

論文内容要旨（和文）

2022年度入学 大学院博士後期課程

有機材料システム専攻

氏 名 村山 駿介



論 文 題 目 二種類の金属イオンを含むエチレン系アイオノマーの構造解析

本論文は、イオンを有する高分子であるアイオノマー材料のうち2種類の異なったイオン種を有する材料についての論文である。機械特性の相違が構造由来であると仮定し、放射光を利用したその場 X 線構造解析や精密な熱分析を行い、物性と構造の相関を明らかにしたものである。論文は全部で4章構成である。第1章は緒言である。第2章は「結晶の融解とイオン凝集体の構造解析」というタイトルで、アイオノマーに含まれるイオン凝集体の温度依存性と熱特性および内部の結晶化度の変化を評価した。イオン凝集体由来の吸熱ピークと結晶化度の依存性を精密に評価し、イオン凝集体由来の吸熱ピークが結晶化度を高めると徐々に消失することを示した。第3章は「金属イオンによる結晶化の評価」というタイトルで、種々の金属イオンによる結晶化挙動について、DSC を用いて精密に評価したものである。等温結晶化の吸熱ピークの評価により結晶化速度を評価し、その結果より Self-Nucleation 測定により内部の結晶核生成プロセスを明らかにした。第4章は論文の総括となっている。アイオノマーの構造解析についてまとめた論文である。

論文内容要旨 (英文)

2022 年度入学 大学院博士後期課程

有機材料システム専攻

氏 名 村山 駿介



論 文 題 目 二種類の金属イオンを含むエチレン系アイオノマーの構造解析

This paper is about two types of ionomer materials, which are polymers with ions. Assuming that the differences in mechanical properties are derived from the structure, in-situ X-ray structural analysis using synchrotron radiation and precise thermal analysis were performed to clarify the correlation between physical properties and structure. The paper consists of four chapters. Chapter 1 is the introduction. Chapter 2 is titled "Crystal Melting and Structural Analysis of Ion Aggregates" and evaluates the temperature dependence, thermal properties, and changes in the degree of crystallinity of the ion aggregates contained in ionomers. The dependence of the endothermic peak derived from ion aggregates and the degree of crystallinity is precisely evaluated, and it is shown that the endothermic peak derived from ion aggregates gradually disappears as the degree of crystallinity increases. Chapter 3 is titled "Evaluation of Crystallization by Metal Ions" and is a detailed evaluation of the crystallization behavior of various metal ions using DSC. The crystallization rate was evaluated by evaluating the endothermic peak of isothermal crystallization, and the internal crystal nucleation process was clarified by self-nucleation measurement. Chapter 4 is a summary of the paper. This is a paper that summarizes the structural analysis of ionomers.

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

2025 年 2 月 12 日

有機材料システム研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 松葉 豪 印
副査 西岡 昭博 印
副査 香田 智則 印
副査 宮 瑾 印
副査 印

学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

論文申請者	有機材料システム専攻 氏名 村山 駿介		
論文題目	二種類の金属イオンを含むエチレン系アイオノマーの構造解析		
学位論文審査結果	合格	論文審査年月日	2025 年 1 月 23 日～ 2025 年 2 月 7 日
論文公聴会	2025 年 2 月 7 日	場 所	米沢キャンパス 2 号館 301 教室
最終試験結果	合格	最終試験年月日	2025 年 2 月 7 日

学位論文の審査結果の要旨 (1,000 字程度)

本論文では、二種類の金属イオン(Zn^{2+} , Na^+)を含むエチレン系アイオノマーに熱分析、X線散乱測定をメインに構造解析を行い、機械特性と構造を体系的に理解するという目的で研究を進め、知見を得た。アイオノマーをイオンだけでなく、高分子の挙動として考察した内容となっており、全4章で構成されている。第1章では、序論としてアイオノマーの概要と本研究の背景及び研究目的におよび各章の概要と構成を述べた。第2章では、加熱・冷却時における結晶とイオン凝集体の構造変化を明らかにした。結晶には直方晶の他に単斜晶が存在し、イオンが複合すると、単斜晶の結晶成長が増加した。また加熱により、単斜晶、直方晶の順に融解した。また単斜晶の融解による再結晶化も起きるが、イオン凝集体は結晶の融解と共に膨張した。結晶の融解とイオン凝集体の相関関係が明らかになった。第3章では等温結晶化によるイオン種と結晶化の違いを評価した。まず金属イオンの存在が結晶化を阻害していることが確認でき、Znが最も結晶化しやすく、Zn, Naが50:50, 30:70の混合比の場合、結晶化の阻害が顕著に起こることが明らかになった。またAvramiプロットにより、結晶化速度は結晶核の生成速度に大きく依存していることがわかり、Self-Nucleation実験によって結晶化の阻害は結晶核の生成のしにくさによるものであることを明らかにした。第4章は総括になる。第2章、第3章を踏襲した内容である。各イオンが混ざることによる構造の違いを説明した。

本学位論文は、二種類の金属イオンを含むことで、機械特性が変化することを示し、その原因となる構造を熱分析、X線散乱測定から調べ、まとめたものとなる。研究背景及び目的が明確に述べられ、論文構成も適切で体裁も整っており、記述が論理的で研究テーマに沿った明確な結論が述べられている。研究テーマの新規性・独自性については査読付き雑誌に2報が掲載済みであり、客観的な評価が得られている。またこれまで国際学会3件、国内学会で7件の研究発表を行っている。本学位論文は学位論文審査基準(大学院有機材料システム研究科博士後期課程)を満たしており、合格と判定した。

研究内容に関する研究倫理又は利益相反に係る手続き

研究内容に関する研究倫理又は利益相反に係る手続きについて確認します。手続きの有無について該当する項目の□にチェックの上、手続きを要した場合は、手続きの内容を記入してください。

☐ 本論文は、研究倫理又は利益相反に係る手続きを要する研究内容を含んでいます。

内容：

☒ 本論文は、研究倫理又は利益相反等に係る学内規則に基づく手続きは必要ありません。

最終試験の結果の要旨

最終試験を公聴会終了後に主査及び副査3名により実施した。最終試験は、本学の規定に従い、本論文及び関連のある科目について30分の口頭試問により実施した。その結果、学位論文の内容ならびに関連分野に関する理解度は十分であり、博士の学位を授与するのに十分な知識と能力を有していると判断し、合格と判定した。