

# 研究背景

要求

電気・電子機器



小型化

モータ



小型・高性能化



磁界発生源

永久磁石

★高性能化★

# 研究背景

～高磁気特性～

**NdFeB系磁石**

NEOMAX(株)

**NdFeB焼結磁石**

**(BH)<sub>max</sub> : 474 [ kJ/m<sup>3</sup> ]**

**新たな磁性材料**

**ナノコンポジット磁石**

# 研究背景: シミュレーション結果

研究対象

等方性NdFeB/ $\alpha$ -Fe型ナノコンポジット磁石

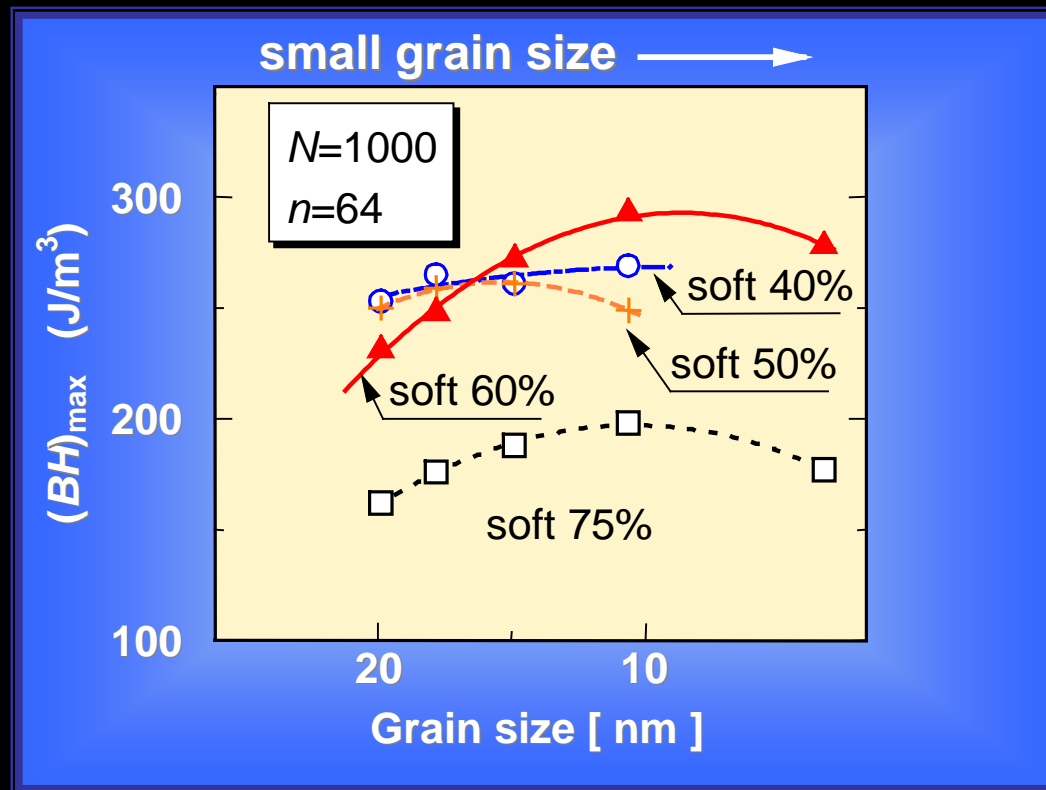


Fig. ソフト相含有量と $(BH)_{max}$ の関係

結晶粒径: 10~20 nm    ソフト含有量: 40~60 vol%

高 $(BH)_{max}$

$(BH)_{max}$  値: 約300 ( $\text{kJ/m}^3$ )

# 研究背景: ナノコンポジット磁石

研究対象 **等方性NdFeB/ $\alpha$ -Fe型ナノコンポジット磁石**

高(BH)max有する

ナノコンポジット磁石作製

結晶粒をナノスケールに制御

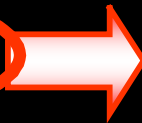
+

粒の均一性

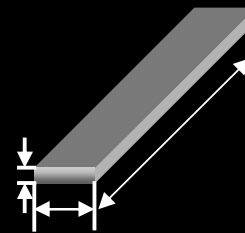


非晶質状態を形成

ナノ結晶化



単ロール法



非晶質薄帯

# 研究背景: ナノコンポジット磁石

研究対象 **等方性NdFeB/ $\alpha$ -Fe型ナノコンポジット磁石**

高(BH)max有する

ナノコンポジット磁石作製

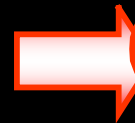
結晶粒をナノスケールに制御

+

粒の均一性



非晶質状態を形成



ナノ結晶化

①昇温速度の高速化

②添加元素

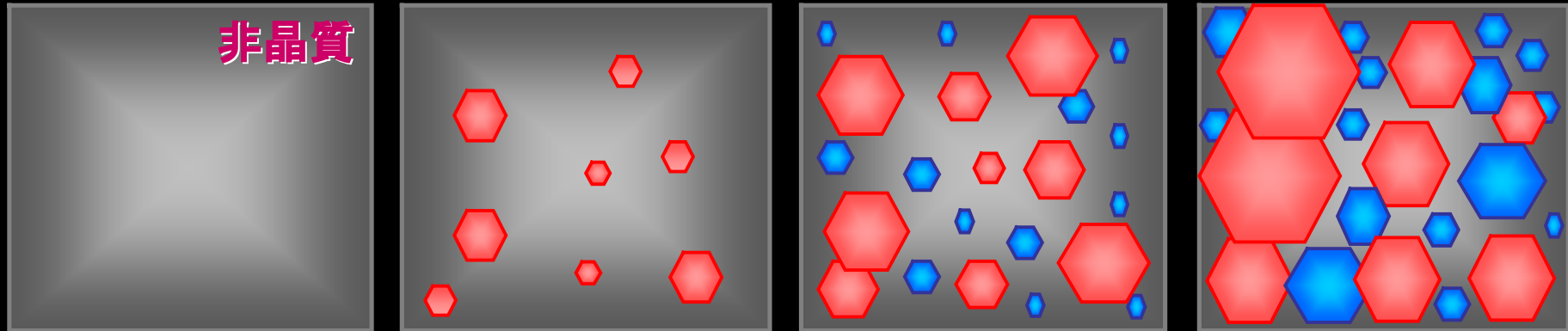
# 昇温速度による結晶化過程の比較

結晶粒径

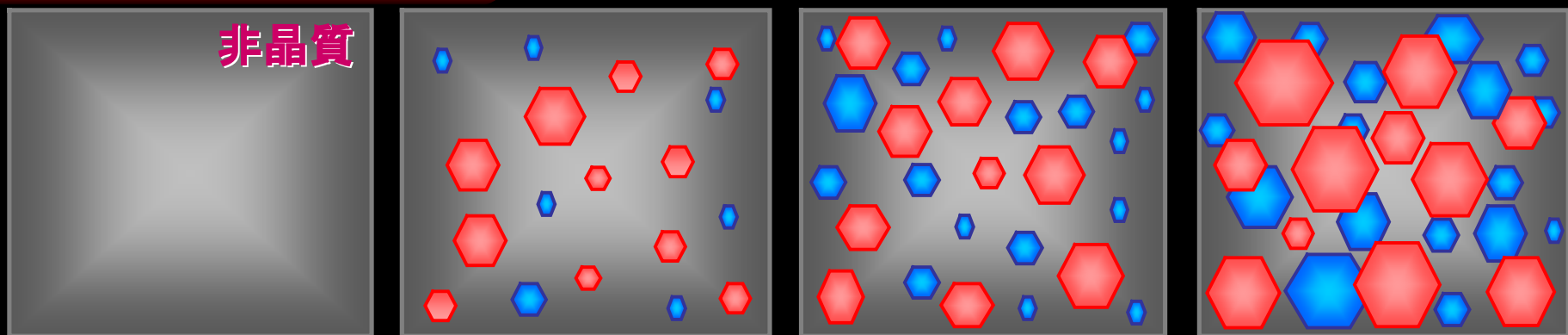
昇温速度に強く依存



低昇温速度での結晶化過程



高昇温速度での結晶化過程



時間経過

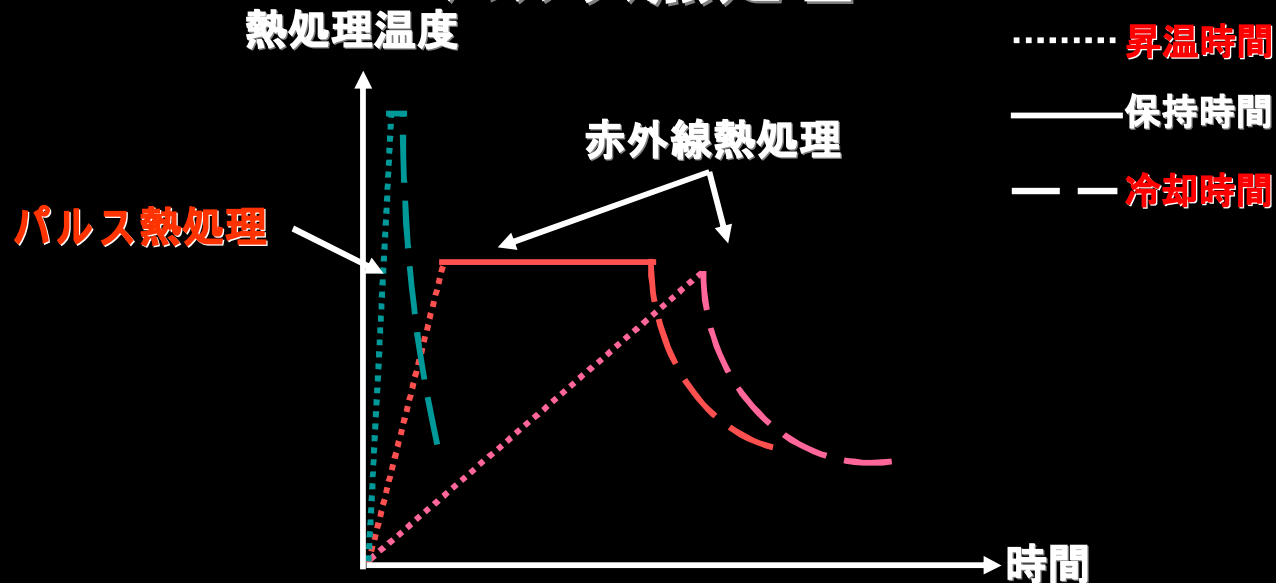
# ナノ結晶化 ①昇温速度の高速化

ナノ結晶化  
昇温速度に強く依存

徳永氏  
昇温速度: 60 K/min  $\Rightarrow$  850 K/min  
(BH)<sub>max</sub>: 約20%向上

本検討

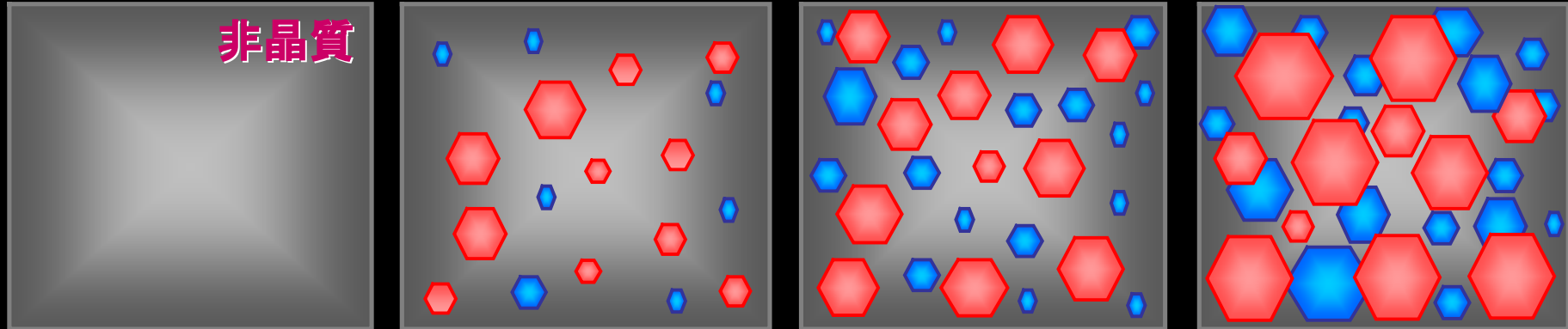
パルス熱処理



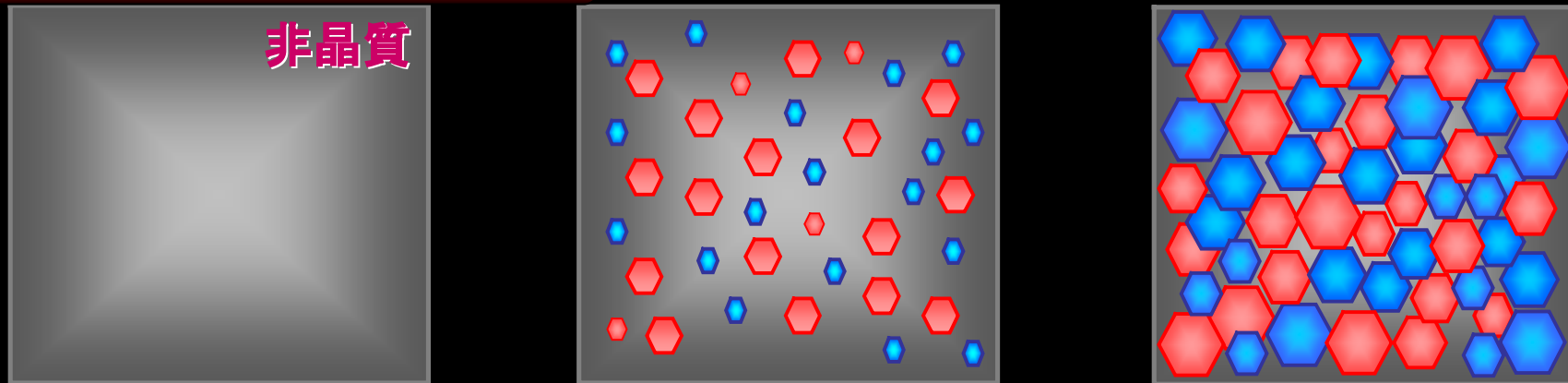
# パルス熱処理での結晶化過程

## 赤外線熱処理での結晶化過程

◆  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$   
◆  $\alpha\text{-Fe}$



## パルス熱処理での結晶化過程



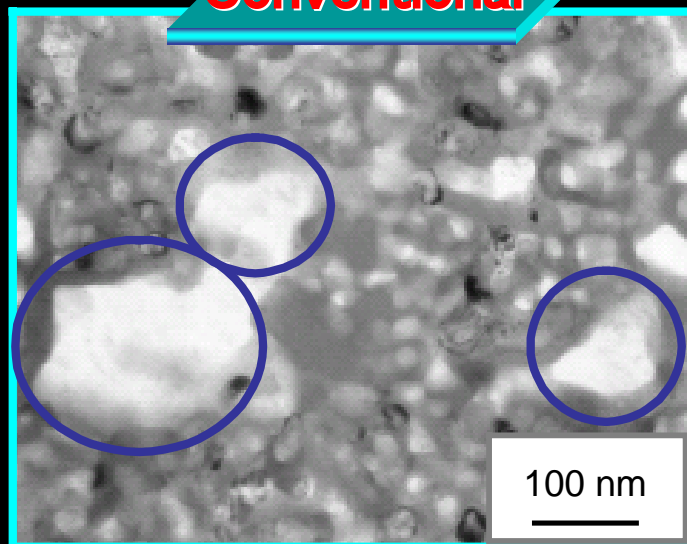
時間経過



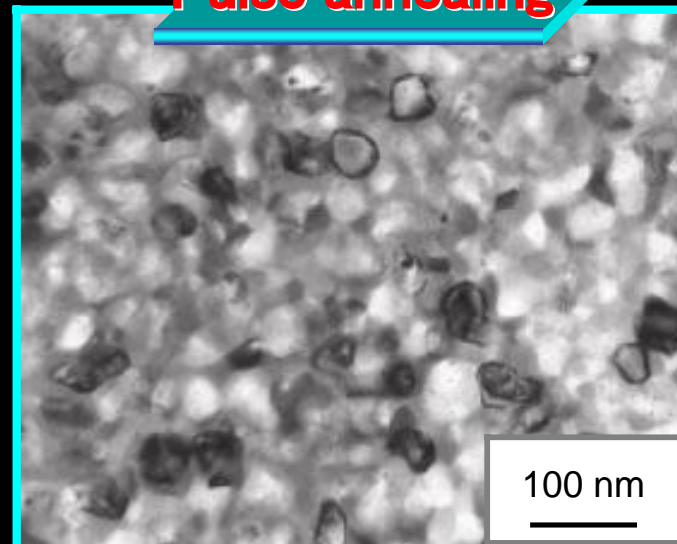
# 透過型電子顕微鏡によるミクロ構造観察結果

測定試料:  $\text{Nd}_{6.5}\text{Fe}_{87.5}\text{B}_5\text{Nb}_1$

Conventional



Pulse annealing



Pulse annealing time : 1.6 sec

肥大化した結晶粒を確認  
磁気特性劣化の要因

パルス熱処理

微細かつ均一性の高いナノ組織を実現