

---

# 数式を用いたノベルゲーム

Novel Game with Math Equations

奥田 茂人 (京都コンピュータ学院), 江見 圭司 (京都情報大学院大学)

Shigeto Okuda (Kyoto Computer Gakuin) and Keiji Emi (The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics)

---

## Abstract

We have implemented a novel game with e-book, EPUB 3. This time we added math equations by using Mathematical Markup Language, short for MathML.

### 1. はじめに

#### 1.1 基本的な技術

EPUB (Electronic PUBlication) は, アメリカの標準化団体であるIDPF (International Digital Publishing Forum) によって公開されている電子書籍の国際標準形式である[1]。このEPUBはEPUB 3までバージョンを重ねており, 現在ではHTML5を利用できるようになっている。そのため, ユーザーはEPUB 3を使ってインタラクティブな電子書籍を作成できるようになった[2]。また, MathML (Mathematical Markup Language) は, W3C (World Wide Web Consortium) によって公開されている数式を記述するためのXMLアプリケーションである。MathMLはHTML5でサポートされているので, 数式をブラウザで表示できるようになった。

今回, 我々はこのEPUB 3とMathMLを使用して数学教材を作成し, 本論文でMathMLを使った数学教材を紹介する。

#### 1.2 利用者がEPUB 3を使うことの意味

EPUBは国際規格形式であるため, EPUB形式の電子書籍は特定の企業やサービスに依存することはない。例えば, ある企業のサービスが終了しても, ユーザーは別のEPUBリーダーで同じ電子書籍を読むことができる。これはEPUBが電子書籍をハードウェア依存から解放したということの意味している。

#### 1.3 EPUBの機能

EPUBで採用されている技術は数多くある。主な技術に, HTML (テキスト), CSS (レイアウト), SVG (図形) などがある。これらは全て無償公開されている。

他にも, ユーザーはEPUB 3の目次機能と朗読機能を使うことができる。目次機能は本の目次と同じで, ハイパーリンクを利用することでユーザーが見たいページを表示することができる。一方, 朗読機能はSMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) を使うことで実現できる。そのため, ユーザーは音声を聞きながら本を読むことができるようになった[3]。ちなみに, これらはEPUB2では不可能である。なぜなら,

EPUB2はHTML4を基にしているのので, インタラクティブな機能は持っていないからである。

### 2. HTML5から引き出されたEPUB 3のインタラクティブな機能

#### 2.1 HTML5のマルチメディア機能

最初, HTMLはユーザーが文書を見るための言語だった。そのため, HTMLでは動的アクションの表示は考慮されていなかった。その結果, ユーザーが動的アクションを表示するときは, 「Flash」のようなアプリケーションをブラウザにインストールする必要があった。しかし, HTML5は「Flash」のようなアプリケーションを利用しないで, 動的アクションを表示できる。例えば, ユーザーは, <audio> タグや <video> タグのようなマルチメディア機能を使って音声や動画を簡単に楽しむことができるようになった。

#### 2.2 HTML5のインタラクティブ機能と関連技術

HTML5と関連技術はJavaScriptに対応しているのので, ユーザーはインタラクティブな表現ができる。尚, インタラクティブな機能とは次の通りである。利用者がアイコンに触れたときに音が鳴る, 利用者が単語をクリックしたときにその意味が表示される, 利用者が画像に触れたときに音声でその説明が表れるというものである。このJavaScriptはHTML5のcanvas機能で使われている。これは図形を描画するための機能である。

#### 2.3 MathML

MathMLは, 数式を記述し, その構造と内容を保存するためのXMLアプリケーションである。それは, W3Cのページや他のドキュメントにおいて数式を統一することを狙っている。MathML仕様書のバージョン3は, 2010年10月20日にW3Cの勧告として公開された[4]。

MathMLがない場合, 我々は数式を表現するために画像を使わなければならない。しかし, MathMLを利用すると, タグを使うだけで数式を表現できるようになる。

### 3. 議論

#### 3.1 HTML5の問題点

EPUB 3はHTML5によってインタラクティブな電子書籍を利用できる。しかし、このHTML5には重要な問題が存在する。それは各ブラウザでインタラクティブな機能への対応が異なる点である。これはHTML5に依存しているEPUB形式の電子書籍に大きな影響を与えている(図1)。そのため、Google ChromeのRadium[5]やFireFoxのEPUBReader[6]などのブラウザで使える機能が異なる。

#### 3.2 数式を用いた我々のノベルゲーム

我々は、大学生のために基本的な数学を学ぶためのノベルゲームを作った。図2は私たちの小説のサンプルページであり、図3は数式のサンプルである。本来ならば、図2のノベルゲームのサンプルページ内に図3の数式が表示されるのだが、見づらいために画像を図2と図3に分割表示した。これらはEPUB内でMathMLを利用している。しかし知ってのとおり、恐らくEPUB内でMathMLのサンプルを見ることはない。我々は、いくつかの種類ソフトウェアを使うことによってEPUB形式の本を簡単に作ることができる。しかし、そのソフトウェア自体はMathMLを取り扱っていない。我々は、FirefoxのアドオンソフトであるFireMathを使うことによってMathMLのタグを書くことができる。我々は、EPUB 3のフォーマットを用いて我々のノベルゲームにMathMLを追加した。

	Safari (ver.6)	Chrome (ver.25)	FireFox (ver.15)	Opera (ver.12)	IE 8	IE 9	IE 10
ogg/vorbis	×	○	○	○	×	×	×
mp3	○	○	×	×	×	○	○
wav	○	○	○	○	×	×	×
AAC	○	○	×	×	×	○	○
MathML	○	×	○	×	×	×	×

図1 MathMLを含んだHTML5対応状況  
『ogg/vorbis』と『AAC』はオーディオフォーマット

### 4. 結論

もしユーザーがEPUBに採用された技術を使えば、電子書籍のようなゲームやゲームのような電子書籍を作り、それらを楽しむことができる。今回、我々はEPUBのノベルゲームに数式を追加した。この論文を書いているこの日では、EPUB 3とMathMLを完全に両立するEPUBリーダーはない。我々がFirefox上でEPUBリーダーを使ったとき、数式を用いたノベルゲームを楽しむことができる。だからあなたたちは楽しく数学を学ぶことができる。

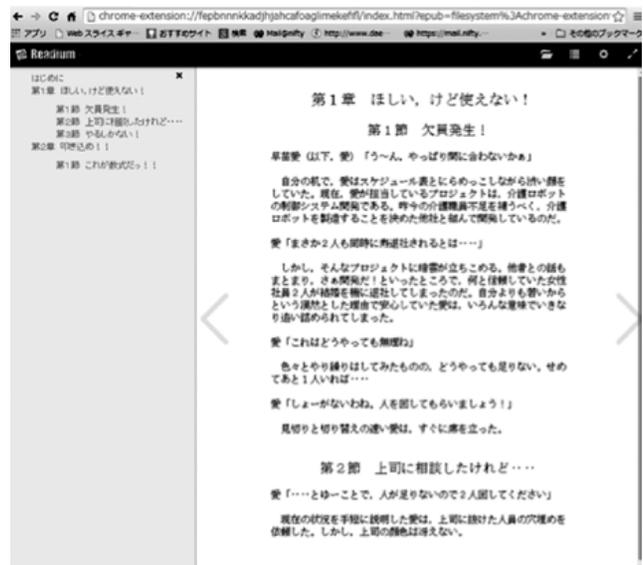


図2 我々のノベルゲームのサンプル

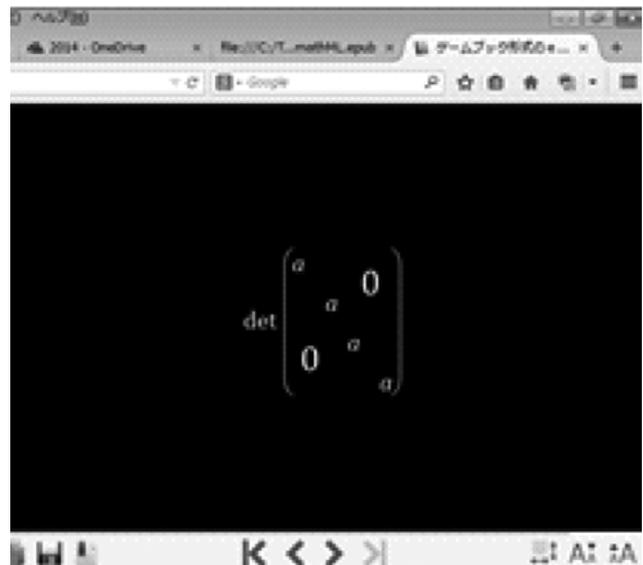


図3 EPUBでのMathML

## 【参考文献】

- [1] Shigeto OKUDA, Keiji EMI, Yusuke KAWACHI, “Building of an education system with electronic textbooks of the ePub format and with smartphones.”, The 1st IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2012) Special Session7:Game Amusement & Computer Entertainment, pp.330-333
- [2] Shigeto OKUDA, Keiji EMI, “Make Once, Play Anywhere!”, The 2nd IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2013) Special Session7:Game Amusement, pp.381-384
- [3] EPUB3 ⇔ DAISY4 · EPUB 3とDAISY 4との関係, [http://wp.kzakza.com/2011/02/EPUB3\\_daisy4/](http://wp.kzakza.com/2011/02/EPUB3_daisy4/) (2011)
- [4] Mathematical Markup Language (MathML) Version 3.0 2nd Edition, <http://www.w3.org/TR/MathML3/> (2014)
- [5] Radium, <http://radium.org/> (2014)
- [6] EPUBReader, <https://addons.mozilla.org/ja/firefox/addon/epubreader/> (2014)

---

## ◆著者紹介

### 奥田 茂人 Shigeto Okuda

京都コンピュータ学院非常勤講師。

京都情報大学院大学応用情報技術研究科修了, 情報技術修士(専門職)。  
情報教育研究会会員, 教育システム情報学会準会員, ETロボコン関西地区大会実行委員。

### 江見 圭司 Keiji Emi

京都情報大学院大学准教授。

京都大学理学士, 同大学院修士課程修了(化学専攻), 同大学院博士課程修了(人間・環境学専攻), 人間・環境学博士。

元金沢工業大学専任講師。

ETロボコン関西地区大会実行委員長, ゲーム学会理事, 一般社団法人情報処理学会「コンピュータと教育」研究会運営委員。