

スーパーマグネットの 強い磁場を使った 小規模な分離・回収技術

芝浦工業大学 工学部 材料工学科
特任教授 岡 徹雄

令和2年5月28日

従来技術とその問題点

工場からの排水浄化や資源回収では、永久磁石や大型電磁石による磁気分離が利用されますが、

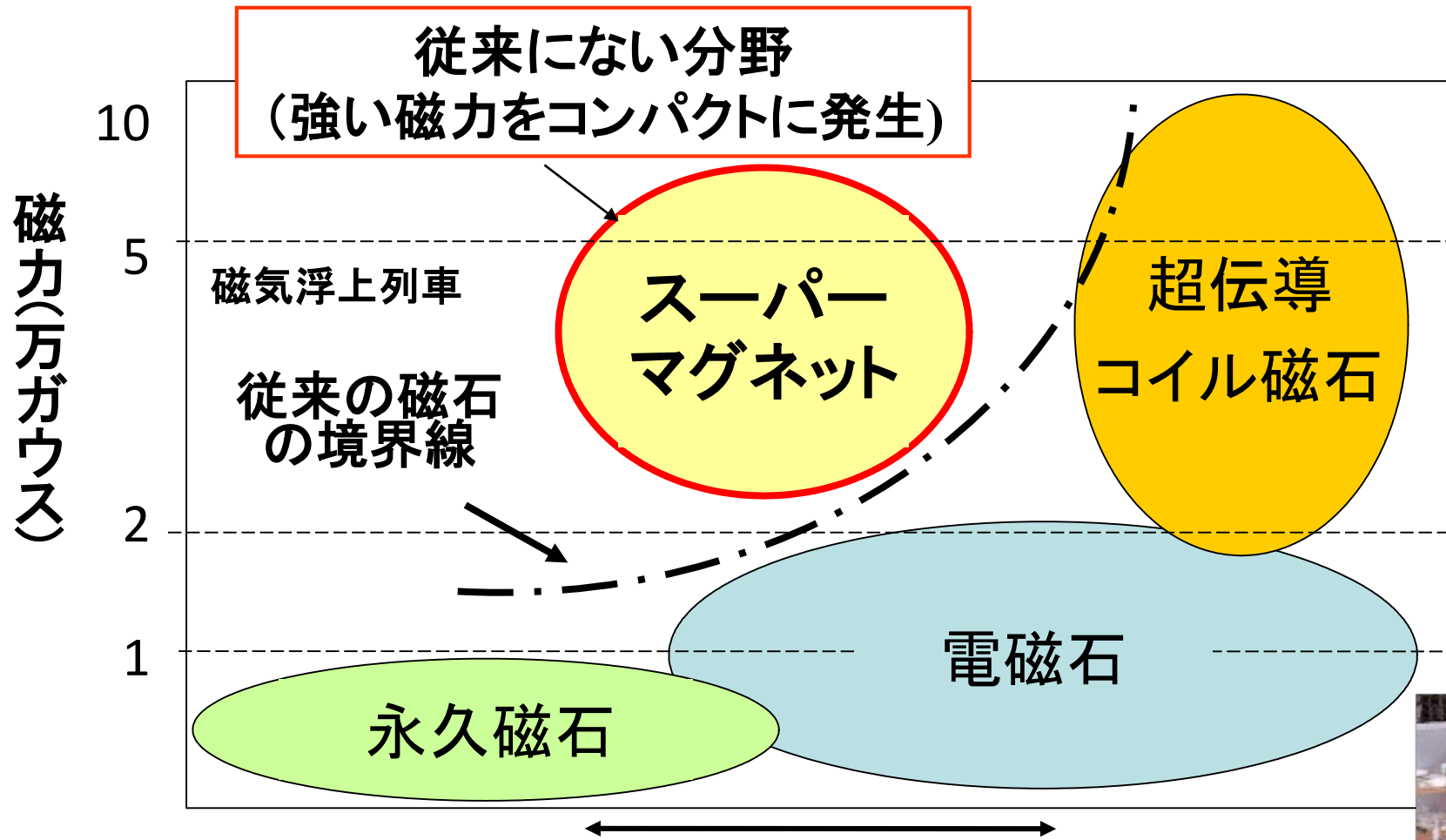
- 磁力が弱いために処理量が少ない
(磁気回路の鉄が磁気飽和)
- 沈殿を作るための添加剤のコストが高い
(水酸化アルミや磁性凝集剤などを使用)

などの問題があり、廃棄物による環境負荷の増大や、工場のゼロ・エミッション化への障害となっています。

新技術の概要

- 従来にない強い磁力をコンパクトに発生する磁石を開発しました(3万ガウス級)。
- 大型だった磁石を小型・安価で持ち運べるようにしました(特許)。
- これまで吸着できなかった磁性の弱い物質も分離回収できます(ニッケル塩化合物など)。
- 磁性の弱い物質も吸着分離できるため、様々な新しい産業分野への適用が期待されます。

スーパーマグネットの位置付け



小規模
安価

装置の大きさ
値段

大規模
高価



永久磁石 (~1万ガウス)
~10万円、~2kg



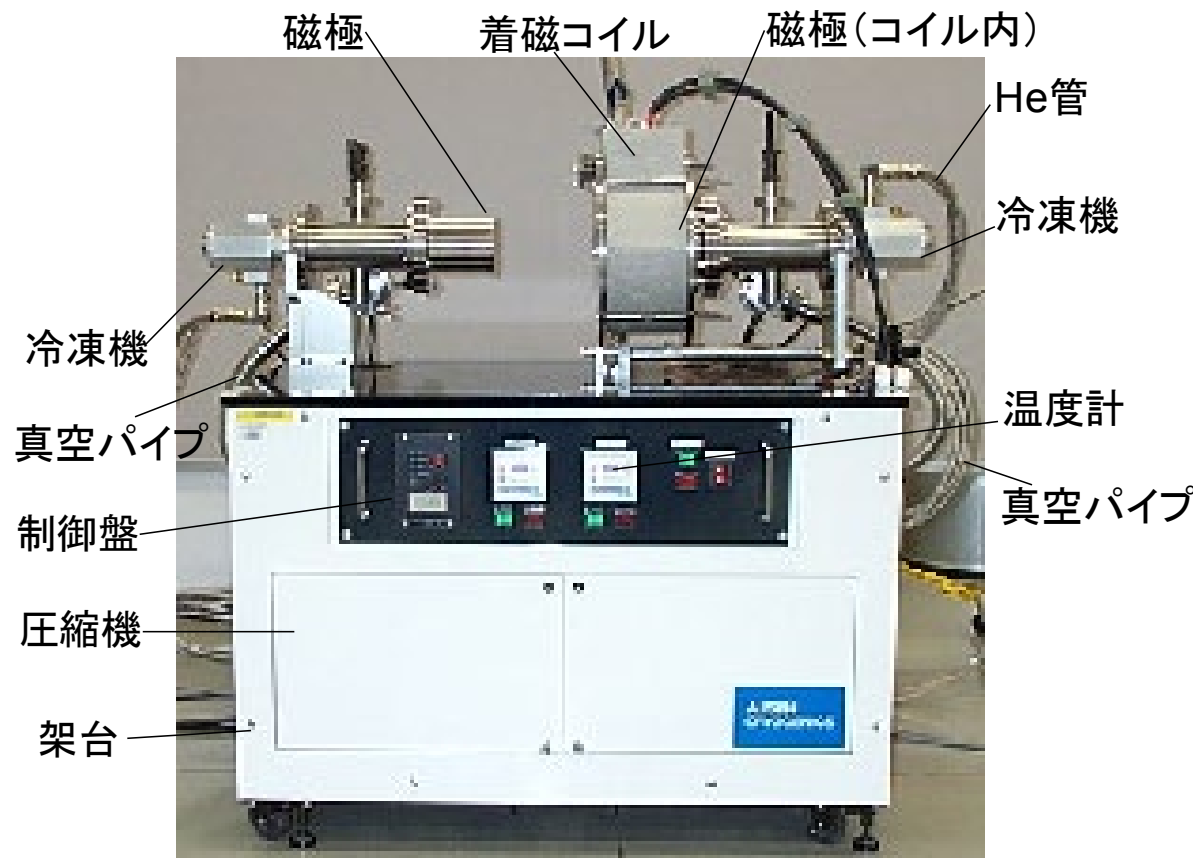
電磁石 (~2万ガウス)
300~3千万円、500kg~2トン



超電導磁石 (~10万ガウス)
2千万円~、500~1000kg

スーパーマグネット

- 冷凍機を使って極低温にしたバルク磁石材料を、着磁して得られる強力な磁石装置です。
- 単極または対向配置して表面や空間の強い磁力を利用します。
- 磁性体を貼り付ければ均一な磁力空間を得ることもできます。



- バルク磁石; $\sim \phi 60$
- 容器径; $\sim \phi 87$
- 冷凍機; GM式
- 到達温度; 35K
- 冷凍能力; 15W(77K)
- 寸法; 900x600x1100
- 電源; 3kW(100V)
- 重量; 180kg

新技術の特徴・従来技術との比較

- 希土類磁石の20倍以上の磁力を発生します
- 強い磁力をコンパクトに発生でき、運搬可能です
- 磁力空間に急な傾斜があり、分離や吸着に好適です
- 磁性体を使って均一な磁力空間も発生できます
- あらかじめ低温用の冷凍機と着磁装置を使って着磁して使用します
- 冷凍機の連続運転によって長期間の安定した利用ができますが、定期的な保守が必要です
- 一旦消磁すると再着磁の作業が必要です

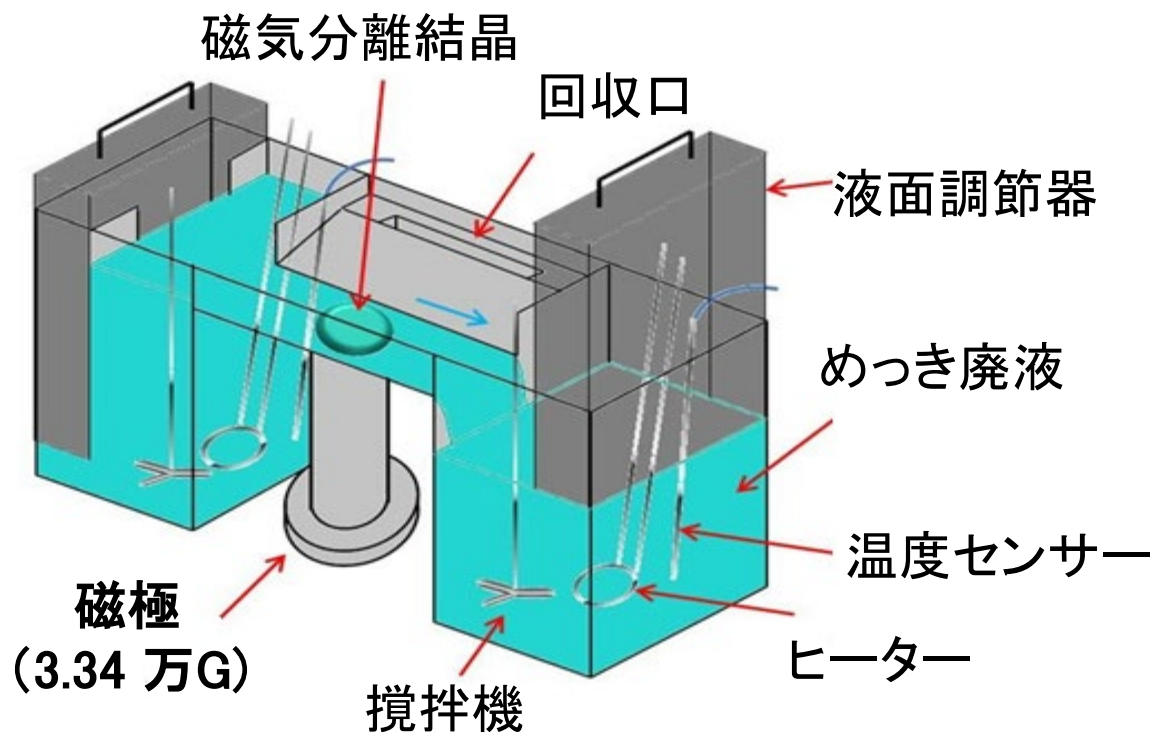
想定される用途

本技術の特徴を生かすため、対象物質、処理量、分離目標など、具体的な実例を検討したい。

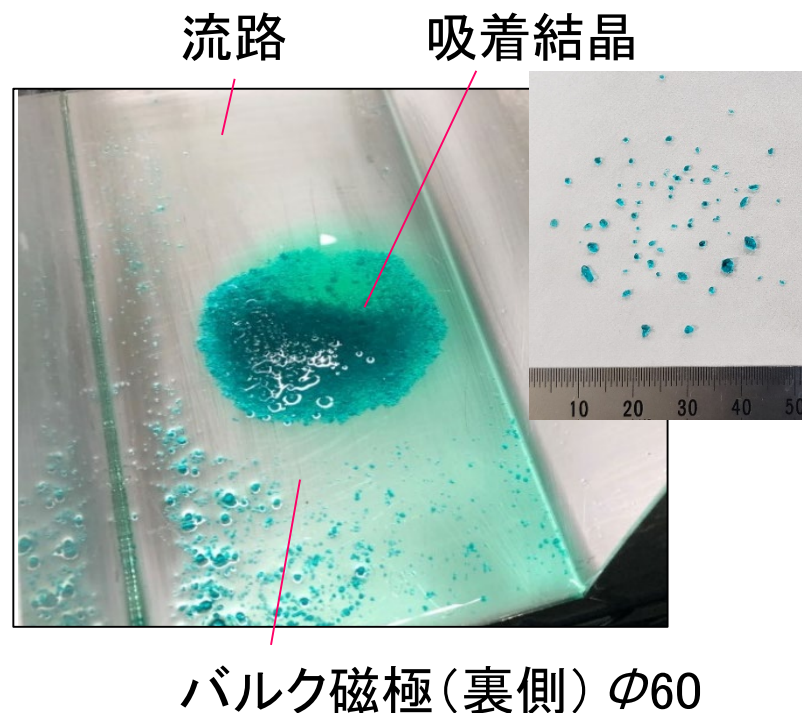
- 工場廃液からの切削油の分離
- Niめっき廃液からの資源回収による液寿命の延長と、工程のゼロエミッション化
- 医薬品や飲料からの異物分析や廃油処理などに適用するとコストや環境メリットが大きい。

ニッケルめっき廃液の磁気分離

- 単極のスーパーマグネットの上に分離実験槽を載せる
- 水槽に処理廃液をためる(室温)
- 液面調節器を押し込んで、片側に処理廃液をオーバーフローさせる
- 磁極上(2.6万ガウス)に析出した硫酸ニッケルが吸着するので回収する



磁気分離実験槽



吸着した硫酸ニッケル結晶

実用化に向けた課題

- 現在、磁石の製造コストと信頼性確保とが可能なところまで開発済み。しかし、個別の工程コストの点が未解決です。
- 今後は、共同開発先と協力し、実際の工程で実験データを取得し、目標品質とコストへの適合条件を確認していきます。
- 現実の設置条件に適合した実用化に向けて、磁石とシステム全体の技術確立が必要です。

企業への期待

- 既存商品である真空ポンプや冷凍機などを組み合わせて、本開発技術の核心であるバルク磁石を十分な信頼性でシステム化できると考えています。
- 未知の領域にある強い磁力を、現実の工程に応用する際の事業性（規模やコスト）を、具体的に検討できる企業との共同研究を希望します。
- 中小規模の無電解ニッケルめっきに関わる事業への適用を考えています。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 磁場発生装置、核磁気共鳴装置および磁場発生方法
 - 出願番号 : 特願2019-217811
 - 出願人 : 芝浦工大他
 - 発明者 : 岡徹雄他

産学連携の経歴

- 1999年-2004年 JST岩手県地域結集型共同研究事業
- 2009年-2010年 JSTシーズ発掘試験
- 2010年-2011年 産学協同研究(アイシン精機)
- 2011年-2013年 (株)JNC共同研究
- 2016年-2019年 JSPS科研費補助金

お問い合わせ先

芝浦工業大学

研究推進室研究企画課

TEL 03-5859-7180

FAX 03-5859-7181

E-mail: sangaku@ow.shibaura-it.ac.jp