

自動車やビルの窓を 10 分の 1 に軽くできる新しい薄膜材料開発

—透明で紫外線をカットし硬さがガラスの 3 倍、プラスチック表面に成膜可能—

中部大学の多賀康訓特任教授は、自動車やビルの窓を 10 分の 1 近くまで軽くできる新しい薄膜材料を開発した。素材はポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 等のフッ素樹脂を含む酸化セリウム (セリア、 CeO_2) で、スパッタリング法によりガラス基板に成膜したところ、表面の硬さが約 3 倍に向上した。また、プラスチックフィルムへの成膜によって表面の硬さがほぼ 10 倍に向上するデータも得た (図)。

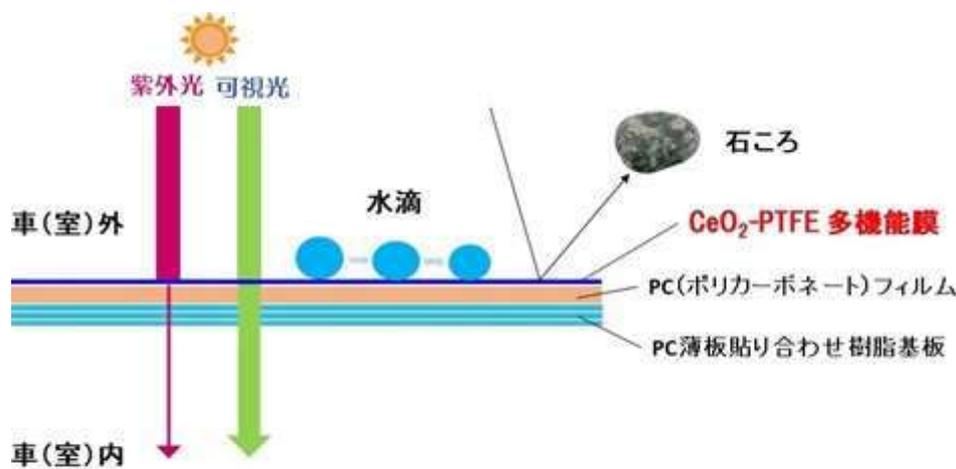


図 開発する窓材の断面構造イメージ

プラスチック表面の硬さを成膜したガラスと同等まで高められれば、ガラスの数十倍高い衝撃吸収性を生かし、風によるたわみの影響を考慮しても窓の厚さを約 5 分の 1 にできる。プラスチックの比重はガラスの約 2 分の 1 であることから、これらの条件を掛け合わせると窓は 10 分の 1 近くまで軽くなり、大幅な省エネルギーにつながると期待している。

現在、自動車の窓にはほとんど無機ガラスが使われている。一般的な自動車の場合、窓の重さは車体の約 5% を占める。この窓の重さを約 10 分の 1 にできれば、自動車の電動化に伴う車両の軽量化により大きく寄与する。

ガラス表面の硬さを高めるため、表面に硬い CeO_2 を成膜する研究がおこなわれている。しかし CeO_2 は硬いが脆いため、変形によってクラックが多数発生する問題がある。今回、多賀特任教授はフッ素樹脂の PTFE を 5~15 体積% 混合した CeO_2 の薄膜素材と成膜技術を開発した。PTFE を混合することで紫外光を 80% 以上遮蔽しガラスの 3 倍の方さを維持

したまま柔軟性があり曲げによるクラック発生を大幅に改善出来ると考えた。

実験ではガラスの表面にアルゴンイオンを用いるスパッタリング法で膜厚 100~200 ナノ（ナノは 10 億分の 1）メートルの CeO₂-PTFE 膜を成膜したところ、ナノインデンテーション法（またはナノインデント）と呼ぶ手法で測定した表面硬さは約 6000N/mm² から約 17000N/mm² に向上した。成膜後も水をはじく性質（撥水性）は高く、指標である水滴の接触角は 90 度以上だった。また可視光の透過率は 80%以上で、逆に有害な紫外光の遮蔽率は 80%以上と高く、ともに自動車の窓に求められる仕様を上回った。

ガラスに続きプラスチックシートに成膜する実験も開始した。材料にはエンジニアリングプラスチックのポリカーボネート (PC) や汎用樹脂のポリエチレンテレフタレート (PET) を用いた。それぞれに成膜したところ、PC の硬さは約 180N/mm² から約 1600N/mm² に、PET では約 300N/mm² から約 1300N/mm² に向上した。CeO₂-PTFE 膜を成膜した PC 樹脂は自動車用耐候試験条件による劣化が全くないことも確認した。まだ硬さはガラスを用いた時ほど高くないが、プラスチック基板に表面硬化フィルム等を用いることにより無機ガラスと同等の表面硬さが達成できるとみている。CeO₂-PTFE 膜の成膜温度は約 100℃以下で、プラスチックの耐熱温度より低いため、母材の特性が落ちる心配はないという。

開発した高い可視光の透過率と紫外光遮蔽率を併せ持つ CeO₂-PTFE 膜は自動車だけでなくビルの窓にも適用できる。

日文新聞发布全文 <https://www3.chubu.ac.jp/research/news/25333/>

文：JST 客观日本编辑部翻译整理