

【2017 年度学会賞等選考結果報告】

〔学 会 賞〕



受賞者名：森川 淳子（東京工業大学 物質理工学院）

業績題目：温度波ならびに熱イメージングによる熱測定方法の開発

“Temperature wave analysis and thermal imaging methods for thermal analysis”

温度波法ならびに熱イメージング法は、森川氏によって開発された熱測定法である。それらは斬新であると共に応用範囲の広い優れた技術であるが、それぞれが技術的にも得られる情報においても、互いに独立であることは特筆に値する。

温度波法の開発は、温度変調示差走査熱量計（DSC）が発展した時期と重なっている。熱測定研究者の目が温度変調 DSC に向いていた時期に、温度変調法の新しい応用とその発展性を認識し、温度波法の開発を進められたことは、森川氏の独創的な研究姿勢を示すものである。温度波法は試料フィルム的一方の面に密着したヒーターで高周波の温度変調を印加し、試料の反対面で温度測定をする方法である。ヒーターと試料、試料と温度検出器の熱接触を良好に保つなど高い技術が求められるが、それらを克服して信頼性の高い測定法として確立した。さらに、温度波法を高分子の熱拡散率測定、ガラス転移、有機分子性結晶の固相転移、液晶の相転移と熱拡散率・熱浸透率との関係などに応用し多くの成果を挙げている。

熱イメージング法は温度分布の非接触可視化技術である。非接触温度測定は溶鉱炉の温度測定などで以前から知られており、現在ではその発展型といえる温度画像を日常的に見ることができるが、森川氏の開発した装置は空間分解能、温度分解能などの性能において、それらを遙かに凌駕するものであり、全く新たな開発による成果である。赤外領域を含む 2 次元光学センサーは急速に進歩しているが、それらの発展を取り込んで装置の改良を続けており、開発・研究者としての役割と責任の自覚を示している。また、赤外吸収スペクトルとの同時測定を、時間分解能 200 Hz、空間分解能 3 μm で行うことにも成功しており、フォノンエンジニアリング、マテリアルズインフォマティクス、サステナブルエネルギー技術などへの工学的応用と共に、基礎科学面での興味深い成果もあげている。

温度波法と熱イメージング法という独創的な熱測定技術の開発と発展への森川氏の貢献は、世界的に極めて高く評価すべき研究である。さらに、温度波法に基づいた国際標準化分野への大きな貢献、本多式熱天秤の測定可能な状態への修復なども際だった業績である。以上により学会賞等選考委員会は、森川淳子氏の業績は日本熱測定学会学会賞に値するものと判断した。

〔奨 励 賞〕



受賞者名：菱田 真史（筑波大学 数理物質系）

業績題目：リン脂質二重膜の物性に対する添加分子の効果の体系的理解に向けた構造熱力学的研究

“Structural thermodynamics for a systematic understanding of effects of incorporated molecules on physical properties of lipid bilayers”

生物学は基本的に各論的に発展してきたが、近年になって、分子種を超えて普遍的に生命現象を理解するために物理化学的な視点が重要であるとの指摘がなされるようになってきた。これをいち早く認識した菱田氏は、学生時代から各論を越えた普遍性のある理解を目指して、研究を展開してきた。

リン脂質二重膜が生体膜の基本構造となっていることは良く知られているが、実際の生体膜にはリン脂質だけでなく、多種多様な有機分子が含まれ、これらがリン脂質二重膜の物理的な性質を制御していると考えられている。このため、代表的な膜内分子であるコレステロールの効果については精力的に研究が行われてきており、膜構造や膜の弾性、膜の相挙動への大きな影響が明らかにされている。しかし、膜内有機分子の数は数百にも及び、すべての分子種に対してコレステロールで行われてきたのと同様の各論的研究を展開するのはおよそ現実的ではない。菱田氏はこの問題点を解決すべく、膜内分子の分子形状に着目して構造熱力学的研究を展開した。

菱田氏は、はじめ、スチルベン分子を膜内分子として添加してトランス体とシス体という嵩高さが違いがどのような違いをもたらすかを調べた。いずれもコレステロールと同様、ゲル相と液晶相の間の相転移温度の低下をもたらすが、その

程度はより嵩高いシス体の方が大きいことを示して、膜内分子の嵩高さが、影響の大小を特徴付ける指標となることを明らかにした。ついで、膜内分子の多くがアルキル基を持つことに注目してアルカン類の効果における鎖長依存性を系統的に調べ、相転移温度が、コレステロールの場合とは逆に高温側にシフトすることを確認した。これが理論モデルに基づく解析を通してエンタルピー項の変化に支配されていることを明らかにするとともに、低温相（ゲル相）において膜内秩序度が向上していることを X 線散乱実験により明らかにした。こうして、コア状分子とアルカンが相反する添加効果を示すこと、およびその構造的起源を確立した上で、両者を同一分子内に持つ一連の液晶化合物を膜内有機物に選び、分子内のコア状部分とアルキル鎖の影響が競合することを示した。さらに、上記の知見を元に、膜物性や相挙動の光制御など周辺分野での研究の展開も図っている。

菱田氏の研究は、生体膜内の有機分子の役割の理解を大きく進展させただけでなく、これまで個別的・網羅的に行われてきた製薬や化粧品などの設計においても指針を与え得る成果である。この成果は、菱田氏の卓越した洞察力に基づいており、今後のさらなる発展・展開が期待される。以上により菱田真史氏の業績は日本熱測定学会奨励賞に値するものと判断された。

〔奨 励 賞〕



受賞者名：藤代 史 氏（高知大学教育研究部自然科学系理学部門）

業績題目：熱重量・示差熱分析による気相・固相反応を利用した機能性セラミックスの開発及び評価

“Evaluation and development of functional ceramics utilizing gas-solid reactions by thermogravimetry-differential thermal analysis”

温室効果ガス問題は京都議定書から 2015 年に 1 歩進んだパリ協定に至り、産業革命後の CO₂ などの排出による温室効果は地球規模の問題であり、緊急課題であることが鮮明になった。CO₂ の排出は基幹産業や自動車などによるものが多く、急速な削減は望めない。そのため国内外で多くの研究者が CO₂ の分離、回収・貯蔵 (carbon dioxide capture and storage, CCS) の研究に多角的に取り組んでいる。藤代氏は機能性セラミックスを活用した、気相中の CO₂ と可逆的反応をする CO₂ 吸収セラミックスと酸素貯蔵物質の開発と、熱分析と熱力学理論に基づく物性評価を行った。

CO₂ 吸収セラミックスは CO₂ の選択性が高い化学反応を利用し、しかもセラミックスの再利用が可能であることから、その有用性が注目を集めている。藤代氏は合成した Ba₂Fe₂O₅ が CO₂ と可逆的に反応することを見出し、熱力学計算から CO₂ の放出・吸収温度を予測した。さらに種々の CO₂ 分圧下の TG の実測結果について、高温における構造転移の発見と、CO₂ の放出・吸収過程に関する熱力学的計算に基づき、合理的な説明を行った。この成果は、気-固反応における機能性セラミックスの特性に関する新たな観点を開いたものと言える。

酸素貯蔵能を有する機能性セラミックスは、自動車の排ガス浄化以外に、酸素富裕化あるいは窒素富裕化空気を生成するための基幹物質としての応用も期待されている。藤代氏はペロブスカイト構造の BaFe_{1-x}In_xO_{3-δ} を合成し、熱分析や XRD などの種々の方法を組み合わせて総合的に測定した。その結果、酸素吸収・放出特性の結晶構造依存性は、酸素欠陥の規則性の変化によることを見出した。さらに、温度変化により酸素の吸収・放出が可逆的に起こることを見出し、その原因は遷移金属元素の価数変化に伴う酸素欠陥の規則性の変化であることを、初めて明らかにした。

以上のように、藤代氏の研究は、現在急務と言われている温室効果の主要因である CO₂ の制御に新たな可能性を開いた。また、酸素貯蔵能を有する機能性セラミックスの特性について、優れた測定技術と熱力学的基礎に立った精密解析によって、有益な知見をもたらした。これらの成果は、今後さらなる発展が期待されるものである。以上により藤代 史氏の業績は、日本熱測定学会奨励賞に値するものと認められた。