



| | |
|--------------|--|
| Title | 家庭用電気製品の親環境化設計過程への画像流体計測の適用に関する研究 |
| Author(s) | 李, 寅燮 |
| Citation | 大阪大学, 1999, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/42074 |
| 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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

| | |
|---------------|---|
| 氏 名 | 李 實 變 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士 (工 学) |
| 学 位 記 番 号 | 第 14993 号 |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 11 年 11 月 25 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 環境工学専攻 |
| 学 位 論 文 名 | 家庭用電気製品の親環境化設計過程への画像流体計測の適用に関する研究 |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査) 教 授 山口 克人 (副査) 教 授 藤田 正憲 教 授 水野 稔 助教授 加賀 昭和 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、家庭用電気製品中で大きな消費電力割合を占めている、「冷蔵庫」、「空調機」、「洗濯機」を適用例として、それらの製品の省エネルギー化、低騒音化、コンパクト化をめざす「親環境化設計」の過程に画像流体計測を導入し、設計過程の合理化、効率化を図ろうとしたものであり、以下の 6 章で構成されている。

第 1 章では、韓国の電力消費量の近年の動向を述べ、家庭用電気製品の親環境化設計過程の合理化、効率化の必要性を示し、画像流体計測がその有力な手段となりうることを示している。

第 2 章では、本論文において主たる画像流体計測手法となる粒子画像速度計測技術を概観し、本研究が対象としている機器内部流れの計測にもっとも適したアルゴリズムとして、トレーサパターン追跡法を選定している。そして、選定した手法を疑似可視化画像に適用して性能評価を行うことにより、画像取得時に必要となる可視化条件、計測誤差の大きさを明らかにし、あわせて、パターン追跡による画像間のトレーサ移動量の算出精度を画素以下にまで向上させる手法を提案して、速度分布の計測精度の改善を行っている。

第 3 章では家庭用冷蔵庫を対象として取り上げ、圧縮機吸入系まわりの冷媒流れに粒子画像速度計測を適用することにより、速度分布を算出して流れ場の特徴を明らかにしている。また、圧縮機シェル内への冷媒の漏出量を計測する手段として、画像濃度計測法を提案し、それを用いた解析により、冷凍効率を従来より 3 % 上昇させる吸入系形状の設計案を導出している。さらに、冷凍庫内の冷気の流れの解析に粒子画像速度計測を適用することにより、現状の設計における冷気分布の偏りなどの問題点を明らかにしている。

第 4 章では、韓国の家庭用空調機の主流である窓型空調機に対して、室外ファンの低騒音化設計の過程に粒子画像速度計測を適用し、従来設計の問題点を正確に把握しながら、順次新設計案をモデル化して試験してゆくという手順により、従来の、多数のモデルを最初に準備して行う設計手法の無駄を大幅に減少させるとともに、現状設計に対して 2.2 dB の騒音低下となる設計案を導出している。

第 5 章では、家庭用洗濯機を対象として取り上げ、洗濯槽内の水流の計測に粒子画像速度計測を適用して、パルスエーティによって生成される流れの乱流エネルギー、ひずみ速度などのパルスエーティ形状への依存性を計測し、別途実施

した洗濯性能試験結果と比較することにより、洗濯性能を支配すると考えられる洗濯槽内水流の流体力学的な特徴量を抽出している。

第6章では、各章で得られた結論を総括し、家庭用電気製品の親環境化設計過程に画像流体計測を導入することがきわめて有効であるとする本論文の結論を示し、今後の課題を要約している。

論文審査の結果の要旨

近年の韓国における電力消費量の増加は著しく、韓国における環境問題の改善を難しくする要因の一つとなっている。電力消費の中でも民生用電力、とりわけ家庭用電気製品のしめる割合は年々増加しており、今後もその増加傾向は続くものと予測されている。本論文は、家庭用電気製品中で大きな消費電力割合を占めている、「冷蔵庫」、「空調機」、「洗濯機」が、その動作が流体現象に密接に関係しており、これらの製品の設計がこれまで半ば試行錯誤的に行われてきたことに着目し、それらの製品の「親環境化設計」の過程に、流れ場全体を同時に把握できる手法である画像流体計測を導入し、設計過程の合理化、効率化を図ろうとしたものである。

二次元断面内の流れ場の速度分布を、一括して非接触・経時的に計測する手法である粒子画像速度計測は、近年急速に普及しつつある手法であり、実験流体力学の分野に多くの適用例の報告をみるようになったが、可視化のためのトレーサの注入法や照明法に、適用対象に応じた工夫を必要とする部分が数多く残されており、実際の流体機器の設計過程に全面的に導入された報告例は多くない。本論文が適用対象例とした家庭用電気製品は、対象流体の一部は水に比べて可視化が困難とされる空気であり、また、対象となる流れ場が機器内部流れであるため、実機との相似性を維持しつつ可視化を可能にするためのモデルの設計・製作が必要であり、さらに壁面などからの散乱光の影響により鮮明な可視化画像が得にくうことなどから、画像流体計測の適用が比較的難しいとされてきた対象である。

本論文はこのような対象に対しても、画像流体計測の手法を導入することで、その設計過程の合理化、効率化が可能になることを明らかにしようとしたものであり、主な成果は以下のとおりである。

- (1)粒子画像速度計測の代表的なアルゴリズムの一つであるトレーサパターン追跡法の計測誤差の大きさを明らかにし、速度分布計測精度の改善手法を提案している。
- (2)冷蔵庫の圧縮機におけるシェル内への冷媒の漏出量を計測する手段として、画像濃度計測法を提案し、それを用いた研究により、漏出量を従来より減少させて冷凍性能を向上させた吸入系形状の設計案を導出している。
- (3)冷蔵庫の冷凍庫内の流れの解析に粒子画像速度計測を適用し、現状の設計における冷気分布の偏りなどの問題点を明らかにしている。
- (4)窓型空調機の室外ファンの低騒音化設計の過程に粒子画像速度計測を適用することにより、従来の設計過程における試行錯誤的要素が大幅に減少することを明らかにし、現状設計より騒音低下となる設計案を導出している。
- (5)家庭用洗濯機の洗濯槽内の水流の計測に粒子画像速度計測を適用することにより、洗濯性能を支配すると考えられる洗濯槽内水流の流体力学的な特徴量を抽出している。

以上のように、本論文は民生用電力の中で大きな電力消費割合を示している代表的な家庭用電気製品に対して、その親環境化のための設計過程に画像流体計測の手法を導入することが、設計過程の合理化、効率化のためにきわめて有効であることを示しており、環境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。