

\*准教授 安藤義人, (株)明菱

\*九州工業大学 イノベーション推進機構/生命体工学研究科

TEL & FAX 093-695-6238, E-mail: yando@life.kyutech.ac.jp

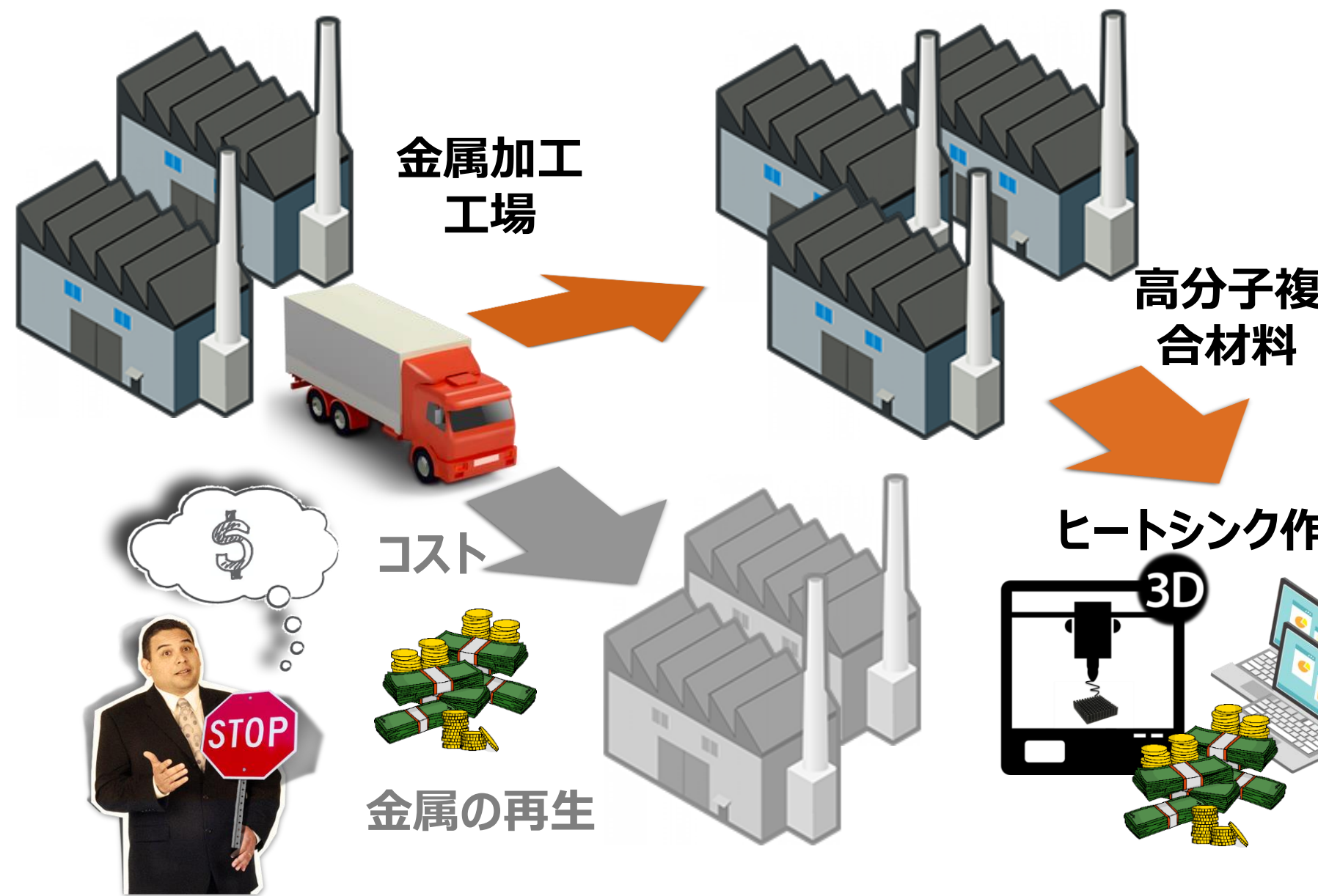
## 背景

### 金属加工工程

○金属加工作業では、加工時に金属加工屑や加工オイルなど産業廃棄物が排出される



○切削時には切削面の摩擦熱を抑制するため、切削油で冷却する必要がある。



## 研究の目的

産業廃棄物から抽出した黒錆粒子を利用して付加価値の高い材料を提供することに着目している。鱗片状の黒錆屑の微粒子をポリマー樹脂中の充填材に利用した。得られた複合体の特徴を調査し、3Dプリンターフィラメントを作製し、ヒートシンクモデルの作成を行った



## 実験

マグネタイト(黒錆)

定義：鉄(II, III)酸化物は、 $Fe_3O_4$ 、マグネタイトは天然に存在する。

- キュリー温度 858 K
- 融点 1538 °C
- モース硬度 5.5
- 導電性は $Fe_2O_3$ の106倍

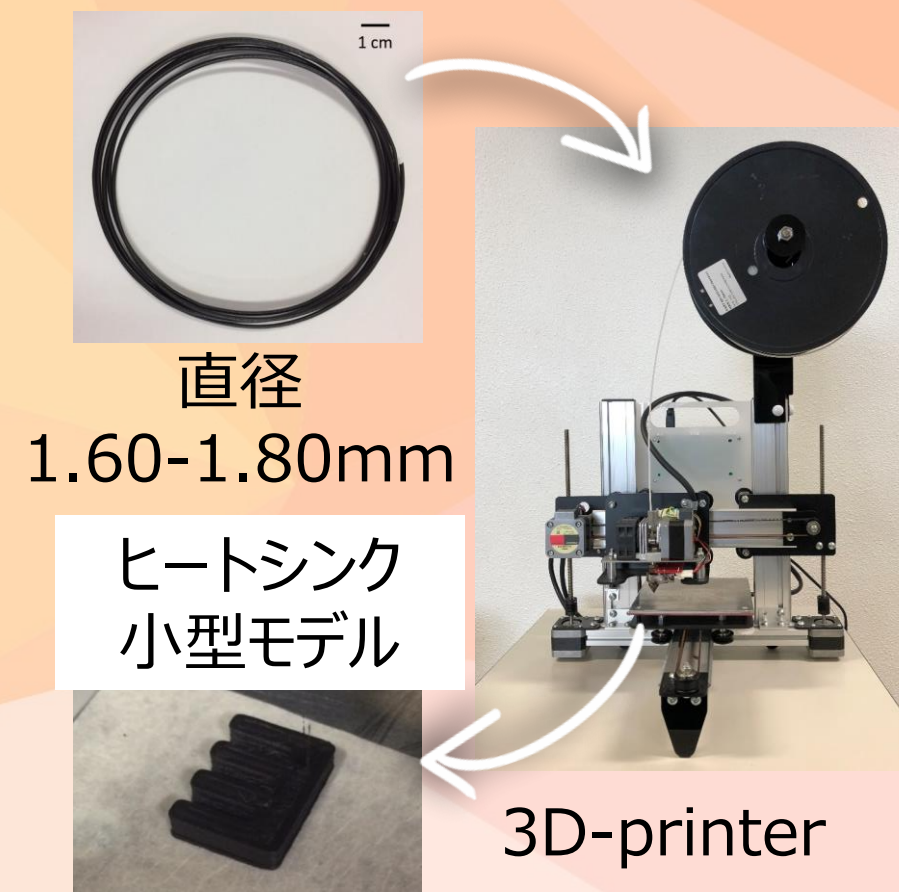


### 複合材の作成



混練条件  
190°C  
5-7min

### 3Dプリンタ



作成条件	
スピード(mm/s)	10
プリント温度(°C)	190
台の温度(°C)	40
フィラメント直径(mm)	1.75
ノズルサイズ(mm)	0.4

### 射出成型



Material	Conductivity ( $\Omega^{-1}$ )
純鉄	$1.03 \times 10^7$
鋳鉄	$1 \times 10^5$
マグネタイト	$1.6 \times 10^4$
$Fe_2O_3$	$1.3 \times 10^{-3}$

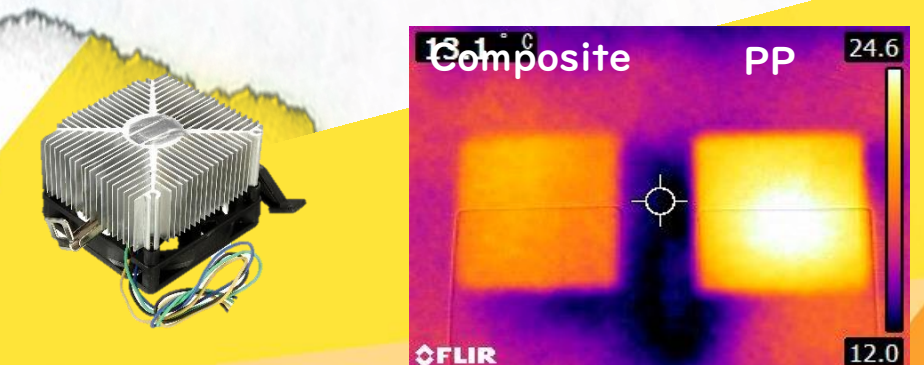
## 結果と考察

Table 1. 切削くず粉末との複合材料の性質(<63 $\mu$ m)

Entry	PLA (wt%)	PCL (wt%)	PP (wt%)	黒錆 (wt%)	$T_{d,10\%}$ (°C)	水平方向、熱拡散率( $\times 10^{-6} m^2 s^{-1}$ )	垂直方向、熱拡散率( $\times 10^{-6} m^2 s^{-1}$ )
PLA	100	-	-	-	348.6	0.14	0.19
PCL	-	100	-	-	386.9	0.10	0.12
PLA-SM	70	-	-	30	277.5	0.34	0.15
PCL-SM	-	70	-	30	323.2	0.30	0.10
PLA35PCL35-SM	35	35	-	30	272.8	0.52	-
PP-MM70	-	-	30	70	455.6	1.17	0.29
PP-SM50	-	-	50	50	-	1.57	0.16
PP-SM70	-	-	30	70	437.5	2.86	0.42

※MM(球状、市販粒子), SM(鱗片状、切削くず粉末)

ヒートシンクは、電子デバイスまたは機械デバイスによって発生する熱を放出するための熱交換器であり、それによってデバイスの温度を最適レベルで調整することができる。



## まとめ

- 産業廃棄物である切削スラッジから微細マグネタイト粒子を抽出した。それらは、独自の鱗片形状のために独特の特性を示した。
- 樹脂マトリックス中のフィラーとして使用することにより、磁気、熱伝導率、導電性、電磁波シールド性を発現させることが可能である。
- 且つ電導の異方性からマトリックス内の粒子の配向が射出成形によって制御できることを示した。
- 配向が制御された製品は、ランダムに分散した金属複合材と比較して優れた特性を示した。
- ヒートシンクのミニモデルは、鱗片状のマグネタイト金属粒子を含む3Dプリンターフィラメントを使用して正常に印刷することが出来た。

### 成型法による粒子の配列の違い

