



Title	内球回転2球流れのテイラー・ゲルトラ渦流におけるかく乱の基本周波数と波動変調
Author(s)	土田, 陽一
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/58
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	つち 土	だ 田	よう 陽	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8 3 4 2	号	
学位授与の日付	昭和 63 年 9 月 26 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	内球回転 2 球流れのテイラー・ゲルトラ渦流におけるかく乱の基本 周波数と波動変調			
論文審査委員	(主査)			
	教 授	三宅	裕	
	(副査)			
	教 授	高城 敏美	教 授	水谷 幸夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は内円筒回転同心 2 円筒間すきま内流れと同様な遠心力形不安定現象を示す内球回転同心 2 球間すきま内流れにおいて、すきま比 β が 0.4 より小さく、テイラー渦に類似したテイラー・ゲルトラ (T. G.) 渦が赤道付近に発生する場合について、かく乱の基本周波数とカオスの進行ならびに進行波動と変調波動を、流れの可視化およびレーザ散乱光測定と速度測定によって詳しく調べたものである。

第 1 章は緒論で、本研究の背景と関連した従来の研究について概説し、本研究の目的と意義を明確にしている。

第 2 章では、 $\beta = 0.1$ の場合について、その準静的スペクトル進化形乱流遷移におけるかく乱の基本周波数とカオスの進行を明らかにしている。すなわち、スパイラル T. G. 渦、進行波動、せん断波動を表す 3 種の基本周波数が出現するだけでカオスが発生し、回転 2 円筒間流れの場合と同様、Ruelle-Takens のカオス発生シナリオに従うことを見出している。

第 3 章では、さらに $\beta = 0.06$ の場合について、かく乱の基本周波数はカオスの進行を明らかにしている。そして $\beta = 1.14$ と 1.006 の場合のかく乱の基本周波数およびカオスの進行と比較することにより、かく乱とカオスがすきま比によってどのように相違するかについて考察し、かく乱の基本周波数の変遷とカオスの進行状況は、すきま比によって著しく相違することを示している。

第 4 章では、 $\beta = 0.138$ の場合について、流れの非一意性を利用することにより得られる進行波動と波動変調の特性を明らかにしている。そして回転 2 円筒間流れのテイラー渦に生じる進行波動および波動変調との相違点を明らかにすることにより、極付近のエクマン境界層流れが、赤道付近の T. G. 渦に生じる進行波動と変調波動にどのような影響を及ぼすのかについて考察し、変調波動の振幅変調と周

波数変調の位相差および特性周波数間の関係式などを示して回転2円筒間流れの場合との相違が著しいことを明らかにしている。

第5章では、本論文で得られた結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

内球回転2球間流れは、球面軸受など工業上の重要な流れで、その流れの機構の解明が待たれるところである。またこの流れは基礎流れとしても内円筒回転2円筒間流れと同様スペクトル進化形乱流遷移を示す典型例である。このため乱流遷移機構およびカオス発生シナリオの解明を目的とする研究において特に注目を集めているが、回転2円筒間流れに比べてその知見が極めて少ない。

本論文は、テイラー・ゲルトラ (T. G.) 渦が発生するすきま比 $\beta < 0.4$ の場合について、かく乱の基本周波数とカオスの進行ならびに進行波動と波動変調を明らかにすることによって層流から乱流への遷移における流れの機構を解明し、さらに回転2円筒間流れの場合との相違およびすきま比による相違について考察したもので、以下の主要な成果を得ている。

- (1) $\beta = 0.14$ の場合のかく乱の基本周波数には、回転2円筒間流れと共通な進行波動を表すものに加え、エクマン境界層流れが存在するため、スパイラル T. G. 渦およびせん断波動を表すものがあることを明らかにしている。
- (2) カオスの進行を相関減衰量と雑然度で定量的に示し、カオスの発生が回転2円筒間流れの場合と同様、Ruelle-Takens のシナリオに従うことを明らかにしている。
- (3) かく乱の基本周波数のすきま比による相違として、 $\beta = 1.006$ の場合は高レイノルズ数まで基本周波数が得られているのに対し、 $\beta = 0.06$ と 0.14 では速度変動の消滅やランダム化のため、より低いレイノルズ数でそれが得られなくなることを見出ししている。
- (4) カオスの進行のすきま比による相違として、 $\beta = 1.006$ の場合は高レイノルズ数まで完全なカオス状態が得られないのに対し、 $\beta = 0.06$ ではより低いレイノルズ数でそれが得られるが、その後カオスの減少が見られること、一方 $\beta = 0.14$ ではそれが得られる前に一時的な速度変動の消滅が見られることを見出ししている。
- (5) 回転2円筒間流れの波動変調では、振幅の大きなS字波ほどその波長が小さいのに対し、回転2球間流れの場合はエクマン境界層流れが存在するため、振幅の大きなS字波ほどその波長が大きいことを明らかにしている。

以上のように、本論文は回転2球間流れの乱流遷移に関して多くの新しい知見を与えており、工業上ならびに流体力学上貢献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。