

16 世紀末のスペイン船の設計基準とトネラーダ、 そしてポルトガル

日本海事史学会 2013 年 7 月例会

山田義裕

目次

1. はじめに
2. ナウ船とガレオン船
3. 16 世紀スペインの長さの単位
4. 船の容積を測る樽について；トネラーダ
5. 16 世紀の船の設計のための主要なディメンション
6. 16 世紀の^{フォルマ}船型の設計
7. 船のプロポーション
8. ^{アルケメオ}積載容量測定の方法
9. そしてポルトガル

1. はじめに

16 年前、1997 年 6 月の例会で「16-17 世紀のスペインのトネラーダ」と「ガルシア・デ・パラシオのガレオン船とナオ船の 3D-CG による復元」という報告を行った。

ガルシア・デ・パラシオの「航海指南書(Instrucción Náutica)」(1587 年にメキシコ・シティーで出版)は、航海と造船を扱った 16 世紀末から 17 世紀初頭にかけての数少ない書物の 1 冊である。当時のスペインにおいて、航海術に関する書物はかなりの点数が出版されていたが、造船(現代における厳密な意味での船の建造全体を扱うものではなく、設計を概念的に扱うもの)については、数点しかなかった。その中でも、スケッチながら、船体の図面と帆の図面が載せられているのは、唯一本書だけである。400 トネラーダと 150 トネラーダの 2 隻のナオ船の側面図と三つの断面図がある(150 トネラーダの方は、平面図もある)ことから、これを使ってパソコンの 3D-CG の作図プログラム「フレーム・ワーク法」を用いて 2 隻の船を 3D で見られるように再現したのであった。その際に、「航海指南書」の造船の部分と、トメ・カーノの「軍艦と商船の建造、武装、および艀装をする技(Arte para Fabricar, Fortificar, y Aparejar Naos de Guerra, y Merchante)」(1611 年にセビリャで出版)を並行して翻訳を始めた。翻訳にあたって、基礎的な知識として必要なものは、度量衡と船舶部材の用語である。度量衡については、まずまずの文献が入手でき、把握することはさほど難しいことではなかった。しかし、部材については、西語での辞書はあつ

でも、19 世紀の帆船を対象としており、かつ説明図をもたず、翻訳は途中で放棄せざるをえなかった。しかし近年に至って、不明点を解決してくれる研究が現れるようになり、この度「航海指南書」の造船の部分の翻訳を完了することができた。

16 年前の「16-17 世紀のスペインのトネラーダ」のレポートにおいて、トネラーダの由来、重量ではなく船の積載容量を表すものであること、その容量は樽がいくつ入るかによって決められること、実際に樽を船内に並べては手間がかかるので、船の諸元から計算するようになったことを紹介した。しかし、船の諸元からの計算については、実例を幾つか紹介したにとどまり、その考え方が分かっていなかったため、具体的な計算方法を説明することができなかった。今回、ガルシア・デ・パラシオの翻訳にあたり、部材の名称もさることながら、当時の船の基本寸法の定義を明確に理解する必要があった。それを理解することは、とりもなおさず、当時の船がどのように設計されたのかを知ることに繋がった。そして、今回の報告では、16 世紀末のスペインにおける船を設計するにあたっての基本概念と、前回の報告が単なる実例紹介しかできなかった、船の基本寸法による船の容量（即ちトネラーダ）の計算の考え方と方法を具体的に紹介したい。ホセ・ルイス・ルビオ・セラノ著「インディアス船隊のナオ船とガレオン船の造船（1492 年～1590 年）」スペイン、1992 年初版、が最も詳細な検討を行い、多くの参考図を載せているので、今回の報告では、図解を伴わないと理解が容易ではないので、それらを使わせてもらう。

16 世紀末から 17 世紀初頭にかけての、造船に関する書物は数少ないと上記したが、実質的には 3 書であり、その内の 2 書は既にその名前を挙げたもので、フクシミリ版が入手可能である。残るもう 1 書は、エスカランテ・デ・メンドーサの「西方の海陸の航海の路程（Itinerario de navegación de los Mares y Tierras Occidentales）」（1575 年脱稿、1983 年にマドリッド海軍博物館より現代活字版が出版された）である。本書は、出版を目的に書かれたものの、航海術の部分に西インド航路の路程を含んでいたために、守秘の観点から出版が許可されなかった。

いま挙げた 3 人の著者は、いずれも専門の造船家ではない。とくに、ガルシア・デ・パラシオは、船のピロートでも事務長（マエストロ）でも、ましてや船長でもなく、知識人として航海と造船の現場に馴染んで、吸収した知識で本を著したのであった。トメ・カーノとエスカランテ・デ・メンドーサは熟達した航海者であった。トメ・カーノは、自らが船の所有者であり、艀装家であり、セビリャの海員組合の議員になり、西インド航路の経験者委員会（juntas periciales）にも参加したことがあった。しかし、これらの 3 人のいずれも造船を職業とした人達ではなかった。造船の専門家達は、本を書く必要などなかったのである。

2. ナウ船とガレオン船

この頃のヨーロッパ諸国の船について、エスカランテ・デ・メンドーサは次のように述べている。（上掲書）

「ヴェネチア人達、彼らの大変大きなカラッカ船は、彼らの隣人で、敵であるトルコ人とモーロ人に良く拮抗し、争うことができ、また、その中に多くの積荷と船荷を、いつも航海して、商売をする所や場所へ運ぶことができる。

フランダース人達、彼らの大変大きな平底のウルカ船は、名高いフランダースの運河の浅瀬を上手く航海できるように、深い水深を必要とせず、その大変大きなマストと材木、亜麻布、そしてその他の商品を載せて我らのスペインへやってきて、羊毛、ワイン、オリーブ油、乾燥果実やその他の物を帰り荷として、彼等の土地へ戻る。

イギリス人達、彼等の小さな港に見合って、これまた大変小さな^{ナビオ}船は、彼等の布地と他の商品をもって、我々の所へやって来て、フランダース人達のように、彼らの地で必要なパステル葉（青い染料の原料）、オリーブ油、その他の物を積んで帰る。

ポルトガル人達、彼等の極めて堅固で大きくて強力な^{ナオ}船は、数こそ少ないが、遠方に在る彼等の東インドまで航海し、船中には多くの人と必需品を運び、あちらの沿岸では強力であり、彼の地の海陸で競い合う敵に対して十分である。その後には、向こうからこちらへ、香辛料やその他の貴重な商品の膨大な積荷を持って来ることは、我々が目にする通りである。

カスティージャ人達は、世界の全ての海を航海するために、そしてあらゆることを一緒にしたことに役立ち、全ての王国と^{プロビンツァ}州のために、それぞれが、その在り方として述べたごとくに役立つように、大きいのも小さいのも、全ての種類、スタイル、様式の船を造ろうとする。しかし、上に述べた意見にもかかわらず、古くに、最も一般的に、最も良い^{ナオ}船が造られていたのは、ビスカヤの^{プロビンツァ}州にあるビルバオの水路であったことは確かめられている。少し話が歪められていると思いはするが、それは何故かといえば、そこでは、これは仕事であり、金儲けであると受け取られており、船に乗って彼等が航海するためではなく、後で西方の海での航海のために、これらを売るために造るからであり、本来すべきことが守られることなく、脆弱で貧弱なものを造るのが常である。しかし、それにもかかわらず、普通の^{ナビオ}船の建造のための最良の親方^{マエストロ}達と材木の品揃え、釘類、ピッチ、そして麻があるのがビスカヤであることは、否定することができない。そして、最も一般的に、そこでは、最も良くて、リスクと危険が少なくして航海できる^{ナビオ}船を得るための設計、計算、そして寸法が与えられるのである。ただ、リスボンにおいて、自分達の航海と艦隊のために仕上げられる^{ナオ}船とガレー船は、その求められる目的のため故に、どれもが他のいかなる^{ナビオ}船よりも堅固である。」

この文章から、いくつかの指摘をしておきたい。まず、スペインとポルトガルの船は「ナオ」と呼ばれるのに対して、英国を除き他国の船はその特徴的な様式の船の名称が与えられている。ナオはイベリア半島両国において、単なる船を意味するだけであった。ガレオン船の名前も同書には出てこない。「ガレオン」という船の名称が登場するのは、16世紀初頭のスペインの艦隊の報告書と言われる。では、ガレオン船の特徴はというと、スマートで、武装を強化した船というイメージ論以外に、正確に定義することはなかなか難しい。

公式文書に登場するのは 1613 年の勅令^{オルデナンサ}で、この勅令は船^{ナビオ}を、容積^{ボルテ}で次のように呼称している。

- 55～95 トネル・・・・・・・・・・・・・・・・パタシェ
- 150～250 トネラーダ・・・・・・・・・・・・・・・・船^{ナビオ}
- 316 トネラーダ・・・・・・・・・・・・・・・・ガレオンセツテ
- 381～1,105 トネラーダ、及びそれ以外*・・・・・・・・ガレオン

*ただし 1,105 トネラーダ (約 1,600 メトリック・トン相当) 以上は、述べられていない。

しかし、容積でクラス分けすることが、あまり意味が無いことに気付いたようで、1618 年の勅令では、全てが船^{ナビオ}で統一された。

有名な、1672 年にセビリヤで出版された、ホセ・ベイティア・リナヘ著の「西インドとの商取引の手引き (Norte de la Contratación de las Indias Occidentales)」の中で、次のような定義が下されているが、当時のスペインの通商に関する権威者の、この分かったようで、分からないところの定義をみれば、当時、そして今でも、ガレオン船の正確な定義など無いことが分かるとういうものである。

同書、第 2 冊、16 章

「2° — 建造される様々な船舶(embarcación)の中で、主たるものは、ナーベ(nave)、ナオ(nao)、即ちナビオ(navío)である。その定義は、多くの容量^{カバシダー}の、大きな船 (バヘル・デ・アルト・ボルド ; vaxel de alto bordo) で、海の嵐と波に抗し、敵を撃ち負かし、また敵から身を守る力が強い・・・」

「3° — ナーベ、ナビオ、即ちナオは同じものであるので、この最後の名称を使用することにする。インディアス航路において、ナオの主要な種類に値するのは、ガレオン (galeon)と呼ばれるものである・・・」

上記のエスカランテ・デ・メンドーサの本からの引用文で、もう一つ注目したいのは、当時のスペインの造船の中心地はビスカヤ地方であったことである。このことが、船の設計に当たっての度量衡の長さの単位、基本寸法の設計、船の容積測定の基準となる樽の大きさに影響したのであった。

3. 16 世紀スペインの長さの単位

船の設計に係って来る度量衡は長さなので、まず、これを明確に定義する必要がある。

1) バラ (vara)

正確には、バラ・カステリャナ(vara castellana)と言う。古くからカスティーリャ地方で使われた寸法単位で、カスティーリャによるスペイン統一後も使われ続けていた。1852 年にスペインに十進メートル法が導入され、その時に 1 バラは 0.8359 メートルと定められた。

2) ピエ (pie)

正確にはピエ・デ・ブルゴス (pie de Burgos) という。ピエ・カステリャナとも言う。

1 バラの 3 分の 1。即ち、0.2786 メートル。

3) パルモ(palmo)

1 バラの 4 分の 1。即ち、0.209 メートル。

4) デード(dedo)

1 パルモの 12 分の 1。即ち、1 バラの 48 分の 1。即ち、1.7 センチメートル。

以上がバラの寸法体系であるが、12 分の 1 の分数の倍数関係にある。

5) コード(codo)

正確にはコード・リアル(codo real)と呼ばれる。16 世紀と 17 世紀の船の設計と建造の現場で最もよく使われた長さの単位であった。1 コードは 3 分の 2 バラ。即ち 0.5573 メートル。

ガルシア・デ・パラシオの上掲書は、次のように述べている。

「船の計算は一般的にコードで行われるが、2 ピエ、即ち 1 バラの 3 分の 2 が 1 コードを為す・・・」

トメ・カーノも上掲書の中で、コードについて同じ定義をしている。

さて、このコードに対して、スペインの公式な造船に関する規則を含む 1590 年、1613 年、1618 年の勅令において、コードに別の定義を与えている（即ち 1590 年以降の公式な造船用コードということになる）、それをコード・デ・リベラと呼称するので、混同を生じないために、造船以外で使われ続けた、1 バラの 3 分の 2(2/3)のコードを通常のコードと呼ぶことにする。造船の場合、コードが、二つ存在するので、単にコードとだけ記されている時には注意を要する。

6) コード・デ・リベラ(codo de ribera)

上記のように定義されるコード（即ち通常のコ^{セドゥラ}ード）に対して、1590 年の勅令証以降、造船用のコードに次のような定義（下記は 1618 年の勅^{オルデナナサ}令の文言）が与えられ、これはコード・デ・リベラと呼ばれた。

「我が（フェリペ 3 世）ものであろうと、個人のものであろうと、全てのガレオン船と他の種類^{ナビオ}の船は、上記の寸法と、設計^{トラッサ}によって、これらになんら外れることなしに、建造し、帆柱類を据え、同様に上屋^{フォルティフィカシオン}建物を持たなければならない。そして、それでもって寸法が与えられなければならないコードは、我が船と造船所において使われているものと同じでなければならない、それは、カスティーリヤの寸法であるバラの 3 分の 2 に、その 3 分の 2 の 32 分の 1 を加えたものである。」[2/3+(2/3×1/32)] バラ

これをコード／バラ／メートルの関係で確認すると、

* コードの起源から 1590 年までの全ての用途と、1590 年以降の造船用を除く用途：

1 コード（通常のコ^{セドゥラ}ード）=2/3 バラ=0.5573 メートル。

* 1590 年以降の造船用のコード（即ちコード・デ・リベラ）：

1 コード=2/3 バラ+ (2/3×1/32) バラ=33/48 バラ=0.57473 メートル。

すなわち、通常のコ^{セドゥラ}ード： 1 コード=32 デード

コード・デ・リベール：1コード=33デード

では、何故このような混同を招く寸法単位を公式に制定したのであろうか。それは勅令にも理由が記されているように(下線部)、ビスカヤ(カンタブリア)の造船家達がこのコード(コード・デ・リベール)を使っており、現実には多くの船がこのコード・デ・リベールで建造されていたからである。通常のコードがバラの3分の2と設定されたのは、十進法が採用される以前で、小数点の概念がなく、分数の概念しかなかった時代に、数学・幾何学計算において、なるべく共通し、なおかつ複雑でない分母を持つことが重要であったと思われる。特に造船あるいは建築のように幾何学的な設計を行う場合は、そうした分数が実用的であった。では、何故カンタブリアでは、コードを設定するのに、バラの3分の2に32分の1を加えたのかについて、ルビオ・セラーノは、1コード=32デードの関係では、32は3分の1、6分の1、12分の1で割り切れないのに対して、33は割り切れるからであるとしている。また、ルビオ・セラーノは、1613年と1618年の勅令は、船の全ての寸法を、コード・デ・リベールの1、1/2、1/4、1/8、1/16、1/32のように、これらの分数を掛け合わせた十六分の一の分数で与えていることを指摘している。16をベースとした数え方は、最も実用的なもので、十進法とも、正確に対応し、2の倍数と乗数にも分解できる利点も指摘している。

12をベース		16進法		10進法	
1バラ	=	1 _{1/2} コード	=	1.5	コード
3/4バラ	=	1 _{1/8} "	=	1.125	"
2/3バラ	=	1 "	=	1	"
1/2バラ	=	3/4 "	=	0.75	"
1/3バラ	=	1/2 "	=	0.5	"
1/6バラ	=	1/4 "	=	0.25	"
1/12バラ	=	1/8 "	=	0.125	"
1/24バラ	=	1/16 "	=	0.0625	"
1/48バラ	=	1/32 "	=	0.03125	"

この1コード=33デードのコード・デ・リベールは、ベイティア・リナへの「西インドとの商取引」(1672年)の中でも、確認できる。

ところが、1681年のインディアス法令集に転載されている、1618年の勅令のコードの1/4の物差しの実物大の挿し絵は139ミリメートルの長さがある。これは、1コード=32デードの通常のコードの1/4である。(図1) 法令においてさえ、このような状態であったのに、当時、建造された船の中で、とくにカンタブリア以外の場所で建造されたものには、通常のコードで設計、建造されたものもあったと思われる。

図 1

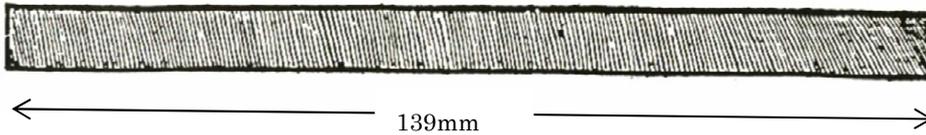
建造家達とまいはだ詰め工達のために

ここに載せる物差しはコードの四分の一で、この勅令において述べるところは、これに拠る。



De los Fabricadores, y Calafates

La señal que aqui se pone es el quarto de codo, de que se haze mencion en estas ordenanças.



しかし、この寸法単位の変更の動機は、スペインで最も造船が盛んなビスカヤ地方の建造家達の意見を反映したものであり、官製のお仕着せではなかった。では、建造家達がどうして、ここまで寸法単位にこだわったのであろうか。それは、ルビオ・セラーノの意見からも伺われるように、船の建造に、幾何学的な設計が行われていたからであった。

以上の寸法関係については、添付 1 にまとめた。

4. 船の容積を測る樽について；トネラーダ

古くは、船の容積は、その地方の主要商品を、何らかの容器（樽と袋が主たる物）に詰めたるものを、そこに積むことが出る数で測った。15 世紀以降のスペインでは樽で測られた。樽を表すスペイン語は、ピパ、バリッカ、トネル、ピポータと様々であるが、ピパが最も一般的な表現である。トネルは容積の単位としても使われたので、注意を要する。また、時代と地方によって、容積と寸法は様々であった。1樽^{ピパ}の容積が、カスティーリャで 436 リットル、カディスで 516 リットル、アラゴンとカタルーニャで 483 リットルであったという。この中で特に重要なのはカスティーリャのもので、27 アローバ半があった。従って、アローバという容量の単位は、1 アローバが 15.85 リットルであった。（アローバは 11.5 キログラムに相当する重量の単位としても使われたので注意を要する）

1) 樽の寸法について

王立アカデミーのスペイン語辞書は、トネラーダを「船舶の容量のための古い度量衡で、27 アローバ半の樽^{トネル}を 2 個置くのに必要な場所の容量に等しい。即ち 8 立方コード・デ・リ

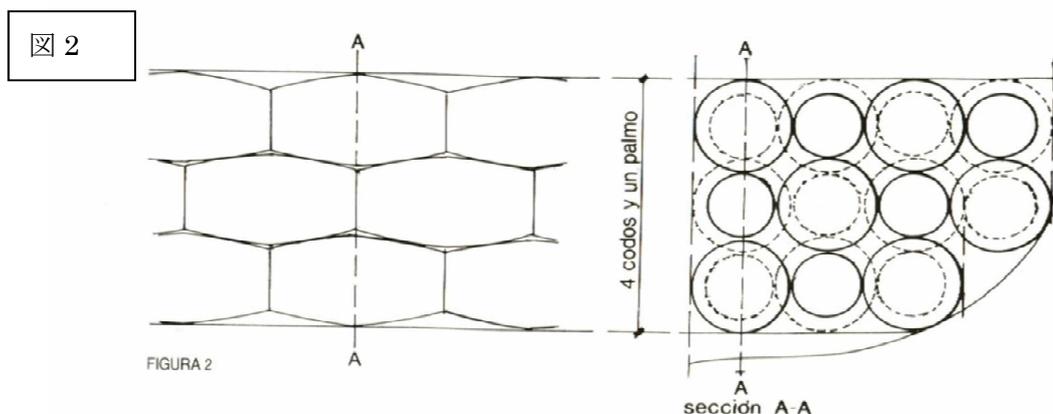
ベアラである。」と定義しており、他の辞書、著作もほぼこれになっている。少なくとも樽そのものの内容積として定められているのではなく、樽が内接する立方体の容積であることに異論は出ていない。この1トネラーダ=8立方コードの出所を直接に記しているものを筆者は目にしていないが、どうも1496年の「艦隊通報 (Despacho de Armadas)」のようである。ここに「カスティーリヤの2樽は1トネルの容量を為す」とも書かれている。

最初は、実際に船の内部に樽を積みつけてみて、その船の容積を測定したようであるが、それにしても、樽の寸法（長さ、最大直径）が分からないと、船体の姿は描けない。樽の寸法については、直接の資料は残されていない。従って、1997年に筆者がレポートを行った時には、ルビオ・セラーノが推定した樽を書いた図を紹介した。その時、彼は、ガルシア・デ・パラシオが「航海指南書」の中で、「甲板と甲板の間の高さは、三つの樽の高さの4コード半であるべし」と言っている樽の高さを「樽の長さ」と解釈し、樽の長さを1.5コードとする、極めて「太った」言い換えれば「丸まった」樽を提案していた。その後、ルビオ・セラーノは新たな古文書を見つけた。これは、1555年にセビリヤで「積み付け士 (アルマドール)」（エスティバドールとも言う。勅令には「積載容量測定士 (アルケアドール)」と「寸法測定士 (メディドール)」が定められているが、このような職業、あるいは役職がどのような職なのか筆者は未調査。) がカラベラ船「ロス・トレス・マーゴ号で実際に積載容量測定 (アルケアオ) を実施した記録である。これによって、三つの樽は寝かせて、3段積みされたことが判明した。それには次のようなことが記されている。

「^{ロンゴール}長さが32コード半ある下の甲板には、13個の樽が入る」⇒樽の長さは2.5コード

「^{マンガ}左舷から右舷までの船腹は10コードあり、7樽入れるには半コードが不足する」⇒
7樽の直径の合計は10コード半⇒樽の腹での直径(大)は1.5コード

「^{フンタル}甲板高は、この下部の甲板では4コードで、これは3樽の高さである。」とあり、4コード内に樽を寝かせて3段に置けるには樽の底あるいは蓋での直径が1コード以内でなければならぬ。⇒樽の端での直径(小)は1コード (図2、図3)



^{ビバ}樽の寸法をバラで表示すると、長さ：2.5コード=1²/₃バラ、大直径：1.5コード=1バラ、小直径：1コード=2/3バラとなる。

図 4

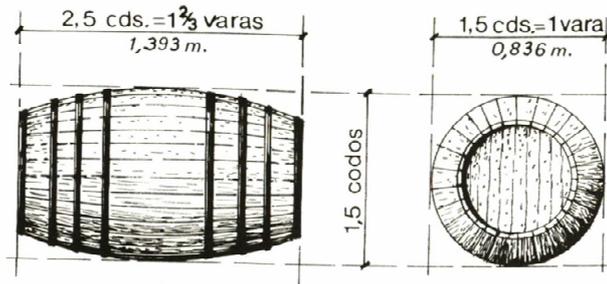
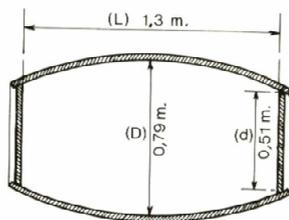


FIGURA 3



(V) interior \approx 513 lts.

この樽の内容積を、ルビオ・セラーノは当時の英国の数学者ウィリアム・オートレッド (1573 年～1630 年) の樽の内容積を計算する次の式を用いて計算すると、513 リットルとなった。

$$V = \frac{\pi L}{12} (2D^2) + (d^2)$$

この樽は 436 リットルのカスティージャの樽ではなく、18%大きい 516 リットルのカディスの樽ということになる。何故カディスの樽を使ったのか？セビリヤなのでカディスに近かったからか？これは不明あるいは疑問点である。

2) トネルとトネラーダ

トネラーダが 8 立方コードであることの、起源はよく分からないが、1575 年のエスカランテ・デ・メンドーサの上掲書は次のように述べている。

「我々がスペインにおいては、このトネラーダと言う名称を使ってきている。ビスカヤの船乗り達が、自分達の土地や船において、いつも荷積みするのを、いくらのトネルと、話したり、測ったりするやり方が思い起こされる。彼等はトネルで理解することを常としているが、我々は、航海においては、トネラーダで理解することを常としている。しかし、全てが同じものではないし、一つの寸法でもない。何故ならば、ビスカヤの 10 トネルは我々の 12 トネラーダだからである。よって、一方から他方への違いは 20 パーセントと言える。」ルビオ・セラーノは上で割り出した寸法の樽を 12 個、3 段に積んだ作図を行い [図 5]、それによって、占める空間が 60 立方コードであると計算した。2 個の樽がトネラーダを為し、同じ様にトネルも 2 個の樽がこれを為す。従って、12 個で 60 立方コードなので、2 個当たりの占める空間は 10 立方コードである。ところが、1 トネラーダは 8 立方コードなので 2 立方コード多くなってしまふ。その理由は上記のように、樽がカスティージャのものより

大きい（カディアスの樽と同じ容量の）ものであったからである。積載容量測定がセビリヤで行われたので、樽の出所がカディアスでもおかしくはないが、上記のエスカランテ・デ・メンドーサのビスカヤの樽（トンネル）は 20%大きいと言っているので、ビスカヤの樽とカディアスの樽が同じものであるという仮説もたてられる。しかしルビオ・セラノは 10 立方コードの別の大きいトンネルがあったと、いう別の仮説をたてている。

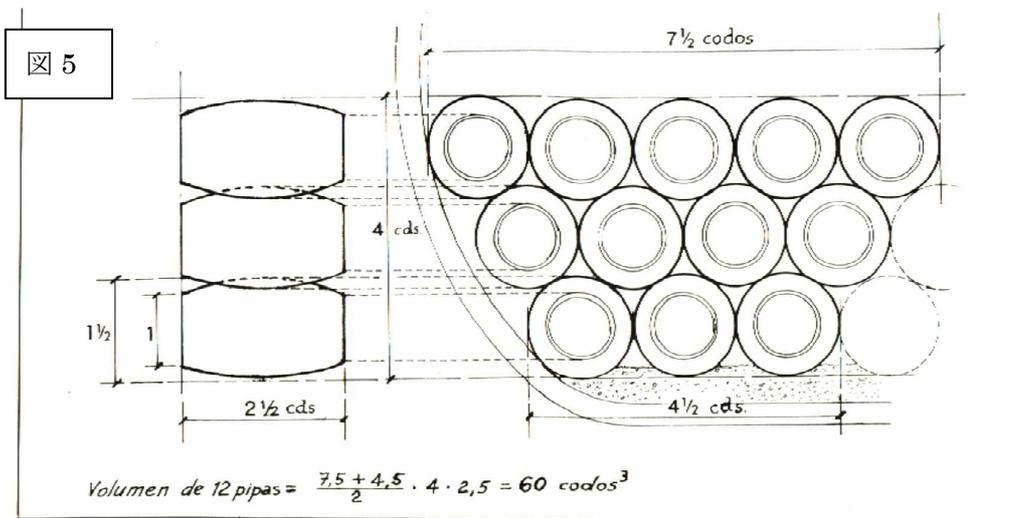


FIGURA 5

カスティールヤのトンネルはしばしばトンネル・マッショと言われ、これは、27 アローバ半の 2 個の樽が占める空間の 8 立方コードである。1 コードが 0.5573 メートルであるので、メートル法では、1.385 立方メートルである。ビスカヤあるいはカディアスのトンネルはこれよりも 20%大きいので、1.662 立方メートルとなる。

以上の船の容積（ポルテ／カパシダー）を表すトネラーダをつぎに年代別に並べる。

* 1496 年からほぼ 1550 年まで

①カスティールヤのトンネル・マッショ：バラの 2/3 である 1 コード(0.5573m)で 8 立方コード。⇒1.385 m³

②トネラーダ：船の容積の単位としては使われていない。王室が、民間船を徴発した時に、船のトンネルに基づいて支払う「徴発備船料」をトネラーダと呼んだ。

* ほぼ 1550 年から 1590 年まで

①トネラーダ：バラの 2/3 である 1 コード(0.5573m)で 8 立方コード。⇒1.385 m³

②ビスカヤのトンネル：トネラーダより 20%大きい⇒1.662 m³

* 1590 年から 1618 年まで

①トンネル・マッショとトネラーダ：バラの 2/3 に、2/3 の 1/32 を加えた 1 コード・デ・リベラ(0.5747m)で 8 立方コード。⇒1.518 m³

* 1618 年以降

①トネラーダ：バラの 2/3 に、2/3 の 1/32 を加えた 1 コード(0.5747m)で 8 立方コード。⇒1.518 m³

5. 16世紀の船の設計のための主要なディメンション

当時、船の大きさを決定する基本的な寸法概念は、①船の最大横幅を表す「船腹」、②船の船底での幅である「船底幅」、③船の船殻の高さを表す「甲板高」、これらの3寸法は、船腹が最も幅広いところでの断面（主断面）に現れる寸法である。そして、船の船首尾方向の長さでは、④船の船底の長さである「竜骨」、⑤船の全長を表す「全長」であった。図6、図7、図8参照。主要ディメンションの呼称と測定については添付2にまとめた。

1) 船腹（マンガ；manga）

この時代に船体を設計する基本となったのは最大船腹で、トメ・カーノは、上掲書の中で、次のように述べている。

「建造、船体、そして船にとって相応しい物全てにとって、船が良い基本となるものを持つためには、まず、最初に役に立ち、知らなければならないのは、持つべき船腹である。船が持つべき大きさに対して、良いプロポーションとなるために、そこ（船腹）から、それ以外の寸法を取り出したり、形作ったりしなければならない最も主要な寸法だからである。」

2) 船底幅（プラン；plan）

一般には竜骨に接しており、最も幅が広いものを指すが、別の断面での船底幅も指す。

ガルシア・デ・パラシオの400トネラーダと150トネラーダの船はそれぞれ3断面を見せている。真中のものは主断面でのものであるが、あとの二つは船首と船尾で船の先が細くなり始める点をレデールと呼び、そこでの断面である。この二つの場所は「先細り開始点」と翻訳した。船底は、最下部から船首の船首材と、船尾の船尾材に向かって上昇しており、それを「船底上がり」という。

3) 甲板高（プンタル；puntal）

当時の船の甲板は、下から上に第一甲板、第二甲板と呼ばれ、現在とは呼称の順番が違っているので注意を要する。プンタルは、原則として船底の敷板から各甲板の板の上までの高さを言うので、「甲板高」と翻訳した。しかし船底から或る船腹の高さまで、また船底から甲板を持たない梁までの高さにもプンタルを使う。17世紀になると、この敷板から甲板までの甲板高を「船倉の甲板高」、竜骨の上部から甲板までの甲板高を「建造の甲板高」と言って、厳密な区別をすることがあった。（図11参照）

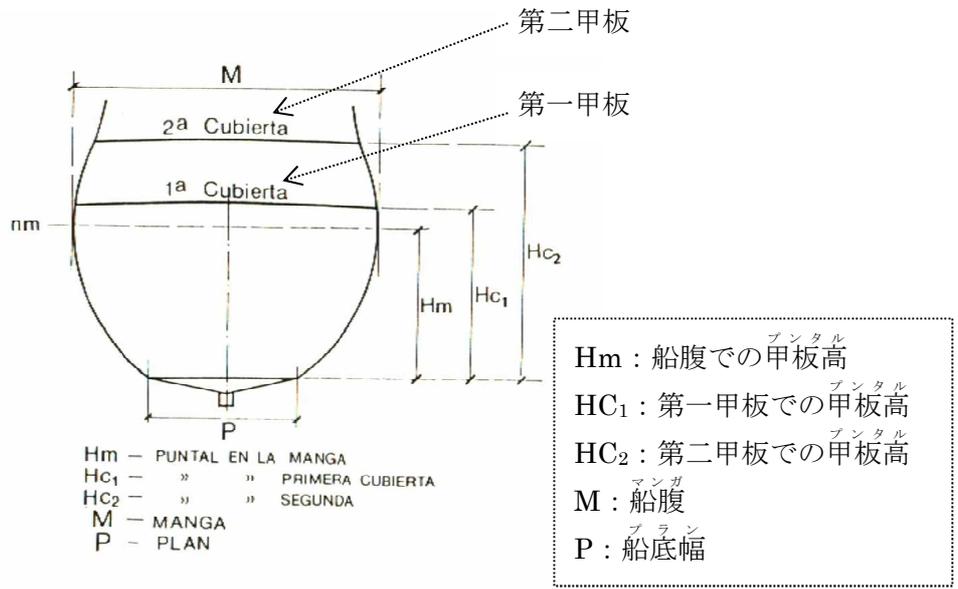
4) 竜骨（キーリヤ、quilla）

竜骨の全長なので、定義上あまり問題になることはない。細部では、船首材と船尾材に接合する部分の長さや形状の取扱いによって長さに差異がでる。

5) 全長（エスローラ；eslora）

船首材の上部先端と船尾材の上部先端とを水平に結んだ線の長さ。両端が同じ高さにあるとは限らないので、必ずしも先端とならないことがあるので、この寸法は精確を期す議論には問題があると思われる。

図6



GURA 7

図7

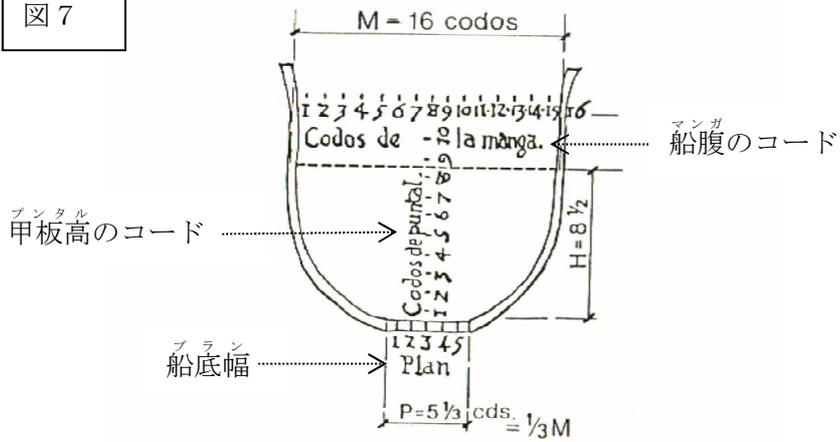
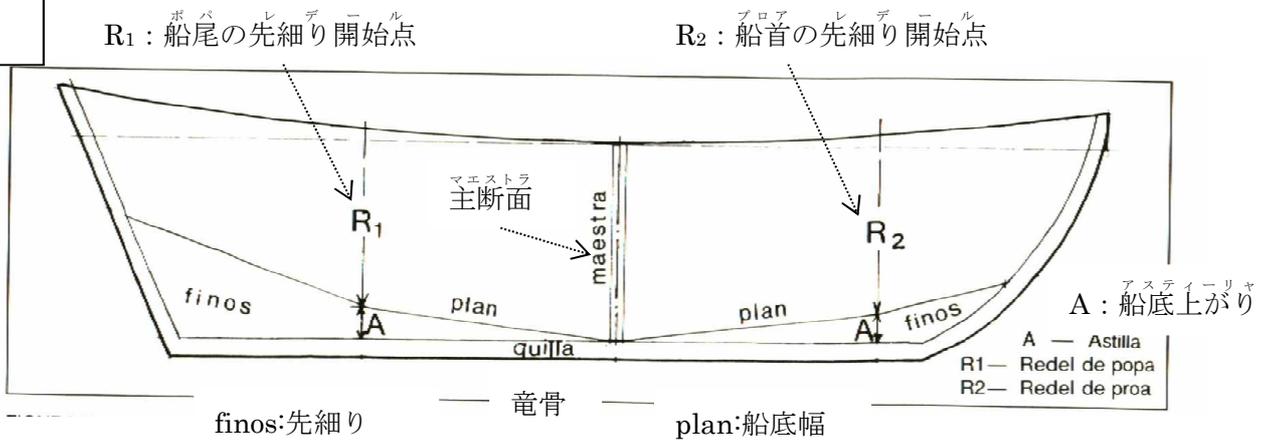
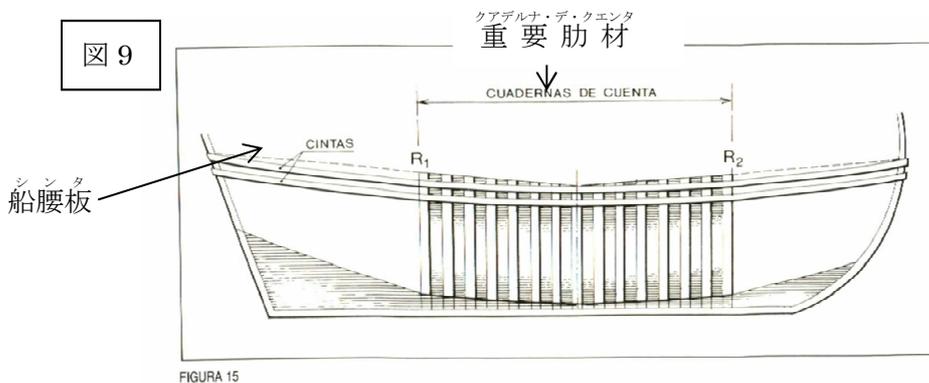


図8



その他の重要な寸法、あるいは部材を挙げる。船体の上部は、船尾材と船首材という両端の間で、全長に渡って、中間部で最も船底に近づくように緩やかに曲線を描いている。これをホーバ(joba)と呼び、「船体上部反り上がり」と翻訳した。英語での **sheer line** に当たる。また、このラインにほぼ並行して、船尾から船首にシンタ(sinta)と言う何本かの太い角材が通っているがこれは肋材の上部を締め付けて船体に強度を持たせるものである。英語の **wale** に当たり、船腰板と翻訳した。竜骨の上に並べられ、船殻を構成し、その内と外に板張りをして行くのが肋材で、クアデルナ(cuaderna)と呼ばれ、特に、両先細り開始点の間の中間部にある肋材は重要なので重要肋材と呼ばれた。ガルシア・デ・パラシオの400 トネラーダの船（竜骨長は34 コード=18.95m）は25の重要肋材を有していた計算になるが、1613年/1618年の勅令では、重要肋材の数には、その間の隙間（クララと呼ばれた）の数も数えられているので、注意を要する。この船の場合、本当に有していた肋材は13本で、隙間が12個であった。



この肋材の数は、後の時代になると増加して行き、隙間の幅をどんどん短くしていったが、16世紀末には、肋材の数が少ないことが船体強度に大きな欠陥となって現れていた。このことを、トメ・カーノは次のように指摘している。

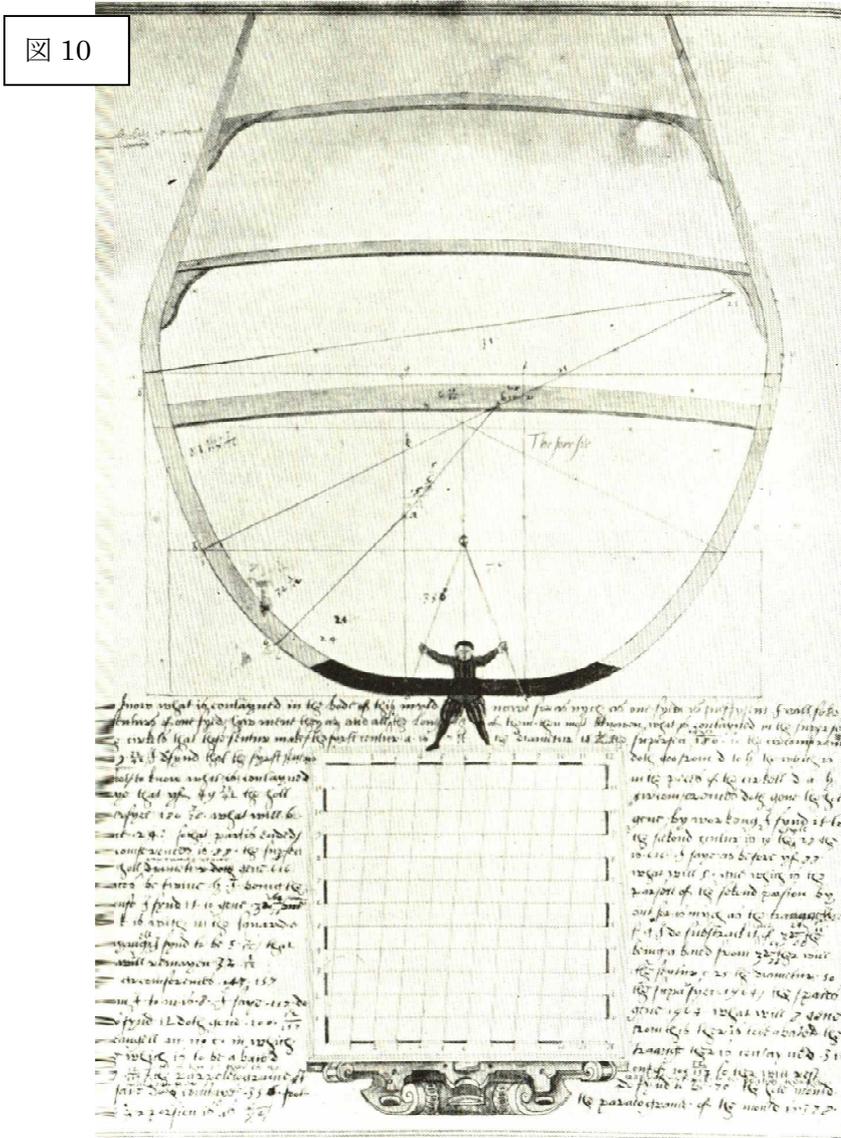
「・・・船尾部(英語: buttock)の具合が悪い船がよく起こすが、重要肋材が少ないために生じ、それが原因となるのだが、船首と船尾のテルシオが空っぽで、船首部横腹と船尾部横腹が空っぽになってしまっていて満たされていないために、波が船尾部横腹に当たった時に、(波が)船首部横腹の上から飛び込んでしまう。たとえ、(重要肋材)を持っていても、高さが高ければ、(重要肋材が)充填された時には横揺れが多くなってしまふ」

1613年と1618年の勅令は、これを改善するために肋材の数を増やした。竜骨が36コード(=20.7m)に対して33の重要肋材(肋材が17本と隙間が16個)と規定した。

6. 16世紀の船型の設計

1) 船殻断面輪郭 (ガリボ)

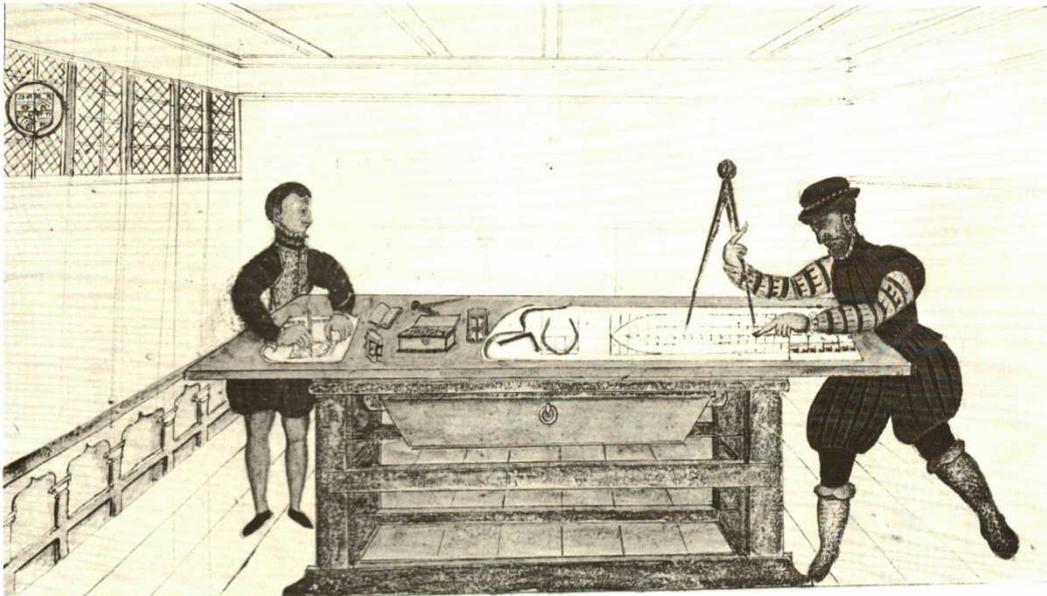
16世紀には、スペインに限らず、ポルトガルでも、英国でも船の設計、もっと具体的には船体の設計には、幾何学的手法が使われていた。船体は曲線で出来ているので、特に円が多用された。これは、残された船の図面、スケッチから直接に見て取れることである。英国のマシュー・ベーカーの図面には多くの円の弧が書かれているばかりでなく(図10)、造船家が作業室でコンパスや定規を持って作図をしている場面のスケッチは、設計現場を彷彿させる素晴らしいものである。(図11)ポルトガルのマヌエル・フェルナンデスの大部の図面集にもそれが見て取られるばかりでなく、彼がコンパスを手にした肖像画も存在する。



METHOD OF DRAWING THE MIDSHIP BEND, c. 1586

マシュー・ベーカー「古英国造船設計断簡」一五八六年頃
ケンブリッジ・ペピシアン図書館蔵

図 11



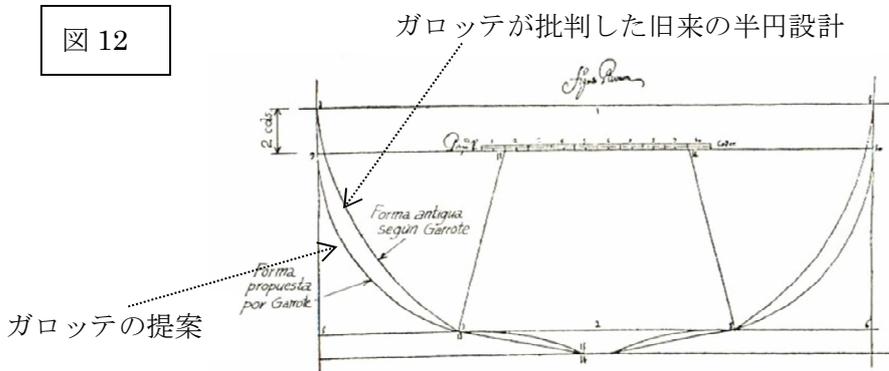
Il semble que vers la fin du XVI^e siècle le navire ne soit plus construit empiriquement, mais selon des plans d'architecte soigneusement étudiés. En effet, vers 1586, Matthew Baker qui pourrait être l'homme au chapeau représenté ci-dessus, dessina des plans qui font partie d'un manuscrit

マシュー・ベーカー「古英国造船設計断簡」1586年頃 ケンブリッジ・ペピシアン図書館蔵

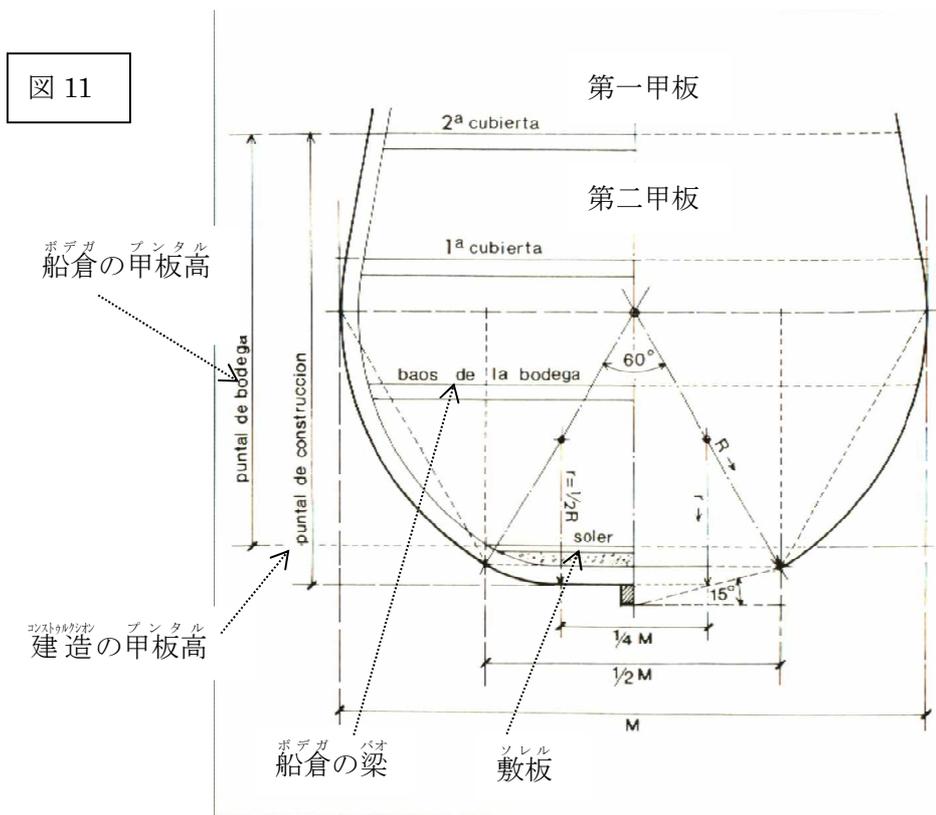
エスカランテ・デ・メンドーサは「・・・計算と理論によって、丸い^{コスタード}船側が求められ、・・・」と書き、ガルシア・デ・パラシオは「・・・そこに最初の重要^{クアデルナ・デ・クエンタ} 肋材が据えられるが、それは^{エスタメナーラ}第三肋材と呼ぶ材木と、2本のトップ肋材とで、半円周になるように形成される・・・」と述べている。16世紀の後半まで、主断面（正確には、セクション・マエストラという。またマエストラは主肋材：クアデルナ・マエストラを意味することがあったが、どちらも同じことである）は単純に半円で作図され、船底幅の部分だけを平らにすることが多かった。この問題点を指摘した書物は、1691年に書かれたアントニオ・ガロッテの「スペイン船の新しい建造(Nueva Fábrica de Baxeles Españoles)である。」この著書の中で、「スペインの職工達は、船腹が持つ数値の半分を採り、それで円を描いて、船殻断面輪郭（ガリボ；galibo）を形作ってきた。船は既述の^{マエストラ}プロポーシオンを有し、船腹が持つ数値から船底幅の半分が決められるべきなのに、このやり方では、（・・・）船はバラストが少なくなってしまう。」「・・・船の抵抗力にとって何の助けになることも出来ないが、それは、（抵抗力が）^{フラン}船底幅の前で消費されてしまい（・・・）、船が傾くところに留まらず、その動きが水の中の樽が持つ動きと同じになってしまうからである・・・」と書いている。ガリボというのは「船殻断面輪郭」と翻訳したが、船の断面の形状を示す重要な概念であった。これも主断面が主肋材を意味したのと同じように、ガリボは、肋材の断面輪郭、すなわち肋材の型紙も意味した。

旧来の半円断面を批判したガロッテは、自らは、左右の船側を描く弧の中心を、船の断

面の中心軸からそれぞれ左右にずらして、^{アラ}船底幅が広がる設計を提案した。(図 12)



ガルシア・デ・パラシオの半円で主断面を設計した 400 トネラーダの^{マエストラ}船を、ルビオ・セラーノが彼なりに作図し直したものを、図 11 に転写する。



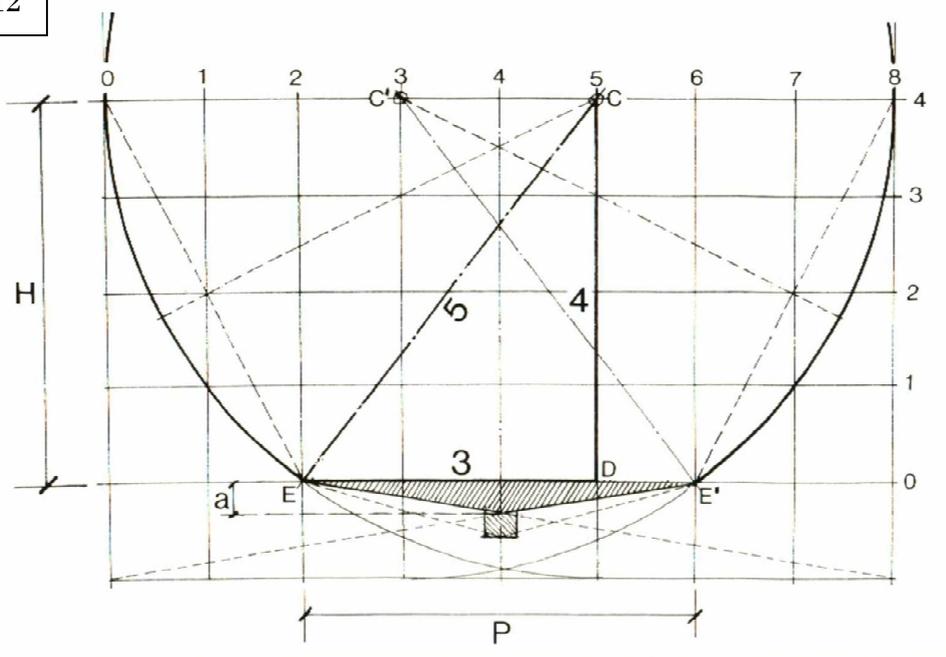
この図から、^ガ船殻断面輪郭の半円は正六角形の 6 個の三角形の内の相接する三つの正三角形が内接し、真中の正三角形の底辺が^{アラ}船底幅を為し、この船底幅は船腹の半分長さであることがわかる。こうした設計方法の詳細は船のプロポーシヨンの項で述べるが、当時の重要な幾何学的設計方法の一つであった。ルビオ・セラーノは、この設計が巧まずして、

横復元力を 15° にしており、造船家達の経験から来たものであろうと指摘をしている。復元力の概念としてのメタセンターの発見（あるいは発明と言うべき）は 18 世紀後半のことである。

2) 船殻断面輪郭の改革

旧来の半円形状の主断面が横波に弱いことが夙に指摘され、改善が望まれていた。ガロッテの指摘は 17 世紀も末に近づいてからのことであるが、この問題はそれまで放って置かれたわけではない。（何故ガロッテがその頃になって、未だ問題視したかは、筆者は知らない）1613 年の勅令によって船殻断面輪郭の改善が規則化されたのである。ガロッテの案とは反対に左右の船側を描く半径を船の中心軸から、左舷側は右へ、右舷側は左へずらし、更に幾何学的な考えを徹底させたのであった。操船上、好結果をもたらさなければならぬことは当然ながら、規則は曖昧さが残らない確たるもので、かつ明快で分かりやすいものでなければならなかったからである。それは、斜辺が 5 で、直角を為す 2 辺が 3 と 4 の直角三角形を使用するものであった。その船殻断面輪郭の図を図 12 に示す。

図 12



船側を描く弧の円の中心を、最大船腹の線上で、中心軸からそれぞれ船腹の長さの $1/8$ ずつ左右にずらした。この船腹の長さの $5/8$ が円の半径となる。円の中心から船底幅（敷板）へ降ろした垂線が直角三角形の一辺の 4 となる。左右対称の直角三角形の底辺は 3 なので合計は 6 であるが、垂直の線が 2 離れている分、両三角形が底辺で重なっているため船底幅は 4 となる。この三辺が 3, 4, 5 の直角三角形は、辺の長さが 10 以内の整数で作ることが出

来る唯一の直角三角形なのである。

これは 1613 年の勅令であるが、1618 年の勅令も船殻断面輪郭は同じである。軍艦と商船でも船殻断面輪郭は同じであるが、軍艦は第一甲板の高さを半コード（約 70cm）下げ、第二甲板（即ち最上甲板）との間の甲板高を大きくした。これは、第一甲板に大砲の砲列を置くので、重心を低下させ、作業性を確保し、砲煙を滞らせないためであった。

7. 船のプロポーション

1) 「アス・ドス・トレス」の規則

近代以前の造船は、一言で言えば、経験と勘に頼っていたのであるが、経験の部分は、蓄積と体系化が行われた。16 世紀のスペインの造船において、一つの簡単な規則とまでなっていたのが、「アス・ドス・トレス (as dos tres)」、即ち「1・2・3」の規則（レグラ；regula）であった。「as」はラテン語から来たスペイン語で、トランプや骰子の「1」である。1 をウノ(uno)ではなく、as を使って「s」の韻を踏み、語呂合わせをして覚えやすくしたのである。この規則は古いものであり、14 世紀には使われていたという。

トメ・カーノは、この規則について「これらの船の建造を扱うスペイン、イタリア、その他の国の全ての親方達は、1 コードの船腹、その船腹に 1 を足して 2 の竜骨、3 の全長、そして 3 コードの船腹に対して 1 の船底幅、そして甲板高は船腹の 4 分の 3 を与える法則（レイ；ley）を用いてきた・・・」と上掲書の中で書いている。この他に、船尾材と船首材が竜骨の両端からそれぞれの材の先端まで、傾斜あるいはカーブして突き出している部分の、平面図において、竜骨の両端からそれぞれの両端までの寸法を「ランサミエント；lansamiento」と呼び（「突出し」と翻訳した）、これにも、3 コードの船腹に対して 1 の船尾の突出し、2 の船首の突出しのプロポーションが定められていた。

これ等のプロポーションをまとめると次のようになる

船腹	1
竜骨	2
全長	3
船底幅	1/3
最上甲板での甲板高	3/4
船尾の突出し	1/3
船首の突出し	2/3

なお、甲板高について、ルビオ・セラーノは、甲板高は作業性、積荷の収まり具合から決まってくるもので、船腹との 3:4 のプロポーションが必ずしも守られたわけではなく、2/3 ~ 3/4 の間と言う。ガルシア・デ・パラシオの 400 トネラーダの船は、船腹の 16 コードに対して、甲板高は 12 コードとなっており、この規則が守られている。

2) ガルシア・デ・パラシオの船のプロポーション

では、ガルシア・デ・パラシオの 400 トネラーダと 150 トネラーダの船の主要寸法はどのようなものが与えられ、そのプロポーションはどうなっているかを見てみよう。

詳細は、添付の「表 1：ガルシア・デ・パラシオの 400 トネラーダの船の主要寸法とプロポーション」と「表 2：ガルシア・デ・パラシオの 150 トネラーダの船の主要寸法とプロポーション」を見ていただきたいが、結論を下記に示す。

寸法	400トネラーダの船		150トネラーダの船		アス・ドス・トレスの規則
	寸法(コード)	マンガ船腹との比率	寸法(コード)	マンガ船腹との比率	
マンガ船腹	16	1	14	1	1
竜骨	32	2	35	2.5	2
エスローラ全長	48	3	46	3.28	3
ブラン船底幅	5 ² / ₃	0.35	4	0.29	1/3(0.33)
フンタル甲板高	11 ¹ / ₂	0.72	8	0.57	3/4(0.75)
ランサミエント船尾突出し	5 ² / ₃	0.36	5	0.36	1/3(0.33)
ランサミエント船首突出し	11 ¹ / ₃	0.72	7	0.5	2/3(0.67)

400 トネラーダの船については、最も重要な船腹、竜骨、エスローラ全長の 3 寸法の比率が完全に「アス・ドス・トレス」の規則に則ったものである。その他の寸法についても、木材の厚み、部材の接合上での計測点の曖昧さを考慮すれば、ほぼ誤差内で同規則を満足している。また、表 1 で見れば、本文記述で、同規則以外（あるいはその細部かもしれないが）の寸法間の比率が示されており、こうしたプロポーションも経験則だったのであろう。

次に 150 トネラーダの船に目を移すと、400 トネラーダの船とは状況が異なっている。「アス・ドス・トレス」の規則を順守しているとはとても思えない。2 隻の船を一緒に、図面を提示して、400 トネラーダの船を彼の説明の基本とし、その船が規則に基づいているからには、もう一方の船の寸法が誤差だということでは済まない。パラシオは、150 トネラーダの船についての解説は何もしていないが、図面を見ただけで、そのスマートさが目に付く。もちろん図面の詳細の度合いも一段と進んでいることもあるが、そのプロポーション上のスマートさが上の表に現れてきているのである。船腹との比率において、「アス・ドス・トレス」の規則よりも、竜骨は 25% も長くなっており、エスローラ全長は 9% 長くなっている。その理由は船首の傾斜が少なくなり、船首が立ってきているからである。船底幅は 9% 狭まり、船殻断面輪郭は半円に近づき、横復原性が悪化しているかに見えるが、甲板高が 24% も低くなっているため、それを補って余りあることとなっている。パラシオは、その著書の中で、一言もガレオン船という言葉を使っていないが、この姿こそが一般にイメージされるガレオン船のそれである。

16世紀の中頃から、造船現場では、設計・造船上の改革が起こっていたのである。無敵艦隊の敗北も影響し、1590年の最初の勅令はその改革を体現していた。そして、1607年、1613年、1618年の勅令で、改革を全面的に取り入れたプロポーションと寸法が詳細に規定された。したがって、ガルシア・デ・パラシオの「航海指南書」はその端境期に執筆され、旧来の設計の400トネラーダの船^{ナオ}を基本として詳しく紹介し、新しい設計の船を、150トネラーダの船として示したと筆者は考える。同じような時期に執筆をしていたトメ・カーノも、「アス・ドス・トレス」の旧来の設計概念を紹介しながら、実は新しい傾向を知っていたのである。何故ならば、彼は1590年から始まる勅令の立役者であった造船家の名前を挙げているからである。それは、ビスカヤのレンテリアの造船所^{マエストロ・マヨール}の首席親方であったフアン・デ・ベアスであった。そして、ディエゴ・ラミレスもそうした親方^{マヨール}の一人であった。フアン・デ・ベアスの名前は様々な文書の中に現れる。そしてレンテリアでの新しい設計による造船は「新しい造船（ヌエバ・ファブリカ）」と称された。造船の改革を進めるために、造船用の寸法の単位までもが、彼等が使っていた「コード・デ・リベラ」に統一された。

このように革新が齎されたスペインの造船も、国力の衰えとともに、技術的な停滞に陥って行った。その1世紀後には、英国、フランスの遙か後塵を拝するようになり、産業スパイまがいのことまでして、英国の技術を導入しなければならなかった。高給で連れてきた英国人の協力を得て建造した近代的な軍艦を、臆面もなく「英国風（ア・ラ・イングレッサ）」と呼んで、悦に入っていたのである。

8. 積載容量測定の方法

1) 樽の船内積付けによる方法

長さが2.5コード、最大直径1.5コード、最小直径1コードの寸法の樽を積み付けて、占める空間の2個分（実際は積み付ける個数と積み付け方で差がでるが）を1トネラーダとした。従って、船内に積み付けられる樽の数で、トネラーダが決まる。古くは実際に空き樽を積み付けたことが、あったかもしれない。しかし、船の主要寸法と算術を使えば、そのような手間をかける必要はない。そして、あたかも樽を積み付けたように計算し、船のトネラーダの積載容量測定をした実例はいくつか残っているのを、1997年の海事史学会の例会で紹介した（カサード・ソート著「16世紀と1588年の大艦隊のスペイン船」、1988年、マドリッド）。ルビオ・セラーノが、更なる詳細が書かれた古文書を見出した。本レポートの、「4. 船の容積を測る樽について、1) 樽の寸法」で紹介した1555年のカラベラ船「ロス・トレス・マーゴス号」の積載容量測定である。

その樽の項で引用したが、

「長さが32コード半ある下の甲板には、13個の樽^{ビバ}が入る」

「左舷から右舷までの船腹は10コードあり、7樽^{ビバ}を入れるには半コードが不足する」

によって、樽の寸法がわかった。そして次のような記述がある。

「この下の甲板（即ち船倉）には 195 個の樽が入る」⇒長さ方向に 13 個入ったので、断面では 15 樽入る。⇒3 段積みで最上段は 6 樽となる。（図 13、図 15）

さらに別の記述が

「この下の甲板の左舷から右舷に、8 樽が在る」

では断面での最上段の個数 6 個と 8 個の差は何なのか？

ルビオ・セラーノは、6 個の断面は、平均断面と考えられるものであり、8 個の断面は最大断面で（図 14）、この平均断面は先細り開始点での断面（船腹は 12 コードとなる）と考えた。そして、次の記述がある。

「上の甲板には 190 樽が入る」⇒船倉と両甲板間とに入る樽の合計は 385 個

「そこ（385 樽）から 3 分の 1（128.33 個）を引くと 256 樽半が残る」（この「半」という表現からもこの積載容量測定が実際に樽を積み付けたのではなく、計算によるものであることがわかる）ルビオ・セラーノは引算した 3 分の 1 は、樽が積めない先細り部分と考える。そしてこの記述は次のように終わっている。（図 16、図 17）

「この 3 分の 1 に、64 樽と 3 分の 1 樽を増やすことによって 25%のおまけを、それに与える」ルビオ・セラーノはこのおまけを 10 立方コードのトンネルから 8 立方コードのトネラーダへの変換と考える。

「既述の計算に従うことによって、このカラベラ船は 160 トネラーダ半の容量を持つ」と結論づけている。

以上をまとめると、

下部の船倉	195 樽
上部の船倉	190 樽
合計	385 樽
先細りによる減	-128.33 樽
小計	256.67 樽
トンネルに変換	
2 樽が 1 トネルなので	128.33 トネル
25%のおまけを付加（トネラーダへ変換）	32.08 トネル
合計	160.41 トネル

25%のおまけは 10 立方コードから 8 立方コードへの変換であるが、分かり難い表現で、 $128.33 \div 0.8$ （←8/10）=160.41 と数式で表現した方が分かりやすい。

以上の考えを、ルビオ・セラーノは次のように図解している。

図 13

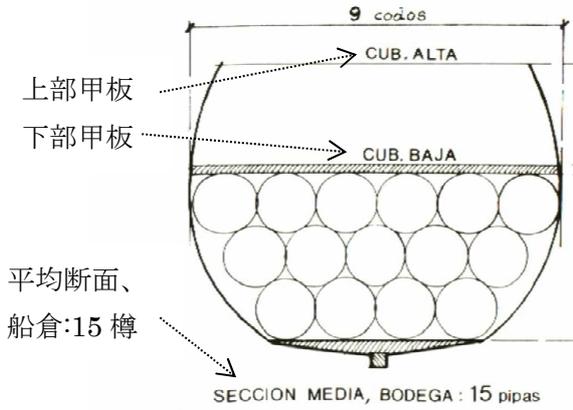


FIGURA 31

図 14

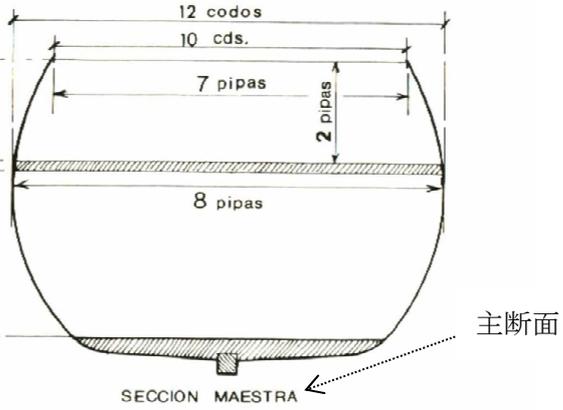


FIGURA 32

図 15

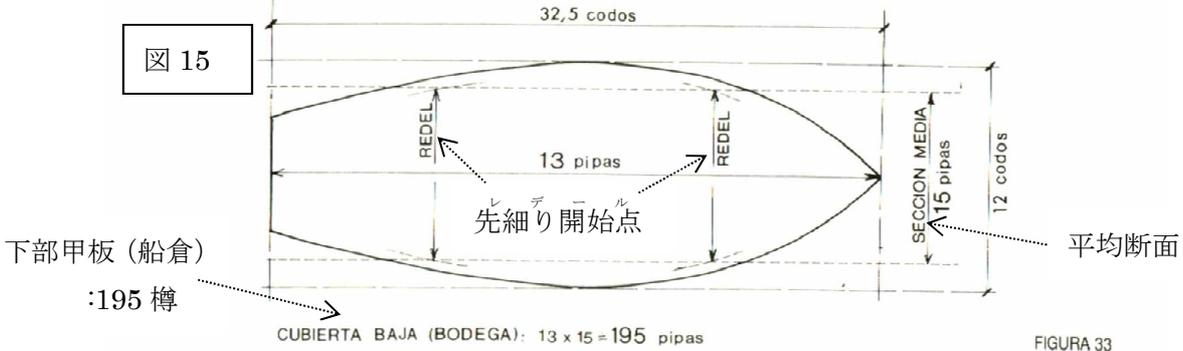


FIGURA 33

図 16

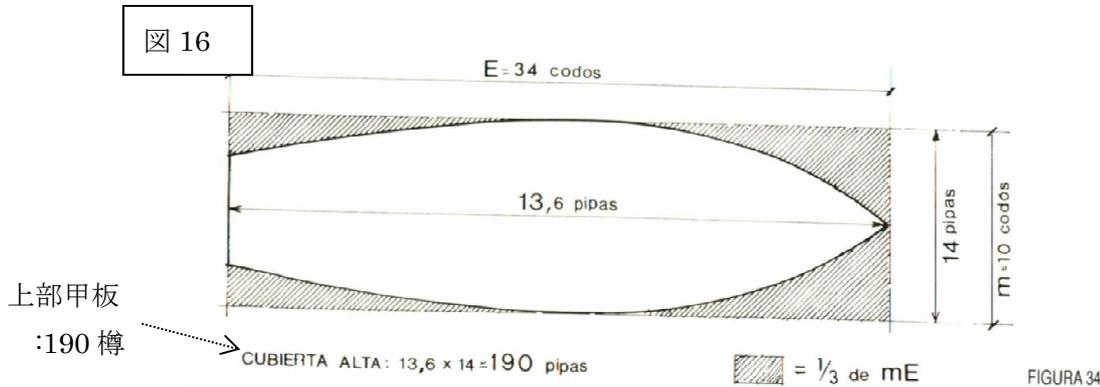


FIGURA 34

図 17

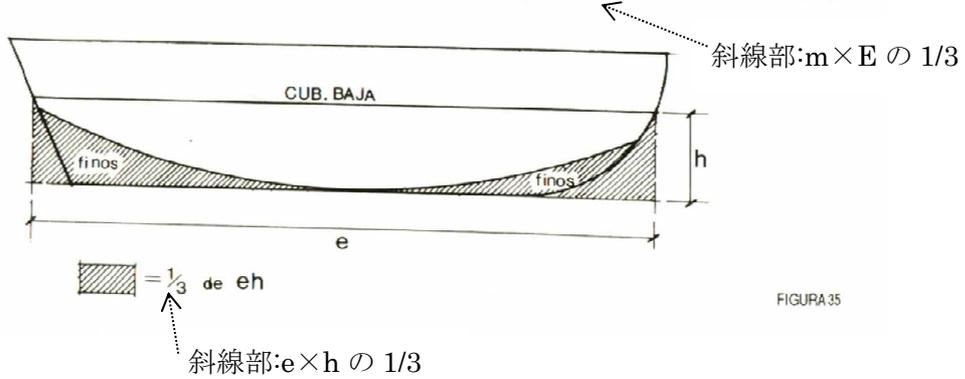
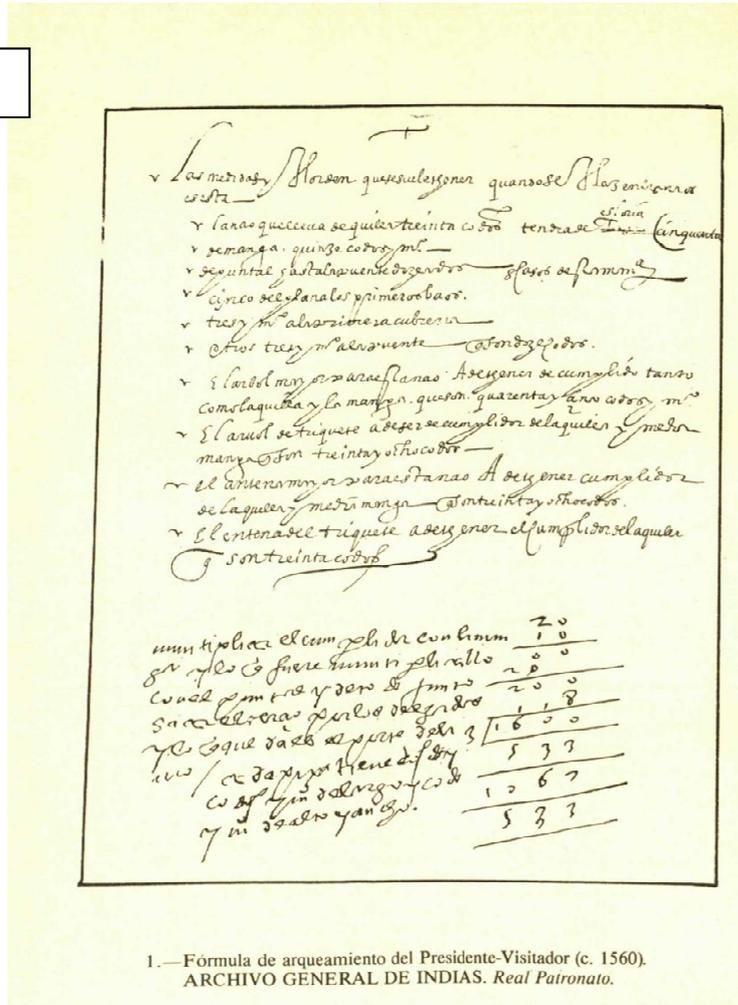


FIGURA 35

2) 計算式による方法

1997年の例会で報告した実例の一つは、カサード・ソートの上掲書から採った1560年代の「巡察使の総裁が採取した文書と報告書」というインディアス総文書館 (AGI) 所蔵の文書集の内の「船を造る時に使い慣れている寸法と規則」と題するもので、原典(図18)を翻訳して次に再録する。

図 18



「長さ (竜骨 20) 20
 と幅 (10) をかける ×10
 これは 200
 これを高さ (デッキ、即ち第二甲板) まで(8) ×8
 1600 (3
 そして合算したものから先細りの ^{デルガード} 3分の1 を引く -533
 残ったものが、船の容量である ^{ナオ} 1067

以上であるが寸法はコードであるので、結果の単位は立方コード。8立方コードで割って、**133.38 トネル**が得られる。ここで使われている計算式は、

竜骨長 (Q コード) × 船腹 (M コード) × 甲板高 (最上甲板まで) (P コード) - 先細り分 (Q × M × P × $\frac{1}{3}$)

即ち「 $\frac{2}{3}Q \cdot M \cdot P$ 立方コード」という簡略なものである。(数式①と呼ぶ)

カサード・ソートは 1540 年代までは、このような計算式による積載容量測定は一般化してはいなかったと推測している。この計算式は、もっとも単純なものであるが、上でルビオ・セラノが図解して見せた、樽を船倉と甲板に並べる「ロス・トレス・マーゴス号」の積載容量測定の仕方と、根本的に異なるのはロス・トレス・マーゴス号が、船殻全体が内接する立方体を想定しているの、その立方体の長辺に「全長 (E コード)」を採択しているのに対し、この 133 トネルの船は、長辺に「竜骨 (Q コード)」を採っていることである。

もし、133 トネルの船の竜骨長 (Q コード) の代わりに、全長 (E コード) を採用すると、「アス・ドス・トレス」の規則から $E=3/2Q$ なので、

この式は

$\frac{2}{3}E \cdot M \cdot P = \frac{2}{3} \times \frac{3}{2}Q \cdot M \cdot P$ となり、容積は 1/3 も増大し、200 トネルになってしまう。

ガルシア・デ・パラシオの 400 トネラーダの船に「 $\frac{2}{3}Q \cdot M \cdot P$ 立方コード」の計算式を適用すると

$Q=34$ 、 $M=16$ 、 $P=11.5$ なので、 $\frac{2}{3} \times 34 \times 16 \times 11.5 = 4,171$ 立方コード ÷ 8 = 521 トネラーダとなり、400 トネラーダよりも 30% 多くなる。

1570 年にカンタブリアで行われた積載容量測定の仕方について、クリストバル・デ・バロスがインディアス審議会に、1580 年に送った次のような覚書がある。これは、積載容量測定の具体的な仕方を書いているので、カサード・ソートも、ルビオ・セラノも両者ともに取り上げている。

「最初に測らなければならないのは、船の最も幅が広いところである船腹である。そして、その場所で、敷板から最も幅が広いところまで、高さを測り、そして、この幅と高さ (の所) で、真直ぐに全長を測る。(幅と高さの) 寸法 (を測った所) の下では測らないし、船首や船尾 (で全長を測るの) でもない。これをしたら、船腹の半分と上記の高さを合計して、半分に分け、その一つを、もう一つ (の船腹) と掛け合わせる。そして、その合算に掛け算をして得たもので、一旦合計とし、それをもう一度、船が持つ全長を測ったコードと掛け合わせる。この掛け合わせたものから 5 パーセントを引算し、そこで残ったものを 8 で割り、その数の中に入る回数が、船が持つであろうトネル・マッチョの数である。陸下の艦隊においては、20 パーセントを与える習慣であり、このようにして出来た数は、トネラーダと呼ばれる。」

最大船腹 = M、甲板高 (敷板から最大船腹まで) = P、全長 (最大船腹のレベルで測った)

=E、として、上記を数式に表すと、

$$\frac{1}{2}M \times \frac{(\frac{1}{2}M+P)}{2} \times \frac{1}{8} \times E \times \frac{100-5}{100} \times \left(1 + \frac{20}{100}\right) = \text{トネラーダ}$$

即ち、 $\frac{\frac{1}{2}M \times (\frac{1}{2}M+P)}{16} \times E \times 1.14 = \text{トネラーダ}$ (数式②と呼ぶ)

数式①に対して、かなり複雑となっている。この数式②に「ロス・トレス・マーゴス号」の諸寸法を当てはめて、トネラーダを計算する。

まず、5%引きと20%増しをしない、即ち係数1.14を掛けないと

M=12、P=4.5、E (平均全長) = 32.5 で、「128 トネラーダ (= トネル)」となり、これは積み付け士が測定したのと同じである。クリストバル・バロスの時代 (1570 年頃) になると、船内の帆柱、キャプスタン等の積み付けできない分を5%と査定し、20%を加えたので $128 \times 1.14 = 146$ トネラーダとなる。しかし、それ以前には5%を引かず25%を加えていた時期があり、そうすると $128 \times 1.25 = 160$ トネラーダとなる。こうした国家が匙加減を図った政治的要素によって、トネラーダは変化しており、その取扱いは注意を要する。この匙加減で、国家の徴発備船料が変化し、備船する側とされる側 (王室と個人、あるいは個人同士) で経済的利益が異なった。こうした不安定さは、1613 年以降の勅令で、解消されることになる。

筆者としては、船の設備分の5%よりも、乗組員、乗客、そのための食糧・飲料水・荷物が占有する空間の方がずっと大きく、その分の調整(引算)が行われた形跡、あるいはその議論がなかったのは何故だろうかと疑問に感じる。これをせずに備船料を決めることは、備船側の負担 (王室であったケースが多い) は大きかった。また、海賊、私掠船対策として大砲の搭載を義務付けることもあった。筆者としては、甲板高を最上甲板までとせず、最大船腹までとして、第一甲板と第二甲板との間の空間を実質除外したのは、そのためではないかと考える。しかし、カサード・ソートもルビオ・セラーノも、この点には、一切ふれていない。

ルビオ・セラーノはこの数式は、ガルシア・デ・パラシオの400 トネラーダの船に適用することはできなく (筆者が適用しても、全くおかしい数になる)、1613 年の勅令の規則が、寸法上の条件を設け、この船の場合は、別の計算式を適用し、5%を引かず、20%を付加して399 トネラーダになるとしている。今回の筆者の報告は17世紀の勅令以前を扱うこととしており、これらの勅令の数式には触れない。

9) そしてポルトガル

隣国のポルトガルで、どのような状況にあったかを、概略述べる。

ポルトガルでは、スペインとは全く別の度量衡と樽が用いられていた。1580年にスペインに併合され、それ以降公的には、スペインの上記の積載容量測定 (アルケアソン) の方法が適用された。最近の研究では、レオノール・フレイレ・コスタの著「リスボン河畔造船

所のナウ船とガレオン船 — 喜望峯航路のための 16 世紀における造船」(ポルトガル、1997 年) が、積載容量測定の問題を扱っている。フレイレ・コスタはカサード・ソートを盛んに引用しているおかげで、イベリア半島両国の共通基盤の上に乗った議論がしやすい。

(1) 寸法の単位

* **ルーモ(rumo)** : 造船にのみ用いられた単位で、6 パルモ・デ・ゴア(palmo de goa)。1 パルモ・デ・ゴアは 245 ミリメートル。従って、1 ルーモは 1,47 メートル。現代の書物で扱われる時には、一般に 1ルーモ=1.5 メートルとされる。ピメンテル・バラータは 1.54 メートルとする。P.バラータはルーモには二つの起源 (一つはガレー船の漕手の間隔 $1.536\text{m}=6 \text{パルモ・デ・ゴア}$ と人体の平均的な身長: $1.65\text{m}=6.5 \text{パルモ・デ・ゴア}$) しかし、1.76 メートルとする説 (ロペス・デ・メンドンサの著「16-17 世紀のポルトガルの船についての研究」) がある。ウンベルト・レイトンは「古語及び現代語: 海事用語辞典」(1990 年、第 3 版)中でこのロペス・デ・メンドンサの説を否定している。

* **パルモ・デ・ゴア(palmo de goa)** : 245mm 相当。ピメンテル・バラータは 256mm とする。「ゴア」はインドの地名とは関係なく、フランス語のガレー船建造の寸法「goue」から由来した。16 世紀頃に 300 トネル以上の船を扱う際に用いられた。これよりも容量が小さい船に用いられたパルモは 220mm 相当のパルモ・コムン (単に「パルモ」、「パルモ・ヘドンド」等々と言う)。ただし、竜骨の長さ^{カダステ}と船首材 (ローダ; roda) と船尾材 (カダステ; cadaste) の突出し (ランサメント; lançamento) の寸法にはパルモ・デ・ゴアが使われた。従って、この原則に合っていない場合は、どの種類のパルマが使われているかを明記する必要がある。なお、単に「ゴア」という単位もあり、これは 3 パルモ・デ・ゴアのことである。いずれにせ、パルモには、注意を要する。

その実例を下記する。16 世紀末に書かれた著者不明の「航海及び船または古くからのガレー船建造の実践的方法の書」(通称「リプロ・ナウティコ」; Livro Náutico ou Meio Prático da Construção de Navios e Galés Antiguas)

“150 から 180 トネルのカラヴェーラ船を建造するための寸法及び使用されるコルク樫 (ソヴァロ) と松の材木” の項

「このカラヴェーラ船の竜骨の長さは、両端の垂線間 (エスクアドリア) で 12 ルーモであり、高さは 1 パルモ・ヘドンド、幅は 2 デード (16.5mm 相当、1 ポレガーダの 2/3) 短く、この竜骨は、4 本の材木より成る。

船首材である第二の部材は、高さが 28 パルモ・デ・ゴアあり、長さはこの高さの三分の二、即ち 18 パルモであり、材木の高さは竜骨より半パルモ高いものを用いる。この船首材は 3 本の材木より成る。

第三の部材である船尾の後部に据える船尾材は、高さが 22 パルモ・デ・ゴア、長さは 7 パルモ、そして厚さは 1 パルモ・デ・ゴアの四角形で、この船尾材は 2 部材よ

り成る。・・・」

この他に、パルモの種類として、パルモ・デ・コヴァド (34/33 パルモ)、パルモ・ジェオメトリコ (4本の指を横断する長さに等しい) などがあり、混乱を招きやすい。

(2) 樽 (ピパ) の大きさ

フェルナンド・オリヴェイラによると (「ナウ船の建造の書」 [O Livro da Fábrica das Naus]、1580年頃) 長さの単位の「ルーモ」は樽 (ピパ) の長さから来たという。ピメンテル・バラータは、樽の長さ (ターリャ ; talha) は1ルーモ=1.54m、最大直径 (パレア ; párea) は4パルモ・ダ・ゴア (=2/3ルーモ) =1.026m、内容量は634リットルとする。634リットルというのは、樽の容積と思われるが、根拠が示されていない。もし、樽が内接する立方体とすれば、 $1.54 \times 1.026 \times 1.026 = 1,621 \text{ m}^3$ である。この634リットルと1,621リットルの差は何なのか？ピパの寸法がおかしいのではないか？

スペインの樽は、ルビオ・セラーノの推定では、長さは1.39m (←2.5コード)、最大直径は0.84m (←1.5コード) なので、内接する立方体は 0.981 m^3 となり、ポルトガルの樽が内接する立方体の60%になる。大変な差である。

ピパの4分の1の樽を「クアルト」と言って、船の積載容量測定にも用いた。この4分の1の意味するところが、樽の内容積が4分の1なのか、内接する立方体の内容積が4分の1なのかわからない。

(3) 積載容量測定の方法

樽 (ピパとクアルト) を使った積載容量測定が行われ、その記録がいくつも残っている。目的は、傭船料の査定のためと、130トネラーダ以上の船への国家からの奨励金を給付の査定、そして税金の支払いが主な目的であった。地方 (例えばポルト、アルガルヴェ等) で建造された船は、現地でも測定が行われたが、王室の徴発、あるいは傭船が行われた場合には、リスボンまで回航された時に2度目の積載容量測定が行われ、これが契約に採用された。多分最初の頃は実際に樽を積んだかもしれないが、16世紀中頃には物差し (樽の「刻み目」という表現で物差しが表された) と「樽 (ピパとクアルト) の箍」を使ったことがわかっている。箍が使われたということと、フェルナンド・オリヴェイラも書いているように「1トネル=1トネラーダ=2ピパ樽=8クアルト樽」という簡単な等価式を用いていることから、船の積載容量測定の単位であるトネルとトネラーダも、樽が内接する立方体空間、ましてやルビオ・セラーノが3段積みした幾つかの樽が内接する立方体の内容積でもなく、樽そのものの内容積なのである。したがって、ピメンテル・バラータはピパ樽の内容積を 634 m^3 とし、トネルとトネラーダの容量 (2ピパ樽分) を1,278リットルとしている。ポルトガルで、ルビオ・セラーノのような議論をしている研究者を筆者は知らない。

積載容量測定の実例 (フレイレ・コスタの上掲書より)

実例①

1514年8月8日に、ヴィアナ・デ・カステロの住民であるディオゴ・ゴンサルヴェスが、「そのトネラーダに従った」傭船料を受け取るために、船の積載容量測定が必要になった。

この行政区の会計官からヴィアナの譲渡税判事宛での命令書によって、バルトロメウ・ロドリゲス（船を造る親方）とアントニオ・ゴンサルヴェス、「両者とも同町の住人で、河畔造船所の船大工」が招集され、鑑定が実施された。「間もなく出発し、同町の河に在った同船に行き、積載容量の測定を行った。そして、8ルーモ長において34トネラーダと3クアルトのトネラーダであることがわかった。コカと呼ぶ船首の第一のルーモは2ピパと2クアルト、第二のルーモは3ピパと3クアルト、第三のルーモは4トネルと3クアルト、第四のルーモは6トネルと1クアルト、第五は6トネルと3クアルト、第六のルーモは6トネルと2クアルト、第七のルーモは4トネルと3クアルト、船尾のルーモは3ピパと2クアルトである」トネルとトネラーダは同じ意味で使われている。船首から船尾にかけて、数が増え、そして減っているのは、甲板内の高さが同じ中で、船腹の幅に従って樽の数が増減しているからである。

実例②

リスボンにおいて第2回目の積載容量測定に従った新造船の例が、1537年10月11日付けの証明書中にある。

「殿下。船サンタ・マリア・デ・アジューダ号の航海長であるバスティアン・ゴンサルヴェスにおいては、監督官（河畔造船所の首席監督官のこと）によって、もう一度、積載容量測定を行うことを命じられた積載容量測定官ゴンサーロ・イアーネスは私に、積載容量測定をする許可証を見せました。それは、殿下がそのように考えられたことなので、私は喜んで、前述の監督官と二人の船大工の親方に、この大蔵省の書記を伴わせ、前述の船の積載容量測定をすることを命じました。同船は、固定した二つの甲板を有し、第一の甲板の下は、マストとポンプの積載容量を差し引くと、正しく89トネラーダと1クアルトあり、第二甲板の下は、マストとポンプと船首の木材で埋まった曲線を差し引くと、75トネラーダと1クアルトとなり、小船は、船首楼とキャプスタンの下に置いて在りました。前述の監督官によって、慣習に従い、トネル、ピパ、そしてクアルトの積載容量によって積載容量測定が行われ、商務館（ギネー及びインド商務館のこと）のレジメントに従っているので、いかなる隙間も数えられてはいません。この積載容量測定では（第一回の積載容量測定よりも）11トネラーダと3クアルト少なくなりました。」

この覚書より、測定が2回ある場合のこと、荷積み出来ないスペースの除外（大体はこの理由で、第1回より少なくなった）、どのような役人達が測定をしたか、トネルとトネラーダは同じものであることがわかる。

スペインのような計算による積載容量測定は、1580年の併合後にフェリペ2世の勅令によって、ポルトガルにも始めた導入されたようである。

(4) スペインのトネラーダとポルトガルのトネラーダ

少なくとも1580年にスペインに併合される以前は、ポルトガルとスペインで、寸法単位と樽の大きさが違っていた。すなわち、両国で同じトネラーダという言葉を使っている、その容積が異なっていたのである。

スペインのトネラーダとトンネルの容積について変遷があるが、1496年～1590年の間は、1トネラーダまたは1トンネル=8立方コード（1コード=0.5573m）であることは既に説明した。すなわち、1.385立方メートルであった。

一方、ポルトガルは上記の実例のように、樽そのものの大きさ（容積、ただし樽の内容積ではない）がトネラーダに換算された。ピメンテル・バラータは、ピパの樽の容積は634リットルとした。そして2ピパ分のトネラーダ（=トンネル）の容積は $634 \times 2 = 1,268$ リットル=1,268立方メートルとしている。ピパは、1ルーモ=1.54m、最大直径（パレア；párea）は4パルモ・ダ・ゴア（=2/3ルーモ）=1.026m、内容量は634リットルとする。634リットルというのは、樽の内容積と思われるが、根拠が示されていない。もし、樽が内接する立方体（ただし段積みまでは考慮していない）とすれば、 $1.54 \times 1.026 \times 1.026 = 1.621$ 立方メートルとなり、2ピパ分の1トネラーダは3.242立方メートルという大変に大きな数になる。ピメンテル・バラータの議論に何か誤りがあるのか？

樽の内接立方体での両国のトネラーダの差は1.857立方メートルとなる。同じトネラーダであれば、スペインの船から見ると、ポルトガルの船は134%大きいのである。レオノール・フレイレ・コスタは、「同じトネラーダならば、ポルトガル船は、スペイン船の2倍と言われる」と書いているのはこのことから来るのかもしれない。しかし、このような大変な違いに対して、フレイレ・コスタはそれ以上のコメントをしておらず、数字上の根拠も示していない。筆者としては、今後解明しなければならない点と考えている。

(5) フォルマ^{フォルマ}の設計とプロポーション

ポルトガルでも、経験の規則化の際に、幾何学的な設計が採り入れられた。船腹に円を使った設計（作図）をすることは、最も取り入れやすいものであったが、スペインと同じ考え方ではない。フェルナンド・オリヴェイラ（2006年4月の海事史学会例会で報告）の手稿本「ナウ船の建造」（1580年）の船腹の図を転写する。（図19、図20、図21）

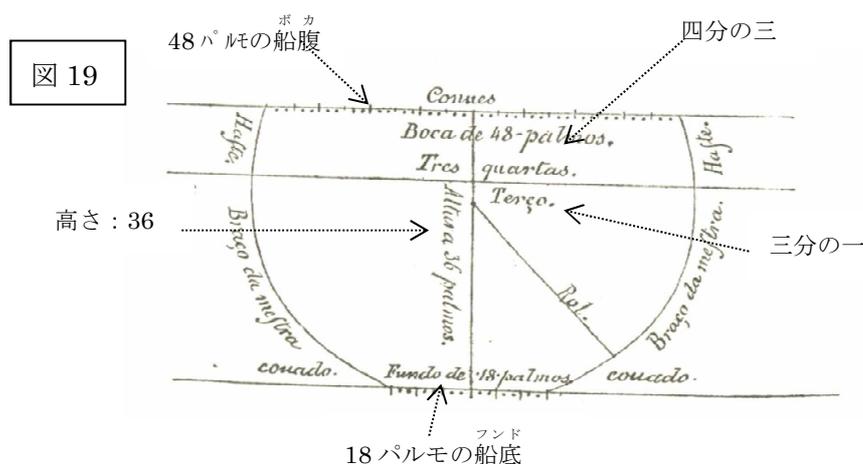


図 23

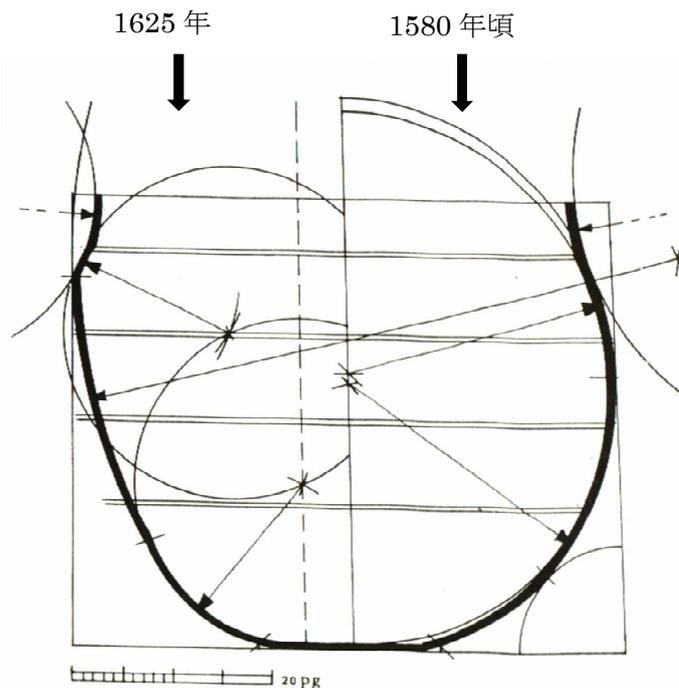


Fig. 4 — Os dois tipos de traçado português (nau de quatro cobertas) (1580-1625)

ピメンテル・バラータによる 1580 年頃 (F.オリヴェイラ) と
1625 年 (マヌエル・フェルナンデス) の主断面の設計方法の比較

プロポーシヨンの規則は、スペインの「アス・ドス・トレス」のように、文献資料の中で、その名称が指摘されているものは無いようであるが、ピメンテル・バラータは別の形での規則性があったと考えている。この点も、筆者の今後の勉強課題である。

以上

-
- 添付 1 . . . 16 世紀スペインの長さ単位とそれらの関係
 - 添付 2 . . . 図面 I : 16 世紀のスペイン船の設計のための主要ディメンシヨン
 - 添付 3 . . . ガルシア・デ・パラシオによる 400 トネラーダの船の原図
 - 添付 4 . . . ガルシア・デ・パラシオによる 150 トネラーダの船の原図
 - 添付 5 . . . 図面 II : ガルシア・デ・パラシオによる 400 トネラーダの船の寸法
 - 添付 6 . . . ガルシア・デ・パラシオの 400 トネラーダと 150 トネラーダの
主要寸法とそのプロポーシヨン

添付 1

16 世紀スペインの長さの単位とそれらの関係

使われた時期	単位	メートル	リヤ	テート*	アハガ ^テ ・ガ ^テ ・カスリヤ	パ ^テ ・ル ^テ	ビエ ^テ ・デ ^テ ・ア ^テ ・コ ^テ ・ス	コード ^テ ・デ ^テ ・リ ^テ ・ベ ^テ ・ラ	通常のコード ^テ	パ ^テ ・ラ ^テ ・カスリヤ
現在	メートル	1	516	57.4	43	4.78	3.589	1.739	1.794	1.196
1852年まで	パ ^テ ・ラ ^テ ・カスリヤ	0.8359	432	48	36	4.	3.	1.454	1.5	1
1590年まで	通常のコード ^テ	0.5573	278	32	24	2.66	2.	0.969	1	
(*)1590~1750年	コード ^テ ・デ ^テ ・リ ^テ ・ベ ^テ ・ラ	0.5747	(**)	33	(***)	2.75	1.939	1		
1852年まで	ビエ ^テ ・デ ^テ ・ア ^テ ・コ ^テ ・ス	0.2786	144	16	12	1.33	1			
"	パ ^テ ・ル ^テ	0.209	108	12	9	1				
"	ア ^テ ・ハ ^テ ・ガ ^テ ・カスリヤ	0.0232	12	1.5	1					
"	コード ^テ	0.0174	9	1						
"	リヤ	0.0019	1							

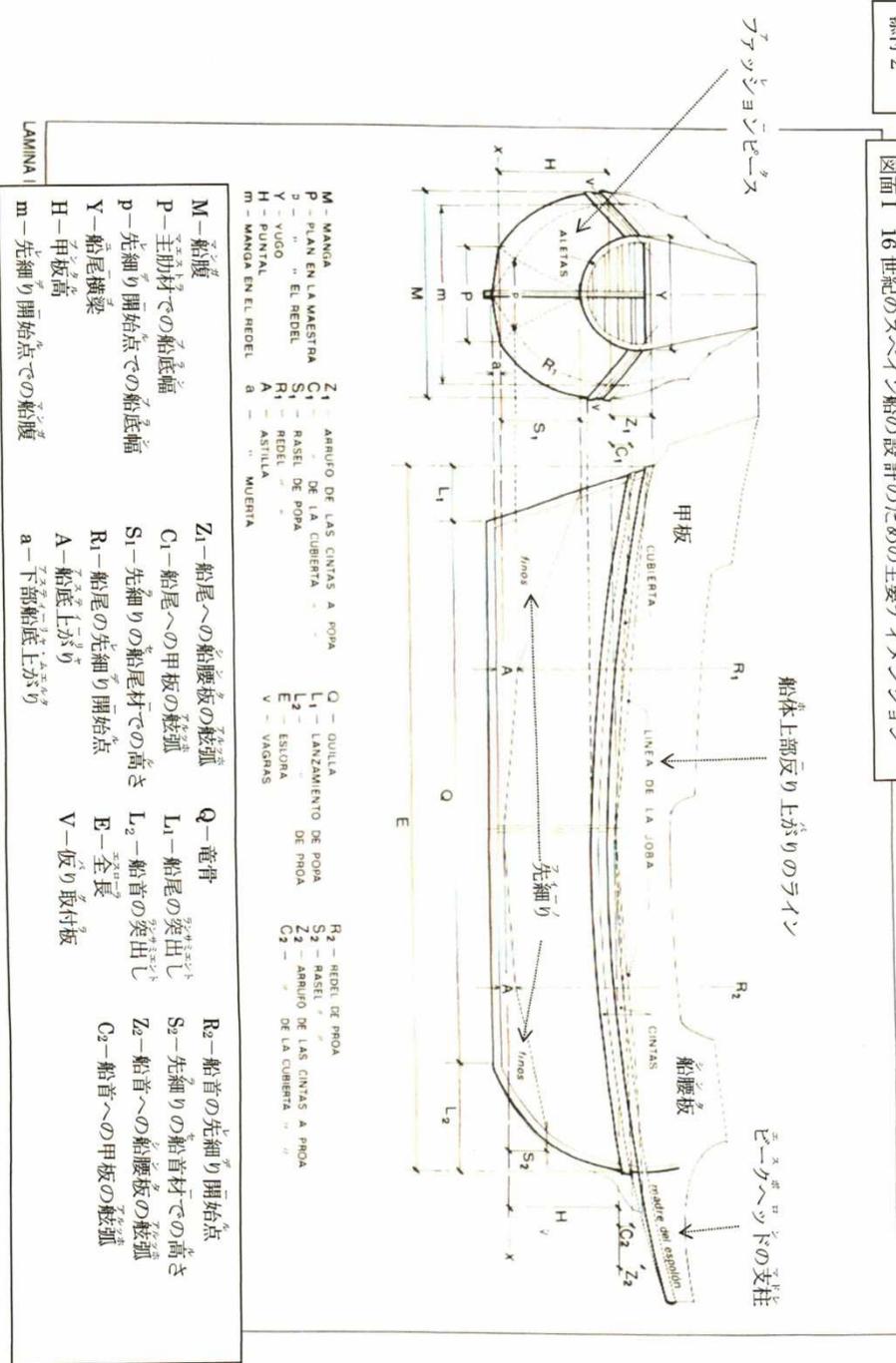
(*)コード・デ・リベ^テ・ラの寸法は、1613年に決められ、1618年の勅令^レで追認された。これらの勅令^レは17世紀末期まで有効であった。コード・デ・リベ^テ・ラの数値は、1750年に、パ^テ・ラ・カス^テ・リヤ^テが基準寸法となるまで使われたに違いない。しかし、18世紀初頭には既に、コード・デ・リベ^テ・ラと通常のコードとは変わりがなかった可能性が高い。

(**)コード・デ・リベ^テ・ラはリネアには分割されなかった。

(***)コード・デ・リベ^テ・ラは、24 フルガードにも分割されたが、これらのフルガードがコード・デ・リベ^テ・ラのように、三十二分の一を増加させる調整が行われたかどうか分かっていない。その差はあまりにも小さいので (約十分の七ミリメートル)、ビエ^テ・デ^テ・ア^テ・コ^テ・スで分割されたのと同じフルガードが使われたのではなからうか。

添付 2

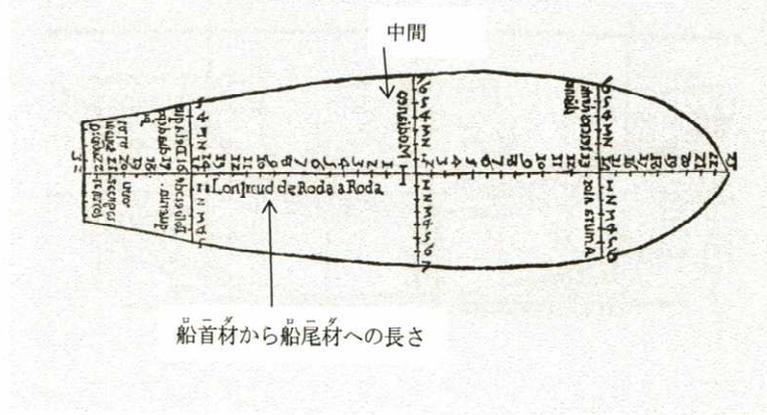
図面 I 16 世紀のスเปน船の設計のための主要なメソジョン



- M - MANGA
 P - PLAN EN LA VUESTRA
 Y - YUGO
 H - PUNTA
 M - MANGA EN EL REDEL
 Z1 - ARRIBO DE LAS CINTAS A POBA
 C1 - DE LA CUBIERTA
 S1 - RASEL DE POBA
 R1 - REDEL
 A - ASTILLA
 Q - OUILLA
 L1 - LANZAMIENTO DE POBA
 E - ESTORA
 V - VAGRAS
 R2 - REDEL DE PROA
 S2 - RASEL
 Z2 - ARRIBO DE LAS CINTAS A PROA
 C2 - DE LA CUBIERTA
 Q1 - 船腰板の鞍弧
 L1 - 船尾への甲板の高さ
 S1 - 船尾の先細り開始点
 R1 - 船底上がり
 A - 下部船底上がり
 Q2 - 船首の先細り開始点
 L2 - 船首の突出し
 S2 - 船首への船腰板の鞍弧
 C2 - 船首への甲板の鞍弧
 Q - 竜骨
 L1 - 船尾の突出し
 L2 - 船首の突出し
 E - 全長
 V - 仮り取付板

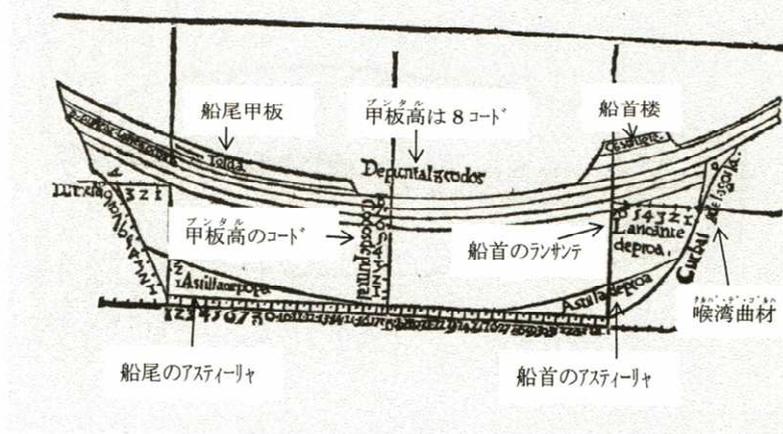
添付 4-1/2

ガルシア・デ・パラシオ「150 トネラーダの船の平面図」



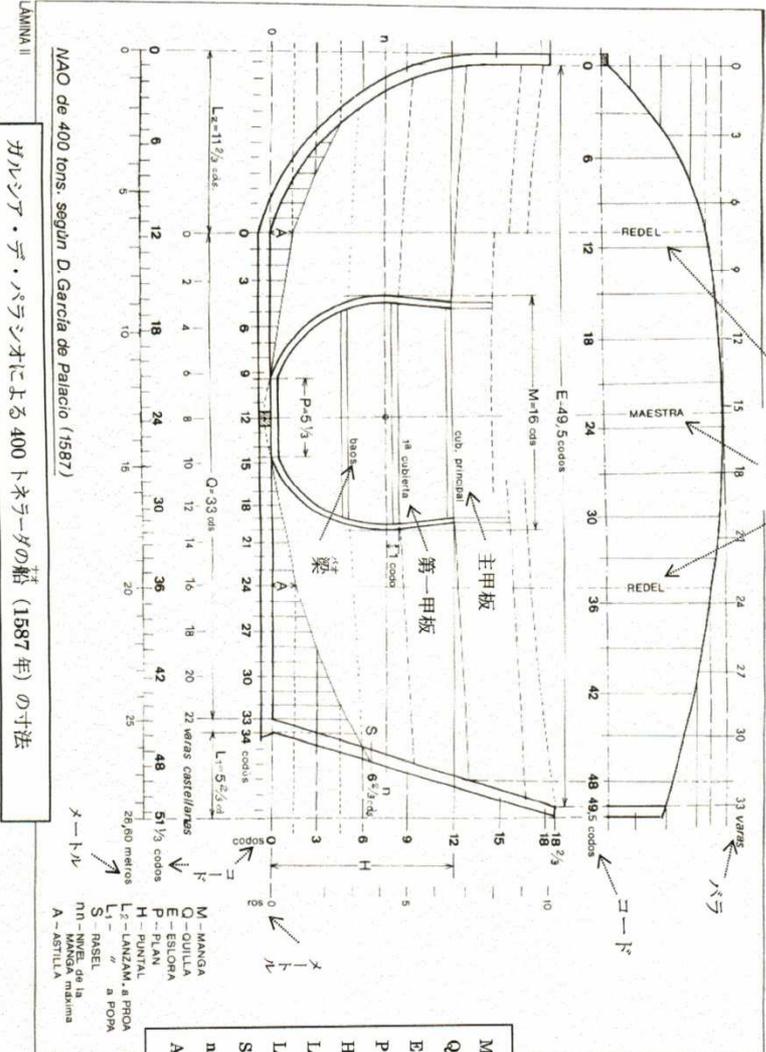
添付 4-2/2

ガルシア・デ・パラシオ「150 トネラーダの船の側面図」



添付 5

図面 II



先細り開始点
主断面

ナルシア・デ・パラスによる 400 トネラダの船 (1587 年) の寸法

LAMINA II

- M-船腹
- Q-竜骨
- E-全長
- P-船底幅
- H-甲板高
- L_e-船首の突出し
- L₁-船尾の突出し
- S-先細りの船尾材での高さ
- mm-最大船腹のレベル
- A-船底上がり

- M-MANGA
- Q-QUILLA
- E-ESLORA
- P-PLAN
- H-PUNTAL
- L_e-LANZAM. a PROA
- L₁-" a POPA
- S-RASEL
- mm-MANGA maxima
- A-ASTILLA

添付 6

表 1 カルシア・デ・パラソアの 400 トネラーダの船の主要寸法とそのプロポーシヨシ

	本文	コード	船腹との比率	図面	調整内容：ラスト・ストロクに近いもの	最終		ラスト・ストロクの規則
						コード	船腹との比率	
船腹	竜骨のほぼ半分 A	16	1	16	本文と図面が一致	16	1	1
竜骨	① コディアヨを含めて(*1)	34	2.13	32	②を採用、①はコディアヨが含まれているので約 2 コードを引く必要あり。	32	2	2
	② A	32	2					
	③ 船尾ストロクの 6 倍	34.5						
全長	①	51 1/3	3.2	48	図面を採用	48	3	3
船底幅	① 船の長さ(*2)(全長)の 1/6 以下	85 6/9	0.53		②を採用 (船の長さは定義の無い言葉)	52 2/3	0.35	1/3 (0.33)
	② 船の長さ(*2)(竜骨)の 1/6 以下	52 2/3	0.35	0.55				
甲板高 (最上甲板)	①	11 1/2	0.72	11.5	①を採用	11 1/2	0.72	3/4 (0.75)
	② 竜骨の 1/3	11 1/3	0.71					
	③ 4.5+3+3+0.5(*3)コード	10 2/3	0.67					
船尾の突出し	① 竜骨の 1/6	5 2/3	0.36	6	本文を採用、図面はスケッチにて精度に欠ける	5 2/3	0.36	1/3 (0.33)
	② 船尾の突出しの 2 倍	11 1/3	0.72	8				
船首の突出し	① 船尾の突出しの 2 倍	11 1/3	0.72	8		11 1/3	0.72	2/3 (0.67)

(*1) コディアヨは竜骨の両端を削って、船首材と船尾材に接合する部分。
 (*2) 長さ (ロングポール; longor) は定義の無い言葉なので、全長と竜骨の二通りがありえると考える。
 (*3) 第一と第二の甲板間(4.5) + 船倉上の梁から第一甲板まで(3) + 船倉(3) + 甲板の板厚(0.5) (コード)