第６回／「つくるⅠ（キャリア形成Ⅰ）」（11 月 12 日）報告
－「シリコーン製品の研究開発―シリコーンの限り無い可能性」－

第 6 回目の 11 月 12 日は、旭化成ワッカーシリコーン（株）代表取締役社長　二宮 聖氏（1980 年化学科卒業）が「シリコーン製品の研究開発 ―シリコーンの限り無い可能性」というテーマで講義を行いました。

以下に講義の概要を紹介します。

二宮　聖講師

●私たちの身の回りのシリコーン

講義に先立ち、シリコーン樹脂のサンプルが配布されました。学生はシリコーンの柔軟性、伸縮性、独特な手触りを実感しながら講義が始まりました。

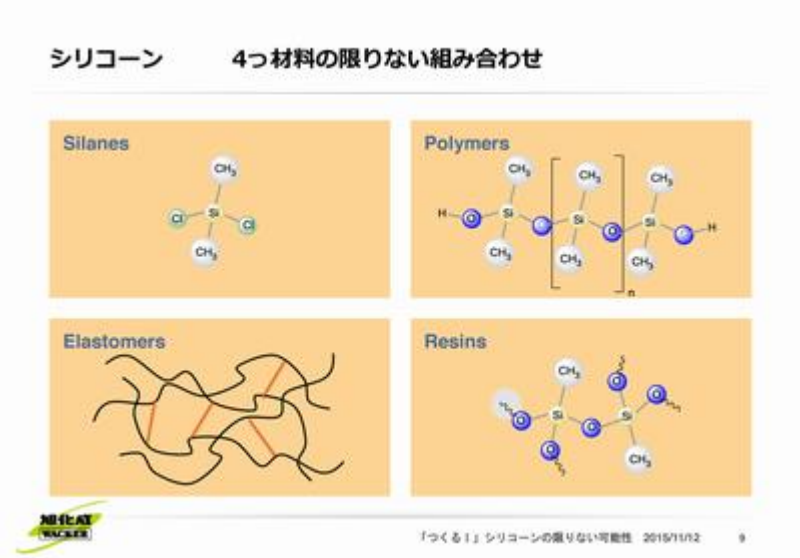
まず身の回りで使われるシリコーンが紹介されました。調理器具、医療器具、ヘアケア、コスメなど身の周りで見える形で使われることが最近多くなっています。朝起きたときから、歯ブラシやタオルなどシリコーンを利用した製品を使っていますし、子供おもちゃにも多く使われています。

また産業用途にも、添加剤や、建築資材、電子部品、自動車部品などに多く使われ、シリコーンの世界の市場規模は約 1.4 兆円、生産量は 200 万トンにのぼっています。

●シリコーンはどうやってできている？

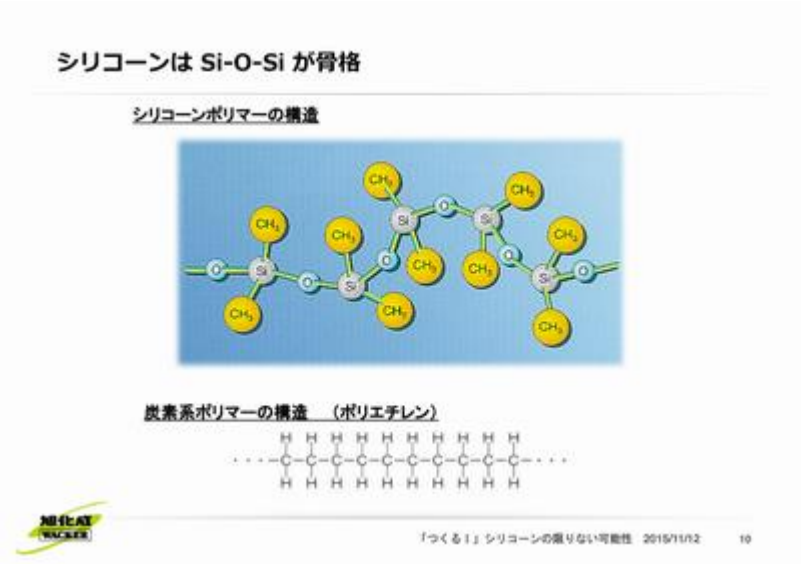
石油や石炭を原料とする炭素系樹脂とは違い、シリコーン樹脂はケイ石（ケイ素）を原料としています。自然界（地殻表層）中にケイ素は酸素の次に多く存在する元素です。

ケイ石を還元・精製して金属ケイ素が作られ、クロロシランを経てポリマー、エラストマー、レジンなどのシリコーン製品が作られます。なお、半導体や太陽電池に使われるシリコン（Silicon）は金属ケイ素のことで、シリコーン（Silicone）と区別する必要があります。

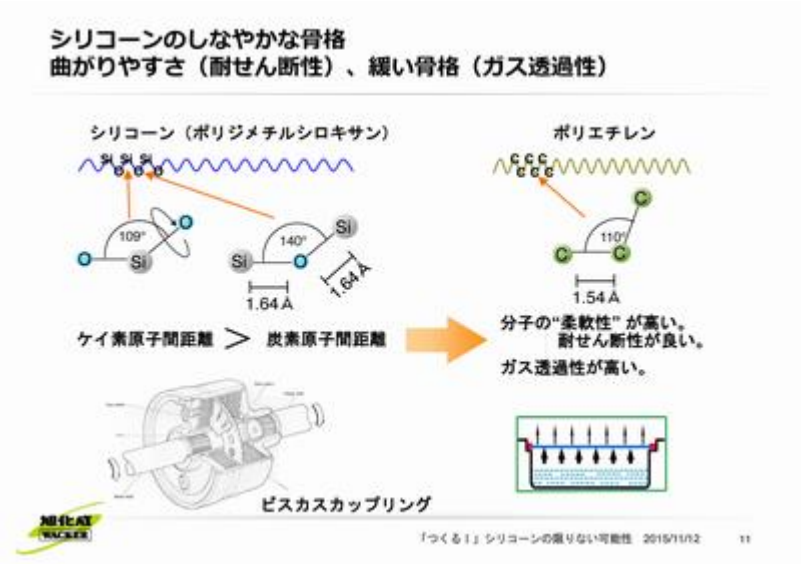


●石からできたシリコーンがなぜしなやかに？

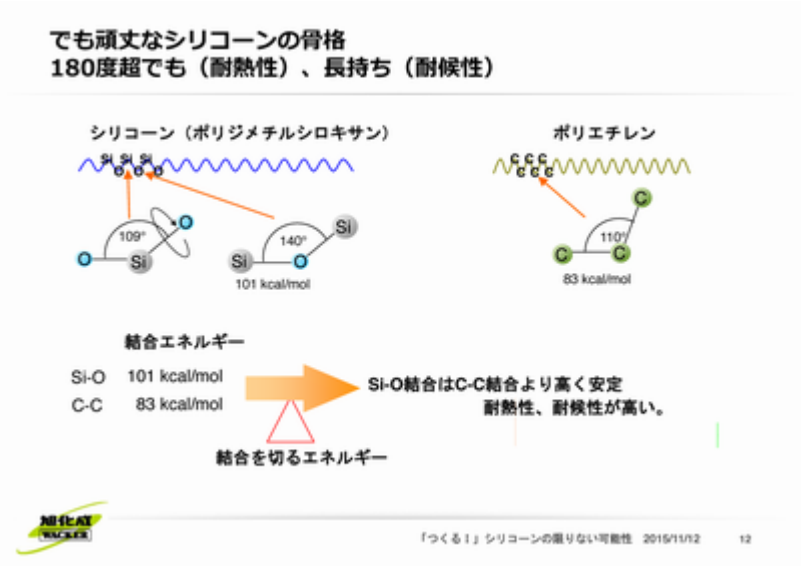
シリコーンは、ケイ素と酸素からなるシロキサン結合（Si-O-Si）を骨格とした高分子です。そのため、炭素結合（C-C）を主な骨格とする高分子から出来ている多くのゴム・プラスチック製品とは異なる性質を持っています。



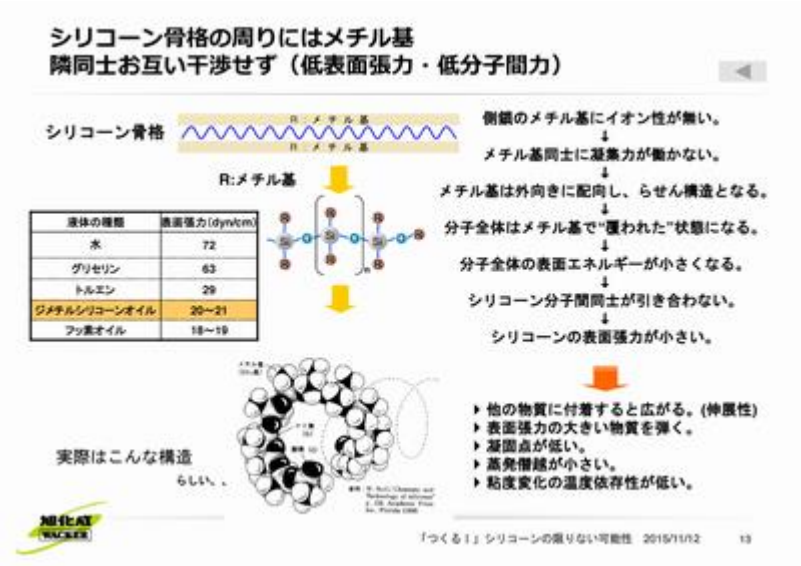
シリコーンは炭素系ポリマーのポリエチレンと比べてみると、ケイ素原子間距離は酸素原子を挟んで3.28Åとなり、炭素原子間距離1.54Åより大きくなるため、分子の"柔軟性"が高く、耐せん断性が良いという特性を持っています。

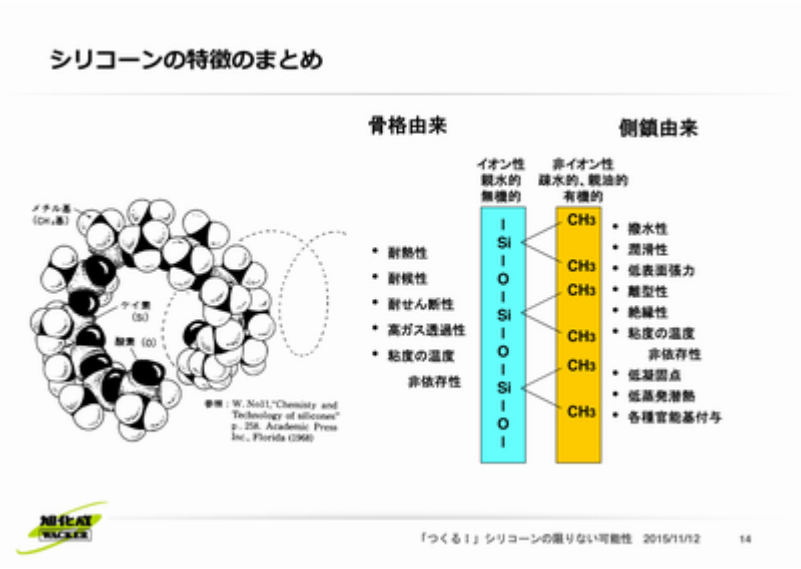


また、結合角も結合エネルギーも大きいことが、Si-O結合はC-C結合より高く安定し、耐熱性、耐候性が高いという特性につながっています。



シリコーン骨格の周りにはメチル基が存在し、隣同士お互い干渉せず（低表面張力・低分子間力）、伸展性や蒸発僭越が小さい（ひやっとしない）という特性を持ちます。そのため、シリコーンは肌に直接触れる化粧品などに多く使われています。

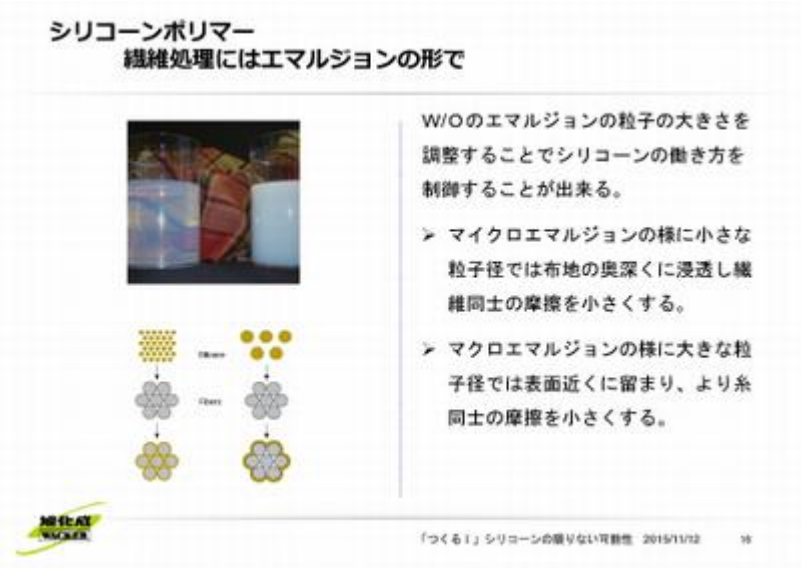




●繊維柔軟剤に使われるシリコーンポリマー

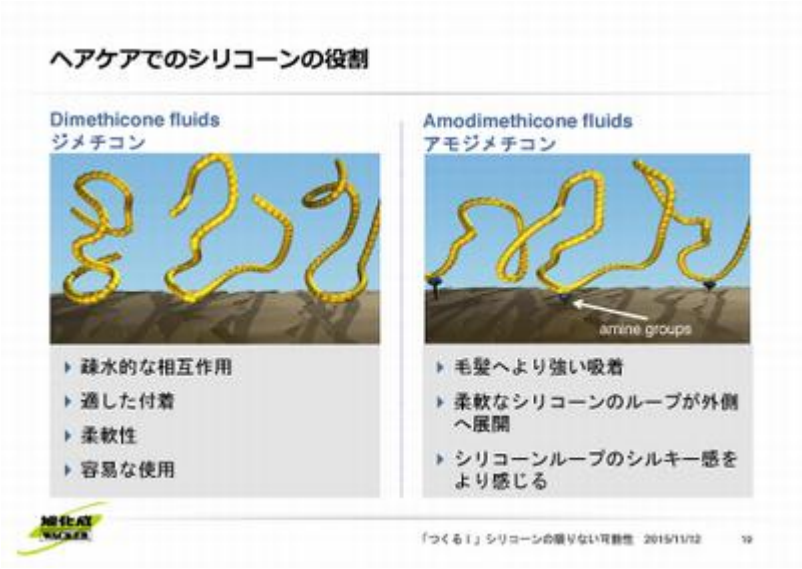
シリコーンポリマーは、繊維柔軟剤に使用されています。繊維の柔軟剤は、布地の中の撚り糸間と糸の中の繊維間の摩擦を小さくして、繊維を柔らかくしなやかに保っています。

繊維処理のためにシリコーンエマルジョンが使用され、その液滴サイズを調整しています。小さな液滴は、繊維間の摩擦を低減し、繊維の非常に深さに浸透し、大きな液滴は、糸の間の摩擦を低減し、表面に集中します。



長期的に柔軟性を保つためにシリコーンは、繊維に固定されています。シリコーン柔軟剤は、繰り返し洗浄しても、その効果を長持ちさせることができます（耐洗濯性）。また、アミノ基含有ポリマー鎖の長さを調節することによって、最適な柔らかさを実現することができます。

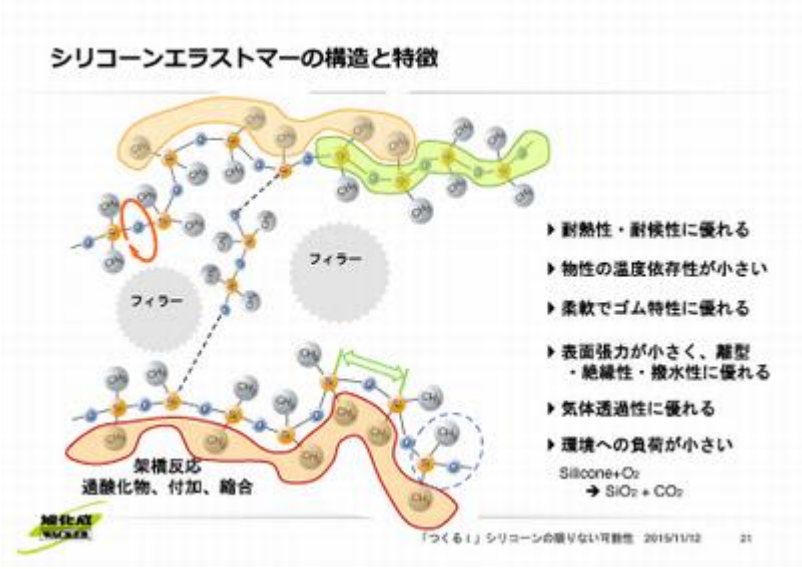
シリコーンポリマーの大変重要な用途として、パーソナルケア（スキンケア・サンケア、カラーコスメ、ヘアケア）が紹介されました。



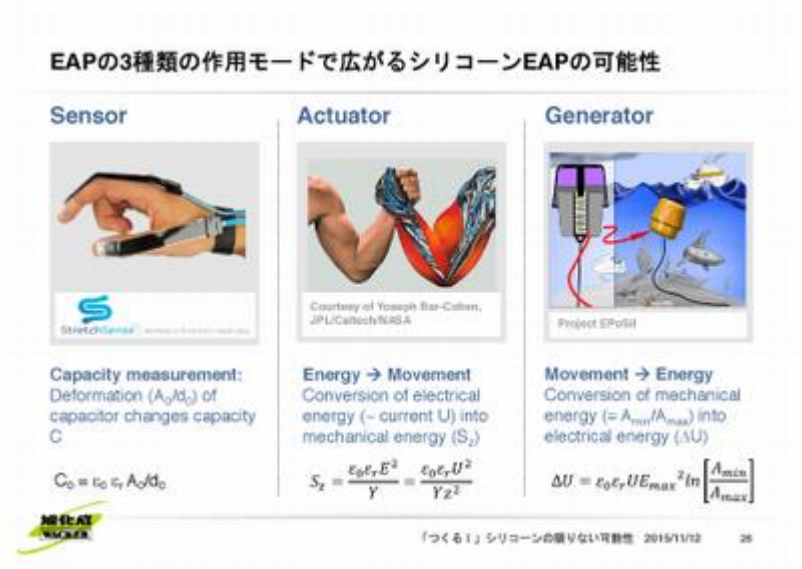
●シリコーンエラストマー

シリコーンエラストマーの特徴として、耐熱性・耐候性に優れる、物性の温度依存性が小さい（コーティングしても柔らかい）、柔軟でゴム特性に優れる、表面張力が小さく離型性・撥水性に優れる、気体透過性に優れる、環境への負荷が小さいことが紹介されました。

シリコーンエラストマーの用途として、車のプラグ、碍子（割れにくく軽いためアメリカではほとんどポリマー碍子が使われています）、哺乳瓶の乳首、ケーキを焼くときの調理皿、整形手術で使われる人工乳房などが紹介されました。



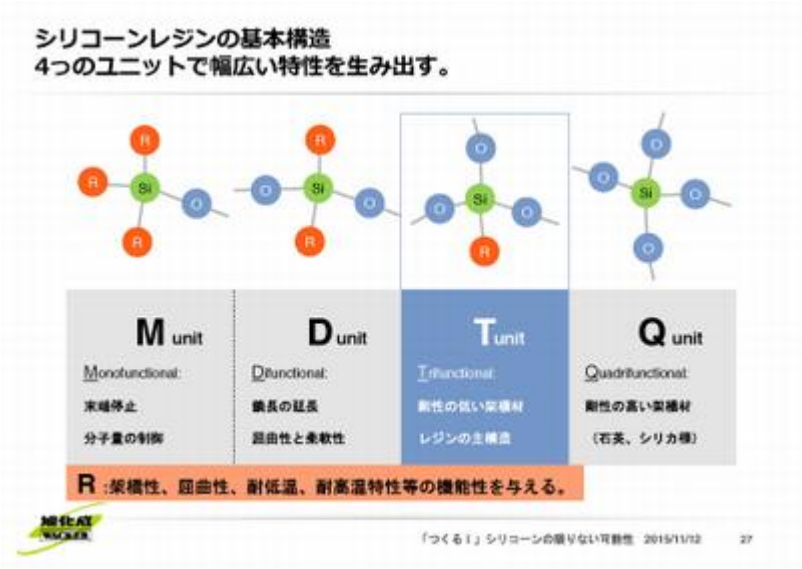
電圧が印加されるとその形状を変化させるEAPs（電場応答性高分子：Electroactive Polymers）も新たなシリコーンエラストマーの用途として紹介されました。エラストマーフィルムはスプリングのように変形し、キャリアとして作用 (柔軟性のあるキャパシタ)します。センサー、アクチュエータ、発電装置を設計するための材料などに期待されています。



●4つのユニットの組み合わせで多彩な用途ーシリコーンレジン

シリコーンレジンは　4つのユニットで幅広い特性を生み出すことができます。

とくにLED封止材では重要な役割を担っています。LEDチップと配線を回りの環境から守る、青色の光をいろいろな色に変換させる光変換色素の固定、光取り出し効率の向上などです。



さらに、最新技術だけでなく遺跡遺構、国宝・重文の保護保存にも、シリコーンレジンが使われています。ケイ石を原料とするシリコーンは石のコーティングに相性が良いのです。龍安寺の石庭の石もシリコーンレジンで保護されています。

●シリコーンの相反する特性と広がる用途

シリコーンは末端を変えると相反する特性を持つことができます。固有の特性である熱安定性、耐UV 性、不活性、耐薬品性などに加えて様々な調整が可能なため、ローエンドからハイエンドまで幅広い用途に適した材料となります。

そして、今後も新しい用途が拡大していくと強調されました。

〔広報委員：西島　隆（1976 電々卒）記〕