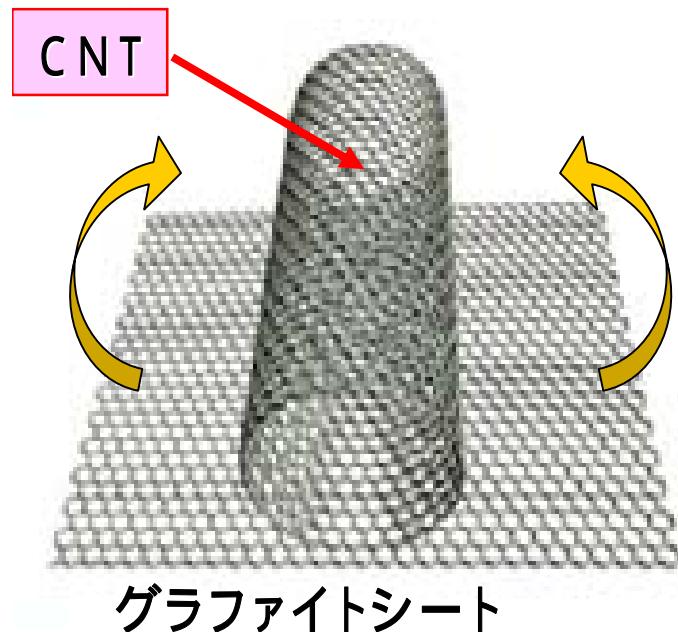
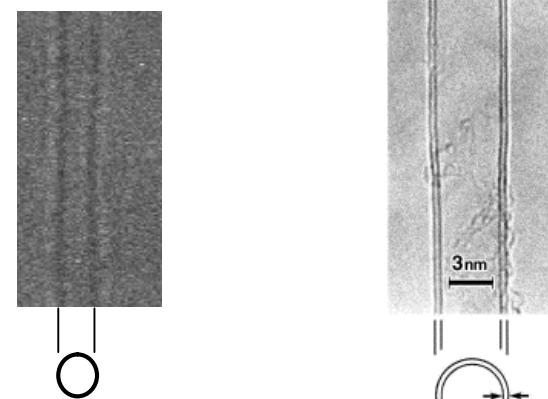


# カーボンナノチューブ(CNT)

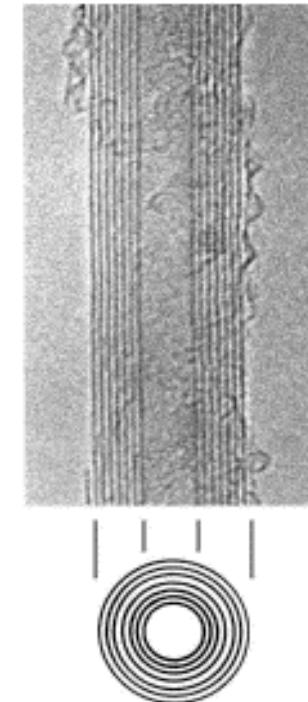
TORAY Innovation by Chemistry



外径 ~ 2 nm  
单層 CNT



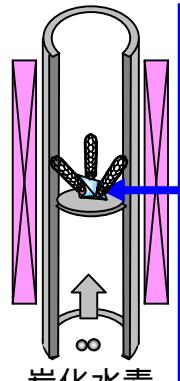
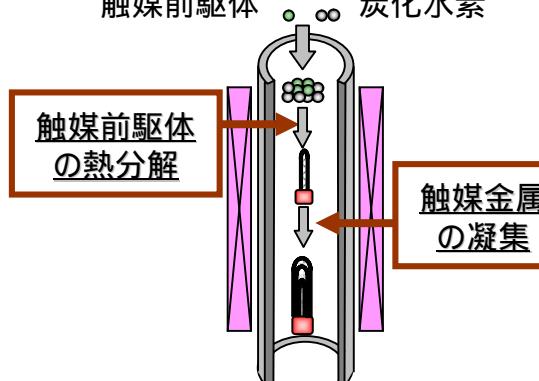
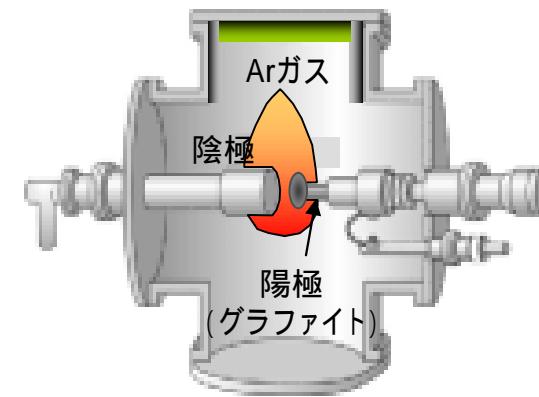
外径 ~ 7 nm  
2層 CNT



外径 ~ 50 nm  
多層 CNT

# CNT製造技術比較

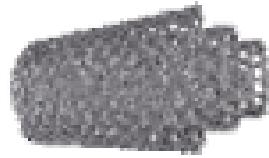
**TORAY** Innovation by Chemistry ■

触媒担持気相成長法	気相流動法	アーク放電法
 <p>触媒調製 金属粒子 担体 触媒 金属の凝集抑制</p>	 <p>触媒前駆体 炭化水素 触媒前駆体の熱分解 触媒金属の凝集</p>	 <p>Arガス 陰極 陽極 (グラファイト)</p>
<p>&lt; 強み &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備投資が安価</li> <li>・プロセスウィンドウが広い</li> </ul> <p>&lt; 弱み &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・触媒の精製が必要</li> </ul>	<p>&lt; 強み &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・触媒担体の精製が不要</li> </ul> <p>&lt; 弱み &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロセスウィンドウが狭い</li> </ul>	<p>&lt; 強み &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・グラファイト化度が高い</li> <li>・多層CNTは触媒不要</li> </ul> <p>&lt; 弱み &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備高 コスト高</li> </ul>
<p>&lt; メーカー &gt;</p> <p>多層:ハイペリオン、バイエル、アルケマ、ナノシリル 2層:東レ 単層:SWeNT</p>	<p>&lt; メーカー &gt;</p> <p>多層:昭和电工、保土谷化学</p>	<p>&lt; メーカー &gt;</p> <p>多層:JFE 単層:名城ナノカーボン</p>

東レは触媒担持気相成長法にて2層CNTを製造

# 東レ2層CNTの特性

**TORAY** Innovation by Chemistry ■

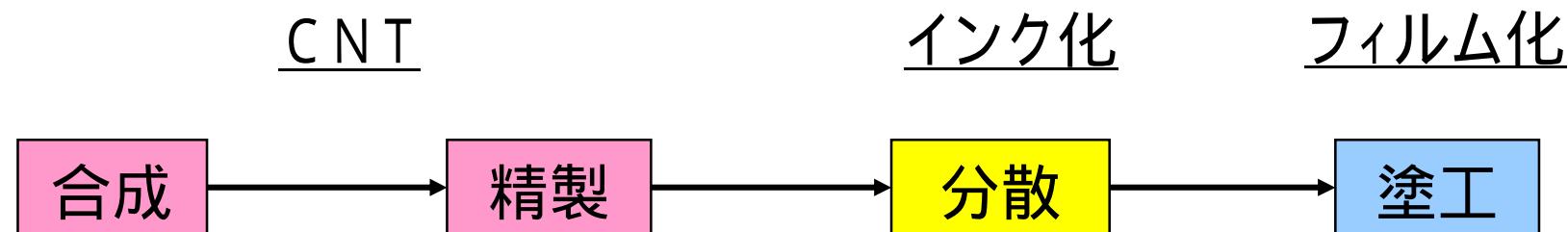
	東レ品	他社品	他社品
2層CNT			
製法	触媒担持気相成長法	アーク放電法	気相成長法
外径(nm)	1.5 ~ 2.0	~ 2.0	40 ~ 90
層比率	2層 90%	単層 70%	多層 70%
体積抵抗値(Ω · cm)*	4.4x10 <sup>-4</sup>	1.2x10 <sup>-2</sup>	1.2x10 <sup>-1</sup>

\* 東レ独自の方法で測定

2層CNTで極めて高い導電性を実現

# 透明導電性フィルムの製造プロセス

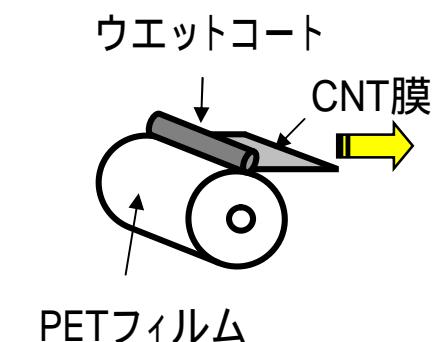
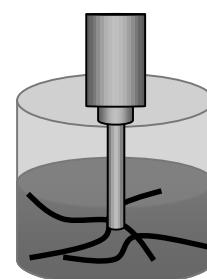
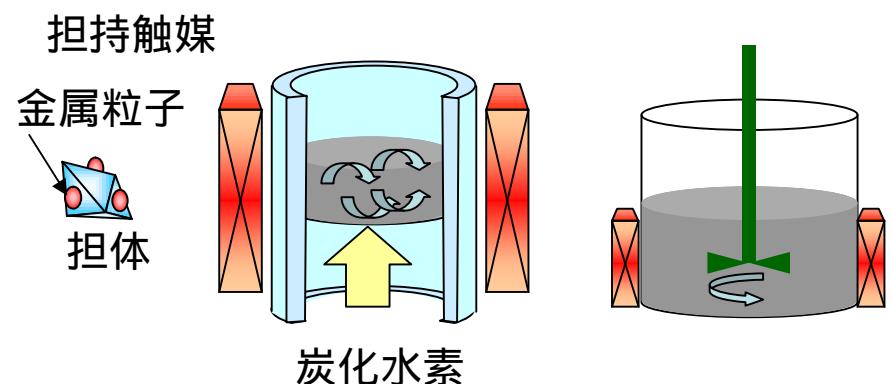
TORAY Innovation by Chemistry ■



- ・高純度化技術(不純物除去)
- ・高結晶化技術

- ・高分散化技術

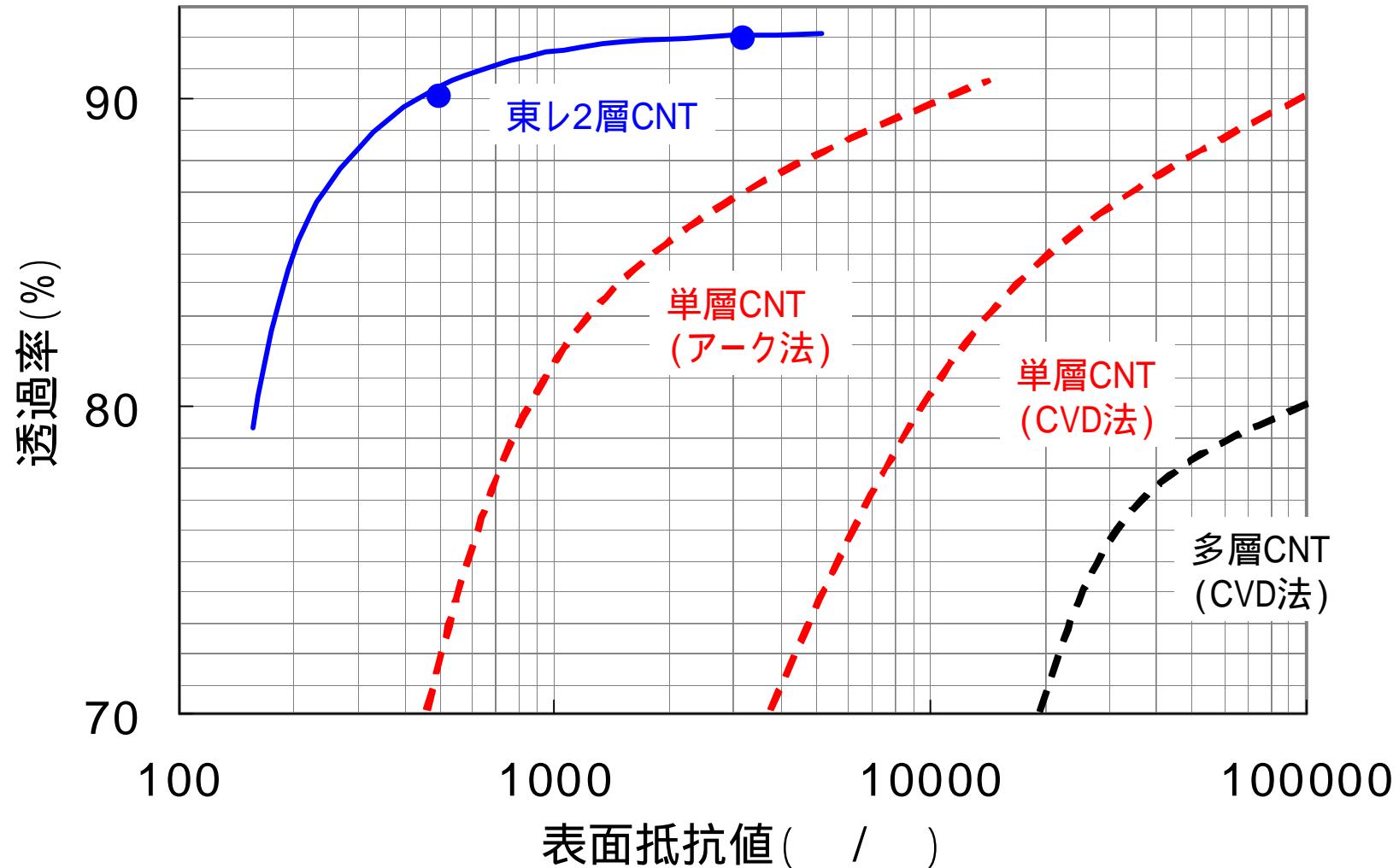
- ・精密塗工技術



独自の革新的要素技術を融合した合成～加工一貫プロセス

# 各種CNTとの透明導電性比較

TORAY Innovation by Chemistry ■



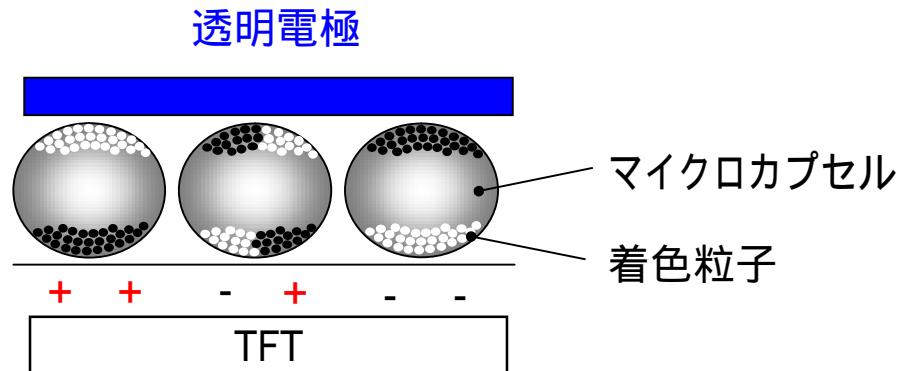
CNTで最も優れた透明導電性を達成

# 電子ペーパー用透明導電フィルム

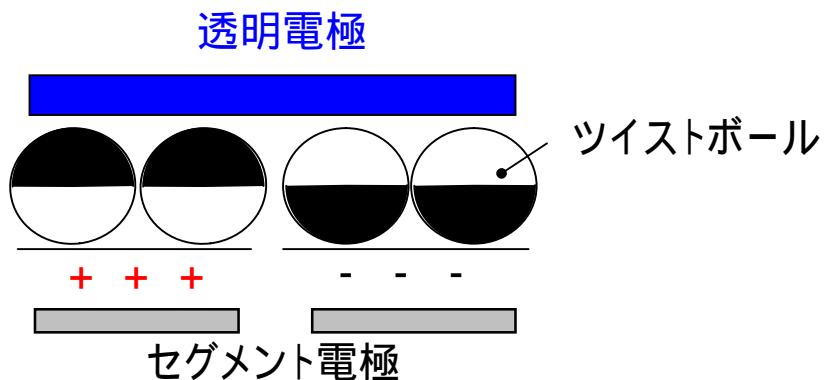
TORAY Innovation by Chemistry ■

## 電子ペーパー方式代表例

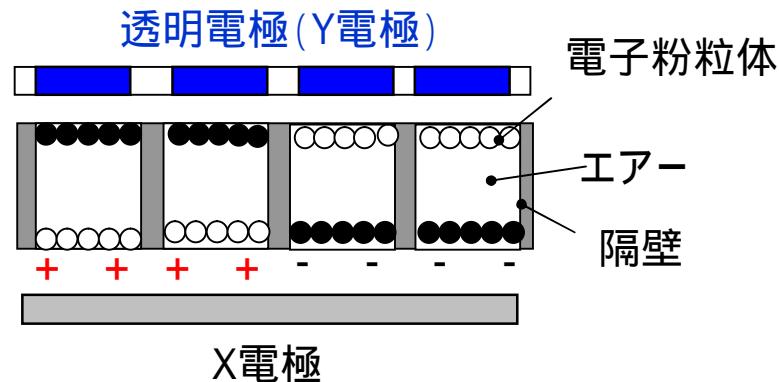
### マイクロカプセル方式



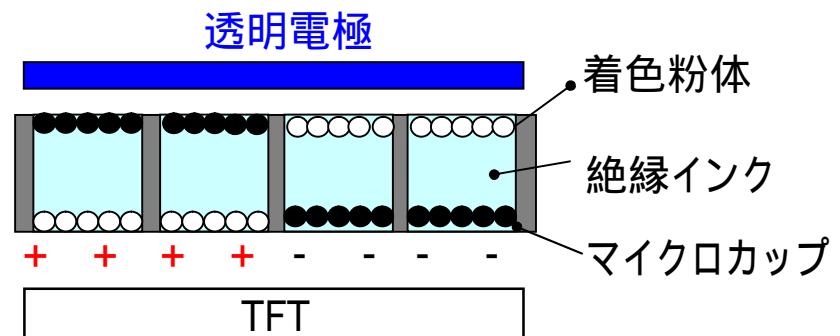
### ツイストボール方式



### 粉体トナー方式



### マイクロカップ方式



透明導電フィルムは上部透明電極として使用、現状はITOフィルム

## 2層CNT透明導電フィルムの特徴

**TORAY** Innovation by Chemistry ■

- ・優れた透明導電性
- ・目に優しい無彩色
- ・フレキシブル性(耐屈曲、耐引張り)
- ・高耐久性(打鍵耐久、耐湿熱)

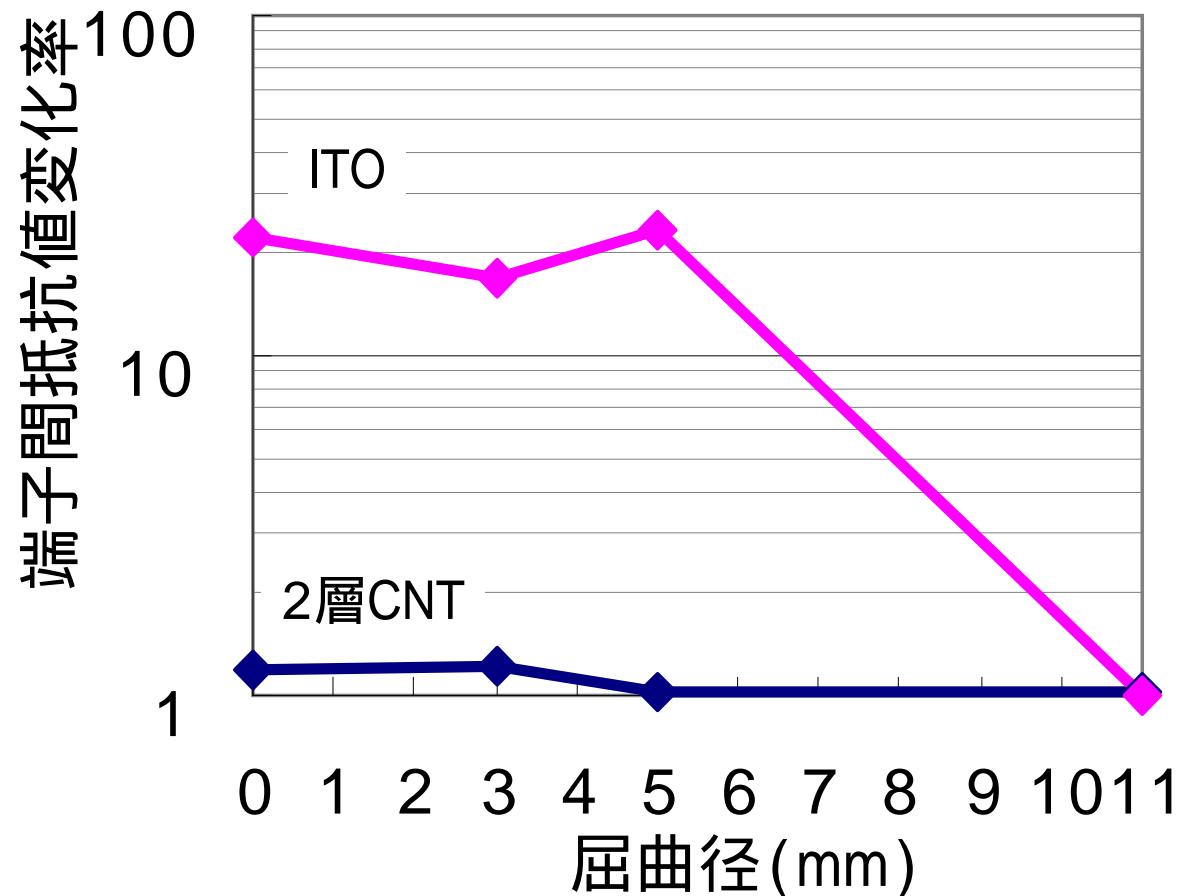
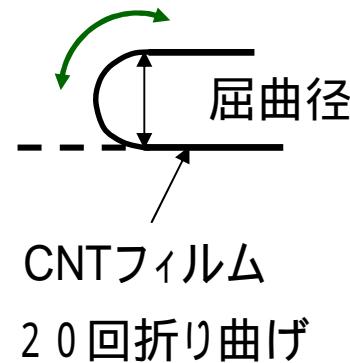
	2層CNT透明導電フィルム	ITOフィルム(代表特性)
光透過率 (%)	(90-92)	(78-88)
表面抵抗値 ( / )	(500-2500)	(100-500)
色目 (b*)	(0.3)	(2.3:黄色)
耐屈曲性		×
耐引張り性		×
打鍵耐久性		
耐湿熱性		

2層CNT透明導電フィルムは電子ペーパー用途に最適

# 2層CNT透明導電フィルムの耐屈曲性能

TORAY Innovation by Chemistry ■

## 耐屈曲性試験

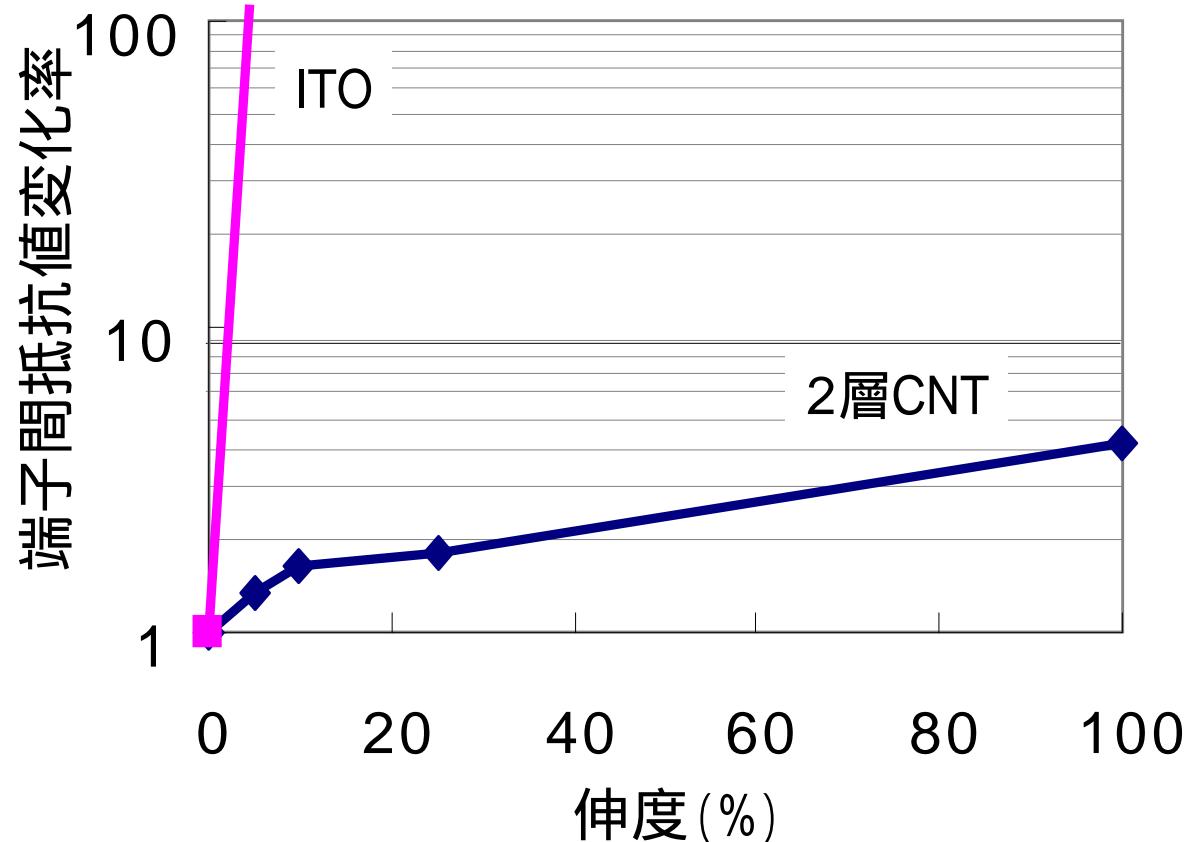
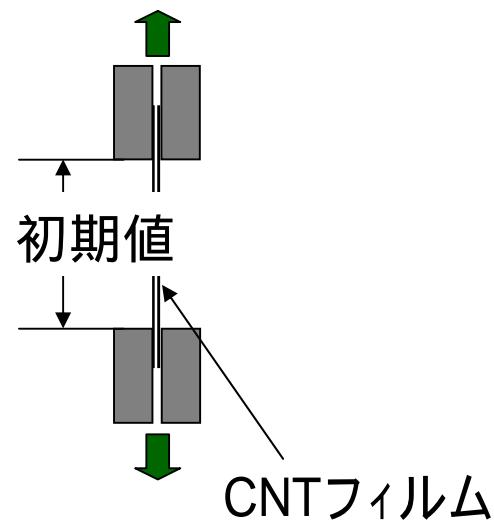


完全に180度折り曲げても抵抗値変化はほとんどない

# 2層CNT透明導電フィルムの引っ張り性能

TORAY Innovation by Chemistry ■

## 引張り性試験

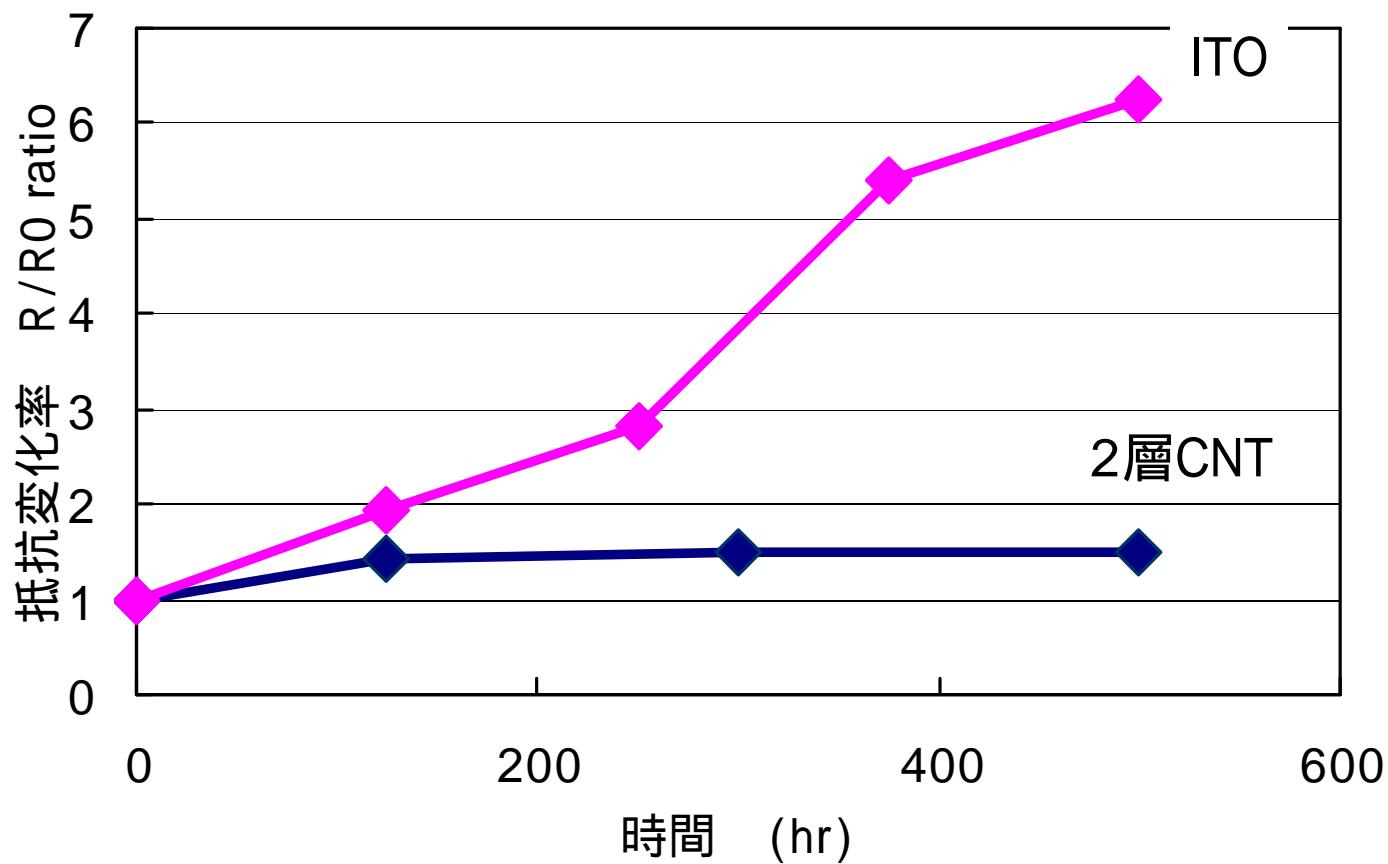


引き伸ばしても断線せず抵抗値変化が少ない

## 2層CNT透明導電フィルムの耐湿熱性

TORAY Innovation by Chemistry ■

85 85%RH



耐湿熱性は安定している

## 2層CNT透明導電フィルムの応用例

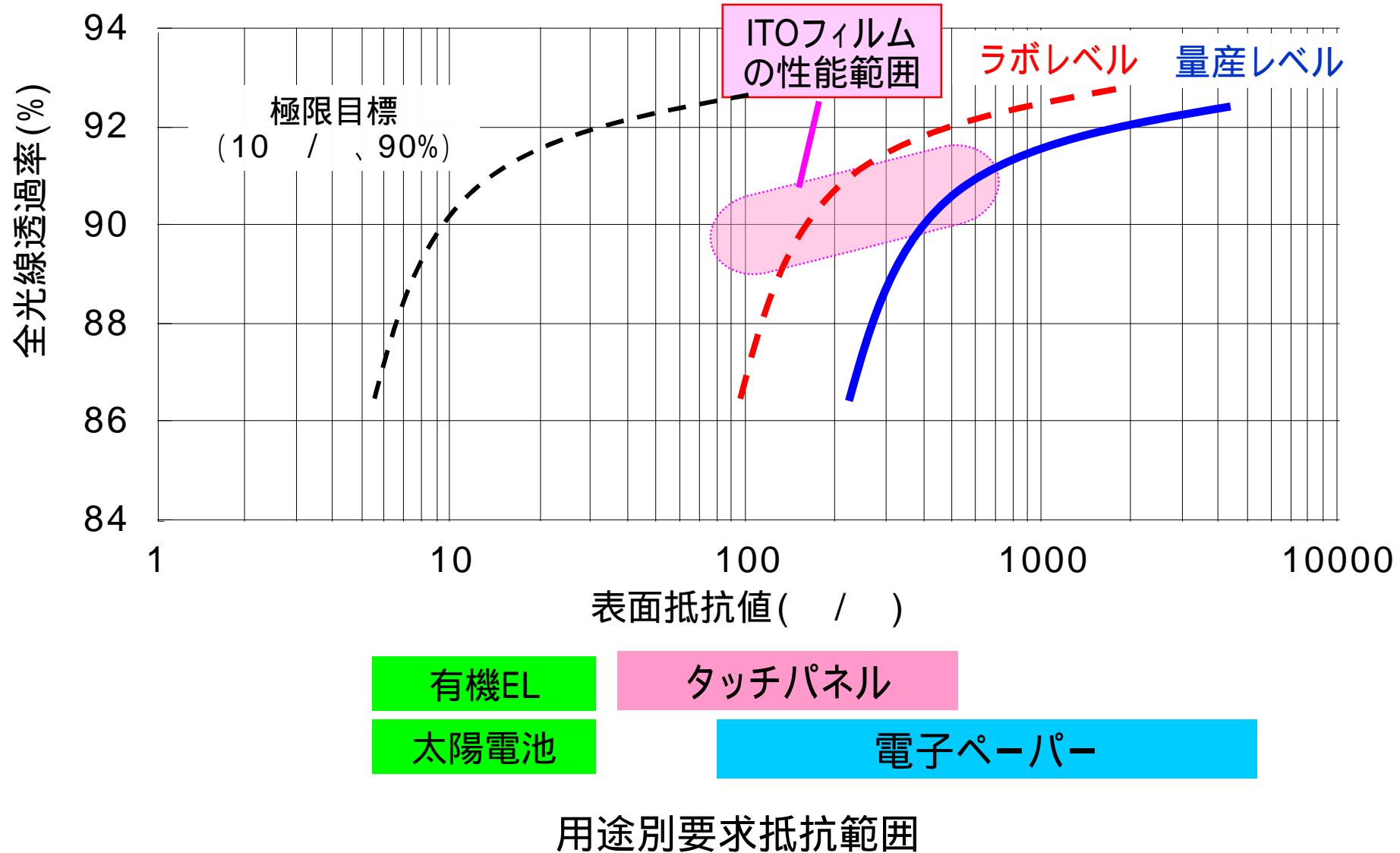
**TORAY** Innovation by Chemistry ■

電子ペーパーの上部共通電極に使用した例



# 2層CNT透明導電フィルムの今後の展開

TORAY Innovation by Chemistry



各要素技術を深化させ極限目標を追究、適用可能用途を拡大

1. 炭素材料は、その機能の極限を追及すれば、新たな価値の創造と社会問題の解決に貢献する材料となりうる。
2. 機能の極限追及により用途は広がるが、粘り強いより深い研究開発が必要である。
3. 新材料の製品化は、既存材料での製品に対して、大きな価値を提供する必要がある。材料の革新に加え、製品化技術の革新とその評価が重要である。

**'TORAY'**

Innovation by Chemistry