

# 弁才船船型の時代的変遷に関する重回帰分析

正会員 小嶋 良一\*

Multiple Regression Analysis on the Transition of Ship Forms of Japanese Wooden Vessel of Edo Era, Bezaisen

by Ryoichi Kojima, Member

Key Words: Bezaisen, Ship Form, Regression, Transition, History

## 1. 緒言

江戸初期に帆走専用の荷船として広く用いられるようになった弁才船、いわゆる千石船はそれより明治初期にかけて我が国の海運を支える代表的な商船となった。約2世紀半にわたるその歴史の中で、その船型はどのような変遷をたどったのであろうか。またその船型と製作年代に何らかの相関がみられるだろうか。

本論では現存する弁才船の雛形の計測実績<sup>1), 2)</sup>のなかで製作年代の明確な雛形を選び、船体の主要目に関して製作年との相関関係を調査した。またそれから導かれた回帰式を他の弁才船の主要目にあてはめた場合、妥当な

結果が得られるかについても検討した。さらに、把握できた船型要素の変化の意味するところについても若干の考察を加えた。

## 2. 弁才船雛型

雛形からみた弁才船<sup>1), 2)</sup>には合計33隻の雛形の計測結果が図面や写真とともに解説されている。その中で製作年代が確実に把握できている雛形は18隻である。Table 1にその主要目のデータを示す。またFig.1に主要目の説明図を示した。各雛形の側面図とBody Planについては文献3)を参照されたい。

Table 1 Principal particulars and years of completion of 18 models

Model No.	雛形(Model)	製作年	Year of completion	積み石数(石)	航長L(尺)	肩幅B(尺)	肩深D(尺)	L/B	D/B	根棚開きθ1(寸)	中棚開きθ2(寸)	上棚開きθ3(寸)	水押開きθm(寸)	戸立開きθt(寸)	船の持δf(尺)	艀の持δa(尺)	δf/L(%)	δa/L(%)
1	堺市博物館	元禄5年	1692	370	39.8	15.8	5.87	2.5	0.37	6.6	9.2	3.0	8.5	4.5	2.2	2.1	5.5	5.3
2	厳島神社	正徳期	1713	740	41.4	21.8	8.15	1.9	0.37	6.1	8.3	4.1	8.3	6.5	2.5	3.7	6.0	8.9
3	日方伊勢郡柿本神社	正徳5年	1715	892	48.7	23.1	7.92	2.1	0.34	8.3	8.9	1.7	8.4	5.7	4.5	4.3	9.2	8.8
4	海田熊野神社	享保2年	1717	119	36.8	9.5	3.37	3.9	0.35	7.7	8.2	1.2	8.5	4.3	1.7	2.1	4.6	5.7
5	鹿治住吉神社	享保9年	1724	1,321	61.3	22.8	9.44	2.7	0.41	6.1	9.2	2.3	8.6	6.9	2.9	4.8	4.7	7.8
6	甘木豊山神社	寛延2年	1749	273	37.0	13.9	5.35	2.7	0.38	5.5	9.1	0.1	8.3	6.1	3.2	3.3	8.6	8.9
7	高見八幡宮	宝暦5年	1755	688	43.5	20.2	7.82	2.2	0.39	4.7	9.3	1.6	8.4	5.9	3.7	5.4	8.5	12.4
8	玉名外嶋住吉神社	宝暦9年	1759	756	44.5	21.5	7.89	2.1	0.37	5.0	9.4	1.6	8.6	5.9	2.2	4.7	4.9	10.6
9	讃岐金刀比羅宮金刀比羅丸	寛政8年	1796	708	45.9	20.9	7.39	2.2	0.35	5.6	9.3	3.0	8.5	6.5	2.3	3.7	5.0	8.1
10	讃岐金刀比羅宮民吉丸	享和2年	1802	369	38.2	17.4	5.54	2.2	0.32	5.8	9.6	2.7	8.7	6.5	3.4	4.2	8.9	11.0
11	佐柳島八幡神社	文政7年	1824	495	37.8	18.4	7.10	2.1	0.39	3.8	9.6	2.8	8.5	5.6	2.3	4.0	6.1	10.6
12	相良大江八幡宮八幡丸	文政7年	1824	408	39.1	18.5	5.64	2.1	0.30	6.3	9.5	0.8	8.5	6.8	2.1	4.5	5.4	11.5
13	喜多浦大神八幡神社	文政13年	1830	503	39.1	20.0	6.44	2.0	0.32	2.7	9.2	5.3	8.6	6.3	2.8	4.4	7.2	11.3
14	丹後清谷神社	天保8年	1837	1,128	53.5	25.0	8.45	2.1	0.34	8.8	9.2	2.5	8.1	5.1	3.7	5.2	6.9	9.7
15	西神崎湊十二社	嘉永5年	1852	885	48.1	25.0	7.36	1.9	0.29	3.0	9.4	2.4	8.6	5.9	4.2	6.9	8.7	14.3
16	讃岐金刀比羅宮金刀比羅丸	慶応元年	1865	357	37.1	18.6	5.18	2.0	0.28	6.5	9.8	5.4	8.1	5.3	5.4	5.3	14.6	14.3
17	東京国立博物館薩摩形	明治19年	1886	934	45.0	24.6	8.45	1.8	0.34	4.3	9.6	4.7	8.1	6.2	4.3	6.8	9.6	15.1
18	佐賀大堂神社	明治19年	1886	1,186	48.8	28.1	8.65	1.7	0.31	4.4	9.5	3.0	8.3	5.9	6.5	7.8	13.3	16.0

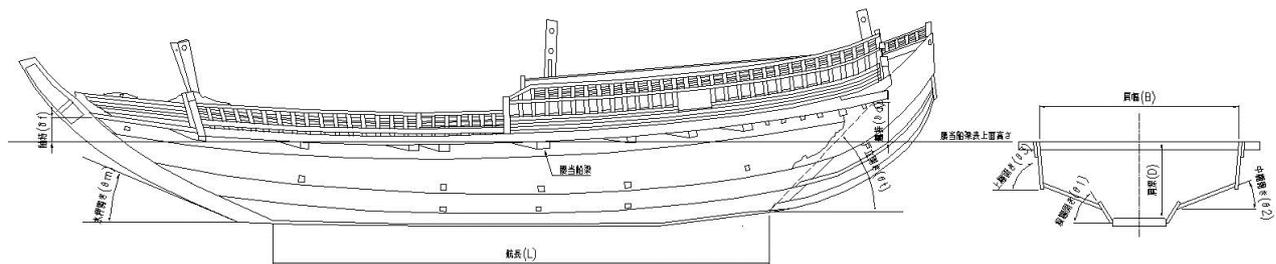


Fig.1 Parameters for regression analysis

因みに「開き」とは外板などの傾斜角を表す言葉で、直

角三角形において斜辺を1尺としたとき、その隣辺の長さを寸で表現してそれらの挟む角度を示す、いわば cosine に準じた値となっている。例えば、水平であれば10寸、30degであれば8.66寸、60degであれば5寸、鉛直であれば0寸となる。

\* 関西設計株

原稿受付 令和5年3月3日

公開日 令和5年5月25日

春季講演会において講演 令和5年6月1,2日

©日本船舶海洋工学会

## 3. 重回帰分析

### 3.1 説明変数10個による重回帰分析

船型を表すパラメータ、すなわち説明変数を、Fig.1に

示す航（かわら）長，肩幅，肩深，加敷（かじき，根棚とも言う），中棚，上棚，水押（みよし），戸立の開き，舳及び艦の持（それぞれL，B，D， $\theta_1$ ， $\theta_2$ ， $\theta_3$ ， $\theta_m$ ， $\theta_t$ ， $\delta f$ ， $\delta a$ ）の10個として，これをベースに重回帰分析を行う。ただし，各説明変数のバランスをとるため，Table 2 に示す通り，9個の説明変数とし，(1)式に示す標準化を行った。

$$X_s = (X - X_m) / X_{dev} \quad (1)$$

ここで，

$X_s$  : 標準化された説明変数 X

$X_m$  : X の平均値

$X_{dev}$  : X の標準偏差

である。

Table 2 Standardized parameters for regression analysis

Model No.	船形(Model)	標準化パラメータ								
		L/B	D/B	根棚開き $\theta_1$ (寸)	中棚開き $\theta_2$ (寸)	上棚開き $\theta_3$ (寸)	水押開き $\theta_m$ (寸)	戸立開き $\theta_t$ (寸)	$\delta f/L(\%)$	$\delta a/L(\%)$
1	堺市博物館	0.538	0.661	0.585	-0.093	0.220	0.417	-1.920	-0.748	-1.740
2	高島神社	-0.672	0.661	0.288	-2.234	0.969	-0.655	0.256	-0.569	-0.537
3	行方伊勢船橋本社	-0.269	-0.150	1.602	-0.806	-0.666	-0.119	-0.254	0.355	-0.573
4	海田船野神社	3.361	0.120	1.243	-2.472	-1.007	0.417	-2.198	-1.067	-1.599
5	滝津吉神社	0.941	1.743	-0.286	-0.093	-0.257	0.953	1.411	-1.028	-0.901
6	甘木雲山神社	0.941	0.932	-0.073	-0.330	-1.757	-0.655	0.301	0.347	-0.543
7	高見八幡宮	-0.067	1.202	-0.552	0.145	-0.734	-0.119	0.023	0.297	0.605
8	玉名外嶋住吉神社	-0.269	0.661	-0.372	0.383	-0.734	0.953	0.023	-0.953	-0.004
9	讃岐金刀比羅宮金刀比羅丸	-0.067	0.120	-0.013	0.145	0.220	0.417	0.856	-0.930	-0.825
10	讃岐金刀比羅宮長吉丸	-0.067	-0.691	0.106	0.859	0.015	1.490	0.856	0.436	0.138
11	佐柳島八幡神社	-0.269	1.202	-1.090	0.859	0.083	0.417	-0.393	-0.553	0.003
12	相良大江八幡宮八幡丸	-0.269	-1.232	0.406	0.621	-1.280	0.417	1.272	-0.803	0.307
13	豊多浦大神八幡神社	-0.471	-0.691	-1.748	-0.093	-1.787	0.953	0.578	-0.175	0.223
14	舟成清宮社	-0.269	-0.150	1.901	-0.093	-0.121	-1.728	-1.087	-0.361	-0.280
15	西神崎湊十二社	-0.672	-1.502	-1.569	0.383	-0.189	0.953	0.023	0.377	1.239
16	讃岐金刀比羅宮金刀比羅丸	-0.471	-1.773	0.525	1.335	1.855	-1.728	-0.810	2.421	1.220
17	東京国立博物館復原形	-0.874	-0.150	-0.791	0.859	1.378	-1.728	0.440	0.666	1.491
18	佐賀大宮神社	-1.076	-0.962	-0.731	0.621	0.220	-0.655	0.023	1.987	1.777
平均値(Xm)		2.233	0.346	5.622	9.239	2.678	8.422	5.883	7.659	10.573
標準偏差(Xdev)		0.496	0.037	1.671	0.420	1.468	0.186	0.720	2.849	3.044

Excel を用いた重回帰分析結果を Table 3 に示す。雛型製作推定年  $Y_{exp}$  は(2)式の重回帰式で求めることができる。

$$Y_{exp} = k_0 + \sum (k_i \times X_i) \quad (2)$$

ここで， $X_i$  は9個の説明変数， $k_i$  は説明変数に対する係数， $k_0$  は定数（切片）である。

Table 3 Results of regression analysis with 9 parameters

パラメータ Parameter	係数( $k_i$ )	t	P-値	
切片 Intercept	1790.333			
L/B	X1	14.089	1.089	0.308
D/B	X2	-26.889	-2.016	0.079
根棚開き $\theta_1$ (寸)	X3	-10.530	-0.705	0.501
中棚開き $\theta_2$ (寸)	X4	24.789	2.316	0.049
上棚開き $\theta_3$ (寸)	X5	6.423	0.618	0.554
水押開き $\theta_m$ (寸)	X6	-23.843	-1.720	0.124
戸立開き $\theta_t$ (寸)	X7	2.758	0.268	0.796
舳の持/航長 $\delta f/L(\%)$	X8	-26.754	-1.894	0.095
艦の持/航長 $\delta a/L(\%)$	X9	34.104	1.458	0.183
有意 F	0.006			
補正決定係数 $R^2$	0.759			

Table 3 の係数  $k_i$  を用いて推定した製作年と実際の製作年  $Y_{act}$  とを比較したグラフを Fig.2 に示す。以下に，これらの結果について評価する。

重回帰式(2)の精度を表す変数として決定係数  $R^2$  を求める。  $R^2$  は (3)式によって求められる。

$$R^2 = R^2 = \text{Var}(Y_{exp}) / \text{Var}(Y_{act}) \quad (3)$$

ここで， $\text{Var}$  は分散を示す。  $R^2$  は重回帰式が対象としている推定値を説明できている割合を示しており，1 に近

いほど精度よく表現していることになる。さらに，これを対象データ数  $n$  と重回帰係数の数  $k$  とで補正した決定係数  $R^2'$  を(4)式で求めると，同表に示す通り 0.759 となる。一般に精度の目安となる  $R^2'=0.8$  に近い値となっていることが分かる。

$$R^2' = \{-k + R^2(n - 1)\} / (n - k - 1) \quad (4)$$

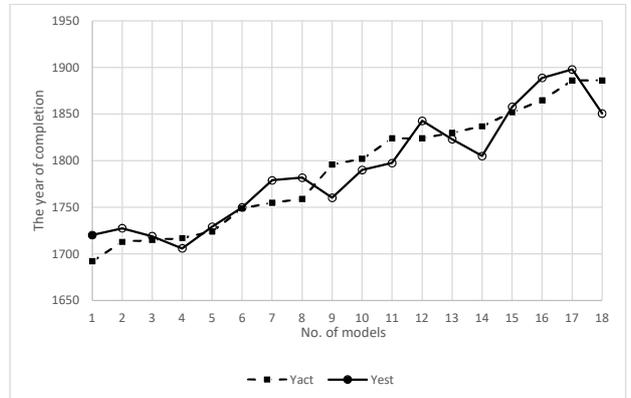


Fig.2 Comparison between actual and expected years of completion by regression analysis with 9 parameters

重回帰分析の有意性を表す有意 F は 0 に近い方が回帰モデルの有意性が高いとされる。ここでは 0.006 となっており，一般の判断基準 0.05 を下回っている。

個々の説明変数の有意性を表す t 値はその絶対値が 0 に近いほど，その有意性がないとされる。一般的には 2.0 を超えると，95%の確率で意味があるといわれる。ここでは X3, X5, X7 が比較的 0 に近く，説明変数としては妥当性を欠くように考えられる。

P 値は逆に 0 に近い方がその有意性が増すとされている。目安としては 0.05 以下となっている。ここでも X3, X5, X7 が比較的大きくこれらの説明変数が重回帰式の結果に及ぼす影響は比較的小さいのではないかと考えられる。

### 3.2 説明変数の絞り込み

続いて，説明変数を変えて感度分析をおこない，補正決定係数  $R^2'$  に着目して有効な説明変数の絞り込みを行なった。その結果を Table 4 にまとめた。

Table 4 Relation between the number of parameters and  $R^2'$  and estimation errors

No. of parameter	L/B	D/B	中棚開き $\theta_2$	水押開き $\theta_m$	舳の持 $\delta f$ /航長L	艦の持 $\delta a$ /航長L	補正決定係数 $R^2'$	Average Error (Years)	Standard Deviation (Years)	Max. Error (Years)
6	○	○	○	○	○	○	0.788	19	13	42
5	○	○	○	○	○	○	0.793	21	12	39
4	○	○	○	○	○	○	0.744	23	15	48
4	○	○	○	○	○	○	0.749	24	13	52
3	○	○	○	○	○	○	0.745	24	15	54
2	○	○	○	○	○	○	0.716	24	21	56
1	○	○	○	○	○	○	0.701	26	21	68
1	○	○	○	○	○	○	0.440	38	24	94

説明変数として，D/B,  $\theta_2$ ,  $\theta_m$ ,  $\delta f/L$ ,  $\delta a/L$  の5変数をとると，補正決定係数  $R^2'$  が最大となることがわかる。この時の有意 F, t, p 値などを Table 5 に示す。

一方，説明変数が D/B,  $\theta_2$ ,  $\delta a/L$  の3変数でも  $R^2'$  が 0.745 と比較的良好な回帰推定結果をもたらすことがわかる。この場合の有意 F, t, p 値などを Table 6 に示す。

Table 5 Results of regression analysis with 5 parameters

パラメータ Parameter		係数(ki)	t	P-値
切片 Intercept		1790.333		
D/B	X1'	-23.439	-2.380	0.035
中棚開き θ2 (寸)	X2'	20.859	2.220	0.046
水押開き θm (寸)	X3'	-16.928	-1.936	0.077
舳の持/航長δf/L(%)	X4'	-25.345	-2.016	0.067
艦の持/航長δa/L(%)	X5'	39.031	3.108	0.009
有意 F		0.000		
補正決定係数 R2'		0.793		

Table 6 Results of regression analysis with 3 parameters

パラメータ Parameter		係数(ki)	t	P-値
切片 Intercept		1790.333		
D/B	X1''	-15.231	-1.516	0.152
中棚開き θ2 (寸)	X2''	16.621	1.643	0.123
艦の持/航長δa/L(%)	X3''	33.803	2.796	0.014
有意 F		0.000		
補正決定係数 R2'		0.745		

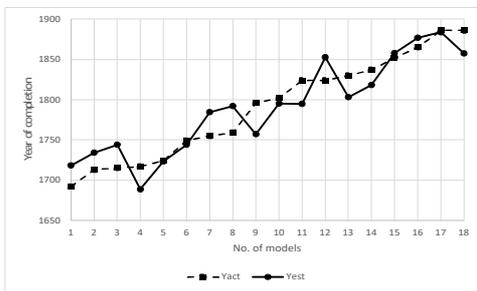


Fig.3 Comparison between actual and expected years of completion by regression analysis with 5 parameters

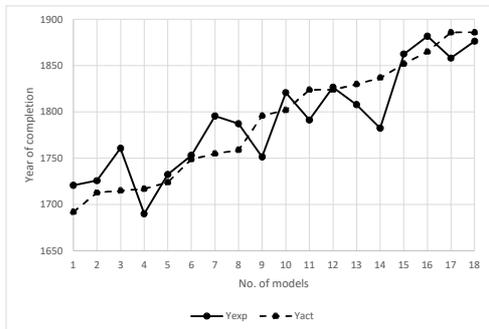


Fig.4 Comparison between actual and expected years of completion by regression analysis with 3 parameters

Table 5 と 6 の結果を重回帰式で示すと、それぞれ (5)式および(6)式ようになる。これらの式の意味するところを以下にまとめる。

$$Y_{exp} = 1790.333 - 23.439 X1' + 20.859 X2' - 16.928 X3' - 25.345 X4' + 39.031 X5' \quad (5)$$

$$Y_{exp} = 1790.333 - 15.231 X1'' + 16.621 X2'' + 33.803 X3'' \quad (6)$$

- 1) 説明変数  $Xi'$  や  $Xi''$  をすべて 0 とした場合、即ちこれらの説明変数がすべて平均値をとるとすれば、 $Y_{exp}$  は 1790 年となり、平均的な弁才船の船型は 1790 年(寛政期) ころのそれであるといえる。
- 2) D/B ( $X1'$ ,  $X1''$ ) の係数は負となっており、これらが

大きいほど時代が上る、即ち古い製作である傾向となっている。

- 3) 中棚の開き ( $X2'$ ,  $X2''$ ) と艦の持/航長 ( $X5'$ ,  $X3''$ ) の係数は正となっており、これらが大きいほど時代が下る、即ち新しい製作である傾向となっている。
- 4) 水押の開き ( $X3'$ ) と舳の持/航長 ( $X4'$ ) の係数は共に負となっており、これらが大きいほど時代が上る、即ち古い時代の製作であることになる。この点については明治期の弁才船にしばしばみられる船首尾の大きな反りや、水押の大きな開きを説明できないことになるがこの点については後で触れる。
- 5) 推定誤差の絶対値の平均値は 5 個の説明変数と 3 個の説明変数でそれぞれ 21 年と 24 年であった。また、その標準偏差はそれぞれ 12 年と 15 年であった。この結果で見ると、5 個の説明変数近似の方が、実際の製作年数に近い推定をしていると言える。

古い形式の代表的な例として雛形番号 5 の「庵治住吉神社雛形」(1724<享保 9>年製作) と、新しい形式のそれとして雛形番号 17 の「東京国立博物館薩摩形雛形」(1886<明治 19>年製作) の側面図と正面線図を Fig.5 及び Fig.6 にそれぞれ示す。「庵治住吉神社雛形」の方が、肩深に比較して肩幅が狭く、中棚の開きが小さく、航の長さ比較して艦の反り(艦の持)が小さい、古い形式を備えていると考えられる。Fig.6 で舳の持が大きい点は、Table 5 の傾向と反している。

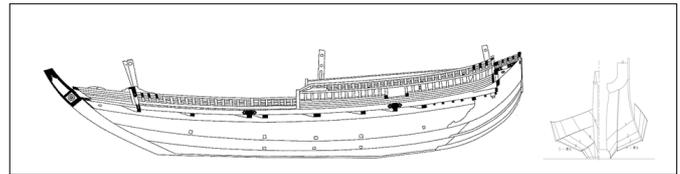


Fig.5 Side view and body plan of Sumiyoshi-maru (1724)

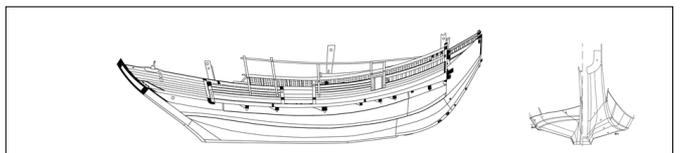


Fig.6 Side view and body plan of Satsumagata-model (1886)

## 4. 重回帰分析結果の応用

### 4.1 対象弁才船

以上で導き出した重回帰式に一般性があるか否かの検証を試みる。

文献 1), 2) には Table 1 で示した以外の多くの雛形の計測結果が掲載されているが、それらには明確な製作年の記録がない。しかし、各雛形の構造形式などから幅を持たせた推定製作年が示されている。ここでは(5), (6)式をそれらの雛形に適用した場合にどうなるかを検討する。

その中で、対象となりうる一般的な弁才船雛形の一覧をそれらの船型要素と共に Table 7 に示す。Table 8 は Table 7 の各説明変数を(1)式により標準化した結果である。

Table 8 で求めた標準化した説明変数を用いて、(5), (6)式によって推定した製作年を Fig.7 および Fig.8 にそれぞれ示す。

Table 7 Principal particulars of additional models to check the years of completion

Model No.	雛形(model)	Parameter No.				
		1	2	3	4	5
M 1	氣比神宮	0.34	9.6	8.5	6.8	9.2
M 2	中庄奈加美神社	0.40	9.0	8.5	7.0	6.8
M 3	持築若宮八幡社	0.35	9.1	8.5	5.5	6.6
M 4	津田実相寺	0.40	8.8	8.5	8.3	10.8
M 5	庵治椽八幡神社	0.39	8.8	8.9	6.7	9.0
M 6	小浜若狭彦神社	0.36	9.5	8.6	8.7	11.1
M 7	西神崎湊十二社大幣丸	0.32	9.6	8.6	9.5	8.5
M 8	鉄道博物館	0.37	9.8	8.3	8.1	12.9
M 9	河野右近家八幡丸	0.34	9.8	8.7	17.0	15.3
M 10	東京大学明治丸	0.33	9.8	8.5	22.0	18.0
M 11	宮津上司住吉神社	0.33	9.4	8.5	14.2	17.3
M 12	東京国立博物館武蔵丸	0.34	9.8	8.1	14.5	16.4

Table 8 Standardized parameters for regression analysis for additional models

Model No.	雛形(model)	標準化パラメータ				
		D/B	中棚開き	水押開き	$\delta f/L$	$\delta a/L$
M 1	氣比神宮	-0.136	0.859	0.417	-0.317	-0.455
M 2	中庄奈加美神社	1.295	-0.568	0.417	-0.224	-1.246
M 3	持築若宮八幡社	-0.026	-0.330	0.417	-0.744	-1.289
M 4	津田実相寺	1.368	-1.044	0.417	0.230	0.061
M 5	庵治椽八幡神社	1.276	-1.044	2.562	-0.332	-0.513
M 6	小浜若狭彦神社	0.369	0.621	0.953	0.351	0.184
M 7	西神崎湊十二社大幣丸	-0.686	0.859	0.953	0.638	-0.694
M 8	鉄道博物館	0.611	1.335	-0.655	0.160	0.777
M 9	河野右近家八幡丸	-0.331	1.335	1.490	3.284	1.557
M 10	東京大学明治丸	-0.566	1.335	0.417	5.028	2.427
M 11	宮津上司住吉神社	-0.486	0.383	0.417	2.311	2.222
M 12	東京国立博物館武蔵丸	-0.253	1.335	-1.728	2.398	1.911

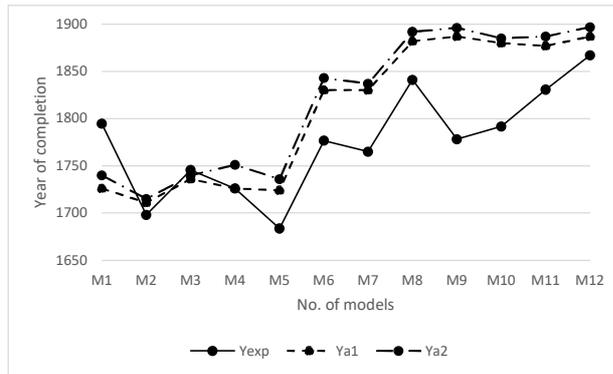


Fig.7 Comparison between actual and expected years of completion for additional models by regression analysis with 5 parameters

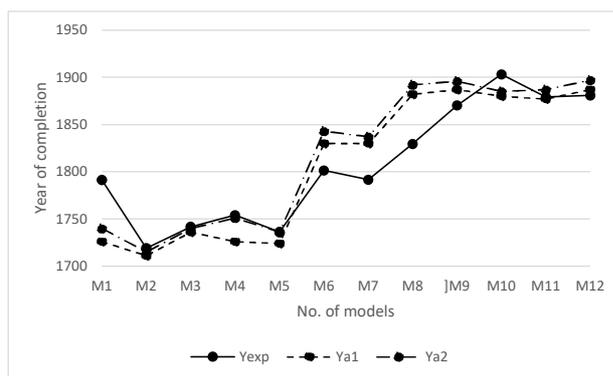


Fig.8 Comparison between actual and expected years of completion for additional models by regression analysis with 3 parameters

Fig.7,8 において, Yexp は重回帰分析による予測値, Ya1 は構造様式などから推定される製作年の上限, Ya2 は同じく下限を示す.

Yexp と Ya1 及び Ya2 の平均値との差異を見ると, Fig.7

で 54 年, Fig.8 で 23 年となっている. Fig.7 では時代が下がるに従って差異が大きくなっており, M9 (河野右近家八幡丸) や M10 (東京大学明治丸) では誤差が 100 年に及ぶ. 特に顕著なのは M9 から M12 の雛形の船首尾の反り ( $\delta f/L$ ,  $\delta a/L$ ) が際立って大きいことである. ここで取り上げた雛形の内, Model No.14, 16, 18, M6, M7, M9, M10, M11, M12 はその構造的特徴から北前船と呼ばれていて<sup>4)</sup>, M9 から M12 はすべて明治期の北前船と考えられている<sup>2)</sup>. (6)式に含まれ, (7)式には含まれていない, 舳の持/航長 ( $\delta f/L$ ) に関する説明変数の値が大きいたがこの大きな推定誤差に関連しているものと考えられる. 即ち, この観点からすると, 3 個の説明変数の方が一般的な推定式としては有効なように考えられる.

因みに復元された菱垣廻船浪華丸<sup>5)</sup>に対して 3 個の説明変数による回帰式を適用してみよう. 同船は,

航長  $L = 44.3$  尺, 肩幅  $B = 24.4$  尺, 肩深さ  $D = 8.0$  尺  
中棚の開き  $\theta = 9.4$  寸 (0.383)

舳の持 = 5.9 尺

$D/B = 0.328$  (-0.539)

$\delta a/L = 13.4\%$  (0.929)

である. ただし, ( ) 内は標準化した値を示す. これらに基づき (6) 式で計算すると, 推定製作年は天保 7 (1836) 年となる. 復元のベースとなったいわゆる国会本は文化~文政期 (1804~1830 年) とされており大きな推定誤差はないように考えられる.

## 5. まとめ

弁才船の製作年とその船体形状の要目との関係について 18 隻の製作年が明らかな雛型を対象に重回帰分析を行ない, 加えて, それをもとに製作年代の記録がない 12 隻の製作年推定も行った結果, (6)式のように D/B, 中棚の開き, 舳の持/航長の 3 個の説明変数を用いると, 製作年の推定に最も有効であることが分かった. 具体的には推定誤差の平均は 25 年弱とみられる. 言い換えるとこれらの船型要素が弁才船の時代の変遷をよく表しているといえる.

弁才船雛型の船型について, その時代の変遷を見ると次のことが言えよう.

一つは時代とともに D/B が小さく, 中棚の開きが大きくなる傾向にあることである. 船体がいわずんぐりしてその積載能力を確保することに重点が置かれるようになったことを示している.

もう一つは, 舳の持が時代とともに大きくなっていく傾向にあることである. 追波に対する凌波性を高めることに留意されるようになったことがその要因ではないかと推測される.

## 参考文献

- 1) 安達裕之: 雛形からみた弁才船 上, 船の科学館叢書 5, 船の科学館, 2005.
- 2) 安達裕之: 雛形からみた弁才船 下, 船の科学館叢書 6, 船の科学館, 2011.
- 3) 小嶋良一: 弁才船奉納雛形の木割, 日本船舶海洋工学会講演会論文集 第 28 号, 2019
- 4) 石井謙治: 図説和船史話, 至誠堂, pp.110-114, 1983.
- 5) 小嶋良一: 復元された菱垣廻船「浪華丸」の意義について, 日本船舶海洋工学会講演会論文集 第 22 号, 2016.