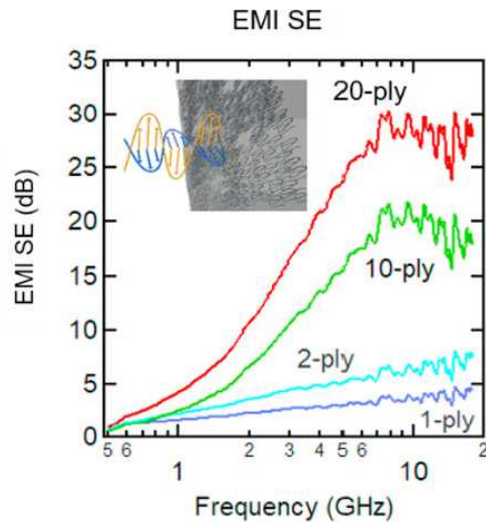
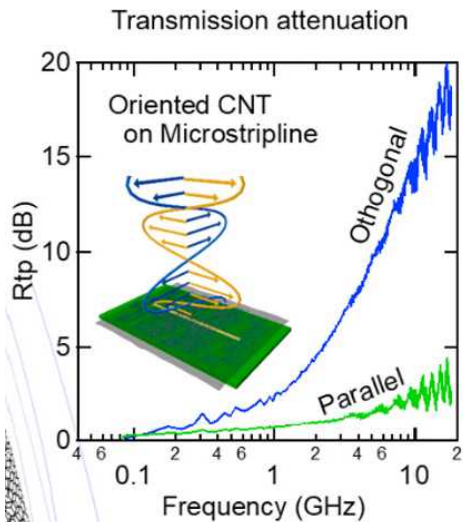


反射・吸収両様の 電磁波シールドフィルム

静岡大学 工学部 電子物質科学科
教授 井上 翼

2024年2月8日



電磁波シールド技術

電磁波の発生や伝搬を抑制し、機器や施設内での電磁波干渉や外部からの電磁波の影響を制御

●目的と用途:

目的: 主に電磁波の発生源からの干渉を防ぎ、機器の正確な動作や情報のセキュリティを確保する

用途: モバイル機器、電子機器、車両、建築物、防護服などさまざまな分野

●素材:

導電性があり、電磁波を吸収または反射する性質
金属、導電性ゴム、導電性プラスチックなど

●構造と設計:

電磁波シールドは、機器や構造物の外部や内部に配置され、電磁波の侵入や放射を抑制
シールドが密閉されている必要がある

電磁波シールド技術

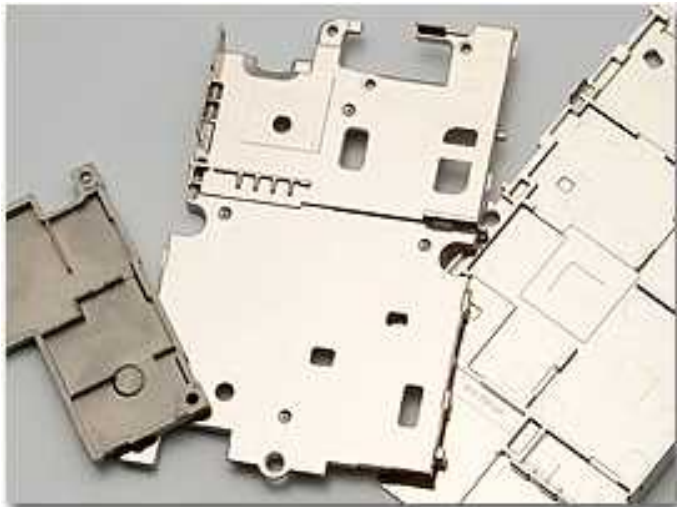
■ ETCゲート



電磁波シールド技術

■ モバイル機器

1. **電波干渉の防止**: 多様な機能が電磁波で干渉しないよう、電磁波シールド材料が使用されている
2. **電磁放射の制御**: 電子回路からからの電磁波を制御し、外部への放射を抑制する
3. **セキュリティ対策**: モバイル機器の情報が外部からの電磁傍受に対する保護



樹脂材料への金属コーティング



金属板

電磁波シールド技術の課題

1. 素材の選定と厚さ

特定の周波数範囲において適切な電磁波シールド材料の選定やその厚さを決定することが重要。同時に軽量で耐久性も要求される。

2. 熱制御

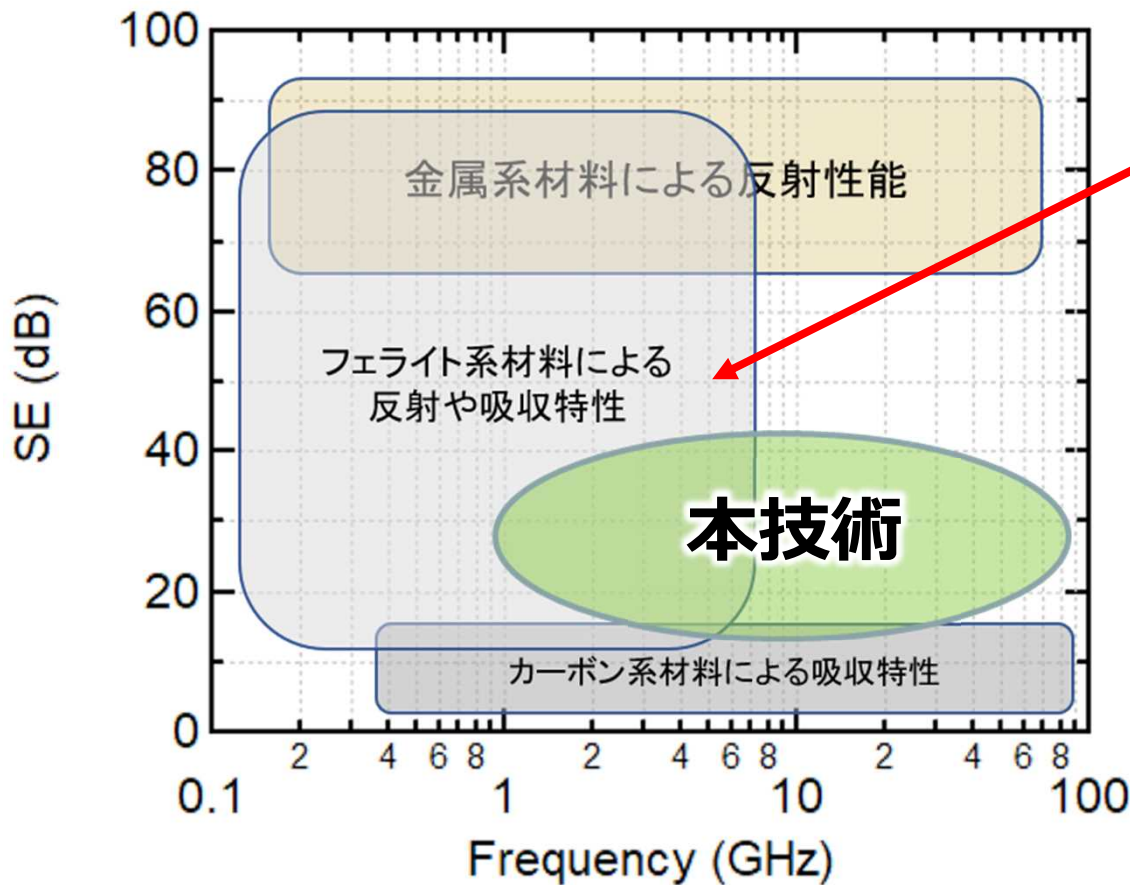
電磁波シールド材料は通常、電磁波を吸収または反射するため、その過程で発生する熱の対策も必要。

3. 多周波数対応

電磁波シールド材料は多様な周波数への対応が必要。

本技術の特徴

ポリエチレンフィルムにカーボンナノチューブ (CNT) を埋め込んだ高性能電磁波シールド・フィルム



吸収には、フェライト系・カーボン系材料と組み合わせる事が必要

金属系・フェライト系より軽量化のため、カーボン系材料は有望

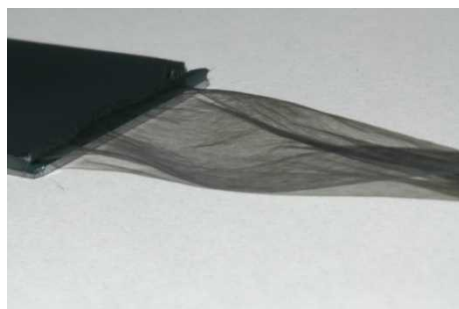
本技術の特徴

ポリエチレンフィルムにカーボンナノチューブ (CNT)
を埋め込んだ高性能電磁波シールド・フィルム

- 高い電磁波シールド効果 > 20dB
- 高周波数領域 > 1 GHz
- 軽量 < 1.0 g/cm³

軽量で樹脂が主成分であるが、電磁波シールド効果が非常に高い

CNTフィルムとPEフィルムの融合技術



CNTシート

+



PEフィルム



CNT/PEフィルム

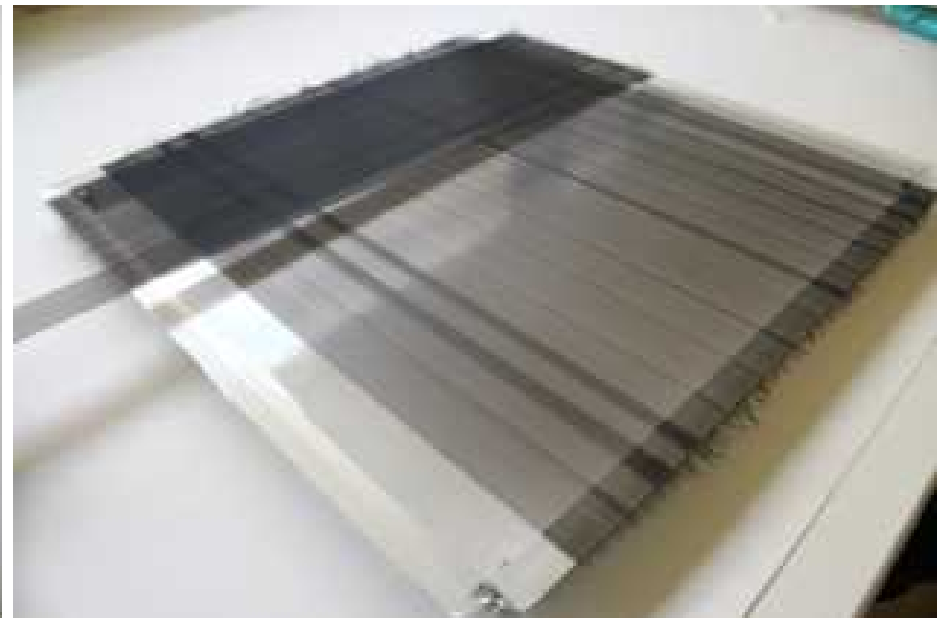
- PEフィルム中にCNTを埋め込んだ複合フィルム構造
- CNT量やCNT配列方向を制御してCNTシート作製
- PEフィルムでCNTを封止
- 軽量 ($1\text{g}/\text{cm}^3$)、薄手 ($50\mu\text{m}$)、柔軟、高い加工性

CNTシート

- CNT紡績技術による一方向配向CNTシート作製
- 厚み5 μm 以下のCNTシートを積層してCNT量制御
- CNT量制御により、電磁波吸収・反射特性を調整可能



配向CNTシート



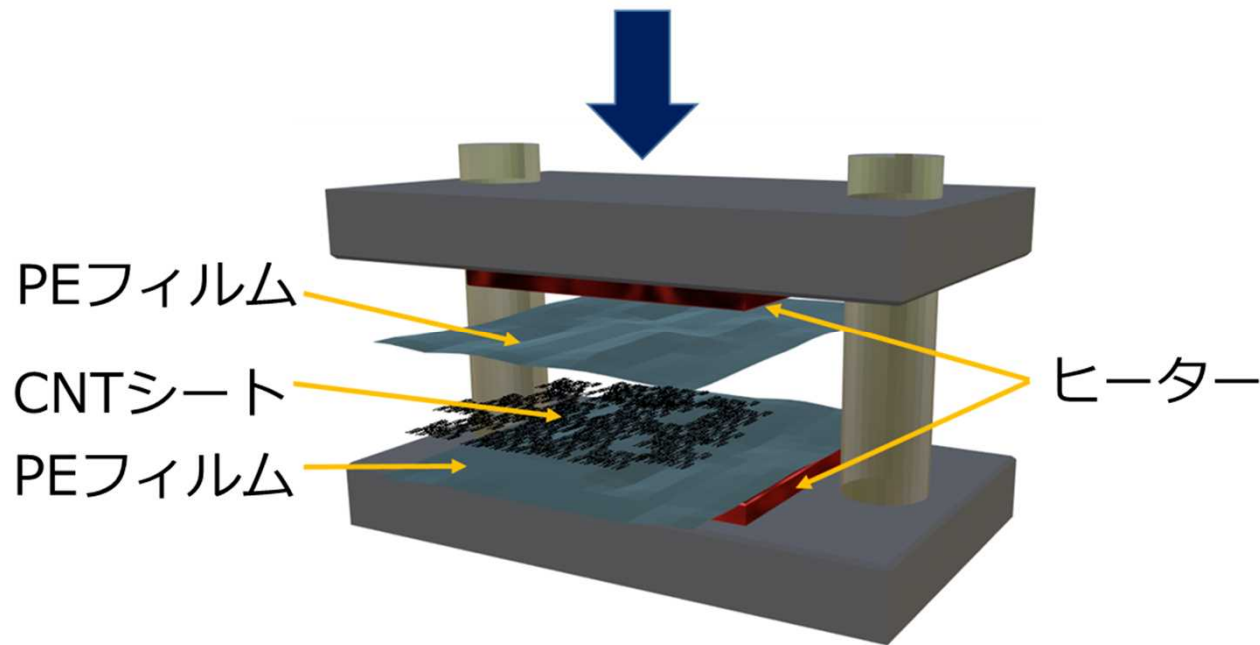
直交CNTシート

ホットプレス複合化技術

■ 作製方法

ステップ 1 : 10 MPa / 30分 / 100 °C (脱ガス)

ステップ 2 : 0.1 Mpa / 10分 / 140 °C (メルト複合)

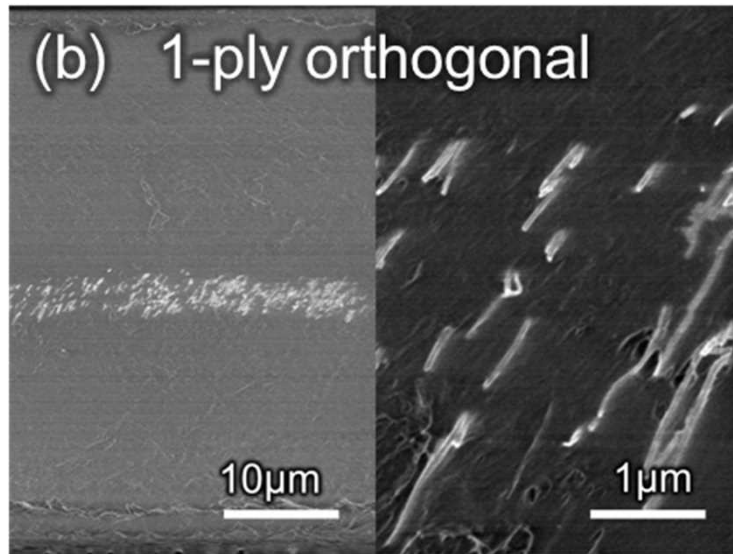


ミニプレスMP-SCH

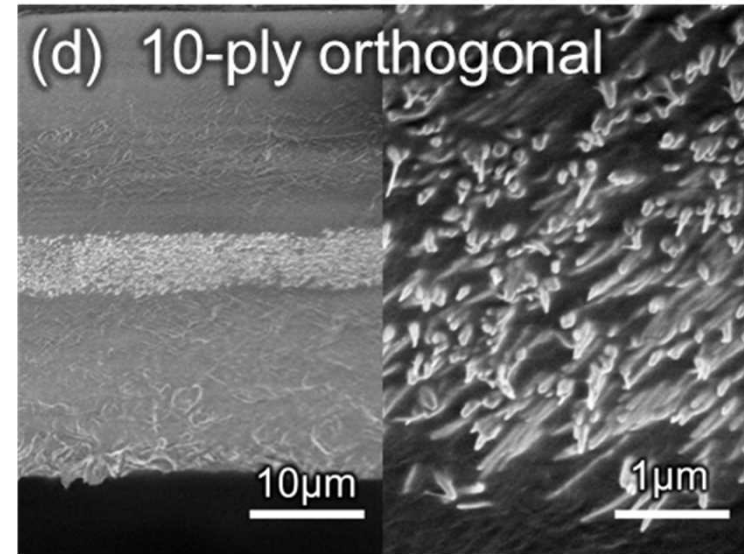
CNT/PE電磁波シールドフィルム



CNT/PE電磁波シールドフィルム



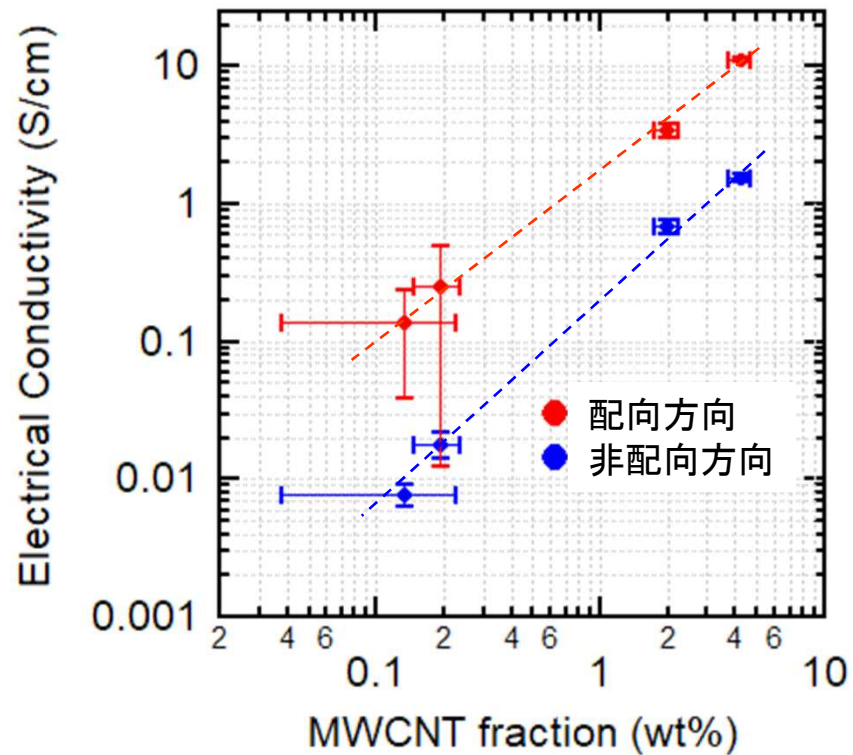
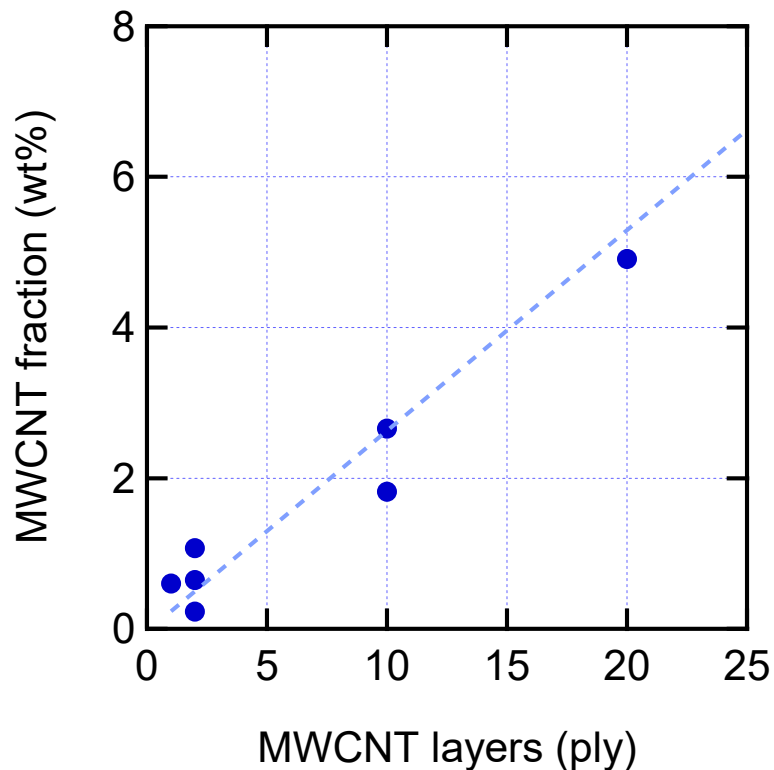
CNTシート 1層



CNTシート 10層

- CNTはPE層にサンドイッチされ中央部に埋め込み
- 高い配向性を維持
- CNT間の電氣的接触も維持されたまま

電気伝導率の制御

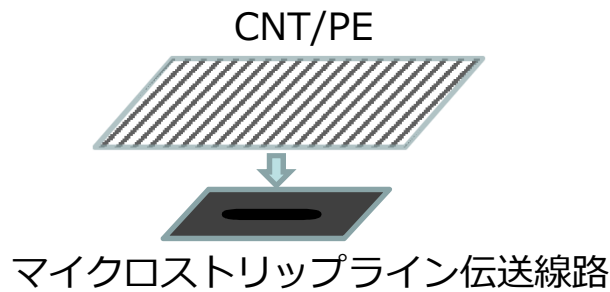
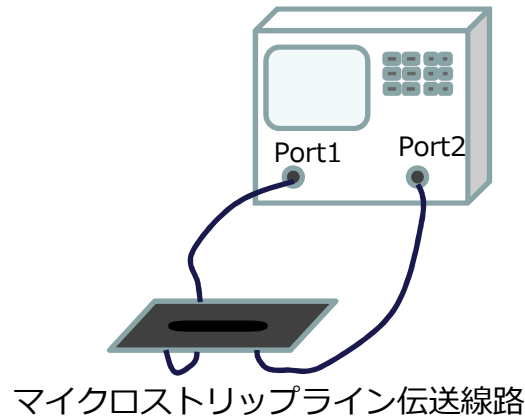


CNT 層数	濃度 wt%	配向方向 S/cm	非配向方向 S/cm
1	0.13	0.14	0.008
2	0.19	0.25	0.02
10	2.0	3.50	0.70
20	4.2	11.24	1.54

電磁波シールド特性 評価方法

伝送減衰率測定

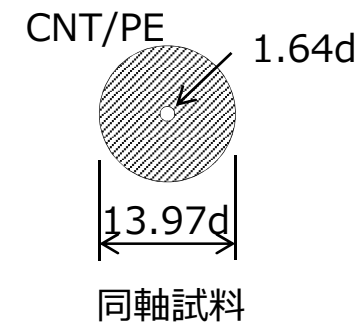
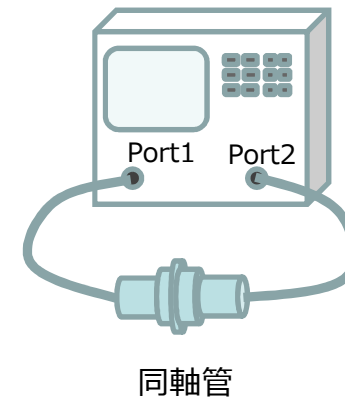
近傍界



測定周波数: 40MHz - 18GHz

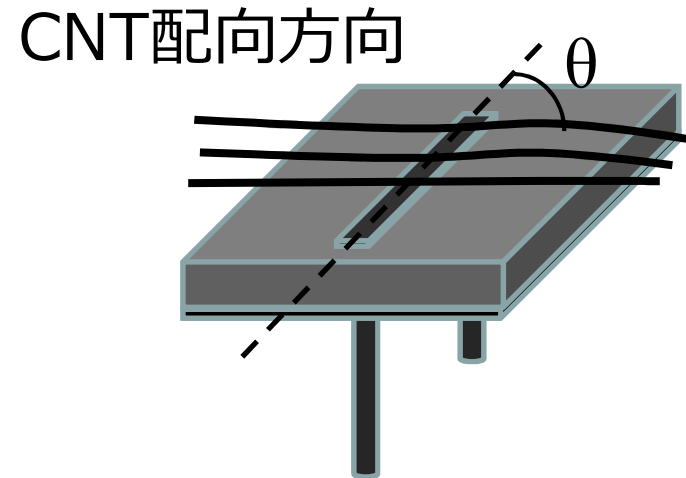
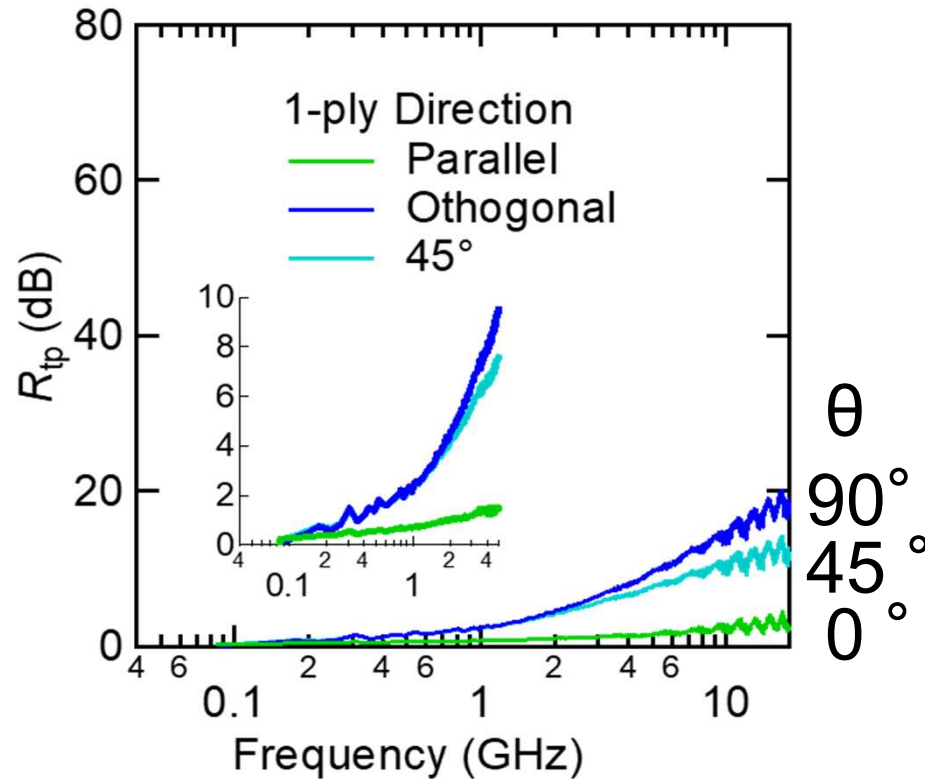
電磁波シールド効果測定

遠方界



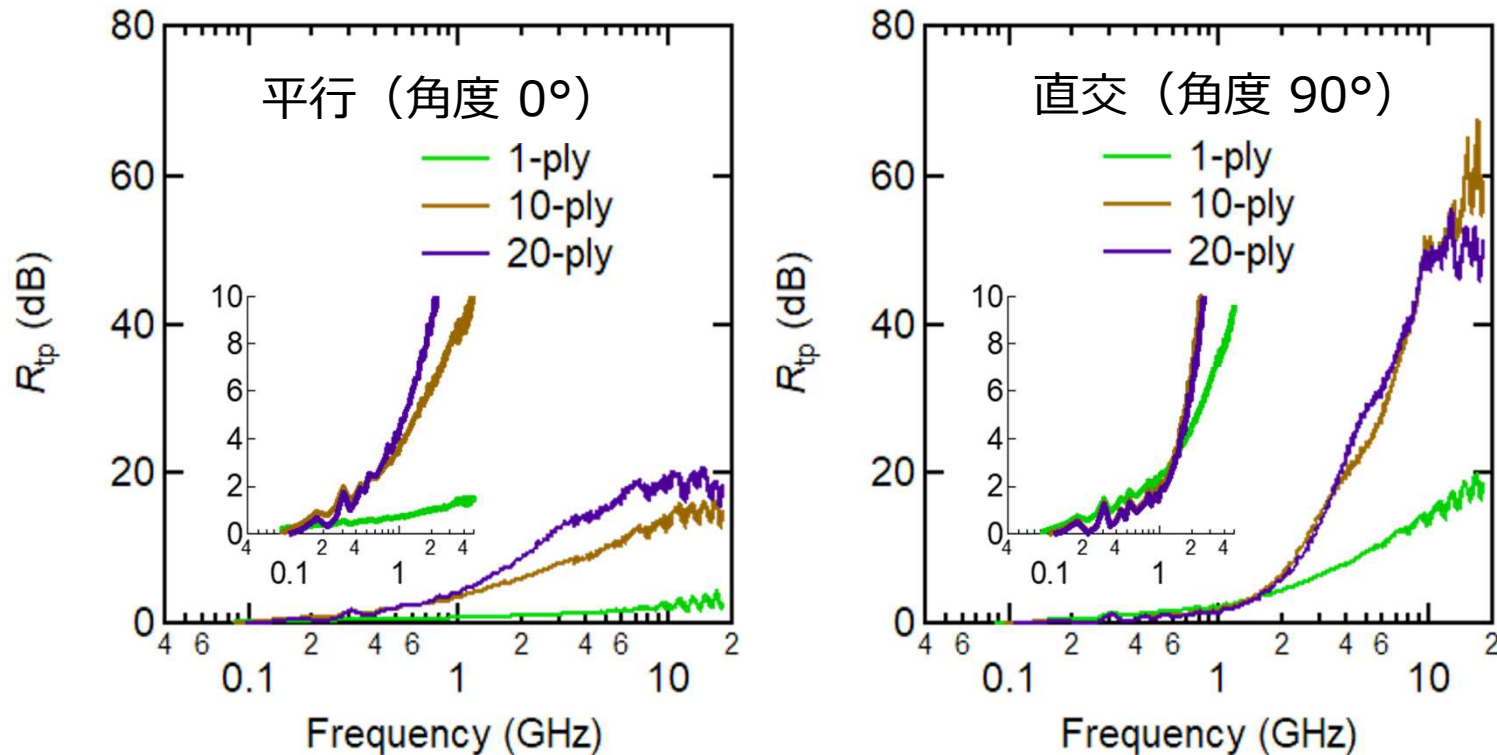
測定周波数: 0.5GHz to 18GHz

伝送減衰特性(伝導ノイズ抑制効果)



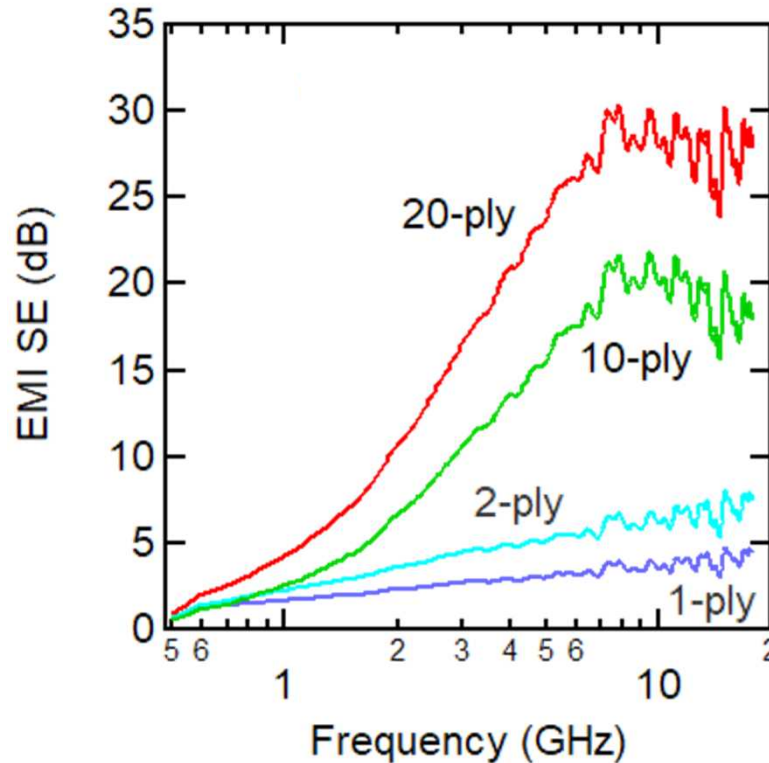
- CNTが伝送線路に直交したとき最もノイズ抑制効果が高い

伝送減衰特性(伝導ノイズ抑制効果)



- CNT層数 (CNT量) が多いほどノイズ抑制効果が大い
- 直交・CNT10層以上 (>2%)、1GHz以上の高周波帯で大きなノイズ抑制

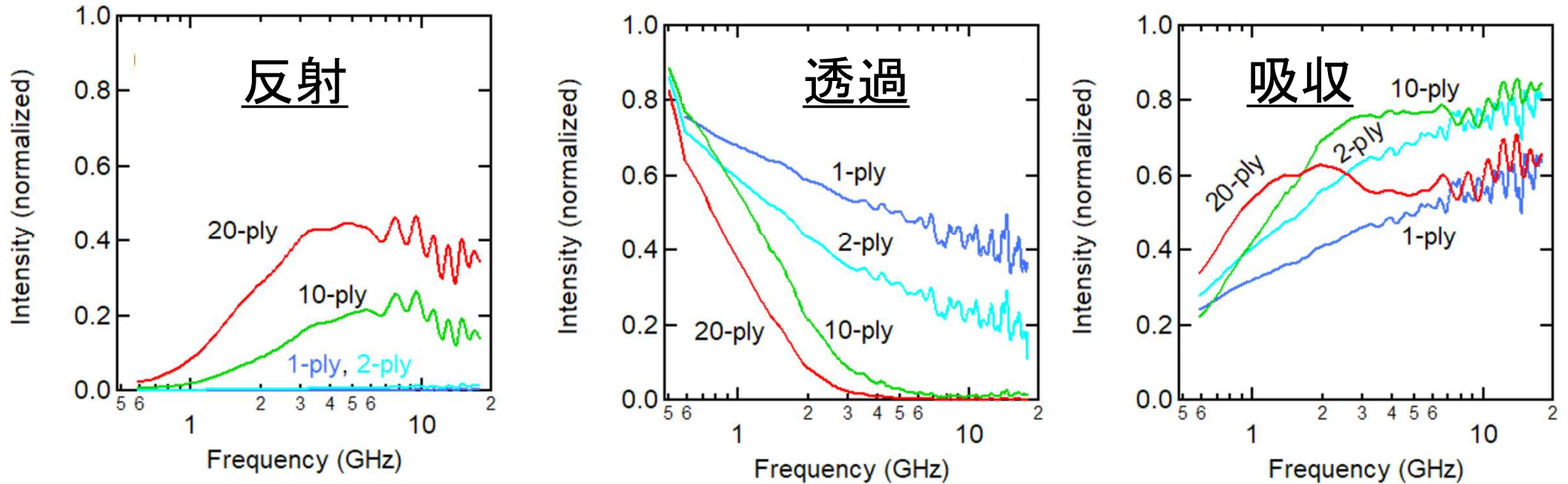
電磁波シールド効果 EMI-SE



30.3dB / 20層
(CNT4.2%)

- CNT含有率が高いほど、高い電磁波シールド効果
- 主に1GHz以上の高周波領域
- 最大 30dB

電磁波シールド効果 EMI-SE



- CNT含有率が高いほど、反射が高くなり、透過は下がる
- 数GHz以上では、CNT10層（2%）以上で透過量はゼロ
- CNT10層（2%）まで吸収は増加、20層では吸収低下
- CNT10%までは吸収が主、それ以上ではCNT量増加により金属的となり反射の影響が大きくなる

吸収体：CNT量2%以下程度
反射体：CNT量4%以上

想定される用途

- 極薄かつ軽量であり柔軟でもあるため、モバイル機器など各種高周波電子機器内部での電磁ノイズ抑制フィルムとして利用可能
- 複数枚重ねて利用すれば、吸収・反射の効果をさらに倍増できるため、外部との電磁波干渉の影響を低減した多様な機器類に展開可能
- より耐熱性の高い樹脂フィルムを利用すれば、自動車などの高温環境においても活用できる

実用化に向けた課題

- 製造プロセスはシンプルで一般的手法であるため製造コストは低いですが、CNTが依然として高価である。
- 用途に合わせてPE以外の樹脂への要求があると思われる。樹脂毎に製造プロセスの検討が必要となる。
- CNTは国内数社から調達可能である。安定的な材料確保は重要。

企業への期待

- 当面は高価な材料となることが予想されるため、高付加価値な用途に展開できれば効果的
- 複数フィルムホットメルトプロセス技術を持つ企業であれば、製造技術障壁は低い

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 電磁遮蔽シート
- 公開番号 : 特開2022-65967
- 出願人 : 静岡大学
- 発明者 : 井上 翼、知久 典和

産学連携の経歴

- 2010年 大学発ベンチャー 浜松カーボニクス（株）設立
代表取締役社長
- 2009-2014年 JST先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)
- 2015-2016年 JST研究成果最適展開支援事業(A-STEP)

【共同研究】

- 2009-2014年 ヤマハ
- 2010-2016年 JNC
- 2016-2018年 アイシン
- 2019-2021年 トヨタ自動車
- 現在 6社（2024年度以降継続）

お問い合わせ先

国立大学法人静岡大学

イノベーション社会連携推進機構

TEL 053-478-1710

FAX 053-478-1711

E-mail sangakucd@adb.shizuoka.ac.jp