

## 小沢 登高 (OZAWA Narutaka)

### A. 研究概要

2007年度は先ず, Gromov の意味での双曲空間において調和解析の研究をし, 任意の双曲群が弱従順であることを示した. これは, 実階数 1 の Lie 群に対する Cowling-Haagerup の定理 (1989) を拡張するものである. より具体的には, 双曲グラフ  $\Gamma$  上の距離関数  $d$  と, 絶対値が 1 未満の複素数  $z$  に対して, 核  $z^d$  が  $B(\ell_2\Gamma)$  上の Schur multiplier となることを示し, そのノルム評価を得た.

次に, UCLA の S. Popa 教授と共同で, 部分 von Neumann 環 (以下, vN 環) の正規化群の研究を行い, いくつかの重要な結果を得た. 特に, 自由群因子環の従順な部分 vN 環の正規化群が生成する vN 環は再び従順となることを示した. 自由群因子環は従順でない vN 環のなかで最もよく研究されている対象であり, この結果は Voiculescu の定理 (1996) と私の定理 (2004) をまとめて強化するものである. 結果をもう一つ述べる. 離散群の確率空間への作用から接合積により群測度 vN 環を構成できる. 軌道同型な群作用からは同型な vN 環ができることが昔から知られているが, その逆は一般的には成り立たない (Connes-Jones 1982). 我々はその逆が成り立つ初めての例を示した.

Pennsylvania 州立大学の N.P. Brown 准教授と共同で作用素環の教科書を書いた. 作用素環の核型性や完全性, 離散群の従順作用・有限近似などといった, 近年著しい発展を遂げたトピックにおける最新の知見を詰め込んである.

In the academic year 2007, Ozawa first studied harmonic analysis on hyperbolic spaces in the sense of Gromov, and proved weak amenability of hyperbolic groups. This result generalizes the result of Cowling and Haagerup (1989) on Lie groups of real rank one.

Ozawa then worked with S. Popa and obtained several important results about the structure of the normalizer groups of certain types of von Neumann subalgebras. In particular, they proved that if  $A$  is an amenable von Neumann subalgebra of the free group factor  $M$ , then the normalizer group of  $A$  inside  $M$  generates an amenable von Neumann subalge-

bra. The free group factor is the most intensively studied object in non-amenable von Neumann algebras, and this result strengthens well-known theorems of Voiculescu (1994) and of Ozawa (2004). They also exhibited an example of group-measure-space von Neumann algebra which fully remembers the ergodic theoretic information (the orbit equivalence relation) that is used to construct the von Neumann algebra. Finally, Ozawa completed a book with N.P. Brown on operator algebras. The subjects of nuclearity and exactness of  $C^*$ -algebras and amenable actions of discrete groups have seen remarkable progress in recent few years, and these subjects are expected to become a foundation of the future study of operator algebras. The book of Brown and Ozawa is the first text book which gives a comprehensive treatment of these subjects.

### B. 発表論文

1. N. Ozawa: “Solid von Neumann algebras,” *Acta Math.*, **192** (2004) 111–117.
2. N. Ozawa and S. Popa: “Some prime factorization results for type  $II_1$  factors,” *Invent. Math.*, **156** (2004), 223–234.
3. N. Ozawa and M.A. Rieffel: “Hyperbolic group  $C^*$ -algebras and free-product  $C^*$ -algebras as compact quantum metric spaces,” *Canad. J. Math.*, **57** (2005), 1056–1079.
4. N. Ozawa: “A Kurosh type theorem for type  $II_1$  factors,” *Int. Math. Res. Not.* 2006, Art. ID 97560, 21 pp.
5. N. Ozawa: “Boundary amenability of relatively hyperbolic groups,” *Topology Appl.*, **153** (2006), 2624–2630.
6. N. Ozawa: “Weakly exact von Neumann algebras,” *J. Math. Soc. Japan*, **59** (2007), 985–991.
7. N. Ozawa: “Boundaries of reduced free group  $C^*$ -algebras,” *Bull. London Math. Soc.*, **39** (2007), 35–38.

8. N. Ozawa: “Weak amenability of hyperbolic groups,” Groups Geom. Dyn., to appear.
  9. N. Ozawa and S. Popa: “On a class of  $\text{II}_1$  factors with at most one Cartan subalgebra,” Preprint.
  10. N.P. Brown and N. Ozawa: “ $C^*$ -algebras and Finite Dimensional Approximations,” Graduate Studies in Mathematics, 88. American Mathematical Society, 2008. 509 pp.
- C. 口頭発表
1. Recent advances in classification of finite von Neumann algebras.
    - 日本数学会年会 (特別講演), 07 年 3 月.
    - Banach Algebras 2007; Laval (カナダ), 07 年 7 月.
  2. Weak amenability of hyperbolic groups.
    - Operator Spaces, Non-commutative  $L_p$ -spaces and Applications; CIRM (フランス), 07 年 6 月.
    - Banach Spaces and Operator Spaces; 陳省身数学研究所 (中国), 07 年 7 月.
    - Structure of  $C^*$ -Algebras; Fields Institute (カナダ), 07 年 11 月.
  3. On a class of  $\text{II}_1$  factors with at most one Cartan subalgebra.
    - Workshop in Analysis and Probability; Texas A&M University (米国), 07 年 8 月.
    - Operator Spaces and Group Algebras; BIRS (カナダ), 07 年 8 月.
    - New Development of Operator Algebras; 数理解析研究所, 07 年 9 月.
    - Workshop on von Neumann Algebras; Fields Institute (カナダ), 07 年 10 月.
  4. Rigidity in finite von Neumann algebras (5-hour minicourse).
    - Summer School in Operator Algebras; University of Ottawa (カナダ), 07 年 8 月.
- D. 講義
- E. 修士・博士論文
1. (修士) 崎山 理史 (SAKIYAMA Masashi): Gauge-invariant ideal structure of ultragraph  $C^*$ -algebras.
  2. (修士) 見村 万佐人 (MIMURA Masato): A generalization of property (T) of  $SL(n, R)$ .
- F. 対外研究サービス
1. 研究集会「von Neumann Algebras and Ergodic Theory」(UCLA 07 年 3 月) 主催者.
  2. 研究集会「Workshop on von Neumann Algebras」(Fields Institute 07 年 10 月) 主催者.
  3. 論文査読多数.
- G. 受賞
1. ICM 招待講演 (Operator Algebras and Functional Analysis), 2006 年 8 月.
  2. 解析学賞 (日本数学会), 2006 年 9 月.