

審査結果の要旨

論文題目「広帯域誘電分光法による水複雑系のガラス転移に関する研究」

学位申請者 佐々木 海渡

本論文は、氷結した水溶液や高分子水溶液で誘電緩和として観測される様々な分子運動に関して、従来観測されてきた分子運動の一般的性質との比較により、そのメカニズムを現象論的に解明した研究について述べられている。

液体を急冷すると、凝固点以下の温度でも結晶化しない過冷却液体となり、さらに低温では分子の再配列が起こらないガラスと呼ばれる状態になる。この現象はガラス転移と呼ばれ、古くから物理学の研究対象となってきた。水は融点以下で容易に結晶化するため、水のガラス転移に関する研究は、細孔中へ閉じ込めた水や、高溶質濃度で氷結しない低分子量の分子性液体の水溶液が主であった。本研究は、生体および合成高分子水溶液にガラス転移の研究対象範囲を広げ、さらに氷結した水溶液とそこに含まれる氷のダイナミクスまでも明らかにし、水溶液のガラス転移に関する研究範囲を拡張し進展させた、評価に値する研究である。

学位論文の構成は以下の通りである。

第1章では本研究の背景と目的が記されている。

第2章では主に広帯域誘電分光法の測定原理とその測定装置について述べられている。

第3章では、広帯域誘電分光法による部分的に氷結したゼラチン水溶液の分子運動に関する研究について述べられている。0°C以下の低温でも凍らない水（不凍水）、氷、水和したゼラチンに起因する分子運動を観測した。不凍水と水和したゼラチンの分子運動の関係を明らかにし、その関係が様々な物質で普遍的にみられるものと同一であり、部分的に氷結した水溶液で初めて明確にされた。

第4章では部分的に氷結したゼラチン水溶液中の不凍水の誘電分光による研究について述べられている。不凍水の分子運動を観測する系統的な測定から、氷結したゼラチン水溶液中の不凍水の分子運動は濃厚溶液相の局所濃度で決定されること、また不凍水量の解析からは、30 wt%以上のゼラチン濃度でゼラチン分子が保持する不凍水量はそれ以下の濃度よりも多いことが示された。

第5章では広帯域誘電分光による氷結しないポリビニルピロリドン水溶液中の分子運動に関する研究について述べられている。この研究では水の局所的な分子運動と高分子の分子運動を液体から固体に至る広い温度域で初めて同時に観測し、水の緩和時間の温度依存性がガラス転移温度で変化することを示した。

第6章では様々な水溶液で観測された水の緩和時間とガラス転移温度の関係について述べられている。全ての水溶液で水の緩和時間の温度依存性がガラス転移温度で変化することを示した。さらに、ガラス転移温度を境とした密度の異なる水の液-液間相転移としてこの現象を説明する

新しいモデルを提案した。

第7章では純粋な氷の成長速度の違いにより、特におよそ 250 K 以下の温度で氷の緩和時間が大きく異なることを見出した。氷結する水溶液では氷の分子運動に溶液中のミクロな粘性が関与していると考えられ、水溶液を知る新たな視点として期待できる研究成果が得られた。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 佐々木 海渡は東海大学博士（理学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	理学博士	八木原 晋	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（工学）	喜多 理王	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（理学）	新屋敷 直木	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	工学博士	長瀬 裕	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	Ph. D.	槌谷 和義	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)