

【2023 年度学会賞等選考結果報告】

〔 学 会 賞 〕



石切山 一彦 氏

(株式会社東レリサーチセンター・研究部門 取締役)

業績題目：高分子材料の研究技術開発における熱分析の活用

Application of Thermal Analysis to Research and Development for Polymeric Materials

石切山一彦氏は、企業の研究者として、高分子材料を中心とする工業材料の研究技術開発・製造工程における産業界での様々な課題解決に長年取り組む中で、熱測定を活用した基礎研究、応用研究の顕著な成果を挙げている。なかでも、DSCによる細孔径分布測定法の確立、温度変調DSC法による高分子材料の熱容量測定法や融解・結晶化・中間状態評価法について、以下の業績は特筆に値する。また、近年の深層学習の熱測定への応用の取り組みに繋がる高分子熱力学データベースの活用により、熱測定の有用性を実証している。

DSCを用いた細孔径分布測定法とは、細孔内で固化した微細結晶が界面張力の影響によりバルク結晶よりも低い温度で融解する、いわゆるギブス・トムソン効果を利用した手法であり、DSC曲線から細孔径分布曲線を求めることができる。石切山氏は、細孔径既知の分離カラム用多孔質シリカゲルを用いて、水と氷の界面張力を決定し、冷却・昇温のピーク温度の違いが細孔形状因子ではなく過冷却に関係することを示し、細孔体積計算に必須な不凍水の厚みの評価方法を開発して、DSC曲線に現れる水の凍結・融解挙動から細孔径分布曲線を求める方法を提案した。さらには、DSC法で測定された細孔半径、細孔体積、比表面積が、窒素ガス吸着法や水銀圧入法による評価結果とよく一致することを示し、DSCを用いた無機・有機多孔質材料に対する細孔径分布の測定手法を確立した。また、人工腎臓用中空糸膜など医療材料用の含水高分子に対しても、無機多孔物質で決められる各種係数を用いることにより、水状態での細孔構造を評価できるDSC法を確立した。本手法は、医療材料をはじめ、ライフサイエンス分野での解析に活用されている。

温度変調DSC法は、定速昇降温あるいは等温測定時に小振幅の周期的温度変調を加えながら熱流束を測定する手法として開発された。温度変調法により得られる動的熱容量には、熱容量変化として現れるガラス転移のみならず、実効的な寄与として結晶化や融解時に変化が生じる。温度変調法の発展初期における石切山氏の業績として、温度変調法で問題となるセル非対称性の補正、インジウムにおいて小振幅温度変調で過熱・過冷却なしで生じる可逆な融解・結晶化を利用した温度校正、大きな過冷却を必要とする準安定な高分子結晶化と融解との間の温度ギャップ評価、さらには擬等温測定時に局所的に生じ得る可逆な融解・結晶化の評価が挙げられる。また、メルトと結晶の中間状態として知られている剛直非晶の力学物性との関係についても、高分子の高次加工品の工程解析に活用されている。

各種熱特性値や熱力学関数の決定を目的として、高分子熱力学データベース (ATHAS data bank) を活用した深層学習による予測の取り組みは、今後の熱測定への広範な応用可能性を示している。さらには、熱測定応用研究グループ主査としての氏の長年にわたる学会への貢献も極めて大きい。以上の石切山氏の優れた業績は、高分子材料の研究技術開発における熱測定法の重要性を実証するものであり、日本熱測定学会学会賞に値するものと認められた。