

第48巻4号
通巻144号
2014年（平成26年）
12月

日本図学会



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

辻合 秀一	01	巻頭言
高橋 優輔	03	研究論文 収縮変形を加えた曲面メッシュ生成手法の提案 ーキヌガサタケの網目構造を題材としてー
今間 俊博, 関谷 俊祐	11	研究資料 Motion VRコンテンツの制作手法
宮腰 直幸	17	作品紹介 CGムービーによる『潮観荘』の再現
園田 計二, 竹之内 和樹	19	講座 機械にまつわる幾何学形状 (2)
鈴木 広隆	25	報告 第16回国学国際会議報告
大谷 智子 他	27	プログラム
横山 弥生 他	31	国際会議に参加して
	35	中部支部2014年度秋季例会報告
	37	総目次
	39	会告・事務局報告

インターネットによる変化

辻合 秀一 Hidekazu TSUJIAI



インターネットのインフラが整ってくるに従い図学との関わり合いも変化してきた。昔、国際会議への参加は、郵送でやり取りを行っており、勢い発表のハードルが高かった。今は、webやメールを使って、申し込みからレジメの提出まで行うことができるようになった。国際会議の案内も、学会のwebに掲載されるが、学会のメーリングリスト（以下ML）から国際会議の案内もくる。先日も、MLからCFP（Call for Papers）が来てADADA2014 in AKIHABARAに出かけた。近々では、The 10th Asian Forum on Graphic Science（AFGS2015）の案内がwebで見ることができ、MLからも案内が届いた。

ここまでは、誰もが体験することである。しかし、この仕掛けが、どこで作られ発信するか考えてみよう。日本図学会の場合は、理事会でことが進む。いち早く情報を知りたいなら、理事会に参加してください。図学研究の事務局報告に理事会報告が載っているが、参加するなら動かす側に立ってはどうか。勿論、理事会に出席するためには、本部役員（理事など）か支部長の役職就かなければ参加できない。しかし、学会で活発に活動していれば、役職依頼が舞い込むので、積極的に参加して頂きたい。それも待ちきれないのであれば、理事会後の飲み会に来てください。

全国大会で開催される場合を除き日本図学会の理事会が、事務局の協力の基にskypeで出席することができるようになった。昨年までは、理事会にできるだけ出席しようと富山から東京に駆けつけた。今年は、カメラ付きのパソコン1台を使って、自宅から理事会に出席、またある時は授業を終わって直ぐに研究室から理事会に出席している。今までも理事会は、臨時的にskypeで大会委員長などに出席もあったが、いつもできるようになったのは今年からである。

また、理事会の書類は、クラウドやskypeのカメラを使って情報の共有を行う。事務局には、大きな負担になっているが、大変助かっている。

支部イベントは、図学研究だけでなくwebにも掲載されている。支部の活動については、図学研究をもっと活用して頂きたい。中部支部では、例会報告について全体報告を半頁から1頁、個々の発表を半頁の執筆をするようになった。紙面は、支部長と幹事が集める。編集が楽なように、個々の発表には、1つから2つの図または写真を入れて頂き、文章の量とバランスをとり半頁に収めている。この作業は、メールで簡単に済ませることができる。

論文投稿システムも、改革され論文投稿から査読、掲載まで、最終原稿以外は、インターネットを使うだけ良い。昔、事務局のある東大まで、論文を持ち込んだ思い出が懐かしい。全国大会の論文集も、インターネットで投稿が楽になった。これまた昔は郵送してのだから、思い出したくもない作業量である。

授業では、コンピュータの入れ替えが激しく、ソフトもどんどん変化している。

先日も、図形情報実習という科目でJavaを教える予定が、コンピュータの環境や設定の問題で断られてしまい、ブラウザからオンラインでプログラミング環境を提供するScratch言語を利用することにした。ビジュアルプログラミング言語であるScratchは、見た目が分かり易いので芸術系の学生にも受けが良かった。プログラミングの文法は、ループや分岐などの制御、数値や文字列などの値を扱うこともでき、変数やリストが整備されているのでプログラミング教育に支障はなかった。JavaならばAPIをたくさん学ばなければ、音や画像やビデオ入力などの操作ができないが、Scratchは簡単に操作でき、芸術系の学生にもオリジナルのコンテンツを容易に作ることができた。特に、遠近法や3Dのコンテンツ作りまでを半年の演習に収めることができた。これらのノウハウは、今後発表するので期待してください。

インターネットにより、地方に優しい時代が来たように思える。しかし、多くの人の協力があって動いていることも忘れてはならない。日本図学会の活性化のためにも、会員の協力をお願いする。星降る富山より。

つじあい ひでかず

富山大学芸術文化学部准教授。博士(工学)。図形情報教育、画像処理を用いた応用技術の研究に従事。

日本図学会副会長。IEEE、電子情報通信学会のシニア会員。

tsujiai@tad.u-toyama.ac.jp

収縮変形を加えた曲面メッシュ生成手法の提案 —キノガサタケの網目構造を題材として—

Deformation of Mesh Structure Based on Contraction of Edge Elements

高橋 優輔 Yusuke TAKAHASHI

舘 知宏 Tomohiro TACHI

横山 ゆりか Yurika YOKOYAMA

概要

本論では、キノガサタケの網目構造の特徴を抽出し、これを満たす形状のバリエーションを生成するシステムを提案する。キノガサタケの網目は六角形による曲面メッシュ形状として捉えられるが、従来の六角形メッシュのモデルの多くは曲面形状を決めてから均質に分割して生成される。本論で扱うキノガサタケの形状にはバリエーションがあり、セルの密度が均質でないため、既往のものとは異なる手法が必要である。キノガサタケでは、網目の形状とセルの密度分布が菌網内の水分分布に従うという原理が推察される。そこで均質な網目構造の各線材がある分布（乾燥度のグラデーション）に従って局所的に収縮変形し、そのつり合い状態として均質でない網目構造が生成されると仮定した。これを、回転面に沿ったボロノイ図の各線分と頂点をそれぞれバネと質点とした力学モデルによって再現し、バネの縮みと全体の変形をシミュレーションした。

キーワード：形状処理／メッシュ／ボロノイ図／キノガサタケ／アルゴリズムックデザイン／質点バネモデル

Abstract

The purpose of this research is to develop a new procedure of modeling free-form mesh by modeling the network structure of “Phallus Indusiatus”. This network structure can be regarded as the freeform mesh made mainly of hexagons. In previous methods, mesh modeling has typically taken the procedure of, first, fixing the final surface form and then, splitting it into small hexagons of the same size. However, the mushroom shows various sizes and non homogeneous density of hexagons. In this paper, the authors take new approach: first, hypothesize the primary form for the mushroom; then, organize homogeneous Voronoi mesh over the primary form by deforming it according to internal dryness distribution; and finally gain the variety of the mushroom forms and, at the same time, non-homogeneous density of the hexagonal mesh.

Keywords : geometric modeling / mesh structure / Voronoi diagram / Phallus Indusiatus /algorithmic design / dynamic relaxation

1. 目的

キノガサタケは、スッポンタケ目スッポンタケ科スッポンタケ属に属するキノコ的一种であり、スカートのように広がる網目状構造（菌網）を展開する。右写真はウスキキノガサタケであるが、菌網の特徴を見ることができる（図1）。この菌網の形状はさまざまに変化するが、そのバリエーションは網目構造が含む水分含有量の分布によるものと考えられる^{[1][2][3]}。すなわち、キノガサタケの菌網に共通する形状的特徴には、



図1 ウスキキノガサタケ
(写真提供：伊藤元己)

- ①曲面をなす網目構造
- ②網目は三価の頂点からなる曲面メッシュであり、六角形を中心に構成される
- ③網目の密度は均一ではない
- ④③の密度は、ある分布に従う（ここでは水分含有量の4つがあるといえる。

本論では、キノガサタケが持つ網目構造の形が変化する原理に着想して、収縮変形操作を加えることによる曲面メッシュ形状の生成手法を提案する。

2. 研究背景

三価の頂点からなる曲面メッシュ（以下三価頂点メッ



図2 フラードーム

右：全景 左：拡大図
赤線は内側にある六角形の一部を示す

シュと呼ぶ)は、各セルの形が均質で、かつセルの密度が十分細かい場合には、六角形のセルが多くなるためおよそ六角形メッシュと捉える事ができる。このような形状は、以前から建築物にも応用されてきた。

古典的な例としては、バックミンスターフラーが1947年に考案したフラードームをあげることができる(図2)。内側の球面メッシュは外側の三角形メッシュと対をなした三価の頂点によるメッシュ形状と捉えられ、六角形メッシュに近似される^[註1]。

また近年では、六角形メッシュによる分割を自由曲面に拡張する試みがある^{[4][5][6]}。実例で見ると、たとえば百貨店Selfridges & Co.のバーミンガムにある店Selfridges Buildingをあげることができる(図3左)。これは自由曲面上に円を細密充填したものと捉えられるが、隣接する円の間を分割する線分で網目を作ると、三価の頂点によ



図3 Selfridges Building
右: 全景 (撮影者: Christophe Finot)^[7] 左: 拡大図 赤線は隣接する円を分割する線 (撮影者: Brian Robert Marshall)^[8]
(両図とも撮影者の写真より作成)



図4 キヌガサタケの網目のセル
左: 全体図 赤は手前のセル
右: 拡大図 赤線は網目 セルの色分けは、黄色:四角形(2個)、桃色:五角形(24個)、橙色:六角形(37個)、紫:七角形(18個)、青:八角形(4個)
(両図ともDonald Hobern氏の写真より作成)^[9]

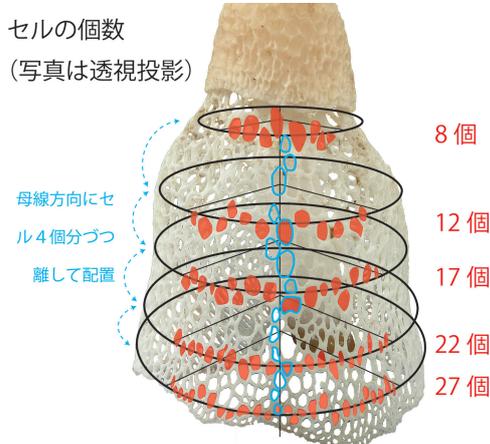


図5 キヌガサタケのセルの個数の計測結果
左の黒い楕円は仮想的な回転体の断面。赤、青はそれぞれ同じ高さ、回転角のセル。(写真提供: Donald Hobern)^[9] 図は写真から作成

るメッシュ形状と等価であり、六角形メッシュに近似されると考えられる(図3右)。

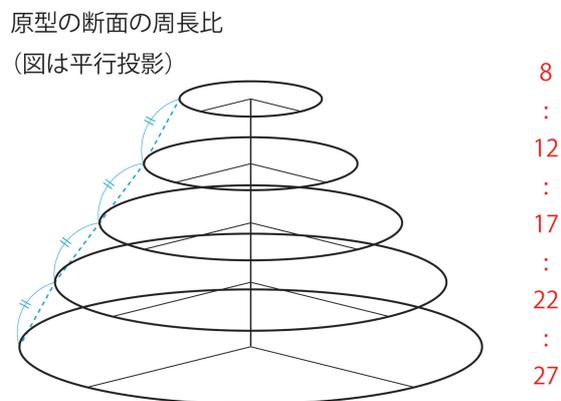
これまでの研究や実例では、曲面を決めてから均質に三価頂点メッシュとして細分割したものと捉えられる。しかしキヌガサタケの場合には、様々な形状バリエーションを示す(図1, 図4)のと同時に網目の密度は均質な分割ではなく、全体的に上から下に行くに従って細かくなっている(図4)。一方キヌガサタケの菌網の隣接するセルを分割する線で作ると、セルの形状の内訳は四角形が2個、五角形が24個、六角形が37個、七角形が18個、八角形が4個で、ばらつきはあるが六角形を最頻値とした度数分布となっておりセル形状に一定の均質性が認められることから、六角形メッシュに近い形状である(図4)。

以上のことから、キヌガサタケの網目は前述の二つの例とは異なり全体形状にバリエーションのあるセルの密度分布が均質でない三価頂点メッシュと捉えられるため、新しい形状生成手法が必要となる。

3. 形状生成の枠組

本論では、ある分布に従った密度をもち曲面形状をなす網目構造を得ることを目的とする。そのために、セルの密度が均質な網目構造を構成する各線分が、密度分布の入力に従ってそれぞれ局所的に長さを変化させ、網目の密度の均質さが失われると同時に新たな曲面形状が生成されるようなモデルを提案したい。すなわちセルの密度が均質になる場合の網目が沿う曲面を“原型”と呼ぶことにすると形状生成の手順は

- ①原型の推定
- ②網目構造の生成
- ③網目構造の変形



の三つのプロセスに分けられる。以後4.～6.では、この具体的な内容について解説していく。

4. 原型の推定

本章ではあるキヌガサタケの写真进行分析し、原型の形状を推定する。

キヌガサタケの菌網は托（茎のような部分）を中心とした回転面と捉えられる。また、菌網の網目は下に行くほど細くなるが、托を中心とした回転方向に対しては細かさがそれほど変化しないことから、原型もやはり回転体と考えることができる。

そこでこの回転体の形状を推察するためキヌガサタケの網目の個数を利用する。網目が均質に分布する原型では、セルの個数が曲面上の距離に比例する。したがって、それが収縮変形した実際のキヌガサタケの菌網で複数所の水平断面にあるセルの個数を計測することにより、原型の回転体の複数の水平断面同士の円周の比をおおまかに求めることができる。そこで、あるキヌガサタケの写真の菌網の形にフィッティングするような回転面を作図し、これとセルの個数の関係を調べた（図5及び図6）。

各断面における計測範囲は、網目の個数を目視で数えられる手前側90°の部分に限定する。写真を平行投影と仮定し、円と90°の扇形の図形を透視投影した形を、写真にフィッティングした回転軸に垂直な断面として5つ作成した。各断面は、フィッティングした回転面の母線方向にセル4個ずつ離れるように配置し、セルの大きさが均質な原型においては母線方向に等間隔で位置する断面となるようにした。それぞれの断面上にある網目のセルのうち90°の範囲に含まれるものを数えてみると、上から8,12,17,22,27個となり、順々に差をとると4,5,5,5個でおおむね等しくなった。この結果から、原型では水平断面の円周長と断面間の距離が一次関数の関係にあるとみなせる。したがって原型は円錐台と推定した。

円錐台の形状を決定するため、上底、下底の半径をそれぞれ R_1, R_2 、母線の長さを L 、底角を θ とし（図7）、底角 θ を導出する。以下、長さの単位をセルの個数で表わすと、

$$\frac{1}{2}\pi R_1 = 8$$

$$\frac{1}{2}\pi R_2 = 27$$

$$L = 16 (\because \text{図5})$$

となり、これらの値から

$$\theta = \cos^{-1} \frac{R_2 - R_1}{L} \approx 40^\circ$$

となり、原型の形状は底角40°の円錐台と推定できる。

5. 網目構造の生成

原型の曲面に沿った均質な網目構造を生成する。まず本論で対象とする網目構造では各セルの形状が平均的に六角形になることから、原型に沿ったポロノイ図を作成することにする。

均質なポロノイ図を生成するアルゴリズムとしては、ロイドアルゴリズムが知られている^[10]。これは、任意に配置した最初の母点からポロノイ図を作成した後、各セルの重心を次の母点として更新し繰り返し計算を行うことで、各セルの母点と重心が近づき均質なポロノイ図

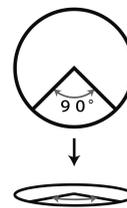


図6 円と扇形の透視投影

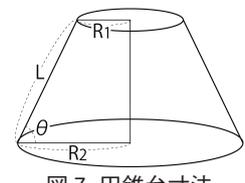


図7 円錐台寸法

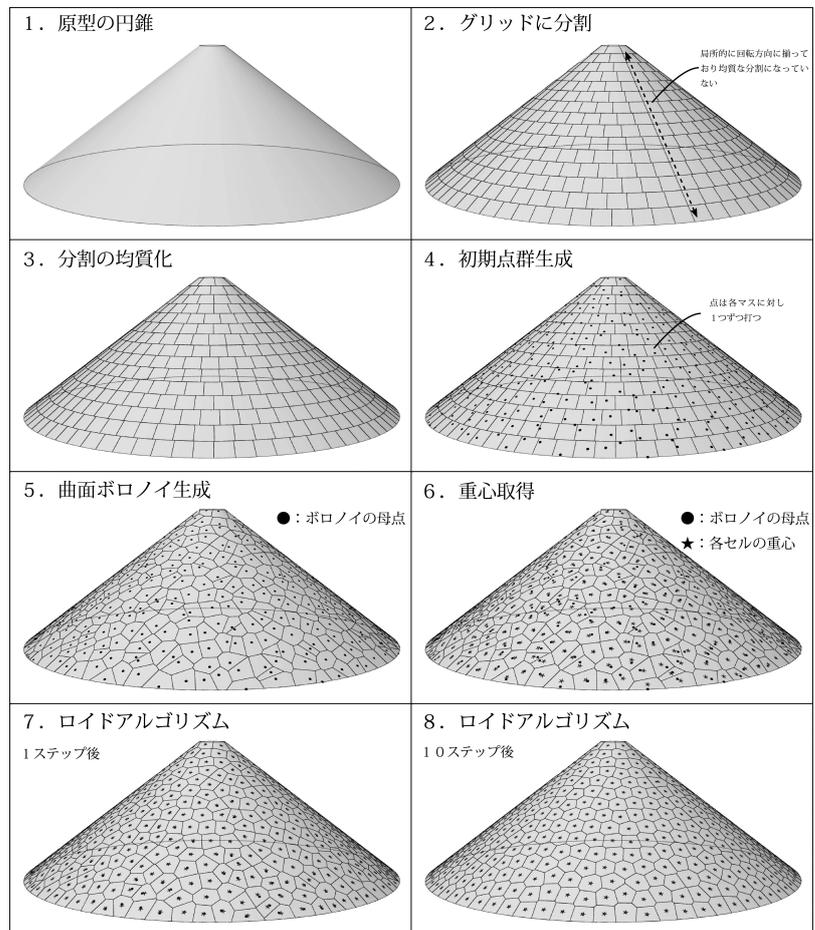


図8 網目構造生成

に収束するアルゴリズムである。

初期母点群を円錐台の側面（以下曲面とする）上に生成し、それをもとにポロノイ図を生成し、上述のアルゴリズムによる均質化を行って網目構造を生成した。

5.1. 初期母点配置

原型を均質なグリッドに分割した各セルの中にランダムに点を1つずつ打つことで、偏りのないランダムな点群を作る。具体的には、

- ①：母線が等分割されるように、原型を水平に切断する
 - ②：切り分けた薄い錐面を、各々の母線の長さに近い距離で回転方向に等分割
 - ③：回転方向の初期位置の影響を無くすため、各錐面を中心軸周りに回転させる
 - ④：③の各セルの中に、ランダムに点を1つずつ打ち、これを初期点群とする（図8の4）
- という手順をとった。

5.2. ポロノイ図の生成と均質化

生成した点群を母点としたポロノイを作成し、これにロイドアルゴリズムを適用して均質化を行う。具体的には

- ①：初期母点を互いに垂直二等分する平面を基に三次元ポロノイ領域を生成
- ②：三次元ポロノイと原型の交差線を取り網目構造を得る
- ③：網目構造で原型の曲面を分割（図8の5）
- ④：それぞれの分割した曲面の重心を求める（図8の6）
- ⑤：④で求めた重心で母点群を更新し、①に戻る（図8の7）
- ⑥：①～⑤を繰り返して②の網目が十分均質なものになったら計算を終了するという手順をとった。

ここでは①～⑤の計算を10回行ったところ、ほぼ均質な網目構造に収束した（図8の8）。繰り返し計算により母点と重心が近づき、パターンも均質になっていることが分かる。（図8の7,8）

なおこのポロノイ図は曲面に沿ったものであるため、節点が曲線で結ばれた図形となっている。

6. 網目構造の変形

本節では、原型に沿って作成した初期網目構造を、密度分布の情報に

従って収縮変形させる。本論では、初期網目構造を構成する各線材が分布の情報に応じて局所的に収縮伸長変形したときの力のつりあいの結果として得られる形状モデルを作成する。そのために質点バネモデルによるシミュレーションを行い、つり合い状態の形状を変形後の形状とする。

まず網目構造を力学モデルに変換し、網目構造に分布の入力を読み込み、入力に基づき収縮変形のための設定を行う。そして、作成した力学モデルに対し設定したシミュレーションを行ってつり合い形状を求めることで収縮変形を再現する。

6.1. 分布の入力の読み込み

分布はモノクロの0～1の値に正規化された連続的な明度分布 $B(u,v)$ を持つ画像として入力する。その明度分布は原型にマップした後網目構造の各線分に割り当てられ、HSB色空間における明度を表わす0～1の値が入力される（図9）。なお、最も強く収縮する場所を明度0、全く収縮しない場所を明度1とする。具体的には、

- ①：直交座標上の辺長1の正方形領域内に、乾燥の分布を表わす明暗画像を作成（図9の1）
- ②：原型の曲面上に、母線方向 u と回転方向 v からなる座標系を定義
- ③：②の u,v に、それぞれ①の縦軸・横軸を対応させ、入力画像を原型にマッピングする（図9の2）
- ④：網目の頂点および各線分の中点の位置の明度 $B(0.0 \sim 1.0)$ をマップした画像から取得するという手順をとった。

なお原型は回転体なので、入力画像では $v=0.1$ で明度分布 $B(u,v)$ が連続となる、すなわち $0 \leq u \leq 1$ を満たす

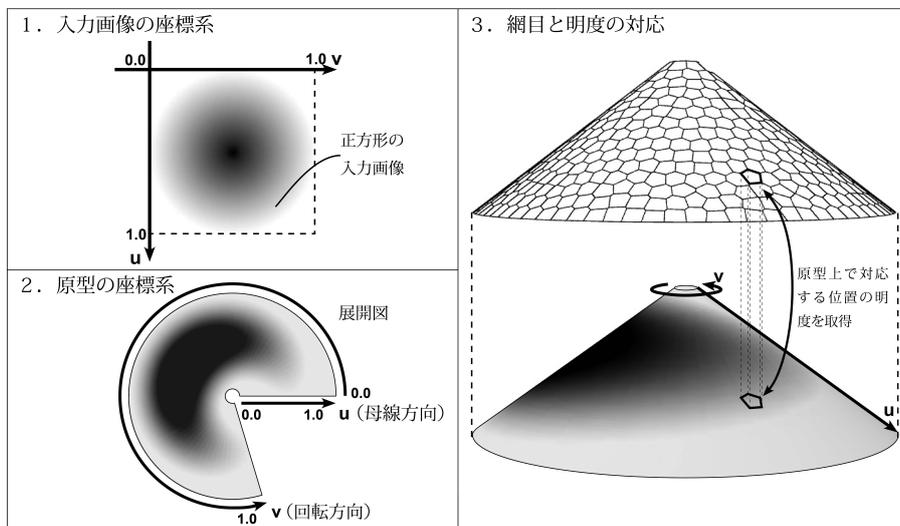


図9：入力画像を網目構造に読み込む手順

任意の u について $B(u,0) = B(u,1)$ となる必要がある^{注2)}。

6.2. 力学モデルへの変換と収縮変形のための設定

網目構造の各辺を線分で引き直してこれを質量0のバネに置き換え、節点を質点に置き換える。こうすると、入力された画像によって生じる局所的な線材の収縮・伸長変形は力学モデルのバネの伸び縮みで表わされる。

次に、収縮変形のために作用させる力及び支持点の設定を行う。網目構造に作用させる力は収縮力・角度拘束力・重力の三つでそれぞれ以下の通りである。

・収縮力：線分の収縮力で、バネの復元力として設定する。各バネにおける復元力の強さは次のように設定する。各線材の初期長 l_{prim} に対する目標長 l_{target} の比 p を

$$p = (1 - \alpha)B + \alpha, \text{ 但し } \alpha = 0.4 \quad (1)$$

B は6.1で定めた入力値で明度の単位を持つ値であるが、0～1に相対化した、無次元の値として計算した。 $B:0 \sim 1$ に対し、 $p:\alpha \sim 1$ に変化する。このときバネの目標長さ l_{target} は

$$l_{target} = l_{prim} * p \quad (2)$$

と表わされ、この目標長さを目指すバネの復元力を作用させた。

・角度拘束力：各頂点におけるバネ同士の角度は完全な剛ではなく、角度変化に抵抗する角度バネの力が働くものとする。実際のキヌガサタケでは節点に当たる部分と線材に当たる部分が同じ材質で水分含有量により同様に剛性が変化するため、各頂点における角度バネ強さも分布の入力に応じて変化させる。基準となる角度バネのバネ定数 k_0 を設定し、各頂点におけるバネ定数 k との比 $q = \frac{k}{k_0}$ を、(1)の立式にならい

$$q = (1 - \beta)B + \beta, \text{ 但し } \beta = 0.2h \quad (3)$$

とすると、 $B:0 \sim 1$ に対し $q:\beta \sim 1$ に変化する。これにより実際のバネ定数 k は

$$k = k_0 * q$$

と表わされ、角度バネの復元力が決定される。

・重力：各頂点に作用する大きさの等しい下向きの力を設定する。

以上の他、支持点については、網目構造の上端に位置している頂点をすべてピン支持の固定点とした。

6.3. 設定に基づき変形シミュレーションを行う

6.2節で作成した力学モデル及び設定を計算プログラムに読み込み、実際に変形をシミュレーションする。

シミュレーションには、Rhino/GrasshopperのプラグインであるKangaroo^[11]を用いて、減衰項を加えた

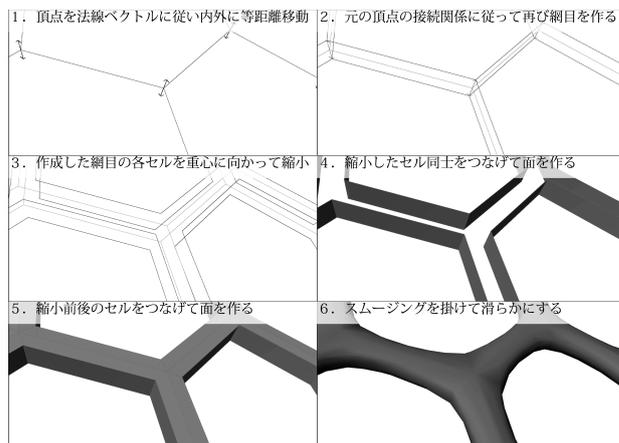


図10 有機的な太さの付与

質点バネモデルの動力学をシミュレーションした。計算を開始し、モデルを構成する各々のバネが振動し始め、徐々に落ち着きつり合い形状に近づいたところで計算を終了し、変形した網目構造を得た。ここでは30000ステップの計算後をつり合い形状とした。

7. 補遺：結果の表現について

最後に、変形の結果出力された網目構造に、仕上げの表現として有機的な太さを付与して表示した。

その際以下の手順で、キヌガサタケらしい有機的な形状に変換した。

7.1. 太さを付与

得られた網目状の線モデルの頂点を各々の法線ベクトルに沿って内側・外側に等距離だけ移動(図10の1)させ、接続していた頂点を線分で結ぶことで内側と外側にオフセットされた線モデルを作成した(図10の2)。作成した線モデルの各セルを閉曲線として、各々の重心の方向に一定割合で縮小した(図10の3)。内外の縮小した閉曲線の間に面を張って作成した筒状の面(図10の4)と、内外それぞれの縮小前後の閉曲線の間に張った輪状の面をつないで太さを持つジオメトリを得た(図10の5)。

7.2. スムージングをかける

7.1節の操作で生成したジオメトリは四角形断面であるため、これにスムージングを行いキヌガサタケの有機的な形状を再現する。

そのために、得られたジオメトリを十分細かくメッシュ分割してラプラシアンスムージングを行った。これにはGrasshopperのプラグインであるweaver bird^[12]にあるLaplacian Smoothingコンポーネントを反復回数7回で用い

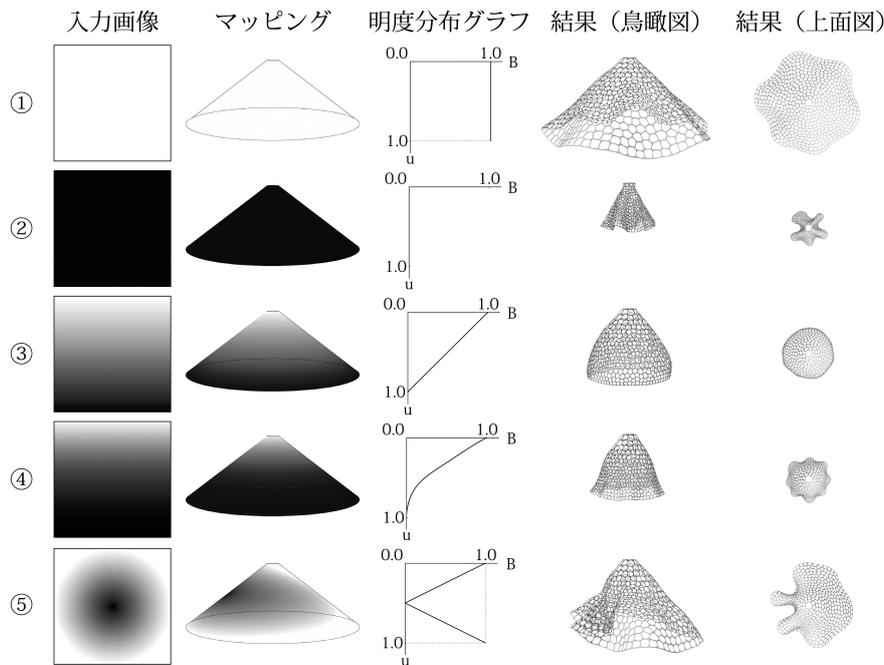


図11 結果
⑤については明度分布グラフでは $u=0.5$ での様子のみ示した。

た。こうすることで角がならされて丸みを帯び、有機的で自然のキノガサタケらしい形状表現を得た（図10の6）。

8. 結果・考察

モデリングした結果を、入力画像とともに示す（図11）。

全ての線分が一樣な収縮変形をする単色の入力（図11の①，②）では、全体的に放射状に大きく波打った形状となり、網目の密度が均質であるため、実際のキノガサタケと同種の形ではない。そこで実際のキノガサタケの網目の密度が網目の下端にかけて細かくなっていることを踏まえ、網目の末端ほど収縮する下方向にかけて黒くなるグラデーションの入力（図11の③，④）では、全体的な形状が実際のキノガサタケに近いものになり、網目の密度も末端にかけて細かくなった。最後に、原型の回転方向にも明度分布変化する偏ったグラデーションの入力（図11の5）をしてみると、白い部分と黒い部分について、単色の白や黒の入力による結果を重ね合わせたような形状となった。

以上の結果から、本手法によってキノガサタケの形状の原理を踏まえたメッシュ形状のバリエーションを生成できたといえる。

9. まとめ

本論ではキノガサタケの菌網の形状の特徴を抽出し、この特徴を満たした曲面メッシュのバリエーションを生成するシステムを提案した。そのシステムによりいくつ

かの形状を生成し、キノガサタケの菌網に倣った様々な形状を生成できることを実証した。

曲面をメッシュ分割する構造は以前から建築構造体などに応用例があるが、一般的に均質に分割するものであり、分割の密度分布を入力して不定形な全体形状と均質でない曲面メッシュを生成する本手法は新しいものと捉えられる。今後は、各線分の収縮とそれに追従する曲面形状の変化の幾何学的な関係を明らかにし、より一般的なメッシュ形状生成の新しい手法として発展させていきたい。

注

- 1) 球面上に12個の五角形を含む。
- 2) 微分可能な明度分布を持つ画像を入力する場合には、さらに $\frac{\partial B(u,0)}{\partial V} = \frac{\partial B(u,1)}{\partial V}$ 条件も満たされることが望ましい。

参考文献

- [1] 衣川 堅二郎, "托の伸長中におこる細胞搾汁の浸透値の変化とグリコーゲン分解との関係", 植物学雑誌, 78, 923 (1965), 171-176
- [2] 富永 保人, 譚 偉, 唐 利民, "キノガサタケの生活史に関する研究-1-菌蕾と子実体の形体, 組織と培養菌糸について", 広島農業短期大学研究報告, 8, 4 (1989), 743-756
- [3] 吉見 昭一, "キノコの女王 キノガサタケが開く 子ども科学図書館", 大日本図書 (1977)

- [4] Schiffner, A., Höbinger, M., Wallner, J. and Pottmann, H., “Packing circles and spheres on surfaces”, *ACM Transactions on Graphics*, 28.5 (2009), Article No.139
- [5] Pottmann, H., Liu, Y., Wallner, J., Bobenko, A. and Wang, W., “Geometry of Multi-layer Freeform Structures for Architecture”, *ACM Transactions on Graphics*, 26.3 (2007), Article No.65
- [6] Wang, W., Liu, Y., Yan, D., Chan, B., Ling, R. and Sun, F., “Hexagonal Meshes with Planar Faces”, *HKU CS Technical Report*, (2008), TR-2008-13
- [7] Finot, C., http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ABirmingham_-_Ringbull_-_Selfridges_5.JPG
- [8] Marshall, B. R., <http://www.geograph.org.uk/more.php?id=1937167>
- [9] Hobern, D., <http://www.flickr.com/photos/dhobern/6535705045/>
- [10] Du, Q., Faber, V. and Gunzburger, M., “Centroidal Voronoi Tessellations: Applications and Algorithms”, *SIAM Review*, 41.4 (1999), 637–676
- [11] Piker, D., “Kangaroo”, <http://www.grasshopper3d.com/group/kangaroo>
- [12] Piacentino, G., “Weaverbird”, <http://www.giuliopiacentino.com/weaverbird/>

本論文作成にあたり、ウスキキヌガサタケの貴重な写真およびコメントを頂いた東京大学大学院総合文化研究科 広域システム科学系 伊藤元己教授に厚く感謝申し上げます。

また、写真出典の [6] [7] [8] は、Creative Commons のそれぞれ Attribution-ShareAlike 3.0 Unported, Attribution-ShareAlike 2.0 Generic, Attribution 2.0 Generic ライセンスに基づきご提供いただきました。

●2014年6月5日受付

たかはし ゆうすけ

東京大学大学院工学系研究科建築学専攻修士課程。
コンピュータを用いた幾何形状の生成手法を研究。
〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1 東京大学駒場キャンパス 3号館 311号室 (横山ゆりか研究室)

たちともひろ

東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系 博士 (工学)

よこやま ゆりか

東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系 / 工学系研究科建築学専攻 博士 (工学)

Motion VRコンテンツの制作手法

Production Techniques of Motion VR Contents

今間 俊博 *Toshihiro KOMMA*

関屋 俊祐 *Shunsuke SEKIYA*

概要

Motion VRとは、Motion(動画)とVR(バーチャルリアリティ)を組み合わせた用語であり、360度全方位のパノラマ映像に対し視点を操作できる、インタラクティブなパノラマ映像コンテンツである。現在、Googleストリートビューを初めとした、パノラマ静止画像は広く見かけるが、動画映像のパノラマコンテンツは未だ数が少ない。今回紹介するMotion VRは、視聴者が視点方向をマウスなどでコントロールしながら視聴できる、インタラクティブなパノラマ映像コンテンツであり、その動画映像は大変興味深い。しかし、コンテンツの制作手法が一般的では無い事もあって、YouTubeなどの動画サイトにおいても広がっていない。本論文では、この興味深いインタラクティブなパノラマ映像コンテンツを広めるために、Motion VRコンテンツの制作方法についての調査を行い、最良の効率的な制作手法について報告する。

キーワード：画像処理 / Motion VR / パノラマ

Abstract

The motion VR is a word that combines the movie and virtual reality. It can manipulate the eye point on the panoramic image about all directions 360 degrees, and a panoramic movie and interactive content. I can see many panoramic still images such as google street view, but the panoramic movie is small number of content. The motion VR is panoramic movie contents by interactive. You can control view direction by the mouse. The motion VR is very interest contents but making techniques is hard. It is not spreading in movie sites such as Youtube. In this paper, we investigate about the production method of motion VR content. I wish to report on the production techniques by efficient best.

Keywords : Image processing / motion VR / panorama

1. はじめに

Motion VRとは、Motion(動画)+VR(バーチャルリアリティ)を組み合わせた言葉であり、360度全方位に視点を操作できる、インタラクティブな映像コンテンツの事である。

バーチャルリアリティは、3DCGや2次元映像、音響などさまざまな効果を組み合わせ、仮装現実感を作り出す技術の総称である。Googleストリートビューなど画像を用いたVRが、我々にとって馴染み深いVRの例として挙げられる。Googleストリートビューは、全方位を同時に撮影できるカメラ「Ladybug 2」でパノラマ撮影を行い、web上でインタラクティブに視点を操作できる静止画パノラマコンテンツとして提供されている。

しかし、Googleストリートビューで使用されている画像は静止画のみであり、動画映像のコンテンツはない。現在、Googleストリートビューの制作では、Ladybug 2のような全方位カメラを用いている。これらの機器は一般にとっても高価であり、個人がそのような機器を揃えVRコンテンツを制作することには困難が伴う。魚眼レンズを用いた安価な全方位カメラも存在するが、画像の歪みや、解像度の低さが問題となる。また、静止画ならば手軽に1台のカメラを回転させながら各方向に向けて1枚ずつ撮影し、後からパノラマ合成する制作手法も可能である。しかし、動画映像は時間軸の変化が重要な要素のため、全方向を同時に撮影しなければ映像として成り立たない。

本論文ではLadybug 2のようなパノラマ専用機材よりはるかに安価で、多目的汎用小型カメラであるGoProを4台使い、パノラマ動画映像を撮影した。それらを用いて、インタラクティブに視点操作でき、かつ高画質なパノラマ映像の制作方法を調査、研究し、全方位動画映像VRインタラクティブコンテンツであるMotion VRを制作する事に成功した。汎用小型カメラを使用する事のメリットとしては、全体的に低コストで抑えられる割には、画像のひずみや画質をコントロール出来る点が挙げ

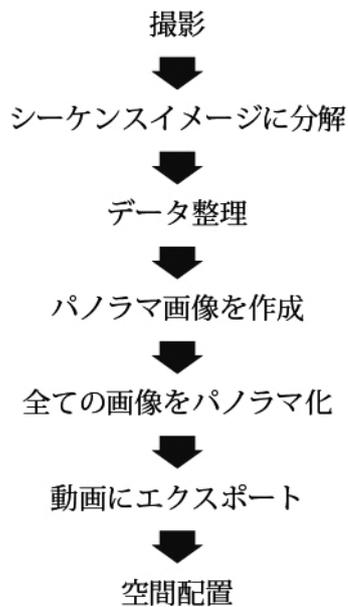


図1 コンテンツ制作フロー

られる。また、Motion VR画像に対する、原理を含めた教育的な効果も期待出来る。また汎用カメラであるから、パノラマ撮影とは、全く別の用途に流用出来る。

2. 制作工程フローの説明

Motion VRの制作フローを図1に示す。

2.1. 撮影

2.1.1. ロケーションと撮影手順

制作する映像コンテンツの方針は、「見まわしたくなる風景」「360°に動きのある映像」をコンセプトにロケーションハンティングを行った。人通りの多いビル群に着目し、新宿、渋谷駅前スクランブル交差点、原宿の歩行者天国などを撮影場所とした。図2(a)のような、4方向のカメラを固定した撮影器具を作成して、実撮影を行った。足の部分を取り外し棒の部分を持ち、歩きながら撮影を行う計画もあったので、通常の三脚ではなく、マイクスタンドを改良し使用した。



図2 (a) 野外撮影用セッティングと (b) 撮影風景

実際の撮影では映像の同期をとるため、以下のような手順を用いた。

(1) 撮影時に4台のカメラが、同じ画像になる瞬間を

生むために、4台のカメラの周りに筒状になった赤い紙を被せ、それを上方に外す事によりスタート点を可視出来るような動画像を撮影した。

(2) GoProには録音機能もあるので、撮影終了時にはカチンコを用いて、4台同時に同じ音を録画した。Premiereの音声トラックは、波形が可視出来るため、これを編集時にスタート点として利用する事が可能となる。

2.1.2. GoProの設定

図3は、今回の撮影に使用したGoProの筐体である。機種別の型番は、作業時点での最新機種であるHero 3+を使用した。撮影時間の延長のために、AHDBT-302 Rechargeable Batteryを併用した。本体サイズは、72(W)×66(H)×41(D) ミリで、重量は約72グラムと小型なため、治具の細工や取り扱いが容易である。図4は、横方向に360°を撮影するために、4台のGoProをセッティングした状態を示す。上下方向の解像度と、撮影の画角をかせぐために、カメラの縦横方向を逆にしてセッティングを行った。GoProでは、848×480 - 3840×2160(4K)と多様な解像度を選択できるが、今回のパノラマ撮影での、GoProの設定は、1280×960を採用した。これは、撮影した4枚の画像をパノラマ化するために、4台のカメラの画角がお互いに重なり合い、撮影された画像に共通部分を存在させる必要があったからである。GoProの解像度1280×960で撮影した際の水平画角は122.6°、垂直画角は94.4°であり縦方向に使用して4方向撮影した場合でも94.4×4=377.6と、全周の360°よりも大きいため、水平方向を360°全方位撮影することが可能となる。このセッティングでの垂直方向も122.6°と十分に広い画角範囲が撮影出来る。この設定での最終的なパノラマ状態(画像4枚使用)の画像解像度は、1280×3840となる。



図3 GoProの筐体



図4 撮影用セッティング

2.2. パノラマ化

パノラマ化の処理は、静止画像を1枚毎に計算してやる必要がある。そのため、実際に撮影した動画像は、そのままの状態ではパノラマ化は出来ない。撮影した動画像のパノラマ化処理のために、シーケンスイメージへの分解作業、および、1枚のパノラマ画像を構成する4枚組の画像のグループ化のために、データ整理の工程を

行った。

2.2.1. シーケンスイメージに分解

シーケンスイメージとは、動画像から複数枚の静止画像に変換する処理を指す。生成される静止画は、時間軸に沿って、古い画像から新しい画像へと連番で並べられる。この処理には、Adobe Premiereを使用した。

この処理におけるもっとも重要な点は、動画像の同期である。パノラマ画像を構成する、4枚の静止画像は連番で管理されている。パノラマ画像を構成した際に、動きに時間軸的なズレが生じ無いためには、同じ瞬間に撮影した画像データに、同じ連番を付与する事が重要である。これは、以下のシーケンスにより手作業でおこなった。

(1) Premiereに読み込んだ動画像データは、スタート点の映像とエンド点の音を基準に編集 (Cut) を行った。編集後の動画像の長さが同じであることを確認した。

(2) 編集後の動画像データを、連番の静止画として出力を行った。

2.2.2. データ整理

シーケンスイメージへの分解処理を行い静止画になったデータは、連番の静止画ファイルが4本分である。各々のファイルは、正面、右側、左側、後方の4つのフォルダに格納されている。各々のフォルダに格納された静止画ファイルには、連番のファイル名が付与されており、同じ番号のファイルは、同じ瞬間に撮影された画像となっている。

このままでは、パノラマ化の処理の際に手間がかかるため、4つのフォルダから同じ番号のファイルを抜き出し、同じフォルダに格納する処理を行った。事前にこの作業を行う事により、同じフォルダには同じ瞬間に撮影された4枚の静止画が格納される。つまりパノラマ化処理は、フォルダ単位で並行に行う事が可能となる。

データ整理の工程は、膨大なデータ量に対し同じ処理を繰り返し行うので、実際のファイル操作作業には、Windows用のユーティリティソフト「Flexible Renamer」を用いて効率化した。このデータ整理作業によって、1つのフォルダに正面、右側、左側、後方の4つのファイルが格納された大量のフォルダが作成された。もし、MacOSXによる作業を試みる場合には、unixのシェルコマンドにより同様の作業が行える。フォルダ名は、時間軸に沿って連番が付与されている。同じフォルダに格納された4つの静止画ファイルは、同じ瞬間に撮影されたデータとなっている。

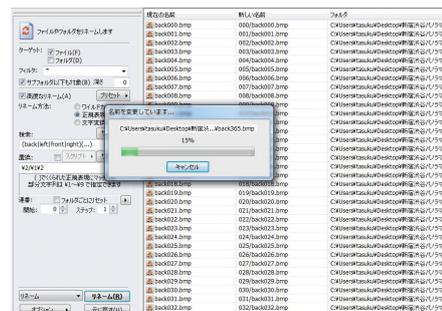


図5 Flexible Renamerの画面



図6 SHIFTの原理説明図 [2]

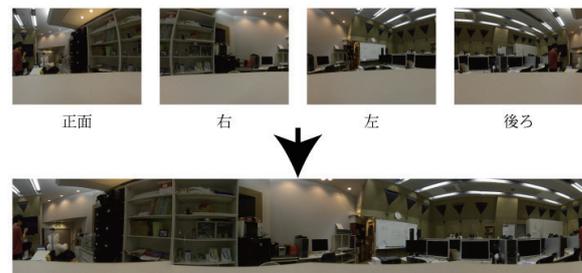


図7 パノラマ画像の生成

2.2.3. パノラマ画像の生成方法

パノラマ画像の生成には、4つの静止画像からお互いに重なりあう部分を解析し、それらをお互いに、どれだけカメラが移動しているかを計算し、その移動量をもとに1つの平面や球面上にパノラマとして合成を行う。この重なり合う部分の解析は、David LoweらによるSIFT手法を用いて行える事が知られている (図6)。代表的なパノラマ画像作成手法としてSIFTの原理を簡便に説明する。SIFTはスケール普遍特徴量変換 (Scale invariant feature transform) の略で、画像に映る対象のスケールが

変わっても、安定的に同じ性質を持つ局所的な領域を検出できる^[2]。図7に、正面、右側、左側、後方の4つのファイルからパノラマ画像を生成した例を示した。

2.3. パノラマ動画の作成

4枚の静止画像から、パノラマ静止画像の作成は、PhotoShopなどの画像編集ソフトで行う事も可能である。(Photoshopにはパノラマ画像生成機能が付属している)しかし、多くの繰り返し作業を必要とするパノラマ画像の作成を、すべて手作業で行うのは作業量的に現実的では無い。

そこで今回は、ステッチソフトである「PTGui Pro」を用いた^[5]。PTGuiは、WindowsとMac OSX用のパノラマステッチソフトウェアである。PTGui Proは、PTGuiの高機能バージョンで、HDRファイル/Vignette補正/視点補正/マスクなどの機能が、PTGui Proにのみ搭載されている。デジタルカメラで撮影をしたあとで、数枚の静止画像をつなぎあわせてパノラマ静止画像にすることを、「ステッチ (Stitch)」と呼ぶ。PTGui Proは4方向の静止画データを、パノラマ画像にする際の条件設定を、テンプレートとして保存することができる。

最初のテスト段階では、1フレームの静止画をパノラマ化させるために、1枚ずつのテンプレートの調整を施していた。しかし、このやり方では、多数の静止画ファイルで構成されている、長時間の映像をパノラマ化させるのは困難であるため、PTGuiに含まれているツール「Batch Builder」を使用した。これは、フォルダ内の任意の画像を読み取り、調整を行い、バッチ処理により書き出しを行うツールである。Batch Builderの指定によって、Flexible Renamerで作成した、時間軸に沿った連番の名前を持ったフォルダを、連続的に処理する事が可能となり、効率的にステッチすることが可能となった。

2.4. 空間配置

空間配置とは図8の様に、横長の動画像を視点の周りを取り囲むように配置し、パノラマ画像として視聴可能とする作業である。これにはViewerとしてkrpanoを用いる事とした^[6]。さらに、krpanoをFlashから呼び出す構成にする事により、インタラクティブ性も取り入れた。Viewerの画面をWeb上に表示し、表示された映像をマウスなどを使用し操作するためにFlashのAction Scriptを用いた。Action Script内でCylinderを作成し、そのテクスチャとしてパノラマ映像を貼りつけ、Cylinderの中心にカメラ(視点)を設定することで、パノラマ空間を構成した。この時、3D描画を行うオープンソースのライブラリ「Papervision 3D」を使用した^{[3][4]}。

Viewerとしては、Flashの3D描画ライブラリ「Papervision 3D」をメインエンジンとしたFlash用パノラマVRプレイヤー「krpano」を使用して、作成したパノラマ映像をマウスの操作などに対応させた。krpanoは、MotionVR内の画像に対するユーザーインターフェースが充実しており、各数値や情報をxmlファイルに記述しておけば良いため、編集も容易であり、効率性、操作性をより高めるために有用である。

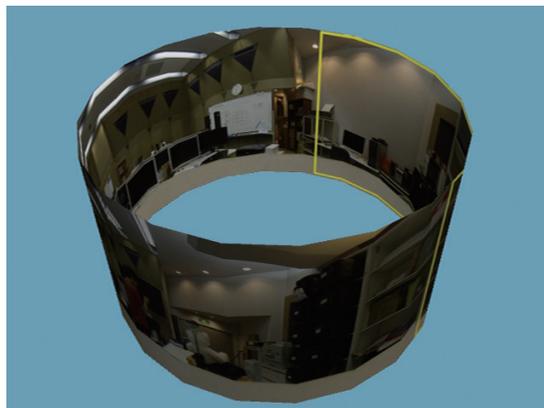


図8 空間配置の例

3. 結果と考察

文撮影用専用三脚の制作、解像度調整など、実験結果に基づき制作を進めていった結果、当初の予定通り、今までより遥かに安価で手軽に、MotionVRコンテンツの制作を行うことが出来た。またそれらを活用して、MotionVRコンテンツを完成させることができた。

しかし、問題点も存在した。ひとつは、パノラマを作成する際の、画像と画像のつなぎ合せ部分の整合が、まだ甘い点である。パノラマにおいて、複数のカメラが同じ部分を重複して映している画像面積が大きい程、パノラマ画像は高い整合性を持つ。つなぎ合わせるための情報量が増加するからである。しかし本研究においては、GoProを4台と少数のカメラ台数で撮影を行ってしまったため、つなぎ合わせるための情報量が十分では無かった。それにより、つなぎ合せが上手くいかなかった部分が生じたのである。解決法としてはカメラの台数を増やし情報量を上げることであるが、本研究は「安価」も目標の1つであるため、カメラの台数と価格負担の兼ね合いをみる必要がある。

次に、360°全方位視点を動かせる高解像度の映像は、裏を返せば360°全方位において同じクオリティを保つ必要があり、当然情報量も大きくなる。元々、「映像」というコンテンツ自体データの容量が大きく、多くの読み込み速度と処理時間を必要とするが、本研究ではさらに

4方向、高解像度で制作したMotion VRコンテンツである。このため、PCはかなりの処理能力を求められ、動画再生時にガタつくなどPCの処理が追いつかない部分も見られた。操作を必要としない通常の映像作品であれば、画像に映っていない部分は、消去することでデータ軽量化をはかる事も出来るが、本研究の作品は「映っていない(視聴者が見えていない)部分」が明確には決められず、画像の消去は難しい。解決するためには、解像度を低くする、描画範囲をせばめるなどの対応が必要である。実際に本研究においても、多少の解像度の縮小を行った部分がある。

これらのようにMotion VRコンテンツの制作方法について、制作手法を確立でき、インタラクティブな操作と映像を用いて、臨場感あふれるコンテンツを制作できた。今後、残された課題を解決し、よりクオリティの高いMotionVR制作を目指したい。

参考文献

- [1] 池田 聖,佐藤 智和,横矢 直和,"全方位型マルチカメラシステムによるパノラマ動画の生成",電子情報通信学会技術研究報告,102巻532号, pp.49-54, 2002.
- [2] Matthew Brown and David G. Lowe, "Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features", International Journal of Computer Vision, August 2007, Volume 74, Issue 1, pp 59-73.
- [3] 池田 泰延,"Flash 3Dコンテンツ制作のためのPapervision 3D入門",株式会社エクスカレッジ, 2009.
- [4] "自分で作る! VRパノラマ360°", <http://www.dowjow.com/panorama/2010/03/post-9.php>.
- [5] "ptgui.com", <http://www.ptgui.com/>
- [6] "Krpano.com", <http://krpano.com/docu/html5/>.

●2014年7月26日受付

こんま としひろ

今間俊博, 首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
komma@tmu.ac.jp

せきや しゅんすけ

関谷俊祐, 首都大学東京システムデザイン学部
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

●作品紹介

CGムービーによる『潮観荘』の再現

Reproduction of “Chokanso” by CG Movie

宮腰 直幸 Naoyuki MIYAKOSHI

キーワード：CG／潮観荘／吉田初三郎／種差海岸

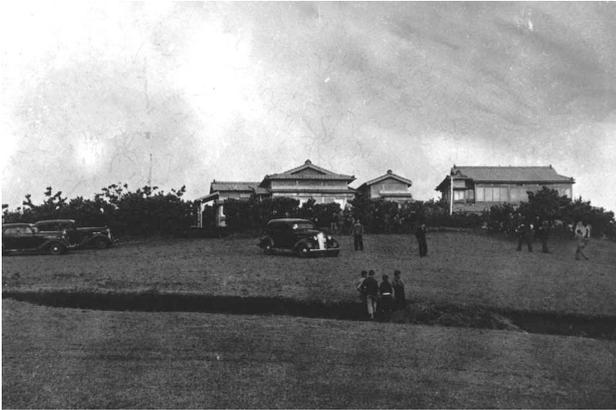


図1 潮観荘の当時の写真



図2 現在の潮観荘跡

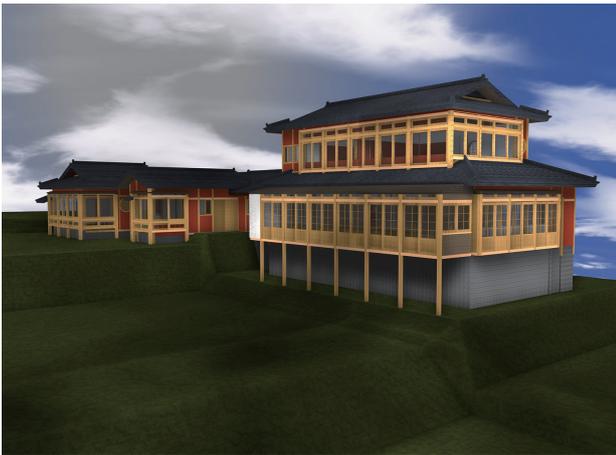


図3 潮観荘外観（北側）

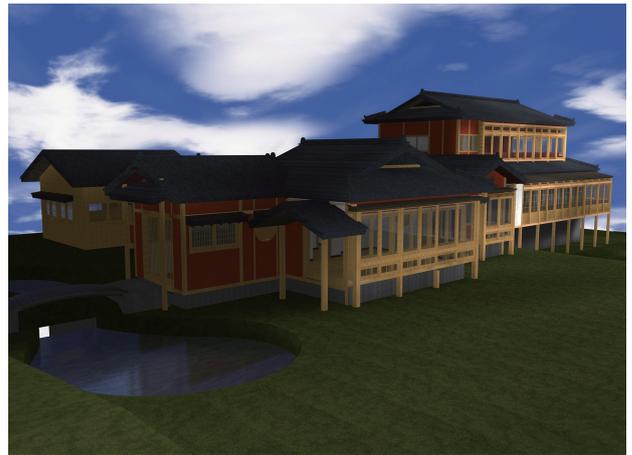


図4 潮観荘外観（東側）

2013年5月、青森県八戸市にある種差海岸を含む地域が国立公園に指定され、これを機に青森県立美術館では種差海岸の歴史や美術に関連するものを集めた特別展を企画した。その企画の中で大正から昭和にかけて活躍した鳥瞰図画家吉田初三郎が種差海岸に建てたアトリエ兼別荘をCGにて再現することが検討され、八戸工業大学（以下：本学）感性デザイン学部感性デザイン学科宮腰研究室（以下：本研究室）に制作の依頼があった。

吉田初三郎は京都出身の鳥瞰図画家で、大正から昭和初期にかけて活躍した。日本全国の鳥瞰図を描いており、制作時に訪れた種差海岸の美しさに惹かれて当地にアトリエ兼別荘である潮観荘を建てるに至った（図1）。建物の特徴としては、応接室や和室の壁が一面ガラス張りになっており種差海岸の風景が一望できること、およ

び鳥瞰図作成のための50帖の作業室があったことである。潮観荘は昭和28年11月に火災のため消失しており、現在は基礎部分のコンクリートが一部残るのみである（図2）。

吉田初三郎は鳥瞰図画家として有名であり種差海岸に縁のある人物であるが、更に種差海岸を含むこの地域を国立公園化する運動に尽力した人物としても知られている。

青森県立美術館からの依頼では、特別展の中の1つのブースにCGムービーを上映するコーナーを作成し、5～10分程度の内外観ムービーを上映するという計画であった。潮観荘に関連する資料は極めて少なく、数枚の写真とご子息の描かれたスケッチがあるのみで、当時の図面は現存していない。他に本学の付属校である八戸工



図5 潮観荘内観（玄関）

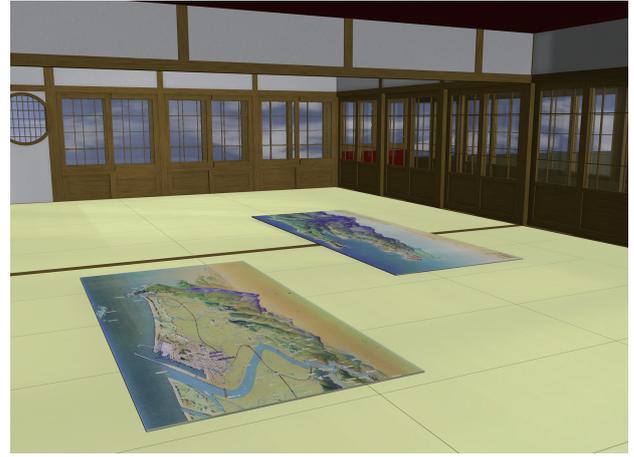


図6 潮観荘内観（アトリエ）



図7 潮観荘内観（中庭）



図8 潮観荘内観（廊下から中庭を見る）

業大学第一高校（以下：工大一高）の生徒が前述のスケッチを元に作った模型および模型作成のためのCADデータがあることから、このデータを利用することとし、スケッチおよび写真との整合性をとることとした。工大一高のCADデータは模型用のため細部が省略されており、スケッチとの整合性も取れていない部分が散見された。このため種々の資料を突き合わせ、大きな矛盾が生じない形で再現することとした。

作業は学生4名の協力により進めた。モデル作成の作業はVectorworksを使用し、作成したモデルデータをCINEMA 4Dに読み込み、ムービーを取り出した。

作成にあたっては内部の資料が殆どなく、特に材質などについてはスケッチから読み取ることも出来なかった。このため吉田発三郎氏のご子息に直接問い合わせ仕様を確認し、当時の状況を聞き取りながら作業を進めた。その結果、腰壁の存在や廊下の壁や天井の色が明らかになった。

また土地の状況を実際のものと同合わせるため、現地の測量を行いモデルに反映した。CGの作成は2013年4月より行い、建物内外を回る6分のCGムービーとして2013

年6月末に完成した（図3,4,5,6,7,8）。ムービーは2013年7月6日-9月1日に、青森県立美術館にて行われた種差展で公開された。

今回のCGムービーの作成によって、遠い昔に失われた今は見ることのできない建物のイメージをよみがえらせることができた。今回の再現はCG技術によってそれが可能となったことに意味があると思う。

●2014年7月28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
 031-8501,青森県八戸市大字妙字大開88-1

機械にまつわる幾何学形状（2）

Geometric Profile of Machine Elements(2)

園田 計二 Keiji SONODA

竹之内 和樹 Kazuki TAKENOUCHI

1. はじめに

機械はからくりの集合体であり、その機能の多くは、要素表面の形状や要素間の接触や連結により創成されています。本講座では、とかくブラックボックスになりがちな機械装置の内部について、代表的な機械要素の幾何学形状の特徴およびその形状を具現化するに当たっての注意点や工夫点などについて数回にわたって紹介し、最終的には幾何公差の考え方や取り扱いについても言及したいと考えています。第1回では、代表的な機械要素として歯車を取り上げ、歯車幾何学、代表的な歯形曲線であるインボリュート曲線の特徴およびその加工方法など標準平歯車の基礎について概説し、少し特殊な歯車である円弧歯形の歯車やチェーン・sprocketへと話を進めました。第2回は歯すじが円弧状になった歯車を中心に紹介します。

2. 歯車の歯すじについて

第1回で紹介したように、歯車の歯すじには、「すぐば」(歯すじ、すなわち歯溝の方向が、軸線に平行でまっすぐになっているもの)と「はすば」(軸線に対して傾斜した、つる巻線状にカーブしているもの)があります。また、ねじれの向きを互いに逆にした一組のはすば歯車をつないだものは「やまば」と呼ばれます。

歯車は断続的に力を伝えるので振動・騒音がよく問題になります。普通乗用車に用いられている歯車の場合、歯面には1kN(100kgf)以上の力が頻繁に作用しますので、歯はたわみ、正確な噛合いが行われなくなります。

通常、多く使用されるすぐば歯車をはすば歯車に替えると、噛合いに関与する歯数を増やして荷重の分担が図れます。さらに、はすば歯車の噛合いは歯面の端部から徐々に始まり、接触線が斜めに向かって進みます。同時に歯車回転力が歯面に対して斜めに作用しますので、滑らかな噛合いを作り出すこととなります。歯車が連続して滑らかに運動を伝達するためには、1組の歯の噛合いが終わらないうちに、次の一組が噛合いに参加しなくてはなりません。同時に噛合う歯の枚数をかみ合い率と呼び、すぐば歯車では1.6程度です。これは、1組の歯が噛合うときと2組の歯が同時に噛合

う場合が存在していることを意味します。これに対して、はすば歯車のかみ合い率は2.1程度です。つまり、噛合いは2組や3組の歯で構成されるので、すぐばのときよりも多くの歯で荷重が分担されます。ただし、はすば歯車では、歯面が回転方向だけでなく軸方向にも向いているために、回転には寄与しない、軸方向の余分な力であるスラストが発生しますから、軸受けを強固にする必要があります。

余談ですが、航空機用では基本的にすぐば歯車を使い、はすば歯車を使用しません。一番の要因はスラストの発生と軸受けだと思います。経験則も働いているのでしょうが、騒音よりもまずは安全性を優先しているものと推察します。

また、すぐば歯車でも、はすば歯車においても片当たりやかみ合い誤差によって、歯面荷重が均一ではなくなり、歯面の一部に荷重が集中し、歯車の破損につながる可能性があります。これらを防止する対策として、歯形や歯すじの修整を行っています。例えば自動車の動力伝達用歯車では歯幅の両端部分や歯先付近をわずかに(5 μ m~10 μ m程度)削り落とすような修整加工を行っています。このようにして、中央付近が膨らむようにする歯すじの修整を「クラウニング」と呼びます。

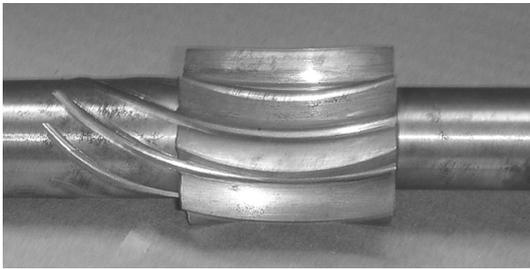
3. 円弧歯すじ歯車

円弧歯すじ歯車(circular-arc tooth-trace gear, 簡単にCATT gearと表記)は、図1(a)に示すように歯すじが円弧状になった歯車のことで、現在筆者らが取り組んでいる研究対象の一つです。歯形に円弧を用いた円弧歯形歯車(円弧ば)とは異なります。元々は、筆者の恩師である石橋 彰先生が半世紀前に研究され、大きな成果を上げられた歯車です^{[1],[2]}。しかし、残念ながら実用的に活用された例は限られています。本講ではこれらの経緯と新たに取り組んでいる新型の円弧歯すじ歯車について紹介したいと思います。なお、2013年に第8回デジタルモデリングコンテストで優秀賞を頂いた「波型歯すじ歯車を用いた遊星式ギアドライブ」は、この円弧歯すじ歯車を起点にして考案したものです。

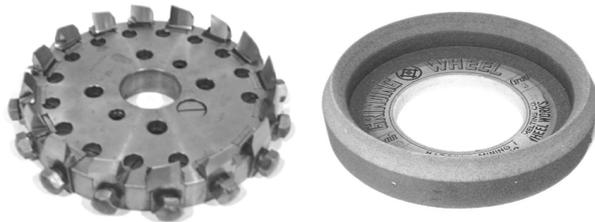
3.1 円弧歯すじ歯車の主な特徴

一般に円弧歯すじ歯車は、以下に示すような優れた特徴を有しています。

- (1) スラストを発生しない。やまば歯車 (double helical gear) と同じように、右ねじれと左ねじれ歯車のかみ合いによってスラストを打ち消し合うので、軸方向に作用する荷重を生じない。
- (2) クラウニングが簡単に付けられる。円弧歯すじ歯車の凹面と凸面とを別々の曲率半径で仕上げると、半径差の分だけふくらみが付与できる。
- (3) 片当たりすることが少ない。かみ合う一組の片方が軸方向に移動できる軸受けにすれば、自動的に歯当たり



(a) 円弧歯すじ歯車



(b) 環状フライスカッタ (c) カップ型砥石
図1 円弧歯すじ歯車と加工工具

(tooth bearing) が歯幅の中央付近に移動する。

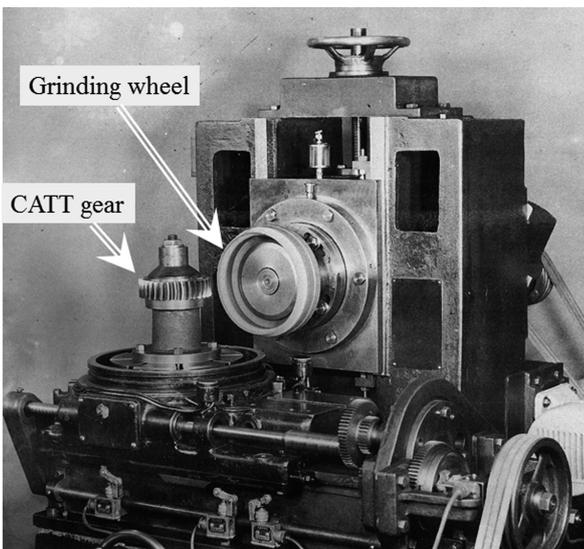
- (4) 高精度に加工できる。環状フライスカッタやカップ型砥石で歯すじを成形 (歯形は創成) するので、歯面を高精度に仕上げることが比較的容易である (従来型の円弧歯すじ歯車の場合)。

一方、欠点としては、歯車を軸方向に滑らせてかみ合わせるできないので組み立てに制限が生じることや歯すじの曲率半径が同じでないとかみ合わないなどが挙げられます。

3.2 円弧歯すじ歯車の主な加工法

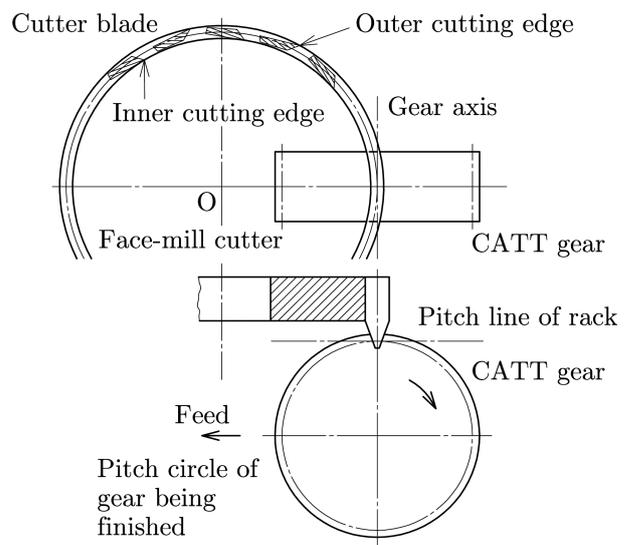
従来型の円弧歯すじ歯車は、図1 (b) に示すような環状フライスカッタや、図1 (c) のカップ型砥石によって加工することを前提に考えられていました。前回に紹介したホブ切り加工は、ねじ状に等間隔で配置した直線の切刃 (切刃形状はすべて同じ) によって歯形と歯すじを同時に創成します^[3]。円弧歯すじ歯車を環状フライスカッタによって加工すれば、歯形を創成し歯すじを成形することになります。そのためカップ型砥石で研削仕上げをすれば、非常に滑らかな歯面が得られることとなります。

この環状フライスカッタは、歯すじの凸側と凹側を仕上げる直線の切刃 (一般に個々の切刃形状は異なる) が互い違いに配置されているため (千鳥刃という)、環状フライスカッタが1回転してできる包絡面の形状が所望する切刃形状となるように1個1個のカッタ形状を考えて取り付ける必要があります。この環状フライスカッタの製作は熟練を要する非常に高度な作業の一つです。従来型円弧歯すじ歯車を加工する専用工作機械を図2に示



(a) 円弧歯すじ歯車加工機の主要部

図2 従来型の円弧歯すじ歯車を加工する専用機



(b) 加工のための機構

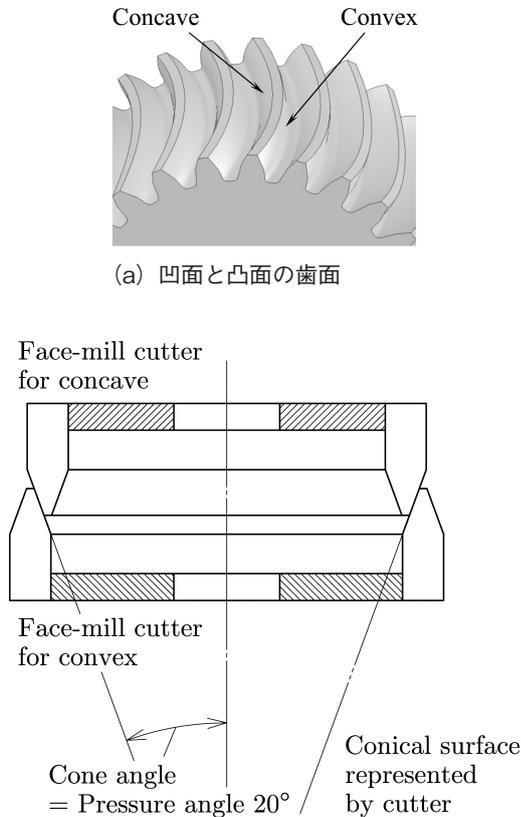
しています^{[1],[2]}。この機械は工具を取り替えることで、ワーク（被加工物）を取り付けなおさずに切削から研削までを行えるので、非常に高精度に円弧歯すじ歯車を加工することができます。

余談ですが、旋盤加工等あらゆる機械加工において、ワークを途中でつかみかえることなく（「ワンチャック」といいます）仕上げられることは非常に重要な観点です。ワークを工作機械から一端取り外して、再び取り付け直すと、熟練した作業員でも数 μm 程度の誤差が生じます。このずれは、そのまま加工の誤差に追加されます。また、現在はCNC工作機械のレベルが上がり、歯車歯面の研削もある程度自由に行えるようになってきていますが、当時このように歯面研削が比較的簡単に行えることは非常に有力な歯車タイプであったと考えられます。

従来型円弧歯すじ歯車の歯すじの曲率半径を同じにするには、図3に示すように共通円錐面に接するような凹面と凸面用のカッタをそれぞれ準備する必要があります。前述したように、被動側凹面よりも駆動側凸面の曲率半径を小さくすればクラウニングを付けたのと同じ効果が得られます。

3.3 新型の円弧歯すじ歯車の設計

従来型の円弧歯すじ歯車では、切刃工具と工作機械の



(b) 凹面と凸面を加工するための工具
図3 従来型円弧歯すじ歯車用のカッタ

相対運動を利用して、ワークから不要な部分を削り出す除去加工によって歯面を創成していました。従って、実際に歯面形状そのものを設計で求める必要はありませんでした。しかし、筆者らが提案している新型の円弧歯すじ歯車は、歯車歯面をコンピュータ上でデジタル的に設計し、3D-CAD/CAMを有効活用することによって製作するものです。具体的には、歯面の座標点をデジタル的に求めて、その座標の点群データを基に3D-CADで歯面をモデリングし、そのCADデータをSTL形式に変換し、CNC複合加工機によって歯面（歯車）を実際に削り出します。歯車加工の専用工作機械を使用しない加工法によって、歯車に求められる加工精度が確保できる

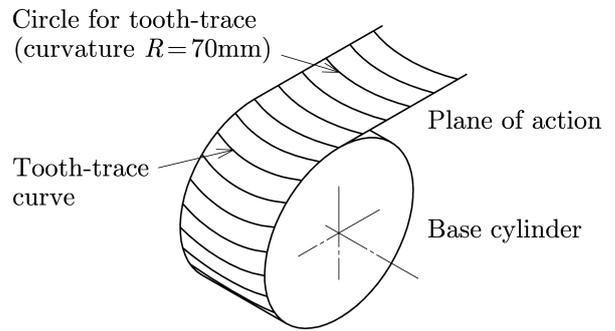
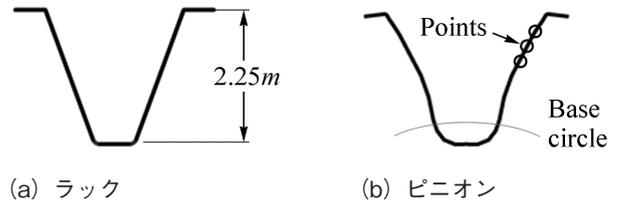


図4 円弧歯すじ歯車の歯すじ



(a) ラック (b) ピニオン
図5 新型の円弧歯すじ歯車の基準歯形

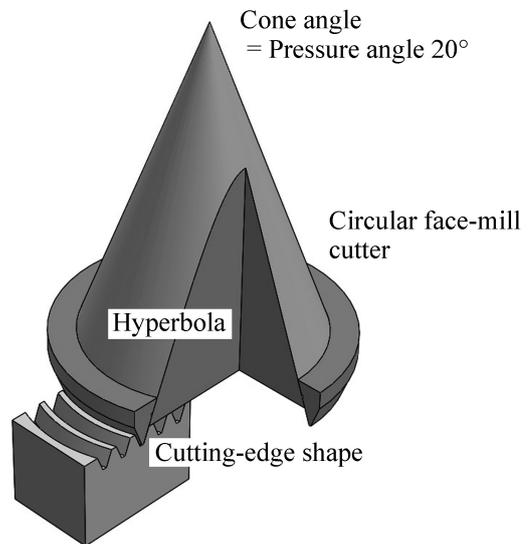


図6 円弧歯すじ歯車用カッタの刃形

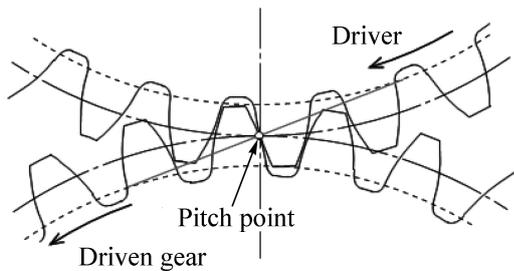


図7 インボリュート歯車のかみ合い

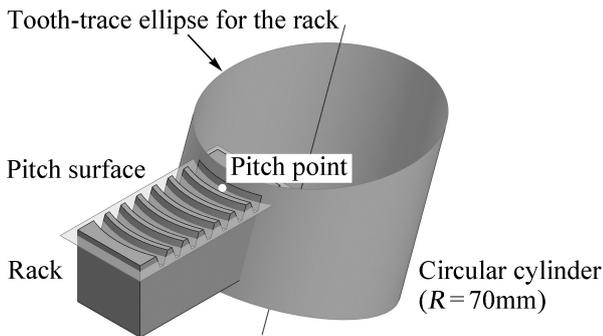


図8 円弧歯すじラックの歯面形状

かが最も重要な課題と考えています。

新型の円弧歯すじ歯車の歯すじは、基礎円に接する接平面上の基準歯すじを円弧（曲率半径 R の円）で定義しています（図4）。歯形はインボリュート系の標準歯形とし、歯幅方向に渡って全軸断面上で同じになるように設計します（はすば歯車などで軸直角方式と言われる設計法の応用と考えられます）。歯形状を表す座標は、基礎円から伸びるインボリュート曲線から算出し、基礎円より内側の歯底形状については適当な楕円を用いて補間することで求めます（図5）。

従来の環状フライスカッタやカップ型砥石による加工では、その特性上ワークの歯幅中央部でのみ標準歯形となり、歯幅端部では少し異なる歯形になってしまいます。圧力角 20° の円弧歯すじラックを加工するフライスカッタの模型を、ワーク歯幅 50mm で切断したものを模式的に示しています（図6）。図から分かるように、円錐の中心線を含む面で切断すれば工具切刃の形は直線（母線）となりますが、ラック歯幅端部を含む面（円錐の中心線を含まない）で切断すれば切刃形状は双曲線の一部となります。つまり、円弧歯すじラックの歯形は歯幅中央部以外では直線ではないことになります。

3.4 新型円弧歯すじ歯車のラック

円弧歯すじラック（歯数が無限大になった歯車）の歯すじは、歯幅中央部のピッチ点における法線方向の作用面において円弧（この例では曲率半径 $R = 70\text{mm}$ ）とな



図9 試作した新型の円弧歯すじ歯車
($m4, R = 70\text{mm}$, ピニオン $z = 24$)

るように設定しています。歯すじの円弧を歯面に垂直な面内で指定しているのは、図7に示すように、インボリュート歯車では駆動側と従動側とが、破線で示したそれぞれの基礎円の内接線上で力を及ぼしあうからです。この歯車にかみ合うラックでは、上記の円弧の半径を持つ円筒が歯面に接することになります（図8）。圧力角が 20° の場合、ピッチ面上での歯すじは、長半径 $74.5\text{mm} = 70.0\text{mm}/\cos 20^\circ$ 、短半径 70.0mm の楕円形状です。

従来型の円弧歯すじ歯車の場合には円錐面が接することになります。環状フライスカッタを用いてラックを加工するとすれば、カッタの直径よりも長いラックでは干渉が起きるので、加工することはできません^[4]。

3.5 新型円弧歯すじ歯車のピニオン

ラックの場合と同じようにして、基準となる標準平歯車の歯形形状を基にして3D-CADコマンドのスweepカットやロフトを用いて左右両歯面を作成します。歯面生成のためのガイドカーブは、基礎円の接平面に円弧（歯すじの曲率半径 $R = 70\text{mm}$ ）を描き、基礎円筒に巻き付けるときにできる3次元の曲線を基に作成します。基礎円の接平面に描く歯すじが円弧になるのは、基礎円半径がピッチ円半径の $\cos 20^\circ$ 倍であることにより、長半径 $\times \cos 20^\circ =$ 円弧歯すじ半径 / $\cos 20^\circ \times \cos 20^\circ =$ 円弧歯すじ半径となるからです。

3D-CADを用いて新型円弧歯すじ歯車（ラック&ピニオン）のソリッドモデルを作成し、STLデータに変換して、CNC複合加工機の加工データを作成し、実際の切削加工を行います。樹脂を用いて試作した新型円弧歯すじ歯車（ラックとピニオン）を図9に示しています。試作した歯車は目視的にはよく仕上がっており、かみ合い状態も概ね良好であることを確認しています。

4. おわりに

本講では、主として円弧歯すじ歯車について述べまし

た。情報技術の格段の進歩により、歯車分野においても設計・加工・精度測定などに目覚ましい進歩がもたらされ、これまで実現できなかったアイデアが次々と現実の物になりつつあります^[5]。しかし、歯車の世界においてアイデアとしての State of the Art を実現するための技術要求は、生半可なものではありません。James Watt のシンリンダー加工あたりから重要視されるようになった「強制加工の精度は母性原理に支配される」という教えを強固に守りながら、工作機械や工具および測定器の開発に日々努力されている技術者・研究者に心から敬意を表したいと思います。今回は、加工の原理や加工・組み立てにおける精度について紹介したいと考えています。

参考文献

- [1] 石橋 彰：円弧ば歯車の特性について，日本機械学会論文集（第3部），31，225（1965），11.
- [2] 和栗 明，近藤誠造，石橋彰：円弧歯すじ歯車研削法の研究，日本機械学会誌，69，571（1966），28.
- [3] 有賀幸則，松本悦宏：ホブ切り円弧歯すじ歯車に関する研究，日本設計工学会H20年秋季大会研究発表講演会講演論文集，（2007），67.
- [4] 園田計二，原賀匠，竹之内和樹，小波津健太：新型の円弧歯すじ歯車の設計・製作に関する研究，日本機械学会MPT2013シンポジウム<伝動装置>，講演論文集，No.13-17（2013），241.
- [5] 園田計二，竹之内和樹，小波津健太：円弧歯すじ歯車を用いた遊星歯車機構の設計製作，日本設計工学会主幹Designシンポジウム2014講演論文集（USB proceedings）（2014），445.

●2014年11月17日受付

そのだ けいじ

崇城大学 工学部 機械工学科
〒860-0082 熊本市西区池田 4-22-1
k2sonoda@mec.sojo-u.ac.jp

たけのうち かずき

九州大学 芸術工学研究院 コンテンツ・クリエイティブデザイン部門
〒815-8540 福岡市南区塩原 4-9-1
takenouchi.kazuki.477@m.kyushu-u.ac.jp

第16回図学国際会議報告

鈴木 広隆 (神戸大学)



バンケット時に撮影された全体集合写真

第16回国学国際会議 (ICGG: International Conference on Geometry and Graphics) は、2014年8月4日(月)から8月8日(金)まで、Innsbruck (Austria) の University Innsbruckで開催された。本会議には37ヶ国から227人が参加し、図学に関する様々な発表とディスカッションが行われた。図学分野における日本の存在感をアピールできるよう、日本図学会2014年度春季大会において積極的な参加を呼びかけさせて頂いたが、日本からの参加者数は39人と最大であり(2番が31名のオーストリア、3番が24名のドイツ)、開催地からの距離も考慮すると日本図学会メンバーの熱心な活動ぶりが印象付けられた。学会の国際担当として、及び本会議のプログラム委員の1人として御礼申し上げたい。

初日の参加登録とウェルカムパーティーに引き続き、翌日にはオープニングセレモニーが行われた。ここでは、インスブルック大学のTilman Märk学長によるインスブルック大学と都市の歴史の紹介、ISGGのOtto Röschel会長によるICGGの歴史と活動の紹介、現地実行委員会を代表するManfred Husty氏によるICGG2014の概要や会場の紹介等が行われた。

招待講演は、会議期間中に連日行われるパラレルセッ



レオポルド皇帝室で行われたOtto Röschel会長(左)と現地実行委員会代表Manfred Husty氏(右)の挨拶の様子

ションに先だって3件の発表が行われた。また、オープニングセレモニーや招待講演が行われたメインのレオポルド皇帝室を含む5つの部屋で行われたパラレルセッションでは147件のフルペーパーの口頭発表が行われ、同時に15件のポスター展示が行われた。日本からは28件のフルペーパー口頭発表、1件のポスター発表が行われ、参加人数だけでなく、学術交流の上でも日本からの参加者は大きなプレゼンスを示すこととなった。

オープニングセッションに続いて行われた最初の招待講演では、東京大学の館知宏氏が'Geometric Design of Rigid Origami and Curved Origami'と題した発表を

●報告



館知宏氏による招待講演の様子



ノルトケッテ連邦から見下ろすインスブルックの街並み

行った。館氏の発表はウィットと機知に富んでいて魅力的で、かつ模型等を示しながらの説明が非常に分かりやすかったため、その後の会議期間を通して'Origami'という言葉が飛び交うきっかけとなった。

会議4日目の8月7日(木)の午後にはエクスカージョンが行われ、参加者は6つのコースに分かれてチロルの美しい山々や、歴史を感じさせるインスブルックの街並みを楽しむことができた。6つのコースのうち「ノルトケッテ・ハーフェレカー」は、ロープウェーとフンガープルグバーン(斜面の角度に応じて車両ユニットの斜面に対する傾きが変化するケーブルカー)に乗ってノルトケッテ連峰のハーフェレカー山展望台まで上るもので、最後に徒歩の山登りは残されているものの、山々の連なる美しい風景を比較的簡単に堪能できるコースであった。

エクスカージョンの後は、夕方よりレストランでバンケットが開催された。バンケットではそれぞれの参加者が交流を深めたが、ICGGのバンケット恒例の国別対抗合唱も披露され、日本人グループもふるさとを歌唱した。

最終日のクロージングセレモニーでは、本会議の現地実行委員会の代表でもあるManfred Husty氏にThe



バンケットの様子



The Slaby Awardを授与されたManfred Husty氏



Hans-Peter Schröcker氏による挨拶の様子

Slaby Awardが授与された。また、次回2016年の開催校となる北京理工大学を代表して、Xiao Luo氏が北京や北京理工大について説明し、歓迎の意が表された。最後に、本会議の準備・運営のために奔走した現地実行委員会のHans-Peter Schröcker氏が挨拶し、過去のICGGとの関わりや会議の準備の様子等が語られ、本会議のクロージングとなった。

今回は同じアジア圏の中国での開催となる。日本には2010年に京都大会を開催した際のノウハウと経験があるので、何らかの形で北京理工大学をサポートすることでできればと考えている。

○報告プログラム

WedMonday, August 4

Registration Welcome reception

Tuesday, August 5

Opening ceremony Chair: E. Tsutsumi				
Plenary Talk1				
T. Tachi : Geometric Design of Rigid Origami and Curved Origami				
TU-1-H1 <i>Chair: K. Shiina</i>	TU-1-S6 <i>Chair: B. Han</i>	TU-1-S7 <i>Chair: M. Kato</i>	TU-1-MS <i>Chair: D. Makutėnienė</i>	TU-1-KL <i>Chair: O. Röschel</i>
<i>E. Tsutsumi, T. Yamamoto, T. Hongo, H. Yano, K. Suzuki</i> A Survey on the Spatial Abilities of Pre-University Students –On Scores of Mental Cutting Tests	<i>Ai Sakaki, R. Koba</i> Analysis for Accessibility to the Convenient Facilities From the Residences	<i>P. Rubinowicz</i> Exploring the Complexity. Digital Turn Towards Geometry in Contemporary Architecture and Urban Planning	<i>S. Gorjanc, H. Halas, E. Jurkin</i> Introducing 3D Modeling Into Geometry Education at Two Technical Faculties at the University of Zagreb	<i>V. Shelomovskii, S. Nosulya</i> Modern Book on Geometry
<i>D. Kusar, M. Volgemut</i> Thirteen Years of MRT – Results, Options and Dilemmas	<i>T. Konishi, S. Kaneko</i> Navigation Functions of Pictorial Schematics During the Edo Period With Emphasis on Travel Maps	<i>A. Kita, Ai Sakaki</i> Street Crime Prevention Through Multidimensional Assessment of Community Design	<i>M. Mori, H. Tominaga, N. Iida, K. Hirose</i> Image Processing Education in the Department of Information Engineering, College of Industrial Technology – Utilization of spreadsheet software and web system	<i>M. Barej, S. Hoffmann, Ch. Knief, M. Trautz, B. Corves</i> Design and Application Studies for a Cupola Forming Orbital Arrangement of Miura-Ori Basic Units
<i>Th. Branoff, M. Dobelis</i> Students' Ability to Model Parts From Various Types of Drawings and the Relationship to Other Measures in Engineering Graphics Courses	<i>M. Shiraishi, A. Inoue, M. Shinya</i> Visualization of Travel Time by Transportation Service With Concentric Circles	<i>K. Czyńska</i> Geometrical Aspects of City Skyline – Tall Building Analysis	<i>E. Kasatkina, Y. Stepanov, V. Kaurkin</i> Using Computer Technologies for Educational Process on Graphic Subjects at MPEI	<i>K. Takahashi, T. Tachi, Y. Yamaguchi</i> An Approximation Method of Triangular Mesh Models for Generating Development Diagrams with Creases and Slits
<i>A. Takahashi, H. Abe</i> Evaluation of Spatial Ability by Using a Silhouette of Solid Figure in Graphic Science Education			<i>A. Hast</i> How to Promote Student Creativity and Learning Using Tutorials in Teaching Graphics and Visualisation	<i>B. Felbrich, D. Lordick, J. Noennig, S. Wiesenhütter</i> Experiments With a Folding Multi-Agent System in the Design of Triangle Mesh Structures
TU-2-H1 <i>Chair: H. Suzuki</i>	TU-2-S6 <i>Chair: K. Suzuki</i>	TU-2-S7 <i>Chair: B. Odehnal</i>	TU-2-MS <i>Chair: M. Šimić Horvath</i>	TU-2-KL <i>Chair: T. Tachi</i>
<i>R. Migliari, L. Baglioni</i> Application of the Cross-Ratio to the Analysis of Architecture	<i>K. Shiina, S. Arai, T. Otsu</i> Error Analysis of Problems on Surface Area of an Object Presented in a Three-View Orthographic Drawing as a Part of Mathematics Test Form	<i>A. Jia, N. Wang, P. Ruan</i> A Method Study of Rapidly Making Large-Scale Topographic Map	<i>N.-Ch. Fritsche</i> Real Life and Real Representation – Educating Along and Across the Boundaries of Geometry and Graphics	<i>A. Wilsche, M. Stavrić</i> Rigid Quadrilateral Folding Strategies for Surface Design in Architecture
<i>M. Hemmerling, J. Böke</i> SunSys – A Case Study on Geometric Complexity in Computational Design	<i>D. Makutėniene</i> Multivariate Data in Complex Quiz Layout for Computer Engineering Graphics	<i>L. Wang, J.-Y. Zhang, W. Yang, Q. Fan</i> Research of Applications on Synchronous Modeling Technology	<i>Z. Ningrong, X. Qinghua</i> Research and Practice of Engineering Design Training With a Tight Integration Between Design and Engineering Graphics	<i>T. Kuhlmann, D. Lordick</i> Iterative Form Finding for the Layout of Irregular Reciprocal Framework Structures
<i>A. Mazzucchi</i> An Open Source Work Flow: A Digital Building Reconstruction and its Presentation	<i>T. Ohtani, K. Maruya</i> Using Optical Illusion Patterns Affixed to Toy Blocks for Learning Human Errors in Three-Dimensional Projection	<i>T. Du, Q.-q. Mao, Q. Du</i> The Three-Dimensional Modeling and the Finite Element Analysis of the Involute Hyperbolic Arch Dam	<i>B. Kotarska-Lewandowska</i> The Use of Photographs in the Teaching/Learning of Descriptive Geometry	<i>P. Cutellic, U. Frick, Th. Grabner, R. Maleczek</i> Aggregation of Polyhedron Modules on a Freeform Surface
<i>N. Pisacane</i> Imagined Space, Real Space. The Curtain of the Theatre and the Central Hall of the Royal Palace of Caserta	<i>L. Guan, H. Liu, C. Wang, F. Guo</i> Research on the Test Sheet Organization for Engineering Graphics	<i>R. Motegi, Y. Kanematsu, T. Tsuchida, K. Mikami, K. Kondo</i> Color Scheme Scrapbook Using a Character Color Palette Template	<i>A. Cucakovic, N. Teofilovic, B. Jovic</i> Descriptive Geometry Education by Using Multimedia Tools	<i>U. Bäsel</i> Global Properties of the Closed Relative Motion of Two Planes (in the Plane)

○報告プログラム

TU-3-H1 <i>Chair: L. Cocchiarella</i>	TU-3-S6 <i>Chair: T. Du</i>	TU-3-S7 <i>Chair: D. Lordick</i>	TU-3-MS <i>Chair: X. Luo</i>	TU-3-KL <i>Chair: N. Wildberger</i>
<i>S. Chiarenza</i> Geometry and Graphic Design	<i>Y. Ma, Y. Fu, S. Li, G. Li, L. Deng</i> The Development of Modeling Tools for Pin-by-Pin Precise Reactor Simulations	<i>V. Cardone, B. Messina</i> A New Condition of Perpendicularity in Isometrical Cavalier Projection	<i>A. Mollicone</i> Logic (Systematic) Vs. Automation (Mechanisms)	<i>S. Mick, G. Weiß</i> Fibonacci Triangles and Circle Chains and a Golden Bi-Arc Spiral in Non-Euclidean Planes
<i>I. Kuznetsova</i> Use of Geometry at Creation or the Analysis of Design and Art Objects	<i>S. Enghardt, J. Bauch, F. Henschel</i> On the Geometry of Pseudo-Kossel and Bremsstrahlung Interferences	<i>J. Correia, M. Costa, A. Guerreiro, L. Romão</i> Eyesight Cartographies – Unfolding the Visual Sphere	<i>I. Honma, K. Kuwabara</i> An Educational Trial on Drawing for True Shape by Using Auxiliary View Method Aided With CAD to the Students With Hearing Impairments	<i>Z. Kolar-Begović, R. Kolar-Šuper, V. Volenec</i> Geometry of ARH-Quasigroups
<i>G. Barczik</i> Intriguing Intersections and Useful Unfoldings	<i>H. Jankowski, L. Stanberry</i> Visualising Variability: Confidence Regions in Level Set Estimation	<i>A. Brailov</i> The General Approach to the Solution of Typical Engineering Geometrical Problems	<i>M. Ilić, M. Stavrić</i> Developing Spatial Ability for Quality Engineering Education	<i>M. Katic Zlepalo</i> Curves of Centres of Conic Pencils in Pseud-Euclidean Plane
	<i>W. Liu, C. Kong, Q. Niu, X. Zhou</i> An Effectual Offset Algorithm for 3D Curve in Engineering Application	<i>J. Dzwierzynska</i> The Representation on the Cylindrical Rotary Surface – Inverse Panorama	<i>M. Pfurner, J. Schadlbauer, H.-P. Schröcker</i> A Recyclable Möbius Strip	<i>S. Vidak</i> Existence and Uniqueness of Centers of Regular Polygons in Some Subclasses of IM-Quasigroups

Wednesday, August 6

Plenary Talk2 <i>R. Ziegler : Geometrical Challenges in the Realization of Contemporary Architecture</i> <i>Chair: P. Zsombor Murray</i>				
WE-1-H1 <i>Chair: K. Mende</i>	WE-1-S6 <i>Chair: E. Molnár</i>	WE-1-S7 <i>Chair: G. Glaeser</i>	WE-1-MS <i>Chair: M. Hoffmann</i>	WE-1-KL <i>Chair: C. Leopold</i>
<i>G. Amoruso, A. Sdegno, S. Masserano</i> Perspectival Geometries in the Sacred Mount of Ossuccio	<i>D. Velichová</i> Classification of Manifolds Resulting as Minkowski Operation Products of Basic Geometric Point Sets	<i>A. Tan, F. Croft Jr., F. Tan</i> Simulating the Construction Process of the Roman Colosseum Using Digital Graphics	<i>B. Blaschitz</i> Geometric Optimization in Minkowski Space	<i>B. Han, Y. He, B. Tong, X. Luo, J. Yang</i> The Research on Graph, Graphics and Graphics Science
<i>R. Migliari, J. Romor</i> Perspective: Theories and Experiments on the “Veduta Vincolata” (Restricted Sight)	<i>A. Dvoretzky, T. Denysova</i> Caustic Surface and Quasifocal Line	<i>L. Cipriani, F. Fantini</i> The Geometry Behind the Octagonal Hall of Small Thermal Baths at Hadrian's Villa	<i>Ž. Milin-Šipuš, L. Primorac Gajčić</i> Ruled Surfaces of Constant Slope in 3-Minkowski Space	<i>M. Kato</i> Coexistence of Geometry and Geology – Reconsidering Le Corbusier
<i>R. Migliari, F. Fallavollita, M. Salvatore</i> The Monge Three Point Space Resection Problem	<i>S. Gorjanc, E. Jurkin</i> On the Special Surfaces Through the Absolute Conic With a Singular Point of the Highest Order	<i>S. Hao, A. Tan, F. Tan, F. Croft Jr.</i> Simulating the Construction of China's Song-Style Dougong Using Digital Graphics	<i>G. Weiß, V. De Spinadel</i> Bi-Arc Spirals in Minkowski Planes	<i>G. Caglioti, L. Cocchiarella</i> A Eulogy of Ambiguity: Between Visual Perception and Quantum Mechanics
<i>G. Mele, G. Buratti, F. Rovo</i> Theory and Practice in the Implementation of Illusionistic Ceiling Painting at Palazzo Moroni in Bergamo Italy	<i>L. Pletenac, Ž. Milin-Šipuš</i> Translation Surfaces and Applications	<i>D. Ciminieri, R. Ménard, G. Meunier, P. Ciuccarelli</i> Energetical Streams Visualization Using Interactive Sankey Diagrams	<i>E. Shonoda, G. Weiß</i> Brauner's Angle Formula and the Theory of Curves in Minkowski Planes and Spaces	<i>P. Sripian, Y. Yamaguchi</i> Assessment Method for an Edge Alignment Free Hybrid Image
WE-2-H1 <i>Chair: S. Mick</i>	WE-2-S6 <i>Chair: A. Dvoretzky</i>	WE-2-S7 <i>Chair: M. Husty</i>	WE-2-MS <i>Chair: N. Kaygorodtseva</i>	WE-2-KL <i>Chair: Ž. Milin-Šipuš</i>
<i>A. Alkhaldi, N. Wildberger</i> The Parabola in Universal Hyperbolic Geometry II: Canonical Points and The Y-Conic	<i>K. Panchuk, A. Niteyskiy</i> Contact of the Ruled Nondevelopable Surfaces	<i>K. Wada, H. Abe</i> A Study on Morphological Interpretation of the Façade Design and Form Design in Architecture	<i>G. Valencia García</i> A New Focus for Teaching and Learning With Descriptive Geometry's Tutorials Through the Web	<i>C. Leopold</i> Perspective Concepts. Exploring Seeing and Representation of Space

○報告プログラム

<i>H. Halas, N. Kovačević, A. Šliepčević</i> Line Inversion in the Quasi-Hyperbolic Plane	<i>B. Odehnal</i> Curvature Functions on a One-Sheeted Hyperboloid	<i>A. Kulig</i> Geometry of Gothic Vaults Based on Historical Sources	<i>G. Maresch</i> The Educational Research Project GeodiKon: Pointing Accuracy, Strategies and Gender-Specific Effects	<i>A. Tan, F. Tan, F. Croft Jr.</i> Historical Perspectives of Perspective
<i>A. Šliepčević, I. Božić</i> The Analogue of Theorems Related To Wallace-Simson's Line in Quasi-Hyperbolic Plane	<i>D. Dunham</i> Patterns on Triply Periodic Polyhedra	<i>S. Bertacchi</i> Brunelleschi's Dome: An Overview Through 3D Digital Model About Geometrical Genesis and Proportional Theories	<i>R. Kiss-György</i> Space Description Problems in the Secondary School (Their Possible Causes and Problem Solving)	<i>D. Calisi</i> The Curved Horizon by Leonardo: Towards a New Perspective
<i>D. Klawitter</i> Null Polarities as Generators of the Projective Group	<i>J. Katona, E. Molnár, I. Prok, J. Szirmai</i> Visualization With Visibility of Higher Dimensional and Non-Euclidean Geometries	<i>S. Mišić, M. Obradović, G. Đukanović</i> Composite Concave Cupolae as Geometric and Architectural Forms	<i>E. Marchetti, L. Rossi-Costa</i> Learn by Eating – An Easy Way to Approach Geometrical and Mathematical Aspects	<i>L. Cocchiarella</i> Perspective Between Fiction and Function: Pattern Mutations Through Science and Art
Poster Session <i>V. Shelomovskii</i> : Application DGS GInMA in geometry science and education <i>G. Đukanović, D. Đorđević, M. Obradović, S. Mišić</i> : Application of Curves and Surfaces of Higher Orders Obtained by Inversion in the Practice of Architecture <i>M. Zawadzki, T. Nagakura</i> : Arm-Z: A Modular Virtual Manipulator <i>A. Zwoliński</i> : Complexity of Public Spaces System Between Key Tall Buildings in City of Szczecin. Geometrical Aspect of Public Spaces in 3D City Model <i>H. Ebisui</i> : Ebisui-Simson Theorem <i>T. Matsumoto, K. Yasufuku, H. Abe</i> : Evaluation of Passing Performance of Self-Driven Particle Through Building <i>D. Korchagin, K. Panchuk</i> : Forming of the Spline Similar Linear Strip <i>A. Lyashkov, V. Volkov</i> : The Geometric and Computer Modeling Shaping Technical Surfaces <i>O. Gumen, V. Mileikovskiy</i> : The Geometrical Approach to Calculation of Boundary Layer Between Flows <i>B. Jovic</i> : Geometry Education at the University of Belgrade <i>J. Beban-Brkić, M. Šimić Horvath</i> : Interaction Among Courses <i>E. Rosales, L. Falcón-Morales</i> : A New Triangle Theorem to Solve the Inverse Kinematics Problem for Characters With Highly Articulated Limbs <i>H. Ebisui</i> : Regular Triangle Theorems <i>H. Fan, Y. Xiao</i> : Research on the Application of Two-Dimensional Code Technology in the Drawing Textbooks <i>S. Filipowski</i> : Several Sources of Shapes <i>G. Rachkovskaya, Y. Kharabayev, N. Rachkovskaya</i> : Two Possible Variants of Geometrical Model of Constructing Kinematic Surfaces on the Base of Interior Revolving One Axoid by Another One <i>T. Alsarhan, H. Abdelfattah</i> : The Use of Multi-Media in the Teaching of Educational Unit for the Methods of Altering Some Patterns of Women's Clothing to Overcome the Problem of Fitting				

Thursday, August 7

Plenary Talk3 <i>D. Rutten</i> : Navigating Multi-Dimensional Landscapes in Foggy Weather as an Analogy for Generic Problem Solving <i>Chair: G. Weiß</i>				
TH-1-H1 <i>Chair: Y. Yamaguchi</i>	TH-1-S6 <i>Chair: S. Gorjanc</i>	TH-1-S7 <i>Chair: E. Jurkin</i>	TH-1-MS <i>Chair: H. Stachel</i>	TH-1-KL <i>Chair: M. Stavrić</i>
<i>S. Sinha, L. Nanetti, R. Renken, G. ter Horst</i> Point in Polygon Via Epi-Hypo Graphs, Homotopy and Hopf's Degree Theorem	<i>K.-H. Brakhage</i> Dynamic Geometry and Website Setup by Automatic Object Recognition of Free-Hand Drawings and Scans	<i>N. Kaygorodtseva, T. Kaygorodtseva</i> Logical-Constructive Teaching Approach to the Theme "Creation of Surfaces"	<i>K. Suzuki</i> Traditional Descriptive Geometry Education in 3D-CAD/CG Era	<i>N. Ando, S. Ishii, N. Yamahata, A. Shibata</i> A Study on the Parametric Architecture – Development of Computer Graphic Materials for Architectural Design Education
<i>Y. Imai, H. Hiraoka, H. Kawaharada</i> Hexahedral Mesh Generation Using Adaptive Sampling Based on Sharp Features	<i>H. Tominaga, N. Iida, M. Mori, K. Hirose</i> A Research of Multimedia Teaching Materials for 3-Dimension CAD Education	<i>M. Nishii and T. Saito</i> Qualitative Investigation on Formative Design Process Using 3D CAD by Industrial Designers	<i>H. Suzuki</i> Control Method of Combined Developable Surface Design by Affine Transformation and Locus	<i>K. Yasufuku, A. Shibata</i> Analysis on Sequence of Architectural Space by Using VR Walk-Through System
<i>C. Devahastin Na Ayudhya, P. Kanongchaiyos</i> Improvement of Quadric Error Metric Mesh Simplification by Reeb-Graph-Based Topological Information	<i>V. Čmelková</i> The Aid of Geogebra to Teach and Learn Descriptive Geometry at the Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications at the University of Žilina, Slovakia	<i>A. Cucakovic, M. Dragovic, L. Lazarevic, D. Nedeljkovic</i> On the Role of Circular Sections of Quadric Surfaces. The Elaboration of the Topic by Two Creative Geometric Student's Tasks	<i>S. Nagashima</i> Some Cases Using Descriptive Geometry in Various Courses	<i>D. Lordick</i> The Generation of a Non-Linear Perspective for a Mural by Means of UV Mapping
Excursion				
Conference Dinner				

○報告プログラム

Friday, August 8

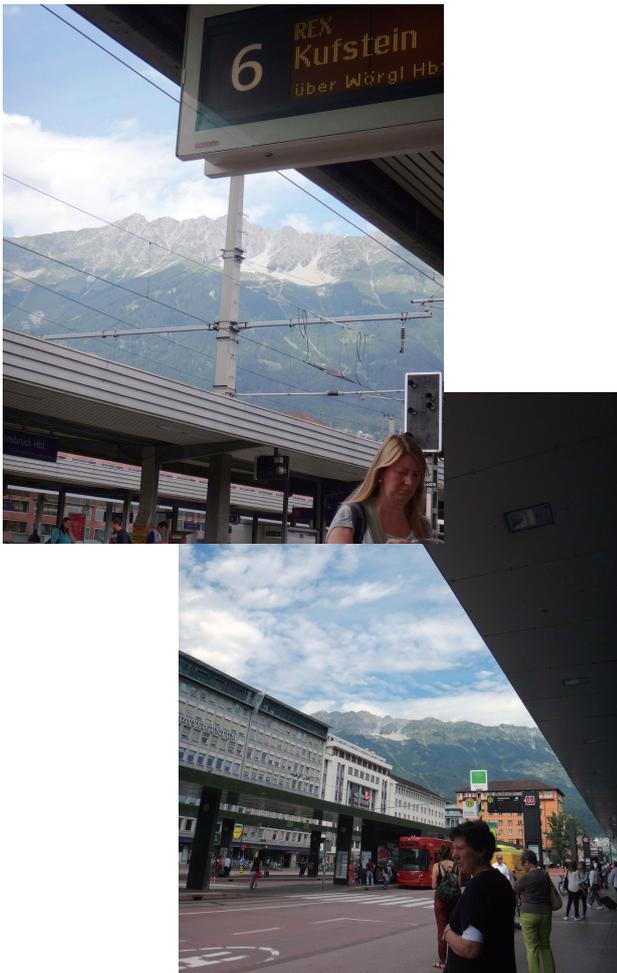
FR-1-H1 <i>Chair: A. Cucakovic</i>	FR-1-S6 <i>Chair: L. Guan</i>	FR-1-S7 <i>Chair: I. Taras</i>	FR-1-MS <i>Chair: V. Shelomovskii</i>	FR-1-KL <i>Chair: K. Panchuk</i>
<i>H. Kager, M. Rickenbacher, A. Roncat</i> The Geometry of the “Prospect Geometrique” by Micheli Du Crest (1754) – A Quantitative Analysis Within a Hybrid Least-Squares Adjustment Framework	<i>H. Yu, Y. He, Y. Wang</i> Evaluation on Triangle-Triangle Intersection Tests Algorithms	<i>N. Tsuruta, J. Mitani, Y. Kanamori, Y. Fukui</i> Enumeration of Deltaedral Graphs With up to 10 Vertices	<i>V. De Spinadel</i> Generalized Metallic Means Family	<i>G. Nawratil</i> Congruent Stewart Gough Platforms With Non-Translational Self-Motions
<i>G. Colagreco, H. Ortale, G. Weiß</i> Trullis – Architectural Archetypes	<i>M. Bornemann, S. Melzer, D. Lordick</i> Automated High Precision Texturing of 3D-Scans	<i>F. Fadon, E. Ceron, F. Saiz, R. Pereda, L. Fadon</i> Hull Lines Plan. History. Comparison of Methodologies for 3D Model Generation	<i>A. Pavillet</i> The Incircle Hyperboloid and Ellipsoid of the Conjugate Pavillet Tetrahedra	<i>Y. Klett, P. Middendorf</i> Kinematic Exploration of 1-Dof Origami Mechanisms
<i>M. Lapaine</i> Map Projection of the World Map by Leonardo Da Vinci	<i>S. Iwasawa, Y. Kawaguchi</i> Generating the GROWTH Model Geometry Based on the Human Posture	<i>F. Perez</i> Modeling of Ship Hulls With NURBS Curves and Surfaces	<i>P. Pech</i> On 3D Extension of the Simson-Wallace Theorem	<i>A. Sokas</i> Geometry and Fuzzy Navigation System for Virtual Robot in the Drawing Environment
	<i>S. Cho, H. Sato, H. Yoshii</i> On Method of Producing a Deformed Small Figure Based on an Actual Person’s Body			<i>O. Röschel</i> Overconstrained Mechanisms Based on Special Planar Chains
FR-2-H1 <i>Chair: D. Velichová</i>	FR-2-S6 <i>Chair: A. Wiltsche</i>	FR-2-S7 <i>Chair: F. Croft Jr.</i>	FR-2-MS <i>Chair: P. Pech</i>	FR-2-KL <i>Chair: M. Husty</i>
<i>M. Hoffmann, I. Juhász, G. Károlyi</i> On a Class of Generalized Bézier Curves With Two Exponential Shape Parameters	<i>I. Tanaka</i> A Self Checking CAD Tool for Mechanical Drawings in Introductory Courses	<i>S. Parrinello, S. Bertacchi</i> Geometry as a Tool for the Design of Military Architecture: The Experience of Giovanni Battista Antonelli	<i>M. Manevich, E. Itskovich, N. Shvalb</i> Self-Repeating Trajectories of Light Rays	<i>H. Stachel, G. Figliolini, J. Angeles</i> A Study on Spatial Cycloid Gearing
<i>I. Taras</i> Parametric Approach to Data Interpolating Curves Using the Sum of Bell-Shaped Functions	<i>Z. Wang, C. Hu, M. Li</i> Study on Three-Dimensional Visualization of the Cable-Stayed Bridge	<i>A. Roncat</i> Visualizing Normal Equations in Least-Squares Adjustment	<i>M. Seiffried</i> The Locus-Function of the Perspective Circle	<i>M. Zawidzki, T. Nagakura</i> Foldable Truss-Z Module
<i>M. Hünninger</i> Computing the Higher Dimensional Delaunay-Decomposition Using Depth-First-Search	<i>V. Volkov, O. Ilyasova, M. Chizhik</i> Methodological Bases of Geometric Modeling Multifactorial Processes	<i>C. Palestini</i> Geometric Shapes That Generate Architectural Forms	<i>V. Shelomovskii</i> Seiffriedian: Existence, Uniqueness, Constructing and the Proof of Properties	<i>J. Cervantes-Sánchez, P. Zsombor-Murray</i> Kinematics of a Mobile Overconstrained RRRCR Loop
Membership Meeting (ISGG)				

ICGG2014に参加して

大谷 智子 (東北大学電気通信研究所)

2014年8月5～8日、第16回国学国際会議(16th International Conference on Geometry and Graphics; ICGG2014)に参加して参りました。開催地は、アルプスの高山に囲まれたオーストリア共和国のチロル州都インスブルックです。ハプスブルク帝国の陰の首都ともいわれる街で、中世から繁栄している都市です。会場は、その旧市街にあるインスブルック大学のKarl-Rahner Platz 3でした。Karl Rahnerは、第二バチカン公会議で、主導的な役割を果たした20世紀を代表する神学者の一人です。その彼の名のつく建物には、イエズス会の教会が隣接されていました。

ミュンヘン空港から鉄道乗り継ぎ、約2時間半程で



インスブルック駅から見えるNordkette 連峰



学会会場の様子 各部屋の前方に十字架が飾られていた

会場に到着しました。私は、これまで行ってきた心理学やデバイス評価などの研究とは異なった分野である図学会に、本年初めて入会致しました。その図学国際会議での口頭発表という緊張感からか、往路の風景を全く思い出すことが出来ません。

会議のプログラムは、最初にPlenary Talkがあり、その後、5つのセッションが並行して続く構成でした。緊張しながら発表に臨みましたが、図学会の諸先生方から温かなアドバイスを頂き、御陰様にて、落ち着いて発表を終えることができました。発表後の質疑では、座長である鈴木賢次郎先生の質問や、フロアで見守ってくださった図学会の皆様大変助けて戴きました。心より深謝申し上げます。

Talkセッションの合間には、30分程のコーヒーブレイクがありました。参加者達は、コーヒーやディッシュを片手に、前のセッションについて、方々で熱くディスカッションする光景がみられました。私の発表後のコーヒーブレイクには、ウズベキスタンの方から、研究で用いていた錯視ブロックとワークショップについての質問を戴き、さらに、図学教育についての意見を交換することができました。これぞまさに、参加し、発表することで得られる機会だと思いました。次のステップにむけて、精進し続けたいです。

最後に、ICGG2014での発表に至るまで、支えてくださった共同研究者の方々、適切な環境を提供しご支援くださった東北大学鈴木・坂本研究室の皆様、この場をおかりし、心より御礼申し上げます。

Innsbruckでの経験

高橋 都子 (東京大学卒)

今年の8月上旬、Innsbruckで開催されたICGG2014で約20分の口頭発表をさせていただきました。

私は昨年の3月に大学院を卒業し、電気機器メーカーでSEとして働き始めてちょうど2年半になります。今回、修士論文での研究成果を発表するために、会社の夏休みを利用してICGGに参加しました。約半年間、論文執筆や発表準備と平日の会社勤務を両立させることは、最初の想像以上に大変でしたが、担当教員である山口泰先生がお力添えくださり、無事発表を行なうことができました。

今回、ICGGへの参加を通じてよかったと感じたことが2つあります。

1つ目は、研究内容を英語によって発表して海外の研究者の方々に自分の研究を理解してもらったということです。これまで国内で発表をした経験は何度かありましたが、海外で英語で発表したのは今回が初めてでした。私の発表は、50人以上もの方々が訪れ、興味深く聴講してくださっていることが壇上からも見て取ることができました。そのことは、私にとって単純に嬉しいと思わせただけではなく、学問には国境がないということを身を以て体感することができました。

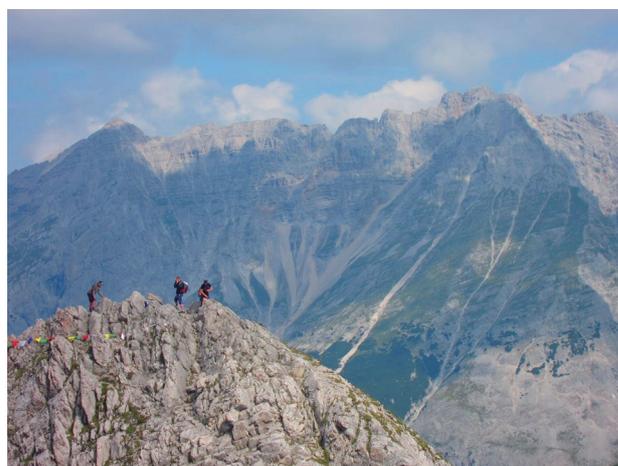
2つ目は、単に学問という枠の中だけではなく、様々な国の方達と交流を持つ事ができたということです。ツアーで市内を観光したり、パーティーで母国の歌を歌い合ったり、それらのことは、ただ海外へ旅行する中ではなかなか経験のできないことでしょう。その場に集った人たちがみな一同に「研究者」という共通項をもっているからこそ、一体感を持ってその場を共有できたのだと思います。研究者というカテゴリーの一員として、その場に入れたことは、大変嬉しく思います。

またもちろん、ICGGを通して日本の図学に関わる方々とも深く知り合うことができたことも、大きな糧の一つとなっていることは言うまでもありません。

現在、会社員として日々仕事をこなす中で最も求められることは「ゴールするためのプロセスを確立させること」だと感じています。今回、ICGGに参加し、研究活動でこそ、このことが日々求められ、そして私自身実現

するために日々悪戦苦闘していたことを、改めて思い出しました。学生生活の中ではなく、社会人となったこのタイミングでICGGに参加できたことは、今後の社会人生活を有意義にする上で、大きな糧になると感じています。今回の参加を以て、私は研究から離れることとなりますが、卒業するまでの研究生活、そして卒業してからもご指導くださった山口泰先生に、この場をお借りして感謝したいと思います。ありがとうございました。

そして、ICGGでお世話になったすべての皆様に御礼申し上げます。



会場近く Nordketteより

図学国際会議に初参加して

鶴田 直也 (筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻 博士後期課程3年)

図学国際会議への参加は初めてでしたが、全体的にゆったりとしたスケジュールで、リラックスして学会を楽しむことができました。会場のサービスも極めて行き届いていました。その特筆すべきものとして、ミネラルウォーターが挙げられます。各フロアに設置された冷蔵庫にペットボトルの水が入っており、そこから自由にとることができました。これは非常にありがたかったです(初日はスーパーで水を購入したので)。

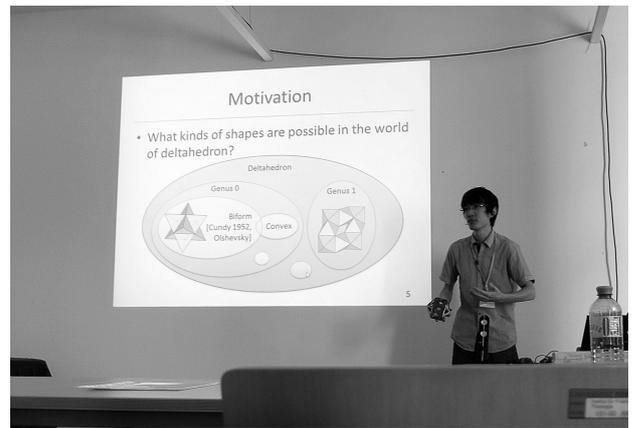
さて、今回の私の発表はデルタ多面体と呼ばれる正三角形集合の多面体に関するものでした。国内ではあまり類似した研究は見られませんが、やはり世界を探せば同じようなテーマに着目している研究者もいて、研究の位置付けや価値を再確認できたように思います。特に、ウィーンで博士号取得を目指しているEva Wohllebenさんと話せたことが、一番印象に残っています。多面体や双対などの研究をしており、ランチの時間にはPCで資料を見せるなどしつつ、様々な意見交換や議論ができました。その一方で、今回は5つもの並列セッションがあったため、やや聴講者が分散してしまう点ももったいないとも感じました。

1日目の招待講演は館知宏先生の折り紙に関する研究についてでした。折りたたみや可展面に関する研究発表は、前回のICGG2012に比べるとやや少なかったです。著名な折り紙のアーティストはヨーロッパにも多くいますが、研究はアメリカが盛んですので、それが数に現れたのかと思っています。

インスブルック市内から山の中腹に向かう鉄道の各駅やベルクイーゼルスキージャンプ台のタワー(展望台)は著名な建築家のZaha Hadid氏の設計であり、これらの建築が実際に見られたのはとても良かったです。私の専門はCG、特に形状モデリングですが、この分野でも自由曲面を用いた建築の実例として同氏のデザインがよく紹介されています。2日目にあったRené Ziegler氏による招待講演もこのような近代建築における3次元形状設計を取り扱った内容で、こちらも楽しんで聴講することができました。

日本から参加した学生は多くはありませんでしたが、

セッションの合間やバンケット、また山口泰先生の計らいで開かれた日本人参加者の集まりを通して交流を深めることができました。分野は違って、同年代の方がいると刺激を受けたり励みにもなりますので、ぜひ学生の積極的な参加を促していただけたらと思います。



筆者の発表の様子



Zaha Hadid氏のデザインした駅

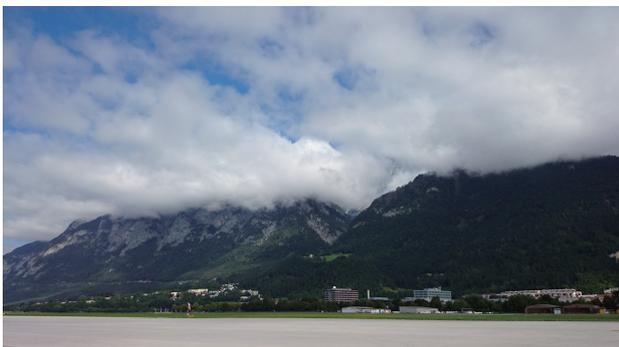


日本から参加した学生とオーガナイザのHans-Peter氏(バンケットにて)

ICGG2014に参加して

西井 美佐子 (東京農工大学)

2014年8月4日～8月8日までICGG2014に参加した。深夜近くにインスブルック到着予定のところ、成田空港での機体トラブルの影響で、半日遅れての到着となった。そのおかげで、インスブルック空港に到着したときには、美しい山並みが迎えてくれて、清々しい気持ちでインスブルックに入ることができた。



インスブルック空港前方には雄大な山並み

私は今回、8月7日にTH-1-S7セッションで、工業デザイナー向け3D CAD開発に関する調査報告を発表した。今回が国際学会では初めての発表であり、参加当初は自身の発表のことで心に余裕が無かったが、気品ある穏やかな雰囲気での研究発表を拝聴していく内に、研究発表が情報交換や意見交換の貴重な場であることを再認識することができた。自身はそこまで実行できなかったが、今後の課題は発見でき、大きな収穫だった。

8月6日のPlenary Talkでは、R. Ziegler氏による「Geometrical Challenges in the Realization of Contemporary Architecture」の発表があった。



Plenary Talk (発表者: René Ziegler氏) の様子

自身の研究分野である「工業デザイナーの意図した形状を自由曲線や面で造形する」部分と共通する部分があると感じ、自由曲面を使った建築の事例紹介はとても興味深かった。違う分野の研究をGeometryの共通項で知ることができるのが図学会の良さであることを再認識した発表でもあった。

8月7日午後のエクスカージョンではArzler Almに参加した。Hans-Peter Schröcker氏やそのご家族が引率し、毎週のように訪れているというお勧めのルートを約1時間かけて歩き、チロルの美味しい空気と食事と風景を満喫した。短時間ではあったが、自然と共存する魅力的な生活スタイルを体験できたインスブルックならではの素晴らしいエクスカージョンだった。

最後に、諸先生方にサポートいただき、無事に発表することができた事を、この場をお借りして感謝申し上げます。有難うございました。

中部支部2014年度秋季例会 報告

横山 弥生 Yayoi YOKOYAMA

川崎 寧史 Yasushi KAWASAKI

日本図学会中部支部2014年度秋季例会を金沢で10月25日(土)に行いました。研究発表会には9名の参加者がありました。研究発表は3題ありましたが、若手研究者を対象とした日本図学会中部支部奨励賞対象については該当者なしでした。それぞれの研究発表に対して熱心な意見交換が行われ、相互の知識・理解を高める研究・教育の場となりました。

プログラム

平成26年10月25日(土)

場所：金沢工業大学扇が丘キャンパス23号館105室

研究発表会

座長：中部支部平成2014年度秋季例会幹事 川崎寧史

挨拶：横山弥生 中部支部長

(1) かたちと構成の熱い関係

横山弥生 (大同大学)

(2) ビジュアルプログラミング言語Scratchを使ったメディアアートプログラミング教育

辻合秀一 (富山大学)

(3) 大学COC事業 地(知)の拠点整備事業「空間デザイン研究」

川崎寧史 (金沢工業大学)



発表会の風景

よこやま やよい
大同大学 情報学部
かわさき やすし
金沢工業大学 環境・建築学部

かたちと構成の熱い関係

横山 弥生 Yayoi YOKOYAMA

視覚的な作品の善し悪しは何が優れていることで決まるのであろうか？色、かたち、構図…。どれが欠けても成り立たず、すべてが整うことが重要である。

本研究は色、かたち、構成、材質感を扱う造形要素の中でも、「かたち」と「構成」に研究のテーマを置き、多くの例を取り上げながらその関係性について述べたものである。

「かたち」と「構成」は非常に密接な関係を持っている。「かたち」は造形用語として使用する場合は色に相対し、輪郭のような視空間の抽象的境界のみを意味するものではなく、他のものと区別して、その範囲、大きさなどの感じられるものの全体の様子である。一方かたちを配置する際に重要となる「構成」は画面空間を「分割」することと、分割された画面空間の中に表現する対象を「配置」することであると定義されている。その基本操作においては、移動/回転/反転/拡大・縮小/ディストーション/シンメトリーとアシンメトリー/バランスと破調/類似と対比/漸進的な変化/数理的秩序などがある。

このように、かたちと構成は密接に関連し、基本となるかたちの意味や構成の方法を知ることによって作品それ自体が向上するものである。

コンピュータを使用する制作系の授業において、ソフトの使い方など技術技法を得ることが制作における重要な要素だと考える学生が多いが、造形の基本を知ることにより作品そのものの価値は格段に上がるものであることを念頭に置くことが重要であると思われる。

また、配置すなわちレイアウトに関しては、図と地の関係/相互の力関係、レイアウトの基本となるかたちを中心に置く/中心から外す/余白をコントロールする/規則正しく並べる/メリハリをつけるなどの操作方法を知っておくことでその印象は見違える程変わるものである。

3DCGを用いた立体表現においてはさまざまな角度から見る事が可能であるという利点を利用し、カメラマンの目を持って構図を決めることができるが、上記の構成の規則を知っておくべきであり、人間の目は立体的な画像においても、最終的に静止画像の作品として扱う場合はその全体の構図を2Dとして認識していることが多いため、基本要素を念頭に置くことが重要となる。

よこやま やよい
大同大学 情報学部

ビジュアルプログラミング言語Scratchを使ったメディアアートプログラミング教育

辻合 秀一 Hidekazu TSUJIAI

ビジュアルプログラミング言語Scratchは、2006年より子供向けプログラミング言語としてMITで開発された。現在、Scratch1.4はダウンロードして環境を構築し、Scratch2.0は、webベースでFlashが必要である。平成26年度前期のインタラクティブアートプログラミングⅡでは、名刺サイズのコンピュータRaspberry PIにした。OSは、Linuxベースで開発環境も多数あり、プログラミング言語の選択肢の1つとしてScratch1.4がある。

Scratchは、スクリプト、コスチューム、音のカテゴリーのメニューがある。プログラムは、コスチュームというオブジェクトに対してスクリプト（プログラム）や音をつけることにより、アニメーションやゲームなどが簡単に作成可能である。スクリプトには、ループ、分岐、変数やリストがあり、割込として、スタート、キーボード、マウス、時間、センサー、コスチュームなどのオブジェクト衝突がある。演算は、四則演算、関係演算（大・小・等価）、論理演算（論理和、論理積）があり、関数として乱数、四捨五入、平方根、三角関数、指数関数、対数関数などが使える。

平成26年度の受講生は7名で、自由にプログラミング言語を選択させたところScratch（5名）、Python（1名）、C++（1名）となった。Scratchの最終作品は、スクリーンセーバー（1名）、ゲーム（2名）、MaKey Makey入力装置を使ったゲーム（2名）となった（図1）。

Scratchで子供向けプログラミング言語は、大人でも学習が易しい。また、無闇にトライ&エラーを行うのではなく、プログラミング文法を学ぶことによりテキストベースと変わらないプログラミング能力を学習することができた。そして、半年でアニメーションやゲームを作ることができた。

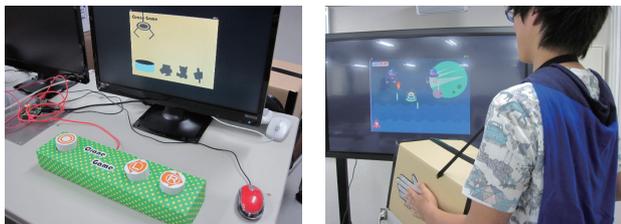


図1 ビジュアルプログラミング言語Scratchを使い入力デバイスとしてMaKey Makeyを使ったゲーム（左：Crane Game（石塚暎作）、右：MONSTER WARS（牧野和輝作））

つじあい ひでかず
富山大学 芸術文化学部

大学COC事業 地（知）の拠点整備事業「空間デザイン研究」

川崎 寧史 Yasushi KAWASAKI

金沢工業大学で実施している大学COC（Center of Community）事業の中で、筆者が代表を務める「空間デザイン研究 -アクティビティを創発させる可変型空間装置と感性情報の共働-」の実施概要を報告した。これは、平成26年度に学内で動くCOC事業17プロジェクトの内では最大規模のものであり、従来から実施してきた金澤月見光路、金沢駅前鼓門プロジェクトマッピング、タテマチアートといった地域連携活動が母体になっている。これに対して、建築・情報・機械・電気系の教員が参加し、さらに立山科学工業・小松精練といった企業も協力し、デザイン融合や技術連携が行われた。具体的には、金澤月見光路で実施された平板を組み合わせた自由な造形やカフェベースの制作、立山科学工業が試作したLED電極シートと平板構造体のデザイン応用、可変性を有するテント型オブジェ、金沢駅前鼓門プロジェクトマッピングの概要とこの周囲におかれた人感センサーで色が変化する星型あかりなどについて発表を行った。



平板の組み合わせによるカフェベース



可変性を持つテント型オブジェ

かわさき やすし
金沢工業大学 環境・建築学部

図学研究 第48巻 総目次

●第48巻1号(通巻142号)2014年3月発行

巻頭言

安藤 直見

研究論文

曲線の操作(平行移動、拡大縮小、回転)に基づく可展面の生成とその組み合わせによるデザイン手法に関する研究
鈴木 広隆

作品紹介

幾何学パズル
齋藤 綾

作品紹介

デュアルコアハウス/二子新地の家
-ゆるやかに分裂する家族のための住宅-
安藤 直見

作品紹介

ポップアップの動物のデザイン
松岡 龍介

報告

日本図学会2013年度秋季大会報告
松田 浩一
日本図学会2013年度秋季大会研究発表要旨
東海林 創 他
2013年度春季大会優秀研究発表賞・研究奨励賞
第7回デジタルモデリングコンテスト実施報告
西井 美甫
3Dプリンターを深く知るためのラピッドプロトタイプング研究会の報告
西井 美甫

新刊紹介

造形の図学 -改訂版-
面出 和子

会告・事務局報告

●第48巻2・3号(通巻143号)2014年9月発行

巻頭言

長島 忍

研究論文

天文分野における児童・生徒の空間認識に関する比較研究
岡田 大爾, 松浦 拓也

研究資料

vvvvによるグラフィカルプログラミングツールの現状と作品制作効率の一考察
金子 颯介, 辻合 秀一

作品紹介

ソファ:「ホットドッグ」
金子 哲大

●Vol. 48 No. 1 March 2014

Message

Naomi ANDO

Research Paper

A Generation Method of Developable Surface by Manipulation (translation, scaling and rotation) of CurvedL line and a Designing Method of Complicated Shapes by Combination of Generated Developable Surfaces
Hirotaka SUZUKI

Art Review

Pattern Puzzle on Geometry
Aya SAITO

Art Review

Dual Core House / House in Futako-Shinchi
Naomi ANDO

Art Review

Pop-up Technique Applied to the Animal Design
Ryusuke MATSUOKA

Report

Report on the Autumn Meeting of 2013
Ryusuke MATUDA
Summaries of Papers in the Autumn Meeting of 2013
Hazime SHOJZI et al.
Best Presentation Award (2013 Spring Meeting)
Report of the 7th Digital Modeling Contest
Miho NISHII
Report of the Rapid Prototyping study for 3D Printer
Miho NISHII

Book Review

Descriptive Geometry of Plastic Art
Kazuko MENDE

Newsletter

●Vol. 48 No. 2・3 September 2014

Message

Shinobu NAGASHIMA

Research Paper

A Comparative Study on the Spatial Cognition of Students in Astronomy
Daiji OKADA, Takuya MATSUURA

Notes

A Study of the Present Condition and the Efficiency Using Graphical Programming Tool with vvvv
Sosuke KANEKO, Hidekazu TSUJIAI

Art Review

Sofa "Hotdog"
Tetsuo KANEKO

作品紹介

本棚：「スネオ」
金子 哲大

講座

機械にまつわる幾何学形状（1）
園田 計二, 竹之内 和樹

報告

日本図学会2014年度春季大会報告
大月 彩香
日本図学会2014年度春季大会研究発表要旨
安福 健祐 他
2013年度秋季大会優秀研究発表賞・研究奨励賞
日本図学会2012年度新名誉会員紹介
第51回図学教育研究会報告
鈴木 賢次郎, 堤 江美子, 椎名 久美子
中部支部2013年度冬季例会報告
横山 弥生 他

会告・事務局報告

●第48巻4号（通巻144号）2014年12月発行

巻頭言

辻合 秀一

研究論文

収縮変形を加えた曲面メッシュ生成手法の提案 - キヌガサタケ
の網目構造を題材として -
高橋 優輔

研究資料

Motion VRコンテンツの制作手法
今間 俊博, 関谷 俊祐

作品紹介

CGムービーによる『潮観荘』の再現
宮腰 直幸

講座

機械にまつわる幾何学形状（2）
園田 計二, 竹之内 和樹

報告

第16回国学国際会議報告
鈴木 広隆
プログラム
国際会議に参加して
大谷 智子 他
中部支部2014年度秋季例会報告
横山 弥生 他

総目次

会告・事務局報告

Art Review

Bookshelf "Sneo"
Tetsuo KANEKO

Seminar

Geometric Profile of Machine Elements（1）
Keiji SONODA, Kazuki TAKENOUCI

Report

Report on the Spring Meeting of 2014
Ayaka Otsuki
Summaries of Papers in the Spring Meeting of 2014
Kensuke YASUFUKU *et al.*
Best Presentation Award of in the Autumn Meeting of 2013
Introduction of New Honorary Members
Report on the 51th Graphic Education Forum
Kenjiro SUZUKI, Emiko Tsutsumi, Kumiko SHIINA
Report on the Winter Meeting of the Chubu Area 2013
Yayoi YOKOYAMA *et al.*

Newsletter

● Vol. 48 No. 4 December 2014

Message

Shuichi TUJIAI

Research Paper

Deformation of Mesh Structure Based on Contraction of Edge Elements
Yusuke TAKAHASHI

Notes

Production Techniques of Motion VR Contents
Toshihiro KOMMA, Syunsuke SEKIYA

Art Review

Reproduction of "Chokanso" by CG Movie
Naoyuki MIYAKOSHI

Seminar

Geometric Profile of Machine Elements（2）
Keiji SONODA, Kazuki TAKENOUCI

Report

Report on the 16th International Conference on Geometry and Graphics
Hirotaka SUZUKI
Program
Memories on the 16th ICGG
Tomoko OHTANI *et al.*
Report on the Autumn Meeting of the Chubu Area 2014
Yayoi YOKOYAMA *et al.*

Index of Volume 48

Newsletter

2015年度日本図学会春季大会（札幌）のご案内

2015年度春季大会は以下のように北海道大学で開催いたします。全国から多数の研究発表と参加をお待ちしております。

ふるってご参加くださいますよう、お願い申し上げます。

1. 開催日：2015年5月9日（土）、10日（日）

2. 場 所：北海道大学工学部
北海道札幌市北区北13条西8丁目
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/>

3. 交通アクセス

新千歳空港から札幌駅まで

(1) 快速エアポート号をご利用の場合
所用時間40分

(2) 高速バスをご利用の場合
中央バス・北都交通：所要時間1時間～1時間10分
キャンパス案内図
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/access/>

4. 講演発表

4.1 募集分野

研究発表の分野は以下の通りです。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：2015年2月23日（月）正午必着
講演発表原稿締切：2015年3月23日（月）正午必着

4.3 発表申込方法

以下の内容を記述した電子メールをお送りください。

- 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歳以下である、ない ※←どちらかを消す。
(6)連絡担当者の氏名、所属、住所、電話／FAX、電子メールアドレス

送付方法：

電子メールでconf2015sp@graphicscience.jpへ
件名を【2015年度春季大会発表申込（発表者氏名）】

としてお送りください。申込後、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いたします。お申し込みから1週間以内に受領通知が届かない場合は、郵便またはFAXにて日本図学会事務局までご連絡ください。

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ーのみとします。

4.5 講演論文集

講演論文を印刷・製本して「日本図学会学術講演論文集／2015年度春季大会（札幌）」といたします。講演論文はWebにより投稿していただきます。

詳細は、申込をしていただいた方にプログラム委員会よりお知らせいたします。

なお、講演論文集の掲載料と致しまして5,000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、優れた学術講演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）、優れた学術講演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：6,000円（講演論文集代を含みます）
学部生および修士課程大学院生（社会人含む）以下：無料（講演論文集は別売りとなります）

6. 懇親会

2015年5月9日（土）19：00～21：00
会費：6,000円（予定）
会場：札幌アスペンホテル 宴会場「アスペンB」
（札幌市北8条西4丁目南向き）
電話：011-700-2111
大会会場から徒歩20分程
<http://www.aspen-hotel.co.jp/>

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：2015年度日本図学会春季大会実行委員会
conf2015sp@graphicscience.jp

9. 宿泊：宿泊施設は、各自でお手配ください。

第10回アジア図学会議（AFGS2015）のご案内

AFGSは、第8回まで開催された日中図学教育研究国際会議を継承するものであり、AFGSとして初めての開催と

なった2013年の会議も中国の大連で開催されました。2015年に開催される第10回の会議（The 10th Asian Forum on Graphic Science）は日本・中国の地を離れ、タイのバンコクで開催されることとなりました。日頃のご研究・ご教育の成果を発表して頂きたく、皆さまのご参加の検討をお願い申し上げます。

日時：2015年8月4日（火）～7日（金）

場所：Chatrium Hotel Riverside Bangkok, Thailand

論文分野：

1. Computer Graphics
2. Graphics Education
3. Applied Geometry and Graphics
4. Theoretical Graphics and Geometry

投稿・参加登録の日程：

講演論文抄録〆切 2015年1月31日（土）

講演論文採択通知 2015年3月23日（月）

事前参加登録〆切 2015年6月15日（月）

講演論文最終〆切 2015年6月15日（月）

参加登録費：未定

Web：http://www.afgs2015.net/

会告——3

ISSN登録について

日本図学会は、大会および例会の講演論文集にISSN（国際標準逐次刊行物番号）を登録し、ナンバーが付与されました。

2014年度秋季大会の「大会学術講演論文集」には、ISSN2189-0072が記載されています。また、過去の本部例会の学術講演論文集にもISSN2189-0188が付与されました。

これにより、主要な図書館の蔵書目録データベースや一部の電子ジャーナルのデータベースでは、ISSNによる検索が可能になりました。

お詫びと訂正 前号に掲載した「日本図学会2014年度春季大会報告」の総会報告の資料に手違いがありました。

「特別会計2013年度収支決算書」の前に以下の決算書が抜けておりました。ここにお詫びし、改めて掲載いたします。

[別掲2]

日本図学会2013年度収支決算書

自 2013年4月1日
至 2014年3月31日

	科 目	予算額	決算額	差 異	備 考
取	個人会員入会金	5,000	0	5,000	
	個人会員会費	2,100,000	2,265,000	▲ 165,000	
	賛助会員会費	180,000	195,000	▲ 15,000	
	論文掲載料	550,000	670,000	▲ 120,000	
	出版収入	120,000	99,680	20,320	注1
	寄付金	0	132,103	▲ 132,103	注2
	広告料	200,000	150,000	50,000	
	雑収入	1,110,000	788,958	321,042	
	春季大会関係	500,000	450,000	50,000	注3
	秋季大会関係	560,000	298,000	262,000	注4
	その他	50,000	40,958	9,042	注5
	繰越金	2,274,636	2,274,636	0	
		当期収入合計(A)	6,539,636	6,575,377	▲ 35,741
支	事業費				
	会誌印刷発送費	1,750,000	1,743,525	6,475	注6
	春季大会開催費	550,000	462,610	87,390	注7
	秋季大会開催費	550,000	423,650	126,350	注8
	委員会費	0	0	0	
	事業支出	200,000	168,055	31,945	注9
	小計	3,050,000	2,797,840	252,160	
	経常費				
	会議費	20,000	0	20,000	
	通信費	80,000	69,160	10,840	
	物品費	180,000	313,711	▲ 133,711	注10
	旅費及び交遊費	160,000	79,630	80,370	注11
	広報費	504,000	504,000	0	注12
	事務経費	600,000	626,714	▲ 26,714	
	支部補助費	155,000	155,000	0	
雑費	20,000	37,115	▲ 17,115		
小計	1,719,000	1,785,330	▲ 66,330		
予備費	1,770,636	0	1,770,636		
	当期支出合計(B)	6,539,636	4,583,170	1,956,466	
	繰越収支差額(A)-(B)		1,992,207		次期繰越金

注1：図学研究頒布、バックナンバーなど

注2：大会残金

注3：春季大会参加費295,000円（一般5,000円/人）、学術講演論文集著者印刷製本費150,000円（5,000円/編）、論文集売上5,000円（学生1,000円/部）

注4：秋季大会参加費168,000円（一般6,000円/人）、学術講演論文集著者印刷製本費125,000円（5,000円/編）、論文集売上5,000円（学生1,000円/部）

注5：利息、学術著作権協会・出版者著作権協会からの分配金など

注6：47巻2号～48巻1号

注7：開催校へ200,000円、論文集印刷費260,610円（当初予算350,000円）、賞状筆耕代

注8：開催校へ200,000円、論文集印刷費223,650円（当初予算350,000円）

注9：図学教育研究会補助金20,000円、JABEE平成25年度会費100,000円、論文賞・大会発表表彰関係18,665円（当初予算20,000円）、デジコン経費9,390円（当初予算40,000円）、学会賞副賞20,000円

注10：事務局用PC・ソフトウェア、封筒・はがき印刷、コピー用紙、インクカートリッジなど

注11：春・秋季大会への旅費（事務局）など

注12：ホームページ運用費（42,000円/月）

日本図学会第525回理事会議事録

日時：2014年6月9日（月）17：30～20：30

場所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

出者：11名（議決権10名）+委任状14名

山口（会長），安藤，辻合（以上副会長），今間，金井，田中，西井，宮永，村松，山島（以上理事），面出（編集委員長）（辻合副会長と西井理事はSkypeによる参加）

1. 議事録確認

1. 第523回および第524回理事会議事録を確認した。

2. 事務局報告（第525回理事会）

1. 会員関係

a. 申し込み・届出

i. 当月入会申し込み

- 正会員 茂木 龍太氏（首都大学東京）
近藤邦雄氏紹介
- 正会員 兼松 祥央氏（首都大学東京）
近藤 邦雄氏紹介
- 正会員 内山 智枝子氏（所属なし）
紹介者なし
- 正会員 高橋 圭一氏（自営業）
山畑信博氏紹介
- 学生会員 榊井 孝暢氏
（東京理科大学学部学生）紹介者なし
- 学生会員 平川 友香氏（富山大学4年）
辻合秀一氏紹介

ii. 当月退会届出

該当なし

b. 会員現在数（6月9日現在）

名誉会員13名，正会員274名，学生会員16名，賛助会員15社17口

2. その他

a. 他団体から

- CG-ARTS協会より『POV-Rayによる3次元CG制作--モデリングからアニメーションまで--』の原稿執筆料が入金された。
- 日本学術会議より「日本学術会議ニュース・メール」No.444-447が届いた。
- JSTより「CrossRef Metadata Services新規機関追加のご案内」が届いた。
- 一般財団法人学会誌刊行センターより「学会センターニュース」No.429が届いた。

- 文部科学省研究振興局より「平成27年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞及び若手科学者賞受賞候補者の推薦について（依頼）」が届いた。
- 一般社団法人学術著作権協会より「電子著作物の複製等に関する権利委託について（依頼）」及び関連説明会に関する案内が届き，現状に基づいて事務局で対応することにした。
- 公益財団法人大川情報通信基金より「2014年度大川賞・大川出版賞（23回）候補ご推薦のお願いおよび研究助成応募のご案内」が届いた。
- 公益財団法人DNP文化振興財団より「DNP文化振興財団グラフィック文化に関する学術研究助成2014年度募集のご案内」が届いた。

3. 編集委員会報告と審議

- 「日本図学会論文等著作権委譲確認書」について
- 面出編集長より，「日本図学会論文等著作権委譲確認書（案）」の提案があり，これを承認した。
- 『図学研究』6月号について
- 面出編集長より，『図学研究』143号は，6月の発行を見送り9月号との合併号としたいとの提案があり，これを承認した。また，これに関してメーリングリストおよびWebで会員向けの「お知らせ」を編集長名で発信するとともに，会告等の郵送を行うことにした（6月末発送予定）。
- 『図学研究』編集作業進捗報告
- 面出編集長より，『図学研究』143号の編集作業進捗について，次の通り報告があった。
掲載予定：論文：1，作品紹介：2，研究資料：1，査読中：論文：2，作品紹介：1

4. 企画広報委員会報告と審議

- 大会講演論文集書誌データのデータベース化について
- 安藤企画広報委員長より，安藤企画広報委員長，種田2014年度秋季大会プログラム委員長連名の「大会論文集の書誌データのデータベース化について（提案）」に基づき，大会論文の書誌情報の公開を目的に，大会論文集を国立国会図書館に献本し，ISSN（国際標準逐次刊行物番号）の付与を受ける提案があり，これを承認した。なお，逐次刊行物としてISSNの付与を受けるためには，既刊の講演論文集を全て献本する必要があるため，大会講演論文集の保存部数を事務局で確認することにした。また，秋季大会以降は，大会開催の都度，国立国会図書館に講演論文集を献本することになる。
- 2014年度秋季大会について

- 安藤企画広報委員長より、秋季大会の組織について、次の通り報告があった。
 - 大会実行委員会
 - 委員長：宮永美知代（東京藝術大学）
 - 副委員長：面出和子（女子美術大学）
 - 委員：佐藤紀子（女子美術大学）、西井美佐子（東京農工大学）、村松俊夫（山梨大学）、山口泰（東京大学）
 - プログラム委員会
 - 委員長：種田元晴（東洋大学）
 - 委員：安藤直見（法政大学）、齋藤綾（女子美術大学）、堤江美子（大妻女子大学）、松岡龍介（道都大学）、面出和子（女子美術大学）、山口泰（東京大学）
- 宮永実行委員長より、5/25開催の第2回大会実行委員会と大会開催スケジュールの報告があった。
- 宮永実行委員長より、秋季大会における新たな試みとして、作品展示を募集したいとの提案があり、これを承認した。作品展示については、講演論文集に2ページの作品紹介を掲載し、掲載料3,000円の負担をお願いすることになった。

5. デジタルモデリング研究会報告

- 金井理事より、西井デジタルモデリング研究会委員長作成の資料に基づき、次の報告があった。
 - デジタルモデリングコンテスト準備状況
 - 5/20開催の「XVL技術を用いたデジタルモデリングコンテスト歴代受賞・入賞作品掲載HP制作について」会議報告
- なお、デジタルモデリングコンテストの広報依頼文を委員長または会長名で関連他学会に送ることが了承された。

6. 2014年度春季大会発表表彰について

- 山口大会発表表彰委員長より、春季大会発表表彰の選考結果報告があり、次の通り確認した。
 - 優秀研究発表賞
 - 「図法幾何学を補助的に取り入れた授業の試行例」
(長島 忍)
 - 研究奨励賞
 - 「ビジュアルプログラミング言語による情報視覚化の支援」
(星 卓哉)

7. その他

- 入会申込の書式が、学生会員の申込時に現在の所属を記入しにくいので改善すべきとの指摘があり、事務局で検討することになった。
- 山口会長より、会員の年齢分布について報告があっ

た。

- 金井事務局より、2014年度春季大会の収支（本部分）が黒字だった旨の報告があった。

• 議事録署名捺印理事

宮永、村松両理事が選出された。

• 次回

日時：2014年7月9日（水）17：30～

場所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

日本図学会第526回理事会議事録

日 時：2014年7月9日（水）17：30～19：15

場 所：東京大学駒場キャンパス15号館710室

出席者：9名（議決権9名）+委任状14名

山口（会長）、鈴木、辻合（以上副会長）、金井、

今間、椎名、田中、種田、西井（以上理事）

（辻合副会長はSkypeによる参加）

1. 議事録確認

1. 第525回理事会議事録を確認した。

2. 事務局報告（第526回理事会）

1. 会員関係

a. 申し込み・届出

i. 当月入会申し込み

正会員 高橋 彰氏

（公益財団法人京都市景観・まちづくりセンター）

阿部浩和氏紹介

正会員 星 卓哉氏

（名古屋大学大学院博士後期課程）

茂登山清文氏紹介

正会員 田中 晃氏（筑波技術大学）

荒木勉氏紹介

学生会員 吉永 佳樹氏（近畿大大学院修士1年）

井原徹氏紹介

学生会員 金子 倫宏氏（近畿大大学院修士1年）

井原徹氏紹介

学生会員 白水 亮佑氏（近畿大大学院修士1年）

井原徹氏紹介

学生会員 神出 顕徳氏（近畿大大学院修士1年）

井原徹氏紹介

学生会員 下田 和也氏（近畿大大学院修士1年）

井原徹氏紹介

ii. 当月退会届出

正会員 松田 隆志氏

（石上純也建築設計事務所）

種田元晴氏紹介

- b. 会員現在数（7月9日現在）
名誉会員13名，正会員276名，学生会員21名，賛助会員15社17口

2. その他

a. 他団体から

- 森北出版株式会社より『図学用語辞典』の在庫調整通知書が届いた。
- 一般社団法人学術著作権協会より「一般社団法人学術著作権協会管理委託契約約款変更のお知らせ」が届いた。
- 日本学術会議より「日本学術会議ニュース・メール」No. 449-454が届いた。
- 一般社団法人学術著作権協会より「権利委託者現況調査に関するお願い」が届き，別紙のように回答した。

3. 2014年度秋季大会について

- 安藤企画広報委員長からの問題提起（事務局による代読）を審議して，以下の点を確認した。
 - 『図学研究』に掲載済みの研究を大会でも発表するのは問題ない。
 - 2014年度秋季大会から学術講演論文集にISSN（逐次刊行物番号）が付与されるのに伴って，学術講演論文集の書誌データがデータベース化されて検索可能になる旨を執筆要領に書き加える。
 - 大会で複数の発表を行うことは問題ない，学術講演論文集の掲載料は発表件数分を支払うものとする。
- 種田2014年度秋季大会プログラム委員長より，学術講演論文集の執筆要領の修正案が示され，修正箇所について説明があった。主に，作品展示を加えたことによる修正である。修正箇所を確認した。

4. 2015年度春季大会について

- 安藤企画広報委員長からの報告が代読され，開催日程が2015年5月9日，10日に決定したことが報告された。

5. 編集委員会報告

- 『図学研究』6月号と9月号の合併に伴う措置について
 - 面出編集委員長より，2014年度秋季大会と第8回デジタルモデリングコンテストの開催案内，メーリングリストへの登録案内を6月末に発送した旨が報告された（代読）。
- 『図学研究』編集作業進捗報告
 - 面出編集委員長より，次の通り報告があった（事務局による代読）。
 - 『図学研究』143号には，論文1編，研究資料1

編，作品紹介2編，講座1編，春季大会報告を掲載する予定である。入稿は7月下旬を予定している。

- 現在，論文2編，作品紹介1編を査読中である。
- J-STAGEについて
 - 今間副編集委員長より，6月12日に開催されたJ-STAGE検索エンジン連携・OA対応方針等説明会に出席したことが報告された。

6. 企画広報委員会報告

- 大会講演論文集書誌データのデータベース化について，種田2014年度秋季大会プログラム委員長より，以下の報告があった。
 - 製本された大会論文集（1987年度以降）が3部以上あることが確認できたので，国会図書館に献本する。
 - 献本と合わせて，ISSNを取得して，2014年度秋季大会論文集にはISSNを印字する。ISSNは1週間程度で取得できる見込みであり，1度取得した後は同じ番号が用いられる。
 - 上記の作業は秋季大会プログラム委員会が担当し，来年度以降の献本の方法や担当については，今後協議する。
- 電算印刷から国会図書館に大会論文集を送ることが可能かどうかを打診することにした。

7. 国際関連報告と審議

- 鈴木副会長（国際担当）より，ICGG2014は順調に準備が進んでいるとの報告があった。
- 鈴木副会長（国際担当）より，バルト海諸国のグラフィクス系の学会であるBALTGRAFと日本図学会との学術交流に関する文案が示された。文案に金銭的な負担は負わないことを付記したものを英文にして協定を結ぶ方向で打診することが承認された。協定の進捗については，逐次理事会に報告することにした。

8. デジタルモデリング研究会報告

- 西井デジタルモデリング研究会委員長より，以下の報告があった。
 - 6月23日に，デジタルモデリングコンテストの過去の入賞作品3点を図学会のWebページに掲載した。現在，Windows上でXVL技術による表示が可能である。ラティス・テクノロジー株式会社からも当該ページをリンクしてもらおうよう準備している。
 - 町田委員の紹介により，（株）ストラタシス・ジャパンから賛助会員の申し込みが得られる見込みである。

9. その他

◦ オートデスク社が教育機関向けに製品の無償化を実施するにあたって日本図学会から賛同するコメントを出して欲しい、という依頼がオートデスク社から届いたことが山口会長から報告され、承認した。

- 議事録署名捺印理事

鈴木副会長、種田理事が選出された。

- 次回

日時：2014年9月12日（金）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、作品紹介、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

投稿手続きは、原則として、本学会のホームページからの投稿とする。投稿ページに必要事項を入力し、執筆要領に従い、投稿申し込み票と原稿を送付する。

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。資料および作品紹介は、一人以上の査読者の判定とし、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、資料など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、本学会はこれに異議申立て、もしくは妨げることをしない。

(本投稿規定は2012年10月1日より施行する。)

賛助会員

アルテック株式会社

〒104-0042

東京都中央区入船2-1-1 住友入船ビル2階

TEL : 03-5542-6756 FAX : 03-5542-6766

<http://www.3d-printer.jp/>

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X24

TEL : 03-6221-1681 FAX : 03-6221-1784

<http://www.autodesk.co.jp/>

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

<http://www.artner.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

<http://www.shimadzu.co.jp/>

株式会社ストラタシス・ジャパン

〒104-0033

東京都中央区新川2-26-3

住友不動産茅場町ビル2号館8階

TEL : 03-5542-0042

<http://www.stratasy.co.jp/>

株式会社ムトーエンジニアリング

〒154-8560

東京都世田谷区池尻3-1-3

TEL : 03-6758-7130 FAX : 03-6758-7139

<http://www.mutoheng.com/>

株式会社森田製図器械製作所

〒537-0012

大阪府大阪市東成区大今里4-16-41

TEL : 06-6971-2240 FAX : 06-6971-4625

共立出版株式会社

〒112-8700

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/>

公益財団法人画像情報教育振興協会

〒104-0061

東京都中央区銀座1-8-16

TEL : 03-3535-3501 FAX : 03-3562-4840

<http://www.cgarts.or.jp/>

ステッドラー日本株式会社

〒101-0032

東京都千代田区岩本町1丁目6番3号

秀和第3岩本町ビル

TEL : 03-5835-2811 FAX : 03-5835-2923

<http://www.staedtler.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 FAX : 03-5442-6256

<http://www.solidworks.co.jp/>

タケダコーポレーション株式会社

〒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/>

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 FAX : 03-3261-1349

<http://www.morikita.co.jp/>

ユニインターネットラボ株式会社

〒104-0054

東京都中央区勝どき2-18-1-1339

TEL : 03-6219-8036 FAX : 03-6219-8037

<http://www.unilab.co.jp/>

ラティス・テクノロジー株式会社

〒112-0004

東京都文京区後楽2-3-21 住友不動産飯田橋ビル10F

TEL : 03-3830-0333

<http://www.lattice.co.jp/>

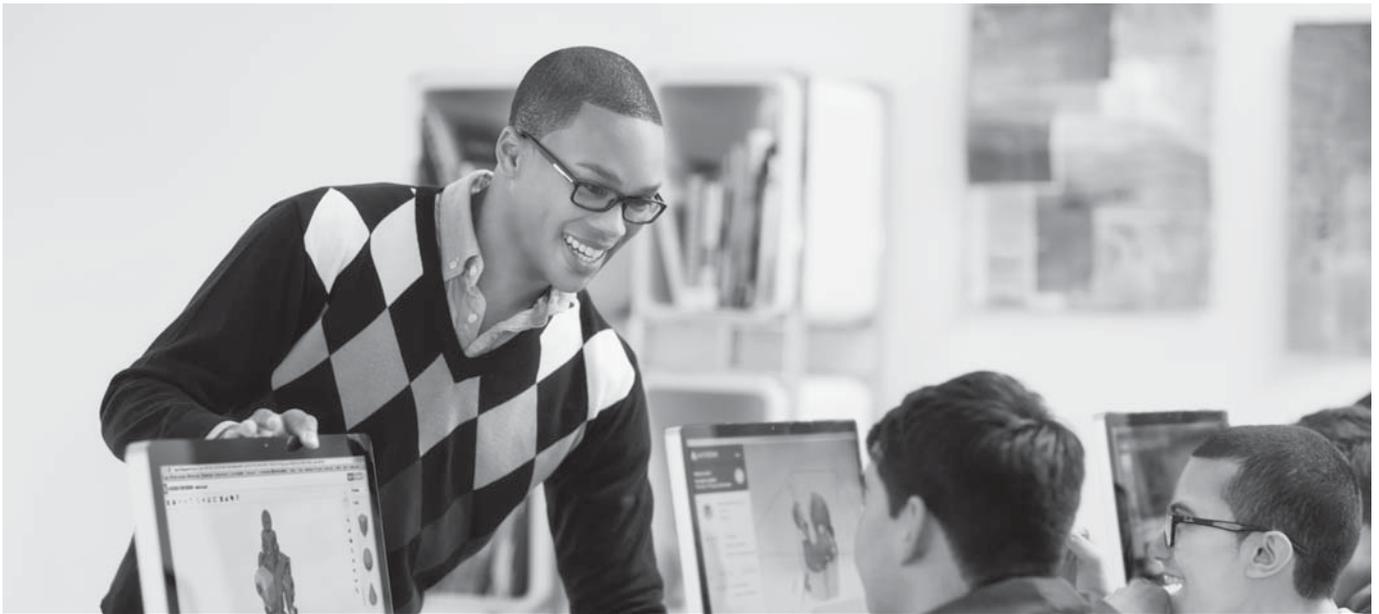
REALLUSION INC.

〒160-0023

東京都新宿区西新宿8-3-1 西新宿GFビル4F 4C号室

TEL : 03-6869-6976 FAX : 03-5321-9120

<http://www.reallusion.com/>



**オートデスクの教育機関向け、教員、学生向け
すべてのライセンスが無償にてダウンロードで
ご利用いただけます。**

詳しくは : www.autodesk.co.jp/eduportal3



製造	建築・建設
Factory Design Suite Product Design Suite AutoCAD Mechanical Inventor	Building Design Suite AutoCAD Revit
土木・インフラ	メディア・アンド エンターテインメント
Infrastructure Design Suite AutoCAD Civil 3D Vault	Entertainment Creation Suite 3ds Max, Maya, Smoke

**オートデスクの製品群は、
様々な業界の設計・制作をサポートしています。**

JCARE

— 日本の学生・教育・研究を支援 —

JCARE Program

オートデスクは日本の学生・教育・研究を支援しています。

詳しくは : <http://www.myautodesk.jp/jcare/>

Autodesk, AutoCAD, AutoCAD LT, Inventor, Inventor LT, Civil 3D, LT Civil, Maya, Maya LT, mental ray, MotionBuilder, Mudbox, Navisworks, Revit, Revit LT, Showcase, Vault, および 3ds Max は, Autodesk, Inc. またはその子会社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。その他のブランド名、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、販売する製品とサービス、および仕様や価格を予告なく変更する権利を有します。また、このドキュメントに記載されている情報で文章や画像上の間違いがあっても、オートデスクはその責任を負いません。 © 2014 Autodesk, Inc. All rights reserved.

オートデスク株式会社 www.autodesk.co.jp

〒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-X 24F
〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー 3F

私事ではありますが、今年の11月は特別忙しい月になりました。図学会とは別の学会において、15日と16日に自分が実行委員長を務める国際学会を開催したからです。その2週間後には、図学会の秋季大会が行われるために、大会実行委員の方や理事の方々が、お忙しくされているのを横目で見ながら、自分の事だけで手一杯の状態でした。今更ですが、申し訳なく思っております。

東京芸術大学での2014年度秋季大会は、120名を超える近年まれに見る多数の参加者を数え、大盛況のうちに幕を閉じました。論文の発表件数も多く、今回からISSN番号が付くようになった、大会学術講演論文集は、ずっしりと重い厚みのあるものとなりました。例年だと、これらの発表の中から醸成された研究論文が、この時期からぼちぼちと本誌、『図学研究』に投稿されるはずなのですが、大会の盛況を尻目に投稿数の増加は期待出来ずにあります。2年前から、Web上で運用される論文投稿・査読システムが稼働しており、もっと多くの論文を処理出来るようになりました。しかし、残念ながら論文数増加にはつながっておりません。

来年の8月には、初のタイでの学会 The 10th Asian Forum on Graphic Science も企画されており、大会の盛り上がりに関しては、大いに期待される所であります。出来ましたら、大会学術講演論文集だけでなく、図学研究の方もずっしりと重い厚みのあるものになる事を期待しております。

(T. K.)

- 編集委員長 面出 和子
- 編集副委員長 今関 俊博
- 編集理事 安藤 直見
佐藤 尚
定国 伸吾
椎名 久美子
竹之内 和樹
館 知宏
種田 元晴
橋寺 知子
三谷 純
宮腰 直幸
宮永 美知代
向田 茂
山畑 信博
吉田 晴行
- 編集委員 加藤 道夫
斎藤 綾
堤 江美子
村上 紀子

デザイン 丸山 剛

Journal of Graphic Science
of Japan

図学研究

第48巻4号（通巻144号）

平成26年12月印刷

平成26年12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：jsgs-office@graphicscience.jp
URL：http://www.graphicscience.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.48
No.4
December
2014

JAPAN SOCIETY FOR GRAPHIC SCIENCE



<i>Shuichi TUJIAI</i>	01	<i>Message</i>
<i>Yusuke TAKAHASHI</i>	03	<i>Research Paper</i> Deformation of Mesh Structure Based on Contraction of Edge Elements
<i>Toshihiro KOMMA, Syunsuke SEKIYA</i>	11	<i>Notes</i> Production Techniques of Motion VR Contents
<i>Naoyuki MIYAKOSHI</i>	17	<i>Art Review</i> Reproduction of "Chokanso" by CG Movie
<i>Keiji SONODA, Kazuki TAKENOUCHI</i>	19	<i>Seminar</i> Geometric Profile of Machine Elements (2)
<i>Hirotaaka SUZUKI</i>	25	<i>Report</i> Report on the 16th International Conference on Geometry and Graphics
<i>Tomoko OHTANI et al.</i>	27	Program
<i>Yayoi YOKOYAMA et al.</i>	31	Memories on the 16th ICGG
	35	Report on the Autumn Meeting of the Chubu Area 2014
	37	Index of Volume 48
	39	Newsletter