

Title	Investigation on heat, mass and momentum transport in turbulent swirling flows
Author(s)	平井, 秀一郎
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37407">https://hdl.handle.net/11094/37407</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・（本籍）	ひら 平	い 井	しゅういちろう 秀一郎
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 2 9 6	号
学位授与の日付	平成 2 年 8 月 3 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	Investigation on heat, mass and momentum transport in turbulent swirling flows (旋回乱流における熱、物質および運動量の輸送現象に関する 研究)		
論文審査委員	(主査) 教授	高城 敏美	
	教授	水谷 幸夫	教授 三宅 裕

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、燃焼器で有用される旋回乱流を対象として、旋回流れが熱、物質および運動量の乱流輸送を抑制したり、逆に、促進したりする現象の生じる原因と機構を明らかにし、予測手法を確立することを目的として、実験および数値解析の両面から基礎的に研究を行ったものをまとめたもので、10章から成っている。

第1章は序論で、本研究の背景ならびに関連する従来の研究について概説し、本論文の目的と意義を述べている。

第2章では、本研究の数値解析で用いた基礎式ならびに乱流の応力(flux)輸送方程式 およびそのモデル化について述べている。

第3章では、自軸回りに回転する円管内旋回乱流について数値解析を行い、旋回により運動量の乱流輸送が抑制され層流化する現象が予測できることを示している。また、その現象は運動量乱流流束の輸送方程式中の旋回流速を含む生成項が乱流輸送を抑制する効果をもつためであることを明らかにしている。

第4章では、自軸回りに回転する円管内旋回乱流場で生じる熱伝達低下現象を対象にして数値解析を行い、熱の乱流輸送が旋回により抑制されることを予測し、その原因と機構を明解にしている。

第5章では、内円筒の回転する同軸の2重円管内乱流場について実験を行い、熱および運動量の乱流輸送が旋回により増加することを示すとともに、LDVを用いた流動および運動量輸送について詳細な測定を系統的に行い、これを基に乱流流束の輸送方程式の生成項を実測値から評価することにより旋回流れと乱流流束の相互関連を明確にし、旋回流れが乱流輸送を増加させる機構を明らかにしている。

第6章では、第5章の流れ場を対象にして数値解析を行い、乱流輸送の促進現象の生じる機構を提示している。

第7章では、静止円管内旋回流場における流動と混合について数値解析を行い、旋回流場の特徴的な流動特性や旋回による混合の遅延現象を予測できることを示している。また、その現象は乱流流束の輸送方程式中の旋回により生じる生成項が運動量および物質の勾配拡散を抑制する効果により生じていることを明らかにしている。

第8章では、密度の不均質を伴う静止円管内旋回流混合特性について数値解析を行い、密度の変動と旋回により生じる圧力勾配が干渉する効果が重要であることを明らかにしている。

第9章では、第3章から第8章までを総合するとともに、旋回流れが乱流輸送におよぼす影響について流れ場の様式に依存しない統一的な原理と条件を導出している。

第10章では、本研究で得られた結論をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、燃焼器等で有用な旋回流を対象として、旋回流れが熱、物質および運動量の乱流輸送を抑制したり、逆に促進したりする現象の生じる原因と機構を明らかにし、さらにそれらの現象を数値予測するための手法を確立している。主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 旋回流場において、旋回により運動量および熱の乱流輸送が抑制され、流れが層流化する現象および熱伝達の低下現象が乱流輸送方程式を用いて予測できることを示し、またそれらの現象は運動量および熱の乱流輸送方程式中の旋回流速を含む生成項が乱流輸送を抑制する効果をもつためであることを明らかにしている。
- (2) 内円筒を回転させて誘起した旋回流場においては、熱および運動量の乱流輸送が旋回により増加することを実験により明らかにし、また運動量輸送についての系統的な測定に基づき、旋回流れと運動量および熱の乱流輸送の相互関連を明確にしている。さらに実験と乱流輸送方程式を用いた解析により、旋回流れが乱流輸送を促進させる機構を明らかにしている。
- (3) 旋回流場における物質混合の遅延現象は、物質の乱流輸送方程式により予測できることを示し、旋回流れにより物質の勾配拡散を抑制する現象が生じる機構を明確にしている。
- (4) 密度の不均質を伴う旋回流においては、密度の変動と旋回により生じる圧力勾配が干渉する効果が乱流混合に大きな影響をおよぼすことを指摘し、その効果を含めた数値予測手法を提示している。
- (5) 旋回流れが乱流輸送におよぼす影響について、旋回流れ場の様式に依存しない統一的な原理と条件を導出している。

以上のように、本論文は旋回流における熱、物質および運動量の輸送現象に関する多くの有用な知見を与えており、熱・流体工学および輸送現象学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。