

## 1. はじめに

グラフの描画とは、数式の解をディスプレイやプリンターなどを用いて表示することである。

様々なソフトウェアにグラフ描画機能は実装されているが、グラフの正確さを保証しているものはほとんど存在しない。

本研究では、Cell 型アルゴリズムを用いて数学的な正しさを保証する 3 次元グラフを描画できる Web アプリケーションを作成する。

## 2. 研究のアプローチ

WebGL は Web ブラウザ上で 3DCG を表示する標準仕様である。

Cell 型アルゴリズムは、描画領域を Cell と呼ばれる四角形に分割し、Cell 内に解となる点が存在するかどうかを判定して解が存在しない Cell を全て消すことによりグラフ描画を行うアルゴリズムである。

本研究で使用する Signature Character は、Cell の格子点の符号を判定して、符号が異なっていれば Cell 内に解となる点が存在すると判定する指標である。この指標には

- ・計算が簡単であるため動作が軽い
  - ・描画する関数が代数関数でなくても利用できる
- という 2 つの特徴がある。しかし、Cell の一边を解曲線が偶数回交わる場合、Cell の内部に完全に含まれる閉曲線、孤立点は、格子点の符号が変化しないため、解が存在しないと判定されてしまう。しかし、二次元の場合、これ以外の場合は確実に描画可能である。この Signature Character を三次元での描画用に Cell から Voxel (立方体) に拡張して使用する。

## 3. 結果

WebGL と Signature Character を用いて 3 次元描画機能を実現する。Web アプリケーションのスクリーンショットを図 1 に示す。

機能は次の通りである。

- ・テキストボックスに入力された数式のグラフ描画
- ・グラフの色の指定
- ・グラフの拡大・縮小
- ・視点の変更
- ・Voxel の細かさの指定
- ・半透明化

図中で 8868 示しているグラフは式

$x^2 + y^2 + z^2 - 16 = 0$  を描画したものである。

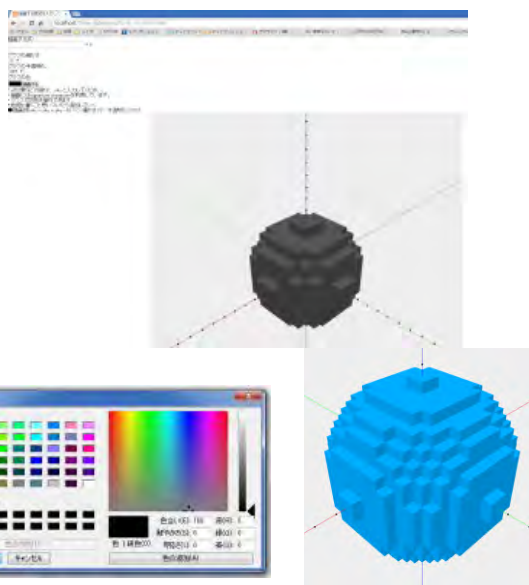


図 1 Web アプリケーションのスクリーンショット

## 4. 結論

WebGL と Signature Character によるグラフ描画ができる Web アプリケーションを作成した。

インターネットブラウザ上で実行可能であるため、PC だけでなくスマートフォンなどハードウェアを選ばず動作可能である。

## 5. 今後の発展

今回作成した Web アプリケーションでは、Signature Character によるグラフ描画機能のみを実装した。Signature Character では理論上必ず描画できない点が存在するため、それらの点が描画可能になる Signature Character 以外の Cell 型アルゴリズムによる描画機能の実装を目指す。

## 文献

- [1] 遠藤理平  
“three.js による HTML5 3D グラフィックス”  
2013 年 10 月 10 日 第一版発行  
株式会社カットシステム出版
- [2] 近藤祐史・斎藤友克  
“数式処理における関数零点の描画”  
数式処理 J. JSSAC, Vol. 12, No. 1, pp. 33-46, 2005
- [3] 近藤祐史・兵頭礼子・村尾裕一・斎藤友克  
“Asir での 3 変数陰関数描画”  
数理解析研究所講究録, 1843 巻, pp. 140-145, 2013
- [4] 近藤祐史・三好善彦・斎藤友克  
“陰関数描画に関する一つの試み”  
数理解析研究所講究録, 920 巻, pp. 165-172, 1995