

# 赤外分光法による燃料電池固体電解質のプロトン拡散測定

## 無機固体酸の水素結合とプロトン拡散の関係



山脇 浩

やまわきひろし

h.yamawaki@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門  
ナノ移動解析研究グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

1989年に化学技術研究所に入所し、分子固体の超高压下での相転移・反応に関する研究を行ってきました。現在は、燃料電池の固体電解質などを主な対象として分子固体プロトニクスに関する研究開発に従事し、プロトン伝導機構や構造との相関の解明、*in situ*計測解析手法開発などに取り組んでいます。

### 関連情報：

#### ● 参考文献

H. Yamawaki *et al.* : *Physica B*, 403 (17), 2643-2648 (2008).

### 無機固体酸型電解質

現在、室温で動作する燃料電池と比べてエネルギー変換効率の向上などが望める100~300℃の中温域作動燃料電池の開発が進められています。中でも、結晶内に含まれる水素イオン(プロトン)が固体中を移動する無機固体酸型電解質を用いた燃料電池の研究が注目されています。固体電解質中のプロトンの動きやすさ(拡散係数)は結晶構造に大きく左右されるので、私たちは無機固体酸の電解質としての機能と構造の相関の解明を目指しています。

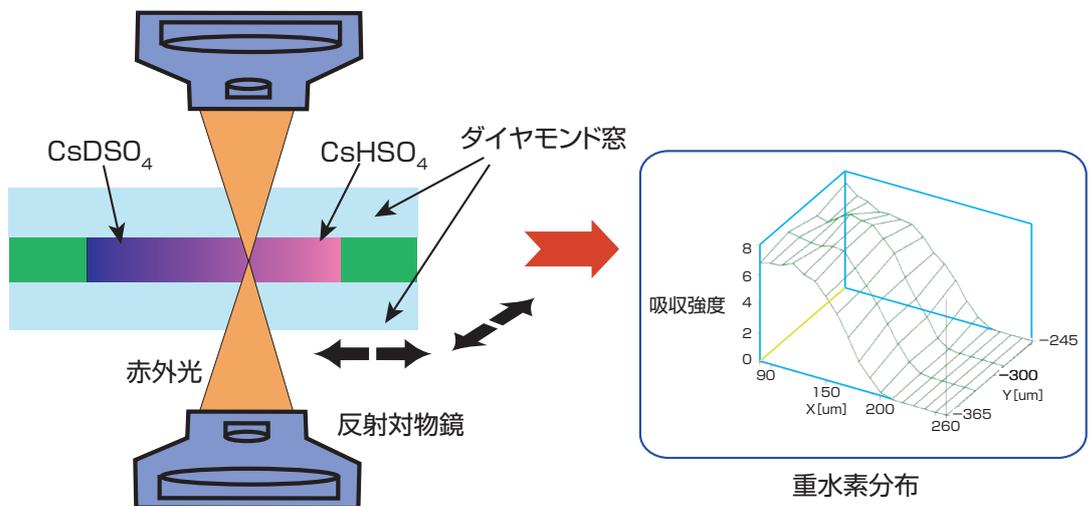
### 赤外分光法による無機固体酸のプロトン拡散係数の測定

無機固体酸では水素結合を介してプロトンが移動すると考えられており、水素結合が重要な役割を果たすと推測されます。同一温度、同一組成のまま水素結合強度を連続的に変えることができる圧力制御を利用すれば、水素結合とプロトン拡散係数の関係を調べることができます。そこで、加圧下での拡散係数計測手法を開発し、代表的な無機固体酸型電解質であるCsHSO<sub>4</sub>をモデルとして取り上げて測定を行いました。手順としては、まず、軽水素体(CsHSO<sub>4</sub>)

と重水素体(CsDSO<sub>4</sub>)のペレットを接合し加圧します。次に、顕微赤外分光光度計により高圧セル中の試料の各位置のスペクトルを測定し、O-D結合による赤外吸収強度をマッピングすることで試料平面内における重水素の分布を求めます(図)。最後に、100℃に加熱して拡散を進行させ、一定時間ごとに取り出して重水素分布の経時変化を測定し、水素イオン-重水素イオン相互拡散係数を求めます。この手法では拡散計測と同時に結晶相の状態を赤外スペクトルによりモニターしているので、目的の結晶相であることを確認しながら計測できます。ラマン分光法による水素結合状態とX線回折測定による格子サイズなどの情報を併せることで拡散係数へ影響を及ぼす因子を理解できます。

### 今後の展開

ほかの固体酸についてもプロトン伝導パスや水素結合状態の違いによるプロトン拡散係数を比較することで、水素結合がプロトン拡散へ与える影響について解明を進め、構造とプロトン拡散係数の関係の体系化を目指します。こうした知見は、新たな電解質材料の探索指針として役立てることができます。



### 赤外分光法による拡散計測の概念図

赤外マッピング測定により高圧セル中で重水素分布を求め、その経時変化から拡散係数を算出する。