

使用環境センシングによる 信号用電子機器の寿命予測手法

高精度な寿命予測による取替時期設定や状態監視保全(CBM)を目指し、使用環境の変化を捉えることで、機器の寿命予測を行う新たな手法を構築しました。

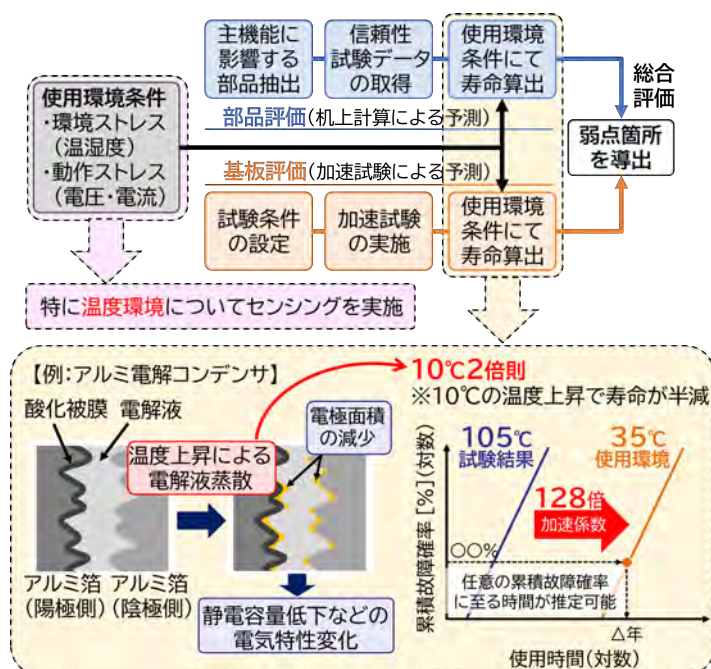
研究の背景と目的

- 信号用電子機器の導入により、高機能化や省スペース化が実現されましたが、電子機器は劣化状態の把握や故障メカニズムの特定が困難であり、CBMの適用に課題があります。
- 鉄道総研では信号用電子機器が設置された温度環境の変化を捉え、そのデータを基に機器寿命を予測する手法を構築し、取替時期設定の精度向上を目指しました。

研究成果

- 寿命の支配的要因である温度のセンシング結果と、将来の気温の予測値を用いて、寿命予測値を更新する逐次寿命予測手法を構築しました。
- 構築した逐次寿命予測手法を活用し、寿命実況値算出、将来の気温予測、機器の異常検出の各アルゴリズムを実装したツールを開発しました。
- アルミ電解コンデンサを例としたケーススタディにおいて、寿命実況値が残り10年となった時点で寿命予測の誤差が半年以内となることを確認しました。

寿命予測手法の概要



今後の展開

- 実況での劣化状態や残寿命の推定が可能となり、鉄道事業者が適切な時期で信号用電子機器の更新計画を策定できます。
- 本手法を用いて信号用電子機器のCBMを実現することが可能です。

センシング箇所に応じた温度推定精度

設定条件	センサ方式		センサレス方式	
	逐次寿命予測手法			従来方式
	機器毎	代表収容箱	観測所データ	
対象	アルミ電解コンデンサ (105℃, 2000h品, 試料数22個)			
使用環境温度	観測所(府中)、部品発熱25℃			
温度推定精度	±1℃	<±3℃	<±5℃	<±5℃
設定時間間隔	1日毎			四季毎
将来温度予測	直近365日繰返し+ 0.04℃/年 (温暖化考慮)			事前設定
寿命予測値※1	15.7年	13.7年	12.1年	12.7年
実績比※2	91.7%	80.0%	70.5%	73.7%

使用環境温度は気温
に機器発熱等を加算

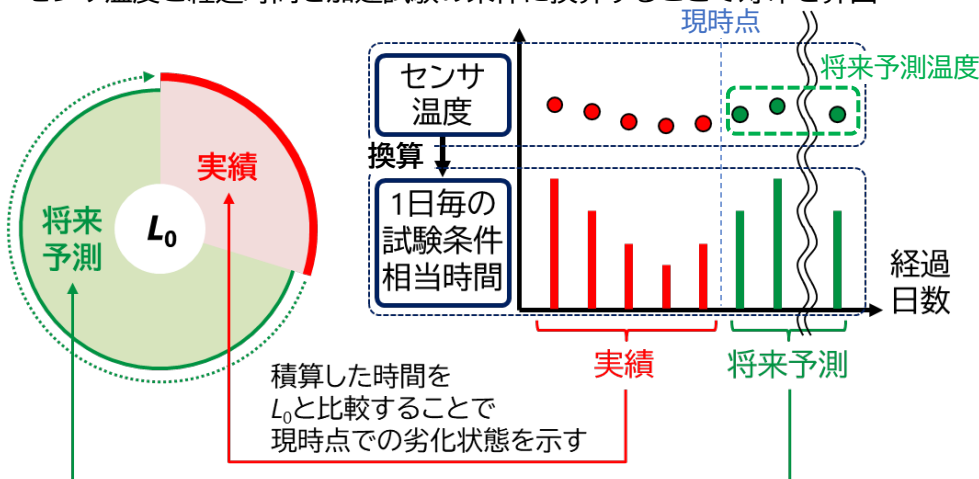
従来方式と比較し、
約18%の精度向上

※1 寿命到達(17.2年)の10年前時点(7.2年経過時)における予測値

※2 寿命到達(17.2年)を基準とした場合の寿命予測値の比率

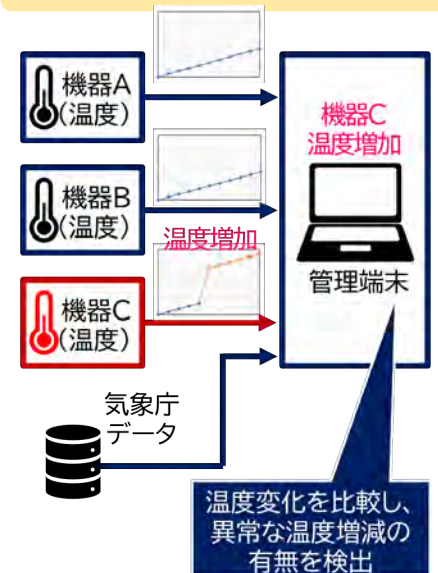
寿命実況値算出・将来予測

センサ温度と経過時間を加速試験の条件に換算することで寿命を算出

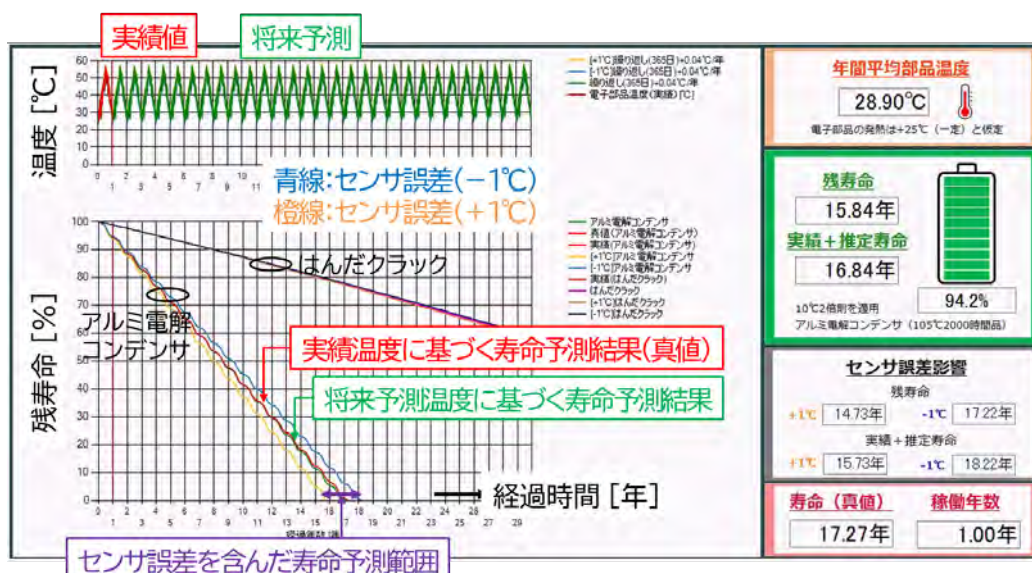


※ L_0 : 加速試験での寿命時間

異常検出



逐次寿命予測手法を実装したツールによる電子機器の寿命予測イメージ



現時点から
過去365日間の
電子部品の平均温度

実績値計算結果
(現時点での劣化度合い)

将来予測結果
(劣化ペースの推定)

残寿命17.3年(真値)に対して
16.8年の予測
⇒半年以内の予測誤差を実現