

(資料 8)

【ナノテク・材料(材料)】 ガラス転移 可逆的形成 オーガニックネットワーク仮訳**ガラスのように扱うことのできる革新的な新材料を開発 (仏)**

(2011 年 11 月 18 日 プレスリリース)

サーフボード、航空機、電子回路には、それらの軽量化、強度や耐性の向上のために共通して樹脂が使用されているが、樹脂はいったん硬化してしまうと再形成ができなくなってしまう。今日まではガラスを含む特定の無機化合物のみ再形成が可能となっている。単一物質でこのような特性を取り入れることはこれまで不可能であったが、CNRS の研究者である Ludwid Leibler 氏が率いる Laboratoire “Matière Molle et Chimie” (CNRS/ESPCI ParisTech) 研究チームは、優れた特性を可能とする新しい種類の化合物を開発した。この新しい材料は、修復と再利用が可能で、高温下で自由自在、可逆的に形を作ることができる。また、たいへん驚くべきことに、この材料は有機樹脂やゴムに特有な特性である、軽量、不溶性、耐久性を持っている。安価で生産が容易なこの材料は、特に自動車、航空機、建築、エレクトロニクス、レジャー部門など多くの産業用途で利用が可能であろう。この研究結果は 2011 年 11 月 18 日発行の *Science* 誌に掲載された。

金属材料をより軽量で、しかも同等の性質を持つ材料に置き換えることは、航空、自動車製造、建築、エレクトロニクスやスポーツなど多くの産業分野にとって必要なことである。熱硬化性樹脂を基礎とした複合材料は、その非常に優れた機械的強度と耐熱性、耐薬品性により現在最も利用に適した材料である。しかし、このような樹脂は最初から製造部品の最終的な型を用いて、現場で硬化させる必要がある。実際、そのような樹脂が硬くなってしまうと溶接や修復ができなくなる。また、樹脂がまだ熱い状態であっても、鍛冶工やガラス工がするように形状を修復することは不可能である。

ガラス(無機シリカ)は独特な物質であるため、それに熱が加えられれば徐々に固体から液体へと変わり(ガラス転移)、型を使用することなく必要な形状にすることができる。このガラスのように修復可能で限りなく可塑的な非常に耐久性の高い材料を開発することは、経済的、環境的な面で大きな課題である。熱が加わると流動し、不溶性でガラスのようにもろくなくて「重く」ない物質が必要となる。

Laboratoire “Matière Molle et Chimie” (CNRS/ESPCI ParisTech) の研究者たちは、現在入手可能で産業利用されている原料(エポキシ樹脂、硬化剤、触媒など)を用いて、独自

の特性を持つ分子ネットワークから成る新しい有機物質を開発した。この分子ネットワークは、加熱されるとその原子間のクロスリンク(架橋)の数を変化させることなく自身を再編成することができる。この新しい物質は、ガラスのように液体から固体へ、またその逆の変化をすることができる。今日まで、シリカと数種の無機化合物のみがこのような挙動を示すと知られてきた。従ってこの新しい物質は、純粋な有機シリカのような動きを見せる。ガラス転移温度を上回る加熱下でも不溶性となる。

注目すべきは、この物質は選択する組成によって、室温下で硬質・軟質のどちらかの弾性固体に似た特性を有することである。両方のケースでは、軽さ、耐久性、不溶性など現在産業利用されている熱硬化性樹脂やゴムと同様の特性を示す。最も重要なことは、この物質はゴムのような特性を超えた重要な利点を持っており、それは必要に応じて再形成ができて、熱が加われば修復と再利用が可能となることである。この特性の意味することは、熱硬化性樹脂や従来のプラスチック材料に対し想定できないような方法を用いて、この新しい物質の形を変えることができるということである。特に、難しい形状、成形によっても不可能な形状、また型を作ることが非常に高価である形状を得ることを可能にする。

複合材料のベースとして利用されるこの新しい物質は、金属に比較して遜色無く、エレクトロニクス、自動車製造、建築、航空、印刷など多様な分野において広く利用することができる。これらの分野での利用に加えて、この物質開発の結果として、ガラス転移の物理という基礎的な課題に予期せぬ光明を投じたのだ。

本研究は *CNRS, ESPCI ParisTech* および *the Arkema group* によって支援された。



© CNRS Photothèque / ESPCI / Cyril FRÉSILLON
変形・加熱を経て材料の複雑な形状が作られる。



© CNRS Photothèque / ESPCI / Cyril FRÉSILLON
この材料は様々な形状に加工できる。



© CNRS Photothèque / ESPCI / Cyril FRÉSILLON
オーブンの中で材料の一片が変形されている。ねじりストレス試験中の新素材は、偏光下の鮮やかな色で輝いて見える。これらの色は加熱されると数分で薄れていく：そして材料は新しく形状記憶される。

参照：

「恒久的なオーガニックネットワークから成るシリカのような延性のある材料を開発」
Damien Montarnal, Mathieu Capelot, François Tournilhac and Ludwik Leibler
2011年11月18日サイエンス誌

翻訳：NEDO（担当 総務企画部 松田 典子）

出典：本資料は以下の記事を翻訳したものである。

Centre national de la recherche scientifique (cnrs) November 18, 2011 press release
“New revolutionary material can be worked like glass”

<http://www2.cnrs.fr/en/1932.htm>