Rev. 230512

人にやさしい「カタチ」に変わる新素材
Shape Memory Polymer (SMP)

株式会社ＳＭＰテクノロジーズ

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

はじめに

温度変化に感応する形状記憶ポリマー

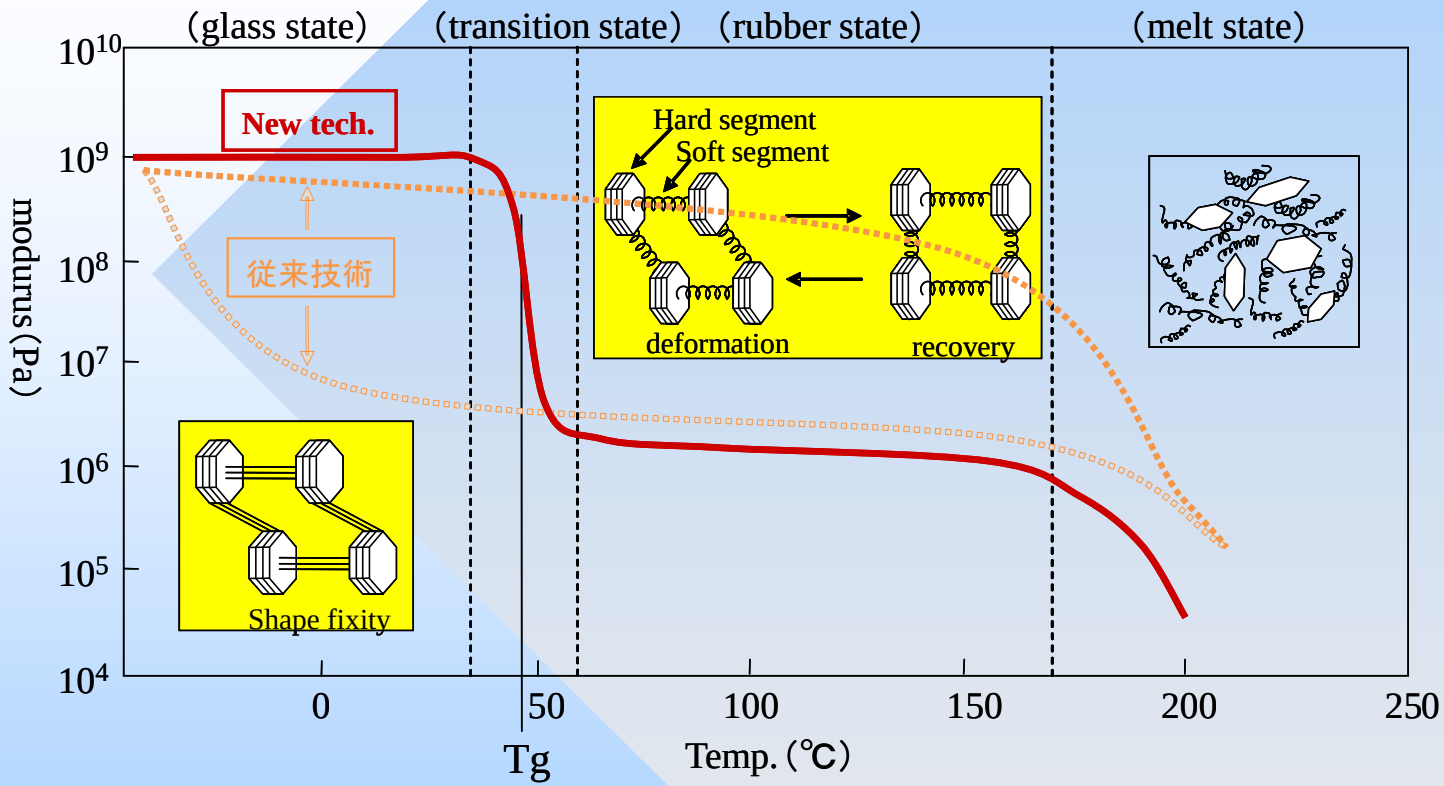
人にやさしい「カタチ」に変わる知性ある新素材として
Shape Memory Polymer(SMP)が生まれました
(Patented)

１．形状記憶特性、生体フィット性、水蒸気透過率の温度依存性など、いままでに全く存在しなかった新素材です

２．航空、宇宙、化学、医療、化粧品、衣料、産業資材、食品、健康、生活雑貨とその利用は無限大です

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMPとは何か？



- 室温でのガラス転移温度 (Tg at room temperature)
- 狭い転移領域 (Narrow transition state)
- 転移領域での劇的物性変化 (Drastic change of properties at transition state)
- 材料形態の多様性を有するポリウレタン (Based on polyurethane)

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMPの特性

SMP が持っている ３つの特性

① **形状記憶特性（形状固定、形状回復）**
ガラス転移点（Tg）前後で、弾性率が大きく変化する
Tg以上に加熱すると形状が回復

② **生体フィット性**
ガラス転移点（Tg）付近で、人肌に近い物性を発現

③ **水蒸気透過率の温度依存性**
ガラス転移点（Tg）を境にして、水蒸気透過率が大きく変化

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性

① 形状記憶特性（形状固定、形状回復）

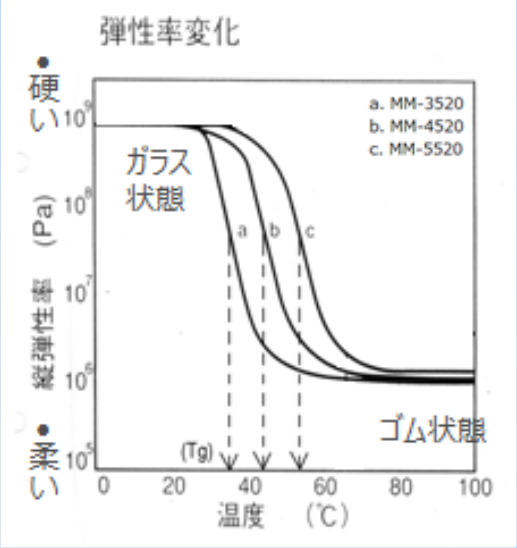
＜特長＞

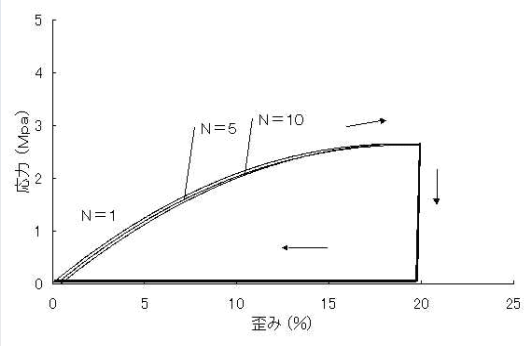
1. ガラス転移点（Tg)以上の温度に加熱すると、変形しやすい状態になります

2. その状態でTg以下の温度に冷却すると、その形状で固定されます（形状固定）

3. 再びTg以上の温度に加熱すると、元の形状に回復します（形状回復）
→ 各種用途に合わせて形状を変えることができるスマート素材です

※ Tgは材料設計で、-４０℃～１２０℃の範囲で１℃きざみで自由に設定できます



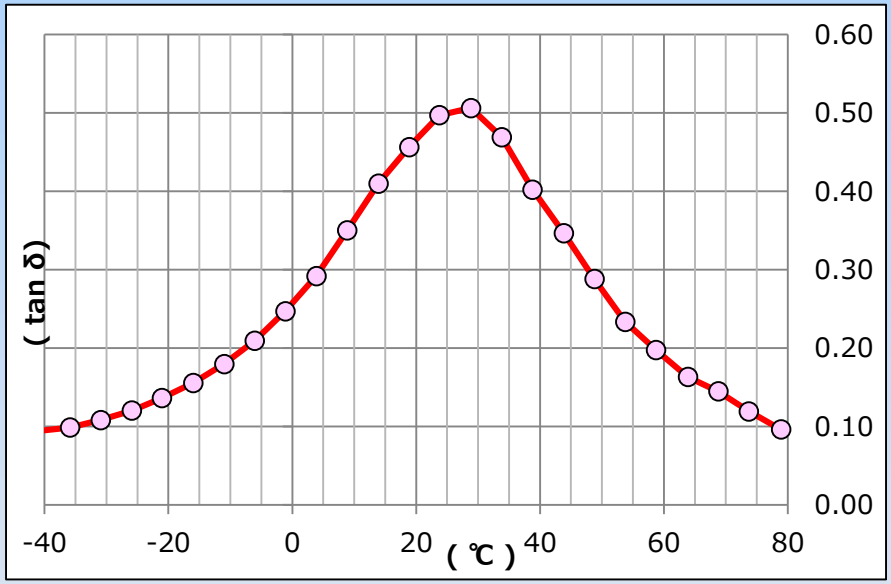


Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性

② 生体フィット性

- 力学的な刺激を与えたときの粘弾性特性（力学的tanδ）は、Tg付近で大きな値をもちます（通常のゴムの力学的tanδは0.1以下）
- 使用温度にあわせた材料設計をすることによって、人肌に近い力学的tanδが与えられます
肌に触れる部分に使用すると違和感の少ないものを造ることが出来ます



•人体各部の皮膚粘弾性（力学的tanδ）

前腕（肘から手首）	０．４３
掌（手のひら）	０．４７
額（おでこ）	０．５１

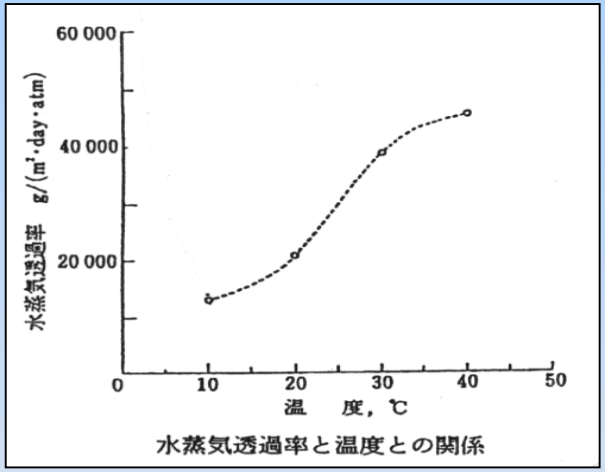
高橋元次　高分子 33 巻１９８４

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性

③ 水蒸気透過率の温度依存性

- SMP から生まれた*DiAPLEX* 膜は無孔質で優れた水蒸気透過性をもちます
- 水蒸気透過率は温度に感応して変化します
- Tg以下では小さな水蒸気透過率、Tg以上では大きな水蒸気透過率を与えます
- 水蒸気以外の気体への適用が可能です



水蒸気透過率と温度との関係

膜の孔径と透過粒子・分子・イオンの種類

孔径	膜の形態					分離膜		粒子・分子・イオンの種類と大きさ
1μm	多孔膜					ミクロフィルター	各種ビールス	ブドウジョウ球菌（ 0.8μm）
0.5μm								チフス菌、コレラ菌（ 0.6μm）
0.2μm					限外濾過膜			牛痘ビールス（ 0.21μm）
0.1μm								ｲﾝﾌﾙｴﾝｻﾞﾋﾞｰﾙｽ（ 0.08μm）
0.05μm								
0.02μm								遺伝子（ 0.02×0.13μm）
0.01μm (100Å)				逆浸透膜				小児麻痺ビールス (0.012μm)
50Å			気体分離膜					ヘモグロビン（ 30×50Å ）
20Å								DNA (20Å)
10Å		非多孔膜						グルタミン酸（ 5×8×16Å）
5Å								H_2O（ 3.5Å）
2Å								H_2（ 2.3Å）

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性

SMP は生体適合性にも優れ、あらゆる成形が可能です

SMP は下記の規格を満足しております

1．食品衛生法･食品,添加物等の規格基準

（昭和34年厚生省告示第370号）

（薬事法昭和35年法律第145号第14条第1項）

2．成形性

・射出成形、押出成形、ブロー成形、真空成形、カレンダー成形、紡糸、発泡とあらゆる成形にこたえます

・材料形態はペレット、溶液、２液注型材を揃えております

・自由な着色ができます

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Materials

符号	形態	加工法	荷姿・単位
MM	ペレット	射出成形・押出成形	20Kg袋
MP	二液硬化タイプ	注型	1Kg缶×2
MS	溶液タイプ	コーティング	4Kg缶
SMP Foam	発泡体		
WPU	水系		4Kg缶
SMP iFit	シリコーン		
SMP 3D Filament	フィラメント	3Dプリンタ用	100m、300g/巻

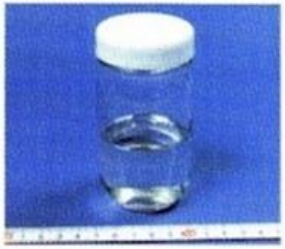
MM type

射出・押出(Molding)

MP type

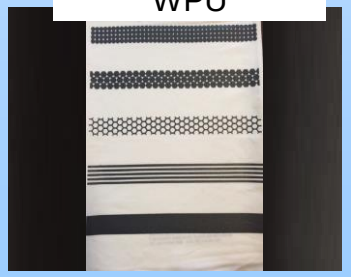
注型(Potting)

MS type



溶液(Solution)

WPU



SMP Foam

SMP iFit

SMP 3D Filament

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

形状記憶ポリマーの特性と応用

特性	用途例	主な適用素材
形状記憶特性	・身障者用スプーンハンドル ・足関節サポーター ・留置針 ・つけ爪 ・易解体ねじ ・エンジン用オートチョークエレメント ・ドールヘアー ・ガーデニングアクセサリ 	MM（ペレット） MP（二液硬化） MS（溶液）
生体フィット性	・メガネの鼻あて ・靴インソール ・ウィッグ用ネット ・マスク留め具 ・イヤホン ・ブラカップ ・留置針 ・防水包帯 ・生活支援ロボット 	MM（ペレット） SMP Foam SMP iFit
水蒸気透過率の温度依存性	・防水透湿膜（DiAPLEX） ・冷蔵庫調湿膜 ・尿漏れ防止パンツ ・防水包帯 	MM（ペレット） MS（溶液）

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（１）
特性① 活用

- どんなハンデキャップにも一本で対応できるスプーン、歯ブラシ、はさみ

•スプーン販売元：㈱青芳

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（２）
特性① 活用
・熱を加えてフィットする形状に

•足関節サポーター

・FRTP（繊維強化熱可塑性プラステック ）
ガードに熱を加えて変形させます

・変形をさせることで、足関節の形状にフィット
しやすくします

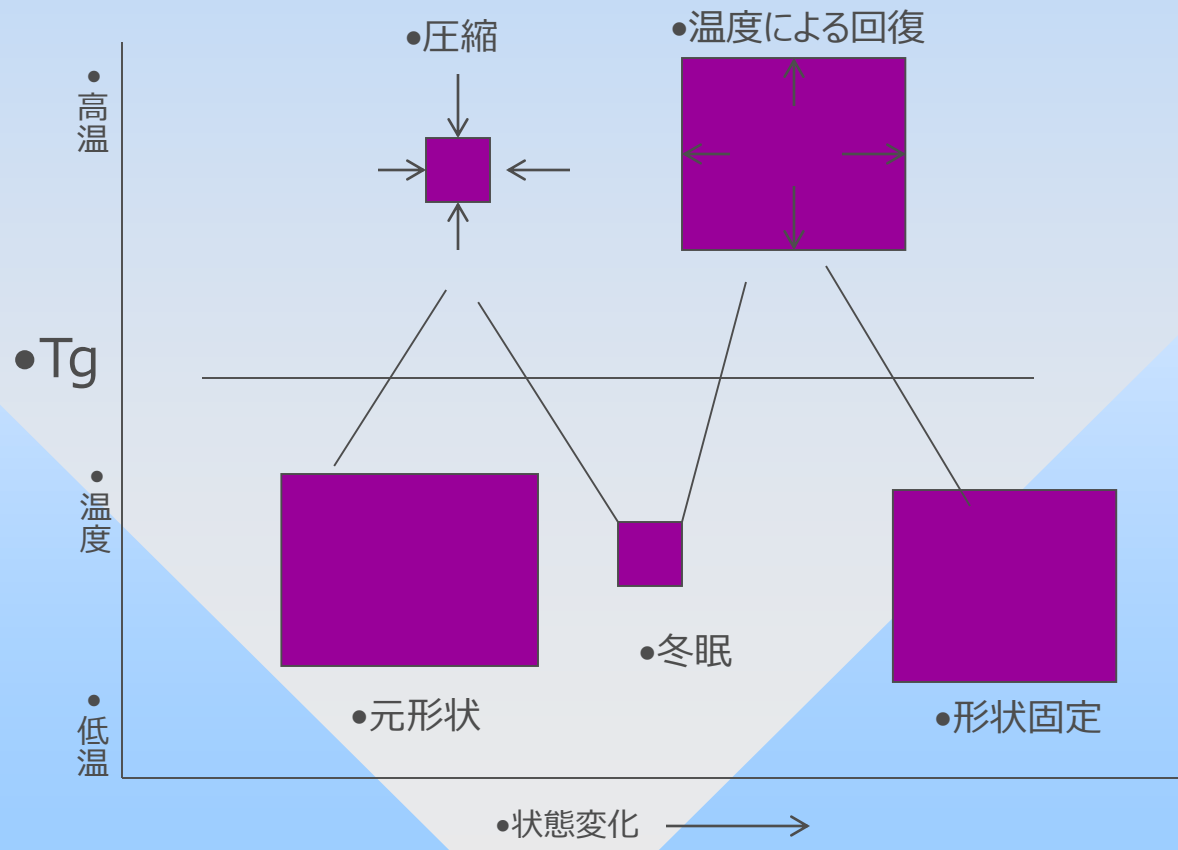
※SMPは、FRTPガードに使用されています

•日本シグマックス（株）
“エクスエイド アンクル Ｆ Ｏ” への採用例

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（３）
特性① 活用
・航空宇宙用途

- **体積膨張特性**
  - **フォーム材では30倍の体積膨張を得られます**



Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（４）
特性① 活用

- **ヘアーセットのできる人形の髪**

1. ヘアードライヤで好みのヘアーセットが可能です
2. ナイロンカプセリングで着色性に優れます
3. しなやかで強度もあります
4. あらゆる太さの髪の毛が実現可能です
   （サンプルは70デニールの糸）
5. 人体にも環境にもやさしい素材です

• 1

• 2

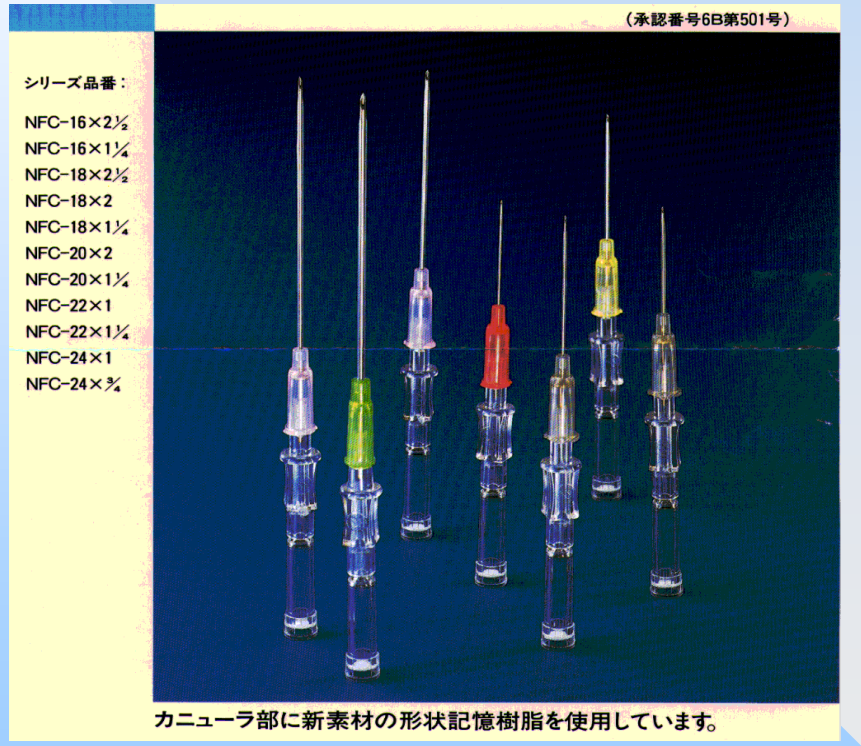
• 3

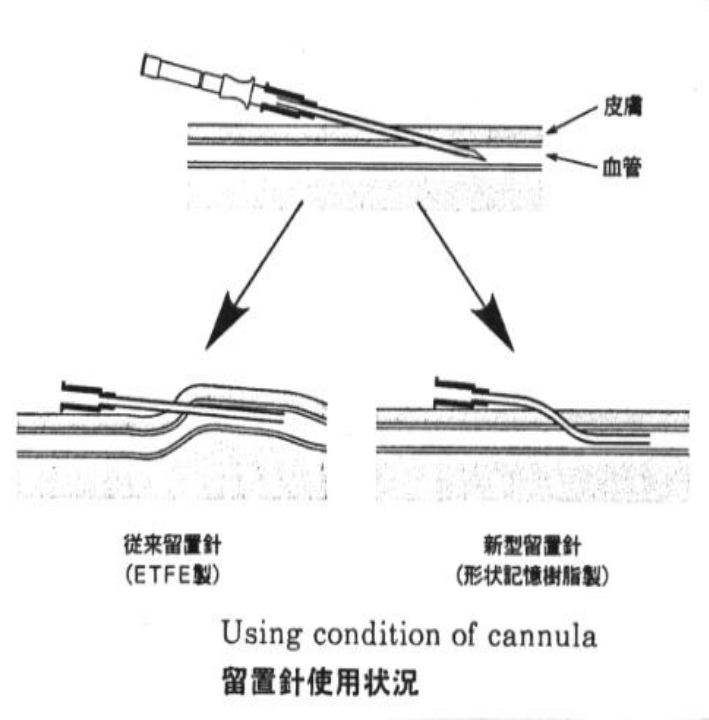
• 4

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（５）
特性①、② 活用

・痛くない留置針（硬く挿入しやすく、体内では柔かく痛みのない留置針）





•販売元：㈱ニッショー

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（６）
特性② 活用

• ブラ カップ Bra-Cup

•SMPフォームは大きな動的粘弾性（力学的tanδ）とJカーブ効果（応力-ひずみ曲線）を持っています

•これらは人肌に非常に近い特性です

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（７）
特性② 活用

- **メガネの鼻あて**

•SMPを射出成型をして活用しています

•この鼻あては人間の鼻と非常に近い特性を持っています

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（８）
特性② 活用

- **生活支援ロボット**

•立ちたい！歩きたい！という思いに応えるサイボーグ型動作支援ロボットです

•人間と機械の接触面にSMPを使用し、フィット性を実現しております

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（９）
特性② 活用

- **マスクの留め具**

•SMPを射出成型をして活用しています

•長時間マスクを着用する際、メガネとマスクを併用する場合など、耳への負担を避けるため、首に接する面に装着します

•首に接する部分で体温で変形するSMPを使用し、フィット性を実現しております

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（*10*）
特性② 活用

- **イヤホン**

•イヤーピースにシリコーン系素材
SMP iFit を使用しています

•耳穴と非常に近い特性を持つため、
装着時のフィット感を高めます

•補聴器、音楽用イヤホン等に採用されています

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

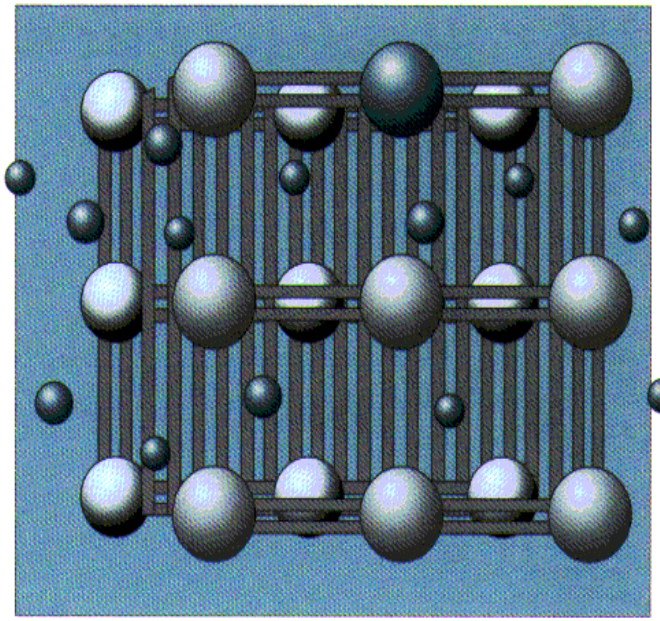
*DiAPLEX*膜を使ったユニークな製品（*11*）

ウエアー内の環境に反応する
低結露・高透湿・防水布帛

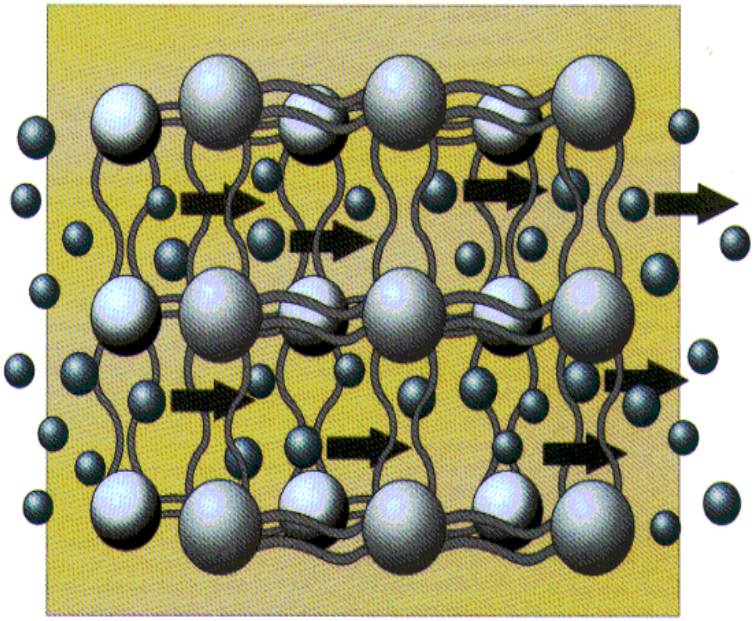
DiAPLEX

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

- **無孔質素材なのに、ミクロブラウン運動で水蒸気が透過する画期的な透湿機能**



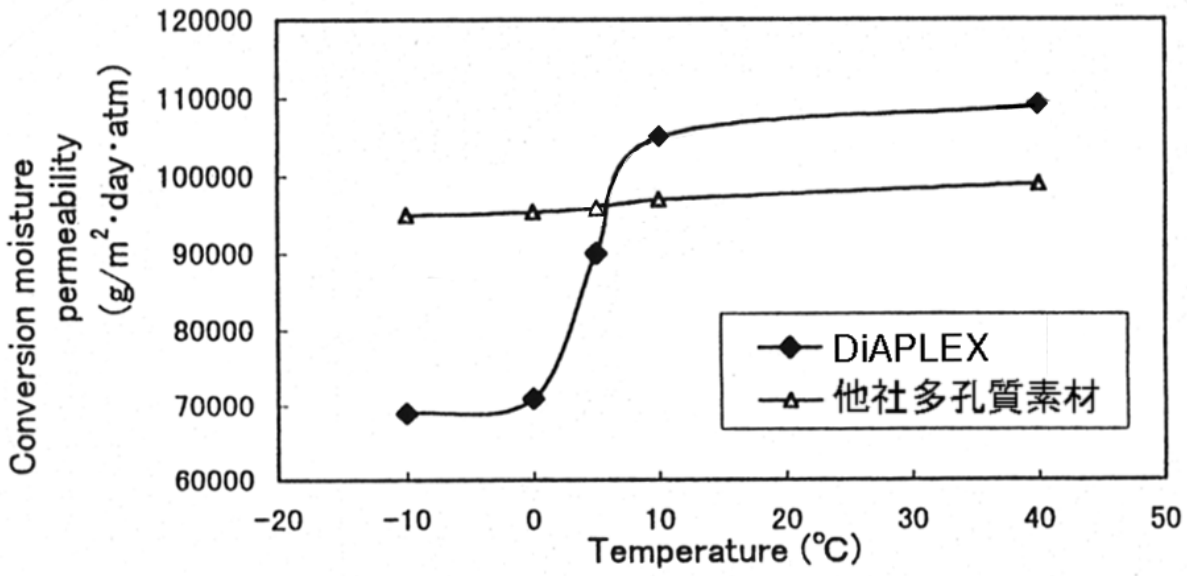
低温時にはポリマー分子鎖が固定し、
汗(熱)の透過量を抑えて体温の低下を防ぎます。



高温時にはポリマー分子鎖の運動でスキ間ができ、
汗(熱)の透過量を増大させて、衣服内のムレを防止します。

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

- 求められる最適着用環境を記憶・コントロールする高性能素材



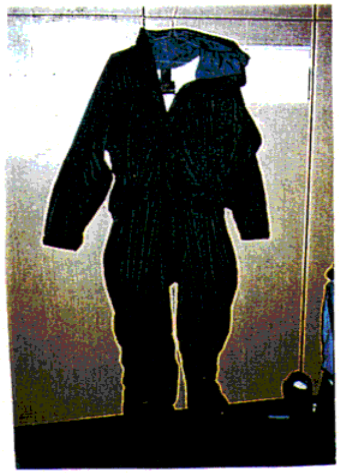
Change in moisture permeability above and below transition temperature

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

HOHENSTEIN研究所（ドイツ）で*DiAPLEX*の 快適性は実証されました

テストに供されたウエアー

- ***DiAPLEX*** （2-layer） 70d×70d Taffeta 重量＝1.18Kg
  （Tg＝0℃） Ret値53.9m².mbar/W
- 他社 （2layer） 70d×70d Taffeta 重量＝1.28Kg
  Ret値56.7m².mbar/W



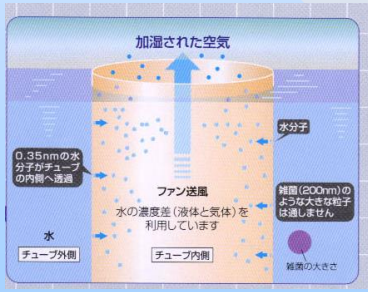
衣服１ ： DiAPLEX（2-layer）
（ガラス転移温度 0℃設定）

衣服２ •他社（2-layer）

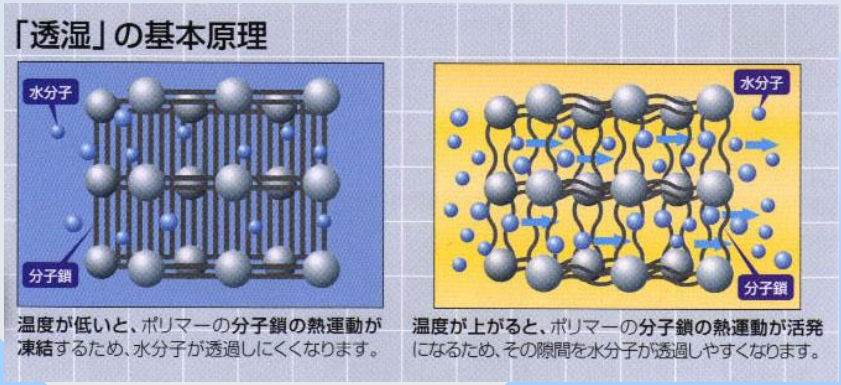
チェンバー内歩行運動

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Smart Sheet を使ったユニークな製品（12）
特性③ の活用



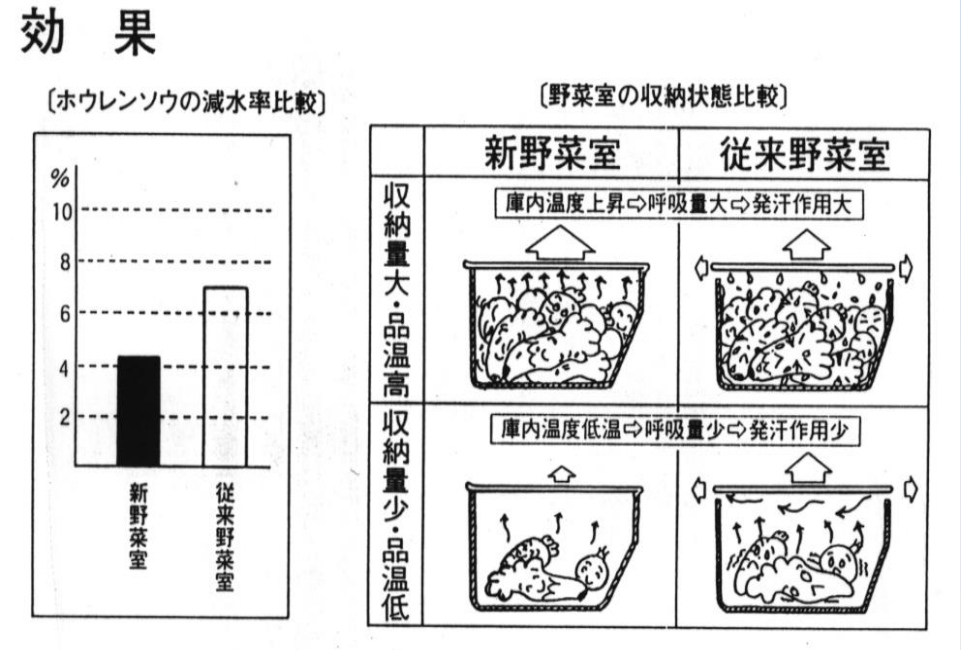
三菱重工の形状記憶ポリマー技術を応用したナノミストチューブを使用。温度が上がると分子運動が増加、ポリマー間隔が広がり、水分子が大量に透過。ファン送風でチューブ内へ透過した水分子を送り出すという画期的なしくみです。

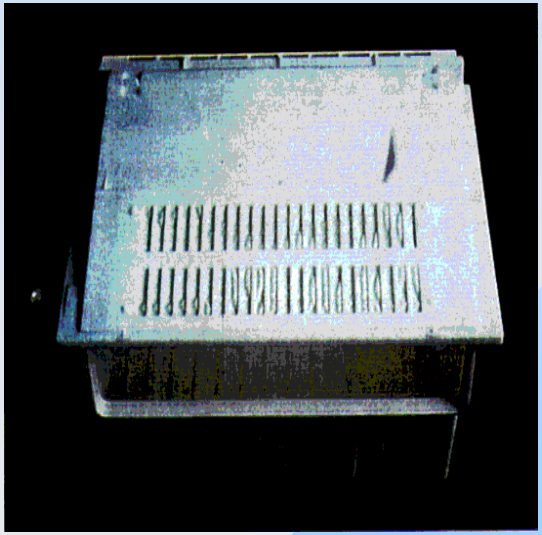


Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Smart Sheet を使ったユニークな製品（13）
特性③ の活用

- 野菜が水腐れせず永く新鮮さを保つ冷蔵庫野菜室



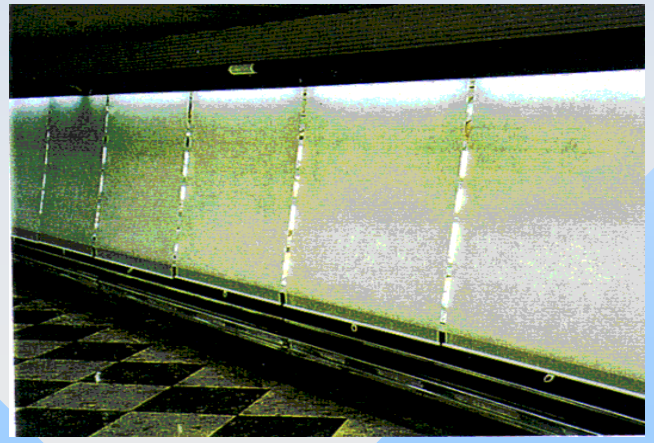


•National　冷蔵庫　“Tanto” への採用例

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Smart Sheet を使ったユニークな製品（14）
特性③ の活用

・清潔で省エネ・高機能保冷カバー



•保鮮性

•水蒸気透過量を制御するため槽内の湿度を一定に保ちムレや,乾燥を防ぎ高い保鮮機能を有します

•省エネ性

	透明フィルムタイプ	断熱フォーム入り	SMP Smart Sheet
実使用量電力積算値	51.4kwh	37.1kwh	26.4kwh
結露の状況	結露	結露	結露なし

•結露防止、消臭性、抗菌性

•結露によって床が濡れるようなことが少なく

•特殊消臭加工により、アンモニア、硫化水素を分解します

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

素材を選ばずー繊維の風合いを損なわない加工性

- 化学繊維、天然繊維とさまざまな繊維に加工できます
- 織物、ニット、不織布とさまざまな織物に加工できます

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

さいごに

- 最高の素材・技術を有しております
- 最高の製品を作れます
  - 地球上で初めて生まれた素材SMPそれは、温度変化に適応する形状記憶ポリマー
  - 航空、宇宙、化学、情報、医療、化粧品、衣料、産業資材、食品、健康、生活雑貨などその利用領域は無限大
  - SMPの素材・技術を活かして共に最高の製品にしていただける、あなたを待っています

Copyright © 2023 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.