

# フロギストン

## マイクロ波加熱法 microwave synthesis

マイクロ波加熱法とは、マイクロ波が照射された物質へ誘電損失により吸収されて、マイクロ波のエネルギーが熱エネルギーとなることにより、物質が加熱されるという方法である。マイクロ波は電磁スペクトルのうち特定の帯域（国際規格：2.45 GHz）を使用する。マイクロ波加熱法は従来の加熱方法に比べて3つの特徴がある。(1) 材料を均一に加熱することができる。(2) 結晶の核生成が均一に促せる。(3) 短時間で結晶化できる。マイクロ波加熱法は超微細で均質なナノ粒子の合成が可能であり、ソフトケミカルな手法で酸化物や水酸化物を合成できるので注目されている。（東海大学工学部 吉永 昌史）

## グラム陰性菌 gram-negative bacterium

細菌の鑑別に使用されるグラム染色において染色されない細菌の総称。グラム陽性菌に比べて薄層のペプチドグルカン層（ペプチドと糖からなる高分子）をもち、エタノールやアセトンなどの有機溶媒で洗浄すると色素であるクリスタルバイオレットを保持できないために染色されない。この染色法による類別は、細胞の形状、鞭毛（べんもう）の着生状態といった他の形質とともに分類学上重要なものであり、抗生物質の薬剤抵抗性と共通点を持つ場合が多い。代表的な細菌としては、大腸菌、サルモレラ菌、赤痢菌などがある。（名古屋大学大学院 安田 啓司）

## ランジュバン型圧電振動子 Langevine type transducer

穴の開いた円盤型の圧電素子（例えば、PZT など）を数枚重ねたものにボルトを貫通させ、両端に金属ブロックを配したボルト締め構造をした振動子。この構造は、圧電素子に圧縮力をかけることで、圧電素子に働く引っ張り応力値を緩和し、強力な超音波振動を発生させることに適している。フランスの Paul Langevine が水晶を用いて初めて作成したもので、日本ではこの名称が一般的になっている。主に、15-100 kHz の低い周波数において使用されている。（名古屋大学大学院 安田 啓司）

## PZT 型振動子 lead zirconate titanate type transducer

チタン酸鉛  $\text{PbTiO}_3$  とジルコン酸鉛  $\text{PbZrO}_3$  からなる圧電素子。優れた圧電特性を有し、超音波振動子として広範に使用されているもので、 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$  で表される。焼結により製造するバルク材料の他、ゾルゲル法、スパッタ、CVD などによる薄膜材料も作られている。多くの企業からさまざまな素子が供給されており、添加物の調合の具合で、色

んな特性を持つ材料を入手することができる。通常は 100 kHz 以上の周波数で使用される。

（名古屋大学大学院 安田 啓司）

## 熱伝導率・熱拡散率 thermal conductivity · thermal diffusivity

熱伝導率  $\lambda$  は、内部に温度差が存在する物質内で高温部分から低温部分へ熱が伝導する際の、伝導のしやすさを示す値である。温度降下が生ずる方向に垂直な単位面積  $dA$  を通って単位時間に流れる熱量  $dQ$  を、単位長さあたりの温度差（温度勾配） $d\theta/dx$  で割った値として定義される。つまり、単位長さあたり 1 K の温度差がある物質内で、単位断面積を単位時間に流れる熱量である。SI 単位系では、式 (1) で示される。

$$\lambda \left[ \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right] = \frac{dQ[\text{W}]}{dA[\text{m}^2] \left( \frac{d\theta[\text{K}]}{dx[\text{m}]} \right)} \quad (1)$$

熱拡散率  $a$  は、物質内の温度の伝わりやすさを示す値である。熱伝導率  $\lambda$  とは、比熱容量  $C_p$  と密度  $\rho$  により、式 (2) の関係がある。ここで、 $C_p \rho$  は物質の蓄熱能力である。

$$a \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right] = \frac{\lambda \left[ \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]}{C_p \left[ \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] \rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]} \quad (2)$$

熱伝導率と熱拡散率は、いずれも、物質の種類とその状態により決まる、物質固有の物性値である。

（東海大学工学部 佐々木 一哉）

## フォノンの平均自由行程 phonon mean free path

固体中の各原子は、その安定な存在位置を中心として微小な振動（格子振動）を行っている。この格子振動をフォノンとよぶ。低温域における固体の比熱容量が Dulong Petit の法則から外れることを説明するために、P. J. W. Debye により導入された概念である。比較的低温の絶縁体では、熱伝導はフォノンの伝搬により生ずる。フォノンの伝搬速度は物質中の音速と等しい。

格子欠陥は、フォノン間の相互作用を生じさせる。また、物質の温度が上昇するとフォノン密度が上昇し、フォノン間の相互作用は増大する（これを Umklapp 過程とよぶ）。フォノン間の相互作用はフォノン散乱と呼ばれる。固体内のフォノンは、容器内の気体分子と同様の粒子ととらえることができる。つまり、フォノン散乱は、粒子同士の衝突と同様であり、フォノンの伝搬の障害となって熱拡散率を低下させる。

フォノンが伝搬する際、相次ぐフォノン散乱の間に進むことができる長さを、フォノンの平均自由行程  $l$  とよぶ。物質中の熱拡散率  $a$ 、フォノンの群速度  $v_l$  との間には、式 (1) が成立する。

$$l [\text{m}] = \frac{a \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]}{v_l \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]} \quad (1)$$

（東海大学工学部 佐々木 一哉）

## 高感度 DSC high-sensitivity differential scanning calorimetry

本稿で使用された高感度 DSC は、熱量を検出するためのセンサーとして、従来の金属熱電対を用いたサーモパイルの代わりに半導体熱電素子（ペルチェ素子）を使用した測定方法のことを指す。各エレメント（半導体熱電対）の熱起電力の大きさに加え、ペルチェ素子では、それらのエレメントが直列に繋がれているため、試料側と参照側の温度差を電圧として高感度に検出することが可能となる。この感度の向上によって、少量の試料の熱測定や、走査速度を定常状態に近づけた場合においても十分なシグナルを得ることができる。（北海道大学 佐々木 裕司）

## 共鳴 X 線回折 resonant X-ray diffraction

電子の軌道間遷移における X 線吸収端近傍の散乱強度を測定することにより、対象の原子に関する情報を得る方法。通常の X 線回折では物質内のあらゆる電子の応答が観察されてしまうのに対して、共鳴 X 線回折では波長を調節することにより、選択的に注目した原子の様子を調べることが可能となる。液晶の構造決定においても、X 線回折は非常に大きな役割を果たしてきたが、反強誘電液晶で観察されるキラルスメクティック C 副次相では、相に特有の構造（対称性）のために、その詳細を十分に特徴づけることができない。そこで、液晶分子に共鳴 X 線回折を行いやすい原子（硫黄、塩素、臭素、セレンなど）が含まれたものを合成し、それらの原子の情報を知ることによって、X 線回折では知ることができなかった液晶相の構造を決定することができる。また、共鳴 X 線が有効でない分子構造をもった反強誘電性液晶の場合でも、この手法が使用できる物質を少量ドープすることによって、構造の決定が可能である。（北海道大学 佐々木 裕司）

## バンドル構造 bundle structure

バンドル構造は、ナノファイバー同士が相互作用（ファンデルワールス力や水素結合など）により束状に凝集して形成される。バクテリアセルロースの場合、一辺 4 nm の矩形断面にセルロース分子鎖が 6 本×6 本、すなわち 36 本束になったマイクロフィブリル同士が凝集し、バンドル構造を形成することでリボン状フィブリルとなる。（日本大学理工学部 星 徹）

## バクテリアセルロース bacterial cellulose

バクテリアセルロース (BC) は好気性グラム陰性菌の酢酸菌による糖の発酵によって生産されるセルロースである。その繊維径は植物性由来のセルロースと比較して 1/100 以下と非常に細く、それらが緻密に絡み合った 3 次元網目構造を形成した BC ヒドロゲルとして得られる。BC ヒドロゲルを圧縮脱水したシートは、この構造的特徴のため、室温

における弾性率が 15~20 GPa という極めて高い力学的特性を示す。（日本大学理工学部 星 徹）

## マイクロフィブリル micro fibril

マイクロフィブリルとはナノ繊維（微小繊維）のことであり、BC マイクロフィブリルでは、直線的に伸びたセルロースが分子内あるいは分子間の水素結合で固定され、伸びきり鎖微結晶となっている。長さは明らかでなく、走査型電子顕微鏡では少なくとも数  $\mu\text{m}$  にわたって連続して観察される。200~300 程度のグルコース残基ごとに 4, 5 個のグルコース残基程度の大きさの非晶領域が存在しており、マイクロフィブリルにしなやかさを付与していると考えられている。（日本大学理工学部 星 徹）

## 【書評】

### 反原発か、増原発か、脱原発か

稲場 秀明 著 発行：大学教育出版  
発刊：2013 年 2 月 10 日 体裁：162 ページ  
定価：1,260 円（税込） ISBN-13：978-4864291828

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災により日本人のライフスタイルは大きな変更を余儀なくされた。特に震災による福島原子力発電所の事故および事故対応の拙さは、我々がエネルギー問題に対して至急の対応をしなくてはならないことを浮き彫りにした。「熱測定学会」の会員諸氏にも熱・エネルギーを研究ターゲットとしており、エネルギー問題に対してどのようなスタンスをとるべきなのかを考えている方も多いことと思う。

エネルギーを大量消費している現在のライフスタイルを激変させず、原子力発電所の事故を二度と起こさないためには、今回の事故の検証が必要であることは言うまでもない。それに加えて原子力発電によって我々が得たものについても公正に評価し、単純な全原発の廃炉でこれらを失ってもよろしいか？冷静に判断する必要がある。冷静な判断のためには正しい情報は勿論ではあるが、「増原発」あるいは「脱原発」が大前提となってしまうイデオロギーに影響されないことが必要となろう。

本書は「熱測定」の分野のみならず「原子核工学」「材料化学」でも多くの業績を残し、「大学」ばかりでなく「企業人」の立場からも技術発展に貢献された稲場秀明先生が、福島原子力発電所事故を越えて我々がどのようにすべきかを提案、まとめたものである。従来の「原子力発電」に対する意見書は、ほとんどがまず著者の意見ありきで、これに沿うデータを出しているものが多いことは否めない。これに対して本書は様々な立場の意見、各国の対応や代替エネルギーの現状を調査し、可能な限り公正に、先入観のない判断をしながら今後の我々の道筋を提案しようとしているものである。

本書の意見・提案に対する読者の意見は様々であろう。しかしながら本書は一人よがりの意見書ではなく、様々なバックグラウンドの方に意見を問い、回答を吟味しながら構成されている。今後の我々一人一人のエネルギー問題に対するスタンスを決める上で、実にフェアかつ冷静な提案書であると評価できる。（橋本 拓也）