



物理モデルを用いた機器の診断

ーデジタルツインへの適用に向けてー

大阪市立大学 大学院 工学研究科 教授 川合忠雄

【研究の目的】

- 機械や設備の状態を診断し、これらを効率よく安全に稼働させる手法を開発する
- デジタルツイン技術を設備診断に適用することにより、診断技術の高度化を図る

【研究の背景】

- 従来から設備にセンサーを取付け、計測したデータを解析することにより設備の状態を診断する技術の開発が行われてきたが、実際の故障事例は多くないので、正常な場合と異常が起きた場合に学習型診断手法での判別が困難であった。
- コンピュータ技術の発達により、実機の計測とシミュレーションを同時に実行できる環境が整ってきた。

【研究概要】

①技術の特徴

設備及び設備に生じる異常をモデル化し、コンピュータシミュレーションにより異常が生じた場合に生じる現象を把握することができる。

シミュレーションと計測を同時並行的に行うことにより、設備で生じている不具合をシミュレーションから把握することができる。

②概要

制御バルブや回転軸系などの機械要素や設備をModelica言語を用いてモデル化した。作成したモデルには、物理法則に基づいた関係式として損傷をモデル化して組み込み、損傷が生じた場合の現象を把握した。

得られたデータを意味ネットワークで学習することにより、実際に生じた現象がどの損傷によって引き起こされたかを把握できる手法を構築した。

シミュレーション結果と実測で得られるデータを比較することにより、実機で生じた損傷を定量的に把握することができた。

【想定される用途】

AI技術等を用いた学習によって設備診断するシステムへの適用

- 診断に必要な故障データを生成できる

デジタルツインへの展開

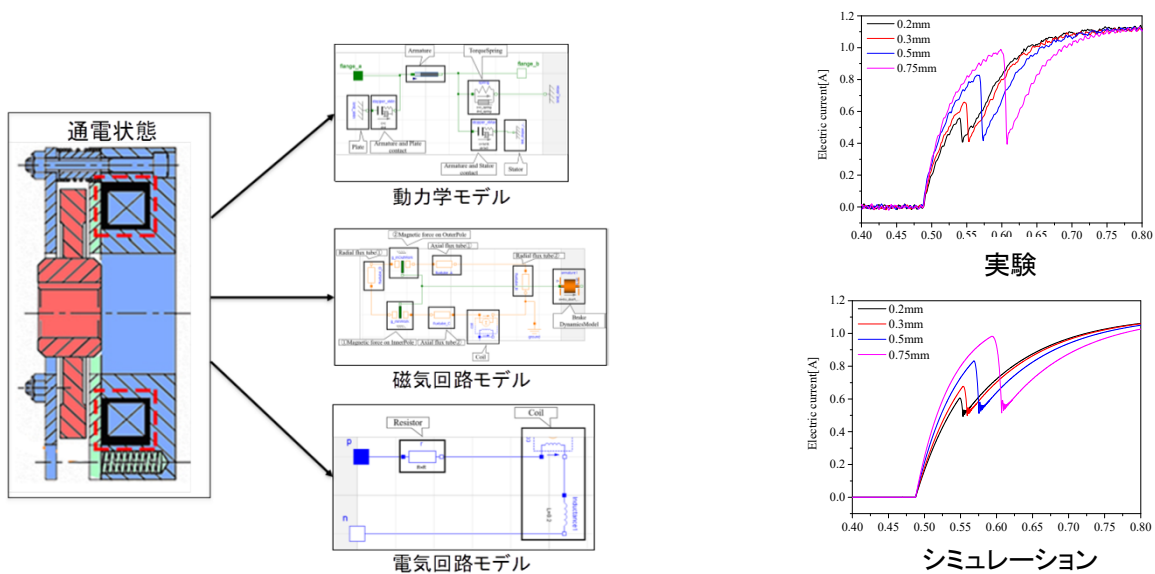
- 実機では計測できない箇所のデータをモデルから取得できる
- 実機の寿命を予測することができる
- 故障が他の箇所へどのような影響を与えるかを把握することができる

【研究の内容】

①Modelica言語によるモデル化

制御バルブやコンプレッサー、コジェネシステムなどをモデル化するとともに、生じる損傷もモデルに組み込むことにより損傷によって生じる現象も把握した。

下図は電磁ブレーキの事例を示す。電磁ブレーキでは、動力学と磁気回路、電気回路が複合的に連携しているが、Modelica言語を用いることにより、このようなモデルを構築することができる。このモデルでは、ブレーキの摩耗によって空隙が大きくなり磁気回路の特性が変化してコイルに流れる電流の時間変化に違いが生じることを実験とシミュレーションで検証し、両者に良い一致が見られることを確認した。

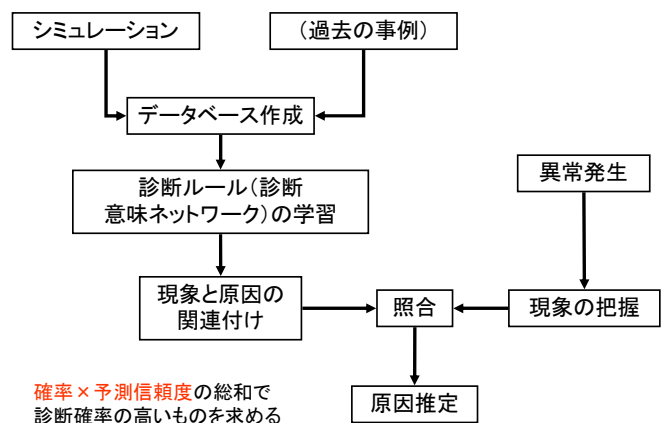


電磁ブレーキのモデル化

コイル励磁電流の実験とシミュレーションでの比較

②意味ネットワークによる診断支援

正常な場合と異常が発生した場合(シミュレーションによって求めた異常データも含む)に得られるデータを意味ネットワークに学習させる。実際に異常が生じた場合には、異常データを意味ネットワークに問い合わせることにより、起きている異常の原因と発生箇所を推定することができるシステムを開発した。意味ネットワークでは、損傷の原因と発生箇所を実際に起きている現象と関係づけて学習することができる。



意味ネットワークを用いた原因推定フロー

