

研究タイトル:

固体 NMR 等による分子構造・分子運動の解析



氏名:	田中 晋/TANAKA Susumu	E-mail:	s-tanaka@yonago-k.ac.jp
職名:	教授	学位:	博士(理学)
所属学会・協会:	日本化学会, 日本核磁気共鳴学会, 日本液晶学会, 氷温学会		
キーワード:	核磁気共鳴, 交流インピーダンス, 固液中間相(液晶、柔軟性結晶), 固体電解質		
技術相談 提供可能技術:	・材料の分子運動・構造の解析 (固体電解質、薄膜、多孔質材料から食品素材まで幅広く対応) ・固液中間相、界面活性剤、吸着物質などの物性調査 (液晶、柔軟性結晶を中心に幅広く対応) ・科学教材の作成 (科学教育用の教材、映像の制作、出前講座など)		

研究内容: 固体 NMR を用いた固体材料の分子構造と運動の解析

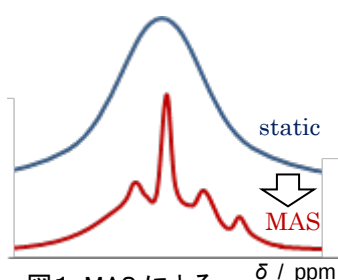


図1 MAS による
NMR スペクトルの先鋭化

□ 固体 NMR を用いた精密な固体材料の分子構造と運動の解析

固体材料における分子構造や分子運動の解析を主たる研究手法としています。溶媒に溶かすことができない材料や、固体状態における分子運動を観測したいものに対応します。例えば、固体電解質におけるイオンの拡散運動や、固液中間相(液晶など)の分子運動を固体 NMR などを用いて解析しています。本校の**高分解能 NMR 装置**(静磁場 9.4 T)では、MAS (Magic Angle Spinning)法によって、固体試料でも分解能の高いシャープな NMR スペクトルを観測することができ(図 1)、精度の高い構造解析が可能です。また、**磁場可変型の NMR 装置**(静磁場 0.5–2 T)では、 -150°C から 150°C 程度の幅広い温度域で緩和時間測定などを行い、分子運動を観測することが可能です。

□ ユニークな rotator 相の探索

柔軟性結晶とよく似た固液中間相である「rotator 相」を形成するユニークなイオン性化合物の探索を行っています。Rotator 相では、棒状のイオンがラメラ型の層状構造を形成して並び、外観は固体状態であるものの、棒状イオンがその長軸周りの一軸回転運動をし、かつ層面に沿って二次元的な自己拡散する液体的な性質も示します。そのため異方性固体電解質とも言える材料であり、これまでにリチウム塩、ナトリウム塩を添加することで電気伝導度が 100 倍以上向上することを明らかにしてきました。また、アルキルアンモニウムパーフルオロボレート($\text{C}_{n}\text{H}_{2n+1}\text{N}(\text{CH}_3)_3[\text{CF}_3\text{BF}_3]$)が rotator 相を形成しながらも自立薄膜を形成すること、その形成と崩壊が温度によって可逆的に起こることを明らかにしました。さらに、より嵩高いイオンなどを用いて新たな機能性をもった rotator 相化合物の探索を行っています

□ 核四極子共鳴(NQR)を用いた化合物の同定

静磁場を必要としない比較的安価な NQR 装置を用い、検出用コイルをかざすだけで可能な化合物の同定手法の確立を目指しています。爆発物や麻薬などに関する報告例がありますが、本研究室では、MOF(金属有機構造体)や HOF(水素結合性有機フレームワーク)などについて展開できないか研究しています。

担当科目	化学 I・II, 物理化学 I, 情報工学, 化学・バイオ実験 I, 基礎材料科学, 工学基礎, フロンティア工学
過去の実績	・Rotator 相化合物を用いた中低温域用固体電解質等の開発 (鳥取県環境学術研究等振興事業, 2014–2016 年度) ・Rotator 相をマトリックスとした二次元型 Li^+イオン伝導体の開発と物性 (科学研究費助成事業 若手研究 B, 2007–2008 年度) ・液晶ディスプレイ動作原理の学習用教材の開発(受託研究, 2006 年度)
近年の業績 (研究・教育論文、特許含む)	・田中晋, 固体 NMR による有機イオン性粘性結晶の物性測定, <i>NMR による有機材料分析とデータ解釈</i>, pp.657–666(2021) ・田中晋, 有機イオン性柔軟性結晶の物性測定, <i>機能材料</i>, 39(2), pp.26–37(2019). ・田中晋, 古くて新しい固体電解質材料「柔軟性結晶」, <i>化学と教育</i>, 63, pp.438–439 (2015).

提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
高分解能 NMR・AVANCE III HD 400(Bruker)	固体 NMR(可変磁場型)・SXP-100(Bruker)
インピーダンスメータ・PSM1735 (Newtons4th)	パルス NQR(ホームメイド)