着岸時のタグ操船の評価に関する研究

小林 弘明*・大野 一郎**

On the Evaluation of Tugs Operation at Berthing Maneuver

Hiroaki KOBAYASHI and Ichiro ONO

Abstract

Maneuvering of berthing is one of the most difficult maneuverings situation which require ship handlers the specific knowledge and skill. A harbor pilot has to handle 5 tugboats effectively for maintaining her speed, course and position on his plan. However he makes wrong orders to the tugboat at specific situation, because of the human characteristics for the information processing.

We carried out a research on the wrong usages of tugboats for berthing from viewpoints of human characteristics. As the results of studies, the following characteristics are obtained;

1. When complicated ship's motion are required, the rate of making wrong operation increases.
2. When athwartships deviating from the object course lines enlarges, the rate of making wrong operation increases.
3. When number of tugboats to be handled increases, the rate of making wrong operation increases.
4. In case of highly frequent usages of tugboats being needed, the rate of making wrong operation increases.

1. はじめに

着岸操船は操船者にとって負担の極めて高い操船局面である。一般に大型商船が岸壁、棧橋に着岸する際は、経験豊富なハーバー・パイロットにより操船が行われる。巨大タンカーが着岸する場合は、複数のタグが操船支援のために配備され、パイロットは、支援タグを巧みに操作することによって位置制御、船体姿勢の制御、接岸速度の制御を行っている。仮に、このタグ操作を誤り、さらに、タグ操作の過ちに気付かないまま着岸操船が進行するならば、操船者の予期せぬ運動が生じることになる。予期せぬ操縦運動の発生時期や発達の度合いによっては、目標バースへの衝突という最悪の事態にならないとも限らない。着岸操船が負担度の高い操船局面となる原因は、停止位置、接岸速度の許容誤差範囲が極めて小さいこと。また、真横移動、その場回頭等極めて特異な運動が要求され、これらの運動を複数の制御手段を同時に操作し実現する必要がある。さらに、船体運動の変化が微小であるために、その運動量の変化を短時間にかつ、高精度に把握することが困難である。以上のことから、着岸操船時の操船者は多入力(複数のタグ)・多出力(複数の操船目標)の制御系に位置していると言える。そこで、本論においては操船者を多入力多出力系を制御するオペレータとして捉えることとする。本研究においては、タグによる船体運動の制御過程および制御結果を解析することによって着岸操船における操船者特性を明らかにすることを目的とした。

* 正会員 東京商船大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島2-1-6)

** 正会員 (株)商船三井 (〒105-8688 東京都港区虎ノ門2-1-1)

2. タグボート操船の評価方法

本論においては操船者を多入力多出力系システムを制御するオペレータとして捉えていることは先に述べた通りである。着棧操船時における多入力多出力制御系のオペレータ、すなわち操船者の操作特性の把握は操船目標とする運動に対して、操作可能な制御手段を有効に活用し得るか否かの観点から行うこととする。

本章においては、操船者の操船目標に対するタグ操作の操船者特性を抽出するための評価方法および評価項目の定義について述べる。

2.1 操船目標と反目的操作

本論では操船者の操作特性を着棧操船時の操船目標に対するタグ操作の関係から抽出することとした。操船目標を設定針路に対する偏角、コースラインからの横偏位及び目標位置に対する船速の偏差をゼロとすることとした。したがって、操船目標に対し回頭運動を発生させることが必要となる場合は、目標針路に対し船首方位偏角が存在する状況である。同様に、横移動運動を発生させることが必要となる場合は、計画航路に対し横偏位が存在する状況である。また、速力制御が必要となる場合は、目標位置における設定速力に対し偏差が生じている状況である。

例えば、船位が計画航路上になく、船首方位が目標針路と異なる場合、すなわち、複数の操船目標に対し偏差を生じている場合、全ての偏差を減少させるタグ操作が操船目的に合った操作となる。

ここで、操船目標に対する偏差を減少させるタグ操作を「合目的操作」とし、これに対し、操船目標に対する偏差をより増加させるタグ操作、すなわち、操船目的に反するタグ操作を行った場合は「反目的操作」と定義する。

本論では操船目標に対して操船者が行うべきタグ操作を行わないミス、すなわち、Omission Errorを対象としたものではない。本論で定義した「反目的操作」は操船目標に対し行ったタグ操作が、操船目標に反する運動を誘起する操作、すなわち、Commission Errorを検討対象としたものである。

本論で対象としている着棧操船においては特殊な運動状態を実現する必要がある、このような運動状態において自船が示す運動特性は大変複雑なものとなる。パイロットにはこのような特性を示す大型商船を定時刻にかつ安全に着棧することが要求されることとなる。パイロットは前述のTASKを満足するために時々刻々の運動状態、アクチュエータ特性およびタグ特性を考慮し、適切な制御量の決定を行っている。

この一連の過程はパイロットにとって負担の極めて高い操船状況となっていることが考えられる。一般にこのような状況下においてパイロットはゆっくりとした運動の範囲内で船体運動制御を行うこととなる。ゆっくりとした運動状態を保つ理由は、情報収集、処理および判断に要する時間を確保すると共に、期待しない運動が発生した場合においてもその運動を打ち消すための操作を行うことができるからである。このことは、パイロットが自ら持つ制御限界を把握していると考えられる。すなわち、パイロットは自ら持つ制御限界内において与えられたTASKを確実に実行するために複数の偏差が生ずる局面においてはひとつづつ偏差を修正していく操船法を採用していると理解することができる。

従って、本論で行う議論は着棧操船の局面において、現在一般的とされている操船方法の妥当性を検討対象としたものではない。

2.2 反目的操作の調査方法

本節においては前節において定義を行った反目的操作の調査方法を示す。

図1に着棧操船時の航跡例を示す。図中の実線が計画航路である。また、図中の船型は2分毎の

図1 着棧操船の航跡例

船位を示している。実線で表した船型は、その位置で行われたタグ操作が反目的操作であったことを示すものである。図中の△印は支援タグを表し、矢印はタグ操作によって船体に誘起される横力および回頭モーメントの向きを表している。▲印は着岸バース200m前面に設定された計画航路線を航行するための航進目標となる作業船である。

図2は図1に示した操船における船首方位偏角および横偏位量に関するタイムヒストリーである。図2-(a)は船首方位偏角(deg)を表し、図2-(b)は横偏位量(m)を表している。また、図中に示した①、②は反目的操作が行われたことを示すもので、図1に示した記号と対応している。船首方位偏角及び横偏位量の縦軸の「正」および「負」の定義は目標針路に対し右に偏角が生じている状態を「正」、左に偏角が生じている状態を「負」とする。横偏位量に関しては計画航路に対し右舷側に偏位している状態を「正」、目標進路の左側に偏位をしている状態を「負」とする。

図3は時々刻々のタグ操作により船体に誘起される回頭モーメント及び船体横方向力を示す。本図はそれぞれの制御力を時々刻々のタグ操作により船体に誘起される制御力と支援タグの能力を100%利用した場合に誘起される制御力との比で表したものである。ここで、右回頭を誘起する場合は「正」、左回頭を誘起する場合は「負」として表現することとする。また、船体を右方向に移動させる横力を誘起する場合を「正」、左側に船体を移動させる横力を誘起する場合を「負」として表現することとする。

1) 抽出例1

本抽出例は図1中の①の位置における反目的操作を抽出したものである。図2より①の位置における船首方位偏角は右方向に約 8° 、横偏位量は左舷側に約50mである。このときの自船の操縦運動状態は左回頭であり、船首方位偏角は減少する状態にある。また、横方向の運動は右舷方向に移動する運動状態にあるので、横偏位量は減少する状態にある。操船目標を達成するためには操船者は現状の運動状態を維持する制御力をタグ操作によって誘起する必要がある。

次に①の位置におけるタグの操作状態について説明を加える。右舷側に配置された5隻の操船支援タグのうち船首部に2隻、船尾部に2隻のタグを配置し操船が行われていた。船首部のタグは正船首および船首から約1/30Lpp(以下ショルダーと呼ぶ)の位置に配置している。支援方向は2隻のタグ共に左舷(時計方位9時)方向とし、指令推力は正船首タグをHALF、ショルダータグをSLOWとしている。船尾部のタグは

図2-(a) 船首方位偏角

図2-(b) 横偏位量

図2 船首方位偏角および横偏位量のタイムヒストリー

図3-(a) 回頭モーメント

図3-(b) 船体横力

図3 タグ操作により船体に誘起される制御力

速力制御に使用され、正船尾および船尾から約1/30Lpp(以下クォータ)の位置に配置している。支援方向は船尾(時計方位6時)方向とし、指令推力はSLOWとしている。

図3より①の位置におけるタグ操作によって左回頭を誘起し、船体を左舷方向に移動させる横力が働いていることがわかる。このタグ操作により、船首方位偏角は減少することとなっているが、横偏位をより増加させる結果となっていることがわかる。本論では①の位置で行われたタグ操作は横方向の運動制御に対する反目的操作があったとして抽出することとする。

2) 抽出例2

本抽出例は図1中の②の位置における反目的操作を抽出したものである。図2より②の位置における船首方位偏角は左に約 2° 、横偏位量は右舷側に約50mである。自船の運動状態は左回頭であり、船首方位偏角が増加する状態にある。また、横方向の運動は左舷側に移動する運動状態にあるので、横偏位量は減少する運動状態にある。ここでの操船目標を達成するためには、操船者は右回頭を誘起し、横移動方向の運動は現状を維持する制御力をタグ操作によって誘起する必要がある。

次に②の位置におけるタグの操作状態について説明を加える。右舷側に配置された5隻の支援タグのうち船首ショルダーの位置に1隻、船尾クォーターの位置に1隻の合計2隻のタグを用いて操船が行われた。支援方向および指令推力は2隻とも同じで左舷(時計方位9時)方向、指令推力はHALFとしている。

図3より②の位置におけるタグ操作は左舷方向のみの制御力を誘起する結果となっていることがわかる。このタグ操作により、横偏位量は減少することとなったが、船首方位偏角を減少させるタグ操作とはならなかったことがわかる。

本論では②の位置で行われたタグ操作は回頭運動制御に対する反目的操作があったとして抽出することとする。

3. 着棧操船実験

3.1 実験対象海域および着棧パターン

本研究においては着棧バースを京葉シーバースとした。図4に実験海域図を示す。実験は東京商船大学操船シミュレータセンターにて実施した。京葉シーバースは東バースと西バースの2つのバースがあり、それぞれの着棧舷は東バースは左舷、西バースは右舷である。

着棧の目的をもってバースへアプローチする場合は下記に示す4つの着棧操船パターンがある。

- 1) 東京湾横断道路東水路より直進し、東バースへ着棧する操船
- 2) 東京湾横断道路東水路より直進し、西バースへ着棧する操船
- 3) A 錨地(バース南西約1.0マイル)から東バースへの着棧操船
- 4) B 錨地(バース北西約1.0マイル)から西バースへの着棧操船

シミュレータ実験における着棧操船の最終目標は着棧予定バースの200m前面水域で停止し、バース法線と平行となる姿勢を保つこととした。

京葉シーバースでは当該バースに着棧および離棧操船を行うパイロット、船長に対し標準的操船方法を定めている。本実験においても着棧時の操船は標準的操船方法を遵守し行うこととした。

また、実験を行うに当たり、被験者は本船の操縦性能を把握することを目的とした予備実験を行った。予備実験は1時間程度とし、一般航行状態における操船を含め着棧操船時に必要となるタグを用いた操船を行っている。ただし、予備実験で使用了海域は本実験とは異なる海域とした。

3.2 被験者及び供試船要目

着棧操船実験に用いた供試船は京葉シーバース

図4 京葉シーバースへの着棧パターン

に入港する標準的なVLCCとした。主要目を表1に示す。被験者は供試船と同船型の船舶に船長として乗船経験を有する8名とした。各被験者の船長としての乗船履歴は1～2年以上である。一般に着岸操船はパイロットにより実施されるが本研究において被験者を船長とした理由を以下に述べる。

本研究はこれまで述べたようにタグ操船を行う操船者の操作特性を求めることを目的としている。タグ操船の経験の少ない船長クラスの操船においては人間の制御限界が端的に表れ、反目的操作が表面化し易くなることが考えられる。一方、タグ操船を頻繁に行うパイロットはタグを用いた操船技術が向上するために、人間が本質的に有する制御限界に対応した反目的操作が表面化し難くなることが考えられる。タグを用いた操船を専門に行うパイロットの反目的操作は、本論で抽出した反目的操作よりも少なくなると考えられる。ただし、パイロットの持つ操作特性が本論で述べる各要素と密接に関係していることは言及できると考えられる。

従って、本実験結果から得られる操船者特性を着岸操船時の一般的な操船者の操作特性とすることができると考えられる。

3.3 諸条件設定

着岸時の操船支援は、京葉シーバースにおいて通常使用されている3,200馬力級のタグ5隻を配備した。本船とタグとの連絡手段はトランシーバによって行った。操船者に与えられる操船支援情報は、実際に京葉シーバースから発信される内容にしたがい、トランシーバによって提供を行った。提供情報の内容は、バース停止予定位置までの縦距離及び横距離である。また、目標バースの200m前面の停止位置における航進目標として、作業船を配備した。視界は良好とし、気象海象による影響はないものとし実験を行った。

3.4 タグ操作における指令方法

本着岸実験においては、操船支援の目的でタグ5隻が配備される。そのタグラインを本船のどの位置に配置できるかを示すものが、図5である。図5は、目的バースを東バースとした時のタグ配置の一例である。タグラインを取ることができる位置は、図中の①正船首、②ショルダー、③マニホールド前、④ハウス前、⑤クォーターそして⑥正船尾の合計6ヶ所である。但し、1ヶ所で複数のタグを使用することはできないものとした。タグの呼び出し方法は、正船首からタグ1番とし、最も正船尾側に配置するタグをタグ5番と呼ぶこととした。タグによって運動支援する方向は、船首方位に対し時計方向で表わすこととした。また、タグへの出力指令は、Full, Half, Slowの3段階で行うこととした。

4. 解析結果及び考察

本研究において解析に用いた実験データは、3.1節において示した4種類の着岸操船パターンに基づき実施された合計17回の着岸操船実験結果とした。本論においては着岸操船全パターンに共通する操船局面を

表1 供試船舶体要目

船種	VLCC
載貨状態	Full load
総トン数	259,897(ton)
全長	324.0(m)
船幅	56.6(m)
喫水	19.20(m)

図5 タグ配置位置と名称

調査対象とすることとした。実験結果よりバース前面の停止位置から1,000m以内の範囲では着桟操船がタグ操作のみにより行われることが明らかとなった。したがって、反目的操作の調査対象範囲をバース前面の停止位置から1,000mに入った地点からバース前面の終了地点までの範囲とした。

4.1 制御目標とする運動状態と反目的操作

操船者が操船目標を満足するために制御すべき操縦運動の数、すなわち、制御目標の数が増加するに伴い反目的操作が発生する可能性が高くなると考えられる。そこで、制御目標と反目的操作の発生の関係を調べた。

図6は、操船者が制御すべき操縦運動の種類と反目的操作の発生の関係を示したものである。図6の結果からもわかるように減速、回頭および横移動の3つ運動を制御目標とする操船局面における反目的操作発生率は全体の57%と最も高くなっていることがわかる。これら3つの船体運動が制御目標となるのは全ての実験結果について共通している。その位置はバースから500m付近において多く発生している。このときの自船速力は約2ノットと標準的操船方法に示されている目標船速1ノットを越える過大な行き脚を有している状態に発生していることがわかった。一方、制御目標とする数が少なくなるにしたがい反目的操作の発生する割合は小さくなり、回頭運動のみを制御目標とする場合は反目的操作が発生していないことがわかる。

これは、単一の制御目標においては、偏差を修正するために必要となる運動を誘起させるタグ操作は制御対象が複数存在する局面に比べ操作指令が容易であることを示している。一方、制御目標が複数となる操船局面においては、操作するタグの選定及びその制御量の決定が困難なものとなる。これらのことから、制御対象とする運動の数が多くなるにしたがい反目的操作の発生する可能性が高くなることが考えられる。

4.2 操作実行時の運動状態と反目的操作

本節においては、操船目標に対する自船の運動状態と反目的操作の関係について述べる。操船目標に対する偏差が増加する運動状態においては、偏差が減少している運動状態に比べ、より複雑なタグ操作が要求されることが考えられる。したがって偏差が増加する運動状態においては、反目的操作の発生する可能性も高くなることが考えられる。そこで、操船者が行ったタグへの操作指令が反目的操作となった時の自船運動状態を調査した。ここでは操船目標に対する船首方位偏角及び横偏位量の増減状態を用いて、下記に示すように運動状態を3つのケースに分け、各ケース毎に反目的操作の発生状況の調査を行った。

- 1) ケース1：船首方位偏角が増加する運動状態および横偏位量が減少する運動状態
- 2) ケース2：船首方位偏角が減少する運動状態および横偏位量が増加する運動状態
- 3) ケース3：船首方位偏角が増加する運動状態および横偏位量が増加する運動状態

解析結果を図7に示す。横軸は各ケースを表し、縦軸に反目的操作を示す。反目的操作は各ケースにおいて行われた全タグ操作に対する割合で示している。

図7からもわかるように横偏位量が増加する運動状態であるケース2およびケース3における反目的操作発生率はケース1すなわち横偏位量が減少する運動状態に比べ約3割高いことが示されている。

次に横偏位量が増加する運動状態において、反目的操作により、船体に誘起された運動を調査し

図6 制御目標とする運動状態と反目的操作の関係

図7 運動状態と反目的操作の関係

た。調査結果を図8に示す。図8に示した結果より、横偏位量が増加する運動状態においては反目的操作により回頭運動が誘起される割合が高いことが示されている。

一般にタグによる横移動制御は船首尾線上に対し直角に配置された船首、船尾および中央付近のタグを制御することにより実行されている。横移動制御中は船首および船尾の船体形状が前後非対称となっていることを考慮し操船する必要がある。すなわち、船首尾に配置したタグにより船体に誘起される回頭モーメントを打ち消し、横方向成分のみの制御力を抽出するようタグ操作を行う必要がある。したがって、回頭運動を誘起することなく横移動を実現するために、操船者は各タグに正確な指令をする必要がある。これを実行するために操船者は本船およびタグの操縦性能はもちろんのこと、精度の高い操縦運動状態の検出・解析能力、偏差修正のために必要となる制御力を推定するための操縦運動推定能力が要求される。さらに操船者自身が推定した制御力を各タグに分配指令するための情報処理能力も要求されることとなる。これらのことから、横移動制御は操船者にとって操船が困難となる操船局面となっていることが考えられる。したがって、横移動制御時は反目的操作となる可能性が高くなることが考えられる。

4.3 タグ操作隻数と反目的操作

本節においては、操船者が制御手段を有効に活用することが可能なタグ隻数について解析を行った結果を示す。VLCCの着岸操船が行われる場合は、複数のタグが運動支援の目的で配備される。一般的に複数の制御手段を用いる操作において、人間が制御手段を有効に活用することが可能な制御手段数に限界があると言われる。

操船者が制御目標に対し有効に活用することが可能なタグ隻数は反目的操作発生時に、操船者が操作対象としていたタグ隻数を解析することにより明らかとなる。

本節において用いる解析結果である、操作指令対象とするタグ隻数毎の反目的操作発生率および反目的操作発生時における平均使用タグ隻数は次式より求めたものである。

$$\text{操作タグ隻数 } n \text{ における反目的操作発生率} = \frac{n \text{ 隻使用時の反目的操作時間}}{n \text{ 隻使用時のタグ操作時間}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{反目的操作発生時における平均使用タグ隻数} = \frac{\sum_{n=1}^5 (n \text{ 隻使用時の反目的操作時間} \times n \text{ 隻数})}{\text{タグ全操作時間}} \quad (2)$$

解析結果を図9に示す。図9は操作指令を行ったタグ隻数毎に反目的操作が発生した割合を縦軸に示し、横軸は反目的操作が発生した時に操作指令を行ったタグ隻数を示している。

図9の結果からもわかるように操作対象としたタグ隻数が増えるに従い、反目的操作の発生する割合が高くなることがわかる。タグ1隻と2隻を操作対象としている時に反目的操作となる割合はそれぞれ15.2%、16.9%であり、タグ3隻以上を指令操作対象としている操船局面にくらべ小さいことがわかる。操作対象隻数の違いによる反目的

図8 反目的操作により船体に誘起された運動 (横偏位量増加時)

図9 タグ操作隻数と反目的操作の関係

操作の発生率は、タグ 3 隻を境に増加する傾向にあることがわかる。タグ 3 隻を用いた操船状況における反目的操作の発生率はタグ 2 隻を操作対象としている時の約 1.3 倍であり、タグ 4 隻を操作対象としている時においては約 2 倍となっている。さらに、(2)式より求められた反目的操作発生時における平均指令操作タグ隻数が約 3 隻であった。本解析結果より操船目標を満足するために操船者がタグを有効に活用し得る隻数は約 3 隻であると理解することができる。

図10 タグ使用頻度と反目的操作の関係

4.4 タグ操作指令頻度と反目的操作

本節においては操船者のタグ操作指令頻度と反目的操作との関係について調査を行った。操船者が単位時間内に操作指令を行ったタグ隻数と反目的操作との関係を調べた。本論においては、5分間を単位時間とし、操作指令を行ったタグ隻数を調査した。調査結果を3隻毎に操作指令隻数のレベル分けを行い結果を整理した。図10に解析結果を示す。図中の縦軸はタグ全操作に対する反目的操作の割合を示し、横軸は3隻毎に分けた操作指令隻数を示している。単位時間当たり1隻から3隻及び4隻から6隻のタグに操作指令を行っている操船局面においては、タグ操作が反目的操作となる割合は約10%である。また7隻から9隻及び10隻から12隻のタグに操作指令を行っている操船局面においては約20%であった。単位時間当たりの操作指令が13隻以上となっている操船局面においては反目的操作は約35%となり、操作指令頻度が高くなるにしたがい反目的操作の発生する可能性が高まることがわかった。反目的操作の発生する割合を低減するためには、単位時間内での操作指令対象隻数を少なく抑えることが有効であるといえる。このことから、数少ない操作指令により効果を上げるタグの使用方法を操船者に提示する必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究では操船者を多入力多出力系を制御するオペレータとして捉え着陸操船時における操船者の操作特性について調査を行った。操作特性の抽出においては操船目標とする運動状態に対して支援タグを有効に活用し得るか否かの観点からシミュレータ実験結果の解析を行った。以下に本研究より得られた結果を示す。

1. 操船者が複数の運動を制御目標とする必要がある操船局面においては、使用するタグの選定及びその制御量の決定が困難となる。即ち、制御目標とする運動の数が多くなるに従い、操船目標に反するタグ操作、すなわち反目的操作の発生する可能性は高くなる。
2. 操船目標に対する横偏位量が増加する運動状態にある時、反目的操作が発生し易いことが判った。横移動制御中は船首および船尾の船体形状が前後非対称となっていることを考慮し操船する必要があると共に操船者には精度の高い操縦運動状態の検出・解析能力、誤差修正のために必要となる制御力を推定するための操縦運動推定能力が要求される。さらに操船者自身が求めた制御力を各タグに分配指令するための情報処理能力も要求されるためと考えられる。
3. 操船目標に対する偏差を修正のために用いるタグ隻数が3隻以上となる操船局面においては反目的操作の発生する可能性が高くなることが明らかとなった。このことから、操船者が操船目標に対し有効に活用することが可能なタグ隻数は約3隻となることが考えられる。
4. 短時間に多くの操作指示を行う状態においては反目的操作の発生する可能性が高い。反目的操作の発生率を低く抑えるためには、単位時間内での操作指令対象隻数を少なく抑えることが有効である。

操船者は目標からの船首方位偏角・横偏位とその偏差量から、偏差を修正するために必要となる運動状態を判断し、必要となる制御力をタグの支援によって誘起させる。この場合において、制御目標とする運動状態、操作指令時の自船運動状態、操作タグ隻数、操作頻度等により、その操作が反目的操作となる可能性が高まることが明らかとなった。

操船目標に対する偏差を修正するための制御力を正確に求めかつ、要求される制御力を支援タグに対し

正確に力量配分するための情報を提示することが可能であるならば、有効的な操船情報提供といえる。また、本提供情報により現在行われてる着岸操船がより安全でより効率的なものになると考えられる。

参 考 文 献

- (1) 小林弘明・高山正道：移動体制御における人間の操縦特性の研究，日本航海学会論文集，第85号 pp. 63-69, 1991.
- (2) 小林弘明・田中清隆：外乱下における変針操船の困難度について－Ⅱ．一風外乱の導入と実海域への評価の適用－，日本航海学会論文集，第87号 pp.179-187, 1992.
- (3) 京葉シーバース案内及び規則，京葉シーバース株式会社，1995年.