

ルービックキューブを J で考える
ー J の 3 次元グラフィックスを用いた
ルービックキューブの動作シミュレーションー

西川 利男

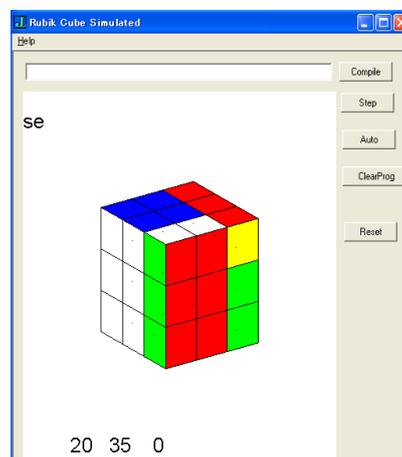
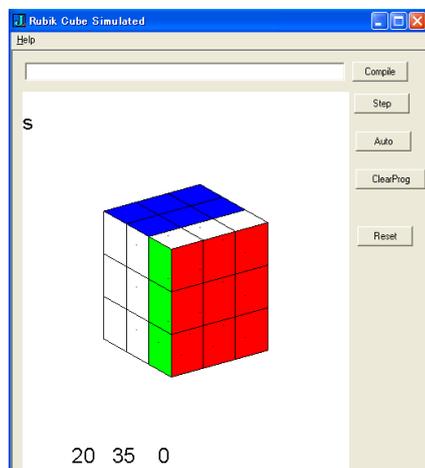
0. はじめに

かつて、ルービックキューブが世界中で大変なブームになったことがあった。若いも若きもこれを手にし、いかに早く完成させるかを競ったものだった。

当時、私はルービックキューブの動きを J で説明すべく OpenGL のグラフィック機能を使い、数回 JAPLA 研究会で報告した。[1],[2],[3]

それから、数年経ったごく最近ポケ予防とひまつぶしとして、新しくルービックキューブを購入してやってみたら、最後までうまくそろわない。以前は難なくうまくいったのにシャクの種類である。

最近購入したものも含めて、私の手元には色の配置が異なる 3 種類のルービックキューブがある。それに応じて攻略本もいろいろある。文献、成書もたくさんある。



[1] 島内剛一「ルービックキューブ免許皆伝」日本評論社(1981).

[2] D. Joyner, 川辺治之訳「群論の味わいー置換群で解き明かすルービックキューブと 15 パズル」共立出版(2010).

[3] 西川利男「J-OpenGL によるルービックキューブの 3D グラフィックス
群論によるルービック操作とプログラム」JAPLA 研究会資料 2012/1/28, 2012/2/25,
2012/3/31 <http://japla.sakura.ne.jp>

1. Jグラフィックスにおけるルービックキューブの状態の表し方

ルービックキューブは $3 \times 3 \times 3$ の色で塗り分けた小片（キューブレットと呼ぶ）を手で回して揃えるパズル玩具である。操作をするとキューブレットがいろいろ変わる。まず誰でもこの色の配置の変化に目が行くが、これをどう表現するかが問題である。

まず、グローバルな3次元空間内でルービックキューブの立体全体を表示する。これはJのOpenGL Graphicsを用いて実現した。そして実行画面の上で、X, x, Y, y, Z, zの値を入力することで、ルービックキューブをいろいろな方向から眺められるようにした。

ルービックキューブ幾何学のややこしいことは、グローバルな座標系の中で、ルービックキューブ操作のローカルな座標系を取り扱わなくてはならないことである。

多くの攻略本では図を描いて、そこで上、下、左、右などとしているが、語があいまいになってしまうため、採用しなかった。

ここでは、島内式のユニークな指定方式を採用した。
つまりルービックキューブのローカルな6つの面を

s, S(south), e, E(east), w, W(west), n, N(north), t, T(top), b, B(bottom)

とする。そしてルービックキューブの操作はその面に垂直な軸とした回転を行うとする。小文字は時計方向、大文字は反時計方向を示す。

最近購入したルービックキューブでは、最初、揃った状態では

上面tがアオ、下面bがミドリ、正面sがシロ、右面eがアカ、背面nがキになっている。

ここで、注意しなくてはならないことに、ルービックキューブの各キューブレットは、性質の異なる3種類から成り立っている。

センターキューブ、コーナーキューブ、エッジキューブ
そしてそれぞれ違う動作をする。

すなわち、ルービック操作において、センターキューブは不変である。しかし、コーナーキューブとエッジキューブとは相対的にいろいろ変わる。それぞれの操作をどう表現するかが問題である。

前ページの図は $X=20, Y=35, Z=0$ として斜めから見ている。
そこでキーボードより、

まずsを入力すると、south面を軸として時計方向に回転し、

次にeを入力すると、east面を軸として時計方向に回転する。

この状態のルービックキューブの色の変化の状態を示している。もちろん、ここでX, Y, Zの値を変えれば、別の方向からのキューブレットの色のようすをみることができる。

あらためて強調するが、キューブレットの操作は色に頼ってはダメである。

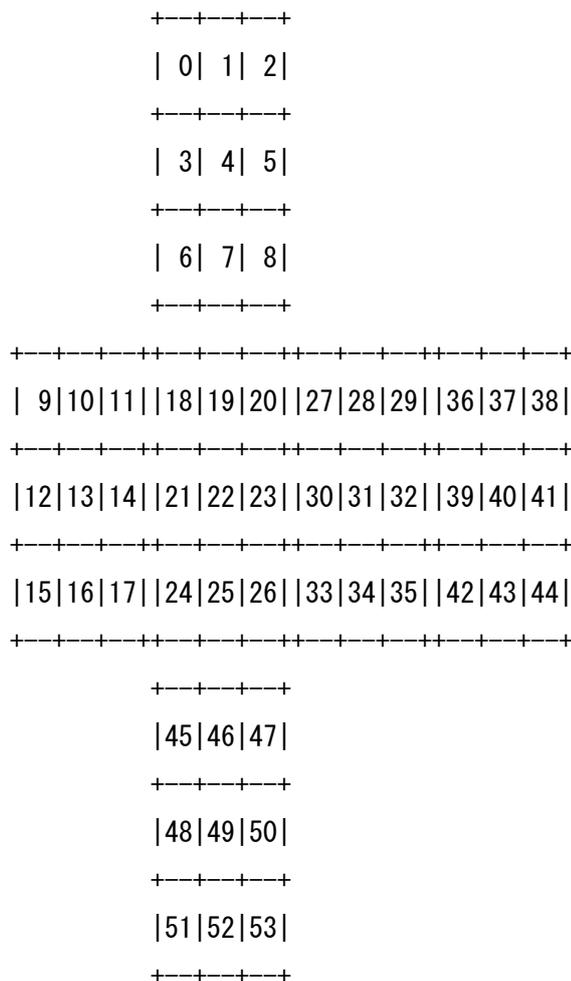
Jの用語で考えると

キューブレットの配置の状態は 名詞 であり

キューブレットの操作、動き s, S, e, E, ... は動詞 である。

各キューブレットの色は その名詞の属性、形容詞 にすぎない。

次にJに限ったわけではないが、プログラミングをおこなうにあたって、3次元の立体をそのままの形で扱うことはできない。3次元の状態を2次元の展開図として扱う。



ここで、どういう数学で計算処理をするか？アーベル、ガロアにより始められた群論という分野がある。微分積分などに慣れた方にはなじみがうすいと思われるが、原子、分子などの構造の対称性の操作にはなくてはならないものである。

ルービック操作は、群論における置換群として計算操作される。さらに、Jにはプリミティブとして、群論の置換操作の関数がC. として用意されているのである。くわしくは技術史教育学会誌にあげた。[4]

[4] 西川利男「技術数学に向けての群論のすすめールービックキューブで学ぶ群論と

2. ルービックキューブの攻略法とJグラフィックスの実際

バラバラの状態のルービックキューブをいかに揃った状態にもどすか、つまり攻略法にはいろいろある。ここでは、最新購入のルービックキューブに合った CFOP(=Cross, First 2 Layer, Orientation of Last Layer)法によった。[5]

[5] ルービックキューブ ver.3 完全攻略ガイドブック 永岡書店(2023).

(1) 最初に1つの面を上層として、センターキューブ、エッジキューブの色を合わせて十字形をつくる。

(2) さらにコーナーキューブもそれに合わせて、センター、コーナー、エッジの色を合わせて、上層一面を作る。

(3) 次に、中間層のエッジキューブの色も合わせて、完全一面層をつくる。

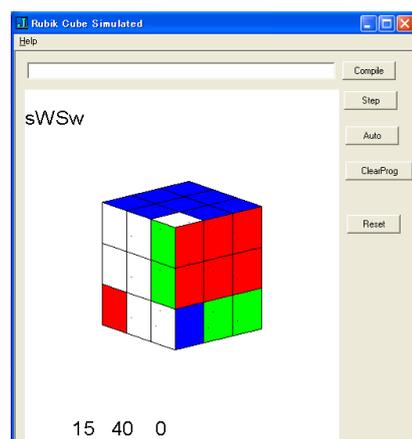
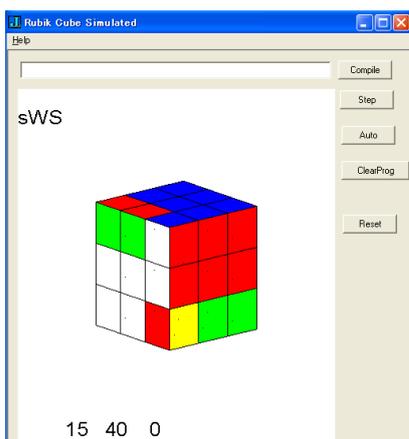
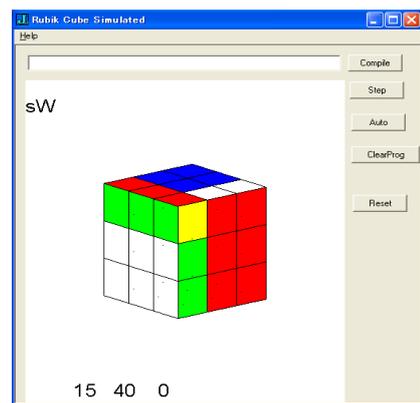
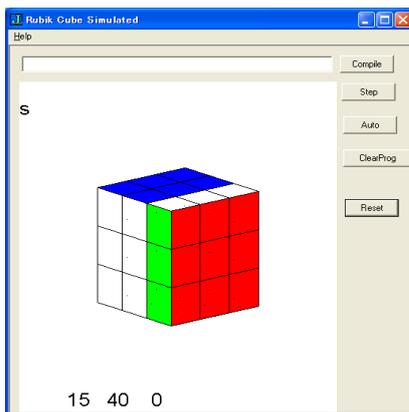
(4) 最後に下層のセンターキューブ、コーナーキューブ、エッジキューブを合わせて完成させる。それぞれのキューブレットの回転移動のやり方は攻略法として細かく記されている。

その一例として、

South 面（左正面）シロのコーナーキューブレットの

Top 面（上面）への移動

の手順の実際を示した。



Jプログラミングを通して、ルービックキューブがグラフィックス、群論などのいろいろな難しい問題を秘めていることをあらためて痛感した。