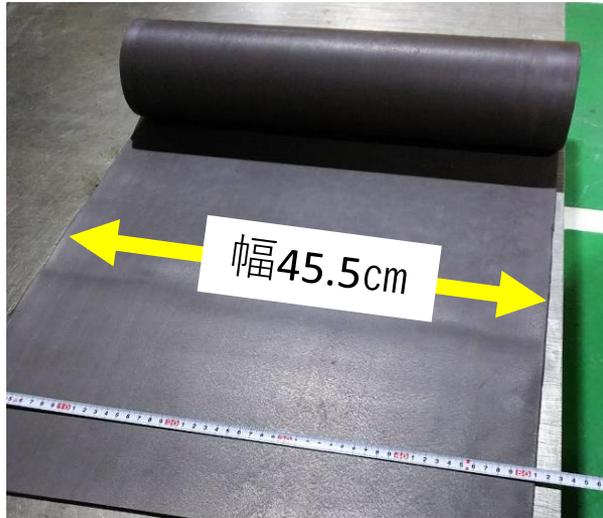


フェライトラバーシートのご紹介



フェライトラバーシート
(特許取得済み)

- I. 材質：フェライト充填ゴム
充填材濃度：90wt%
- II. 比重：**3.5 kg/m²**

アビリティゲート株式会社
赤松 弘一

TEL: 080-3201-3210

Mail : akamatsu_abiligate@jcom.zaq.ne.jp

特徴の総括

□ フェライトラバーシートの組成

- ◆ マトリックス樹脂：塩素化ポリエチレン樹脂
- ◆ 充填材：6方晶系フェライト（90 wt%、消磁処理済み）

□ 特徴：広い温度範囲で使用可能なゴム材質

1. 優れた機械的・物理的特性

- ◆ 十分な可撓性（フレキシブル性）
- ◆ 使用温度範囲：-60～150°C
- ◆ 非導電、良熱伝導

2. 優れた化学的性質

- ◆ 耐薬品性、耐候性、熱老化性
- ◆ 塩素ガス発生が極めて少ない

3. 振動ダンピング特性

- ◆ 優れた振動吸収性・・・ハイダンピング・ラバーの範疇
- ◆ 実使用温度域が広い・・・-20～150°C

□ 複合性能

- ◆ 様々な特殊性能を有する。

- 1) 遮音性能（特に低周波騒音の遮蔽に効果高い）
- 2) 電磁波吸収性能
- 3) 放射能（ガンマ線、X線）遮蔽性能

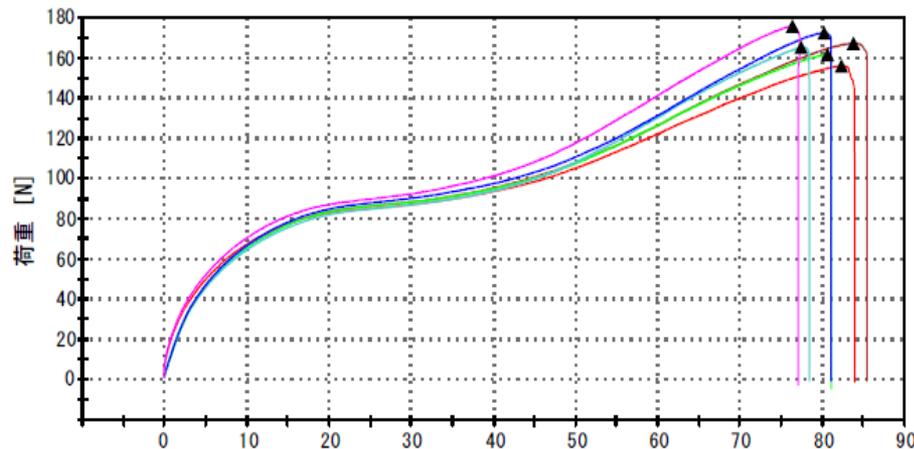
3. 機械的・物理的特性

◆ 十分な可撓性を有するゴム材質である。（非架橋タイプ）

表-1：フェライトラバーシートの特性

項目		単位	測定結果	備考	
フェライト濃度		wt%	90	バリウム系、ストロンチウム系	
面密度		kg/m ² ・mm	3.5		
機械的 特性	引張 特性	最大強度	MPa	7.6	破断強度
		破断伸度	%	80.5	
		弾性係数	MPa	54.5	歪0.2-0.4%の割線弾性係数
		降伏点	強度	MPa	4.1
歪	%		30		

図-1：フェライトラバーシートの荷重-歪曲線



試験片：

- 規格／JIS k6251
- 肉厚／2.2mm
- 幅／10mm

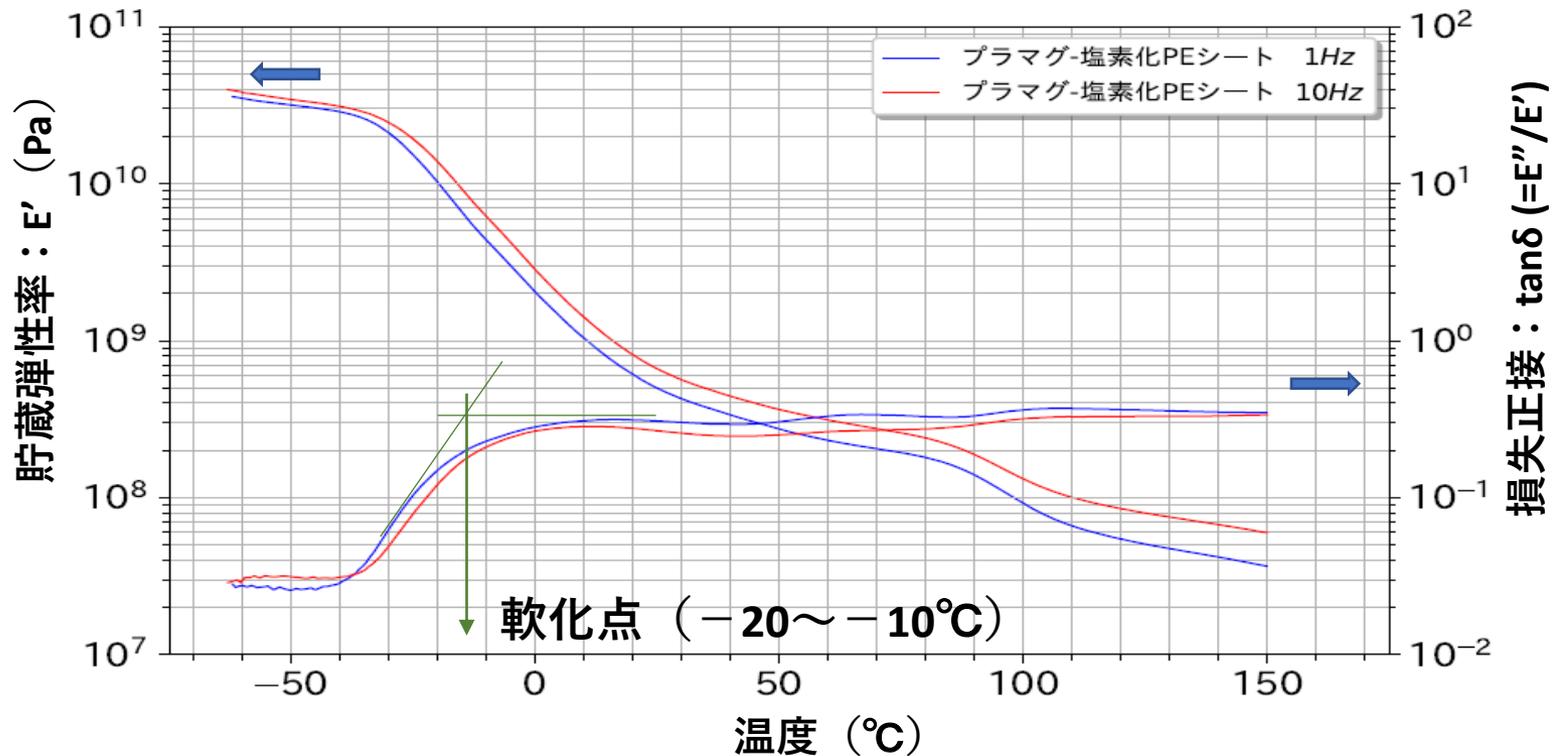


測定委託先：千葉県産業支援技術研究所
 測定器：INSTRON 5567
 標点間距離測定：ビデオ法
 引張速度：10mm/min

3-2). 機械的・物理的特性：温度依存性

- ◆ 常温～100°Cの範囲で、
 - ① 弾性係数の変化が小さい（1桁のレベル）
 - ② 機械的損失係数（振動ダンピング性）が大きく、且つ一定である。
- ◆ 低温領域（-50°C）でも使用可能

図-2：フェライトラバーシートのDMA分析結果



3-3). 機械的・物理的特性：熱伝導率

◆ 「電気絶縁タイプ」の熱伝導材料の範疇である。

※ 安価なシートとして販売可能（市場相当品との比較）

表-2：フェライトラバーシートの熱伝導性

項目		肉厚	単位	測定値
導電性	体積抵抗	1mmt	Ω/cm	10^{11}
		5mmt		10^{11}
	表面抵抗	1mmt	Ω	10^{12}
		5mmt		10^{11}
熱伝導率	厚み方向	1mmt	W/mK	1.1

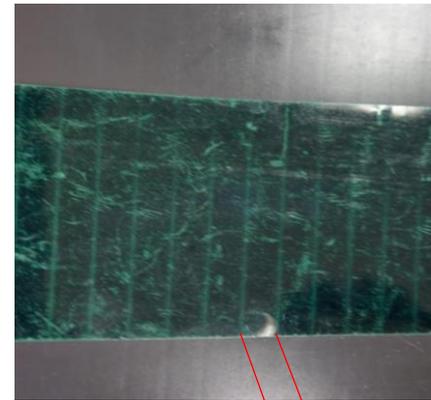
4 -4). 機械的物理的特性：着磁が可能

◆ 必要に応じ、着磁が可能

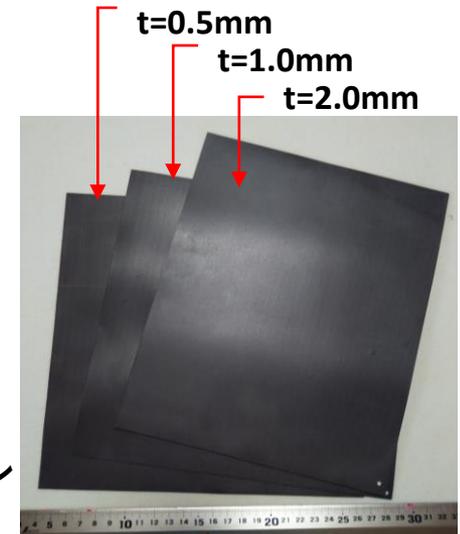
A) 実験結果

- ◆ 含有フェライトの種類：等方性
- ◆ 着磁ピッチ：5mm
- ◆ 磁力
 - ① 0.5mm品： 202 Gauss
 - ② 1.0mm品： 316 Gauss
 - ③ 2.0mm品： 508 Gauss

写真-1：着磁パターン



5mm



参考：

市販のフェライト磁石

- ◆ フェライトのタイプ：異方性
- ◆ 着磁ピッチ：5mm
- ◆ 磁力：700 Gauss (2mm品)

写真-2：着磁実験サンプル

4. 化学的性質

◆ マトリックス樹脂：塩素化ポリエチレン
主鎖に2重結合を持たない。



耐薬品性に優れる。
耐久性に優れる。
(耐候性、熱老化性)

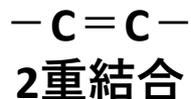


図-3：各種ゴムとの比較

- CPE : 塩素化ポリエチレン
- CHR : エピクロルヒドリンム
- CSM : クロロスルホン化ポリエチレン
- EPDM : エチレンプロピレンゴム
- NBR : アクリロニトリルブタジエンゴム

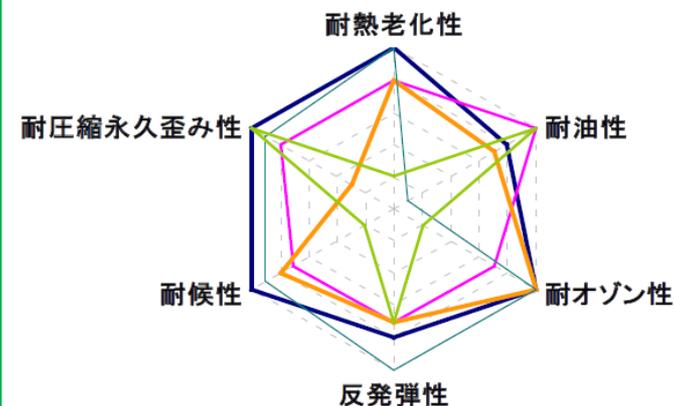
表-3：耐薬品性 IIR:ブチルゴム、CR:クロロプレンゴム

	CPE	EPDM	IIR	CR
耐強酸性	○	△	△	×
耐強アルカリ性	○	△	△	△
耐鉱物油性	○	×	×	○

表-4：熱老化性 (150°C促進)

	CPE	CSM	CR	EPDM	NBR
耐熱性 [*]	○	△	×	○	×
圧縮永久歪み [*]	○	△	△	○	△
耐油性 [*]	○	○	○	×	◎
耐オゾン性	○	○	△	○	△

塩素化ポリエチレン と各種ゴムとの比較



4-2). 化学的性質：PVCとの比較

塩化ビニル (PVC)
との差異

- ① 耐候性、耐熱性に優れる。
- ② 塩素ガス発生が少ない。
- ③ 接着性に優れる。

図-4：分子構造の差異による効果

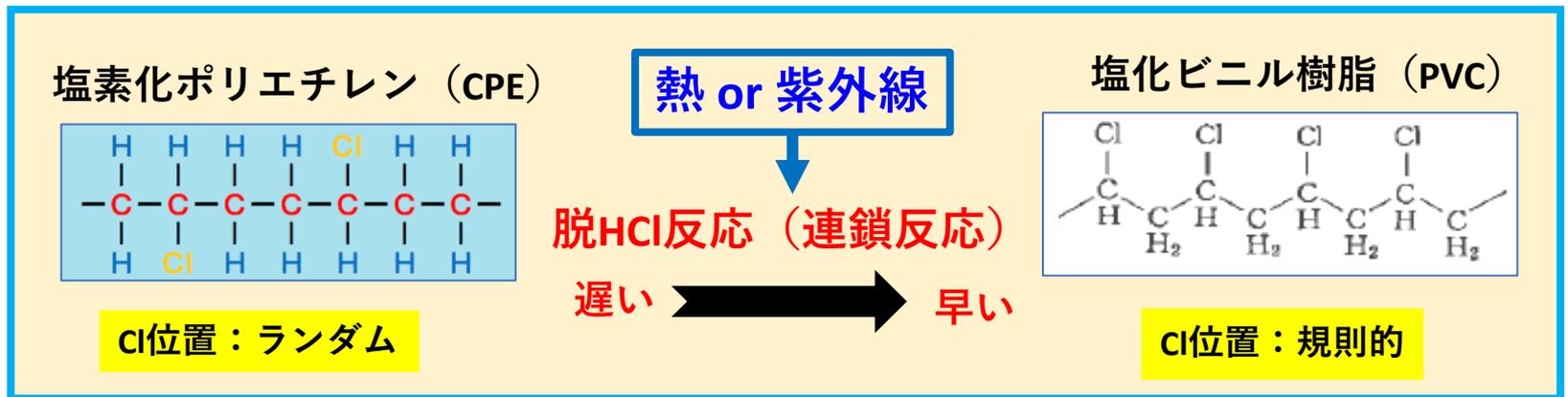
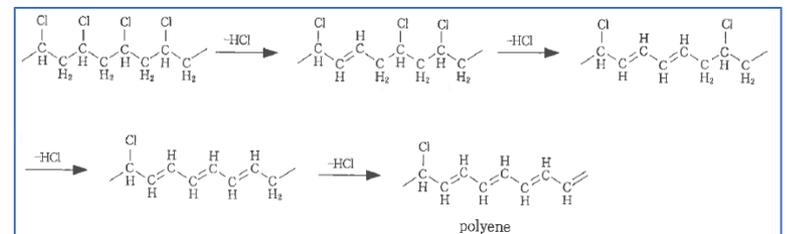


図-5：PVC樹脂の脱HCl反応 (連鎖反応)

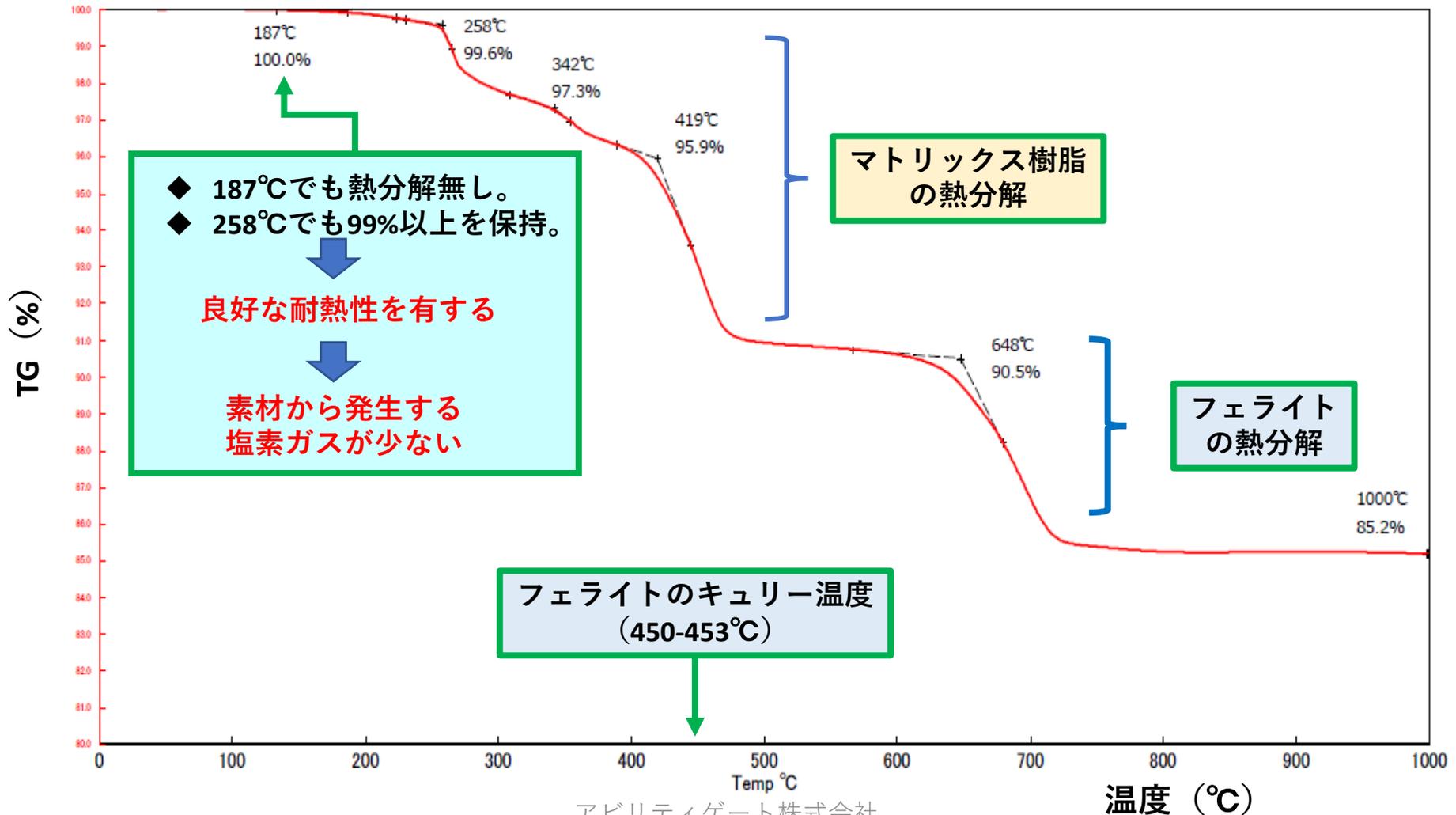
PVCの熱分解：
170-180°Cに加熱すると、**脱塩化水素 (HCl)**
反応が連鎖的に発生する。



4-3). 化学的性質：熱分解

◆ 有害な塩素ガスの揮発・発生が少ない。

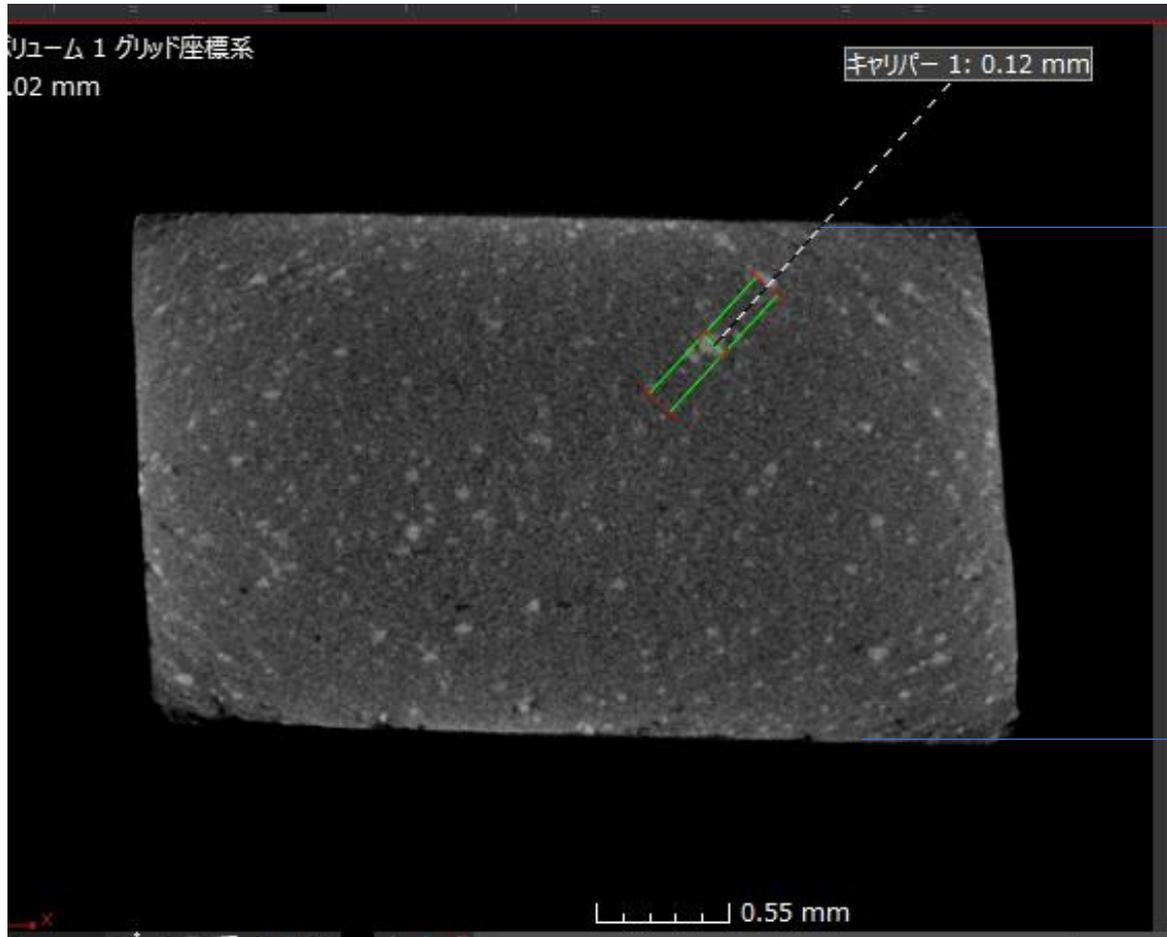
図-6：フェライトラバーシートのTGA曲線



参考：フェライト分散状態

◆ フェライト粒径に分布はあるが、均一に分散している。

写真-3：X線CTスキャナ画像



フェライト粒子：白点表示
• 最大粒径：0.1mm程度

試料肉厚：2mm

5. 振動減衰特性

◆ 良好な制振性能を有する。
振動伝達率 (Tr) が2以下・・・「ハイダンピングラバー」の範疇

図-7：振動伝達率の周波数比・依存性
周波数比 (λ) = f/f_n

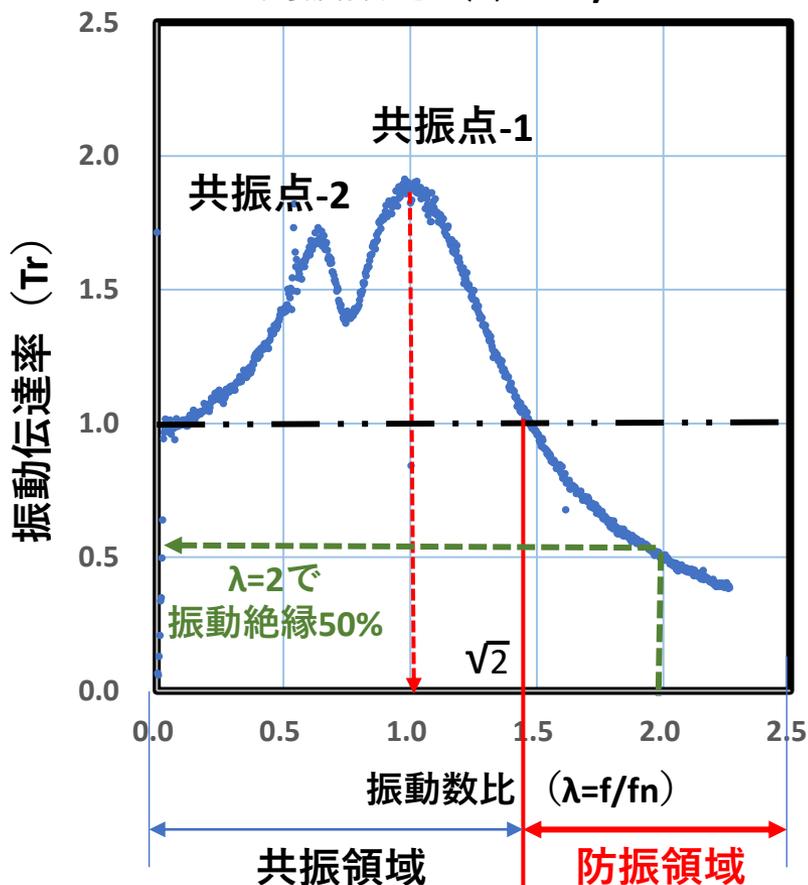
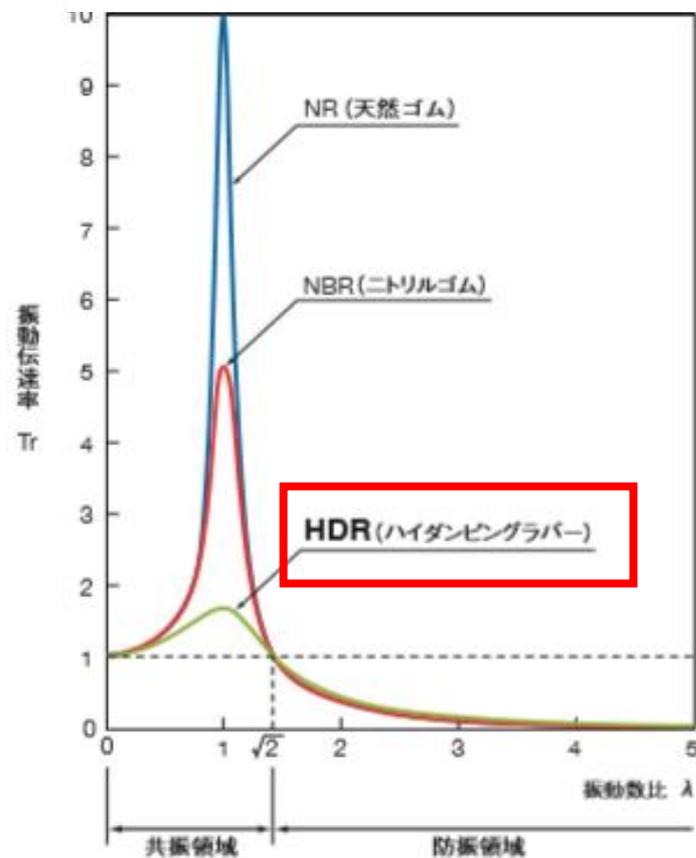


図-8：一般的ゴムの振動伝達率
出典：NOKカタログより



5-2). 振動減衰特性 (測定結果)

測定データ :

◆ 2個の固有振動数を検出

fn(1) : 708 Hz

フェライトラバーシートに由来

fn(2) : 476 Hz

固定に使用した両面テープに由来

測定委託先 : 千葉県産業支援技術研究所

使用機器 :

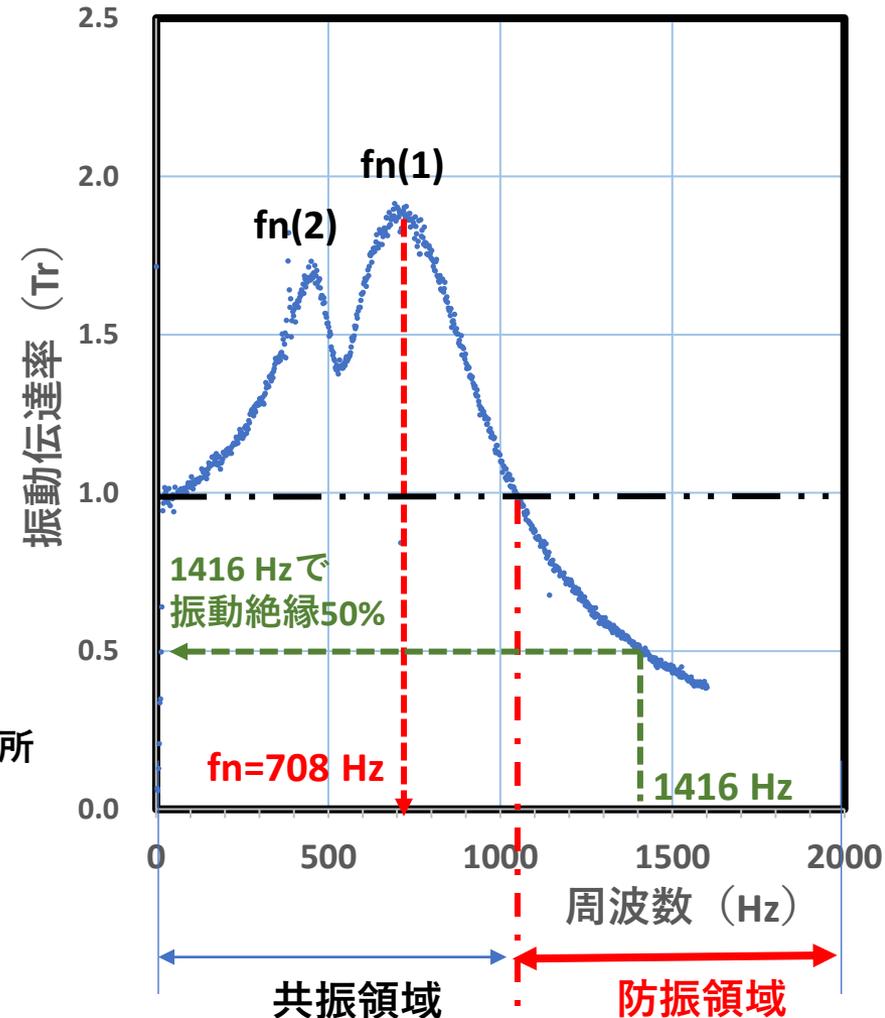
① 振動試験機 (J240/SA4M)

② FFTアナライザー (B35670A)

③ デジタルチャージ振動計

測定周波数 : 0 ~ 1600 Hz

図-9 : 振動伝達率の周波数依存性



6. 遮音性能

- ◆ 優れた遮音性能を有する
- ◆ 建材パネルとの接着が容易

図-10：遮音効果

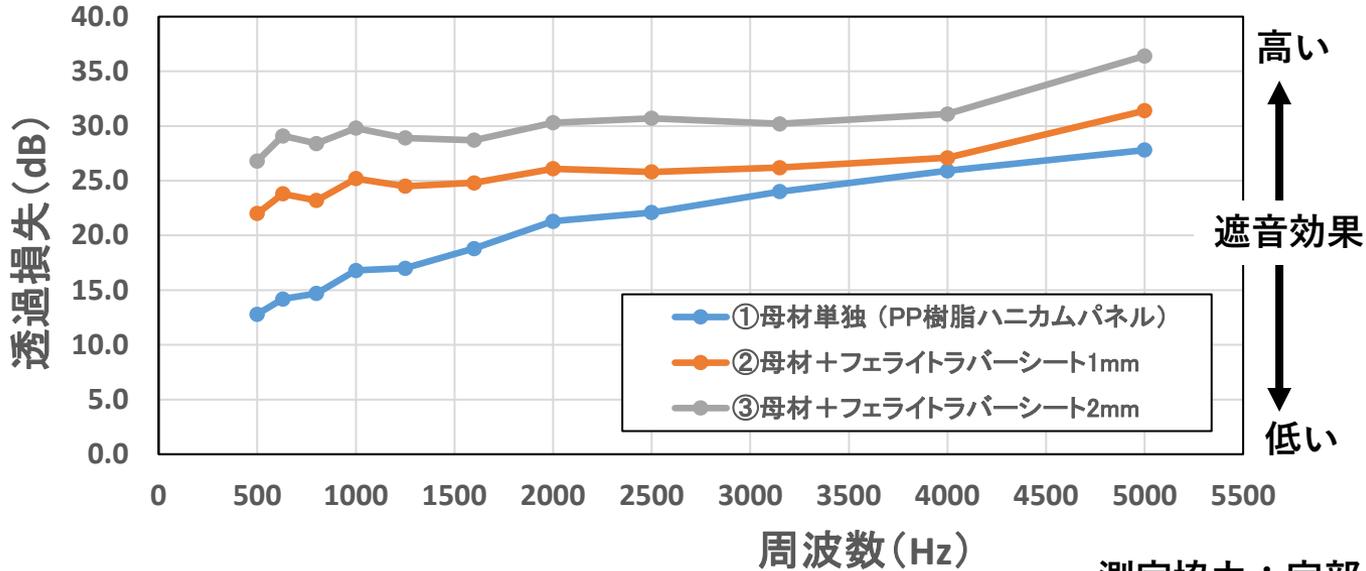
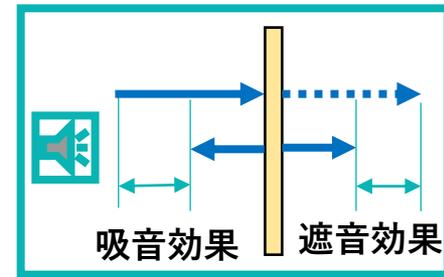


図-11：遮音と吸音との差異



測定協力：宇部エクシモ株式会社
 使用母材：シングルコートTSC5-1505（穴開け品）

表-5：フェライトラバーシートの遮音効果

		遮音効果 (dB)										
周波数	Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
フェライト	1mmt	9.2	9.6	8.5	8.4	7.5	6.0	4.8	3.7	2.2	1.2	3.6
ラバーシート	2mmt	14.0	14.9	13.7	13.0	11.9	9.9	9.0	8.6	6.2	5.2	8.6

仮定：母材単独の透過損失データとの差異を、フェライトラバーシートの遮音効果として算出

7. 電磁波吸収能力

1) ノイズ抑制効果の測定 / 近傍界 (EMIシールド性能)

- ◆ 伝送減衰率 (R_{tp}) : 6dB以下
- ◆ 反射量 (S_{11}) : 6dB以上

2) 電磁波吸収能力 / 遠方界 (測定周波数 : 6.25GHz)

- ◆ 比誘電率 ($\epsilon r'$) : 8.6
- ◆ 誘電正接 ($\tan \delta$) : 0.05-0.06
- ◆ 透磁率 ($\mu r'$) : 1.2-1.5
($\mu r''$) : 0.02-0.03

表 - 6 : 電磁波吸収能力

測定委託先 : キーコム株式会社

試料名	6250MHz 付近				
	試料厚(mm) (弊社測定値)	$\epsilon r'$	$\tan \delta$	$\mu r'$	$\mu r''$
①	0.415	8.6	0.06	1.5	0.03
②	0.433	8.6	0.05	1.2	0.02

7-1). ノイズ抑制効果／近傍界

$$\text{伝送減衰率 } R_{tp} = -10 \log \frac{10^{S_{21}/10}}{1 - 10^{S_{11}/10}}$$

図-12：伝送減衰率 R_{tp}

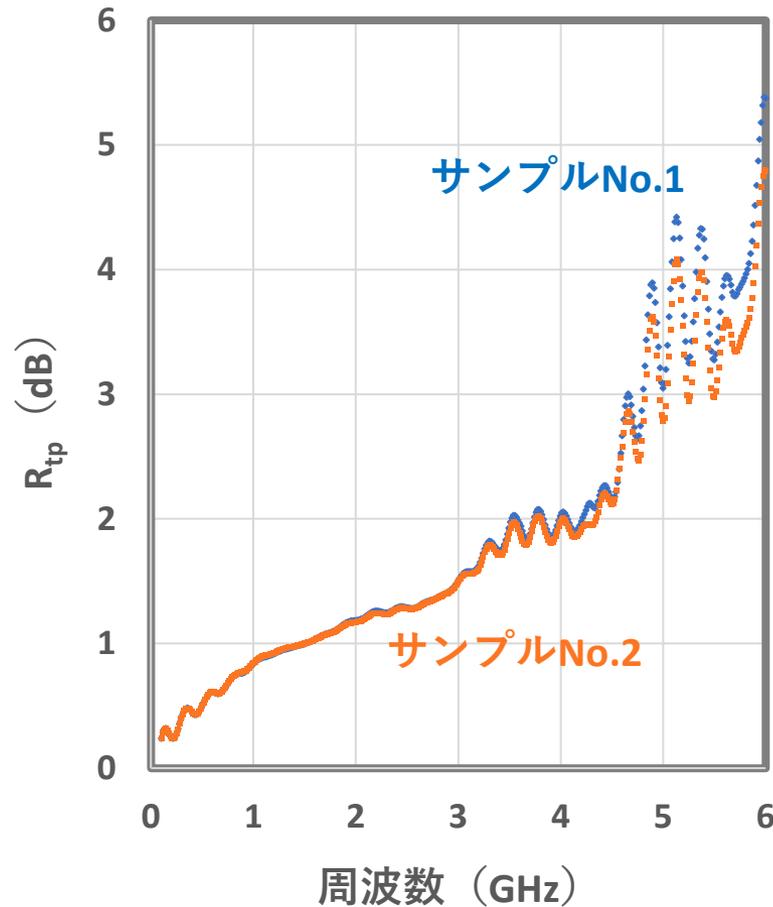
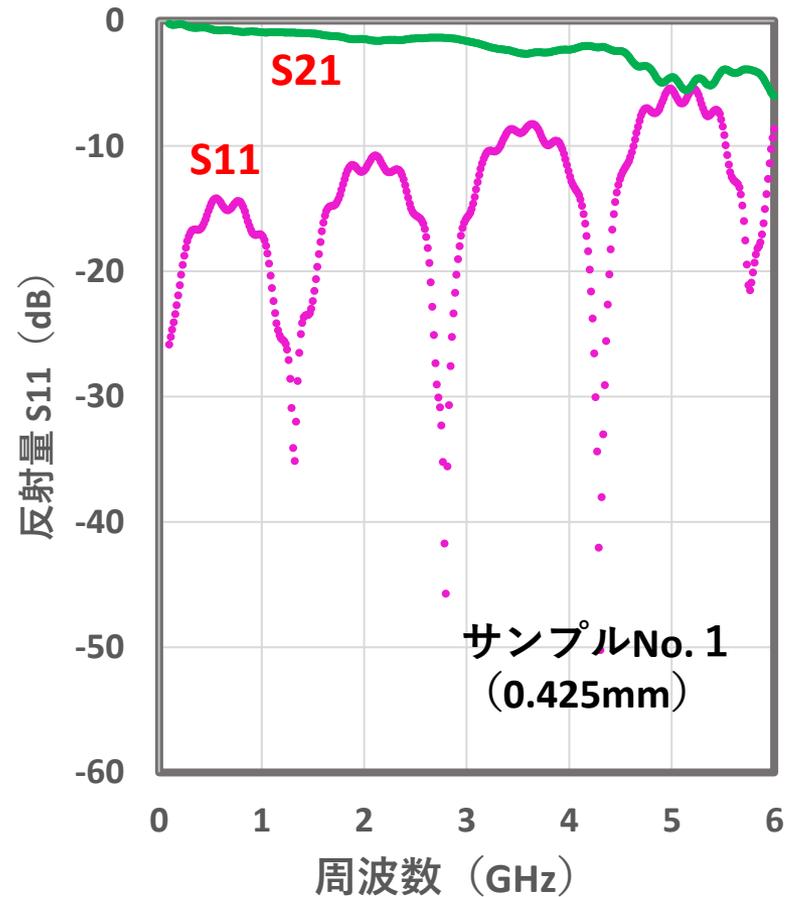


図-13：反射量(S11)と透過量(S21)



7-2). 電磁波吸収能力／遠方界

図-14 : 比誘電率 (実数部)

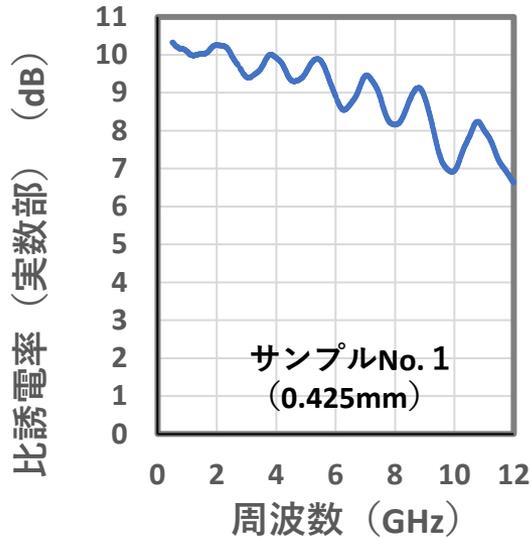


図-15 : 比誘電率 (虚数部)

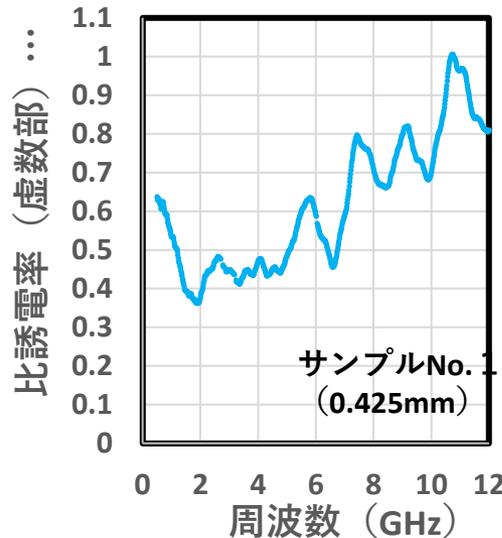


図-16 : 透磁率 (実数部)

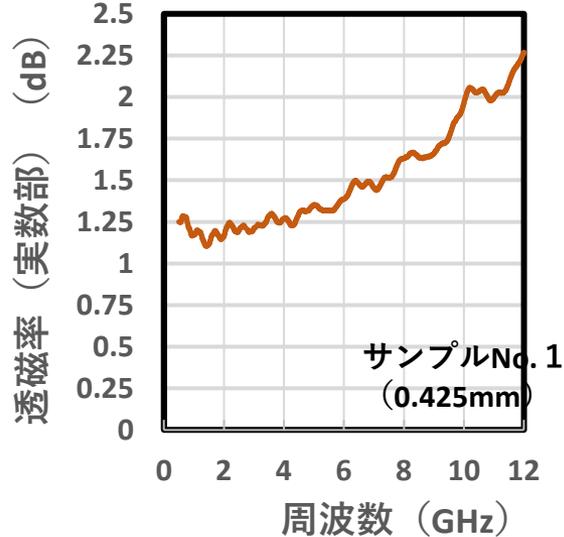


図-17 : 透磁率 (虚数部)

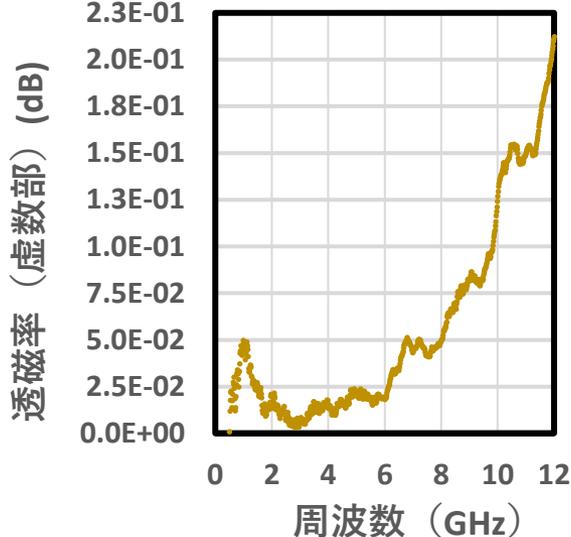
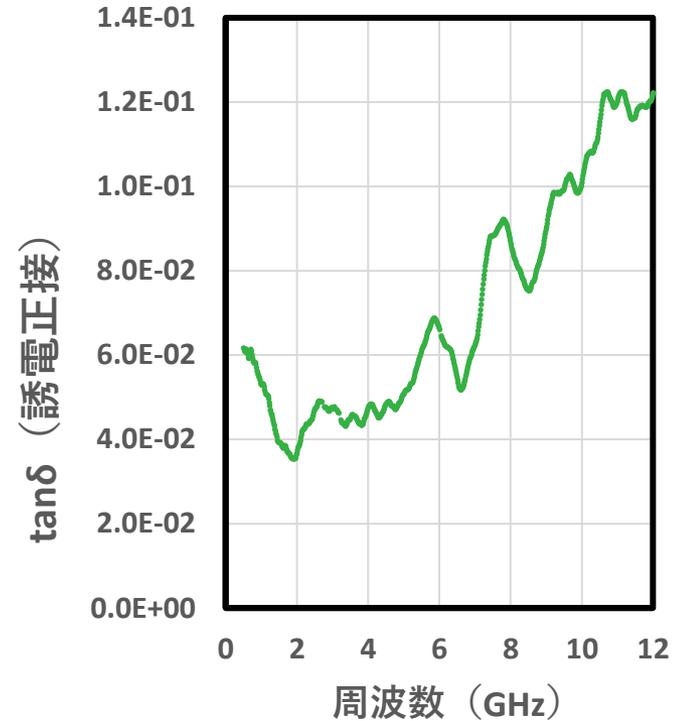


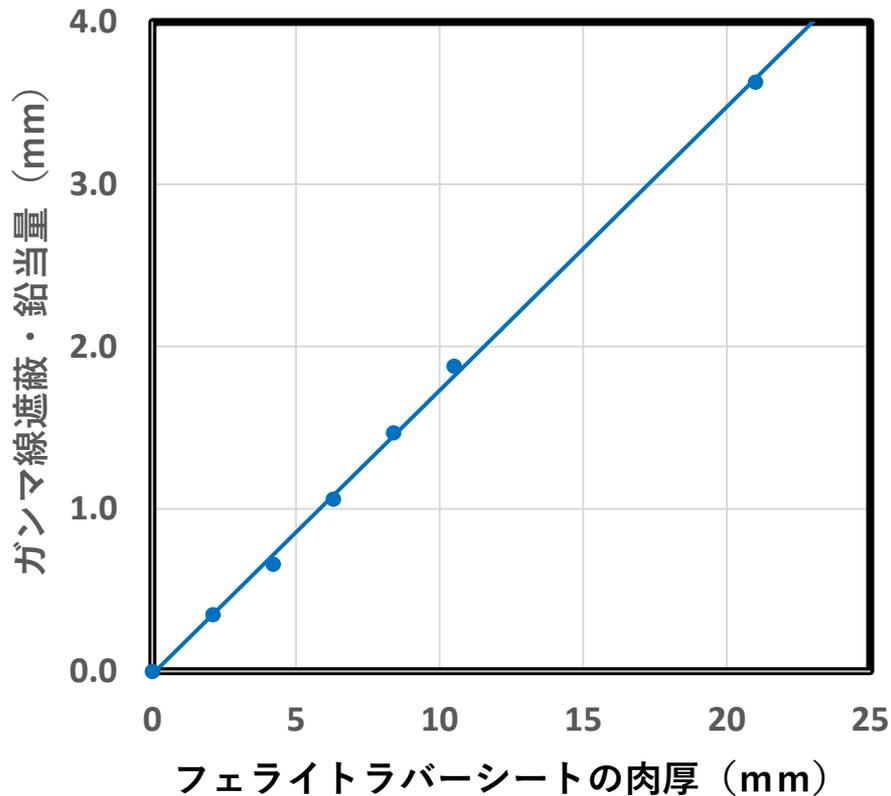
図-18 : 誘電正接 $\tan\delta$



8. 放射線遮蔽／鉛当量

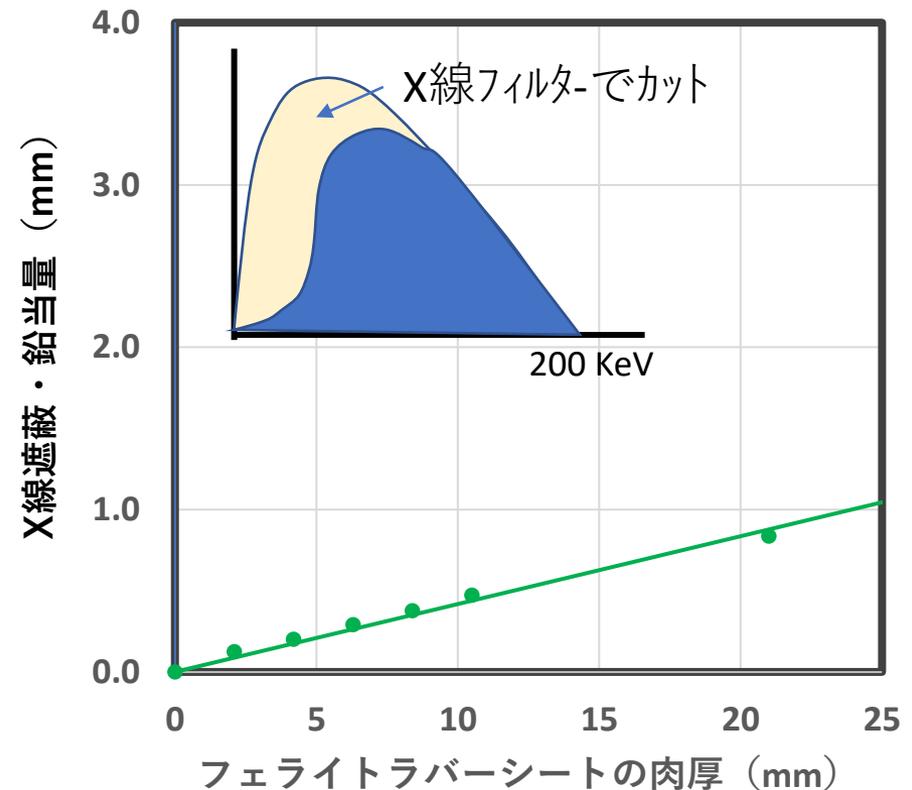
◆ 優れた放射線（ガンマ線、X線）遮蔽性能を示す。

図－19：鉛当量検量線（ガンマ線遮蔽）



図－20：鉛当量検量線（X線遮蔽）

注）遮蔽が容易な低エネルギーのX線をフィルターでカットして測定



8-1). ガンマ線遮蔽率

◆ 放射性セシウムが発するガンマ線に対し、良好な遮蔽能力を持つ。

図-21：肉厚依存性

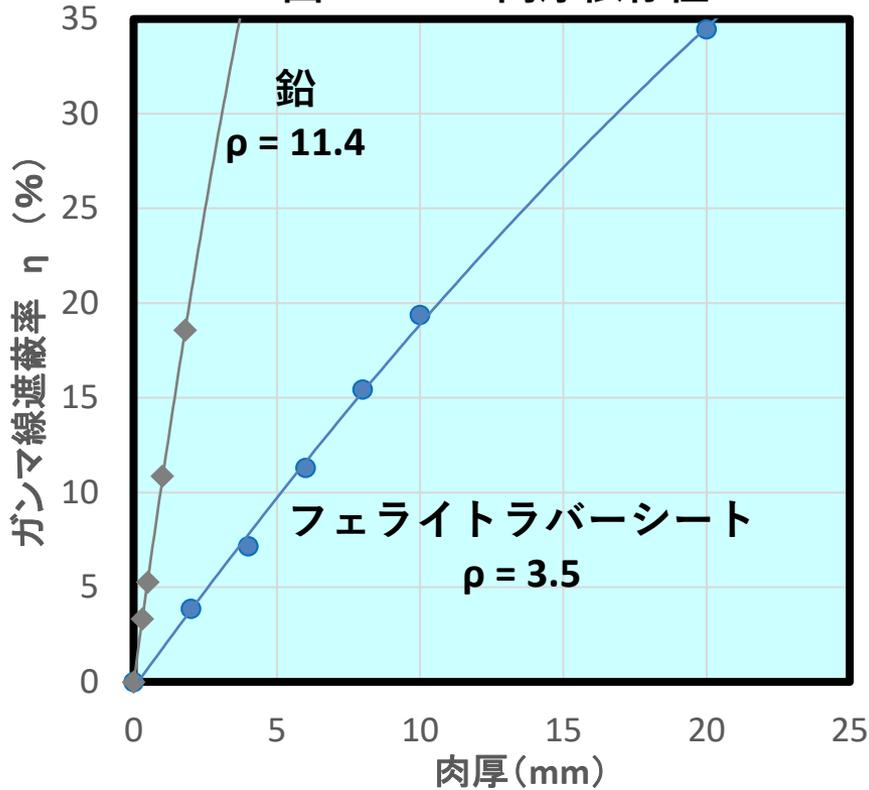
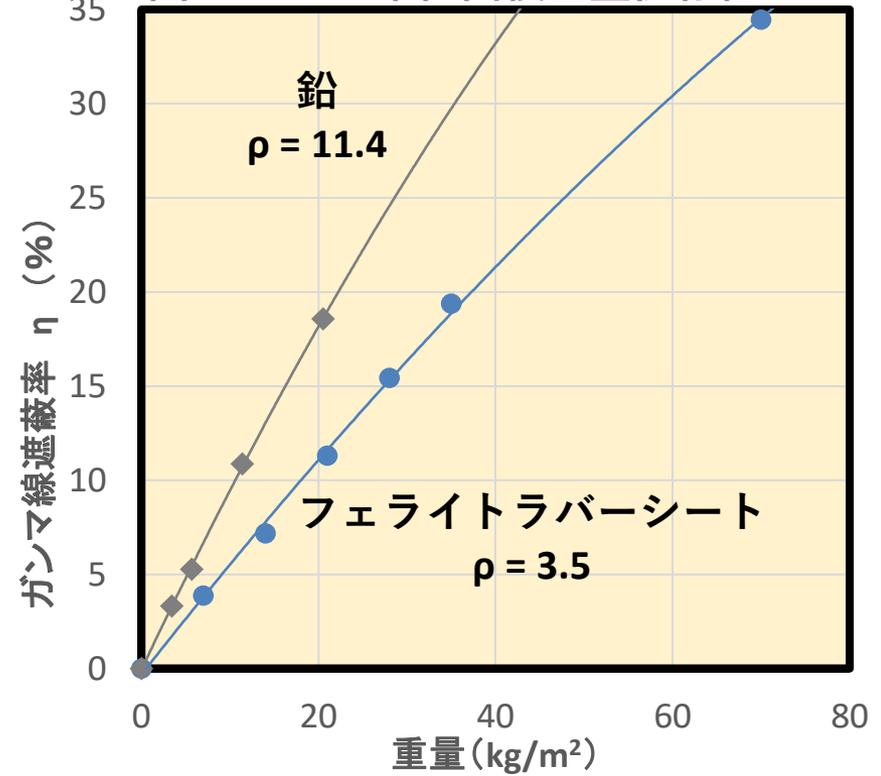


図-22：単位面積重量依存性



測定委託先 : 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所

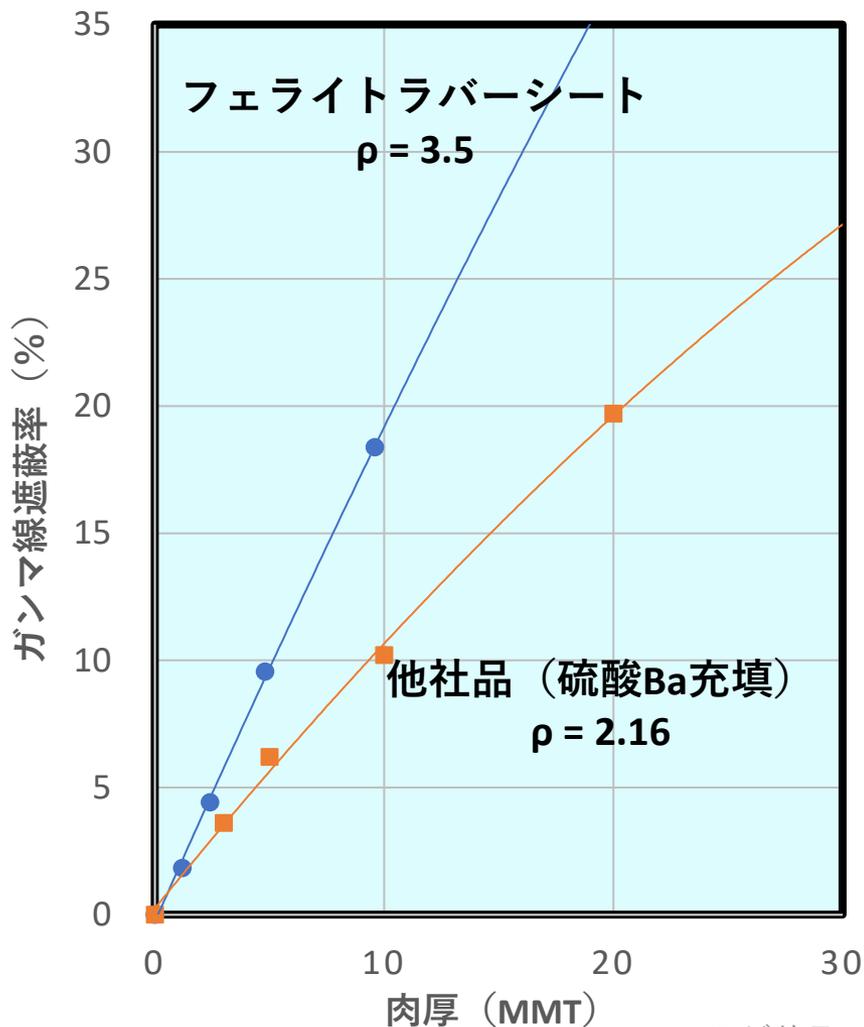
測定装置 : スタンド型照射装置137Cs

- 線源 : 137Cs 3.7TBq (2019年8月現在では1.3TBq)
- 電離箱 : A-6(800cc)、電離箱印加電圧 : -500V

8-1)-a：ガンマ線遮蔽率／他材質との比較

図－23：他社放射線遮蔽シートとの比較

測定委託先：一般社団法人
 福島新エネルギー総合研究所
 出典：他社品は他社カタログより



表－7：参考資料

出典：「放射線対策住宅を考える」
 公益社団法人 福島県建築士会

材質		肉厚mm	遮蔽率%
フェライトラバーシート		4.8	9.56
		9.6	18.38
内装材	X線遮蔽用無鉛ボード	15	10.6
	無鉛セメント板	9	5.83
	石膏ボード（一般）	12.5	3.89
ガラス	ペアガラス（アルゴンガス封入有り）	空気層12mm	5.77
外装材	金属系サイディング	12	1.19
	押出成形セメント板	60	31.97
断熱材	発泡スチロール	25	0.53
	硬質ウレタンフォーム（アルミ箔有り）	30	0.64
	グラスウール14K	85	1.05
	ロックウール	75	2.56
屋根材	平瓦		9.73
	和瓦（いぶし）		10.32
	セメント瓦	12.5	11.9
	ガルバリウム鋼板	0.35	1.73
合板類	ラージ合板	12	2.76
	火山性ガラス質複合板	12	3.91
床材	畳（藁床）	55	9.45
	純毛カーペット	10	2.99
カーテン	放射能対策カーテン	1枚	1.15
対策材	ゼオライトシート（表）	75	1.17
	タングステン混抄紙ロックウール4mm	4	4.78
	タングステン合板	5	6.02

7-2). X線遮蔽率

◆ 遮蔽が難しい高エネルギーX線に対し、良好な遮蔽能力を持つ。

図-24：肉厚依存性

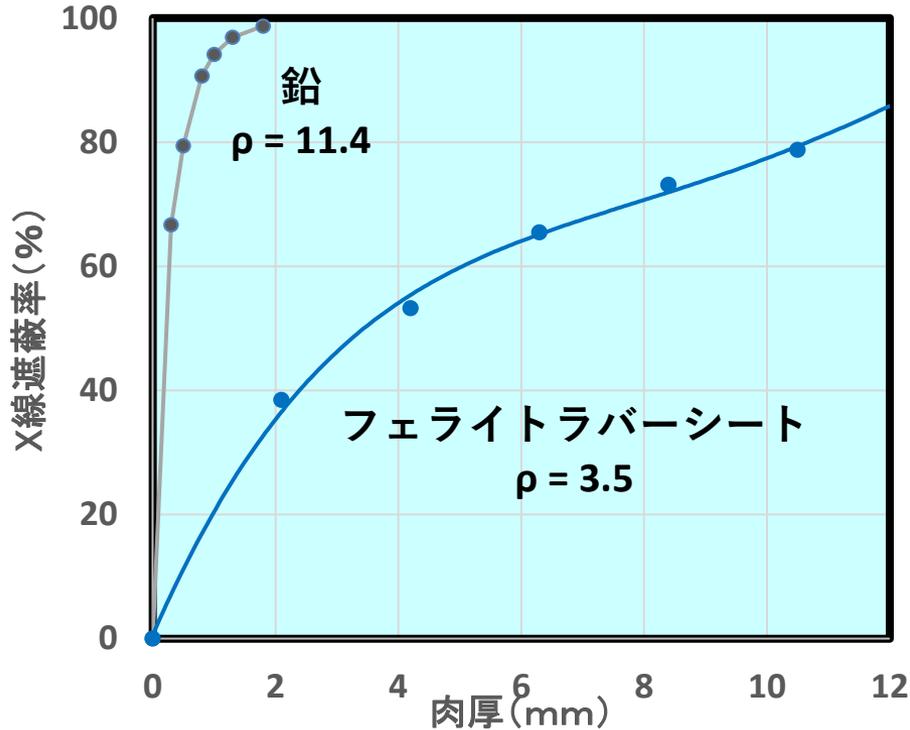
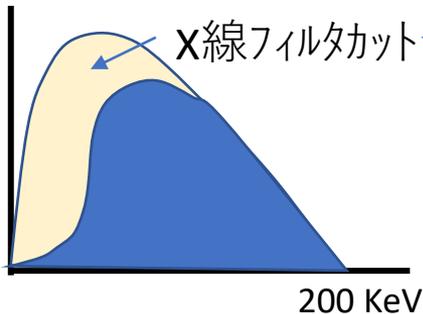
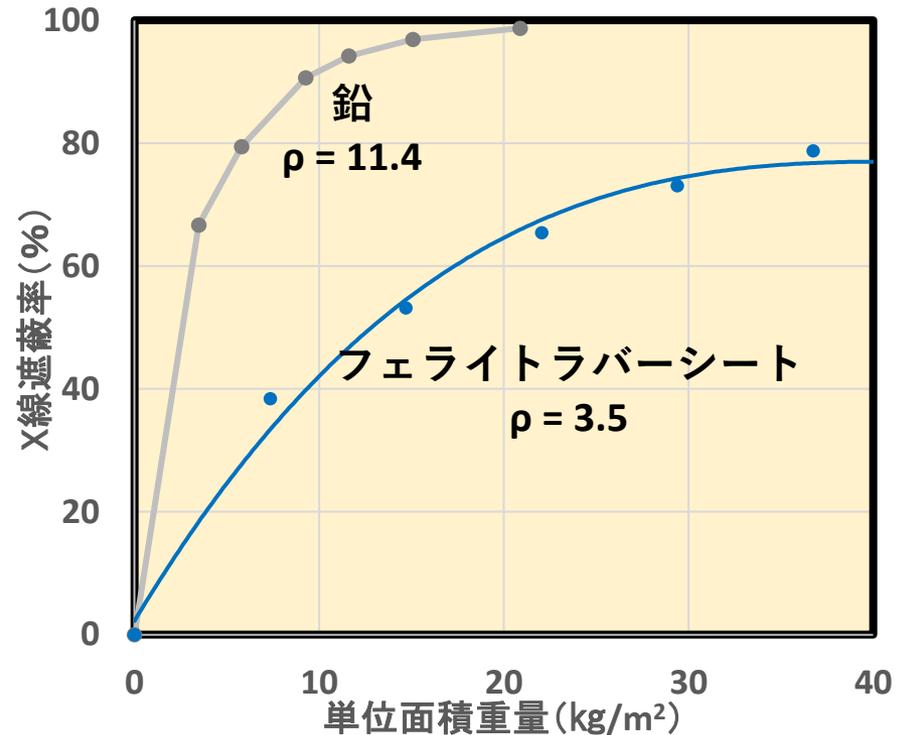


図-25：単位面積重量依存性



測定委託先 : 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所

測定装置 : PANTAK HF-320S

管電圧 : 200kV 管電流 : 20.0A

フィルター : Cu0.5mm+Al0.5mm