

## グループ紹介

### 岡山大学工学部情報系学科 金谷研究室

金谷健一

岡山大学大学院自然科学研究科産業創成工学専攻計算機科学講座

#### 1. はじめに

私は1979年4月に群馬大学において研究活動を始め、2001年より岡山大学に移った。この32年間に世界のコンピュータビジョン(以下CVと略記)の発展に果たした役割を振り返る。

#### 2. CVの数理的方法

私のCV研究は、それ以前に行っていた連続体(弾性、塑性、流体、粉体、土質)の数理解析を画像に適用したことに始まる。これが注目されて1984~1985年に米国Maryland大学のAzriel Rosenfeldに招聘された。CVは当時の米国の新興分野であり、人工知能(以下AIと略記)の一部として人間の視覚認識をルール化して推論を行うのが主流であった。私のような数理的研究者は少数であり、大きな反発にも遭遇した。曰く、CV研究者は視覚認識システムを作らなければならないのに論文しか作っていない、CVに数学は必要ない、人間の知覚を模倣すべきであり、人間は数学を使って知覚してはいない、等々。

しかし、私はLie群論のCV応用を著書<sup>1)</sup>にまとめ、1990年にSpringer社から出版した。当時、画像の特徴抽出を研究していたMITのMichael BradyがOxford大学に移り、CVの研究室を創設した。これがヨーロッパにおけるCVの本格的な研究の発端である。Bradyは物理学者のAndrew Zissermanを起用したり、米国General MotorsのJoseph Mundyを招聘して、数理的な研究も重視した。私はZissermanやMundyから、出版前の私の著書の原稿がほしいという依頼を受けた。Oxford大学で理論研究を始めるのでその勉強会のテキストに使いたいということである。Zissermanらはこれを出発点としてベルギーやスウェーデンやフランスの数理的研究者を組織して、不変量に関するワークショップを開いた。これがその後のヨーロッパにおけるCVの数理的研究の端緒となった。

1993年に私はCVに射影幾何学の方法論を導入する

著書<sup>2)</sup>をOxford大学出版社から出版した。私の射影幾何学は深いものではなかったが、その後ヨーロッパにおいて絶対コニックによるカメラ校正の理論の導入をはじめとする著しい発展を遂げた。1995年には私は誤差のあるデータからの幾何学的推論における統計的最適化手法に関する著書<sup>3)</sup>をElsevier社から出版した。当時はこのような緻密な解析は見向きもされなかったが、今日の世界のCV研究の中心的課題の一つになっている。

#### 3. 国内における方法論論争

1980年代にCVの主流のAI的方法でAzriel Rosenfeldから高く評価されていた京都大学の松山隆司氏は1996年にCVの数理的方法を批判する論説<sup>4)</sup>を発表した。CVは統合科学であり、東洋思想に通じるころがある、西欧の伝統的な分化細分による数学的解析はとるべきではないとして、私の名前も挙げて批判した。これは国内に大きな波紋を呼んだが、松山氏の主張に同調する者が多かった。国内ではCVの実用化が追求され、松山氏の研究は非常に注目されていた。一方、私の数理的研究が実用に結びつくことはなかった。

しかし、その後ヨーロッパでHartley, Shashua, Zhang, Quan, Triggsらの複素射影幾何学に基づく自己校正法が急速に発展し、CV界を一変させ、その数理的解析は様々な「モノ」として確立した。今日の世界のCV研究の隆盛はMATLABやOpenCVやその他の公開ツールに支えられているといっても過言ではない。これに対する日本人研究者の寄与はあまりなく、主に利用者の立場である。最近はICCV, ECCV, CVPR, ACCVなどのCVの中心的な国際会議では日本人の論文の比率が低下し、中国、韓国の比率が著しく増大している。

#### 4. 研究グループおよび国際連携

群馬大学ではNECから太田直哉氏(現、群馬大学教授)を迎え、共同で種々の最適化手法を開発した。特に「くりこみ法」と命名した手法はYongduck Seo(2002年

金谷研訪問, 現, 韓国 Sogang 大学教授)ら世界中の研究者によって比較, 改良が行われた。また群馬高専の金沢靖氏(現, 豊橋技術科学大学准教授)と共同で「幾何学的 AIC」に基づくモデル選択理論の応用や画像間の対応付けの研究を行った。岡山大学で菅谷保之氏(現, 豊橋技術科学大学准教授)と共同で開発した複数運動物体の分離アルゴリズムはその画像例とともに Rene Vidal が作成した Johns Hopkins 大学のデータベースに収録され, 世界の運動物体の分離研究では必ずこれとの比較実験がされている。また, 菅谷氏と共同開発した画像からの三次元復元のための基礎行列の「EFNS 法」と命名した計算手法も多くの研究者によって比較実験されている。

海外の研究者への波及も多い。私のリー群の不変量の研究は私が 1991 年に 4 か月滞在した英国 Oxford 大学で当時大学院生の Roberto Cipolla (1992 年金谷研訪問, 現, Cambridge 大学教授) が取り入れ, Tom Drummond (現, Cambridge 大学教授) や佐藤淳氏(現, 名古屋工業大学教授) に引き継がれている。同時期に Oxford の大学院生だった Philip Torr (1995 年金谷研訪問, 現, 英国 Oxford Brookes 大学教授) は私のモデル選択理論に関心を持ち, 後に独自のモデル選択理論や統計的推論の研究を進展させている。

私と太田氏が開発したくりこみ法に深い関心を示したのは私が 1945~1946 年に滞在した Maryland 大学で同僚だった Peter Meer (1992 年金谷研訪問, 現, 米国 Rutgers 大学教授) であり, 2000 年にくりこみ法を進展させた「HEIV 法」を発表した。一方, オーストラリア Adelaide 大学の Wojciech Chojnacki (1997 年金谷研訪問) や Michael J. Brooks (1997 年, 1999 年, 2001 年金谷研訪問) も 2000 年に別の形の「FNS 法」を呼ぶ手法を発表した。1998 年に私が 3 か月滞在したフランス国立 INRIA 研究所で当時大学院生の Fredrik Kahl (2002 年金谷研訪問, 現, スウェーデン Lund 大学教授) は私の統計的最適化理論に関心を持ち, 後に大域的最適化手法を精力的に開発している。

共同研究で特筆すべきは 1998 年に金谷研に 3 か月滞在した米国 Carnegie Mellon 大学の大学院生 Daniel Morris (現, Northrop Grumman 社) と 2001 年に連名で発表した画像からの三次元復元の信頼性評価の「ゲージ理論」, および 2010 年に金谷研に 3 ヶ月滞在した米国 Southern Methodist 大学の大学院生 Prasanna Rranngarajan と 2010 年に連名で発表した幾何学的当てはめの「超精度最小二乗法」である。また, 一時期金谷研に滞在し, 現, 在活躍中の研究者に Du Quan Huynh (1999 年 10 か月,

現, Western Australia 大学), Lyndon Hill (2000 年 2 か月, 現, Tiliam Research 社), Niloofar Gheissari (2003 年 2 か月, 現, イラン Isfahan 工科大学), Hanno Ackermann (2004 年より 4 年, 現, ドイツ Hannover 大学) がいる。一時岡山大学で同僚であった剣持雪子氏(現, フランス CNRS) も活躍している。過去に金谷研究室を訪問した外国人研究者は表 1 のとおりである。

表 1 金谷研の訪問外国人研究者

H. Ackermann, L. Agapito, R. Bajcy, P. Bearsdley, J. W. Brandt, M. J. Brooks, J. Canning, J. D. Carlsson, R. Cipolla, P. Chen, W. Chojnacki, L. S. Davis, A. Davison, A. Del Bue, J. Dobias, G. Dowling, D. Fogaras, N. Gheissari, A. Goshtasby, N. Guilbert, L. Hill, V. Hlavac, D. Q. Huynh, Q. Ji, F. Kahl, R. Lenz, H. Malm, P. Meer, D. D. Morris, E. Oja, T. Pajdla, M. Pollefeys, L. Quan, R. J. Radke, P. Rangarajan, H. Samet, Y. Seo, A. Shashua, D. Suter, S. L. Tanimoto, M. Tonko, P. Torr, A. van den Hengel, L. L. Whitcomb, Z. Zhang, X. Zhuang,
--

## 5. 現在の状況

現在は助教の新妻弘崇氏とともに, 従来からの画像からの三次元復元の高度化や関連する最適化手法の開発, 自動車関連会社との共同研究から派生した車載魚眼カメラによる障害物検出やカメラ校正, 医学部との共同研究によるビデオ画像からの人物の動作解析や MR 画像解析, トルコ Istanbul 工科大学との提携による GPS データからの地盤移動解析などを行っている。2013 年 3 月に定年退職により研究室を閉じることになっている。

## 参考文献

- 1) K. Kanatani: "Group-Theoretical Methods in Image Understanding", Springer-Verlag, Berlin, Germany (1990).
- 2) K. Kanatani: "Geometric Computation for Machine Vision", Oxford University Press) Oxford, U.K. (1993).
- 3) K. Kanatani: "Statistical Optimization for Geometric Computation: Theory and Practice", Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands (1996).
- 4) 松山隆司: "AI マップビジョン研究から見た統合アーキテクチャ", 人工知能学会誌, Vol.10, No.6, pp. 888-894, (Nov. 1996).



あなたに けんいち

金谷 健一

1972 年, 東京大学工学部計数工学科卒。1979 年, 同大学院博士課程修了。工博。群馬大学助手, 助教授, 教授を経て, 2001 年より岡山大学大学院自然科学研究科教授。情報処理学会, 電子情報通信学会, IEEE (2002 年フェロー), 各会員。情報処理学会論文賞 (1987), 電気通信普及財団賞 (1999), 船井情報科学振興賞 (2005), 電子情報通信学会論文賞 (2005) 他受賞。