

雑音に隠れた水道管漏水音を画像化して挑むAI水道DX

愛知産業大学 情報学部 知能情報学科（設置認可申請中） 章 忠

1. 背景

- ◆隠れたインフラ危機：老朽化した地下の水道管から起こる「漏水」は、放置すると地盤沈下や道路陥没などの深刻な社会的損害を引き起こします。
- ◆従来の技術と実績：これまで私たちは、金属製「鋳鉄管」において1m以内の高精度で水漏れをピンポイント検出できる優れた技術を開発してきました。
- ◆残された最大の壁：しかし、現在の主流であり音が響きにくい「塩化ビニル管」では、ノイズに音が埋もれて検出精度が落ちてしまうという大きな課題がありました。

2. 提案手法の概要：

- ノイズを消し去る技術：音のデータから隠れた「リズムや形」を引き出すカオス解析を用い、従来の周波数解析では消せなかった周囲の雑音を抑制します。
- 目に見えるデータへ：ノイズを取り除いた本質的な情報だけを、美しい「2次元の画像(模様)」へと変換し、水漏れのサインを視覚的に浮かび上がらせます。
- AIによる高精度判定：この画像をディープラーニング技術に認識させることで、実験室データにおいて平均97%という高い確率での漏水検出に成功しています。

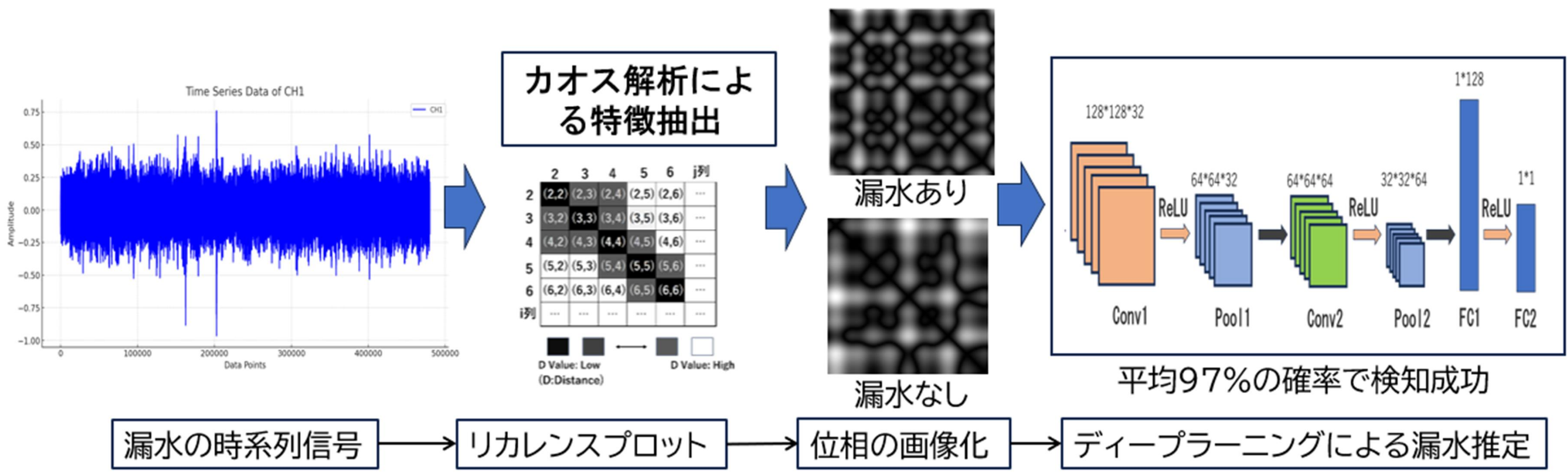


図1 提案技術の概要と処理の流れ図

3. リカレンスプロットの基本原理

リカレンスプロットとは、時系列データの繰り返し構造を画像として表現する手法です。それはまず時系列データを位相空間上に再構成し、点同士の近さを平面上に表現します。そして距離が近い場合は黒っぽく、遠い場合は白に近い色で表現するため、データに隠れた位相構造が模様のように表れます。

4. 漏水の診断結果

- センサ1: 鋳鉄管、塩化ビニル管の両管材で高周波(4500Hzまで)を含めた場合でも99%の高精度が得られた。
 - センサ2:
 - 鋳鉄管(CIP):
→2500Hz以上で96%~98%
 - 塩化ビニル管(VP):
→2000Hz以上で96%~99%
- 塩化ビニル管への適用により漏水調査の効率化と維持管理DXへの貢献が期待される。

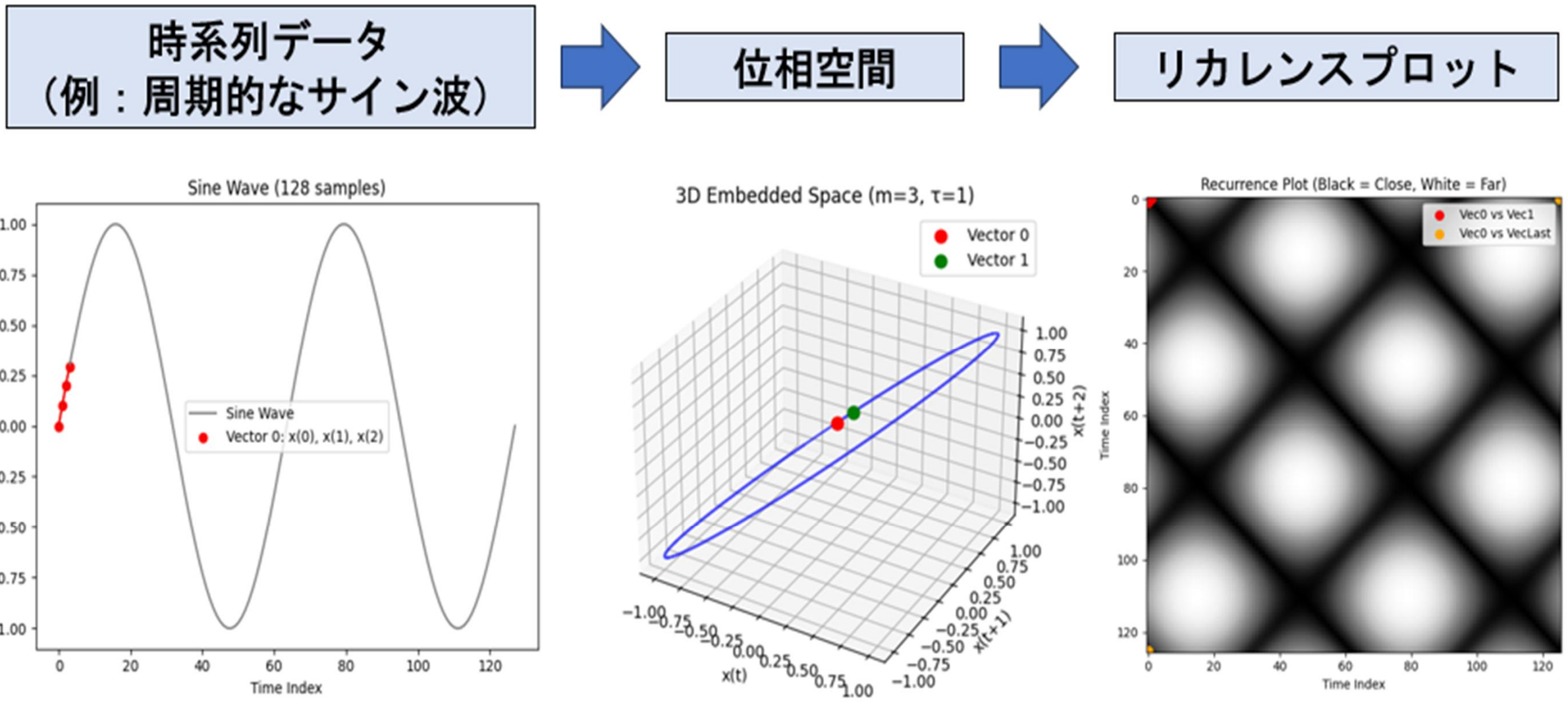


図2 リカレンスプロットの概要

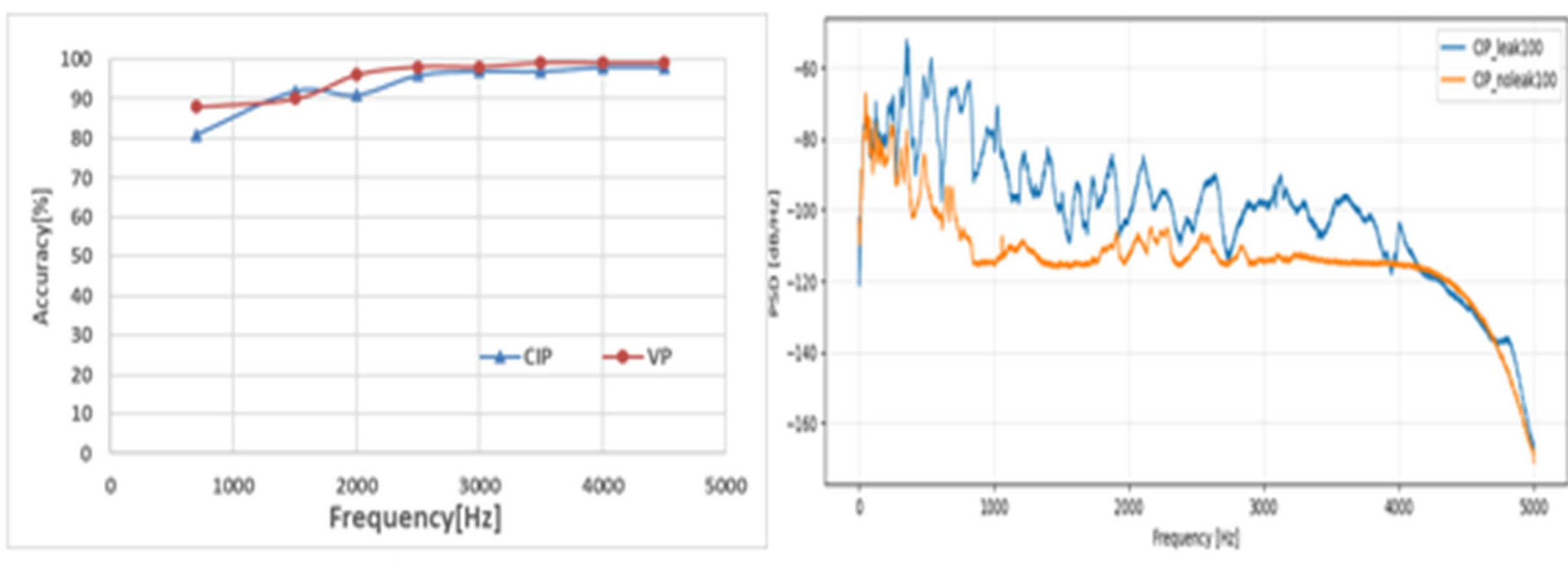


図3 漏水検出率に及ぼす周波数成分の影響

参考文献

1) K. Yano and Z. Zhang: Development of a Leak Detection Technique Combining Recurrence Plots and Convolutional Neural Networks, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol.16, No.9, pp.977-983, 2025.