

# 原子や分子の世界を探る

理工学研究部 理工学第3研究室(化学)

若林 文高 Fumitaka WAKABAYASHI

1982年より国立科学博物館 勤務。博物館での化学研究で 博士(理学)。  
主な著書に、「楽しい化学の実験室 I・II」、「ノーベル賞の百年ー創造性の素顔」



ふと見つけたベルセリウス像の前で  
カロリンスカ研究所(スウェーデン)  
(「ノーベル賞百周年展」準備の際に)  
ベルセリウス(1779-1848)はスウェーデン  
の化学者。現在の原子記号を提唱。  
「触媒」という言葉も、彼が初めて使った。

## ゼオライトの触媒作用を探る

ゼオライトとは？

難しく言うと、「結晶性のアルミノケイ酸塩」  
乾燥剤に使われるシリカゲルと同じような成分だが、  
ケイ素の一部がアルミニウムと置きかわっている。  
しかも、原子が規則正しく並んだ「結晶」。

分子サイズの穴があいている「多孔質」

穴の中に気体を吸着したり、  
穴の中で「化学反応」が起こる。

穴の大きさや形で、分子をふるい分けられ、  
「モレキュラー・シーブ(分子ふるい)」とも呼ばれる。

身の回りのゼオライト

歯みがき粉 洗濯用洗剤 消臭剤 猫のトイレ など  
知らない間に、いろいろなところで使われている。

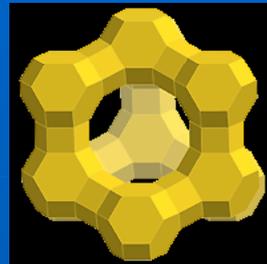
触媒として活躍するゼオライト：「固体酸」

粉末なのに硫酸のような「酸」としてはたらき、  
化学反応をスムーズに進ませる「触媒」のはたらきをする。

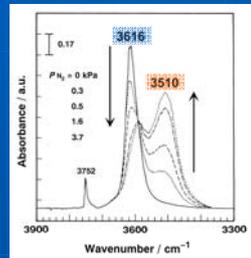
ゼオライトの酸性質を調べる：赤外線を使って調べる

空気中にもある窒素ガスが、リトマス試験紙のように、  
ゼオライトの酸の性質を教えてくれることを見いだした。

このとき使ったのが、光の一種の「赤外線」。  
赤外線を使うと、「分子の振動」を調べられる。



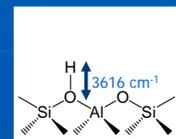
代表的なゼオライト「Yゼオライト」の形  
穴の直径は、約1億分の7センチ。少し大きめの分子が入る。



ゼオライトに窒素が吸着した時の、  
赤外スペクトルの変化  
窒素の圧力を増すと、3616 cm<sup>-1</sup>の山が  
減少し、3510 cm<sup>-1</sup>に幅広い山が成長する。  
右の図のように窒素が吸着し、この  
ヒドロキシル基(OH基、水酸基)が酸の  
性質をもっていることを示す。



ゼオライトが使われている身のまわりのもの  
歯みがき粉、洗濯用洗剤、消臭剤

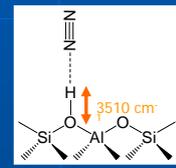


ゼオライト表面の化学式  
Si-O-Si-O-と交互に並ぶが、  
Siの一部がAlになっている。  
SiとAlの間がOHになる。

このOHは、1秒間に  
約108兆回振動している

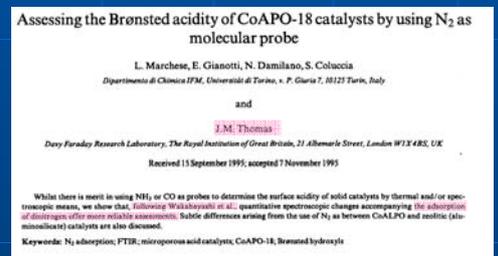


窒素が吸着すると



OHの振動数が、  
約105兆回に減る

※cm<sup>-1</sup>は、振動数の単位。  
1センチの間に波がいくつあるかを  
示す。波数ともいう。  
光は、1秒間に約30万キロ伝わる  
ので、3510 cm<sup>-1</sup>だと、その間の  
波の数は約105兆個になる。



ファラデーのクリスマス講演会で知られる王立研究  
所(英国・ロンドン)のトーマス所長の論文で、  
要約に名前付きで引用された：  
「Wakabayashiらに従って窒素を使って調べると、  
より信頼できる結果が得られた」

## CDやDVDでスペクトルを観察する

CDやDVDはどうして虹色をしているの？

音楽や映像、コンピュータのデータが細いみぞに書き込まれている。  
それに光があたると、光が色で分かれる。それが「スペクトル」。

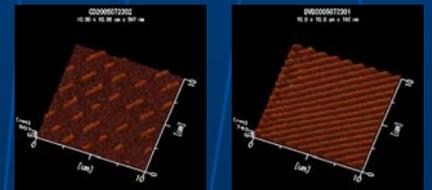
光を分けるはたらきをする「分光器」

これをうまく利用すると、かんたんな箱を作ってCDやDVDを入れる  
だけで、きれいなスペクトルが見られる。

スペクトルは、私たちに「原子・分子の世界」のことを教えてくれる。

DVD分光器はとても高性能！

コンパクトデジカメできれいなスペクトルの写真を撮れるし、  
その写真から、学校や家にあるパソコンを使って専門家も顔負けの  
「スペクトル・チャート」ができる。原子・分子の世界を探ろう！

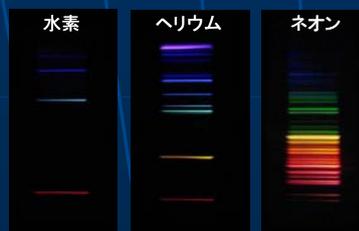


CD(左)とDVD(右)記録面の走査プローブ顕微鏡観察像  
DVDの方が、みぞの間隔が狭いことがわかる。  
1辺は、10ミクロン(0.01 mm)。

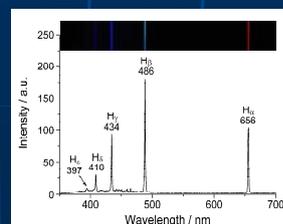
科博の化学実験教室で、高校生が操作して観察した。



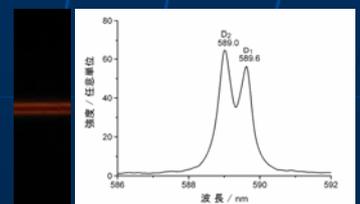
科博オリジナルキット：DVD分光器  
ミュージアムショップで販売中  
(DVD付、税込315円)



DVD分光器で観察したスペクトル：原子が出す光



左の水素のスペクトルを、チャートにした  
このスペクトルから水素の原子構造が明らか  
になった：バルマー系列がH $\alpha$ からH $\epsilon$ までよく見える。



ナトリウムの炎色反応のスペクトル  
DVD分光器で、D線が分離できた！