

多機能ポータブル診断器“エレスマートX”の開発による オフライン診断の進化

Progress of Off-line Diagnosis System due to the Development of the Multifunction Portable Diagnosis Equipment “ELESMA RT X”



村山 恒実

商品ソリューション事業部計測検査1部
診断ソリューショングループ

Tsunemi Murayama

当社は日本製鉄株式会社殿で開発された振動診断技術をベースに、1987年から設備の劣化兆候を早期に把握できるツールであるポータブル診断器を販売してきた。今回、新たに音響・電圧・電流・温度などの多種診断機能を搭載し、従来機種では困難であった低速回転機械の診断機能を追加、さらに診断知識が浅い人でも視覚的に異常を認識しやすいカオス診断機能（特許取得）など、お客様の改善要望に応えた差別化技術を開発し、4代目となる“エレスマートX”を2014年10月から販売している。

Nippon Steel Texeng. has marketed a portable diagnosis equipment since 1987 that can grasp equipment deterioration signs from an earlier stage and adopts the vibration diagnosis technology developed by NIPPON STEEL CORPORATION.

Then, since October 2014 the company has put on the market the fourth-generation diagnosis tool “ELESMA RT X®” to which discrimination technologies developed by the company to meet user improvement requests have been applied. Specifically, various new functions have been incorporated that diagnose or check sound, voltage, current and temperature, and a function has been added that diagnoses low velocity-rotation machines, a function difficult to accomplish by the use of conventional diagnosis tool. It applies a chaos diagnosis function (patented) with which abnormalities can be visually recognized by those who have limited knowledge about diagnosis.

1. はじめに

当社では、設備劣化兆候を早期に把握する手段として、回転機械の振動診断をベースとした設備診断機器・システムの設計・開発・販売、さらに診断解析支援の事業を展開している。商品系列としては、巡回点検に使用するポータブル診断器と重要設備の長期傾向管理のためのオンライン診断システムの他、加速度センサ等を保有し、多くの産業現場で採用されている。また近年、振動だけでなく、音響・モータ電流・温度などの様々な情報を利用した設備診断機能や異常原因特定のため各種解析機能も備えた診断装置が求められるようになってきた。

本技術報告では、上記背景を踏まえ開発したポータブル診断器“エレスマートX”の製品概要を紹介するとともに、今後の方向性について述べる。



写真1: エレスマートX

2. 製品概要

▶2.1 開発経緯

“エレスマートX”の前機種“エレスマート¹⁾”は、回転機械設備の振動診断を始めとした各種情報から設備の状態を把握するために必要な診断機能を搭載した多機能ポータブル診断器である。しかし、2005年の発売開始から10年近く経ち、新しいニーズに応えるために更新することとした。新機種の製作にあたっては、これまで使っていただいたお客様の声を取り入れるとともに、当社が設備・操業診断活動で得た知見・技術・ノウハウを活かし、新機能付加および既存機能の強化を図った。

▶2.2 ポータブル診断器における課題・動向

近年、生産現場においては設備老朽化やベテラン点検員のリタイアを背景に、高度な診断技術や、多様な故障解析が可能でかつ操作・診断結果が分かりやすい診断機器が求められている。

▶2.2.1 診断精度向上(低速診断技術)

大型・重要設備に多い低速回転機械(一般的に100rpm未満)は、故障による設備損失・生産損失が大きい。しかし、低速回転機械では、異常時の発生振動が小さいため異常検出感度が低いという問題がある。振動に代わるものとしてAE(Acoustic Emission)の利用研究も進められているが、定量的な指標がなく装置が高価ということもあり普及していないのが実情である。これに対応するために異常検出感度の高い新たな診断方法が求められている。

▶2.2.2 お客様の要望

旧型の“エレスマート”を使用いただいているお客様の改善ニーズを調査したところ、操作性と機能の面から以下のような要望をいただいた。

(1) 操作性

- ①高温環境安定性 ②屋外視認性向上
- ③大画面 ④小型 ⑤長時間使用可

(2) 機能

- ①診断結果の分かりやすさの追求 ②新診断技術の提案

このうち、ハード能力は表1の基本仕様比較に示すように、上記(1)の操作性要望に対しては満足いただけるレベルに達したと考えている。また大画面化により、精密診断の3つの周波数分析グラフが同一画面に表示可能となったことで複合現象のトラブルも捉えやすくなる等、表現力が向上し診断結果が評価しやすくなった。(図1)

		エレスマート(旧型)	エレスマートX(新型)	改善結果
基本構造	OS	WindowsCE.NET	WindowsCE.6.0	—
	サイズ	170(W)×120(H)×50(D)	165(W)×119(H)×40(D)	23%減(体積比)
	重量	750gバッテリー含	約650gバッテリー含	13%減
動作環境	動作温度範囲	0~40℃	-5~50℃	耐熱10℃増
	防塵防水	IP54相当	IP54相当	—
動作時間	連続使用	170分	300分	76%増
保存容量	メモリ	内部メモリ:64MB	microSD:32GB	500倍
液晶モジュール	画面サイズ	4.7型(横型)	5.7型(横型)	47%増(面積比)
	ドット数	320×200	640×480	4.8倍
タッチパネル	タッチパネル操作	1タッチ	1タッチ、スライド	—
CH数	BNC	1CH	2CH(オプション)	—
内部ゲイン	振動・音響	最大40dB	最大50dB	10dB増
測定形態	標準センサ	探触棒	探触棒、マグネット取替式	—
LAN	仕様	—	100BASE-T(オプション)	—

表1: 基本仕様比較

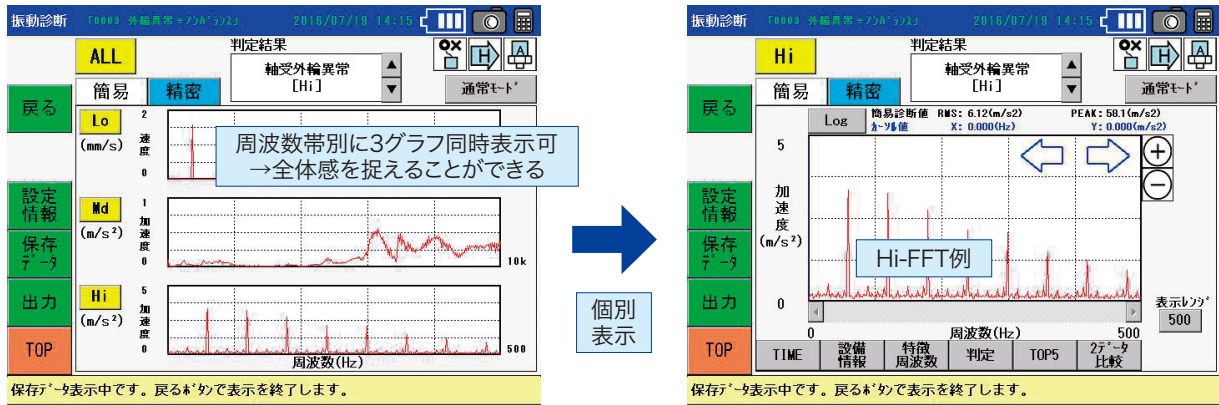


図1: 精密診断画面例

▶2.3 今回開発の機能と特徴

今回開発した機能を図2に示す。太字が新機能ならびに改善・改良を図った機能である。

このうち低速診断、カオス解析、常時監視について紹介する。

診断機能	収集・解析機能
①振動診断 (通常・低速)	⑥データロガー (2CH)
②音響診断 (軸受・ギア・リーク)	⑦オシロ・リサージュ (2CH)
③アナログ診断 (電圧・電流・温度・数値・五感)	⑧汎用FFT分析
④モータ電流診断 (ロータバー・ロータ偏心・ステータ)	⑨カオス解析
	⑩固有振動数測定
	⑪周波数占有率分析
	⑫間欠衝撃測定
	⑬区間電流測定
	⑭サイクル時間測定
長期測定	メンテ支援機能
⑤常時監視 (2CH)	⑮バランス修正

図2: 機能構成

▶2.3.1 低速診断

当社では一般的な回転数の軸受診断において、加速度センサの共振周波数を利用して異常検出感度を高めるため、10kHz以上の周波数帯振動を採取・解析している。しかし、低速回転時は通常回転時と比べ異常に伴う衝撃エネルギーが弱まることにより、加速度センサ共振点近傍の振動が小さくなる一方、軸受ハウジングの固有振動数である数kHz付近の振動が顕著になることに着目し、下記の3つの組み合わせによる低速診断モードを開発した。

- ・対象設備に応じた適切なバンドパスフィルタを設定
- ・この周波数領域に共振周波数をもつ加速度センサを使用
- ・少なくとも軸1回転以上の長時間採取によりばらつきを低減

図3は軸受外輪に損傷があった際、従来法と低速モードの各々での振動測定した時間波形を示したものである。従来方法ではノイズに紛れていた異常信号が低速モードでは明確に識別できているのが分かる。

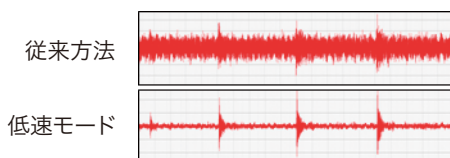


図3: 低速モードの効果

▶2.3.2 カオス解析

新たな技術発信・挑戦を意識し開発に取り組んだのが「カオス解析」である。カオスとは、「あるシステム(系)が確固たる規則に従って変化しているにも関わらず、非常に複雑で不規則かつ不安定にふるまい、遠い将来における状態が全く予測できない事象」と定義されている。

図4に示すようにカオスの定性的指標であるアトラクター図(時系列信号に対して特殊な変換を行う事によって1つの空間上に波形の特徴を表現)で、設備の正常・異常状態を視覚的に評価することに加え、アトラクター図の散らばり具合を示すシャノンエントロピーや軌道の不安定性を示すリアプノフ指数といった定量的指標により傾向管理も可能である。振動に留まらず様々な信号を用いることによる操業系診断への展開も期待している。広くお客様に試用いただいたところ、振動診断知識の浅い保全マンにおいても異常の一次判断が可能であったとの評価を得ている。

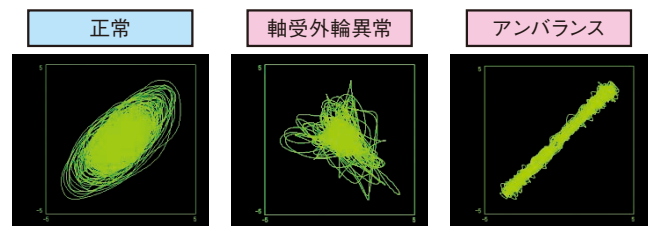


図4: カオスの診断例

2.3.3 常時監視

注目していただきたい新機能の一つが常時監視機能である。

異常兆候が見られるときに次定修まで集中監視したい、オンライン診断システム設置にあたり予め有効性を検証したい等の場面で効果を発揮する。最長31日の連続監視が可能で、LAN接続により執務室のパソコン等での遠隔監視も可能である。(図5)

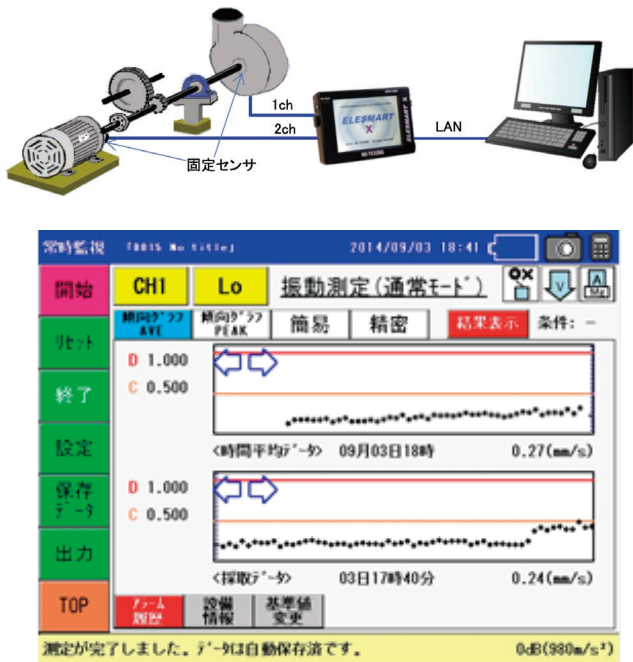


図5：常時監視のシステム構成および画面例

3. 販売実績

“エレスマートX”は2014年10月に販売を開始し現在までの4年間で500台以上の販売を達成した。図6に示すように、鉄鋼業のみならず、機械、化学・医薬品をはじめ国内外の幅広い業界で高い評価を得ている。

また、“エレスマートX”でトラブルを回避できた実績を背景にオンライン診断システムの導入に踏み切る動きもみられるようになった。

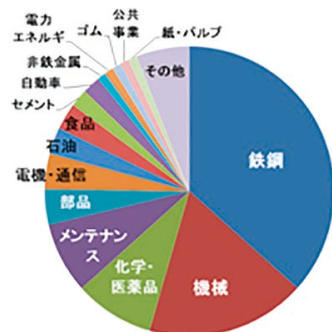


図6：業種別販売実績

4. おわりに

診断器・システムの発展は、日々進歩するセンサ技術、解析技術、装置化技術によるところが大きい。これらの機器については、現場を知り尽くす保全マン・スタッフの診断技術向上とともに、回転機械診断だけでなく設備特性に応じて多様な診断方法・解析方法を利用する柔軟な発想によってこそ更にその機能が活きてくる。

一方、生産現場では、プラント設備の高経年化、熟練者のリタイアに伴う技術・技能低下、就労人口の減少の課題を抱えていることもあり、IoTやAI等の新技術を活用した高度化も求められている。

このように社会を取り巻く環境・技術は大きく変わるなか、今後も診断機器サプライヤーとしての基盤を保ちつつ、さらなる安定操業・生産向上に貢献できるよう、設備診断機器の機能・操作性・パフォーマンスの向上を進める。またこれに加え、診断方法や使用者の視点に立ったマスタープランの提案力向上にも努めていく。

参考文献

- 1) 麻生淳 ほか：オールインワン多機能携帯型診断器. 検査技術, 11 (5), 67 (2006)
- ※ELESMART/エレスマートは日鉄テックスエンジ(株)の登録商標です。(登録第4999606号)
- ※Windowsは米国Microsoft Corp.の米国及びその他の国における登録商標です。

お問い合わせ先

電計事業本部 営業部 (計測・診断 営業)

〒100-0005

東京都千代田区丸の内2-5-2三菱ビル12F

TEL 03-6860-6630

FAX 03-6860-6654

商品ソリューション 計測検査1部

診断ソリューショングループ

〒805-8555

北九州市八幡東区前田大塚1320-4

TEL 093-288-5919

FAX 093-288-5968