

研究タイトル： 凍結過程の理解と凍結による機能創成

高機能分析・計測化学



氏名：	岡田哲男 / OKADA Tetsuo	E-mail：	tokada@numazu-ct.ac.jp
職名：	校長	学位：	理学博士
所属学会・協会：	日本化学会、日本分析化学会、アメリカ化学会、日本イオン交換学会		
キーワード：	氷、凍結濃縮、凍結保存、氷が関与する環境化学、分離、分析化学、界面化学		
技術相談 提供可能技術：	・氷、凍結、凍結条件下での反応 ・物質分離(クロマトグラフィー、電気泳動など)、分光計測(ラマン分光、X線分光など) ・ナノ・マイクロ粒子、ナノ炭素材料(グラフェン、カーボンナノチューブ)の特性評価と計測 ・イオン交換、水処理		

研究内容： 凍結や氷が関わる反応・現象、水・イオン・粒子に関する計測・分離

凍結過程の理解と凍結による機能創成

水溶液を凍結すると多くの場合氷と溶質を濃縮した溶液(凍結濃縮溶液)に分離します。精製水などを除けば、水は通常何らかの不純物を含んでいますので、私たちが目にする「水を凍結したもの」は氷だけでなく凍結濃縮溶液を内部に包含しています。溶質濃度が低いと、凍結濃縮溶液のサイズが小さくなり、マイクロメートル(μm)あるいはそれ以下になります。図1にNaClを含む凍結水溶液の表面画像を示します。ここでは、蛍光色素を微量入れておくことで、凍結濃縮溶液を可視化しています。多角形の氷結晶の隙間に凍結濃縮溶液が線状に存在することがわかります。この溶液は氷に囲まれているので、その物性は氷の影響を受けます。氷と凍結濃縮溶液はどちらも水でできている点で非常に特異的です。その結果、氷近く(界面)と氷から離れた沖合では物性が違ってきます。たとえば pH は溶液の性質を代表する指標の一つで、通常は溶液全体の値が溶液の代表 pH として捉えられます。しかし、凍結水溶液では図2示すように μm のスケールで不均一があることがわかります。このような性質が凍結条件下での反応や現象、機能などに影響を及ぼしていると考えられます。凍結により、以下のような実用展開が可能です。

- ・ 凍結条件下の反応 → 凍結により必ずしも反応は遅くならない → 食品、細胞や医薬品などの凍結保存
- ・ 雲や海氷などの天然の氷における反応 → 予想しなかった反応や現象が起こる → 凍結系の環境化学
- ・ 氷マイクロ、ナノテクノロジー → $\text{nm} \sim \mu\text{m}$ 流路 → 粒子、細胞、高分子のサイズ認識・分離、不凍タンパク質
- ・ 凍結を利用する高感度分析 → 凍結機能を利用 → 種々の測定を簡便に 1000 倍以上高感度化(図3)

日本語の解説：ぶんせき、p. 85 (2020)；Review of Polarography, 67 巻、57 (2021)

凍結以外の分野

上記の他、以下のような研究をしています。上記の例と同様実用展開、対応可能な分野を示します。

- ・ イオンの溶媒和状態の解明 → イオンの分離と溶媒和構造 → イオン交換の選択性、水処理の効率化、単分子膜でのイオンの挙動、放射光を用いる X 線分光、液体クロマトグラフィー(イオンクロマトグラフィー、キャピラリー電気泳動を含む)
- ・ 粒子分離 → 粒子(分子集合体、ナノ粒子凝集体を含む)の物性 → 集合体・凝集体の荷電状態と分散機構、ナノ炭素材料の分離と分散機構、粒子を用いる微量バイオ計測

日本語の解説：イオン交換学会誌、25 巻、17 (2014)；分析化学、68 巻、549 (2019)。

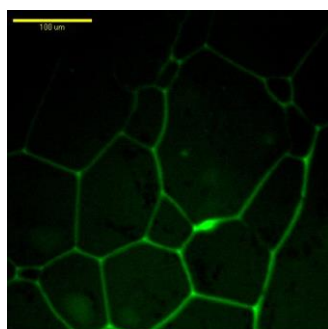


図1 凍結した NaCl 水溶液の表面(スケールバー100 μm)

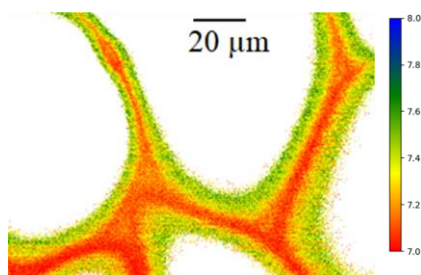


図2 凍結した NaCl で生じる凍結濃縮溶液の pH 不均一

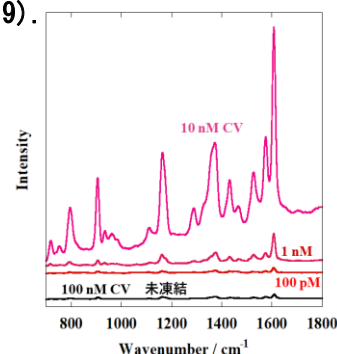


図3 クリスタルバイオレット(CV)の凍結表面増強ラマンスペクトル(赤線)と通常測定(黒線)の比較