

■キーワード

分析機器 熱分析 熱流センサ ソフトマターの物理 生物物理

超
高
感
度
示
差
走
査
熱
量
計

従
来
よ
り
五
百
倍
も
高
感
度
で
微
量
な
試
料
が
測
定
可
能
に

■研究の概要

従来のDSCの感度は $\pm 0.1 \mu\text{W}$ 程度ですが、研究開発の現場においてこの感度はまだ十分ではありません。ペルチェ素子はゼーベック係数が大きなBi-Te半導体を用いているため、熱流センサとして用いると高い感度が得られると期待できます。そこで、熱流測定に最適なペルチェ素子を開発した結果、最高で $\pm 0.2\text{nW}$ という従来のDSCの500倍の感度が得られました。本技術により、DSCや等熱量計などの飛躍的な高感度化が可能となり、微量な試料の測定が行えます。

■研究・技術のプロセス／研究事例

■超高感度DSCによるヒト皮膚角層の研究

角層の細胞間脂質は、短周期と長周期のラメラ構造をとることが知られています。水分量によって短周期と長周期のラメラ構造が安定化することがX線小角回折実験によって見つかっており、ラメラ構造が角層の水分量を調節している可能性が指摘されています。従来の研究で、細胞間脂質の短周期と長周期のラメラ構造の相挙動は分かっていますが、水分量がラメラ構造の相挙動に与える影響はまだよく分かっていません。そこで、ラメラ構造の相挙動と水分量の関係を知るために、開発した超高感度DSCを用いて、ヒト皮膚角層の熱測定を行いました。

ヒト皮膚角層は真空中で一晩程度乾燥させた後、直径3 mmの円形に3枚打ち抜きしました。乾燥時質量は0.2mgでした。その後、加湿した容器に入れて目標の水分量にし、3枚を重ねて金製の試料パンに入れて密封しました。測定は、走査速度 $0.2^\circ\text{C}/\text{min}$ 、温度 $-20\sim 130^\circ\text{C}$ の範囲で行いました。

約 70°C で起こる短周期ラメラ構造の高温六方相から液晶相への相転移は、水分量が22wt%以下では1つの温度で起こるのに対し、水分量が28wt%以上では2つの温度に分かれることがわかりました。この結果より、水分量が多いとき、短周期ラメラ構造には水分量が異なる2種類のドメインが共存すると考えられます。

細胞間脂質のラメラ構造の相挙動と水分量の関係が明らかになれば、角層の機能を改善し高める薬剤を開発するときの指針になります。また、細胞間脂質が薬剤によってどのような影響を受けるかの評価に使えると考えます。患者が増加しているアトピー性皮膚炎の皮膚の乾燥した特異な性状に対処し、治療に役立つような保湿剤の開発や、皮膚を大きく傷めることなく皮膚を通して薬の投与を可能とする経皮吸収促進剤の開発につなげることができればと考えています。

■セールスポイント

従来の熱量計に比べて、最高で500倍の $\pm 0.2\text{nW}$ の超高感度で測定することが可能となります。本技術を用いた熱量計を実用化すれば、研究開発の効率を飛躍的に高めることが期待できます。

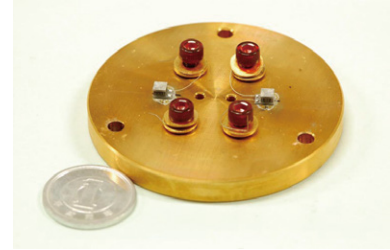


図1. 開発した超高感度DSCのペルチェ素子。

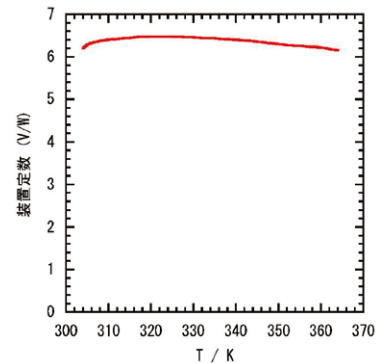


図2. 開発したペルチェ素子を用いた場合の装置定数。

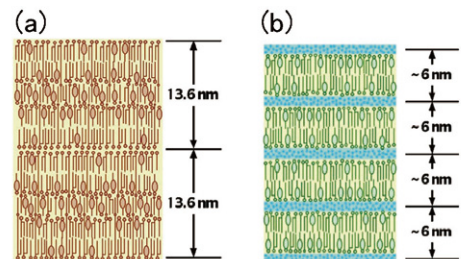


図3. 角層の細胞間脂質の構造。(a)長周期ラメラ構造。(b)短周期ラメラ構造(八田一郎、太田昇、八木直人.射光21(2008)297より転載)。

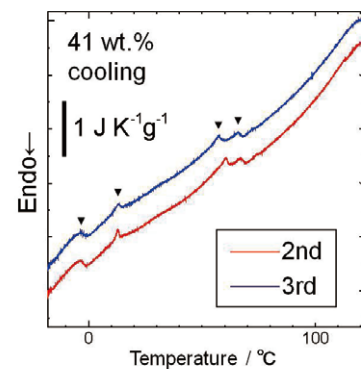


図4. 超高感度DSCによるヒト皮膚角層のDSC曲線。

