

令和4年度 第1回 新潟大学 研究シーズプレゼンテーション

水晶複素容量センシング技術を用いた 生産プロセスの可視化の可能性

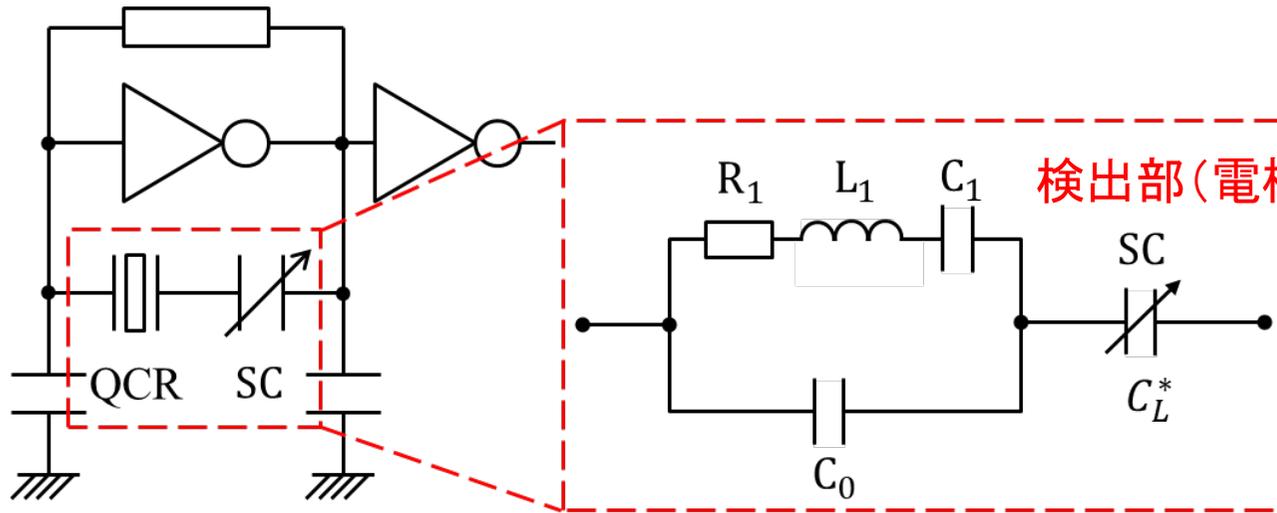
新潟大学自然科学系(工学部) 安部 隆



開発中のセンサ (MHzイメージャー)

複素容量変化を**非破壊**で測れる水晶センサ (特許出願済)

センサの等価回路図



導電率・誘電率の変化



複素容量が変化
(複素誘電率の変化)



共振周波数が変化

複素誘電率 : $\epsilon^* = \epsilon' - i \frac{\sigma}{2\pi f \epsilon_0}$

複素容量 : $C^* = \epsilon^* \frac{S}{d}$



複素容量変化で何が見れるか？

$$\epsilon_r^* = \epsilon_r - i \frac{\sigma}{\omega \epsilon_0} = \epsilon' - i\epsilon'' \quad \epsilon_r^* : \text{複素誘電率} \quad \epsilon'' : \text{誘電損失}$$

第一項は、誘電性（密度も関わる）に関わる項で、高周波数側で支配的

水分量、（ミクロな）**多孔質化**を観察できる。

第二項は、導電性に関わる項で、低周波数側で支配的

**劣化要因に関わる
重要因子！**

イオンの放出、**腐食具合**を観察できる。

用途に合わせて、周波数を切り替えてみたい項目を評価

参考資料

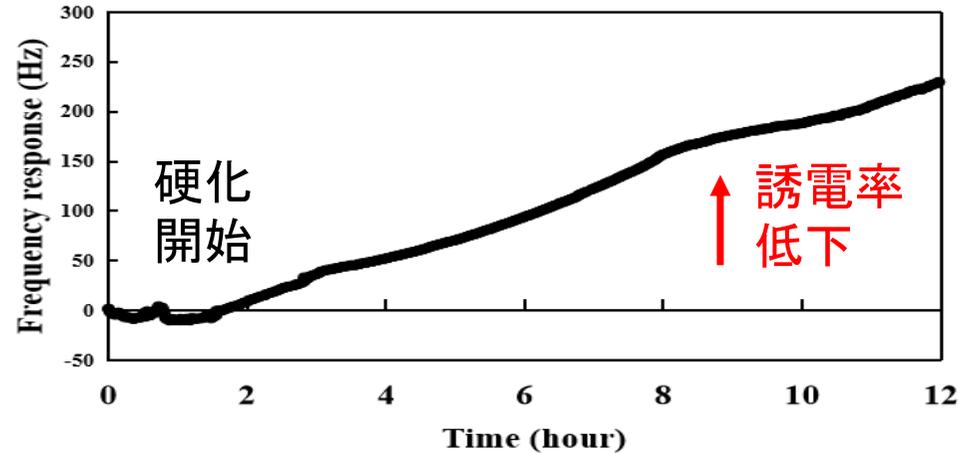
アプリケーションノート



測定例 コンクリートの硬化プロセスの評価

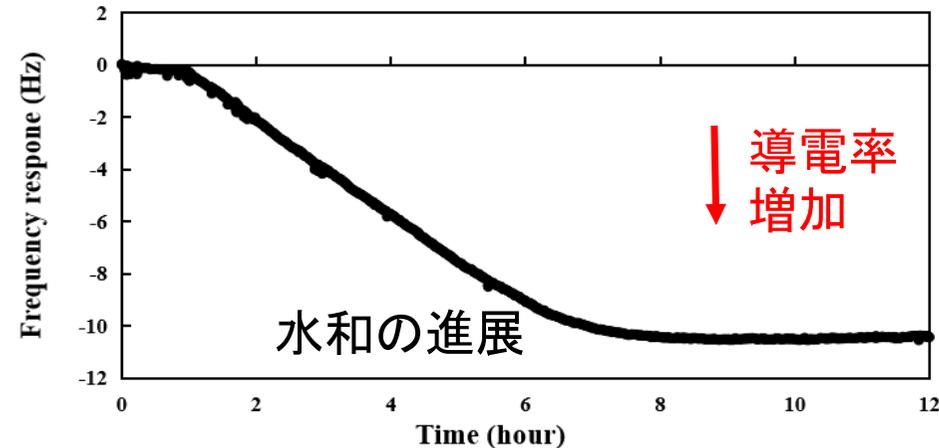
セメント硬化プロセスの**非接触/非破壊測定**の例

Aモード



乾燥、多孔質状態
がわかる

Bモード

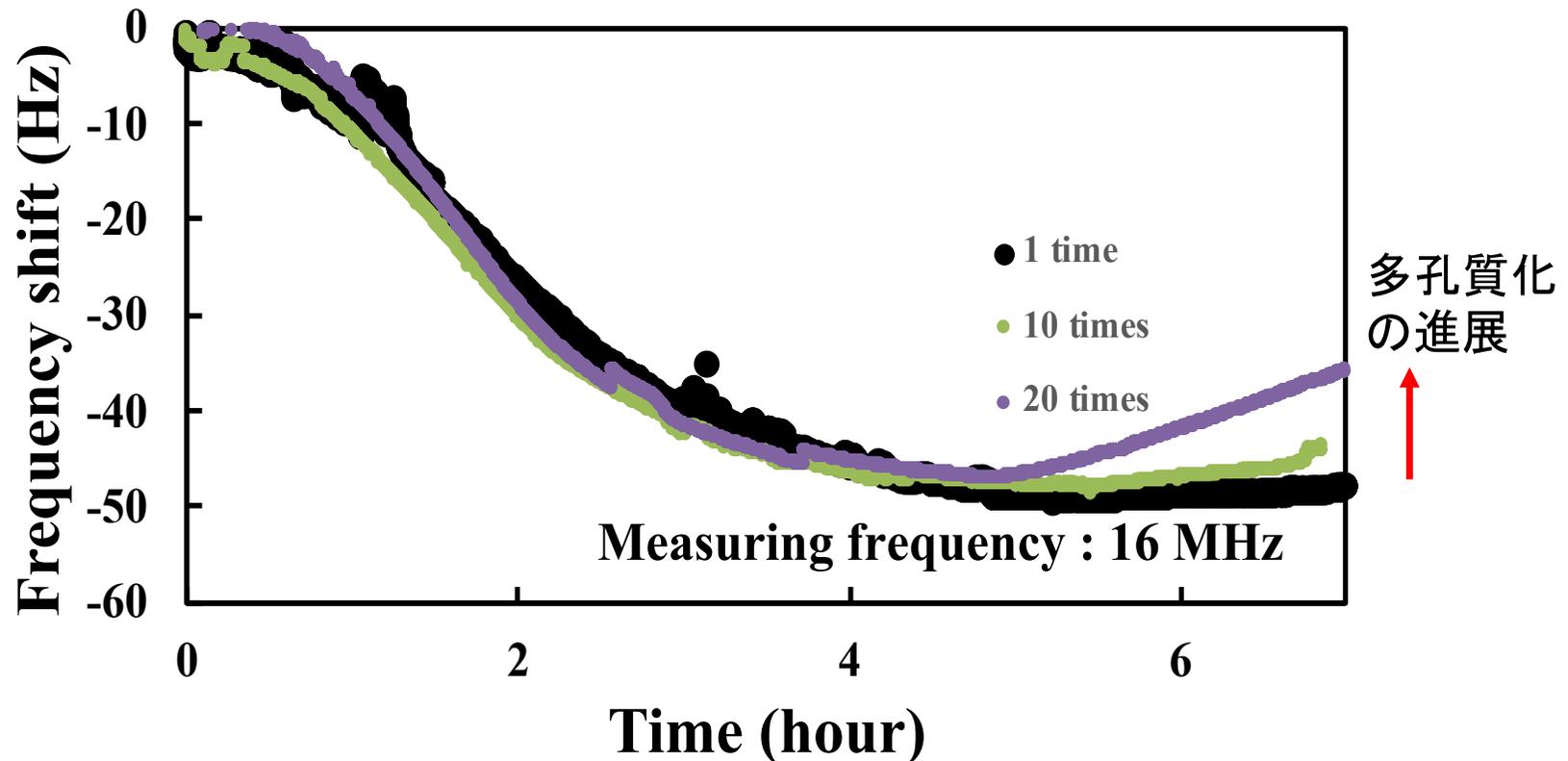


腐食、イオンの
状態がわかる

周波数依存性の比較から施工の管理が可能

測定例 コンクリートの劣化状態の評価

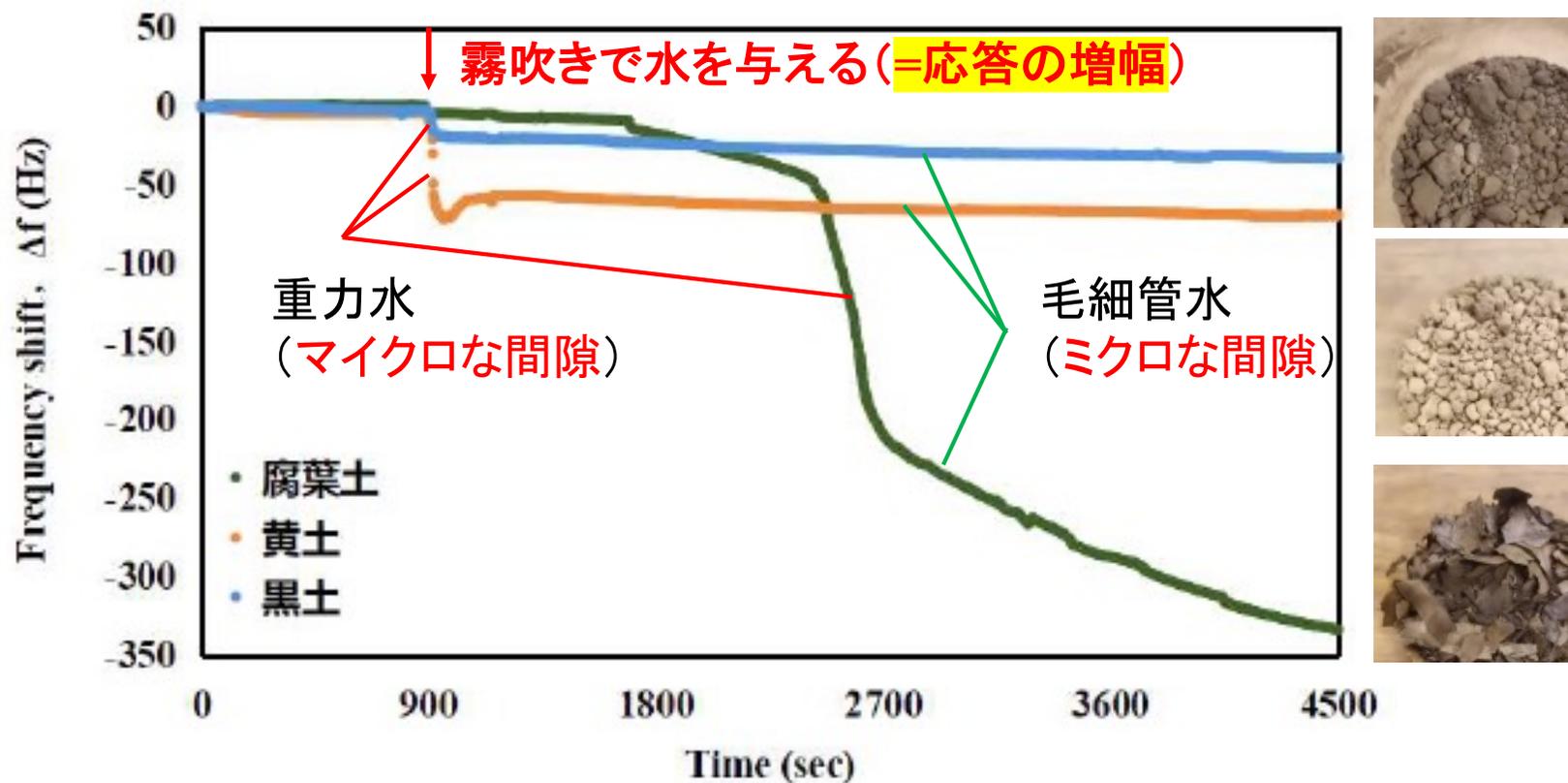
モルタルの凍害劣化の**非接触/非破壊測定**の例



目視でわからない段階から多孔質化の進展を評価可能
施工不良による将来の劣化の予知へ

測定例 土壌状態(多孔質化、保水性)の評価

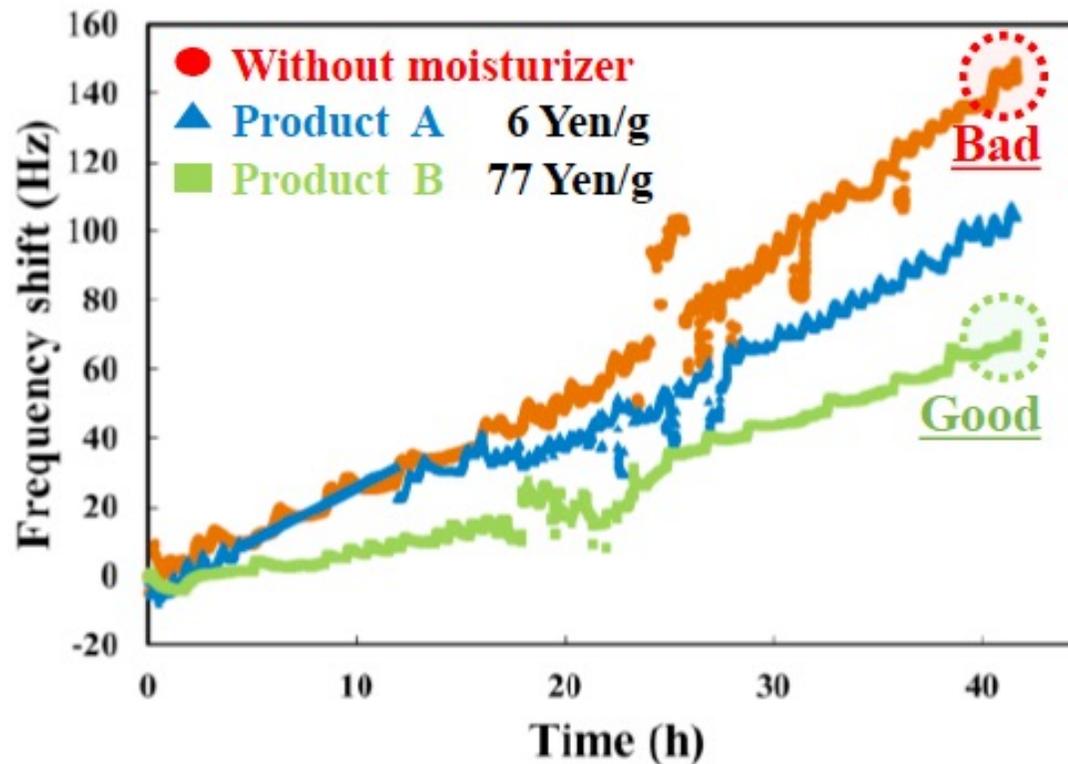
土壌の種類による水の浸透速度の違いの測定例



目視で判定不可能な土壌状態に応じた対策を検討できる

測定例 化粧品の保湿性の評価

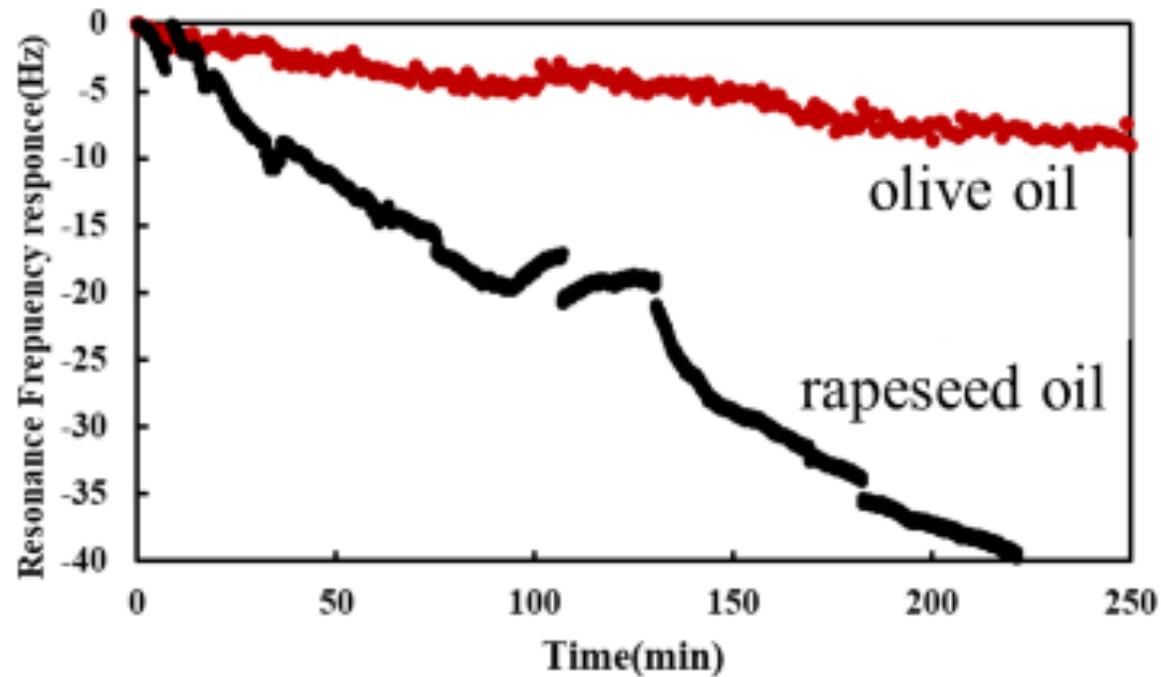
他社の保湿クリームとの性能の違いの測定例



保湿性の違いが分かる。製品の品質の見える化

測定例 食品加工オイルの劣化評価

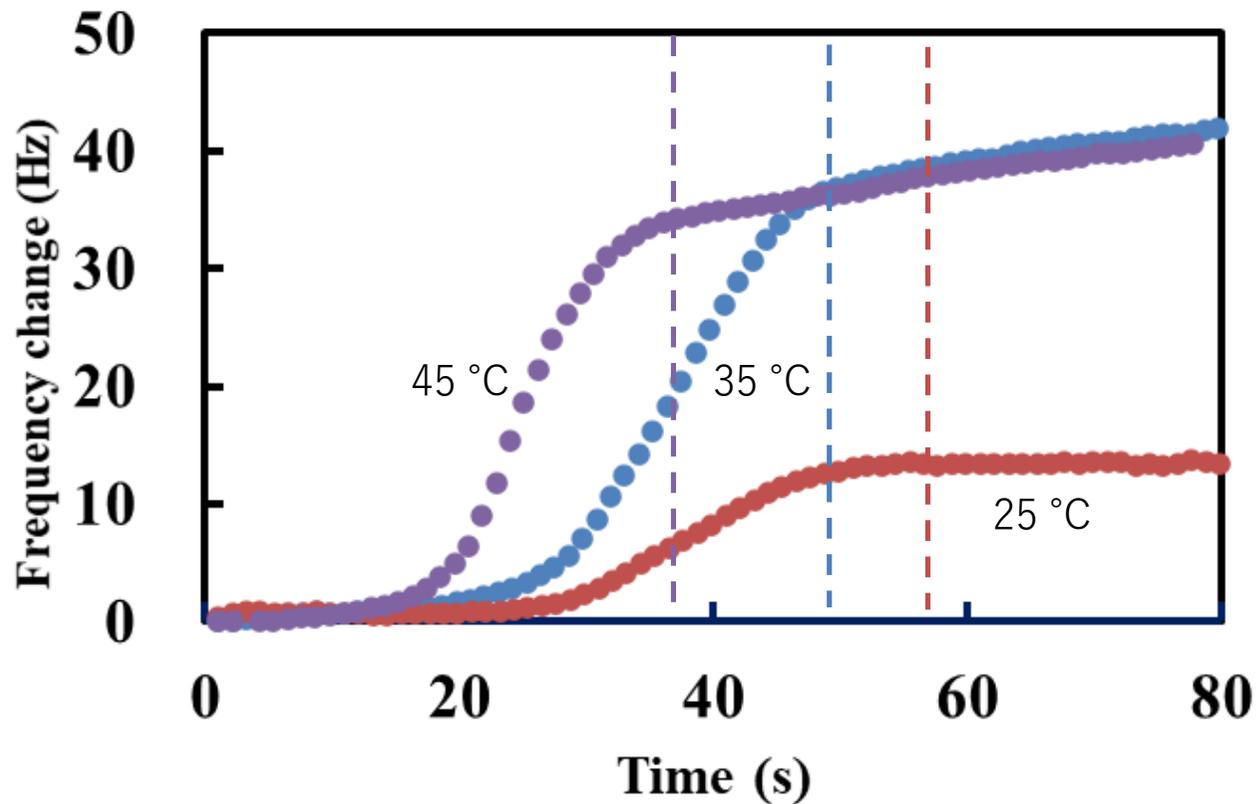
食品オイルのメーカーごとの劣化耐性の測定例



消費者へ食品の安全性を見える形で提供、高付加価値化

測定例 液体プロセスの管理

金薄膜エッチングの終点検出の測定例



目視で判断できないものを取り出さずに評価可能

アピールポイントのまとめ

研究の目標とアピールポイント

固体、液体内部の誘導、導電性の複合的な変化を評価可能

非破壊で内部の状況を透視可能

イメージングが可能（開発に着手）

期待される用途の例

- 農業・食品加工業（脂の乗り、含水量など）
- 土壌、雪の状態（防災、農業の土壌設計）
- コンクリート（劣化、固まり具合）
- 飲食品（炭酸濃度、イオン強度）
- 樹木、植物（健康状況の判断）
- 水質、油の管理（上下水道、機械）
- ウェットプロセスの管理（半導体、表面処理）など

ユーザーの数だけ用途が広がる

プロトタイプの外注、生産も可能