



2014.4.25@Pacifico Yokohama

NEDO共同研究開発事業

「社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト」(平成23-26年度)

グリーンセンサ・ネットワーク(GSN)プロジェクトセミナー

出来てきたファブリック型自立電源

技術研究組合NMEMS技術研究機構

大岡山研究センター長

谷岡 明彦



NMEMS 技術研究機構





発表内容

1. グリーンセンサ端末用自立電源の開発

- 開発のポイント
- 有機系太陽電池の特徴と強み

2. 開発内容

- ナノファイバー構造の利用
- 電源モジュール化
- 繊維化・ファブリック(織物)化

3. ネットワークシステムへの応用と将来展開

4. まとめ



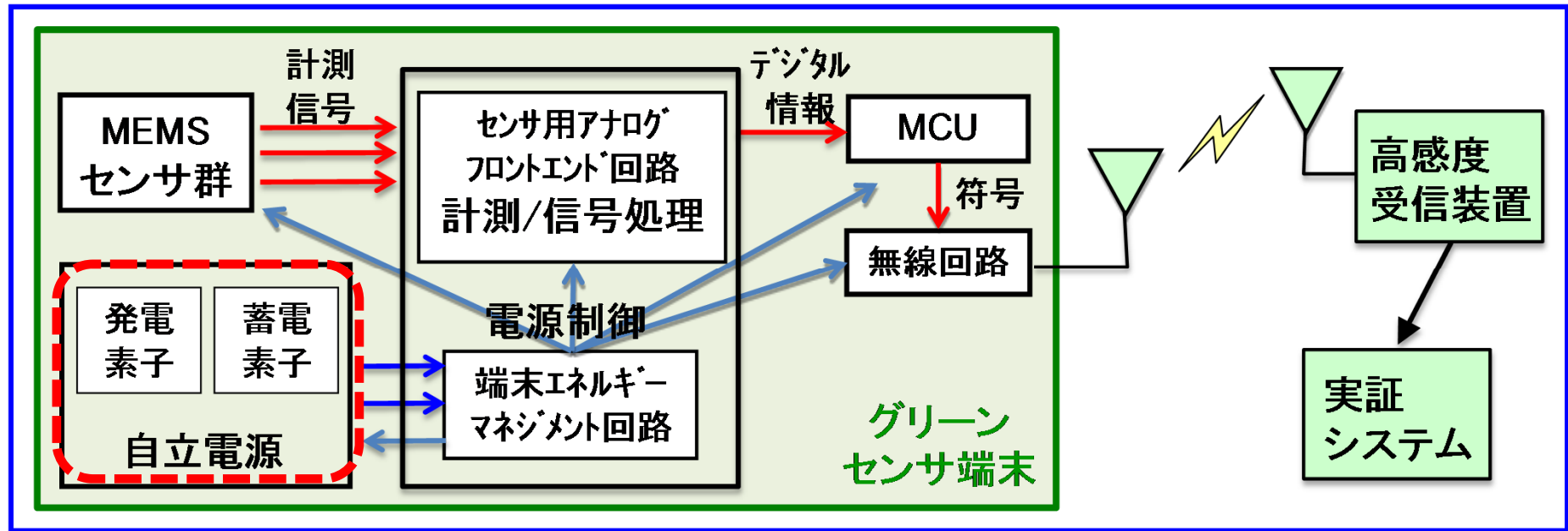
NMEMS 技術研究機構





グリーンセンサ端末

■ 小型、自立動作、低コスト化



端末に搭載可能な自立電源機能の開発



NMEMS 技術研究機構





グリーンセンサ端末用自立電源の開発

- センサ使用環境中のエネルギー源を利用して、センサ端末へ安定的に電力を供給できる蓄電機能を備えた、小型自立電源の開発。

NMEMS技術研究機構大岡山研究センター



住江織物株式会社



- 環境エネルギー源として光エネルギーを利用



有機半導体を利用した光電変換素子の開発



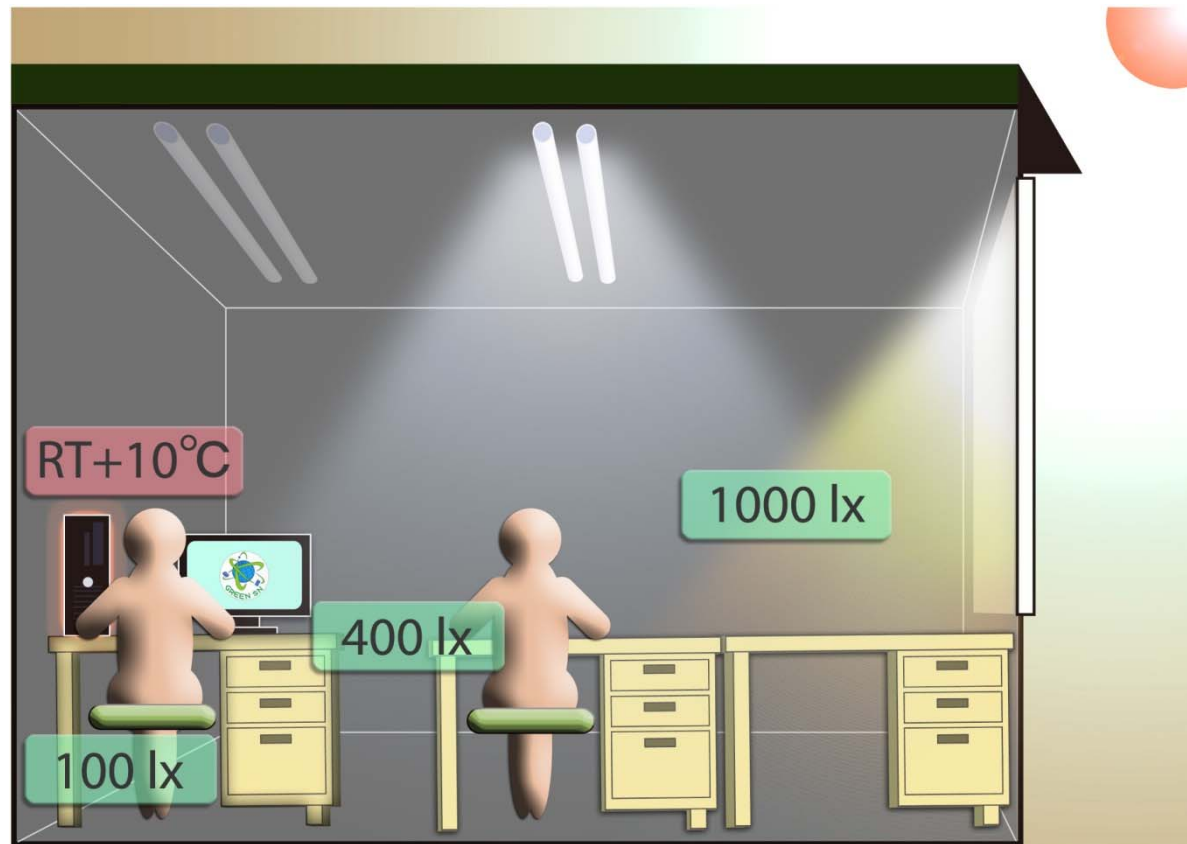
NMEMS 技術研究機構





実証環境(室内)における環境エネルギー

- 太陽光、**室内照明**、温度差…



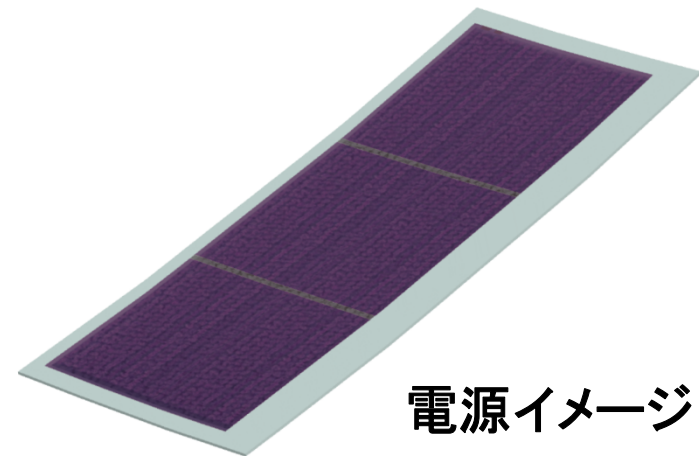
NMEMS 技術研究機構





自立電源開発のポイント

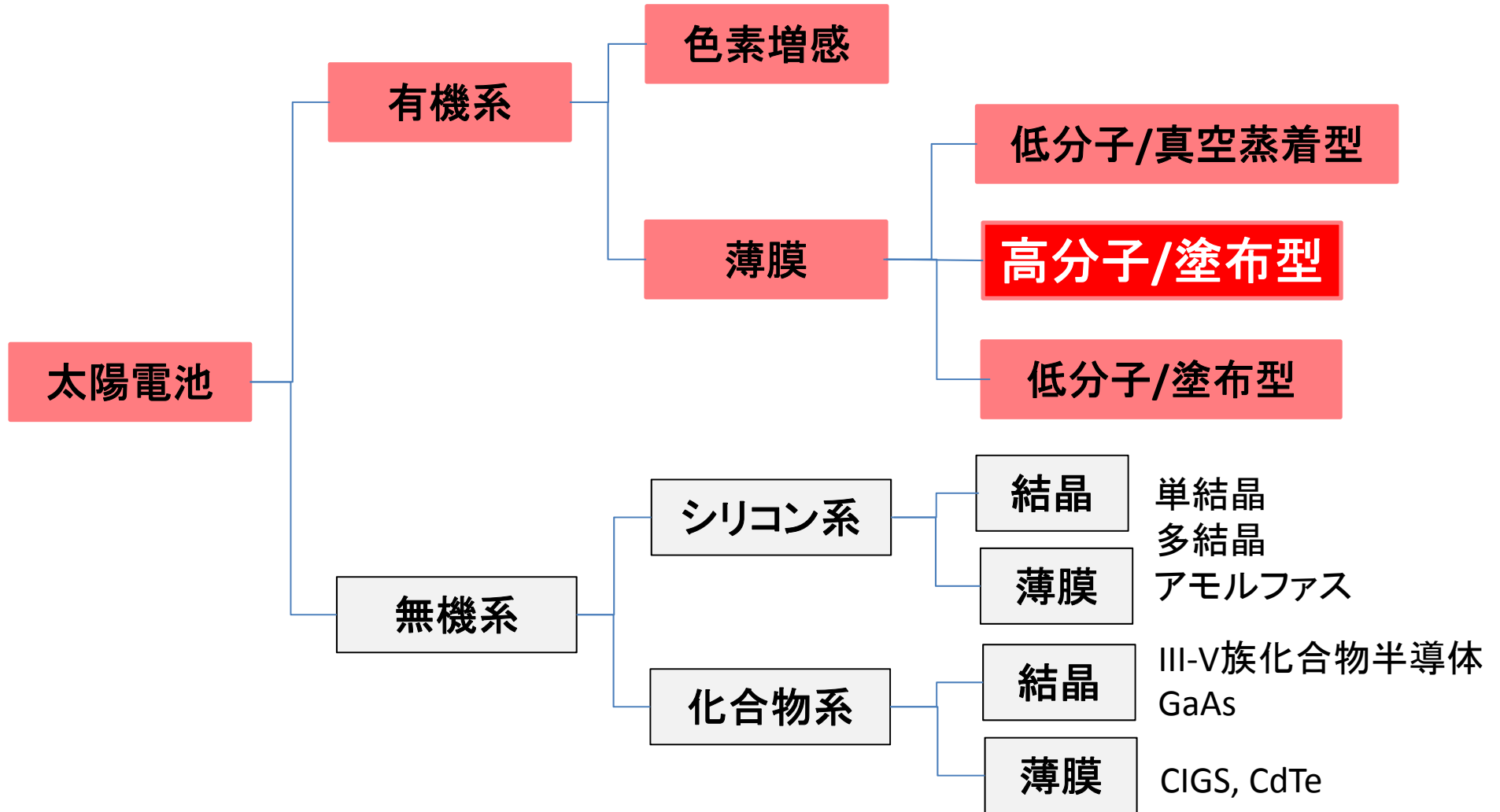
- **レイアウトフリー**
どこにでも取り付け可能
軽量、薄型、フレキシブル、こわれにくい、場所をとらない
- **メンテナンスフリー**
環境エネルギーの利用(室内光)
- **ローコスト**
材料、製造プロセス
- **センサ端末への電力安定供給**
信頼性、寿命、蓄電機能
- **センサ使用環境での実証**



電源イメージ



光電変換素子(太陽電池)の分類

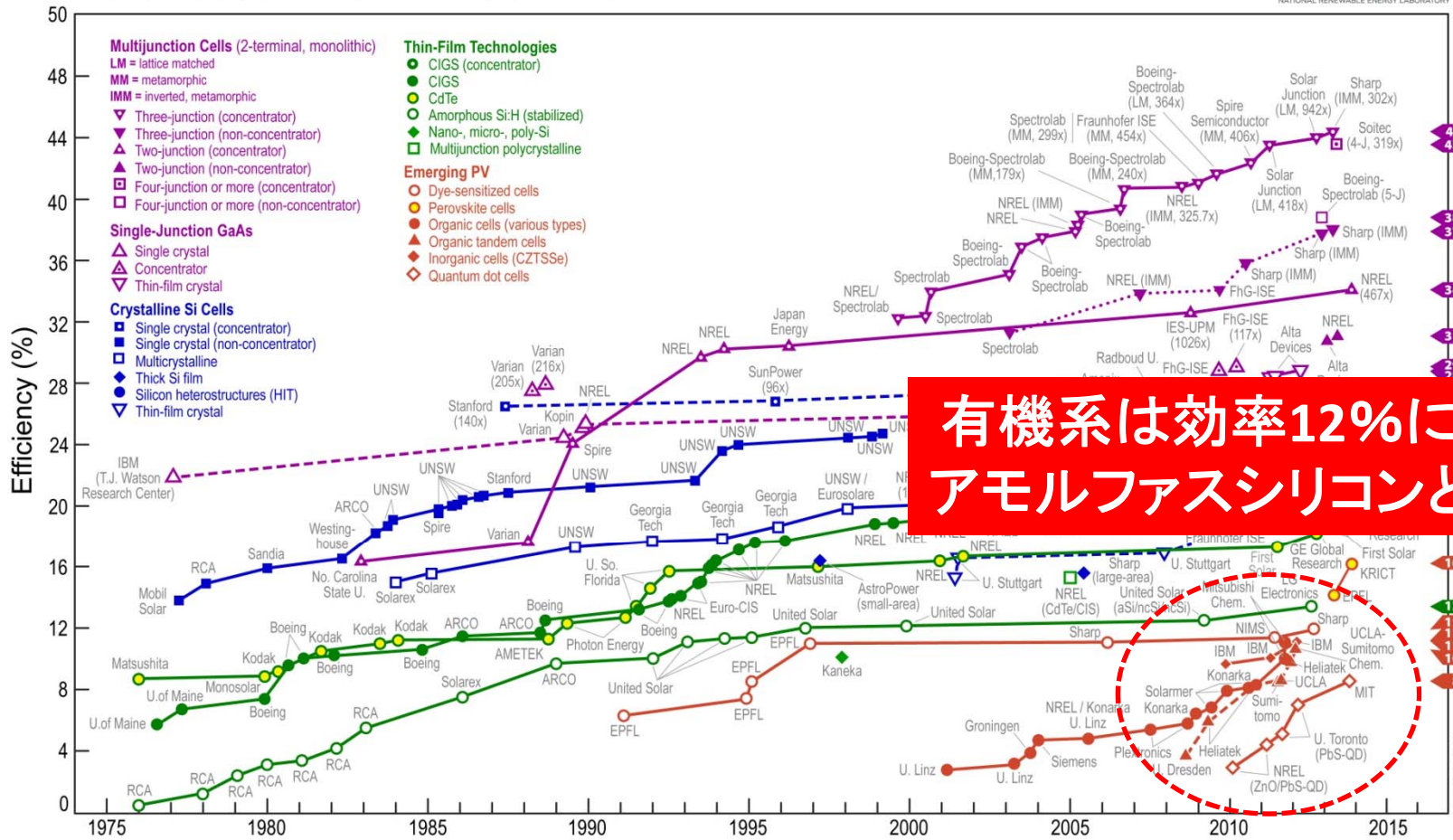




光電変換素子変換効率の推移

米国立再生エネルギー研究所

Best Research-Cell Efficiencies



有機系は効率12%に到達
アモルファスシリコンと同等



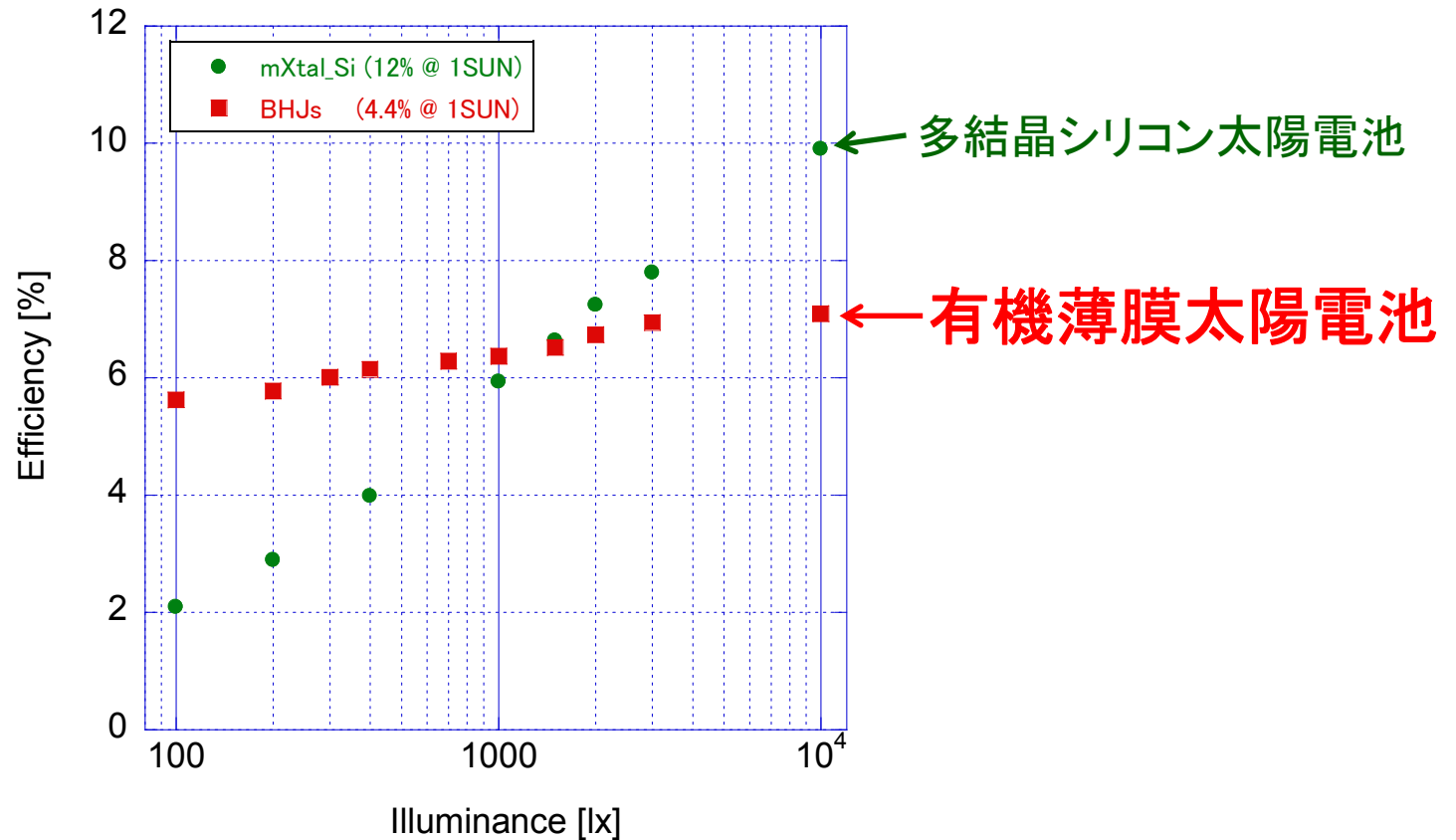
NMEMS 技術研究機構





有機系光電変換素子の強み

■ 変換効率と照度の関係



センサネットワークの使用環境における室内光源に適した素子



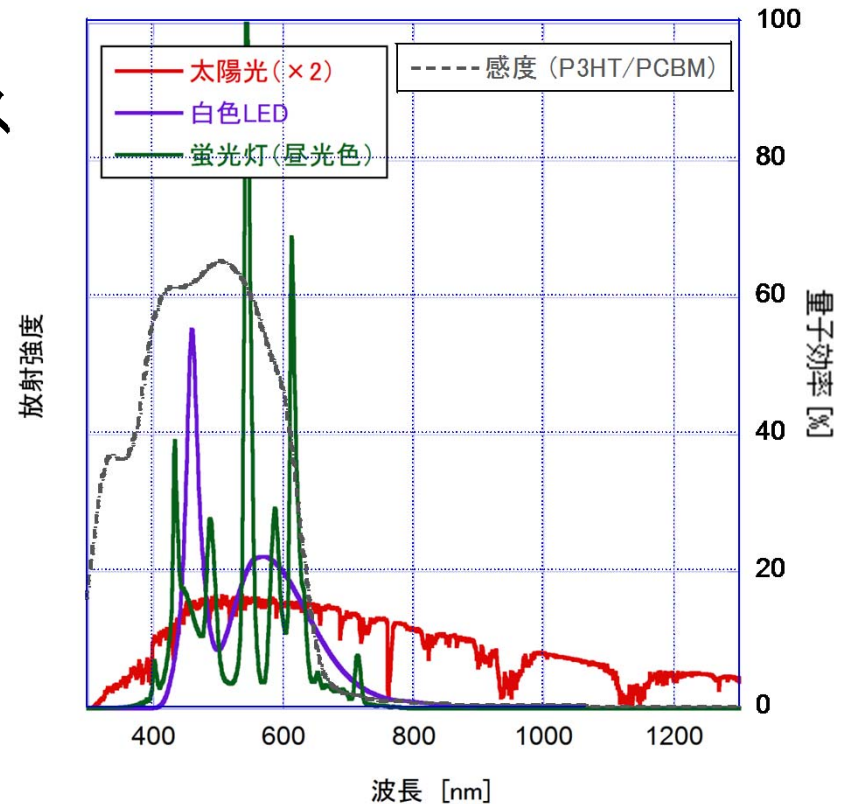
NMEMS 技術研究機構





有機材料の強み

- **低コスト**
原材料、**製造(塗布)プロセス**
- **軽量・フレキシブル**
- **可視光領域での光吸収**
室内照明とのマッチング
- **拡張性**
分子設計が可能(起電力、吸収特性)





プロジェクト開発品の優位性

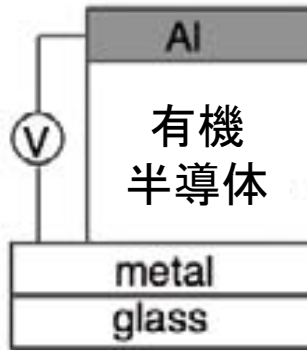
特徴	既存品	プロジェクト開発品
原理	アモルファスシリコン太陽電  センサ端末	有機薄膜太陽電池 
性能	<ul style="list-style-type: none"> ・室内照明下での出力 $\sim 10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ・フル充電の2次電池内蔵 (太陽電池は充電用) ・太陽電池サイズ20cm^2 ・製造に真空プロセス要 	<ul style="list-style-type: none"> ・室内照明下での出力 $15\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上 ・高出力化により 面積当たりの出力向上 ・電池サイズ10cm^2以下 ・製造コスト低減



有機薄膜太陽電池

■ 有機太陽電池の素子構造

現在の主流



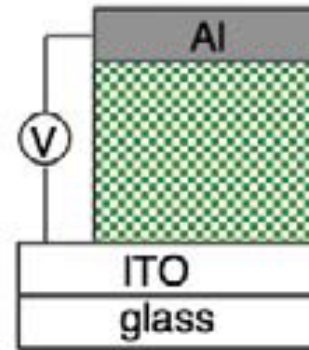
単層型

1958年



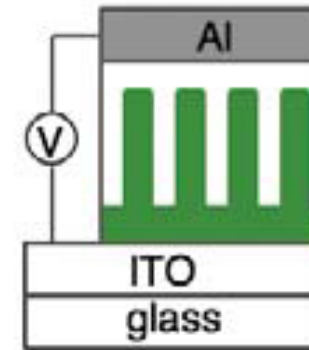
pnヘテロ接合

1986年



バルクヘテロ接合

1995年



相互貫入型接合

2009年

n型半導体

p型半導体

松尾豊『有機薄膜太陽電池の科学』

-大きな接触面積

-効率的な電荷伝導パスの形成



NMEMS 技術研究機構

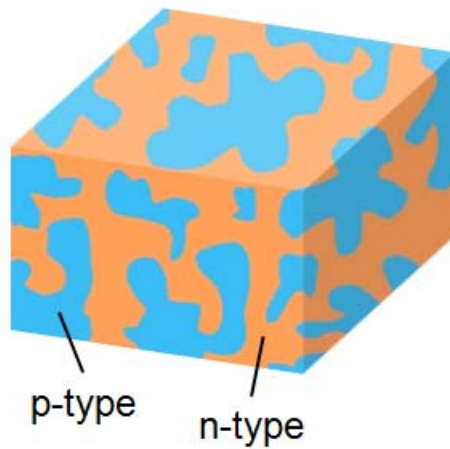




ナノファイバー構造型有機薄膜太陽電池

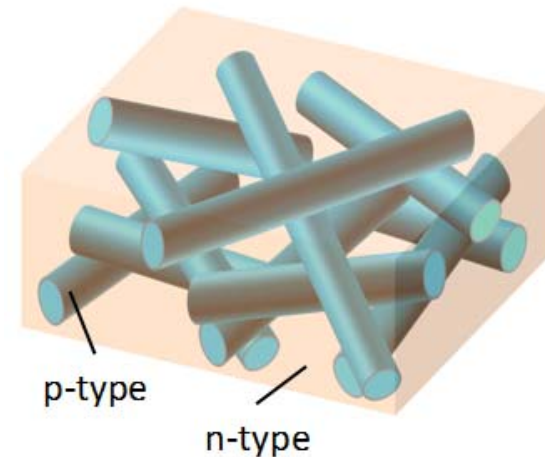
■ 素子(活性層)の構造

バルクヘテロ接合(BHJ)



p型/n型半導体界面の増大
相分離構造中に孤立ドメインが存在

ナノファイバーネットワーク構造



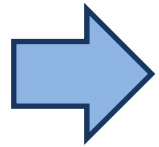
連続伝導パスの形成
→ キャリア再結合の抑制



有機半導体材料の開発・ナノファイバー化

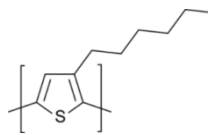
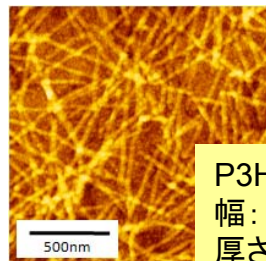
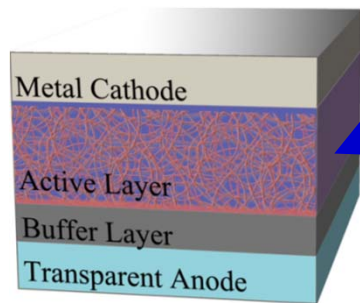
■ 有機半導体材料の開発

有機半導体のHOMO-LUMO位置の最適化
狭バンドギャップ化



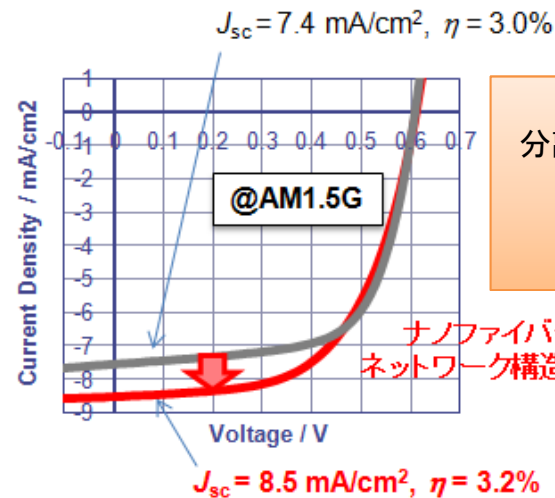
- ・光源のスペクトルに応じた吸収特性
- ・開放電圧の向上(1V以上)

■ ナノファイバー構造型太陽電池



P3HTナノファイバー
幅: 24 nm
厚さ: 12.6 nm

光電変換層に
ナノファイバーを導入



キャリア
分離-輸送特性の向上
↓
 J_{sc} の向上



NMEMS 技術研究機構

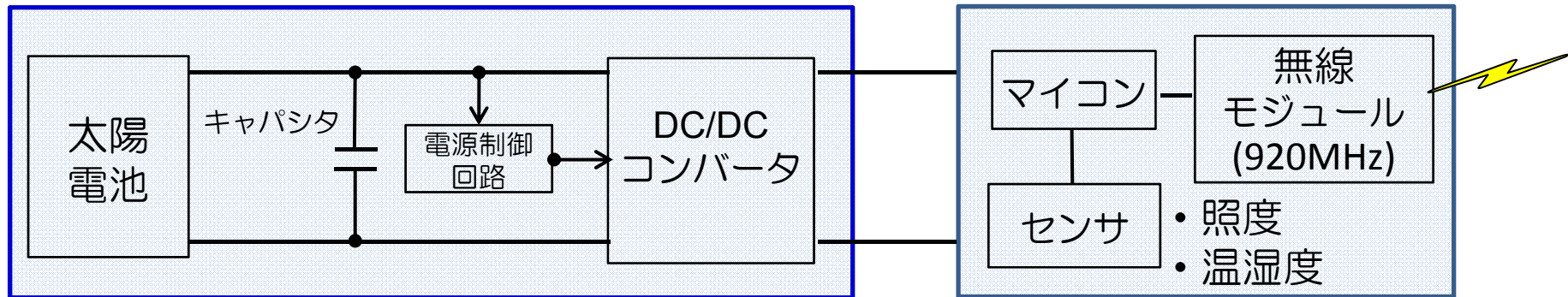




電源モジュール化

- センサ端末への電力の安定供給を可能にする
環境発電技術に対応した電源モジュール技術の開発

自立電源モジュール



開発ポイント： 低損失化, 蓄電機能, 小型・薄型化



NMEMS 技術研究機構





ネットワーク・応用分野

■ スマートファクトリにおける実証

植物工場での実証試験

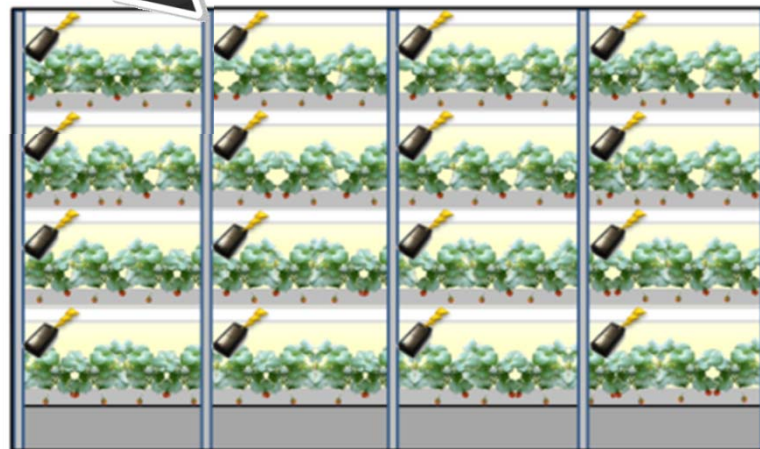
実証環境での自立電源の駆動状況とファクトリの省エネ化を同時検証



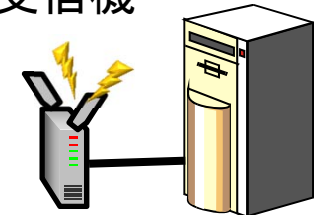
電源(含夜間対応蓄電電子),
照度・温度・湿度センサ,
無線(920 MHz帯)を搭載



植物栽培棚に端末を設置



受信機



環境データを
収集・分析



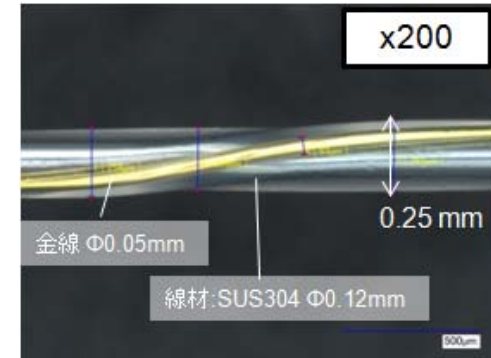
NMEMS 技術研究機構





繊維化・ファブリック化

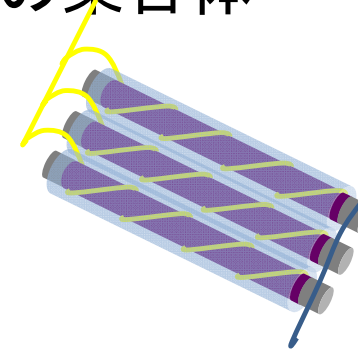
- **センサ端末の設置性向上**
「曲げられる」電源から「折り畳める」電源へ



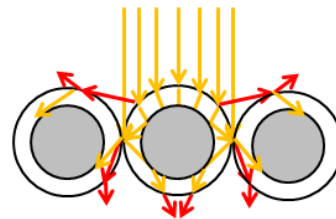
繊維状太陽電池

- **電源の信頼性向上**
ファブリック型は多数の繊維状素子の集合体

- **室内照明(散乱光)に適した形状**



ファブリック状太陽電池



- **拡張性**
センサ電源以外の用途展開

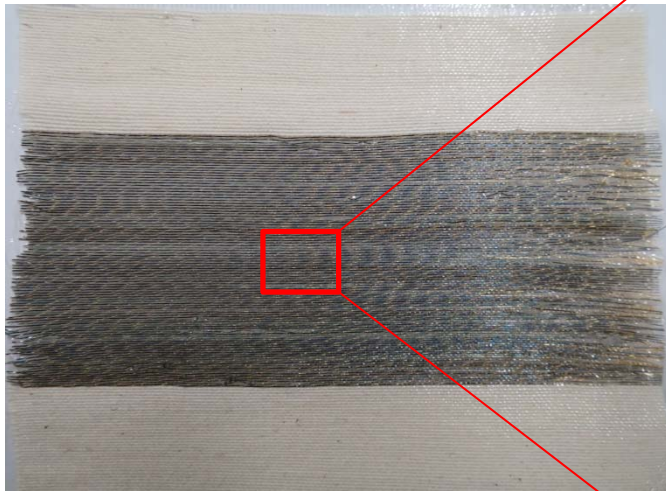




繊維化・ファブリック化

■ 繊維状太陽電池のファブリック化

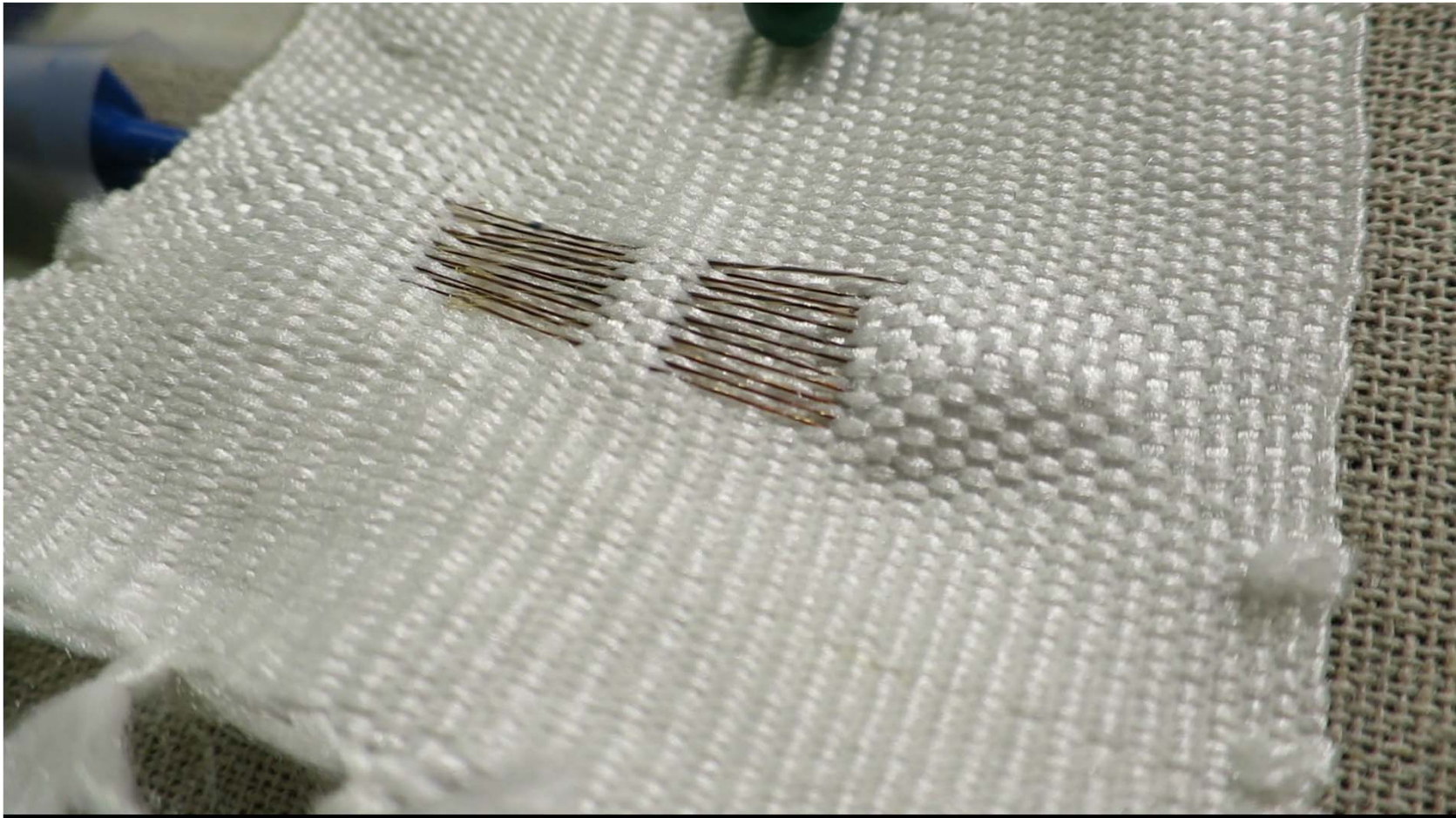
緯糸(よこいと)に100本の
繊維状太陽電池を使用





繊維化・ファブリック化

■ 室内光での発電のようす



NMEMS 技術研究機構





ネットワーク・応用分野

■ ファブリック型自立電源の波及効果

繊維状・ファブリック状有機太陽電池は

将来的にテキスタイル・インテリア・産業資材用途への展開が可能



たとえば
発電するインテリアなど



NMEMS 技術研究機構





まとめ

- 有機半導体を利用により, センサ端末に適した, **軽量, フレキシブル, 低コスト**な高効率自立電源を開発.
- 有機半導体材料の開発により, 室内光源に適した光吸収特性と起電力の向上を実現.
- ナノファイバー化, 発電素子の繊維化・ファブリック化により, 高効率化と室内光利用効率向上による出力向上を実現.
- スマートファクトリ(植物工場)において実証試験を実施中.
- **モバイル・ウェアラブル電源**としての将来展開にも期待.



NMEMS 技術研究機構

