シ ー マ ー ジ ン の 統 計 的 研 究 — I .

石塚 正則*・大津 皓平**

Statistical Approach to the Analysis of Power Seamargin

Masanori ISHIZUKA and Kohei OHTSU

Abstract

Ship's Seamargin are essential for ship's operator, owner and builder to obtain the optimal fleet, management and plan.

In this paper, the authors tried to estimate the statistical structure of the every day data Power Seamargin in the Pacific southwest service container ship ship from her Abstract logbook.

The model which is used in this paper,

$$\begin{aligned} \text{SEAMARGIN} = & \text{Const.} + (\text{Aging effect}) & + (\text{Fouling effect}) \\ & + (\text{Seasonal effect}) & + (\text{Weather effect}) \\ & + (\text{Time series effect}) & + \text{Noise} \end{aligned}$$

The model is determined by the Minimum AIC Procedure.

According to such an analysis, the following results are gained, namely,

- 1) The aging effect which can not recover even after a dock repairing, is estimated to be 4.2% (per year).
- 2) but the fouling effect which can recover after it, to be 0.8% (per year) of which value is small comparing with that of the data in the Persian Gulf.
- 3) The seasonal effect is estimated to obtain a strong one in winter season.

1. ま え が き

船舶の運航性能を蓄積された航海記録（各種LOG BOOK等）から解析・推定しそれを把握・検討することは、運航者・船主・用船者のみならず船舶設計者にとっても必要なことである。

従来からもこの試みは、多数の手法^{(1)~(5)}で行われているが、そのほとんどが日本／ペルシャ湾（PG）航路就航タンカーについて1航海毎の解析を主体にしたものであった。

もとより、航海記録はその性格上運航性能等を解析する目的としているのではないため、それからの解析は困難を極めることは事実である。

本報告では、これまで余り例のない北太平洋航路就航コンテナ船のアブログ（ABSTRACT LOG BOOK）に記載されている事項から運航性能の中でも特に問題となる航海馬力シーマージン（以下、これをシーマージンと称する）を1日毎算出し、これを市販のパーソナルコンピュータを使い統計モデルによって解析・推定することを試みた。統計モデルの作成には、すでに統計モデルの構築法として確立した“MINIMUM AIC PROCEDURE（MAICE）”法を用いた⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

シーマージンの統計モデルとして今回提案するモデルは、次の要因を説明変数とする多変量重回帰モデルと自己回帰モデルの組合せモデルである。

* 正会員 日本郵船株式会社（〒100 東京都千代田区丸の内2-3-2）

** 正会員 東京商船大学（〒135 東京都江東区越中島2-1-6）

シーマージン要因

基本要因

- 経年変化要因
- 汚損要因
- 季節要因

背景要因

- 気象海象要因
- 局所的持続性要因

その結果、MAICE 法によって求めた統計モデルの推定値がほぼ良好なる傾向を示し、かつシーマージンの解析・推定がほぼ自動的に行えるようになったのでここに報告する。

2. シーマージン

2.1 シーマージンの定義と要因

シーマージンの一般的な定義は、『同一喫水、船速の条件の元に、就航後の航走所要馬力と新造時の船底清浄な時に平水航走所要馬力の差を増加量又は増加率で表現したもの。』とされ(1)式及び図1で示すこと(いずれも増加率で示す)ができる(4)(3)。

$$SM = \frac{P - P_0}{P_0} \times 100 (\%) \quad \dots\dots(1)$$

SM: シーマージン

P: 就航後の航走所要馬力

P₀: 新造時の平水中航走所要馬力

図1 シーマージン図(速力・馬力曲線)

すなわちシーマージンとは、航走馬力に対する安全余裕量又は安全係数と言える。

ところで、このようにシーマージンを定義した時、これに寄与する要因は次のものが挙げられよう。

基本要因

- ① 経年変化要因
- ② 汚損要因
- ③ 季節要因

背景要因

- ① 気象海象要因
- ② 局所的持続性要因

本論文においては、3つの基本要因を主体としてこれに背景要因を加味して解析を進めて行く。

次に、これらの要因について説明する。

2.1.1 基本要因性質

(1) 経年変化要因

因子として船体・機関及びプロペラの損耗劣化等が考えられ、この影響は入渠しても取り除くことができず船令とともに増加する。つまり、船舶一生涯続くものである。

ただし、入渠時大改造(機関・プロペラの新替等)を行うと、増加傾向は変化する。

(2) 汚損要因

因子として船底部・プロペラ等に海洋微生物付着や錆の発生等による浸水部表面粗度増加(摩擦抵抗増加)が考えられる。

本要因は、出渠してからの経過日数と共に増加していくが入渠によってほぼ完全に回復できる。つまり、出渠～入渠間の変化である。影響の度合は、就航航路、季節、停泊、航海日数の度合、入渠工事の程度に依存する。

近年さかんに行われている UWC (Under Water Cleaning) 実施や, SPC 塗料 (Self Polishing anti-Corrosive 塗料・自己研磨型防汚塗料) の使用は, 汚損影響を軽減する一方法である。

(3) 季節要因

因子として季節特性を持った気象等の風・波浪の外力変動による推進抵抗増加が挙げられる。すなわち, 1 周期を 1 年として考えた影響である。

2. 1. 2 背景要因

(1) 気象海象要因

日毎の気象海象外力変動によるシーマージン変動であり, 季節要因をミクロ的に見たものでもある。

(2) 局所的持続性要因

この要因は, これまでの他の論文では見られなかった要因で現在のシーマージンは過去の変動変化にある程度支配されていると仮定したものである。すなわち, シーマージンは局所的には, その 2～3 日前からの荷重平均によっても支配されていると考える局所的持続性要因である。

2. 2 シーマージンの解析

2. 2. 1 解析対象船

今回の解析対象船は, 表 1 のような要目をもつ北太平洋航路就航コンテナ船である。この航海記録より約 4 年分をコード化し解析した。

表 1 対象船要目

就航日	1968年
船種	コンテナ船
Loa * B * D	177.6 * 25.0 * 15.4 M
載荷重量屯	24,832 TON
総トン数	16,911 TON
航海速力	22 K'T
最高速力	25 K'T
主機	ディーゼル 1基 (MAN)
常用出力・回転数	23,400 BHP * 109 RPM
最大出力・回転数	27,500 BHP * 115 RPM
初期設計 (保証) マージン	15 %
就航航路	北太平洋アメリカ西岸航路

なお, 本船は就航以来北太平洋航路 (Pacific South West 航路, PSW) に従事し, 1 航海 (往復航) 約 29 日, 片航海約 10 日で稼動していた。また, 解析期間中の係船は, 1971 年の長期ストライキ (於日本・7 月～8 月, 於米国・9 月～10 月) を除いて無かった。

2. 2. 2 航海所要馬力の算出

近年, 正確な軸馬力計が船舶に装備されており, 航海所要馬力は簡単に得られるが, 今回の解析対象船には軸馬力計が装備されていないため, これを船上公試運転成績 (性能曲線) とアブログの主機運転記録を用いて次の記録項目より算出し, その平均値を用いることにした。なお, 各算出法において, シーマージン値に大きな差異は見られなかった。

(1) 過給機回転数から求める主機馬力

一般商船で用いられているのは, 大部分排気タービン過給機 (Super charger) でありこれは主機シリンダより排出されて損失となる排気ガスエネルギーを利用してガスタービン, ブローを駆動する方式である。従って, 過給機回転数とこの

排気ガスエネルギー及び主機馬力の間にはそれぞれ関係があることから, 同回転数より主機馬力は推定可能となる。

$$RPM_{TG} \propto E_{EXH}$$

$$E_{EXH} \propto HP$$

$$\therefore RPM_{TG} \propto HP$$

RPM_{TG} : 過給機回転数

E_{EXH} : 排気ガスエネルギー

HP : 主機馬力

(2) 掃気圧力から求める主機馬力

ディーゼル機関では、限られたシリンダ容積内で最大の出力を発揮できるように、吸入空気を加圧して押し込めシリンダ内で圧縮行程時の空気密度を高め（つまり体積効率を高めること）、余分な燃料油を噴射して燃焼させている。この一連の作業を過給、吸入空気の加圧力を掃気圧力（Scavenging Air Pressure）と呼び、過給機で行っている。従って、次の関係が見い出され、掃気圧力より主機馬力が推定可能となる。

$$P_{SC} \propto VE$$

$$VE \propto HP$$

$$\therefore P_{SC} \propto HP$$

P_{SC} : 掃気圧力

VE : 体積効率 (Volume Efficiency)

(3) 燃料消費量から求める主機馬力

シリンダ内に噴射された燃料が燃焼して発生する熱量の約半分位（この比率を熱効率といい船用内燃機関では約30～45%程度）が有効な仕事（平均有効圧：Mean Effective Pressure）に変えられ軸出力となる。従って、次の関係が見い出され、燃料消費量から主機馬力が推定可能となる。

$$C_{FO} \propto P_{ME}$$

$$P_{ME} \propto HP$$

$$\therefore C_{FO} \propto HP$$

C_{FO} : 単位時間当たりの燃料消費量

P_{ME} : 平均有効圧

2. 2. 3 平水中航走所要馬力

シーマージン算出には、航海所要馬力の外に基準となる平水中航走所要馬力が必要となる。この馬力も航海所要馬力同様推定となり、海上試運転成績より対水速度又は対地速度で内外挿して求める。

この場合、航海中の排水量（船の吃水状態）により平水中航走所要馬力は異なるが、幸い解析対象船は荷物積載量好況時中の稼働であったため、解析は全て満載状態として取り扱えた。

3. シーマージンの統計モデル

ここで提案する統計モデルは、シーマージンの構造モデルとして多項式回帰モデル、重回帰モデル及び時系列解析における代表的な自己回帰モデルの組合せモデルである。

モデルを仮定する場合、その対象構造をうまく表現しているモデル、つまり変数間の確率的な構造をうまく表現しているモデルで、しかも出来るだけ簡潔なモデルが望ましい。

本論文では、シーマージンの統計モデルとして先に述べた要因を加味し因果関係を、

目的変数

シーマージン ($M_{(x)}$)

説明変数

- ① 就航日よりの経過日数 (x_1 : 経年変化要因)
- ② 前回出渠日よりの経過日数 (x_2 : 汚損要因)
- ③ 年度初めよりの経過日数 (x_3 : 季節要因)
- ④ ビューフォート風力階級値, 風向 (x_4, x_5 : 気象海象要因, x_5 は船首よりの 45° 毎の 8 点値とする)
- ⑤ 当日以前のシーマージン値 ($M(x-i)$, $i \geq 0$: シーマージンの局所的持続性要因)
- ⑥ 当日以前のスリップ値 (x_6 : スリップの局所的持続性要因)

により表わし、データ解析を行うこととした。

次に本論文で用いた個々の要因のモデルを示す。

3. 1 経年変化要因モデル

経年変化要因を表現するため、説明変数を就航日よりの経過日数 x_1 として多項式回帰モデルを採用する。

$$M_1(x_1) = \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_1^i \quad \dots\dots\dots(2)$$

3. 2 汚損要因モデル

汚損要因を表現するため、説明変数を前回出渠日よりの経過日数 x_2 とし多項式回帰モデルを採用する。

$$M_2(x_2) = \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_2^i \quad \dots\dots\dots(3)$$

3. 3 季節要因モデル

季節要因モデルを表現するため、説明変数を年度初めからの日数 x_3 とし1年を周期とする三角級数（フーリエ級数）による多項式回帰モデルを採用する。

$$M_3(x_3) = \sum_{i=1}^n \{d_i \cdot \cos(i \cdot w \cdot x_3) + d'_i \cdot \sin(i \cdot w \cdot x_3)\} \quad \dots\dots\dots(4)$$

w : 角周波数 $\left(\frac{2\pi}{365}\right)$

図2 シーマージン基本要因モデル

3. 4 気象海象要因

気象海象要因を表現するため、説明変数を風力階級 x_4 及び相対風向 x_5 として、通常用いられる船体に働く風圧合力式⁽⁸⁾をもとにした次のような重回帰モデルを採用する。

$$M_4(x_4, x_5) = \sum_{i=1}^n e_i \cdot x_4^i \cdot \{\cos^2(\pi \cdot \frac{x_5}{180})\} + e'_i \cdot x_4^i \cdot \{\sin^2(\pi \cdot \frac{x_5}{180})\} \quad \dots\dots\dots(5)$$

3. 5 局所的持続性要因

時間的変動要因を表現するため、説明変数を当日以前（過去）のシーマージン値、スリップ値として、時系列モデルで使われる自己回帰モデルを採用する。

$$M_5(M(x-i)) = \sum_{i=1}^n f_i \cdot M(x-i) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$M(x-i)$: 当日より i 日以前のシーマージン

$$M_6(x_6) = \sum_{i=1}^n g_i \cdot x_{(6)-i} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$x_{(6)-i}$: 当日より i 日以前のスリップ値

従って、これら(2)~(7)式で示した各要因モデルからなる重回帰モデルのシーマージン推定式は、次の様になる。

$$\begin{aligned}
 M(x) &= \text{constance} + M_1(x_1) + M_2(x_2) + M_3(x_3) + M_4(x_4, x_5) + M_5(M(x-i)) + M_6(x_6) \\
 &= a_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_1^i + \sum_{i=1}^n C_i \cdot x_2^i + \sum_{i=1}^n \{d_i \cdot \cos(2\pi \frac{i \cdot x_3}{365}) + d'_i \cdot \sin(2\pi \frac{i \cdot x_3}{365})\} \\
 &\quad + \sum_{i=1}^n \{e_i \cdot x_4^i \cdot \cos^2(\pi \frac{x_5}{180}) + e'_i \cdot x_4^i \cdot \sin^2(\pi \frac{x_5}{180})\} + \sum_{i=1}^n f_i \cdot M(x-i) + \sum_{i=1}^n g_i \cdot x_{(6)-i} + \varepsilon
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

$M(x)$: シーマージン

$a_0 \sim g_i$: 各回帰係数

(但し、 a_0 は回帰定数 (constant) と扱われ初期設計マージンを意味する)

n : 次数

ε : 正規分布に従う独立確率変数

4. MAICE法による統計モデル推定法と解析結果

4.1 AICによる統計モデル推定法

回帰モデルの場合、説明変数が多くなればなるほどモデル推定値と実値の差は小さくなり回帰式のあてはまりは良くなるが、推定式がデータの些細な動きをも表現しようとする結果その信頼性を失う。

本論文は、この相矛盾する状況を解決するため赤池の AIC (Akaike Information Criterion・赤池情報量規準)⁽⁷⁾を導入し、その AIC を最小とするモデルを最適なモデルとして採用する。すなわち、本モデルの AIC は、

$$\begin{aligned}
 \text{AIC} &= 2n \log_e \hat{\sigma}^2 + 2\rho \tag{9} \\
 n &: \text{データ数} \\
 \hat{\sigma}^2 &: \text{残差分散} \\
 \rho &: \text{回帰係数の数 (モデルの自由パラメータ数)}
 \end{aligned}$$

によって与えられるから、この AIC を小さくするようなモデルを選ぶこととする。

4.2 次数探索法

ところで、本モデル(8)式の次数の種類が多いので、全組み合わせを探索しようとする変数通減法等⁽⁹⁾のアルゴリズムが必要であり、市販のパソコン・レベルでの解析ではプログラムが長くなる可能性がある。

そこで今回は、まず基本的要因と背景的要因に分け、初めに基本的要因である $M_1(x_1) \sim M_3(x_3)$ までのモデルを低次元で固定し、その上に背景的要因の次数を 2~3 次程度の範囲で探索し、MAICE法により良いモデルを選択することを試みた。

ここで、固定した基本要因モデルは経年変化を 1 次、汚損要因モデルを 1 次、季節要因モデルを 2 次とするモデルである。

4.3 解析結果

この手法により解析対象船のアプログ (約 4 年分) からシーマージンの解析・推定を、

① 全データ (航海開始、終了日及び機関調整したと思われる日の記録は除いた)

② ビューフォート風力階級 4 以下のデータ

について行う。

回帰係数、残差分散は、Householder 法を用いる最小 2 乗推定法⁽⁷⁾によって求める事とする。

解析結果として得られた各回帰係数、AIC 及び残差分散の一部を表 2、3 に示す。

これによれば、

○全データによる解析では、表 2 中の Model #1

○風力階級 4 以下のデータによる解析では、表 3 中の Model #8

表2 全データ解析におけるモデルの回帰係数, A I C及び残差分散

	Model #1	Model #2	Model #3	Model #4	Model #5
a 0	16.1750	15.6501	15.8813	15.8621	16.5964
b 1	0.011508	0.012280	0.012513	0.012500	0.012611
c 1	2.0777E-03	1.9863E-03	2.1342E-03	2.1342E-03	2.2244E-03
d 1	2.916260	2.931030	2.994060	2.990360	3.103310
d 1	0.834326	0.837027	0.867116	0.866222	0.940220
d 2	0.460928	0.500028	0.507265	0.506669	0.549362
d 2	-0.368202	-0.367828	-0.353535	-0.352866	-0.359748
e 1	0.018960	0.018852	0.019304	0.019239	0.013555
e 1	0.052394	0.051465	0.054068	0.054493	—
f 1	0.055819	-0.018808	-1.426E-03	—	—
f 2	0.048254	0.040058	—	—	—
g 1	-0.170035	—	—	—	—
A I C	3593.90	3595.63	3598.03	3596.04	3605.93
残差分散	2.3069E+01	2.3214E+01	2.3386E+01	2.3386E+01	2.3857E+01

表3 風力階級4以下のデータ解析におけるモデルの回帰係数, A I C及び残差分散

	Model #6	Model #7	Model #8	Model #9	Model #10
a 0	16.7605	16.4188	16.2822	15.5105	16.6164
b 1	0.011481	0.011963	0.011906	0.011595	0.011729
c 1	9.6943E-04	8.8586E-04	9.5866E-04	1.0154E-03	9.4585E-04
d 1	2.602580	2.630910	2.643020	2.721860	2.816070
d 1	0.365099	0.353313	0.333928	0.412562	0.401617
d 2	0.357423	0.372906	0.377252	0.377983	0.393375
d 2	-1.084430	-1.089500	-1.106810	-0.996002	-0.969296
e 1	0.086912	0.091191	0.096990	0.102059	0.040698
e 1	0.116884	0.121935	0.124306	0.130182	—
f 1	0.010286	-0.069358	-0.073385	—	—
f 2	-9.172E-03	-0.014752	—	—	—
g 1	-0.168121	—	—	—	—
A I C	1596.19	1595.89	1594.37	1605.25	1607.85
残差分散	1.6615E+01	1.6717E+01	1.6746E+01	1.7540E+01	1.7832E+01

がそれぞれ最良のモデルと判断される。

このようにして行ったシーマージンの推定及び基本要因等の推定結果を図3, 4にプロットする。又, 基本要因は, 表4に示すような値となる。

4.4 考 察

以上の結果から, 次のような考察が可能である。

- (1) いずれも推定マージンは, 実マージンの変動傾向をうまく追従している。ただし, 推定値が実マージンを追従しきれない部分は, 波・ウネリ等の情報 (M_4 項) 不備によると考えられる。

図3 全データ解析図

表4 経年変化, 汚損要因値

	全データ解析	風力4以下のデータ解析
経年変化要因	4.2%/年	4.3%/年
汚損要因	0.8%/年	0.3%/年

図4 風力階級4以下のデータ解析図

- (2) 基本要因について、他の報告⁽¹⁾（ペルシャ湾就航タンカー（130,000 DWT）を解析対象としている）にある経年変化要因3%/年、汚損要因19~37%/年と今回の結果（表4）を比べると、経年変化要因は一致するが汚損要因については、やや低い。これは、本解析対象の北太平洋就航船の稼働率が高く停泊日数が少ない事とペルシャ湾航路との海洋環境（水温や荒天度合等）及び船型（主として浸水部分の相違）の違いによるとと思われる。

この点、同船型を対象にして多種の航路に渡る解析を今後の課題としたい。

又、季節要因傾向については、冬季に高く夏季に低い季節変化が見られる。

- (3) 解析対象船における初期設計（保証）マージン値は、表1に示すように15%とされる。

今回の解析によって得られた同マージン値は、 $15^{+5105} \sim 16^{-1750}\%$ となった。

- (4) 風力階級5以上を含む全データの解析においては、過去のシーマージン・スリップ値変化が現在シーマージンにある程度影響している。気象海象データの不備によるモデルの精度の低下をこの要因がある程度カバーしていると考えられる。

5. 結 び

以上、シーマージンの統計モデルの構築とMAICE法による解析例を示した。

本統計手法は、アログ等からシーマージンを解析・推定する事を目的に提案したものであり、

- ① シーマージンの推定と予測
- ② シーマージンの各要因の推定把握
- ③ アログデータの有効利用
- ④ シーマージンモデルの簡略化と最良化

を期待できると同時に、最適運航計画、船底汚損対策、入渠計画及び燃料消費管理等の運航管理や就航後の設計

性能解析 (Performance Check) に有効な資料を与えるものと思われる。

プログラムは、BASIC 及び FORTRAN 言語で書かれており市販のパーソナル・コンピュータで解析可能である。本プログラムを使用し他の船舶の解析を続行すると共に次のような検討を加える必要がある。

- ① 航海馬力シーマージンのみならず速力シーマージン、回転数シーマージン等総合的に見たシーマージン解析を多種の船舶及び海域において追跡調査解析を行う。
- ② 今回使用した以外の説明変数 (例えば海域・船位及び波・ウネリ等の情報) を統計モデルに付加する。

最後に本論を仕上げるにあたり、貴重なアプログ提供及び有益なる御助言を頂いた川崎汽船 (株) 工務部機関課 (松浦昇、高橋克朋、竹永健次郎氏)、川崎重工 (株) 山上順雄氏及び東京商船大学教授堀籠教夫先生、助教授桑島進先生に深く感謝致します。さらに、アプログ集計・データファイル作成にあたり織田美千子さんに労をかけた。ここに感謝の意を表します。

なお本研究は、昭和61年度文部省特定研究補助金の援助を得たものであることを付記する。

参 考 文 献

- (1) 田中稔, 溝口純敏, 「船舶の就航実績解析プログラムと解析例」, 石川島播磨技報第21巻第2号 (昭和56年3月), pp. 99~105
- (2) 山本, 西口, 福田, 井上, 山口, 「航海中の推進性能について」, 関西造船協会誌第200号 (昭和61年3月) pp. 71~83
- (3) 細田龍介, 高橋雄, 「シーマージンと就航実績」, 造船協会運動性能研究委員会・第1回シンポジウム (昭和59年12月), pp. 121~136
- (4) 山崎芳嗣, 坂本衛, 「航海速力の研究」, 日本造船学会論文集第146号 (昭和54年12月), pp. 156~164
- (5) 福田, 井上, 山口, 平川, 山本, 石崎, 「航海情報システム (CANSY)」, 日本鋼管技報 No.108 (昭和60年) pp. 58~66
- (6) 大津皓平, 岩井聰, 「横浜港に出入する港内流動船の時系論的研究」, 日本航海学会論文集, 第75号, pp. 45~53
- (7) 坂元, 石黒, 北川, 「情報量統計学」, 共立出版 (株), (昭和58年)
- (8) 岩井聰, 「操船論」, 海文堂 (株)
- (9) 奥野忠一 他, 「多変量解析法」, 日科技連出版社 (株)
- (10) 大崎, 菊池, 緒方, 「統計技術」, 東京同文書院, (昭和53年)
- (11) 長谷川静音, 「船用ディーゼル機関教範」, 成山堂書店 (株), (昭和57年)

質 疑 応 答

中村紳也：前日以前のシーマージン値 $M(x-1)$ を自己回帰モデルで考慮した場合としなかった場合では結果にどの程度の差が生じるのでしょうか。

石塚正則：自己回帰モデルを考慮した方がAICの改善 (最小化) が行われモデルの最良化が期待できます。そして、考慮しない場合に比べて、若干の追従性が向上できました。

石田廣史：

- (1) 解析資料のアプログから取られた気象条件の正確度判定をどのようになされましたか。
- (2) 相対風向と風力の項を用いる場合、一方が相対値であり、他方は絶対値であり問題は生じませんか。

石塚正則：

- (1) 実際上かなりのアプログデータのメーキングがありますが、主機運転設定値 (ハンドル・ノッチ等)、主機運転状況値 (燃料消費量、各種温度・回転数・圧力値等) 及び航海記録の3点からみて矛盾する日のデータを削除しました。
- (2) この点は、風力合力式を基本としたモデルを使用していますから、おっしゃる通り矛盾します。今回は、アプログデータを使用する前提で解析していますので、風力に関しては絶対値しか得られずこれを使用しています。