



BMT SeaTech Limited

## 船舶運航の最適化サービス



以下に記載する内容はBMT SeaTech社の知的所有権に属するものですので、書面による了解なしに第三者に漏らすことはしないようにお願いいたします。

シービーエスアイ株式会社

Web : [www.cbsi.co.jp](http://www.cbsi.co.jp)

E-mail : [info@cbsi.co.jp](mailto:info@cbsi.co.jp)

TEL:045-650-2360 FAX:045-650-2361

## 1. はじめに

BMT SeaTech 社は、英国に基盤をおく、船舶(商船)関係の幅広い技術コンサルティングを展開している会社です。また船用のソフトウェア開発の専門家でもあります。われわれが手がけた数多くの流体力学のコンサルティング業務と SMARTPOWER という名の運航最適化モニターシステムとを結びつけることで、BMT SeaTech 社は幅広い運航最適化モニターと運航の最適化サービスの提供をしてきております。

### **BMT 運航最適化サービス**

数多くの船は、理想のレベルをはるかに下回る効率で運行されているのが現実です。

しかし、しばしばこのことは気づかれずに終わっています。理由は、船が実際の運航状態のとき、そのパフォーマンスと効率を正確に測ることが難しいからなのです。

あるいは、もしパフォーマンスの変化を認識したとしても、その原因を素早く正確に判断するすべがないからです。

船舶の経済とパフォーマンスは、船舶の持つ特有の数多くの要因に影響され、またそれぞれが複雑に絡み合っているのです。

たとえば、船舶の日常の燃料消費量は環境条件によって影響されます。(風、波、水深、潮流) 積荷の状況、船体のおかれた状態、プロペラやエンジン、そのスピードなど。単に速度と消費量を監視するだけでは、船の、例えば船体の劣化でパフォーマンスが影響されているかを決めるのには不十分です。あるいは、船が理想的な喫水とトリムで航行しているのか？ に応えるにも不十分です。プロペラの改造だけが果たしてエンジンに負荷をかけずに、より速い速度を勝ち取ることができるのでしょうか？

BMT SeaTech 社では、長年にわたる流体力学の分析、抵抗と推力のモデルテストなどを通して、本船のパフォーマンスと複雑な要因を理解するユニークな方法を開発しました。

フルスケールでのテストや実船での観測を通して、船舶のパフォーマンスに関し、正確かつ簡単に分かる手法を開発しました。

正確に数量化することによってのみ、船主あるいは運航者、チャーターが船のパフォーマンスの最適化を図ることが出来るのです。

弊社の持つパフォーマンスと経験の知識は、顧客の要求に合わせていくことが可能です。

弊社の提供するサービスの事例を下に記します。

- λ 運航最適化モニタリングシステムのモデル船への設計と導入
- λ 既導入済のモニタリングシステムのアップグレード
- λ 運航最適化モニタリングのアウトソース
- λ オンボードレポートシステムの改善
- λ 既存船個々のパフォーマンス評価と設計
- λ 自動のオンボードモニタリングシステム
- λ 本船パフォーマンス最適化のトレーニング

本編は、BMT SeaTech の持つ標準のパフォーマンスについて述べています。

これ以外や、カスタムシステムについては日本代理店であるシービーエスアイ株式会社にお問い合わせください。

## 2. なぜ BMT の運航最適化サービスなのか？

この運航最適化サービスの目的は、不要な燃料消費を抑えることで操船コストを下げる事にあります。

しかし船舶のパフォーマンスを評価し改善するためには、まず現状のパフォーマンスを正確に知る必要があります。結果として；

- λ 本船のパフォーマンスがどのくらい最適の状態から悪化しているのか？
- λ パフォーマンスを低下させている要因は何か？

が確実につかめます。

BMT の運航最適化サービスは、稼働中の船舶に関し、複数の正確な測定と分析をするための答えを提供いたします。

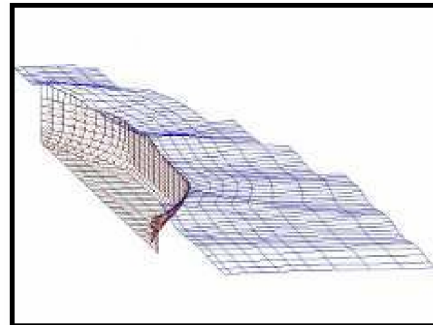
*もし測定できないなら、改善は出来ない — ロード ケルビン*

もし正確な船のパフォーマンスを知ることができると、いろいろな形で船のパフォーマンスを改善することが可能になります。次の事例をご覧ください。

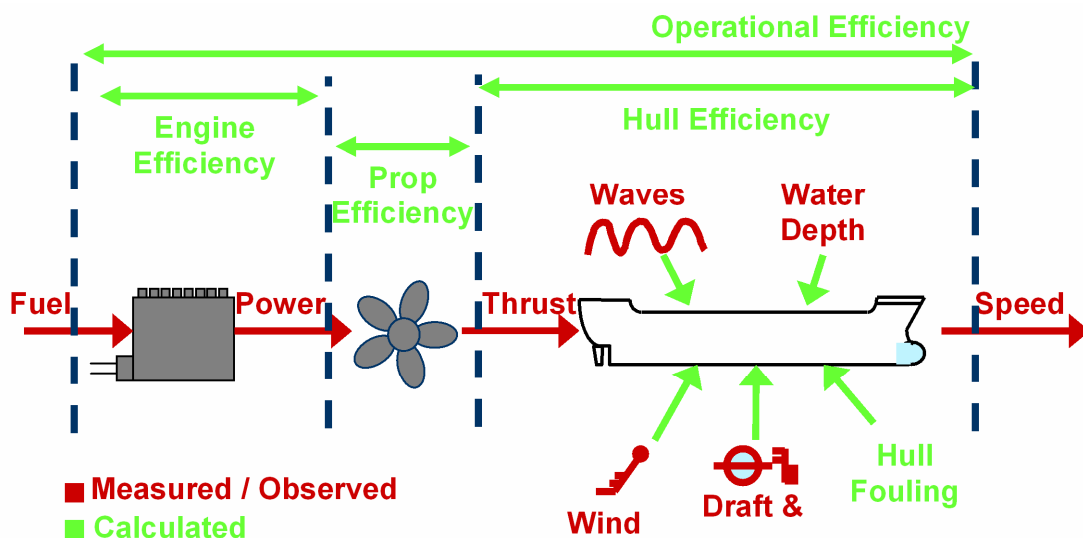
- λ 燃料消費を減らし、排出ガスを減らす：パフォーマンスが改善されますと、ある速度での燃料消費が抑えられ、結果として排ガスも抑制されます。
- λ 操業速度が増す：パフォーマンスが改善されますと、エンジン負荷と燃料消費を増やすことなく船の速度を上げることが出来ます。
- λ トリムの最適化：BMT のトリム最適化ツールは、どのような重量や速度であっても最適なトリムを乗組員に知らせることが出来ます。各航海毎にトリムを最適化する

ことで、燃料消費を抑えることができます。

- λ 船体とプロペラ: 船のパフォーマンスを正確に捉え分析する事によってのみ、真の船体の劣化(ハウリング)とプロペラの荒れを知ることができます。結果として船主は、いつプロペラを磨かねばならないのか、船体の掃除はいつかといった、水中メンテナンスに関し最善の計画を立てることが出来ます。
- λ 最適航路: BMT のアルゴリズムと計算式はその船ごとにカスタム化が出来ます。特に、これらは船舶の風、波、潮流、水深といった要因の影響を計算することが出来ます。といいますのも、これらの計算式は船ごとにカスタム化されますので、一般的に使われるルート上の推測値よりも精度が高くなるのです。BMT の計算式を使えば、航路設定の正確さが高まります。結果として燃料消費が抑えられるようになります。



### 3. BMT の運航最適化サービスの機能



船のパフォーマンスを測定することは難しい作業といえます。理由は、多くの諸変動要因に左右されるからです。周辺環境(風、波、水深); 操船パラメーター(喫水、トリム、船速); 本船の状況(船体のハウリング、プロペラの荒れ); 燃料の品質; 船のデザイン(プロペラデザイン、船体の形状、船体の大きさ)などなど...

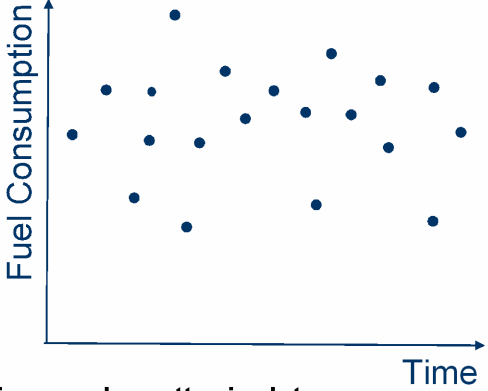
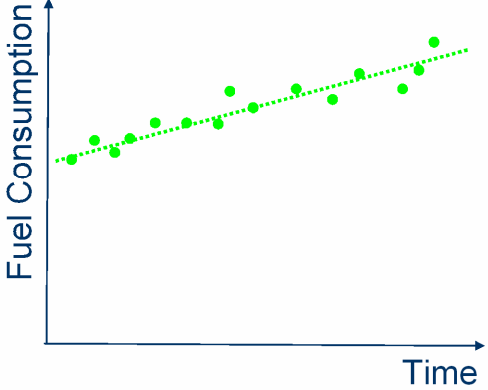
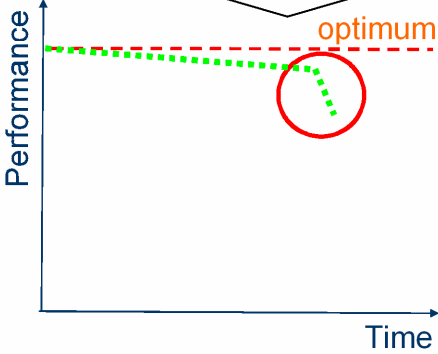
これらのパラメーターは常に変化していますので、ある日のパフォーマンスと翌日のパフォーマンスを比較すること、今航海と次の航海、この船と別の船という比較はほぼ不可能といえます。

解決策は唯一つ、船のパフォーマンスに影響するこれらすべての要素をモニターすることです。そして、詳細なかつ今まで使ってきた分析アルゴリズムで、これらの変動要因は除去されるか最小化され、結果として船のパフォーマンスを知ることができるのです。

これらの詳細にわたる分析計算式なくして船の正確なパフォーマンスを知ることが不可能です。簡略化されたモニタリングシステムでは必要な精度は出ないといえます。

BMT の運航最適化サービスの最後は、いかにしてパフォーマンスを表示したり、レポートにまとめたりするかという事になります。BMT では、KPI と呼ばれる、システムを用意し、手軽にパフォーマンスを監督官に報告できるようにしています。

以上のべた、BMT の3つの主要な運航最適化サービスを次にまとめて記します。

ステップ Step	結果 Results
<p>船上測定データ</p> <h2>Measure Data Onboard Ship</h2> <p>All the variables that affect Ship Performance are continuously monitored. (e.g. Speed, Power, RPM, Weather, Drafts, Fuel, Water Depth...)</p>	 <p>- Too much scatter in data. - Impossible to know ship performance</p>
<p>分析記録データ</p> <h2>Analyse Recorded Data</h2> <p>The Measured data is analysed to remove the effects of variables such as changes in weather, changes in drafts, changes in speed, etc...</p>	 <p>- Scatter is minimised - Trend is now visible</p>
<p>報告 パフォーマンス</p> <h2>Report Performance</h2> <p>The results of the analysis are displayed in a quick, easy to understand way.</p> <p>The ship performance is compared to its optimum.</p>	 <p>-Performance is easily compared to the optimum</p>

## 4. BMT運航最適化サービス オプション

BMT 社のシップパフォーマンスサービスはそれぞれの船主のご要求に合わせてカスタム化することが可能です。典型的なオプションを次に記します。

### オプション 1:

#### 顧客が使用している現状のパフォーマンスモニタリングシステムを点検します。

多くの船主は、すでに何らかの形で船のパフォーマンスをモニターしています。しかしながら、そのままでは、BMT社が開発した詳細にわたる分析がないと、実用に耐えられないのが現実です。

これに対して、BMT 社では現状のシステムを点検し、どこをどう変えれば改善できるかを提案させていただきます。

- λ BMT 社では直接ユーザーを訪問し、現状パフォーマンスをどのように手がけているのかを1-2隻について実情を調査します。
- λ BMT 社では改善の可能性があるいくつかの点に関して、推奨する報告書を提出させていただきます。
- λ BMT 社では、さらに具体的なパフォーマンス向上のための変更点をご提案いたします。
- λ BMT 社では、これらの変更に関するお見積りをいたします。

コスト: お客様の場所や、訪問回数などで異なりますが、原則は一度だけ訪船することを考えております。

### オプション 2:

#### コンプリートパフォーマンスモニタリングシステム(手動記録)

BMT 社では、顧客がご自分の船をモニターするためのまとまったシステムをご提供いたします。このオプションでは、船のデータは手動で記録する事になります。

- λ BMT 社では、船主の船に適合したカスタマイズしてまとまったパフォーマンスモニターシステムをご提供いたします。
- λ 船上のデータは手動で記録されます。(乗組員は BMT の提供するソフトに手でタイプする事になります)
- λ 船主は自社の船のパフォーマンスを提供された BMT 社のソフトでモニターすること

が出来ます。

- λ BMT 社では提供したソフトの使い方と、結果に関する理解についてトレーニングを用意しております。

**コスト:**コストは船主の持つ船の種類と数、現状のシステムがどうなっているかによって異なります。

### オプション 3:

#### パフォーマンスモニタリングのアウトソース

自社で自社船のモニターをするだけのスタッフがおられない船主に関しましては、BMT が代わってお引き受けすることが出来ます。BMT 社では船上で記録されたデータを分析し、通常の報告書にまとめます。かくすることで船主のコストを抑えることが出来ます。

- λ BMT 社ではオンボードで使うパフォーマンスモニターのソフトを提供いたします。データは手動で記録され(乗組員がソフトウェアにタイプ入力します)、BMT 社に送り返されます。
- λ BMT 社ではそれを分析し船のパフォーマンスをモニターします。
- λ BMT 社では定期的にパフォーマンスの報告書を作成しお送りいたします。(通常は毎月または3ヶ月に一度)

**コスト:**このオプションは「購読」する感覚で受け取られて結構です。すなわち船主は BMT から報告が届くごとに費用を支払うというものです。スタート時にはカスタマイズするための費用が少々かかります。正確なことはBMT社の日本代理店であるシービーエスアイ株式会社にお問い合わせください。

### オプション 4:

#### 現状のパフォーマンスモニタリングシステムをアップグレードする

このオプションはオプション 1 と関連しています。もし船主がすでにご自身のパフォーマンスをモニターするシステムを持っていますと、BMT 社の役割はどのようにシステムをアップグレードし改善するかという事になります。(多分、全システムを入れ替えるよりも安く上がるはずです)

- λ BMT 社では船主の既存のシステムを点検します。(オプション 1 を参照)
- λ BMT 社はソフトウェアを提供し、船主の既存システムの改善に努めます。
- λ 船主は引き続き船のパフォーマンスをモニターする、あるいはBMT社がこれを行

い定期的な間隔で報告書を提出いたします。

**コスト:**このオプションのコストは現状船主がどのようなシステムを持っておられるか、あるいはどこをどう改善するかによって大きく左右されます。詳しいお見積もりは、船主の既存システムを点検させていただいた後、ご提出いたします。(オプション 1 参照)

## オプション 5:

### コンプリートパフォーマンスモニタリングシステム(自動記録)

BMT では完全自動型の SMART<sub>power</sub> をご提供できます。これによって船主は自社船のパフォーマンスをモニターすることが出来ます。このオプションでは、乗組員は手動でデータを記録する必要はありません。このシステムのもっとも期待される利益は、測定の精度が上がり、燃料費節約の可能性が高まることです。これに関する詳しいことは次のセクションで説明いたします。

- λ BMT 社は船主の船団に適合するようにカスタマイズした完全自動のシステムを提供いたします。
- λ 必要なデータは、BMT の SMART<sub>power</sub> によって自動的に取得されます。
- λ 船主は事務所に居ながらにして、SMART<sub>power</sub> を使ってパフォーマンスをモニターすることが出来ます。さらに BMT 社は船主に船をモニターし報告書を定期的に提出することも出来ます。
- λ BMT 社ではソフトウェアの使い方、データの理解の仕方について、トレーニングを提供いたします。

**コスト:**このオプションのコストは、船の数によって左右されます。またシステムの取り付け方(新造船か既存船か)によっても左右されます。詳しいことは、BMT の代理店であるシービーエスアイ株式会社にお問い合わせください。

## オプション 6:

### トレーニングと乗組員の関心

本件に関する乗組員の関心を引くことで、二つのメリットが生じます。

その一つは、エネルギーを無駄にしないよう、心がけるようになります。二つ目は、システムの改善について積極的に提案するようになります。これらのことから、結果として過剰なエネルギー消費をしないようになります。

- λ BMT SeaTech 社は船舶のパフォーマンスとエネルギーへの関心を高めるトレーニ

ングプログラムを提供いたします。

二日間コースでは:

- \* コストやパフォーマンスに何が影響するのか？
- \* 環境について、排出ガスの減少
- \* 船体設計の最適化
- \* 操船の最適化
- \* 天候とルート

コスト:どのようなトレーニングを組み込むかによって変わります。

## 5. SMART<sup>POWER</sup>

本章では SMARTpower について述べてみたいと思います。 SMARTpower は完全自動化されたパフォーマンスモニターです。その考え方は BMT 社の船のパフォーマンスモニターの手動バージョンと同じですが、データを収集する段階での精度が格段に向上しています。

自動と手動の違いについては次の表をご覧ください。

手動ベースのパフォーマンスモニタリング	自動のパフォーマンスモニター (SMARTpower)
<p><u>利点</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>λ 既設</li><li>λ 投資不要</li></ul> <p><u>欠点</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>λ 誤差</li><li>λ データポイントが少ない</li></ul>	<p><u>利点</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>λ 精度の飛躍的向上</li><li>λ データの品質</li><li>λ データの量</li><li>λ 少ない船上での作業</li><li>λ リアルタイムのフィードバック</li><li>λ 航海分析機能</li></ul> <p><u>欠点</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>λ 初期費用の発生</li></ul>

### 背景

数年前、BMT SeaTech 社では SMARTpower を発表することで、パフォーマンスモニタリングの分野で、世界のリーダーに上り詰めました。このシステムの初期の目的は VLCC の燃料消費を最適にすることでした。それがさらに発展し、操船とスケジュールの最適化までするようになりました。

対象船は Ro-Ro、フェリー、クルーズ、コンテナ船などにも広がっています。

## 全般

SMARTpower は船の推力のパフォーマンスをモニタするものです。このシステムは、船の速度、エンジンパワー、燃料消費、周辺環境条件などを計測し、自動的にパフォーマンスを評価するものです。パフォーマンスのトレンドは、操船と喫水、トリム、燃料油の種類、風向風速といった環境条件に流体力学や統計的な補正項目を加えて得ることが出来ます。すべてのデータは保存されますが、また、自動的にダウンロードされ事務所で評価するために送られます。

SMARTpower と他の自動モニタリングシステムの大きな違いは、弊社の分析計算の精度の高さにあります。このような精度の高い分析数式がありませんと、船のパフォーマンスを正確に知ることはできません。

大半のモニタリングシステムは、積荷条件(ドラフトとトリム)や、環境(風、波、水深)などの変化の影響を取り込めません。SMARTpower はこれらの変化の影響も計算し、船主はもっと正確にパフォーマンスを知ることができます。

SMARTpower の全体的な分析技術、考え方、アルゴリズムなどは、この章の最初の方で述べた、手動のシステムと変わりません。

SMARTpower 開発の趣旨は、シンプルでかつ最も効果の高いシステムを狙ったもので、下記の項目について、測定、記録、プロセス、表示、ダウンロードをリアルタイムで行うものです。

- " 軸馬力、速度、トルク、推力
- " 船速(対地と対水)
- " 燃料消費
- " 風速と風向(相対と絶対)
- " 波の状態
- " 水深
- " ドラフトとトリム

上記パラメーターそれぞれのデータは、船上のコンピュータネットワークか IBS または、各測定器から直接得られます。(ジャイロコンパス、スピードログ、燃料計など)

これらのパラメーターを同時に測定し記録することで、推進パフォーマンスのトレンドを知ることができ、操船の条件や環境状況を正しく修正することができます。(ビューフォート番号、トリム、燃料油の特性など)

それから SMARTpower のソフトウェアがシップパフォーマンスを計算します。(エンジン、プロペラ、船体と全体の効率など) すべての記録されたデータおよびすべての計算されたパフォーマンスデータは、船上と事務所同時にこのソフトウェアによって表示されます。

結果として次のような利益を船主にもたらします。

- λ 真の速度とパワーの分析
- λ 燃料のコストと予算の改善
- λ 船体およびプロペラのハウリングをそれぞれ別個に数量化できる。
- λ 船体塗料の効果をモニターし方向性を出す。
- λ 船体のクリーニングとプロペラの改造といったことに正しい意思決定が出来る。

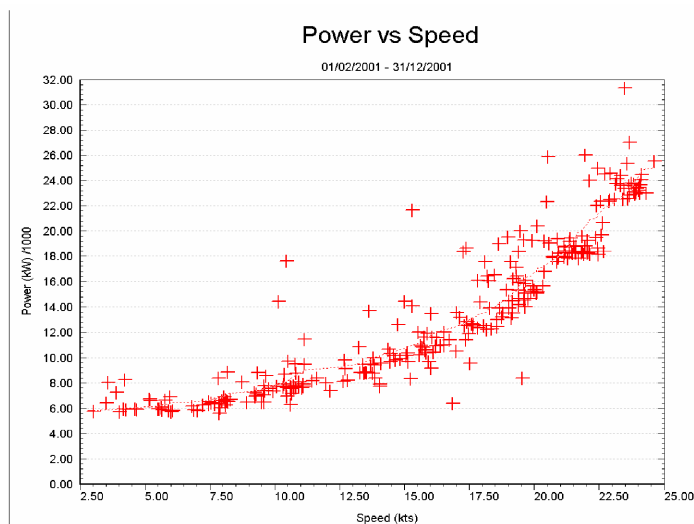


図1 S.M.A.R.T 主力と速度の関係（10ヶ月）

## ソフトウェア

モニタリングのソフトウェアはシングル PC のデータロガーで動作し、Windows XP または 2000 上で表示されます。データロガーはホイールハウスや指定されたところに置かれます。

このソフトウェアはネットワーク化できますので、ネットワーク上の PC で結果を見ることが出来ます。またこれらのデータは圧縮され自動的に E メールで、事務所のほうに送られます。

図2参照

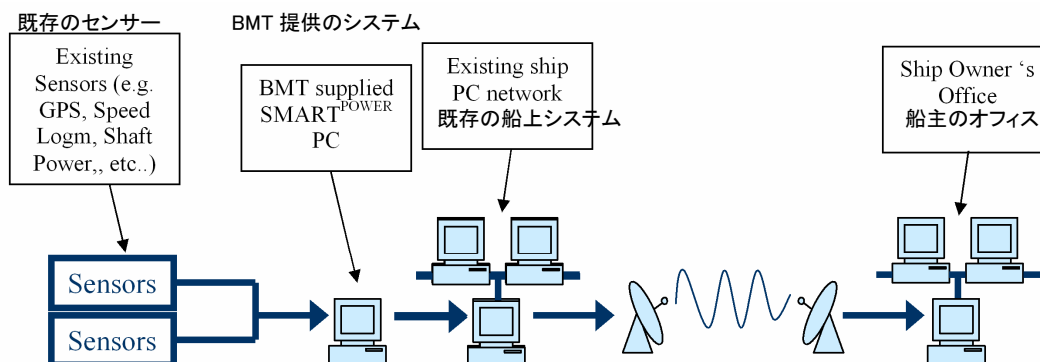


図2 S.M.A.R.TPOWER のシステム構成

このソフトウェアは、NMEA,パルス、アナログなどのような入力にも対応できるように一般化して

あります。オンボードプロセッシングと表示はEメールで自動的にオフィスのPCに送られ、パフォーマンスの点検や更に必要な手を加えたりする事に使われます。

簡単なウィンドウベースのスクリーンメニューは、使われる方が燃料消費を含むあらゆるパラメータをパフォーマンスの傾向、サマリーと生データのトレースが出来るようになっています。典型的な SMARTpower の表示を図3に示します。

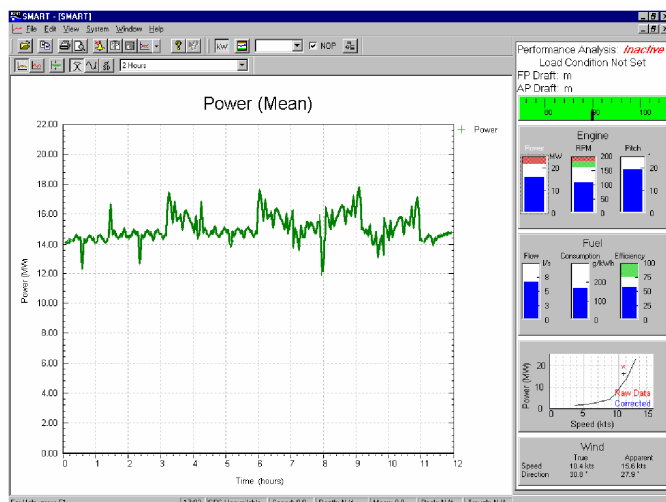


図3 典型的な S.M.A.R.T.POWER の例

システムはマルチモード設定で動作します。例えば、極端に軽い積荷や逆に積荷が満載でも修正を加え、トリム、風速、風向といったデータを適切な形で修正します。風の影響の修正は自動的に静かまたは穏やかな状態に適用されます。平穏な状態から厳しい状態に行くにつれ、修正地の信頼性は落ちてきます。そして Beaufort Number がある値を超えますと、パフォーマンスのトレンドを書くことを停止します。

周辺環境条件が満足すべき段階の時には、生データは、船の置かれた現状に相当する速度、馬力、回転数といったものにおおられ、そして、これらは船のパフォーマンスデータベースに加えられます。

特定の条件におけるパフォーマンスのクライテリアについては、次のパラメータが最適になる時間変化のパーセンテージシフトをベースで見直されます。

- λ 船速の如何にかかわらず、等価海里当たりの全軸回転数
- λ 修正された軸馬力対等価速度

サマリーレポート(1ページもの)は1航海分自動的に作成され、次のものが含まれます。トータルの燃料消費とログスピードのプロット、目標速度と平均速度、それに通常インターバルにおける速度と馬力の関係。

Voyage: 198L  
 Route: Liverpool-Dublin  
 Departure (Gate): 10/08/2001 00:09:28  
 Arrival (Gate): 10/08/2001 04:37:16  
 Desired Arrival (Gate): 10/08/2001 04:50:00  
 Desired Arrival (Dock): 10/08/2001 04:50:00  
 Pwd Draft: 5.8 m  
 Aft Draft: 5.8 m  
 Displacement: 13894.0  
 True Wind: 0.0 kts, 0°  
 Apparent Wind: 40.1 kts, 22°  
 Sea State: RCUUGH  
 Fuel Consumption: 21.5 Tonnes  
 8.7 Tonnes (Shaft 1)  
 12.9 Tonnes (Shaft 2)

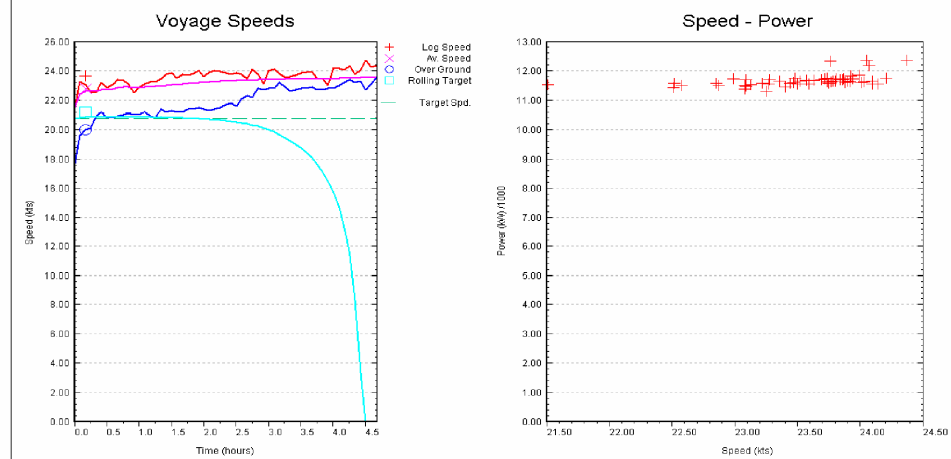


図4 S.M.A.R.T.POWERの航海サマリー

## ハードウェア

信号がデジタルであれ、アナログあるいはパルスであれ、それらが個々であろうと、IBS やネットワークからであろうと、センサーから直接あるいは船上にシステムから取得可能という前提で考えております。

ソフトウェアは、専用の PC とモニター、それにキーボードからなっています。 信号入力が可能であれば BMT SeaTech では信号インターフェースをご用意いたします。

SMARTpower システムは次のシステムにインターフェースされる必要があります。

- λ 軸回転数 RPM
- λ 軸馬力計
- λ 主機燃料流量計
- λ スピードログ
- λ GPS
- λ ジャイロコンパス
- λ 風速計
- λ エコサンダー(水深計)
- λ ドラフトセンサー(推奨)

次のデータは手動で記録される必要があります。

- λ 海の状況

- λ ドラフト(インターフェースがない場合)

インターフェースは次のどれかになります。

- λ シリアルインターフェース(NMEA 0183 標準、IEC61162 標準)
- λ パルス(Namur 標準)
- λ アナログ信号(4-20mA)

## データ伝送

SMART システムは、データの圧縮、Eメールや船上のデータ事務での処理などといったディストリビューターモジュールと適合します。

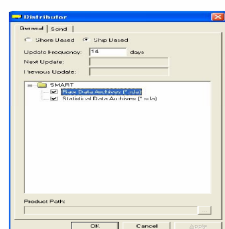


図4 SMART ディストリビュータ設定の例