

第46巻2号
通巻136号
2012年（平成24年）
6月

日本図学会



図 *Journal of*
学 *Graphic*
研 *Science*
究 *of Japan*

福田 幸一	01	巻頭言
今間 俊博・青山 もも・斎藤 隆文	03	研究論文 トゥーンシェーディングにおける陰影の表現のための光源設定手法
宮腰 直幸	13	教育資料 立体図形描画におけるメタ認知学習の効果について
川崎 寧史	17	作品紹介 タテマチアート vol. 2
三谷 純	19	講座 図学と折り紙 (1)
長坂 今夫・辻合 秀一	23	報告 中部支部2011年度冬季例会報告
	29	会告・事務局報告

図学の授業を終えるにあたって

福田 幸一 Koichi FUKUDA



ご依頼によりまして、前回の巻頭言122号（2008年）から年月も経過しておりませんし諸先輩を前にして誠に恐縮に存じますが、定年退職後の2年目の再雇用も来年3月で期間満了となりますので、一言述べさせていただきます。

再雇用期間は後任教員の採用がなかったため、1日6時間の短時間勤務となり、卒業研究・部活動指導などの校務免除で授業に専念できております。そのため、定年まで取り組んできた授業改善が十分でなかったことを改めて感じております。

この1年間に新たに行ったことは、

1) 学生への配付資料集（教科書の補足説明：技術の背景・歴史・JIS規格など、

説明が詳しく、わかりやすいアメリカの教科書も参考にしています。）の整備

板書の中で作図の部分について、学生が授業中に筆記するのに時間がかかり、説明を十分に聞けない状態が見受けられたため、資料として追加し、学生は一部を追加記入することで筆記の手間が省け、理解が深まることを意図しました。

2) 動画の提示

関連する技術の説明時に、できるだけ動画を提示しています。動画は、メーカーなどのウェブサイトから保存（YouTube）できますし、ハイビジョン番組を録画して、ブルーレイディスクで、新たに設備されたプロジェクタのHDMI端子に接続すればパソコンから提示できます。

今でも心がけている点ですが、授業の前日に、特に作図に関する板書事項は、予め練習をして臨んでいます。一年に一度の板書ですので、頭には入っていても手は別で、ぶっつけ本番では、やはりミスが出るときがあります。また、若い時に実施していました授業時の板書の録画を再開しました。再生してみますと話し方の不明瞭な点など改善点が見つかりました。

関連する学会との連携

前回の巻頭言で、関連する学会との連携について提案させていただきましたが、最近、その試みが一つ実現できましたので、この場をお借りしてご報告いたします。

今年の名古屋市大同大学での春季大会に引き続いて開かれました第48回国学教育研究会でご報告いたしました。九州支部におきましてモンジュ研究会が昨年12月に立ち上がりました。その際、幹事の九州大学 竹之内和樹先生が設計工学会九州支部の幹事も兼ねておられましたので、大月彩香九州支部長より設計工学会九州支部長の崇城大学 園田計二先生にお願いしてご快諾をいただき、会員の皆様にご案内いただきました。今まで隔月開催のペースで毎回、図学会・設計工学会合わせて10名ほどの参加者で進行しております。参加者の皆様のお話ですが、大学・高専・学科により、図学の必要性を理解しつつも、授業時間の確保に苦慮されているところもあるようです。

九州支部モンジュ研究会

元神戸大学教授山内一次先生が翻訳されて、元東京大学教授原正敏先生のご助力

で1990年に刊行されたモンジュの「図法幾何学」を改めて読み解こうとするものです。大月先生と竹之内先生が本文を丁寧に読まれて3Dソフトを駆使してわかりやすい解説を試みておられます。まだ道半ばですが、フランス革命前夜からナポレオンの激動の時代に志をもって教育に当たったモンジュの偉大さを改めて感じています。今年中には読み終えて、まとめていく予定です。

私の役割はどちらかと言えば、モンジュが図法幾何学を構築するに至った背景や図学・製図・技術の歴史を調べ、そこから、これからの図形教育に少しでも指針を得ることです。この分野でも、今まで多くの文献が発表されていますが、今回の調査で、私なりに知識を増やすことができました。新たな手段としてインターネットにより貴重な文化遺産を読める幸せを感じています。例えば、鉱山・冶金学技術書アグリコラ著「デ・レ・メタリカ」1556年刊は採鉱から精錬まで豊富な図解で当時の水車・歯車・カムなど機構も含めた技術水準がよくわかります。

検索先例：著作権 九州大学総合研究博物館 <http://record.museum.kyushu-u.ac.jp/kouzan/metallica/top.htm>

ディドロ編集「百科全書」1751年～刊も精密に描かれた一部は三面図で劇場装置や足踏み旋盤、透視図の原理、アーチ天井建築時の木組みなど盛りだくさんです。

検索先例：著作権 大阪府立中央図書館 <http://www.library.pref.osaka.jp/France/index.html>

このほか図学・製図の1800年代の本も見ることができます。これらは、文献の中のいくつかの図で知っていたのですが、ほとんどの図を見ることができるものもあり、認識を新たにすることができました。また、モンジュにつきましても、校長を務めたエコール・ポリテクニクも含めて研究発表がっております。図学会として、図学の創始者のモンジュについての情報を一元化する必要を感じています。

モンジュは副投影を用いずに解法を作り上げました。アメリカでは第三角法が取り入れられてモンジュのままの図学は継承されませんでした。そして、今までの諸先輩方のご努力で多くの著書が出され、それらを参考にさせていただき、私は学生の眼を見ながら授業を組み立ててきました。企業における設計製造システムが変化していく中で、設計製図・図学・CAD/CAM/CAEも含めて最適な教育内容の探求は、これからも永遠の課題になることでしょう。

教育資料の公開

授業内容の公開ですが、各大学・高専もシラバスが整備され、一般にも公開されるようになり、学校によっては、さらに具体的な教材まで公開されています。例を挙げるのは失礼かもしれませんが、福岡大学の梶山喜一郎先生のウェブサイト <http://monge.tec.fukuoka-u.ac.jp> をご覧いただければ、そのご努力がよくわかります。これも図学会の個人会員ウェブサイトはありますが、授業情報の一元化ができれば後継者に役に立つと存じます。提案する本人が公開していないのが心苦しいのですが、

私と図学会との接点は、この学会誌以外は1年に1度の支部大会で、全国大会や国際会議への参加は数回でしたが、全国の先生方とお話をさせていただきました。来年3月で図学も含めた授業から離れることとなりますが、図学会には所属して勉強を続けていく所存です。これからも、よろしく願いいたします。

ふくだ こういち

独立行政法人 国立高等専門学校機構
久留米工業高等専門学校 制御情報工学科
fukudako@kurume-nct.ac.jp

トゥーンシェーディングにおける陰影の表現のための光源設定手法

The technique of the toon shading software lighting about making representation of character shade and shadow

今間 俊博 Toshihiro KOMMA

青山 もも Momo AOYAMA

斎藤 隆文 Takafumi SAITO

概要

3次元CGは、実写写真のようなフォトリアルな画像を生成するために発達してきた技術である。一方、2次元のセルアニメ調アニメーションの生成に用いられるトゥーンシェーディングは、3次元CGの中の一手法ではあるが、フォトリアルな画像を生成するという本来の目的を軌道修正した事により、セルアニメ的な画像生成に一定の効果을上げています。しかし、トゥーンシェーディングは、3次元CGによる元々のシェーディングの目的とは異なる、ノンフォトな画像生成を目的とするため、その生成結果の画像に様々な不都合を生じる事がある。その中の1つの例が、光源によって生じるキャラクターの影や陰影の形状である。セルアニメーションの画像は制作効率の事を考慮するために、常にシンプルな形状の影や陰影を適応している。しかし、トゥーンシェーディングによって生成される影や陰影は、モデルの形態によっては、必ずしもシンプルな形状にはならない場合がある。本論文の目的は、セルアニメのようなキャラクターを、トゥーンシェーディングを用いて描く際に、アニメーターはキャラクターに対して、どういった光源を設定したら良いのか最適解を求める事である。実写撮影と同じ手法で、キャラクターに対してライティングを行い、その陰影がセルアニメにどれほど近づけるかについて試みた。そして、2灯のライトのみでセルアニメには不要な陰影を消し去る事に成功した。

キーワード: CG / アニメーション / 照明効果

Abstract

The 3DCG is the technology which has improved to making photo realistic images. Meanwhile, toon shading is a technique in 3DCG that is used for the production work of the cel-touch 2D animation. The purpose of the toon shading, it has been achieved by discarding for generating photorealistic images. The toon shading sometimes makes the wrong image by the difference of the 3DCG images and the 2DCG images. The one of example on the error occurs to with the light source in the condition of the shade and the shadow on the animation character. The cel animation images in order to consider the production efficiency, shadow is adapted an always simple shape. For example, the shadow produced by the toon shading, does not be made a simple shapes shadows when the shape of the model is complex. The purpose of this paper is how to set a light source for the character such as cel animation when animator draw characters by toon shading. Perform lighting for shooting live-action characters in the same way, tried to cel animation about how much closer the shadows.

Keywords: CG / Animation / Lighting

1. はじめに

手描きセルアニメの作画における制作行程の効率化手法として、3次元CGを用いたセルアニメ調アニメの制作事例が増えている。この作業に用いられているソフトウェアがトゥーンシェーディングである。

トゥーンシェーディングは、3次元CGの中の一手法であるが、フォトリアルな画像を生成するという本来の目的を捨て、ノンフォトであるセルアニメ調の画像生成に対して一定の効果을上げています。しかし、トゥーンシェーディングは、3次元CGにおいてフォトリアルな画像を作るために開発されたレンダリングソフトウェアに、本来の目的を軌道修正した使用法を強いるために、その生成結果に様々な不都合を生じる事がある。その中の1つの例がライティングによる間違っただ影や陰影の生成である。

3次元CGは、実写写真のようにフォトリアルな画像を生成するために発達してきた技術である。当然そのライティングにおける使用法は、被写体を撮影する場合に用いられる実写撮影における光源の設置手法と同様に、キーライト（主光源）、フィルライト（補助光源）、タッチライト（効果光源）を使用して被写体の影や陰影をコントロールする手法が基本である。

一方の手描きセルアニメにおいては、アニメーターの感性によって、そのキャラクターが最も効果的に見える方向から光が当たり、そのキャラクターが最も効果的に見える位置に影や陰影ができる事を基本としている。そのため時には、キャラクターに当たった光線と陰影の位置に齟齬が生じてしまうような画像が生み出される事さえある。古代メソポタミアの壁画に描かれたキャラクターは、顔は横向きなのに体は正面といったあり得ない構図を取っているが、セルアニメにおけるキャラクターに対する陰影と光源の用いられ方は、実世界ではありえない状態でもアニメ調の絵として成り立てば良いのである。トゥーンシェーディングは、手描きセルアニメの画像に似せた画像を作り出す機能を持っているが、その画像生成

原理は3次元CGを応用しているために、実写写真と同じである。もちろん、キャラクターに当たった光線と陰影の位置が物理的に有り得ないような画像を生成する事は不可能である。

そのため、これまでも、トゥーンシェーディングを用いたセルアニメ調アニメ画像を生成する研究が存在した。金子らの研究^[1]では、新しい輪郭線発生のアルゴリズムを提案すると共に、セルアニメタッチ映像に欠かせないキャラクターの動きや、セルアニメ独特のカメラワーク等を実用化するための諸アルゴリズムを「リディメンション法」と総称し提案している。Todoらの研究^[2]は、3次元CGを用いたセルアニメ調アニメにおいて、光源と陰影をインタラクティブにコントロールする技術である。他にも、テクスチャーマッピングを用いて影や陰影を作成し、セルアニメ調の画像に近づける制作手法については、良く知られ広く使われている。

しかし、これまでの手法では、制作手順におけるアニメーターの手間が少なくない。アニメーターが望む影や陰影を別途用意するために、トゥーンシェーディングが終了した後の画像に対し「影・陰影生成」という手順が必要となるためである。折角3次元CG手法を用いて、手描きアニメーションの効率化を目指しているのに、トゥーンシェーディングの仕様のために、アニメーターは余計な作業を強いられてしまう。

本論文の目的は、影・陰影生成作業に対するアニメーターの手間を少しでも軽減する事にある。元々トゥーンシェーディングには、影や陰影を計算する機能が備わっている。ただしそのままでは、2次元手描きセル調の影や陰影の生成が自動的に行われる事はない。そこで、現状のトゥーンシェーダーを使った実験を行い、現状の機能のままでどこまでセルアニメ調の影や陰影が表現出来るのかについて調査を行った。そして、次のステップとして、自動的にセルアニメ調の影や陰影が表現出来るトゥーンシェーダーの開発につなげて行きたい。

2. 公開されているセルアニメ作品の調査・分類

本章では、トゥーンシェーディングの質感調査に先立って、現在制作されている手描きセルアニメーション作品について調査・分析し、陰影付けの手法別に分類を行った。また、それらの作品の陰影のつけ方の物理的な厳密性については2.4節で述べる。

日本のアニメーションにおける陰影は、境界のはっきりした単純なものであることが多い。さらに、手描きセルアニメーションでキャラクターに陰影をつける場合、影

と陰影の描き分けは、一部を除いてほとんど行われていない。しかし、3次元CGにおいては影と陰影は別のソフトウェアで計算される。3次元CGにおいては陰影=Shade、影=Shadowと生成技術的にも分けられている。セルアニメの制作環境においては、影も陰影も同じ「影」と呼ばれ同等に扱われている。本論文では図学用語を基本として論ずるために、両者とも同じ「陰影」という表記に統一する事とした。

2.1. 一般的なセルアニメの陰影

近年公開されたセルアニメでは、陰影を最低限しか施さないのが一般的である(図1)。この手法では、顔の凹凸による陰影はほとんど無視される。対して髪から顔に落ちる陰影や顔から首に落ちる陰影は強調される。これらは物理的に厳密でない場合が多数存在するが、特に違和感を覚えることは少ない。髪の陰影の使用法は作品によって異なるが、どれも極端に記号化、単純化されており、複雑で写実的な描写が行われることはあり得ない。これはアニメーションを作成する上での手間の削減をするためである。髪や顔、服等の陰影の使用法は作品ごとに異なるが、同一作品内では基本的に統一される。それらは作品の個性を表す重要な要素だからである。



図1 一般的なアニメの陰影の例

2.2. 陰影を用いないアニメ

子供向け作品である場合や、演出的効果を狙っている場合などに陰影を全く使わないことがある(図2)。子供向けの、特に人物以外のキャラクターを主人公とする作品に陰影無しが多い。陰影を使用しない手法は、立体感を失わせるため表現が非常に難しい。そのため、人物以外のキャラクターには陰影を使わない作品でも、人物には通常の陰影を使うといった手法をとる。

演出的効果を狙って陰影を使わない作品も存在する。図3の作品中では、人物、背景等の全てのものに陰影を使用していない。代わりにざらざらとしたようなテクスチャの付加によって独特の世界観を表現している。テクスチャの付加は、陰影を使用するよりも簡単にできるた

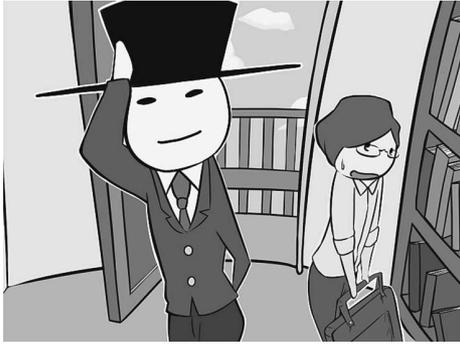


図2 陰影を用いないアニメの例



図3 陰影を用いないアニメの例

め、この手法は手間を省く際には適している。しかし、例えばキャラクターの髪の毛の動きを表現する場合、通常の陰影であれば髪自体をあまり動かさなくても、髪の毛の陰影のみを大きく変化させれば髪が大きく動いているように見えるため、手間のかかる髪の毛の作画枚数を大きく削減することが可能となる。一方、陰影を使わない手法の場合、髪を細部まで作画しなければ同様の効果を得ることができない。また、絵の完成度が低いと単なる手抜きにとられがちである。これらの理由からも、陰影を使わない手法は表現が難しいといえる。

2.3. 演出効果を狙った陰影

演出のために、状況に応じて陰影を変更する作品は多数存在している。主に感情表現のために陰影を変更することが多い。陰影を使用した感情表現は数種類存在するが、特に多いのは負の感情の表現である。これは、人間が陰影というものに自然と暗いイメージを覚えるからであると考えられる。

図4は負の感情を抱いた時の表現である。通常は顔の凹凸による陰影などを無視したアニメ的な陰影が施されている。対して図4では、顔に落ちる陰影が大幅に増加している。両目の下と右頬の陰影の現れ方が特に顕著である。これらはキャラクターの負の感情表現のためにあえて施された陰影であると思われる。



図4 演出効果を狙った陰影の例

2.4. 感覚的な陰影

作画者の感覚によって陰影をつけるために、陰影のつけ方にあまり統一性がない場合がある(図5,図6)。現在のアニメでは、髪から顔に落ちる陰影を髪の毛の形に沿ってはっきりと描く陰影が主流である。しかし、同一作品の同一キャラクターの画像であるにも関わらず、陰影の形や占める面積が統一されていないものも多い。これらは演出のために施されているというより、アニメーション制作の方法が確立されていなかったために生じたものや、アニメーターの感覚によって付けられた陰影が原因で生み出されたものであると考えられる。



図5 感覚的な陰影の例



図6 感覚的な陰影の例

2.5. 陰影の物理的厳密性

3次元CGでは、物理法則に則ってシェーディングが施される。しかし、手描きセルアニメーションにおいて

て、物理的厳密性はそれほど重視されない。光源方向が統一されていれば、物理的に厳密でなくても違和感を覚えることはほとんどない。また、光源方向が統一されていない場合でも、違和感を覚えることは少ない。図7は、左のキャラクターには画面左から、右のキャラクターには画面右から光が当てられている。この例のように、複数の光源を持つと考えられる陰影が、キャラクターによって個別に用いられる例は多く存在する。手描きセルアニメでは、光源における物理的な厳密性はそれほど重視されていない事が多い。

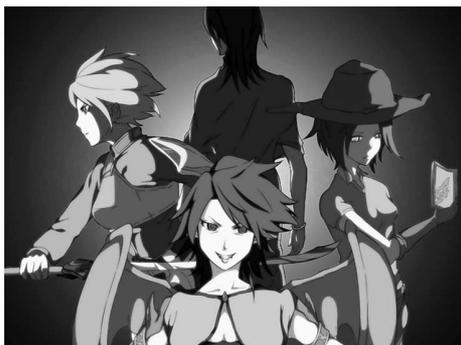


図7 光源の統一されていない例

3. セルアニメのキャラクターと実写のライティング

これまで述べたように、セルアニメにおける陰影と、3次元CGにおけるシェーディングでは、考え方や方法、物理的特性などで大きく異なっている。トゥーンシェーディングは、3次元CGで作成したキャラクターを、よりセルアニメーションにおける表現に近付けるために生み出されたがまだ課題は多い。トゥーンシェーディングは3次元CGソフトを基に作りだされた。その3次元CGソフトは実写撮影手法をコンピュータ上に具現化したものである。従って、実写撮影において用いられる照明手法を使ってキャラクターを照らせば、アニメのキャラクターに見られる陰影と光源がどういった設定であるかを調査する事ができる。

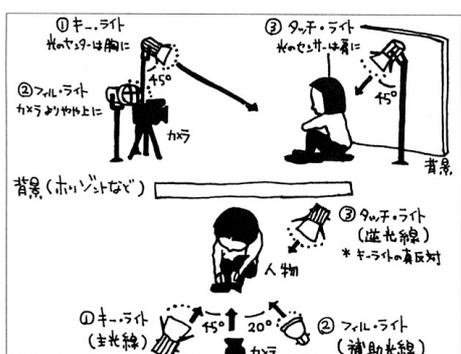


図8 スリーポイント方式の基本ライティング^[3]

3.1. スリーポイント・ライティング

実写撮影で被写体（キャラクター）を撮影する時に用いられる、基本的な照明テクニックはスリーポイント・ライティングである。スリーポイントとは、キーライト（主光源）、フィルライト（補助光源）、タッチライト（効果光源）を使用して被写体の陰影をコントロールする事から名付けられている（図8）。

3.1.1. キーライト

主光源とも呼ばれるキーライトは、被写体を照らす照明の中で最も明るく、通常、被写体の斜め正面に設置される（図8）。

3.1.2. フィルライト

フィルライトは補助光源とも呼ばれ、被写体の質感を柔らかくするために用いられる。キーライトのみの1灯だけでは、明るい部分と暗い部分のコントラストが大きすぎるが、フィルライトは、キーライトが生み出した陰影をうすくするだけで、完全には消さないように弱めに調整される（図8）。

3.1.3. タッチライト

効果光源とも呼ばれるタッチライトは、被写体に印象を付けるために用いられる。タッチライトは通常、キーライトとは180度の位置か、被写体を挟んでカメラから180度の位置に設置され、逆光の効果をもたらす。タッチライトによって、被写体のエッジに明るい部分が生じ、画像にメリハリやシャープさが加わる（図8）。

3.2. カメラの目と人の目

夏の海辺を撮影環境として考えれば、太陽がとても明るいキーライトの役割を持つ、1灯だけが存在する場所と見なす事ができる。このため、夏の海辺での撮影には、レフ板という銀色の大きな板をフィルライトの位置に置き、被写体の表面にできる、濃い陰影をうすくする処置を行う（図9）。これを行わないと、撮影された画像がとても汚くなってしまふ。しかし、夏の海辺の被写体を、人間の裸眼で見ると限りにおいては、被写体表面の



図9 フィルライトとしてのレフ板^[3]

濃い陰影もそれほど気にならない。

この現象は、人間が裸眼から取り入れる画像を適当に変化させて、より見やすく感じさせる事によって起こると考えられる。そういった自動調節機能を持たないカメラによる画像撮影は、実物のまますを記録するためにフィルライトを用いて見やすくする必要があるのであるという論法である。もしそうであれば図7のアニメ画像のように、物理的にはあり得ないような画像も、人間の感覚の中では画像として存在しうる。

4. 予備実験

今回の実験を行う前に予備実験として、市販のトゥーンシェーダーを使用せず、OPEN GLを使用して、簡易的なトゥーンシェーダーのプログラミングを行い、単純な幾何モデルを使用してトゥーンシェーダーに関する問題点や着眼点を探った。

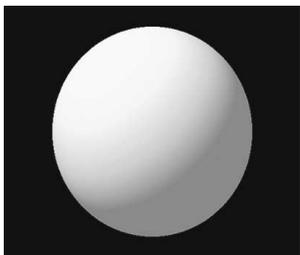


図10 3次元CGシェーディング

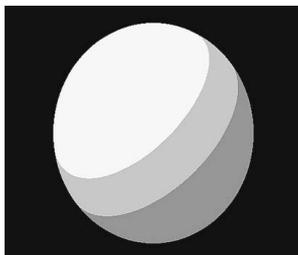


図11 トゥーンシェーディング

モデルの形状は、アニメーションで用いられるキャラクターの顔の形を想定して、縦方向の比率1.15倍の楕円体とした。図10は通常の3次元シェーディング、図11はトゥーンシェーディングを行った画像である。ここで用いたトゥーンシェーディングのアルゴリズムは、表面の明るさに閾値を設け、ある明るさの範囲を同色にする^[4]、というシンプルなものではあるが、市販のトゥーンシェーダーでも基本的には考え方は同じである^{[5], [6]}。モデルの色はキャラクターの顔を想定して肌色とし、3次元CGシェーディングとセルシェーディングの明部と暗部は同一の色を使用した。セルシェーディングの中間部の色は、明部と暗部の色の中間値を使用した。

予備実験の内容は図12に示すように、モデルに対してキーライトを固定し、フィルライトの位置を徐々に変化させてセルシェーディングを行った。図13は得られた計算結果である。

この予備実験の結果から分かる事は、閾値の設定方法や値によって、多灯によるトゥーンシェーディングは思いもかけない生成画像を生む可能性もあり使い方が難し

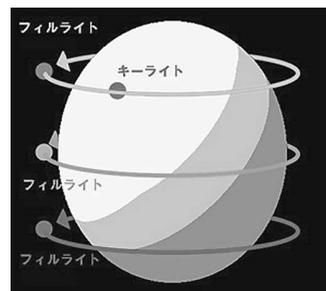


図12 モデルとライトの設定

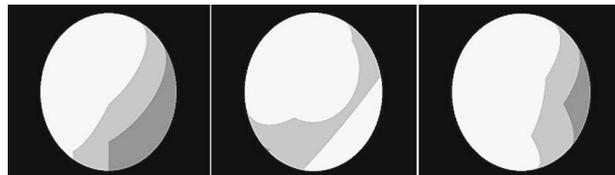


図13 多灯によるトゥーンシェーディング予備実験

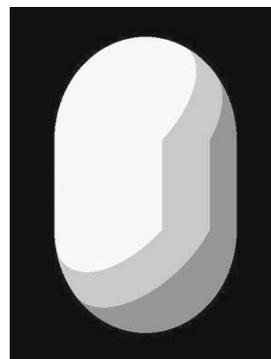


図14 変形楕円形のセルシェーディング計算結果

い、という事である。

さらにモデリングの手法によっては、図14のような生成画像も得られる。このモデルは、楕円形モデルを中央で二分し、間に円筒を挿入したモデルである。光源はキーライトのみとしたのだが、モデリング時に生じた法線方向の乱れによって、トゥーンシェーディングは思いもよらない計算結果を生み出す。

5. 使用ソフトウェアおよび調査方法

3次元CGでキャラクターの顔部分を作成し、トゥーンシェーディングを施し出力結果を観察した。本論文では、セルアニメに似せた画像を制作するために、トゥーンシェーディングを用いた時に生じる画像の違いの中でも、陰影および光源における違いを、実験により抽出する。今回の調査に使用したソフトウェアは、Autodesk社の3次元CGソフトウェアmayaである。mayaはトゥーンシェーディング機能を備えており、多くの制作現場において実際にセルアニメ調アニメの制作に用いられている。mayaが構築した仮想的なキャラクターを撮影するのである。

5.1. キャラクタモデル

今回作成したキャラクタモデルを図15に示す。キャラクタは特定の作品のキャラクタという訳ではなく、アニメーション等でよくあるキャラクタの容姿を想定して作成したものである。

このキャラクタに、キーライトのみでトゥーンシェーディングを施した結果を図16aに示す。図のように、キーライトのみを使用したトゥーンシェーディングでは、通常のセルアニメでは描かれないような陰影が出てしまう(図16aの赤丸部分)。この画像を、セルアニメに登場する一般的なキャラクタに似せるためにペイントソフトで修正した画像が図16bである。セルアニメでは一般的に、顔の凹凸からの陰影は表現せず、鼻や口などのキャラクタの特徴を表す部分にのみ陰影を付ける。そのため、図に示したような陰影が施された画像が求められる。ペイントソフトによる修正なしで図16bに近い出力を得る設定を探った。

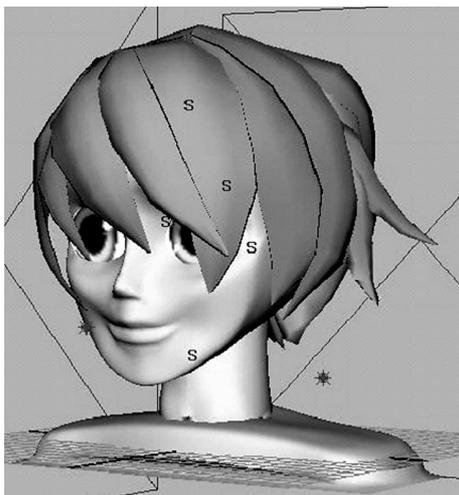


図15 使用した3次元CGキャラクタ

5.2. ライトのセッティング

基本となるキーライトを定義した後、キーライトにより出来た余分な陰影を消し、セルアニメの画像に近づけるためにフィルライトの位置を探った。フィルライトの座標は、様々な角度におけるレンダリング結果を目視で評価し、セルアニメーションに近付けることができたと思う位置に主観的に決定した。フィルライトの位置を移動しながら、効果的な光源位置を探った結果、図17、図18に示す2種類の環境で実験を行なう事とした。図17はキャラクタを前から、図18はキャラクタを右横から照らすように対応させた。実際のアニメーションの制作現場では、トゥーンシェーディングを用いる場合、一体のキャラクタに対してキーライトを複数個使用するのだ



図16a キーライトのみ



図16b 修正したキャラ

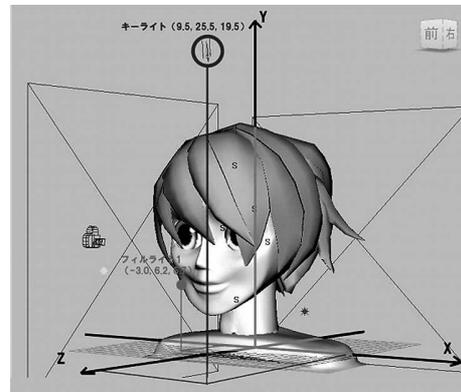


図17 キャラクタの正面にフィルライト(赤位置)

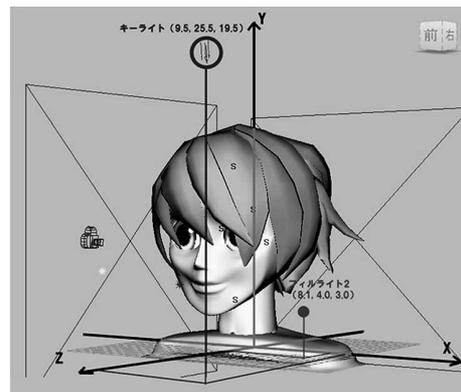


図18 キーライト(青)の右方向にフィルライト(緑位置)

が、本論文では、1つのシーンで使用する光源は、キーライト1つとフィルライト1つとした。これは多くの光源を用いると、1つの光源による効果を測定し難くなるためである。

2つの環境共、キーライトの位置・強度は同一とし、図17ではキーライトの正面(-3.0, 6.2, 6.7)にフィルライトを、図18ではキーライトの左(8.1, 4.0, 3.0)にフィルライトを設置した。キーライトの座標は、セルアニメーションの光源の位置として最も多い右前方上に設定した。キーライトはディレクショナルライトとし、位置(9.5, 25.5, 19.5)、回転角(-24.5, 42.0, 17.5)、強度1.0と設定した。ディレクショナルライトは、太陽光線のように平行で均一な光線を当てる性質を持つ光源のことである。フィルライトにはポイントライトを使用した。ポイントライトは、点から光が発生し、そこから



フィルライト 強度0.0

強度0.6



フィルライト 強度0.1

強度0.7



フィルライト 強度0.2

強度0.8



フィルライト 強度0.3

強度0.9



フィルライト 強度0.4

強度1.0



フィルライト 強度0.5

強度1.5

図19 キャラクターの正面にフィルライト



フィルライト 強度0.0

強度0.6



フィルライト 強度0.1

強度0.7



フィルライト 強度0.2

強度0.8



フィルライト 強度0.3

強度0.9



フィルライト 強度0.4

強度1.0



フィルライト 強度0.5

強度1.5

図20 キーライトの右方向にフィルライト

全ての方向に光線が広がっていくような性質を持つ光源の事である。

5.3. フィルライト照度の変化と生成画像

図17と図18の各環境において、フィルライトの位置は変更せずに、照度のみを変化させる実験を行った。図17における実験結果を図19に、図18における実験結果を図20に示す。照度は、結果画像の変化が大きかった0.0から1.0までの間で0.1単位に変化させた。照度0.0とはキーライトのみによるシェーディングであり、照度1.0はキーライトと同じ照度でフィルライトを設定したシェーディングである。また、照度1.0以上はあまり変

化が見られないことを確認するために、照度1.5の出力結果も求めたこれらの出力結果の中で、ペイントソフトで修正した図16bの画像に最も近付いたときの照度の値を求めた。

5.4. 実験結果

本実験の結果、キーライトの強度が1.0の時に、フィルライトの強度0.4付近が適した値であるという結果が得られた。図19、図20の両方の実験で、強度0.4付近で良い結果を得ることができた。得たい結果や状況によって強度の微調整を行うことは必要であるが、フィルライトの強度としては、比較的小さな値でも良い結果が得ら

れることが分かった。不要な陰影を取り除くことができる数値の中で、出来る限り最小の強度値を与えれば、キャラクターの特徴を表す必要な陰影の消失などを、最小限に抑えることができるというメリットがある。

キャラクターの正面にフィルライトを設定した図19の実験結果を見ると、強度0.0から0.2の間は、セルアニメでは通常表現されない、頬の凹凸による陰影が表れている。強度0.5以降では、口と鼻の陰影などの、キャラクターの特徴となる陰影が失われてしまっている。これらのことから、図19で用いるフィルライトの強度は、0.3から0.4の間が適していると考えられる。

同様にキーライトの右に設定されたフィルライトは、頬から顔側面にかけての凹凸によって表れる陰影を取り除くためのものであるが、図20の実験結果は、用いている強度が0.0から0.3の間は、頬から顔側面にかけての陰影が十分に取り除けていない。それ以降の変化は確認しにくい。強度が大きくなるにつれて口や髪の陰影への影響が大きくなっている。そのため、不要な陰影が十分に消えているものの内で、周囲への影響が最も小さい。

6. まとめ

本論文では、キーライト1つとフィルライト1つの合計2つの光源で、セルアニメ調の陰影を、トゥーンシェーディングを用いて再現することを試みた。結果として、キーライトとフィルライトの2灯を適切な明るさ（今回の結果では、強度1.0と強度0.4）によって不自然な陰影を取り除くことができた。また、キーライトとフィルライトの設置位置については、それほどクリティカルでは無く、ある程度の角度の差さえ与えれば不自然な陰影の存在を抑える事は可能だと分かった。まだ理想的なセルアニメと同様のペイントと同等とはいえないが、思った通りにすべての陰影まで再現することを望まなければ、キャラクターに対して機械的に2灯を付与すれば、セルアニメには相応しくない陰影の存在を抑える事に成功したと言えるだろう。

本論文を書くにあたって参考にしたのは、セルアニメ調アニメの実際の制作現場で、3次元CGキャラクターの見栄えをセルアニメに近づけるため、アニメーター達がキャラクターに対して多くのライトを設定している作業である。ローカルライトと呼ばれるこの手法は、1体のキャラクターに対して複数のライトを設定し、まるでキャラクターがライトの衣装をまとっているように、キャラクターが動作を行うとそれに連れてライトも移動してゆくのである。当然、多くのライトを引き連れて動くために、

キャラクターの動作生成には多くのCPUパワーを必要とするし、レンダリングスピードも落ちてしまう。本論文の実験では、光源の個数は2個に絞っており、これで同等の効果が得られるのであれば本手法の特徴、有用性となりうる。

セルアニメには、キャラクターの特徴を表す鼻や口周辺の陰影などのような、「必要な陰影」というものが存在している。現状では、これらの陰影を肌の上の模様としてテクスチャーマッピングしまえば光源の強度によって消失するようなことは防ぐことができる。しかし、テクスチャーマッピングを使用するために、マッピング素材を制作しなければならない事は、作業工程の省力化のためにはマイナスである。本来テクスチャーを用いないで、不要な陰影は消し、必要な陰影のみ生成するのが望まれる結果である。

本論文の最終目標は、セルアニメ調キャラクターに対する自動的な陰影の生成である。そのためには光源の照度、光源の位置、共に多くのサンプルを得るためにさらなる実験が必要である。

また本論文の研究の延長線上には、セルアニメのペイントにおけるトレスラインという大きな問題もある^[7]。トレスラインとは、セルアニメのキャラクターの周りを縁取る輪郭線の事である。トレスラインの3次元CGにおける表現について簡潔に説明を行う。写実的な表現を目指すことが目的である3次元CGでは、通常輪郭線としてのトレスラインは描画しないが、トゥーンシェーディングを用いて、セルアニメによる表現を目指す場合、トレスラインの描画は必要不可欠である。しかし、3次元物体にセルアニメのような輪郭線を付加するのは、トゥーンシェーディングにとって予想以上に難しい。セルアニメにおけるトレスラインは、髪や肌など各部位の外周に描画するのが一般的であるが、単純に外周に描画すると、顔と首が同一部位と見なされ、顔の輪郭が描画されないなどの問題が生じる。対応策として法線の角度の変化が大きい部分に、トレスラインを描画する処理などが挙げられるが、その場合髪の手などの無視したいエッジまで強調してしまうなどの欠点がある。出力結果の画像を手で修正する際、輪郭線を「描く」作業よりも「消す」作業のほうが一般的に容易であるという理由から、本論文における実験ではトレスラインの描画が多めになるように設定した。トレスラインについても手修正なしで自動的に表現できるようにするのも、今後の課題のひとつである。

参考文献

- [1] 金子満, 中嶋正之, “ノンフォトリアリスティックアニメーションの生成”, 情報処理学会グラフィックスとCAD, 76,[4], pp. 23-30, (1995)
- [2] Hideki Todo, Kenichi Anjo, William Baxter, Takeo Igarashi: “Locally Controllable Stylized Shading”, SIGGRAPH 2007 (San Diego, USA), August, 2007.
- [3] 西村雄一郎, “一人でもできる映画の撮り方”, 洋泉社, 2003
- [4] Jie Xu, Craig S. Kaplan, David R.: “Artistic Thresholding”, Non-photorealistic Animation and Rendering 2008 (Annecy, France), pp. 39-47, June, 2008
- [5] Romain Vergne, Pascal Barla, Xavier Granier, Christophe Schlick: “Apparent relief: a shape descriptor for stylized shading”, Non-photorealistic Animation and Rendering 2008 (Annecy, France), pp. 23-29, June, 2008.
- [6] Philippe Decaudin: “Cartoon-Looking Rendering of 3D-Scenes”, Research Report INRIA #2919, June, 1996.
- [7] Christoudias C. M., Georgescu B., Meer P.: “Synergism in Low Level Vision”, ICPR Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, Volume4-Volume 4, 2002.

●2011年6月10日受付

こんま としひろ

首都大学東京大学院
システムデザイン専攻インダストリアルアート学域
〒191-0065 東京都日野市旭が丘6-6
komma@sd.tmu.ac.jp

あおやま もも

東京農工大学工学部情報工学科

さいとう たかふみ

東京農工大学大学院工学研究院先端情報科学部門
〒184-8588 東京都小金井市中町2-24-16
txsaito@cc.tuat.ac.jp

立体図形描画におけるメタ認知学習の効果について

The Effect of the Study of Metacognitive Skills on the Drawing of Three-dimensional Figures

宮腰 直幸 Naoyuki MIYAKOSHI

概要

製図学習の初期段階にある学生に立体の描画の誤りが見られる。学生にとって、投影法の意味や表現を理解していても立体を正しく認識し描くことは難しいと思われる。立体を描くためには実在しない形状を想像し、別な角度から見た姿を考えなければならない。こうした作業は頭の中で行われるため誤りがあっても発見しにくく、自らの間違いに気がつきにくい。こうしたことから、本研究では自らの行動を客観的に見るメタ認知学習の方法を製図の学習に取り入れ調査を行った。メタ認知学習は主としてスポーツなどの学習に用いられている。1週間の学習で被験者の図形の描き方の一部に変化が見られた。このことからメタ認知を活用した学習は図形描画の教育に部分的に効果があるのではないと思われる。

キーワード：図学教育／製図教育／メタ認知

Abstract

Mistakes can be observed in the three-dimensional projections drawn by students during the early stages of their study of technical drawing. It is considered that certain students, despite their understanding of what projections mean and what they express, have difficulties in perceiving and drawing three-dimensional projections correctly. In order to draw such a projection, it is necessary to visualize a form that does not exist, and to imagine what such form looks like when seen from a different angle. It is difficult to discover whether there are errors involved in this process as it takes place in students' heads, and it is difficult for them to realize their own mistakes. Therefore, in this research a study was carried out involving the introduction of the study of metacognitive skills into technical drawing classes in order that students are able to observe their actions in an objective manner. The study of metacognitive skills is chiefly used in sports and similar fields. After one week studying metacognitive skills, it was observed that the way the subjects drew figures changed to a certain extent. Based on this, it is thought that study employing metacognition may well have an effect to an extent on education in the drawing of figures.

Keywords : graphical education / drawing education / meta cognition

1. 研究の背景・目的

立体を正しく描画することは製図の基本である。立体を正しく描画するためには立体を正しくイメージし、理解することが必要である。しかし、立体の表現の誤りが、製図学習の初期段階にある学生の図に見受けられる。これらの学生は立体の投影法について学習を行い、投影法の意味や表現を理解して作業を行っているのだが、立体として不備のある描画を行い、またその誤りに気がつかないことも多い。

一般に図形描画の学習は作図を繰り返すことで行われる。しかし学生の描画する図を見る限り、学習方法が十分な成果を上げていないように思われる。

立体形状を認識し、理解することは人間が生来的に獲得している能力だと思われるが、経験や学習の違いにより能力の発揮には個人差が見られる。今井ら^[1]は、繰り返し学習を重ねることで目的を達成するための知識が獲得されると述べている。このことから、図学の学習では繰り返し図を描くことによってスキルの習得が行われると考えられ、一般的に行われる学習法が適しているといえる。

しかし、図を描く際、平面に描かれた図を見て実際にはそこにはない物体を想像し、物体を別な角度から見ることによって描かれる図が想像される。この作業は平面を立体化し、動かして平面化するという複雑な作業であり、その作業は全て頭の中で想像によって行われる。繰り返し学習の中で不明な部分があっても問題となっている箇所が分りにくく、結果的には誤った図形を描画するという形でしか分からない。このため誤った理解をしている学生の誤りを的確に指摘し、正すことは難しい。

認知心理学者のD. A. ノーマン^[2]は学習法の1つとして、学習者に内省的認知をさせる方法がスキルの向上に効果的であることを述べている。これによると内省は比較対象や思考、意志決定など自分自身の心の働きや状態を指し、内省を繰り返し行うことで目的を達成するための知識が獲得されるとしている。内省を行うためには自

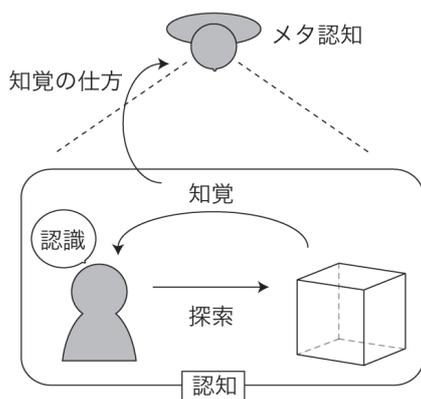


図1 メタ認知

らの行為を客観的に観察することが必要である。こうした客観的視点を得る方法として運動の学習ではメタ認知という概念が用いられている。A. オリヴェリオ^[3]は、メタ認知を、自分の思考や行動を客観的に把握し、認識することと定義している。人間は主に視覚によって外界からの情報を探索する。得られた情報を知覚し、認識する過程を認知という。メタ認知はこの状況を俯瞰した状態であり、第3者的に状況を捉え、知覚の仕方自体を知覚することを言う(図1)。

メタ認知を学習に活用した研究としては、諏訪ら^[4]による身体部位の意識の変遷によるスキル獲得の研究があげられる。諏訪らはボウリングを例にメタ認知を活用した学習を行うことでスコアの向上が見られたことを報告している。また、吉野ら^[5]は中学校の数学の授業においてメタ認知を活用した学習を行い、成績の向上が見られたことを報告している。

これらの研究において、メタ認知はスキルの学習者が自分の身体動作や知覚を意識する方法として用いられており、言語で説明する方法を用いている。これまでのメタ認知を用いた学習効果の研究は身体の運動や教科教育のプログラムとして用いられてきた。

メタ認知による学習は実際には見ることの出来ない像を想像することで行われる。立体の描画も実在しない形状を想像による動かし、正しい形状を得て行う。図形を想像し、描画する行為にもメタ認知を用いた学習方法が有効であると考えられる。

そこで本調査では、製図学習の初期段階の学生を対象にメタ認知を用いた学習を行い、メタ認知が図形描画の学習に与える影響を調べることを目的とする。

2. 調査の概要

本調査は、八戸工業大学の1年生25名を対象として等角投影図より正面図を描くテストにおいて正しく正面図

を描けず、かつ口頭での質問に対して投影図法による図形の描画方法が説明できなかった被験者12名に対して行った。本調査は描画方法の理解と学習を対象として行っているため、描画された図形のうち、大きさや図形の歪みに関しては誤りに含まず、稜線の欠落や描画線種の誤りを誤りとしてカウントした。また、口頭での質問は被験者が図形描画に対する客観的な視点の有無を確認するために行い、立体をイメージする順序などについて質問を行った。描画した図形に誤りがあり、かつ口頭での質問に対して明確な回答を得られなかった者を被験者とした。

これら12名の被験者を、メタ認知を用いた学習を行うグループ(以下:Aグループ)とメタ認知を用いない学習を行うグループ(以下:Bグループ)各6名に分け、5日間の学習を行いグループ間での回答を比較した。調査は1日1問立体の正面図もしくは側面図を描き、描画終了後、正解を確認させる。さらにメタ認知を用いた学習を行うグループには(1)正解の図形を描くため

表1 5日間の学習に用いた図形と解答

日数	設問	解答
1日目		
2日目		
3日目		
4日目		
5日目		

の考え方, (2)自分の図形の描き順, (3)図形のイメージしにくかった部位, を質問した, これは被験者に回答させることで自己の行為を言語化し, 認識させることによって自己の行為を客観的に考えさせ, メタ認知学習に結びつけるための質問である. 5日間の学習に用いた図を表1に示す. 設問に示された図形を矢印の方から見た投影図を描く課題である.

3. 調査の結果

5日間の図形描画による正否の結果を図2に示す. 3日目以外はAグループの方がBグループの方を上回るか, 同じ正解者数となった.

また, 5日間の調査の中で, AグループおよびBグループの図を描く過程とAグループに行った質問に対する回答の中から, 図形描画の方法について変化が見られた例を表2に示す. 表中の方法の変化は表3に示す内容によって分類した.

表2中の括弧内の数値は, 被験者を分類する際のテストで表2の各項目が行われなかった人数を示し, 括弧外

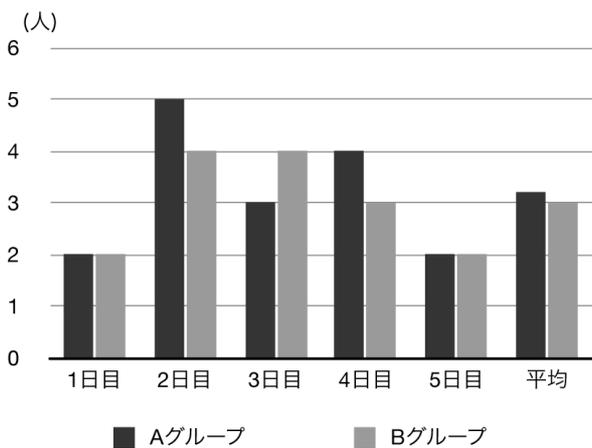


図2 正解者数

表2 図形描画の方法の変化

変化のあった人数 (テストで項目が行われなかった人数)

項目	A	B
図形の手前部分から確認する様子が見られた	1 (1)	0 (2)
立体を部分ごとに描画する様子が見られた	2 (3)	3 (4)
スケッチをする様子が見られた	2 (6)	1 (6)
解答の見直しをする様子が見られた	3 (4)	1 (2)
複数の思考方法を検討し描画する様子が見られた	3 (6)	1 (6)

表3 変化項目の内容

項目	具体的内容
図形の手前部分から確認する様子が見られた	面の位置や前後関係を塗り分けなどで確かめ, 直接見える部分を明らかにするような作業や回答があった場合.
立体を部分ごとに描画する様子が見られた	凹んでいる部位, 突き出している部位など立体の形状的な特徴毎に描画する様子や回答があった場合.
スケッチをする様子が見られた	用紙の余白に自分で図を描き, 形状を確認する様子や回答があった場合.
解答の見直しをする様子が見られた	一度作図した後, 描いた図形と元の図形を比べるなどの様子や回答があった場合.
複数の思考方法を検討し描画する様子が見られた	いくつかの異なる図形を描き, 比較検討を行っている様子や回答があった場合.

の数値は項目の内容について変化の見られた人数を示している. Aグループは見直しや他の方法の検討など描画した行為自体を見直す傾向が強くなっていることが伺える. 一方, Bグループは描き方を考える傾向が強くなり, 手順を重視していることが伺える. 特にAグループでは見直しをする被験者が増加しており, 手順ではなく描いたもの全体から正否を考える被験者が増加している.

本調査ではAグループとBグループにおいて, 正答数に大きな違いはなかった. しかし, 図形描画の方法について見てみるとグループによってその特徴に違いがあり, メタ認知を用いた学習が被験者の考え方に影響を与えたと考えられる.

4. 描画方法の比較

4-1. 外形線およびかくれ線の不足

被験者を選別する際に行ったテストで見られた誤りに, 外形線およびかくれ線の不足があげられる. 必要とされる稜線が描画されない誤りである. Aグループ, Bグループとも, 被験者を選定する際のテストでこの種の誤りをした被験者が含まれている. メタ認知による学習の後, Aグループの被験者は形状を確認し, 図形の描画を行うことで線が不足する誤りが減少した (図3). 一方, Bグループにはこうした変化は見られなかった. ただし, メタ認知の学習は形状の把握に重点を置いたため, 線種の誤りは改善されなかった.

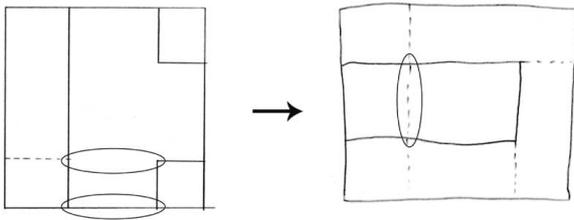


図3 外形線およびかくれ線不足の変化

4-2. 塗りつぶしによる面の確認

Aグループの被験者のうち3人は面を確認する際、網掛けや塗りつぶしによって面に色を付けることで、面の形状を確認していた(図4)。Bグループではこうした変化は見られなかった。

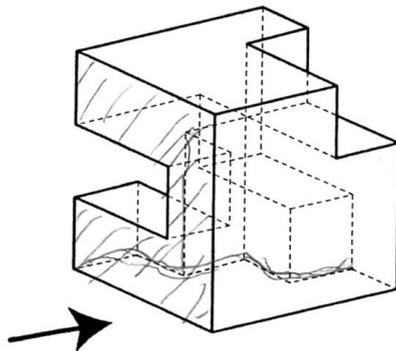


図4 面の塗りつぶし

4-3. 線種の理解

メタ認知学習は主として形状の把握についての説明を求めた。このためAグループでは稜線の位置など形状を正しく描画することについては改善が見られたが、線種の使い分けについては依然として誤りが見られ、学習によっても変化がなかった(図5)。

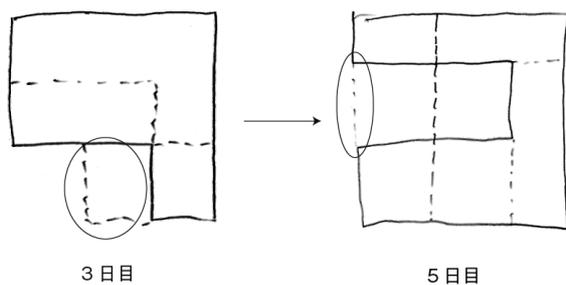


図5 線種の誤り

5. まとめ

本調査では立体描画を例に、メタ認知が図形描画の学習に与える影響を調査した。結果、被験者が図形描画の行為自体を見直し、面の位置関係などを整理、描画する意識が形成されつつあることを確認した。特に、描画した後に異なる描画方法の検討や見直しなどを行い、立体

全体を見る視点が形成されたことはメタ認知を用いた学習の効果ではないかと思われる。メタ認知を用いた学習は身体動作の学習支援に効果を上げるとされてきたが、図形描画の学習にも効果が期待できる。

なお、本調査では触れていないが、線種の誤りなどは依然として散見されており、これらの学習方法については方法を検討することが必要である。

参考文献

- [1] 今井むつみ, 野島久雄: 人が学ぶということ—認知学習論からの視点—北樹出版, 2003.4
- [2] D. A. ノーマン, 野島久雄: 人を賢くする道具—ソフト・テクノロジーの心理学—新曜社, 1996. 12
- [3] A. オリヴェリオ, 川本英明: メタ認知的アプローチによる学ぶ技術創元社, 2005.12
- [4] 諏訪正樹, 伊東大輔: 身体スキル獲得プロセスにおける身体部位への意識の変遷人工知能学会第20回全国大会論文集 pp.1-2, 2006.6
- [5] 吉野巖, 篠原宗弘, 吉田典史, 高坂康雅, 工藤敏夫: 数学教育における「吹き出し法」のメタ認知的効果の検討北海道大学紀要(教育科学編)第54巻第1号 pp.13-23, 2003.9

●2012年1月13日受付

みやこし なおゆき
 八戸工業大学感性デザイン学部感性デザイン学科 講師
 E-mail: miyakoshi@hi-tech.ac.jp

●作品紹介

タテマチアート vol. 2

TATEMACHI ART vol. 2

川崎 寧史 Yasushi KAWASAKI

山岸 邦彰 Kuniaki YAMAGISHI

キーワード：形態構成／造形教育

1. 制作背景

2010年に実施したタテマチアート^[1]の第2弾企画であり、2011年10月7日～16日の10日間実施された。vol. 2では金沢美術工芸大学・環境デザイン科の学生もメンバーに加わり、若者の街タテマチストリートの3店舗、ストリート、広場にアート作品を展示した。本稿ではこのうち、ストリートとタテマチ広場に設置したアートを中心に報告する。制作指導では川崎はアートデザインを、山岸は構造デザインをそれぞれ担当した。

2. アート展示の概要

2.1. てふてふが誘うストリートの魅力

3つの店舗空間では“SAKURA”、“Tatemachi-projection”、“スパークリング”という空間アートが展示された。このうち起点となる“SAKURA”はサクラ並木を見立てた空間を抜け、日常風景を思い出として想起させる映像インスタレーションの空間演出がなされている(図1)。そして、この場所から1,000羽のてふてふ(ちょうちょう)がストリートに飛び立ち、アートのある場所に誘い、人々が出会うというデザインが実施された(図2)。てふてふは耐水性和紙を材料とし、店舗や

ストリートのプランター、街路樹、ベンチなど様々な場所に配置された(図3・4)。

2.2. 大きな雲と大きなテーブル

タテマチ広場には‘machi-ai’と“大きなテーブル”という空間オブジェが設置された。‘machi-ai’は街を行き交う人々が、白く小さな三角形のピースを、青空をイメージした大きなボードに自由に貼り付け、全体で大きな雲を描いていく参加型アートである(図5)。“大きなテーブル”は、人が寝そべってくつろいだり、こどもが飛び跳ねて遊んだり、様々な行動を誘発させる家具オブジェである(図6・7・8)。平面スケールは4,000×8,000mm、材質はアカマツを使用し、多人数が乗れるような強度を想定して骨組みを設計している(図9)。

謝辞

金沢美術工芸大学 坂本英之教授、デザイン制作と展示に参加した学生諸子、企画立案の協力および展示フロアをご提供いただいた豎町商店街振興組合の皆様にはこの場をかりて謝意を表します。



図1 “SAKURA” サクラ並木のような空間



図2 “てふてふ” ちょうちょうが飛び立つ花畑



図3 街路樹に羽を休めるてふてふ



図4 夜はベンチしたから光のてふてふが舞う



図5 `machi-ai'みんなで大きな雲を描く



図6 “大きなテーブル”くつろぐ・あそぶ



図7 大勢のこどもが座っておはなしを聞く



図8 夜はあかりのオブジェとなる

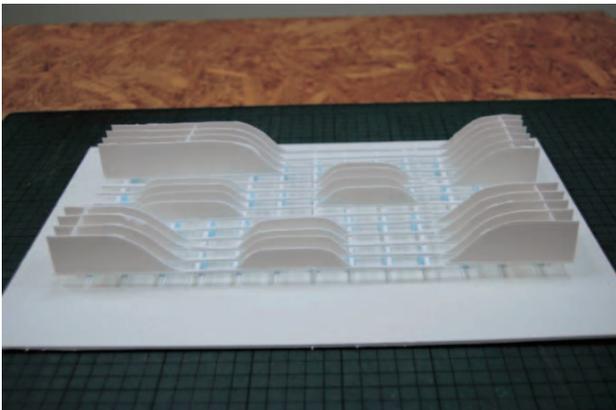


図9 骨組み構造のスタディ

参考文献

- [1] 川崎寧史, “金沢中心部の空き店舗とストリートのデザイン—TATEMACHI ART—”, 図学研究, 45.2 (2011), 29-32.

●2012年2月23日受付

かわさき やすし
 金沢工業大学 環境・建築学部建築系
 kawasaki@neptune.kanazawa-it.ac.jp

やまぎし くにあき
 金沢工業大学 環境・建築学部建築系
 kuniaki@neptune.kanazawa-it.ac.jp

図学と折り紙（1）

Graphic Science and Origami (1)

三谷 純 Jun MITANI

1. はじめに

筆者はコンピュータグラフィックスを専門とし、そのなかで立体的な形の構築を扱う「形状モデリング」の分野を主に研究しています。本学会においては、これまでに立体と展開図をキーワードとして、計算機を用いた紙模型および折り紙に関する研究の発表をさせていただいてきました。最近では曲面を含む折り紙の設計と制作に関心を持ち、研究の合間に作った折り紙作品を Flickr というインターネット上の写真共有サイト^[1]に投稿しています。たとえば図1のような作品があります。これらは、折った後の形を計算機で設計し、展開図に従ってカッティングプロッタで折り筋を加工しています。お時間のある時にご覧いただければ幸いです。



図1 Flickr で公開している曲面を持つ折り紙

このたび、本誌の講座で連載記事を執筆させていただく機会を得ましたので、この「折り紙」をテーマに取り上げ、図学と折り紙に関係する話題を紹介していきたいと思っています。コンピュータグラフィックスを専門とするものの視点から見た「折り紙」であるため、内容に偏りがあるとは思いますが、折り紙に対する新しい視点を提供できれば幸いです。

2. 折り紙の歴史

研究の第一歩として、対象の歴史を学ぶことは大切なことでしょう。ここでは、一般的に知られている折り紙の歴史について簡単に紹介します。

「折り紙」をどのように定義するかにも依りますが、鶴や舟を折る遊戯的な折り紙が普及したのは、江戸時代初期からと考えられているようです。それ以前にも、「畳紙」や「熨斗（のし）」のような「礼法折り紙」の文化はあったようです。世界的に origami という単語が使われるようになっていますが、ヨーロッパでも紙を折る文化は古くからありました。そのため「折り紙は日

本を発祥の地として世界に広まった」という考えは正確では無いようです。

誰もが一度は折ったことがあると思われる「鶴」は江戸時代初期の作品であると考えられています。この鶴のさまざまなバリエーションをまとめた本「秘伝千羽鶴折形」が、今から200年以上も前の1797年に刊行されました^[2]。この本には、複数の鶴が連なった作品を中心に49種類もの完成図と切込みの入れ方が載っています。折り紙というと、正方形の紙を使って、切込みを入れてはいけない、と考える方が多いと思いますが、古くは自由な発想に基づいて、多くの作品が考案されていたことがうかがい知れます。この「秘伝千羽鶴折形」は、世界でもっとも古い遊戯的な折り紙の本と言われています。この文献の各ページの写真が、日本折紙学会の Web サイト^[3]で公開されています。

近代的な創作折り紙が登場したのは戦後のようです。折り紙の作品を芸術の域まで高め、また新しい折り紙の基礎を築き上げた人物として、吉澤章氏の功績は国内外で高く評価されています。1980年前後から折り紙に「設計」の概念が導入され、さまざまに新しい折りの技法が考案されるようになりました。近年では、昆虫をはじめとする複雑な構造を持った作品が折り出されるようになってきました。古典的な折り紙とは一線を画する精巧さで、折りの手数が多い複雑なものは「complex origami（コンプレックス折り紙）」とも呼ばれます。

1989年には折り紙の国際会議（現在は「折り紙の科学・数理・教育に関する国際会議：The International meeting of Origami Science, Mathematics, and Education」）が開催され、学術的な観点からの研究も進展しました。2000年以降はコンピュータの普及とともに、折り紙の設計を支援するソフトウェアや、折りによる紙の変形をシミュレーションするソフトウェアなどが多く登場するようになりました。このようなコンピュータを使った折り紙の設計・研究を指して、Computational Origami という言葉も使用されるようになってきています。

人工衛星の太陽電池パネルの折りたたみや自動車のエアバッグの折りたたみなど、工学分野へ折り紙の技術

を活用する動きもあり、産業界へのさらなる応用が模索されています。

3. 折り紙と展開図

紙を折ってできた「形」と、紙を開いた時に見られる「折り線」の関係についてよく観察することが折り紙について深く知る第一歩になります。折り線には、「山折り(Ridge foldまたはMountain fold)」と「谷折り(Valley fold)」の2種類があり、この折り線の様子を図で表したものを「展開図」と呼びます(図2)。実際の折り紙作品を開くと、完成した時点では折られていない線(折り工程の途中でしるしをつけるために折られた線など)も現れますが、これらは「補助線」として区別し、展開図には含めないことが一般的です。

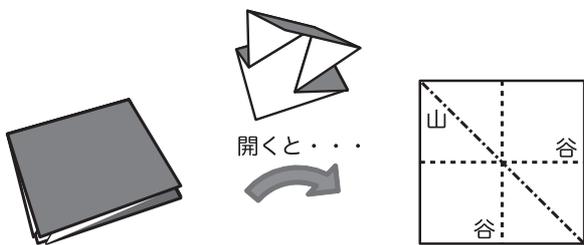


図2 折り紙を開くと山折り線と谷折り線を含む展開図が現れる

展開図では、山折りを赤、谷折りを青とすることが多く(Ridge=RedでアルファベットのRつながりである、覚えるといいそうです)、色を付けない場合には山折りを一点鎖線、谷折りを破線として表すことが一般的のようです。これはなぜかペーパークラフトでみられる区別とは逆になっています。紙をひっくり返せば、山と谷が反転しますので、区別さえできれば、どちらが山でどちらが谷かにあまりこだわる必要はないのかもしれませんが(左右対称な形に限りますが)。本稿では、谷折りを破線、山折りを実線で表すこととします。

4. よく知られている折りのパターン

鶴や舟のように、何か具体的な対象物を折るのではなく、規則的なパターンを繰り返し折ることで、幾何学的に、場合によっては工学的にも興味深い形となることがあります。ここでは、よく知られている折りのパターンをいくつか紹介します。

4.1 蛇腹折り

蛇腹折り(図3)は山折り線と谷折り線が交互に並び基本的なパターンで、アコーディオンのように伸縮します。1枚の素材から接合部無しで、伸縮する機構を作れ

るため、加工機の防塵カバーに使用されることもあります。図4の例のように、平行な折り線群を横切るような折りを新しく加えることで、より複雑なパターンを作ることができます。蛇腹折りは、折り紙設計においても、よく使われるパターンです。

蛇腹折りの山と谷の並び方を、山・山・谷・谷とすると、図5に示すトタン屋根のような形になります。折り線の並びの間隔を変えたり、傾きを持たせたりすることで、さらにバリエーションを増やせます。

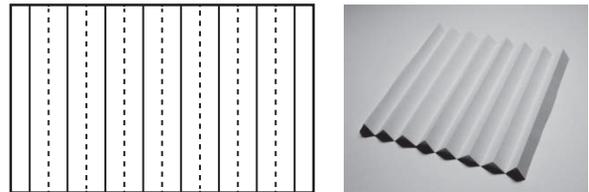


図3 山と谷を交互に折った蛇腹折り



図4 蛇腹折りを横断するように折った様子

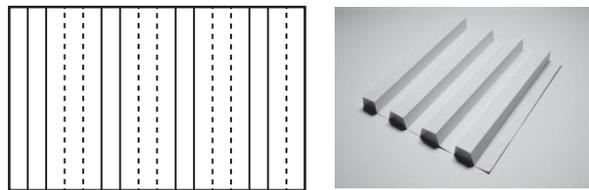


図5 山・山・谷・谷の繰り返しで得られる形

4.2 ミウラ折り

ミウラ折り(図6)は人工衛星に搭載された太陽電池パネルの折りたたみに使用されたパターンとして広く知られています。一点を固定し、他の点を移動させると全体が連動して開閉する一自由度の剛体折りパターンです。開閉が容易なことから、地図の折りたたみにも活用されています。東京大学名誉教授の三浦公亮氏の名にち

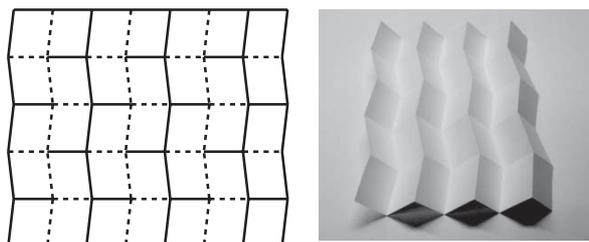


図6 ミウラ折りのパターン

なんでミウラ折りと呼ばれていますが、当の三浦氏は当初「二重波型可展構造」と呼んでいたそうです。ミウラ折りに関する詳しい情報はMIURA-ORI GroupのWebサイト^[4]内の「ミウラ折りの発見と科学」のコーナーで紹介されています。

4.3 吉村パターン (ダイヤモンド・パターン)

吉村パターン (図7) は円筒をつぶした時に現れる、ダイヤモンド・パターンと呼ばれる構造と同じ折り構造を持ったパターンです。丸めて両端を貼りあわせることで円筒になります。この構造を深く研究された吉村慶丸氏の名前にちなんで、吉村パターンとも呼ばれます。表面にこのパターンが加工された飲料缶 (ダイヤカット缶) もあります。

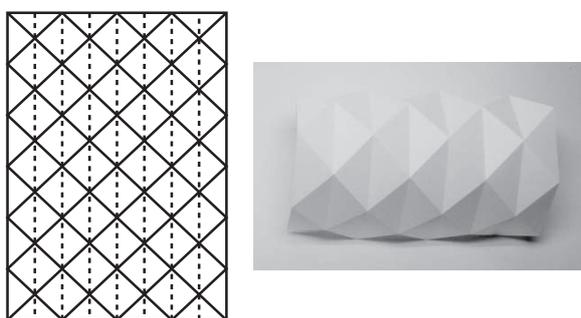


図7 吉村パターン (ダイヤモンド・パターン)

4.4 風船の基本形と、その敷き詰め

図8は折り紙でよく知られている「風船」を折るときに現れる基本的なパターンで、「風船の基本形」と呼ばれています (これ以外にも、いくつかのパターンが「～の基本形」と呼ばれています)。

これは図9のように、三角形の辺をつなげて連結することができ、この展開図も平坦に折りたためます。これをさらに、基本形の半分だけずらして隣に並べていくと、「Folding Techniques for Designers: From Sheet to Form (Paul Jackson 著) ^[5]」の表紙にも使われている図10の面白い形になります (写真と展開図では、山と谷が反転しています)。風船の基本形はいくらでも連結できるので、さらに数を増やすと図11のような形にな

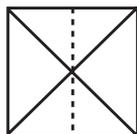


図8 風船の基本形の展開図

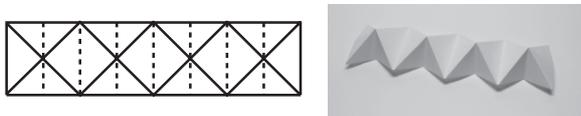


図9 風船の基本形を横に並べた様子

ります。独立した1つの風船の基本形同様に平らに折りたたむことができる一方で、支えがないと紙の元に戻ろうとする力でクルッと丸まってしまいます。両手を使って自由に変形できます。

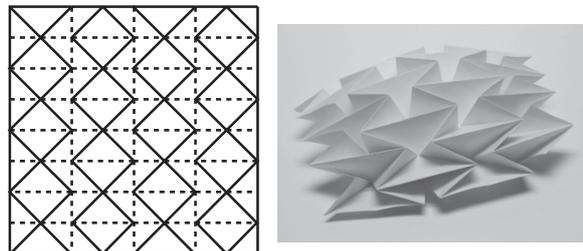


図10 風船の基本形の敷き詰めパターン(1)

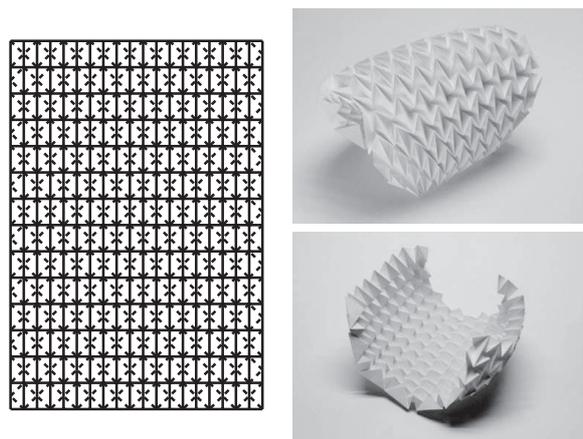


図11 風船の基本形の敷き詰めパターン(2)

4.5 イカロスの帆に使用されたパターン

人工衛星でもロケットでも無く、どう表現するべきか難しいところですが、「世界初の宇宙ヨット」と称され、2010年に宇宙に飛び出したソーラー電力セイル機「イカロス」の薄膜太陽電池の折りたたみに使われたパターンが図12です^[6]。展開図は4つの三角形が組み合わさった形になっていて、それぞれが蛇腹折りで折りたたまれます。上の写真のように折った後で、これを中心の四角形に巻きつけます。

中央部にも折り線を入れてこのパターンを平らに折りたたみ、そのあとに端を持って広げると、双曲放物面状の形になることが知られています (数学的には双曲放物面にならないということが文献 [7] で示されていま

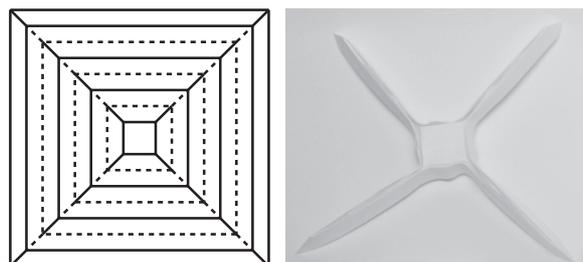


図12 イカロスの帆に使われたパターン

す)。不思議な形なので、ぜひ一度作ってみることをお勧めします。

4.6 ねじり折り

図13は紙をひねって折る構造をしていて、完全に折りたたむと平坦になります。紙がねじれた状態で重なり合い、重なり順が循環します。中央部分は正方形である必要はなく、図14は中央が三角、四角、六角の例です。畳紙（タトウ）や「花紋折り」などに見られ、また Tessellation と呼ばれる分野の折りにもよく登場します。

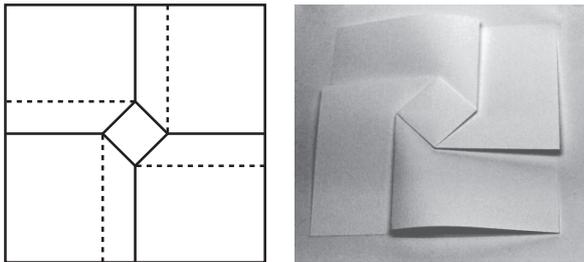


図13 ねじり折りのパターン



図14 正三角形、正四角形、正六角形のねじり折り

4.7 三角形のスパイラル

図15は三角形の集合で円錐状の形が作られる構造で、平坦に折りたたむことができます。折りたたんだ状態を上から見ると、三角形が中から外に向かってらせん状に広がります。折り紙作家の布施知子氏によって、このパターンを持った作品が多く作られています^[8]。また一方で、野島武敏氏によっても、その設計手法が研究され^[9]、それぞれ「ねじれ多重塔」、「円錐殻」などの名称で呼ばれています。ねじれの角度や重ねる段数を変えることが可能で（上記は5角形の例）、2010年に発表された「132 5. ISSEY MIYAKE」シリーズの服飾にも、こ

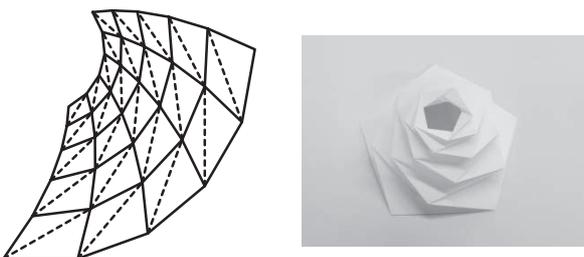


図15 三角形のスパイラル（5角形）のパターン

のパターンのバリエーションが使用されたデザインが生まれます。

5. おわりに

連載第一回目ということで、折り紙の簡単な歴史と、ミウラ折りなどの、よく知られている折りのパターンを紹介しました。折り紙というと、鶴や舟など、具体的な対象物のかたちを折ることばかりに目が行きがちですが、幾何学的な折り線の配置パターンからも興味深い形を折り出すことができることをそれぞれの展開図で確認いただけたでしょうか。また、ここで紹介したパターンからは、紙を正方形に限定する必要がないことがわかりいただけたものと思います。固定概念に縛られない自由な発想が、新しい形を折り出すことにつながります。今回は、平坦に折りたたむ「平坦折り」と展開図の関係について紹介したいと思います。

参考文献

- [1] Flickr: Jun Mitani's photostream, http://www.flickr.com/photos/jun_mitani/
- [2] 山口真, 日本を伝える! 英語で折り紙, ナツメ社, 2005
- [3] 『秘伝千羽鶴折形』—折紙探偵団, <http://origami.gr.jp/SenbazuruOrikata/index.html>
- [4] 株式会社ミウラ折りラボ, ミウラ折りの発見と科学, <http://www.miuraori.biz/hpgen/HPB/categories/80201.html>
- [5] Paul Jackson, Folding Techniques for Designers: From Sheet to Form, Laurence King Publishers, 2011
- [6] 宇宙航空研究開発機構, 小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS (イカロス)」のセイル展開の成功について, http://www.jaxa.jp/press/2010/06/20100611_ikaros_j.html
- [7] Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, Vi Hart, Gregory N. Price and Tomohiro Tachi. (Non) existence of Pleated Folds: How Paper Folds Between Creases, JCCGG 2009.
- [8] 布施知子, MANIFOLD, #05, pp. 3-5, 2002.
- [9] 野島武敏, 折りたたみ可能な円錐殻の創製, 日本機械学会論文集. C編 66 (647), pp. 2463-2469, 2000.

●2012年5月10日受付

みに じゅん

筑波大学大学院システム情報系 准教授

2004年, 東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士課程修了。博士 (工学), 2011年より現職。CG, 形状モデリングに関する研究に従事。

mitani@cs.tsukuba.ac.jp

●中部支部2011年度冬季例会報告

中部支部2011年度 冬季例会報告

長坂 今夫 *Imao NAGASAKA*

辻合 秀一 *Hidekazu TSUJIAI*

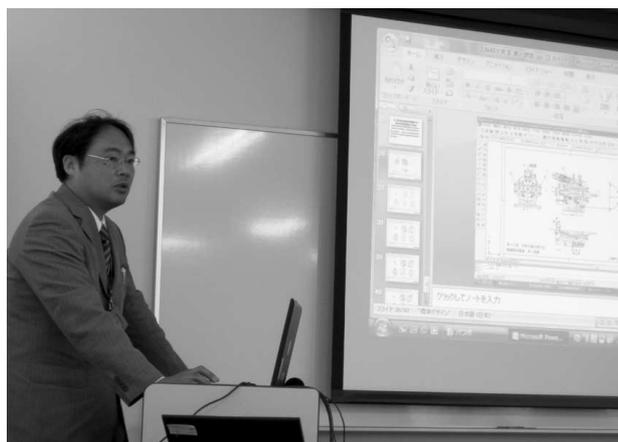
日本図学会中部支部2011年度冬季例会を平成24年2月28日(火)13時より北陸職業能力開発大学校で行いました。今回、北陸職業能力開発大学校の清本達也先生のご協力により魚津で開催することができました。機械系、電気系の実習の見学もでき、10件の発表や懇親会で活発な情報交換が行われました。例会は、のべ20名の参加者がありました。内訳は、会員4名、非会員16名でした。

プログラム

座長：辻合 秀一（幹事）

挨拶：池野 進校長（北陸職業能力開発大学校）

- 1) 免許状更新講習「図学からみた遠近法」実施報告
辻合 秀一（富山大学）
- 2) 平面的立体 —コンピュータの見たマグカップ—
渡辺 祐也, 辻合 秀一（富山大学）
- 3) CAD を利用した効率的な機械設計技術の習得
福田 真也, 本元 佑樹, 清本 達也
（北陸職業能力開発大学校）
- 4) ソーラーカーの設計・製作
上坂 広大, 岡崎 将弥, 波多野 涼, 高橋 茂信
（北陸職業能力開発大学校）
- 5) 技能五輪「機械製図職種」の指導法
清本 達也（北陸職業能力開発大学校）
- 6) スターリングエンジンの設計・製作
高橋 茂信（北陸職業能力開発大学校）
- 7) 新潟県における勤労青年教育
—山間地東蒲原郡と昭和電工鹿瀬工場の実業教育—
江花 晋也, 佐野 浩（新潟経営大学）
- 8) バランススト・スコアカードを用いた学校経営モデル
の設計に関する研究 —戦略デザインの視点から—
丸山 良輝, 佐野 浩（新潟経営大学）
- 9) 戦後教育改革と新制中学校職業科の変遷
佐野 浩（新潟経営大学）, 坂本 勇（元大阪産業大学）
- 10) 技術教育の哲学（第10）—現実的文脈から—
坂本 勇（元大阪産業大学）, 佐野 浩（新潟経営大学）



ながさか いまお
中部大学 工学部
つじあい ひでかず
富山大学 芸術文化学部

免許状更新講習「図学からみた遠近法」 実施報告

辻合 秀一 *Hidekazu TSUJIAI*

本発表は、平成23年度に行った免許状更新講習の実施報告である。テーマは、図学から見た遠近法とし、到達目標を投影法の知識の習得と図学の最新情報の把握とした。

平成23年から3D映画が一般の映画館で見られるようになり、コンピュータグラフィックスや特撮の全盛期である。この講習は、現代における図学の役割を理解し、最新動向と遠近法の説明および分析を行った。

講習の授業内容は、6時間で、1時間を6コマで、最近の図学現状、投影法、多角形、図形表現、3次元CG、筆記試験を行った。授業資料には、参考文献 [1]、[2]、[3] を用いた。

開講は、夏休みの8月26日に実施し、受講予定人数30人のところ13人受講した。

主な受講対象者を、小学校、中学校（数学・美術・技術）教諭向けとした。実際には、高等学校教諭1人（数学）、中学校教諭8人（美術3人、技術2人、数学1人、保健体育1人）、小学校教諭2人、その他2人（美術1）であった（カッコ内は内訳）。

図学に接したことがない受講生もあり、三面図を描くのに苦労していた。

参考文献

- [1] 改訂【可視化の図学】図学教育ワークショップ2011編、ダイテックホールディング（2011）。
- [2] 小林範夫、鈴木賢次郎、加藤道夫、吉田勝行、近藤邦雄，“日本学術会議・科学教育研究連絡委員会報告”，図学研究，第37巻，第4号（2003），pp. 29-47。
- [3] 堤江美子，“オーストラリアにおける空間認識力育成のための図学教育”，図学研究，第38巻，第3号（2004），pp. 29-41。

つじあい ひでかず
富山大学 芸術文化学部

平面的立体

—コンピュータの見たマグカップ—

渡辺 祐也 *Yuya WATANABE*

辻合 秀一 *Hidekazu TSUJIAI*

この作品は、人間の目ではなく、コンピュータが観測した空間をそのままに表現することがテーマとなっている。

人の目で観測している世界と、コンピュータが観測している世界との差異を感じてもらうことが、この作品の主題である。

かねてより研究していた、『平面的立体』の研究データをもとに、研究のモデルではなく立体作品として作成した。

立体の計測にはレーザー光の反射によって距離を測定するレーザーレンジセンサーと Mindstorms NXT を用いて行う。



図1 作品写真（正面）



図2 データ計測に使ったマグカップ

わたなべ ゆうや
つじあい ひでかず
富山大学 芸術文化学部

CAD を利用した効率的な機械設計技術の習得

福田 真也 *Sinya FUKUDA*
本元 佑樹 *Yuuki HONMOTO*

目的

CAD を利用した効率的な機械設計技術の習得をテーマとし、CAD トレース技能審査中級試験や技能五輪富山県予選などの問題に取り組み、機械製図の知識を深め技能、技術の向上を目的としている。また、機械設計の知識を深め、技能五輪全国大会への出場を目標としている。

活動内容は以下である。

- ①試験内容の確認
- ②CAD トレース技能審査中級試験への取り組み
- ③部品図作成の訓練
- ④若年者ものづくり競技会への出場
- ⑤技能五輪富山県予選への取り組み・受験
- ⑥教材用モデル装置の設計・製作

若年者ものづくり競技会への出場

兵庫県で行われた「第6回若年者ものづくり競技大会」の機械製図（CAD）職種に出場した。

若年者ものづくり競技大会とは、工業高校や職業訓練施設、企業内訓練施設などで学ぶ20歳以下の若者が「ものづくり技能」を競う大会である。

機械製図（CAD）職種は、制限時間3時間30分以内に与えられたA3の課題図から指定された部品の寸法を測定し、それを描きだし、指示事項等を記入し、部品図を作成する競技である。今年は二名が出場し、一名が優勝した。

技能五輪富山県予選への取り組み・受験

試験内容は問題用紙から、制限時間以内に指定された部品を抜き出し、課題図では描かれていない部分も補って作図していくという内容である。

練習では、自分が作成した2次元の図面を印刷し、その図面を元に3次元CADでモデリングを行った。それによって寸法記入の漏れや、形状の誤りを発見、修正し、より正確な図面を描く能力を磨いた。

この課題は技能五輪全国大会の課題内容に類似しており、この取り組みによって機械設計技術の向上及び、試験の対策につながった。

ふくだ しんや
ほんもと ゆうき
北陸職業能力開発大学校

ソーラーカーの設計・製作

上坂 広大 *Koudai UESAKA*
岡崎 将弥 *Masaya OKAZAKI*
波多野 涼 *Ryou HATANO*

ソーラーカーはCO₂ガスを排出しないクリーンな車である。太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換し、バッテリーに蓄えモーターにより駆動エネルギーに変換して走行する。現在、太陽電池から得られる電気エネルギーは限られているため、省エネルギー性能が求められる。2009年から製作しているソーラーカーは1人乗りの乗用タイプで、ソーラーカーレース鈴鹿への出場を目指し製作を行ってきた。

ソーラーカーレース鈴鹿2011とは、平成23年8月5・6日（金・土）に三重県鈴鹿市の鈴鹿サーキット（1周5.807km）でソーラーカーレースが開催されました。今回、EnjoyⅡクラスに参加し、制限時間4時間の中でサーキットを何周するかを競った。またレース規則として車検がある。車検ではブレーキ検査や車両規則など様々な検査が実施され、作成車両が厳しくチェックされるなど、第3者から見たものづくりの評価が行われる。図1に車検の様子を示す。

本発表では、2011年の大会前の活動、大会後の原因改善活動の中で実施した駆動系部品（チェーン）の改善について報告する。



図1 車検の様子

うえさか こうだい
おかざき まさや
はたの りょう
北陸職業能力開発大学校

技能五輪「機械製図職種」の指導法

清本 達也 Tatsuya KIYOMOTO

新人の機械設計技術者が、最初に実務として行う作業に部品図の作成がある。先輩が描いた計画図を基に部品を抜き出し、寸法、公差、幾何公差、仕上げ記号、注記等記入し部品図を完成させる。この作業を無理なく実行するためには、機械製図、金属材料、材料力学、工業力学等幅広い知識とそれを融合した総合的な機械設計の技術力が必要となってくる。その技術力を養うためには集中して図面に向き合う時間が必要だと考えるが、実際企業では2～3年程のOJTで行っている。

平成16年度より東北職業能力開発大学校機械システム系において、総合制作実習の1テーマとして総合的な機械設計の技術力を養う訓練を行った。テーマが「CADを利用した効率的な機械設計技術」で、技能五輪全国大会「機械製図職種」に参加することを目標とした。本報では、その訓練内容と結果について報告する。

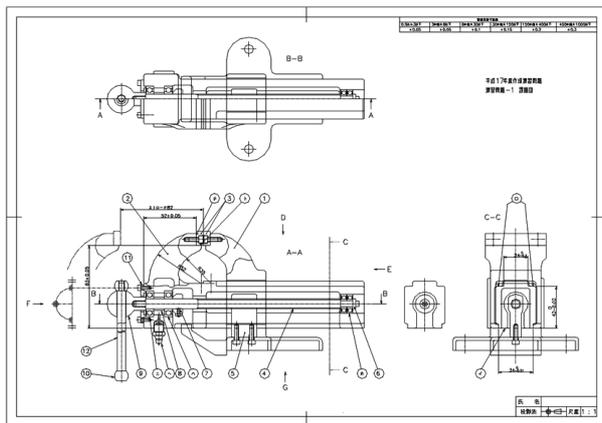


図1 組立図

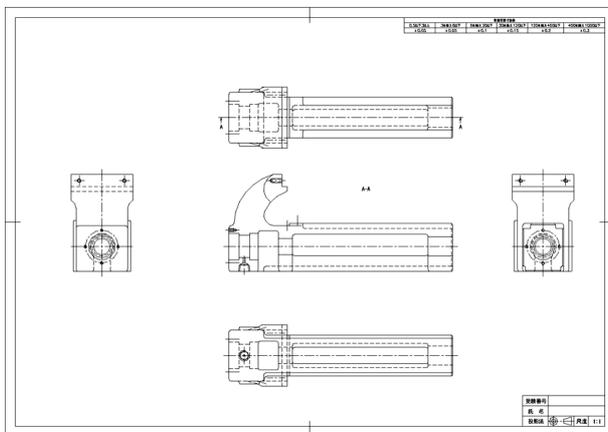


図2 部品図

きよもと たつや
北陸職業能力開発大学校

スターリングエンジンの設計・製作

高橋 茂信 Sigenobu TAKAHASHI

スターリングエンジンは密封された空気などの媒体を過熱することにより動作するエンジンであり、排気ガス等が排出されない環境にやさしいクリーンな外燃機関のエンジンである。本エンジンの製作の工程としては、デザイン、理論計算、要素設計、機械加工、組立、調整等が含まれており、専門課程制御技術科および生産技術科2年間で学んだ技能と技術の集大成としてふさわしい題材と考えられる。

また毎年11月にはスターリングテクノラリーと題し、日本工業大学（〒345-8501埼玉県南埼玉郡宮代町）を会場に、全国からさまざまなサイズや形式のエンジンが集まり競技大会が開催され、学内での製作の成果を試すには最適の場である。本報告では、2010年までに組み込んだスターリングエンジンカーの設計製作からスターリングテクノラリー参加の結果とそれに伴う改善について、2009年度から学生とともに新たに挑戦を始めた無線操縦クラス（図1）と3Vスターリングクーラークラス二つの点について、まとめた。



図1 無線操縦クラス参加車両

たかはし しげのぶ
北陸職業能力開発大学校

新潟県における勤労青年教育

—山間地東蒲原郡と昭和電工鹿瀬工場の実業教育—

江花 晋也 Shinya EBANA

佐野 浩 Hiroshi SANO

新潟と福島の間境に位置する東蒲原郡の山間に、阿賀野川と常浪川が合わさる津川地域がある。この地は、新潟湊からの川船が行き交う山中の港町であり、古くから交易上の重要拠点でもあった。明治時代にこの地に置かれた津川農林学校は、農業と林業の振興を図るのみならず、郡内に唯一の中等学校として地域の人材育成を担っていた。

一方、津川に隣接する鹿瀬地域には元文年間から草倉銅山が開かれ、明治8年(1875年)には古川市兵衛が採掘権を取得し、大規模な開発に乗り出していた。最盛期には、山中に6,000人もの人々が生活する都市が築かれ、私立小学校が設置され、鉱山で働く人々の子弟の教育に当たっていた。

東蒲原郡内は石灰などの天然資源も豊富で、昭和4年(1929年)には、昭和肥料(後の昭和電工)鹿瀬工場が操業を開始した。昭和14年(1939年)には、工場事業場技能者養成令と青年学校令に基づき、工場内に技能者養成所と青年学校が設置され、機械科と化学科が置かれ、工場に勤める青年を対象とする本格的な工業教育が行われた。この工場は戦後も順調に発展し、教育や文化・スポーツ活動などあらゆる面で地域を先導する存在であった。

東蒲原郡内には津川農林学校と昭和電工鹿瀬工場以外に中等教育機関はなく、その実業教育が地域の人材育成の機能を果たしていた。それは、勤労青年に対する職業教育であり、勤労を重視し、万人に教育の門戸を開放した戦後の新制中学校・新制高校の理念の先駆けであった。



図1 工場のグラウンドで開かれた運動会(昭和27年頃)

えはな しんや
さの ひろし
新潟経営大学 経営情報学部

バランスト・スコアカードを用いた学校経営モデルの設計に関する研究

—戦略デザインの視点から—

丸山 良輝 Yoshiki MARUYAMA

佐野 浩 Hiroshi SANO

今日の学校には、学校・家庭・地域社会相互の連携を軸とした「開かれた学校づくり」が求められている。営利を目的としない学校経営においても、企業と同様に目指すべきビジョン(将来像)やミッション(使命)の明確化と、それを実現するための経営戦略が必要とされており、これからの学校経営には、バランスト・スコアカード(Balanced Score Card, 以下BSC)と、戦略図(Strategy Map)を用いた経営モデルの設計が有用であると考えられる。

BSCは組織が目指すビジョンを中心として、それを実現するための財務、顧客、業務プロセス、学習と成長の4つの視点から経営戦略を策定・実行・評価するための包括的概念である。こうした多面的な視点からの業績評価は、戦略マップを用いて、各指標相互の因果関係や目標達成のための手順を視覚的に明示すると一層効果的である。

愛媛大学でBSC・戦略マップを導入した事例では、経常利益・当期総利益は平成17年から平成23年の5年間で2倍近くに増加し、同時に、業務費に対する教育経費、研究費経費の割合が50%の増加を示した。単なる経費削減ではない経営改善上の有用性が推察できる。

BSCを用いた学校経営モデルの設計は、財務指標改善のみならず、地域住民や保護者が学校経営に参画する「開かれた学校づくり」の重要なツールになると考えられる。

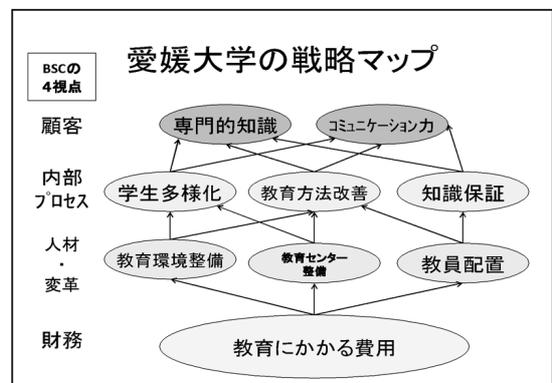


図1 愛媛大学の4視点と戦略マップ

まるやま よしき
さの ひろし
新潟経営大学 経営情報学部

戦後教育改革と新制中学校職業科の変遷

佐野 浩 *Hiroshi SANO*

坂本 勇 *Isamu SAKAMOTO*

戦後の学制改革は平和国家の建設を進め、民主主義の理念を実現すべく、教育の機会均等確保に最大限の配慮を払って行われた。新しい学制は、明治以来、普通教育と実業教育の二つの系統に分かれていた我が国の中等教育を統合する画期的なもので、6・3・3制の単線型の教育制度を採用していた。新制中学校は、この新しい学制の象徴とも言える存在であり、職業科は社会科と並ぶ中心教科として期待されていた。

我が国の教育は伝統的に普通教育志向が強かったが、第一次大戦後の景気後退と関東大震災の影響に加え、恐慌による農村の疲弊や都市の労働問題など、多くの困難を抱える社会状況から、次第に国民的な職業指導を必要とするようになった。日中戦争以後の戦時体制の下で、職業に関する科学的知識や技能が国民教育として一層強く求められるとともに、職業教育の理念は次第に「職業を通じて國に報ずるの信念」を涵養する国家中心の性格に置き換えられていった。

新制中学校の独自性は勤労教育の尊重にあり、職業教育を重視する立場から、必修教科及び選択教科として「職業科」が設けられた。社会の一員となるべき青少年に対して、労働の精神を養い、職業の意義と貴さを自覚させ、職業を営むのに必要な基礎的な知識・技術を身に付けさせることが、教育の新たな目標となったのである。民主主義の教育は一般大衆に中等教育の門戸をひとしく開放したのであって、完成教育としての義務教育である中学校の教育課程に、ごく「普通」の、「当たり前」の教育として職業教育が位置付けられ、戦後の教育改革の過程で、社会科を中心としたコアカリキュラムや経験カリキュラムに対して、実生活に役立つ仕事を通して、為すことによって社会と関わり、自己を啓発するという職業・家庭科を中核とする統合的な教育課程編成が試みられたのである。

新制中学校職業科の変遷は、近代日本の要請によって芽吹いた新しい中学校の教育に、全く新しい一般教養科目としての職業教育が生まれる過程であったのである。

技術教育の哲学（第10）

—現実的文脈から—

坂本 勇 *Isamu SAKAMOTO*

佐野 浩 *Hiroshi SANO*

いま、かつてない近代社会の根幹を問う課題に直面している。近代化が作り出したパラダイムが限界に来ており、現在の経済発展の基礎となった特定概念に支配されてきた知のあり方が転換期に立たされている。それは、「ものの豊穡」から「心の豊穡」へ、無限の進歩という観念からの転回でもある。

ポランニーの指摘する今日の文明が抱えている問いとは「……人間の経済を自己調整的な市場システムに変形し、その思想や価値をも、この新しく特異なシステムに適合するように鑄直した……今日、このような思想と価値の幾つかについて、その真理性と妥当性を疑いはじめている……」であり、「人間を労働力として扱い、労働も含めてあらゆるものを市場に投入される商品とみなす市場経済が、極端な擬制の上に立つ制度であって、これが今や人間社会を倒錯させ、それを破綻に導く」と考えていた。この擬制が様々な非連続性を産み出している。

日本で看過してきたものに、教育の役割がある。日本は、西洋列強の植民地政策から国益を守るために、方針を絞り、教育は理系を優先した。ところが、旧制高等学校や大学の学生からは哲学、歴史、文学などの教養科目が求められた。

日本最古の漢詩集『懐風藻』には、「徳を養い、身を立派にするには学問より先に立つものはなし」とあり、プラトンは『国家』において「愚者の船」という比喻で、倫理についての明確な理念に基づく教育が善い社会の土台になるとしている。

技術教育が専門に特化し分科することが普遍化しているが、それがどの様な人間をつくりだすか。マイネッケは、知性の一面的な訓練が分業的な技術に導き、また省みられなかった非合理的な心の衝突に突然反作用を起こさせるおそれがあることをいみじくも指摘している。

このような現象が、20世紀前半の「ドイツの悲劇」の根本的な原因であったなら、あらゆる分野の知識を学んでおくことが、いかに重要かが理解される。

さかもと いさむ
大阪産業大学名誉教授
さの ひろし
新潟経営大学経営情報学部

2012年度日本図学会秋季大会（東京）の講演論文募集のご案内

2012年度秋季大会を東京で開催します。会場は東京工科大学蒲田キャンパスです。開催場所は、NHKの朝の連続テレビ小説「梅ちゃん先生」の舞台で、東京駅や羽田空港から約20分から30分前後の場所です。全国から多数の研究発表と参加をお待ちしております。

1. 開催日：2012年12月15日(土)、16(日)
2. 場所：東京工科大学 蒲田キャンパス
<http://www.teu.ac.jp/campus/kamata/index.html>
3. 交通：JR「蒲田」駅西口より徒歩約2分
 交通案内図
<http://www.tcu.ac.jp/access/index.html>

4. 講演発表募集分野

4.1 募集分野

研究発表分野は以下のとおりです。なお、最近の「図」に関する広がりや目覚ましいものがありますので、様々な分野の研究を期待します。

図学論／設計論／造形論／平面幾何学／空間幾何学／応用幾何学／形態構成／CG／形状処理／画像処理／CAD・CADD／図学教育／設計・製図教育／造形教育／教育評価／空間認識／図学史

4.2 講演論文投稿日程

講演発表申込締切：2012年9月10日(月) 正午【必着】

講演発表原稿締切：2012年11月5日(月) 正午【必着】

4.3 講演発表申込方法

以下の内容を、電子メールでお申込みください。

○内容：

1. 表題
2. 著者（著者全員とその所属）
3. 概要（200字程度）
4. 発表者（講演者）
5. 発表者が大会開催時1日目に35才以下（である／でない）※←必ずどちらかを消してください
6. 連絡担当者の氏名、所属、住所、電話／FAX、メールアドレス

○送付方法：

電子メールで conf2012au@graphicscience.jp へ、件名を「2012年度秋季大会発表申し込み（発表者のお名前）」としてお送りください。申込受領後、1週間以内に受領通知とともに執筆要領を電子メールにてお送り致

します。お申込みから1週間以内に受領通知が届かない場合は、郵便またはFaxで日本図学会事務局宛にご連絡ください。

4.4 講演発表時間と発表機器

例年通り発表時間は質疑応答を含め約20分とします（講演発表件数によって若干の増減があります）。また、発表機器は液晶プロジェクタのみといたします。

4.5 講演論文集

論文原稿を印刷・製本して「2012年度秋季大会（東京）学術講演論文集」といたします。講演論文はWebにより投稿をして下さい。詳細は、申し込みをいただいた方にプログラム委員会よりお知らせします。

なお、講演論文集の掲載料として5000円を負担していただきます。

4.6 優秀研究発表賞・研究奨励賞

発表者を対象に、優れた研究発表をされた方を選考し、優秀研究発表賞として後日表彰します。

また、35歳以下の若手研究者を対象に（過去に受賞された方を除く）、優れた研究発表をされた方を選考し、研究奨励賞として後日表彰します。

5. 参加費

一般：5,000円（講演論文集代を含みます）

学生：無料（講演論文集は別売となります）。

6. 懇親会

日時：2012年12月15日 18：00－20：00（予定）

場所：東京工科大学

会費：5000円（予定）

7. 出張依頼書

必要な方は下記の連絡先までご相談ください。

8. 連絡先

日本図学会2012年度秋季大会実行委員会

conf2012au@graphicscience.jp

9. その他

宿泊施設は各自で手配ください。

2012年度日本図学会秋季大会（東京）

実行委員長 近藤 邦雄
 プログラム委員長 佐藤 尚

第6回デジタルモデリングコンテストのお知らせ

主催 日本図学会
協賛 アルテック株式会社

日本図学会では、コンピュータを用いたデジタルモデリングコンテストを行います。ラピッドプロトタイピングを用いて制作できる複雑な機構をもつモデル、建築あるいは工業デザインのモデル、デジタルアート作品など幅広いジャンルの3次元モデルを募集します。優秀な応募作品は、2012年12月15～16日に行われる日本図学会秋季大会（東京工科大学蒲田キャンパス）で発表・表彰し、積層造形装置により3次元モデルを実体化して展示します。また、日本図学会ホームページにおいて公開します。

1. 募集期間 2012年7月1日～2012年9月30日
2. 応募資格 個人および団体
3. 応募方法

下記の内容を厳封の上、事務局にお送りください。

- ・作品のデータ（CD-R、STLフォーマット、80MB未満）
- ・作品の画像（作品の特徴が良くわかるもの、3枚程度）
- ・作品の説明（作品の意図、特徴など）
- ・応募書類（Word版）
- ・誓約書

複数の作品を応募される場合は、それぞれの作品ごとに応募書類と誓約書をご用意ください。CD-Rに収めた応募書類はコンテスト終了後に返却致しませんので御了承下さい。応募書類や応募に関する詳しい情報は、日本図学会ホームページ（<http://www.graphicscience.jp/>）で公開します。

4. 表彰（最優秀賞1点、優秀賞数点）

最優秀賞および優秀賞には賞状を贈り表彰します。また、作品の造形モデルを贈呈します。

5. 応募先

郵便番号 153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1
東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系
情報図形科学気付日本図学会 事務局
TEL: 03-5454-4334 FAX: 03-5454-6990

6. 問合せ先

日本図学会 デジタルモデリングコンテスト実行委員会
Email: digicon2012@graphicscience.jp

デジタルモデリングコンテストの表彰作品の例



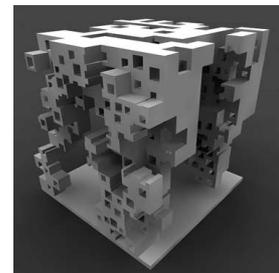
第2回 最優秀賞
「Shelling Julia」
中山 雅紀



第2回 優秀賞
「三角柱をひねったガラガラ」
小柳 久佐



第3回 最優秀賞
「立体カムとローラフォロアの相対運動による包絡面」
香取 英男/佐久田 博司



第3回 最優秀賞
「Design By Box」
安藤 直見/柴田 晃宏

教員募集

募集人員：教授または准教授 1名

所属：青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科（相模原キャンパス内）

専門分野：マルチメディア、ウェアラブルコンピュータ、ユビキタス、音声処理、およびこれらに関するデバイス開発など

担当科目：マルチメディア工学、計算機概論、メカトロニクスなどの講義科目およびプログラミング実習などの実験実習科目など

着任時期：2013年4月1日

応募資格：博士の学位を有し、大学院・学部の学生に対する教育・研究指導に十分な能力と熱意のある方。

専門分野について優れた業績を有すること。

日本語と英語に堪能であること。

英語でも授業できることが望ましい。

キリスト教について十分な理解があること。

相模原キャンパスが勤務地ですが青山キャンパスの授業も担当可能な方。

応募書類：

- (1)履歴書（市販用紙使用，写真貼付，連絡先に e-mail アドレスを含めること）
- (2)研究業績リスト（著書，学会誌掲載の査読のある研究論文，学会誌掲載の解説論文，国際会議論文，口頭発表に伴う学会論文集掲載論文などに分類のこと，また外部資金獲得状況も含むこと）
- (3)主要論文の別刷（コピーでも可，5編以内）
- (4)これまでの研究の概要（A4用紙2枚程度）
- (5)今後の研究計画（A4用紙2枚程度）
- (6)教育に対する抱負（A4用紙2枚程度）
- (7)本人に関する所見を伺える方2名の氏名及び連絡先

(1)(2)(4)(5)(6)(7)は固有表現を除いて日本語で作成

応募期限：2012年8月31日(金) (必着)

応募書類の送付先／問合せ：

〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺5-10-1
青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科主任原田実
（封筒に「情報テクノロジー学科教員応募書類在中」と
朱書し，簡易書留で郵送すること）

Tel. 042-759-6321, e-mail: harada@it.aoyama.ac.jp

その他：応募書類は返却致しません。書類選考の結果により面接（9月15日(土)，16日(日)，17日(月)などを予定)を実施します。面接へ進まれる方への連絡はメールで行います。公募されるポストは常勤で教授の場合定年は68歳です。なお，本公募は，男女共同参画社会基本法の趣旨に則り女性あるいは外国人の研究者による応募を歓迎します。また，研究室には助教または助手1名が所属します。

会告——4

「図学研究」への論文・資料投稿のおすすめ

日本図学会では，図にかかわる研究を会誌「図学研究」を通して広く紹介しております。皆様の日頃の研究を是非ご投稿ください。特にこれまでの全国大会，本部例会，支部例会などで発表されたものをもとに論文として整えていただくのはいかがでしょうか。

現在，大会の学術講演論文集の体裁が図学研究の論文と同じ形式となっています。英文アブストラクト等を付添するだけで投稿が可能ですので，多くの投稿をお待ちしております。

●基本分類キーワード

図学論／設計論／造形論／平面幾何学／空間幾何学／応用幾何学／形態構成／CG／形状処理／画像処理／CAD・CADD／図学教育／設計・製図教育／造形教育

／教育評価／空間認識／図学史

●投稿時期と掲載号（予定）

第46巻4号（12月号）：2012年9月末メ切り

第47巻1号（3月号）：2012年12月末メ切り

第47巻2号（6月号）：2013年3月末メ切り

*上記は目安です。査読経過によって変動する場合があります。

投稿についての詳細は，毎号の「図学研究」投稿規程または学会ホームページをご覧ください。

会告——5

2012年度会費納入のお願い

2012年度（2012年4月～2013年3月）会費を下記の要領で納入頂きたい，お願い申し上げます。

記

1. 会費

正会員 10,000円

学生会員 5,000円

賛助会員（一口）15,000円

2. 納入方法

事務局から送付されました郵便振替払込用紙（郵便振替口座番号00100-5-67992）をご利用ください。

日本図学会 事務局報告

日本図学会第494回理事会議事録

日時：2011年11月26日(金) 12:15~13:00

場所：大阪市立大学 杉本キャンパス学術情報センター
10F 談話室

出席者：21名(議決権16名) + 委任状4名

堤(会長), 山口, 横山(弥)(以上副会長), 安藤, 今間, 竹之内, 館, 辻合, 奈尾, 三谷, 道川, 村松, 面出, 森田, 山畑, 横山(ゆ)(以上理事), 櫻井東北支部長, 鈴木関西支部長, 飯田関西支部副支部長, 近藤デジタルモデリングコンテスト委員長, 鈴木(賢)顧問

1. 議事録確認

- 第493回理事会議事録を確認した。

2. 事務局報告および審議

A. 会員関係

a. 申し込み・届出

i. 当月入会申し込み

以下の入会申し込みがあり, 審議の結果, 入会
を承認した。

- 学生会員 廣瀬真輝氏(筑波大学)

三谷純氏紹介

ii. 当月退会届出

- 該当なし

b. 会員現在数(11月26日現在)

- 名誉会員14名, 正会員286名, 学生会員14名,
賛助会員17社18口

B. その他

a. 他団体から

- 独立行政法人科学技術振興機構より「CrossRef
に関する覚書」, 利用案内, 「J-STAGE ニュース
No.29」がそれぞれ届いた。
- 日本学術会議より「2012年 Hervey 賞へ候補者推
薦依頼概要」と「日本学術会議ニュース」No. 320
~323がそれぞれ届いた。

3. 第2四半期収支決算に関する報告および審議

- 横山(ゆ)理事より, 第2四半期収支決算に関する報告
が行われた。審議の結果, これを承認した。

4. 企画広報委員会報告

- 横山(弥)企画委員長より, 優秀研究発表賞等の投票方
法について, 発表者の氏名を全て掲載する書式に変更
したとの報告があった。

5. 編集委員会報告

- 面出委員長より, 図学研究134号の入稿状況に関し
て, 1月ごろ発行予定であるとの報告があった。

6. ICGG2012に関する報告

- 山口国際担当副会長より, ICGG2012のWeb ペー
ジに掲載されている締め切りに間違いがあることが報告
された。後日図学会員向けに Call for paper を送付す
る予定である。

7. その他

- 堤会長から, 日本図学会賞の推薦依頼があった。

●議事録署名捺印理事

森田, 竹之内両理事が選出された。

●次回

日時：2012年1月10日(火) 17:30~

場所：東京大学駒場キャンパス15号館106室

日本図学会第495回理事会議事録

日時：2012年1月10日(金) 17:30~19:00

場所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

出席者：8名(議決権7名) + 委任状9名

堤(会長), 山口(副会長), 安藤, 館, 町田, 道
川, 横山(ゆ), (以上理事), 金井(前理事)

1. 議事録確認

- 第494回理事会議事録を確認した。

2. 事務局報告および審議

A. 会員関係

a. 届出

- ご逝去 名誉会員 近藤誠造氏

b. 会員現在数(1月10日現在)

- 名誉会員13名, 正会員286名, 学生会員14名, 賛
助会員17社18口

B. その他

a. 他団体から

- 一般社団法人学術著作権協会より「受託著作物

2011年度複写使用料分配について（お知らせ）」が届いた。

- 公益社団法人日本工学教育協会より「『平成24年度工学教育研究講演会』協賛について（依頼）ならびに貴会誌への会告掲載と研究発表推奨について（依頼）」が届いた。
- 学会誌刊行センターより「学会センターニュース No.417」が届いた。
- 独立行政法人科学技術振興機構より、CrossRef参加団体に関するお知らせが届いた。
- JABEEより「JABEE NEWS 第1号」が届いた。
- 日本学会会議より「日本学会会議ニュース」No.324～328が届いた。
- 独立行政法人科学技術振興機構より、図学研究第45巻4号および日本図学会学術講演論文集2011年度版の提供依頼が届いた。審議の結果、これらを送付することを決定した。

b. 寄贈図書

- 中国工程図学会より「CADDM Vol.20, No.2」が寄贈された。
- 飯田尚紀氏より「図学研究 PR 号」が寄贈された。

3. 企画広報委員会報告および審議

- 安藤理事より、横山（弥）企画委員長からの報告の代読があった。
 - 2012年春季大会のスケジュールがほぼ決定した。
 - 大阪大学の阿部浩和氏より第48回国学教育研究会の開催要項に関する報告があった。
 - 東京工科大学の近藤邦雄氏より2012年秋季大会に関する以下の報告があった。
 - 開催場所は、東京工科大学蒲田キャンパスを予定。
 - 日程は、SIGGRAPH ASIA との重複をさけるために11月16, 17日, 11月24, 25日および12月7, 8日の候補が挙がり、優先順位を理事会で決定してほしいとの依頼があった。審議の結果、11月24, 25日を第1候補として回答することを決定した。
 - プログラム委員長は佐藤尚氏から内諾を得ている。
 - ホームページに関する作業状況の報告があった。理事から、詳細が不明であるとの指摘があり、再報告を依頼した。
- 2011年春季大会担当の安藤理事より、大会開催の準備日程に関する記録の提示があった。審議内容を基に修正後、次回理事会で再度審議することとなった。

4. 編集委員会報告

- 堤編集委員より、面出委員長からの報告の代読があった。
 - 図学研究134号が今週中に発行される、
 - 135号が編集集中である。
- 議事録署名捺印理事館、町田両理事が選出された。
- 次回
日時：2012年2月20日（月） 17：30～
場所：東京大学駒場キャンパス15号館106室

日本図学会第496回理事会議事録

日 時：2012年2月20日（金） 17：30～20：00

場 所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

出席者：10名（議決権9名）+委任状9名

堤（会長）、山口（副会長）、安藤、今間、田中、竹之内、道川、面出、横山（ゆ）（以上理事）、金井（企画委員）

1. 議事録確認

- 第495回理事会議事録を確認した。

2. 事務局報告および審議

A. 会員関係

退会届けのあった以下の会員の退会を承認した。

a. 申し込み・届出

i. 当月退会届出

- 正会員 岩田綾彬氏（九州造形短期大学）

川北和明氏紹介

- 正会員 奥俊信氏（大阪大学）隼田尚彦氏紹介

- 正会員 香取英男氏（テクファ・ジャパン株式会社） 佐久田博司氏紹介

- 正会員 岩崎謙次氏（東京都立繊維工業試験場） 堤江美子氏紹介

※第485回理事会で承認済

- 正会員 磯崎明美氏（文化女子大学）

紹介者なし

※第485回理事会で承認済

b. 会員現在数（2月20日現在）

- 名誉会員13名、正会員281名、学生会員14名、賛助会員17社18口

B. その他

a. 他団体から

- 財団法人画像情報教育振興協会より「2012年度検定実施に対する後援のお願い（後援名義使用について）」が届いた。審議の結果、これを承認し、その旨回答した。
- 学会誌刊行センターより「学会センターニュース No.418」が届いた。
- 独立行政法人科学技術振興機構より、CrossRef 参加団体に関するお知らせ、Journal@rchive & e ジャーナルセミナーのお知らせ、SIST セミナー、及び「J-STAGE ニュース No.30」が届いた。
- JABEE より「JABEE NEWS」第2～4号が届いた。
- 日本学術会議より「日本学術会議ニュース」No. 329～333が届いた。
- 独立行政法人国立大学財務・経営センターより「学術総合センター講堂・共用会議室等のご利用案内について」が届いた。
- 独立行政法人大学評価・学位授与機構より「公的資金の経理に関する調査について（御礼）」が届いた。
- 筑波大学附属図書館より「著作権ポリシー調査協力のおお願い」が届いた。日本図学会では、論文公開について明確なルールを設定しておらず、そのように回答する選択肢が無かったことから、回答しないことを決定した。
- 独立行政法人日本学術振興会より「平成25年度採用分特別研究員の募集について（通知）」、「平成25年度採用分特別研究員—RPDの募集について（通知）」、及び「第9回（平成24年度）日本学術振興会賞受賞候補者の推薦について（通知）」が届いた。

b. 寄贈図書

- 鈴木賢次郎氏、横山ゆりか氏、金井崇氏より「3D-CAD/CG 入門 [第2版] —Inventor と3ds Max で学ぶ図形科学—」（サイエンス社）が寄贈された。

3. 企画広報委員会報告および審議

- 安藤理事から、横山（弥）委員長からの以下の報告の代読が行われた。

○春季大会

- 辻合プログラム委員長より、春季大会に31件の論文申し込みがあったとの報告があった。
- 辻合プログラム委員長より、暫定のプログラム案

が示された。理事会で審議の結果、これを承認した。

- 懇親会の開始時間を18時から17時30分に変更するとの報告があった。

- 発表予定会場が、大学の補講で使えなくなる可能性がでたため、現時点で予約可能な大同大学S棟に変更したとの報告があった。

○奨励賞の当日常彰

- 辻合プログラム委員長より、若手への動機付けとして奨励賞対象者を1日目に集めて懇親会で表彰する、という提案があった。この意見に対して、理事からは、主旨を評価する意見があった一方、若手の発表が一部のセッションに集中することによって議論が活発化されないのではと言う懸念が示された。また、票の集計および表彰状の準備が間に合わない、若手を1日目に集めるようなプログラム構成を恒常的に組めるとは限らないなどの意見があり、審議の結果、奨励賞の当日常彰は行わないことを決定した。

- 理事からは、懇親会時に座長やベテラン研究者による講評を行うことで、若手を刺激できるのでは、という意見がでた。この件に関しては、企画広報委員会にて引き続き議論してもらおうこととなった。

○秋季大会

- 日程について早急に確認することが必要であることを確認した。

○HP 関連

- 現在3社に見積もりをとっており、早急に制作に入る予定であるとの報告があった。

4. 国際委員会報告

- 山口国際担当副会長から、以下の報告が行われた。

- ICGG への入金手続きが完了し、Web ページに日本図学会のロゴが掲載されたことを確認した。

5. 編集委員会報告

- 面出委員長から、以下の報告が行われた。

- 135号の入稿を今月末に予定している。論文3編および秋季大会報告が掲載予定である。

6. 第4四半期決算報告および審議

- 横山（ゆ）理事から、第4四半期決算について報告が行われた。理事から、会費の納入累計が低いとの指摘があり、会費納入時期について変更する必要があるとの意見がでた。決算案については、原案の通り承認し

た。

賛助会員17社18口

7. その他

- 来年の春季大会の開催地を次回理事会で審議することを決定した
- 金井企画委員から、ドメイン名 (jsgs.jp) が前任者によって引き続き契約されているとの報告があった。この状態は問題があるとして、前任者から委譲してもらう等の措置をとることが必要であることを確認した。金井委員にこの問題に対応してもらうことを決定した。

● 議事録署名捺印理事

竹之内、田中理事が選出された。

● 次回

日時：2012年3月22日(木) 17:30～

場所：東京大学駒場キャンパス15号館106室

日本図学会第497回理事会議事録

日時：2012年3月22日(木) 17:30～20:00

場所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

出席者：12名(議決権11名) + 委任状9名

堤(会長)、荒木、山口、横山(弥)(副会長)、安藤、今間、田中、道川、面出、山畑、横山(ゆ)(以上理事)、金井(企画広報委員)

1. 議事録確認

- 第496回理事会議事録を確認した。

2. 事務局報告および審議

A. 会員関係

a. 申し込み・届出

以下の入会申し込みおよび退会届けを承認した。

i. 当月入会申し込み

- 正会員 水野博之氏(日本総合ビジネス専門学校) 紹介者なし

ii. 当月退会届出

- 正会員 茶谷重矢氏(有限会社オリガミックアーキテクチャー) 茶谷正洋氏紹介
- 正会員 前田修治氏(前田板金展開研究所) 石橋治生氏紹介
- 正会員 岩田亮氏(東京都市大学・院生) 平野重雄氏紹介

b. 会員現在数(3月22日現在)

- 名誉会員13名, 正会員279名, 学生会員14名,

B. その他

a. 他団体から

- 学会誌刊行センターより「学会センターニュース No.419」が届いた。
- 独立行政法人科学技術振興機構より「CrossRef 参加団体に関するお知らせ」, 及び「Journal@ rchive コンテンツ運用の一部変更について(ご案内)」が届いた。
- JABEE より「JABEE NEWS」第5号が届いた。
- 日本学術会議より「第12回アジア学術会議インドネシア会合国際シンポジウム Call for Papers ご案内」, 及び「日本学術会議ニュース」No.334～336が届いた。
- 独立行政法人日本学術振興会より「第3回(平成24年度)日本学術振興会育志賞受賞候補者の推薦について(通知)」が届いた。

b. 寄贈図書

- 一般社団法人画像電子学会より「画像電子学会誌 Vol.41 No.1: 学会誌完全電子化—随想特集号」が寄贈された。

3. 表彰関係報告及び審議

- 横山(弥)学会賞選考委員から、今年度の学会賞は該当者なしとの近藤委員長からの報告の代読が行われ、これを承認した。
- 堤大会関連表彰の選考委員長から、2011年度秋季大会各賞について集計の報告があった。審議の結果、以下の発表に優秀研究発表賞, 研究奨励賞を授与することに決定した。
 - 優秀研究発表賞
 - 館知宏氏(東京大学)「空間曲線に基づく剛体折紙構造の設計」
 - 研究奨励賞
 - 隅内修氏, 鈴木広隆氏(大阪市立大学)「奥行知覚へのモアレ縞の影響に関する研究」
 - 志土地理恵氏, 太田昇一氏(九州大学)「葛飾北斎筆「諸国名橋奇覧」の構図について」(※発表者が受賞を辞退)
- 面出編集委員長から、論文賞候補に関する報告があった。審議の結果、以下の論文に論文賞を授与する事を決定した。
 - 藤田眞一, 加賀江孝信, 城仁士, 「3次元CADによる製図・設計教育が視点変換行為の形成に及ぼす効果」, 図学研究, Vol. 44, No. 1, pp. 13-21, 2010

4. 企画広報委員会報告および審議

- 安藤2011年度秋季大会プログラム委員長から、鈴木2011年度秋季大会実行委員長作成の2011年度秋季大会の収支報告の代読があった。
- 横山(弥)2012年度春季大会実行委員長から、春季大会の準備状況について報告があった。
- 横山(弥)企画広報委員長から、2012年度秋季大会を、近藤邦雄氏(東京工科大学)を実行委員長として、12月15日～16日の日程で東京工科大学蒲田キャンパスで開催したいとの提案があり、これを承認した。
- 横山(弥)企画広報委員長から、2013年度春季大会を、飯田尚紀氏(産業技術短期大学)を実行委員長として、産業技術短期大学(関西支部)で開催したいとの提案があり、これを承認した。
- HP 関連
 - 横山(弥)企画広報委員長から、HP作成について3社から見積もりをとったとの報告があった。そのうち、見積もり金額が妥当な2社について理事会で検討を行った。審議を受けて、企画広報委員会で引き続き検討することを確認した。

5. 2012年度総会について

- 2011年度会務報告および2012年度事業計画を確認した。

6. 国際委員会報告

- 山口国際担当副会長から、ICGG2012の運営状況に関する報告があった。

7. 編集委員会報告

- 面出委員長から、以下の報告が行われた。
 - 135号が校了し、3月発送予定である。
 - 電子投稿システムでの運用に伴う、投稿規定の変更を次回総会に諮る予定である。電子投稿システムは、9月開始を予定している。

8. 支部活動報告および審議

- 鈴木関西支部長からの以下の提案について審議を行った。
 - 新規会員の獲得に向けて、大会期間中に非会員の著名人による講演会、もしくは一般向けワークショップを開催するという提案があった。理事からは、折り紙に関するワークショップを開催するなどの提案が出た一方、大会期間中に開催する事はスケジュール上困難であるという懸念が示された。

- 出版活動等を通して、若手会員の活動の場を作るという提案が行われた。理事からは、理事会からでは無く、若手会員から企画が出てくる形が望ましいという意見がでた。

以上に関しては、企画広報委員会、将来構想委員会、および理事会でも引き続き検討する事を確認した。

9. その他

- 横山(ゆ)事務局長から、事務局業務の増加に伴い、事務担当職員の勤務時間を1日から1日半に変更したいとの提案があった。審議の結果、これを承認した。
- 来年度の理事会のスケジュールを以下の通り決定した。場所の書いていない回については、東京大学駒場キャンパス15号館710室で行う予定である。
 - 第498回 2012年4月23日(月)
 - 第499回 2012年5月11日(金)@名古屋
 - 第500回 2012年5月12日(土)@大同大学
 - 第501回 2012年6月8日(金)
 - 第502回 2012年7月13日(金)
 - 第503回 2012年9月21日(金)
 - 第504回 2012年10月26日(金)
 - 第505回 2012年12月15日(土)@東京工科大学
 - 第506回 2013年1月7日(月)
 - 第507回 2013年2月22日(金)
 - 第508回 2013年3月18日(月)
 - 第509回 2013年4月26日(金)
 - 第510回 2013年5月10日(金)@大阪
 - 第511回 2013年5月11日(土)@産業技術短期大学

●議事録署名捺印理事

荒木、山畑理事が選出された。

●次回

日時：2012年4月23日(月) 17:30～

場所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

I. 目的

本誌は日本図学会の会誌として図学に関する論文、資料などを掲載・発表することにより図学の発展に寄与するものである。

II. 投稿資格

日本図学会会誌「図学研究」に原稿を執筆し投稿することができるものは、原則として本学会会員とする。

III. 投稿原稿の種類

本誌は図学に関する研究論文、研究資料、解説などを掲載する。投稿原稿は原則として未発表のものとする。ただし、本学会が主催・共催する大会や国際会議での口頭発表はこの限りではない。なお、原稿種別とそれらの原稿ページ数は別途定めた投稿原稿種別に従うこと。

IV. 投稿手続き

本学会が指定する執筆要領に従った原稿により原稿正1部、コピー2部、および投稿申込書正1部、コピー3部を提出する。なお、郵送の場合には本学会編集委員会宛に送る。

V. 投稿から掲載まで

1. 原稿受付日は原則として本学会に原稿の到着した日とする。
2. 投稿論文は、複数の査読者の査読結果にもとづき、編集委員会が審議し決定する。その他の原稿の掲載については、編集委員会の判断に委ねる。査読の結果、訂正の必要が生じた場合は、期限をつけて著者に修正を依頼する。期限を越えた場合は、再提出された日を新たな原稿受付日とする。
3. 査読後の訂正は原則として認めない。
4. 著者校正において、印刷上の誤り以外の訂正は原則として認めない。ただし、著者から編集委員会への申し出があり、これを編集委員会が認めた場合に限り訂正することができる。

VI. 掲載別刷料

研究論文、研究資料に関しては、会誌に掲載するために要する費用の著者負担分と別刷50部の代金を、別に定める掲載別刷料の規定にしたがって納める。51部以上の別刷を

必要とするときには、投稿申込書に記入した冊数に従って別途実費購入する。

VII. 投稿要領

原稿執筆に当たっては、本規定ならびに本学会の執筆要領を参照すること。

VIII. 著作権

1. 論文等に関する一切の著作権（日本国著作権法第21条から第28条までに規定するすべての権利を含む。）は本学会に帰属するが、著作者人格権は著者に帰属する。
2. 特別な事情により前項の原則が適用できない場合は著者と本学会との間で協議のうえ措置する。
3. 著者が著者自身の論文等を複写・翻訳の形で利用することに対し、本学会はこれに異義申立て、もしくは妨げることをしない。

(本投稿規程は、2002年1月1日より施行する。)

賛助会員

株式会社アルトナー

〒222-0033
神奈川県横浜市港北区新横浜 2-5-5
住友不動産新横浜ビル 5F
TEL: 045-273-1854
FAX: 045-274-1428

オートデスク株式会社

〒104-6024
東京都中央区晴海 1-8-10
晴海アイランドトリトンスクエア
オフィスタワー X24
TEL: 0570-064-787
<http://www.autodesk.co.jp/>

共立出版株式会社

〒112-0006
東京都文京区小日向 4-6-19
TEL: 03-3947-2511
FAX: 03-3947-2539
<http://www.kyoritsu-pub.co.jp/>

斉藤システムサービス

〒168-0063
東京都杉並区和泉 2-42-20
TEL: 03-3324-3679
FAX: 03-3324-3679
<http://www.nekodasuke.jp/>

産業図書株式会社

〒102-0072
東京都千代田区飯田橋 2-11-3
TEL: 03-3261-7821
FAX: 03-3239-2178
<http://www.san-to.co.jp/>

株式会社島津製作所

〒101-8448
東京都千代田区神田錦町 1-3
TEL: 03-3219-5791
FAX: 03-3219-5520

ステッドラー日本株式会社

〒103-0027
東京都中央区日本橋 4-1-11
TEL: 03-3663-2851
<http://www.staedtler.co.jp/>

ソリッドワークス・ジャパン株式会社

〒108-0022
東京都港区海岸 3-18-1 ピアシティ芝浦ビル
TEL: 03-5442-4001(代)
FAX: 03-5442-6256(代)
<http://www.solidworks.co.jp/>

株式会社武田製図機械製作所

〒130-0003
東京都墨田区横川 1-3-9
TEL: 03-3626-7821
FAX: 03-3626-7822
<http://www.takeda-ee.com/>

株式会社西田商店

〒556-0002
大阪市浪速区恵美須町 1-1
TEL: 06-6644-0788

日本通運株式会社首都圏旅行支店

〒105-8322
東京都港区東新橋 1-9-3 日通本社ビル18F
TEL: 03-6251-6359
FAX: 03-6251-6369
<http://www.nittsu-ryoko.com/>

ネプラス株式会社

〒101-0021
東京都千代田区外神田 1-18-13
秋葉原ダイビル12階1202
TEL: 03-3253-0002
<http://www.n-plus.co.jp/>

株式会社ムトーエンジニアリング

〒141-8683
東京都品川区西五反田 7-21-1
TEL: 03-5740-8211
FAX: 03-5740-8219
<http://www.mutoheng.com/>

森北出版株式会社

〒102-0071
東京都千代田区富士見 1-4-11 九段富士見ビル
TEL: 03-3265-8341
<http://www.morikita.co.jp/>

株式会社養賢堂

〒113-0033
東京都文京区本郷 5-30-15
TEL: 03-3814-0911
FAX: 03-3812-2615
<http://www.yokendo.com/>

CG-Arts 協会

(財団法人画像情報教育振興協会)
〒104-0031
東京都中央区京橋 1-11-2
TEL: 03-3535-3501
FAX: 03-3562-4840
<http://www.cgarts.or.jp/>

将来を担う学生、教育機関を支援

サステイナブル デザイン、グローバル化。企業は様々な課題に直面し、有望な人材の確保を求めています。

オートデスクは、デジタル プロトタイプ、BIM、デジタル エンターテインメントクリエーションを実現する業界屈指のデザイン テクノロジーに加え、解析/シミュレーション、ビジュアライゼーションまでをカバーできる幅広いラインナップを世界中で提供。世界中のデザインに携わるプロが使用しているソフトウェアをぜひご利用ください。

Design

デザイン

デッサンから本格的な
デザイン・設計など

Simulation

解析/シミュレーション

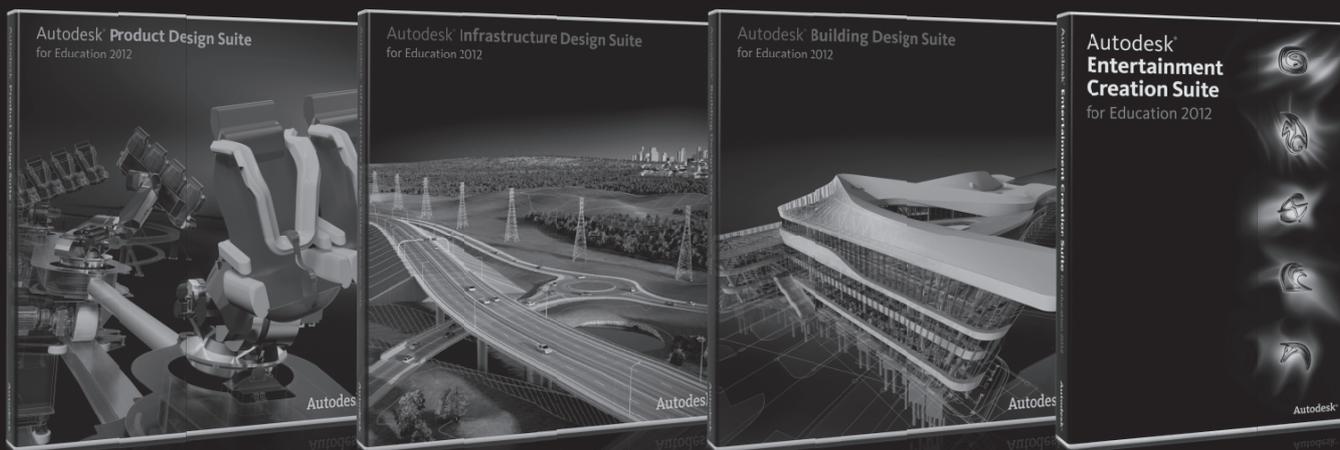
環境解析、構造解析、
機構解析など

Visualization

ビジュアライゼーション

よりリアルな
レンダリング、本格的
アニメーションなど

専用ソフトウェアをすべてバンドルして提供



教育機関・学生向け製品の詳細 <http://www.autodesk.co.jp/edu>

オートデスク株式会社 オートデスク インフォメーション センター TEL:0570-064-787

※ Autodeskは、米国および/またはその他の国々における、Autodesk, Inc.、その子会社、関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格の変更をする権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。
© 2011 Autodesk, Inc. All rights reserved.

編集後記

春季大会に参加されたみなさまお疲れ様でした。編集委員会の中で、これまで試行してまいりました論文の電子投稿システムも、名古屋の総会にて、電子化に向けての一部会則を変更していただき、いよいよ本始動に向けて鋭意準備作業中です。電子投稿への移行によって、皆様から投稿していただいた論文が、今までよりも少々早く誌面化出来る可能性もあり、図学会の歴史の中で、ちょっとしたエポックメイキングな出来事では無いかと思います。論文投稿の電子化によって投稿数が増え、図学会の活動がより活発になる事を望んでおります。歴史的と云えば、私事ではありますが、年末にはオジイチャンになる事が先日、突然に決まってしまいました。慶事ではありますが、人生にハプニングは多々あるものですね。10月に予定されている、学会HPのリニューアル作業も、同じく10月から始動予定の論文電子投稿システムも、出来ればハプニング抜きで順調に船出して欲しいものです。

(T. K)

日本図学会編集委員会

- 編集委員長 面出 和子
- 編集担当副会長 荒木 勉
- 編集理事 安藤 直見
倉田 和夫
今間 俊博
定国 伸吾
竹之内 和樹
館 知宏
西原 小百合
三谷 純
宮永 美知代
森田 克己
山畑 信博
吉田 晴行
- 編集委員 加藤 道夫
斎藤 綾
椎名 久美子
堤 江美子

デザイン 丸山 剛

Journal of Graphic Science
of Japan

図学研究

第46巻2号（通巻136号）
平成24年6月印刷
平成24年6月発行

発行者：日本図学会

〒153-8902
東京都目黒区駒場3-8-1
東京大学教養学部
総合文化研究科
広域システム科学系
情報・図形科学気付
Tel：03-5454-4334
Fax：03-5454-6990
E-mail：office@graphicscience.jp
URL：http://www.jgraphicscience.jp/

印刷所：電算印刷株式会社

東京営業所
〒101-0051
千代田区神田神保町3-10-3
Tel：03-5226-0126
Fax：03-5226-3456
E-mail：s-takayama@d-web.co.jp

Journal of 図

Graphic 学

Science 研

of Japan 究

Vol.46
No.2
June
2012

JAPAN SOCIETY FOR GRAPHIC SCIENCE



<i>Koichi FUKUDA</i>	01	<i>Message</i>
<i>Toshihiro KOMMA, Momo AOYAMA, Takafumi SAITO</i>	03	<i>Research Paper</i> The technique of the toon shading software lighting about making representation of character shade and shadow
<i>Naoyuki MIYAKOSHI</i>	13	<i>Notes</i> The Effect of the Study of Metacognitive Skills on the Drawing of Three Dimensional Figures
<i>Yasushi KAWASAKI</i>	17	<i>Art Review</i> TATEMACHI ART vol. 2
<i>Jun MITANI</i>	19	<i>Seminar</i> Graphic Science and Origami (1)
<i>Imao NAGASAKA, Hidekazu TSUJIAI</i>	23	<i>Report</i> Report on the Winter of the Chubu Area 2011
	29	<i>Newsletter</i>