

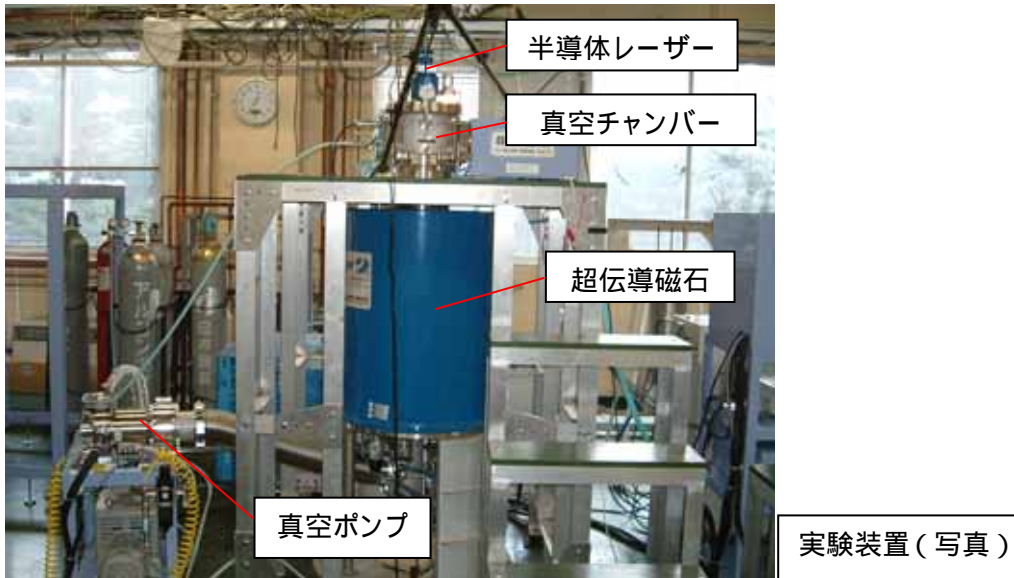
平成17年11月7日

報道機関各位

東北大学多元物質科学研究所

世界初，浮遊シリコン融体の熱伝導率測定に成功!!
(強磁場印加による高温浮遊液滴のレーザー交流カロリメトリー法の開発)

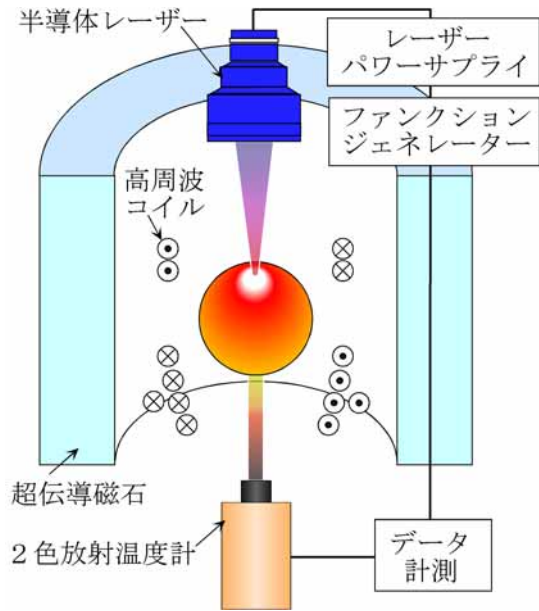
国立大学法人 東北大学多元物質科学研究所 福山博之助教授と小畠秀和助手は、大阪府立大学大学院工学研究科 塚田隆夫教授および東北大学金属材料研究所 淡路 智助教授の協力を得て、強い<磁場>の中で、半導体融液が<固体のように振る舞う>ことを利用し、これまでは不可能であった、半導体シリコン融液のような金属性高温融体の熱伝導率の直接測定を可能とする方法を世界にさきがけて開発することに成功しました。



シリコン融液を、<強い静磁場中>で交流対極コイルを利用して浮遊(電磁浮遊(注1))させると、液体の流れは強く抑制され、熱的には固体と同じように振る舞います。この状態を利用して、交流カロリメトリー(注2)という方法で、浮遊したシリコン融液をレーザー光で周期加熱し、その時の温度応答を測定すると、磁場で流れが止まっていますので<固体の場合と同様に液体中の熱の流れを扱うことが可能>になります(下図参照)。そのときの、加熱入力信号と温度応答の位相のズレから、<熱伝導率測定>が可能となるという、独特の方法です。

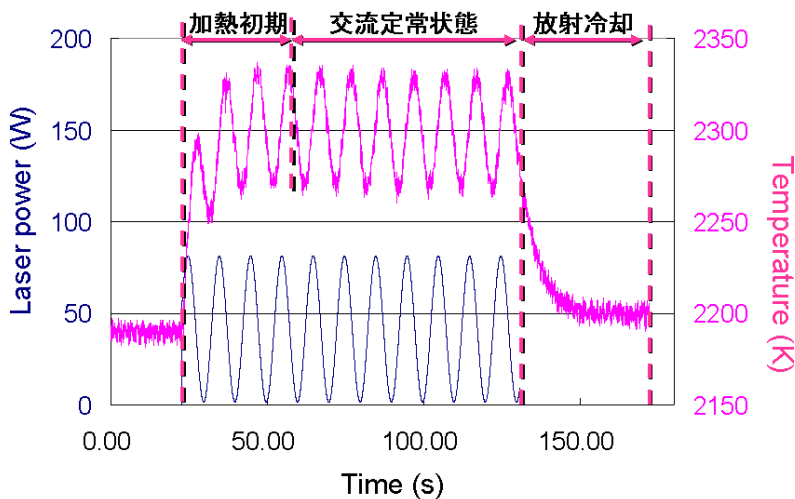


シリコン液滴上部からレーザーを照射している様子(上)と実験装置図(右)



通常、半導体などの高温融体の熱伝導率測定は、対流の影響を受けるため測定がきわめて困難です。従来は、微小重力環境を利用して対流を抑制したり、レーザーフラッシュ法という方法を用いて瞬間的なレーザー照射により、対流が始まる前の短時間に測定を終了する方法しかありませんでした。現在、十分な実験時間を確保できる微小重力環境下で実験する機会ほとんどありません。また、レーザーフラッシュ法は、他で測定された定圧モル熱容量や密度のデータがないと解析できないという間接的な方法です。

本学多元物質科学研究所で開発された新しい方法を用いると、磁場で対流が抑制された状態で半導体など金属性高温融液の<熱伝導率>が測定できます。また、周期加熱の温度振幅から<定圧モル熱容量>が、冷却曲線から<半球全放射率>が<同時>に測定できます。さらに、融液は浮遊していますので<過冷却領域>まで測定可能となり、高温融体の熱物性測定の<教科書を書き換える>ほどの新たな成果です。



レーザーの周期加熱によって得られる温度応答の一例
レーザー加熱開始とともに試料の平均温度は上昇し、交流定常状態になる。レーザー加熱を停止すると真空中への放射冷却によって試料の温度は下がる。

いままできわめて困難であった，高温融体の熱伝導率測定に，画期的な方法を開発したことになります。これにより，結晶成長やソーラーセル用シリコンの凝固過程のシミュレーションに必要な，熱物性値の測定が精度よく可能となることから結晶成長，凝固プロセスの改良が行われ，結果として<品質の向上>，<省エネルギー>，<コスト削減>に役立ちます。また，この手法は他の金属にも適用できるため，超耐熱合金などの精密鑄造ならびに溶接などのシミュレーションに必要な熱物性値を測定することができます。

これまで，多くの工業用計測技術は，外国で開発された原理に依存しておりましたが，この方法の場合，日本発の技術が世界で利用されることになるものと期待されます。

この成果は，11月9日から，筑波の産業技術総合研究所で開催される日本熱物性シンポジウムで発表されます。

本研究開発は，(財)機械システム振興協会が日本自転車振興会の機械工業振興事業補助金の交付を受け，その財源により(財)宇宙環境利用推進センターが委託を受けて実施されたものです。

謝 辞

本研究は，日比谷孟俊教授(首都大学東京)，渡辺匡人教授(学習院大学)，安田秀幸教授(大阪大学)，前田幸男氏(アルバック理工(株))，高木健児氏(日新技研(株))および財団法人宇宙環境利用推進センターの高橋英之氏と桑原啓一氏のご協力により成し得た成果です。

また，本研究は，独立行政法人日本学術振興会(科学研究費補助金(基盤B))，社団法人日本鉄鋼協会(鉄鋼研究振興助成)および財団法人JFE21世紀財団の資金援助を受け，東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センターで行われました。記して謝意を表します。

(お問い合わせ先)

東北大学多元物質科学研究所

担当：福山博之 助教授，小嶋秀和 助手

電話 & F A X : 022-217-5178

e-mail : fukuyama@tagen.tohoku.ac.jp

kobatake@tagen.tohoku.ac.jp

(注1)

電磁浮遊：試料の周りに配置した高周波コイルにより，導電性の試料に誘導電流を発生させ，交流磁場との相互作用によるローレンツ力を用いて試料を浮遊させる方法。高温融体を非接触に保持できるため，各種の熱物性測定や過冷却実験などに用いられる。

(注2)

交流カロリメトリー：試料を周期的に加熱し，その応答交流温度を測定することによって，加えた熱と交流温度の比から熱容量を求める方法である。交流加熱の方式で大別するとジュール熱方式と光照射方式がある。ここでは，光照射方式を用いた。