**クリス・ボーン** (BOURNE, Chris) 准教授 (教養教育院)

**研　究　室** 人文学共用館 419 号室　(内線番号 5181)
**電子メール** cbourne (at) nagoya-u.jp
**ウェブページ** https://sites.google.com/site/khomologyzone/
**所属学会** International Association of Mathematical Physics (IAMP),
日本数学会,
Australian Mathematical Society (AustMS)

## 研究テーマ

- 作用素環論
- 非可換幾何学
- 数理物理学

## 研究テーマの概要

非可換幾何学という分野を専門として研究して，量子力学に基づく応用について考察しています．すなわち，作用素環論，指数理論，K 理論，関数解析学などの枠組みで物理的な現象を分析して厳密な定理を証明しています．

量子力学の数学の基礎はヒルベルト空間と作用素です．作用素環を用いて K 理論，指数理論などの技術を利用して，量子力学の位相的な性質も研究できます．非可換幾何学で作られた性質はトポロジカル相と呼ばれて，ホモトピーや小さい摂動に対して不変なので，物理の模型が多くの面白い特性が得られています．前の研究では対称性を持つ自由フェルミ粒子，スペクトルギャップのある基底状態においてトポロジカル相を考察しました [3, 4, 5].

量子物理では時間逆転といった反線形対称性が大事で，複素ヒルベルト空間だけでなくて，実ヒルベルト空間にも着目することがあります．反線形対称性に合う KO 理論と新たなスペクトル流を定義して，基本的な性質を明らかにしました [1].

現在，より広いところで作用素環，非可換幾何学の応用を研究しています．例えば粗幾何学（非コンパクト距離空間向けの指数理論という分野）を用いて，超伝導物質の基底状態の安定性を考察しました [2]．また量子ウォーク，量子情報への応用について考えています．物理学の応用にかかわらず，指数理論や作用素環論，非可換幾何学なども視野に入れています．

## 主要論文・著書

[1] C. Bourne, A. L. Carey, M. Lesch and A. Rennie. The KO–valued spectral flow for skew-adjoint Fredholm operators. *J. Topol. Anal.*, **14**(2):505–556, 2022.

[2] C. Bourne. Locally equivalent quasifree states and index theory. *J. Phys. A: Math. Theor.*, **55**(10):104004 (38 pages), 2022.

[3] C. Bourne and Y. Ogata. The classification of symmetry protected topological phases of one-dimensional fermion systems. *Forum Math. Sigma*, **9**, Article No. e25 (45 pages), 2021.

[4] C. Bourne and B. Mesland. Index theory and topological phases of aperiodic lattices. *Ann. Henri Poincaré*, **20**(6):1969–2038, 2019.

[5] C. Bourne and A. Rennie. Chern numbers, localisation and the bulk-edge correspondence for continuous models of topological phases. *Math. Phys. Anal. Geom.*, **21**(3):16 (62 pages), 2018.

## 受賞歴

- Journal of Physics A (Mathematical and Theoretical) Best Paper Prize 2020

## 経歴

2015年　オーストラリア国立大学，博士（数学）
2016年　フリードリヒ・アレクサンダー大学　ポスドク
2017年　東北大学 大学院理学研究科・理学部　日本学術振興会外国人特別研究員
2018年　東北大学 材料科学高等研究所　助教
2018年　理化学研究所数理創造プログラム（iTHEMS）共同客員研究員
2023年　名古屋大学 教養教育院　准教授
2023年　名古屋大学 大学院多元数理科学研究科　協力教員

## 学生へのメッセージ

非可換幾何学，作用素環論，物理学への応用を研究しています．作用素環，非可換幾何学では多くの分野の交わりが存在していると言えて，メリットだと考えますが，研究できるように勉強しておくものが広くて，学生にとってちょっと圧倒的かもしれないとわかります．指導者として作用素環論，指数理論，非可換幾何学の入門と自分が好きな研究テーマを見つけるのを支援できればと思います．少人数クラスでは使う若干の教科書を以下の通りです．

[1] J. M. Gracia-Bondía, J. C. Várilly, H. Figueroa – Elements of Noncommutative Geometry
[2] K. Davidson – C*-Algebras by Example
[3] N. E. Wegge-Olsen – K-Theory and C*-Algebras: A Friendly Approach
[4] O. Bratteli, D. Robinson – Operator Algebras and Quantum Statistical Mechanics
[5] D. Bleecker, B. Booß-Bavnbek – Index Theory with Applications to Mathematics and Physics
[6] N. Higson, J. Roe – Analytic $K$-homology