

所属・資格 情報科学科・教授

申請者氏名 古市 茂

研究課題		作用素不等式とそのエントロピー理論への応用
報告の概要	研究目的 および 研究概要	申請者は近年、「作用素・不等式・エントロピー」をキーワードとして、研究活動を行っている。本研究課題においては、作用素に対して様々な数学的な性質や関係式（特に、不等式）を研究対象とする。それらの結果を利用して、最終的には相対作用素エントロピーおよびその一般化について応用することを目的とした。
	研究の結果	以下、具体的な研究結果について簡単に列挙する。(1)Mond-Pecaric の方法を利用して、作用素 Bellman の逆不等式を加法版および乗法版ともに導出した。(2)凸関数の性質を利用して Hilbert 空間上の作用素と正写像に対して指数関数的作用素不等式を導出し、その結果の応用として作用素の平均に関する大小関係を示した。(3)Jensen の不等式の作用素版を証明し、応用として Ando の不等式の改善を行った。また、作用素に対する Hölder の不等式のよりタイトな上界・下界を与えた。(4)作用素版の Young の不等式の Sharp な定数を示した。その結果、良く知られた Tominaga の不等式の改善を行った。(5)Majorization や Karamata タイプの不等式に関する研究を進めて行き、相対作用素エントロピーの上界・下界の改善を行った。(6)ここ最近の不等式関係の研究成果をまとめた著書を出版した。
	研究の考察・反省	研究成果については予想した通りかあるいはそれ以上の結果であった。特に昨年 1 月末から執筆にとりかかった不等式に関する洋書が 1 年後の今年 2 月に出版するまでには苦労が多かった。また、今年は共著が多く、単著が 1 編のみとなっていることも反省として挙げておく。個人で独自の論文を展開することが望まれる。題材はいくつか眠っているが共同研究の依頼が多くそれに対応しているとなかなか自分だけの研究に取り組む時間が取れない。現在は、和書を単著で執筆中であるが、今年度中の出版は不可能である。来年度中に出版されるよう鋭意進めている。
研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所	研究発表 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	<p>※この欄は、本報告書提出時点で判明している事項についてご記入ください。</p> <p>学会発表 [1] <a href="#">Shigeru Furuichi</a> and hamid Reza Moradi, Generalization and improvements of numerical radius inequalities, The Fifteenth Workshop on Numerical Ranges and Numerical Radii, 2019 年 6 月 23 日, Toyo University, Kawagoe, Saitama, Japan. [2] <a href="#">Shigeru Furuichi</a> and Mustapha Raissouli, Inequalities for operator means and operator entropies of convex functional, IWOTA2019, 2019 年 7 月 23 日, Lisbon, Portugal. [3] <a href="#">Shigeru Furuichi</a> and Mustapha Raissouli, Inequalities on Heinz and Heron functional means, NACA-ICOTA2019, 2019 年 8 月 27 日, 公立はこだて未来大学, Hakodate, Japan. [4] <a href="#">Shigeru Furuichi</a> and Venus Kaleibary, 作用素 Aczél 不等式の逆不等式について, 日本数学会 2019 年度秋季総合分科会, 2019 年 9 月 19 日, 金沢大学, 石川県金沢市. [5] <a href="#">Shigeru Furuichi</a> and Hamid Reza Moradi, On p-majorizations and inequalities for entropies, The 42nd Symposium on information theory and its applications, 2019 年 11 月 27 日, 霧島国際ホテル, 鹿児島県霧島市. [6] <a href="#">Shigeru Furuichi</a>, 平均に関連した不等式について, 第 64 回関東作用素論セミナー, 東洋大学白山キャンパス, 2020 年 1 月 11 日, 東京都文京区.</p> <p>論文 [1] Hamid Reza Moradi, <a href="#">Shigeru Furuichi</a>, Flavia-Corina Mitroi-Symeonidis, Razieh Naseri, <i>An extension of Jensen's operator inequality and its application to Young inequality</i>, Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas, Vol.113, No.2, pp.605-614, 2019 年 4 月 1 日. [2] <a href="#">Shigeru Furuichi</a>, Hamid Reza Moradi and Mohammad Sababheh, <i>New sharp inequalities for operator means</i>, Linear and Multilinear Algebra, Vol.67, No.8, pp.1567-1578, 2019 年 6 月 19 日. [3] <a href="#">Shigeru Furuichi</a> and Nicsor Minculete, <i>Inequalities related to some types of entropies and divergences</i>, Physica A,</p>

Vol.532, 121907, pp.1-17, 2019年7月2日.

[4] Shigeru Furuichi, Hamid Reza Moradi and Akram Zardadi, *Some new Karamata type inequalities and their applications to some entropies*, Reports on Mathematical Physics, Vol.84, No.2, pp.201-214, 2019年9月11日.

[5] Mohammad Sababheh, Hamid Reza Moradi and Shigeru Furuichi, *Integrals refining Convex Inequalities*, Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society, Online published in 10.1007/s40840-019-00839-0, 2019年9月24日.

[6] Shigeru Furuichi, *Note on constants appearing in refined Young inequalities*, Journal of Inequalities and Special Functions, Vol.10, No.3, pp.1-8, 2019年10月1日.

[7] Mohammad Sababheh, Hamid Reza Moradi and Shigeru Furuichi, *Operator inequalities via geometric convexity*, Mathematical Inequalities and Applications, Vol.22, No.4, pp.1215-1231, 2019年11月20日.

[8] Flavia Corina Mitroi-Symeonidis, Ion Anghel and Shigeru Furuichi, *Encoding for the calculation of the permutation hypoentropy and their applications on full-scale compartment fire data*, Acta Technica Napocensis - Series: Applied mathematics, mechanics, and engineering, Vol.62, No.4, pp.607-616, 2019年12月8日.

[9] Shigeru Furuichi and Hamid Reza Moradi, *Some remarks on Tsallis relative operator entropy*, Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas, Online published in 10.1007/s13398-020-00803-9, 2020年1月20日.

著書

Shigeru Furuichi and Hamid Reza Moradi, *Advances in Mathematical Inequalities*, De Gruyter, 259 pages, ISBN 978-3110643435 2020年2月10日.

編著者

Sarfraz Nawaz Malik et. al, Shigeru Furuichi Ed., *Inequalities*, MDPI AG, 204 pages, ISBN 978-3-03928-062-9, 2020年1月16日.