

幕末建造帆船ヘダ号図面の検証

正会員 平山次清*

Inspection of the Drawings of Schooner Heda
Constructed at the End of the Era of Tokugawa-shogunate
by Tsugukiyo Hirayama, Member

Key Words: Drawings, Schooner Heda, era of Tokugawa-shogunate,

1. 緒言

幕末に戸田（現在の沼津市戸田）において、ロシア側将校・大工指導のもと日本の役人・船大工が協力して建造された洋式木造帆船（スクナー型）「ヘダ号(図1)」(注1)は、日本側資料だけでなくロシア側資料の存在もあって、日本船舶海洋工学会（JASNAOE）による「ふね遺産」に、2019年7月に認定された。

ヘダ号の場合は、船そのものは現存していないが、諸種資料等により建造・運用されたことが明白であり、かつ認定基準に照らしてその価値も十分あるため「ヘダ号」が認定されたものである。

但し、その存在を証拠立てる書類が、多くは古文書であるが、全て完璧なものであるかと言うと必ずしもそうではなく、断片的なものであったり、出所が不明確であったり、場合によっては認定後に新たに発見される古文書も出てくる可能性もあるが、そういった状況も含めて「ヘダ」の建造・運用という事象が揺るがないことが確実であれば認定も揺るがないと考えて良い。

もし、古文書自体を認定することになると、古文書の詳細について鑑定を行う必要があり、これは技術屋集団であるJASNAOEだけでは可能でなくなる部分が出てくる。また新たな古文書が発見された場合は認定の追加といった作業も必要となってくる。

そもそも「ふね遺産」認定の目的は「こういった素晴らしいふねや関連する技術的事象があった」事を世の中に周知し、対象物や関連物の保存・活用をはかることであるから、古文書解読の専門家に依頼する部分はあるにしても学会（日本船舶海洋工学会）として主体的に判定すれば良いと考えられる。

以上とも関連して、本稿は既に「認定」されたヘダ号に関連する図面についての議論である。

なおヘダ号と同時期（竣工はヘダ号より早い）に浦賀で建造された洋式木造帆船（横帆で3檣）「鳳凰丸」との比較もおこなっている¹⁴⁾。

(注1)命名はプチャーチンでキリル文字のヘダでありヘダ丸でも無かったのでふね遺産の表記はヘダである。ただし、一般的には外国船名につけられる呼称「・・・号」をつけて「ヘダ号」と記載した。船名であることがはっきりしていれば問題は無いが、人名や土地名と区別する

ためにも一般には「・・・号」とした方がわかり易い。

図1はヘダ号であるが、十字の旗はロシア海軍旗で、左に「ヲロシア国船手組ノ口十字」との記載がある。また前檣の上も含めて7名の人物が描き込まれており、動索・静索も正確に描かれているように見える。右上には「日本出来ノ異船」「二本柱の船ヲヒコナト云」と記載されている。ヒコナとはスクナーの事の様である。

2. 石原図



図1 ヘダ号（戸田造船郷土資料博物館蔵）。人物も描かれている。

ヘダ号建造に当たっては地元戸田の船大工が協力したが、そのうちの一人に石原藤蔵がいて古文書も残っている。次に示すヘダ号と思われる図面が当地の石原家から出てきたものが戸田造船郷土資料博物館に収蔵されているので、ここでは「石原図」と記載したが、裏書や署名が無いので石原藤蔵本人が描いたものか不明であり、ヘダ号そのものか、あるいは君澤型であるのかも不明である。

なお、君澤型とはヘダ号建造に続いて幕府側で建造した同型船（戸田で6隻、江戸で4隻建造）の呼称であり、戸田が君澤郡にあったことから幕府が君澤型と名付けた。

更に君澤型建造時の残木で小型の葎山型を建造したとのことであるが¹⁸⁾、具体的船型について筆者は確認できていない。

君澤型の図面は戸田の太田家から寄贈された原図をもとにしたものが、戸田村時代の戸田村教育委員会が発行した「ヘダ号の建造—幕末における」⁸⁾に掲載されている。但しほぼ同じものが「日本木船図集」⁶⁾の第1図および、日本近世造船史付図¹⁵⁾、の付図集第22図に掲載されている。

但し戸田教育委員会発行の図には正面線図は無い。ま

* 横浜国立大学（名誉教授）

た他の2つには正面線図があるが、両方とも原図をフリーハンドでトレースしたようで滑らかな曲線にはなっておらず、また全く同じ筆跡でもない。

3. 石原図と君澤型

(1) 正面線図

先にも記したように石原図（正面線図、平面甲板図、側面図、帆柱図）には書名や由来の記載は無いが、主要寸法は筆書き記載がある。十分の一との記載があることから、この図はヘダ号建造に先立って作った雛形（模型）のものではないかという指摘もある¹⁸⁾。そうだとすると雛形は全長2.4mくらいの大きなものだったと言える。

戸田造船郷土資料博物館から送っていただいた石原図の原図写真は線が薄く見にくかったので（参考までに末尾に「追加図」としてマスト図の原図写真を掲載した）、手持ちの画像処理ソフトにより線を濃くし、なおかつ背景を透明にして、君澤型図面と重ね合わせる作業を行った。ただし君澤型図面は参考資料に印刷された鮮明なものをういたが、オリジナルは筆者は確認できていない。

図2に石原図と君澤型の正面線図を並べて示した。画像の縦横比は自在に変えられるので縦横比は実際と違う可能性があることを注意されたい。また正面線図の各ラ

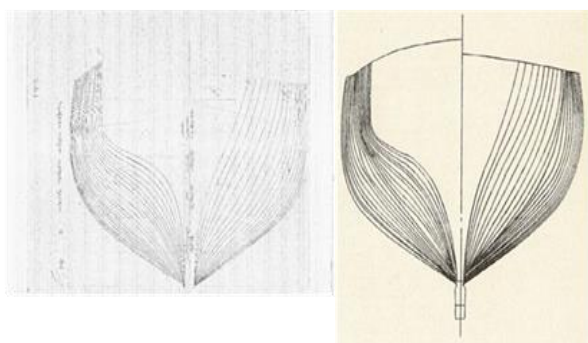


図2 正面線図 左：石原図 右：君澤型

インが船の長手方向に一定間隔で描かれたものかどうか記載が無いが、一定間隔とすればこれからバウ&バットクラインや、水線毎の図面も描けるわけであるが筆者は実施していない。

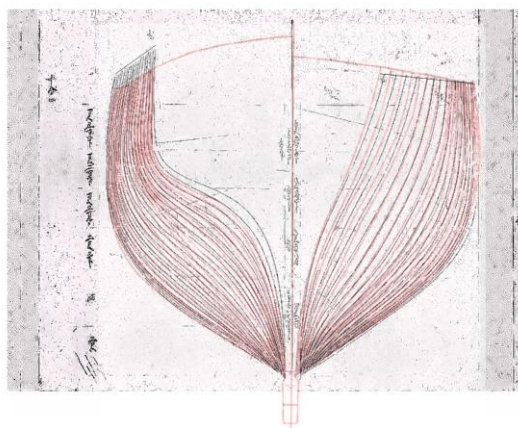


図3 石原図と君澤型図との正面線図を重ね合わせたもの（黒：石原図、赤：君澤型）

両者を比べると概略相似であるが特に船体後半部で違いも見られる。石原図がヘダ号であれば、君澤型ではラインを変更したことになるが、今日のように流体力学的に判断したわけではなく、ヘダ号建造時の経験・問題を踏まえて変更したのではないかと推定される。

この違いを見るために、図2の左右2図を重ねたものを図3に示す。

先にも述べたように、等間隔、また同じ前後位置でのラインかどうか不明な点もあるので、一本一本のラインの比較はできないが、全体形状の比較からは以下の点が指摘できる。

①後部のブルワークトップが石原図の方が高く、全部は低い。これは船尾トリム大とする方向で、ヘダ号では「完成後船尾に重量物を載せて船尾トリム化を図ったが十分では無かった」といったロシア側の文書の記載（北澤1994）と一致する（設計時は3フィートであったが実際は2フィート10インチ）。

逆に黒がヘダ号であるとするならば、赤の君澤型ではトリムはあまり大きくつけなかったということになる

②船体前半部の外板形状は両者の違いは大きく無いように見えるが、君澤型（赤）の方がすぼまっている、即ちよりシャープになっている。これは図6の平面図でも確認できる。

後半部については赤の君澤型では凹みを減らし直線的な外板形状にしているように見えるが、水線図を描けばその違いがもっとはつきり出ると思われる。これが事実とすればこの変更は外板の曲げ加工など工作のし易さを考えた変更ではないかと推定される。

なお石原図（正面線図）に記載された文字は、最左位置に「十分一」、側左側面に各横線（水線を赤線で）毎の間隔を示す値としてそれぞれ「一尺五寸四（？）分 三尺五寸九分、一尺五寸九分、二尺三分、〃（同上？）」、二尺」（これらは実船の寸法である）との記載があるほか中心線両側にも寸法の記載がある。但し喫水線の明確な表示は無い。また曲線はバッテンか雲形定期的なものをあてがったようで、描いたあとにずれ、墨がすれた跡もみられる。また水線の赤線のほかダイアゴナルライン的な斜めの線も赤で記載されている。

(2) 側面図

側面図と言ってもラインズのパウ&バットクラインではなく竜骨・フレーム配置を示す側面図であり図4に示す。上段（黒）が石原図、中段（赤）が君澤型であるが、いずれも喫水線の表示は無い。

図4でも両者の形状は概ね一致しているが、君澤型ではフレーム構造がわかる図となっている点が大きく異なる。また図3の正面線図で述べたようにデッキラインが石原図（黒）では船尾が上がり、船首が下がっており、船尾トリム状態、つまり船首が上がった状態で中央付近が水平になるようにデザインされていることがわかる。

また船首材の形も君澤型の方が直線的であり組み合わせで作るにせよ木材からの削り出しを容易にする意図が見受けられる。

君澤型では図面中に記載は無いが、石原図では、船尾上に横書きで、「上ノ総長ワ八丈壱尺二寸」、縦書きで「高さ壱丈五尺五寸」、船尾底に沿って横書きで「□□□六丈式尺五寸」、船体中央部には「高さ壱丈三尺三

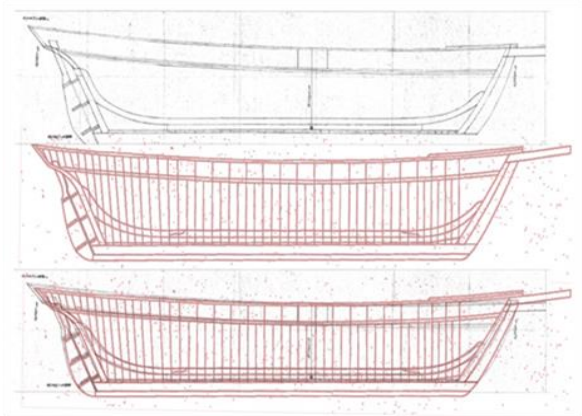


図4 石原図と君澤図との側面図比較（上：石原図（黒）、中：君澤図（赤）、下：重ねあわせたもの）

寸」との記載のほか、現在も使用される船体中央部記号、図5が記載されている。船首部の記載は「高サ壹丈三尺八寸」であるが矢印記載が無いので船首材トップまでかデッキ上面高さなのかははっきりしない。



図5 石原図に記載された船体中央部記号

船体中央部記号は出版掲載の君澤型図には記載がないが（原図は確認していない）、仮に原図に記号があったとしても君澤型であることははっきりしている。一方石原図がヘダかどうかであるが、記載の記号は明らかに18世紀後半には使用されており、欧米起源であるから¹⁹⁾、石原図はロシア側指導で作成されたものであり、君澤型とは違いがある

以上ヘダ号以外には考えられない。図5からも明らかのように、この記号も筆で書かれたものであり、恐らく感謝を込めて記入したのではなからうか。あるいはロシア側の誰かが記念に記入したのかもしれない。勿論これだけで100%そうであるとは言えないが、石原図はヘダ号の図面と言えよう。

（注2）後述するようにヘダ号建造の3年前1841年には現在まで続くヨットレース「アメリカ杯」の原点となったイギリスでのヨットレースが開催されており、その時優勝したアメリカ艇「AMERICA」は2檣（マスト）の快速スクーナであった。このことは恐らくロシア海軍にも伝わっていたはずで、ヘダ号建造にロシア側としてはこの点を考慮した快速艇の建造を目指したものと思われる。

（3）平面図

平面図を図6に示す。前図と同様、上段（黒）が石原図、中段（赤）が君澤型、下段が両者を重ねたものである。

船型については、下段の重ねた図から明らかなように石原図は君澤型よりも前部が少しシャープで、後部も細

目となっているという違いが見られる。またビーム（約23本）の間隔従ってマストの位置なども両者では結構異なっている。一方君澤型では図面中の記載は無いが石原図ではビーム間隔寸法が記載されている。概ね三尺から四尺くらいである。またビーム幅（外板までの内寸と思われる）も記載されていて最大値は壹丈九尺七寸となっている（半幅と考えられる）。マスト穴は前後とも尺八寸である。また船尾横には「上ノ口長サ八丈壹尺貳寸（24.6m）」との記載がある。

なお、ヘダ号は、ディアナ号遭難時に持ちだされたロシアの海軍機関紙ズボルニク・モルスコイ誌¹¹⁾（1848年創刊）に掲載されたオーブイトと名付けられたスクー

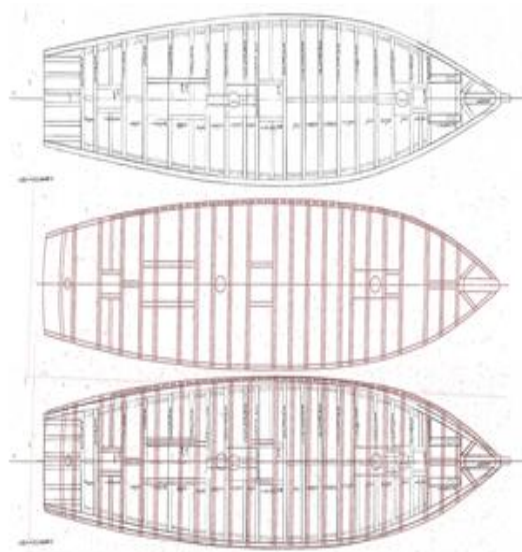


図6 石原図と君澤図との平面図比較（上：石原図、中：君澤図、下：重ねあわせたもの）

ナー図を参考にしたとのことであるがオーブイトは船首だけでなく船尾もカットアップではなくシャープに閉じた形状であり、容積・重量などの推定に使っただけかもしれない。但しオーブイトの図面にはマストの前後位置が明記されているので次節に述べる比較では引用している。

（4）マストの前後位置

平面図の比較結果から、マストの前後位置の違いも明らかになった。マストの最適な前後位置は横帆船と縦帆船では異なると思われる。ここではヘダ号ということで、2本マストの縦帆船スクーナーについて調べて見たが殆ど関連の記述が見つからなかった。勿論、18世紀後半には船体抵抗の流体力学的検討も始まっていたが定説はなく、ましてや帆の空気流体力学的特性を考える素地は無かったと思われるから、経験則で決めていたと思われるが筆者が調べた範囲ではみつからなかった。

また、現在の流体力学的観点から検討する場合でも、2本マストに限定しても帆の形も三角形から台形の変形したものまで色々あるから風圧中心を考慮して、また操縦性を考慮して最適なマスト前後位置を見出すのは簡単ではないと思われる。ただ、概略としては、縦帆を翼と考えれば前縁から25%あたりに揚力の中心が来る事は推

定可能である。また船体を翼で近似すれば矢張り船首から25%あたりが横力の中心となるから、こういった値が当て舵の大小、ひいては前進抵抗の大小にもかかわってくると言える。

ここでは便法としていくつかの実在する2本マストのスクナーについてマストの全長における位置を%で表示し比較して見たところ、明らかに傾向の違いが見られたので紹介する。

図7に比較表を示す。9隻の船の結果である。建造年は竣工年がはっきりしない場合もあるが概略1849年頃から1927年に亘る。①オープイト(図8)はヘダ号建造で参照されたと言われるロシア船で、既述したようにロシア海軍機関紙に図面が掲載されていた。

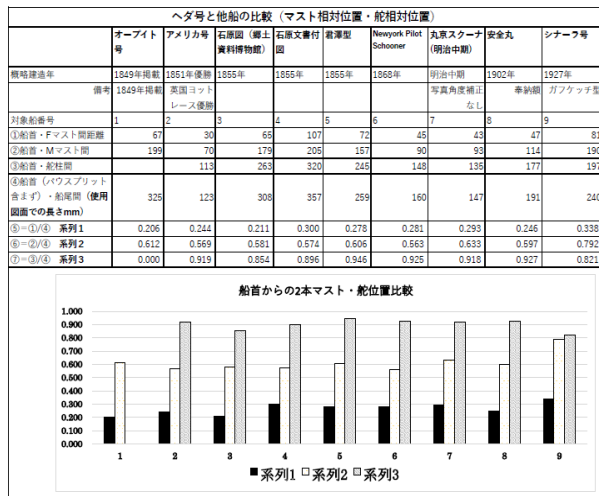


図7 2本マストスクナーのマストおよび舵の船首からの位置を%で示す

ここではNHK放映の「ヘダ号の奇跡(2019)」¹⁵⁾より図9に冊子を、図10に表紙右上部分拡大を示す。図10には発行年1849という数字が見える。

ヘダ号の船尾デッキ平面形は角型であるがオープイトは船首と同様形状でダブルヘッダー形状である。舵位置が不明なので系列3の値はゼロにしている。②はアメリカスカップの発端となったアメリカ号である。現在まで続いているスポーツ杯では最古であり、ヘダ号建造前に国際ヨットレースが開催されていたことは驚きである。③は今回取り上げた石原図、④は石原藤蔵の署名がある「スクネル船」なる文書の付属図面で、ここでは石原文書付図と呼ぶ。⑤は君澤型である。⑥は1868年(明治元年)建造のアメリカ船(David R MacGregor(1997, P166))、⑦は明治中期のスクナー(船型がわかり易いように若干画像処理した)⑧は安全丸で奉納額(川嶋平次郎(1902年))である⑨は現存するシナーラ号であるがスクナーではなくガフケッチ型(2本マストで、後のマストは小さい)と呼ばれる。図8~図18まで船首からのマスト位置を測った各船の形状を示す。

図7から以下の点が言える。

- (1) 前部マスト位置(系列1:黒棒)で見ると①~③(平均値0.220)と④から⑧まで(平均値0.280)は

明らかに差が見られる。⑨はタイプが異なるので更に差がある。

- (2) 主マスト位置(系列2:白棒)については⑨を除いて明らかな傾向の違いはなく、最大で7%のばらつきであるがこれは(1)のばらつきと同程度である。

(1)で述べた差の理由は明らかではないが、幕府で建造した君澤型では、ヘダ号の建造経験から内部構造配置上あるいは建造上の問題で前部マストを少し後ろにずらしたことが考えられる。なおこの違いからは、十分の一と記された石原図はオープイトの流れを汲んでおり、石原文書付図の方は君澤型と同列であり、前節の結論、即ち石原図はヘダ号であること、また石原文書付図は君澤型のものであり、従って「スクネル船」と書かれた石原文書自体も君澤型を記述したもので言えるのではなかろうか。勿論ヘダ号を建造した経験を踏まえての話と思われるが。

本文末に①から⑨までの図を掲載する。但し③、⑤は既に紹介済みであるから除く。

4. 結言

石原図がヘダ号であるかどうか確認するため、主として相似の観点から船型の検討を行った。

長さや幅のデータもあるが、長さといっても水線長なのか、デッキ長さなのか、全長といってもバウスプリットまで含むのか否か定義がはっきりしない場合が多いと言う点、また当時の船大工は同形船であれば比例で絶対値を割り出して建造した場合も多いので相似と言う観点からの比較も有効であろうと考えたためである。

当初は図面の重ね比較図(図3,4,6)およびマスト位置に着目して図7に相当するものを準備したが決定打に欠ける思いがしていた。

確かに石原図は君澤型とは異なるのでヘダ号の可能性が高いがヘダ号とは別の船である可能性も否定できない。しかしながら改めて図面を拡大して文字を確認する過程で「船体中央部記号」も大きな決め手になるという判断に至った。造船設計の経験がある筆者としては「この記号の記載自体は日本では初めてのものである」と当初から認識していた。しかしながら石原図はヘダ号とばかり思っていたので、決め手になるという感覚は無かった。

但し、改めて石原図がヘダ号か?という観点から図を見ると船名・署名が無く、寸法が墨で記載されているだけなので欧米文化の色合いは全く無い中で、1カ所だけ、小さいが欧米起源の「船体中央部記号」の記載があることは石原図の中でも異色を放っていることを改めて感じた。

これは和製石原図がロシア側指導による結果であることを如実に示すものであり、石原図がヘダ号に違いないということが推測されたのである。

なお本稿は海事技術史研究会会誌第20号(2019年11月発行)の「石原図面は幕末建造スクナー「ヘダ号」か?」を圧縮改訂したものである

謝辞

本稿を纏める上で戸田造船郷土資料博物館(沼津市)の館長山口一博氏・筒井久美子氏、ヘダ号再建プロジェクトの伊藤稔先生はじめ関係者、戸田の水口淳・佐藤寿

美氏ほかからは貴重な資料・情報の提供をいただいた。またNHK放映の「ヘダ号の奇跡」作製に協力する過程で、伊世憲造氏ほかからも貴重なお話しなどを伺った。更に日本船舶海洋工学会「ふね遺産認定実行委員会」委員長の小嶋氏にも図面調査などでお世話になった。ここに記して改めて謝意を表したい。なお船体中央部記号の起源を調べてみたが、吉岡論文(1980年)¹⁹⁾に調査結果が報告されていることがわかり故吉岡教授の卓見さを改めて認識した。

参考・引用文献・注釈(概略年代順)

- 1) オープイト号図面：モルスコイ・ズボルニク第2巻第2号(1849年2月)。
(北澤1994)によれば船と円材の全主要寸法も掲載されていた。
- 2) 石原図：ここでは戸田造船郷土博物館所蔵の「正面線図」「デッキプラン」「側面図」「帆柱図」を指す。前3者は本文中で、画像処理したものを示した。「帆柱図」は末尾に「追加図」として掲載した(画像処理なし)。
作者の署名は無いが墨を使用し、筆文字で寸法などの記載があるほかは、文章はない。
- 3) 石原文書付図：「スクネル船」大工(石原)藤蔵の署名がある文書で2冊にわかれている。表紙に安政2年(1855年)卯正月との記載(ヘダ号建造中)。文章途中に部品などのポンチ絵的なものはあるが図面はデッキプランを示す今回本文に掲げた図13以外に部分図が3枚ある。
- 4) 川嶋平次郎他：スクナー安全丸図面奉納額、明治35年(1902年)、横浜マリタイムミュージアム企画展「日本海運の近代化」(2005年10月)冊子より
- 5) 造船協会編：日本近世造船史・本編・付図、明治44年1月(1911年)、弘道館(原書房復刻)
本編には鳳凰丸の絵が掲載されているがヘダ号の記載はない。付図には君沢型の正面線図を含む図面の掲載がある。
- 6) 橋本徳壽編：日本木船図集、海文堂、昭和31年(1956年)
注) 第一図に「君沢形」が正面線図を含めて記載がある。ヘダ号の記載はない。
- 7) 高野明：プチャーチン来航と戸田の造船、海事史研究、6号、(1966年)、ヘダ建造に当たって参考とされたスクナー・オープイトの中央断面図と平面図あり。
- 8) 戸田村文化財専門委員会編集：ヘダ号の建造—幕末における—、戸田村教育委員会、(1979)
- 9) 戸田村立造船郷土資料博物館案内冊子：プチャーチン来航「戸田村における露艦建造」戸田村教育委員会(13頁)、注) 日露双方の建造関与者氏名のほか建造方法の記載や、君沢型の側面・平面図あり(正面線図はない)
- 10) 北澤法隆：日本におけるスクナー「ヘダ」建造のロシア側関係資料、海事史研究 第51号、(1994-6月)
- 11) 北澤法隆：ロシア海軍雑誌「モルスコイ・ズボルニク」のスクナー「ヘダ」建造記事、海事史研究 第54号、(1997-9月)
- 12) David R MacGregor : The Schooner—Its Design and

Development from 1600 to Present, Naval Institute Prss(初版はロンドンで1997年発行)。

- 13) 平山次清：幕末・明治のふね遺産候補—洋式帆船鳳凰丸と旧浦賀ドック—、日本船舶海洋工学会春季講演会、講演論文集 第24号、論文番号 2017S-OS3-3、(2017)
- 14) 平山次清：幕末に建造された洋式帆船「鳳凰丸」と「ヘダ」の比較—ふね遺産(非現存船)の候補として—海事技術史研究会誌第19号、pp37-49(2018年11月)
- 15) NHK：ヘダ号の奇跡、(2019年3月19日(火))、BS1にて21:00~21:49放映、再放送もあった。英語版もある)
- 16) 平山次清：ヘダ号のふね遺産認定に向けて、於沼津商工会議所(2019年2月17日講演)
- 17) 平山次清：幕末建造洋式帆船「ヘダ」—我が国初の滑り進水—、日本船舶海洋工学会春季講演論文(2019年6月4日講演)
- 18) 伊藤 稔：日本近代造船の礎 洋式帆船ヘダ号の設計図を復元する(1)(2)、舟艇技報(舟艇協会発行)No.138, 139(2019年6月、9月)
- 19) 吉岡 勲：線図の発生と展開、大分工業大学紀要第8巻第1号(1980年1月)
注) ○と×を組み合わせた船体中央部記号は18世紀前半には米国で英国・仏国でも後半には使われていたようである。



図8 ①オープイト号



図9 ロシア海軍機関紙モルスコイ・ズボルニク（NHK放映画面より）

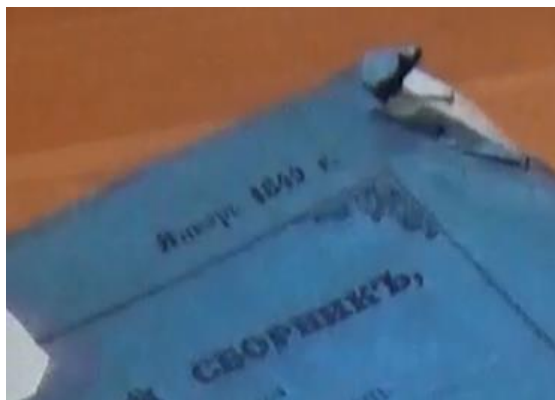


図10 機関誌表紙の右上部分拡大。1849 との数字が読める

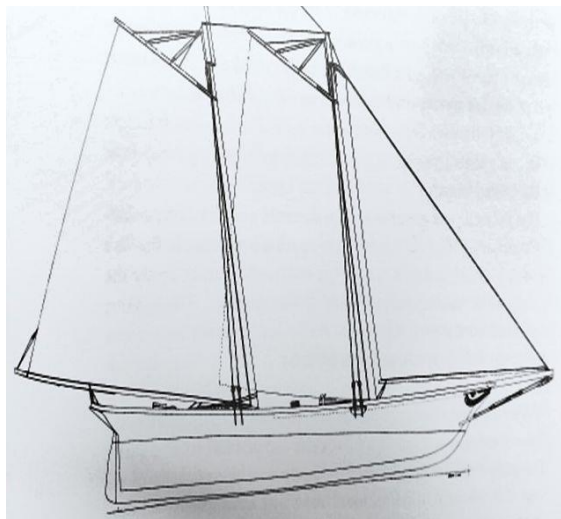


図11 ②1851年に建造された AMERICA 号

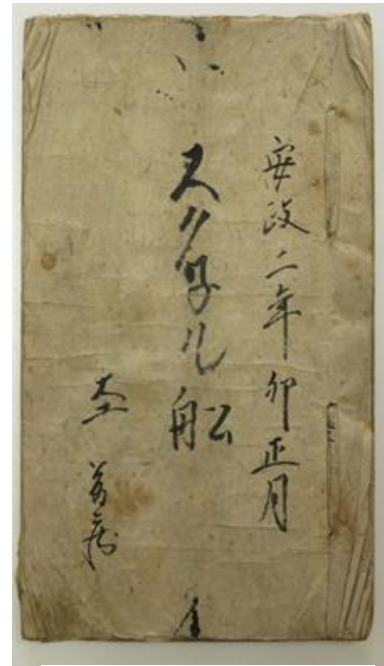


図12 石原藤蔵文書の表紙

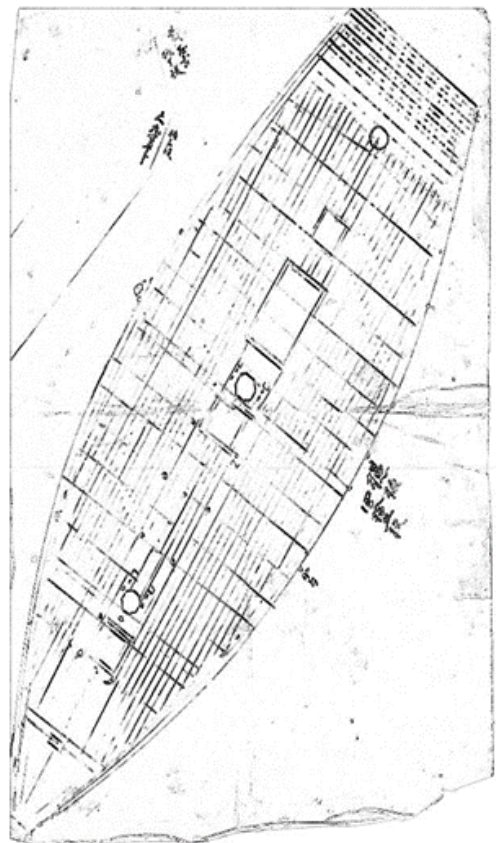


図13 ④石原文書付図。本図より測ると $L/B \approx 2.89$ となる。右の太字は「揚板四拾五枚」と読める。

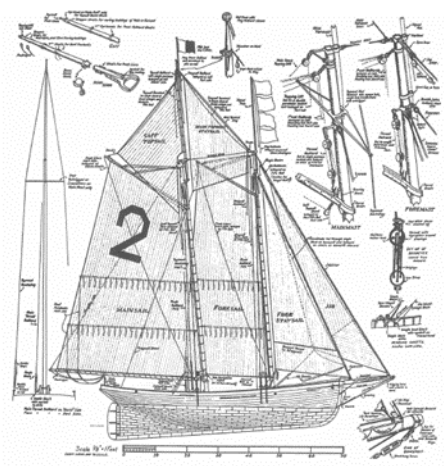


図 14 ⑥Newyork Pilot Schooner

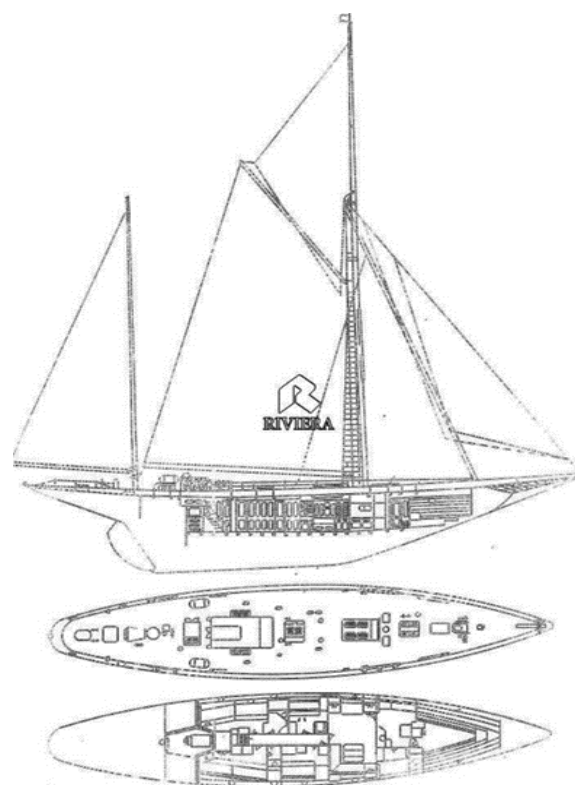
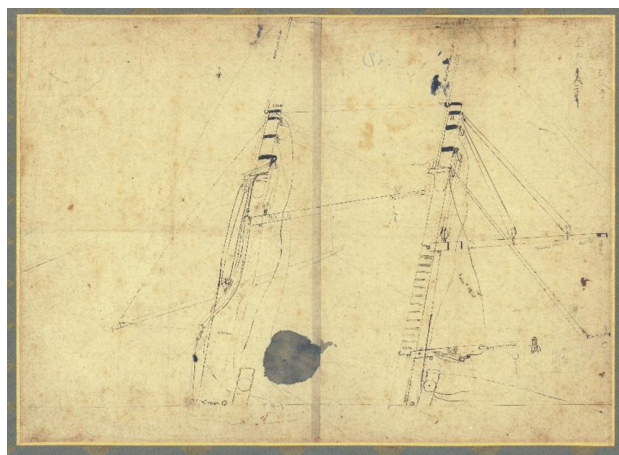


図 17 ⑨シナーラ号



図 15 ⑦沼津市狩野川河口に停泊するスクナー船。明治時代中期頃か？沼津市屈指の海運業者であった「丸京」所有。大きさ、形ともヘダ号のイメージに近い（戸田地区センターおける展示パネルより。2019年7月20日）



追加図 石原図のうち本文に掲載しなかった帆柱図を示す（画像処理なし）。傾斜したマストにブロックなども描かれロープの取り合い状況が示されているほかブームの寸法記載もある。

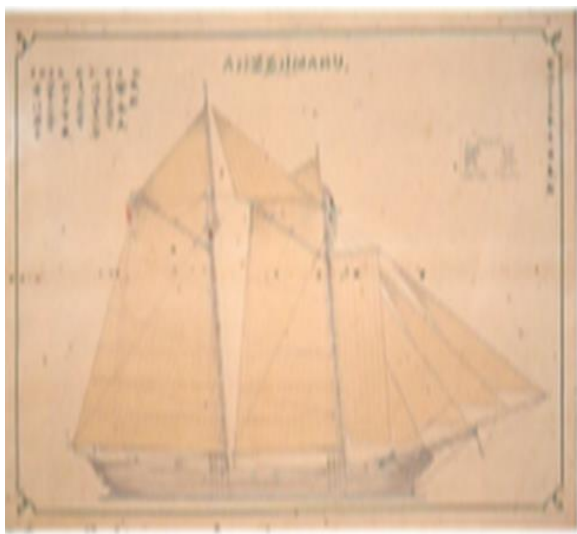


図 16 ⑧スクナー安全丸図面奉納額 1902 年（明治 35 年） 川嶋平次郎他