



Title	液滴振動法を利用した融体物性測定技術の開発
Author(s)	松本, 大平
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46931
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	松本大平
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19763 号
学位授与年月日	平成 17 年 8 月 9 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	滴振動法を利用した融体物性測定技術の開発
論文審査委員	(主査) 教授 野城 清
	(副査) 教授 碓井 建夫 教授 田中 敏宏 教授 山本 雅彦 助教授 藤井 英俊

論文内容の要旨

本研究では液滴振動法を利用した融体物性測定技術の開発をおこない、実験室レベルで微小重力実験施設を使用すると同様に高精度で測定を行える装置を開発した。以下に章を追って本論文の概要を示す。

第 1 章は緒論であり、本研究の背景、および研究目的について述べた。

第 2 章は浮遊液滴振動法に関する研究の現状について把握し、問題点を指摘した。

第 3 章では電磁浮遊法における液滴の表面振動の解析方法を把握した。

第 4 章では微小重力環境下で電磁浮遊法を用いた液滴振動法による表面張力を測定する技術を開発し、これを用いて商用の微小重力実験施設を利用して、熔融 Si の表面張力を測定した。微小重力環境下では液滴の表面振動が単純となり、表面振動の振動数と液滴重量から高精度で表面張力を算出できることを確認し、微小重力環境の有効性を確認することができた。

第 5 章では微小重力環境での液滴振動法による測定結果の妥当性を検証するために、静滴法で同じ Si 試料の測定を行い、測定結果の比較を行った。両方法での測定結果は一致した。

第 6 章では微小重力環境で浮遊液滴の自由振動を用いて液体の粘度、表面張力を測定する技術を開発した。微小重力環境で空間を移動している液滴の振動を短時間に高い精度で測定することができる測定システムを、レーザー、ラインセンサー、シリンドリカルレンズを組み合わせて構築した。また、微小重力環境で液滴を空中に切り離すと同時に、測定に必要な初期振動を与えることのできる液滴形成システムを開発した。これの装置を用いて得られた、粘度、表面張力の値は過去に報告されている文献値ともよく一致することから、本測定方法の妥当性を確認することができた。

第 7 章では実験室レベルで微小重力環境実験施設を使用すると同程度の測定精度を実現する粘度、表面張力測定装置の開発を行った。長さ 1.5 m の落下管の中を液滴だけを落下させ、落下中の液滴の表面振動を 6 章で開発した表面振動測定システムを用いて測定し、この振動データから液滴の粘度、表面張力、密度を測定するシステムを開発した。この装置を使用して測定した純水の粘度、密度、表面張力の値は過去に報告されている文献値と良い一致を示し、この測定技術の信頼性を確認することができた。

第 8 章は実験室レベルで微小重力環境実験施設を使用すると同程度の測定精度を実現する、高温融体用表面張力測定装置の開発を行った。液滴の表面振動は落下中には極めて単純なものになっており、Rayleigh の式だけを用い

て表面張力を計算する事が可能である。1287K から 1998K の温度範囲で熔融銅の表面張力を測定した。

論文審査の結果の要旨

液体を取り扱う工業プロセスを最適化する際には、必ず融体物性に関する知見が必要とされる。従来の高温での融体物性測定方法では基板や坩堝を使用するために、測定対象と容器が反応をおこし、純粋な状態での測定が困難である。液滴振動法による測定を微小重力環境下で実施すると無容器で精密な測定が可能であるが、測定費用が莫大であり実用的ではない。本研究では液滴振動法を利用した新しい融体物性測定技術の開発を行い、実験室レベルで微小重力実験施設を使用するのと同様に高精度で測定できる装置を開発している。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 微小重力環境下で電磁浮遊法を用いた液滴振動法による表面張力を測定する技術を開発し、これを用いて商用の微小重力実験施設を利用して、熔融 Si の表面張力を測定している。微小重力環境下では液滴の表面振動が単純となり、表面振動の振動数と液滴重量から高精度で表面張力を算出できることを確認し、微小重力環境の有効性を確認している。
- (2) 微小重力環境で浮遊液滴の自由振動を用いて液体の粘度、表面張力を測定する技術を開発している。空間を移動している液滴の振動を短時間に高い精度で測定できる測定システムを、レーザー、ラインセンサー、シリンドリカルレンズを組み合わせて構築している。また、微小重力環境で液滴を空中に切り離すと同時に、測定に必要な初期振動を与えることのできる液滴形成システムも開発している。これらの装置を用いて得られた、粘度、表面張力の値は過去に報告されている文献値ともよく一致しており、本測定方法の妥当性も確認できている。
- (3) 実験室レベルで微小重力環境実験施設を使用するのと同程度の測定精度を実現する、全く新しい粘度、表面張力測定装置の開発を行っている。長さ 1.5 m の落下管の中を液滴だけを落下させ、落下中の液滴の表面振動を先に開発した表面振動測定システムを用いて測定し、この振動データから液滴の粘度、表面張力、密度を測定するシステムを開発している。この装置を使用して測定した純水の粘度、表面張力の値は過去に報告されている文献値と良い一致を示しており、この測定技術の信頼性を確認することができている。
- (4) 実験室レベルで微小重力環境実験施設を使用するのと同程度の測定精度を実現する、高温融体用表面張力測定装置の開発を行っている。液滴の表面振動は落下中には極めて単純なものになっており、Rayleigh の式だけを用いて精密に表面張力を算出することが可能となっている。

以上のように、本論文では従来困難であった高温融体の物性を精密に測定する全く新しい手法を開発しており、融体物性を取り扱う材料化学への分野の発展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。