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 © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

はじめに

温度変化に感応する形状記憶ﾎﾟﾘﾏｰ

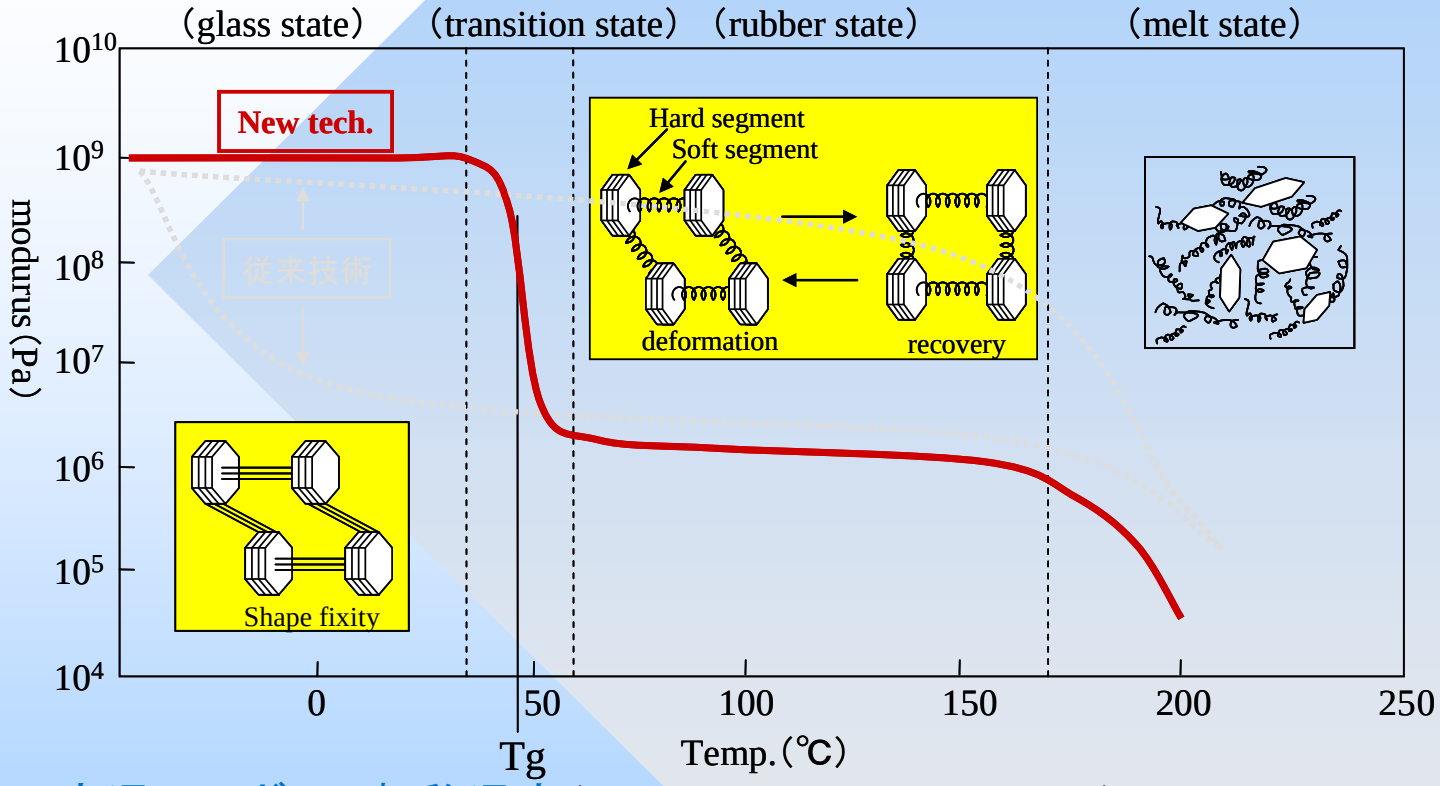
人にやさしい「カタチ」に変わる知性ある新素材として
Shape Memory Polymer(SMP)が生まれました。
(Patentive)

1. 形状記憶、ｴﾈﾙｷﾞｰ散逸特性、ガス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 © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMPとは何か？



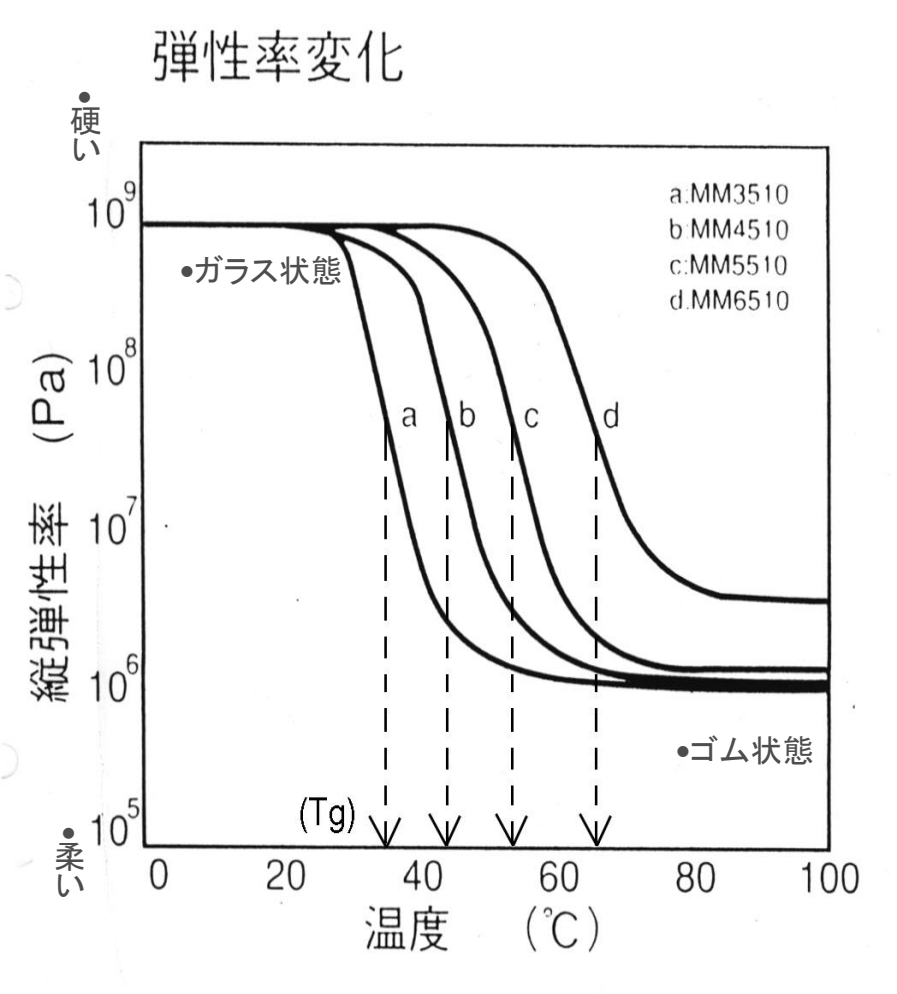
- 室温でのガラス転移温度（Tg at room temperature）
- 狭い転移領域(Narrow transition state)
- 転移域での劇的物性変化（Drastic change of properties at transition state）
- 材料形態の多様性を有するポリウレタン(Based on polyurethane)

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性（1）

- 弾性率の温度依存性
  - ガラス転移点（Tg)前後で弾性率（やわらかさ）が大きく変化します。
  - ガラス転移点温度（Tg)は材料設計で

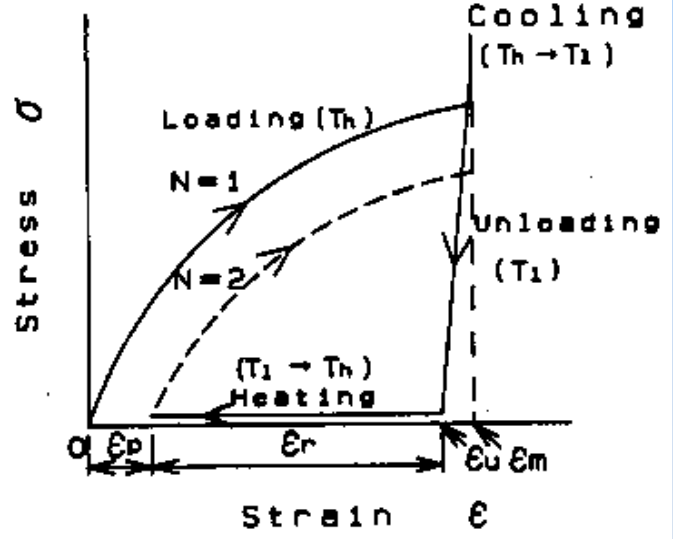
    －40℃～120℃の範囲で1℃きざみで自由に設定できます。

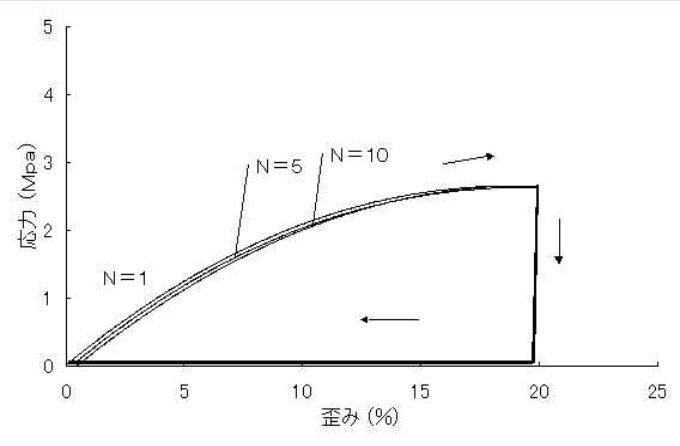


Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性(2)

- 形状回復性と形状固定
  - 加熱すると(Tg以上の温度)記憶させた形状にもどります。
  - Tg以上の温度で与えた形状を保持したまま冷却(Tg以下)すると、その形状が固定されます。
  - 形状の変化率は400%も変化します。

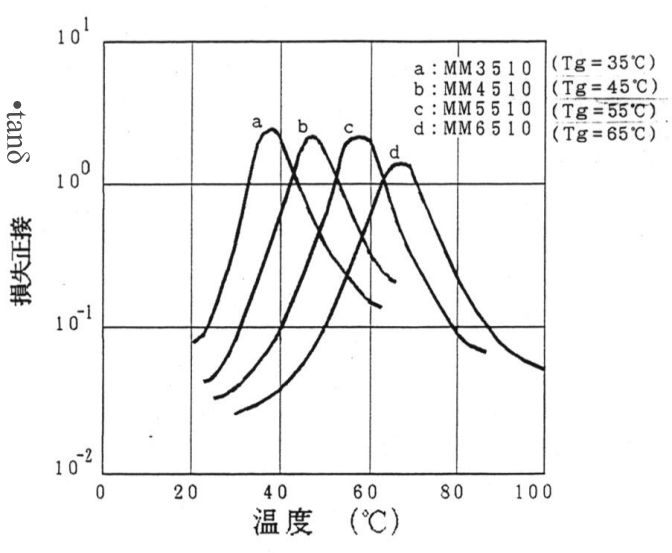




Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性（3）

- エネルギー散逸特性
  - 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。（通常の防振ゴムの力学的tanδは0．2～0．4）
  - 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（tanδ）

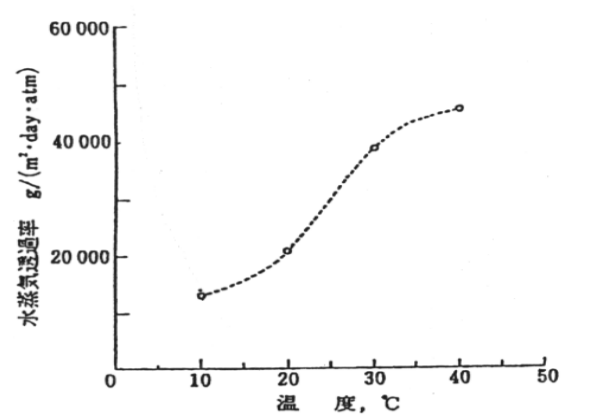
前腕屈曲	０．４３
掌	０．４７
額	０．５１

高橋元次　高分子 33 巻１９８４

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP の特性（4）
DiAPLEX 膜

- ｶﾞｽ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ｶﾞｽ透過性をもちます。
  - ｶﾞｽ透過率は温度に感応して変化します
  - Tg以下では小さなｶﾞｽ透過率、Tg以上では大きなｶﾞｽ透過率を与えます



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
1μ m	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（ 0.8μ m）
0.5μ m					限外濾過膜			チフス菌、コレラ菌（ 0.6μ m）
0.2μ m								牛痘ビールス（ 0.21μ m）
0.1μ m								ｲﾝﾌﾙｴﾝｻﾞﾋﾞｰﾙｽ（ 0.08μ m）
0.05μ m								
0.02μ m				逆浸透膜				遺伝子（ 0.02×0.13μ m）
0.01μ m (100Å)			気体分離膜					小児麻痺ビールス（0.012μ m）
50Å								ヘモグロビン（ 30×50Å ）
20Å		非多孔膜						DNA（20Å）
10Å								グルタミン酸（ 5×8×16Å）
5Å								H_2O（ 3.5Å）
2Å								H_2（ 2.3Å）

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

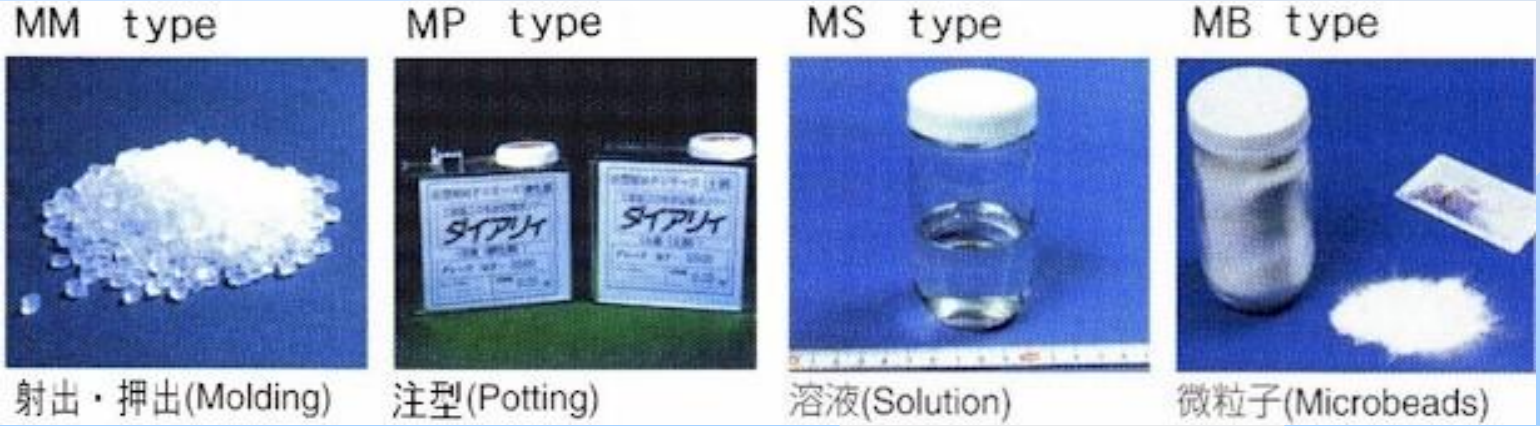
SMP の特性(5)

- SMP は生体適合性にも優れ、あらゆる成形が可能です。
  - SMP は下記の基準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、押出し成形、ﾌﾞﾛｰ成形,真空成形、ｶﾚﾝﾀﾞｰ成形、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、マイクロビーズ、2液注型材を揃えております。
  - 自由な着色ができます。

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Materials

符号	形態	用途	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



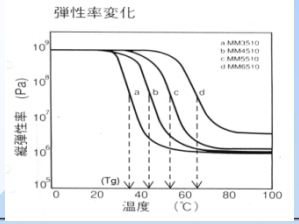
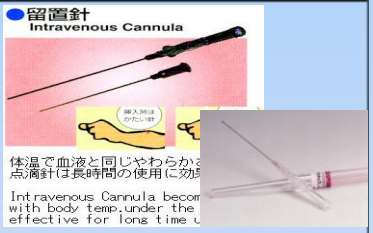
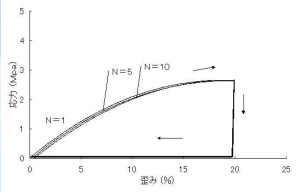
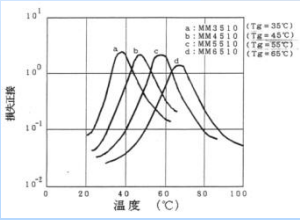
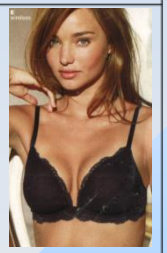
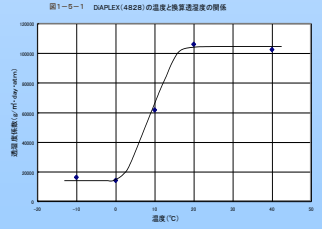
Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

温度変化に適応し人肌にやさしく変わる
形状記憶ポリウレタン　マイクロビーズ

- 形状記憶性を有し、形状復帰温度を自由に選択できます
- 真球のビーズで粒径8μm～200 μmの範囲で選択できます
- ガラス転移温度Tgを人肌に近く、自由に設計できます。
- Tg前後で弾性率の変化があります
- 力学的特性値tanδは温度に感応し変化します。使用温度での必要値を材料設計で与えることが出来ます。

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

形状記憶ポリマーの特性と応用

特性		主な適用素材	主な応用例
弾性率の 温度依存性		板・棒 フィルム 射出・押出成形品 発泡体（スポンジ）	・医療用留置針 ・温度センサー ・保護具・矯正・固定具 
形状記憶性 （形状固定・回復）		射出・押出成形品 フィルム フィラメント（形状記憶糸）	・パッド類 ・自助ハンドル （スプーン・はさみ・歯ブラシ） ・人造毛髪 ・玩具 ・宇宙構造物
エネルギー 散逸特性 （高tanδ）		ヤーン（織・編物） フィルム 発泡体 チューブ（中空） 各種成形品	・各種医療用カテーテル ・眼鏡部品 ・靴中敷 ・下着 
ガス透過率の温度 依存性		透湿メンブレン 透湿生地	・各種アパレル素材 （雨具、手袋、防寒具等） ・冷蔵庫野菜室調湿膜 ・ショーケースナイトカバー

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（1）
特性（1）、（2）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：㈱青芳製作所

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（2）
特性（1）、（2）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

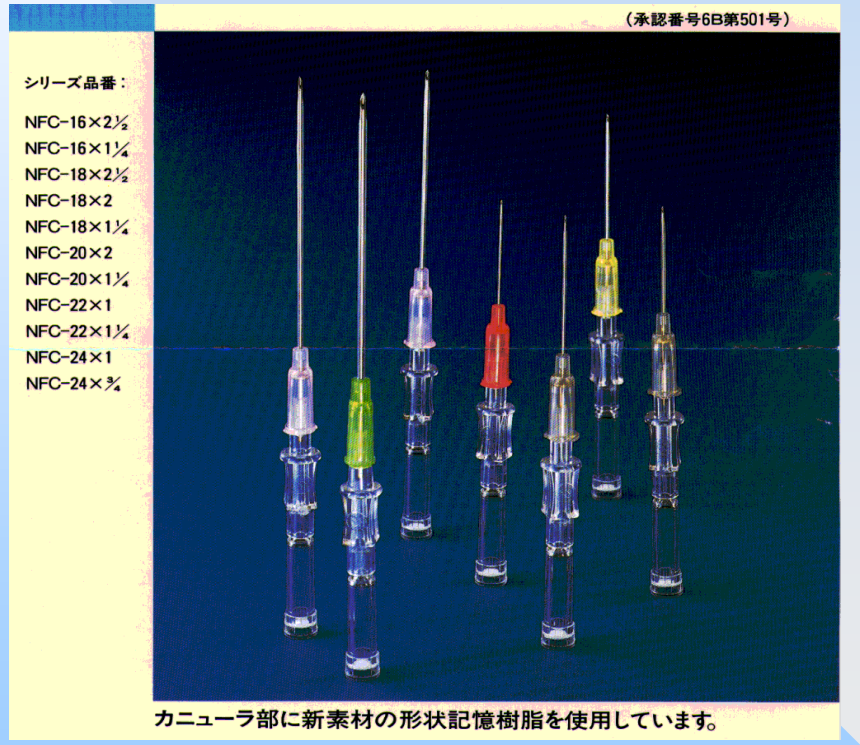
※SMPは、FRTPガードに使用されています。

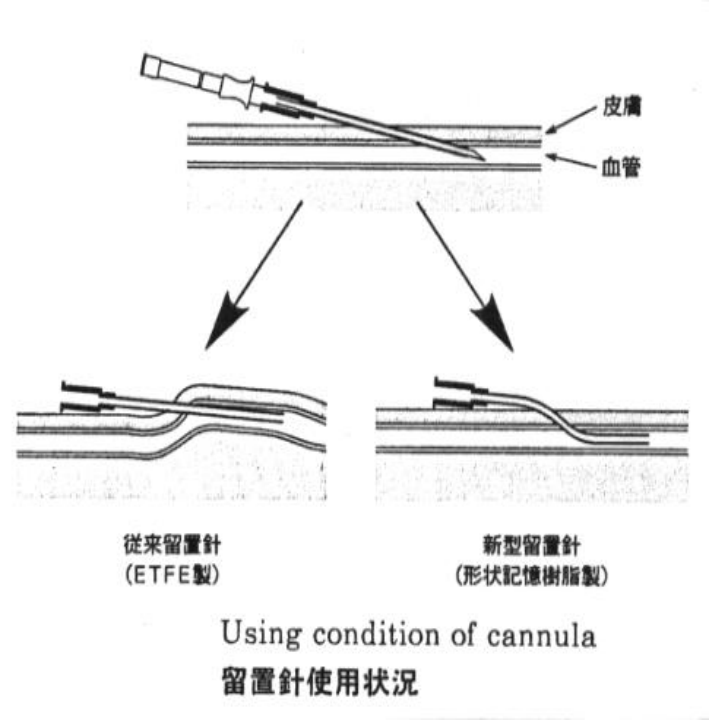
- 日本シグマックス（株）
"エクスエイド アンクルFO" への採用例

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（3）
特性（1）、（3）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）



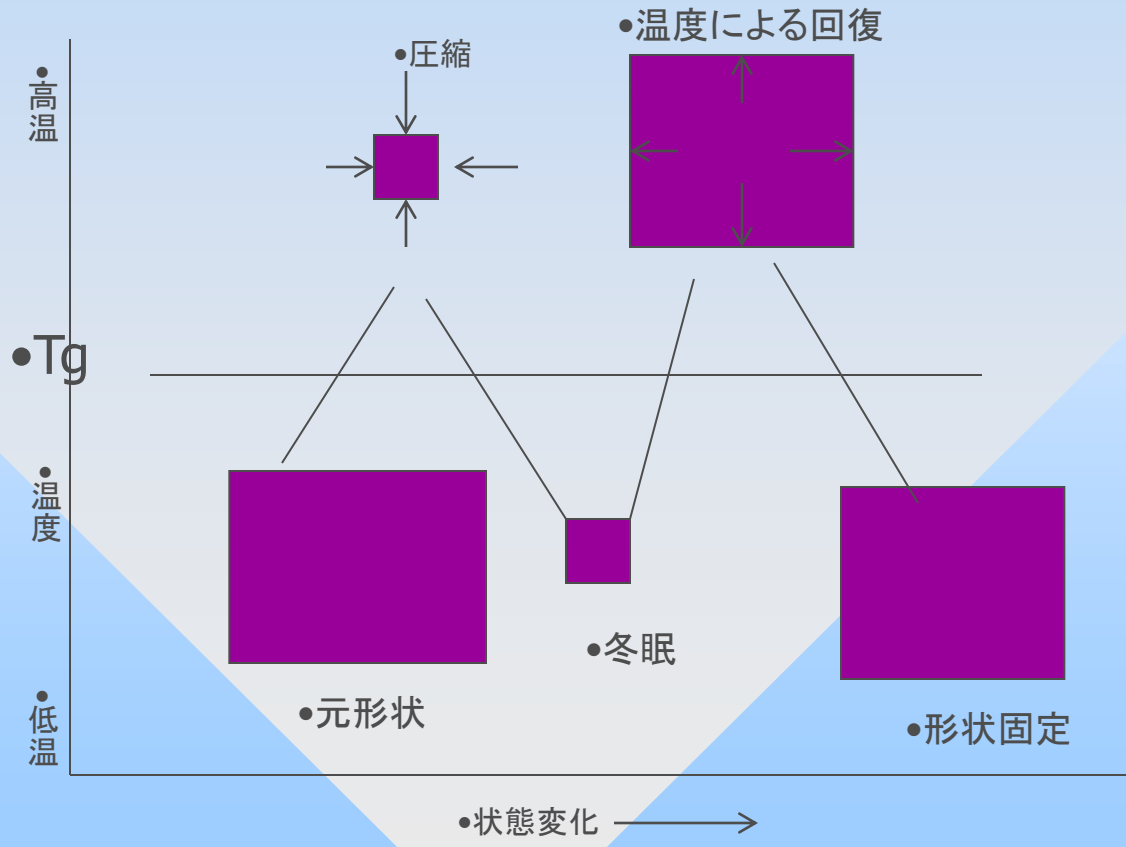


•販売元：㈱ニッショー

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMPを使ったユニークな製品（4）
特性（2）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 © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（5）
特性（2）活用

- ヘアーメイクのできる人形の髪

1. ヘアードライヤで好みのヘアーメイクが可能です
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（ｻﾝﾌﾟﾙは70dの糸）
5. 人体にも環境にもやさしい素材です

•1

•2

•3

•4

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（6）
特性（3）活用

- ブラ カップ　Bra-Cup

·utilizing SMP-Foam which has large dynamic tan δ　and J-curve(stress-strain curve)

·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。

·There behavior are very similar to human body.

·これらは人肌に非常に近い特性です。

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP を使ったユニークな製品（7）
特性（3）活用

- メガネの鼻あて

·Nose guard for eye Glass

·utilizing injection molded SMP

·SMPを射出成型をして活用してます。

·This nose guard has the same mechanical properties to nose

·この鼻あては人間の鼻の皮膚と非常に近い特性を持っています。

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

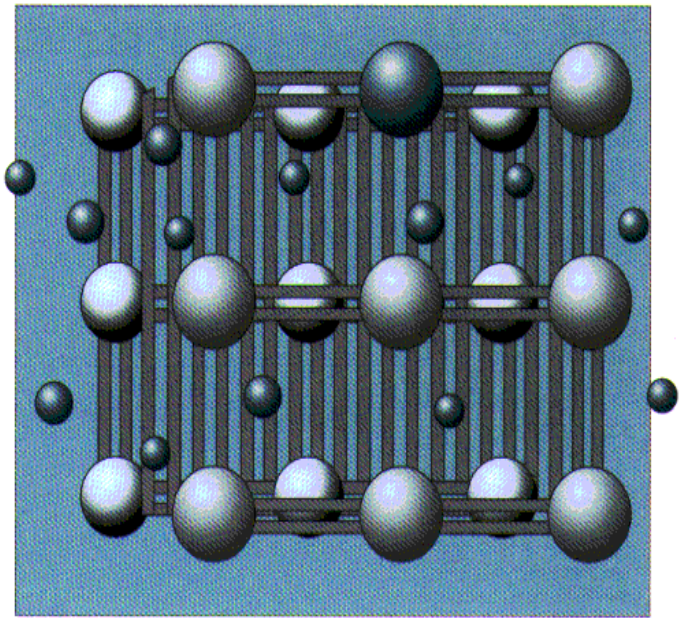
DiAPLEX膜を使ったユニークな製品（8）

ウエアー内の環境に反応する低結露・高透湿・防水布帛

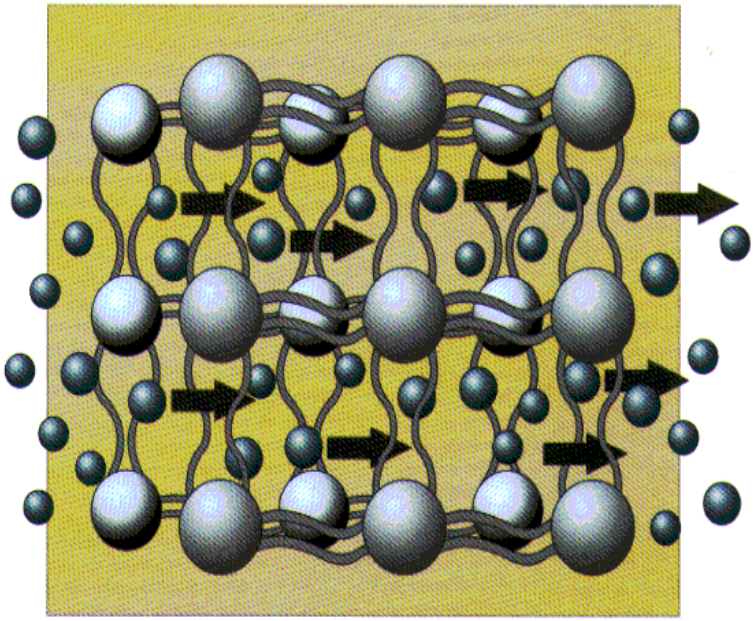
DiAPLEX

Copyright © 2015 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**



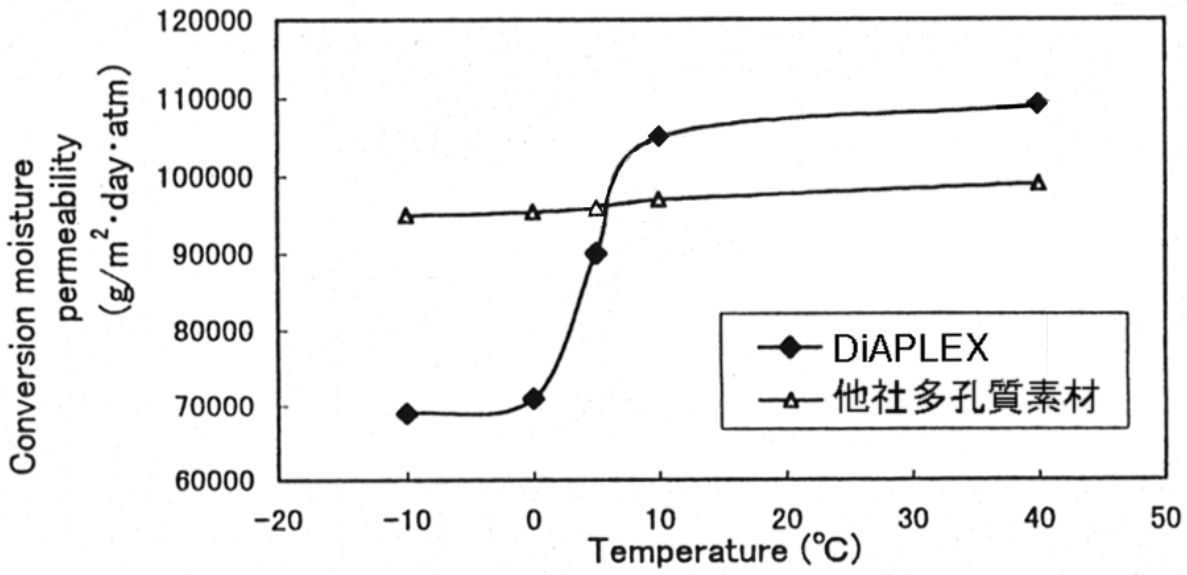
低温時にはポリマー分子鎖が固定し、
汗(熱)の透過量を抑えて体温の低下を防ぎます。



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 © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

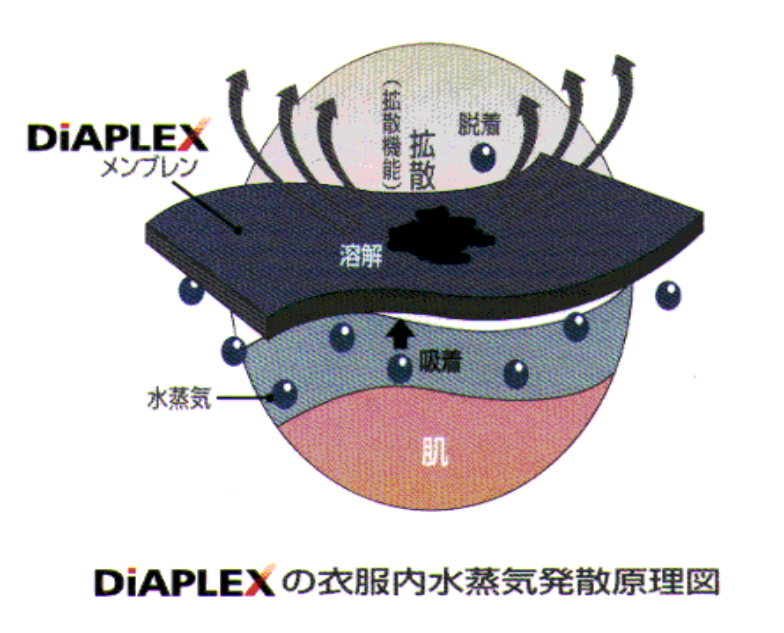
- **求められる最適着用環境を記憶・コントーロールする高性能素材**



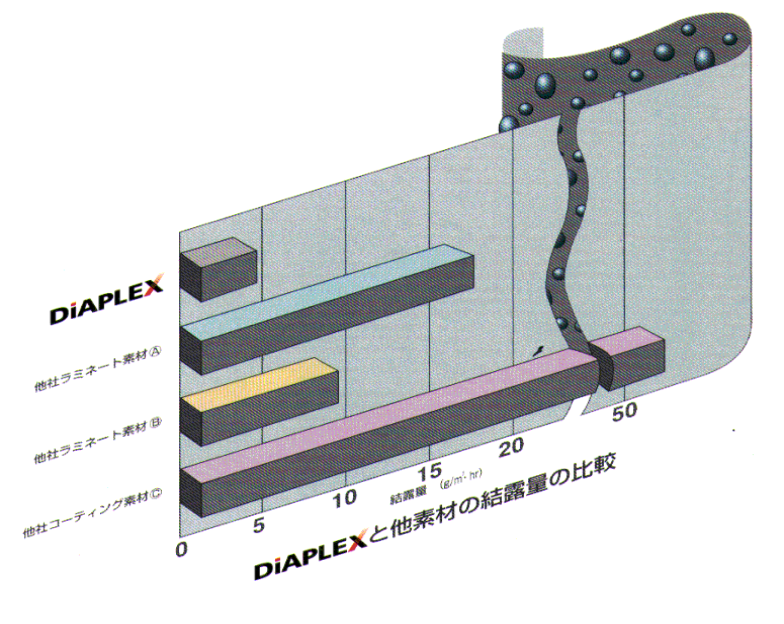
Change in moisture permeability above and below transition temperature

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

防水・透湿、さらに結露防止機能をも備えた機能素材



DiAPLEXの衣服内水蒸気発散原理図



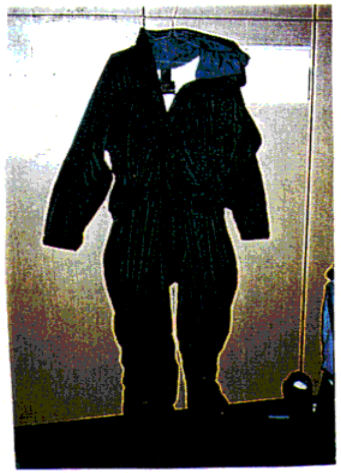
DiAPLEXと他素材の結露量の比較

Copyright © 2015 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）

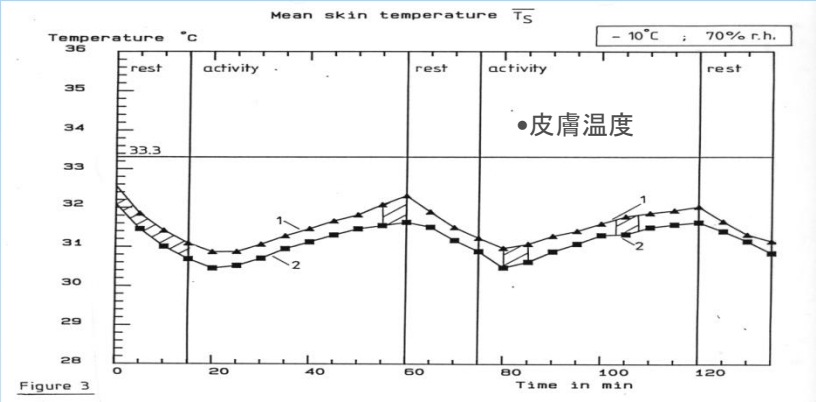
チェンバー内歩行運動

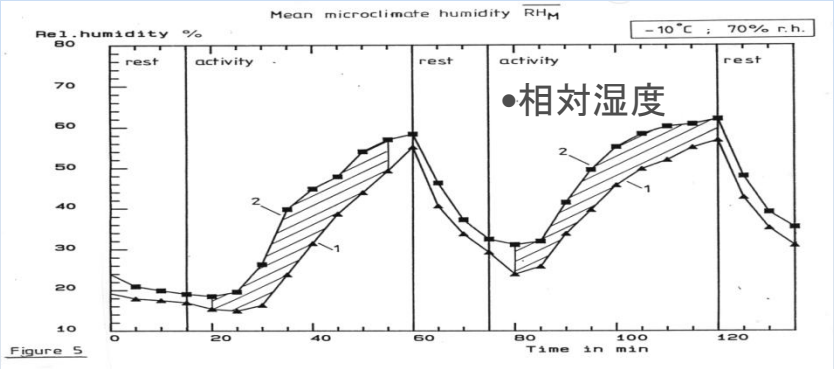
Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

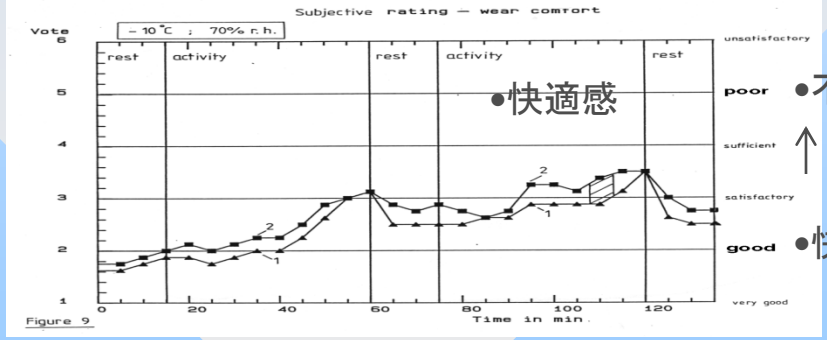
ウエアー内の環境に反応する低結露・防水布帛*DiAPLEX*

テスト結果（被試験者4人の平均）

- **常に*DiAPLEX*着用時の皮膚温は他社多孔質素材着用時より高く（保温性）**
- **衣服内相対湿度は顕著に他社多孔質素材より、*DiAPLEX*が低い**
- **トータルの快適感は*DiAPLEX*が優れていました**







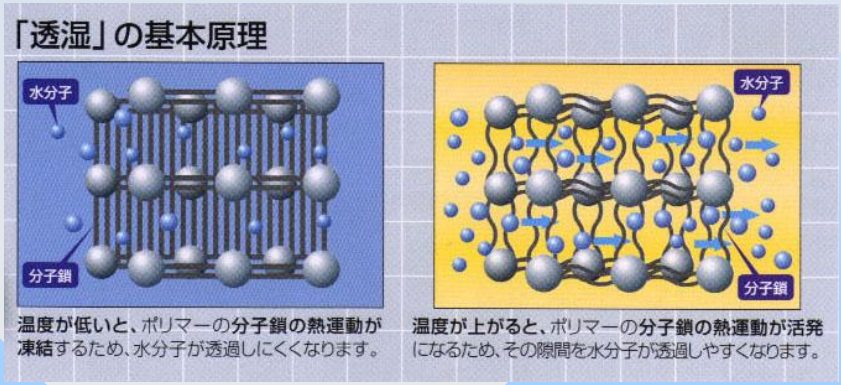
•不快
↑
•快適

•グラフ1：*DiAPLEX*　グラフ2：他社多孔質膜 ↓

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Smart Sheetを使ったユニークな製品（9）
特性（4）の活用

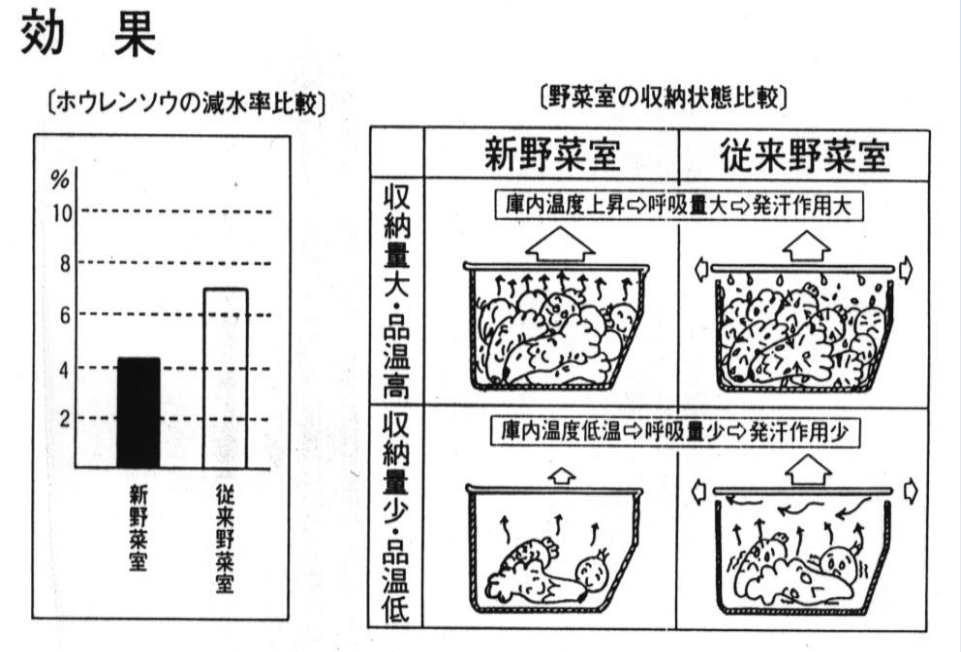
三菱重工の形状記憶ポリマー技術を応用したナノミストチューブを使用。温度が上がると分子運動が増加、ポリマー間隔が広がり、水分子が大量に透過。ファン送風でチューブ内へ透過した水分子を送り出すという画期的なしくみです。

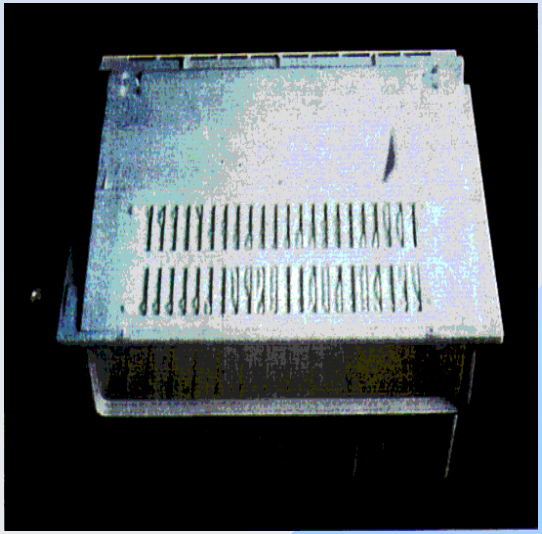


Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Smart Sheetを使ったユニークな製品（10）
特性（4）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



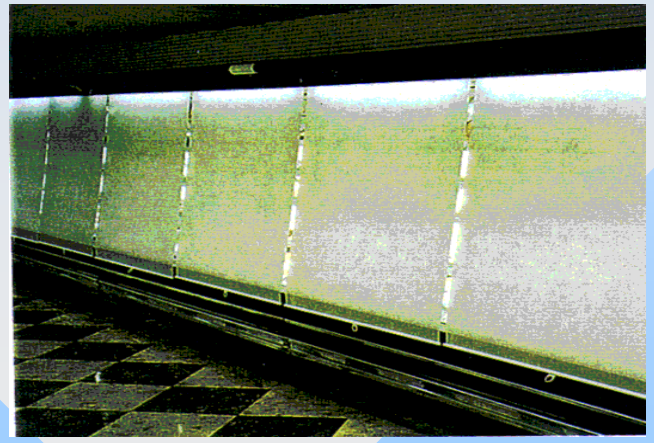


•National　冷蔵庫　“Tanto” への採用例

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

SMP Smart Sheetを使ったユニークな製品（11）
特性（4）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 © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

素材を選ばず一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 © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

さいごに

- 最高の素材をつくりました
- 最高の製品にしてください
  - 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ﾎﾟﾘﾏｰ
  - 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。
  - この素材を最高の製品にしていただける、あなたを待っています。

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.

ありがとうございました

㈱SMPテクノロジーズ

Copyright © 2015 SMP Technologies Inc. All Rights Reserved.