

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：14303

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25820042

研究課題名(和文)ステレオインラインホログラフィ法を用いた固体粒子が渦核に与える影響の観察

研究課題名(英文) Observation of Influence of a solid particle on vortex core by using stereo in line holography

研究代表者

田中 洋介 (Tanaka, Yohsuke)

京都工芸繊維大学・機械工学系・助教

研究者番号：80509521

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：インラインホログラフィは再生粒子像の奥行き位置精度が低い問題があった。そこで、2組のインラインホログラフィを直交させることで問題を解決した。その結果、3次元速度場を得ることができ、固体粒子が渦核に与える影響を観測可能になった。さらに、インラインホログラフィがもつ双画像問題についても、新たに開発した位相回復法を用いて解決できる可能性を示せた。

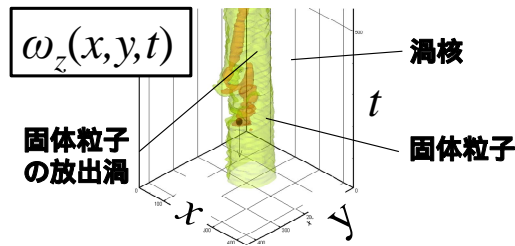
研究成果の概要(英文)：In line holography has a problem on low accuracy in the depth direction. We resolved this problem by using two sets of in line holography. As a result, we can observe the influence of a solid particle on vortex core by using the stereo in line holography. Additionally, we proposed the novel phase retrieval method for resolving twin image problem.

研究分野：流体工学

キーワード：ホログラフィ 3次元速度場計測 固液混相流

1. 研究開始当初の背景

乱流と固体粒子群の相互作用の解明は、環境問題の1つである花粉や汚染物質の飛散の理解に直結し、工業的には湿式分級の高精度化につながる。図は、相互作用の素過程であるBurgers渦の渦核と単一固体粒子の相互作用の計測結果である。



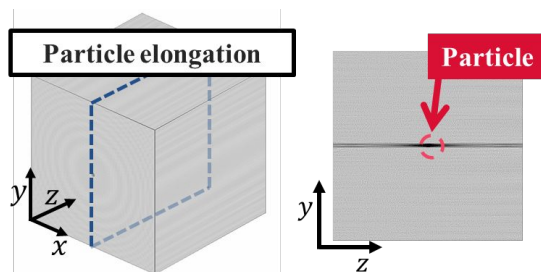
しかし、2次元渦度場 ω_z を縦軸に時間に対して積層しているため、残念ながら3次元渦度場ではない。残りの x, y 回転軸が観測ができていないため、相互作用の全貌は未だ不明である。よって、ステレオインラインホログラフィ法を用いた3次元速度場計測法の観測が必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「ステレオインラインホログラフィ法を用いた固体粒子が渦核に与える影響の観測」である。従来の低い奥行き位置精度に制限されるインラインホログラフィに対して、高い奥行き位置精度が可能なステレオインラインホログラフィ法を用いて、次の2項目を実施する：1. ステレオインラインホログラフィ法による3次元速度場計測システムの構築、2. 固体粒子が渦核に与える影響の観測。これらの実施により固体粒子と渦核の相互作用が3次元渦度場によって観測可能とする。

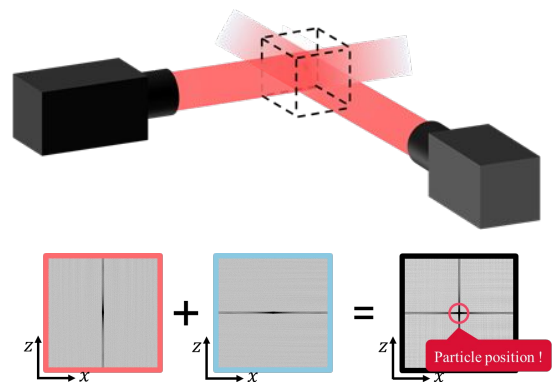
3. 研究の方法

従来のインラインホログラフィ法では、速度計測に用いるトレーサー粒子の再生像が奥行き方向に伸びる弱点がある。下図のように直径 $50\mu\text{m}$ の粒子を再生すると200倍伸びた再生像になる。

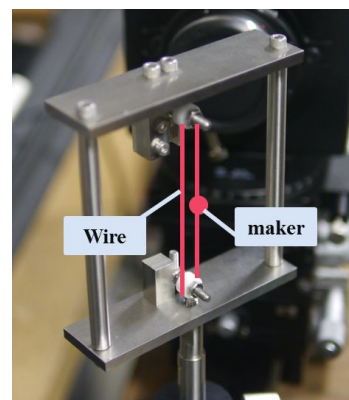


このため、得られる3次元速度ベクトルの精度は他の方向に対して奥行き方向の精度は低い。そこでこの伸びを解消するため、ステレオインラインホログラフィ法で3次元速度

場計測システムを構築する。このシステムは図のように2方向からインラインホログラフィ法を直交させることで再生像の交点から粒子位置を検出できる。



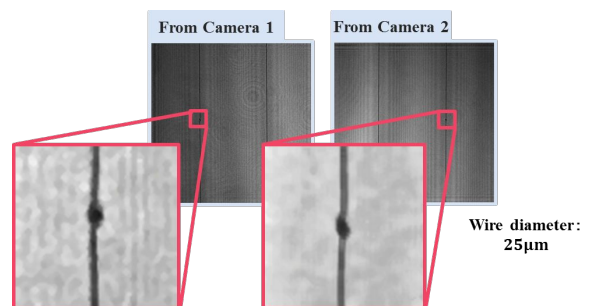
この方法が可能なステレオ光学装置で3次元粒子位置検出精度向上を実現する。このとき光学系の光軸調整のための治具(写真)による調整方法をおこなう。

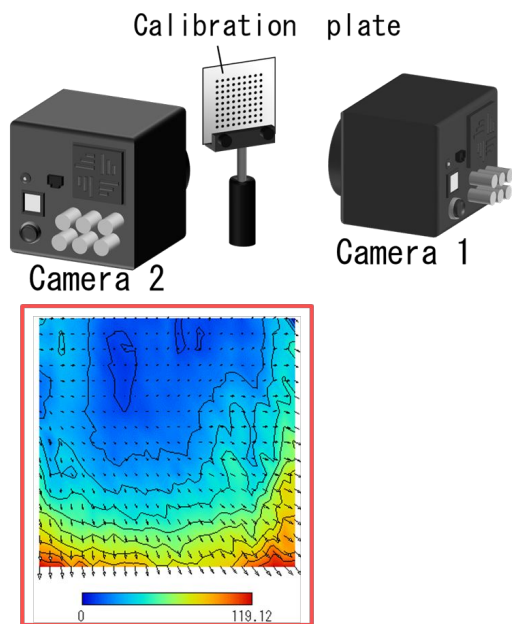


Calibration method

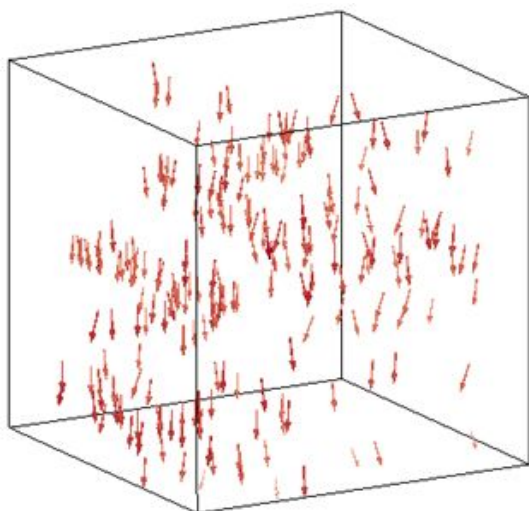
4. 研究成果

インラインホログラフィは再生粒子像の奥行き位置精度が低い問題があった。そこで、2組のインラインホログラフィを直交させることで問題を解決した。その際、図のように開発した治具で光軸を調整し、画像変換することで高精度に2台の高速カメラを校正することが可能となった。

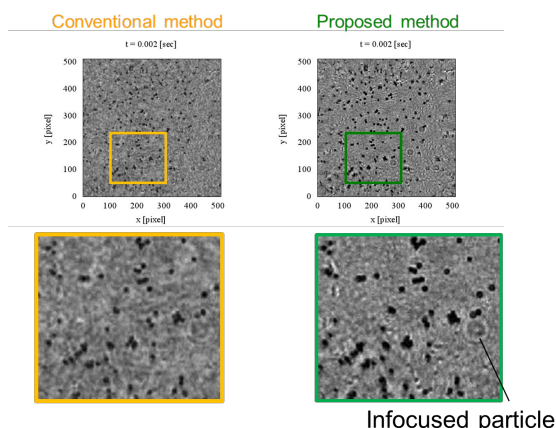




その結果、図のような3次元速度場を得ることができ、固体粒子が渦核に与える影響を観測可能になった。



さらに、インラインホログラフィがもつ双画像問題についても、新たに開発した位相回復法を用いて解決できる可能性を示せた。



5. 主な発表論文等 (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1. Reduction of Ghost Particles by Using Iterative Volumetric Filtering in Tomographic Digital Holography
Shunsuke Tani, Yohsuke Tanaka and Shigeru Murata
Advanced Experimental Mechanics, 1 2016 (印刷中).

2. 正規化デコンボリューションに基づくデジタルホログラフィ粒子計測法
浅井 裕斗, 村田 滋, 田中 洋介
日本機械学会論文集, 81・823・14-00348 2015.

〔学会発表〕(計 7 件)

1. Reduction of Ghost Particles on Tomographic Digital Holography by Using Iterative Volumetric Filtering
Shunsuke Tani, Yohsuke Tanaka and Shigeru Murata
10th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, Paper Number:58, Matsue, Shimane, Japan, November 2-4, 2015.

2. Positional adjustment of a phase retrieval holographic method for particle measurement with two cameras
Yohsuke Tanaka, Tasuku Nakajima, Shigeru Murata
The 9th International Symposium on Measurement Techniques for Multiphase Flows, Paper Number:B221, Sapporo, Hokkaido, Japan, July 23-25, 2015.

3. Measurement of Three-dimensional Particle Distribution by Tomographic Digital Holography
Shunsuke Tani, Yohsuke Tanaka and Shigeru Murata
ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2015, Seoul, Korea, July 26-31, 2015.

4. Influence of Deconvolution PSF on Particle Image Reconstruction in Digital Holography
Yuto Asai, Shigeru Murata, and Yohsuke Tanaka
2014 Imaging and Applied Optics, Seattle, United States, July 13-17, 2014.

5. Reduction of reconstructed particle elongation using iterative min-max

filtering in holographic particle image velocimetry

Yohsuke Tanaka and Shigeru Murata

The International Symposia on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics, Paper Number:211, Lisbon, Portugal, July 7-10, 2014.

6. PTV Measurement for Deflection Field of a Centrifugal Pump Blade

Tasuku Nakajima, Yohsuke Tanaka and Shigeru Murata

12th International Conference on Fluid Control, Measurements, and Visualization, Paper Number:OS14-03-1, Sendai, Japan, November 18-23, 2013.

7. Three-dimensional measurement of particle distribution using stereo in-line holography with two-wave length reconstruction

Yohsuke Tanaka and Shigeru Murata

The 12th Asian Symposium on Visualization, Paper Number:169, Tainan, Taiwan, May 20-22, 2013.

〔その他〕

<http://www.measlab.kit.ac.jp/y-tanaka.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

田中 洋介 (Yohsuke Tanaka)

京都工芸繊維大学・機械工学系・助教

研究者番号：80509521