

磁気混合流体

Magnetic Compound Fluid (MCF)

について

機能物質 とは？

磁場，電場，光などを外部から印加することによって，その物質に固有な特性が発現する物質

物質の三態 → 機能物質はすべてに網羅する

固態(固体) → 複合材料

液態(液体) → 機能性流体

気態(気体)

高機能物質 …… より機能性を高めた物質

⇒ 我々の生活の身近な所で非常に多く利用，
これからも，ますます開発，研究に期待

液体の高機能物質 = 機能性流体 について

磁場に反応する → 磁性流体, MR流体 など

電場に反応する → 電気粘性流体, 液晶 など

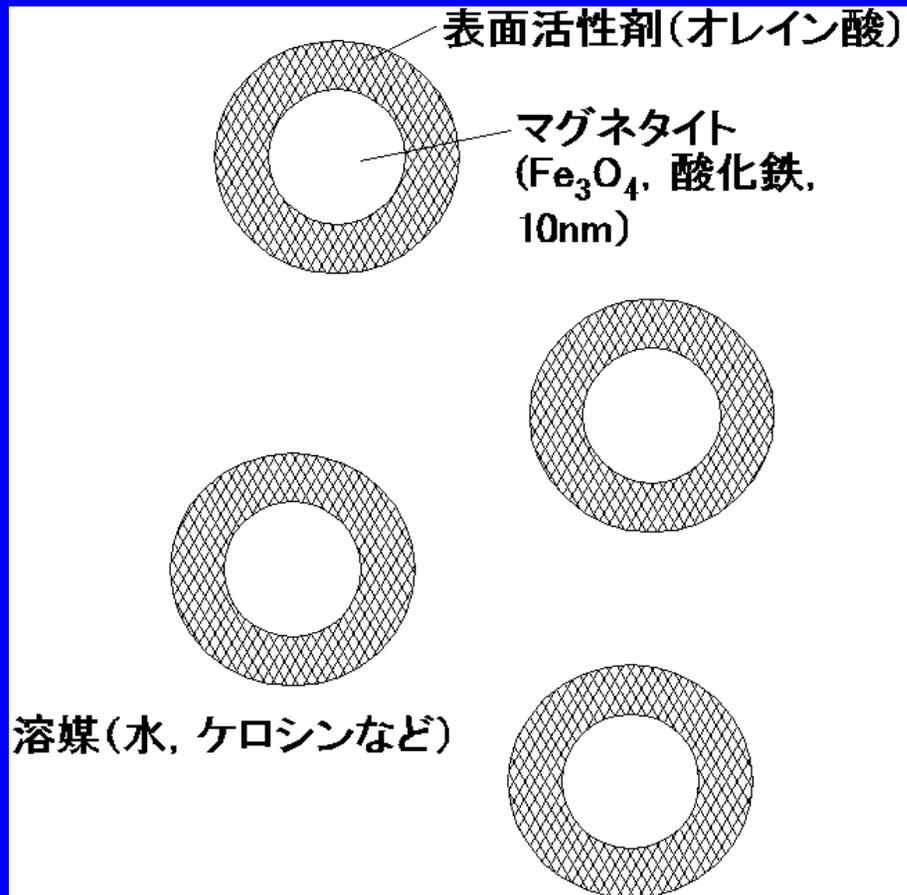
機能性流体 …… 微粒子を含む流体

(流体 = 液体 と 気体 の総称)

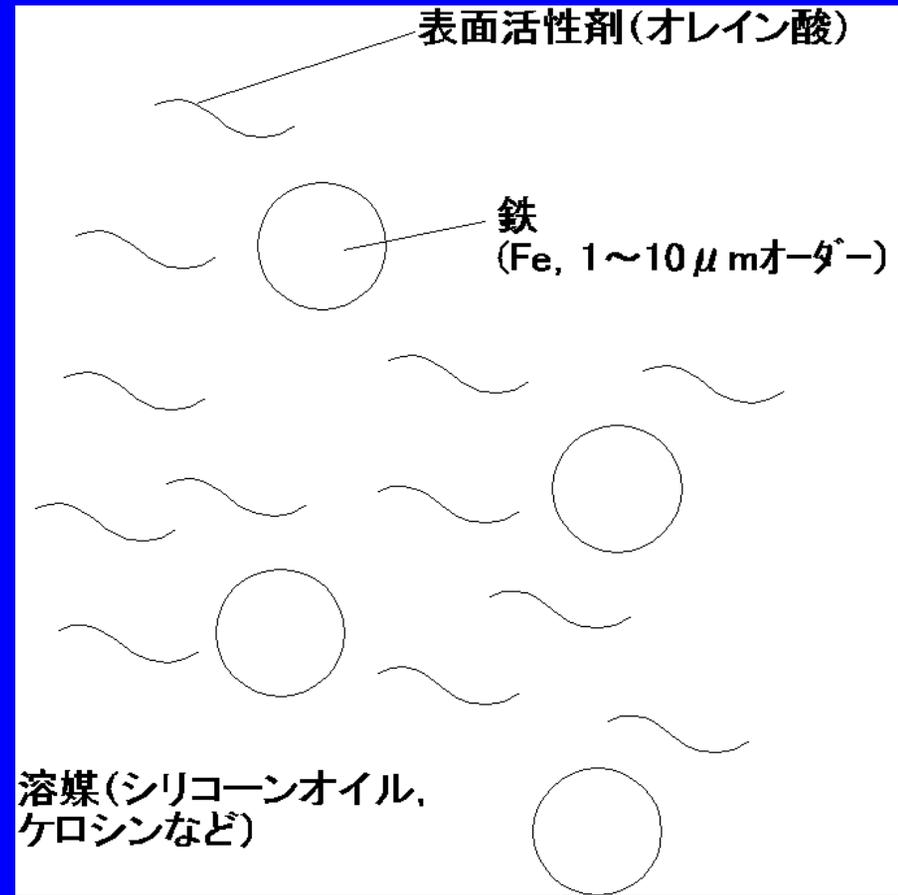
(微粒子 = μm オーダー以下の粒)

機能性流体の定義 : 磁場, 電場, 光などを外部から印加することによって, その流体に固有な特性が発現する流体

磁性流体の構成図



MR流体の構成図



従来の磁場に反応する機能性流体 ……

・磁性流体(MF) → 飽和磁化が小さい



応用機器におけるパワーが小さい

・MR流体(MRF) → 粒子が沈降, 沈殿
比重が大きい



- ・長時間使用したとき, 特性が変化
- ・応用機器の重量が大きい

これらの問題点を解決するために……

・流体の開発 → 磁気混合流体

(Magnetic Compound Fluid (MCF))

の提案 …… 島田(2001年)



- ・粒子分散安定性
- ・MFの飽和磁化より大きい
- ・粘度, 磁化などの特性を自由に
変えられる

MCFとは …… 最初は, MFとMRFの混合によりなされたが, 「 μm オーダー以下の金属粒子 + 10nmの酸化鉄(マグネタイト)の粒子 + 溶媒(水, ケロシン)」からなるコロイド溶液. あるいは, 「 μm オーダー以下の金属粒子と磁性流体の混合流体」

MCF

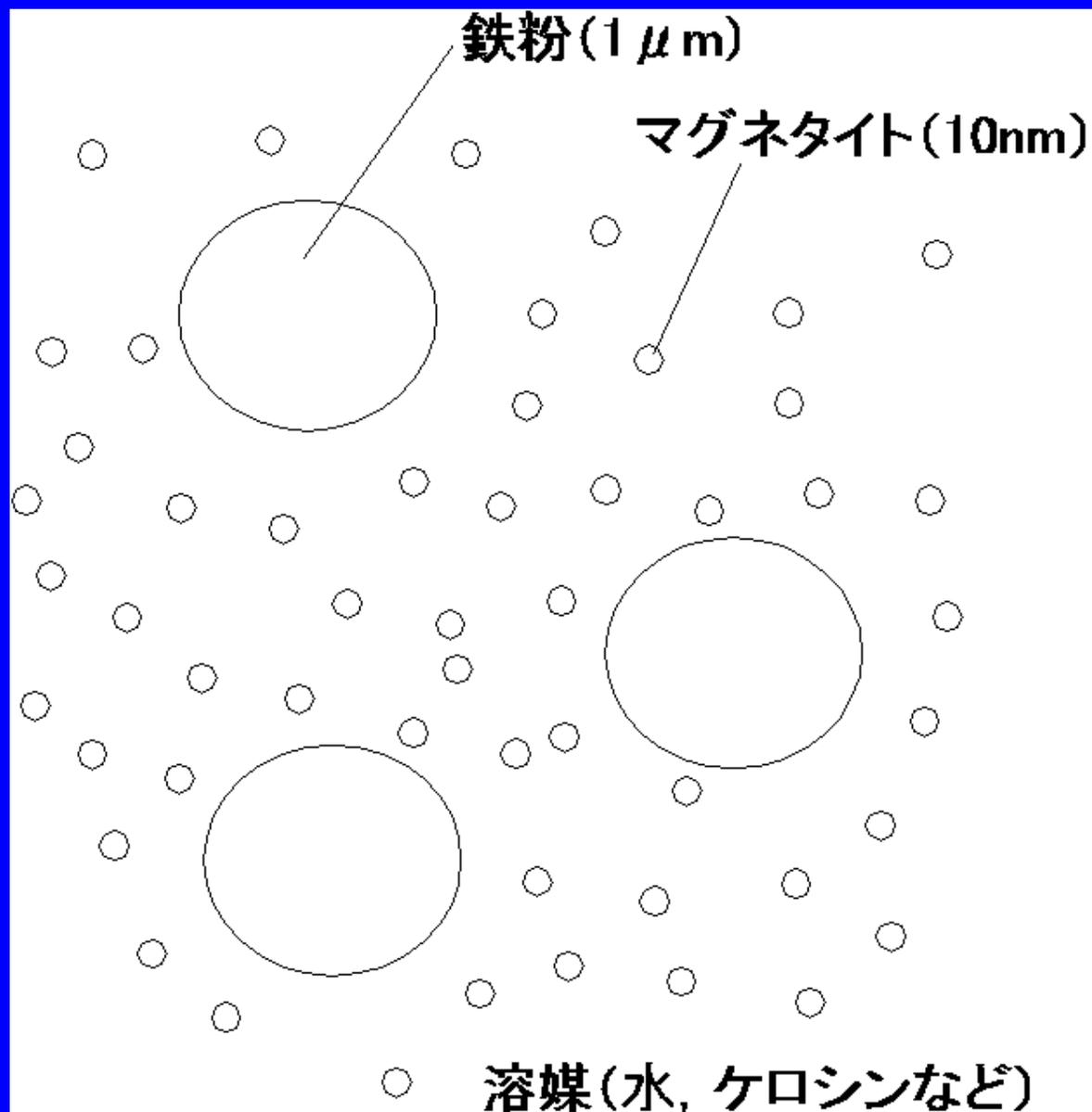
磁場印加時



無磁場下

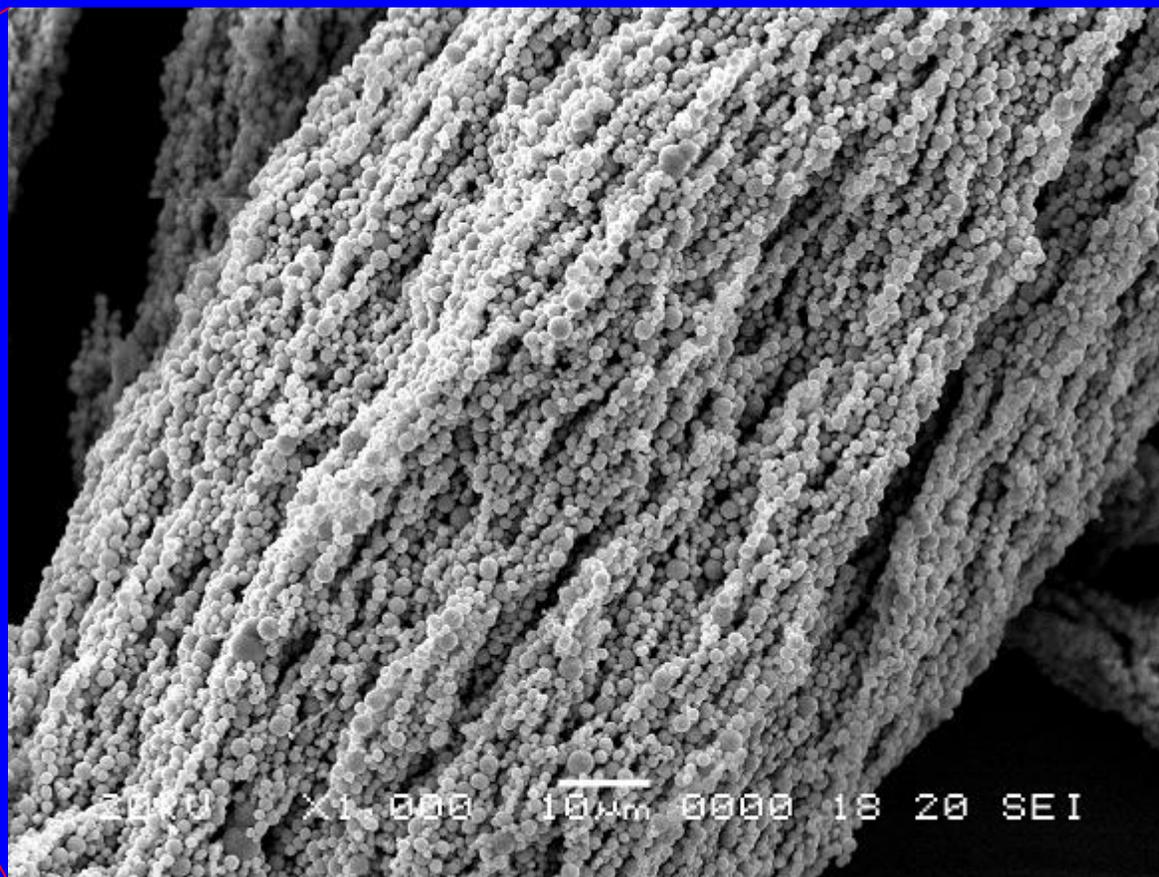
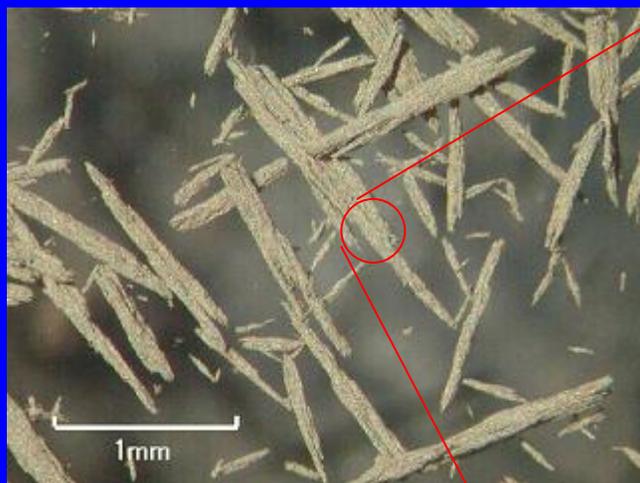


MCF(一例)の構成図

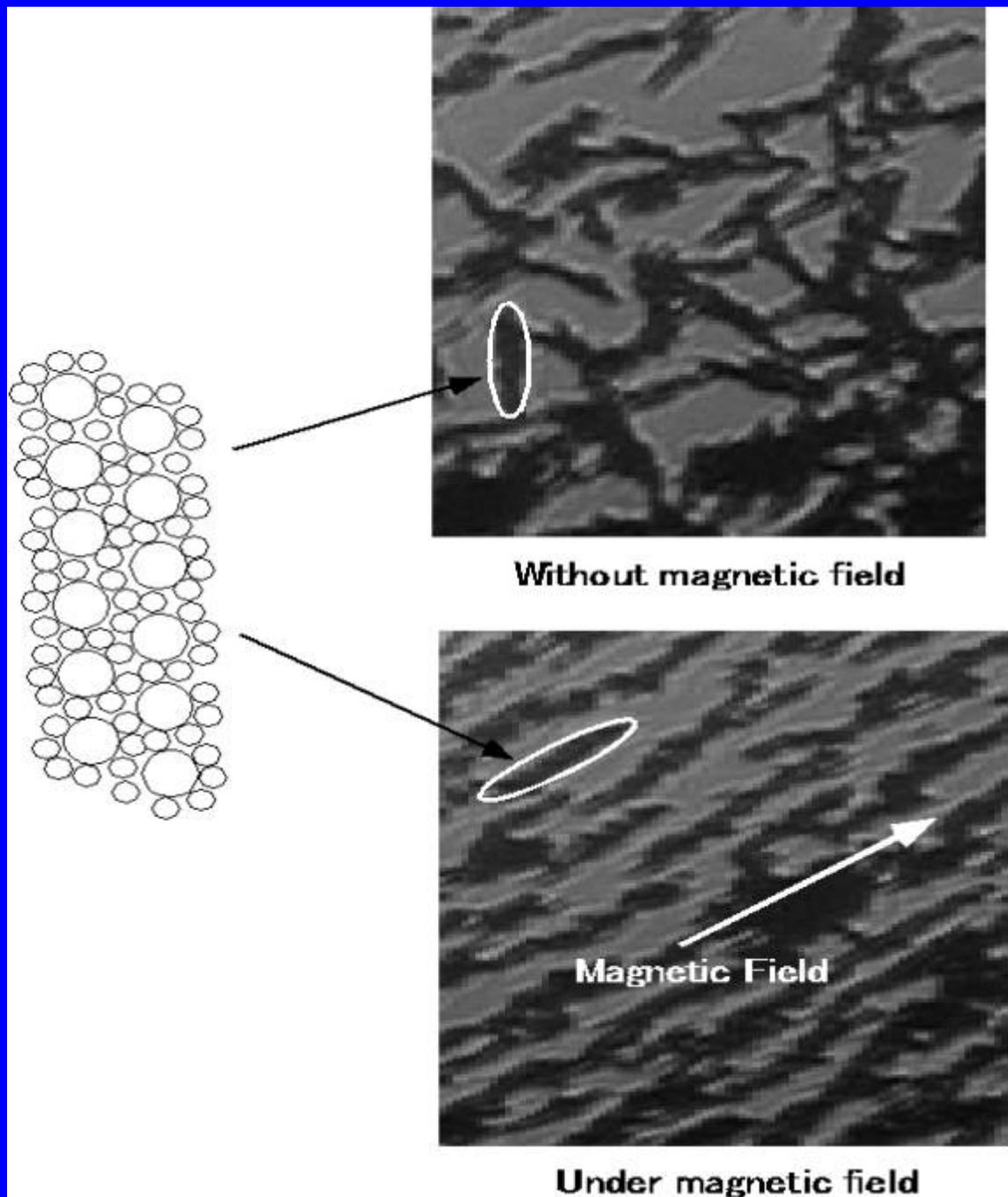


MCFの応用開発において …… MCFダンパ, MCF研磨
MCF磁性ゴム 等

最大の要因 …… (磁気)クラスター

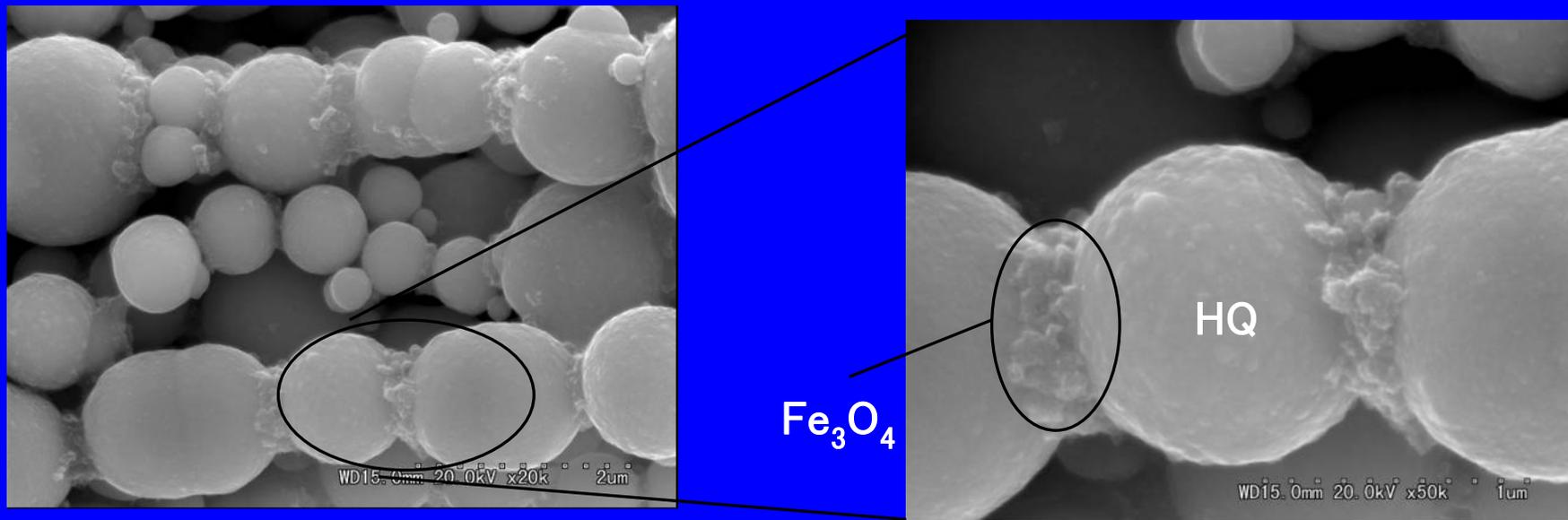


MCFで最初に実
体顕微鏡で確認
された
(磁気)クラスター



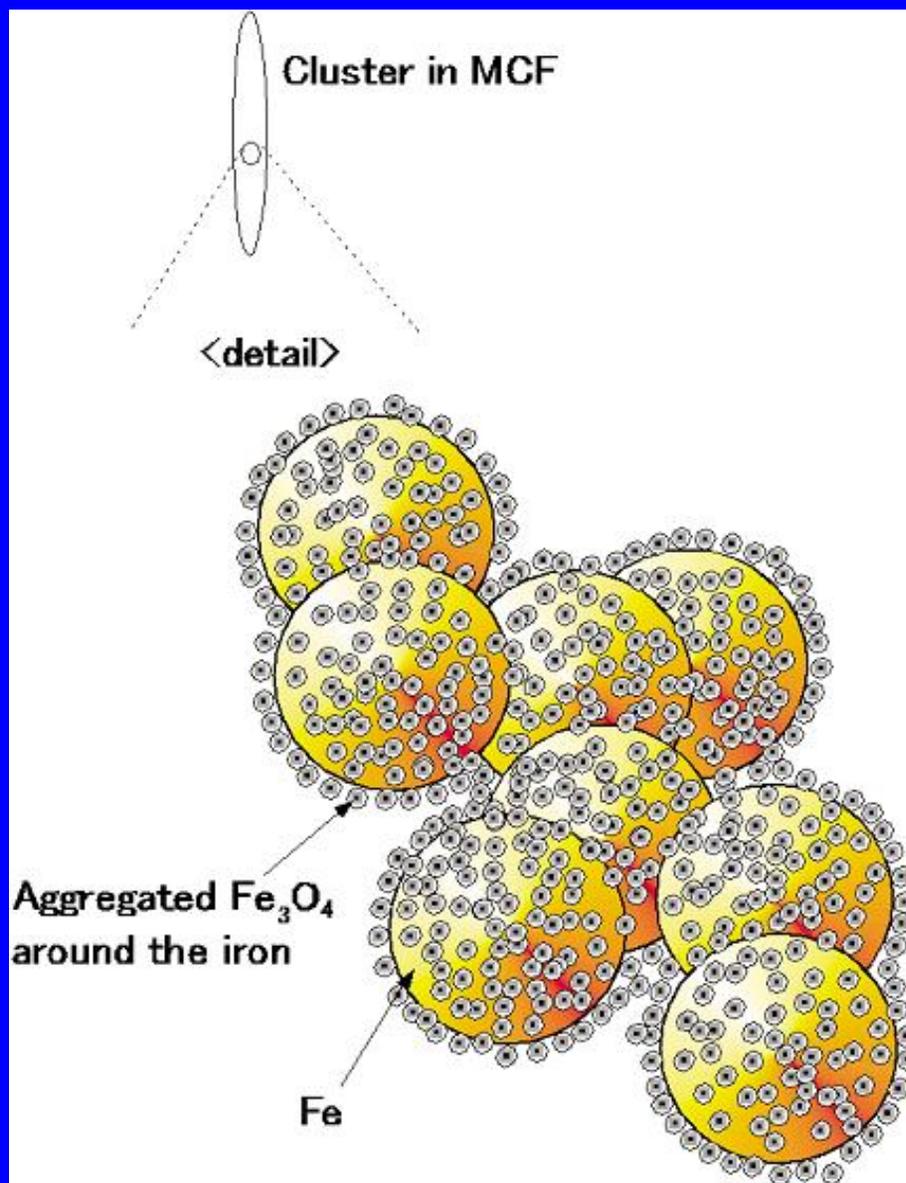
MCFの場合の磁気クラスタの構成を示す写真（2005年）

FESEM, MCF : kerosene-based MF with a 50wt%, HC-50 (Taiho Pharmaceutical Co., Ltd., Tokyo, Japan) at 10ml, carbonyl iron of HQ (BASF Co. Ltd.) at 10g, and kerosene at 14.6g, which, therefore, has Fe_3O_4 at 12.9vol.%, HQ at 4.3vol.%, and kerosene 82.8vol.%.



Photograph of one region of the surface of the cluster extracted from MCF by SEM: left is x 20,000, right is x 50,000.

MCFの場合の磁気クラスタの概念図



○クラスターとは・・・コロイド溶液の中に見られる
一種の粒子の凝集体

○従来、確認されているクラスターとは・・・

例：磁性流体やMR流体における凝集の観察
ナノテクノロジーにおける自己集積化
レーザープリンターでの磁気クラスター



<問題点>

- ・常に磁場印加していないと形成維持できない
- ・大きさをmm～nmまで自由に作るができない
- ・小さくて目に見えないものが多い

・ナノテクノロジー, マイクロテクノロジー・・・自己集積化



金属クラスターの作成・・・簡単な方法が求められる

・クラスターのみを抽出する技術,
クラスターのみを目に見える大きさにまでコントロールする
技術
・・・未だ提案されていない

これらの問題点を解決するために……

- ・磁気混合流体からクラスターを抽出することに成功



大きさをmm～nmまで自由に変えられる



大きさと磁場強度に一定の法則があることを発見

- ・他の磁気に反応する流体からもクラスターを抽出することに成功

- ・常に磁場印加しなくとも、形成維持できるクラスターを作成することに成功

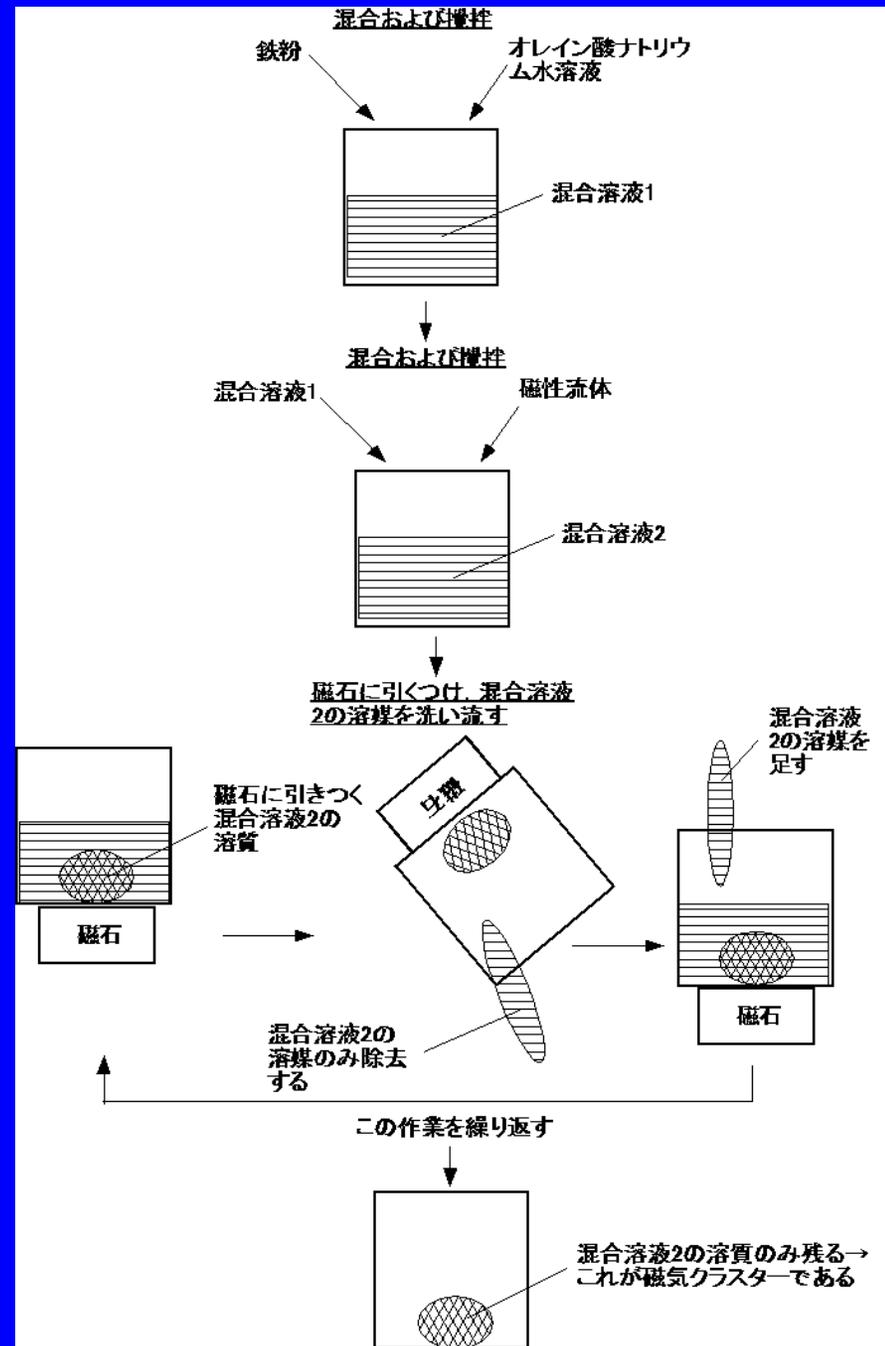


“磁気クラスター”と呼ぶ

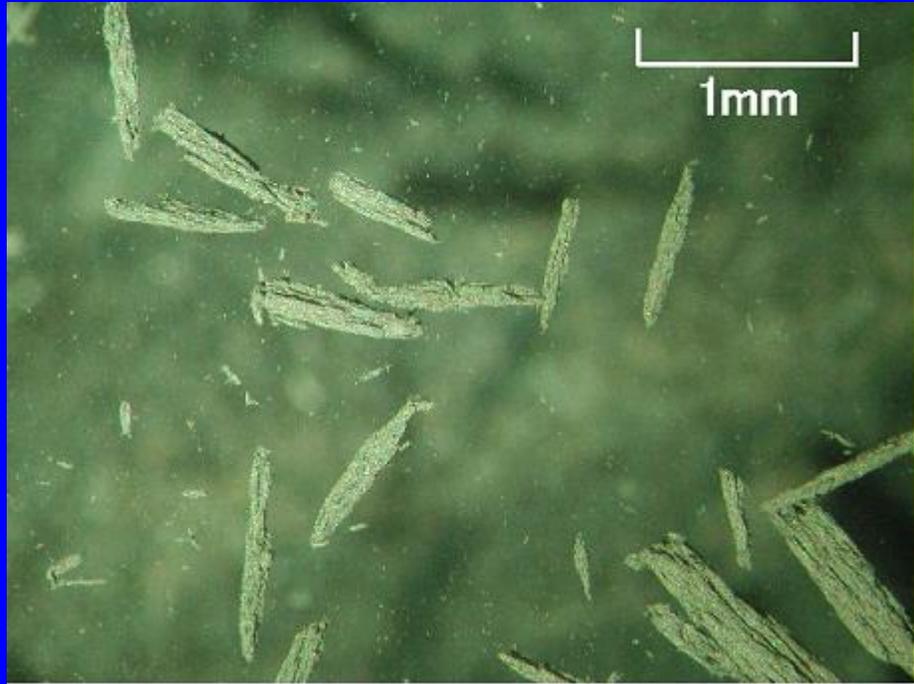
磁気クラスターの流体からの抽出方法

あるいは

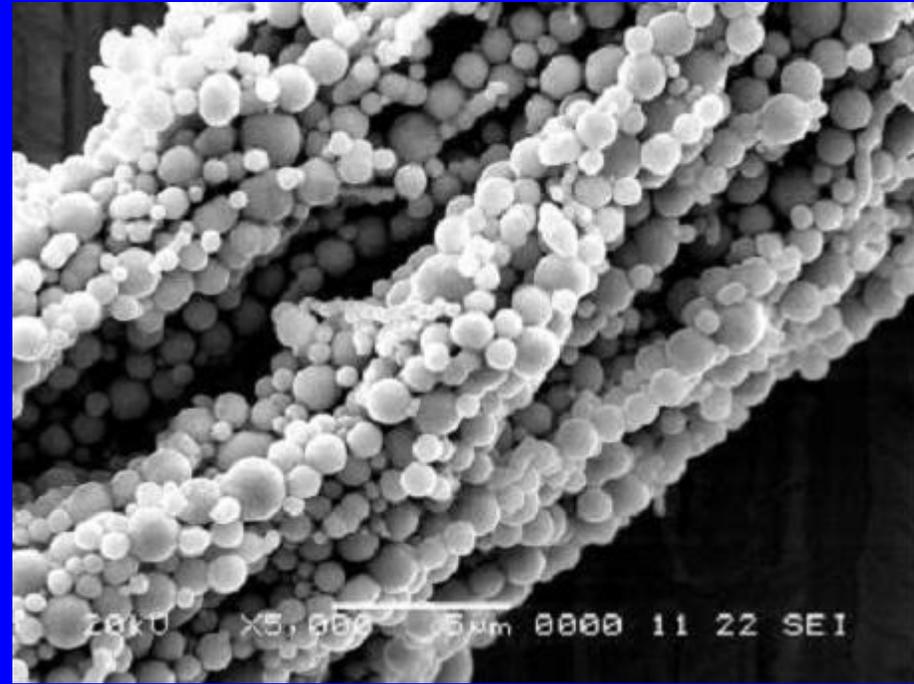
磁気クラスターの作成方法



3000ガウスの下で, 鉄HQ 20g, 磁性流体W35 (35wt%) 10cc, オレイン酸ナトリウム1g, 水14.6gにより, 作成抽出したMCFのクラスター



実体顕微鏡 60倍



電子顕微鏡 5000倍



- ・他の成分を持つMCFやMR流体でも同様のクラスターが形成する
- ・他の成分を持つMCFやMR流体でも同様のクラスターを抽出できる

3000ガウスの下で、作成抽出したMCFのクラスター (実体顕微鏡 60倍)

MCF



MCF(W)



MR(W)

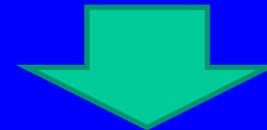


K:ケロシンベース
W:水ベース

MCFの特性

1. 粘度特性
2. 磁化特性
3. 磁気圧力

一般に、磁性流体とMR流体の中間と見なせるが、粒子濃度等により、必ずしも、そうならない。



応用機器の特性に合わせて機能性流体を作ることが出来る(従来は、機能性流体が最初に存在し、その特に合わせて応用機器を作るしかなかった)

MCFの応用 = 磁気クラスターの応用

応用例 → 多岐に渉る

- ナノテクノロジー(自己集積化)
- ダンパー(粘性減衰器)
- 加工・研磨
- 複合材料

等

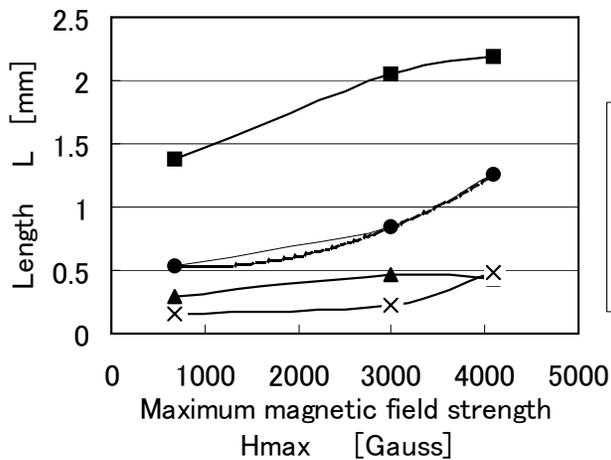
自己集積化技術について



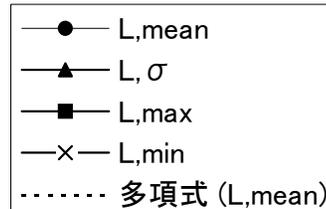
ナノテクノロジーへの応用 :

金属粒子(鉄, マグネタイト)による自己集積化

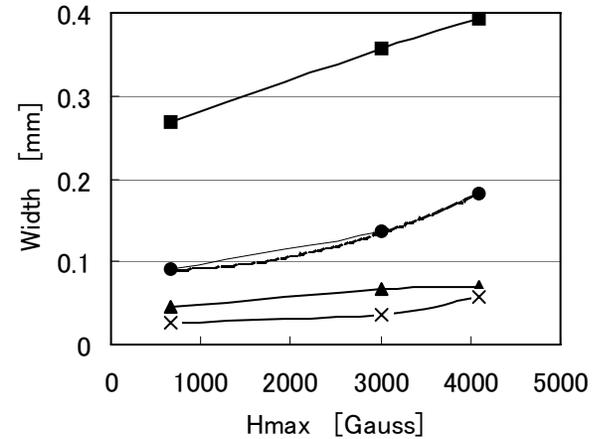
Length



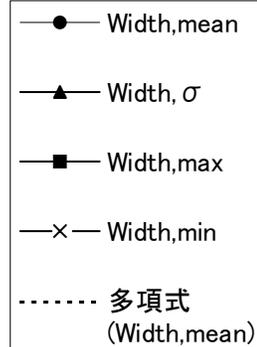
$$L, \text{mean} = 7E-08H_{\text{max}}^2 - 0.0001H_{\text{max}} + 0.5776$$



Width



$$\text{Width, mean} = 7E-09H_{\text{max}}^2 - 7E-06H_{\text{max}} + 0.0928$$



磁気クラスタの長さ L と
磁場強度の関係

磁気クラスタの幅 w と
磁場強度の関係

磁気クラスターの大きさと磁場強度の関係は、
2次の代数方程式で表される

$$L_{,mean} = 4.00 \times 10^{-8} H_{max}^2 - 9.00 \times 10^{-5} H_{max} + 6.00 \times 10^{-1}$$

(before vibration) (1)

$$L_{,mean} = 4.00 \times 10^{-8} H_{max}^2 - 1.00 \times 10^{-4} H_{max} + 4.11 \times 10^{-1}$$

(after vibration) (2)

$$W_{,mean} = 4.00 \times 10^{-9} H_{max}^2 - 1.00 \times 10^{-5} H_{max} + 1.48 \times 10^{-1}$$

(before vibration) (3)

$$W_{,mean} = 2.00 \times 10^{-10} H_{max}^2 + 5.00 \times 10^{-6} H_{max} + 9.34 \times 10^{-2}$$

(after vibration) (4)

磁気クラスターは、粒子の最小単位から存在し得る



μm～mmまで作成できる

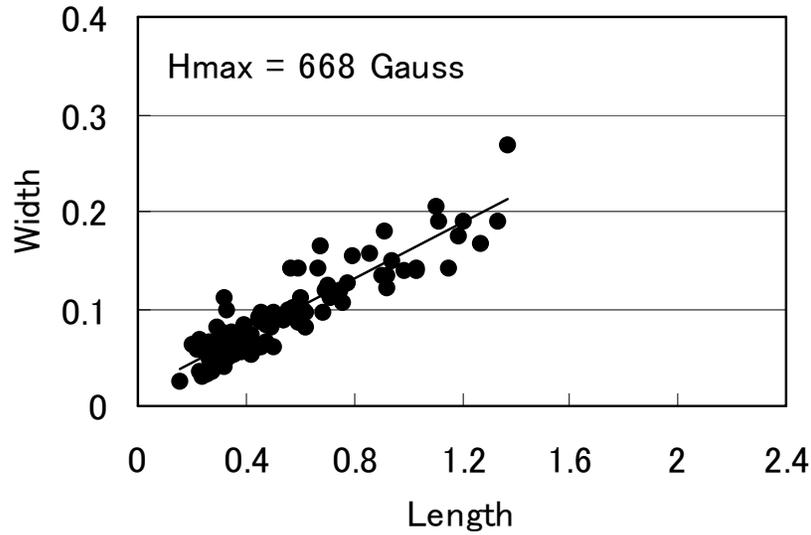


磁気クラスターの先端部のSEM写真

MCF (HQ60g+W35(35wt%)30cc)

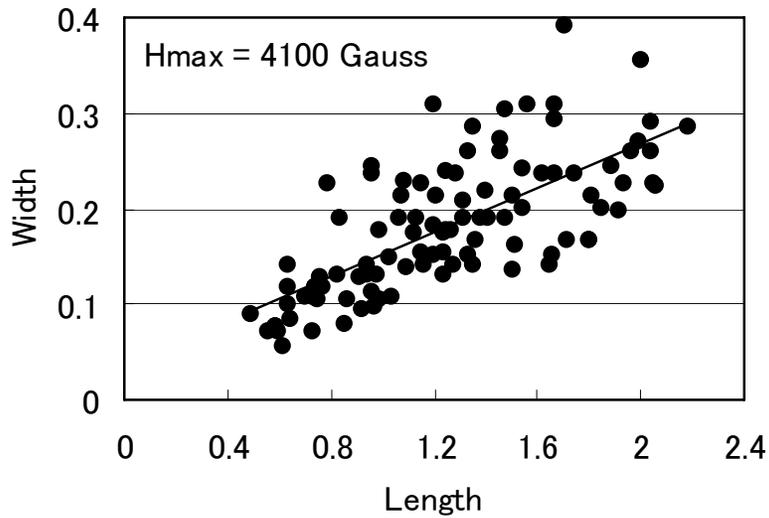


Hmax = 668 Gauss



- 丸大弱磁石 太さ
- 線形 (丸大弱磁石 太さ)

Hmax = 4100 Gauss



- 丸大強磁石 太さ
- 線形 (丸大強磁石 太さ)

- ・ クラスタは再生能力がある



記憶効果をもつ

- ・ クラスタの大きさは磁場強度に対して二次関数



大きさが制御できる

<応用例>

プリンター, 記録媒体素子, マイクロマシーン・ナノマ
シーン など

磁場に反応する新しい機能性流体である、磁気混合流体(MCF)を使った様々な工学的応用例として、

磁気クラスタを利用した、

流体から固体までの多岐に渉る応用例:

磁気流体研磨

ナノテクノロジー等における自己集積化

流体粘性ダンパ

新しい複合材料(磁性ゴム, 磁性プラスチック等)

が可能, 期待.



そこで、

磁気流体研磨

磁気クラスター抽出に関連する自己集積化技術,
粒子無沈降型ダンパ,
磁性ゴム



現在、多数の企業、大学、公設機関と産官学共同連携を推進中

CEATECH（2004年、2005年 千葉幕張メッセにて）にMCF研磨
1号機出品

TLOやJSTから特許公開

FDK(株)から1号機、2号機販売実績、経済産業省予算より3号
機製作

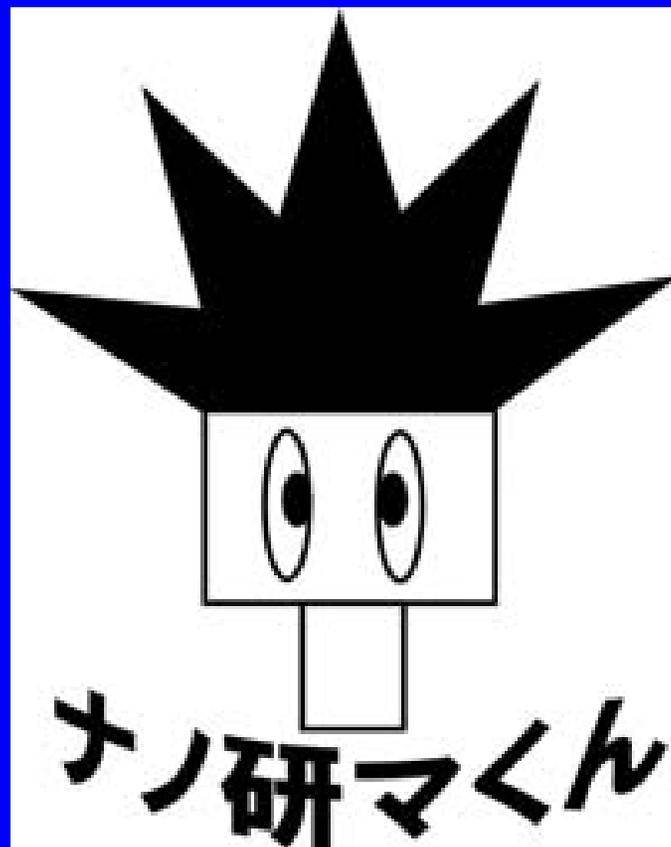


MCFコンソーシアム

MCFコンソーシアム

- 本コンソーシアムは、磁場に反応する機能性流体の一つとして開発されたMCF(Magnetic Compound Fluid(磁気混合流体)の略称)を活用し、研磨、加工、制振、免振、複合材料などの様々な工学分野における基礎的研究、及び、応用開発を行う産官学連携による全国規模のコンソーシアムです。これには、MCF以外の新しい機能性流体の開発や、それを利用した研磨、加工、制振、免振、複合材料などの分野における基礎的研究、及び、応用開発も包含しております。
- 本コンソーシアムは、MCFを活用した応用技術を広く普及させる事によって、経済および社会活動の発展を促進すると同時に、産官学の連携交流を通して、研磨、加工、制振、免振、複合材料などの分野について研究、開発、提案する事を目的としております。

ロゴマーク(登録商標済み)



よろしくね！