



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on Kerr/Fluid Duality and Singularity of Solutions to the Fluid Equation [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	藤澤, 逸平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12424号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63258
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Ippei_Fujisawa_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 藤 澤 逸 平

審査担当者	主 査	准教授	中 山 隆 一
	副 査	教 授	鈴 木 久 男
	副 査	教 授	小 林 達 夫
	副 査	特任教授	羽 部 朝 男
	副 査	講 師	末 廣 一 彦

学 位 論 文 題 名

Study on Kerr/Fluid Duality and Singularity of Solutions to the Fluid Equation
(カー解と流体の双対性および流体方程式における解の特異点に関する研究)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

近年、重力理論とゲージ場の理論の双対性に関する研究が盛んに行われている。これは、反ドジッター時空の重力理論と無限遠にある境界上の場の理論が等価であるという仮説であり、さらにこの双対性から期待される同種の同等性として重力流体対応がある。この重力流体対応は、非圧縮性流体のナビエストークス方程式の解に対してアインシュタイン方程式の解が存在し、重力理論と流体力学とが等価であることを主張するものである。具体的には準古典的な重力理論のブラックホール解のまわりの揺ぎの計量を速度場 $\mathbf{v}$ と圧力 $\mathbf{p}$ で表し、アインシュタイン方程式を満たすようにしたとき、 $\mathbf{v}$ と $\mathbf{p}$ とが流体方程式を満たすようにできる例がいくつか知られている。重力流体対応を研究することにより、非圧縮性粘性流体を重力理論の見方で理解することが可能になり、また、その逆も可能になると考えられている。これまで、流体が存在する空間が平坦な場合について盛んに研究が行われてきた。これは宇宙項が負の定数で、ブラックホールの地平面が平坦な場合に対応する。一方、宇宙項がゼロで、ブラックホールの地平面が曲がった場合の対応関係は、単純なシュバルツシルトブラックホールの場合しか知られていない。この場合、球面上の流体と重力が同等となる。

本論文は、この重力理論と流体の理論の間の双対性の新しい成立例を見出すため、回転するブラックホールであるカー解と流体との関係を、カー解の **near near horizon extreme** 極限において研究したものである。本研究の結果、カー解のまわりの摂動と流体の間の双対関係が成り立つこと、さらにカー解に双対な流体の方程式が、2次元球面上の非圧縮性ナビエストークス方程式にいくつかの付加項を加えたものになることが示された。本研究の成果は、重力と流体の双対性が、シュバルツシルトブラックホールのような静的な場合に限らず、回転しているブラックホールの場合にも成り立つことを示したことである。回転しているブラックホールは回転しない場合に比べ、より高いエネルギーをもつため、重力流体対応を使って流体の散逸現象を解析するために、より適していると考えられる。

本学位論文のもう1つの成果は、球面上の流体方程式の解の滑らかさについて具体的な結果を得たことである。流体方程式は、方程式が非線形であるため、曲がった空間における流体方程式の解がどのような条件のもとで滑らかであるか、これまでわかっていなかった。本研究では、流体速度の初期条件が例え滑らかであっても、初期条件の選び方によっては球面上の流体方程式の解に特異性が現れることを示した。これは従来の重力流体対応では知られていない、流体方程式の解の新しい性質を指摘したものである。

これを要するに、著者は、宇宙項がゼロで回転するブラックホールの重力理論と球面上の非圧縮性粘性流体の間の双対性について具体的対応関係を見出し、さらに流体方程式の解の特異性に関して新しい知見を得たものであり、重力流体対応の分野に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。