

(公開用)
船舶データ解析プロジェクト Phase3 最終報告書

2015年10月28日
株式会社ディーゼルユナイテッド

(DU:34C3-332)

船舶データ解析プロジェクトPhase3を、2013年9月より、高付加価値の船舶モニタリングシステムの開発を目的に研究を実施した。
本研究の報告書として纏める。

1. 研究の目的
2. IBM ANACONDAとCMAXS LC-Aの連携について
3. IBM ANACONDAを用いた異常検知について
4. 運転モードに応じたモデル、パラメータ適用について
5. データアクセスコントロール機能について
6. フィールドテストについて
7. FOC削減効果について
8. CMAXS LC-A の価値について
9. CMAXSの意義の再認識
10. まとめ

研究の目的

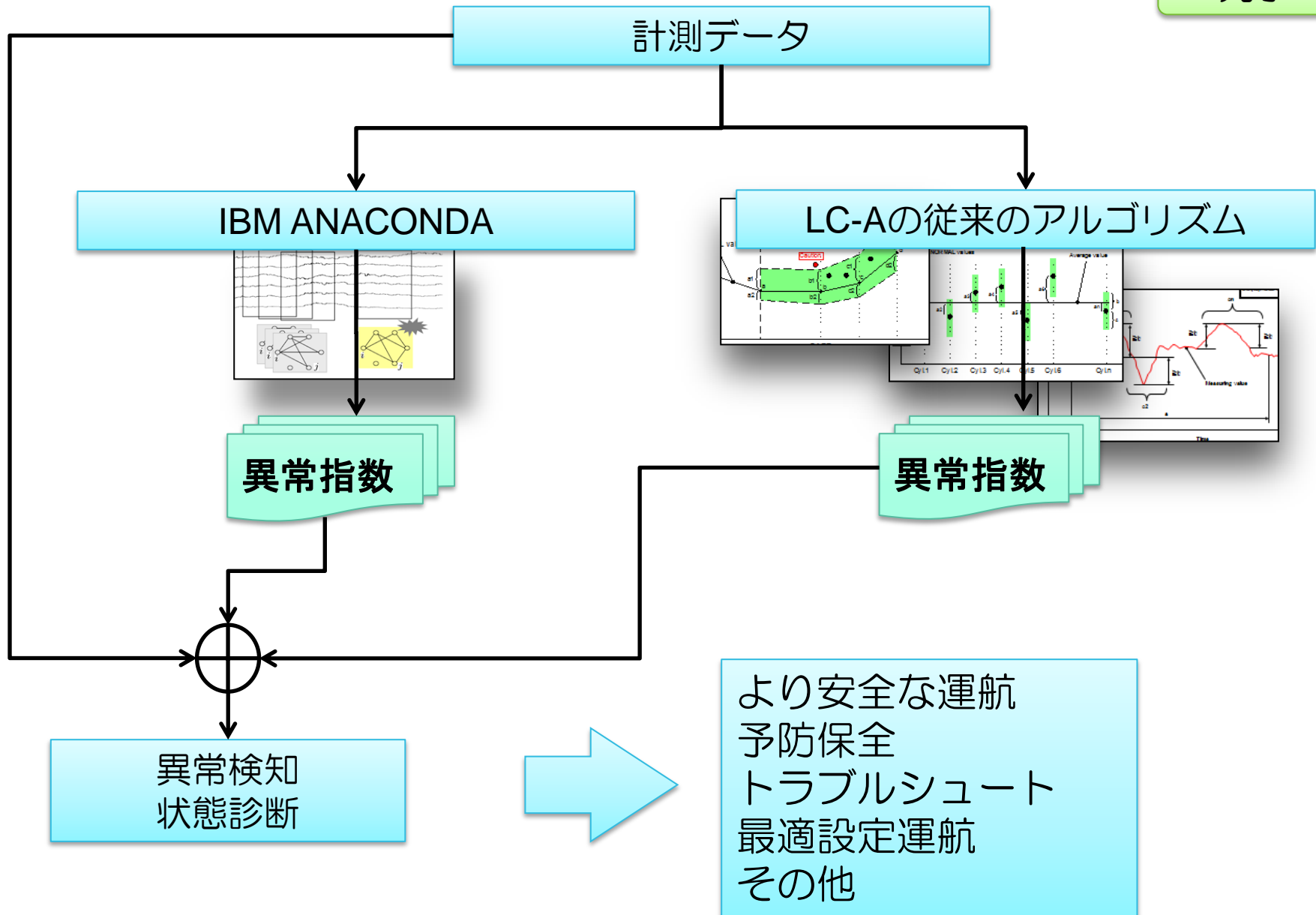
研究の目標

1. IBM ANACONDAとLC-Aの連携による状態診断の適用機器範囲を拡充し、検証と改善ルーチンを回す。
2. 状態診断機能を、日常の船舶保守管理業務に取り込み可能な完成度に仕上げる。

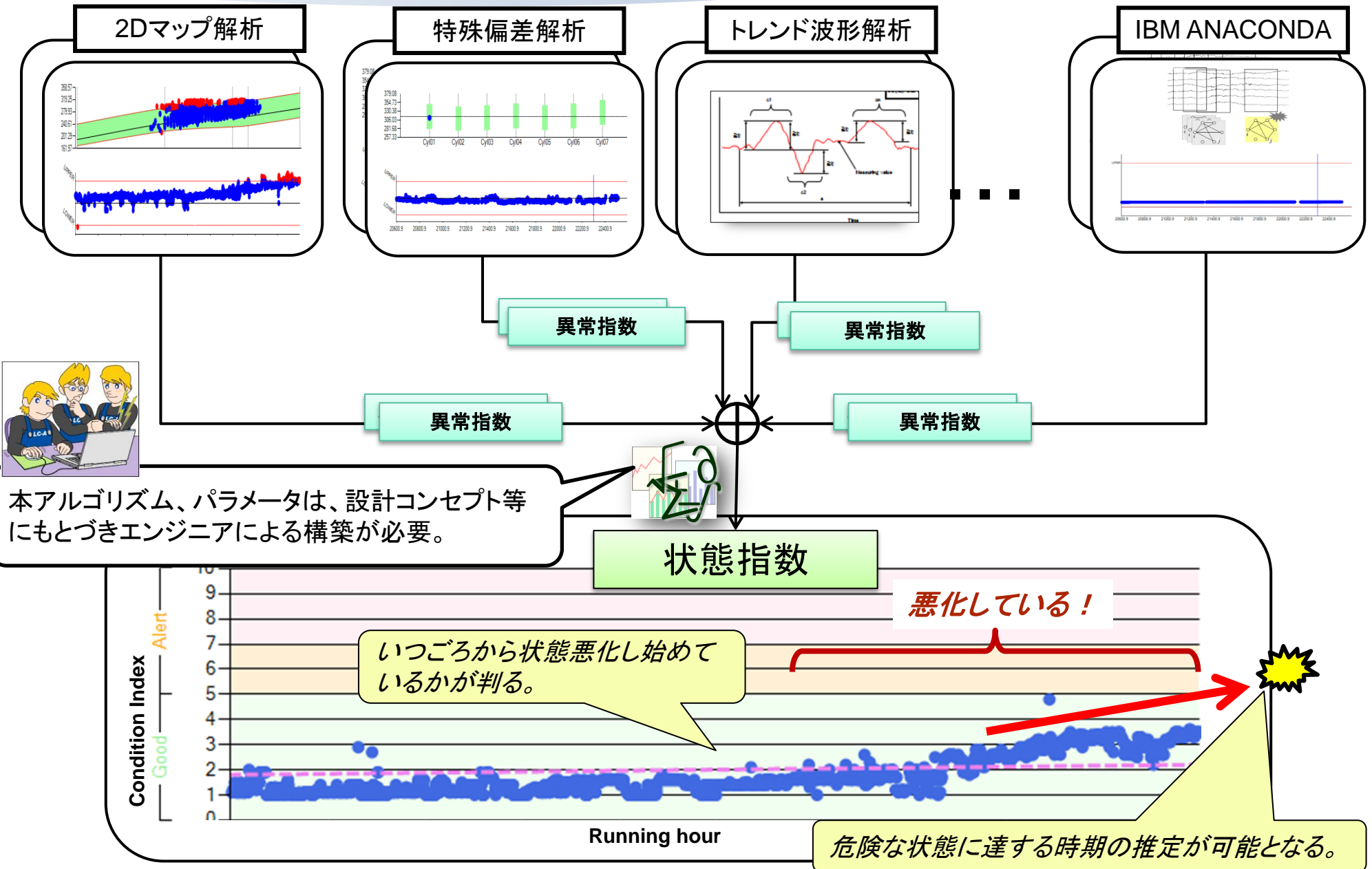
IBM ANACONDAとCMAXS LC-Aの連携について

ANACONDAとLC-Aの連携について

完了



状態診断機能

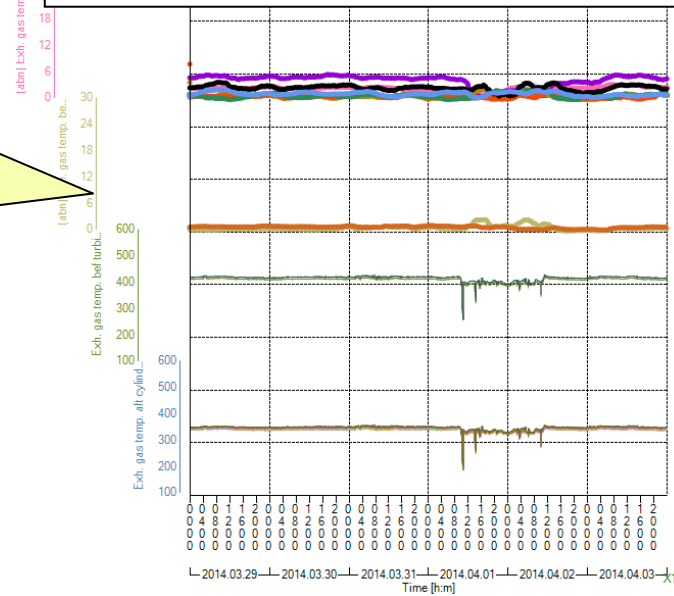


IBM ANACONDAを用いた異常検知について

ANACONDAとLC-Aの連携について

異常度スコアは、ドットでトレンドグラフに表示することが出来る。
これにより、計測値と異常度を並べてみる
ことが可能。

トレンドグラフに異常度をプロット



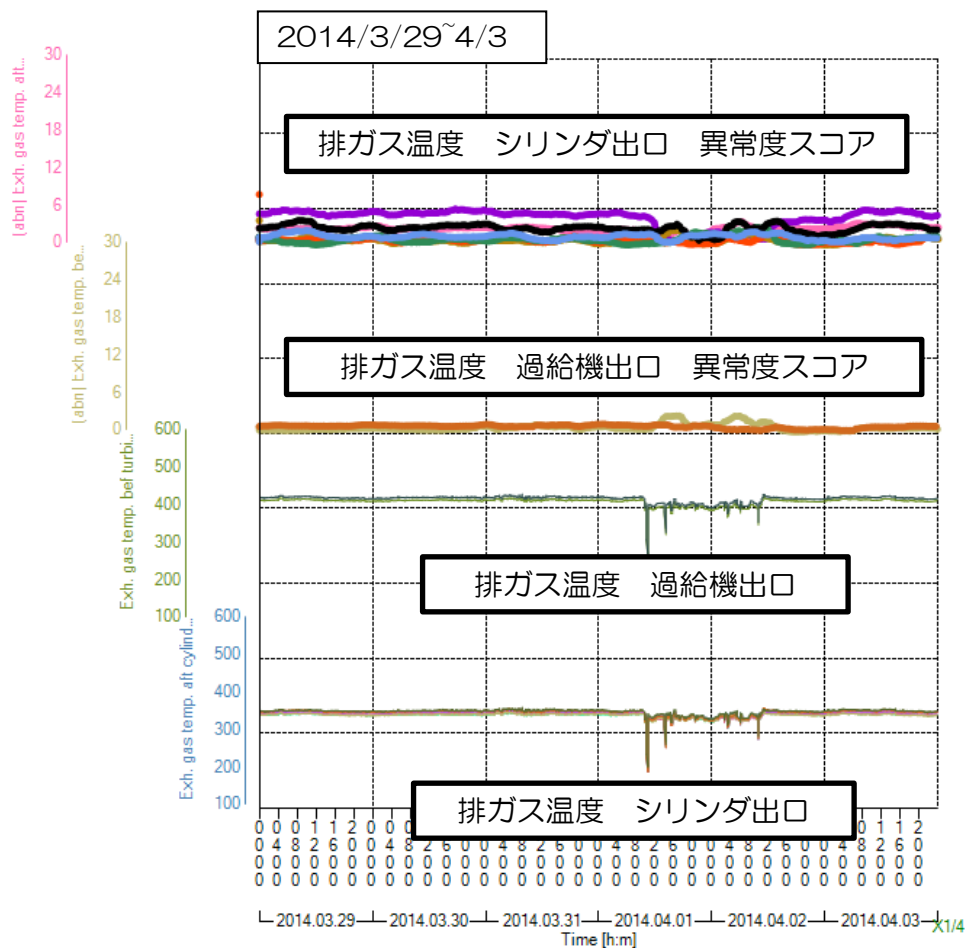
異常度のカレント値をバーグラフ表示

ModelPtn	ItemID	Item name	Abnormality-Reg	Abnormality-Mat	Ranking
DG2	GBT140010101	#2 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #01	3.3	1.9	1
DG4	GDT140010101	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #01	2.7	0.9	2
DG4	GDT140010701	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #07	7.2	0.1	3
DG2	GBT140010501	#2 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #05	5.7	0.1	4
DG2	GBT140010601	#2 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #06	4.5	0.1	5
DG4	GDT140010501	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #05	3.8	0.1	6
DG4	GDT140010801	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #08	3.5	0.1	7
DG4	GDT140010201	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #02	3.4	0.1	8
DG4	GDT140010601	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #06	2.7	0.1	9
DG2	GBT140010401	#2 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #04	2.5	0.1	10
DG3	GCT140010201	#3 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #02	2.5	0.1	11
MainEngine	MET140010201	Exh. gas temp. aft cylinder #02	2.1	0.1	12
DG3	GCT140010401	#3 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #04	2	0.1	13
DG4	GDT140020001	#4 G/E EXH GAS T/C IN TEMP	1.2	0.1	
DG3	GCT140010101	#3 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #01	0.2	0.1	
DG2	GBT140020001	#2 G/E EXH GAS T/C IN TEMP	0.7	0.1	
Boiler	EAT150050001	EGE OUT GAS TEMP	1	0.1	
DG4	GDT140010401	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #04	0.5	0.1	
DG3	GCT140010301	#3 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #03	0.1	0.1	
DG4	GDT140010301	#4 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #03	0.6	0.3	
DG3	GCT140010601	#3 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #06	1.2	0.1	
DG3	GCT140010501	#3 G/E EXH GAS CYL OUT TEMP #05	0.4	0.1	
DG3	GCT140020001	#3 G/E EXH GAS T/C IN TEMP	1.5	0.1	

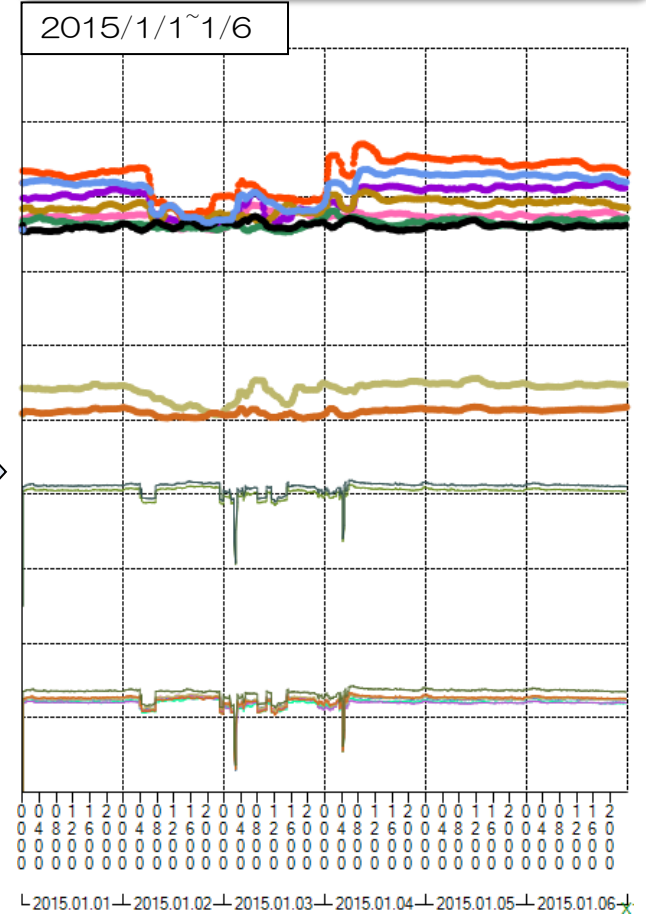
ANACONDAにより算出された異常度が表示される。これにより監視計測点の異常有無を網羅的に把握可能。

主機関への適用事例について

- 連続運転を行っている場合については、実用十分な異常検知が得られている。



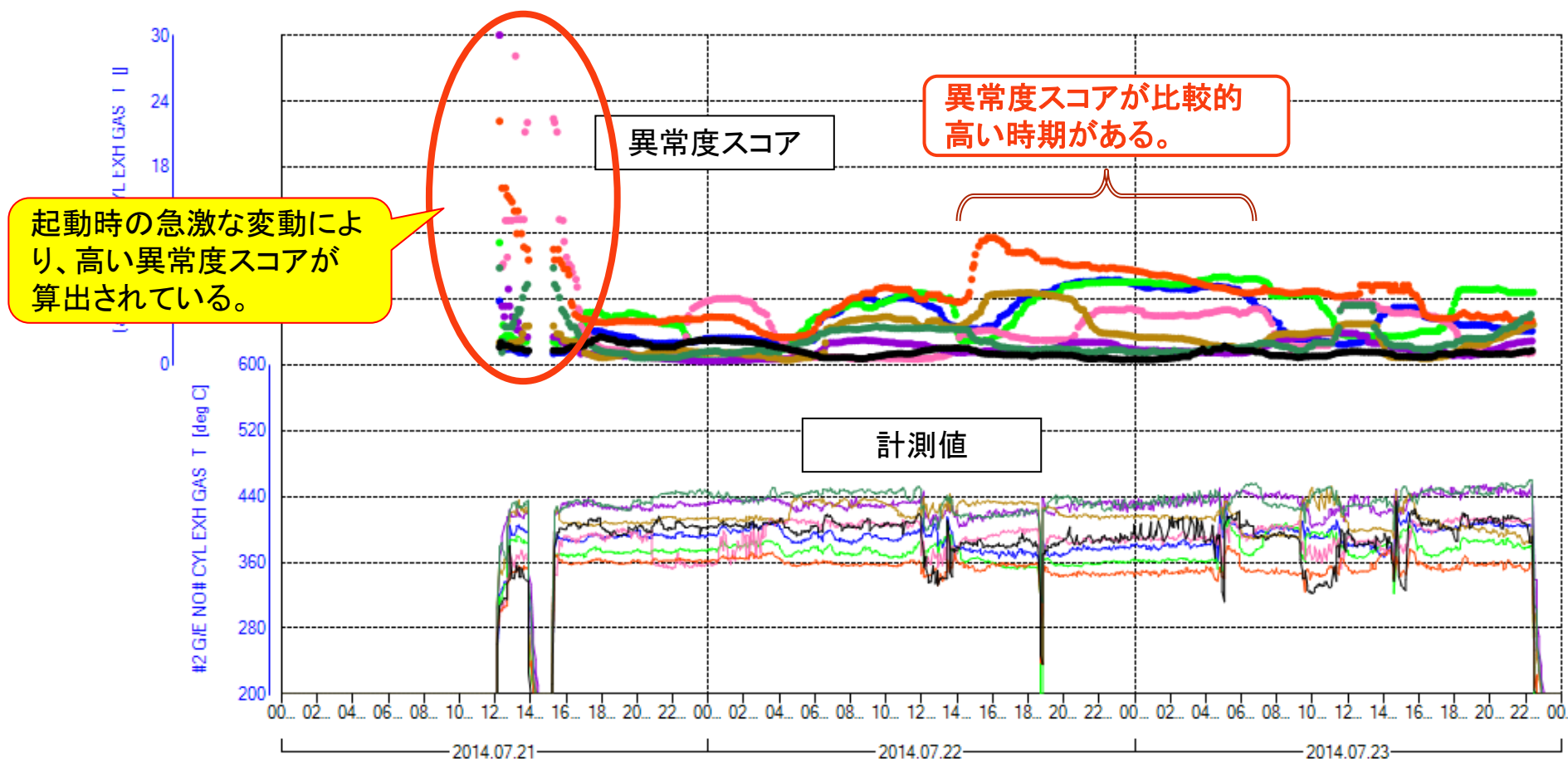
温度のばらつきに伴い、異常度スコアも大きく算出されている。



ディーゼル発電機への適用例

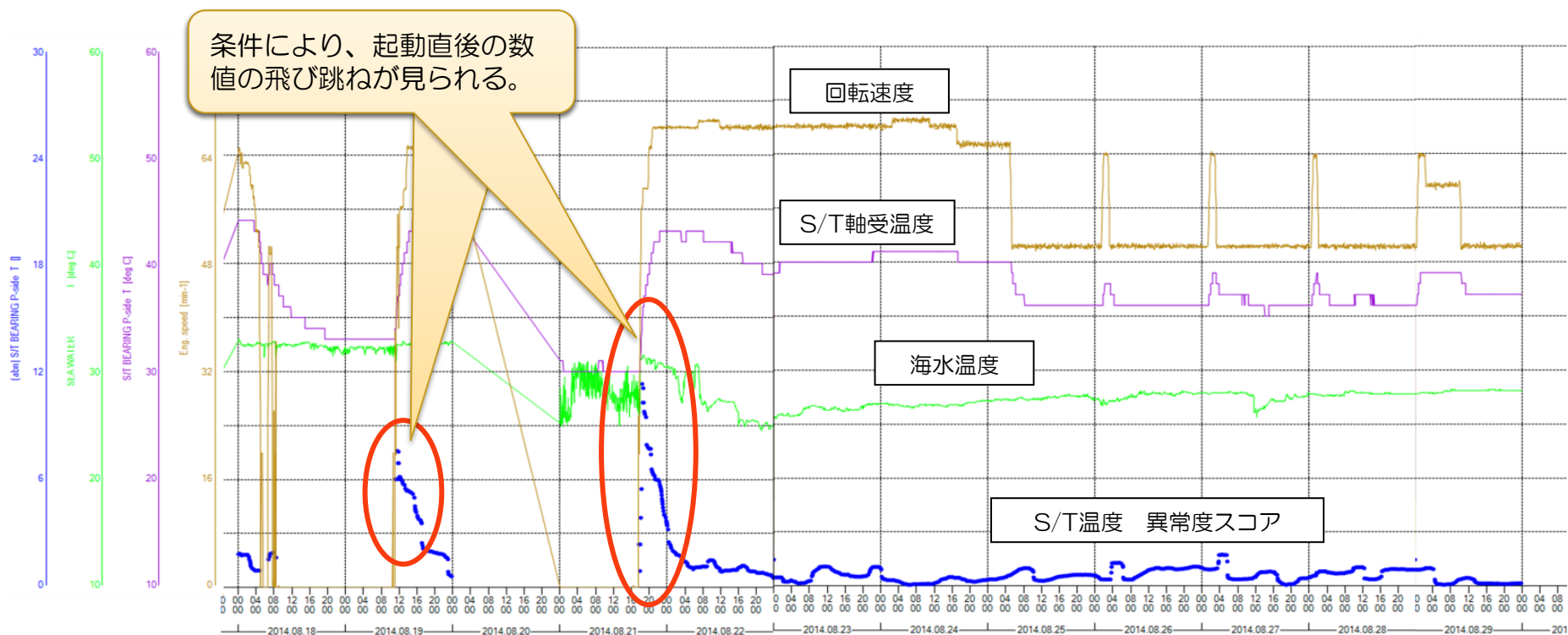
発電機機関の排ガス温度において、異常度スコアが比較的高い事象が散見されるが、この値が算出された理由がわかりにくい。
学習データが不十分であった可能性もある。また、装備されているセンサ数が少なく、シリンダ間の偏差のみに着目したような状態となっている。

発電用ディーゼル機関 排ガスシリンダ出口温度



スタンチューブへの適用例

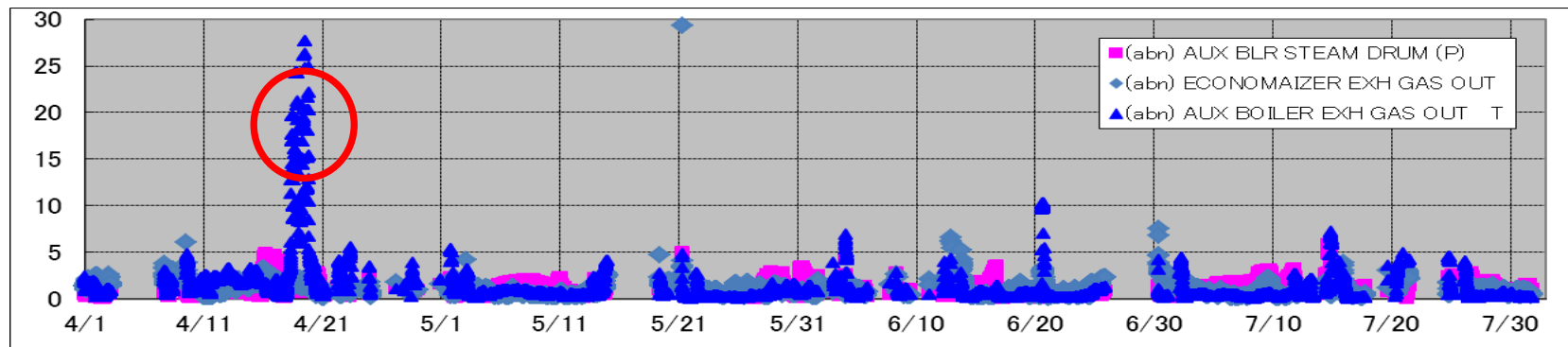
冷態起動時に、異常度スコアの飛び跳ねが発生する。上下限によるフィルタリング、フィルターによる回避を試みたが、時定数の大きな場合、完全な除去は困難。
他の部分では、適切に算出されていると考えられ、有用と判断できる。
計測点は少ないが、従来の閾値手法による診断からは、大きな進歩と考える。



- ・ 運転モードが変化する場合には、現状の方法では的確な診断ができない。

排ガスのみでは蒸気量不足のため、追い炊きを行っている。

排エコガス出口温度の異常度スコア



上記の例では、追い炊き有無により条件が異なるが、同じモデルで評価しているために追い炊きモードでは異常度が大きく出てしまう。この状態では、ANACONDAの結果をトラブルシュートに引き渡すことが出来ない。

モード切替機能を新たに実装したため、追い炊きの有無によるモデル切り替えは可能である。しかし、追い炊き燃料の量を示す計測データが必要となると考えられる。

運転モードに応じたモデル、パラメータ適用について

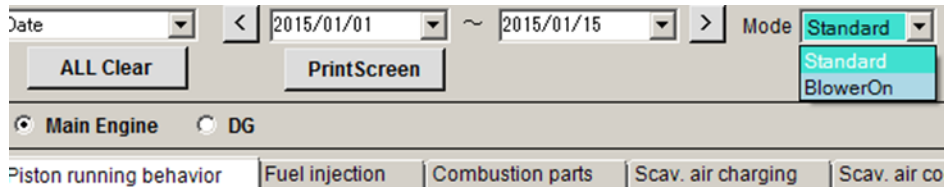
多くの機器では、不連続な運転モードの切り替えが行われる。
(例えば、主機の補助ブロワがONの状態、Offの状態など)

適切に診断を行うためには、運転モードの場合分けを行い、それぞれの運転モードに適したモデルやパラメータに基づき、解析を実施する必要がある。

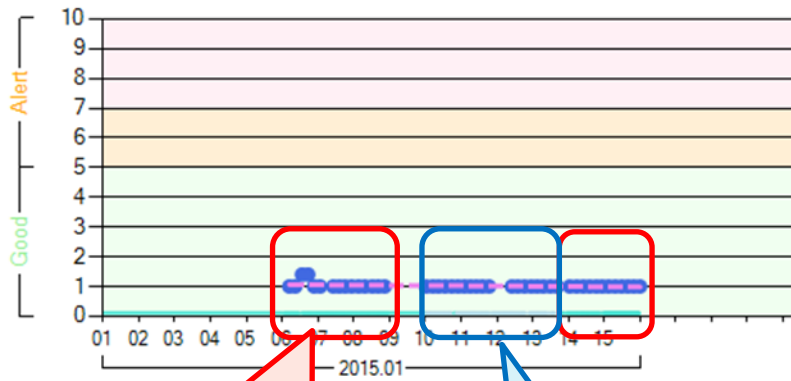
これを、自動的に行う仕組みを構築し、CMAXS LC-Aに盛り込んだ。

運転モードに応じたマップの自動選択

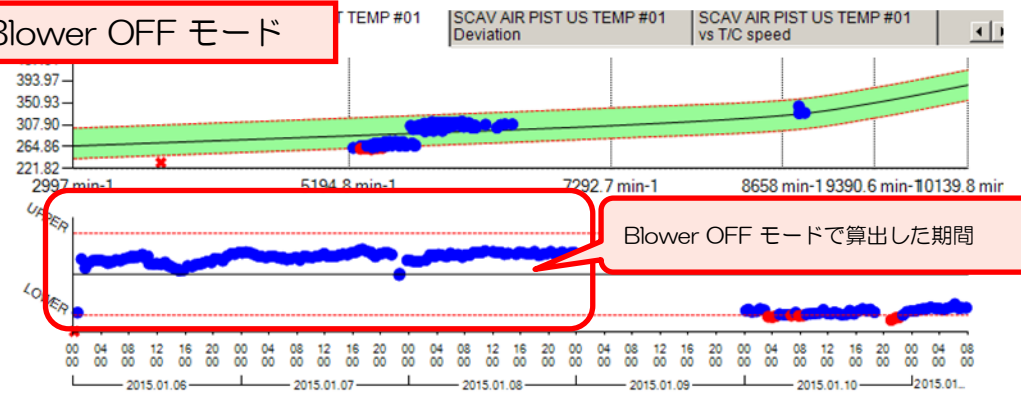
運転モードに応じて適用するマップが自動的に切替わる。



運転モードを自動的に判断し、自動的に適したマップに当てはめて解析する。



Blower OFF モード

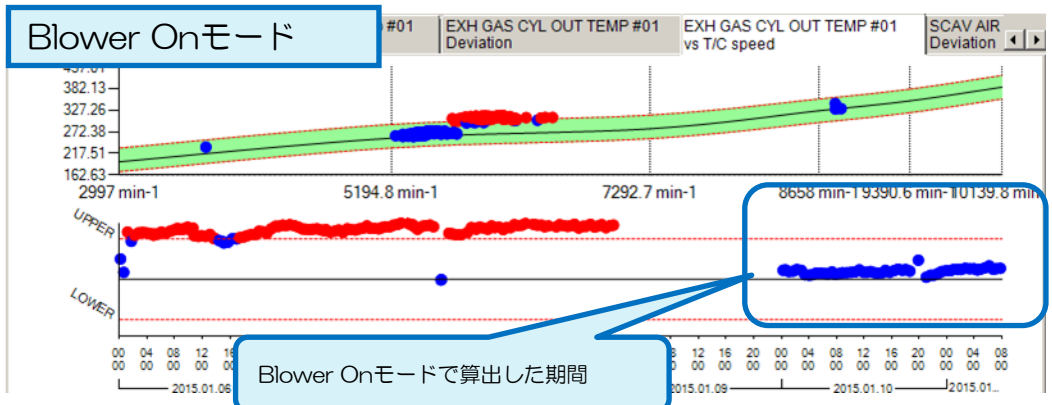


Blower OFFで算出した期間

Blower Onで算出した期間

モードにより傾向が異なる計測値をより適切に評価が可能

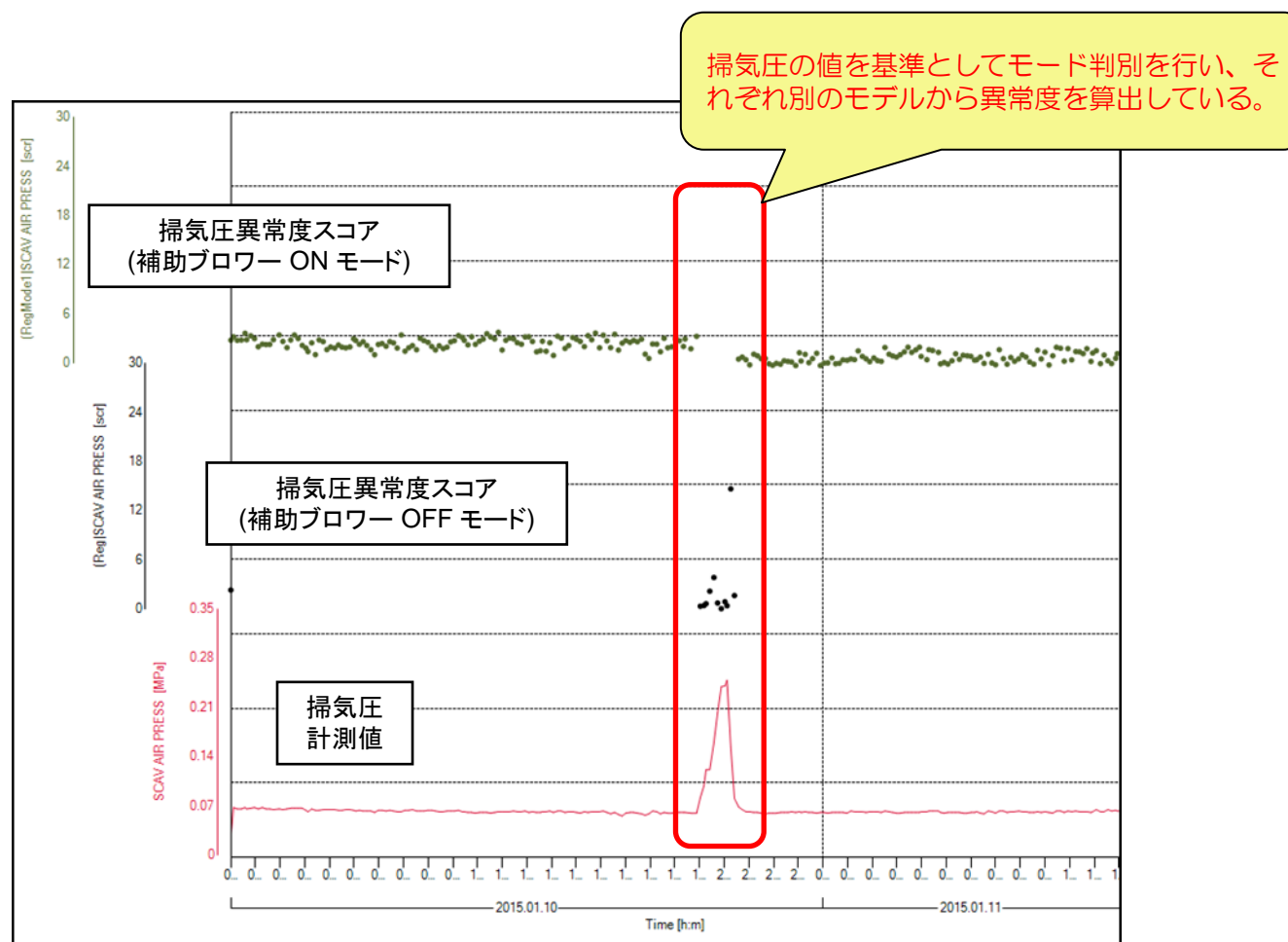
Blower Onモード



Blower Onモードで算出した期間

運転モードによるモデルの選択

運転モードに応じて適用するANACONDAモデルの切替えが行われる。



CMAXS LC-A

データアクセスコントロール機能について

アクセス制限について

アプリ利用に関する制限について

- 各機器にカテゴリ番号を振り当てる。(データベース内で定義)
- ログインIDにより、アクセス可能なカテゴリのデータのみが表示される。

LOGIN ID	参照可能カテゴリ
AAAA	0, 1
ABCD	0, 2, 3
A1234	0, 4
.....

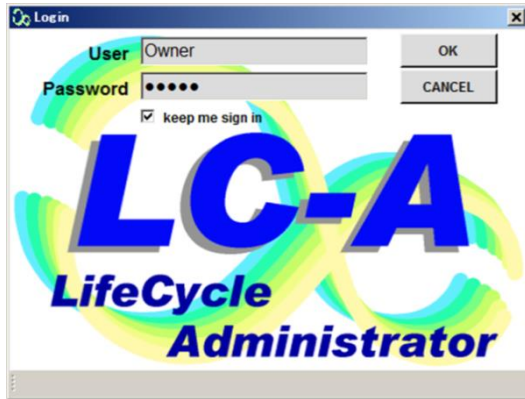


カテゴリ番号	カテゴリ内容
0	Common
1	Main Engine
2	#1 DIESEL GENERATOR
3	#2 DIESEL GENERATOR
4	#3 Vessel Performance
5

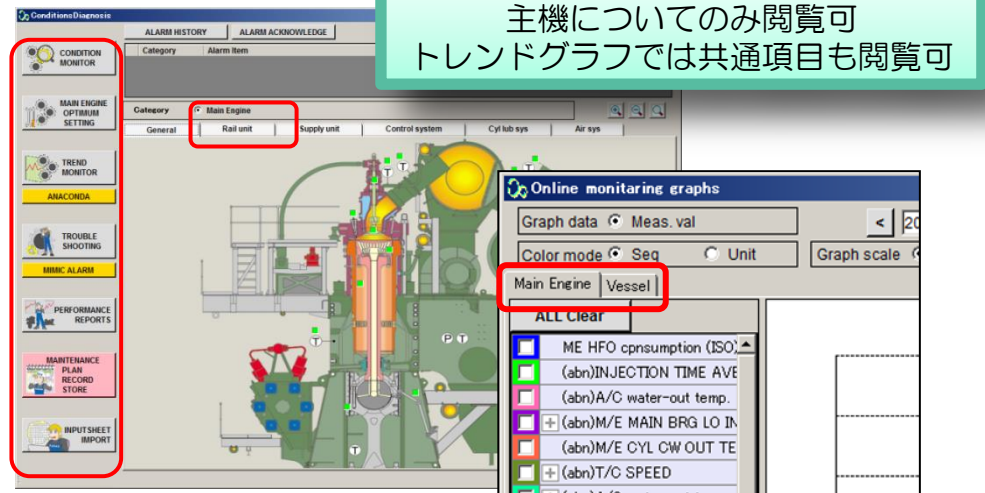
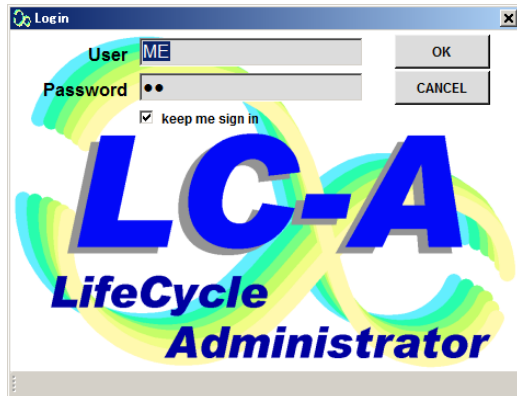
各データ項目が、どのカテゴリに所属するかの設定は、データ項目テーブルにて設定されている

アクセス制限について-

船社ID：全機器有効

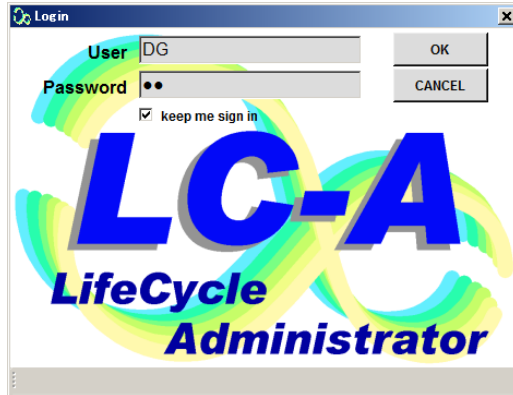


主機メーカーID：主機のみ有効



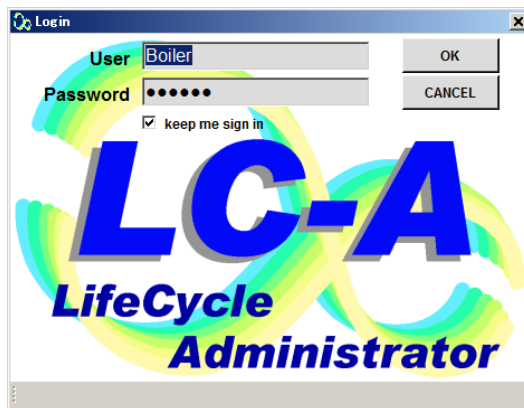
アクセス制限について

発電機メーカーID：発電機のみ有効



発電機(4台)についてのみ閲覧可
発電機が有していない機能はボタン押下不可
トレンドグラフでは共通項目も閲覧可

ボイラメーカーID：ボイラのみ有効



ボイラーについてのみ閲覧可
ボイラーが有していない機能はボタン押下不可
トレンドグラフでは共通項目は閲覧可

フィールドテストについて

目的

1. CMAXS LC-Aの実船適用での機能発揮状況の確認、改善事項の抽出
2. 潜在顧客である各船社にCMAXS LC-Aを使用していただき、効果の体感とフィードバックを得る。
3. CMAXS LC-Aによる船社の各種効果の有無、大きさを検証する。
 - 運航費用削減 (燃料費、潤滑油費用削減)
 - 稼働率向上 (収益増)
 - 保守削減 (部品、作業費削減)
 - CSR向上 (営業、管理費効率)
 - 安全、安心 (保険費用削減)
 - 教育効果 (管理費削減)
 - 他

5社の船社様に多大なご協力をいただき、合計8隻の船舶に1年程度のフィールドテストを実施しました。

全フィールドテスト船における特記事例の一覧

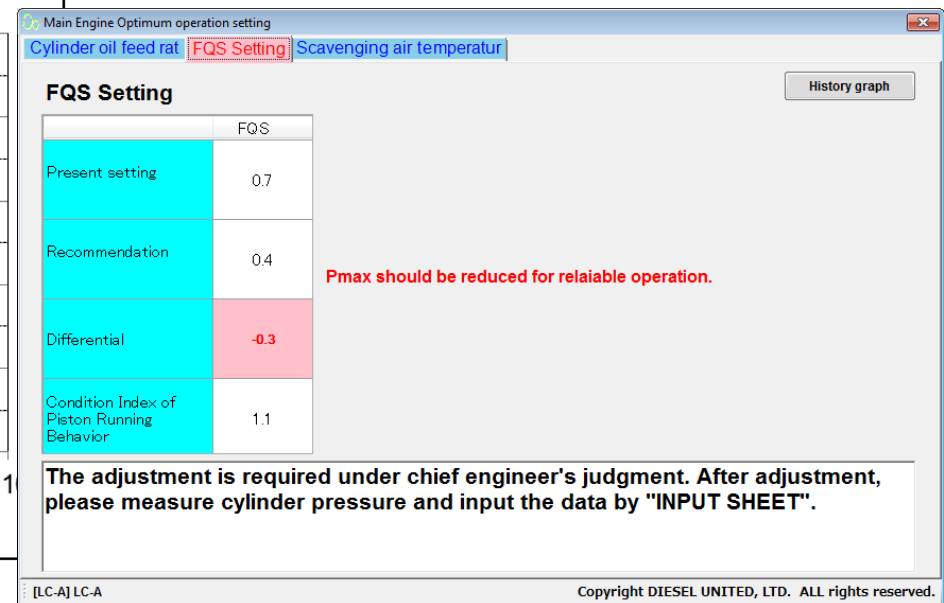
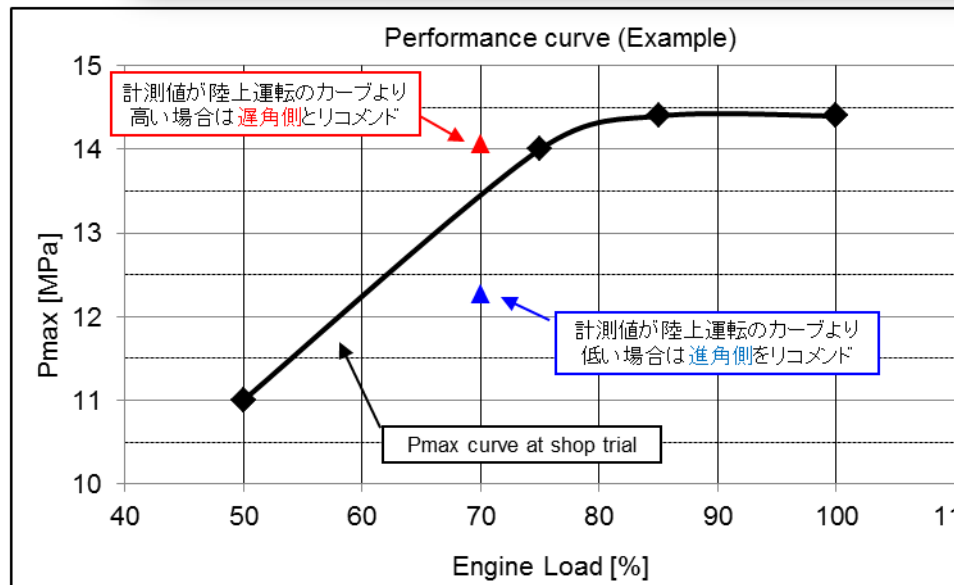
機器	内容	検知
主機	ピストン下部室温度計 故障	徐々に大きくなっていることを捉えている。
主機	排ガス温度計 故障	的確に検知している。
主機	ピストン摺動状態 悪化	的確に検知している。
主機	燃料ポンプ整備前後による状態変化	燃料ポンプの整備前後での状態変化を捉えている。 感度については、最適が必要。
主機	A/C前の温度計異常	的確に検知している。
主機	シリンダカット時の診断	燃料噴射の状態異常として適切に検知
主機	過給機タービン側の汚れ	診断対象を「過給機」から、「ブロワ側」と「タービン側」に分け、パラメータを其々に特化することで、より適切に診断できる。
主機	A/C冷却水量調整に関して	A/C冷却水量を調整した場合は、異常として診断してしまうため、対応策の検討必要。
主機	サプライユニット カム軸軸受け温度	ANACONDAによる監視が適していると推定。 (損傷発生していないので、正常状態での監視結果に基づく判断)
DG	ディーゼル機関 排ガス温度	連続運転時間が短く、また、負荷変動が激しいためANACONDAを適用する場合には、データ収集期間が長く必要などの運用上の課題あり。
STG	T/Gのコイル温度	TGのリコン前後の個体差程度の差を的確に検知。 (ただし、損傷の事前検知能力について未確認)
PTG	圧力計の異常と思われる現象	的確に検知している。

FOC削減効果について

燃料噴射タイミングの最適化

計測Pmaxと陸上運転でのPmaxを比較して
最適なFQS値をリコメンドする

※ FQS : 噴射タイミングの遅角・進角を操作できる



※ LC-A 最適運航機能の画面 (例)

その他、下記をパラメータとして、リコメンド値を算出し表示します。

- ピストンの摺動状態
- NOxテクニカルファイル記載の、Pmax上限値および、FQS値の上下限值
- Pmax - Pcomp の 値

削減効果

従来とおりにマージンを考慮したFQS設定時にて運航した場合と、CMAXS LC-Aのリコメンドに基づいて運航した場合について、3回に渡り、かつ、複数の検証方法で比較した結果、全てのケースにおいて燃料消費量削減効果が確認された。

本テスト結果から下記のメリットが確認された

(試験機関は、Wärtsilä RT-flex機関)

1. FQS値を変更することで全負荷域において燃料消費量節減が達成できる

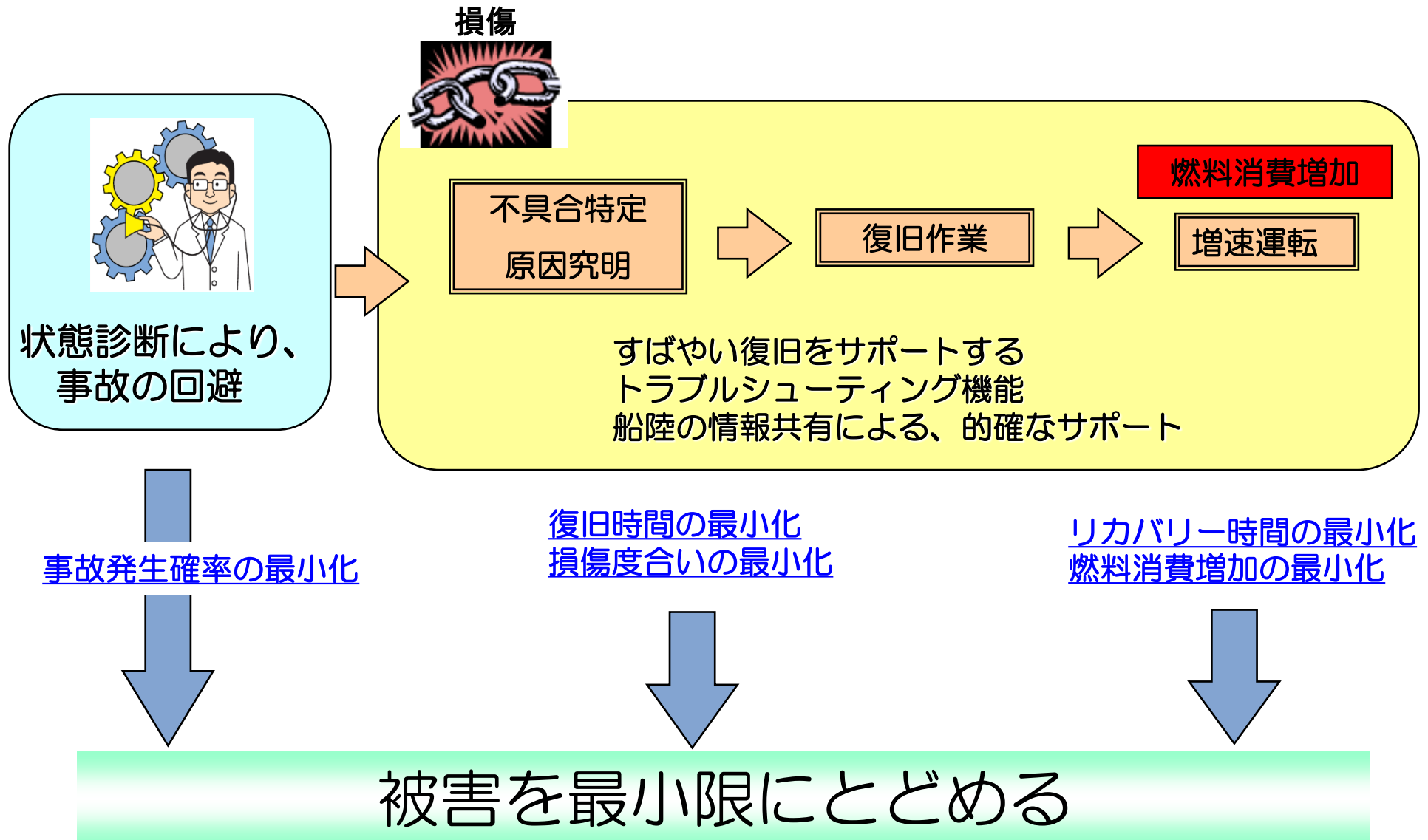
＞ FQS値を調整することで、およそ130 (ton/year・10000kW) の燃料節約が実現できる。

2. 状態に応じて適切なFQS値をリコメンドするため、安全性と経済性を両立できる

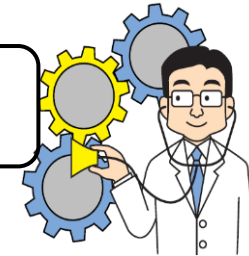
＞ 無闇に進角を指示するわけでは無く、あくまで安全性を保てる範囲でのリコメンドを行う。

＞ 状態がよくない場合、実Pmax値が陸上運転の記録を超える場合は遅角をリコメンドする。

CMAXS LC-A の価値について

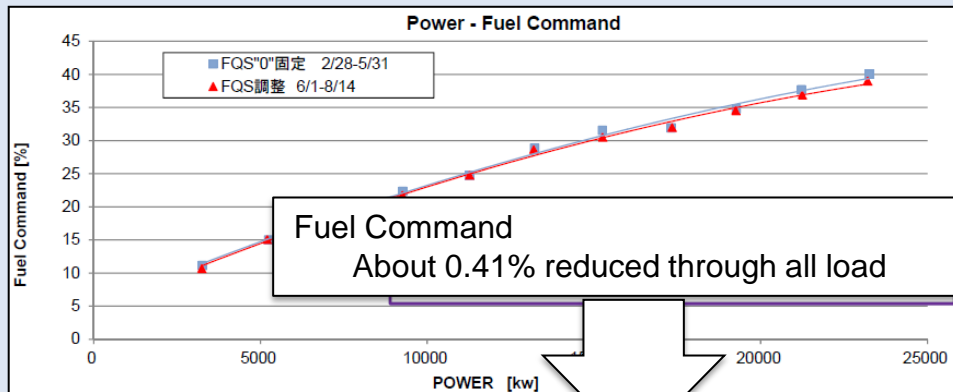


常時、状態を診断



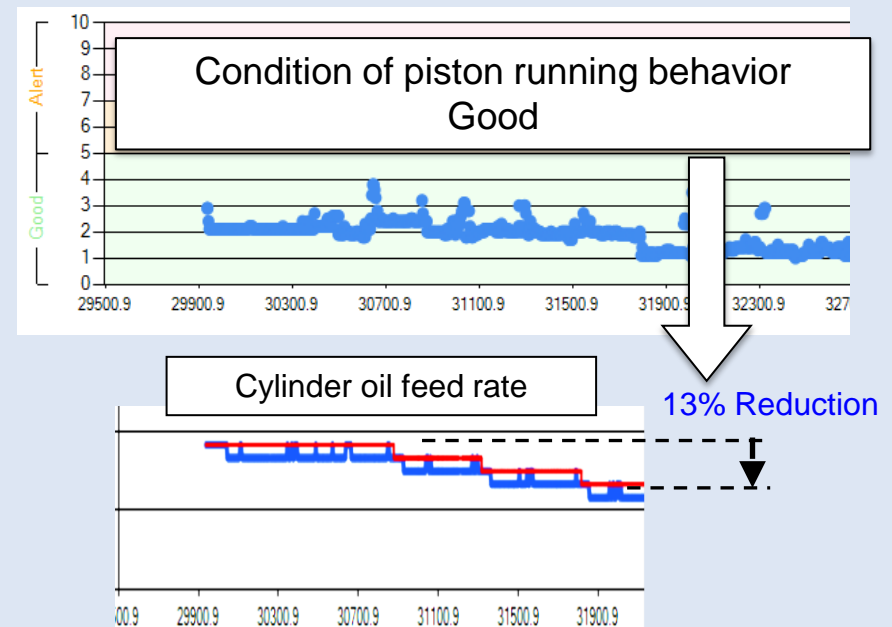
余裕を小さくすることが可能

Ex.1) Cylinder pressure according to CMAXS LC-A's

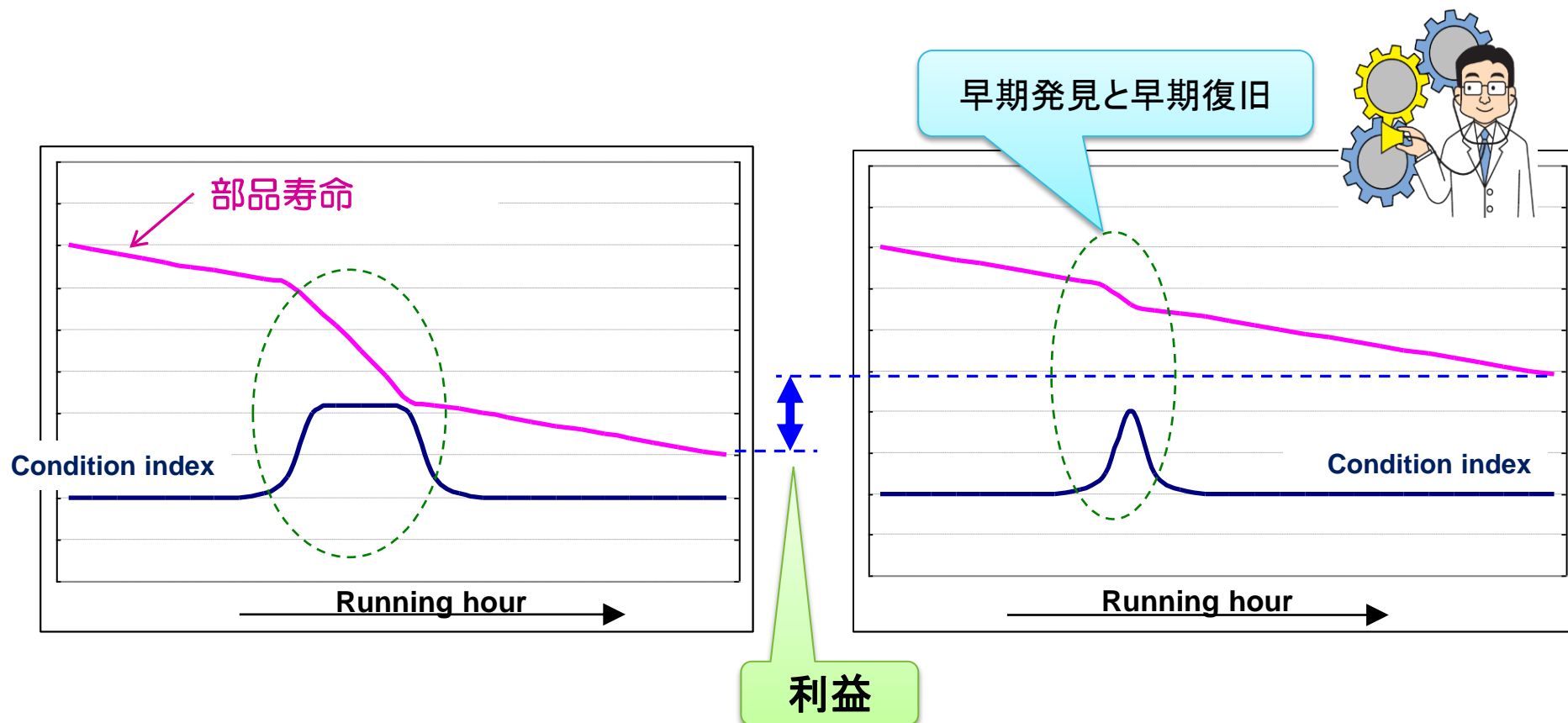


	25%	50%	85%	100%
FOC reduction	△1.7%	△1.1%	△0.8%	△0.7%

Ex.2) Cylinder oil feed rate according to CMAXS LC-A's

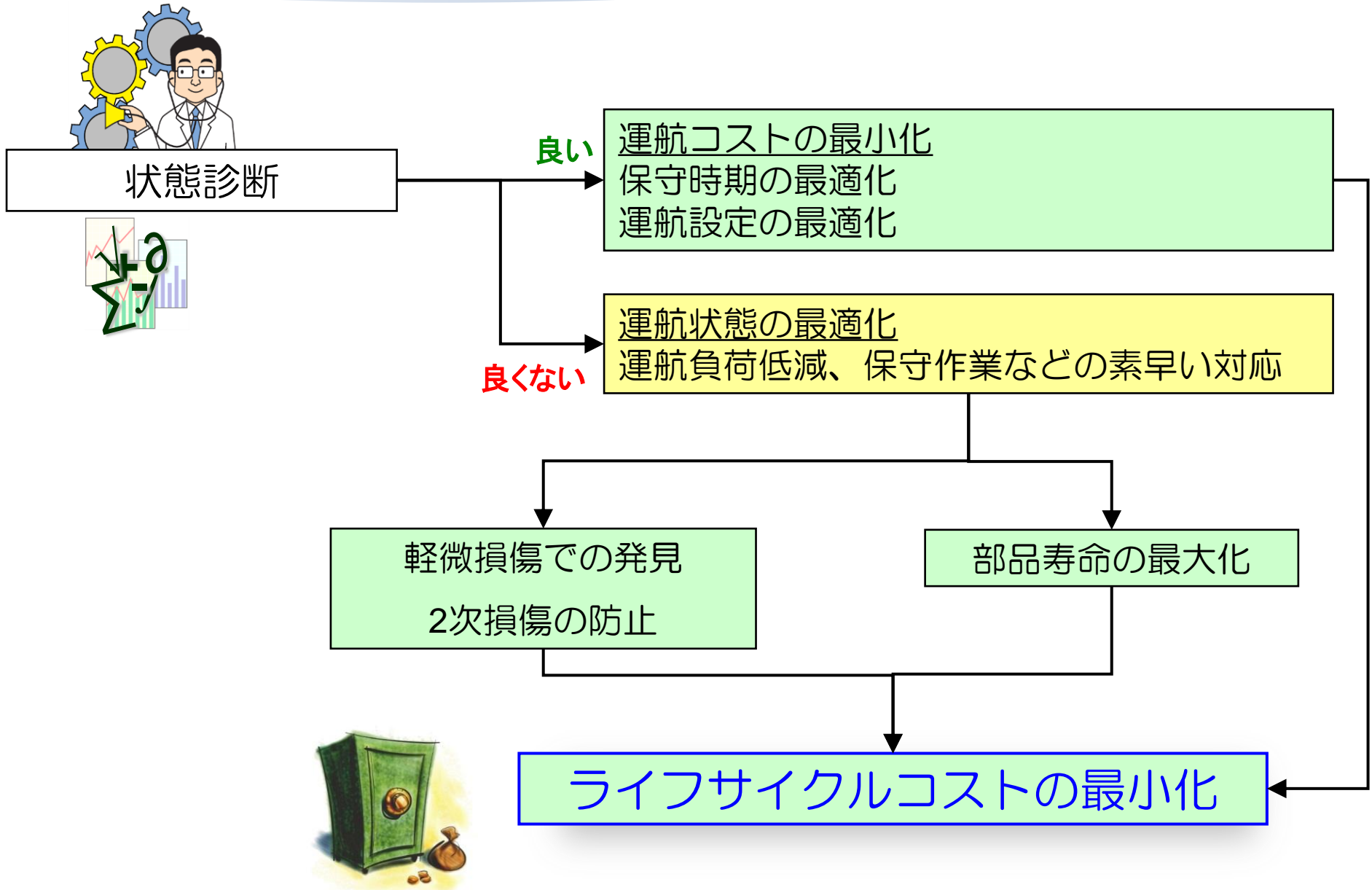


早期の異常発見と、早期の復旧は、部品寿命の最大化に重要。



特に
高温部分の部品寿命は、熱履歴に強い相関があり、また、過高温は部品寿命に大きな影響があります。

ライフサイクルコストの最小化

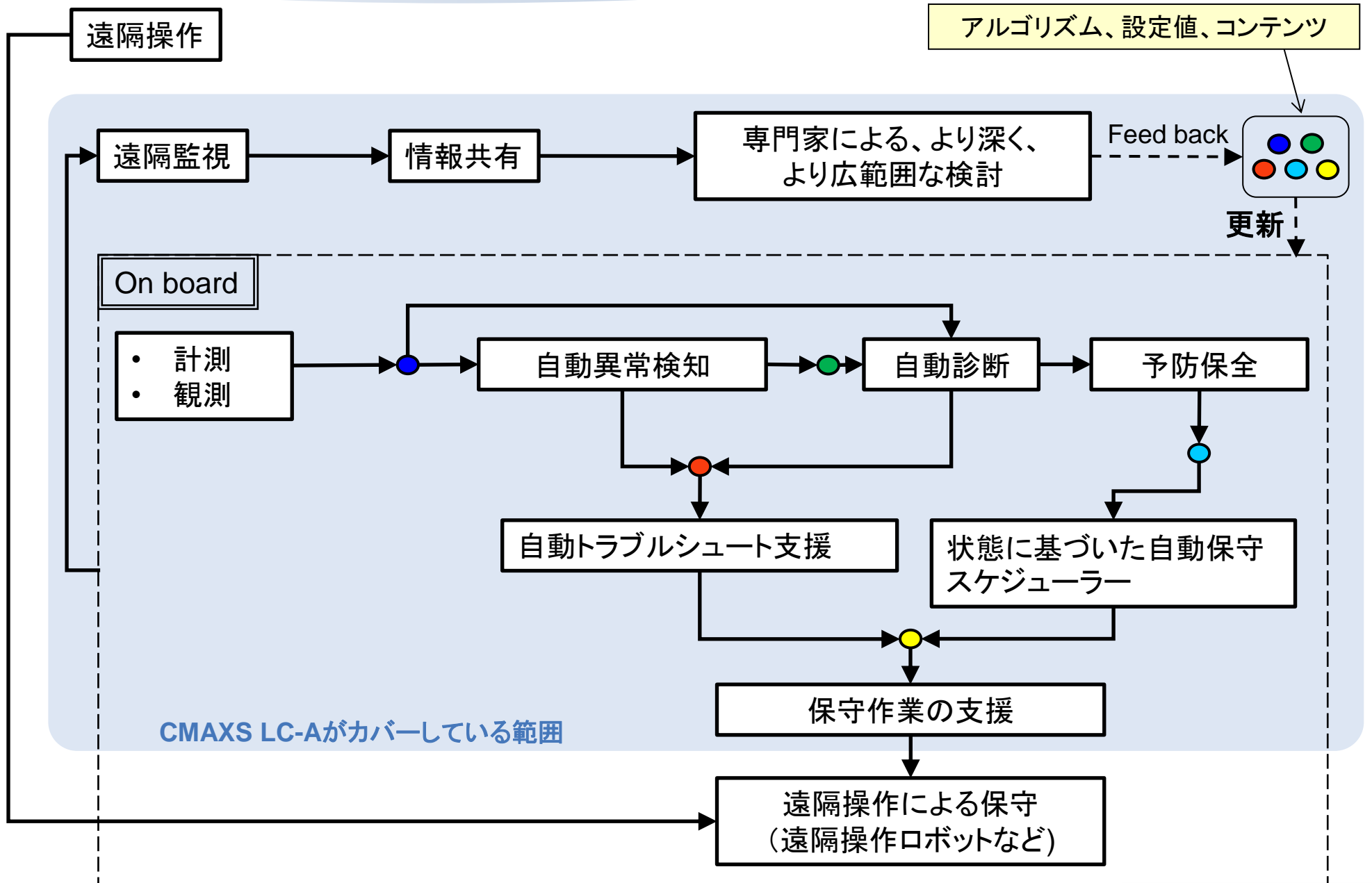


CMAXS LC-A 採用時のメリットについて

項目	効果内容	コストメリット (参考値)
予防保全効果（主機）	予防保全事例、不具合の早期発見などにより、不具合発生確率の低減と、損傷範囲の極小化事例が複数報告されています。	2次損傷の軽減 : ~70%軽減 (監視対象機器、部品の場合)
予防保全効果（他機器）	現状十分な異常検知や診断がなされているとは言えません。本技術を適用することで、予防保全や不具合時の損傷範囲の最小化が期待されます。	同上
トラブルシュートによるダウンタイムの極小化	LC-Aをご利用いただいているお客様からは、大変有用で有効であるとの評価をいただいております。	機械部品：~30%程度短縮 電子制御関連：~60%程度短縮
最適設定リコメンド機能	後述のとおり、燃料消費、潤滑油消費の削減効果が確認されている事例が複数あります。	~400万円/10000kW (燃料噴射時期自動調整機能が装備されていない機関の場合は、さらに大きな削減が期待されます。)
ドキュメント作成省力化	書式を登録しておくことで、自動的に計測結果を書式に当てはめてドキュメント作成が可能です。	(金額への換算が困難です。)
トラブル事例シミュレートなどによる人材育成効果	過去のアラームについても、トラブルシュートシミュレートが可能です。	(金額への換算が困難です。)
(新開発機能について)	(今後開発される機能もご使用いただけます。)	(乞うご期待!)

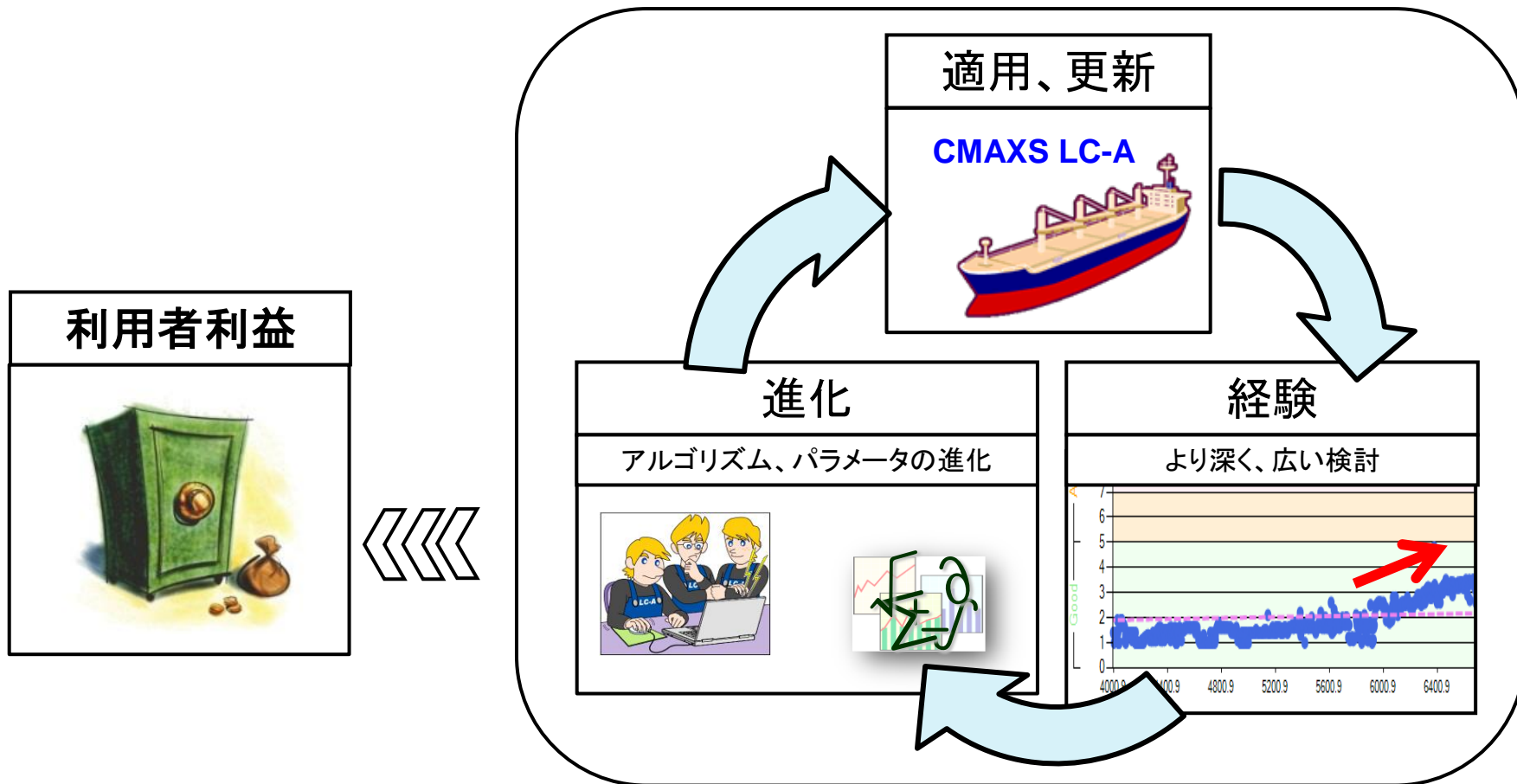
CMAXSの意義の再認識

CMAXSが想定する「リモートメンテナンス」

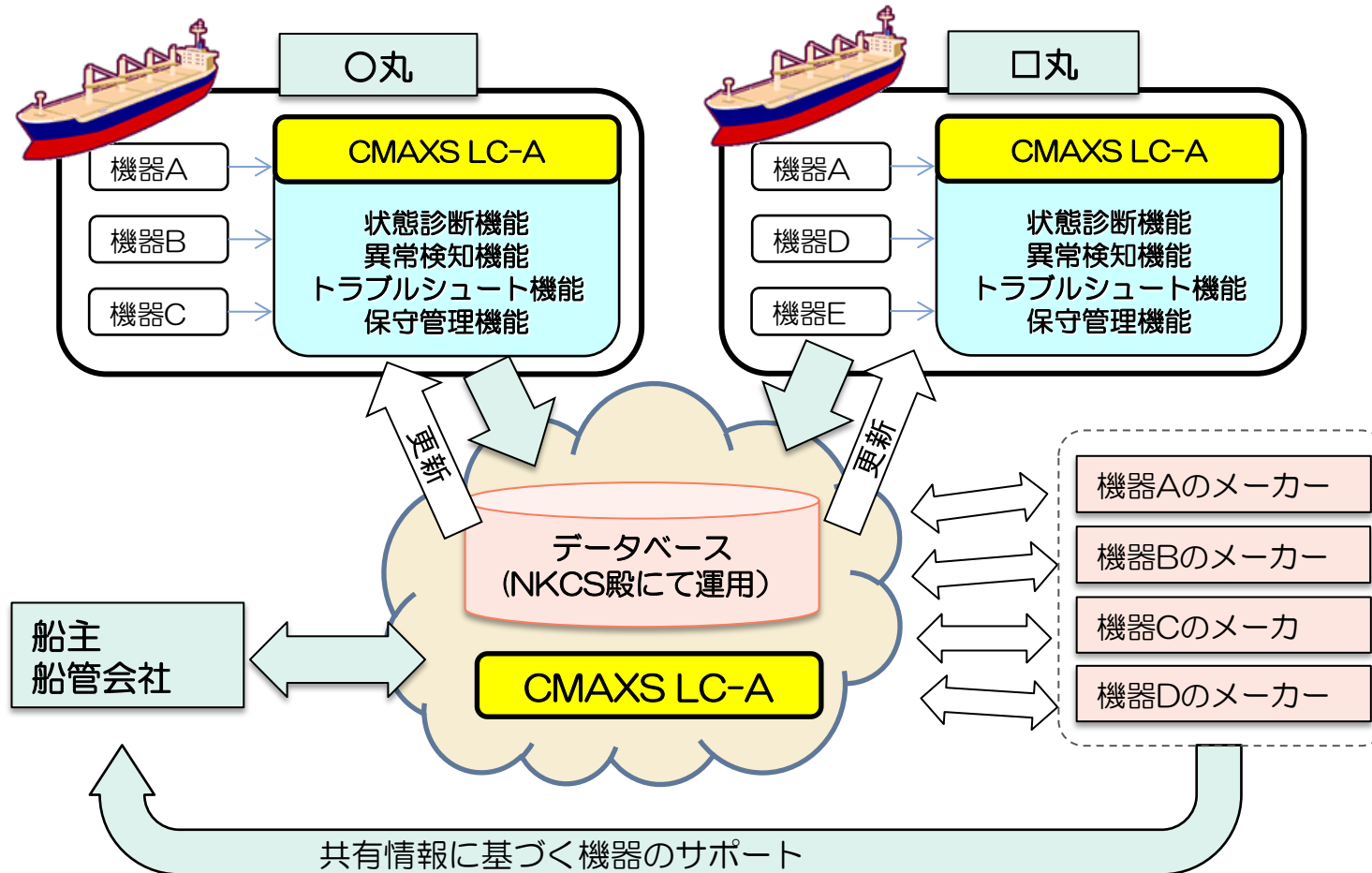


CMAXS の想定するサイクル

CMAXSのスキームにより、進化し続けるしくみを構築できた。



CMAXSによる協働スキーム



船内の多数の機器を、共通のプラットフォーム上で、専門家の診断サポートを得ることができます。

まとめ

以下の研究目的を、達成した。

1. ANACONDAとLC-Aの連携
2. CMAXS LC-Aの高度化
3. フィールドテストを通じたCMAXS LC-Aの実用性向上
4. 実船での燃費削減効果の実証
5. 事業展開にむけての各種準備

本研究におきましては、多大なるご支援を頂き、誠にありがとうございました。

IHI GROUP
Realize your dreams