

非破壊検査によるきずの早期検出は構造物の健全性維持において必要不可欠な技術です。本研究では原子炉压力容器の内面のステンレス鋼表面を対象に、孔食によるきずを非破壊検査手法の1つである渦電流探傷（ECT）法により検出できる確率の導出を試みました。

渦電流探傷法による原子炉压力容器内張り孔食検出性の確率論的評価技術の開発

東北大学大学院工学研究科 遊佐 訓孝

研究の必要性

定期的な非破壊検査によるきずの早期検出は構造物の健全性維持において必要不可欠

一般的な検出基準（決定論的評価）

【測定信号】>【雑音レベル】ならきず検出
（きずが存在するor存在しないの2値的な評価）

雑音のばらつきが大きい場合は適用困難

- ある大きさのきずが「常に確実に検出できる」とは限らない。
- 雑音が大きい部位では大きなきずでも見逃すかもしれない。
- 「雑音レベル」の適切な設定は容易ではない。等

より高度化な検出基準（確率論的評価）

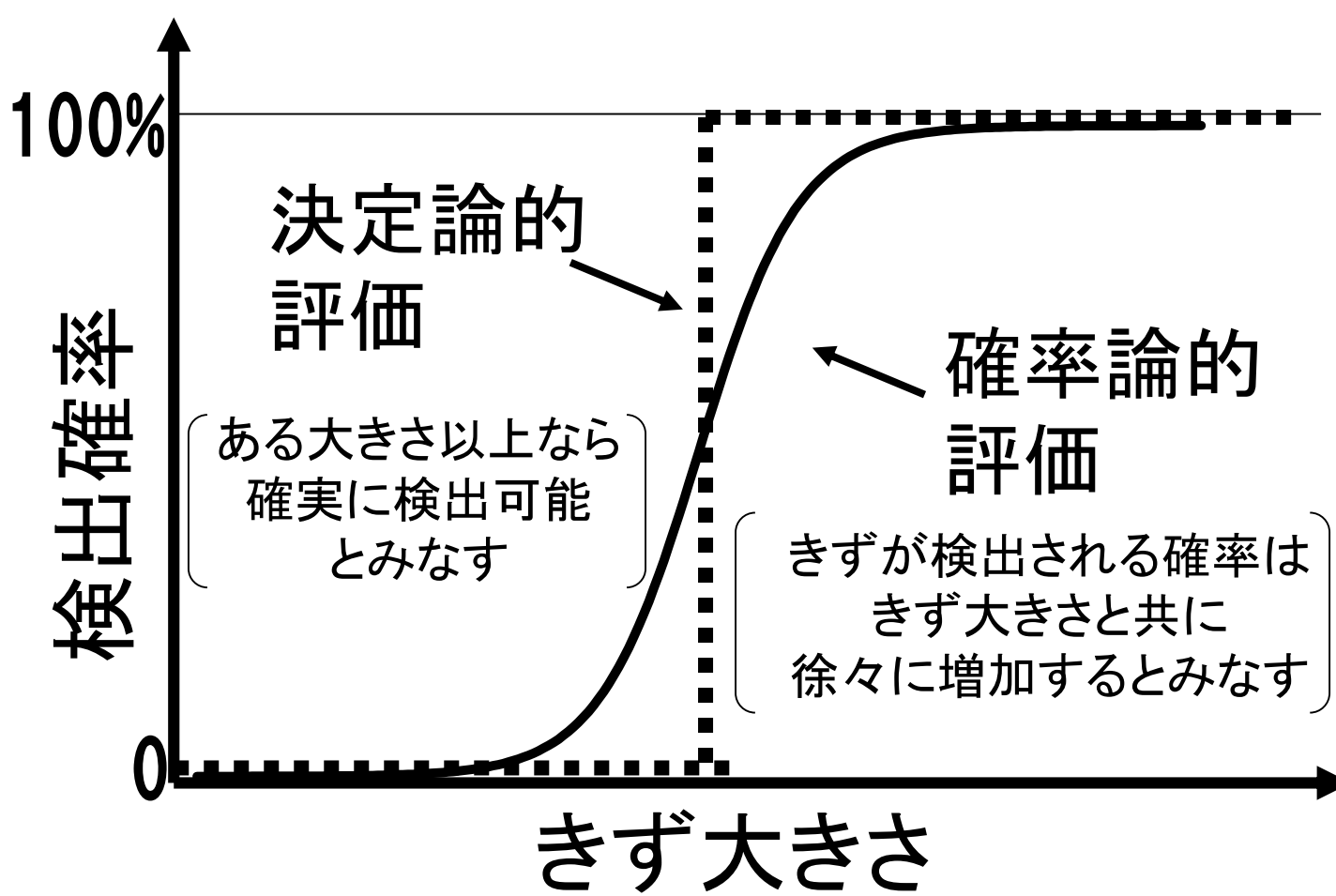


図1. 確率論的検出性評価イメージ図

- ✓ 確実に検出or見逃しではなく、0~100%の連続値を取り得るとしてきず検出確率を評価
- ✓ 試験条件がリスク低減に及ぼす影響の定量的評価
- ✓ 他の保全活動の効果を鑑みた資源配分の適切化の実現

研究内容

非破壊検査試験におけるきず検出性の確率論的評価手法の開発

（具体的対象・適用手法：ステンレス溶接部孔食・渦電流探傷法※1）

試験体の設計・製作

オーステナイト系ステンレス肉盛溶接平板に人為的に機械加工穴および孔食を導入した試験体を製作（機械加工穴数：159、孔食数：70）

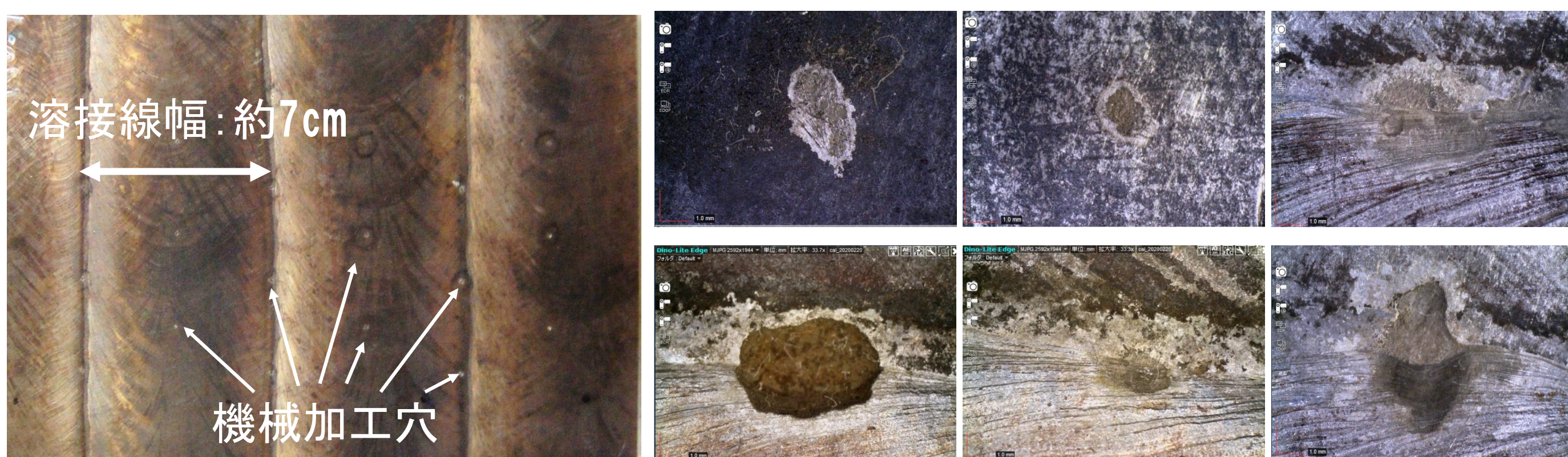


図2. 製作試験体(左:機械加工穴試験体、右:導入孔食例)

測定試験と影響因子の評価

様々な条件での測定試験を実施し、きず信号および雑音に対する影響因子を評価。

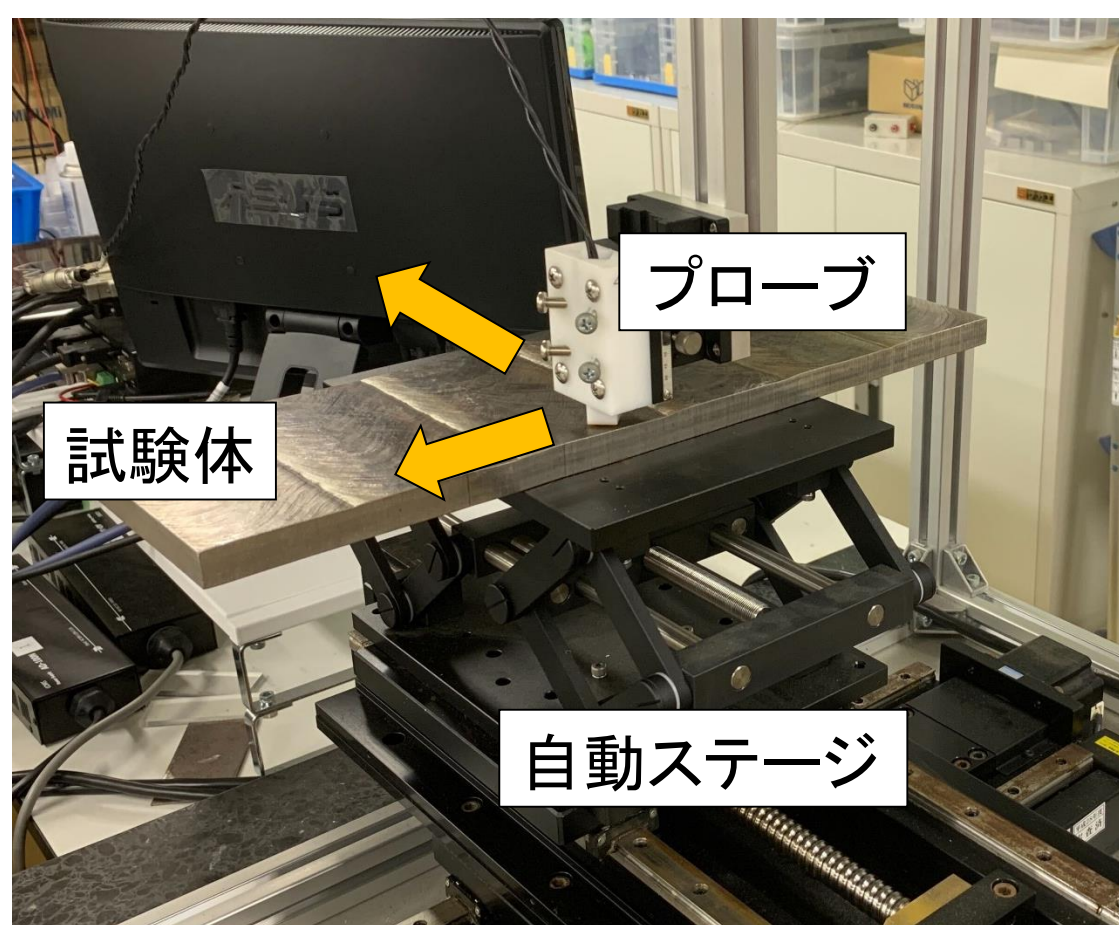


図3. 測定試験の様子

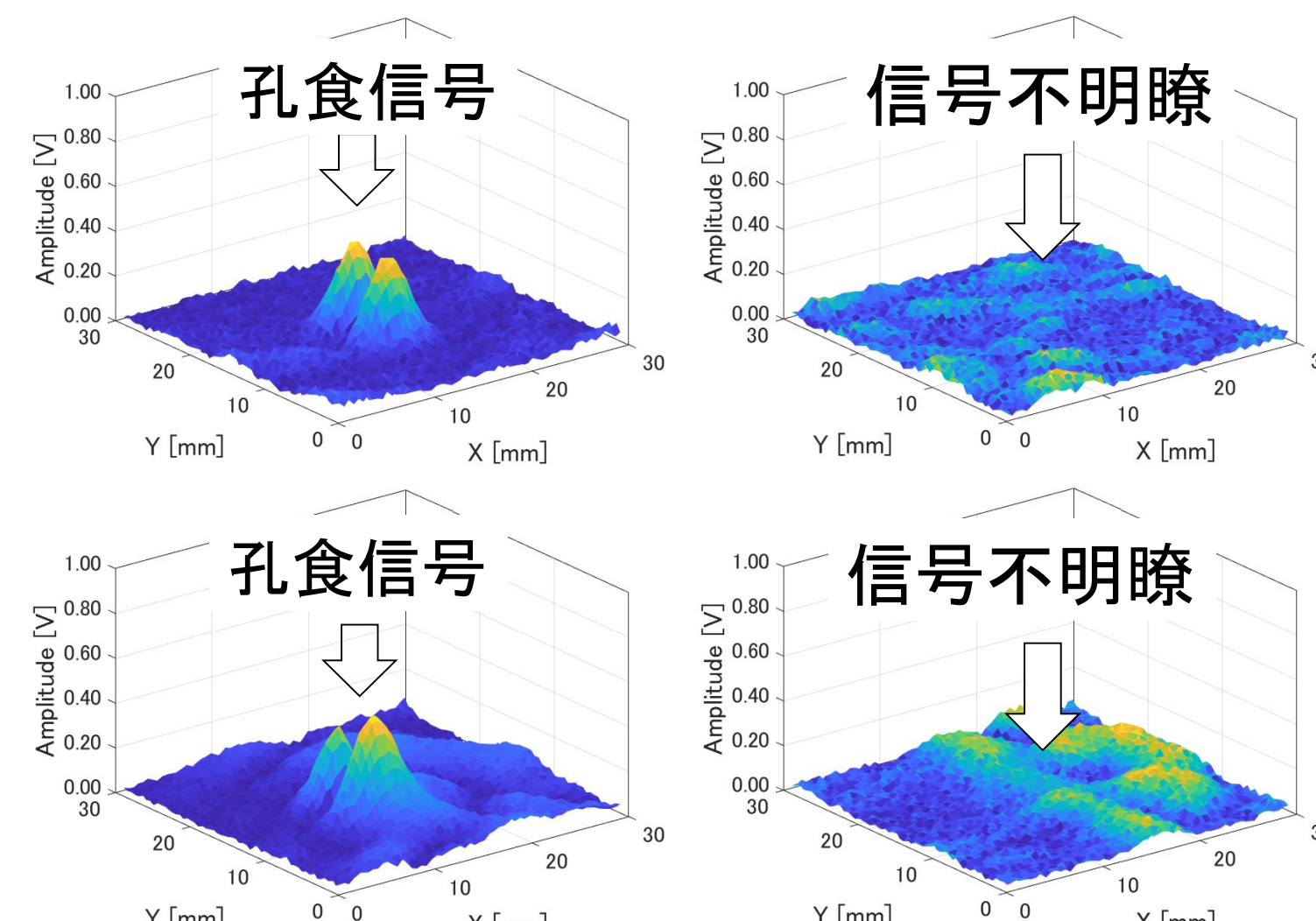


図4. 測定信号例(上:溶接線上、下:溶接線間)

孔食検出性評価モデルの開発

測定結果に基づき孔食検出性を表現する関数化構築法を検討。

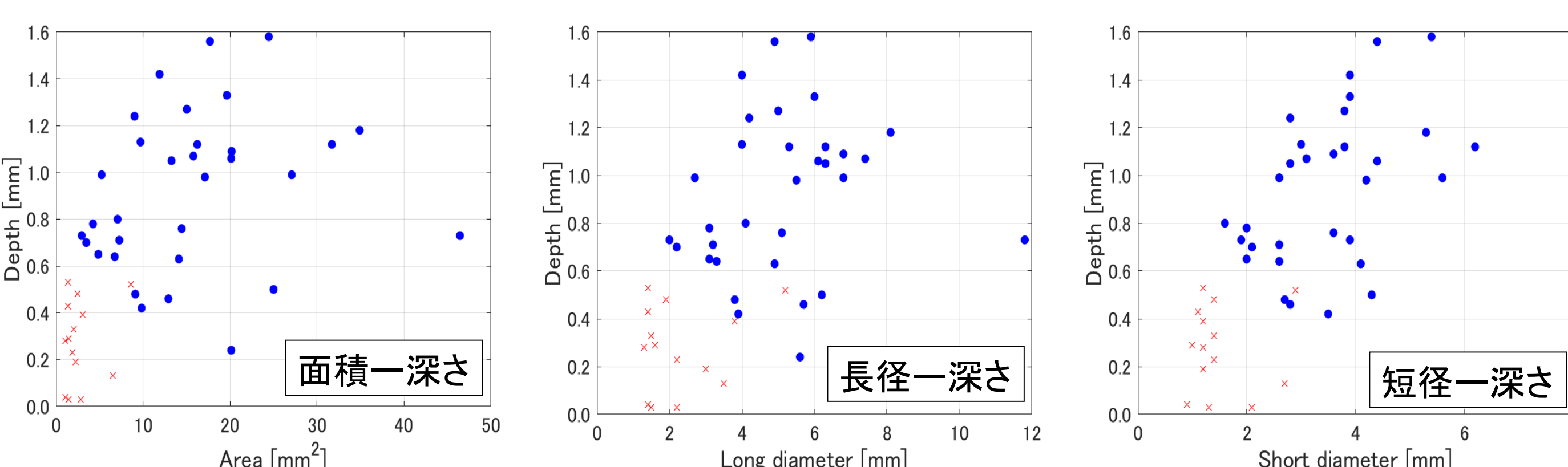


図5. 溶接線上孔食検出/非検出評価結果(●:検出、×:非検出)

研究の成果

影響因子評価結果

- プロブ方式による信号および雑音の度合いへの影響は大きい
- 適切なプローブ大きさ、励磁周波数範囲が存在する
- 指向性の強い電流分布を用いると磁気特性による影響は小さい(図6) 等

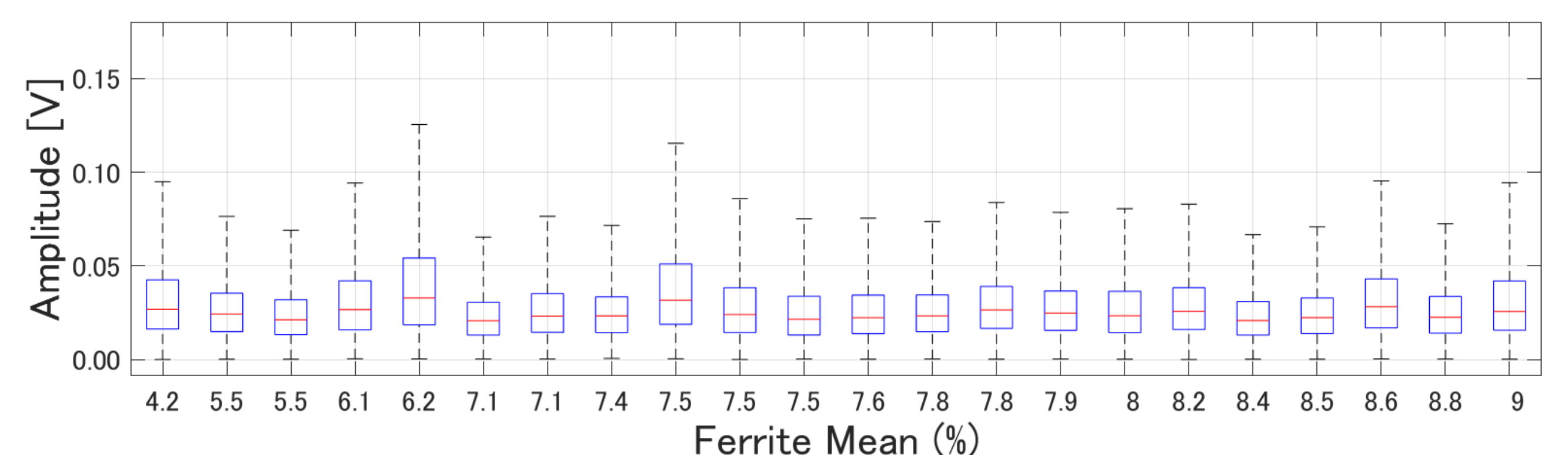


図6. フェライト量平均値一雑音評価結果(明確な相関無し)

検出性評価モデル

- 孔食の短径と深さをパラメータとした検出性評価の提案と妥当性確認。
- 孔食の短径が検出性に及ぼす影響は特に大きい。

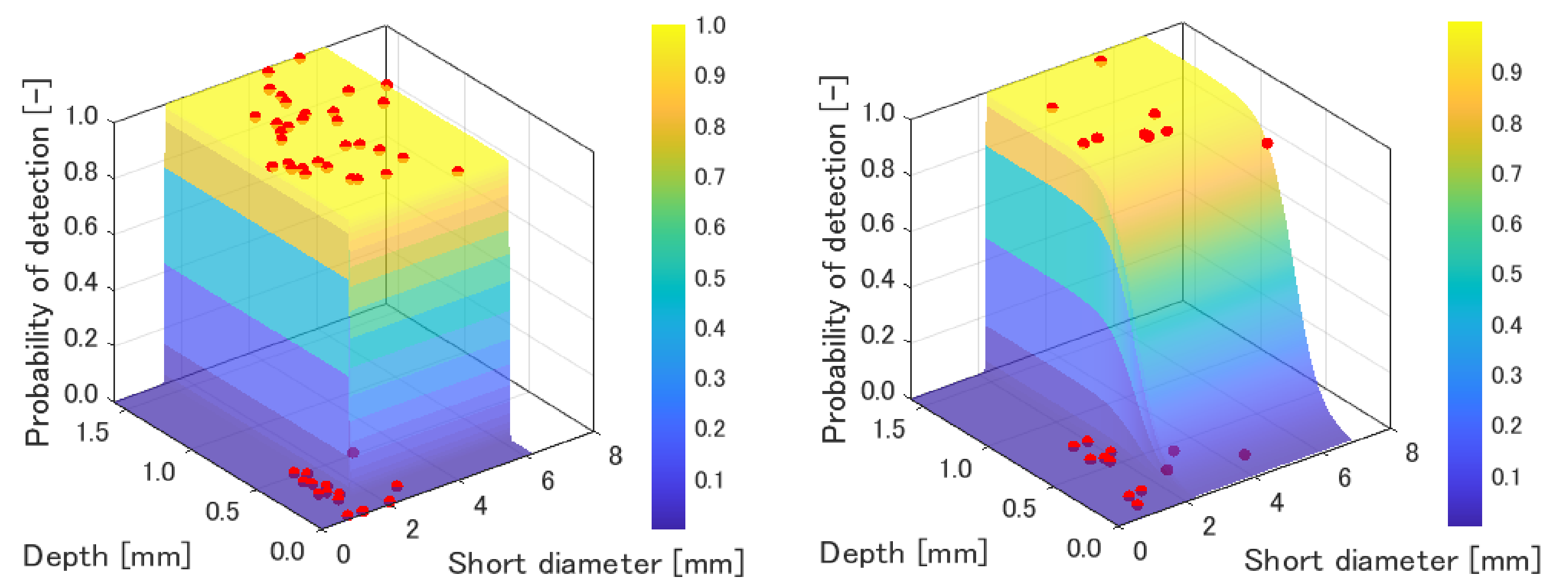


図7. 検出確率評価結果(左:溶接線上、右:溶接線間)

まとめと課題

まとめ

- 溶接部孔食検出性評価のための数理モデルを開発し、各種測定条件がきず検出/見逃し確率に与える影響の評価を可能とした。

今後の課題

- 実条件に近い試験データ分析への適用。

※1対象内部に渦電流と呼ばれる電流を流し、電流の乱れからきずの検出を行う非破壊検査手法の一種