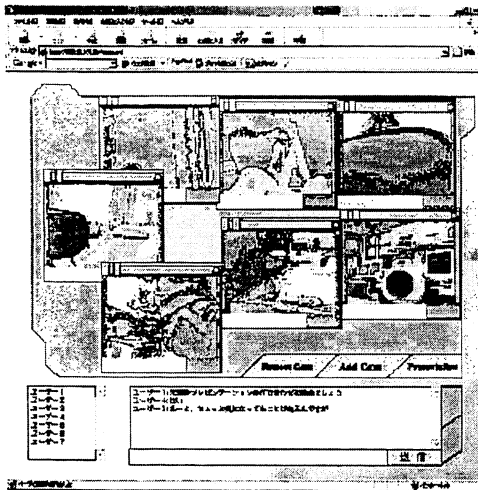
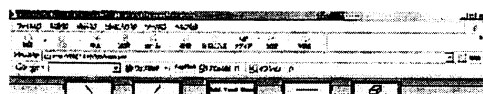


図 2. テレビ会議システム。チャットは FCS を使用するが、Perl 仕様のもも実装した。



### 3.3. スケジュール管理, 掲示板(BBS)

メンバーの情報共有には以下のものあり、簡易版を  
実装した。

- ・スケジュール管理表
- ・プロジェクト BBS
- ・画像・動画アップ BBS
- ・ファイルアップロード

スケジュール管理には市販製品を利用した方が  
よいが、その他小規模システムでは自前でそろえる必  
要があり、実装した。

週間スケジュール 月間スケジュール 詳細スケジュール 週間予定 月間予定

カレンダ各工務設計 2004年1月10日~2004年1月20日 カレンダ各工務設計  
カレンダ各工務設計のカレンダチーム

重フェーズ予定 短分予定 長分予定 短分 長分

日	フェーズ名	開始日	終了日	2004年1月	2004年2月	2004年3月
1	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
2	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
3	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
4	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
5	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
6	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
7	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
8	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
9	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		
10	調査業務	2004年1月10日	2004年1月20日	○		

図 4. スケジュール管理の画面

## 4. 知識の底上げ

### 4.1. 資料管理部分

資料管理部分は、資料へのリンクを貼った HTML 生  
成とキーワードによる資料検索ができるようになって  
いる。

それ以外に PowerPoint の機能を利用すれば、  
オンラインでプレゼンテーションが可能である。こ  
の機能も活用すれば、プロジェクト資料と学習が同時  
並行で可能となる。

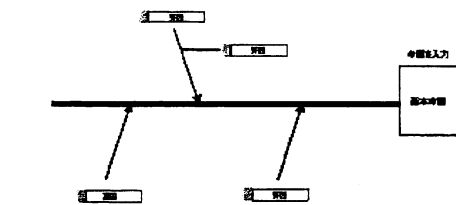


図 3. 特性要因図エディタ

そのほかにプロジェクト活動ということで、よく  
利用されるのは特性要因図である [3]。これまでのよう  
に自分一人で特性要因図を作成し、その後メンバーと  
落ち合い加工・修正していくものではなく、ネットワ  
ークを介することで、その場に居合わせなくてもプロ  
ジェクトメンバーにリアルタイムで特性要因図を作成  
していく様子を把握させることができる。つまり、リ  
アルタイムでプロジェクトメンバーと会議を行いなが  
ら作成していくことができるのである。

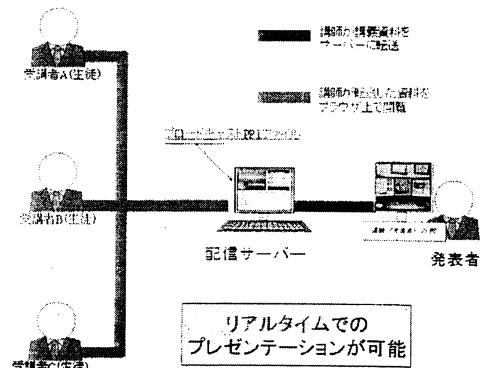


図 5. PowerPoint のオンラインプレゼンテーション機能の利用  
のしくみ

#### 4.2. オブジェクトモデルの適用

最近、ソフトウェア開発者の間で、「オブジェクト指向」が注目をされている。オブジェクト指向プログラミングそのものに関心が高まっているのではなく、上流工程の段階でのクラスの設計に注目が集まっているのである。クラスを図解で表す方法は種々あり、最もはやりつつあるのは UML (Unified Modeling Language) である。UML(オブジェクトモデル)で e-Learning での授業コンテンツを分類して、プロトタイプを実装した [4]。

今後は資料管理部分を UML を用いて本格的に実装していく予定である。

#### 4.3. 最近注目の技術

最後に、e-Learning 資料を作成するための注目のウェブ技術をまとめてみた。著者の研究室ではこれらの技術を用いたシステムとコンテンツの開発も行っている [5]。

(1) MathML… MathPlayer のインストールの必要がある [6]。データ作成には MathType が必要である [7]。MathML を用いると数式処理ソフト Mathematica のウェブ版である Web Mathematica と連携できる。これは強力な機能である。また、数式がテキスト情報であるので、ページ管理の保守性が向上し、数式のデータベース化も可能である。MathML を用いた本格的なサイトもある [8]。あとの第 6 節で再説する。

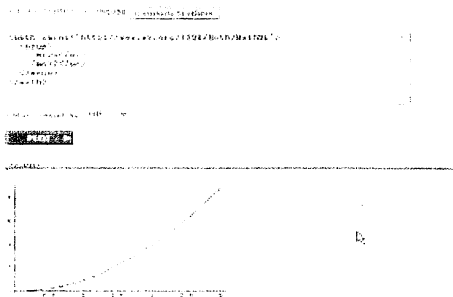


図 6. Web Mathematica との連携。上のウィンドウ部分に数式タグが書かれており、下がウェブ Mathematica によって描画されたプロット。プロットの出力は、GIF や SVG などを選択することができる。

(2) XVL… 簡易の Web3D 方式。イーフロンティア社

の Shade で作成した 3D 図面を Web で見ることができる。XVLPlayer のインストールの必要がある [9]。

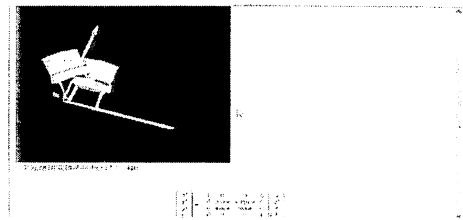


図 7. XVL3D と MathML の数式表示

(3) SVG (Scalable Vector Graphics)… ベクトル (ドロー) 形式のグラフィックスを表示する技術。SVG Viewer を使用する必要がある [10]。

データは Justsystem 社の花子 13/2004 やアドビ社の Illustrator でも作成可能である。

(4) Shockwave と Director… 著作権保護機能、DVD 再生機能、Web3D 機能を容易に実装できるシステムである [11]。

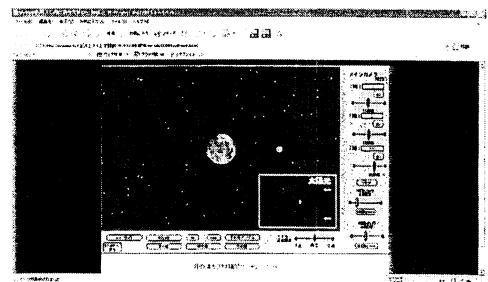


図 8. Shockwave3D 機能を利用した天体ソフト。筆者の研究室制作。

(5) XVD… 高解像で低容量の動画形式。アイオーデータから動画キャプチャボードが発売されている。インプレス TV でも配信がある。Windows MediaPlayer9 ではデコーダのインストールが必要 [12]。

#### 5. 対面性・操作性の追求=2画面式

2画面式を取り入れた理由は、システムのコンセプトが対面性を取り入れることで、どうしてもコ

コミュニケーションコンテンツが増加してしまう。しかしこれら多くのコンテンツを一つのディスプレイに配置すると操作性に欠けると共に、非常に見づらい画面構成になってしまう。そこで一つ一つのコンテンツを見やすく、そして操作を安易なものとするために2画面式ディスプレイを取り入れた。これにより各コンテンツの解像度も増加し、迫力のある映像コンテンツや容易な操作を維持することに成功した。特に最近のノート PC はディスプレイを接続することにより2画面に対応することが可能である。これからは2画面はe-Learning システムを設計の上で前提にするべきである。

筆者らは当初、3画面の可能性を試してみた。図9は Matrox 社の Parhelia というグラフィックスボードを使用してつくったシステムである。SXGA が横に3画面あり、3840×1024 の解像度である。本システム開発者を含めて5、6人の学生に使用してもらった。Word, Excel, PpwerPoint, Visual Studio, Flash, Director, Premiere などいろいろなソフトウェアを使ってもらった。一般的には画面が広すぎて使い物にならない。ただマクロメディア社の Flash や Director による開発の e-Learning を想定すれば、編集画面とヘルプ画面で2画面を使い切り、3画面目を e-Learning 用に使うことは可能である。動画編集ソフト Adobe Premiere は Parhelia に対応しており、この場合も編集画面に2画面を使い切り、3画面目を e-Learning 用に使うことが想定できる。

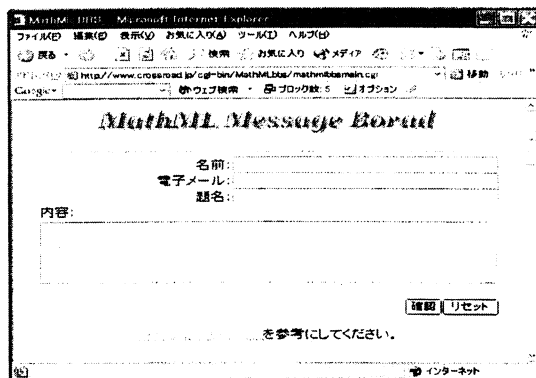


図 9. 3画面システム。画面が広すぎる。

本システムで、テレビ会議のコミュニケーションで1画面、そして2番目の画面は特性要因図エディタ、ウェブ検索、資料表示などを切り替えて使うのが現実的であろうと判断して、2画面で設計して構築した。

## 6. 数式表示機能のシステム

数式を用いたディスカッションをウェブ上で実現するための研究も行っている。4.3項で述べたように、MathMLを用いたページ制作のために Web 上で簡単に MathML タグを入力できる仕組みが必要である。デザインサイエンス社の WebEQ などのソフトもあるが、MathML タグ[13]と日本語によるテキストの混在に問題が発生する。現状では WebMathmatica を用いると比較的問題が発生しないが、WebMahtematica がどこにでもあるものではないので、汎用性に欠ける。とりあえず、数式入力部分は別のソフトで行った前提で、数式を用いたチャットや掲示板システムのプロトタイプを作成した。2画面システムなので数式表示機能の追加でも画面が小さくなる心配がない。なお、本機能は Perl で実装しており、FCS とは連動していない。



↓ 投稿する

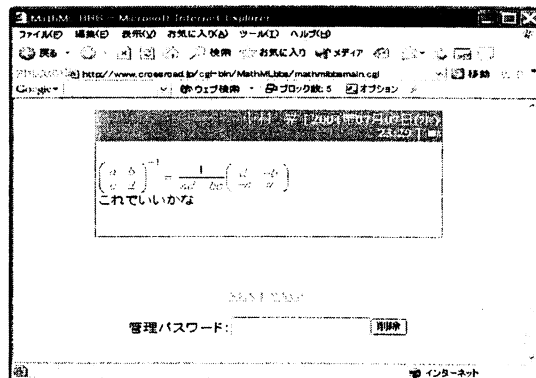


図 10. 数式表示機能付き掲示板。

## 7. まとめ

本システムは大抵のプロジェクトに応用可能である。ただ、プロジェクトマネージャ用の機能は実装さ

れていない。

このシステムは更に、理系の実験系研究室でも適用できるような方向性も考えている。実験系では常に実験装置と付き合うことになるが、最近の実験装置は大型化して、実験室と居室が離れていることが大変多い。実験室に実験装置のトラブルや使い方が分からなくなったときに、居室にいる人に質問することを想定している。現状では動画の解像度が低くて、実験装置の目盛などが読み取れない。

今回我々が開発した e-Learning システムはプロジェクトを支援する仕様となっており、今後筆者の研究室で運用して更なる改良を加えて、有効性を検証する予定である。

## 8. 謝辞

本システムの数式表示部分につきましては、金沢工業大学の中村晃氏、神戸大学の高橋正、甘利淳一、田畑博光の4氏にアドバイスを頂きましたことに謝意を申し上げる。

## 文 献

- [1] 江見圭司 「情報工学としての工学設計教育」, JSiSE 第 88 回研究会, pp55-60 (2002)
- [2] たとえば、金沢工科大学院知的創造システム専攻 (東京虎ノ門キャンパス) や 京都情報大学院大学のキャリア科目などがある。  
<http://www.kanazawa-it.ac.jp/tokyo/>  
<http://www.kcg.edu>
- [3] QC7つ道具 (特性要因図, パレード図, ヒストグラム, 散布図, チェックシート, 管理図, 層別) のひとつ。経済産業省の情報処理技術者試験初級システムで取り上げられる。IT業界ではあまり用いられないようであるが、製造現場ではよく使うようである。本学の工学設計という授業では取り扱う。
- [4] (a) 矢島, 江見, 田中, 中條: “オブジェクトモデルを用いた授業設計へのアプローチ” JSiSE Vol.20, pp.209-213 (2003) ここでは、数学や物理学を例に述べている。  
(b) "Instruction Design by using Unified Modeling Language for E-learning", The Joint Workshop of Cognition and Learning Through Media-Communication for Advance e-Learning, Berlin Germany Vol.2003, pp61-63  
(c) 矢島彰, 江見圭司, 田中規久男, 中條道雄, 石川高行 「XML によるオブジェクトモデリングを用いた教材の知識表現」, 教育システム情報学会 JSiSE 第 29 回全国大会論文集, Vol.2004, pp.385-386 (2004)  
(d) 矢島彰, 江見圭司, 田中規久男, 中條道雄 「オブジェクトモデリングによる教材開発」PCカンファレンス 2004 論文集神戸大, Vol2004, pp352-352 (2004)
- [5] (a) 藤井佳直, 江見圭司 「Web3D を用いた月の満ち欠けの可視化」PCカンファレンス 2004 論文集神戸大 Vol2004, pp100-101 (2004)  
(b) 中村晃, 江見圭司 「数式表記タグ MathML を用

いた Web」PCカンファレンス 2004 論文集、神戸大 Vol2004, pp112-115 (2004)

[6] プラグインソフト MathPlayer は以下のサイトにある。

<http://www.dessci.com/en/products/mathplayer/>

[7] MathType の簡易版はマイクロソフト Word に付属するが、MathML の書き出しは製品版の MathType を購入する必要がある。以下のサイトを参考のこと

<http://www.mathtype.com/jp/>

Mac 版 MathType は英語版しかないが MathML 出力が最近可能になった。Office2004 のデータを活用で可能であるが、MacOS 用では MathPlayer が存在しないことは致命的である。

[8] (a) MathML を用いたサイトとしては

<http://www.crossroad.jp/mathnavi/index.html>

<http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/index.html>

(b) 中村晃, 江見圭司, 仲信幸 「数式処理システム MathML を用いた科学教育ウェブページ作製に関する研究」 科学教育学会第 27 回全国大会予稿集 (2003)。大会発表資料は以下のサイトで閲覧可能である。

<http://www.crossroad.jp/mathnavi/other/conf/conf-frame.html>

Web Mathematica は以下のサイトである。

<http://www.mathmlcentral.com/Tools/MSP/IntegrateMathML>

<http://www.mathmlcentral.com/Tools/MSP/PlotMathML>

(c) 江見圭司 「情報系の線形代数教育のための e-Learning 教材の開発」, 情報処理学会情報教育シンポジウム, IPSJ Symp. Vol2004 No.9, pp.89-94 (2004)

(d) 江見圭司・江見善一, 「ベクトル・行列がビジュアルにわかる線形代数と幾何 多次元量の図形的解釈」 (共立出版, 2004) pp. 1-262

[9] XVL は以下のサイトを参考のこと

<http://www.xvl3d.com/ja/index.htm>

[10] SVG は以下のサイトを参考のこと

<http://www.adobe.co.jp/svg/>

[11] Shockwave は以下のサイトを参考のこと

<http://www.macromedia.com/jp/software/director/>

注意すべきは、Flash MX/MX2004 は開発ツール名、ActionScript は開発言語名、FlashPlayer は再生プラグイン名である。それに対して、Director MX/MX2004 は開発ツール名、Lingo は開発言語名、ShockwavePlayer は再生プラグイン名である

[12] XVD は以下のサイトを参考のこと

<http://www.iodata.jp/promo/xvd/>

<http://xvd.bha.co.jp/>

[13] Pavi Sandhu, "The Mathml Handbook (Internet Series)" , pp.1-400, Charles River Media (2002)