

「食の安心・安全技術開発プロジェクトP2公開セミナー2013」

平成25年5月13日(月)13:00-16:30

⑦ 食品に付着・混入した異物検査装置の開発
SQUID(超高感度磁気センサ)

— 100ミクロン程度の微小磁性金属異物の検出ができる —

○豊橋技術科学大学 研究員 大谷剛義

豊橋技術科学大学 教授 田中三郎(プロジェクトリーダー)

所属グループ:2

「食品等の固形異物を検出できる高度な計測デバイスの開発」

グループリーダー:福田光男

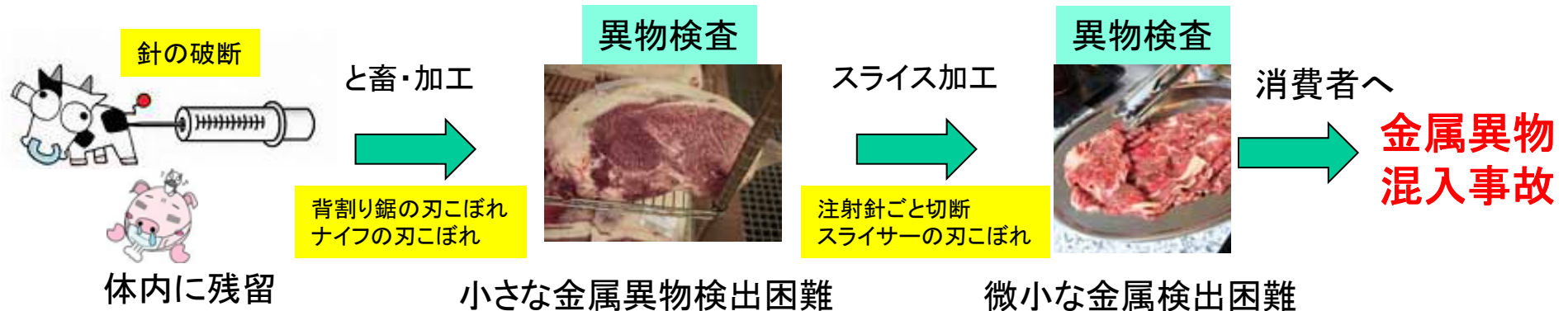
所属サブテーマ:1

「SQUIDおよび小型低磁場MRIを用いた異物検出装置開発」

サブテーマリーダー:甘日出 好

背景

食品の製造工程において、加工機械等の破損により、製品へ金属異物が混入する事故が発生し、社会問題となっている。



○ 一般的なメーカーの金属異物自主管理基準

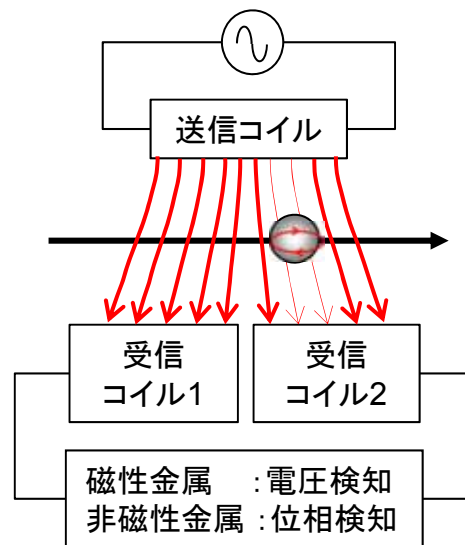
一般的に $\phi 1\text{mm}$ 球の検出を基準とし、**検出目標を $\phi 500\mu\text{m}$ 球**と掲げている。
異物検出装置等の性能と、個別製品の特性に基づく自主管理。

○ 主な金属異物検出機

- 誘導コイル式金属異物検査機 : 検出感度が十分でない。
- 軟X線式異物検査機 : 高速・高感度検出が十分でない。

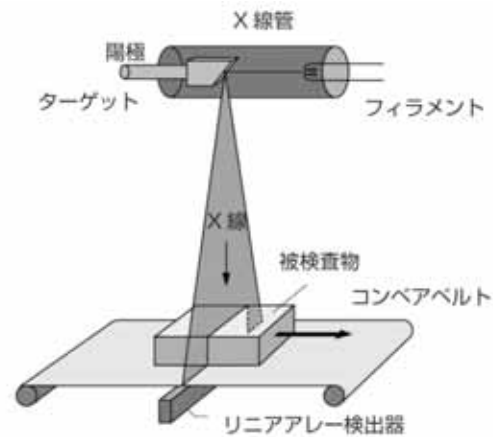
各種金属异物検出方式

誘導コイル式金属検出機



安価・低ランニングコストで
もっとも広く普及している。
製品の大きさや形状、イオン濃度、
温度、包装材等に影響を受ける。

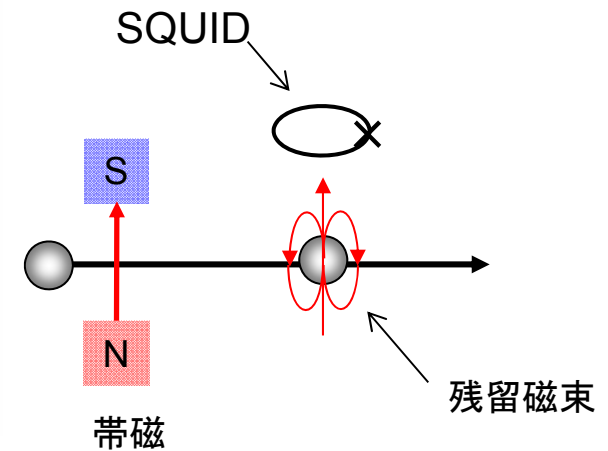
軟X線式异物検査機



アンリツ産機システム
アンリツテクニカル No.80 Jan.2002

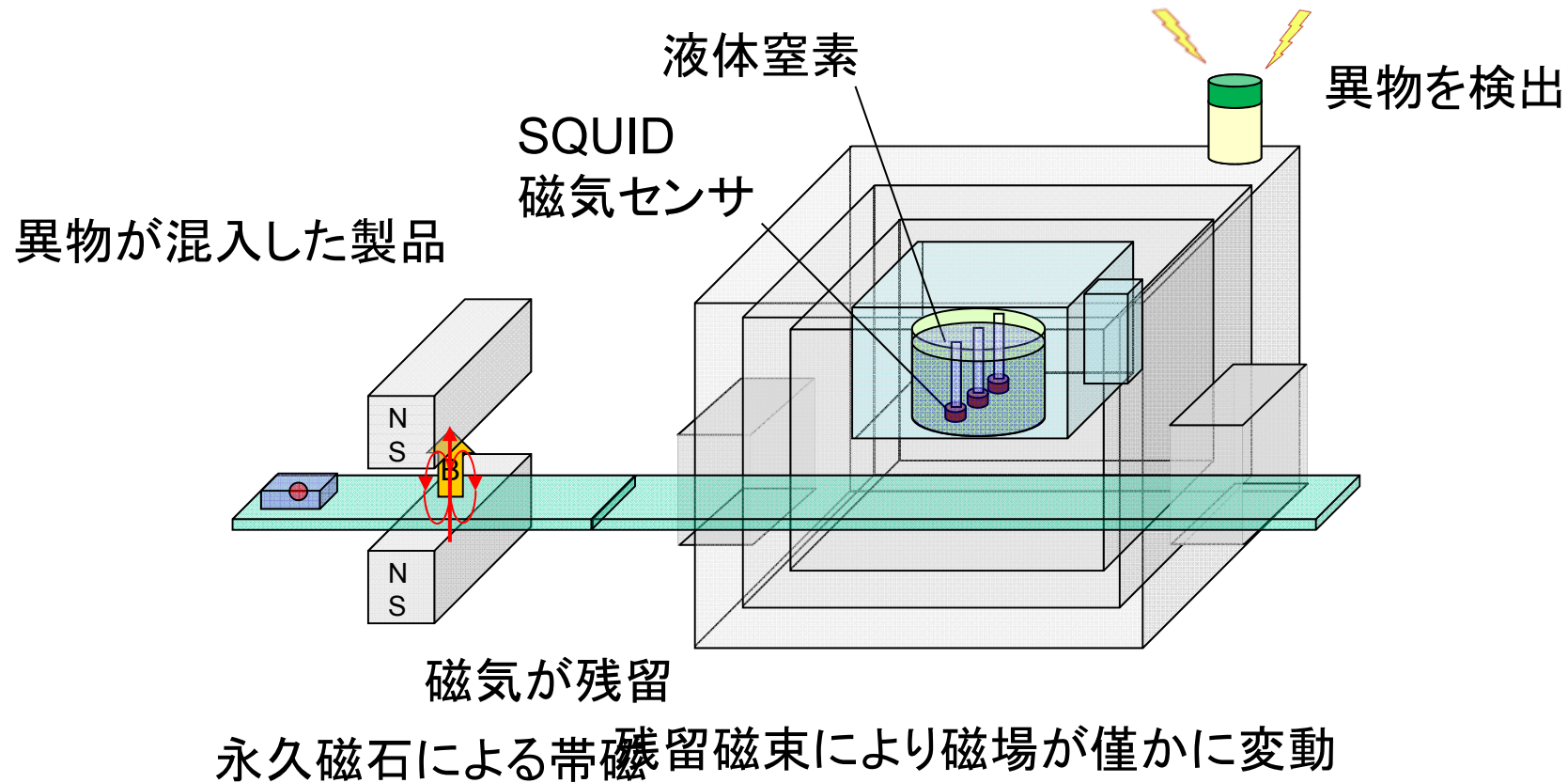
金属・石等様々なものが検出可能
包装材等の影響、不均一製品・速度により
感度低下
やや高価・ランニングコストが高い
乳製品への適用困難。

超伝導式金属异物検査装置

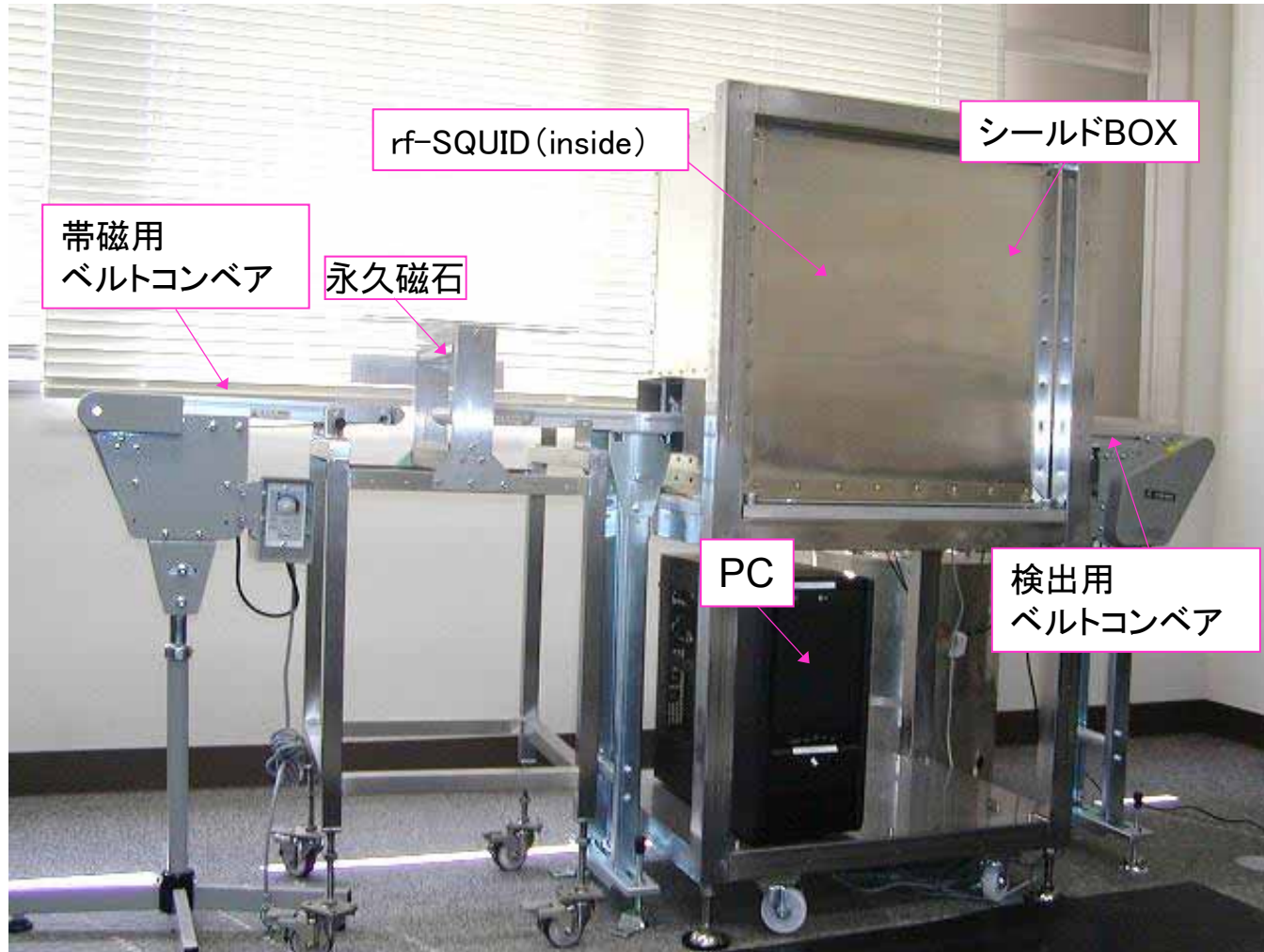


磁性金属異物を超高感度で検出可能
50m/min以上の高速測定も可能
非磁性金属の検出ができない
低ランニングコスト

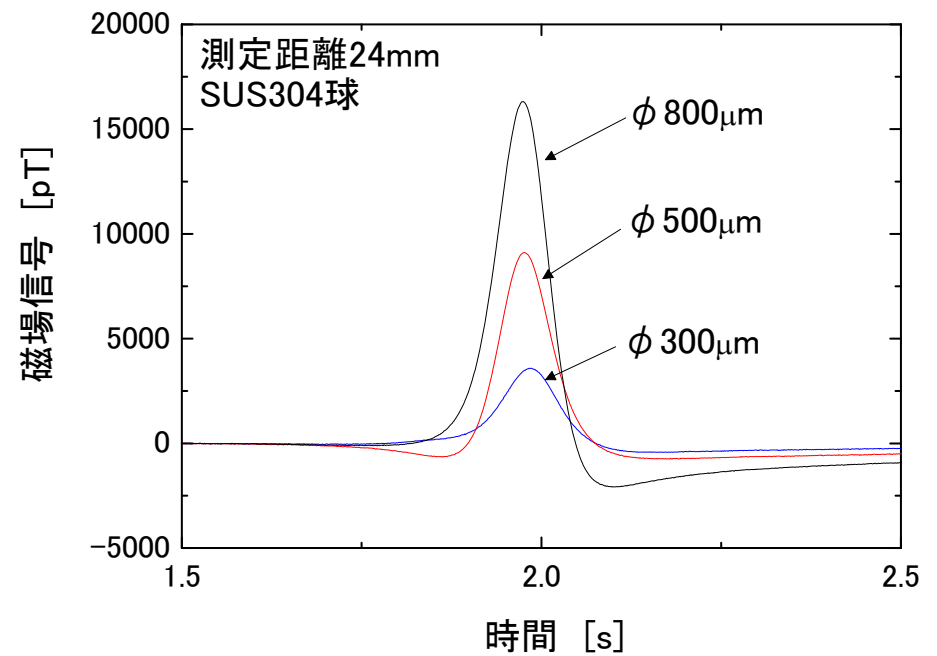
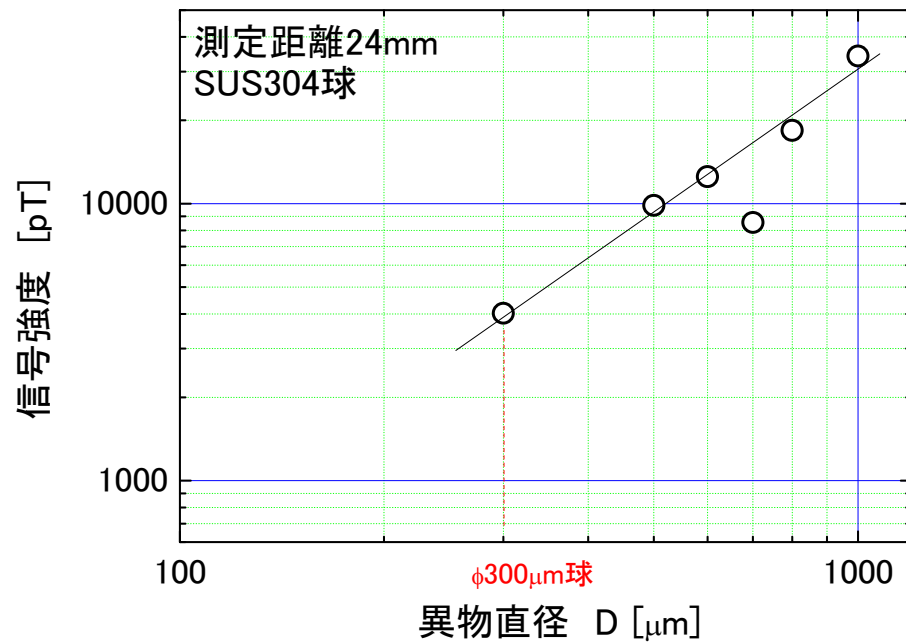
超伝導式金属異物検出装置



試作1号機



異物の大きさと信号強度の関係



一般的な検出目標である $\phi 500\mu\text{m}$ の異物検出が可能

試作2号機の検討

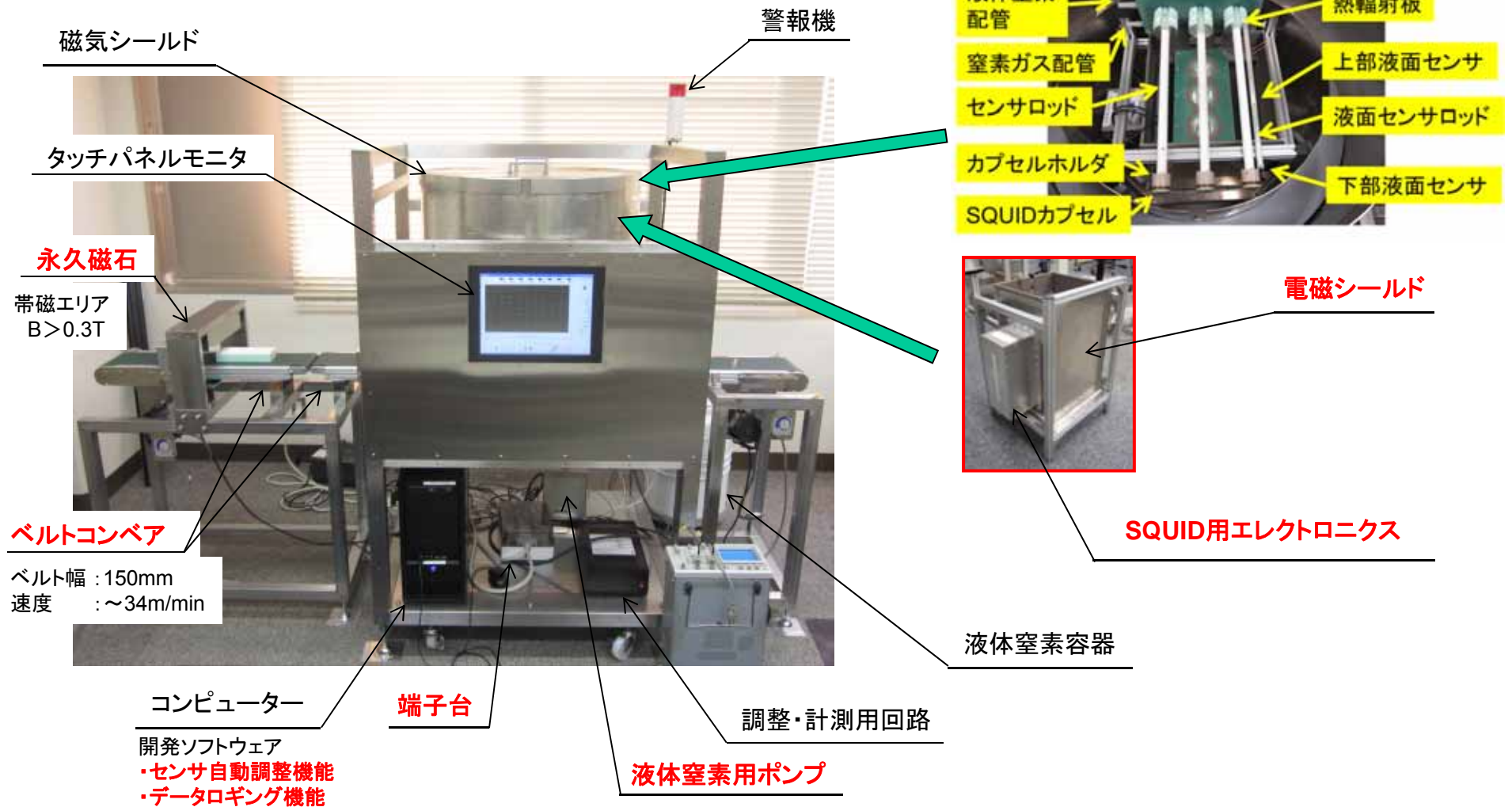
試作1号機



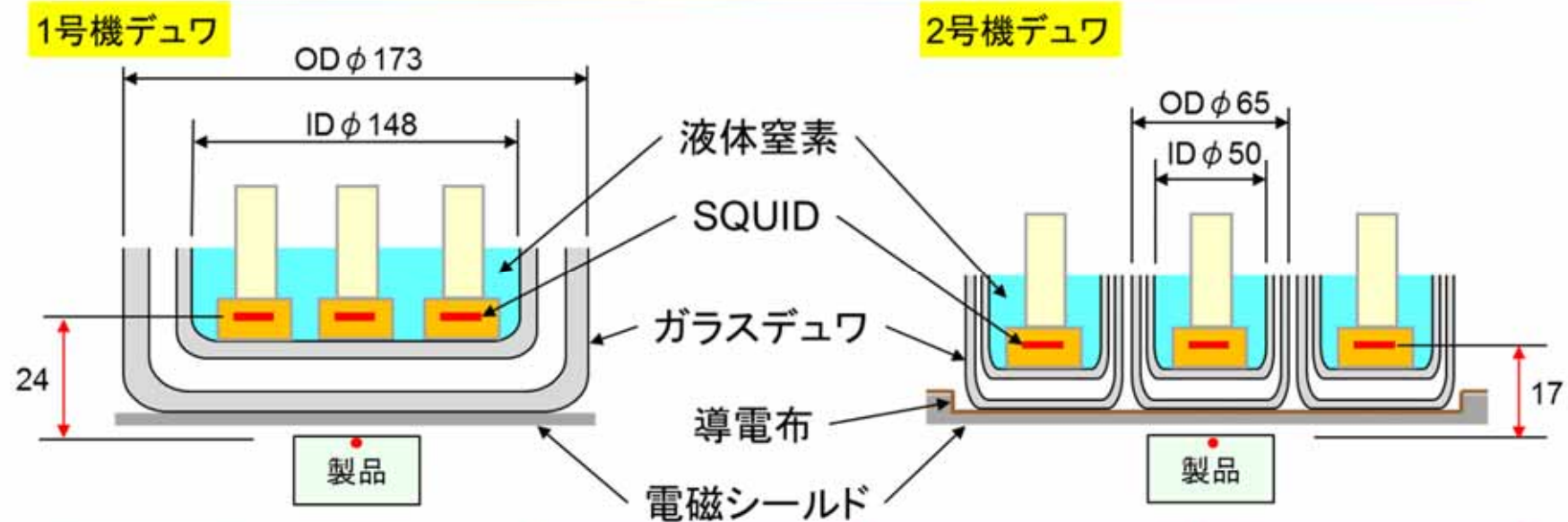
試作2号機

- ・ 回路へのノイズ侵入対策
- ・ コンベアの低磁気ノイズ化
- ・ 断熱容器(デュワ)底の薄肉化
- ・ 帯磁場強度増による信号増
- ・ 調整自動化によるユーザーフレンドリー性の向上

試作2号機



デュワ改良による高性能化・高感度化



(左)1号機、(右)2号機

	1号機デュワ	2号機デュワ
LN ₂ 容量	3.5L/本	1.7L/3本
連続計測可能時間	約10時間	約15.5時間
製品との最短距離	24mm	17mm
LN ₂ 補給	要分解(20分)	半自動注入(3分)

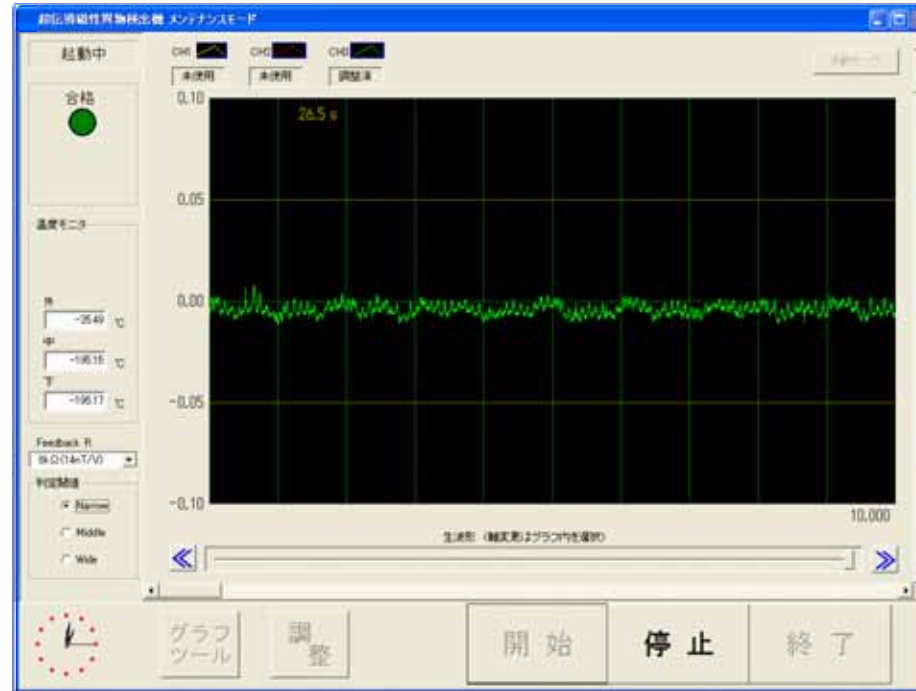
異物信号は距離の3乗に反比例する

$$H = -\frac{1}{4\pi\mu_0} \nabla \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{r}}{L^3}$$

H: 磁気信号
 μ_0 : 真空中の透磁率
 m: 磁気モーメント
 r: 磁気双極子間距離
 L: センサとの距離

開発ソフトウェア

機軸検出時の表示画面



開発警報動作エア

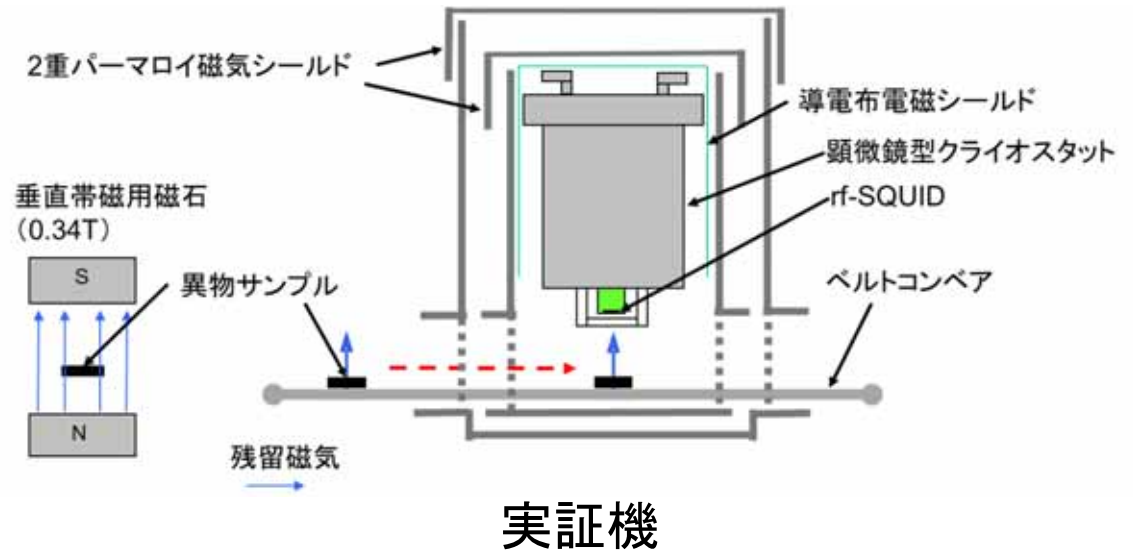
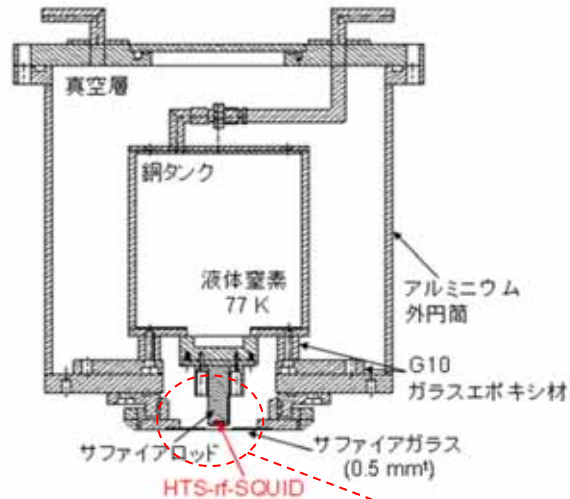
① センサ自動格差調整機能

② 液面浮力機能点灯

③ LN₂半自動注入機能

測定データ自動保存機能

100 μm 検出用高感度実証機

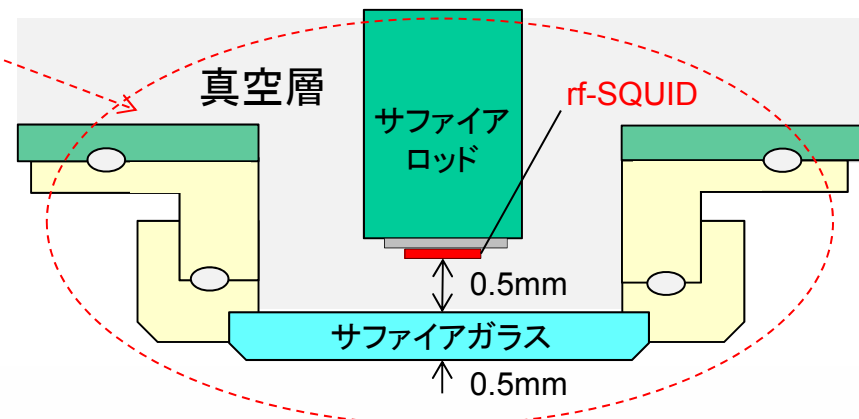


顕微鏡型低温真空断熱容器

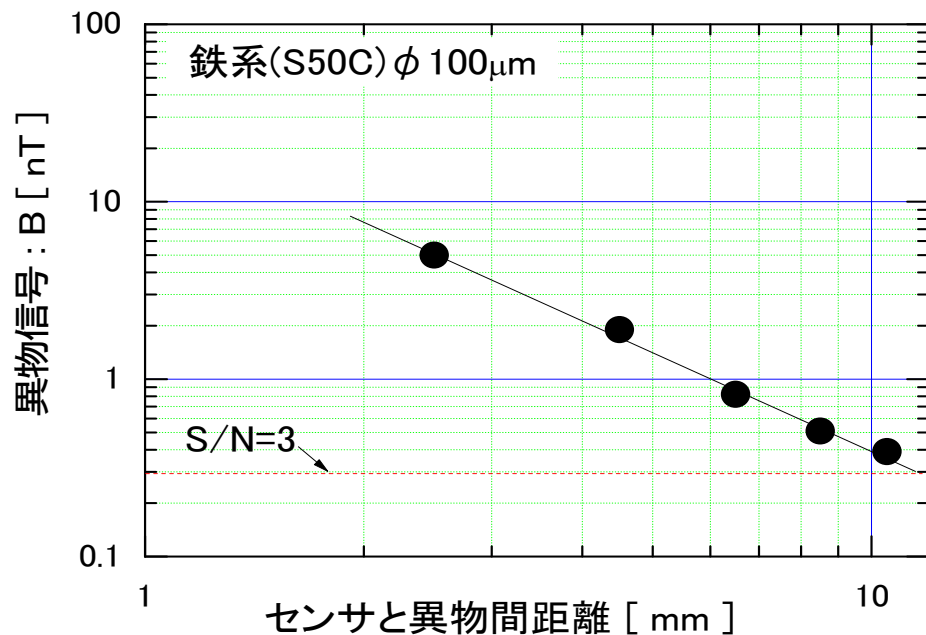
液体窒素の温度をサファイアロッドで伝達
製品とセンサとの距離が2mm以下まで短くできる

$$B \propto \frac{1}{L^3}$$

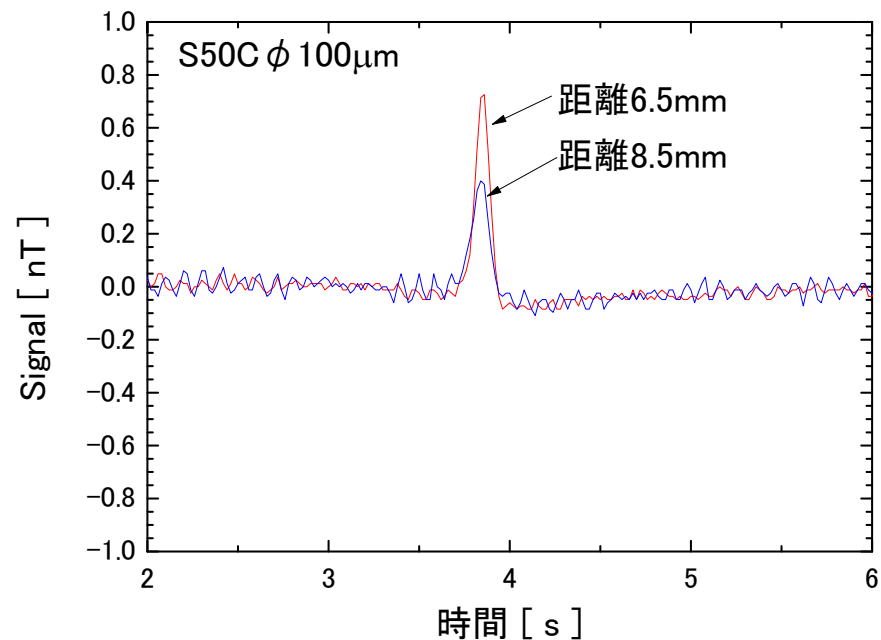
B: 磁気信号
L: センサとの距離



実験結果



センサ-異物間距離と信号強度の関係



時間波形

$\phi 100\mu\text{m}$ 球相当の異物が検出可能

出汁や醤油の小袋など

これまでの成果と今後の予定

これまでの成果

1. 厚物食品向け試作機で、目標の $\phi 500\mu\text{m}$ 球の検出ができた。
2. 薄物食品向けで $\phi 100\mu\text{m}$ が検出できる目処がついた。
3. ソフトウェアの開発で、センサの自動調整が可能となった。
4. フィールドテスト可能な食品検査用の試作機が完成した。

今後の予定

1. 厚物食品向け試作機の性能評価
2. ソフトウェアの高機能化
3. 代表的な食品サンプルを用いて実験による適応製品調査
4. コストの検討

ご清聴ありがとうございました。