

これまでの研究結果

濱本直樹
email: g00glyoe@gmail.com

Hardy 型不等式や不確定性原理不等式を含む関数不等式の最良性を制約条件付きベクトル場に対して調べる研究を行ってきた。1次元スカラー場に対し G. H. Hardy によって発見された Hardy 不等式は、J. Leray の Navier-Stokes 方程式論において高次元の制約条件無しのベクトル場に対して拡張された。今日、その不等式は様々な方面に応用されている。特に興味深いのは、関数不等式のテストベクトル場に渦無しもしくはソレノイダル条件を課した場合に最良定数かもとの定数からどのように変更されるのか、という問題である。この問題は最初は Costin-Maz'ya が 2007 年に提起し、彼らは軸対称ソレノイダル場に対する Hardy 不等式の新しい最良定数を導出した。彼らの結果を鑑みて、私はその最良定数の導出で軸対称性条件を除くことを試み始めた。このような状況を巡って、これまでに以下のような結果が得られた。

ソレノイダル場に対する最良 Hardy-Leray 不等式

3次元ソレノイダル場については、テストベクトル場の方位角成分のみに軸対称性を課すだけで Costin-Maz'ya と同じ最良定数が得られることを高橋太教授との共同研究 [3] で確かめた。さらに、この結果を論文 [3] と [11] では対称性を全く仮定せずに一般次元のソレノイダルにまで拡張し、論文 [4] では重み指数を含む最良定数の表示を簡素化した。

ソレノイダル場に対する Rellich-Leray 不等式

Hardy 不等式の 2 階版として、論文 [2] では軸対称ソレノイダル場に対する重み付き Rellich 不等式の最良定数を軸対称ベクトル場の厳密な特徴付けを与えることによって導出した。さらに、この結果は論文 [5] において一般のソレノイダル場に対して拡張され、最良定数の達成不可能性も示された。

ソレノイダル場に対する最良 Hardy-Leray および Rellich-Leray 不等式

Costin-Maz'ya の 2 次元の結果を受けて、高橋太教授との共同研究 [8] では高次元渦無し場に対する重み付き Hardy 及び Rellich 不等式の最良定数を導出した。又、共著論文 [9] では先行論文で導出された最良定数の達成不可能性を補正項の評価によって証明した。臨界の場合については、2次元渦無し場に対する対数型重み付き Hardy 不等式の最良定数が制約条件無しの場合の最良定数に一致することを論文 [7] で確かめた。

ソレノイダル場に対する不確定性原理不等式

スカラー場に対する Heisenberg の不確定性原理はその最良定数とともに良く知られている。論文 [10] ではソレノイダル場に対する同不等式の最良定数を導出し、それが達成可能であることを示した。