



Title	単視点粒子画像を用いた三次元非定常流場計測法の開発に関する研究
Author(s)	平工, 良三
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42098">https://hdl.handle.net/11094/42098</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名 平 工 良 三

博士の専攻分野の名称 博士(工学)

学位記番号 第 15487 号

学位授与年月日 平成12年3月24日

学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科地球総合工学専攻

学位論文名 単視点粒子画像を用いた三次元非定常流場計測法の開発に関する研究

論文審査委員 (主査)  
教授 鈴木 敏夫(副査)  
教授 山口 克人 助教授 戸田 保幸 助教授 加賀 昭和

## 論文内容の要旨

本論文は、流体に混入した粒子の可視化画像から、流速を計測する PIV (Particle Image Velocimetry) について、実用的な計測手法の開発を目的におこなった研究成果をまとめている。本論文の主題は、単視点画像による三次元流速測定法の開発であり、そのアルゴリズムに至る過程で、2 種の実用的二次元流速測定法の開発を行っている。したがって本論文は 3 種の計測法について述べている。

第 1 章では、流れの可視化を原点とする PIV の研究背景と、現在までに報告されている代表的な研究成果を述べ、第 2 章から第 4 章に述べる手法の位置付けを明確にした。

第 2 章では、1 枚の高密度流跡線画像から個々の流跡線を分離することなく、画像の輝度勾配ベクトルを用い比較的簡単に面内のトレーサ移動方向と移動距離を求める手法を示している。本手法は、高い測定精度を期待できないが、画像の取得が簡単であるという最大の長所を有しており、実用的計測法という観点では極めて有効であると述べている。

第 3 章では、第 4 章で述べる三次元流速計測手法への拡張を可能とするため、高速度ビデオカメラを導入し、それにより得られる最大 4500 枚の時系列画像から、二次元流速を求めるアルゴリズムを示している。多くの画像を用いて流速を求めることは、計測の信頼性を向上させる反面、一般的には指数関数的に解析負荷が高まる。本章では、時系列二次元画像である輝度分布データ  $(x, y, t)$  を、 $(x, t)$ 、 $(y, t)$  の二次元平面に投影し、第 2 章の手法にて解析することにより、簡潔に二次元流速を求めることができることを示している。

第 4 章では、本論文の主題である、単視点画像から三次元流速分布の計測をおこなう手法を示している。一般的に三次元情報を取得するためには複数のカメラを必要とするが、本章では、一台のカメラによりある断面内の三次元情報を捕える手法について述べている。一方向の視野から三次元情報を捕える手段として、シート状光源に空間フィルタの考え方を組み合わせ、高速度ビデオカメラで測定する手法を提案し、得られた時系列画像データより、第 3 章の手法と高速フーリエ変換 (FFT) を組み合わせることで、三次元流速が測定できることを示している。

第 5 章では、以上のまとめを行い、今後の展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、実用的な三次元流速計測法の開発を目的とし、流体に混入した粒子の可視化画像から流速を計測する PIV (Particle Image Velocimetry) について、従来から多用されている二次元流速計測法から三次元流速計測法への拡張をおこなっている。1 台のカメラを用いる単視点画像では二次元計測が一般的であるが、三次元流速測定法の開発に至る過程で、2 種の実用的二次元流速測定法の開発を行っている。得られた結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 1 枚の高密度流跡線画像から個々の流跡線を分離することなく、画像の輝度勾配ベクトルを用い比較的簡単に面内のトレーサ移動方向と移動距離を求める手法を示している。この手法は、高い測定精度を期待できないが、画像の取得が簡単であるという最大の長所を有しており、実用的計測法という観点では極めて有効な方法である。
- (2) 計測の信頼性を向上させるためには多くの画像を用いて流速を求めることが有用であるが、一般的には指数関数的に解析負荷を高める。時系列二次元画像である輝度分布データ  $(x, y, t)$  を、 $(x, t)$ 、 $(y, t)$  の二次元平面に投影し解析する方法(疑似流跡線法)は解析効率を大幅に向上させ、簡潔に二次元流速を求めることができることを示している。この手法を用いて高速度ビデオカメラにより得られる最大4500枚の時系列画像から、ゆらぎを伴う二次元非定常流速を求め得ることを示し、熱膜流速計による測定結果と比較しその有用性を確認している。
- (3) 一般に三次元情報を取得するためには複数のカメラを必要とするが、複数のシート状光源による空間フィルタと、高速度ビデオカメラの組み合わせで得られる、単視点粒子画像によるある断面内の三次元流速が測定できることを示している。
- (4) 単視点粒子画像よりある断面内の三次元流速を測定する単視点 3 DPIV 法は、観測視線方向の速度成分を 2 種類の解析結果より求めることが出来、その結果を比較することにより過誤ベクトルを除去できるなど、自己診断により精度の高い計測が出来るシステムであることを示している。
- (5) 単視点 3 DPIV 法によりデルタ翼周りの流場を計測し、五孔ピトー管による計測結果と比較することにより、一方向の視点情報からある断面内の三次元速度情報を精度良く得ることが出来ることを示している。

以上のように、本論文はある断面内の三次元流速ベクトル分布を求める手法の開発についてまとめたものであり、一般的に観測条件の厳しい複雑形状模型周り流れの非定常流速分布計測において汎用的に使用できる有用な三次元流速計測法が開発されたことを示すものである。この成果は非定常性の強い自然界を模擬する模型周りの流れの三次元流速計測技術を発展させる一つの試みとして意義があり、地球総合工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。