

# ナノ中空シリカ粒子を用いた透明断熱フィルムの開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ東海 平成19年度採択課題  
「ナノシリカ中空粒子内包断熱薄膜用塗料の開発および実用化研究」



代表研究者：名古屋工業大学 セラミックス基盤工学研究センター  
教授 藤 正督

## ■ 研究概要

ナノ中空シリカ粒子を表面改質技術によりポリマーに高分散状態で充填させてやることにより、内部に閉じ込められた“ナノの空気～バルクより低熱伝導～”の効果により低熱伝導率(高断熱性)を有し、またナノ粒子分散により高い可視光透明性を兼ね備えるいまだかつてない“透明断熱”フィルムを開発した。

## ■ 研究内容、研究成果

中空粒子はシェル内部に空隙を有するため、光学特性、誘電特性、伝熱特性等において中実粒子とは異なる特異な性質を示し、様々な応用展開が期待される材料として近年注目を集めている。とりわけナノサイズ中空粒子は、シェル及び内部空間がバルクとは異なる特質を示すことが期待される非常に魅力ある材料である。

本研究では、我々が開発した無機ビーズテンプレート法(図1)により合成されるナノサイズの中空シリカ粒子を内包する断熱性薄膜の実用化を志向し、断熱薄膜用塗料およびそれを用いた断熱フィルムの研究開発を行った。シリカ中空粒子の表面改質により塗料中の粒子分散安定化および薄膜中での良分散化による粒子充填率の向上がなされた結果(図2)、ナノ中空粒子内包フィルムは中空粒子内部空間に起因する空隙が50 vol.%程度であるにも関わらず、バルクの空気と同程度の低い熱伝導率(～0.02W/mK: 高い断熱性能)を有することが明らかになった(図3)。

表面改質技術によりナノ中空粒子をポリマー内に高分散状態で存在させてやることで、断熱性薄膜は透明性にも優れ、可視光透過率90%以上を達成した。本研究開発品は、従来のマイクロサイズの中空体乃至は発泡体を用いた断熱塗料では決して成し得ない、いまだかつてない“透明断熱”フィルムであることが明らかになった。開発に成功した断熱フィルムは通常の透明フィルムと比較すると、光を95%通過させるのに対して熱は90%遮断する。

## ■ 今後の展開、将来の展望

本研究の透明断熱フィルムは、ナノ中空粒子-樹脂ハイブリッド効果による高硬度、ガスバリア性による高耐候性が期待できる等、マイクロサイズの発泡体・中空体を用いた従来の断熱材には無い利点が多くあり、例えば窓ガラス等への断熱フィルム、車両用の合わせガラスの中間層への使用や温感性製品への応用が期待される(図4)。

本研究開発の成果をもとに、共同研究機関であるグランテックス(株)が製品開発を行っている。ナノ中空シリカ粒子内包断熱層を紫外線や赤外線遮蔽の効果のあるフィルムと複合化した、既存窓ガラスへの後貼り断熱フィルムとして試作品の作製および実証試験が進行中である。これを含めてガラス業界および自動車業界向けの製品の平成23年度中の販売を目指す。

本透明断熱フィルムを窓ガラスに貼ることで、外気の寒暖による室内の温度変化を抑えてやることができ、これは冷暖房の使用量を減らすことにつながり、環境保全やCO2削減に役立つ。

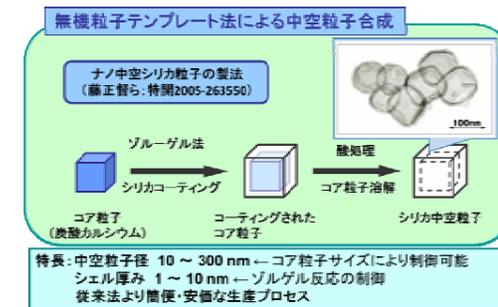


図1 研究代表者らが開発した無機粒子テンプレート法によるナノサイズの中空シリカ粒子合成法



図2 表面改質技術によるナノシリカ中空粒子の高分散充填により断熱フィルムに高い透明性を実現

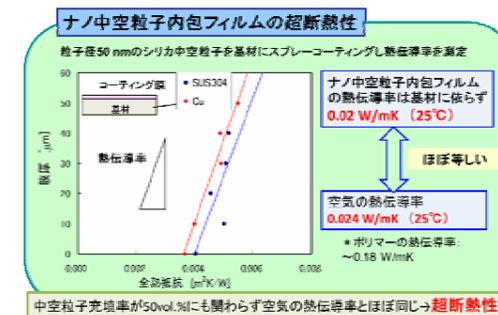


図3 ナノ中空シリカ粒子内包フィルムの熱伝導率測定の結果の一例



図4 本研究で開発された透明断熱フィルムにより期待される実用化製品群

## ■ 研究体制

- ◆ 代表研究者  
名古屋工業大学 セラミックス基盤工学研究センター 教授 藤 正督
- ◆ 研究者  
渡辺秀夫(名古屋工業大学), 藤本恭一(グランデックス株式会社), 岸野 英樹(グランデックス株式会社)
- ◆ 共同研究機関  
名古屋工業大学, グランデックス株式会社,  
(独) 科学技術振興機構イノベーションプラザ東海

## ■ 研究期間

平成20年4月 ~ 平成23年3月