

船舶機関システムの自律化

～DFFAS PJ/海事産業集約連携促進技術開発支援事業での取り組み～

2021年12月2日

株式会社MTI 船舶物流技術グループ
井上 伸一

1. はじめに

- ・自律機関とは？
- ・機関自律化へのステップ

2. 遠隔機関監視システム開発の取組み (DFFAS PJ)

- ・One Oilerコンセプト
- ・リスクアセスメント
- ・デモシナリオ試験

3. 機関状態診断システム開発の取組み

(海事産業集約連携促進技術開発支援事業)

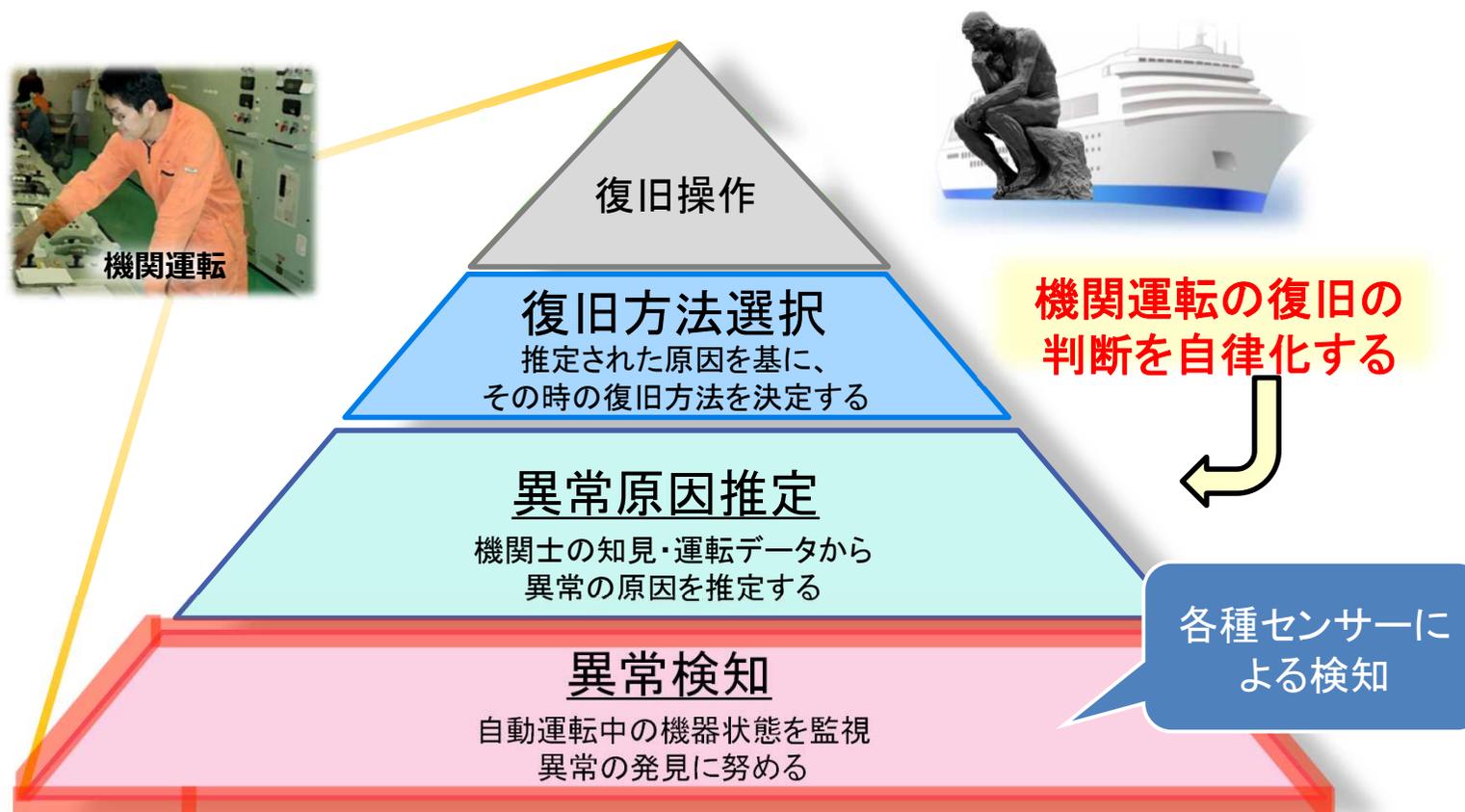
- ・開発目標
- ・1Dシミュレーション
- ・異常の原因推定システム

4. まとめ

1. はじめに

自律機関とは？

定められたルール以外のトラブルが発生したとき、機関プラントの運転を維持するためにトラブル原因特定、復旧をシステムによって実施することが船用機関の自律化。

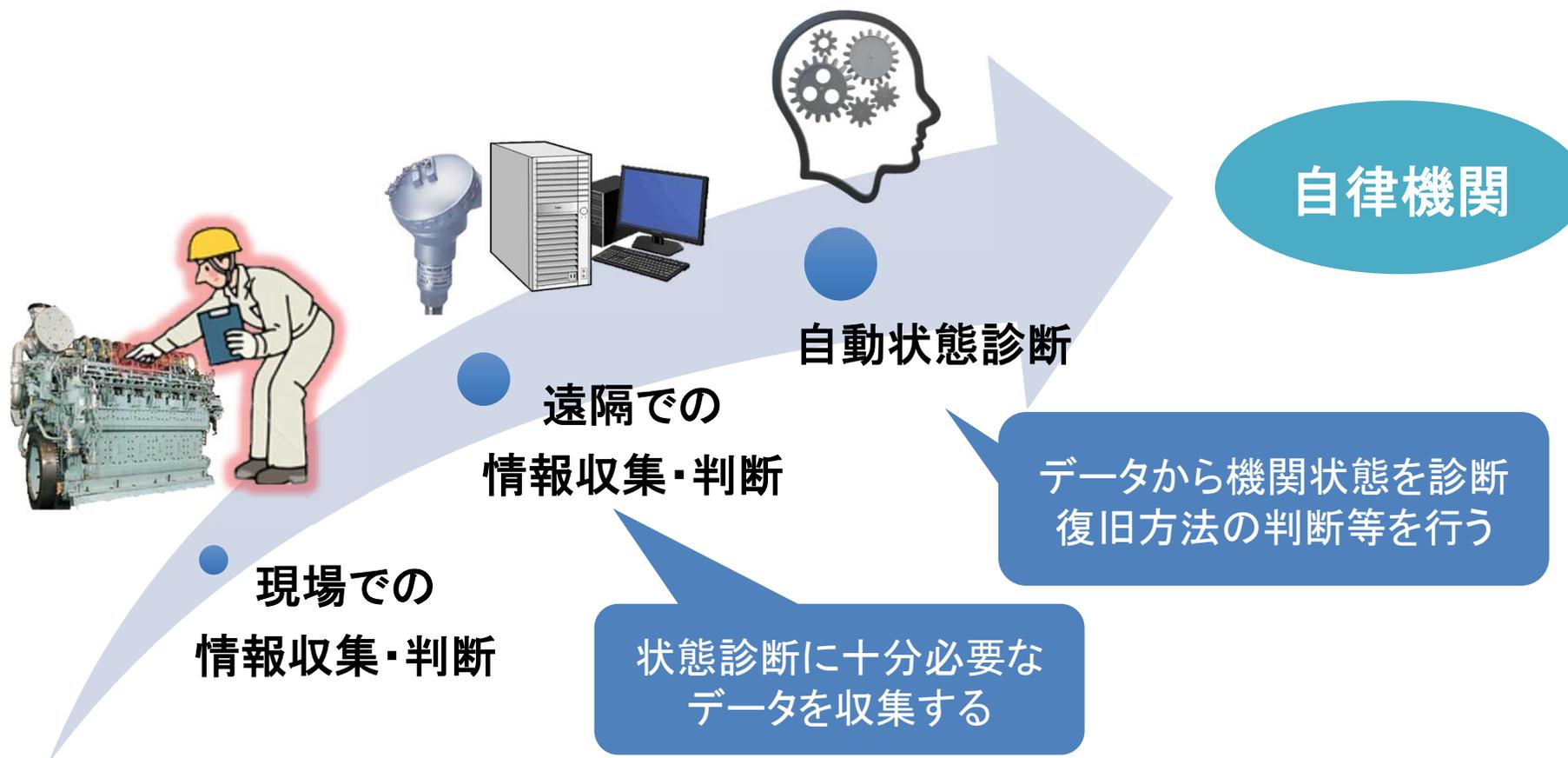


1. はじめに

機関自律化へのステップ

Step 1: 状態診断に必要なデータを収集。

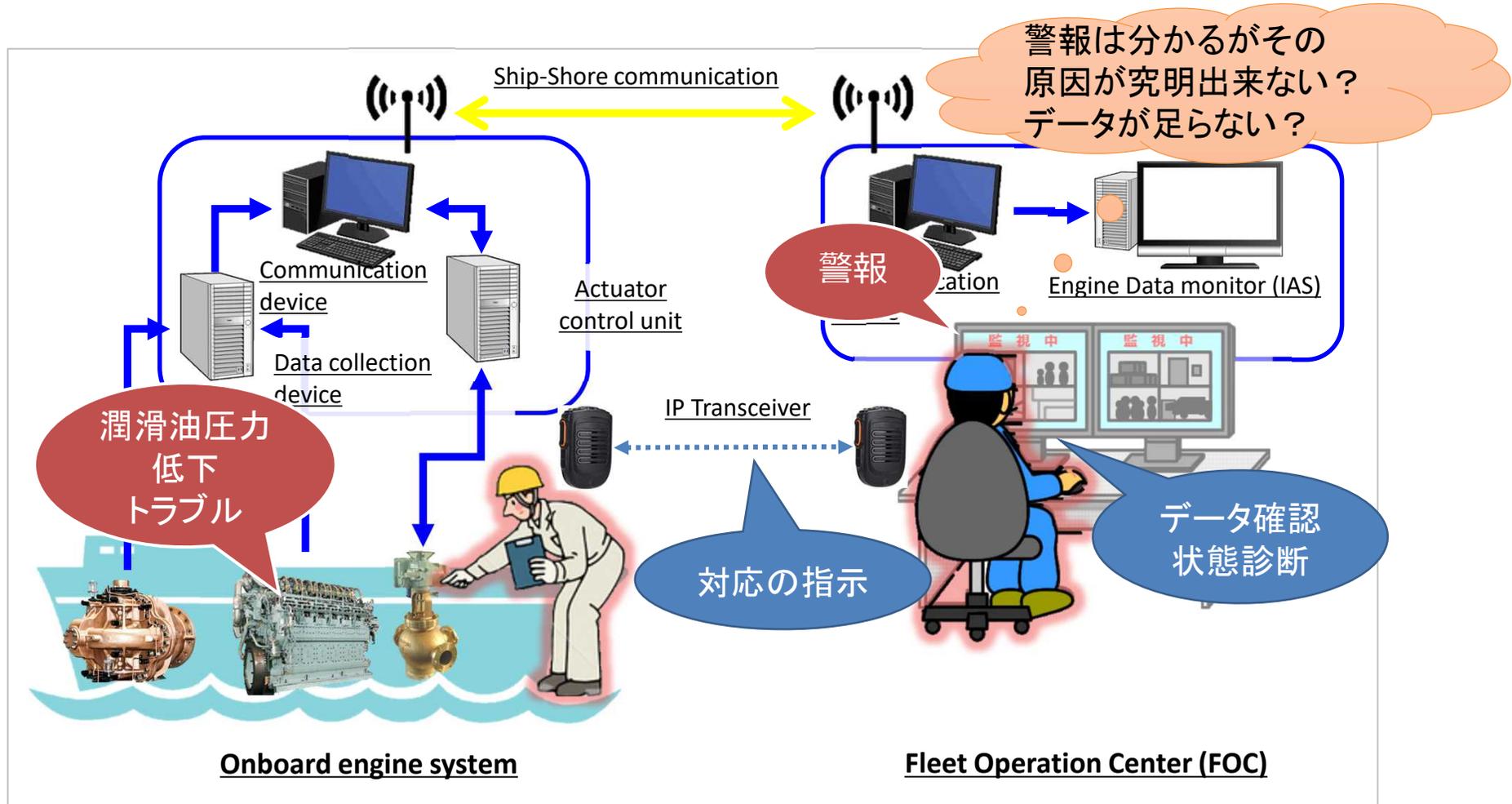
Step 2: データから機関状態・異常原因を診断するシステムの開発。



2. 遠隔機関監視システム開発の取組み (DFFAS PJ)

One Oilerコンセプト

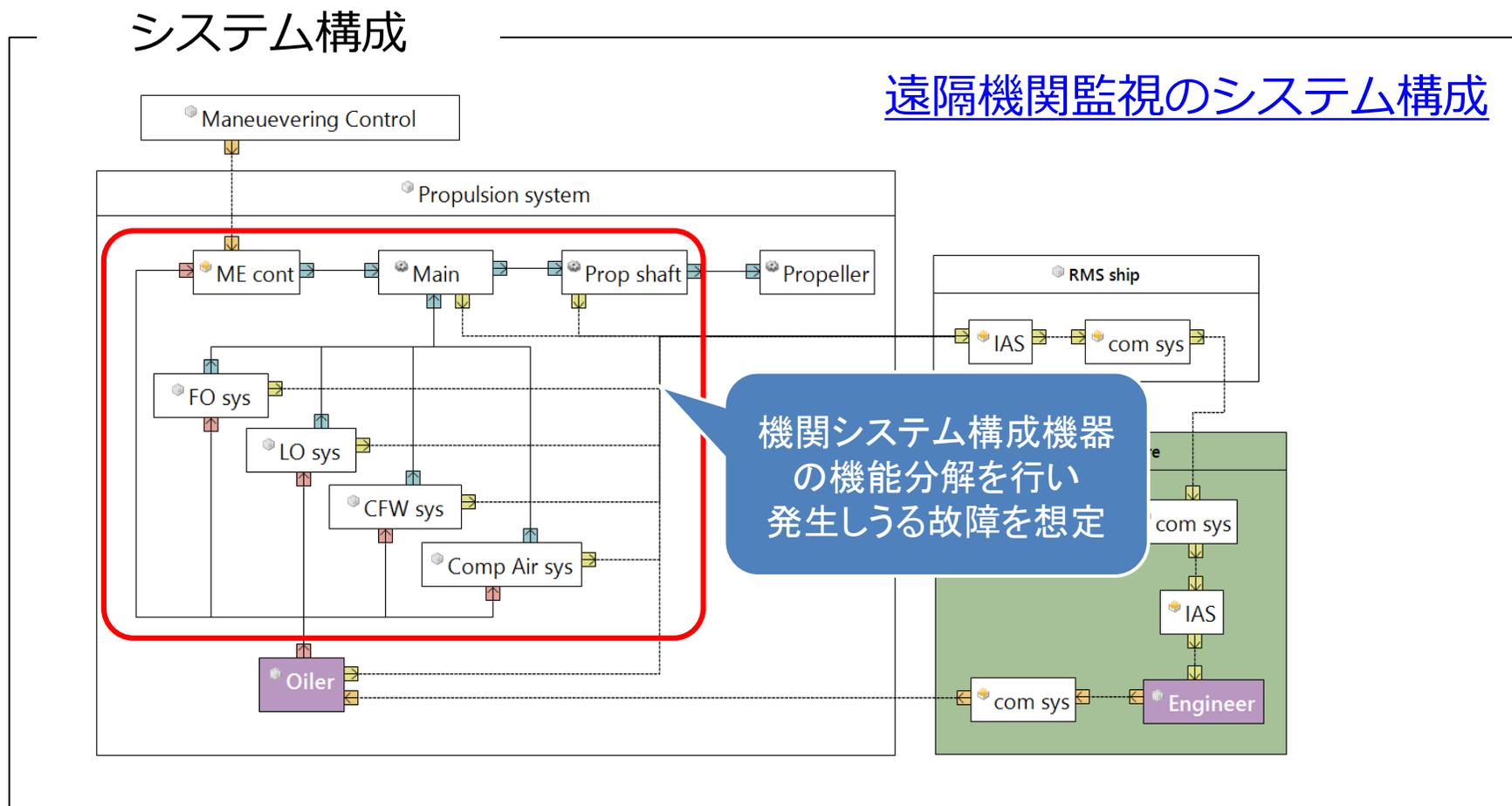
機関長が陸上で機関状態を遠隔監視し、船上のOilerに必要な対応を指示する。



2. 遠隔機関監視システム開発の取組み (DFFAS PJ)

リスクアセスメント

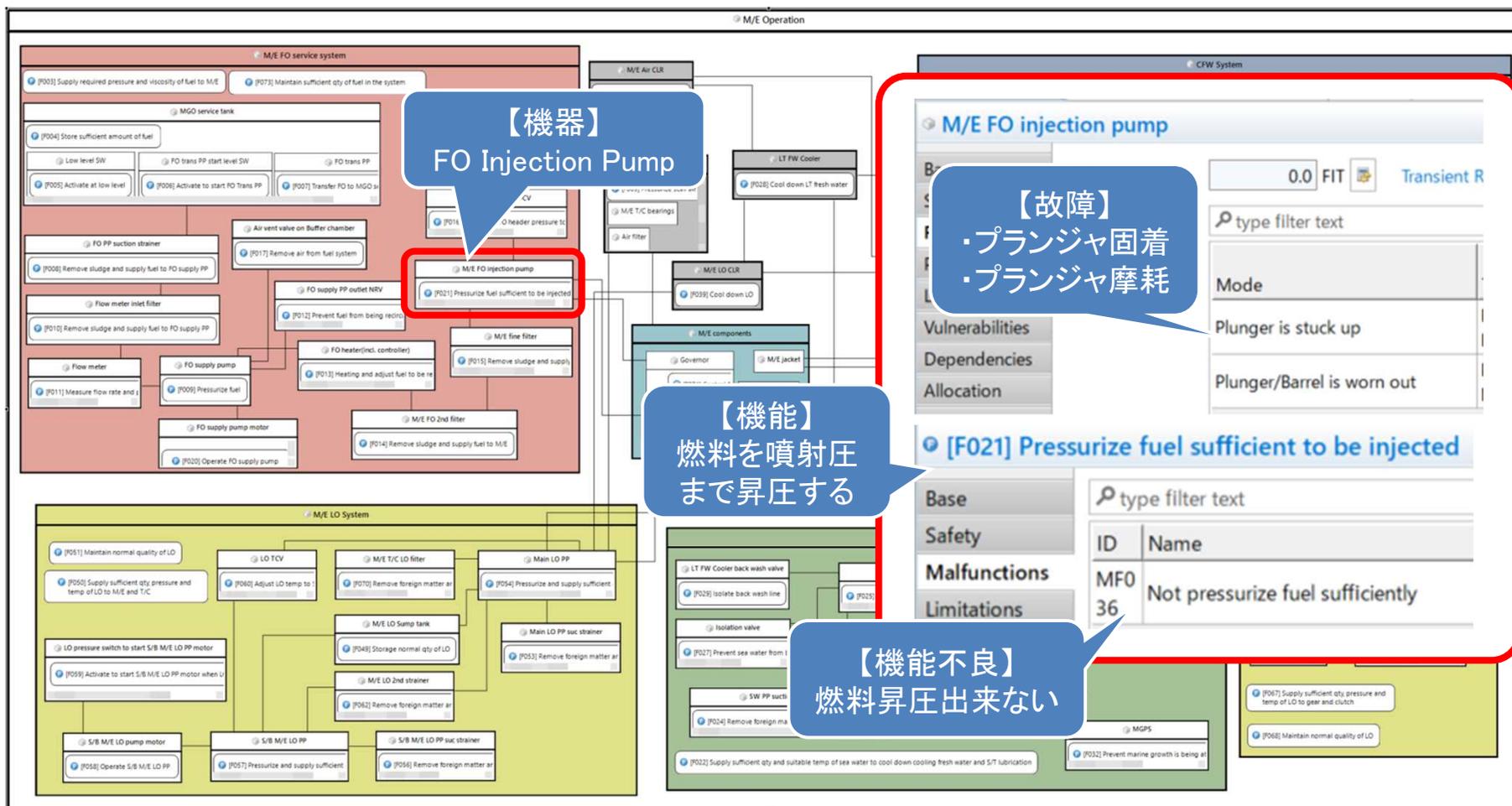
機関システムで異常が発生したときにOne Oilerコンセプトでの機関運転継続が不可能となるリスクが、どこにどの程度あるか評価する。



2. 遠隔機関監視システム開発の取組み (DFFAS PJ)

リスクアセスメント

システムアーキテクチャを作成し、構成機器・システムの機能及び故障を定義する。



2. 遠隔機関監視システム開発の取組み (DFFAS PJ)

リスクアセスメント

故障モード影響解析 (FMEA) を実施。

M/E operation system

type filter text

Component/Function	Potential Failures	Potential Failure Effects	Severity	Max Severity	Risk Class	Potential Failure Causes	Occurrence	Current Design Controls
M/E Operation	JCFW press is low	M/E Operation JCFW outlet tempo is high	4	4	N	CFW System [F033] Supply sufficient qty, pressure and suitable temp of CFW to machineries and coolers [MF121] Not supply sufficient qty and pressure of HT CFW to M/E	1	
	M/E Operation	M/E Operation [F019] M/E to be operated at required RPM by following bridge order [MF032] Unable to be operated at required RPM	5		N	M/E LO System [F050] Supply sufficient qty, pressure and temp of LO to M/E and T/C [MF080] LO temp at M/E and T/C inlet is high	1	
			5		N	M/E Pist [MF070] Inside piston is dirty	1	
M/E Operation	Piston cooling LO outlet temp is high	M/E Operation M/E Exh gas temp is low Poor combustion			N	M/E Oper [MF070] Inside piston is dirty	1	
					N	M/E Oper [MF070] Inside piston is dirty	1	
M/E FO service system	Air is contaminated in fuel system	M/E Operation Exh gas temp is high	4		N	FO injection valve Poor injection	2	
			4		N	M/E Operation Scav press is low M/E FO service system [F073] Maintain sufficient fuel quantity to M/E FO service system [F009] Pressurize fuel [MF029] Not pressurize fuel	1	
M/E FO service system	Air is contaminated in fuel system	M/E Operation Exh gas temp is high			N	FO injection valve Poor injection	2	
					N	M/E Operation Scav press is low M/E FO service system [F073] Maintain sufficient fuel quantity to M/E FO service system [F009] Pressurize fuel [MF029] Not pressurize fuel	1	

検出度 (Detection)	点数
原因の発生が検出できない	5
解放点検しないと原因が分からない(メンテナンス時に検出できる)	4
アラームが鳴り、Oilerが機器を直接確認すれば原因が分かる	3
アラームが鳴り、センサーデータの遠隔監視によって原因が分かる	2
アラームで即座に原因が分かる	1

影響度 (Severity)	点数
Propulsion Lossする/出力制限を要する	5
本船乗員や人員では復旧できないが、次港までの間、出力制限せず航行できる可能性がある	4
One OLR (乗組員) の整備によって復旧でき、Propulsion Lossさせずに済む可能性がやや高い	3
One OLR (乗組員) の操作によって即時復旧でき、Propulsion Lossさせずに済む可能性が高い	2
Propulsion Loss/出力制限に影響(波及)しない	1

発生頻度 (Occurrence)	点数
1隻で1月に1回発生する	5
1隻で1年に1回発生する	4
10隻のうち1隻で、1年に1回発生する	3
100隻のうち1隻で、1年に1回発生する	2
1000隻のうち1隻で、1年に1回発生する	1

検出対策	検出度
筒内圧計測定定期点検	3

【故障】 燃焼不良

【故障影響】 排ガス温度高

【故障原因】 燃料噴射不良

【影響度】 4

【発生頻度】 2

【検出対策】 筒内圧計測定定期点検

【検出度】 3

2. 遠隔機関監視システム開発の取組み(DFFAS PJ)

デモシナリオ試験

故障伝搬ネットから異常発生シナリオ作成。データから故障原因究明できるか？

警報発生

警報の原因調査
Oilerに対応を指示

警報の原因は？
どのデータを見れば？

機関長指示に従い
復旧作業を実行

秒

CH1 E 主機関排気ガスシリンダ出口温度No.1低下 290℃⇒-2℃/S
 CH1 F~J 主機関排気ガスシリンダ出口温度No.1~6上昇 290℃⇒+0.5℃/S
 CH1 K 主機関排気ガス過給機入り口温度No1上昇 450℃⇒+0.3℃/S
 CH1 L 主機関排気ガス過給機入り口温度No2上昇 450℃⇒+0.5℃/S
 CH1 M 主機関排気ガス過給機出口温度上昇 380℃⇒+0.5℃/S
 CH1 R 高温冷却清水シリンダ出口温度No1低下 80℃⇒-0.2℃/S
 CH1 D FOラック目盛増加 52mm⇒0.2mm/S
 CH1 R 高温冷却水シリンダ出口温度No.1低下 80℃⇒-0.2℃/S
 141秒
 CH1 M 主機関排気ガス過給機出口温度上昇 450℃ 高温警報
 201秒
 CH1 L 主機関排気ガス過給機入り口温度No2上昇 550℃ 高温警報

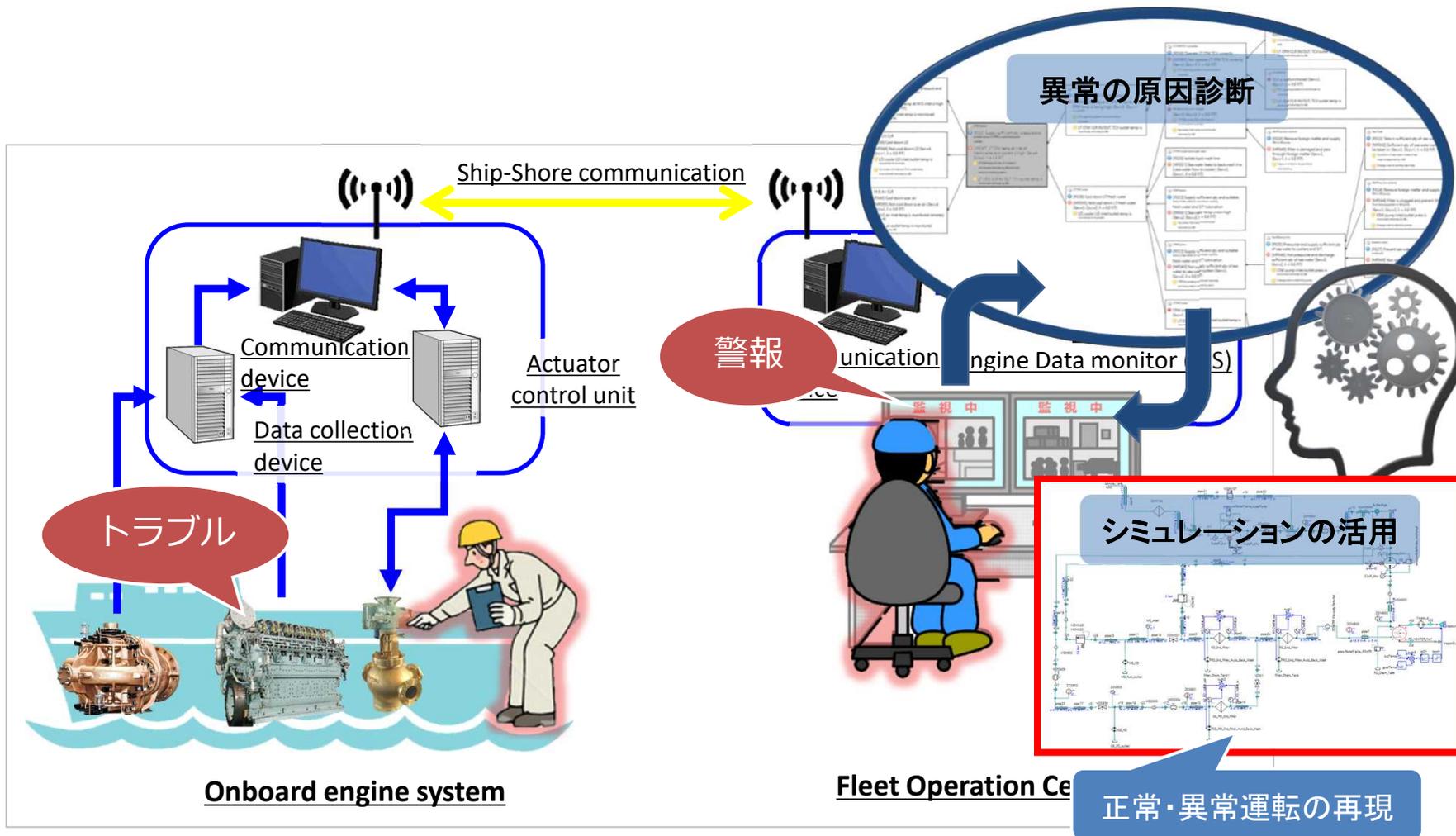
(概要)
燃料ポンプ不良でNo.1 シリンダ 燃焼停止⇒排気ガス温度、ジャケット温度低下。
回転数維持の為に自動でポンプラックが増加され、No.1 シリンダ以外の燃料投入量増加により排気ガス温度上昇。

結果に個人差

3. 機関状態診断システム開発の取組み(海事産業集約連携促進技術開発支援事業)

開発目標

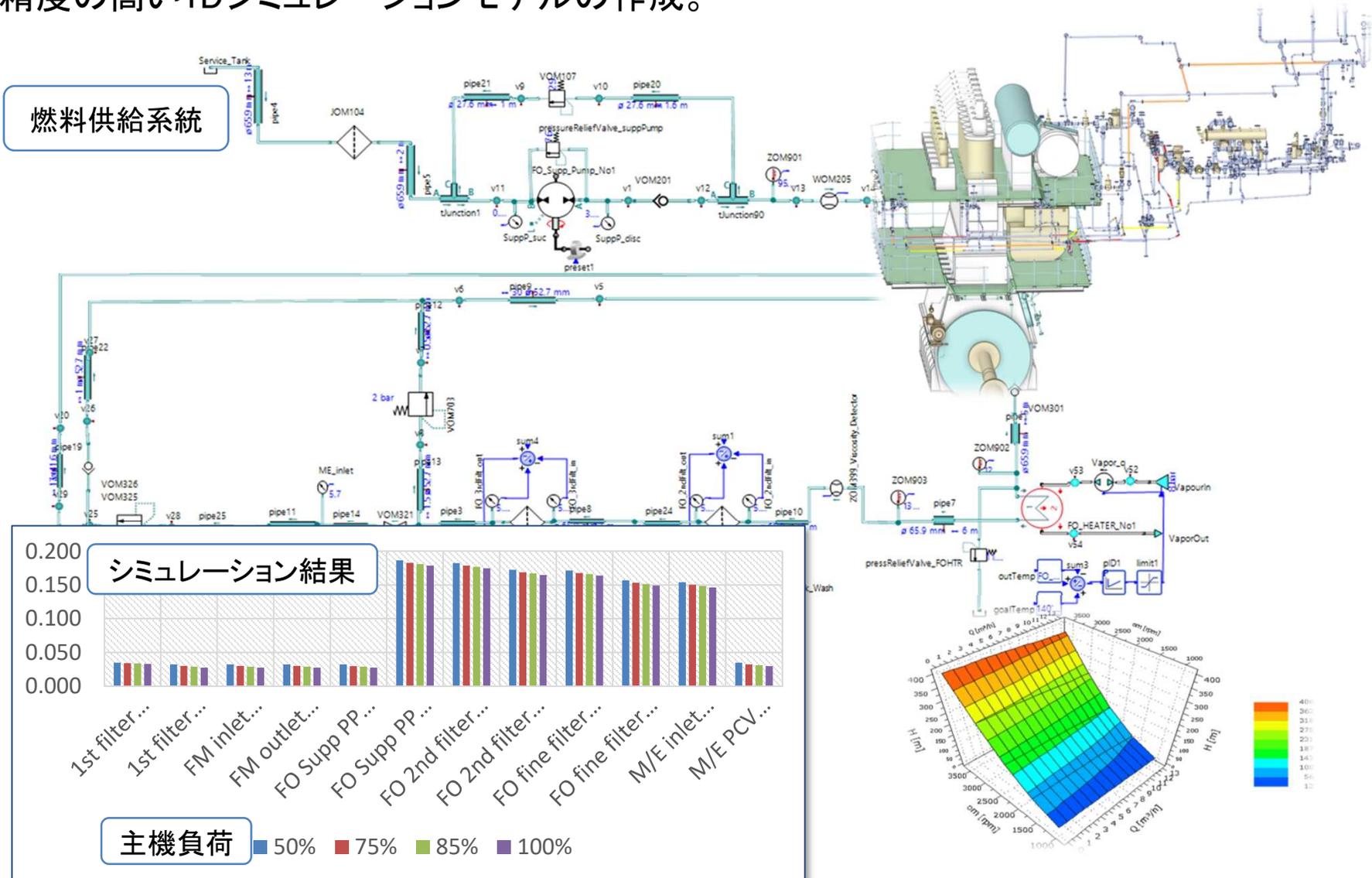
データを解析し異常の原因推定及び復旧方法を選択するシステム



3. 機関状態診断システム開発の取組み(海事産業集約連携促進技術開発支援事業)

1Dシミュレーション

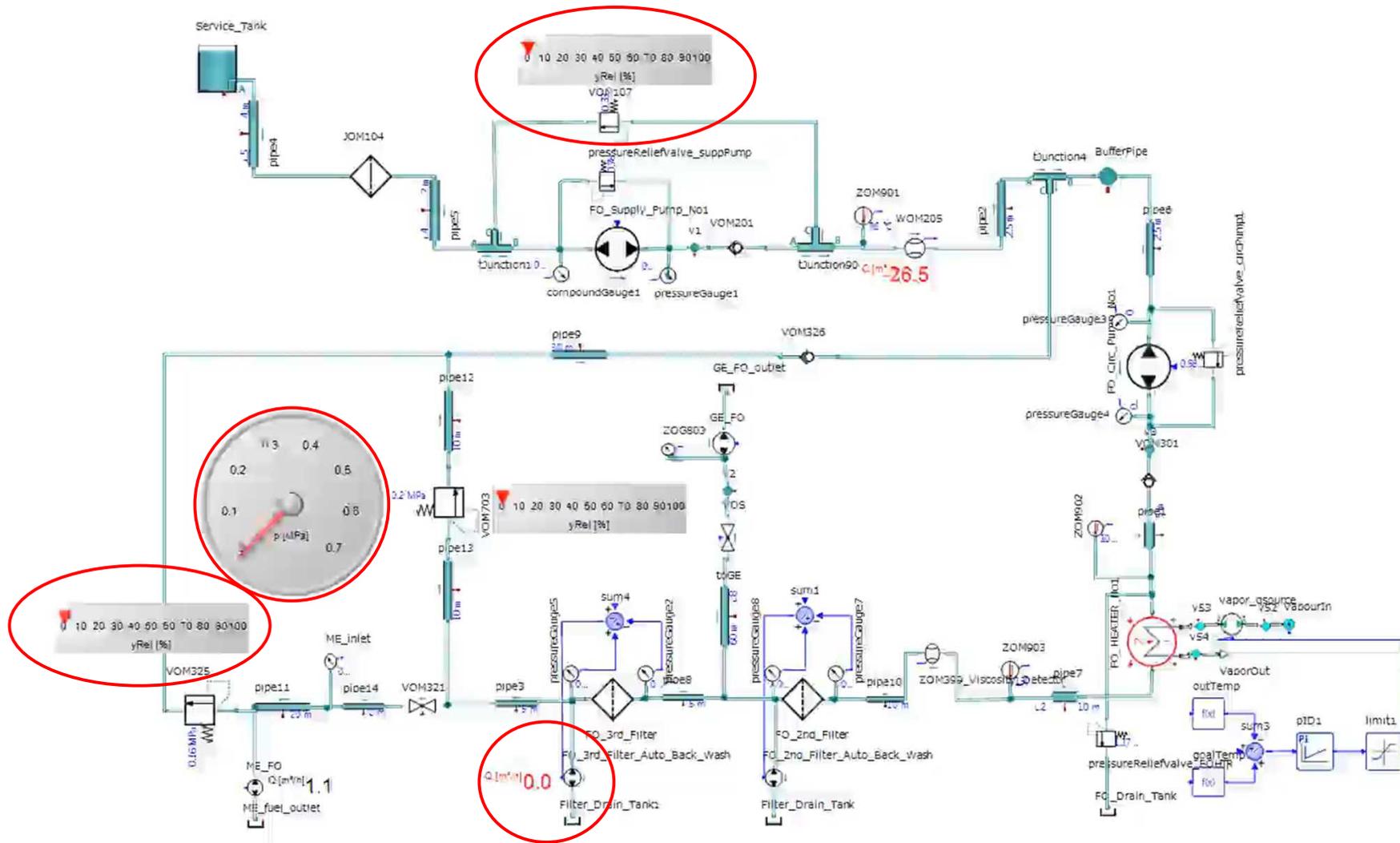
精度の高い1Dシミュレーションモデルの作成。



3. 機関状態診断システム開発の取組み(海事産業集約連携促進技術開発支援事業)

1Dシミュレーション

故障発生時のシミュレーションを実行。



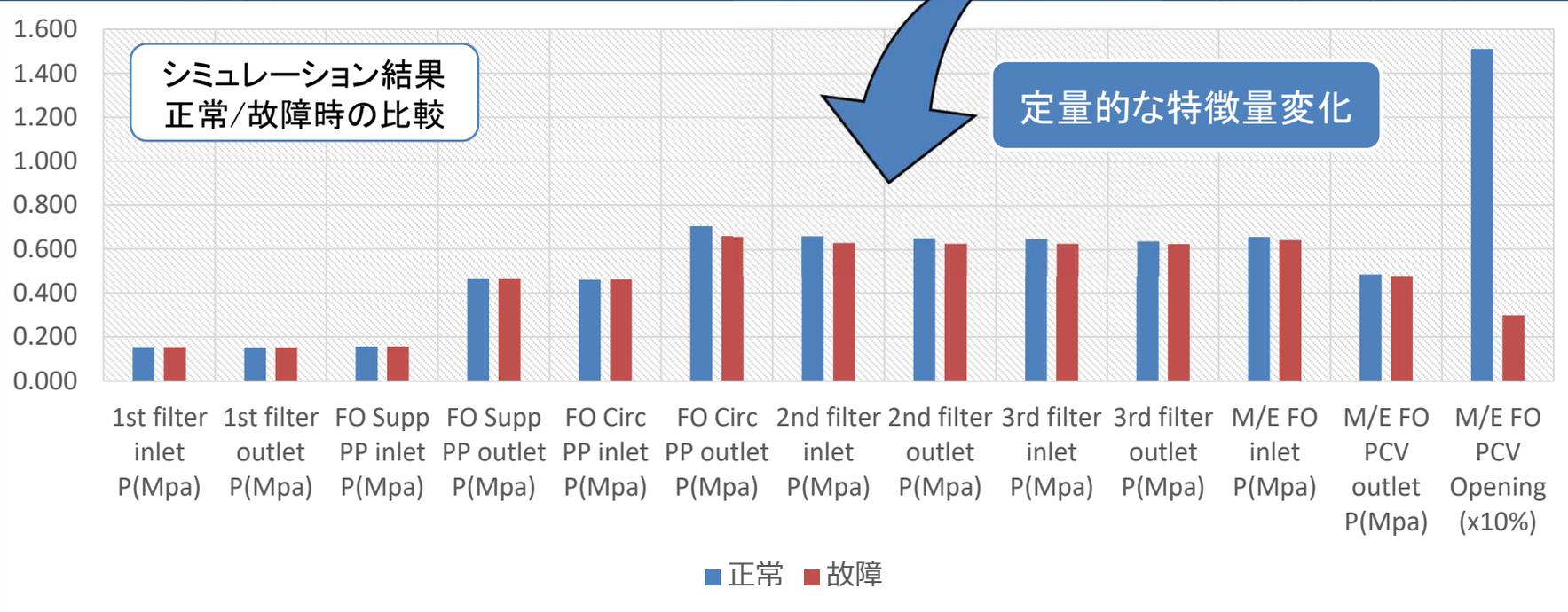
3. 機関状態診断システム開発の取組み(海事産業集約連携促進技術開発支援事業)

異常の原因推定システム

シミュレーション結果を学習して異常の原因を推定。

Fault対象機器	Fault内容	FO service tank	FO 1st filter inlet press	FO 1st filter outlet press	FO supply pump inlet press	FO supply pump outlet press	FO supp pump PCV開度	FO circ pump inlet press	FO circ pump outlet press	FO 2nd filter inlet press	FO 2nd filter outlet press	FO 3rd filter inlet press	FO 3rd filter outlet press	M/E FO inlet press	M/E FO header PCV outlet press	M/E FO header PCV開度
FO service tank	Too low level	低下	低下	低下	低下	低下	減少	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
FO 1st filter	閉塞			低下	低下	低下	減少	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
FO supply pump	流量低下				低下	減少	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
	内部漏洩				低下	減少	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
	ポンプ付き圧調弁漏洩				低下	減少	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
FO supp pump PCV	スプリング張力低下による開度超過				低下	増加	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
	固着による開度超過				低下	増加	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
	固着による開度低下				増加	減少	増加	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
FO circ pump	流量低下							低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少
	内部漏洩							低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	低下	減少

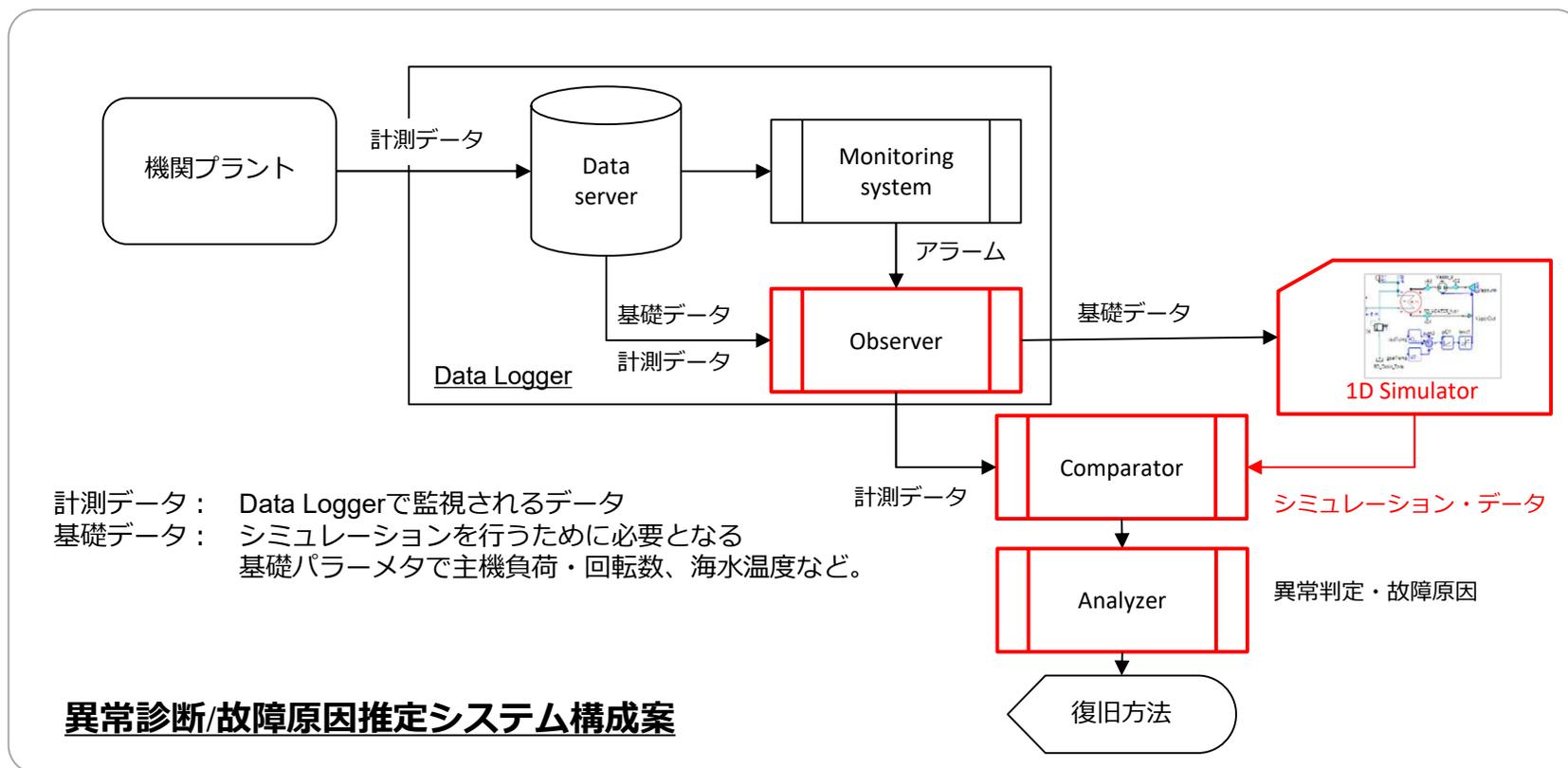
故障を表す特徴量変化の定性的予測



3. 機関状態診断システム開発の取組み(海事産業集約連携促進技術開発支援事業)

異常の原因推定システム

シミュレーションによる運転データと計測データを分析し異常の原因を推定。



4. まとめ

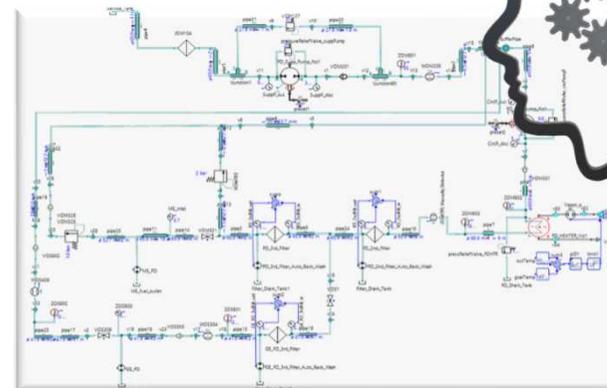


- 想定される故障とその影響を定性的に予測
- シミュレーションで実行する故障と分析の為の特徴量を絞り込む

リスクアセスメント

シミュレーション

- リスクアセスメントの定量的な確認
- 結果のすり合わせ・精度向上



ご清聴どうもありがとうございました。