

管理番号:16-11  
船舶用ポンプ遠隔状態監視保全システム  
に関する研究開発

平成28年度 成果報告書(要約版)

日本郵船株式会社  
株式会社MTI  
株式会社浪速ポンプ製作所

# 目次

1. 研究の背景及び目的
2. 実施体制、期間
3. 実施内容の詳細
4. ポンプ診断マトリックス製作
5. 計測項目の設定
6. 本船計測装置
7. 供試ポンプ
8. 本船収録装置 (ROSA)
9. 本船データ収録一覧
10. 本船データ収録
11. 陸上試験概要
12. 陸上試験装置
13. 陸上試験計測データ一覧
14. 異常模擬例
15. 計測データ一例
16. 船陸データ比較一例
17. 研究成果
18. 診断技術の確立に向けて

# 1. 研究の背景及び目的

本研究開発は、日本海事協会(ClassNK)の助成を受けて  
2016年2月～2017年3月の期間に実施

## 背景

運航経済性の向上  
保守整備コストの削減  
技術継承

ユーザーサイドでは、国際競争力強化や安全性向上の為、これらへの対応が必要となっている

## ニーズ

現状

事後保全  
時間基準保全

未着手の補機のメンテナンス

状態基準保全

予防保全

## 目的

ビッグデータ基盤を活用した  
ユーザーが安心して利用できる体制づくり

状態監視システム回転補機類への実用化

## 2. 実施体制、期間

### 実施体制

日本郵船株式会社

株式会社MTI

株式会社浪速ポンプ製作所

### 期間

2016年2月～2017年3月

2016年12月21日 中間報告

2017年 3月31日 成果報告書提出

# 3. 実施内容の詳細

## (1) 計測装置の計画

- ポンプ診断マトリックスの製作
- 計測項目の設定

## (2) ソフト開発

- データ収集ソフトの開発

## (3) 本船用計測装置の設計・製作・計測

- 本船用計測装置の設計・製作
- 船陸間通信を用いたデータ転送システムの設計・製作
- データ計測および船陸通信

## (4) 陸上用計測装置の設計・製作・計測

- 陸上用試験装置の設計・製作
- 陸上模擬試験データ計測

## (5) 評価

- 本船収録／陸上模擬試験データの分析
- ポンプ診断マトリックスと陸上模擬試験データとの対比
- 診断アルゴリズムの構築

# 4. ポンプ診断マトリックス製作

\* 浪速ポンプ製作所でのポンプ不具合事例及び  
IS013380、参考文献を利用し製作

		徴候 (○:徴候が現)														
		位置		方向			周波数									
		軸受	軸	前後 方向	左右 方向	軸方向	<N	"=N"	"=fn"	"=nxN"	"=nxZnN"					
インベ ラ 性能	故障内容															
	吸込温度の違い															
	原動機の故障															
	異物付着	○	○	○	○			○								
	摩耗、壊食	○	○	○	○			○								
	損傷	○	○	○	○			○								
	接触	○	○					○								
	回転方向															
	ストレーナ、吸込フィルタつまり															
	ライニング摩耗															
	空気吸込															
	配管の空気だまり	○		○	○	○				○						
	キャビテーション															
	ウォーターハンマ															
	接触	○	○					○	○	○						
クラック		○						○		○						
羽根車との嵌り合い不良		○						○		○						



- 浪速ポンプ製作所でのポンプ不具合事例
- IS013380
- 参考文献
  - 金光、日向:ポンプ・送風機・圧縮機の診断技術、ターボ機械、13-3、1985.3、157
  - 木村、山内:振動徴候マトリックス、ターボ機械、10-10、1982.10、620
  - C. Jackson:THE PRACTICAL VIBRATION PROMER、5.Taking Field Data、1979、p.21-30

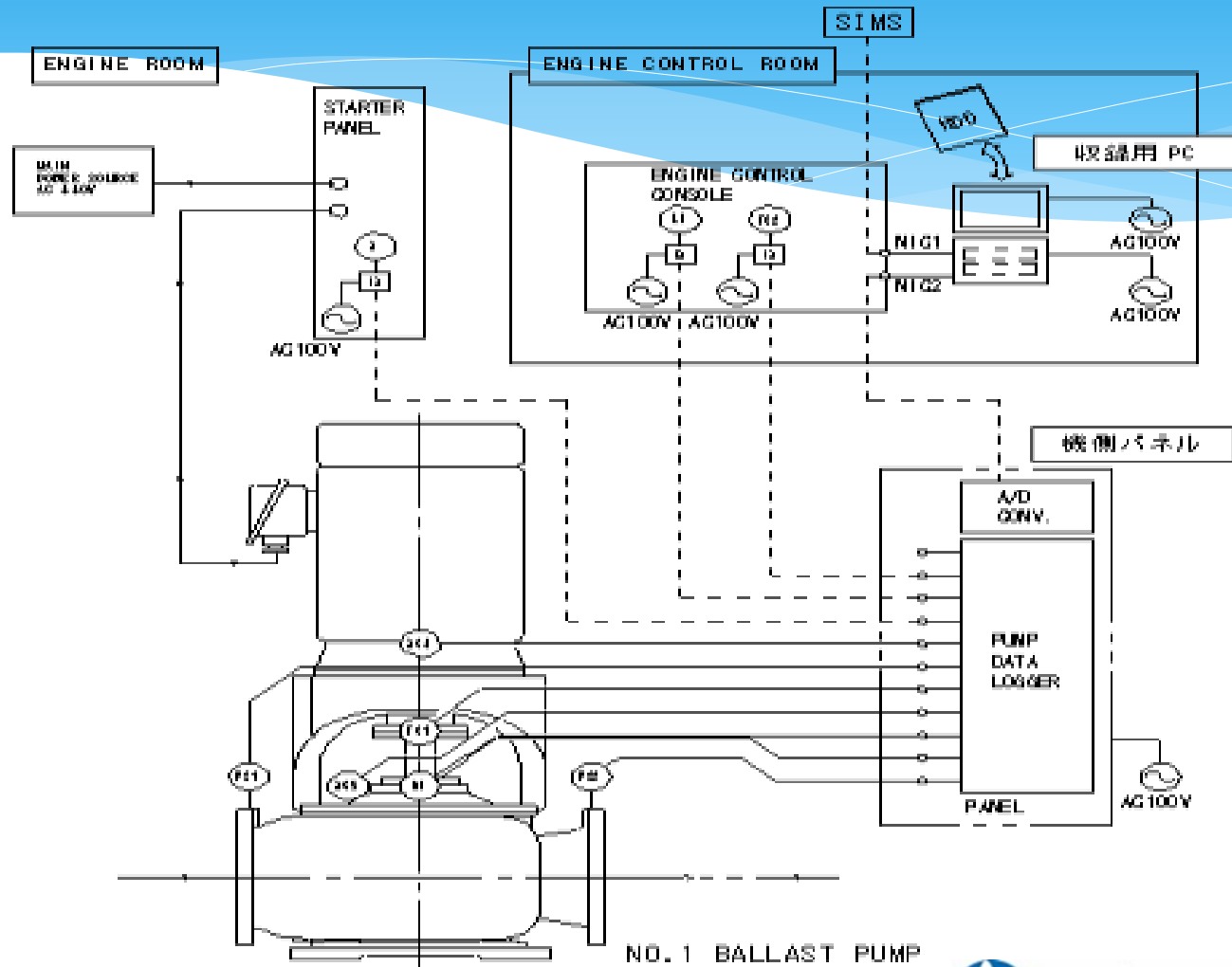
# 5. 計測項目の設定

本船へのセンサ搭載

機械的要素、流体的要素を判別できる計測項目

記号	センサ名	設置位置	設置		機械的要素	流体的要素	備考
			本船	陸上			
PS1	圧力センサ	ポンプ吸込側	●	●		○	
PS2	圧力センサ	ポンプ吐出側	●	●		○	
FS	流量センサ	吐出配管内	/	●		○	
AC4	加速度センサ	モータ側	●	●	○	○	3軸(X・Y・Z)
AC5	加速度センサ	ポンプケーシングカバー	●	●	○	○	3軸(X・Y・Z)
DI	変位センサ	ポンプ軸	●	●	○	○	2軸(±45°)
A	電流センサ	モータ入力側	●	●	○	○	
V	電圧センサ	モータ入力側	/	●	○		
TS	温度センサ	ポンプケーシング	/	●	○		
TC1	回転検出器	ポンプ軸	●	●	○		解析時に使用

# 6. 本船計測装置





# 7. 供試ポンプ

ENGINE ROOM内



機側パネル

供試ポンプ

センサ搭載



用途名	BALLAST PUMP
型式	立型両吸込渦巻式
型番	FEWV-400-3D
仕様	2000m <sup>3</sup> /h x 0.25MPa x 200kW x 1150min <sup>-1</sup>
備考	ばら積み船に搭載

# 8. 本船収録装置 (ROSA)

データ収録用PC



収録ソフト稼働画面



機側パネル



パネル内部

# 9. 本船データ収録一覧

計測項目	計測点名称	計測 点数	トレンドデータ			スペクトルデータ	
			スペクトル		ベクトル	分析 周波数 1,000Hz	分析 周波数 5,000Hz
			分析周波数 1,000Hz		分析周波数 5,000Hz		
			DC成分	0A値	振幅値 1N, 2N成分		
①圧力	吸込圧力	1	○	○	-	○	○
	吐出圧力	1	○	○	-	○	○
②振動	モータ下部振動	3	-	○	○	○	○
	ポンプケーシング振動	3	-	○	○	○	○
③変位	軸変位	2	○	○	○	○	○
④ポンプ回転数	1パルス	1	-	-	-	○	○
	DC-rpm	1	○	-	-		
⑤電流	モータ電流	1	○	-	-	○	○
⑥ロードインデックス	ロードインデックス	1	○	-	-	○	○

# 10. 本船データ収録

## 本船データ収集

- \* データ計測は、ポンプ起動前に計測装置を起動し、運転中は常時通電し計測を行った。尚、ポンプの運転は通常動作で計測を実施
- \* 寄港時にハードディスクを交換し、計測した本船データを回収（本研究期間中3回実施）

## データ通信

- \* データ送信機能試験を実施し、通信容量などを確認した

ファイル名称	yyyy_mm_dd-NN.csv yyyy mm dd:日付情報 NN:分割ファイルの番号
ファイル形式	csv形式
ファイル内容	タイムスタンプ ベクトルデータ(1N,2N) トレンドデータ
ファイルサイズ(1時間分)	190kB
圧縮時ファイルサイズ	90kB(ZIP形式)

# 11. 陸上試験概要

- \* ポンプ診断マトリックスの検証を行うため、ポンプの故障内容を模擬し、陸上試験を実施した。
- \* センサは本船と同一仕様とし、取付け方法も同一とした。
- \* ポンプ診断マトリックスを更に詳しく検証する為、本船計測項目に流量、軸受温度、電圧を追加した。
- \* ポンプは本船と同一仕様品を使用した。



# 12. 陸上試験装置

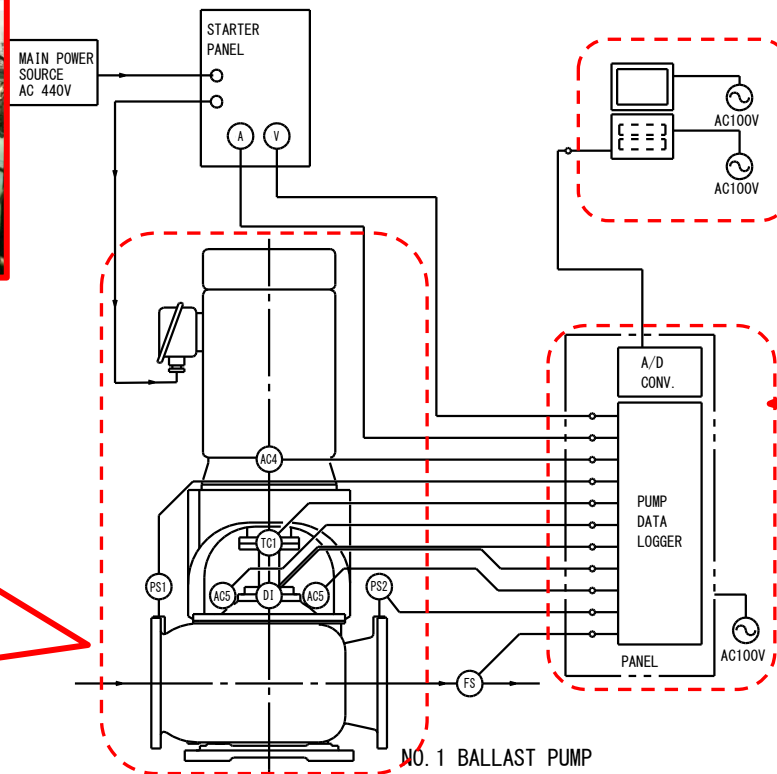
故障内容を模擬した陸上試験を実施する為に  
浪速ポンプ製作所内に試験設備を構築



設置状況



供試ポンプ



データ収録PC



データ収録装置

# 13. 陸上試験計測データ一覧

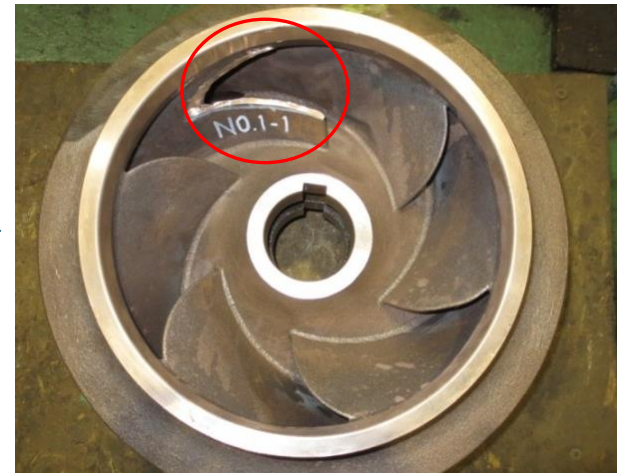
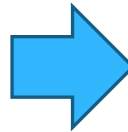
計測項目	計測点名称	計測点数	トレンドデータ			スペクトルデータ	
			スペクトル		ベクトル	分析周波数 1,000Hz	分析周波数 5,000Hz
			分析周波数 1,000Hz		分析周波数 5,000Hz		
			DC成分	0A値	振幅値 1N, 2N成分		
①圧力	吸込圧力	1	○	○	-	○	○
	吐出圧力	1	○	○	-	○	○
②振動	モータ下部振動	3	-	○	○	○	○
	ポンプケーシング振動	3	-	○	○	○	○
③変位	軸変位	2	○	○	○	○	○
④ポンプ回転数	1パルス	1	-	-	-	○	○
	DC-rpm	1	○	-	-		
⑤電流	モータ電流	1	○	-	-	○	○
⑥電圧	モータ電圧	1	○	-	-	○	○
⑦軸受温度	温度	1	○	-	-	○	○
⑧流量	流量	1	○	-	-	○	○

# 14. 異常模擬例

- インペラ、ケーシング、ケーシングリング、水中軸受の故障を模擬し、陸上試験を実施した。
- 部品故障模擬箇所は、実際の損傷事例および文献を基に決定した。



インペラ故障事例

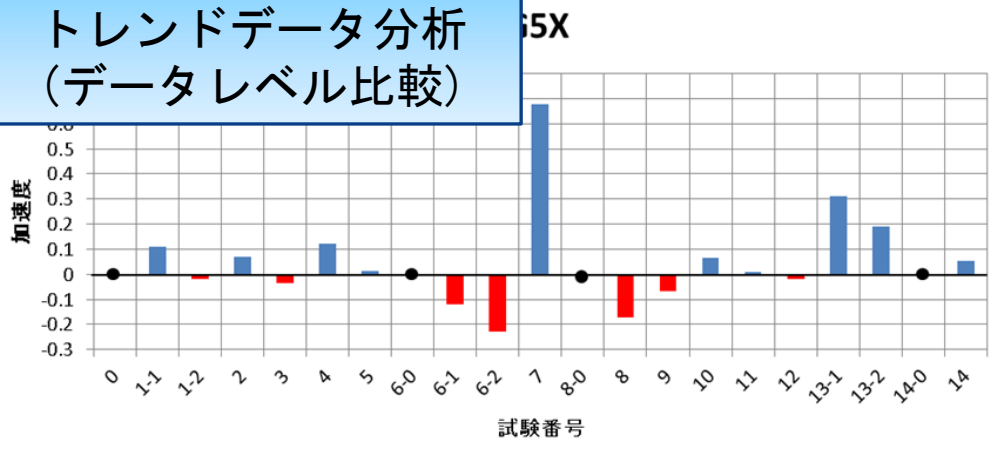


インペラ故障模擬

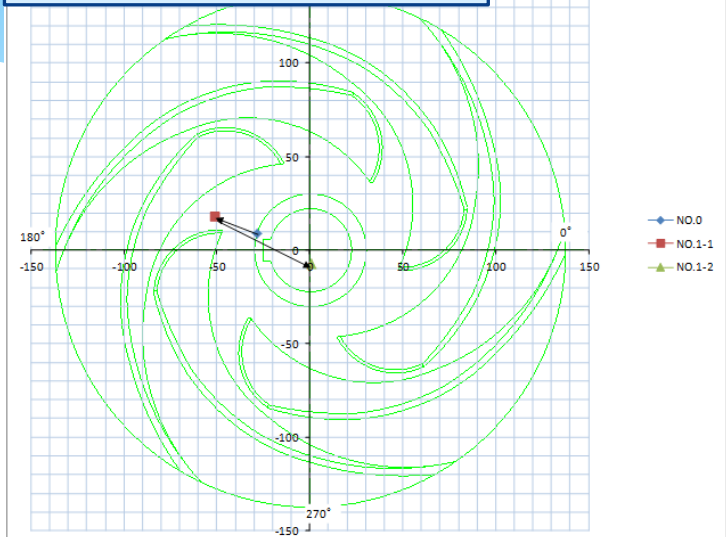


# 15. 計測データ一例

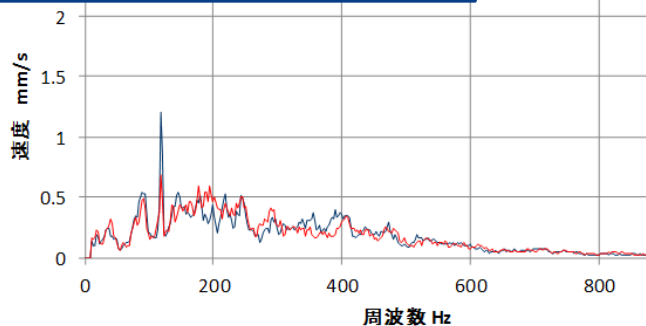
## トレンドデータ分析 (データレベル比較)



## ベクトルデータ分析



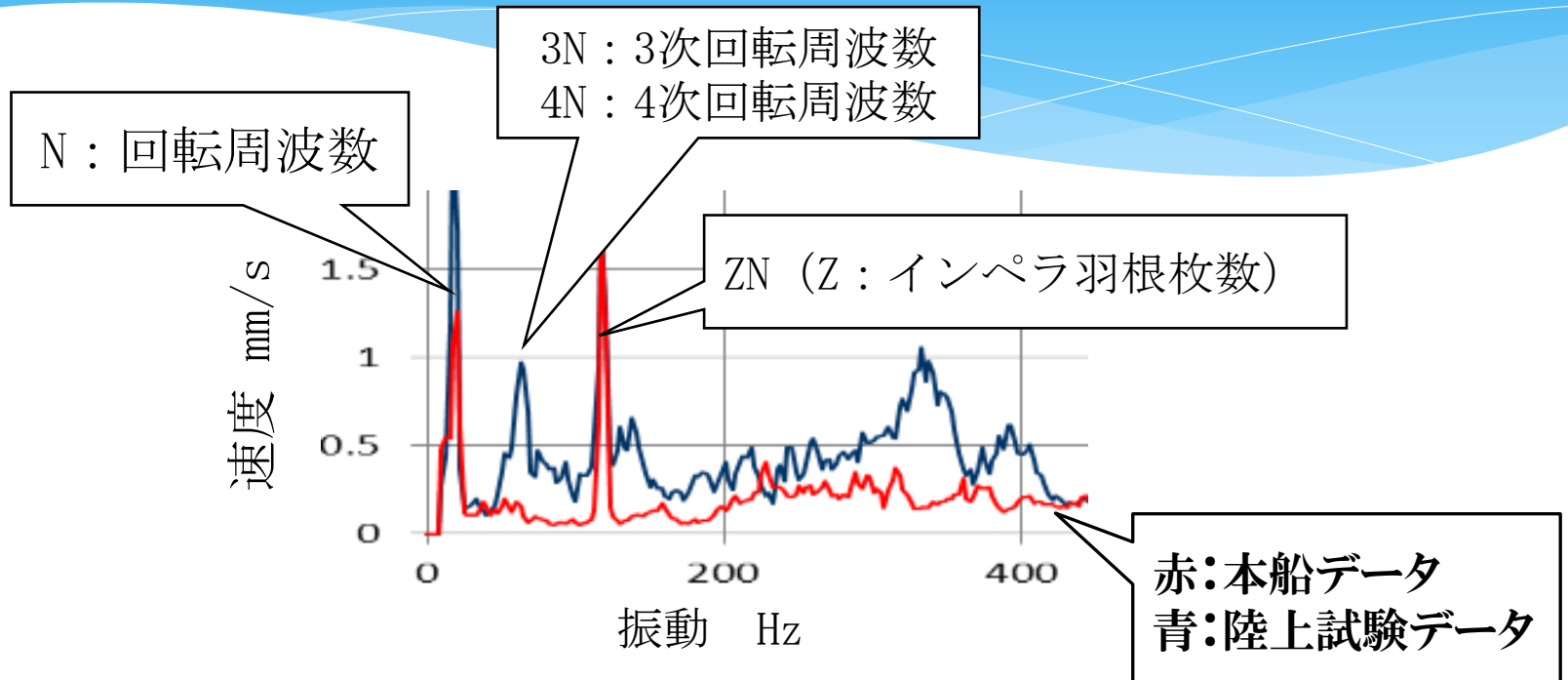
## スペクトルデータ分析



各データ分析により以下の知見が得られた。

- ・ 状態診断におけるセンサの優位差
- ・ 異常状態での状態量(センサ信号)およびスペクトルの変化傾向・特徴
- ・ 異常状態でのベクトル変化量および変化パターンの関係性

# 16. 船陸データ比較一例



本船と陸上の振動スペクトル比較

# 17. 研究成果

## (1) 異常診断装置

- ▶ データ収集システム、データ転送システムの開発及び実船での稼働を確認した

## (2) 診断アルゴリズム

- ▶ 診断アルゴリズムに用いる診断マトリックスを陸上模擬試験で検証し、反映させた

# 18. 診断技術の確立に向けて

- (1) 診断アルゴリズムの完成
- (2) 状態診断技術(装置)の開発
  - (a) 異常予兆検知の為のデータ蓄積と充実
  - (b) 余寿命予測技術の確立
- (3) 船陸間通信の最適化(転送量の削減)
- (4) 検査の合理化、効率化への提案
  - (a) 検査の合理化、効率化
  - (b) CMAXSとの接続