

欧米における船の考古学的発掘、保存、レプリカの建造

日本海事史学会例会 2023 年 4 月 22 日

山田義裕

目次

<u>1. はじめに</u>	
<u>2. 特徴的な沈船の発掘と現状</u>	
1) 紀元 1 世紀のローマ皇帝カリギュラの湖上船	2
2) バイキング船	
(1) ゴクスタッ船	4
(2) オーセベリ船	6
(3) スカルデレフ船	7
(4) バイキング船とコグ船	10
3) 1380 年のブレーメン・コグ船	12
4) 1545 年に沈んだ英国軍艦メアリー・ローズ号	14
5) 1628 年のスウェーデン軍艦ヴァーサ号	19
6) 1686 年のフランス軍艦ラ・ベル号	24
<u>3. サン・ファン号の発掘とレプリカの建造</u>	
1) 1565 年のバスクのサン・ファン号の発掘と埋め戻し	27
2) サン・ファン号から得られた特徴的な構造	30
(1) 肋骨構造	
(2) 船底の水密構造「アルバオーラ」	
3) サン・ファン号のレプリカの建造	36
Bibliography	41

1. はじめに

筆者は、16～17 世紀のスペインとポルトガルの船に関するリサーチを長年しているが、当初はもっぱら文献を利用していた。しかし、次第に水中考古学の成果が上がり始め、文献とマッチさせて、当時の船の構造の実態を格段と詳細に知ることが出来るようになった。

その典型的な例は、スペインの大航海時代の船の研究の大家であったホセ・ルイス・ルビオ・セラーノの 1991 年に出版された「インディアス船隊のナオ船とガレオン船 ー1492 年～1690 年」という本を翻訳した時に生じたことである。彼は 16 世紀と 17 世紀のスペインの著作と造船に関する法令を用いて、自ら素晴らしい作図を行った。この翻訳を行っていた 2007 年に、レッド・ベイで沈没したバスクの捕鯨船サン・ファン号の調査が終わり、ロバート・グレニエールによって、5 巻よりなる報告書「レッド湾の水中考古学」がカナダの公園局から出版された。筆者としてはこの報告書は、現在まで出版された発掘船に関する考古学報告書として群を抜いて素晴らしいものと考えている。その報告を基に現在、スペインのサン・セバスチャン(ドノスティア)においてサン・ファン号のレプリカが建造されている。筆者はその建造が始まった当初の 2014 年から 2018 年の 11 月まで 3 回造船工房の現場を訪れ、進捗をチェックしていたが、コロナ禍によって現在、工房は閉鎖されている。今回は、最初に欧米における船の考古学上の主な発掘を概観し、その保全と展示、そしてレプリカの建造について報告をしたい。それは、保全と展示が密接な関係を有していると同時に、造られたレプリカのレベルが様々であるからである。それらを踏まえて、最後にサン・ファン号について得られた主な構造上の報告と考察を行う。

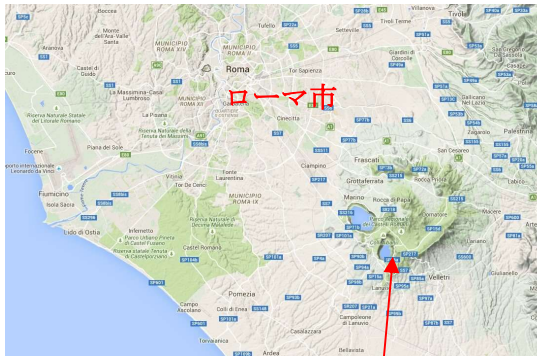
2. 特徴的な沈船の発掘の歴史と現状

船の発掘は、陸上で墳墓に埋葬されたもの等を発掘した例も一部あるが、当然のことながら、水中の沈船が多く、そのための潜水、計測、記録の技術の発達が必要であった。水中考古学は 1960 年代からのアメリカのジョージ・バスの貢献が大きい。そして、文化遺産に対する意識の向上によっても進化している。

1) ローマの皇帝カリギュラの湖上船

ローマから 25km 離れたローマ皇帝の別荘があったネミ湖で 1895 年に紀元 1 世紀の船 2 隻が発見された。この船は湖上での式典や劇場として使われ、皇帝カリギュラが女神ディアナに捧げるために沈めたとされているが、彼の前帝ティベリウスという説もある。漁師が遺物を引き上げて売っていたことに気付いた或るローマの枢機卿が 1446 年に水面下 18m のこの船の居場所を確かめた。1535 年に、当時のトレジャー・ハンターとも言えるフランチェスコ・デ・マルキという男が潜水鐘ダイビング・ベルでもって遺物を引き上げて販売したが、その後関心は途絶えた。1827 年に浮き作業台を使い、ケーブルを掛けて沈船を引き上げる試みが為されたが失敗に終わった。1895 年にエリセオ・ボルギが政府の支援を受けて現場の系統的な研究を開始し、いくつかの遺物を引き上げたが、青銅品を除き、船の材木類は捨ててしまった。

イタリア海軍の技術者によって、湖から高低差を利用して取水する古代ローマの地下水道溝を利用して湖の水を一部排水する方法が提唱され、ムッソリーニによって 1927 年に排水が命じられた。この命を受けたグイド・ウッセリが水道溝を修理して 1928 年に排水を開始し、1931 年までに 4000 万トンの水を排水して、湖面を 20m 低下させることに成功すると、2 隻の船が姿を現した。1 隻目は長さ 70m、幅 20m、2 隻目は長さ 73m、幅 24m であった。

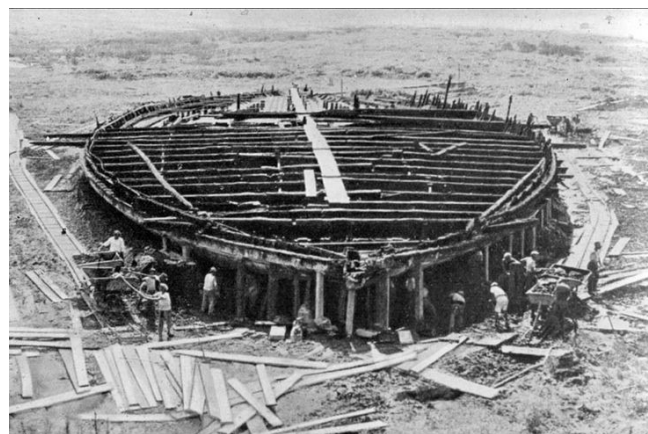


ネミ湖



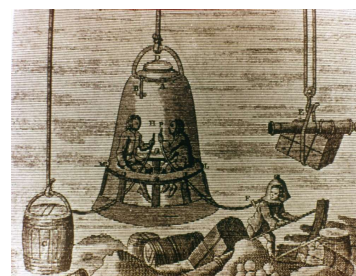
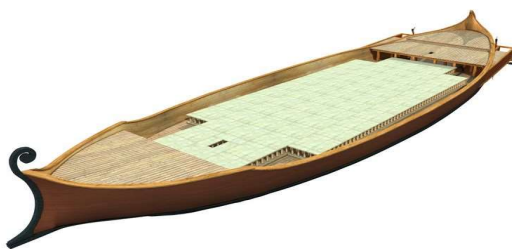
ネミ湖からの水道溝

ローマ時代の水道溝

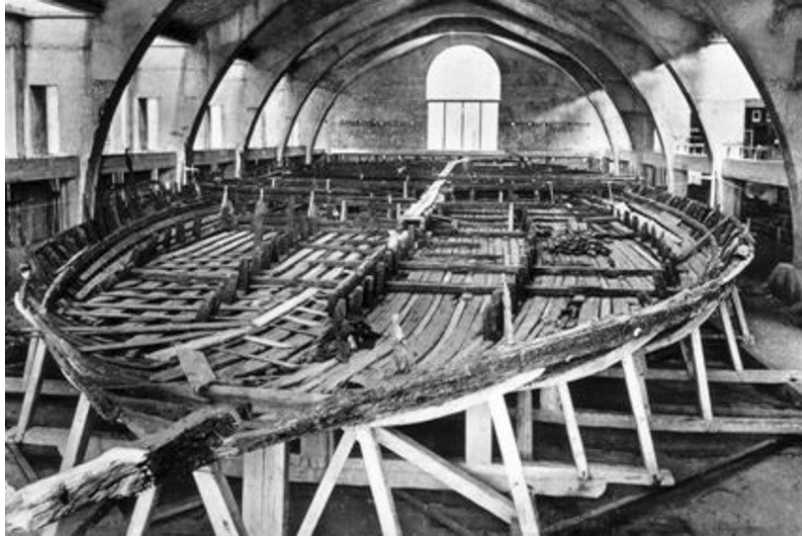


発掘 2 隻目の全長 73m の船

3DCG による再現想像図



ハーレーの 1690 年の潜水鐘



第二次大戦で焼失した船と博物館

もう 1 隻、長さ 10m の船も見つかった。1936 年に 2 隻の発掘された船を展示するためにローマ船博物館が建設され、船はここに収納された。しかし第二次大戦の末期 1944 年 5 月に、戦火によって 2 隻の船は焼失してしまった。戦後 1953 年に博物館は再建され、残った遺物が陳列されている。

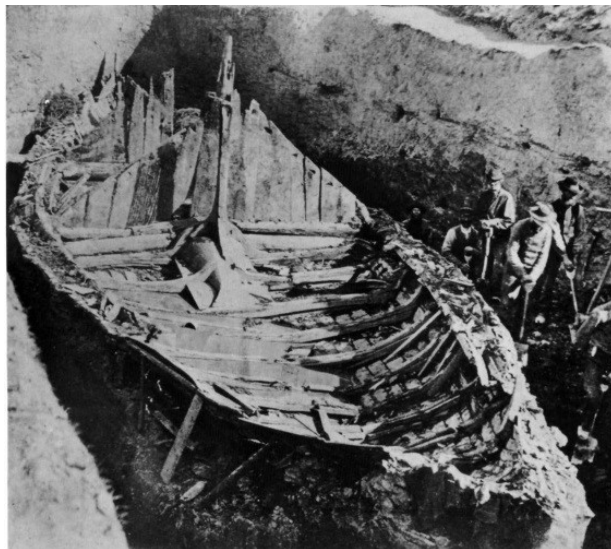
2) ノルウェーで発掘されたバイキングの船 (2005 年に筆者訪問)

19 世紀末から 20 世紀初頭にかけてノルウェーで 2 隻のバイキング船が陸上で極めて良好な状態で発見され、発掘が行われた。

(1) ゴクスタッ船

ノルウェーの首都オスロから直線で約 90km 南のサンネ・フィヨルドの農地で 1880 年に考古学者ニコライ・ニコライセンによってバイキングの船が発掘された。副葬品は盗掘されていたが船葬墓とみられている。全長 24m、幅 5m。発掘物はオスロ大学に運ばれ、仮設倉庫に置かれた。1926 年にオスロにバイキング船博物館が造られ、まず後述するオーセベリ船が展示され、1932 年に増設された展示室にゴクスタッ船が展示された。年輪年代学 (デンドロクロノロジー) による分析では 9 世紀末の木材が使われているとされる。1893 年にレプリカが建造され、シカゴ万博に出展された。

発掘中のゴクスタッ船



発掘後オスロ大学へ運搬中のゴクスタッ船



オスロのバイキング船博物館での展示



1893年のシカゴ万博に出展のレプリカ



現在シカゴ近郊のジェネヴァに保存のレプリカ



(2) オーセベリ船

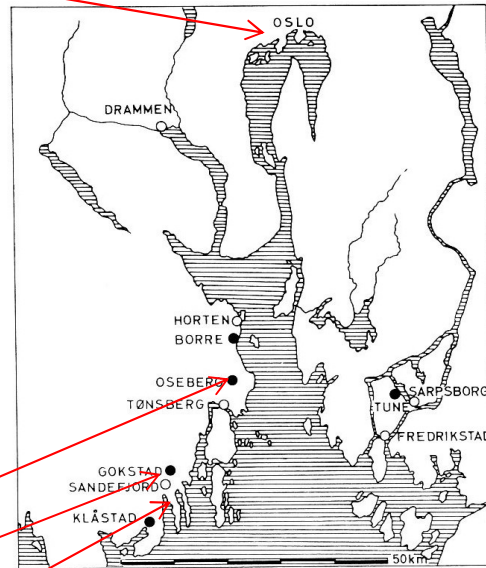
オスロから直線で約 70km 南のテンスベルのオーセベリ農場で、1904 年にノルウェーの考古学者ホーコン・シェテリークとスウェーデンの考古学者ガブリエル・グスタフソンによってバイキングの船が発掘された。年輪年代学による分析で 830 年代に埋葬された船葬墓であることが分かった。貴重品の副葬品は盗掘されていたが 2 人の女性と櫓など多くの重要な副葬品が出土した。全長約 22m、幅 65m。オスロのバイキング船博物館にゴクスタッ船と共に収蔵されて展示されている。



発掘・組立後に博物館へ搬送中

オスロ：バイキング船博物館

(2005 年訪問)



オーゼベリ

ゴクスタッ

サンネ・フィヨル

バイキング船博物館のオーセベリ船

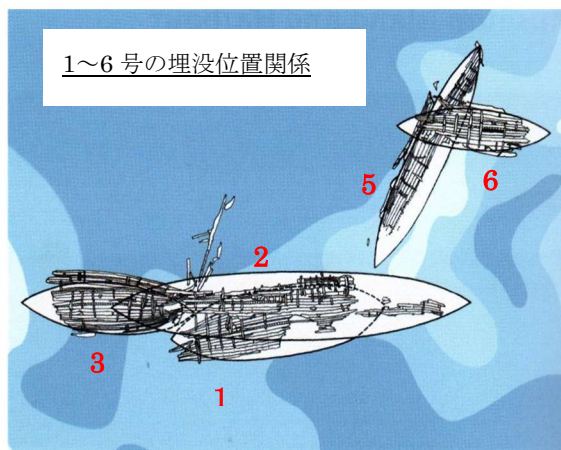
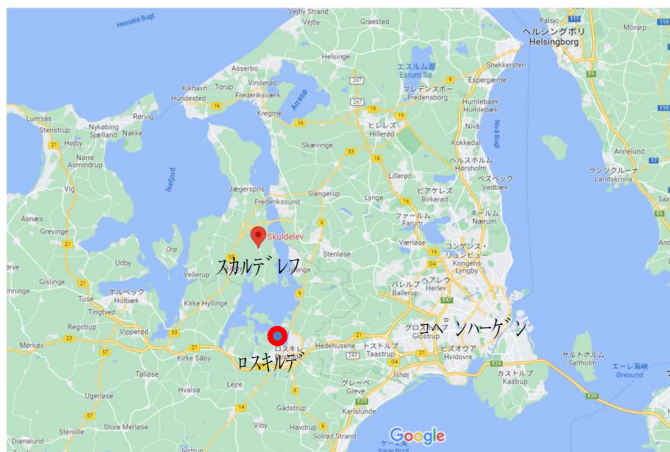


(3) スカルデレフ船

デンマークのコペンハーゲン市から約 50km のロスキルデ・フィヨルドの最奥部に当たるロスキルデ市から北方 20km にあるスカルデレフの浅瀬をデンマークの国立博物館が 1957 年から 1959 年にかけて調査した結果、バイキング船 6 隻の沈船があることがわかった。1962 年に一帯の周囲に鉄パイルを埋めた壁を造り、中の水を排水し、発掘を行った。

年輪年代学によっていずれもが 1030 年から 1040 年の間ものと推定された 6 隻の船は互いの一部が重なるように弧を描いて埋まっていた。その埋没の状態から、何らかの意図をもって沈められた可能性も考えられている。スカルデレフの 1 号から 6 号までの番号が付された。なお 4 号は僅かな断片しか残っていなかった。

1969 年、ロスキルデ市にバイキング船博物館が開館し、ポリエチレングリコール(PEG)の処理が行われた 5 隻の遺物が展示された。



発掘サイト



ロスキルデ・バイキング博物館
(二〇〇五年訪問)

館外の港にスカルデレフ 1 号(全長 16m)、2 号(全長約 30m)、3 号(全長 14m)、5 号(全長 17.3m)、6 号(全長 11.2m)のレプリカ及び各地から集めたボートが展示され、実際の帆走も行われている。



スカルデレフ 1 号



スカルデレフ 1 号のレプリカ Saga Siglar 号



スカルデレフ 3 号



スカルデレフ 3 号のレプリカ Roar Ege 号



向かって左がスカルデレフ 3 号
奥がスカルデレフ 5 号

右がスカルデレフ 1 号
奥がスカルデレフ 2 号と 6 号

(4) バイキング船とコグ船

*バイユーのタペストリー

ウィリアム征服王（ノルマンディー公ギヨーム2世）による1066年のイギリス征服の事績を亜麻の布に刺繍した物の内、残された長さ63.6m、幅50cmが、バイユー・タペストリー美術館に保存されている。



造船の部分



英仏海峡を渡海



バイキング風の宴会



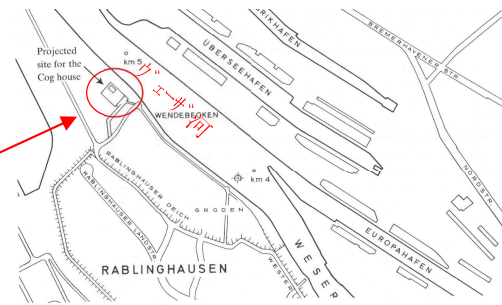
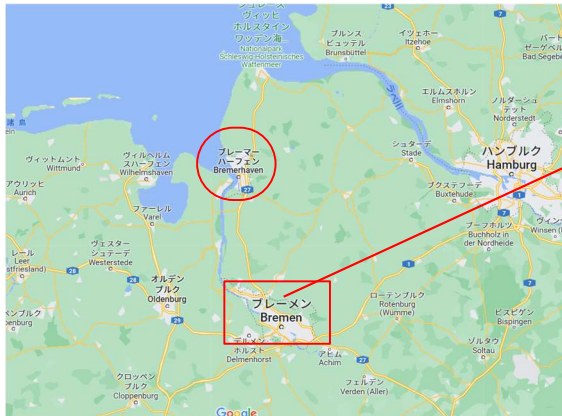
*Tre Tryckare の “The Viking”より



コグ船の碇泊している城壁に囲まれたバイキングの海岸の集落

3) 1380 年のブレーメン・コグ船

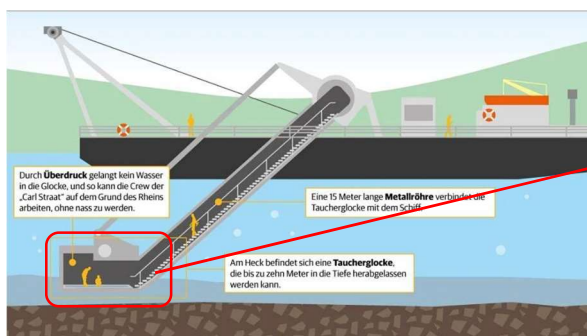
ドイツ、ブレーメン市のヴェーザ河畔において、1962 年の浚渫作業中に極めて状態の良い 1 隻のコグ船の遺物が発見された。1965 年まで河底の潜水鐘船(diving-bell ship)を使った調査が行われ、1972 年までに 2000 点余りの遺物が回収された。年輪年代学による分析等によって、1380 年頃の建造と推定された。ハンザ同盟のコグ船が建造途中に河の氾濫で流され、埋没したとみられる。



Illus. 2: The discovery site at Kilometer 4 in the Weser River at Bremen



潜水鐘船カール・シュトラート号



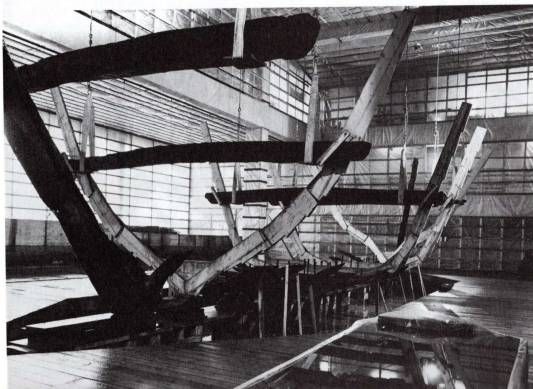
潜水鐘船の仕組み



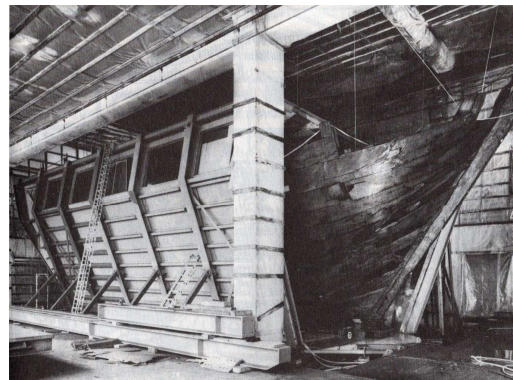
潜水鐘内で 2000 個の遺物を収集する作業

これらの遺物は河の下流にあるブレーマーハーフェン市にドイツ海事博物館を建設し、そこに展示されることが決定した。1975 年に開館した同博物館の 1 室がコグ船の展示に充てられ、まずはその室が遺物を保存するための PEG 処理室となった。

Illus. 26: The reconstruction at the beginning of 1974. Photo: H. J. Kroehnert/DSM

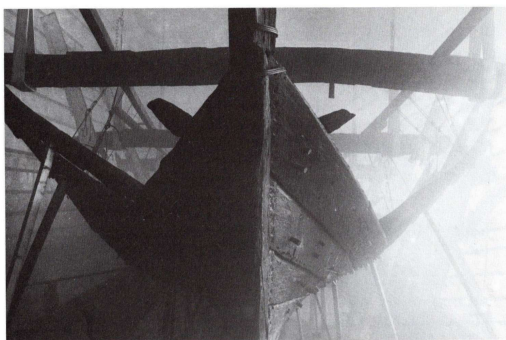


PEG 処理の前の船体の組み立て、1974 年

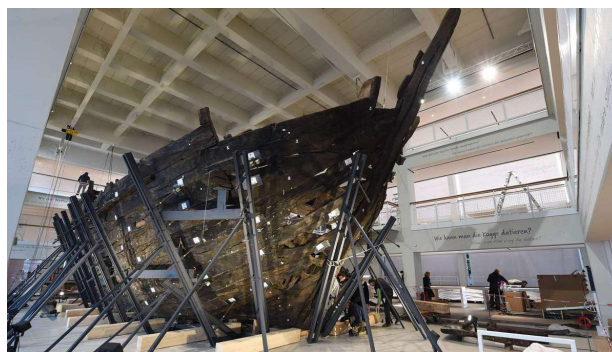


Illus. 47: 1981 construction of the preserving tank. Photo: E. Laska/DSM

1981 年に PEG 噴霧装置が完成



18 年間の PEG の噴霧



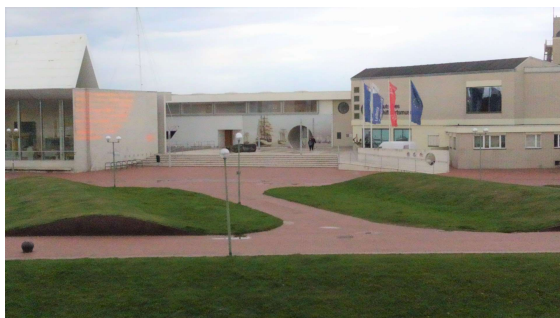
現在の展示のために準備中の状況

PEG の噴霧処理のために、全長 23.27m、梁長 7.62m、総重量 90t の船体が組立てられ、1981 年から 1999 年まで 18 年間に渡って処理が継続された。そして、博物館の開館から 25 年を経て、ハンザ同盟のブレーメン・コグとして展示が開始された。

現在の
展示
状況



ドイツのキール市の
1365 年のシール



ブレーマーハーフェンのドイツ海事博物館
(2012 年訪問)



ブレーメン・コグのレプリカ

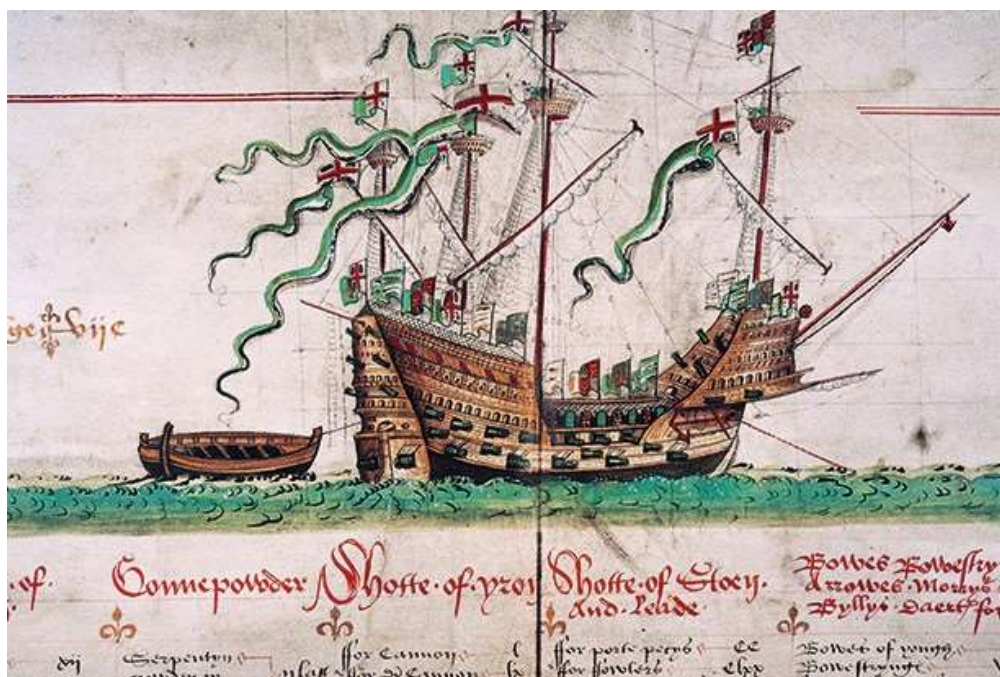
註：PEG（ポリエチレングリコール）は医薬品として使われる。考古学の場合、古い木造品を保存する際に、内部の水分と PEG とを交換して固化することで保存するために用いられる。この方法は、PEG を融点以上の温度にして木材中に浸透させて内部の水分と置き換え、その後、常温に戻して固化させ、木材組織を維持する方法である。



PEG、ポリエチレングリコール

4) 1545 年に沈んだ英国軍艦メアリー・ローズ号

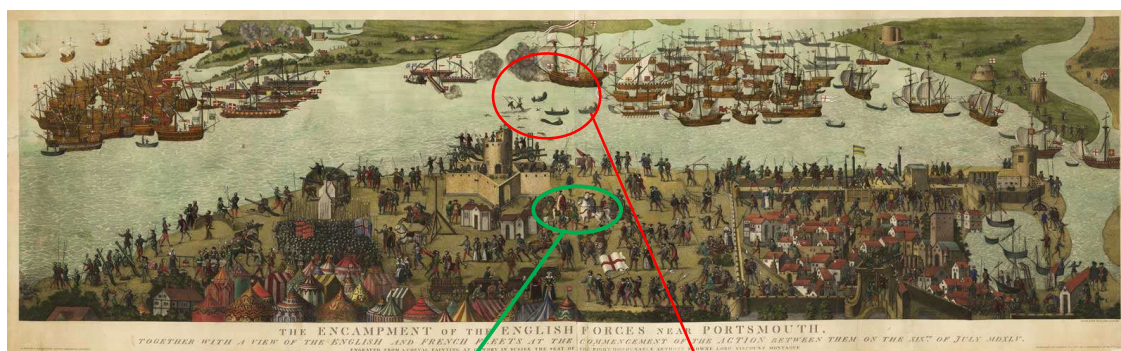
メアリー・ローズ号はヘンリー7 世によってポーツマスで建造され、1511 年に進水した。約 500 トンのクリンカー造り(鎧張り)のキャラック船であったが、大改修によって近代的なカーベル造り(平板張り)で、全長 32m、700 トン以上の大きさとなった。



1540 年代に書かれた「アンソニー・ロール」のメアリー・ローズ号

同艦はフランスとの戦争に従事し、1522年に戦地への兵員輸送の後、1545年まで20年以上に渡り予備艦としてポーツマスに係留され、その間の1536年に新造とも記録されている程の大改造が行われた。ヘンリー8世の1544年のフランスへの侵攻に対抗して、翌1545年にフランスの大艦隊がポーツマスに来襲した。英仏両艦隊はソレント海峡で対峙したが、英国の旗艦メアリー・ローズ号は旋回の操船に失敗して傾き、開いていた砲門から浸水し、ヘンリー8世の目前で急速に沈没した。敵兵の接舷乗船を阻むネットが甲板に張られていたため、大部分の船員と兵員が水死した。この情景はカウドレイ図に、帆柱の先端の檣楼だけが残っているメアリー・ローズ号が描かれている。

カウドレイ図



馬上のヘンリー8世



メアリー・ローズ号の沈みつつある檣楼



沈没の8日後に、早くも回収作業が開始された。船体の下にロープを通して、2隻の船で両側から引き上げるというシンプルな方式であったが、船体は傾いて柔らかい泥土の海底に埋まり込んでおり、失敗に終わった。その後5年間、2度ほど回収が試みられたが、成功しなかった。船体の40パーセントほどが泥土に覆われ、その泥土が固まり、後世に残ることとなった。

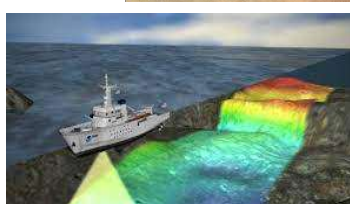
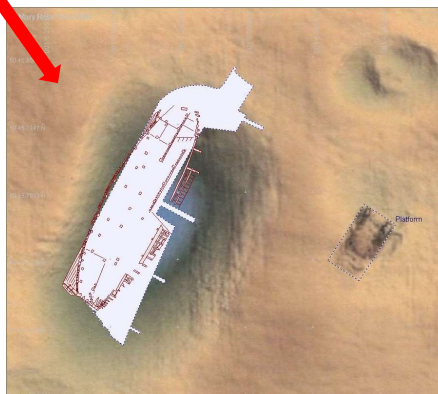
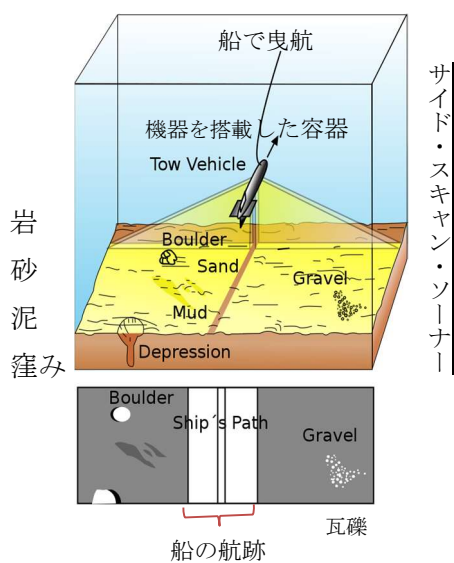
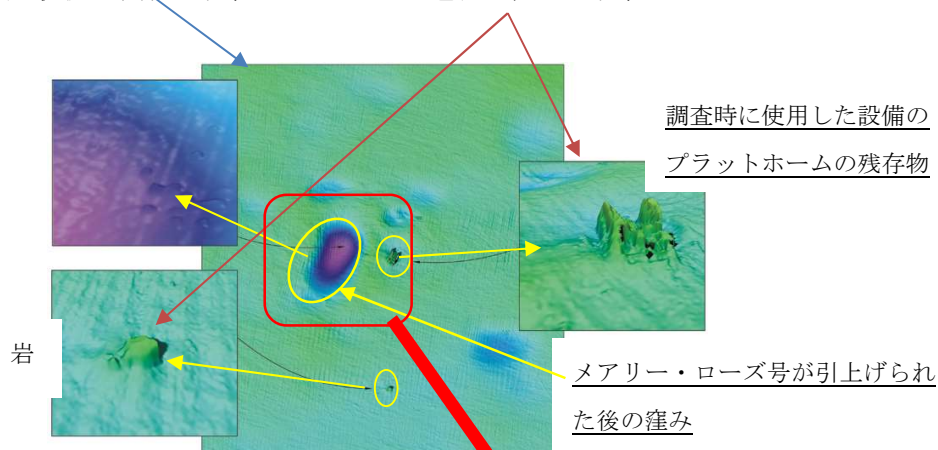
1836年に漁師の網が何かに引っ掛かったため、潜水夫のディーンが潜って遺物を回収し、メアリー・ローズ号であることが確認された。ディーンは遺物が高価で売れることに目を付け、固くなっていた泥土を取り除くために爆破などの手段をとったが結局成功しなかった。

1965年に、二つのチームが別々に調査を開始したが、後に両チームは合流し、ソーナーによる調査によって、1971年に位置が確認された。

マルチ・ビーム・ソーナーとサイド・スキャン・ソーナーの併用

海底状況の高低の把握

遺物の凹凸の把握

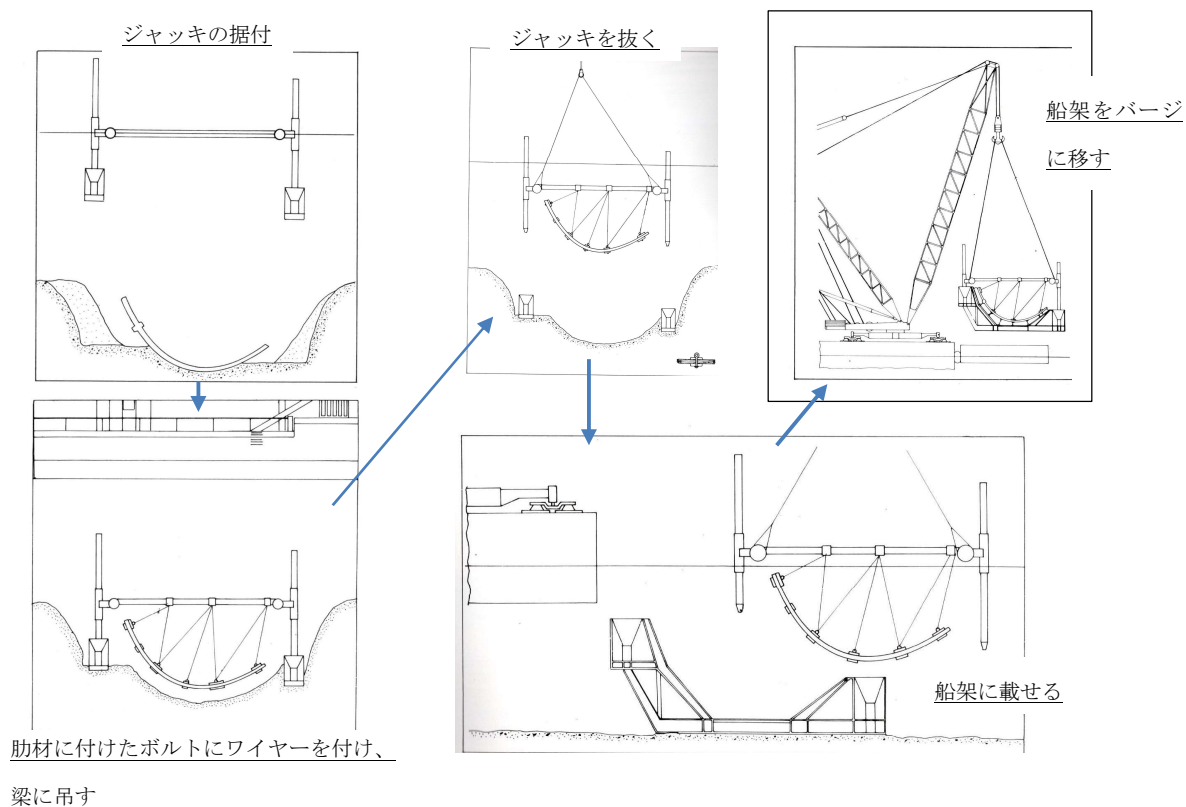


マルチ・ビーム・
ソーナー

「難破船保護法」の制定

調査が始まった当初、英国では、沈船は法的に動産として扱われ、最初に引き上げた者に所有権が認められていた。「1894年商船法」では、「沈没船から持ち出された物品は全て競売にかけ、サルベージ活動の資金もそこから調達すること」と規定されていた。「メアリー・ローズ号委員会」が結成され、所有権が認められた。1973年に「難破船保護法」が制定され、メアリー・ローズ号は保護の対象となった。王室の後援を受けるようになり、当時の皇太子チャールズが自ら潜水を行った。委員会は登録慈善団体となり、資金調達が容易になった。1978年の調査によって、船体構造の多くが残っていることが判明し、船体を引き上げて保存することとなり、委員会は「メアリー・ローズ・トラスト」と改組し、活動の大規模

化と多額の資金調達に対応できるようになった。また潜水作業支援強化のために支援船がスウェーデンのヴァーサ号の引揚げに使われたサルベージ船のスレイプニル号に変えられた。引き上げ方法は、ほぼ全船体が頑丈に残っていたヴァーサ号のようにロープで吊ることは出来ないため、検討の結果、最終的に、船体内の泥土等を全て空にし、鋼鉄製の船架に載せてクレーン船で持ち上げることが決定した。船体を船架に載せるために、船体の 170 か所に穴が開けられ、そこに鉄製のボルトを通し、そのボルトにワイヤーを取り付けた。船体を安全に持ち上げるために 4 本のジャッキが周りに据えられ、ジャッキには鋼鉄の梁が渡されており、その梁にワイヤーが吊るされた。



クレーン船のトグ・モール号のクレーンから吊り下げたフックのワイヤーによって、ジャッキの柱をその基台から抜き、ジャッキの梁に吊るした船体を移動させて、クッションのために水を詰めた袋を敷いた船架に載せた。1982 年 10 月にその船体の載った船架をトグ・モール号から、鋼鉄の箱型をしたバージに移し替えて、ポーツマス港に運んだ。



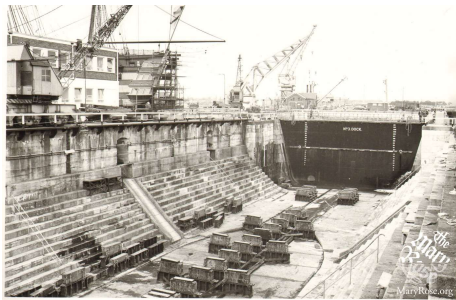
トグ・モール号による
ジャッキの付いた船架
の吊り上げ





保存場所のポーツマス港第 3 乾船渠に到着。左に見えるのは保存船ヴィクトリー号。皇太子チャールズも出迎え

ポーツマスでは、ヴィクトリー号が保存されている隣の第 3 乾ドックに収容され、屋根が掛けられ、「ホット・ボックス」と呼ばれる金属薄片で裏打ちした覆いで囲った密閉空間内に入れられた。最初に 2〜5℃の冷水を噴霧して塩分を洗い落とし、次いで内部を 25〜27℃に保って 1994 年から 2003 年まで低分子量の PEG200 を噴霧して、木材の細胞構造内の水分を PEG に置き換えた。2003 年から 2013 年にかけて木材表層の強度を上げるために高分子量の PEG400 を散布した。2013 年に PEG 散布が終了すると、2016 年にかけて木材の乾燥処理が行われ、2016 年にホット・ボックスが撤去され、全ての保存処理作業が終わった。



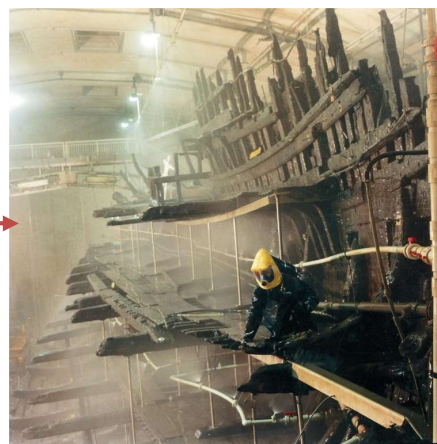
メアリー・ローズ号を収容する以前の第 3 乾船渠



ホット・ボックス内で冷水の散布、この過程で、60 度傾いていた船体を旋回させて直立させた。



ホット・ボックス内で PEG 散布を開始する直前の状態



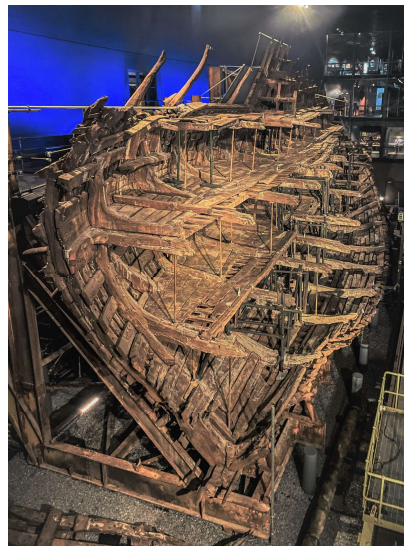
PEG の散布

この間、2009 年から第 3 乾船渠の上で、船体の PEG 処理をしている状態のままで、メアリー・ローズ博物館の建設が始まり、2016 年に完成、オープンした。



メアリー・ローズ博物館

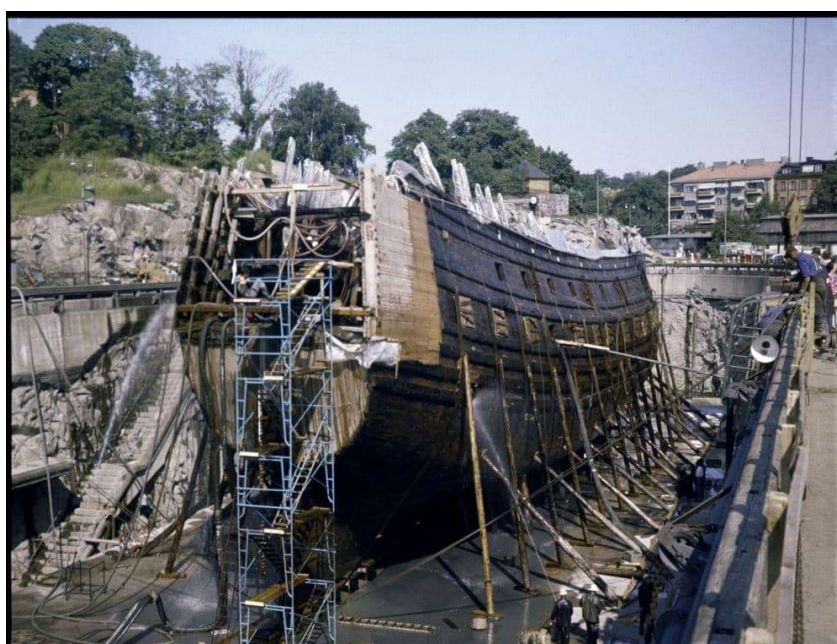
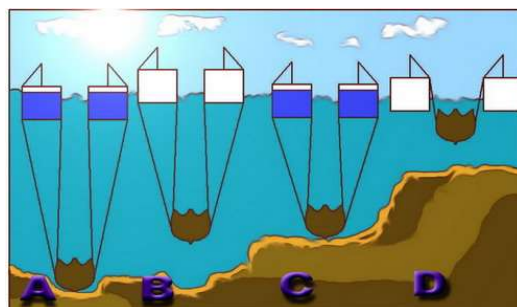
(2013 年訪問：未だ大きな柔らかいビニールの管が張り巡らされていた)



5) 1628 年のスウェーデン軍艦ヴァーサ号

スウェーデン国王グスタフ 2 世は、バルチック海の南部に領土を広げるため、海軍の増強を目論んだ。1625 年にオランダ人造船家達の手によってヴァーサ号が設計され、建造が始まった。1626 年夏に進水し、1628 年 8 月 10 日に艤装を終えた同号は処女航海に出たが、出航後まもなく突風が吹き、船が傾き、開口していた砲門より水が流れ込み、沈没してしまった。オランダ人造船家は裁判にかけられたが、無罪となった。現代の原因分析では、メタセンターが低すぎ、砲門の位置が低すぎたと考えられている。沈んだ大砲の大部分が 1660 年代までに引き上げに成功した記録が残っている。

スウェーデンの技師アンダシ・フランセーンが文献を長年渉猟した上で、モーターボートを使って、ヴァーサ号が沈んでいると考えた場所を自ら開発したサンプリング筒を使って海底を調査した。1956 年 9 月に筒の中に古い材木が入っていたので、潜水夫を使ったところ、ヴァーサ号が発見された。スウェーデン国立海事博物館のイニシアティブの下、海軍の協力を得て、「ヴァーサ委員会」が作られ、船の引き揚げが開始された。船体は 1959 年に、その下に頑丈なケーブルを通し、2 基のポンツーンで順次浅い場所に移しながら引き上げが行われた。1961 年 4 月 24 日に完全に引き上げられ、5 月 4 日に海軍最大の乾船渠に運ばれて据えられた。1964 年から 67 年までかけて毎夏に、遺物の回収のために、沈没現場の潜水が行われ、大小の木片 13,500 点、彫刻 500 点、装飾品約 200 点、小物（木製、繊維、皮革、金属）約 12,000 点が引き上げられた。同号の主要目は全長 69m、船幅 11.7m、排水量 1,250t。





ポンツーンに載せて暫定博物館とする場所に運ぶ



暫定博物館

1961 年 7 月 26 日にヴァーサ号はポンツーンに載せられて乾船渠を離れた。その際、ポンツーンには、アルミニウム製の外壁を支えるためのコンクリートの支柱が立てられた。

ポンツーンは現在の博物館から 500m ほど離れ、1962 年から 1988 年まで暫定の博物館となる場所に運ばれ、そこで、ポンツーンの負担を少なくするために選ばれたアルミ製の外壁が付けられた。この中で 1979 年まで PEG の散布が 17 年間行われた後 1988 年まで緩慢な乾燥が行われた。

鉄釘が腐食しているので、1962 年にこれらを取り除き、腐食しない材料の釘を打つこととなったが、銅製、ステンレス製はテストが間に合わず、結局エポキシを塗った亜鉛鉄釘 8,000 本が 1967 年までに交換えられた。

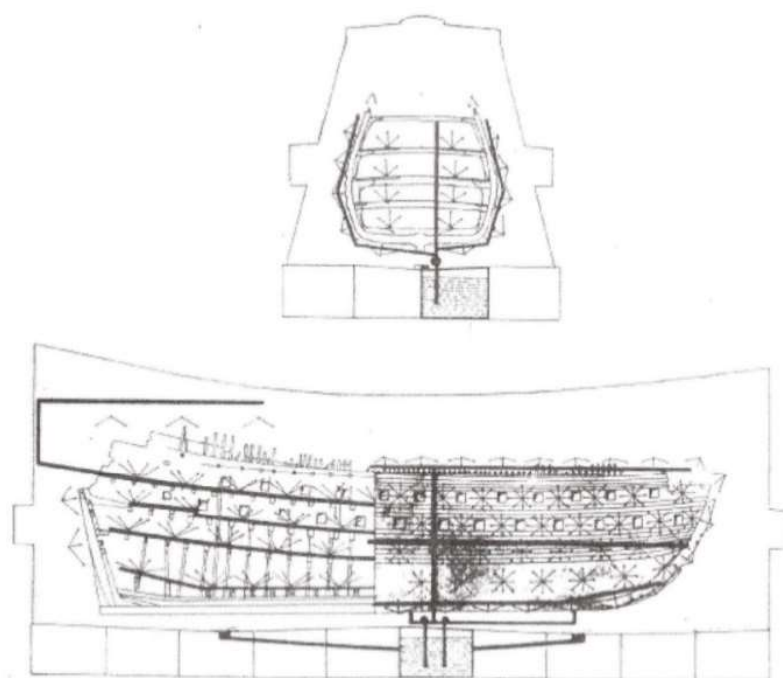
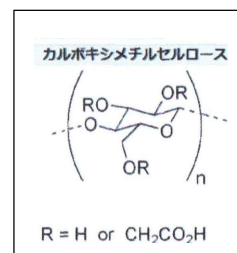
船体の保存をどうするかは、引揚げる前から検討が行われ、PEG にするかカルボキシメチルセルローズ (CMC) にするかを決定するためのテストが行われた結果、PEG が選ばれた。方式として、それまでに連続したスプレー使用の知見がなかったのでその試験を実施した結果、採用に踏み切られた。当初は自動スプレーのシステムが無く、1965 年にそのシステムが出来るまでは手動スプレーによって PEG の散布が行われた。

註：CMC はアルカリを触媒として、セルローズとクロロ酢酸の反応により合成される。毒性を持たず、粘度が高く、一般的な用途はアイスクリームの増粘剤、歯磨剤、水性インク、そして様々な紙製品にも使われる。

1988 年に暫定の博物館から、船体全体に及ぶ覆いに入れられて当時建設中であった現在の博物館に運ばれ、同博物館のエアコン設備が完成するまで覆いの中で空調が行われた。

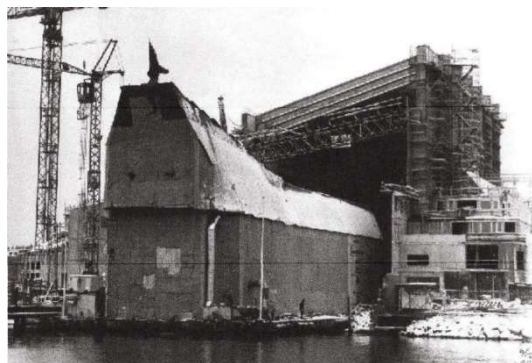
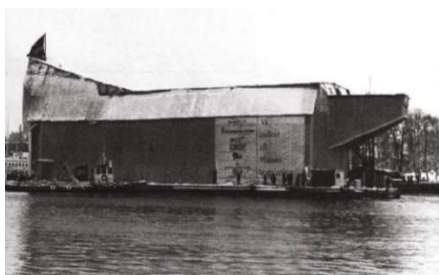
PEG 自動散布の機構：

500 個のノズルから 20 分おきに 25 分間 PEG と水を混ぜた液体を散布。



PEG は木材の細胞中の水の代わりに細胞に入って亀裂や収縮を防ぐ。散布当初の PEG の濃度は 10% で、最終的に 45% に引き上げられた。ヴァーサ号が引き上げられた時、木材 1kg あたり 1.5kg の水を含んでいたため、その内 1.35 kg を蒸発させ、船全体では 580 t となる。

覆いの中に入れて、新しく出来た博物館に収納し、其のままの状態



1990 年に開館した現在の博物館と展示状況 (1995 年から 3 回訪問)



沈船の場合、船底部は残っているが、塗装されている船の乾舷上部が残っていることはほぼ無い。ヴァーサ号の場合は船尾の飾りが残されており、塗装部の木材にしみ込んでいた顔料が採取され、大変カラフルに塗装されていることが分った。顔料は分析され、再現されたレプリカの船尾飾りと、顔料が展示されている。塗料が判明した希少な例である。

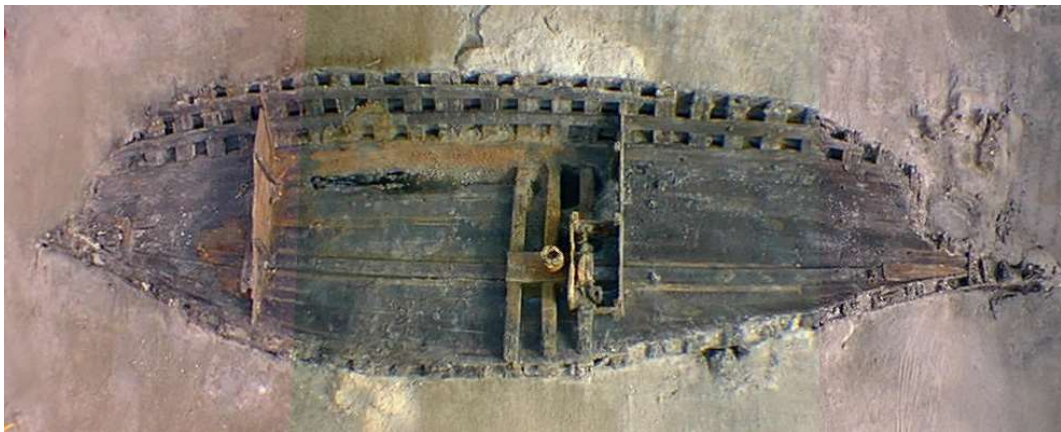


6) 1686 年のフランスのラ・ベル号

ルイ 14 世によって北アメリカの探検に派遣された 4 隻の船の 1 隻、ラ・ベル号が、1686 年テキサスのマタゴルダ湾で暴風に遭って沈没した。1978 年から沈船の探索が進められ、1995 年 7 月に、同号がマタゴルダ半島から内陸へ数百メートル離れた地点で、5m という浅い海底で発見された。サイトの水は濁っており、海水中の発掘作業は困難と判断されたため、沈船の周囲に鋼鉄製のシートパイルで囲い堰を築き、^{コファード}堰内の海水を排水して発掘をする方法が選ばれた。この頃、ブーロック・テキサス州立歴史博物館の建設計画がちょうど進められており、ラ・ベル号の引揚げ船体を展示することが決まり、船底材、肋材は保存のために PEG で処理されることが決定された。PEG 処理液に浸漬するための 18m×6m×3.6m の鉄筋コンクリートの水槽がテキサス農工大学 (Texas A&M) に設置された。1996 年 9 月から翌年'97 年 4 月まで発掘が行われた。



鋼鉄製パイルで囲ったサイト



水槽内での再組立て



約 10 トンの分解された遺物はテキサス農工大学の水槽に運ばれ、船喰い虫等の被害がひどいため、水槽内の水の浮力を用いて再組立がなされた。竜骨には保護枠が付けられ、28 本の肋材の一つずつにカーボンファイバー製の内肋骨型支えが船体形状を崩さないように調整されて取り付けられた。保護枠と支えは後の博物館内での展示にそのまま使用されている。

しかし 2008 年に原油価格が高騰し、PEG の価格もラ・ベル号の保存予算を大幅に上回る見通しとなったため、保存委員会により、いくつかのより安価な方法が提案された。その結果、英国などで実績のあるフリーズ・ドライ法を平行使用すること案が採用された。この方法を実施するために、分解した肋材が収まる大型のフリーズ・ドライの設備が作られた。これにより、残りの保存対策費用は半減されたという。最終的に必要な PEG もダウ・ケミカル社より原価で提供されて最終保存処理が行われ、2014 年 10 月に、2001 年に開館して

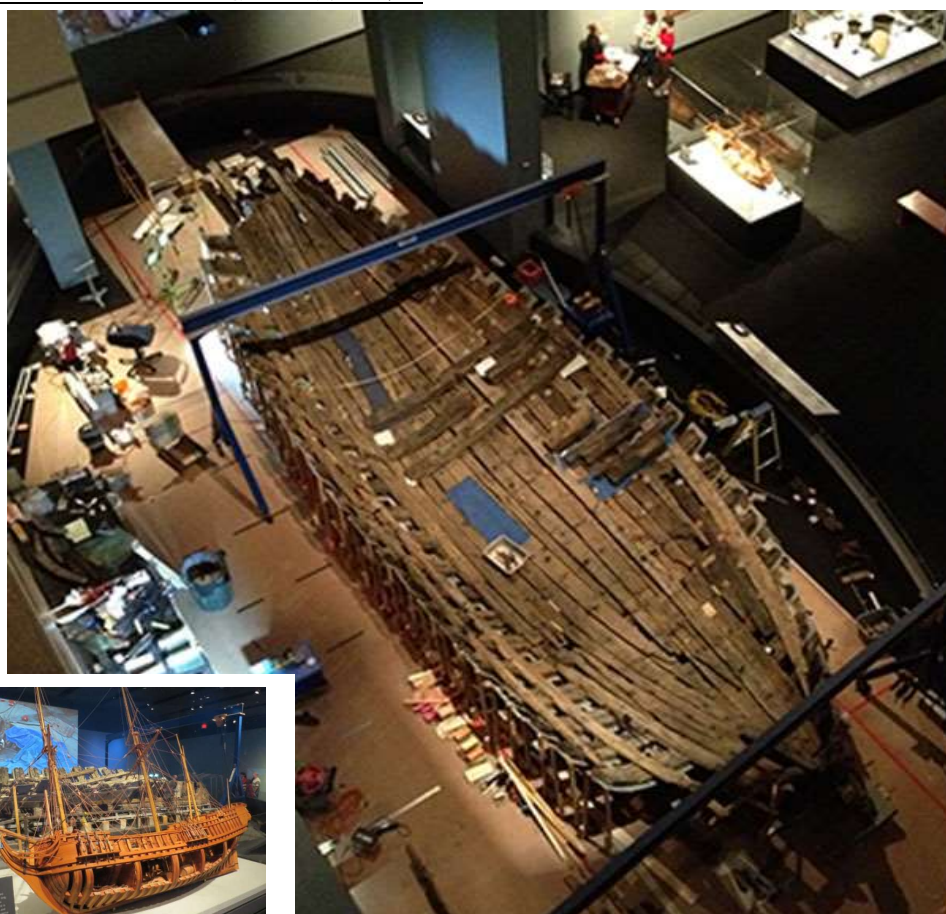
いたブーロック・テキサス州立歴史博物館で展示用組立が開始された。発掘から 18 年を要した。



フリーズ・ドライ設備への部材の挿入



展示室での部材の再組立て



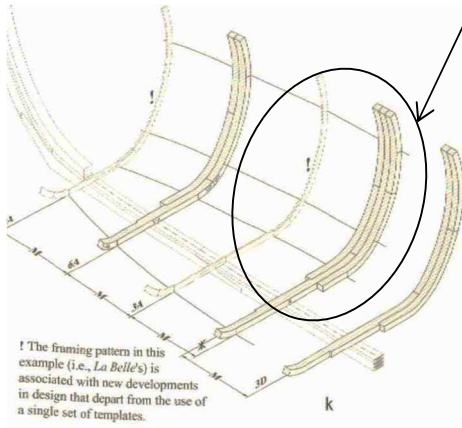
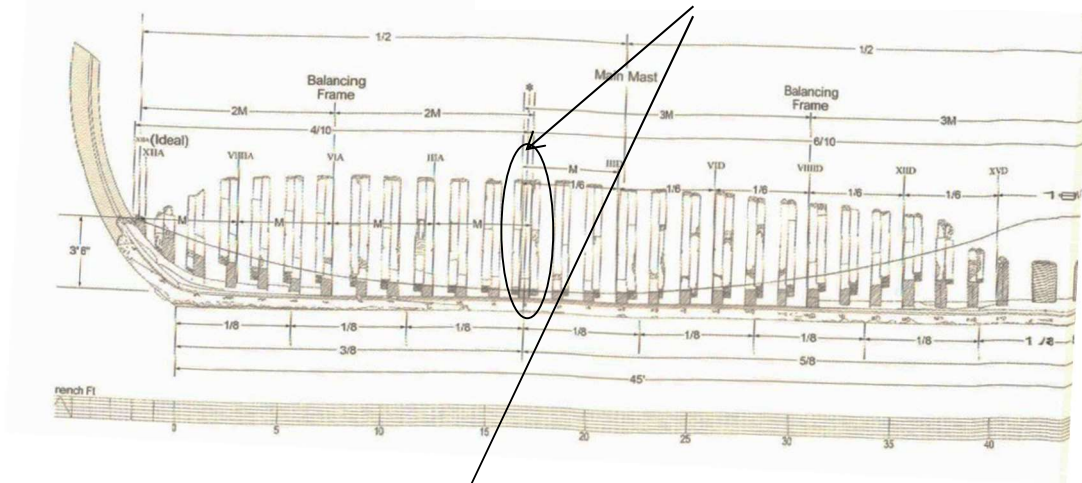
ラ・ベル号の展示模型

ラ・ベル号の展示準備状況

フリーズ・ドライ法は、カナダのレッド・ベイで発掘されたスペインのサン・ファン号に付随していた捕鯨ボート（チャルーパと呼ぶ）にも適用された。同ボートも PEG 処理とフリーズ・ドライ法の両処理が施された。

アメリカ合衆国とフランス両国間で条約及び協定が結ばれ、ラ・ベル号の遺物の所有権はフランスが有すること、しかし保存展示をアメリカが責任をもって行い、移動させないことが定められた。

ラ・ベル号の中央の肋根材と第 1 ファットック



ラ・ベル号の中央肋根材とその第 1 ファットックの構造は肋骨構造中最も特徴のある部分で、レッド・ベイのスペイン船サン・ファン号の構造が明らかになるまでは、中央肋材も、他の肋材同様、その肋根材には片側にしか第 1 ファットックが添えられていない構造と考えられていた。しかし同号の発掘によって中央肋根材の両側にある構造知られたが、フランスのラ・ベル号もそれと同じ構造を有していた。

3. サン・ファン号の発掘とレプリカの建造

1) 1565 年のバスクの捕鯨船サン・ファン号の発掘

スペインのビスケー湾は中世後期頃から捕鯨が盛んであったが、次第に漁獲量が減り、別の漁場を求めるようになった。北海は古くから鱈の漁場で、英国とオランダの漁船が激しく競い合い、鱈戦争と呼ばれるほどに発展し、スペインの入り込む余地はなかった。この鱈の漁場としてニューファンドランドに目が付けられたが、すぐに豊富な鯨の漁場としても開拓がなされた。カナダの国立公園を管轄するパークス・カナダ（1911 年に設立された世界で初の国立公園を管理する政府機関で、職員は約 4000 人。）によって 1978 年 9 月にレッド・ベイの海底において、1565 年に沈没したバスクから来航した捕鯨船サン・ファン号が発見された。

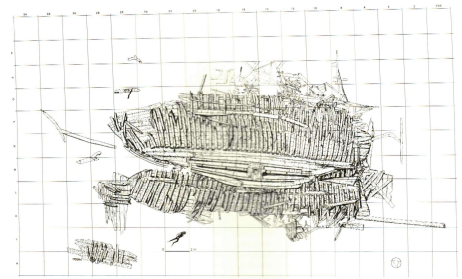
1979 年から 1984 年にかけて 6 回のシーズンに渡り発掘が行われた。沈船は状況に応じて解体され、約 3,000 点の船の遺物が海上に引き上げられて採寸、調査、記録がなされた。



17世紀のニューファンドランドにおけるバスク人による捕鯨の想像図



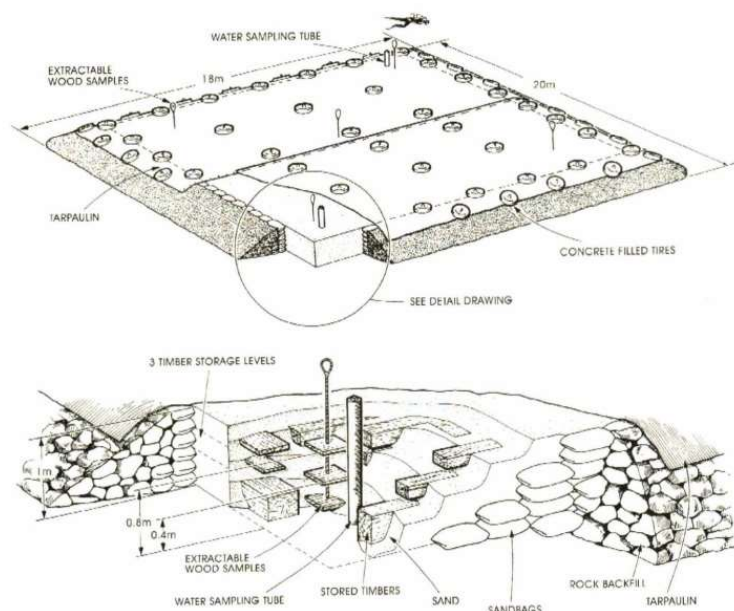
The Underwater Archaeology of Red Bay の表紙絵



遺物を船の原型に合わせて再現した模型

同号の遺物は、乾舷部も含めた船体全体の木材が残存している点が特徴である。船尾の残っている状態が極めて良く、肋骨の上部も含めた構造がわかる。

これだけの遺物が残っていながら、博物館で展示されることは無く、1985年に元の場所に埋め戻された。この沈船遺物の埋戻しという方法については、他に例が無いわけではないが、これ程に大がかりに行われたことは他に無い。今まで述べてきたように、多くの発掘沈船の場合、引き上げられて、PED やフリーズ・ドライの処置が施され、博物館で展示されている。技術的観点だけで見た場合、現時点で、埋戻しが最上の方法なのであろうか。本件の場合、筆者には単にこの方式が技術的に優れているという理由から選ばれたのではないように思われる。いろいろ想像できるが、最も大きな理由は、発掘時点で適当な展示場所が無かったからではなかろうか。このサン・ファン号のサイトから近いカナダの大都市はケベックとモントリオールである。両都市には海事博物館が複数あるが、ウェブ・サイトで見ると、どの博物館もサン・ファン号の展示に適した施設ではなさそうに見受けられる。いずれにせよ、サン・ファン号を展示するにはかなり大がかりな施設が必要であるし、それには保存処理のための多大なコストと長い時間が必要である。上記で見たヨーロッパの大型の船の発掘物の例からは、いずれも展示することが重要な目的とされており、本件の場合でもそれは変わらないのではなかろうか。埋戻したままで行くことが最終決定なのか、将来は展示施設が造られて展示が意図されるのか、関心が持たれる。



サン・ファン号が埋め戻された状況

土砂の流出防止のために土嚢が周囲に積まれている。

発見時の状態ではなく、遺物の木材を組織だって配置している。

2) サン・ファン号の発掘から得られた特徴的な構造

船のリサーチャーが関心を持つ、特に重要な構造については、パークス・カナダの公式な報告書「レッド・ベイの水中考古学」の記述をそのまま紹介することが適切と考えるので、筆者による翻訳を引用する。この素晴らしい報告書が作成されたのは、埋戻しという方策によって、更なる調査が容易でないことを補う意味もあったのかもしれない。

(1) 肋骨構造

サン・ファン号の構造が明らかになるまでは、船の構造で最も重要な肋骨の中央肋材も、他の肋材と同じように、その肋根材には片側しか第 1 ファットックが添えられていない構造と考えられていたが、中央肋根材の両側にある構造が同号の発掘によって知られた。これと同じ構造は時代の下ったフランスのラ・ベル号でも確認されたことは既に述べた。「レッド・ベイの水中考古学」で、この肋骨構造部分を次のように報告している。

以下筆者による翻訳：

第 3 巻 53p

14.2 肋骨：大西洋デザイン原理とバスクの組立て方法（ブラッド・ローウェン執筆担当）

主だった長さ方向の材木を見たところで、残留している船殻の構造に向き合ってみる。これらは、次の四つのグループに分けられる。肋骨材、船体の板張り板、留め具、そして角形船尾である。

本節では肋骨材を考察する。現存する残留物は、船のフロアーから上部構造物まで、次の五つの構成要素を含んでいた。

1. 船尾材と船首の Y 型肋骨と V 型肋骨を含む、全部で 48 本のオリジナルの材木。
2. 右舷の全部で 49 本のオリジナルの第一肋骨材で、これらは肋骨材に重なり合い、外と上へ張出している（左舷は同じ数の第一肋骨材を包含していた）
3. 右舷の 46 本の第二肋骨材中の 40 本で、これは第一肋骨材の端部に重なり合い、船殻の最も広い部分を形成するように昇ってから内側へ曲る。上端部の大部分が割れたり腐食したりしている。
4. 右舷の 29 本のオリジナルの第三肋骨材中の 16 本で、第二肋骨材の端部に重なり合い、タンブルホームの内角を続けさせる。割れた材木しか見つかっておらず、13 本の材木は、船殻の板張り板中のそれらに伴っていた留め具によってのみ知られた。
5. 船首楼と船尾の後部甲板の区域に置かれていた 10 本から 15 本のトップ・チンバー。それについては、散乱した破片だけが確認されたが、その他のものの存在が船体の板張り板中のそれらに伴っていた留め具から推測することが出来た。

寸法は表 14.2.1 にまとめた。

肋骨材の顕著な特徴は、ほとんどのものがお互いに組立てられていなかったことである。僅かな重要な例外を除き、それらは船体の板張り板と船体の内部構造とへの留め具によって位置を保たれていただけであった。また肋骨材は、そのすぐ上と下の材木に対して衝接もしていなかった。肋骨の二重列を形作って、連続した材木が重なり合ったところの高さ水準

と高さ水準の間には、^{シングル}単体の材木だけが見出される高さ水準があった。(図 14.2.1)

表 14.2.1 : 肋骨材（^{フトック}肋根材と右舷の肋骨材）の寸法

肋骨材		モールド・ウィドゥス 横 幅	モールド・シクネス 奥 行 厚 さ	長さ	オリジナルの本数
肋根材		19-21cm	20cm	3.15m	48
^{ファトック} 第一肋骨材	底部	18-19cm	20cm	3.6-3.95m	49
	頂部	16-17cm	14-16cm		
^{ファトック} 第二肋骨材		15-19cm	14-17cm	2.55-3.15m	46
^{ファトック} 第三肋骨材	中央部の後側	13-15cm	14-16cm	>2.8m	19
	中央部の前側	15-17cm	14-18cm		10
^{チンバー} トップ肋骨材				不明	10-15?

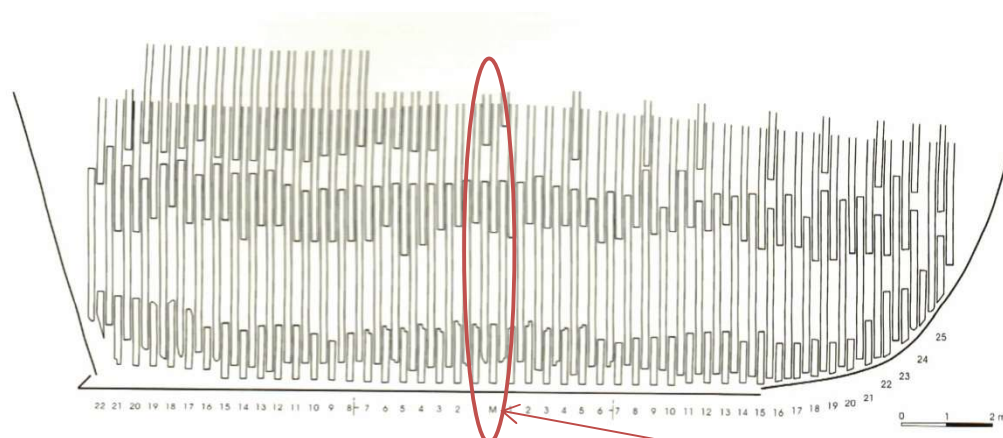
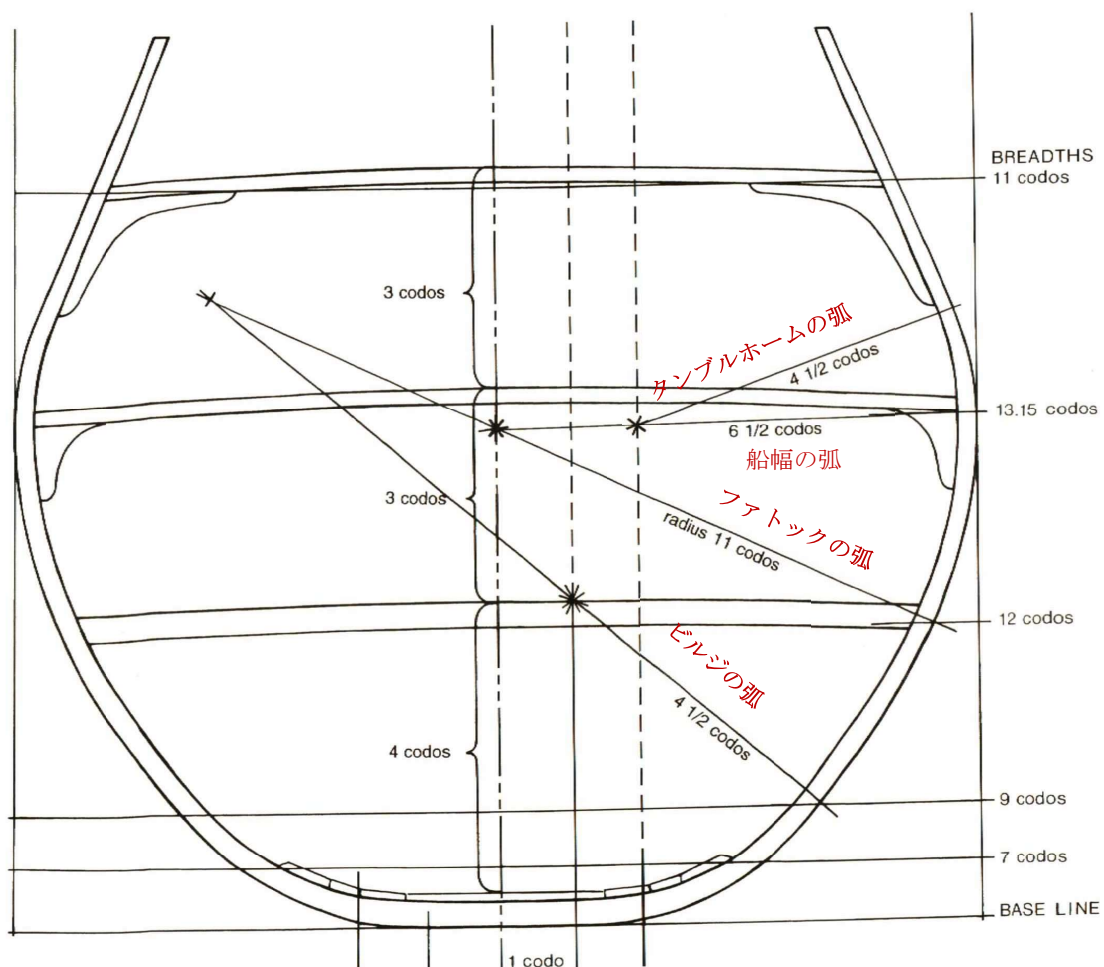


図 14.2.1 : 右舷の肋骨材の配置の図解。肋骨の番号は、主肋骨（M）から前方と後方へと付けられている。

重なり合っている部分の高さ水準の最も低い所においては、^{ターン・オブ・ビルジ}船底湾曲部の所で、肋骨材と第一肋骨材が 1.0m から 1.2m（約 2 コード）重なって二重となっていた。鳩尾ホゾ接ぎが、主肋骨の後側の第 7 肋骨から前側の第 6 肋骨までの 14 本の肋骨の材木を結合していた。これらが、船体全体で唯一の組立てられた肋骨材であった。次に、第一肋骨材と第二肋骨材は下部甲板の高さで重なっていた。此处では、重なっている距離は、0.7m から 1.4m の範囲で、大部分は 1.0m と 1.4m の間（約 2 コード、訳注：古いスペインの長さの尺度）であった。第三番目の重なりは、第二肋骨材と第三肋骨材の間で、その長さは似たようなもので、第二甲板、即ち主甲板の高さの所にあった。第三肋骨材はちょうど第三甲板、即ち上部甲板の高さまで延び、そこを超えると、肋骨構造の痕跡はほとんど無い。(図 14.2.2)

肋骨材の研究の最初のゴールは、個々の部材、肋骨、そして一貫した船殻構造の構造上の概念を理解し、その概念とビスカヤと大西洋の 16 世紀の船のデザインの手写本と古文書との間の関係を説明することであった。肋骨の幾何学的な概念を発見するための、我々の方法

には二つの段階があった。^{マスター}主 肋骨が船体のデザインを理解する鍵を握っていたので、我々の第一段階は、1:10 のスケールで、肋骨が最初^{フレーム}に紙の上に展開されるような方法を使って、この肋骨の弧の構成システムを分解するものであった。肋根材、即ち肋骨の平らな中央の^{ポーション}部分は既に同定されていた。そこで、透明な紙を載せて、その上に、一定の半径を連続させたものに基づいた円弧を、半コード^{インクリメント}増 加 させて描くと、^{マスター}主 肋骨の四つの弧の概念が^{ボトム}発見された。これらの弧は底^{トップ}から頂部へ、ビルジの弧 (4½ コードの半径)、^{ファトゥック}肋材の弧 (11 コードの半径)、^{フレドゥス}船幅の弧 (6½ コードの半径)、そしてタンブルホームの弧 (4½ コードの半径の二番目の弧) であった。



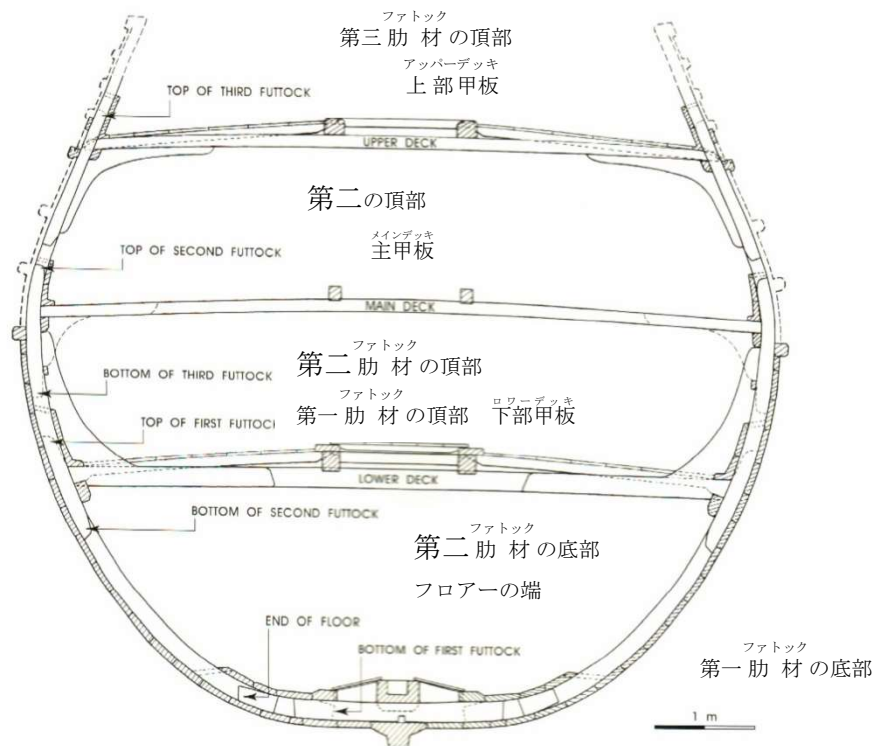


図 14.2.2 : 中央断面の復元図で、主肋骨の肋材を前方に向かって示している。肋骨材の重なっている区域に注目されたい。

肋材と大工道具マーク



図 14.2.8TT 1090 (船尾方向へ第 13 番目の船首向き面の二人鋸の痕跡。

現場で目視した年輪に基づく、肋根材が切り出されたオーク材の典型的な年齢は約 35 から 40 歳であった。木材の木目は一般的に肋根材の形に従った。主肋骨から船首方向及び船尾方向へ第 10 番目の肋骨までは、肋根材は樹木の次第に頭が垂れて行く幹から切り出された。第 11 番目から船首方向、及び船尾方向へ第 11 番目から第 16 番目までは、幹と樹木の 1 本の枝から採られた。Y 形の船尾のクロッチにおいては、第 17 番目の肋根材から船尾方向へのクロッチには、幹の分厚い部位と 2 本の枝が用いられた。側面が製材していない板、即ち外側の樹皮を取り除いただけの丸太の天然の表面が、上端に沿って、特に船首と船尾のクロッチに、時として現れた。

これらの三つの事例では、対になった肋根材は 1 本の木から採られた。これらは全て、船の中央から船尾方向で見つかった。即ち、第 11 番目と第 12 番目、第 13 番目と第 14 番目、

そして第 15 番目と第 16 番目であった。全てその他の肋根材は 1 本の木の全部分を使っていた。

肋材の最初の形成に関連している道具痕が、その船首と船尾に向かった面で見て取れる。肋根材の大部分を形成するのには大きな四角張った斧が使われた。1 本の木から採った、対になった肋根材のくっ付きあった面には、二人鋸による痕跡が見られるが、これらは、徐々に逸れて行った角度を、60cm かそこら毎に一気に修正するために、上側に居る鋸の引き手が 1 歩下がった時に出来る痕跡の特徴を有する。(図 14.2.8)

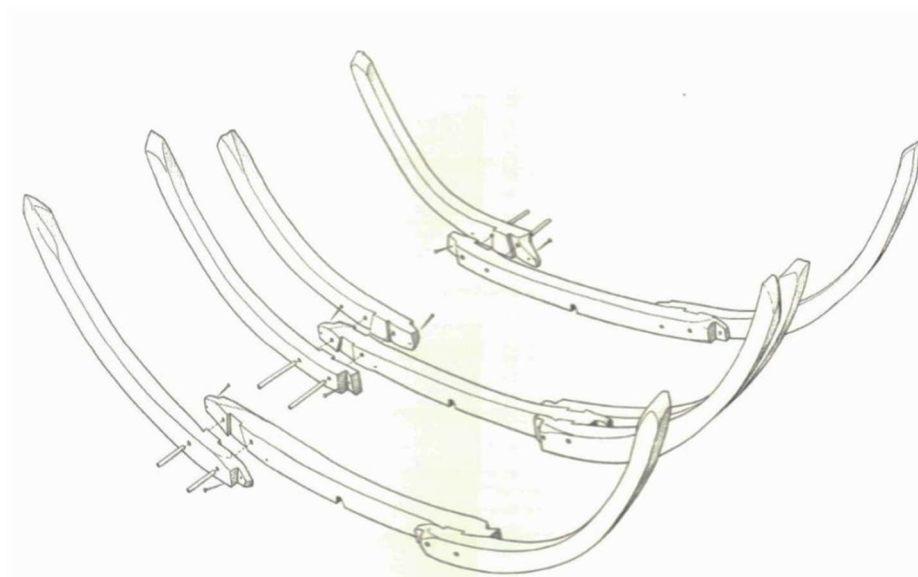


図 14.2.9 ^{マスター}主 肋骨及び、その船首方向と船尾方向への隣に在る、断面が主肋骨と同一である 2 本の^{フレームズ}肋骨の側面接合の分解組立図。

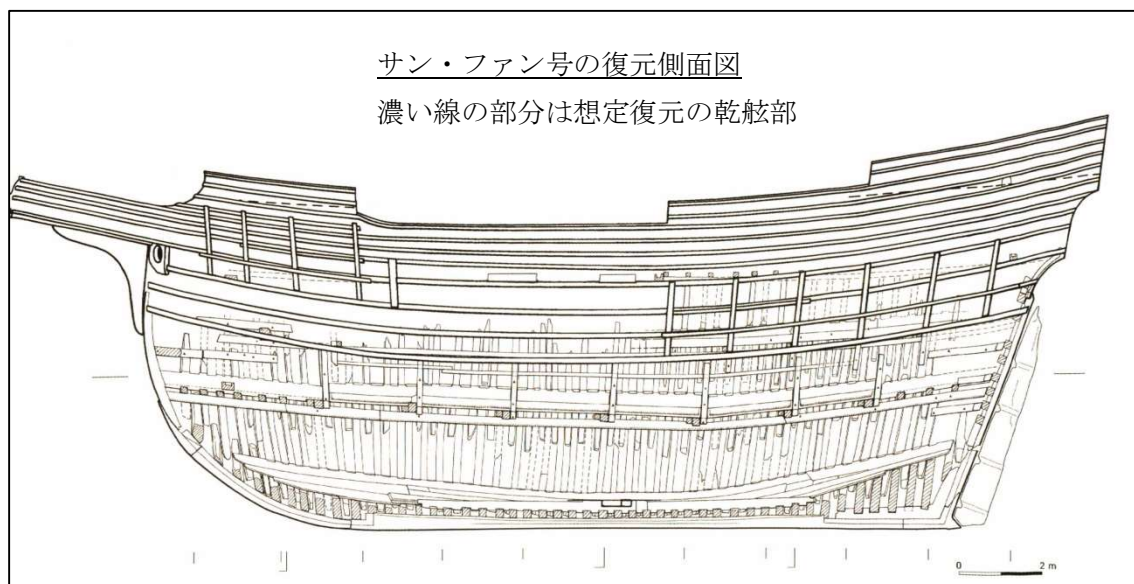
内側と外側の面では、肋根材を仕上げるのに手斧^{ちやうな}が使われた。この道具は、微生物に対して木目を塞ぎ、また船殻及び内側の板張りを敷く表面を滑らかにした。

何本かの肋根材では、主肋骨^{マスター}の船首方向と船尾方向へ第 15 番目から第 17 番目へは目立って、いくつもの浅い螺旋錐穴が内側の表面をあばたにしていた。このように使用されていない穴は直径が約 25mm で、約 5cm 貫通していた。この直径は、木釘の穴に見合っていることから、これらの肋根材は、どの肋材かは分からないが、他の肋材に穴を開けるための裏当て材^{バックドロップ}として使われたようである。これらの穴が船首方向と船尾方向の第 15 番、16 番、そして 17 番に集中していることによって、これらの肋根材が以前には、そのすぐ隣の 1 グループであったことが示唆される。

(2) 船底の水密構造「アルバオーラ」

上記のサン・ファン号の肋骨構造は、16・17 世紀の船の構造上、貴重な重要情報であるが、もう一つ、現在までの他の発掘では見られなかった特徴的な構造がサン・ファン号で発見された。それは船底の浸水を防ぐアルバオーラという船首－船尾方向に置かれた板である。この名称は文献に現れていたものの、実態がどのような物であるかわからなかったが、サン・

ファン号での発見によって初めてどのような物であるかが判明した。少なくとも当時のバスクの船にはかなり採用されていたようである。このアルバオーラの初めての発見にちなんで、現在スペインのサン・セバスチャンでサン・ファン号のレプリカの建造が行われている造船工房は「アルバオーラ」と命名された。



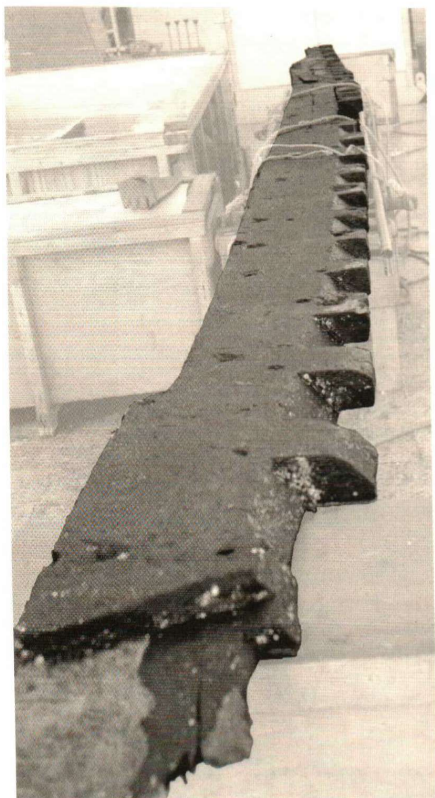
第3巻 161p

アルバオーラ(Albaora) (敷居板、英：シル；Sill) と**エスコペラーダ(Escoperada)** (充填木片、英：フィリング・プランクス)

内張り構造の最も複雑な特徴は、端を形成していた板張りの最後の条板であった。この敷居板、即ちアルバオーラは、肋材間の隙間を塞ぐ一連の小さな充填木片、即ちエスコペラーダを受けるために、板張り板の外側の端に沿って、狭間を付けた板であった。右舷で組み込んだものは完全に残っていたが、左舷のものは破片となっていた。右舷側では、アルバオーラの1本の長さを保った物が、船尾方向の第14番目の肋骨から船首方向の第17番目までの長さをカバーしており、それを超えた所では、条板が、短い板張り板でもって、船体の正に船尾と船首へと延びていた。アルバオーラの最大幅は、約38cmで、厚さは約6cmであった。(図15.1.21) 内張りの上に溜まる水と破砕屑を排除する、この大工仕事の注目すべき部材は第一に、破砕屑によって詰まってしまう排水ポンプのバルブを守るために設計された。この機能は、破砕屑を漉す間に、板張り板の隙間から水を滲み出させるために、内張りにまいはだ詰をしなかったことと関係していたようである。もっと重要なことは、アルバオーラが、肋根材の上部端の露出した木目水分を保つことであった。また組立構造全体が、船殻の肋骨構造を一層頑丈にし、そのことが、部分的に重った一連の浮いた肋骨材として船の肋骨を建造する16世紀バスクの技能固有の要素を創り上げたのであった。

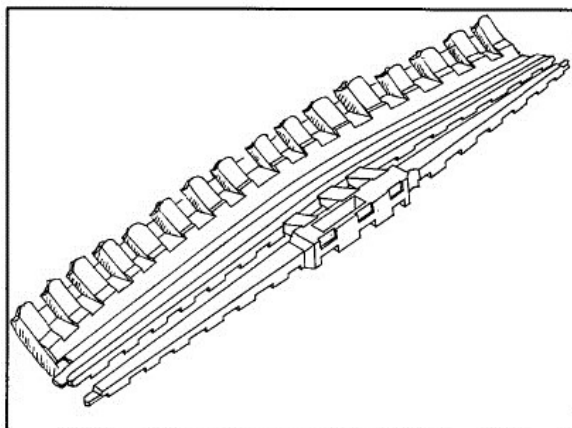
アルバオーラは、船殻の板張り板から突き通っていて、そのため皿穴が何も無い木釘と皿穴に埋められた鉄釘で留められていた。船体中央部の船首方向では、釘が板張り板の外

側の端に沿ってのみ見られたが、船体中央部の船尾方向には釘が一つの端から他の端に交互に付けられていた。このパターンは、異なった作業者のそれぞれの好みによるものでしか起こりえない。(図 15,1.22)

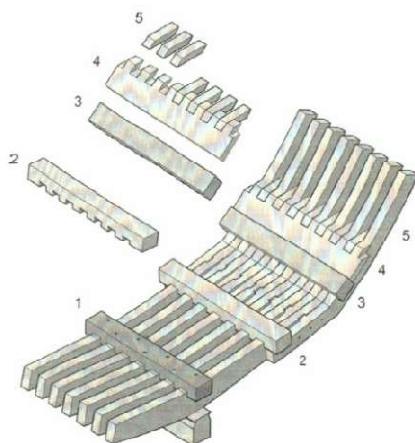


訳註として挿入：

バルセロナ海事博物館友の会出版の「17 世紀のスペインのガレオン船 第 1 冊」309 ページ



アルバオーラの概念図

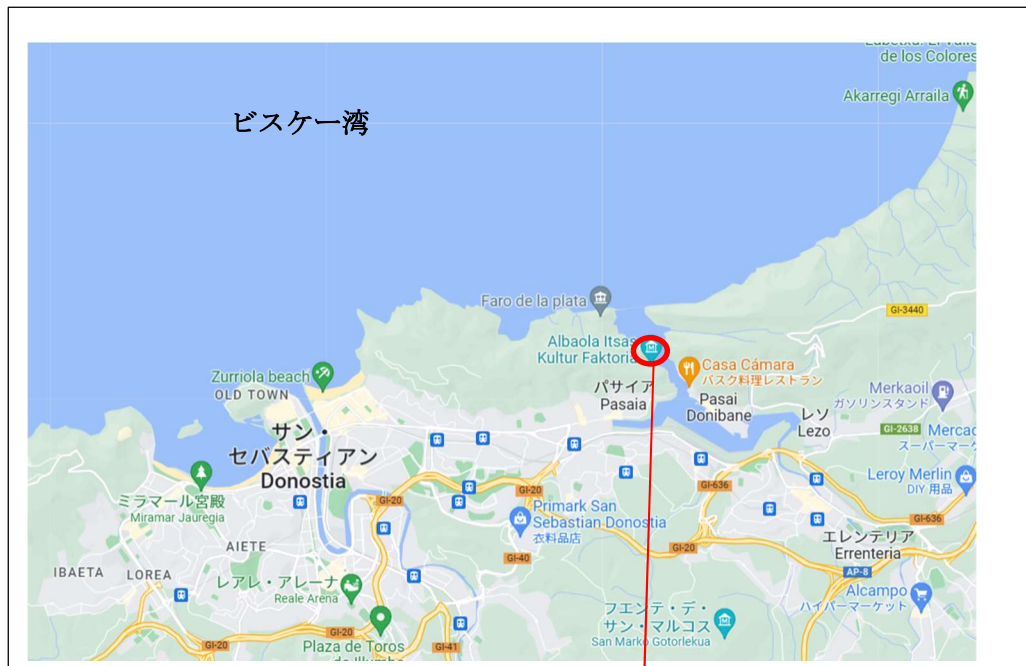


アルバオーラとエスコペラーダが、^{バレンガ}肋根材の頭部を包含しているシングラと一緒になっている状況。

- ソプレキリーヤ
- 1.内竜骨
 - 2 と 3.パルメハル又はシングラ
 - 4.アルバオーラ
 - 5.エスコペラーダ

3) サン・ファン号のレプリカの建造

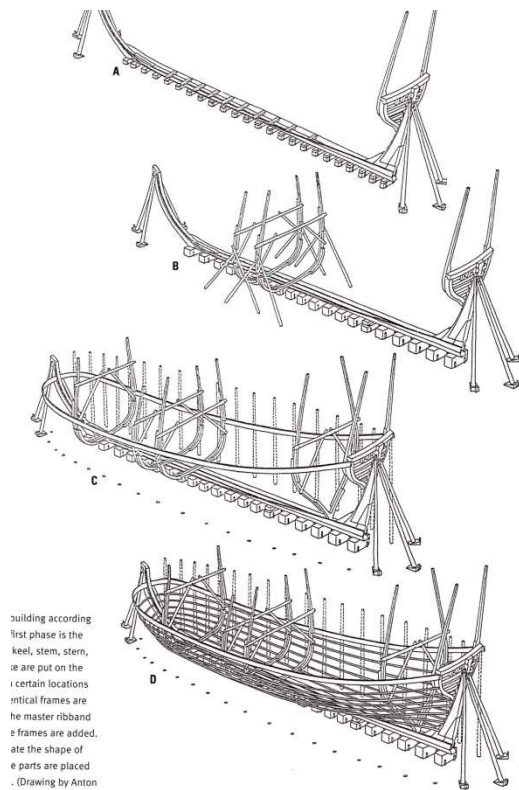
サン・ファン号の建造されたバスク地方で、レプリカの建造が 2013 年から始められた。実際に竜骨が置かれたのは 2014 年 8 月であった。建造工程は、次に示す「スケルトン・ファースト」方式が採られている。木材は肋骨及び、梁を支える「^{ニール}」型等をした肘材は主にオーク材、板張りは主に松材が使われた。



アルバオーラの造船工房 (2014, 2017, 2018 年に訪問)



「本来的な」スケルトン・ファースト工法



2014年10月筆者撮影

サン・ファン号のレプリカの建造の工法は、肋根材を全て据え付けた後に第一肋材^{ファットック}を全て付け加えるという工法で、上記の模式図のように筆者が「本来的な」と呼ぶスケルトン・ファースト工法ではない。スケルトン・ファースト工法と一概に言っても、造船所によって様々であるが、16～17世紀の同工法の共通点は、肋根材に第一肋材^{ファットック}、第二肋材^{ファットック}、あるいは最終肋材^{ファットック}（肋材）^{チンバー}までをアッセンブルした重要肋材を3～4本立てた後、船首材から船尾材にかけて、両船側にリバンドを仮設して、それによって、他の肋骨の形状を得、それを繰り返して、肋骨を増して行くものである。リバンドを使用するのは、全ての肋骨の設計図が無かったからである。現代のレプリカの場合、全ての肋骨の形状が最初から分かっている、図面が作られているので、リバンドは用いずに全ての肋骨を作ることが出来るからである。



第1ファットックまで組み立てられた肋骨

Web Site より



全ての肋骨が据えられた船首の状態

リバンドが何本も見られるが、肋骨の形状を得るためではなく、肋骨の仮押さえ及び、「浮いた」第1ファットックの仮押さえのためのもの。

2018年11月筆者撮影



2018 年 11 月筆者撮影

船底外部：肋根材と、肋根材に固定されずに、リバンド状の板、及び船内の同様な板（下図：第一甲板）によって、船側板が張られるまで「浮いている」第一ファットック。



2018 年 11 月筆者撮影

仮設の第一甲板： 肋根材に固定されずに、リバンド状の板で仮留めされている「浮いてい^{ファットック}る」第一肋材に注目。



船尾左舷

2018 年 11 月 筆者撮影



船尾右舷

2020 年秋進水予定とのことであつたが、コロナ禍のため建造作業中断中。

終わり

Bibliography

- BASS, George F. , "A History of Seafaring based on Underwater Archaeology, London, 1972.
- BRUSETH, James E. and others, " La Belle — The Archaeology of a 17th century Ship of New World Colonization", U.S.A. , 2017,
- CEDERLUND, Carl Olof, " VASA I — The Archaeology of a Swedish warship of 1628", Stockholm, 2006.
- DAMGARD-SØRENSEN, Tinna & BRANDT DJUPRAET, Martin, translation by MCCALL, Douglas, "The Viking Ship Museum in Roskilde", Roskilde, 2003.
- GRENIER, Robert, others "The Underwater Archaeology of Red Bay — Basque Shipbuilding and Whaling in the 16th century", Canada, 2007.
- KIEDEL, Klaus-Peter & SCNALL, Uwe, "The Hanse Cog of 1380", Bremerhaven, 1985.
- KNIGHTON, C. S. & LOADES, D. M., "The Anthony Roll of Henry VIII's Navy", UK, 2000.
- LANDSTRÖM, Björn, " The Royal Warship Vasa", 日本語版「戦艦ヴァーサ」、東京, 1985.
- MARSDEN, Peter, " Mary Rose — Anatomy of a Tudor Warship " Archaeology of the Mary Rose : Vol.2 , Portsmouth, 2009.
- NELSON, Arthur, "The Tudor Navy", London, 2001.
- NICOLAYSEN, Nicolay. , "The Viking-ship discovered at Gokstad in Norway, Norway, 1880, reprint edit. 2003.
- RULE, Margaret, " The Mary Rose — The excavation and raising of Henry VIII's flagship", London, 1992, 2nd edit. 1993.
- SAVELLI, F. "L'Archivio Guido Ucelli ;Il recupero delle navi romane de Nemi", Roma, 2006.
- SJOVOLD, Thorleif, " The Viking Ships in Oslo", Oslo, 1985.
- TRYCKARE, Tre, "The Viking", Gothenburg, 1966.
- UNGER, Richard W. , "Cogs, Caravels and Galleons", UK, 1994.
- WERNES, Kathy, "Roman Emperor Caligula and his legendary Lake Nemi Ships", website, 2018.
- WILSON, David M. , "The Bayeux Tapestry", London, 1985.
- ZIERMANN, Ulrich, "Touring the Kieler Hansekogge", Germany, 2002.