

ビン・ワトソン比は ($r_s=0.93$ 、 $t_L=17$ 、 $t_v=10$ 、D.W = 1.36) である。

3) 操縦性能試験特性と重回帰式で推定した操縦性能特性の関係

推定式の妥当性は、操縦性能試験値と操縦性能試験 のL、Vを用いて重回帰式で計算した推定値(旋回縦距 離:図-3.7.a)、停止距離:図-3.7.b))の関係を示し た。

例えば、図-3.7.a)の横軸は操縦性能試験の旋回縦 距離、縦軸は重回帰式による旋回縦距の推定値を示す。 分析結果は、次の通りである。



b) 停止距離の推定



- ①旋回縦距離の重回帰式(3.6)のダービン・ワトソン比; D.Wは、停止距離(式(3.7))の値に比較して大きい。即ち、推定精度は式(3.6)の方が高いので、航行環境評価指標の規格化要素としては旋回縦距離を採用した。
- ②実船の操縦性能特性は、船種や積載重量によって 変化する。また、推定値は平均を表しているので 分散誤差が生じる。したがって、将来的にはAIS を利用して正確な操縦性能特性を把握する必要が ある。

3.2.4 ARPAを用いた船舶長の観測精度

衝突予防援助装置の航行環境評価指標要素として は、船舶の操縦性能特性を考えているので、ARPAで 相手船の船舶長を測定して旋回縦距離と停止距離を推 定する必要がある。

したがって、新型ARPAでは船舶長を測定する機能 を新しく改造して付加した。

ここでは、ARPAレーダを用いて測定した相手船船 舶長の観測精度について検討した。

なお、相手船の船舶長を測定する方法として画像情 報を用いた試み¹⁰はあるが実現していない。

a) レーダ性能特性の概要

船舶レーダは、電波を用いて目標物の距離と方位を 知る装置であり、文献¹⁸⁾を引用するとレーダ電波の受 信反射電力と距離分解能は、次の様に与えている。

レーダ電波の受信電力; P_{R} は、レーダの送信出力; P_{T} 、送受信アンテナの利得; G、レーダ目標の有効反 射面積; S、電波の波長; λ 、目標物までの距離; Rと して、式 (3.8) で決まる。

 $P_{R} = P_{T} \cdot G^{2} \cdot \lambda^{2} \cdot S / [(4 \pi)^{3} \cdot R^{4}] \qquad (W) \quad (3.8)$

レーダの最小距離分解能; r(m) は、パルス幅; $\tau(\mu sec)$ で決まる。

 $r = 150 \tau$ (m) (3.9)

通常、ARPAレーダでは使用レンジによってパルス 幅を変えている。今回の場合、パルス幅は、3nmレン ジ(1 Nautical Mile: 1nm=1852m)では $\tau = 0.2 \mu \sec$ 、 6nmレンジでは $\tau = 0.6 \mu \sec$ を使用している。

したがって、最小距離分解能は、 $0.2 \mu \text{ sec}$ 幅パルスでは約30m、 $0.6 \mu \text{ sec}$ 幅パルスでは約90mになる。

b) 実船調査の概要

船舶長の観測調査は、「銀河丸」(航海訓練所・練習 船)と、サンフラワー・フエリ「こがね丸」(関西汽 船.株)を利用して、大阪港と東京港で沖待ちをして いる停泊時に実施した。

ARPAデータは、新型ARPAの実証機の信号処理部 に相手船船舶長の測定出力部を付加する改造を行うこ とにより、図-3.8に示す出力フオーマットで、3秒毎 に収集した。

実験は、次の2項目に分けて行った。

(1) ARPA機能の感度特性

ARPA機能の感度特性に関する実験では、同じ航行 状態を再現する必要性があるので、レーダ信号記録装 置で航行中に記録したレーダ信号データを再生して、 感度レベルを調整した場合の観測船舶長の変化傾向を 調べた。

(2) 船舶長の観測精度

船舶長の観測精度は、ARPAレーダで測定した相手



図-3.8 ARPAのフォーマット

船の船舶長(「観測船舶長」と言う)と、目視観測で確認した船舶名から船舶明細書^{19,20)}で調べた全長(「実船舶長」と言う)を比較して調べた。

c) ARPAレーダの感度特性

ARPAで観測した船舶長は、海面反射波信号(シー クラッタ)レベルの調整、受波信号の増幅利得(ゲイン) レベルの調整、パルス幅の切り替え等の要因で変化す るので、これらの感度特性の調査は、パルス幅が(τ =0.2 μ sec)の状態で行った。

1) シークラッタ特性

シークラッタ特性の実験は、ゲインレベルを (GL=10) に設定して行った。

シークラッタレベルを(SL=1~5)の範囲で調整し た場合の観測船舶長の変化を図-3.9に示した。

図-3.9において、シークラッタレベルがSL≦5の条 件下では1nm以上における観測値が実船舶長に対し て大きくなるが、1nm以下における観測値は実船舶長 に対して小さくなることが分かった。

即ち、海象が荒れて海面反射が大きい時にはシーク ラッタを抑制する様にSLレベルを上げて使用するが、 SLが大きい(SL=5)の場合でも、自船から1nm以上 の距離では測定誤差が小さくなり有効である。また、 1nm以下の距離では全体的に測定値が小さくなる傾

12



a) 相対航跡

図-3.9 シークラッタレベルと観測船舶長の関係



a) 相対航跡



向があるので、安全性向上の観点からは自船から1nm 以上の距離で測定した船舶長データを使用する必要が ある。

2) ゲイン特性

ゲイン特性の実験は、シークラッタレベルを(SL=3) に設定して行った。

ゲインレベルをGL(=5~11)に調整した場合の観 測船舶長の変化を図-3.10に示した。

図-3.10は、ゲインレベルGL≦7の条件下では1GL 当たり約6%減少して、観測誤差は小さくなるが、(GL >9)では利得が飽和状態になって観測船舶長値が緩 やかに増加することが分った。

したがって、通常はゲインレベル(GL>7)で使用 していて、船舶長は大き目に観測されているので、安 全性の観点からは船舶長データとして有効に使用でき ることが分かった。 d) 船舶長の観測精度

船舶長観測時のARPA機能は、観測時の海面反射状 態を考慮して、「こがね丸」では($\tau = 0.2 \mu \sec$ 、レン ジ=3nm、SL=3、GL=9)、「銀河丸」では($\tau = 0.6 \mu$ sec、レンジ=6nm、SL=6、GL=10)に設定した。

b) ゲインレベル(GL)による観測値の変化

観測調査で船名を確認した船舶数は、 0.2μ sec幅パルスを用いた調査では47隻、 0.6μ sec幅パルスを用いた調査では117隻であった。

調査対象船名の実船舶長と観測船舶長及び観測誤差の関係は、0.2µ secパルスで測定した例を表-3.1に示した。

1) 0.2µ sec幅パルスによる観測精度

実船舶長と観測船舶長の関係を図-3.11に、また、 実船舶長;L_o(m)に対する観測船舶長;L_K(m)の回帰式 は式(3.10)に示した。

 $L_{K} = 0.76L_{0} + 42.41, \sigma = \pm 32.55$ (m) (3.10)

(191)



b) シークラッタレベル(SL)による観測値の変化



表-3.1 実船舶長と観測船舶長の比較(パルス幅:0.2µsec)

Ld(m) Ld(m) Ds(La) Ds(La) <thds(la)< th=""> <thds(la)< th=""> <thds(la)< td<="" th=""><th></th><th>船名</th><th>実船舶長</th><th>観測船舶長</th><th>観測誤差</th><th>推定停止</th><th>.距離(m)</th><th>推定誤差</th><th>船舶長日</th></thds(la)<></thds(la)<></thds(la)<>		船名	実船舶長	観測船舶長	観測誤差	推定停止	.距離(m)	推定誤差	船舶長日
1 新東丸 71 92 21 420 544 124 12 2 第6電士宮丸 36 65 29 228 412 184 15. 1 第二子丸 37 73 36 202 399 197 5. 4 第16金比羅丸 54 95 41 342 602 260 44 5 幸悍丸 75 101 26 607 682 176 2. 6 第22重灌丸丸 39 86 47 195 430 235 6.6 7 第一平和丸 45 86 41 266 508 242 5. 9 北斗丸 124 129 5 838 871 34 00 10 第5葉豊丸 56 100 44 378 676 297 5. 11 第32, 美丸 56 100 14 378 676 297 5. 12 72-70, 72, 72, 72, 72, 72, 73 164 44 93 319 496	L		Lo(m)	Lk(m)	Ld(m)	Ds(Lo)	Ds(Lk)	Ds(m)	Ds/L
2 第5番 日本 2 第5番 日本 2 第5番 日本 3 王子丸 3 王子丸 5 華仲丸 5 年仲丸 5 華仲丸 5 年仲丸 5 年 5 年 5 年 5 年 5 年 5 年 5 年 5 年		新東丸	71	92	21	420	544	124	1.
3) 王子丸 37 73 36 202 399 197 5. 4) 第16全比羅丸 54 95 41 342 602 280 44 5) 季仲丸 75 101 26 507 682 176 2. 6) 第22満浜丸 39 86 47 195 430 235 6. 7) 第一平和丸 37 70 33 185 350 165 44. 8) 尤用丸 124 129 5 838 871 34 05. 10) 第5栄豊丸 90 117 27 608 790 182 2. 11) 第32条丸 56 100 44 378 676 297 55. 12) 71ックスエックスブレン 164 178 15 1.239 1.352 113 0. 13) 第2光丸 37 75 38 202 410 208 54. 14) 第66溢丸 56 70 12 31 382 66 1. 15) 第22. 14) 第66 44 48 251 514 268 5. 17) 第22. 18) 32. 17, 第23溢溢丸 43 69 26 140 208 54. 17) 第52. 18) 32. 17, 第23. 17, 第23. 18, 3. 17, 第23. 18, 3. 17, 第23. 10, 第5. 12, 17. 14, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10	2	第5富士富丸	36	65	29	228	412	184	5.1
4 第19金比羅丸、54 95 41 342 602 260 44 5 幸仲丸、75 101 26 507 682 176 22. 6 第2音雅丸、37 70 33 185 350 165 44. 6 大照丸、45 86 47 195 430 235 64. 7 第一平和丸、37 70 33 185 350 165 44. 6 大照丸、45 86 41 266 506 242 54. 9 北斗丸、124 129 5 838 871 34 0. 10 第5栄豊丸、90 117 27 608 790 182 24. 11 第32,英丸、56 100 44 378 676 297 5. 12 7172,72,72,72 164 179 15 1,239 1,352 113 0. 13 第2光丸、45 86 70 112 317 382 66 11. 15 第21 三栄丸、46 94 46 251 514 262 5. 16 日軍丸、54 84 30 319 496 177 3. 17 第26遣丸、40 83 43 319 496 177 3. 17 第26遣丸、40 83 43 254 526 273 46. 17 第26遣丸丸、40 83 43 254 526 273 6. 18 要12,12,12,12,12,12,13 85 1. 19 興和丸、52 66 14 284 361 76 1. 19 興和丸、52 66 14 284 361 76 1. 20 第58豊和丸 40 83 43 254 526 273 6. 11 1,23 第3至洋丸、65 103 38 465 737 272 4. 23 時和丸、46 97 33 378 673 195 34. 24 第26萬丸、75 113 38 475 7716 244 36. 25 第6日畠丸、75 113 38 475 7716 244 3. 25 第6日畠丸、74 71 47 131 388 257 10. 27 寸 方,九、42 82 40 266 520 254 524 53 25 第6日畠丸、74 71 47 131 388 257 10. 27 寸 寸 か,九 42 82 40 266 520 254 5. 27 475 219 44. 28 第47±15 116 1 955 964 8 0. 21 寸 寸 か,4 42 82 40 266 520 254 6. 23 第47±15 116 1 955 964 8 0. 23 第12大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 31 第12代洋盘丸 43 77 48 41 257 481 224 44 34 31 前小七头丸 42 82 407 266 500 264 77 7. 30 51423 44 57 22 349 74 83 336 9. 43 第2冊洋盘丸 43 79 38 299 94 602 208 2. 44 第2冊発丸 43 79 38 299 94 602 208 2. 45 高かつ含丸 100 117 17 903 1057 154 11 46 第987±五 43 79 36 290 445 427 44 43 47 第54±17 154 37 972 127 47 63 33 368 9. 43 第2冊洋ฉ九 150 156 6 1459 447 130 22 44 44 新星丸 83 112 224 64 457 448 1224 44 457 448 1224 44 457 448 1224 44 457 448 1224 44 157 448 1224 44 457 448 1224 44 457 448 1224 44 457 448 1224 44 457 448 1224	3	王子丸	37	73	36	202	399	197	5.3
5 年伸丸 75 101 26 507 682 176 2.2 第二単和丸 37 70 33 185 350 165 4.1 第二単和丸 37 70 33 185 350 165 4.1 8 万間上 45 86 41 266 508 242 5. 9 北斗丸 124 129 5 638 671 34 0. 10 第552 66 100 44 37 676 297 5. 12 712-751 58 202 410 208 5. 13 第221=業丸 46 94 48 251 514 262 5. 14 第86福丸 54 54 54 54 54 54 54 56 11 252 902 150 1. 17 第22 第23 46 34 254 526 11	4	第18金比羅丸	54	95	41	342	602	260	4.1
6 第22篇項丸 39 86 47 195 430 235 6.0 7 第一平和丸 37 70 33 185 350 165 44 8 大服丸 45 86 41 226 53 87 34 02 9 北斗丸 124 129 5 836 871 34 02 10 第5葉豊丸 30 117 27 608 790 182 24 11 第32,英丸 66 100 44 378 676 297 5. 12 7177.77.77 164 179 15 1.239 1.352 113 0. 13 第2光丸 37 75 38 202 410 208 5. 14 第86番丸 58 70 112 317 382 66 1. 15 第21至染丸 46 94 48 251 514 262 6. 16 日重丸 54 44 30 319 496 177 33. 17 第28澄溢丸 43 69 26 290 466 176 4. 18 第一東洋丸 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸 52 66 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸 44 87 33 378 673 195 3. 22 第33玄洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸 44 97 33 378 673 195 3. 23 明和丸 44 97 33 378 673 195 3. 25 第8日昌丸 75 113 38 475 716 244 35 15 第22飛翔丸 64 97 33 378 673 195 3. 25 第8日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日暠丸 24 71 47 131 388 257 10. 27 节方丸 42 82 40 266 31 197 367 195 3. 26 第15日暠丸 74 87 40 257 476 241 3. 27 节方丸 42 82 40 266 33 170 335 165 4. 23 第33 72 79 48 23 77 78 219 4. 23 第41 33 72 39 209 4456 247 7. 30 第17 33 78 673 195 3. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 194 3. 35 第6日昌丸 75 113 38 475 716 341 3. 35 第6日昌丸 75 113 38 475 716 32 24 4. 23 第74 40 257 476 219 4. 23 第74 40 257 476 219 4. 23 第74 40 257 476 219 4. 23 第74 42 2. 24 40 266 48 0. 33 第12大洋丸 38 60 31 171 311 140 3. 34 122, 15 116 1 955 964 81 0. 33 第12大洋丸 38 60 31 171 311 140 3. 34 122, 15 116 1 955 964 81 0. 35 第25, 14 47 43 77 33 33 72 29 209 445 24 4. 38 第49, 41 80 39 260 507 247 6. 37 第340, 24 43 57 448 1.224 4. 43 第4, 43 79 38 290 31 771 311 140 3. 34 122, 15 116 1 955 964 81 0. 35 72 22 384 514 130 22 38 49 49, 43 57 22 497 833 336 9. 43 第28, 24 4, 45 57 22 497 833 336 9. 44 第28, 34 57 22 497 833 336 9. 45 72 24 44 57 481 224 4. 45 76 76 13 197 366 149 4. 36 76 76 71 52 497 833 336 9. 37 85 72 22 77 85 24 47 7. 38 86 49, 40 57 22 497 833 336 9. 34 77 75 52 57 5	5	幸伸丸	75	101	26	507	682	176	2.3
7 第一平和丸 37 70 33 185 350 165 44 8 大開丸 45 86 41 266 508 242 55 9 北斗丸 124 129 5 838 871 34 0.0 10 第5葉優丸 50 117 27 608 790 182 22 11 第32,5美丸 56 100 44 978 676 297 5. 12 72:272,72,72,72,7 164 179 15 1.232 113 0.0 13 第2,5,5, 37 75 38 202 410 208 5. 14 第66,6,5,7 56 70 12 317 382 66 1. 15 第41 56 70 12 317 382 66 1. 19 興和丸 56 60 12 175 902 150 1. 19 興和丸 52 66 13 264 361 76 1. 20 第5 75 1. 22 33 77 272 <	6	第2蒼海丸	39	86	47	195	430	235	6.
8) 大開丸 45 66 41 266 508 242 5. 10 第5葉電丸 90 117 27 608 790 182 2. 11 第32,2歳丸 56 100 44 976 766 297 5. 12 72,273,279,727,1 164 179 15 1.239 1,352 113 0. 13 第2先丸 37 75 38 202 410 208 5. 14 第66,63丸 58 70 12 317 382 66 1. 15 第21 三葉丸 46 94 48 251 514 226 6. 16 日 環丸 54 64 40 319 496 177 7. 17 第232<	7	第一平和丸	37	70	33	185	350	165	4.
9. 東上井 124 129 5 838 871 34 02. 10 第5楽量丸 90 117 27 608 790 182 22. 11 第3久養丸 66 100 44 378 676 297 5. 12 7179.17.17.77.164 179 15 1.239 1.352 113 00. 13 第2光丸 58 70 12 317 382 66 1. 15 第21三葉丸 46 94 48 251 514 262 5. 16 日童丸 58 70 12 317 382 66 1. 17 第26遭違九 43 69 26 290 466 176 44. 17 第26遭違九 43 69 26 290 466 176 44. 18 第一葉洋丸 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸 52 66 14 284 361 76 1. 20 第5豊和丸 40 83 43 254 526 273 6. 11 2. 378 35葉丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸 34 67 33 170 335 165 4. 24 第2飛翔丸 64 97 33 378 673 195 3. 25 第15目鼻丸 75 113 38 475 7716 241 3. 25 第15目鼻丸 33 72 39 209 456 149 4. 21 かんせい丸 72 102 300 486 689 203 2. 27 寸ずか丸 42 82 400 266 520 254 0. 27 寸ずか丸 42 82 40 266 497 7. 30 第11 397 365 165 4. 23 第15目鼻丸 75 113 38 475 7716 241 3. 26 第15目鼻丸 75 113 38 475 7716 241 3. 26 第15目鼻丸 35 173 179 366 169 4. 19 かんせい丸 72 102 300 486 689 203 2. 27 寸ずか丸 42 82 40 266 497 7. 30 第11 97 366 169 4. 31 かんせい丸 72 102 30 486 689 203 2. 26 第52 2.115 116 1 955 964 8 0. 33 第1 22 49 209 456 247 7. 30 第1 197 366 169 4. 31 かんせい丸 72 102 30 486 689 203 2. 32 2797 2. 115 116 1 955 964 8 0. 33 第1 2.24 4. 35 第57 22 384 514 130 2. 47 第362數丸 45 57 22 384 514 130 2. 48 夏月為九 41 80 39 260 577 481 224 4. 38 月為九 41 80 39 260 577 481 224 4. 38 月為九 41 80 39 260 577 481 224 4. 39 269 264 27 47 5. 37 第362數丸 45 57 2.2 34 97 833 336 9. 43 第2冊発丸 83 72 2.9 9.0 94 86 14 97 4. 37 第362數九 45 72 2.3 497 833 336 9. 43 第2冊発丸 83 72 2.9 9.0 94 802 2.0 2. 44 新星九 83 72 2.9 9.0 94 80 2.0 2. 45 5かつ意丸 100 117 17 903 1057 154 130 2. 46 第6かつ意丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第628 4. 47 7.5 57 2.2 1.5 156 6 1.459 7.0 7. 40 第628 3.3 36 9. 41 70.7 57 5.2 1.7 54 80. 41 第7.0 156 6 1.459 7.0 17. 41 新星九 83 336 9. 43 第2冊発丸 150 156 6 1.459 7.3 17. 41 7.5 17.5 80 7. 41 37 9.3 30.5 7. 42 7.5 75 2.7 19 307 2. 4	8	大照丸	45	86	41	266	508	242	5.4
10 第5栄量丸 90 117 27 608 790 182 2.4 11 第32, 要丸 56 100 44 378 676 297 55. 12 71, かんエッカスレン 164 179 15 1.239 1.352 113 0. 13 第2光丸 37 75 38 202 410 208 55. 13 第2光丸 37 75 38 202 410 208 55. 14 第66溢丸 58 70 12 317 382 66 1. 15 第21, 本 46 94 448 251 514 262 5. 16 日重丸 54 84 30 319 496 177 33. 17 第228溢丸 43 69 26 290 466 176 4. 18 第一葉注丸 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸 52 66 14 284 361 76 1. 20 第5畳和丸 65 73 6 610 685 75 1. 21 しんとく丸 65 73 6 610 685 75 1. 22 第335洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸 34 67 33 378 573 195 3. 25 第6日昌丸 54 47 76 20 257 475 219 307 227 4. 23 明和丸 34 67 33 77 336 165 4. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 241 33. 26 第15日昌丸 24 71 47 131 388 277 105 24 53 25 第6日昌丸 33 72 39 209 466 169 4. 21 第42元期丸 32 66 73 31 70 335 165 4. 23 第35洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸 34 67 33 170 336 165 4. 24 第2元期丸 64 97 33 378 573 195 3. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸 24 71 47 131 388 277 10. 27 すずか丸 42 82 40 266 500 254 60. 28 第25	9	北斗丸	124	129	5	838	871	34	0.3
11 第32 及美丸 56 100 44 378 676 297 5. 12 71 二 72 71 72 72 72 164 179 15 1.239 1.352 113 0. 13 第2 光丸 37 75 38 202 410 208 55 14 第66 九 58 70 12 317 382 66 11 15 第21 三栄丸 45 94 48 251 514 262 5. 16 日軍丸 54 84 30 319 496 177 3. 17 第28 進九 43 69 26 290 466 176 4. 18 第一東洋丸 105 126 21 752 902 150 1. 20 第5 豊和丸 40 83 43 254 526 273 6. 11 しんとく丸 65 73 8 610 685 75 1. 22 第38 五洋丸 64 97 33 176 33 176 33 176 33 176 33 176 34 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 272 4. 23 明和丸 64 97 33 378 673 195 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 272 4. 23 明和丸 64 97 33 176 373 195 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 272 4. 23 明和丸 64 97 33 176 378 195 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 272 4. 23 明和丸 64 97 33 176 378 195 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 16 241 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 16 241 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 737 272 4. 26 第15 日島丸 75 113 38 475 731 295 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 731 295 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 738 195 3. 25 第6 日島丸 75 113 38 475 738 195 3. 25 第6 日島丸 74 71 521 9 4. 29 第十富士宮丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 第11 葉丸 36 67 31 197 366 169 4. 31 がん去以丸 72 102 30 486 689 203 2. 23 法やま2 115 116 1 985 964 8 0. 33 第12 39 209 445 247 7. 30 第12 大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 33 第12 大洋丸 41 80 39 260 507 247 6. 31 第7 342 44 0. 33 第12 29 94 84 224 4. 33 第4 44 0. 33 第12 24 4. 33 第4 514 130 2. 34 描葉丸 43 79 36 290 534 243 4. 35 第57 22 3497 83 336 9. 43 第2 第第4 457 7. 36 69 31 171 311 140 3. 34 描葉丸 43 79 36 290 534 243 4. 37 第36 世界九 43 79 36 290 534 243 4. 38 唐9 時力丸 65 67 22 3497 833 336 9. 43 第2 82 第3 4. 43 79 36 290 534 243 4. 43 第6 時力丸 65 67 22 3497 833 336 9. 44 新星丸 83 112 24 4. 45 7 481 224 4. 46 第9 8 + 257 481 224 4. 47 88 41 257 481 224 4. 47 88 41 257 481 224 4. 48 88 89 持力丸 65 67 22 384 514 130 2. 38 69 持力丸 65 67 22 384 514 130 2. 38 69 持力丸 65 67 22 384 514 130 2. 38 69 持力丸 65 67 22 384 514 130 2. 38 69 57 2.2 7.7 94 80 41 257 481 224 4. 41 77 75 2.7 94 80 41 257 481 224 4. 43 88 89 持力丸 65 67 22 384 514 130 2. 44 77 75 51 2.9 44 60 2. 38 69 7.2 2.7 94 803 336 9. 34 38 28 7.5 1. 45 7.7 2.2 99 80	10	第5栄豊丸	90	117	27	608	790	182	2.0
12 21エックスマルスレス 164 179 15 1,239 1,352 113 0.5 13 第2共丸 37 75 38 202 410 208 55. 14 第96篇丸 58 70 12 317 382 66 1. 15 第21 至栄丸 46 94 48 251 514 262 55. 16 日童丸 54 84 30 319 496 177 3. 17 第28當道丸 43 69 26 290 466 776 4. 18 第一貫洋丸 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸 52 66 14 284 361 76 1. 20 第5量和丸 40 83 443 254 526 273 66. 21 しんとく丸 65 73 8 610 685 77 1. 22 第38玄洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第32洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第33玄洋丸 65 103 38 465 737 195 4. 23 第33玄洋丸 65 103 38 465 737 195 4. 23 第34 2. 24 第42,飛翔丸 64 97 33 376 573 195 4. 23 第34 2. 25 第61 28 九 44 71 47 131 388 277 116 241 3. 26 第15日昌丸 24 71 47 47 131 388 277 10. 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 66. 28 第25.以しろ丸 47 87 40 257 475 219 4. 29 第41 2. 20 第5 94 1. 20 第5 94 1. 23 第34 1. 24 第4 11 47 131 388 277 10. 25 7 475 219 4. 25 7 475 219 4. 26 第15 日昌丸 72 102 30 486 689 203 2. 26 7 475 219 4. 27 57 57 481 224 4. 38 69 31 171 311 140 3. 38 12 2.5 15 116 1 955 964 8 0. 33 第1 2.5 7 481 224 4. 34 18 2.3 171 331 11 40 3. 35 第2 2.3 497 833 336 9. 37 12 7.2 102 30 486 689 203 2. 23 2.5 45 2. 38 69 31 171 311 140 3. 39 12 7.2 132 39 209 456 1. 31 171 311 140 3. 34 18 7. 33 12 2.3 497 833 336 9. 43 第2 8. 43 第2 8. 43 79 36 9.3 171 7. 44 50 3. 33 72 2.3 497 833 336 9. 44 77 7. 44 50 3. 33 72 2.2 38 4. 54 1. 45 7. 74 81 224 4. 35 7. 72 2. 38 4. 57 2.2 2.3 4. 57 2.2 38 4. 51 4. 33 336 9. 43 第2 8. 43 7. 44 57 2.3 497 833 336 9. 44 7. 44 57 2.3 497 833 336 9. 43 第2 8. 43 7. 44 57 2.3 497 833 336 9. 44 7. 45 7. 45 6. 45 7. 46 7. 47 7. 47 7. 48 57 2.2 19 5. 41 7. 42 397 4. 43 58 6. 43 7. 44 57 2.3 497 8. 33 336 9. 43 7. 44 57 2.3 497 8. 33 336 9. 44 57 2.2 8. 45 5. 47 4. 44 57 2.2 8. 45 5. 47 4. 47 7. 48 57 2.2 9. 48 5. 49 5. 41 7. 41 7. 42 5. 41 7. 43 5. 41 7. 44 5. 41 7. 45 7. 45 7. 45 7. 45 7. 45 7. 47 7. 48 7	11	第3久美丸	56	100	44	378	676	297	5.3
13 第2光丸、37 75 38 202 410 208 5. 14 第86福丸、58 70 12 317 382 66 1. 15 第21 三栄丸、46 94 48 251 514 262 5. 16 日重丸、54 94 30 319 496 177 33. 17 第28澄溢丸、43 69 26 290 466 176 4. 18 第一東洋丸、105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸、52 66 14 284 361 76 1. 20 第5豊和丸、40 83 43 254 526 273 6. 21 しんとく丸、65 73 6 610 685 75 1. 22 第33玄洋丸、65 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸、34 67 33 170 335 165 44. 23 明和丸、44 97 33 378 673 195 3. 25 第6日昌丸、75 113 38 475 716 624 3. 25 第6日昌丸、75 113 38 475 716 424 3. 26 第15日昌丸、24 71 47 131 388 257 10. 27 守ずか丸、42 82 40 256 529 244 5. 26 第15日昌丸、75 113 38 475 716 424 3. 26 第15日昌丸、24 71 47 131 388 257 10. 27 守ずか丸、42 82 40 256 520 244 5. 28 第22,U 5丸、47 87 40 257 476 520 244 5. 27 第5元、42 80 31 70 366 169 4. 30 第17 35 964 4. 33 第7 95 964 8. 35 第5日昌丸、75 113 38 175 716 194 3. 26 第15日昌丸、24 71 47 131 388 257 10. 27 9寸か丸、42 82 40 266 620 244 6. 23 第4 雪士宮丸、33 72 39 209 456 247 7. 30 第17 358 127 476 219 44. 28 第4 雪士宮丸、33 72 39 209 456 247 7. 30 第17 364 64 97 33 372 49 209 456 247 7. 30 第17 37 4. 27 第3 5. 48 98 40 41 257 476 219 44. 28 第4 雪士宮丸、33 72 39 209 456 247 7. 30 第17 31 140 3. 31 第12大洋丸、38 60 31 171 311 140 3. 33 第12大洋丸、38 60 31 171 311 140 3. 34 週末丸、54 61 7 342 387 44 0. 33 第12大洋丸、38 60 31 171 311 140 3. 34 週末丸、54 61 7 342 387 44 0. 35 第27 35 24 34 514 130 22 44. 38 86 40 力丸 65 87 22 349 783 336 9. 43 第28 第3 43 79 36 290 534 243 4. 38 86 40 力丸 65 87 22 384 514 130 2. 39 24 24 4. 41 70 75 31 29 94 602 208 2. 42 75 75 31 10 11 79 93 33 386 9. 43 第28 第3 4. 45 7 23 497 833 336 9. 43 第28 第3 4. 45 7 23 497 833 336 9. 44 第28 4. 45 86 4. 46 87 4. 47 77 53 4. 47 75 51 2. 47 75 51 2. 47 75 51 2. 48 65 4. 49 7. 40 75 2. 40 75 2. 40 75 2. 40 75 2. 41 70 75 31 17 7. 42 75 2. 43 75 2. 44 75 2. 44 75 2. 45 77 2. 45 77 2. 47 75 31 2. 47 75 31 2. 47 75 31 2. 48 66 4. 49 7. 40 75 2. 40 75 2. 40 75 3. 40 75 2. 40 75 3. 41 70 75 3. 41 70 75 3. 42 75 75 3. 43 75 2. 44 75 2. 45 75 2. 46 75 75 2. 47 75 3. 47 75 3. 47 75 3. 47 75 3. 47 75 3. 47 75 3. 48 75 2	12	フエニックスエックスフレン	164	179	15	1,239	1,352	113	0.
14 第66番丸 58 70 12 317 382 66 1: 15 第21 至栄丸 46 94 44 251 514 262 5: 16 日童丸 54 84 30 319 496 177 3: 17 第26堂造丸 43 69 26 290 466 176 4. 18 第一葉洋丸 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸 52 66 14 284 361 76 1. 20 第5章和丸 40 83 43 254 526 273 66. 21 しんとく丸 65 73 8 610 695 75 1. 22 第38 2洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第38 2洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第38 2洋丸 64 97 33 170 335 165 4. 24 第22飛翔丸 64 97 33 378 673 195 3. 25 第8日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 25 第8日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 66. 28 第42 12 3. 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 66. 28 第42 12 3. 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 66. 28 第41 13 . 38 67 31 97 396 199 44. 29 第41 13. 38 77 16 241 3. 26 第15日昌丸 75 116 1 955 964 80 . 21 10 27 47 51 16 1 955 964 80 . 21 27 47 40 71 40 257 447 271 . 30 第11營造丸 36 67 31 197 366 169 4. 31 かんさい丸 72 102 30 486 689 203 2. 22 さやま2 115 116 1 955 964 80 . 33 第12大洋丸 38 69 31 171 311 140 . 33 第12大洋丸 35 77 22 384 514 3. 35 72 22 384 514 30. 37 第34世丸 54 61 7 342 387 44 . 38 興丹丸 41 80 29 260 597 247 64. 39 夏や丸丸 65 87 22 384 514 30. 21 27 7 77 247 64 1. 39 夏や丸丸 65 87 22 384 514 30. 21 77 97 986 149 4. 39 夏やま2 115 113 -2 997 980 571 44. 39 夏やま2 115 113 -2 997 980 514 33. 24 777 52 19 309 290 553 247 6. 37 第34世丸 65 87 22 384 514 30. 24 77 75 27 41 33 336 9. 44 77 73 34 57 23 497 833 336 9. 44 77 77 33 386 9. 44 77 79 30 155 61 149 4. 39 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	13	第2光丸	37	75	38	202	410	208	5.0
15 要21三栄丸 46 94 48 251 514 262 16 日重丸 54 84 30 319 496 177 53. 17 第28堂道丸 43 69 26 290 466 176 4. 18 第一環洋丸 105 126 211 752 902 150 17. 19 興和丸 52 66 14 294 361 76 1. 19 興和丸 52 66 14 294 361 76 1. 20 第55豊和丸 40 63 43 254 526 273 6. 21 レんとく丸 65 103 36 610 685 75 1. 22 第33 広洋丸 65 103 378 673 195 3. 25 第 861 圖丸 76 113 386 475 716 241 3. 26 第 16 圖丸 74 71 471 331 388 257 10. 27 ず か丸 42 82 40 266 520 254 6. 27 ず か丸 42 82 40 266 520 254 6. 27 す ず か丸 77 77 40 2	14	第86福丸	58	70	12	317	382	66	1.
16日電丸 54 84 30 319 496 177 17 第20営造丸 43 69 26 290 466 176 4. 18 第一東洋丸 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸 52 66 14 284 361 76 1.1 20 第5豊和丸 40 63 43 254 526 273 6. 21 にんとく丸 65 103 38 465 737 272 4. 22 第38玄洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第38玄洋丸 64 97 33 778 573 195 3. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 25 第56日昌丸 75 13 38 475 716 241 3. 26 第156日昌丸 75 13 38 475 716 241 3. 26 第156日昌丸 24 71 47 13 388 257 10. 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 6. 26 第52 251 15 16 <td>15</td> <td>第21三栄丸</td> <td>46</td> <td>94</td> <td>48</td> <td>251</td> <td>514</td> <td>262</td> <td>5.</td>	15	第21三栄丸	46	94	48	251	514	262	5.
17 第222當進丸。43 69 26 290 466 176 4. 18 第一葉注丸。105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸。52 66 14 284 361 76 1. 20 第5署和丸。40 83 43 254 526 273 6. 21 しんとく丸。65 73 8 610 685 75 1. 22 第36玄洋丸。65 103 38 465 737 272 4. 23 明和丸。34 67 33 170 335 165 4. 23 明和丸。34 67 33 170 336 165 4. 24 第2飛翔丸。64 97 33 378 573 195 3. 25 第8 8 18 丸。24 71 47 131 388 475 716 241 3. 26 第15 日昌丸。24 71 47 131 388 275 716 241 3. 26 第15 日昌丸。24 71 47 131 388 275 716 241 3. 26 第2 5 第 8 18 九 24 71 47 131 388 275 716 241 3. 26 第2 5 元 24 元 24 71 47 131 388 277 10. 27 寸寸か丸 42 82 40 266 520 254 6. 28 第2 5 元 475 219 4. 29 第十富士宮丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 第1 宮違丸 36 67 31 197 366 169 4. 31 かんさい丸 72 102 30 486 689 203 2. 32 さやさ2 115 116 1 955 964 8 0. 33 第1 2大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 34 趙栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 33 第1 2大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 34 趙栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 33 第2 星遭丸 47 88 41 257 481 224 4. 35 第2 星遭丸 43 79 38 49 31 711 311 140 3. 34 趙栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 33 第2 星遭丸 43 79 38 290 177 6. 37 第 36 81 49 4. 35 第2 星遭丸 43 79 38 49 31 71 311 140 3. 34 趙栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 第2 星遭丸 47 88 41 257 481 224 4. 37 第 36 81 171 311 140 3. 34 趙栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 第2 星遭丸 47 88 41 257 481 224 4. 37 第 36 9 31 171 311 140 3. 34 趙栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 第2 星遭丸 47 88 41 257 481 224 4. 37 第 36 9 31 171 331 338 9. 41 77 77 9. 37 9 38 290 534 243 5. 41 77 79 9. 43 第7 22 32 497 833 336 9. 44 77 77 9. 43 第7 22 34 97 833 336 9. 44 77 77 9. 43 第7 22 19 9. 44 第9 4. 45 第2 21 15 113 -2 997 980 -17 -0. 47 第 56 72 22 36 485 14 130 2. 38 57 22 364 851 419 4. 43 第 28 28 ± 34 57 23 497 833 336 9. 44 77 77 9. 45 77 23 497 833 336 9. 44 第 77 79 9. 45 77 79 9. 46 87 22 175 15 13 -2 9. 47 70 79 21 171 154 37 972 1.279 9. 47 70 79 21 171 174 903 10.571 154 1. 46 第 6 7 212 175 89. 47 70 79 21 177 80 72 1.279 807 2. 47 50 51 51 51 55 6 1.459 157 58 0. 48 56 61 149 4. 49 57 61 179 78 0. 40 57 61 179 78 0. 41 57 78 159 155 6 1.459 179 83 0. 42 70 79 21 179 83 0. 43 79 07 21 179 83 0. 44 57 178 179 179 8. 47 50	16	日章丸	54			319	496	177	3.
16 第一貫洋丸。 105 126 21 752 902 150 1. 19 興和丸。 52 66 14 284 361 76 14. 20 第5豊和丸。 40 83 43 254 526 273 6. 21 しんとく丸。 65 73 8 610 685 75 11. 22 第38玄洋丸。 65 103 38 465 737 272 4. 23 野和丸。 34 67 33 170 335 165 44. 24 第2飛翔丸。 64 97 33 378 573 195 34. 25 第6日昌丸。 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸。 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸。 24 71 47 131 788 257 10. 27 寸ずか丸。 42 82 40 266 520 254 6. 28 第2ふじしろ丸。 47 87 40 257 475 219 44. 29 第十富士宮丸。 33 72 99 209 456 247 7. 30 第11營丸, 36 67 31 197 366 169 4. 30 第11營丸, 37 116 198 287 10. 23 第12大洋丸。 56 67 31 197 366 169 4. 31 かんもい丸。 72 102 30 486 689 203 2. 32 25 第52 115 116 1 955 964 8 0. 33 第1 2大洋丸。 43 79 36 171 311 140 3. 34 挹梁丸。 54 61 7 342 387 44 0. 35 第22重丸。 47 88 41 257 481 224 44. 35 第23重丸。 47 88 41 257 481 224 44. 36 第月丸。 41 80 39 260 507 247 6. 37 第36豊丸。 57 22 384 514 130 2. 37 第36豊丸。 57 22 384 514 130 2. 38 819神力丸。 55 77 23 497 63 336 9. 41 77 75 3. 43 79 36 299 800 -17 -0. 43 第22 15 113 -2 997 960 -17 -0. 43 第22 第2 15 113 -2 997 960 -17 -0. 40 第28葉造丸。 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 75 3. 42 75 75 2. 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 75 2. 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 75 2. 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 75 2. 44 新星丸。 83 112 2. 45 あかつ言丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第9. 45 第27 12 17 15 15 16 16 4. 47 412 365 -47 -0. 41 新星丸。 83 112 29 594 802 208 2. 45 あかつ言丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第9. 45 第2. 45 第5 72 12 4. 47 88 4. 47 88 4. 47 88 4. 48 第9. 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 75 2. 41 77 75 2. 41 77 75 2. 42 75 75 2. 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 75 2. 43 79 36 290 534 243 5. 43 第2. 44 75 2.3 497 8. 45 72 2. 46 第0. 47 85 4. 47 85 4. 47 85 4. 48 85 4. 49 8. 49 4. 41 80 79 2. 49 8. 40 70 2. 41 75 2. 40 80 208 2. 41 75 2. 41 75 2. 41 75 3. 42 75 2. 43 80 9. 43 72 2. 44 50 2. 45 8. 45 7. 46 8. 47 8. 47 8. 47 8. 48 8. 48 8. 49 4. 49 5. 49 4. 40 5. 40 5. 40 7. 40 5. 40 5. 40 7. 40 5. 40 7. 40 5. 40 7. 40 7. 40 5. 40 7. 40	17	第28営造丸	43	69	26	290	466	176	4.
19 興和丸 52 66 14 284 361 76 1. 20 第5章和丸 40 83 43 254 526 273 6. 21 しんとく丸 65 73 8 610 685 75 1. 22 第38支洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 剪和丸 34 67 33 170 335 165 4. 24 第2飛翔丸 64 97 33 376 573 195 3. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸 24 71 47 131 388 277 10. 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 6. 28 第2ふじしろ丸 47 87 40 257 475 219 4. 29 第千富士富九 36 67 31 197 366 169 4. 30 第17言遣丸 74 88 41 257 486 169 4. 31 かんさい丸 72 115 16 1 955 964 8 0. 33 第72大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 34 唐沢丸 64 97 39 260 577 247 49. 33 唐2素流し丸 77 88 41 257 481 224 4. 35 原名電重丸 75 116 1 955 964 8 0. 33 第72大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 34 唐沢丸 64 61 7 342 387 44 0. 35 原名電重丸 47 88 41 257 481 224 4. 36 原名電重丸 47 78 48 41 257 481 224 4. 36 原名電重丸 47 78 48 41 257 481 224 4. 36 原名電重丸 47 88 41 257 481 224 4. 36 原名電動丸 45 861 7 322 384 514 130 2. 37 第3協量丸 35 57 22 236 386 149 4. 38 原母南力丸 65 87 22 384 514 130 2. 39 克や宝之 115 113 -2 997 980 -17 -0. 41 7275 21/5 13 -2 99 594 802 208 149 4. 38 原母南力丸 65 87 22 384 514 130 2. 39 克や宝之 115 113 -2 997 980 -17 -0. 41 第27 51 24 4. 38 第28葉違丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 77 -33 336 9. 42 72775 21/5 34 497 833 336 9. 42 72775 21/5 34 497 833 336 9. 43 第28葉菜丸 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新星丸 63 112 29 594 802 208 2. 45 あかつミ丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第37 972 1.279 307 2. 47 太阪丸 150 155 6 1459 1.517 580 0. 平均痛 9276 179 37	18	第一東洋丸	105	126	21	752	902	150	1.
20 第5 豊和丸 40 83 43 254 526 273 6. 21 しんとく丸 65 73 8 610 685 75 1. 22 第33 玄洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 時和丸 34 67 33 170 335 165 44. 24 第2飛翔丸 64 97 33 378 673 195 3. 25 第6日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸 75 113 38 475 716 241 3. 26 第15日昌丸 24 71 47 131 386 257 10. 27 守 方 九 42 82 40 266 520 254 6. 28 第2 して之丸 47 87 40 257 475 219 44. 29 第十富士宮丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 第11 33 72 39 209 456 247 7. 30 第11 33 171 311 140 3. 31 第12大洋丸 33 60 31 711 311 140 3. 31 第2大洋丸 35 67 22 384 84 0. 31 第12大洋丸 35 67 22 384 74 81 0. 35 第2 34 41 80 39 260 507 247 6. 31 第12大洋丸 36 67 31 197 366 189 4. 31 がんどい丸 72 102 30 486 689 203 2. 32 さやま2 115 116 1 955 964 8 0. 33 第12大洋丸 35 60 31 171 311 140 3. 34 挹栄丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 第2 万濃丸 47 88 41 257 481 224 4. 36 第47 4. 37 第3 26 第1 47 88 41 257 481 224 4. 38 第8 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 38 88 神力丸 65 87 22 384 514 130 2. 43 第2 88 ± 151 13 2.997 980 -17 -0. 40 第2 87 ± 15 11 52 3497 833 336 9. 43 第2 88 ± 1 57 23 497 833 336 9. 43 第2 88 ± 1 17 154 37 972 1.279 483 336 9. 43 第2 88 ± 1 17 154 37 972 1.279 307 2. 47 55 ± 17 52 ± 26 56 1.459 1.517 58 0. 46 第8 57 22 4.57 57 2.27 57 57 2.27 57 57 57 5. 47 75 75 ± 17 54 50 156 6 1.459 1.517 58 0. 43 第2 88 ± 1 17 154 37 972 1.279 307 2. 47 55 ± 17 57 57 51 57 51 57 51 57 51 57 51 57 51 57 51 57 51 51 57 51 51 50 56 56 71 51 57 51 52 51 51 50 556 56 71 51 51 51 556 56 51 51 51 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 51 556 56 51 51 51 51 556 56	19	興和丸	52	66	14	284	361	76	1.
21 しんとく丸 65 73 6 610 665 75 1. 22 第33 ݣ洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第33 ౘ洋丸 65 103 38 465 737 272 4. 23 第34 64 97 33 376 673 195 4. 24 第2, 無罰丸 64 97 33 376 673 195 3. 3. 26 第15日 8. 475 716 241 3. 3. 26 第15日 8. 475 716 241 3. 3. 27 39 209 456 247 7. 3. 3. 27 39 209 456 247 7. 3. 3. 2. 3. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2.	20	第5豐和丸	40	83	43	254	526	273	6.
22 第33 五洋丸。 65 103 38 465 737 272 4.4 23 明莉丸 34 67 33 170 335 165 4.4 24 第2飛翔丸 64 97 33 378 573 195 3.3 25 第5日 昌丸 75 113 38 475 716 241 3.3 26 第15日 昌丸 24 71 47 131 398 257 10 27 寸 ず か丸 42 82 40 266 520 254 6.4 28 第15日 島丸 74 77 77 74 219 4.4 29 第十富士 営丸 33 72 39 209 456 247 7.4 30 第112 置丸、 36 67 31 197 366 169 4.4 31 かんさい丸 72 102 30 486 60 33 171 311 140 33 32 さやま2 115 116 1	21	しんとく丸	65	73		610	685	75	1.
23 時利元、34 67 33 170 335 165 4. 24 第2飛翔丸、64 97 33 378 573 195 3. 25 第6日昌丸、75 113 38 475 716 241 3. 26 第16日昌丸、24 71 47 131 388 257 10. 27 すずか丸、42 82 40 266 520 254 60. 28 第25 にしち丸、47 87 40 257 475 219 4. 29 第十言宝丸、33 72 39 209 456 247 77. 30 第11營造丸、36 67 31 197 366 169 4. 31 かんさい丸、72 102 30 486 689 203 2. 22 さやま2 115 116 1 955 964 8 0. 33 第12大洋丸 36 69 31 171 311 140 3. 34 植梁丸、54 61 7 342 387 44 0. 35 廣2昇還丸、47 88 441 257 481 224 4. 36 既月丸,41 80 39 260 507 247 66 149 4. 29 素十言宝丸、33 57 22 336 385 149 4. 35 勝2昇還丸、47 88 441 257 481 224 4. 36 既月丸、43 77 22 336 149 4. 29 さやま2 115 113 -2 99 90 60 507 247 6. 37 第3協憲丸、35 57 22 336 385 149 4. 38 顕彩力丸 65 67 22 384 514 130 22. 39 さやま2 115 113 -2 99 7 960 -17 -0. 41 72 72 52 52 4 37 23 497 833 336 9. 42 72 72 55 -47 70 11 79 33 336 9. 43 麗麗丸、61 54 -7 412 387 447 -0. 41 72 75 52 52 4 10 117 17 903 336 9. 43 麗麗丸、61 54 -7 412 385 -47 -0. 41 第2 75 52 1. 117 17 903 105 154 1. 45 麗星丸、61 54 -7 412 385 -47 -0. 41 第2 75 22 1. 117 17 903 1057 154 1. 45 第2 39 2 497 833 336 9. 43 第8 12 4, 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第8 4. 47 第5 2. 48 57 2.2 276 51 51 1. 47 57 52 5. 48 57 22 2. 49 7 833 336 9. 41 75 72 2. 41 75 72 5. 41 75 72 2. 45 5. 45 5. 47 70 12 1. 45 5. 46 77 412 75 5. 47 70 12 1. 47 57 52 5. 48 51 12 24 5. 49 7 833 336 9. 42 75 75 5. 43 57 22 14 5. 44 57 23 497 833 336 9. 43 75 72 2. 45 5. 46 77 412 75 5. 47 70 5. 47 70 5. 48 57 23 497 833 336 9. 43 75 72 2. 45 5. 45 5. 45 77 22 2. 46 75 2. 47 75 5. 48 57 2. 48 57 2. 48 57 2. 49 7 833 336 9. 49 7 833 336 9. 41 75 72 1. 41 75 75 1. 45 7 72 1. 45 7 75 1. 46 75 72 1. 47 75 1. 47 75 1. 48 77 1. 48 77 2. 49 78 83 33 28 9. 49 78 83 33 28 9. 40 75 72 1. 41 75 75 1. 41 75 75 1. 42 75 75 1. 43 75 72 1. 44 75 72 1. 45 75 72 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75	22	第38玄洋丸	65	103	38	465	737	272	4.
24 第2元利丸、 64 97 33 378 673 195 3.3 25 第6日 昌丸 75 113 38 475 716 241 3.3 26 第15日 昌丸 24 71 47 131 386 257 10.2 27 すずか丸 42 82 40 266 520 254 66. 28 第25.12 L 5丸 47 87 40 257 475 219 44 29 第千富士宮丸 33 72 39 209 456 247 71 30 第12 強力 36 67 31 197 366 169 4. 31 かんさい丸 72 102 30 486 689 22. 2 2 2 2 2 2 37 44 80 3 2 37 44 80 3 37 44 9 3 38 44 8 0 3 37 38 44 4	23	明相丸	34		33	170	335	165	4.9
25<	24	第2飛翔丸	64	97	33	378	573	195	3.0
28 第15日高丸。24 71 47 131 388 257 10. 27 すずか丸。42 82 40 266 520 254 6. 28 第2ふじしろ丸。47 87 40 257 475 219 4. 29 第十雪二常丸。33 72 39 209 456 247 77. 30 第11営造丸。36 67 31 97 366 169 4. 31 かんさい丸。72 102 30 486 689 203 2. 22 さやまこ。115 116 1 955 964 8 0. 33 第12大洋丸。38 69 31 171 311 140 3. 34 旭泉丸。54 61 7 342 387 44 0.0. 55 預名異選丸。47 88 41 257 481 224 4. 35 預名異選丸。47 88 41 257 481 224 4. 36 原丹丸。41 80 39 260 597 247 6. 37 第3協墨丸。55 67 22 236 386 149 4. 38 原丹丸。45 67 22 384 514 33. 41 72 72 72 497 88 31 224 4. 38 原丹丸。45 66 7 22 384 514 30. 27 第3協墨丸。45 7 22 236 386 149 4. 39 さやまこ。115 113 -2 997 980 -17 -0. 41 72 72 72 72 74 34 57 23 497 833 336 9. 42 72 77 72 72 74 17 154 37 942 837 44 70. 43 第2 開柴丸。61 54 -7 412 385 -47 -0. 44 新星丸。63 112 29 594 602 208 2. 43 第2 開柴丸。155 6 61 122 3497 833 336 9. 43 第2 開柴丸。100 117 17 903 1.057 154 1. 46 第8 かつき丸。100 117 17 903 1.057 154 1. 46 第9 45 1.517 58 0. 平均痛 97 276 77 179 307 22 1.279 307 22 1. 47 大阪丸。150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均痛 97 179 179 33	25	第8日昌丸	75		38	475	716	241	3.
27 (す ア) 次 42 82 40 266 520 254 64 22 (黄 ア) 次 47 87 40 257 475 219 44 29 (新 + 富士宮丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 (新 + 富士宮丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 (新 + 富士宮丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 (新 + 富丸 33 72 39 209 456 247 7. 30 (新 + 富丸 32 72 102 30 486 699 203 2. 32 どやま2 115 116 1 955 964 8 0. 33 (第 12大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 33 (第 12大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 34 (福泉丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 (第 2 万重丸 35 57 22 236 385 149 44. 36 (雨月丸 41 80 39 260 507 247 6. 37 (新 36 (重 丸 35 57 22 236 385 149 44. 38 (雨 37 (5 3 48 1 257 381 130 2. 39 とやま2 115 113 - 2 997 960 -17 -0. 40 (第 28 (董 九 43 79 38 299 534 243 5. 41 (7 7 7) エット 34 57 23 497 833 336 9. 43 (第 2 商業 1 10 117 17 903 1.057 154 1. 45 (新 2 高 4 17 -0. 44 (新 2 冊 丸 83 112 29 594 802 208 2. 45 (新 2 - 27 6 1.17 58 0. 45 (5 - 6 1.459 1.517 58 0. 47 (5 - 7 21 17 58 0. 48 (5 - 47 7.51 17 58 0. 44 (新 2 冊 丸 83 112 29 594 802 208 2. 45 (5 - 6 1.459 1.517 58 0. 平均(雨 5 - 6 1.459 1.517 58 0. 平均(雨 5 - 6 1.459 1.517 58 0. 7 (26	第15日昌丸	24	<u></u>	47	131	388	. 257	10.
28 東2ふしつ丸 4/ 8/ 40 25/ 4/5 219 4/5 219 4/5 219 4/5 219 4/5 219 4/5 219 4/5 219 4/5 219 4/5 219 5/5 217 4/5 219 5/5 217 5/5 5/7 5/5 217 5/5 5/7 5/2 5/5 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/5 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/2 5/7 5/5 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/7 5/2 5/7 5/7 5/7 5/7 5/7 5/7 5/7 5/7 5/7 5/7	27	すすが丸	42	82	40	266	520	254	6.
29 展 〒 直 王 萬 八 33 72 39 209 455 241 / 1 30 第 11 2 流 455 241 / 1 31 かんさい丸 72 102 30 486 689 203 24 32 さやま2 115 116 1 955 964 8 0.0 33 第 12 大洋丸 38 69 31 171 311 140 3: 34 抱葉丸 54 61 7 342 397 44 0.0 35 第 2 昇 通丸 47 86 41 257 481 224 4. 35 第 2 昇 通丸 47 86 41 257 481 224 4. 36 萬 升 丸 41 80 39 260 507 247 6. 37 第 34 虚葉丸 35 57 22 384 514 130 4. 38 第 8 神 力 丸 65 87 22 384 514 130 4. 38 第 8 神 力 丸 65 87 22 384 514 130 4. 39 さやま2 115 113 -2 997 980 -17 -0. 40 第 28 深 進丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 7 27 7 ジ エット 34 57 23 497 833 336 9. 42 7 7 7 7 ジ エット 34 57 23 497 833 336 9. 42 7 7 7 7 ジ エット 34 57 23 497 833 336 9. 44 新 里 丸 83 112 29 594 602 208 2. 45 あか つき丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第 8 光 章 九 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均痛 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均痛 157 726 1.517 58 0.	28	第2ふじしろ丸	47	87	40	257	475	219	4.
30 第112 置火。 30 07 31 197 300 109 4 31 かんさい丸。 72 102 30 486 689 203 2. 32 さやま2 115 116 1 955 964 8 0. 33 第12大洋丸。 38 69 31 171 311 140 3. 33 第12大洋丸。 54 61 7 342 387 44 0. 35 第12大洋丸。 47 88 41 257 481 224 4. 36 萬月丸。 47 88 41 257 481 224 4. 36 萬月丸。 41 80 39 260 507 247 6. 37 第3協憲丸。 55 57 22 236 385 149 4. 38 萬肖希力丸。 55 67 22 384 514 130 2. 39 さやま2 115 113 -2 997 980 -17 -0. 40 第28栄遣丸。 43 79 36 290 534 243 5. 41 アクアジェツト 34 57 23 497 833 336 9. 42 アクアジェツト 34 57 23 497 833 336 9. 42 アクアジェツト 34 57 23 497 833 336 9. 43 第第4章 43 112 29 594 802 208 2. 44 新里丸。 83 112 29 594 802 208 2. 44 新里丸。 83 112 29 594 802 208 2. 45 あかつき丸。 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第8先洋丸。 110 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均確	29	<u>常十昌工宫丸</u>	33	12	39	209	450	247	1.
31 万小之七公人 12 102 30 486 689 203 2. 32 定や室2 115 116 1 955 964 8 0. 33 第12大洋丸 38 69 31 171 311 140 3. 34 旭茉丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 第2景道丸 47 86 41 257 481 224 4. 36 第2景道丸 41 80 39 260 507 247 6. 37 第3福祉豊丸 55 57 22 236 386 149 4. 39 定や定之 115 113 -2 97 980 -17 -0. 40 第28栄遣丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 アグアジェツト 34 57 23 497 833 336 9. 43 第2日際党工 61 54 -7 412 365 -47	30	<u>第日宮道儿</u>	36	6/	31	197	360	169	4.
32 年7 年22 115 110 1 903 904 8 0. 33 第12大洋丸 38 69 31 171 311 140 3: 34 旭茉丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 第2星通丸 47 88 41 257 481 224 4. 63 萬升丸 41 80 39 260 507 247 60. 37 第34億豊丸 35 57 22 236 385 149 4. 38 第6時力丸 65 87 22 384 514 130 22. 38 第6時力丸 65 87 22 384 514 330 22. 38 第6時力丸 65 87 22 384 514 130 22. 38 50 77 52 297 980 -17 -0. 40 第28業造丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 777 52 194 833 336 9. 42 757 52 194 833 336 9. 43 第26 82 497 833 336 9. 43 第26 82 497 833 336 9. 43 第26 82 497 833 336 9. 43 第26 497 43 57 23 497 833 336 9. 43 第26 497 40 117 17 903 1.057 154 1. 46 第85,725 10 117 154 37 972 1.279 307 2. 47 大阪丸 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均値 全726 179 33	31	かんさいえ	12	102	30	480	689	203	- 2.
33 補定入井丸 38 99 31 171 311 400 3. 34 植実丸 54 61 7 342 387 44 0. 35 預定昇通丸 47 88 41 257 481 224 4. 36 預月丸 41 80 39 260 507 247 6. 37 第3位墨丸 35 57 22 236 385 149 4. 38 預約力丸 65 67 22 384 514 130 22. 39 さやま2 115 113 -2 997 960 -17 -0. 40 預定2常造丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 アクアジェント 34 57 23 497 833 336 9. 42 アクアジェント 34 57 23 497 833 336 9. 43 第単丸 63 112 29 594 802 208 2. 44 新里丸 83 112 29 594 802 208 2. 45 あかごま丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 預約完実丸 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均値 全276 179 37	32	さやまと # 1 0 + * * +	115	110	1	900	964	140	0.
3 周2開発丸 34 01 7 342 387 44 01 3 周2開入丸 47 88 41 257 481 224 44 3 周月丸 41 80 39 260 507 247 66 3 第36歳丸 35 57 22 236 385 149 44 38 原わカ丸 65 87 22 384 514 130 22 39 さやま2 115 113 -2 997 960 -17 -0. 40 原28栄造丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 アクアジェント 34 57 23 497 833 336 9. 43 第2間栄丸丸 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新星丸 83 112 29 594 802 208 2. 45 防かつき丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第9光洋丸 150 156 6 1459 107 158 0. 46 第9光洋丸 150 156 6 1459 107 158 0. 平均痛 50 276 17 98 0. 47 次原丸 150 156 6 1459 1.517 58 0. 平均痛 50 276 17 98 0.	33	易12人汗儿	38	69	31	1/1	311	140	3.
(3) 原之子道火 (4) (5) (4) (25) (46) (24) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (25) (46) (47) (46) (36) (14) (43) (25) (37) (36) (37)	34	他宋丸	54	61	/	342	387	44	0.
(3) 展行72、 41 50 39 260 307 247 0. 37 第362億丸、 35 57 22 236 386 149 4. 38 第8 24 力丸、 65 87 22 384 514 30 2. 39 之や芝2、115 113 -2 997 980 -17 -0. 40 麗谷東九、 43 79 36 290 534 243 5. 17 アクアジェット、 34 57 23 497 833 336 9. 42 アクアジェット、 34 57 23 497 833 336 9. 43 第2翻葉丸、 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新星丸、 83 112 29 594 802 208 2. 45 防かご支丸、 100 117 17 903 1.057 154 1. 46 麗谷洗洋丸、 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均痛 全72 6 179 33	30	第2昇退ル	4/	88	41	257	481	224	4.
37 所当協議丸 33 37 22 230 360 199 4, 38 第6年力丸 65 87 22 384 514 130 2, 39 さや支空 115 113 -2 997 980 -17 -0. 40 第28栄進丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 アクアジェット 34 57 23 497 833 336 9. 42 アクアジェット 34 57 23 497 833 336 9. 43 第28ඥ地丸 61 54 -7 412 365 -47 -0. 43 第28ඥ地丸 61 54 -7 412 365 -47 -0. 45 あかつき丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第6次注丸 100 117 17 903 1057 154 1. 44 57 27.6 179 307 2.	30	東行丸	41	80		200	307	140	0.
35 時の(ヤ))と 00 07 22 364 314 130 -2. 39 さやまえ 115 113 -2. 997 960 -17 -0. 40 第28栄遣丸 43 79 36 290 534 243 5. 41 アクアジェント 34 57 23 497 833 336 9. 43 第26課業丸 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新星丸 63 112 29 594 602 208 2. 45 防かごき丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第8の法支え丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第8の法支え丸 100 117 154 37 972 1.279 307 2. 47 大阪丸 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均論 150 156 6 1.459	31	第3協堂丸	35	- 5/	22	230	380	149	4.
13) 13) 13) 14) 15) 14) 17) 16) 17) 1833 1333 19, 143 17) 17) 1833 1333 19, 133 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 19, 1333 136 14, 11, 14, 11, 14, 11, 11, 14, 11, 11, 14, 11, 14, 15, 15, 15, 15, 17, 58, 0, 12, 13, 15, 17, 18, 0, 14, 15,	20	第8神万丸	115	119	-22	007	090	-17	-0
40. 豚とひを迫た。 4-3 79 36 249 334 243 3. 41 アクアジェツト 34 57 23 497 833 336 9. 42 アクアジェツト 34 57 23 497 833 336 9. 43 第2部環境九 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新里丸 83 112 29 594 802 208 2. 45 あかごき丸 100 117 17 903 1.057 154 1. 46 第8先達丸 117 154 37 972 1.279 307 2. 47 次版丸 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均値 全72.6 179 3.	100	C.V.5.2	110	110	-2	997	500	-17	-0.
1 ウブウンシンド 34 01 23 497 633 530 9, 42 アグランジェンド 34 67 23 497 833 336 9, 43 第2間架丸, 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新星丸, 83 112 29 594 602 208 2. 45 あかつき丸, 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第4 第2 117 154 37 972 1.279 307 2. 47 振算論 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均論 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均論 150 156 6 1.459 1.517 58 0.	40	第28末道丸	43		30	407	034	240	0.
+26 アンシュンF 34 37 (353) 350 9. 43 第2部探え 61 54 -7 412 365 -47 -0. 44 新星丸 83 112 29 594 802 208 2. 45 あかつき丸 100 117 17 903 1057 154 1. 46 第8-光洋丸 117 154 37 972 1.279 307 2. 47 大阪丸 150 156 6.1459 1.517 58 0. 平均値 全・27.6 179 3.	+#	フリンエント	34	57	23	497	033	330	9.
- 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	42	第つ開始カ	61	5/	-7	497	365	-47	9.
Trian 主な Construct の Construct	40	新田力	01	110	20	50/	200	200	-0.
- 117 154 37 972 1.279 307 2. 471大阪丸 150 156 6 1.459 1.517 58 0. 平均値 全・27.6 179 33	145	州 エル あかつきれ	100	117	17	003	1 057	154	
47 大阪丸 150 156 6 1,459 1,517 58 0. 平均値 年27.6 1,517 58 0. 179 3.	40	第8条注力	117	164	27	070	1 270	307	+
平均值 全:27.6 179 3.	40	大阪も	150	154		1 450	1,2/3	507	
		平均值		100		1,400	1,017	179	3

なお、図-3.11では(鎖線:距離分解能(30m)、実線: 観測船舶長の回帰直線)を示す。

次に、観測船舶長誤差と実船舶長の関係を図-3.12 に、また、実船舶長に対する観測誤差;L_D(m)の回帰 直線(鎖線)式は式(3.11)に示した。



図-3.11 0.2µ secパルスによる観測船舶長と実船舶長の関係



図-3.12 0.2µsecパルスによる観測船舶長誤差と実船舶長の関係

 L_{D} =-0.23 L_{0} +42.41、 σ =±32.55 (m) (3.11) 観測誤差の最大値は-7m~48mの範囲にあり、平 均値は27.6mである。

2) 0.6µ sec幅パルスによる観測精度

観測船舶長と実船舶長の関係を図-3.13に、また、 実船舶長に対する観測船舶長;L_Kの回帰式は式(3.12) に示した。

$$L_{K} = 0.49 L_{0} + 102, \quad \sigma = \pm 24.6$$
 (m) (3.12)

観測値は、小型船では実船舶長より大きな値になる が、90m以上の船では実船舶長と等しくなる傾向が認 められた。

なお、図-3.13では(鎖線:距離分解能(90m)、1点 鎖線:観測船舶長の回帰直線、白丸(○):在来船、黒丸 (●):高速船)を示す。



図-3.13 0.6µsecパルスによる観測船舶長と実船舶長の関係



図-3.14 0.6µsecパルスによる観測船舶長誤差と実船舶長の関係

次に、観測船舶長誤差と実船舶長の関係を図-3.14 に、また、実船舶長に対する観測誤差;L_Dの回帰式は 式(3.13)に示した。

 $L_{\rm D} = -0.5L_0 + 102, \quad \sigma = \pm 24.9$ (m) (3.13)

観測誤差は、実船舶長が約100m以下の船では約(距離分解能-実船舶長)の範囲で、小型船ほど大き目に 測定されるが、約100m以上の船では誤差が小さく なって、実船舶長に近い値を測定している。

3) 観測距離と観測誤差の関係

観測距離に対して観測船舶長が小さくなる領域は、 自船の近傍約1nm以内にあり、1nm以遠では実船舶長 に対して観測船舶長が大きく、観測誤差はほぼ一定に なっている。

この傾向は、シークラッタの感度特性と一致してい る。

e) まとめ

解析の結果は、次の通りである。

- ①シークラッタレベルは、通常、海面反射信号の受信状態によって適宜変えて使用するが、SL≦5の範囲であれば、船舶長データとして有効である。また、自船の近傍(1nm以下)では観測値が小さくなるので、安全性の観点からは1nm以遠のデータを使用する必要がある。
- ②ゲインレベルは、GL≥7で使用すれば船舶長が大き目に測定できるので、安全性の観点からはGL≥7で使用する必要がある。
- ③ARPAレーダのパルス幅は、現在はレンジ毎切り 替えているが、将来的には10nmレンジまで、0.2 μ secを使用する必要がある。

即ち、従来のARPAレーダでは、レンジを拡大 してレーダ画面上で、陸地と自船の航行位置関係 を 確 認 す る 必 要 が あ つ た が、GPS(Global Positionning System)が普及した現在においては 自船位置はGPSで確認できるので、ARPAでは約 10nmまでの他船情報が有れば十分である。

3.2.5 ARPAによる操縦性能特性の推定

新型ARPAの航行環境評価指標の避航領域を判断す る要素の操縦性能特性(旋回縦距離と停止距離)は、 ARPA(レーダパルス幅;0.2µsec)で測定した相手 船舶の速力と船舶長で推定した。

推定方式の妥当性を比較する為、観測船舶長と速力 で推定した操縦性能特性(旋回縦距離;D_{AK}、停止距 離;D_{sk})と、船名から船舶明細書で調べた実船舶長 と速力で求めた推定値(D_{A0},D_{s0})の関係を、図-3.15.a)



図-3.15 観測船舶長と速力による操縦性能特性の推定

(旋回縦距離)と図-3.15.b)(停止距離)に示した。 なお、図-3.15.a)の横軸は実船舶長による推定値の 旋回縦距離、縦軸は観測船舶長による推定値の停止距

離を示す。

推定値(旋回縦距離; D_{AK}、停止距離; D_{SK})の回帰 式は、実船舶長による推定値(旋回縦距離; D_{AO}、停止 距離; D_{SO})として、式(3.14、3.15)に示した。

図-3.15によると、観測船舶長による推定値(旋回 縦距離;D_{AK}、停止距離;D_{SK})の平均誤差は、実船舶 長を用いた推定値に比較して、旋回縦距離では約66m (1.4L)、停止距離では約230m(4.8L)大きい。

推定結果は、次の通りである。

- ①ARPAレーダのパルス幅が0.2μ secの場合、観測 船舶長誤差は約30mであることを考慮すると、操 縦性能特性は安全側に推定できるので、本推定法 は有効である。
- ②避航領域の規格化要素としては、旋回縦距離を採 用した。

3.2.6 避航領域の実態調査

航行環境評価指標要素の避航領域は、実船調査で観 測集積した船舶航跡データを基に、解析した^{21),22)}。

a) 実船による航跡データの調査の概要

航跡データの調査方法は、次の通りである。

調査期間

航跡データの実船調査は、平成元年から6年度と平 成11,12年に「銀河丸」(主要な諸元:L×B×D=110 m×16m×10m、Gr=4,888 t、航海速力:17kts) で、また、平成7年から9年度に「こがね丸」(L×B× D=150m×25m×13m、Gr=9,684 t、航海速力 :23kts、関西汽船・株)で、被験船に搭載してあるXバ ンドのレーダARPA (JAS-800C、JMA-8263-7CA)を 利用して実施した。

2) 調査海域

調査海域を図-3.16に示した。



航行海域における被験船の主な航行時間帯と平均速 力は、次の通りである。

沿岸海域:「銀河丸」は昼間における中速航行(17kts) 輻輳海域:「銀河丸」は昼間における低速航行(13kts) 狭水道域:「こがね丸」は夜間における高速航行 (23kts)

3) 航跡データ

ARPAデータの時刻歴例を図-3.17に示した。



図-3.17 ARPAデータの時刻歴

航跡データの航行海域における捕捉追尾回数分布 は、次の通りである。

全航跡データの捕捉追尾回数は、沿岸航行海域; 240,498回、輻輳航行海域;146,341回、狭水道航行海 域;430,309回である。また、潜在的衝突の危険性が ある避航対象船が捕捉データ全体に占める割合は約 10%である。更に、避航対象船の接近方位分布は、航 行海域の平均値で示すと船首方位;80%、前横方位; 18.1%、後横方位;1.1%、船尾方位;0.7%である。

なお、この避航対象船による航跡数頻度分布は、避 航距離の解析で使用した。

4) 避航領域の解析項目

避航操船時の操船者は、相対ベクトルが衝突針路上 にある時は避航開始時の距離的・時間的余裕を、また、 衝突の見会い関係を回避した後は自船と相手船がすれ 違う時の離間距離「航過距離」の余裕を判断要素にし ている。

したがって、避航領域の解析は、衝突の危険性のあ る避航対象船が存在する相対ベクトル方向の避航距離 (危険距離、十分距離)と、自船近傍を航過する時に 他船の侵入を避ける航過距離(危険距離、十分距離) について行った。

なお、避航領域の解析では、航跡数頻度が5%以上

16

の分布データを取り扱った。

5) 避航領域の規格化指標

操縦性能特性と速度依存性を図-3.18に示した。

避航操船時の判断要素には、旋回縦距離; $D_A(L, V)$ が影響しているものと考えて、避航領域は旋回縦距離; $D_A(L, V)$ の式(3.16)で規格化した。また、停止距離 の規格化式; $D_A(L, V)$ は式(3.17)に、旋回縦距離; $D_A(L, V)$ と停止距離; $D_s(L, V)$ (式(3.17))との換算係数は Vが10kts~40ktsの範囲の値を近似して式(3.18)に 示した。なお、換算船舶長; $L=L_{K}$ or L_{W} 、接近速 度;Vである。

 $D_A(L,V)=Exp(0.892 \cdot logL+0.631 \cdot logV-0.0367)$ (m) (3.16)

 $D_s(L,V)=Exp(1.253 \cdot logL+0.351 \cdot logV+0.0082)$ (m) (3.17)

(III) (0.17)

$$H = (D_{s}(L, V) / D_{A}(L, V)) = 0.0046 \cdot L + 1.87$$
(3.18)

旋回縦距離の表記は、自船船舶長;L_o、相手船船舶 長;L_rとして、

①換算船舶長(L_K=√(L₀²+L_f²)/2と接近速度Vによる旋回縦距離;D_{ALk}(=D_A(L_K, V))

②換算船舶長(L_w=L_o+L_f)と接近速度Vによる旋回縦距離;D_{ALW}(=D_A(L_w,V))

と置いた。





b) 避航領域の解析結果

1) 航行海域の航跡数頻度分布

実船調査の航跡数頻度分布はX軸に接近速度、Y軸 に相対距離、Z軸に航跡数頻度として、上から順にa) 沿岸航行海域、b)輻輳航行海域、c)狭水道航行海 域として図-3.19に示した。

図-3.19の航跡数頻度分布からは、自船の周りには 他船の侵入を避ける領域(「避航領域」又は「閉塞領



図-3.19 航行海域における航跡数頻度分布

域23)」と言う)が認められる。

この避航領域の航跡数頻度分布は、操船者が避航動 作の判断時に航行海域の輻輳状況や相手船の諸元及び 性能特性を推測して得た2船間の衝突防止に必要な避 航操船の評価指標量を表しているものと考えた。

したがって、避航領域の要素には、接近速度、船舶 の停止距離特性、相対ベクトル、見会い状態、航行海 域の輻輳状況等を取り入れた。

2) 避航領域を構成する航行船舶の船舶長分布 航行船舶の船舶長分布は、銀河丸の航海経路(東京 港から大阪港間)で測定した航跡データを基に、観測 船舶長を横軸、船舶長の頻度を縦軸、鎖線:小型船と 大型船側からの累積頻度として、図-3.20に示した。

図-3.20から、航行船舶の累積頻度が95%以上の船 舶長は、約20mから170mに分布していることが分 かった。

したがって、避航領域の解析では、自船近傍の避航 危険領域は小型船(Lr=20m)によって、避航十分領 域は大型船(Lr=170m)によって構成されたものと仮 定した。

例えば、自船と小型の相手船による換算船舶長は、 沿岸航行域と輻輳航行海域では($L_0=115m$ 、 $L_{\kappa}=82$ m)、狭水道航行域では($L_0=150m$ 、 $L_{\kappa}=107m$)と なる。また、被験船と大型船の相手船による換算船舶 長は、沿岸と輻輳航行海域では $L_{\kappa}=145m$ 、狭水道航 行域では $L_{\kappa}=160m$ とした。



図-3.20 航行船舶の船舶長分布

3) 輻輳海域における避航領域と換算船舶長の 関係

輻輳海域における避航危険領域と換算船舶長の関係 は、相手船船舶長の分布を、20~80m、80~130m、 130~170mの分布に分けて調べた。

輻輳海域における避航危険領域(航過危険距離、避 航危険距離)と旋回縦距離;D_A(L、V)要素の換算船舶 長(L_K、L_W)の関係を図-3.21に示した。

図-3.21の横軸は船舶長分布の下限値、縦軸は避航 危険距離と航過危険距離に対応する旋回縦距離;

 $D_A(L,V)の換算船長値 (L_K,L_W)を示している。$

分析の結果は、次の通りである。

 ①航過危険距離は、換算船舶長;L_Kと接近速度;V による旋回縦距離;D_A(L_K、V)と相関がある。

②避航危険距離は、換算船舶長;Lwと接近速度;V による旋回縦距離;D_A(Lw、V)と相関がある。

即 ち、換 算 船 舶 長; L_wは、旋 回 縦 距 離 比 (L_w=135m:2.5D₄(L_w、V)、L_w=195m:2.8D₄(L_w、 V)、W=245m:3.0D₄(L_w、V))と比例関係にある



図-3.21 輻輳航行海域における避航危険領域の換算船 舶長と航行船舶長の関係

- が、換算船舶長;L_Kは旋回縦距離比(L_K=83m: 3.7D_A(L_K、V)、L_K=99m:5.1D_A(L_K、V)、L_K=123m: 5.8D_A(L_K、V))と比例関係にない。
- ③航過十分距離は、換算船舶長;L_Kと接近速度;V による旋回縦距離;D_A(L_K,V)と相関がある。
- ④避航十分距離は、通常航行船舶中の大型船の相手 船舶長;L_r(約170m)と自船船舶長;L_oによる換 算船舶長;L_kと接近速度;Vによる旋回縦距離; D_A(L_{K170}、V)と相関がある。

例えば、相手船の船舶長が(L_r=20m:L_k=83m: L_w=135m、L_f=80m:L_k=99m:L_w=195m、L_r=130m: L_k=123m:L_w=245m)の場合、航過危険距離と避航 危険距離は図-3.22の様になる。



図-3.22 輻輳海域における避航領域と換算船舶長の関係

4) 航行海域における避航領域

航行海域における避航領域(避航距離、航過距離) は、旋回縦距離(D_{ALK}、D_{ALK170}、D_{ALW})で規格化して、 また停止距離(D_{SLK}、D_{SLK170}、D_{SLW})との関係も併記し て、表-3.2に示した。更に、避航領域定数は見会い状

(196)

表-3.2 航行海域における避航領域のパラメータ

避航領域	沿岸航行海域	輻輳航行海域	狭水道航行海域			
航過危険距離:CLaDalk	3.6 Dalk	2.2 DALK	1.4 DALK			
:CLSDSLK	1.6 Dslk	1.0 Dsuk	0.6 Dslk			
航過十分距離:CmaDalk	5.8 DALK	4.0 DALK	3.1 DALK			
:CmsDslk	2.3 D slk	1.6 D slk	1.2 Dsuk			
避航危険距離:CoaDalw	4.0 DALW	2.5 DALW	1.5 DALW			
:CosDslw	1.6 D _{SLW}	1.0 Dslw	0.6 D slw			
避航十分距離:CNADALK170	17.7 DALKI70	15.2 DALK170	13.1 DALK170			
:CNSDSLK170	7.0 DSUK170	6.0 DSLK170	5.0 DSUK170			
Kua	CNADALK170/CMADALK=1					
Кмз	CNSDSLK170/CMSDSLK=1					
KLA	CDADALW/CLADALK-1					
kis	CosDolw/ClsDslk-1					

態係数 α = 0.2、定数 n = 6である。

(1) 航過危険距離

輻輳航行海域における航過危険距離の分布領域(航跡数頻度分布が5%以上)を図-3.23に示した。図-3.23のX軸は接近速度、Y軸は相対距離、鎖線は換算 船舶長;L_Kと接近速度による旋回縦距離;D_{ALK}を示す。

航行海域の航過危険距離は、狭水道航行海域では約 1.4D_{ALK}、輻輳航行海域では約2.2D_{ALK}、沿岸航行海域 では約3.6D_{ALK}である。

即ち、輻輳航行海域を基準に取ると、沿岸航行海域 では約1.6倍余裕を大きく取るっているが、狭水道航行 海域においては約40%余裕が無い状態で航行してい ることが分かった。



図-3.23 輻輳航行海域における航過危険距離

(2) 避航危険距離

輻輳航行海域における避航対象船による避航距離 (避航危険距離:近地点の分布、避航十分距離:遠地 点の分布)を図-3.24に示した。

避航危険距離(図-3.24の近地点分布)は、小型船 によって形成されているものと仮定して、被験船と小 型船による換算船舶長;Lwと接近速度による旋回縦距 離;D_{ALW}で規格化した。

分析の結果、次の通りである。

①輻輳海域の避航危険距離は、航過危険距離に対して約1.6倍大きい。また、横切り船の避航距離は反



図-3.24 輻輳航行海域における避航距離

航船や同航船に比較して、約20%大きくなっている。

②航行海域の避航危険距離は、狭水道航行域では約 1.5D_{ALW}、輻輳航行域では約2.5D_{ALW}、沿岸航行域 では約4.0D_{ALW}である。

(3) 避航十分距離

避航十分距離(図-3.24の遠地点分布)は、相手船の大きさよりも航行海域の大型船(約170m)を想定した余裕を取っていることが分かった。したがって、被験船と大型船の相手船(L_r=170m)による換算船舶長;L_{LK170}と接近速度による旋回縦距離;D_{ALK170}で規格化した。

航行海域の避航十分距離は、沿岸航行域では約 17.7D_{ALK170}、輻輳航行海域では約15.2D_{ALK170}、狭水道航 行域では約13.1D_{ALK170}である。

即ち、避航十分距離は通常航行時の大型船(約170 m)を相手船として想定した場合の換算船舶長;L_{LK170}と接近速度による旋回縦距離;D_{ALK170}に相当する余裕 を取っている。

(4) 航過十分距離

輻輳航行海域における正横方向の航過十分距離(鎖線の遠地点)の航跡数頻度分布を図-3.25に示した。



図-3.25 輻輳航行海域における航過距離

(197)

図-3.25から、航跡数頻度分布が高くなる航過十分距 離は、接近速度が10kts以下の船で、他船の侵入を避 ける傾向が認められた。

航行海域の航過十分距離は狭水道航行域では約 3.1D_{ALK}、輻輳航行海域では約4.0D_{ALK}、沿岸航行域で は約5.8D_{ALK}であることが分かった。

(5) 避航領域の規格指標(旋回縦距離、停止距離) による比較

航行海域における避航領域は、自船船舶長:100m、 他船船舶長:100m、接近速度:25ktsの条件の計算例 を図-3.26に示した。

例えば、輻輳航行海域における避航領域を旋回縦距 離で規格化すると(避航十分距離:約6D_{SLK}、避航危険 距離:約1D_{SLW}、航過十分距離:約1.6D_{SLK}、航過危険 距離:約1D_{SLK})である。



図-3.26 航行海域に対する避航領域の変化

(6) まとめ

航跡数頻度分布の解析結果は、次の通りである。 ①避航領域は、旋回性能特性で規格化できる。 ②避航危険距離は換算船舶長;L_Kと、航過危険距離

は換算船舶長;Lwと相関がある。

③航行海域によって避航領域の大きさは異なる。

3.2.7 避航領域のシミュレーション

a) 避航領域の形状

避航領域(避航危険領域と避航十分領域)は、他船 が直進して、自船が衝突針路を中心に左右に避航変針 した場合をシミュレーションして、図-3.27の相対座 標上に示した。

b) 避航領域と衝突危険度の関係

避航領域と衝突危険度の関係は、絶対座標避航領域 を図-3.28の右側に自船衝突針路近傍の避航危険領域 D_L、左側に自船の針路上の衝突危険度(式3.3)を示した。

図-3.28の避航領域は、自船が衝突針路に対して、 左右に30度の範囲で避航変針した場合の避航危険領 域距離をシミュレーションして示している。

図-3.28からは、自船の現在針路は避航危険領域上 にあって、左図の衝突危険度指数からは約4.5km航行 すると針路上の潜在的衝突危険度が高くなることが分 かる。

