空間幾何学・応用幾何学の研究

三谷 純 Jun MITANI

1. はじめに

図学の研究と幾何学の関係が不可分であることは言うまでもなく、幾何学に関する論文はここで紹介する「空間幾何学」および「応用幾何学」以外の分野でも多数投稿されている。幾何に関する論文の中で、「空間幾何学」に分類される論文の内容は、特に3次元の形の扱いを主とするものが多く、その中には立体の展開図生成に関するものも含まれている。「応用幾何学」の分野では、幾何学の機械系への応用もしくは、所謂「その他」の分類に近い、多様な研究内容が含まれ興味深いものになっている。

— 今回、空間幾何学に14編、応用幾何学に9編の論文が投稿されており、これらの概要は本稿以降にリストされている。詳細はリストをご覧くださいこととし、ここでは筆者の主観で、これらの論文からいくつかを選び概要など述べさせていただくこととする。

2. 空間幾何学

近年の計算機技術の進歩と普及により、CADやCGに関する研究が盛んに行われているが、当分野においては、特に計算機関連の論文が目立って増えていることは無いようである。図学の本流とも言える「図法」に関する研究として、近藤^[2]による「三角柱の断面を与えられた三角形と相似の三角形にする切断法」と、杉野目ら^{[3], [4]}による「軸測図法による作図の能率化に資する投象系変換用補助図式の試案」および「軸測図の作図に資する投象系変換用補助図式について」が投稿されている。

蛭子井^[1]による長年に渡る卵形線の研究から派生した「ある凹凸18面体のCG」や、高橋^{[7], [8]}による「メタグラフ多様体の構造表示法」に関する研究など、独創的な研究の成果報告が本分野においてなされている。

上記以外に、3次元形状の展開図を生成する手法に関する研究が4編投稿されている。展開図の生成は、板金による管や缶の製作や、紙による造形物の制作において実用上も必要な技術である。前田^[11]による「正角丸の新簡易展開法」は、角丸のうち平面図上で4等分した円と正方形がすべて同形で、立体図の上下が平行な角丸の展開法について研究したものである（氏による他の形状に関する展開法は「数式・係数による展開法」（前田修治著、前田板金展開研究所）にまとめられている）。宮崎^{[13], [14]}による「正角丸の新しい展開法 第1部 簡易展開法」は、近似作図により計算機を用いずに高速に精度良く展開図を生成する手法を提案している。さらに「正角丸の新しい展開法 第2部 簡易展開法」では、第1部の誤差を修正する、精密展開法が提案されている。三谷ら^[12]の「集約法による多面体の展開図生成手法」では、

多面体モデルから紙模型を作成するための新しい展開図生成手法が提案されている。この手法は多摩ソフトウェア有限公司より発売されているペーパークラフト用の展開図生成ソフト「ペパクラデザイナー2」に実際に組み込まれ、従来よりも優れた展開図生成法として評価されるなど、実用的な成果があげられている。

3. 応用幾何学

応用幾何学の分野では、廣尾ら^[21]の「歯車加工におけるホブの振れと歯形誤差の関係」や、吉田ら^[23]の「力作業応用を目的とした人間型ロボットの足形状構成」のように、機械やロボットへの応用を目指した論文や、西原ら^[19]の「一枚の写真からの建物の再現に関する研究」のように工学への応用に関する論文がある。

辻合^[18]による「速記符号データベースへの試み」は、速記のデータベース化に関する研究への幾何学の応用で、ユニークで興味深いものである。

対象として、自然界を据えた研究が3編あり、大西^[16]の「日没時の太陽の経時形状変化の図学的解析」では日没時に上下にひしゃげた擬似楕円体となる太陽の形状に関する解析が述べられている。早坂^[20]の「アラスカ・シベリアで見た自然の形」では、アラスカ・シベリアの自然にフラクタルの観点から考察を与えている。宮崎^[22]の「自然界に見る高次元立方体の投影」は、高次元立体の投影が自然界に現れることを示している。

また、空間幾何学で紹介した、蛭子井^[15]および高橋^[17]の関連研究が当分野にも投稿されている。

このように当分野では、研究の対象が幅広く多様な内容となっている。

空間幾何学 文献リスト

- [1] 蛭子井博孝, “ある凹凸18面体のCG”, 2001年度大会学術講演論文集, (2001), 41-42.

ここで述べる事柄の発端は, 卵形線の次元の拡張である卵形面や卵形体の研究をするため, 2年前, 高次元多面体を模型で研究しようとしたことから始まる. そのツールとして, ゾムツールを知り, 6次元立方体の3次元模型を作った. しかし, これは, 5次元までが正確で6次元は, ゾムツールのたわみを利用した. さて, 凹凸18面体は, 正12面体を対称性を考慮し, 等方的に拡大していった, 見つけたものである. その実物の性質を模型で調べても, 2次元の平面に報告書が書けず, MAPLEのCGの利用となった. しかし, その頂点の座標付けが, 大変であった. しかし, 本論のような, 凹凸18面体の中心を見つけ, 平面図立面図側面図を得た. また, それが, 空間認識の図学教育に, 従来にない多面体として, 活かされるであろうし, これが, さらなる応用として, 3次元空間分割充填問題に役立つことが予想されている. また, 何かの分子模型になるかも知れない.

キーワード: 空間幾何学, 多面体, 凹凸18面体, 黄金比, 対称性, 空間認識

- [2] 近藤誠造, “三角柱の断面を与えられた三角形と相似の三角形にする切断法”, 図学研究, 31-2, (1997), 17-20.

与えられた三角柱を平面で切断し, 断面ABCの三角形を与えられた三角形と相似の三角形DEFにする切断法である, 例えば断面を正三角形にするなどである. 本報の方法は“三角形の切断に関する研究(図学研究, No. 3, 1968)”, や小高司郎(現代図学, 森北出版, 1979)の方法をカバーし, よりすっきりと所要の断面を求めることができる.

キーワード: 空間幾何学

- [3] 杉野目章, 黒沢和隆, 井野智, 小室晴陽, “軸測図法による作図の能率化に資する投象系変換用補助図式の試案”, 図学研究, 32-2, (1998), 47-54.

軸測図法による図示は明細な各部表現等, 煩瑣な様相が多く, また, 既往の研究がその数理的側面を主眼とし, 特に作図能率化の工夫が(複面)正投象の諸原則を十分組み込む形で余り試行されず, 能率的な作図作業の手法が整っていない. 本研究は, 図示作業促進の一助として幾何的工夫を含む補助図式を提案し, 各々に比較の実用型の用例を付した. 軸測図法の作図機能として, 一般的描写法他に, 基本型の対象については典型的(部分)形状処理用の系変換の手順化が必要かつ相当に可能である.

キーワード: 空間幾何学, 軸測投影, 作図法

- [4] 杉野目章, 黒沢和隆, 井野智, 小室晴陽, 河合哲郎, “軸測図の作図に資する投象系変換用補助図式について”, 1998年度大会学術講演論文集, (1998), 21-26.

軸測図法は単なる正投影法としてCG等によるその数理的扱いに今更再考の余地は本質上はありえないが, 特に本来の手作業の

改善はその対話型利用の付加価値もあって基本的重要性がある. 手描きによる同図法による作図のうち, 基準系の実形化転倒, 視角変更用回転等の変換作図作業は被描出対象系と投象系の相対的位置変化につれて悪条件化し易く, 自明の原則論的な手法以外の各種の特定基本作業別の作図促進手段が未整備と言える現状では, 作業能率化の工夫は今後も有用と思われる. その一端として著者らは当該の補助図式を考慮してきたが, 主題の総合的扱いの上では, 実際面や内外の図学書等で同上作業との関連付けの不明確さが未だに感じられる平面幾何の当該図式にも言及を要しよう. 因みに今回は同図法の基本的な別種変換への既報の一, 二の補助図式の応用例として(1)通常の作図法による楕円の共役軸と主軸との間の相互変換を最も簡易な楕円作図法である同心円法の拡張概念と見なされることの平明な図解作図及び, (2)同図法における基本変換である基準系の座標平面の実形化転倒作図が上記悪条件化を生じ易いことについて, その改良試案を示す. (1)の変換については既往の図学書ではその実行手順のみ示され, 証明は記載されていないが, 軸測図法とは不可分であり当該の教材としても有用と思われるため, 同法との具体的関連で図上のみでより簡明かつ直観的に行い得ることを示し, (2)については空間での垂線の作図を例題に用いて単純な幾何的作図への②の補助手段の応用の可能性を示す.

キーワード: 軸測図法, 作図作業能率, 変換, 変換補助図式, 平面図学

- [5] 鈴木広隆, 平手小太郎, 安岡正人, “軸対称等立体角26面体を用いた全方位の離散化: 一方向別に定義された物理量の可視化のための一提案”, 図学研究, 36-1, (2002), 3-9.

本研究では, 全方位に対して定義された物理量を評価し, これを2次元上に表現するために, 新たに軸対称等立体角26面体の提案を行い, この多面体を用いて全方位を離散化する方法について検討を行った. この多面体は, 構成する多角形が導く立体角が全て等しく, また分割された方向の代表方向を可能な限り同一面上に揃えたものである. この多面体の導出方法について説明を行うと共に, 光の流れや可視量の表現などの表現方法に応用し, この分割方法の有効性を示した.

キーワード: 空間幾何学, 全方位, 多面体, 立体角, 分割

- [6] 高田一郎, “n次元空間の回転と直投影について—高次元代数的図法幾何学I—”, 図学研究, 33-1, (1999), 33-43.

本研究では, n次元ユークリッド空間 R^n の立体の, 図形的な認識方法の整理と解析を, 系統的にしかも実用的に行うことを目標にした. R^n の立体を図形的に把握する過程の数理的側面は, R^n の回転(運動)と投影の解析に集約されるが, 今回は特に前者の解析と実用的な表現について述べた. 理論的には, 直交変換の標準形として, n次元空間の回転 σ は $n/2$ 個以下の適当な2次元平面上の回転たちの積で表されることが知られている. これは純数学的に有用かつ無駄のない表現だが, そこに現れる2次元平面上の各回転の軸は, σ に依存し一定しないので, 特に高次元での図

学的な実用性に乏しい。本論文では、回転と投影を一緒に取扱う図学的な立場を踏まえ、「 R^n 回転は $n-1$ 個を越えない固定された軸を持つ 2 次元平面上の回転たちと投影面 (超平面 R^{n-1}) 上の回転との積で表される」という結果と、その具体的な表現を証明付きで得た。

キーワード：高次元図学, n 次元空間の回転, n 次元空間の運動, 合同変換, 直交変換

- [7] 高橋泰一, “平面図形の双対構造の分析 (グラフ多様体の構造表示法の考察)”, 2003 年度大会学術講演論文集, (2003), 43-48.

平面図形のトポロジカルな構成パターンと 1 : 1 で対応する双対構造は, 前報 (2002 大会) で明らかにした 3 次元空間にはる根付きメタグラフ多様体で示される。このメタグラフ多様体の構造を体系的に把握し, あらゆる構造を再構築できれば平面図形構成パターンの体系的な整理が可能となる。メタグラフ多様体は, 3 次元空間にはるグラフ多様体を構造骨格としているが, このグラフ多様体は, 様々な線要素グラフ, 面要素グラフ, 立体要素グラフがそれぞれ点接合, 線接合, 面接合と複雑に組み合わせられて生成される。これらの要素グラフをさらに分解すると, 最小単位である基本グラフが求められる。本論では線要素基本グラフ, 面要素基本グラフ, 立体要素基本グラフの特性について検討し, その種類を明らかにした。特に複雑な立体要素基本グラフの特性については, 7 点までのすべての基本グラフとその特性を明らかにした。また, グラフ多様体は様々な基本グラフが加算接合されたものであるため, それぞれの基本グラフと接合法を記号化することで, グラフ多様体を記号表示し, その構造特性の違いのわかる表示法を明らかにした。グラフ多様体がそれを構成する基本グラフの加算接合履歴を記号表示しうることから, 最小点・線次数の 2 点 1 線の線要素基本グラフから始まるシステマチックなグラフ多様体の数え上げを行い, 6 点までのグラフ多様体のすべての構造を明らかにした。これにより今後, 7 点, 8 点と高次のグラフ多様体の数え上げも可能となることが期待できる。

キーワード：空間幾何学, 双対構造, グラフ多様体, 基本グラフ

- [8] 高橋泰一, “点接合空間を持つ平面図形の双対構造の分析 (メタグラフ多様体の構造表示法の考察)”, 2005 年度大会学術講演論文集, (2005), 163-168.

あらゆる平面図形構成パターンのトポロジカルな性質の違いを把握するためには, 平面図形と 1 : 1 で対応する双対構造を求め, これを体系的に表示することが有効である。平面図形の双対構造としては, 3 次元空間にはる根付きメタグラフ多様体に対応する。グラフ多様体は平面図形上の面, 線, 点を点, 線, 面に双対させて求められる。また, 平面図形上で空間相互が点接合する関係が複雑に変化する場合では, 双対構造上で鎖線による表示法を対応させることで, 新たな疑似平面 (メタ面) を表示できることから, メタグラフ多様体の体系的な表示も可能となってきた。本報は, 具体的なグラフ多様体の実例をもとに, そこに生成可能な点接合関係を示す要素メタ面を体系的に組み合わせてメタグラ

フ多様体を生成させるとともに, 要素メタ面の記号化をもとにメタグラフ多様体の構造表示を試みたものである。実例で用いた 6 点 7 線のグラフ多様体からは, メタグラフ多様体が 120 種類, 平面図形構成パターンが 726 種類の多くを求めることができた。

キーワード：空間幾何学, 双対構造, グラフ多様体, メタ平面

- [9] 田城徹雄, “射影特異点法による曲面立体の隠れ線処理”, 2004 年度大会学術講演論文集, (2004), 135-140.

射影特異点法はコンピュータグラフィックスにおける隠れ線処理の新しい方法であり, 著者の研究により導かれた。この方法は, 射影幾何学における射影特異点の概念を導いたことによって可能になったものである。本論文において, 射影特異点の概念と射影特異点法による隠れ線処理を用例を用いて展開する。まず, 多面体について稜線と頂点の可視係数を定義し射影特異点の概念と射影特異点法による隠れ線処理を展開し, 次いで, 輪環体を取り扱い曲面立体の射影特異点を定義することによって射影特異点法による隠れ線処理を展開する。射影特異点法によって, 隠れ線処理の対象となる線分は容易に特定される。更に, 射影特異点法によって, 三次元空間における曲面立体の隠れ線処理は, 位相平面上の二次元空間におけるベクトル演算に還元される。こうして, 任意の曲面立体の CG 投象図は一般化された射影特異点法によって描くことが出来る。射影特異点法はコンピュータ図学における普遍的な方法であることが示されている。

キーワード：空間幾何学, CG, 隠れ線処理, 射影特異点

- [10] 西原一嘉, 大西道一, 大河内工平, 木下真一, 中村健一郎, “図学的手法を用いた流れの 3 次元画像計測”, 2000 年度大会学術講演論文集, (2000), 35-40.

画像からコンピュータによって対象物体の 3 次元的な形状を再現する手法がコンピュータビジョンであり, 主として射影幾何学的手法が用いられている。しかし, このような射影幾何学的手法では眼前の粒子の幾何学的な位置関係がつかみ難く, また, カメラ位置を決定するための撮影の条件設定等に極めて制約が多い。またコンピュータビジョンを流れ中の粒子に適用したと考えられるのが粒子画像流速測定法 (Particle Image Velocimetry: PIV) では, 時間的に連続な画像間の粒子の対応付けに粒子パターンの相関を利用する 2 値化相関法あるいは粒子間の距離の和を最小とする遺伝的アルゴリズムをはじめとする多数のすぐれた手法の開発が進められている。本論文では画像計測の別の手法として, カメラ位置の決定, 粒子の空間的な対応付けを透視図の逆変換で行い, 粒子の時間的な対応付けを直接的に行う, 図学的手法を用いた流れの計測法を提案する。この方法は流れ中のトレーサ粒子と同時に基準となる正方形を 2 台の高速ビデオカメラにより, 2 方向から写し込み, 先ず, それぞれの正方形の透視画像を手がかりにそれぞれのカメラの方向, 位置の決定を行い, 次に, ある時刻におけるトレーサ粒子の 2 方向の画像の幾何学的関係を基に, 空間的な対応付けと 3 次元座標の算出を行い, 最後に, それぞれの画像の時間的な対応付けにより, 3 次元流れの計測を行うものである。本研究では, 静止物体, 運動物体を用いて, 本手法の有効性

を確認すると共に、小型扇風機周りの流れの計測に適用した例を報告する。

キーワード：空間幾何学，画像処理，粒子画像流速測定法

- [11] 前田修治，“正角丸の新簡易展開法”，図学研究，36-2，(2002)，9-12.

本論文は、角丸のうち、平面図上で4等分した円と正方形がすべて同形で、立面図の上下が平行な角丸の展開法について研究したものである。この形体の展開図の曲線部分を等分し、その一部を円弧とみなせば、展開図の中心点を求めることにより、従来の三角形法に比較すると、容易に作図することができる。本論分では、円弧の描き方と中心点の求め方について述べているが、簡単な数式により、作図の線上に三つの点を求めるだけで展開図を描くことができる。

キーワード：形状処理，展開図，円弧

- [12] 三谷純，鈴木宏正，“集約法による多面体の展開図生成手法”，図学研究，39-4，(2005)，3-9.

本稿では多面体の新しい展開図生成手法を提案する。本手法では、はじめに全ての面を同一平面上に離散的に配置し、これらの面を3次元空間での面の接続情報を元に徐々に集約していくことで展開図を構築する。本稿ではこのような展開手法を「集約法」、従来の手法を「逐次法」と呼ぶこととし、両者の手法によって生成される展開図の比較を行う。また、新しく提案する集約法を用いることで、3次元空間での面の向きを展開図上でも維持することや、左右対称性を維持することが容易となる。これにより、組立て方を把握しやすい展開図の生成を行えることを示す。

キーワード：空間幾何学，多面体，展開図

- [13] 宮崎文成，“正角丸の新しい展開法 第1部 簡易展開法”，図学研究，32-4，(1998)，39-44

図学理論及び板金展開の中で、円管と四角管をつなぐ接続部に

角丸（略称）がある。角丸の中で最も単純なものに、底面が正方形で、上部の円が底面に平行かつ円の中心の平面投影が底面図心と重なる正角丸がある。提案した正角丸の簡易展開法は、(1)理論的な展開曲線の代わりに展開を利用する近似作図法である。三角形法（12分割）に近い展開精度を持っている。(2)精度面が特に要求されていない展開に適用する。(3)板の上で現図作業する場合は、三角形法と比べて、スピードが早いだけでなく、累進誤差と曲線連結の問題がない為、精度も高く処理できる。

キーワード：空間幾何学，展開図

- [14] 宮崎文成，“正角丸の新しい展開方法 第2部 精密展開法及び形状転換方法”，図学研究，34-1，(2000)，23-27.

前報第1部で、正角丸の新しい簡易展開法を提案した。この基本作図方法を利用し、その誤差を修正する精密展開法を報告する。精密展開法は、(1)簡易展開法により生じた展開曲線の長さの誤差と形状誤差を修正する方法である。(2)この作図精度は、12分割の三角形法よりはるかに高く、48分割の三角形法に近い。したがって、精度要求の厳しい展開に適用する。(3)この作図効率は、48分割の三角形法よりはるかに早い。板の上で現図作業する場合は、48分割の三角形法と比べて、累進誤差と曲線連結の問題がない為、作図精度、速さと便利さとも利点がある。

底面正方形の角部にRが付く正角丸がある。このような角丸を底面R付き型正角丸と呼ぶ。この底面R付き型正角丸について、新しい展開法を考案する。(1)底面R付き型正角丸の形は、一般的な正角丸に形状転換することができる。(2)転換後の正角丸に対して、簡易展開法あるいは精密展開法で展開する。そこで、展開精度は、使用する簡易展開法あるいは精密展開法と同じである。(3)転換により、作図スピードが三角形法よりはるかに早くなる。(4)提案した形状転換の方法は、底面R付き型正角丸だけでなく、それ以外の展開作図にも応用できる。また、転換後は、三角形法により展開作図することもできる。

キーワード：展開図，近似作図法

応用幾何学 文献リスト

- [15] 蛭子井博孝，“共点共線定理の円表現”，1998年度大会学術講演論文集，(1998)，27-30.

点と直線は、場合により、無限に小さく、無限に細い、物と考えることがある。つまり、三直線が一点で交わるという共点性を考えるとき、点は概念的に無限に小さいと考える。また、三点が一直線上にあるという共線性も、無限に細い点と線を考える。しかし、図形を作図するとき、点を目で書く場合、コンパスの針の位置決めには、高々0.05mm ぐらいの精度であり、それ以上の精度は望めない。また、定規を使う場合、点と点を結んで線を作るときもそれぐらいの精度である。また、CAD による作図は、交点サーチなどがあり、コンピュータの持つ実数精度の意味で厳密性が増す。そこで、共点性の確からしさも増すことになる。しか

し、それでも極限の実数濃度の点の位置は、確かめようがない。そこで、作図による、例えばパップスやデザルグの定理の共線性やその点と線の間接関係を入れ替えた双対定理の共点性の図は、証明なしには、厳密に成立したとは言えないであろう。そこに、論理的証明に意味がある。では、論理的証明がいいかということそこにもまた限界が見られる。なぜなら、証明すべき作図の命題がユークリッド的命題と取るか非ユークリッド的命題と取るかの認識の違いにより、(たとえば、平行線の公理をどのように用いるかなどにより、)異なるからである。つまり各個人の知識体系の違いにより命題の持つ認識や意味は異なるのである。そこに、定理の作図にしろ、証明にしろ、その表現を味わう意味がでてくる。そんなことを思いつつ、今回は、定理の円表現を味わって頂きたい。それらの若干のCAD による作図表現を行う。

キーワード：応用幾何学，共点，共線，双対，濃度，円表現，

- [16] 大西道一, “日没時の太陽の経時形状変化の図学的解析”, 2004年度大会学術講演論文集, (2004), 147-152.

日没時太陽は上下にひしゃげた疑似楕円形になる。太陽からの光線は水平線に近づくほど上方に大きく曲がる。これを大気差というが、その数値はラドー、ベッセルなどにより研究されている。本論文ではラドーの大気差の実験式を使用して水平線近くの太陽の形状を作図する大気差曲線図を開発し、この線図を使用して太陽が水平線に没するまでの形状の変化を追跡した。また日没時、大気の異常によりダルマ型、 Ω 型などの変形太陽が出現する。このときの大気差曲線がどうなっているかを、変形太陽から大気差曲線を逆に求める方法を開発した。これにより変形太陽の経時変化を追跡でき、よく出現する形状をシミュレートすることができた。古来北欧の伝説にもなっているグリーン・フラッシュの現象もこの大気差曲線図で説明することができた。1992年、バード隊が南極観測基地リトル・アメリカでグリーン・フラッシュを35分間観測したという記録があるがこれを図学的に解明した。この研究のために日没時の連続写真を撮影した。狭い瀬戸内海で対岸の山脈に邪魔されなく太陽が完全に水平線に水没するという写真が得られた。常識で考えられないこの理由を天文航法で用いる視地平距離と視達距離の考え方を瀬戸内海周辺の地形図に適用して図学的に解明した。

キーワード：応用幾何学, 日没, 大気差曲線, 変形太陽, グリーン・フラッシュ, 視達距離

- [17] 高橋泰一, “3 辺面多面体とそれに双対する平面図形構成パターンの数え上げ”, 2006年度大会学術講演論文集, (2006), 79-84.

平面図形構成パターンのうち、最もシンプルな図形はすべての点が3 線交点からなる図形である。このような平面図形は、その点と面を置換した双対構造を求めると、すべての面が3 辺面となる連続する面リーフ又は多面体となる。本報ではこのうちすべての面が3 辺面からなる多面体を対象として、多面体が基本立体グラフの面接合により生成されるという原理を応用し、3 辺面多面体から基本立体グラフを面接合で順次分解することで、その生成構造を明らかにする手法を検討した。本論では検証対象として8 点3 辺面多面体を選び、7 点までの基本立体グラフの中からその面接合条件を満たす基本立体グラフを順次分解し、その構成構造を明らかにした。また接合面の組合せで形状の異なるものはそのすべての組合せ構造を求め、さらに異構造で同形となるものをチェックして、形状の異なるすべての8 点3 辺面多面体を明らかにした。これをもとに双対する平面図形構成パターンを求めることで、すべて3 線交点からなる平面図形も明らかにすることができた。

キーワード：応用幾何学, 8 点3 辺多面体, 3 線交点平面図形, 図形の数え上げ

- [18] 辻合秀一, “速記符号データベースへの試み”, 2005年度大

「国語速記発表110年記念事業速記符号集」(日本速記協会, 1993年9月1日)を日本速記協会の了解の基で、デジタルコンテンツ化を行った。このコンテンツは、28方式の速記者100人の手書き速記符号の画像データである。速記符号分析を考えた上でデータベース化の試みを行う。速記符号データシートは、基になった本を参考にし通し番号、速記者の名前、速記方式、速記符号集の掲載頁、名前のフリ仮名、方式のフリ仮名、備考の項目で作成した。また、各データには、速記符号の画像と訳文を添付した。本研究では、これらのデータをインターネット上に公開することにより速記符号の社会上の認知と分析手法の向上を目指す。

キーワード：応用幾何学, 画像処理, 文字認識, 速記符号

- [19] 西原一嘉, 西原小百合, 安富雅典, 新関雅俊, 大西道一, “一枚の写真からの建物の再現に関する研究”, 2006年度大会学術講演論文集, (2006), 171-174.

F. Hohenberg が指摘しているように建物を二方向から撮った写真があれば、透視図を逆変換することにより建物の三次元形状を再現することができる。しかし、昔の町並みのように一枚の写真しか残されていない場合はこの方法は使えない。これまで、一枚の写真とともに残されている地図を併用することによって建物を再現する方法を検討してきた。具体的には建物の形状をデジタルカメラで撮影し、その画像から図学的手法を用いて (AutoCAD を使用し) 再現するものである。なお、実際の撮影において、隣の建物や木などが邪魔をして建物の地面の位置が隠れてしまうという問題や地図上に基準となる正方形が取れない問題やさらに建物の高さの測定精度がかなり低くなる問題も生じると考えられる。そこで、本研究ではシミュレーションにより、以上の問題点を解決する方法を検討した。

キーワード：透視図, 写真からの立体再現

- [20] 早坂洋史, “アラスカ・シベリアで見た自然の形”, 2003年度大会学術講演論文集, (2003), 71-72.

アラスカやシベリアといえば、氷河やツンドラ、オーロラそれに針葉樹林帯である通称タイガなどが思い浮かぶ。日本でも、高い山に登ると、カール地形や構造土を目にすることができる。本研究では、こうした自然の形をフラクタルの観点から見なおし、考察を加えた。研究分野の関係で、森林火災について、火災分布図などを使って、焼け跡の地形の形状につき考えた。最初に、地球温暖化による影響につき述べ、次に、シベリアの森林火災発生状況、アラスカの森林火災分布図と年度ごとの森林火災の発生件数と焼損面積の推移につき説明を加えた。続いて、フラクタルにつき簡単に解説を加えると共に、森林火災で出現するフラクタルにつき考えた。その結果、火災跡地の形状につき検討した。具体的には、アラスカの森林火災分布図の形状を CAD を利用し、火災跡地の面積と跡地の周囲長の関係を求めた。この結果、フラクタル係数Dは、1.55となった。この値は、過去の文献でのイトスギの群落に対する、1.6に近い値となった。この結果より、火災の跡地の境界線は、焼け止まり線と呼ばれ、川とか湖や、森林限界

や植生の変化する所となることが多いことが知られているが、比較的、面積の大きな焼け跡では、実際には、樹木の群落ごと、つまり燃料の塊で燃えていることを示唆している。この結果から、森林火災の拡大防止策には、植生図上でどのような群落がどのように分布しているかの把握が重要となってくる。今後は、比較的、面積の大きな森林火災に見られフラクタルな面をさらに見つけ出して行くと共に、カオスによる森林火災現象の説明を試みる。

キーワード：応用幾何学，形状処理，画像処理

- [21] 廣尾靖彰，福田幸一，“歯車加工におけるホブの振れと歯形誤差の関係”，2006年度大会学術講演論文集，(2006)，49-52.

ホブによりインポリュート歯形を創成する場合、歯形を創成する作用線付近のみでの切れ刃の運動に着目し、三次元運動の切削機構を投影図で表し、ホブの自身の誤差及び取付け不良が歯形誤差に及ぼす影響を簡易に求める方法を2002年度大会において発表した。その手法を発展させ、ホブの両端面の振れが異なる場合の歯形の予想が可能となった。特に、歯車の左右の歯形が異なる現象について従来はホブの精度の影響やホブの軸方向の動きあるいは伝動機構のバックラッシュの影響などを検討していた。ホブの円周方向の振れの程度によって一方の歯形が正規インポリュートで他方は波打つ歯形になる状態を実験とシミュレーションで明らかにした。

キーワード：応用幾何学，歯車，インポリュート歯形，

- [22] 宮崎興二，“自然界に見る高次元立方体の投影”，2004年度大会学術講演論文集，(2004)，153-156.

3次元空間におけるもっとも基礎的な立体としての3次元立方体を2次元平面上にさまざまに投影すると、与えられた立方体の稜の投影としての線模様を内部に持ったさまざまな多角形が得られ、そうした多角形を組み合わせることによって千変万化の平面パターンが導かれる。同様に、4次元空間におけるもっとも基礎的な立体としての4次元立方体を3次元空間内にさまざまに投影すると、与えられた4次元立方体の側面の投影としての面模様を

内部に持ったさまざまな多面体を得られ、そうした多面体を組み合わせることによって千変万化の立体パターンが導かれる。その立体パターンをさらに2次元平面上へ投影すると、さらに千変万化の平面パターンが得られることになる。5次元以上の高次元空間における場合も同様に、より低い次元の空間への投影を繰り返すことによって3次元空間内での立体パターンや2次元平面上での平面パターンが得られる。本稿では、この立体パターンや平面パターンを、高次元空間における高次元立方体の平行投影ならびに中心投影によってさまざまに導き、それらがそのまま自然界にもしばしば現れることを具体的に示す。その結果として、高次元空間において拡張される図学的重要性を示唆してみたい。

キーワード：応用幾何学，高次元立方体，高次元投影

- [23] 吉田晴行，吉村昌也，“力作業応用を目的とした人間型ロボットの足形状構成”，図学研究，39-2，(2005)，11-18.

近年、人間型ロボットについてハードウェアの基盤技術が構築されたことにより、その普及型プラットフォームを応用分野内作業に適用させる試みが見受けられる。一方、人間型ロボットに関する先行研究では、動歩行、走行、跳躍動作等、移動機能中心の動作制御に重点を置いた議論が数多くなされている。しかしながら、人間型ロボットは2腕2脚を有する作業移動型ロボットと見なすことができるものであり、様々な作業環境下での応用が期待できる。すなわち筆者らは、作業対象のマニピュレーションやハンドリングの中心は両腕であることに注目し、人間型ロボットが有する移動機能のみならず、むしろ作業機能を主体とした機能併用に主眼を置く。上述した観点に基づき本論文では、人間型ロボット特有の脚部機構構成に着目し、両腕先端部のハンドにて過大な発生力を得るための両脚足配置・足形状構成について考察した。具体的には、両脚足底プレートの形状とその配置（ストローク、足首開脚角設定値）が異なる両脚接地状態について、形成される支持多角形を用い、転倒安定性の側面より性能の差異を評価した。その結果、両腕を主体とした人間型ロボットの力作業応用を検討する上で、ストローク・両脚足首開脚角を利用することがロボット本体の性能を改善する一手段となり得ることを明らかにした。

キーワード：応用幾何学，支持多角形状，人間型ロボット