

## 研究成果 (河内明夫)

初期の仕事には、J. W. Alexander の結び目分類で問題提起がなされてから 50 年間未解決であった R. H. Fox 問題として知られる結び目  $8_{17}$  の非可逆性問題の肯定的解決がある。他にも 3 元多様体の 2 次形式の論文、4 次元空間内の曲面の描写の論文（渋谷・鈴木との共著）、自明曲面結び目の定義の研究論文（細川との共著）等がある。クックセミナーを創設した。そのメンバーと協力して出版した日本で初めての結び目理論の集大成である編著「結び目理論」（シュプリンガーフェアラーク東京、1990 年）は、後に英語版“A Survey of Knot Theory”（Birkhäuser, 1996 年）として海外でも出版され、今も、世界中の結び目理論の研究者に影響を与え続けているようだ。位相的イミテーション理論として、3 次元多様体や絡み目の位相の類似性と柔軟性を研究し、この理論により Simon-Wolcott 予想や Reni-Meccia-Zimmerman 予想を肯定的に解決した。3 次元有向閉多様体を特徴づける（しかし計算は難しい）完全位相不変量を研究した（最初の論文単著、田山共著 7 編、田山・B. Burton 共著 1 編）。この考えを発展させて、3 次元有向閉多様体全体が、1 個の滑らかな 1 変数実解析関数として記述され（単著）、また 1 個の滑らかな 1 変数複素解析関数として記述される（田山共著）。トポロジー・結び目理論の科学への応用として、次のような論文がある。“結び目による心理学のこころのモデル”、“プリオンタンパク質のアミロイド  $\beta$  関連の絡まりの構成”（吉田との共著），“紐状の物質（高分子、DNA など）への応用をめざす空間グラフ”、“編み物の複雑度”、“空間弧の結び目確率”。また、すべての 3 次元有向閉多様体が埋め込まれた 4D universe の位相型の分類の論文がある。日本語単項本には、単著「線形代数からホモロジーへ」、「レクチャー結び目理論」、「結び目の理論」や「結び目理論とゲーム」（清水・岸本との共著）がある。結び目理論を応用した清水・岸本との共同開発ゲーム「領域選択ゲーム」（英語名「Region Select」）は Android マーケットで世界同時公開され、2 件の関連特許が登録された。2003 年 4 月から 2008 年 3 月の間、21 世紀 COE プログラム「結び目を焦点とする広角度の数学拠点の形成」の拠点リーダーを務め、これを契機に、大阪市立大学研究所（現大阪公立大学数学研究所）が設立された。小中高等学校生徒達への結び目の数学教育の導入のための大阪教育大学の結び目教育研究グループとの協力により、書籍「Teaching and learning of knot theory in school mathematics」（柳本との共編）を出版し、この教育研究は継続中である。近年は、リボン曲面絡み目を通して、3D オブジェクトを 4D オブジェクトとして解釈することに成功している。それにより曲面絡み目の自明性予想、3D および 4D 滑らかなポアンカレ予想、J. H. C. ホワイトヘッドの非球面予想、群の重みに関するケルヴェール予想、古典リンク上のスライスリボン問題等多少とも相互に関連する問題の解決に成功し、それらに関する一連の論文を出版したが、現在もさらなる関連研究を展開中である。