

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		圧縮性粘性流体方程式を用いた血流の数学解析			
研究テーマ (欧文) AZ		The mathematical analysis of blood flow by the compressible viscous fluid equations			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)ムラタ	名)ミホ	研究期間 B	2016 ~ 2017 年
	漢字 CB	村田	美帆	報告年度 YR	2017 年
	ローマ字 CZ	Murata	Miho	研究機関名	神奈川大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		神奈川大学 工学部・特別助教			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>動脈硬化や動脈瘤のような動脈の病気の解明や血管の手術には血液の流れを考察する必要があるが、生体現象であるため直接的な実験や観測が困難である。そのため理論的な解析が必要であるが、数学的な研究成果は少ない。</p> <p>本研究の目的は、血液の流れを数学的に考察することである。特に、大動脈瘤のように血管壁に大きな圧力がかかる場合の血流について扱うために、血液を圧縮性流体として解析を行った。また、血液の主な構成要素は赤血球であるため、血流を解析するために赤血球の運動を考察することは重要であるとされている。本来は赤血球の変形を考慮すべきであるが、解析の第一歩として赤血球を剛体とし流体との相互作用を考察した。</p> <p>数学的に定式化すれば、流体の占める領域は時間によって変化する外部領域、境界条件は非斉次境界条件となる。この問題を流体と剛体の連成問題と呼び、自明解の近傍で 2 次元において、簡単のため剛体を円盤とし時間大域的適切性を得ることを目標とした。</p> <p>まず非圧縮性流体の場合に任意の初期値に対する時間大域的適切性を示した、T.Takahashi-M.Tucsnak(2004)を参考に任意の初期値に対し考察を行った。実際、流速を未知関数とした運動量保存の方程式と剛体の運動を表す方程式の連立方程式については、半群理論により解を構成することできた。しかし、密度を未知関数とした輸送方程式を解く際、正則性の損失が生じ、アприオリ評価で解を構成するのは困難であると分かった。</p> <p>そこで境界条件を拡張することで連成問題を 2 次元全空間上の問題として捉え、圧縮性 Navier-Stokes 方程式に対し 2 次元全空間上で時間大域的適切性の結果を得た Zhen Luo(2013)の手法を参考に研究を継続中である。</p>					
キーワード FA	圧縮性粘性流体	Navier-Stokes 方程式	流体と剛体の連成問題	時間大域的適切性	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要 <sup>EZ</sup>

It's necessary to consider a blood flow in a sick explication and an operation of a blood vessel like arteriosclerosis and aneurysm, but experiment and observation are difficult because it's a living body phenomenon. Therefore a theoretical analysis is necessary, but there are few mathematical results.

The purpose of this research is to consider the blood flow mathematically. Particularly, in order to treat a blood flow when a blood vessel wall gets the big pressure like big aneurysm, we analyzed compressible fluid flow. It's important to consider movement of an erythrocyte to analyze blood flow because a main component of blood is an erythrocyte. Transformation of an erythrocyte should be considered, but the erythrocyte was made a rigid body as the first step of an analysis and we considered the interaction with the fluid.

Our goal is the global well-posedness for the fluid-rigid body interaction problem in two-dimension provided that the rigid body is a disk. First of all, we applied the method by T. Takahashi-M. Tucsnak in 2004. We obtained a solution for the coupling equations describing conservation of momentum and moving of the disk by the semigroup theory. But it was difficult to solve the transport equation because of regularity loss.

Therefore we apply the method by Zhen Luo in 2013 for the Cauchy problem which expands the boundary condition.