

機械の状態監視と診断に関する ISO規格について

2011-2-10

ISO/TC108/SC5国内委員会

ISO/TC108/SC5 機械状態監視と診断

スコープ

機械の状態監視と診断に関する技術の規格化

- 各種データ・情報の
変換・分析・比較・表示
- 監視・診断手法と手順
- 監視・診断装置の必要事項
- 技術者認証に関する要求事項

技術範囲拡大傾向

機器別の診断手法に展開

ISO/TC108/SC5 Working Group(WG)の構成

SC/WG	概要	議長 コンビナー所属国	国内検討会担当数
SC5	機械の状態監視と診断	オーストラリア	2名
WG1	用語	アメリカ	2名
WG2	データの解釈と監視診断方法	フランス	3名
WG3	性能パラメータを用いた監視診断	イギリス	休止中
WG4	トライボロジーによる監視診断	オーストラリア	2名
WG5	状態予測	アメリカ	2名
WG6	データ処理と解析	アメリカ	2名
WG7	診断監視技術者認証と訓練	アメリカ	3名
WG8	状態監視診断一般指針	イギリス	2名
WG9	寿命消費	活動なし	—
WG10	電流解析を用いた監視診断	ポルトガル	3名
WG11	熱画像を用いた監視診断	オーストラリア	2名
WG14	AE技術を用いた監視診断	イギリス	3名
WG15	超音波を用いた監視診断	イギリス	2名
WG16	風車発電設備の診断	韓国	2名
AGA	振動診断SC2との連携	アメリカ	2名
AGE	SC5規格化の戦略検討	オーストラリア	2名

ISO/TC108/SC5 機械の状態監視と診断担当規格構成

ISO/TC108/SC5国内委員会 2011-1-31

概 観	診断技術	適用詳細
改定中 DIS ISO 17359 : 2003 一般指針 改定中 CD ISO 13372 : 2004 用語 PWI 27045 熱画像に関する用語	ISO 13373-1 : 2002 振動 CME(一般手法) ISO 13373-2 : 2005 振動 CME(処理・表示)	ISO/WD 13373-3 振動 CME(診断技術) ISO/WD 13373-4~ 振動 CME(各機種)
ISO 16587 : 2004 構造物の CME ISO 19860 : 2005 ガスタービン傾向監視	ISO 18436-1 : 2004 状態監視技術者 (CME ¹⁾) 訓練および認 証機関への要求事項 ISO 18436-2 : 2003 CME 認証(振動) ISO 18436-3 : 2008 訓練機関への要求事項 ISO 18436-4 : 2008 CME 認証(潤滑・現場) ISO/FDIS 18436-5 CME 認証(潤滑・分析室)	PWI 14830-1 潤滑 CME(一般指針) PWI 14830-2 潤滑 CME(摩耗粉分析) PWI 16079 風車 CME(WG16)
ISO 18436-6 : 2008 CME 認証(AE) ISO 18436-7 : 2008 CME 認証(熱画像) ISO/CD 18436-8 CME 認証(超音波)	ISO 18434-1 : 2008 熱画像 CME 一般技術 ISO 22096 : 2007 AEによる CME ISO/DIS 29821-1 超音波 CME(一般指針)	ISO 18434-2 熱画像 CME(状態監視) ISO/NP 20958-1 三相モータ電流兆候診断 PWI 20958-2 トランス電流兆候診断
ISO 13379 : 2003 診断技術(一般指針) ISO/CD 13379-2 診断技術(一般指針) PWI 13379-3 診断技術(知識駆動型)	ISO 13381-1 : 2004 予測技術(一般指針) PWI 13381-2 予測技術(性能) PWI 13381-4 予測技術(余寿命)	ISO 13374-1 : 2003 処理表示 一般指針 ISO 13374-2 : 2007 処理表示 データ処理 ISO/DIS 13374-3 処理表示 データ伝達 PWI 13374-4 処理表示 データ表示
1) CME: Condition Monitoring and diagnostic Engineer	ISO のドキュメント記号の説明 PWI=Preliminary Work Item AWI=Approved Work Stage WD =Working Draft CD =Committee Draft DIS=Draft International Standard FDIS=Final Draft International	

ISO 13372 : 2004 Vocabulary (改訂作業中)

現在改定案のDISが回付されてる。(2011-5-15投票締め切り)

用語の分類

1. General terms
2. Machine characteristics
3. Operation and maintenance
4. Faults
5. Data Collection (Acquisition)
6. Data Characteristics
7. Data (Signal) Processing
8. Analysis
9. Diagnostics
10. Prognostics

74の用語が登録

例
Failure ; 故障
Fault ; 欠陥

日本の対応

- predictive maintenance⇒condition based maintenance (CBM)に統合は賛成
- time based maintenanceがないので追加。

参考 その他maintenanceに関する用語

- preventive maintenance
- breakdown maintenance
- reliability centered maintenance

ISO17359:2003 機械の状態監視と診断 一般指針 WG8

スコープ：機械の状態監視プログラムを確立するための指針

- 診断手法の概要 (下図)
機能喪失時のコスト、二次ダメージ、改修コスト等にも言及
- 異常原因特定手法
- 警報値設定法 レンド監視 (ベ-スラインからの変化) の重要性
- 診断・予知・保全法の概説

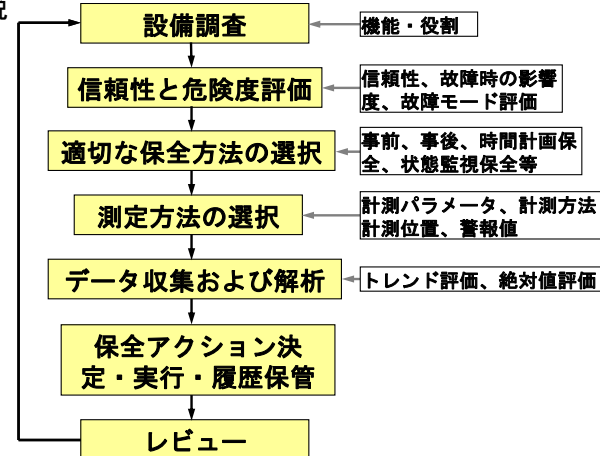


図 診断手法の概要

ISO13380 : 2002

WG3

General guidelines on using performance parameters

機械の状態監視と監視-性能パラメータ使用に関する一般ガイドライン

1. 適用範囲

熱、電気、流体パラメータを含む機械の性能、状態パラメータを適宜計測し、機械状態監視診断を行なう際の一般条件及び手順を規定するものである。

2. 概要

機械の性能に関するパラメータ

- 性能
- 状態
- 安全性
- 品質

パラメータ

- 温度
- 圧力
- 流量
- 汚染物
- 電力
- 速度等

機械の状態監視と診断

3. 対象機械

電気機械、蒸気タービン、ガスタービン、ポンプ、圧縮機、発電機、往復動エンジン、ファン等性能や状態、安全性、品質に関する各種必要パラメータを列挙

ISO13380

表A.1 機械別の状態監視パラメータ

WG3

性能パラメータ	機械の種類								
	モータ	蒸気タービン	航空用ガスタービン	産業用ガスタービン	ポンプ	圧縮機	発電機	往復動エンジン	ファン
温度	●	●	●	●	●	●	●	●	●
圧力		●	●	●	●	●	●	●	●
圧力ヘッド					●				
圧力比				●		●			
空気流量			●	●		●		●	●
燃料流量			●	●				●	
流体流量		●			●	●			
電流	●						●		
電圧	●						●		
抵抗	●						●		
入力	●				●	●	●		●
出力	●	●		●			●	●	
騒音	●		●	●	●	●	●	●	●
振動	●	●	●	●	●	●	●	●	●
油圧	●	●	●	●	●	●	●	●	●
油不足	●	●	●	●	●	●	●	●	●
油成分	●	●	●	●	●	●	●	●	●
トルク	●	●	●	●	●	●	●	●	●
速度	●	●	●	●	●	●	●	●	●
長さ		●							
角度位置		●	●	●					
効率		●	●	●	●	●		●	

欠陥	兆候と変化するパラメータ									
	蒸気漏れ	長さ	出力	圧力・真空度	速度	振動	温度	回転降下時間	油汚れ	油漏れ
ロータ損傷	●		●			●	●	●	●	
ラビリンス損傷	●		●	●	●	●	●	●		
ロータ偏心	●					●		●		
軸受損傷		●	●	●		●	●	●	●	●
軸受摩耗	●	●				●	●	●	●	●
ロータ曲り	●					●		●	●	
不均一伸び	●	●				●	●			
不つりあい						●				
ミスアライメント						●				

● 異常発生時に兆候の現れるもの

タイトル: 機械の状態に関連する情報とデータを利用したデータ解釈と診断技術の一般指針

スコープ

機械の状態監視と診断に関するデータの解釈と診断に関する指針

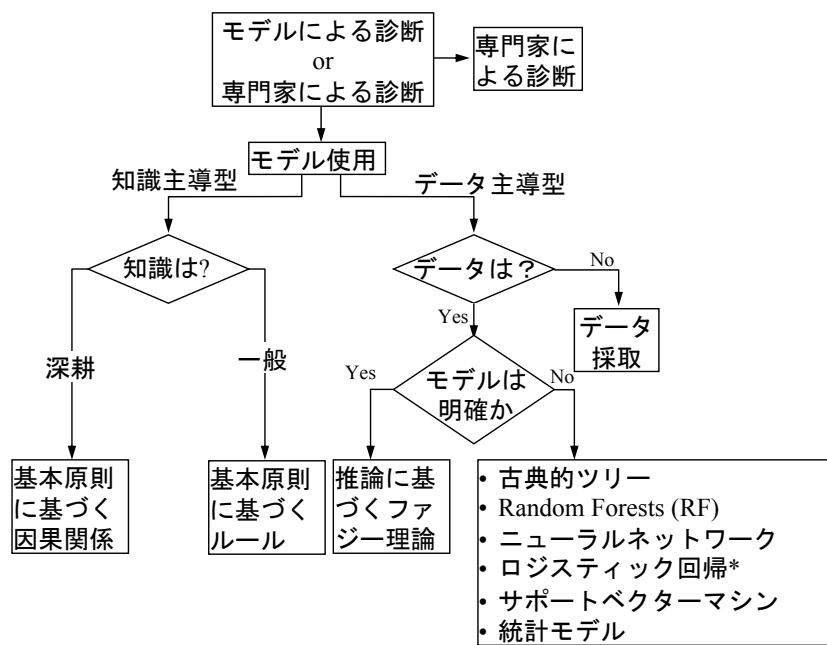
- 監視と診断システムの共通概念
- 監視と診断に利用可能な技術的特性
- 故障診断を遂行するための適切な手段

メーカー・ユーザーへの共通概念

(概要) 用語と定義、診断要求・状態監視の設定、診断に利用される要素、各種診断手法等に関する指針が記載されている。

本標準では対象機械を規定していなが、一般的な産業機械であるタービン、圧縮機、ポンプ、発電機、電動機、ブロワー及びファン等を対象としている。

診断モデル選択の一般手順(改訂作業中)



ISO13379 故障/症状診断アプローチ

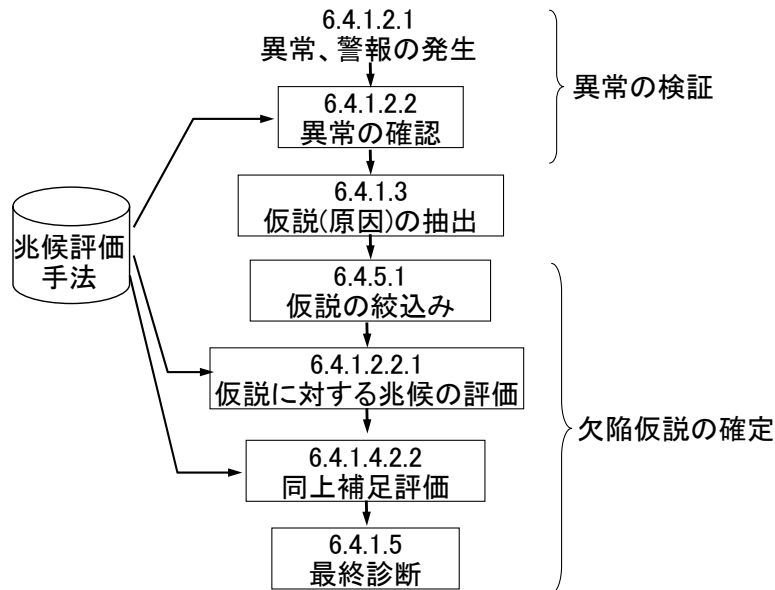
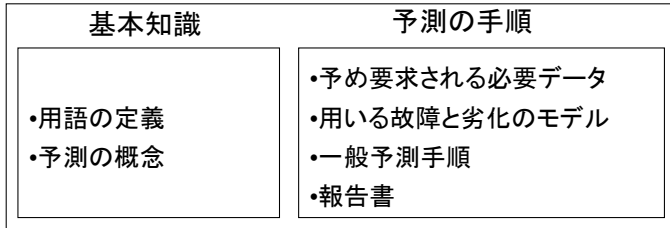


図3 故障/症状診断アプローチ

スコープ

機械の故障予測手順を開発するためのガイダンスを与える

1. 状態監視診断に関し、システムのユーザと製造者間で機械の故障を予測する技術分野における共通の概念を共有する
2. 正確な予測に不可欠なデータ、特徴や挙動をユーザが決めることができる
3. 予測を進めるための適切な方法の概要を示す
4. 将来のシステムや訓練の発展を容易にするための予測の概念を示す

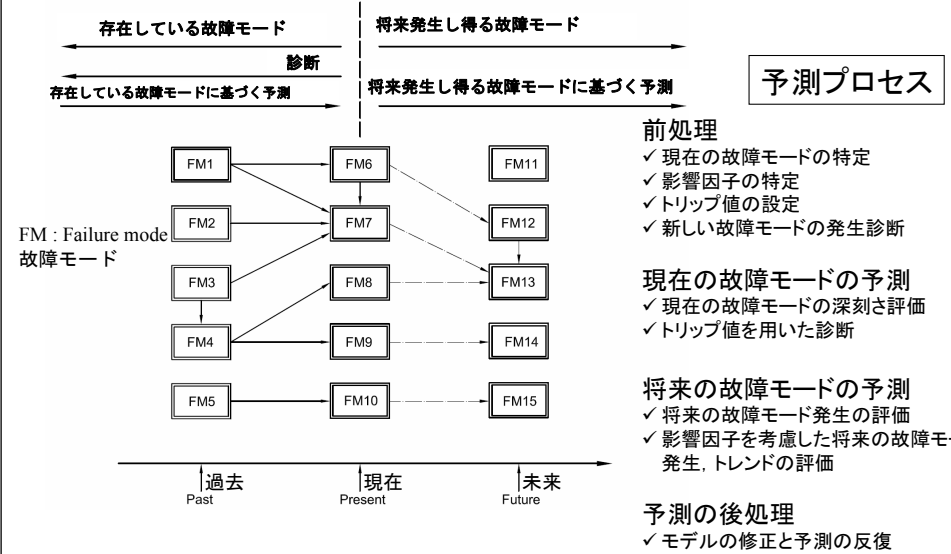


現在は下記規格の検討が開始されている

- Part 2 : Performance Change Approaches
- Part 3 : Cyclic Driven Life Usage
- Part 4 : Useful Life Remaining Models

基本概念: 将来の故障モード発生基準/現在の故障モードの影響

予測: 一つあるいは複数の顕在化している故障および将来発生する可能性のある故障に関して、故障に至るまでの時間とリスクを推定すること



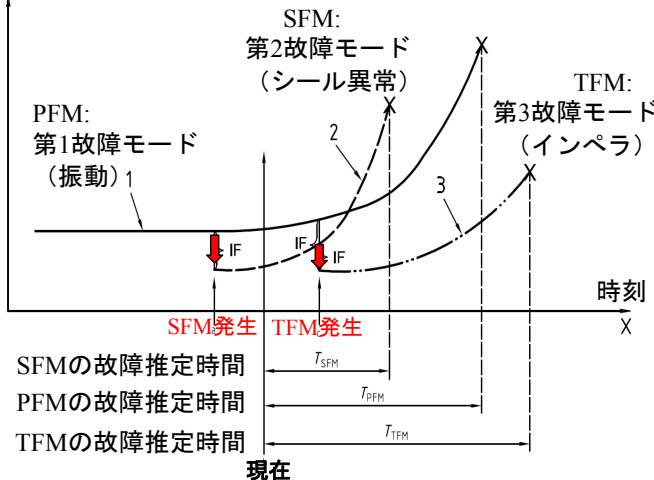
ISO13381-1 予測コンセプト

基本概念: 故障モードと悪化率/故障モード間の影響

パラメータの深刻さ

予測の基本コンセプト

- 最終点(故障値)を定義
- 現在のその故障モードの深刻度を判定
- パラメータの挙動と悪化率を決定/推定
- 故障までの時間を決定



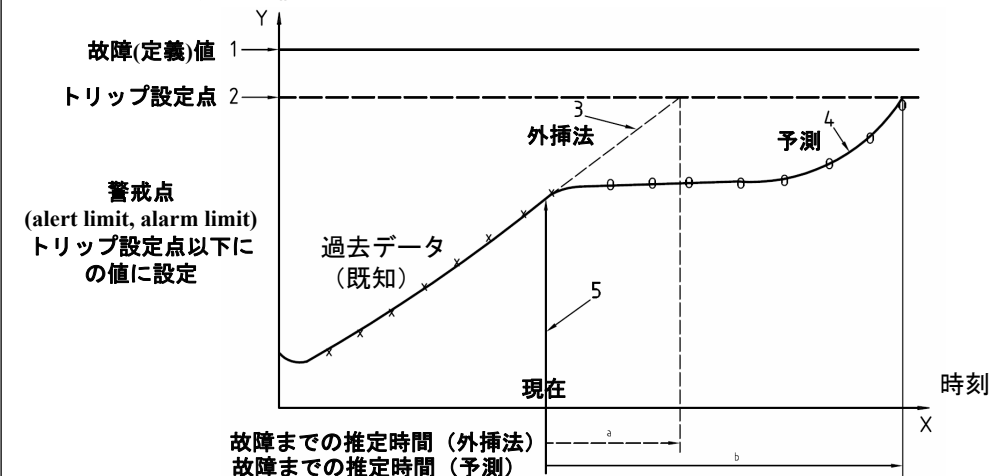
影響因子 (IF: Influence factors): 温度, 粘度, クリアランスなど

- 故障モードの悪化率を決め、その故障モードの兆候を示すもの
- ある故障モードの影響因子は他の故障モードの発生や進展にも影響

ISO13381-1 故障モードの予測

基本概念: 現在と将来の故障モードの関係と悪化率への影響

パラメータ値



各種の推定法

- 予測に基づく故障推定は、カーブフィッティング手法を用いて将来のデータを推定して行う
- 外挿法に基づく故障推定は、過去のデータのみを用いた外挿曲線を用いて行う

- Thermography - Part 1: General procedures

赤外熱画像を用いた状態監視と診断に関する一般ガイドライン

1. スコープ

本国際規格は、機械状態の監視と診断のための赤外熱画像に関する一般的な手順(用語,技術,判断方法,報告)を規定するものである。

赤外熱画像 基本知識

- 用語
- 赤外画像技術
 - 比較法、非接触測定
- 安全性
- 校正/外乱要因

データ収集

- 測定基準
 - 背景温度反射
 - 放射率
- 判別方法
 - 比較、最高温度
- 報告書

機械の状態監視と診断

許容: 基準値+10℃まで
 注意: 基準値+20~40℃
 危険: 基準値+20~40℃
 限界: 基準値+40℃以上

3. 対象機械

電力機械、バルブ、蒸気タービン、ガスタービン、ポンプ、圧縮機、発電機、往復動エンジン、ファン等

1. 可視画像



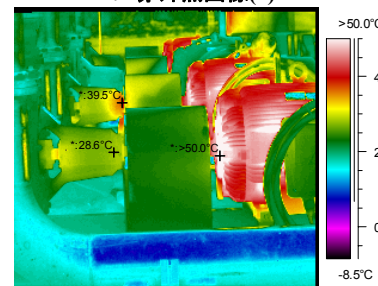
ポンプのモータ及びベアリング部の赤外熱画像例

1. 可視画像では良否の判別できない。

2.1 赤外熱画像を見ると1台目(手前)の正常な装置(ベアリング部)に対し、2台目の装置のベアリング部の温度が高くなっており、調整不良が判別できる。

通常の装置の温度(熱画像)を監視し、異常時の温度変化により、装置の状態を判断する。

2.1 赤外熱画像(1)



2.2 赤外熱画像(2)

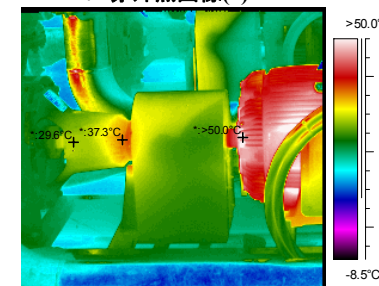


Fig. 赤外熱画像用いたモータ(ベアリング部)の診断 (ISO/DIS18434-1 Fig C.9より)

Thermography 熱画像

活動概要

(1) ISO 18434-1 通則:2008に続く、(ISO 18434-2) 診断ガイドラインの作成では、事例内容等をStage 0のまま検討中。

(ISO 18434-2) Condition monitoring and diagnostics of machines

- Thermography - Part 2: Diagnostic guidelines

機械の状態監視と診断 -サーモグラフィ- 第2部: 診断ガイドライン

(2) 日本国内における赤外線サーモグラフィ技術者認証制度の検討

ISO 18436-7 :2008 Condition monitoring and diagnostics of machines

- Requirements for qualification and assessment of personnel -

Part 7: Thermography

機械の状態監視と診断 -技術者の資格及び評価に関する要求事項-

第7部: サーモグラフィ

に基づく技術者認証について、(社)日本機械学会と(社)日本非破壊検査協会が協力して制度を検討中。

ISO 22096:2007 アコースティックエミッション

1 スコープ

機械の状態監視と診断にアコースティックエミッション(AE)を適用する際に要求される一般的な原則を規定する。

超音波診断はWG15として独立した。

表 AE診断として適用可能な機器と欠陥

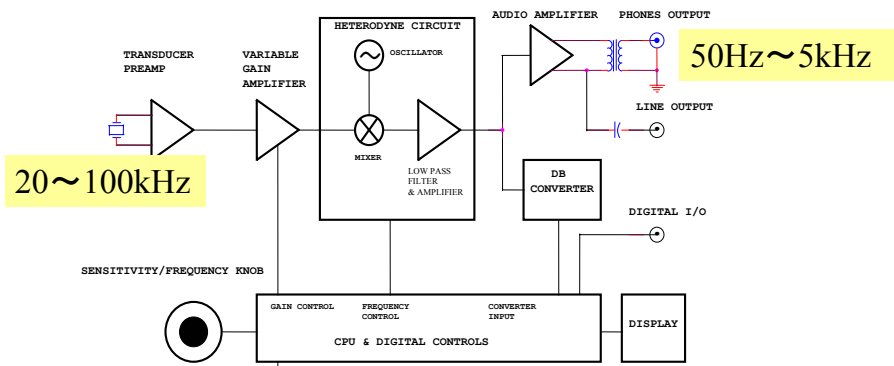
機械の種別	欠陥						
	軸受劣化	シール接触	摩耗	潤滑不良	ミスアライメント	基礎異常	プロセス監視(漏れ等)
ポンプ	●	●	●	●	●	●	●
ギヤボックス	●		●	●	●	●	●
電動機	●	●		●	●	●	
蒸気タービン	●	●		●	●	●	●
ガスタービン	●			●	●	●	●
発電機	●			●		●	
ディーゼルエンジン			●				●
工作機械	●		●	●			
送風機	●			●	●		●
低速回転機(60rpm以下)	●			●	●	●	●
機械要素(弁、熱交換器等)			●	●		●	●
圧縮機	●	●	●	●	●	●	●

教科書を準備中

(社)日本非破壊検査協会にて「アコースティック・エミッションによる動機械の診断」の出版を準備中

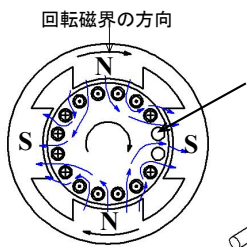
スコープ：
機械状態監視の一方法として、機械に発生した音響的な異常を空中および構造物を伝播した超音波領域の波動を検出し評価する技法について扱っている。

内容 測定方法、データ採取方法、評価基準



本技法に用いられる検査装置のブロック図

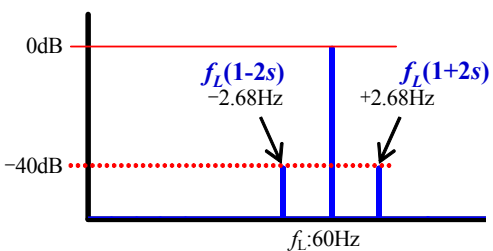
診断例 回転子バーの破損



損壊した回転子バー

- ・継ぎ目が高抵抗で接続されているバー
- ・ひびあるいはひびが進行しているバー

レベル	f_p/f_L (dB)	回転子の状態評価	推奨する行動
1	>60	最良な状態	なし
2	54-60	良好な状態	なし
3	48-54	種やかな状態	データの傾向管理
4	42-48	回転子バーに割れが進展している、あるいは高い抵抗で接続して状態	監視間隔を短縮、試験周波数の増加傾向を監視
5	36-42	1つか2つの回転子バーが割れか折損がある状態	電源と損傷程度を検証するために振動測定を行う
6	30-36	複数の回転子バーが割れか折損がある状態	できる限り速やかに分解点検
7	<30	同上、あるいは短絡板が破損している状態	同上、あるいは交換



誘導電動機電流徴候解析

MCSA : Motor Current Signature Analysis

1970年 米国原子力規制委員会

● 炉に入らないで原子炉内の電動機をチェックする技術が必要としていた。

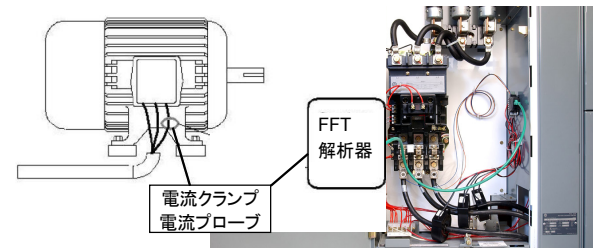
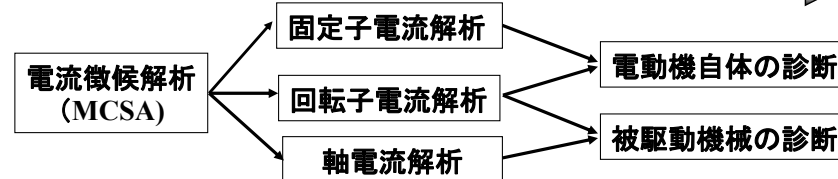
● 米国テネシー州のオークリッジ国立研究所で研究開始

電動機の中の様々な異常状態で電動機の電流が変調されることを発見。

1985年頃から実用化

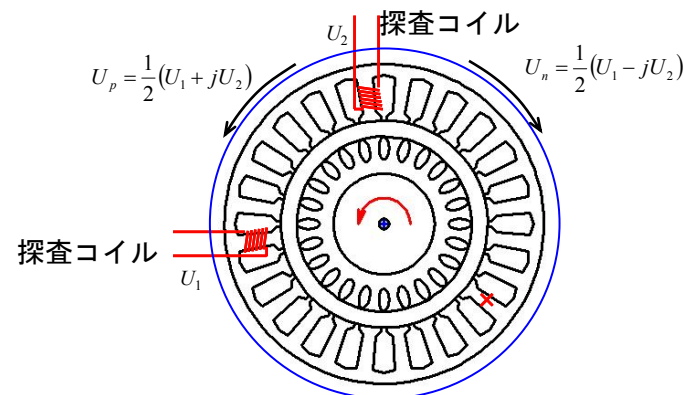
SC5/WG10

で規格化?



- 回転子バーの破損
- 静的偏心/動的偏心
- 鉄心の破損
- 巻線のゆるみ/短絡
- 基盤ゆるみ
- ミスマイメント/アンバランス
- 軸受の欠陥

探査コイルによる故障診断



異常の種類	特性				
	f	U_1	U_2	U_p	U_n
巻線不良	$f=f_L$	$U_1 \neq 0$	$U_2 \neq U_1 \neq 0$	$U_p \neq 0$	$U_n \neq 0$
静的偏心	$f=f_L$	$U_1 \neq 0$	$U_2 = U_1$	$U_p \neq 0$	$U_n \neq 0$
動的偏心	$f=f_L \{1 \pm (1-s)/p\}$	$U_1 \neq 0$	$U_2 = U_1$		
ロータ非対称	$f=f_L \{1-s\}/p \pm s\}$	$U_1 \neq 0$	$U_2 = U_1$		

スコープ :

電流解析を用いた電機設備状態監視診断技術の規格化

パート1:三相誘導電動機

パート2:トランス

活動状況

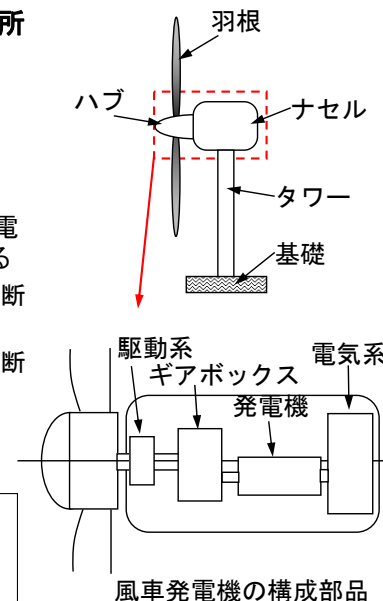
- 04年ロンドン会議
最新の「MCSA(Motor Current Signature Analysis)」電流徴候解析を用いた電気設備の状態監視診断技術のISO化を決定。
- 最新技術であるため検討委員の意見や認識が大きく異なり現在Note(N260)の段階で、規格化は遅々としています。
- IEC/TC2に規格化作業の主体が移り遅延

2008年5月のSC5京都会議でWG発足準備開始
提案 Dr. S. G. Lee(KR) 韓国電力公社 電力研究所
現在, Part 1: 一般指針のWDを検討中

Part1 一般指針: スコープ

風車発電機設備の故障検出のための状態監視と診断の技術と手法を示す。

- 状態監視診断システムの製造者と使用者に風車発電機設備の状態監視と診断における共通概念を与える
- 風車発電機設備の故障検出のための状態監視と診断に必要な技術事項を使用者が準備できるようにする
- 風車発電機設備の故障検出のための状態監視と診断を実現するのに適切な方法を与える

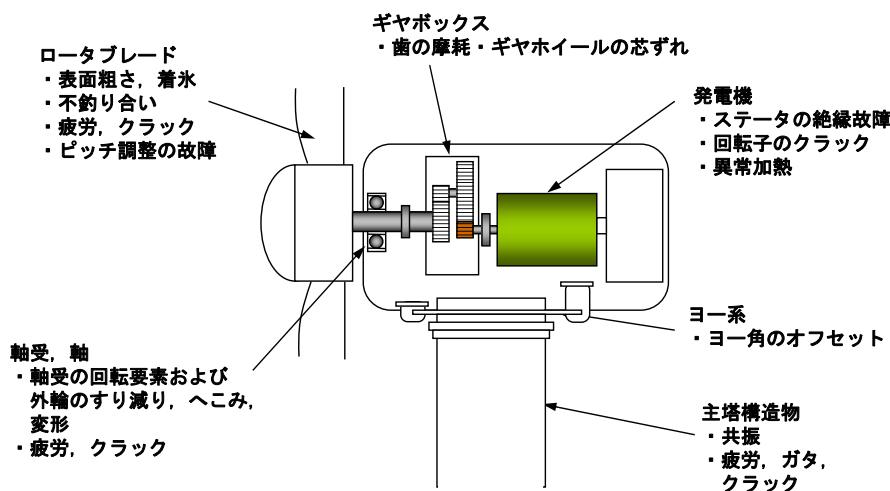


- 構成部品
- 故障モードと原因
- 部品毎の計測技術

風車設備における

が示されている

Part1 一般指針: 部品毎の故障モードとその原因の分類



風車発電機設備における典型的な異常

Part1 一般指針: 部品毎の異常と原因

カテゴリ	異常	原因	結果
摩耗	摩滅	設計負荷下での摩耗, 潤滑の問題によるすり減りの増加	軸受のガタ増大
	疲労	高負荷, 徐々に設計負荷を超えた負荷	表面のクラック, 破損
過負荷	変形	極端な負荷, 進行するすり減り	回転要素やリングの塑性変形, ヘコみ
	破断		回転要素の保持器やリングの破断
異常加熱	熱応力によるクラック	短時間周期での異常加熱と冷却の繰り返し	軸受要素のクラック
	加熱下での運転	異常高速回転, 熱による伸びによる寸法変化, 潤滑異常(過少, 過多, 汚れ)	
腐食	表面の腐食	潤滑の湿気, 環境の影響(海上設置の場合の塩水)	すり減りの増大, 潤滑の汚れ
電流伝道	表面の破損, 固着	軸受は落雷時に大電流を流さなければならない, 電気的問題(誘導電流)	スパークと表面の溶接による高程度の摩耗, 表面の固着

(例) 転がり軸受における異常

その他の各部品も, 部品ごとに異常が分類されて示されている

- ISO18436-1 認証制度に対する要求事項
- ISO18436-2 振動診断技術者
JSMEにて2004年度より開始
- ISO18436-3 訓練機関に対する要求事項
- ISO18436-4 油分析診断技術者（現場）
JSMEにて2009年度より開始
- ISO18436-5 油分析診断技術者（研究室）
- ISO18436-6 AE診断技術者
JSMEにおける制度創設を模索中
- ISO18436-7 熱画像診断技術者
現在、JSMEと非破壊検査協会にて調整中
- WD18436-8 超音波診断技術者
- NP 18436-9 診断技術者

技術分野毎の資格認証の概要

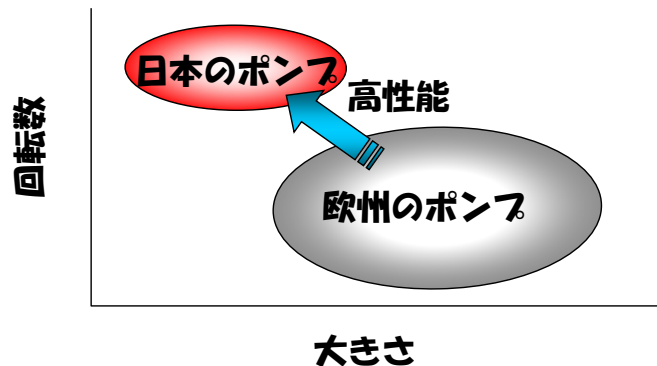
技術分野	パート No. (発行日)	CAT.数	CAT. No.	訓練時間 (累積)	実務経験	問題数	試験時間	合格ライン	有効期間	CAT.2 (VIB: CAT.3) の直接受験可否	日本における認証制度
振動	パート 2 改訂 DIS 18436-2 (2011/1/13)	4	CAT.1	30時間	6か月	60問	2時間	70%	5年以下 (パート1)	熟練者は、直接受験可能 (CAT.2, CAT.3) (訓練受講は必要)	JSMEで04年度から実施
			CAT.2	60時間	18か月	100問	3時間				
			CAT.3	90時間	36か月	100問	4時間				
			CAT.4	130時間	60か月	60問	5時間				
潤滑 (現場)	パート 4 FDIS 18436-4 (2008/6/2)	3	CAT.1	24時間	12か月 (192時間)	70問	2時間	70%	5年以下 (パート1)	熟練者は、直接受験可能 (CAT.2) (訓練受講も不要)	JSMEとJAST合同で09年度より実施
			CAT.2	48時間	24か月 (384時間)	100問	3時間				
			CAT.3	80時間	36か月 (576時間)	100問	3時間				
潤滑 (研究所)	パート 5 DIS 18436-5 (2008/10/7)	3	CAT.1	24時間	12か月 (1200時間)	70問	2時間	70%	5年以下 (パート1)	熟練者は、直接受験可能 (CAT.2) (訓練受講も不要)	?
			CAT.2	48時間	24か月 (2400時間)	100問	3時間				
			CAT.3	80時間	36か月 (3600時間)	100問	3時間				
AE	パート 6 FDIS 18436-6 (2008/6/2)	3	CAT.1	40時間	6か月 (96時間)	60問	2時間	75%	5年以下 (パート1)	熟練者は、直接受験可能 (CAT.2) (訓練受講も不要)	JSMEでの実施を模索中
			CAT.2	80時間	12か月 (192時間)	60問	2時間				
			CAT.3	120時間	36か月 (576時間)	60問	3時間				
サーモグラフィ	パート 7 FDIS 18436-7 (2008/6/2)	3	CAT.1	32時間	12か月 (400時間)	50問	2時間	75%	5年以下 (パート1)	熟練者は、直接受験可能 (CAT.2) (訓練受講も不要)	JSMEとJSNDIと調整中
			CAT.2	64時間	24か月 (1200時間)	60問	2時間				
			CAT.3	96時間	48か月 (1920時間)	60問	2時間				
超音波	パート 8 CD 18436-8 (2010/9/23)	3	CAT.1	32時間	6か月	60問	2時間	70%	5年以下 (パート1)	熟練者は、直接受験可能 (CAT.2) (訓練受講も不要)	P30
			CAT.2	64時間	12か月	60問	2時間				
			CAT.3	96時間	36か月	60問	3時間				

ISOの問題

ポンプの振動制限値

日本提案の振動制限値が受け入れられず
ISO 10816-7 が制定

↓
 厳しい振動制限値が強いられる



ISO投票国

投票国 (Pメンバー)

EU圏以外

- AUSTRALIA (SA)
- CANADA (SCC)
- CHINA (SAC)
- EGYPT (EOS)
- JAPAN (JISC)
- KOREA, REP. OF (KATS)
- NEW ZEALAND (SNZ)
- RUSSIAN FED. (GOST R)
- SWITZERLAND (SNV)
- USA (ANSI)

投票国 (Pメンバー)

EU圏

- CZECH-REP. (CSI)
- DENMARK (DS)
- FINLAND (SFS)
- FRANCE (AFNOR)
- GERMANY (DIN)
- IRELAND (NSAI)
- NETHERLANDS (NEN)
- NORWAY (SN)
- PORTUGAL (IPQ)
- SWEDEN (SIS)
- UNITED KINGDOM (BSI)



提案のタイミング

- NP新規提案
→審議団体への働きかけ
Project Leader その他
- WD段階での提案
→審議への参画
- 五年毎の規格見直し
→新技術、管理値等の提案

P33

日本の提案をISOに反映させるには

- データに裏付く積極的な提案
- 日本が一丸となった提案
- 協力国の取り込み
- 積極的に会議に参加
出席者が納得するまで議論してくれる

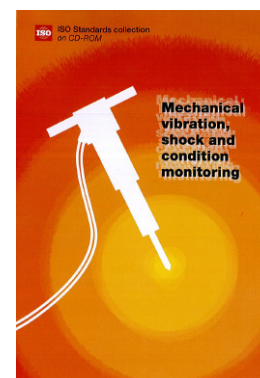
P34

お願い

**立場、会社を超えて
日本のために
ISO活動に御協力を**

P35

宣伝



ISO/TC108「機械振動と衝撃および状態監視診断」から発行された今までの規格がまとまっている。

202規格 価格：452CHF (スイスフラン)

ISO/Home Page

⇒Product

⇒Publications and e-products

⇒Handbooks

P36