スクリプティングを取り入れた デジタルデザイン教育

PROGRAMMING IN DIGITAL DESIGN EDUCATION

木村 謙 ——*1 渡辺仁史 ——*2

キーワード：
デザイン教育, デジタルデザイン, プログラミング, スクリプティング, パラ
メトリックデザイン

Keywords：
Design education, Digital design, Programming, Scripting, Parametric
design

Takeshi KIMURA ——*1 Hitoshi WATANABE ——*2

The main purpose of this research is to clarify the possibility of digital design course in which students will create their own computer program to work as a digital design tool.

Evaluating from the work of the under graduate students, they understood fairly well the aim of this course. They have sensed the possibility in generating forms with scripts, made an outstanding work beyond what was required. This can be concluded that designing with creating their own digital tool is an effective and necessary process in design education.

The possibilities of introducing programming in higher education has also been shown.

1. はじめに

近年コンピュータの処理速度の高速化、低価格化が進み、3Dグラフィックスや動画を比較的簡単に扱える高性能な機械が一般の家庭にまで普及してきた。このことにより、これまでごく限られた環境でしかなされなかった、これらの技術を利用したデザインの検討、表現が、ごく当たり前に行われるようになってきた。

しかし、一方で、市販されているソフトウェアをそのまま使うだけでデザインを行い、ともすれば利用しているソフトウェアの限界が、デザインの限界になってしまうという、見えない壁を生み出すことにもなっている。

このような状況を打開するために、今一度自分の使う道具は自分で作るという原点に立ち返り、烏口を使って線を引いていた時代に、一つの曲線を描くためにその曲線の定規を自ら削りだしていたように、既存のソフトウェアに縛られることなく、自らプログラムを組み立て、道具を作りながらデザインを進めるといふ、新しいデジタルデザインの教育が必要であると考えられる。

本稿ではこのような思想のもと3年間続けてきた新しいデジタルデザイン教育の成果を報告するものである。

2. 教育事例概要

本稿にあげる事例は、1999年度から2001年度までの授業や卒業論文指導であり、早稲田大学理工学部建築学科の学生を対象に行ったものである。対象年度は本学のカリキュラム再編時期にあっていたこともあり、対象とした学年は年度ごとに異なるが、ここに共通の概要を述べ、以下各年度毎にまとめて成果を報告する。

2.1 スクリプティングを取り入れた授業

一連の授業の主題は、空間や形態を構成するルールを発見し、そのルールをコンピュータのプログラムで記述し（スクリプティング）再構成するというものである。

授業の進行は各年度でほぼ共通しており、基本的な操作の習得から、日本の伝統的なデザイン手法である「木割」を通してパラメトリックデザインについて理解させ、それを発展させてルールによるデザインを実習することとした。

教材は、WEB（ホームページ）形式で用意し^{*1}授業時間外でも自習できるよう配慮した。

また、卒業論文指導にあたっては、これらの授業を受講した学生を対象として行った。

2.2 利用機器・ソフトウェア

授業は各学生にインターネット接続されたWindowsパソコンの用意された製図室を利用して行い、WEBブラウザ等の基本的なインターネットツールとともにCADソフトのVectorWorks^{*2}を利用した。VectorWorksにはVectorScriptと呼ばれるスクリプティング機能が統合的な環境として用意されており、簡単な命令で図形を作成することが可能となっている。

3. 1999年度事例

本年度は対象となる授業は一例である。受講生は約70名、主として学部3年生で、CADやCGなどのデジタルデザインの技術の習熟度はまちまちであるが、全員WWWブラウザの使い方と、メールの送受信の方法は習得済みである。時間数は週一コマ、7週間であった。

*1 早稲田大学理工学総合研究センター 客員講師・工修
(〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)

*2 早稲田大学理工学部 教授・工博

*1 Visiting Assistant Prof., Advanced Research Institute for Science and Engineering, Waseda Univ., M. Eng.

*2 Prof., School of Science and Engineering, Waseda Univ., Dr. Eng.

講義の内容は、次の通りである。

- ・ 2次元CADの操作方法
- ・ 3次元CADの操作方法
- ・ スクリプティング技術の習得
- ・ パラメトリックデザインの概念理解
- ・ スクリプティングによる空間図形の生成

この年度は、CADの初学者も多かったため、基本的な2次元図形の操作方法から、3次元図形の操作までをはじめに実習させた。それぞれの講義の後に、習熟度を確認するために、簡単な図形を作成する課題を課し、成果物をメールにて提出させた。メールでの課題提出もはじめてのことで、これに慣れさせることも目的とした。

スクリプティング技術の習得にあたっては、2次元図形、3次元図形の操作で課題とした鳥居をスクリプトにより記述することからはじめ、形態の操作とスクリプトの関係を理解できるようにした。鳥居を生成するスクリプトとして以下のものを示した。

{ 柱を作る }

```
BeginXtrd(0,4000);
```

```
Arc(-1234,454,-725,-54,#0° 0' 0" ,#360° 0' 0" );
```

```
EndXtrd;
```

```
MirrorXY3D;
```

```
Rotate3D(#180° 0' 0" ,#4° 0' 15" ,#180° 0' 0" );
```

```
Move3D(2161,0,-50);
```

{ 柱をもう一本作る }

```
BeginXtrd(0,4000);
```

```
Arc(-1234,454,-725,-54,#0° 0' 0" ,#360° 0' 0" );
```

```
EndXtrd;
```

```
Rotate3D(#0° 0' 0" ,#4° 0' 15" ,#0° 0' 0" );
```

```
Move3D(-1,0,-50);
```

{ 笠木（梁）を作る }

```
BeginXtrd(-620,4000);
```

```
Arc(-444,4764,44,4275,#0° 0' 0" ,#360° 0' 0" );
```

```
EndXtrd;
```

```
Rotate3D(#90° 0' 0" ,#0° 0' 0" ,#-90° 0' 0" );
```

```
Move3D(2720,0,-400);
```

{ 貫を作る }

```
BeginXtrd(0,3500);
```

```
Arc(-444,4764,44,4275,#0° 0' 0" ,#360° 0' 0" );
```

```
EndXtrd;
```

```
MirrorXY3D;
```

```
Rotate3D(#-90° 0' 0" ,#0° 0' 0" ,#-90° 0' 0" );
```

```
Move3D(2800,0,7600);
```

{ 光源の設定 }

```
tempHandle := CreateLight(4746,-1383,1828,0,TRUE,TRUE);
```

```
SetLightColorRGB(tempHandle,65535,65535,65535);
```

```
SetLightDirection(tempHandle,#6° 2' 47" ,#33° 10' 8" );
```

```
SetView(#-61° 32' 33" ,#40° 54' 41" ,#19° 32' 32" ,0,0,0);
```

```
SetZVals(0,4000);
```

パラメトリックデザインの理解については、まずはじめにスクリプトを与え、その中の数値を変更させ、それに伴う形の変化を確認させ、数値（パラメーター）の変化による形態操作を体得させた。

引き続き、日本の伝統的なデザイン手法である「木割」のシステムと鳥居の関係を説明し、「木割」がパラメトリックデザインであることを理解させた。このことで、パラメトリックにデザインするということ、実は日本では古来から行われていることであり、またスクリプトを用いて形を作るということがこれにつながっているということを理解させた。

その後に、実際に学生にパラメーターを変化し、形態を生成させる課題を課した。パラメーターの変化により様々な形が生成できることを理解させるために、ギャラリー形式で、これら課題の作品を提示した（図1）。

スクリプティングによる空間図形の生成に移る際に、更に基本的なスクリプティングの構文である、繰り返しと場合分けについて説明した。これにより、階段などの規則的な繰り返しを伴う形態を簡単に作成できることを理解させた。

最後に、スクリプティングによる自由な空間図形作成のツール作りを課題として出題した。他の課題よりも出題の説明に時間をかけ、スクリプトによりどのような形態が生成できるかを様々な提示し、スクリプティングの可能性の理解を促した。

今回の授業は初めての試みであったが、提出された課題（図2）を見ると、学生は十分内容を理解しているようであった。不慣れな学生からは、ホームページで教材が提示されており、自分の必要なときに確認できるので理解に役に立ったとの意見が寄せられた。その他には、「CADとしては何度か使ったことはあったが、スクリプトという機能があることはまったく知らなかったので、大変勉強になりました。」「建築だけでなくインテリアや食器などのデザインにも

図1：学生による鳥居のパラメータ変化例(1999)

応用できそうなことがわかり奥が深いと実感しました。」「スクリプトが設計に生かせる、ということが少しですがわかりました。たとえば蛇みたいに上昇していく軌道をスクリプトで何パターンも出してその中からカッコいい物を選び出すとか、スラブの形をスクリプトでつくるとかいろいろな可能性があるのではないかと思います。」「CADでないとこういう発想をしないと思います。」など、ス

図2:「自分のデジタルツール」制作例(1999)

クリプトを使って形態を生成するということの可能性を感じ取ってくれた学生もあり、また授業中に教えたこと以上に課題を発展させて取り組んだ学生も何人かおり、自分のデジタルツールを作ってデザインするというところに新しい可能性を感じていることがうかがえた。

3. 2000年度事例

本年度は2つの授業でスクリプティングによるデザインを試みた。一つは、積み木の配置をルールにより決定するテーマ、もう一つはイスのパラメトリックデザインである。

3.1 積み木の配置

この授業は昨年度と同様学部3年生を対象に行った。昨年度は最後に自由な空間図形の作成を課題としたが、本年度は図形の配置に限定した課題とした。

まず、昨年度に引き続き、「匠明」に記載されている代表的な鳥居の木割表記をスクリプトにより記述し、CAD上で再現させる課題を出題した。再現にあたって、本来木割システムが持つパラメトリックデザインの特性を十分に生かすよう配慮し、スクリプトによってパラメトリックデザインの理論に基づいた新しい鳥居の形状生成が行えるものとした。この手法により学生が生成した鳥居形状の例を図3に示す。

これらの例を見ても明らかなように、従来の模型、図面、あるいはCAD操作からは生まれない新しい形態生成が行われており、パラメトリックデザインをスクリプトにより整理して表現することで、新たな形態生成の可能性が示されたといえる。

つづいて、naef社の積み木「セラ」(図4)をスクリプティングにより表現し新たな配置ルールを表現する課題を出題した。

教材として用意したスクリプティングによる基本図形は図5のとおりである。この図形を生成するスクリプトは、次の通りである。

Procedure Box;

var

n : integer;

begin

for n := 0 to 9 do

begin

BeginGroup;

{ 底板 }

BeginXtrd(n, n + 1);

Rect(n, n, 10, 10);

EndXtrd;

DSelectAll;

{ 側板 }

BeginXtrd(n, n + 1);

Rect(n, n, 10, 10);

EndXtrd;

Rotate3D(0, -90, 0);

Move3D(2*n+1,0,0);

DSelectAll;

EndGroup;

end;

end;

Run(Box);

このスクリプトを元に新たな積み木形状生成を学生が試みた例が図6である。この試行は約70人の学生により授業の課題として行われたが、出題者側の意図通りの形状が生成されたのは以下の2例であった(図7)。

この結果は、スクリプトによる形状生成の概念を伝達する方法についてより研究を進める必要があることを示すが、同時に思いがけない新たな形状生成が行われるということでもある。

3.2 イスのパラメトリックデザイン

この授業は学部1年生全員(約200名)を対象とし、より総合的な空間表現を実現するため、既存のCADで行われている3Dモデリング、アニメーション技術と本研究で開発したスクリプティング技術の融合を試みた。時間数は、週3こまで6週間であった。

ここでは、イスを中心として、その置かれる環境と人の動きを再現するというテーマで、次の4つのステップに則って空間を創発することを試みた。

- ・イスのパラメーター化
- ・パラメーター、ルールの変更
- ・環境モデルの選択、作成

図3：学生による鳥居のパラメータ変化例(2000)

図4：「セラ」

図5：基本図形

図6：積み木形状生成例

図7：積み木形状生成優秀例

・環境内での人とその視点の動きの再現

この授業以前に学生はCADの基本的な操作は学んでおり、また他の授業と同様、鳥居の課題を通してパラメトリックデザインについて学習している。

題材として選択したのは、リートフェルトの「Red & Blue」である。これらを図8に示すようなグリッド体系上に表現する形でパラメーター化を行うこととした。グリッド体系上で構成要素の寸法、位置を変更する、あるいはグリッド体系自体を変更するということで、新たな形状を生成することを試みる(図9)。

図8：グリッド体系

図9：いす形状生成例

つぎに、上記のように作成したイスのモデルを配置するにふさわしい建築物を選択し、それをモデル化させた。この建築物内にイスを配置し、その建築物外からイスのある空間までをウォークスルーアニメーションにより再現した。

授業の最後に、学生を対象にどれだけこれらの手法を理解できたかを確認したが、学生はほぼ全員これらの手法を理解し課題を完成させていた。特に、既存3Dモデル、アニメーション技術とスクリプティング手法の融合においては3Dモデリングの初歩からはじめ、スクリプティング、アニメーションと盛りだくさんの内容にもかかわらずこれらをこなしており、学生の発想を広げる手法として十分に活用できることが示された。

4. 2001年度事例

これまで実施したスクリプティングを利用したデジタルデザインの教育手法をもとに、新たに配置に関するルールに重点を置いた試みと、これまでの授業を受講した学生が卒業論文、修士課程での研究テーマとしてこれらを発展させた事例を報告する。

本年度の実施内容は次のとおりである。

- ・レイアウトルールをとりいれたデザイン
- ・居住者行動パターンに基づくデザイン
- ・高齢者集住施設企画への応用

特に、スクリプティングを利用したデザイン手法にオブジェクトのレイアウトルールを適応し完成度を高めること、及びこの手法の応用として居住者の行動パターンに基づくデザインを行う手法の教育を目的とした。

4.1 レイアウトルールをとりいれたデザイン

これまでパラメトリックデザインの手法として、形態の寸法に関するルールを主として対象としてきたが、本年度は、オブジェクトを配置するレイアウトルールに着目した。単純なパターンの配置においてもそのバリエーションは数多く存在し、それらをスクリプトにより記述しバリエーションの可能性を検討することが目的である。

レイアウトルールの導出にあたっては、黄金比、フィナボッチ数列や自然界に存在する形態のルールをもとに行うことを基本方針と

した。

例えば、フィナボッチ数列について、このルールに基づく配置をスクリプトで記述すると次のようになる。

Procedure Boxes;

Var

i, m, n, t : Integer;

Begin

m := 1;

n := 1;

for i := 1 to 5 do

begin

BeginXtrd(0, 1300);

Rect(m * 1100, 0, m * 1100 + 1100, 1100);

EndXtrd;

t := m + n;

n := m;

m := t;

end;

End;

Run(Boxes);

デザインの対象空間としては、早稲田大学會津八一記念博物館の第一閲覧室とし、室内の様子をビデオにて撮影し、動画配信を行い、遠隔地からでもデザインのスタディーが行えるような情報提供を行った。

デザインゴールとしては、対処空間内への展示ケースの配置を対象とした。授業の進め方は、昨年度までと同様である。学生によるオブジェクト配置例は図10のとおりである。

これらの例を見ても明らかなように、従来の模型、図面、あるいはCAD操作からは生まれない新しい形態生成が行われており、さらにオブジェクトの配置というルールを限定することにより、より

図10：学生によるオブジェクト配置例

建築的な解釈の可能な、空間デザインが可能となっていることがうかがえる。

4.2 居住者行動パターンに基づくデザイン

これまでの授業を受講してきた学部4年生の卒業論文として、居住者の行動パターンに基づき、空間配置のルールを導出し、それに基づいて空間ボリュームを配置するデザイン手法の開発をテーマとした。

本手法の概略は、まず居住者の行動パターンをアンケート調査し、それをもとに行動を機能で記述し機能間の状態遷移をネットワークで表現した「機能相関図」を作成し、各機能に必要なボリュームを算出し各機能に対応した空間を生成するルールに基づき、空間を生成するものである(図11)。

このテーマは学生が自主的に取り組んだものであり、スクリプティングによるデザインが学生に定着した一例としてとらえることができる。

図11: 生活パターンをルールとした空間生成概念図

4.3 高齢者集住施設企画への応用

これは授業を受講した学生が修士課程でのテーマとして取り組んだものである。高齢化社会に向けてシニアが集まって生活を行うためのコープ住宅が話題になることが多いが、その設計件数自体は増えていない。その原因として

1. 設計に手間がかかる
 2. コープ住宅に対する十分な理解が進んでいない
- 等が挙げられ、これらの設計プロセスの問題をサポートするようなデジタルツールはこれまでになく、スクリプティングを応用してこれらのツールを作成したものである。

本システムは、これまで開発に利用してきた VectorWorks と WebServer、JavaなどをWebObjectsを利用してシステム化したものであり、スクリプティングによるデザイン手法の可能性を示す事例となった(図12)。

5. まとめ

1999年度の学生に対するアンケート結果に見られるように、これまでにない新しい発想の方法としてスクリプティングに大変興味を抱いていることが分かる。また各年度の成果物からも分かるように、単純な作図方法からは思いも寄らない建築空間につながるオブ

図12: 高齢者集住施設企画システム概略

ジェクトの多彩な構成形態が作られていることから、発想の幅が広がっていることがうかがえる。

また、スクリプティングという学生にとってはなじみの薄い概念であるにもかかわらず、CADの操作などの習得とともに実施しても、十分教育可能であることが明らかとなった。

一方で、2000年度の授業で見られたように、適切なテーマを設定しないと学生が消化不良を起こすことも明らかとなった。その対応策としては、授業時間が少ない場合や、低学年においてはオブジェクトの配置問題にテーマを限定するのが効果的であった。

授業時間が十分にある場合には、スクリプティングについてより詳しく解説することで、1999年度の例で見られたものだが、3次元の樹形を生成するスクリプトを作成する者など、当初目標としていた自らデジタルツールを作るということが実現できることもあきらかとなった。

現在、さらに建築空間のデザイン教育へ適応させるため、設計製図の課題を試みているところである。

本研究の一部は文部科学省私立大学等経常補助金特別補助 高度化推進特別経費 新技術開発研究「建築システムの高度化に関する総合的研究」プロジェクトの一部として実施された。

注

注1) 建築計画 D 1999

<http://www.watanabe.arch.waseda.ac.jp:16080/hw/1992/kim/CAADI/Keikaku-D/Default.html>

建築表現 II 2000

<http://www.cad.arch.waseda.ac.jp/ae2/2000/Default.html>

基本製図 II 2000

<http://www.cad.arch.waseda.ac.jp/bd2/2000/Default.html>

建築表現 II 2001

<http://www.cad.arch.waseda.ac.jp/ae2/2001/Default.html>

デジタルデザイン関連のページは以下

<http://www.cad.arch.waseda.ac.jp/>

注2) 国内開発販売元: A+A 社 <http://www.aanda.co.jp/>

参考文献

- 1) 木村 謙 他: スクリプティングをとりいれたデジタルデザイン授業、2000年度日本建築学会大会学術講演、日本建築学会、2000
- 2) 木村 謙 他: デザインエレメント/プログラム理解におけるデジタル環境の役割、21回情報システム利用技術シンポジウム、日本建築学会、1988
[2002年10月18日原稿受理 2003年2月25日採用決定]