

# 金属産廃を放熱素材として有効活用した 循環型社会を実現するPJ

研究代表者 株式会社明菱

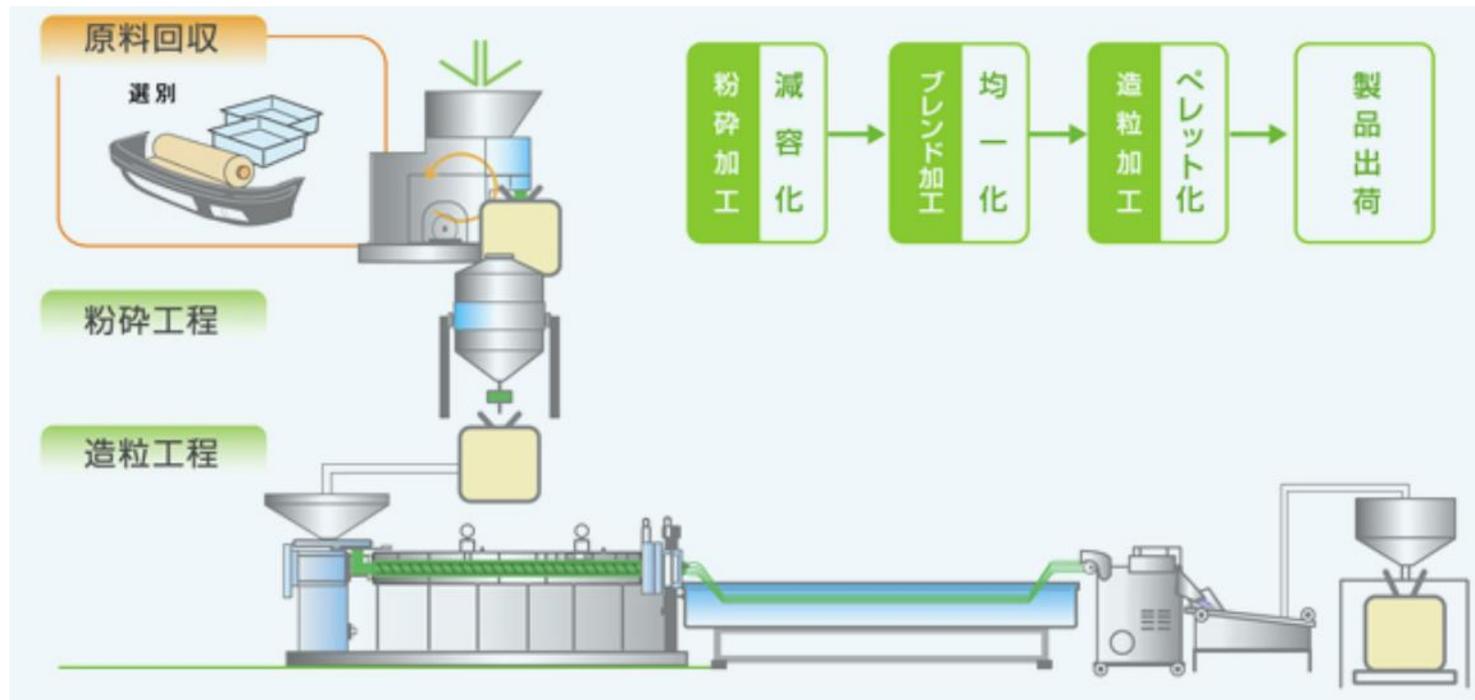
(発表者) 企画管理グループ 技術開発室 西口秀和

共同研究者 国立大学法人九州工業大学

# はじめに (株)明菱について

## 会社紹介

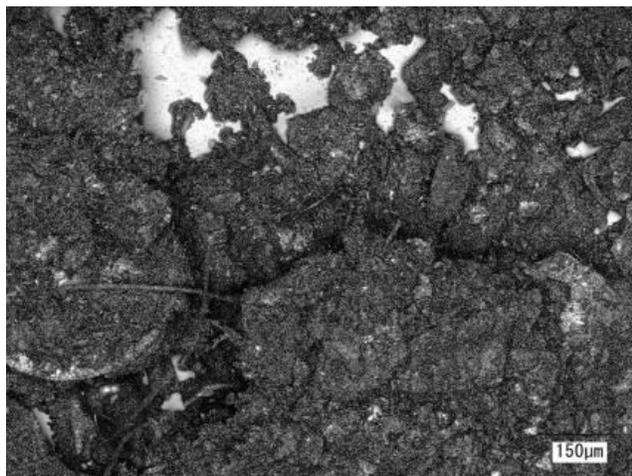
社名 株式会社 明菱 (めいりょう)  
創立年月日 1958年5月1日  
代表者名 柴田克平  
資本金 4000万円  
本社所在地 〒806-0004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石1番2号花尾ビル  
TEL093-621-3434 FAX093-644-1100



# グループ会社 オリオ精機(株)

1978年：(株)明菱傘下に  
ロボットの部品を切削加工  
主要材料は鋳鉄

**「毎月14t」  
の切削切子を排出！  
それに伴い、ヘドロが！**



# 目次

- ▶ 取り組みの背景
- ▶ 目的
- ▶ 実験
- ▶ 評価方法
- ▶ 原価計算
- ▶ 電磁波吸収性能
- ▶ ターゲット市場
- ▶ 広報活動
- ▶ 今後の課題
- ▶ おまけ

# 取り組みの背景

## 【商品開発の背景】

弊社企画管理グループ事業開発室は(株)明菱に新規事業を立ち上げ、第3の柱を樹立すべく活動を行ってきた。我々は、(株)明菱の樹脂製造と、オリオ精機(株)の金属加工産廃に注目し、双方のシナジー効果から生み出される金属フィラーの開発に着手した。

オリオ精機(株)をはじめとする鉄切削加工業から産まれる産業廃棄物（切削ヘドロ）中に存在する切粉微粒子を有価材料として利用するために、樹脂との混合から以下に示す3点の優位性を調査してきた。

- ① 放熱性の付与
  - ② 導電性の付与
  - ③ 電磁波吸収性の付与
- 

## 【本事業の取り組み】

(公財)福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究開発課の皆様と共に市場調査から技術の確立に至るまで、事業化の可能性を模索した。

上記3点の特長から特に、電磁波吸収性能をもつフィラーの製造販売を事業化の対象として今回取り組んでまいりました。

# 目的

- ▶ 蒸気加熱を用いて、粒子表面をマグネタイトでコーティングを行い、最適な電磁波吸収用フィラー（樹脂に混ぜて機能性を付与する添加剤）を作成し、十分な機能性を調査する事。

## ① 量産試験による管理基準の確立

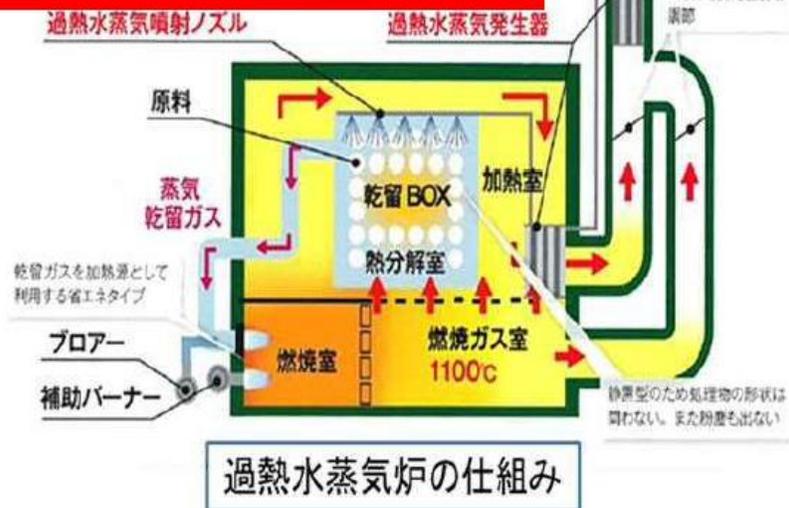
## ② 原価計算

- ・ 外部委託先との製造時間検証及び分級装置の選定
- ・ 材料供給元の確保

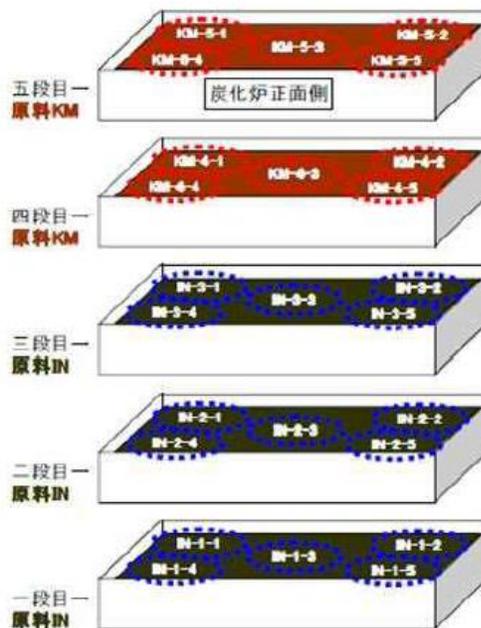
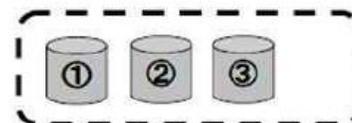
## ③ 粉体の性能評価 & 電磁波関連データの取得

# 実験

## ▶ 基準範囲・熱処理条件の確立



炭化処理後  
サンプル取出方法  
詳細



# 実験

## ▶ 樹脂と黒錆との強度の関係 九州工業大学 協力

### 混錬条件

使用装置：井元製作所1MC-1979型

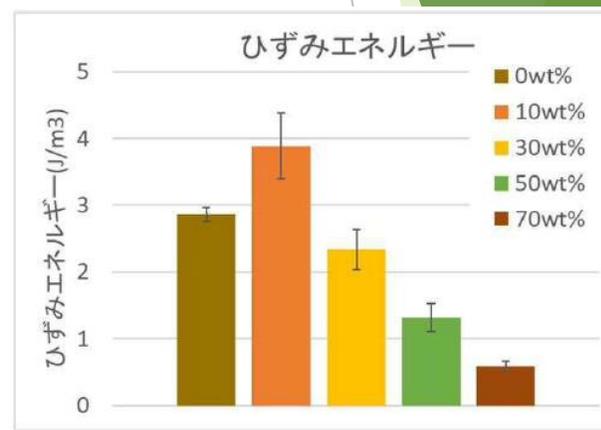
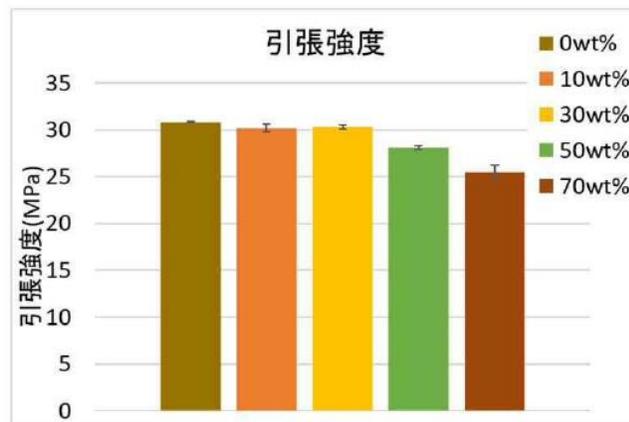
混錬回転数 30 r.p.m.

押出回転数 70 r.p.m.

混錬温度 180°C

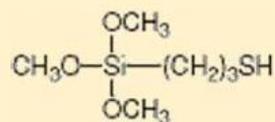
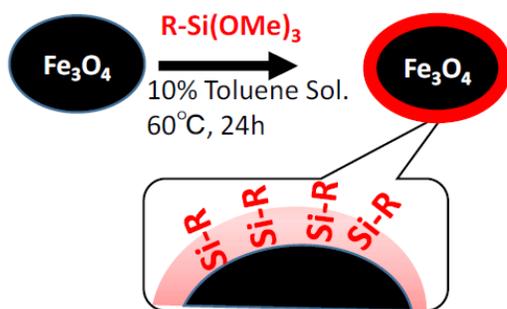
混錬時間 10min

使用材料 Fe粉 3.33-58.33 g  
2019.05.22.DS (63μm以下)  
PP 25-30g

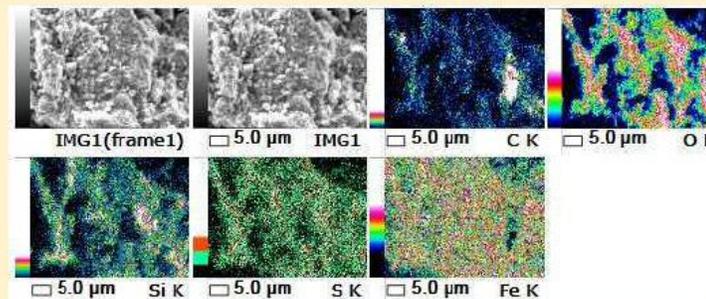


## ▶ 黒錆の表面処理 九州工業大学 協力

シランカップリング剤による表面加工



表面にチオール基  
→ゴムとの加硫が目的

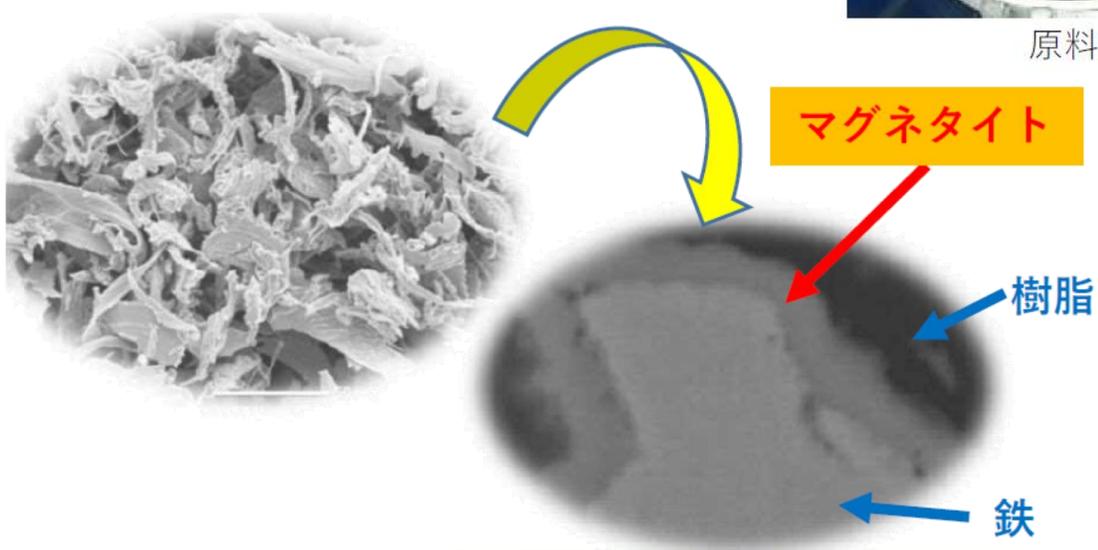


# 実験

## ▶ その他の実験

- 各社排出元産廃の使用可不可調査
- 歩留まり向上の為の解砕試験
- 作業手順確立、作業時間調査

## ▶ マグネタイト被覆状態の確認



ハイシフター外観



原料投入前



原料投入風景



分級後

# 評価方法

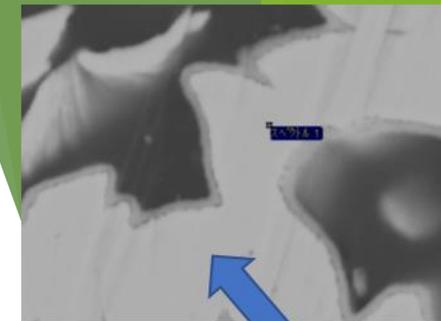
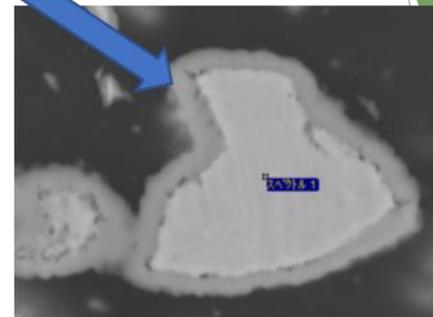
## ○ 粉体そのものの評価

- 1、表面観察 ⇒ SEM
- 2、成分分析 ⇒ 蛍光X線、X線回折
- 3、粒度 ⇒ 粒度分布測定機
- 4、真比重 ⇒ ピクノメーター法
- 5、比表面積 ⇒ 空気浸透法
- 6、かさ密度 ⇒ AD測定機
- 7、アスペクト比 ⇒ Particle Shape Image Analyzer

## ○ 粉末の特性

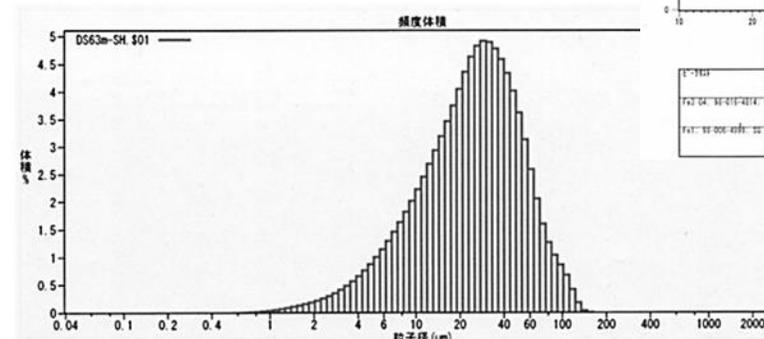
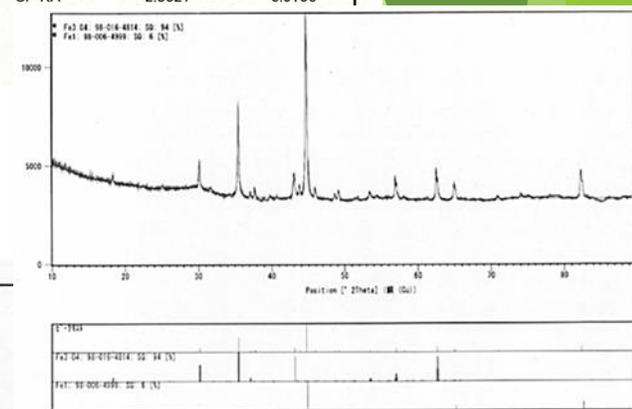
- 1、透磁率 ⇒ VSM法
- 2、電気抵抗率 ⇒ 粉体抵抗測定

黒錆膜



内部は鉄

SQX分析結果							
試料名: DS63中量		アプリケーション: EZS103MNV		試料モデル: パルク		分析日時: 2018-11-13 11:55	
						バランス成分: マッチングライブラリ	
						ファイル: DS63中量_re4	
No.	成分名	分析値	単位	検出下限	分析線	X線強度	規格化前
1	Fe	71.2693	mass%	0.13636	Fe-KB1	59.5130	72.1766
2	O	17.6344	mass%	0.72170	O-KA	0.4263	17.8589
3	C	6.9373	mass%	0.30252	C-KA	0.7490	7.0256
4	Si	1.7598	mass%	0.01165	Si-KA	2.2240	1.7822
5	Mn	0.5243	mass%	0.02012	Mn-KA	2.1336	0.5310
6	Cr	0.5042	mass%	0.00953	Cr-KA	2.3027	0.5106
7	Cl	0.3973	mass%	0.01547			
8	Mo	0.2330	mass%	0.00694			
9	Na	0.1833	mass%	0.05243			



# 原価計算

**製造原価 1552円/kg ⇒最終目標 数百円/kg**

## 【内訳】

材料費 原料仕入れ代 (+送料)

加工費 過熱水蒸気

分級 (+送料)

粉碎

分級 (+送料)

分析 表面SEM写真

成分分析

粒度分布 (+発送料) 等

備品 (作業用品費)

その他

歩留まり率 (50%にて計算)

# 電磁波吸収性能

## 【フェライトヨーク法】

東北大学大学院工学研究科 協力

### ○複素透磁率ピークと含有量の関係

<サンプル条件>

測定用材料組成

DSフィラー：23vol%

PS：77vol%

PS-000（帝国インキ製樹脂）で

シート成形

シート厚さ240 $\mu$ m

<測定条件>

方法：フェライトヨーク法

透磁率特性：キーコム製透磁率特性装置

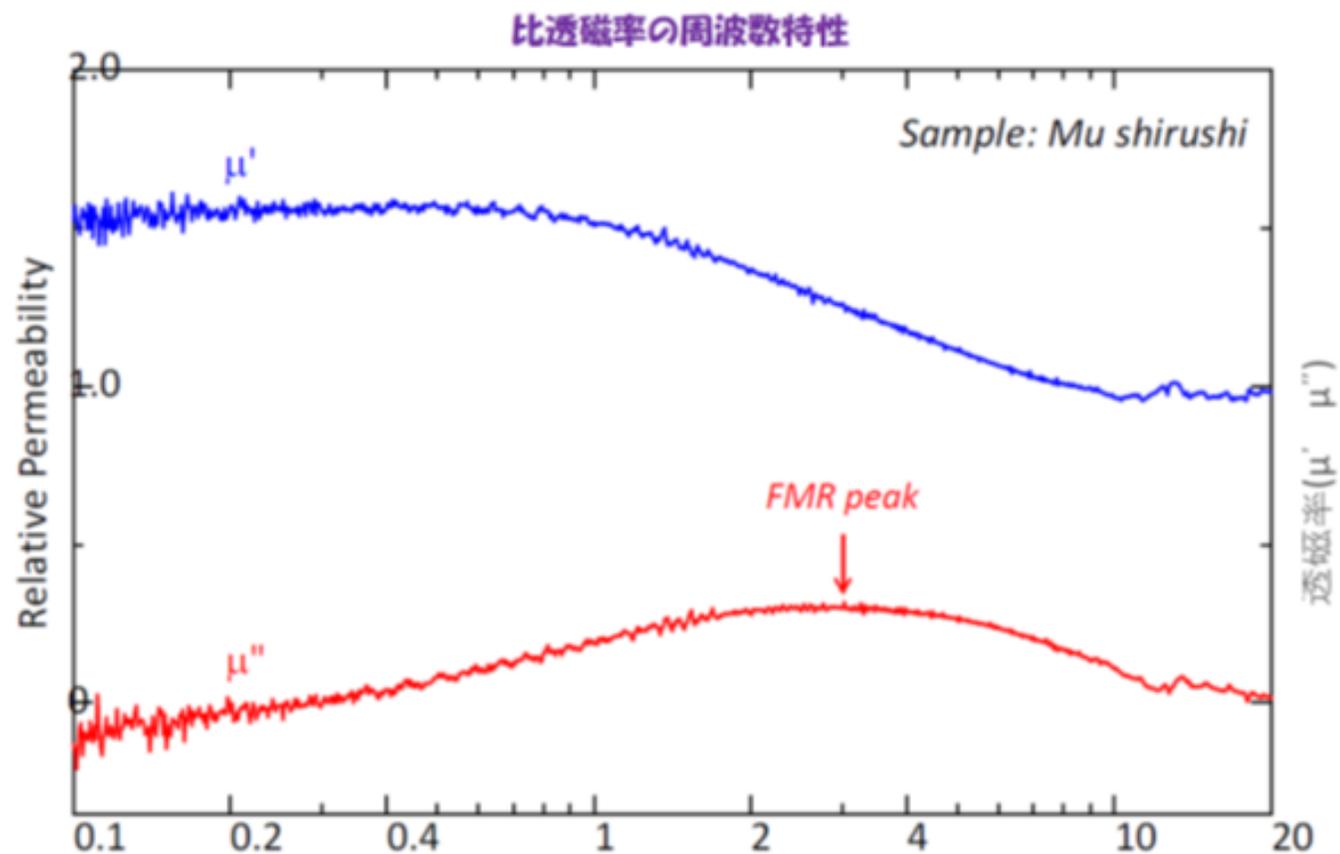
測定治具タイプ：G治具

測定周波数：0.1 GHz～20 GHz

IF Band Width：500 Hz

Power：-10 dBm

Average：5 times



# 電磁波吸収性能

## 【縦型フリースペース法1~18GHz】

### ○シート厚さと電磁波吸収特性

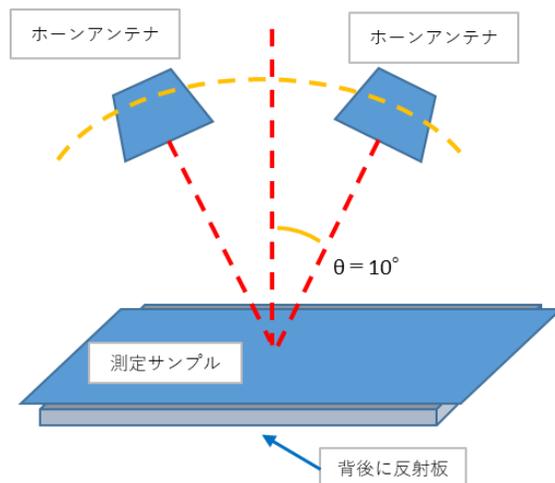
岡山県工業技術センター ITCOp 協力

#### ＜サンプル条件＞

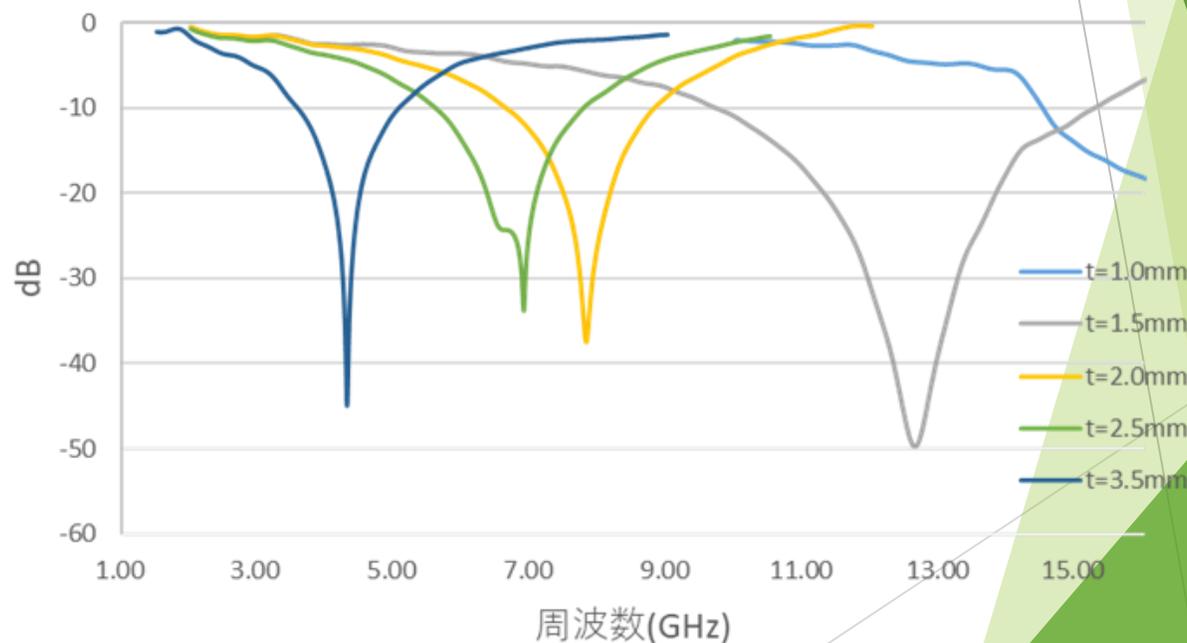
- ・ DSK70wt%+ゴム母材30wt%
- ・ サイズ : 200×200mm

厚さ t 1.0、1.5、2.0  
2.5、3.5mm

#### ＜測定条件＞ 縦型にて測定（下図参照）



シート厚さと電磁波吸収ピーク



# 電磁波吸収性能

【横型フリースペース法18~90GHz】

京都府中小企業技術センター 協力

## シート厚さと電磁波吸収特性

<サンプル条件>

・ DSK70wt% + ゴム母材30wt%

・ サイズ : 200×200 mm

・ 厚さ

サンプル① t 1.033 mm

サンプル② t 1.431 mm

サンプル③ t 1.084 mm

・ 体積抵抗率( $\Omega \cdot \text{cm}$ )

サンプル① 未測定

サンプル②  $8.04\text{E}+05$

サンプル③  $9.53\text{E}+05$

<測定条件>

**Kバンド(18~26.5GHz)**

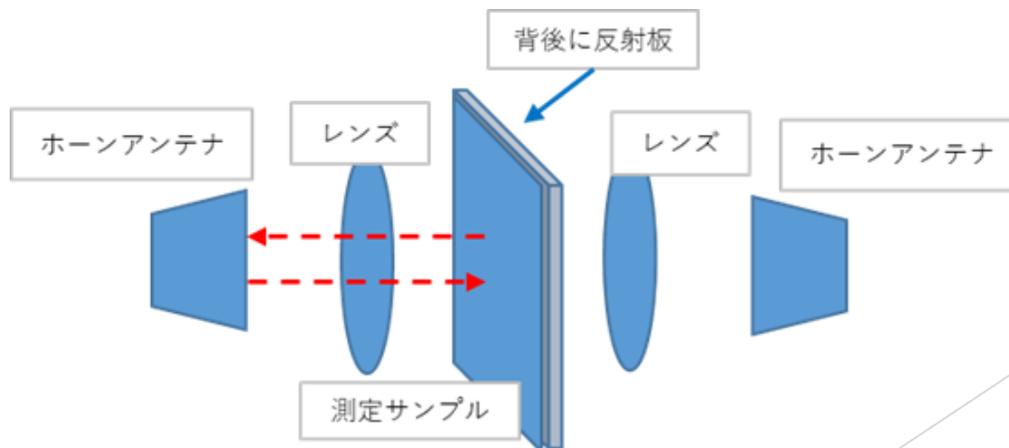
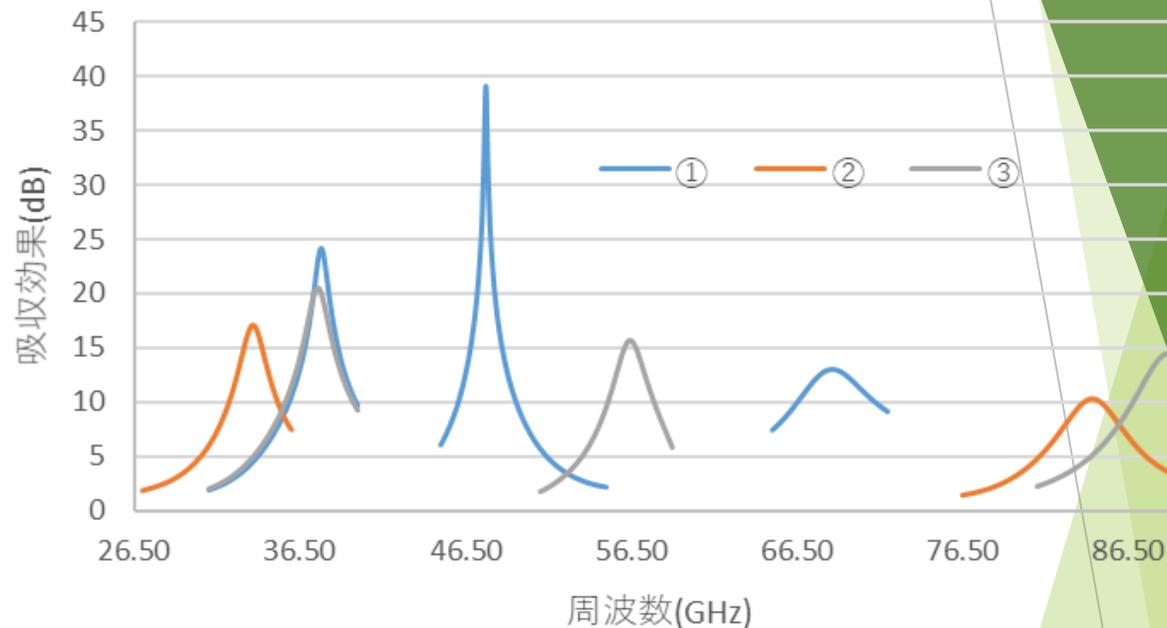
**Kaバンド(26.5~40GHz)**

**Uバンド(40~60GHz)**

**Eバンド(60~90GHz)**

・ 横型にて測定 (右図参照)

電磁波吸収ピーク



# ターゲット市場

周波数

100 kHz

10 MHz

100 MHz

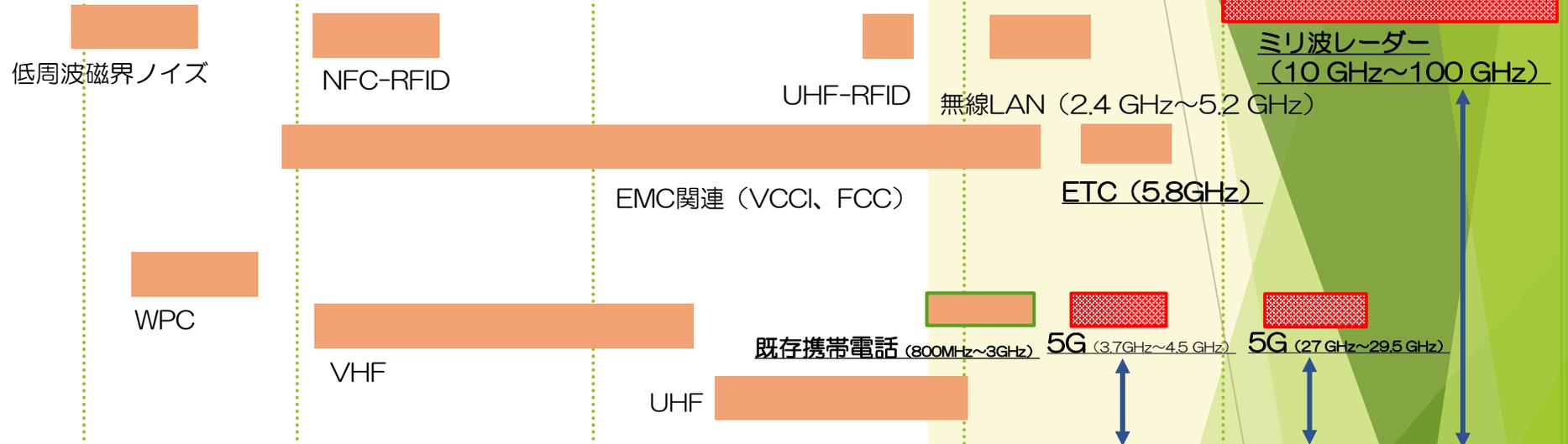
1 GHz

10 GHz

100 GHz

## 電波利用分野

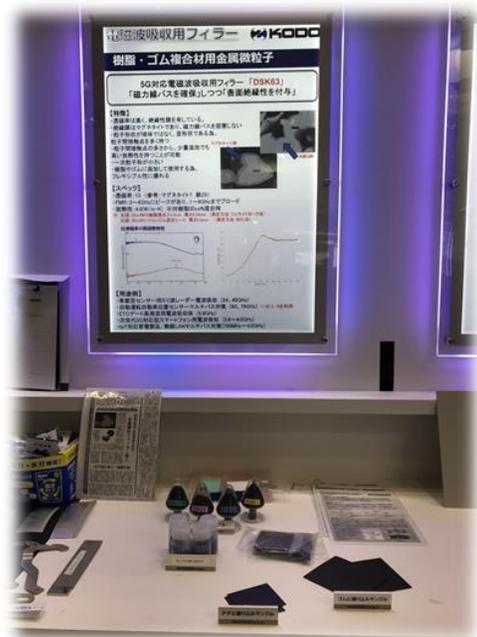
- 既存領域
- 新規・成長領域



当社製品の対応領域

当社製品の対応領域 (1~80 GHz)

# 広報活動



幕張メッセ開催 高機能金属展

2019年12月4日~6日

## 化学工業日報新聞

2019年 9月10日 掲載

2019年11月25日 掲載



# 今後の課題

## ○重要課題

### 【品質向上】

- 成分値の安定化の取り組み
- 高周波での更なる電磁波吸収特性の向上

### 【コストダウン】

- 歩留まり向上および作業効率UP
- 製品検査にかかるコストダウン

### 【マーケティング】

- 商社を利用した用途展開、お客様リサーチ  
展示会への出展
- 特許出願戦略

## ○解決方針

⇒ 成分値に関しては、過熱水蒸気処理で安定しているが、黒錆被覆量の制御が可能かを試験する必要が有  
⇒ 東北大学の協力を得る。

⇒歩留まりの向上は解砕技術に因る為、試験を行い可能性の有無を検討する。  
⇒極力、市や県の工業試験場を利用する。  
また、ロット単位を大きくしていくことを検討する

⇒商社を足掛かりにマーケットの深堀を行う。

⇒特許出願済

# おまけ（製品の特長）

## 【製品の特長】

- 電磁波吸収性能は鉄に近く、絶縁性膜を有している事が特徴
- 粒子形状が球体ではなく、いびつ形状である為、極性を取りやすく、吸収性に優れる
- フェライトよりも放熱性が高い
- 一次粒子形が小さい

## 【スペック】

- 透磁率：13（参考：マグネタイト7 鉄29）
- 粒形：1次粒子径（3 $\mu$ m） アスペクト比：1.542
- 放熱性：4.0(W/m $\cdot$ K)

## 【用途】

- 車載型センサー用ミリ波レーダー電波吸収(24、40GHz)
- 自動運転自動車位置センサーマルチパス対策(60、79GHz)
- ETCゲート高周波用電波吸収体(5.8GHz)
- 次世代5G対応型スマートフォン用電波吸収(3.8~4.0GHz)
- IoT対応家電製品、無線LANマルチパス対策(700MHz~4.0GHz)

黒錆膜

