#### 2018 年 6 月 16 日、6 月 30 日の CERI 寄付講座(公開講座)を受けて

# 第1講 6月16日 東京工業大学 物質理工学院 応用化学系 高田十志和教授 講演テーマ:ゴムとは?プラスチックとは?

1.世の中の材料は金属、セラミック、高分子の3つに大別できる。

この教えは印象的である。金属、セラミック、高分子の物性の違いは、原子が結びつく化学結合の違いによる点が大きい。金属結合、イオン結合、共有結合の3つの形態に大別される。セラミックは、イオン結合、高分子は共有結合である。そこで引用されていた「伊藤叡氏 世の中の材料」の冊子を探して見た。

https://www.tetsushako.or.jp/pdf/mame/mame 19.pdf



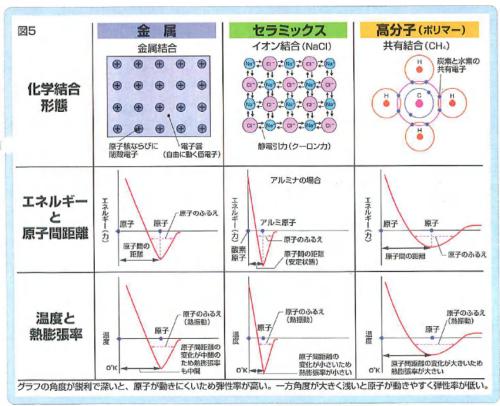
世の中の材料は、「金属」「セラミックス」「高分子(ボリマー)」の3つに大別される(図1)。これらの3つの材料は、結晶構造や原子同士の結び付き(化学結合)の違いにより、引っ張りや圧縮に対する変形特性、熱に対する耐久性などが異なる。金属は、硬くて脆いセラミックスと軟らかくて粘りがある高分子の中間的性質を持つ。今号から2回にわたり、これら3材料の物性の違いを見ながら、最も多く利用されている金属材料 鉄を中心に金属の特性を浮き彫りにし、それぞれの特徴を活かした複合材料の可能性を探る。

シンプルに 3 つに大別できると言う言葉が新鮮だった。確かにこの 3 つの分類を深く考えると、ハンダクラック、電源スイッチの発火、バリスタの壊れ方、サーモスタットのキ

ャップ緩み等、思い当たる。

プリント基板のハンダクラックは、金属のハンダと樹脂の熱膨張率の違いからくるトラブルである。では、金属のハンダとプリント基板の熱膨張係数の差はどこに要因があるのか?これを知りたいと思っていた。

熱膨張率は、温度による原子間距離の変化率を表わしている。この文章が印象的である。これでやっと今までの疑問が理解できた。金属、セラミック、高分子の3つの違いは、熱に関しては、原子間距離の変化率なのだと。



※低電子:原子がイオンになったり、原子同士が化学結合するときに重要な働きをする最も外側の軌道にある電子。

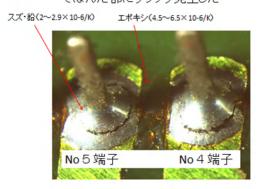
この文献には、非常に示唆に富んだ文章があった。それをそのまま引用する。

図5のグラフは、さまざまなことを表している。例えば、エネルギーを示すグラフの縦軸を温度に置き換え谷底を0度とすると、温度上昇とともにそれぞれの原子の運動が活発になっていく。原子のふるえ(熱振動)が大きくなるとともに、徐々に谷の幅(原子のふるえの距離)が広くなる。そして高温になりその挙動が最大になったときに溶融する。

熱膨張率は、温度による原子間距離の変化率を表している。 耐火物などに利用されるセラミックスは温度を上げても谷の 幅 (原子のふるえの距離) の中心があまり変わらない。これ は熱膨張率が低いことを意味する。

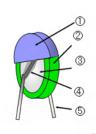
セラミックスのように谷の角度が鋭利で深いと、中央の谷底の位置があまり変わらず、2つの原子の位置が安定的で動きにくいため、弾性率が高い。逆に、高分子は熱膨張率が高く弾性率が低く、金属はセラミックスと高分子の中間の性質を持つことがわかる(図5)。このように材料の特性には、力や温度などのエネルギーに対する原子間距離の変化の仕方が大きく影響している。

### はんだの材質とプリント基板の材質の熱膨張係数の差 ではんだ部にクラック発生した



熱膨張率とは観点が異なるが、金属、セラミック、高分子の3つで構成される電子部品の一つとしてバリスタを示す。②バリスタ素体はセラミック、③電極は金属、①外装樹脂はエポキシ樹脂である。電子部品の壊れ方の理解には、化学的知識が欠かせない所以である。サージによるバリスタの劣化には、セラミック体のバリスタの原子間の結合の理解があればもう少しきちんと説明できるような気がした。

#### 円板型バリスタの構造



部品名	材質
①外装樹脂	エポキシ樹脂
②バリスタ素体	酸化亜鉛、他
③電極	銀
<b>④はんだ</b>	共晶はんだ
⑤リード線	半田めっき線

学位館文[長者電圧環境下におけるアルド電解コンデンサの信頼性に関する研究] 兼外料範 図43引用



## 2.ゴムもプラスチックも高分子

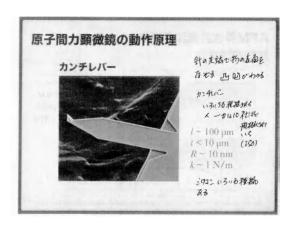
高分子とは、通常の小さな分子と同じ程度の大きさの構造単位が多数共有結合で鎖状につながったものである。

興味深かったのは、天然ゴムの自然物であるゴムの木、そして植物の研究である。合成ゴムより品質が良い天然ゴムを得る研究である。ブリジストン社がロシアタンポポ、グアユールなどから原料を研究している。砂漠のような場所で栽培を研究している。2050年後を目指していると言う壮大な話には驚いた。さすがだと思った。すばらしい。

## 第×講 2.6月30日 東京工業大学 物質理工学院 応用化学系 中嶋健教授 講演テーマ:ナノで探るゴムとプラスチックの構造と物性

#### 1.原子間力顕微鏡

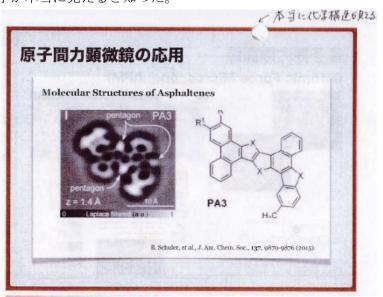
原子間力顕微鏡は、走査型プローブ顕微鏡の一種。試料と探針の原子間にはたらく力を 検出して画像を得る。これを駆使してゴム、プラスチックの様様な特性を見える化した講 義だった。普段聞けないすごく面白いは話だった。中嶋先生は、その装置を学生時代に自 作したと言うからこれもすばらしい。この分野に詳しいはずだ。





## 2. 原子間力顕微鏡の応用

化学式の亀の子が本当に見えると知った。



#### 3.白いゴム

カーボンを入れて補強した。フィラーのカーボンは15%くらい添加していると言う。1904

年以前の自動車のタイヤは確かに白い。



第×講 6月30日 ブリジストン社 中央研究所 毛利 浩 様 講演テーマ:タイヤの安全・安心

### 1.ブリジストン社の紹介

随分前になるが、石橋正二郎氏の伝記物を読んだことがある。いろいろなことをやり遂げたすばらしい人物である。それを思い出した。友人がブリジストン社に勤務しており、また私の最初のサイクリング自転車がブリジストン社であり大変興味深く、講演をお聞きした。また、毛利氏は 2003 年に母校の東京工業大学で学位を取得している。すばらしい実績である。

#### 2.タイヤの新しい技術

なんと言っても面白いと思ったのは、植物から得る新しいゴムの原料の開発である。根本の問題を解決する姿がすばらしい。30年後の目指していると言う。なんと先を見据えた大きな計画だろうと思った。

### 3.ライフシフト 人生 100 年時代 近々、英国の経済学者が唱えた

講演の最初に、このことを話していただいた。私は、はっとした。毛利 浩 様は、私 達と同じビジネスの世界を生きてきた方だと思いました。私の尊敬する田中真澄先生は、30年以上前から唱えている。本当に、世の中が人生 100 年時代を真剣に考えるようになったのは、よいことだと本当にそう思った。

<u>http://www.techno-quality.com/files/uploads/20171021</u> 田中真澄様講演会個人的メ モ.pdf

以上