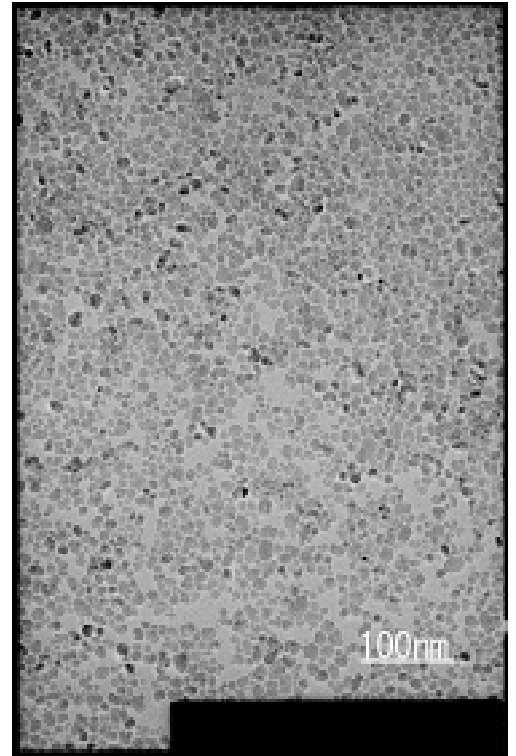


## バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット

バイオメディカル（特に In-Vitro 診断検査）分野向けに、磁性流体メーカーとしての長年の経験を生かし、“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”を開発いたしました。この“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”は、複数の表面を改質した磁性ナノ粒子から構成されており、ウィルスや遺伝物質等の分離に用いるマイクロビーズをはじめ、ハイパーサーミア（温熱療法）、ドラッグデリバリーシステム、MRI 造影剤など、新たな医療技術に携わる技術者・研究者の方々に、ご活用いただけます。“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”の内容は、4種類の乾燥磁性ナノ粒子（特定の溶剤に分散できます）、2種類の水ベース磁性流体、表面処理されていない酸化鉄粒子の水中懸濁液、合計7タイプの磁性ナノ粒子が含まれます。

“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”の概要、各磁性ナノ粒子の溶剤分散性、関連する出版物の目録等が記載されております。



EMG1200 の電子顕微鏡（TEM）写真

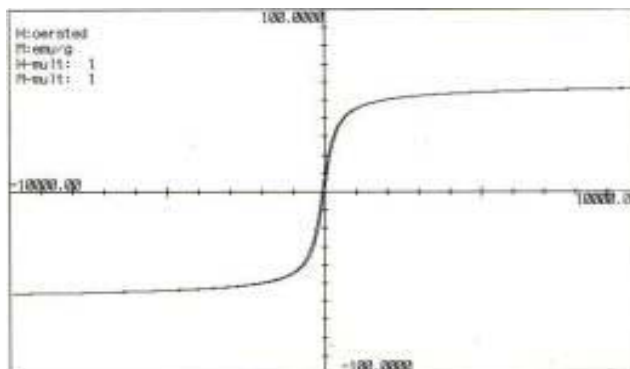


磁性流体はマグネットからの磁界に対し、均一の物質として引き寄せられる

“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”中の界面活性剤で被覆された乾燥磁性ナノ粒子（EMG1111を除く）は、適切な溶剤を用いることにより、安定なコロイド分散液（磁性流体）となります。磁性流体は、ナノオーダーサイズの磁性粒子が安定に分散されたものです。これらの磁性ナノ粒子は、凝集を避けるため、表面が界面活性剤などで被覆されています。一方、磁性流体の物理的性質（例えば、揮発性、環境への適合性や粘度など）については、分散媒の性質によって大きく決まります。

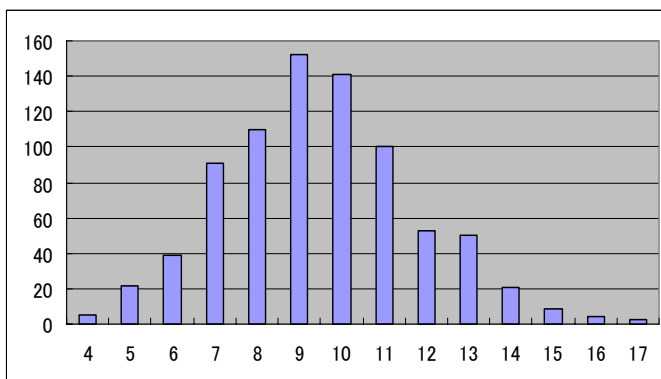
磁性流体をある磁場下に置くと、磁場方向への粒子が配列することにより磁気モーメントが生じますが、磁性流体の場合には、残留磁化やヒステリシスは生じません。また、単位体積あたりに得られる最大の磁気モーメントは、磁性ナノ粒子の含有濃度に比例し、“飽和磁化”として磁性流体にとって最も重要な物性は定義されています。飽和の状態では、外部磁場によって全ての粒子の磁気モーメントが一定方向に揃っており、それ以上外部磁場を増加させても磁性流体の飽和磁化は変わりません。

磁性流体に含まれる磁性ナノ粒子は、約10ナノメートル（1mmの10万分の1）であり、それ自身は短磁区構造を有します。しかしながら、実際には粒子サイズの分布があり、電子顕微鏡写真からも、それらは確認されています。水に分散させた磁性流体としては、体積で1.7%から5.0%の磁性粒子を含むものがあり、炭化水素系溶剤溶に分散させたものは、さらに多くの磁性ナノ粒子を含むものも作製可能です。これらの磁性ナノ粒子は、生体適合性があるとされる酸化鉄であり、X線分析からもFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>とγ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の混合物であることがわかります。



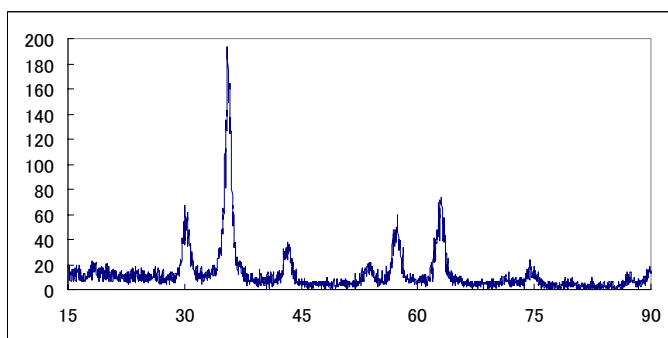
一般的な酸化鉄ナノ粒子についての磁気特性（残留磁化やヒステリシスはみられない）

バイオメディカル分野での応用において、磁性ナノ粒子は材料として直接的に使用されたり、ポリマー等への補助的な材料として使用されたりします。補助的な材料としては、非磁性の材料に磁気応答特性を付与できるメリットがあり、比較的弱い外部磁場によっても、瞬時に混合物から分離させることが可能になります。例えば、マイクロビーズ表面に吸着させたバイオ活性種（レセプター）の種類・性質によっては、ウィルスやバクテリア、様々な細胞などが、選択的に分離できます。磁性ナノ粒子を含有するポリマーの表面や内部に治療薬剤が組み込まれたものもあります。外部磁場によって濃縮された粒子が、生体の特定部位にのみ高濃度の薬剤を移動させることができます。



TEM写真からカウントした一般的な酸化鉄ナノ粒子の粒子径分布

また、バイオ活性ポリマーゲルに組み込まれ、アフィニティクロマトグラフィの担体として使用されたりもしています。磁性ナノ粒子によってポリマーゲルに磁気応答性を持たせることにより、従来必要であった遠心分離やカラムクロマトグラフ工程が不要となります。アフィニティクロマトグラフィにおける磁性ポリマーの優位性は、コロイド溶液などから分子の急速な吸着を可能にすることにあります。これまでの濾過方法では急速な回収は不可能でしたが、細胞から遊離した後の不安定な酵素や混合物を即座に分離する場合など、磁性ポリマーを用いた手法は特に価値があります。各バイオメディカル分野における研究開発のスターター材料として、“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”を推奨いたします。



一般的な酸化鉄ナノ粒子のX線分析データ (XRD)

“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”は、異なるタイプの表面処理がなされた乾燥磁性ナノ粒子、アニオン系・カチオン系の界面活性剤で処理された磁性ナノ粒子を分散させた水ベース磁性流体、磁性ナノ粒子単体の水系懸濁液から構成されています。未処理粒子の懸濁液を用意したのは（1）研究者の方々がオリジナルの表面修飾をナノ磁性粒子に付与できるようにするため、（2）表面改質した磁性ナノ粒子を評価するにあたり、比較試料として活用するためです。“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”に含まれる磁性ナノ粒子の一般的な特性を図1にまとめました。



“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”の外観（実物と異なる場合があります。）

図1：“バイオメディカル用磁性ナノ粒子キット”に含まれる磁性ナノ粒子・磁性流体等の一般的な特性\*

Ferrofluid Typer	EMG 1200	EMG 1300	EMG 1400	EMG 1500	EMG 607	EMG 707	EMG 1111 *
形態	Dry particles	Dry particles	Dry particles	Dry particles	Water base ferrofluid	Water base ferrofluid	Water base slurry
イオン特性	N/A	N/A	N/A	N/A	Cationic	Anionic	N/A
磁性流体中の粒子濃度 (界面活性剤等含む)	N/A	N/A	N/A	N/A	about 19 wt%	about 17 wt%	about 19 wt%
乾燥粒子中に含まれる酸化鉄粒子の割合	about 70 wt%	about 70 wt%	about 80 wt%	about 75 wt%	N/A	N/A	N/A
磁性流体の飽和磁化	N/A	N/A	N/A	N/A	10mT	10mT	N/A (about 16 mT)
粒子の飽和磁化 (界面活性剤等含む)	about 60 emu/g	about 60 emu/g	about 60 emu/g	about 60 emu/g	about 45 emu/g	about 45 emu/g	about 65 emu/g
初透磁率	0.20	0.22	0.23	0.25	0.36	0.36	0.65
粒子径	10 nm	10 nm	10 nm	10 nm	10 nm	10 nm	10 nm
pH	N/A	N/A	N/A	N/A	9-10	8-9	5-7
磁性流体の密度	N/A	N/A	N/A	N/A	1.10 g/cm <sup>3</sup>	1.10 g/cm <sup>3</sup>	1.18 g/cm <sup>3</sup>

EMG 1111 は表面処理を行っていない酸化鉄ナノ粒子ですので、凝集した粒子が含まれます。

乾燥した磁性ナノ粒子を適切な溶剤に分散させる方法は簡単です。少量の乾燥磁性ナノ粒子を、シャーレやバイアルなどに採取し、溶剤（図2：一例）を加えます。粒子と溶剤の組み合わせが適切である場合、簡単な攪拌等によって粒子は溶剤中に完全に分散します。もし分散が十分になされない場合には、適度の加熱や攪拌により改善される場合があります。EMG 1111 は表面処理されていない酸化鉄粒子ですので、使用前に超音波処理を行うことをお勧めいたします。

図2：各種溶剤への磁性ナノ粒子の分散性の一例

	水	メタノール	IPA	ブタノール	MEK	酢酸エチル	トルエン	ヘプタン	キシレン
EMG 1200	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
EMG 1300	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
EMG 1400	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
EMG 1500	NG	NG	NG	OK	NG	NG	NG	NG	NG
EMG 606	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
EMG 707	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
EMG 1111	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

## 関連文献

1. Anderson, L. and Mosbach, K.; Magnetic Ferrofluids for Preparation of Magnetic Polymers and their Application in Affinity Chromatography, Nature, 270, 259 (1977).
2. Czerlinski, G. Senyei, A., and Widder, K.; Magnetic Guidance of Drug Carrying Microspheres, Journal of Applied Physics, 49, (6), 3578, (1978).
3. Giaever, I.; Magnetic Separation of Biological Particles, U.S. Patent Number 3,970,518, July 20, 1976.
4. Hunter, JA.; Ferrography-A New Method for Isolation of Particles from Biological Fluids, Journal of Clinical Pathology, 35,689 (1982).
5. Margel, S., Rembaum, A., and Zisblatt, S.; Polyglutaraldehyde; A New Reagent For Coupling Proteins to Microspheres and For Labeling Cell Surface Receptors. II. Simplified Labeling Method By Means of Nonmagnetic and Magnetic Polyglutaraldehyde Microspheres, Journal of Immunological Methods, 28, 341 (1979).
6. Molday, R.S., Rembaum, A., and Yen, S.P.S.; Application of Magnetic Microspheres in Labeling and Separation of Cells, Nature, 268, 437 (1977).
7. Morimoto, Y.; Magnetic Guidance of Ferro-colloid Entrapped Emulsion for Site Specific Drug Delivery. The Chemical and Pharmaceutical Bulletin, (Tokyo) 1,279 (1983).

8. Morimoto, Y.; Biomedical Applications of Magnetic Fluids II., Journal of Pharmacobiodynamics, 4 (8), 624 (1981).
9. Mosbach, K., and Schroder, U.; Preparation and Application of Magnetic Polymers for Targeting of Drugs. FEBS Letters, 112, (1979).
10. Newbower, R.; Magnetic Fluids in the Blood. IEEE Transactions on Magnetics, MAG-9, 447, (1973).
11. Ranney, D.F., Senyei, A.E. and Widder, K.; Magnetically Responsive Microspheres and Other Carriers for the Biophysical Targeting of Antitumour Agents. Advances in Pharmacological Chemotherapy, 16; 213 (1979) (190 REF.).
12. Rembaum, A., and Dreyer, W.J.; Immunomicrospheres; Reagents for Cell Labeling and Separation. Science, 208, 364 (1980).
13. Scarpelli, D., Senyei, A., and Widder, K.; Magnetic Microspheres: A Model System for Site Specific Drug Delivery in Vivo. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 58, 141 (1978).
14. Senyei, A.E. and Widder, K.; Drug Targeting: Magnetically Responsive Albumin Microspheres-A Review of the System to Date. Gynecology and Oncology, 12 (1): (1981).
15. Senyei, A.E., and Widder, K.; Magnetic Microspheres. 1. of Histochemical Cytochemistry, (1981).
16. Sugibayashi, K.; Biomedical Applications of Magnetic Fluids. Biomaterials, (1982).
17. Margel, S., Beitler, U., and Ofarim, M.; Polyacrolein Microspheres As A New Tool In Cell Biology. J. Cell Sci. 56, 157 (1982).

本製品（バイオ用途向け磁性流体ならびに磁性粒子）は研究・調査用に開発した製品です。本キットに含まれる製品の詳細な性能・特性は十分に調査していません。また、生体へ長期接触する可能性のある製品や人体への注入・移植等を目的として販売しておりません。弊社ならびにグループ会社は、その様な用途の安全性や有効性につき一切保証しません。また本製品の使用者が本製品を使用することによって生じる、第三者が有する特許等の知的所有権の侵害に対し、いかなる保証も拒絶します。

株式会社フェローテック 磁性流体事業部

Tel: 0479-73-6752 Fax: 0479-73-6602

Web site: [www.ferrotec.co.jp](http://www.ferrotec.co.jp) Email: [ffsales@ferrotec.co.jp](mailto:ffsales@ferrotec.co.jp)