

関西支部研究委員会／Kシニア共催シンポジウム
「船型開発のあけぼのーバウバスバウを中心にして」

「日本造船発展期の船型共同研究」 といくつかの設計事例

於、神戸大学海事科学部

2010年11月5日

Kシニア・海友フォーラム会長

岡本 洋 （元・川重）

船型設計入門

Fernmanor号, S.N0.850, 昭和25年(1950)6月竣工、輸出油槽船
Dw18,385ton, Lpp=180.51, L/B=8.36, Cb=0.77,
MCR 7,000BHP, Vservice=13.75 K

続いてその3年後、「Alliance号」を竣工させたが、この船の計画段階から船型設計に深く関わるようになった。

Alliance号,S.N0.921,昭和28年(1953)5月竣工、輸出油槽船
DW20,708ton, Lpp=178.88, L/B=8.13, Cb=0.77,
,MCR 8,000BHP, Vsev. =14.50 K

戦後の海事世界の概観

海運造船未曾有の好況

GT

計画造船 '47-'99

造船疑獄 '54 海運集約 '63

停滞・再発展期

帝国海軍の遺産

成長発展期

復興・立ち上がり期

オイルショックと不況

1948

Private 軌跡

造船 設計 研究開発

船型試験

終戦

奇跡の復興
Japan as No.1

MTS 1988~

海事壊滅

イギリスの衰退

戦後復興は造船から

構造不況・苦節

1950

1960

1970

1980

1990

2000

日本、英国を抜いて建造量世界第1位に

日本船腹量世界第一位に

日本の進水量が世界の50%に達す。

韓国の急速な台頭、2000年に日本を捉える

米金融危機

2008

今回取り上げる期間

1947

1948

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1,600

中国

1,600

中国

1,600

中国

1,600

中国

1,600

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

中国

中国

中国

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

中国

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

1970

1980

1990

2000

中国

1950

1960

世界、日本・新造船建造量推移

GT

造船所共同研究

UT

FTC

PRC

停滞・再発展期

日本

成長発展期

復興・立ち上がり期

川重突出バルブ

くれない丸
実船試験

西欧

日本

韓

韓

12,218

12,900

12,001

12,600

韓国

西欧

その他

終戦

イギリス

SR45

SR41

107

98

1070

72

74

76

78

80

82

84

86

88

90

92

94

96

98

2000

02

04

06

2,000

0

三菱重工 3分割時代

1950

1960

1970

1980

1990

2000

日本、英国
を抜いて世
界第1位に

日本の進水
量が世界の
50%に達す。

韓国の急速な台頭、
2000年に日本を捉える

岡本 洋

40,000

千8百万トン

1千万トン

16,990

6,090

522

367

1,484

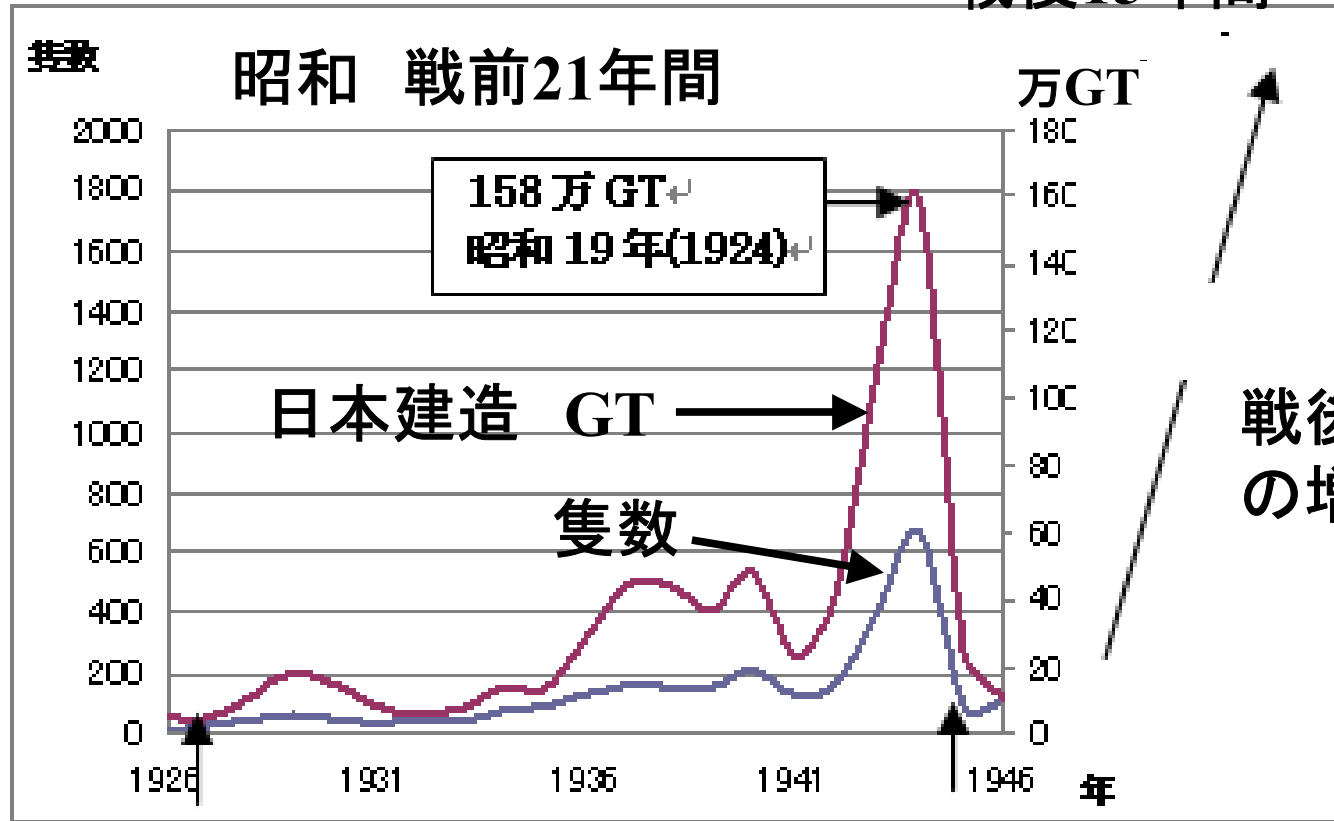
1,600

中国

当年度 年間建造量…… 1946年 11^{万GT} 1960年 約200^{万GT} 1975年 1,700^{万GT}

建造量の年間増加率—— ———— +13^{万GT/年} +100^{万GT/年}

戦後15年間



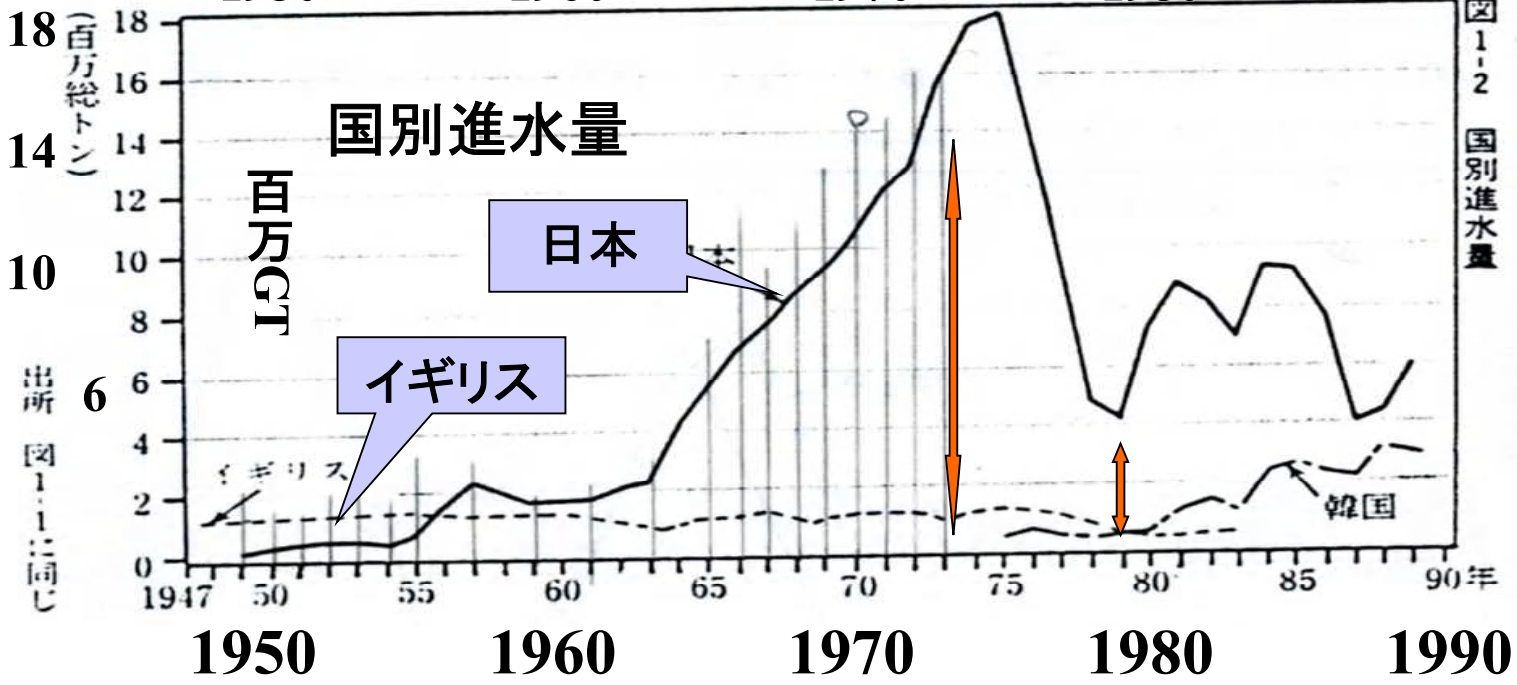
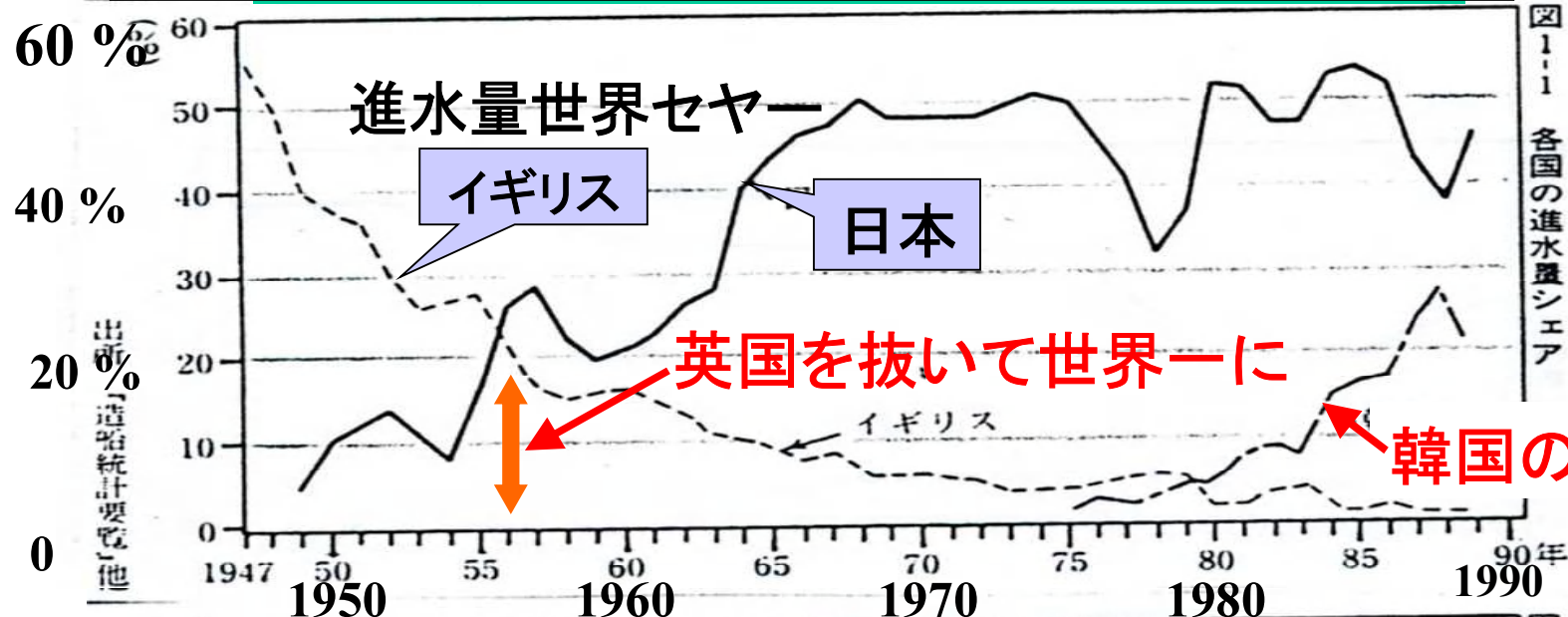
戦後の年間建造量の増加は加速度的

昭和1年(1927年)

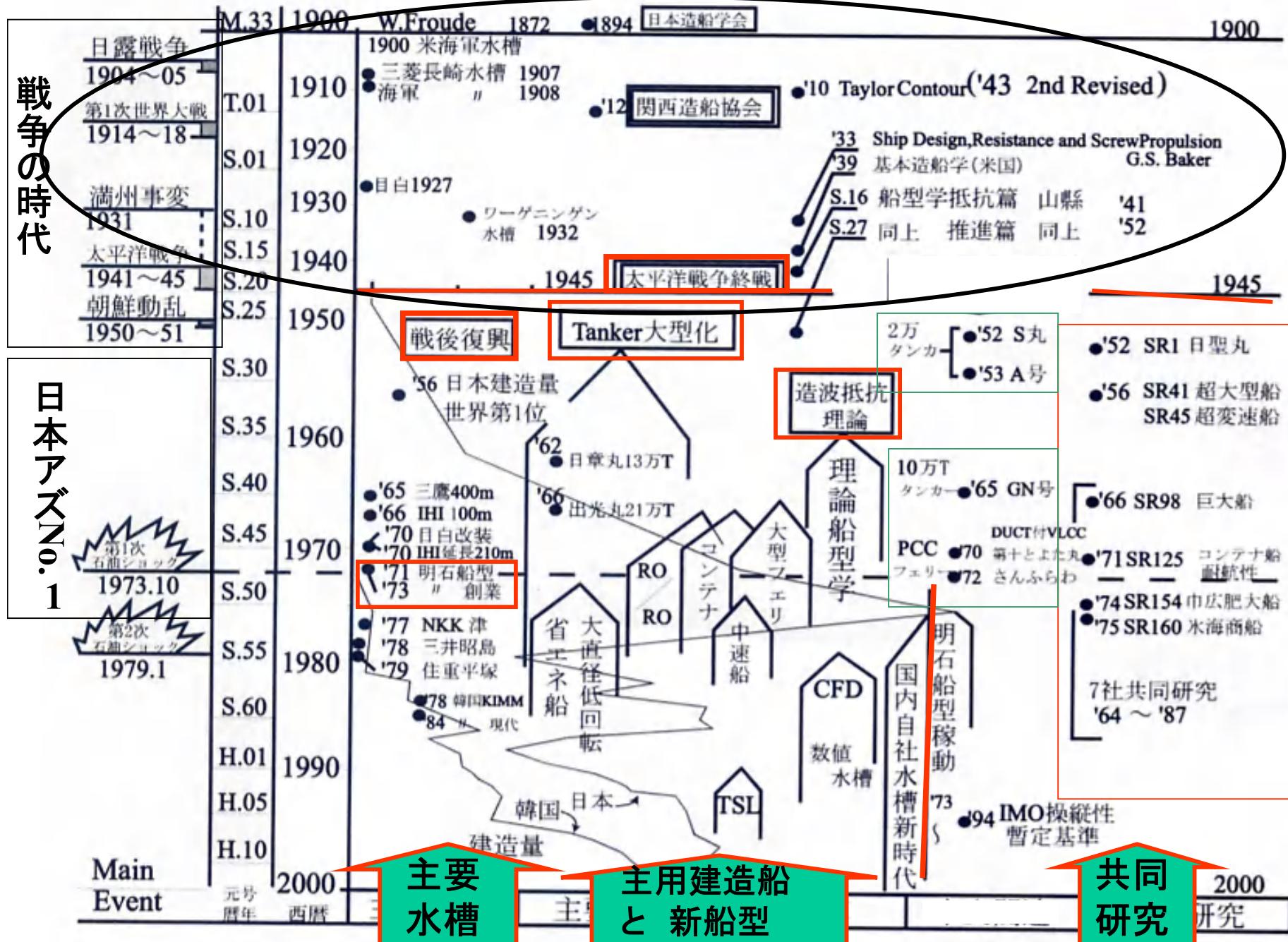
昭和20年(1945年)

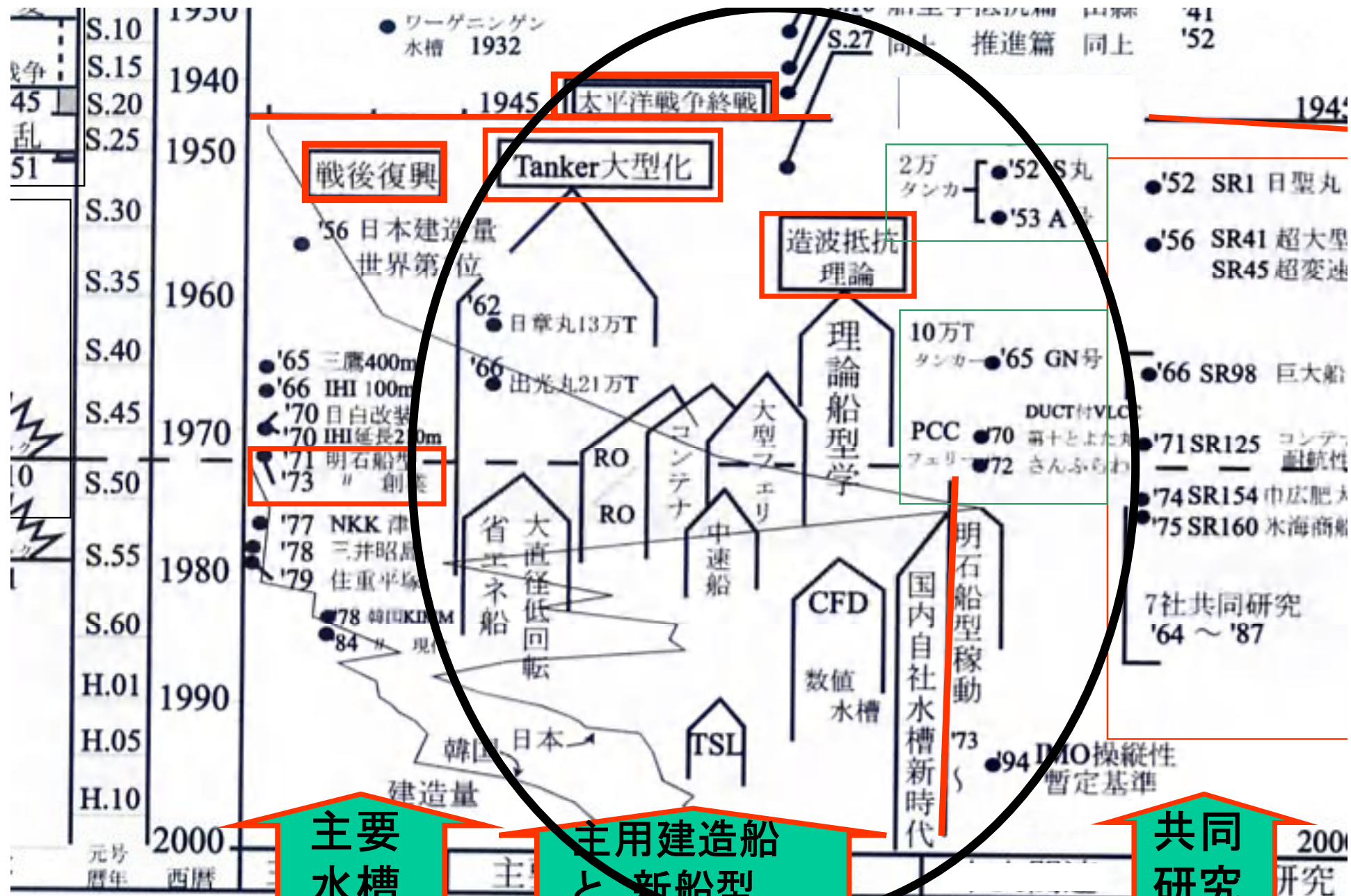
第2図 昭和1~21年の我が国件造船実績↑→

造船日本の戦後の躍進と英国の凋落



20世紀 建造船と船型関係—水槽建設と共同研究 大観

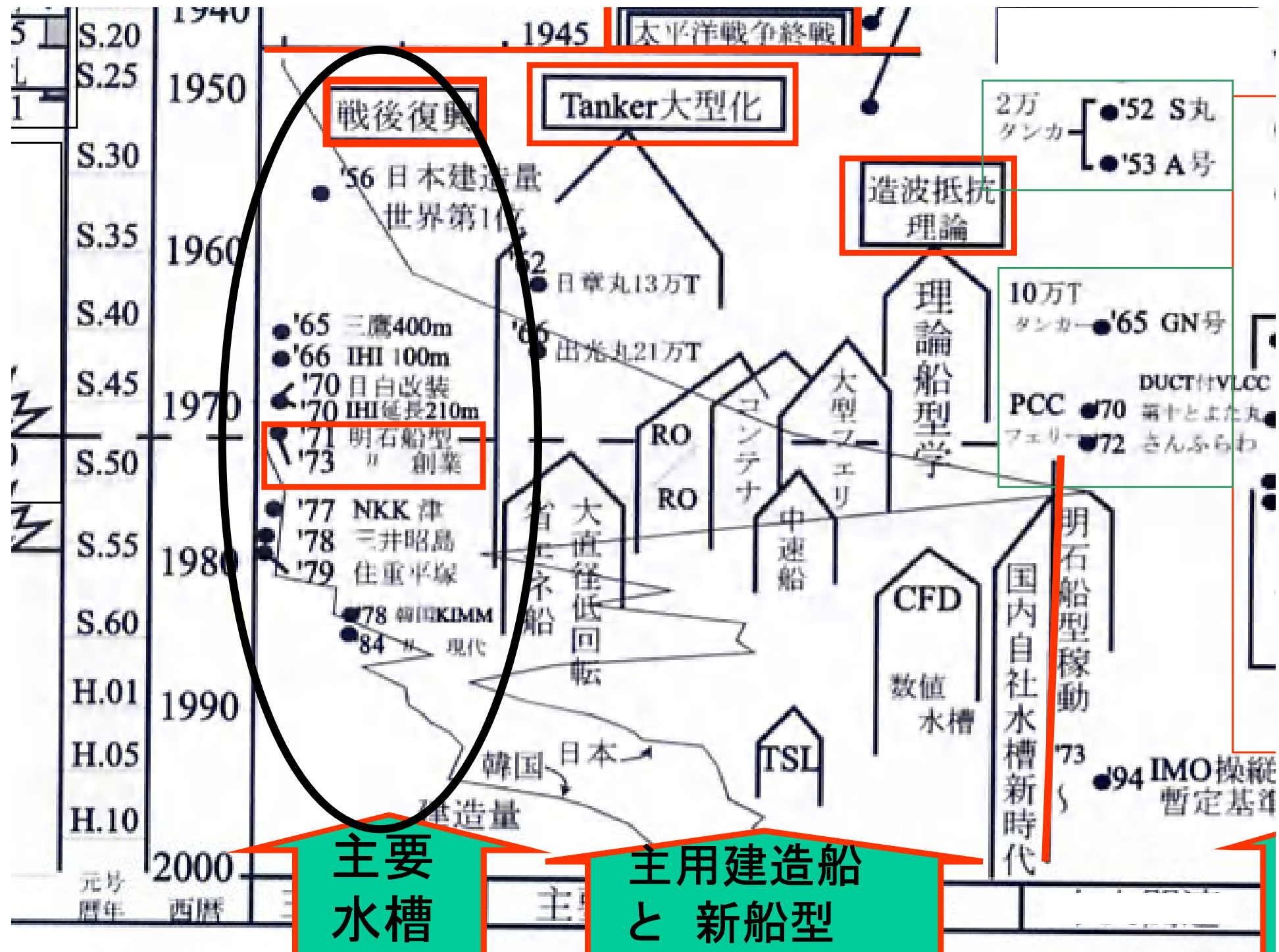




主要水槽

主用建造船と新船型

共同研究



主要
水槽

主用建造船
と 新船型

2万
タンカー
●'52 S丸
●'53 A号

10万T
タンカー ●'65 GN号

PCC ●'70 第十とよ丸
フェリー ●'72 さんふらわ

明石船型稼動
国内自社水槽新時代
●'73
●'94 IMO操縦 暫定基準

1945 太平洋戦争終戦

戦後復興

Tanker大型化

造波抵抗
理論

理論船型学

CFD
数值水槽

TSL

RO
RO

コンテナ

大型フェリ

中速船

省エネ船
大直径低回転

1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
S.20
S.25
S.30
S.35
S.40
S.45
S.50
S.55
S.60
H.01
H.05
H.10
元号
西暦

'56 日本建造量
世界第1位

'62 日章丸13万T

'66 出光丸21万T

'65 三鷹400m

'66 IHI 100m

'70 日白改装

'70 IHI延長210m

'71 明石船型

'73 創業

'77 NKK 津

'78 三井昭島

'79 住重平塚

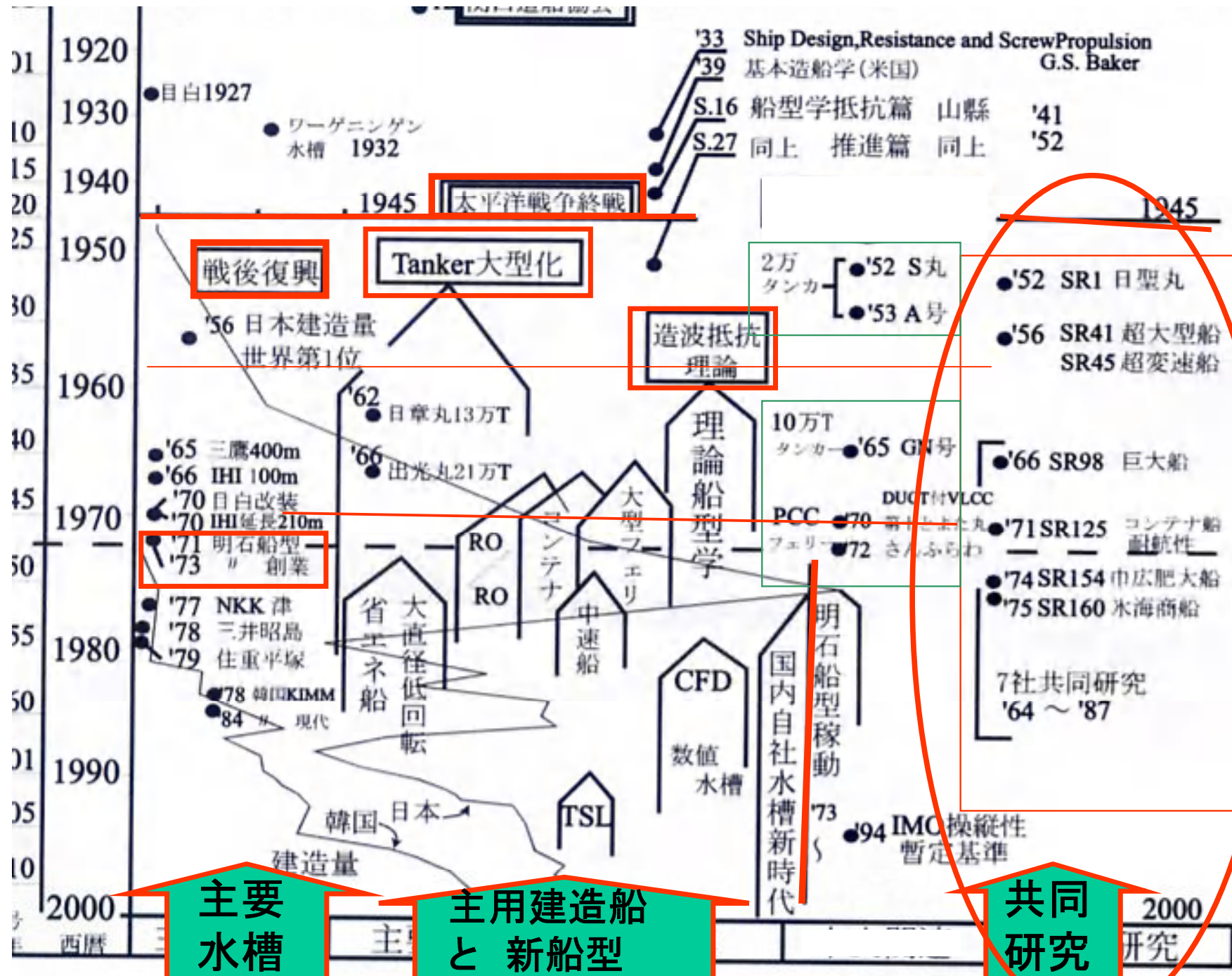
'78 朝日KIMM

'84 現代

韓国 日本

建造量

主



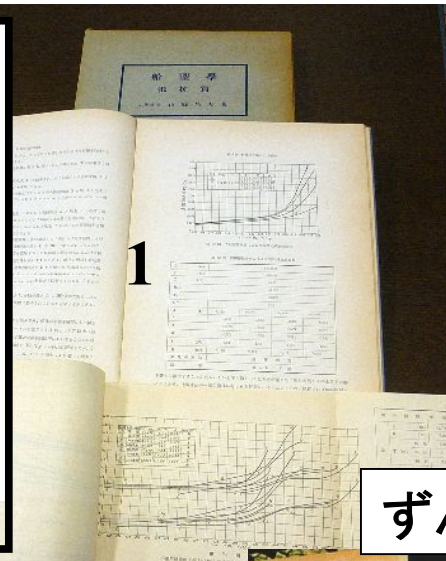
主要水槽

主用建造船と新船型

共同研究

船型学のテキスト

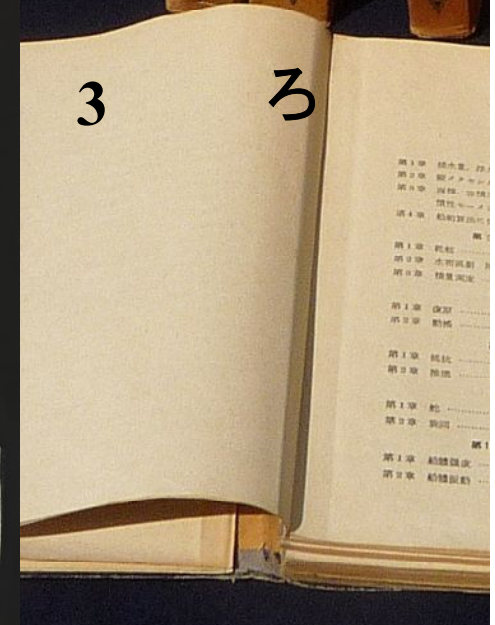
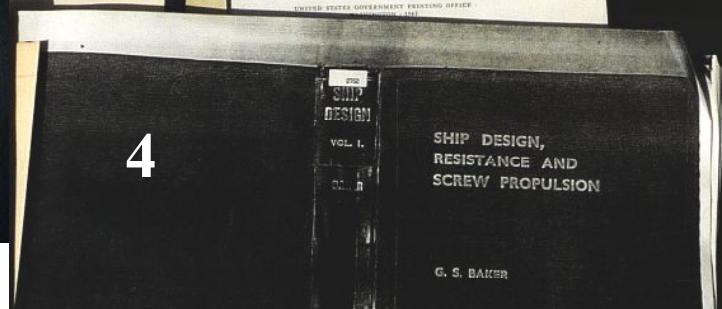
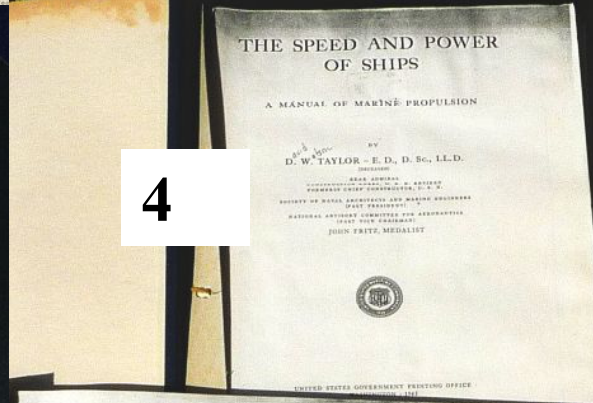
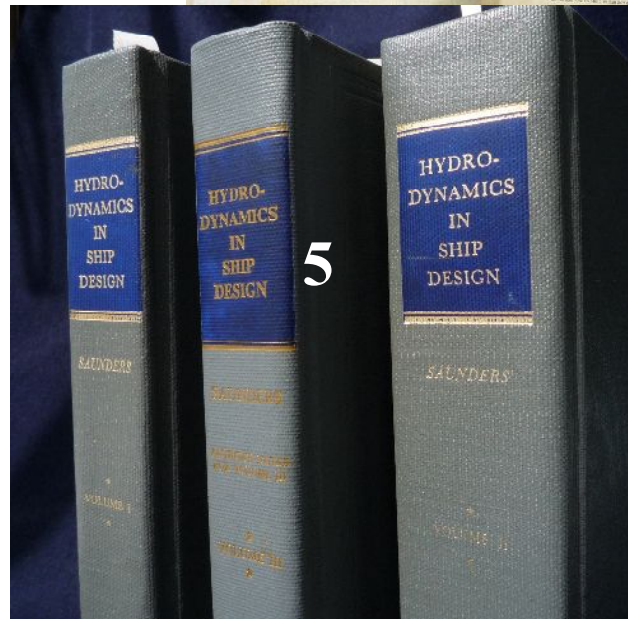
1. 山縣船型学
2. 基本造船学
3. 船舶工学便覧
4. テイラー及び
ベイカー
5. サンドースの本



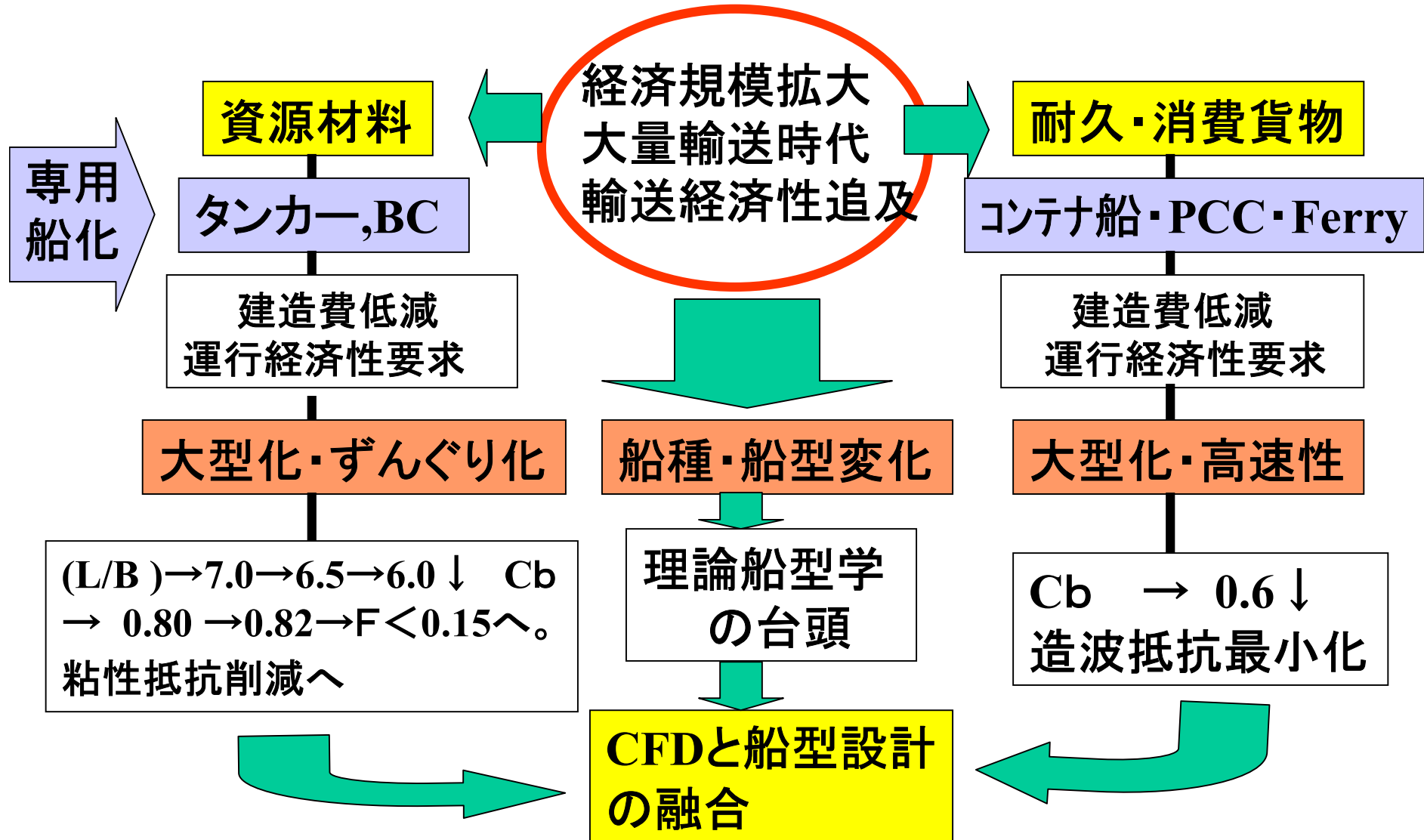
下巻 菅四郎訳



ずんぐり船型、バルブ理論は未領域



戦後の船舶の 船型的特長と 船型設計上の問題点



Ⅱ.共同研究

SR共同研究 と 造船所各社間の共同研究 線表 1/3、2/3、3/3

8.年度と研究題目と概要

8.1 UTシリーズ

8.2 BS6080

8.3 FTC

8.4 SR41

8.5 SR 61

8.6 「肥大船におけるバルバス・バウの効果」

8.7 SR 98—「バルブの影響」、「筆者の論文」—

8.8 SR 45 (高速船)

9.系統試験全般について

船型に関するSR と造船所間の共同研究 1/3

その1 S29～33年

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
29 以前		運研「運研タンカーシリーズ 昭和29年（UTシリーズ）」 から DW：3万トン程度 L：190m程度 UT シリーズ
30	昭和29年 ～ 39年 4万DWTon ChrysanthyL	
31	4万DWTon Taurus	
32		
33	SR 41 「超大型船の運航性能」 ～5万トン程度 20m程度	

その2 S34～39年

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
34	SR 41	
35	35/8	乾・Waveless Bow論文 SR45高速船
36	くれない丸実船試験	MPC (マンモス・タンカー推進研究会) 運研、造船2社
37	13万DWTon 日章丸	山梨丸
38	SR 61 「高経済性船舶の運航性能」 DW：7～8万トン程度 L：240m程度	MPC 山城丸
39	SR 61	BS (バルブ付肥大船研究会) 船研、造船5社 BS 6080

SR共同研究 と 造船各社間の共同研究 2/3

その1 S40～44 年 その2 S45～50 年

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
40	SR 61	FTC (肥大タンカー研究会) 船研、造船5社後に7社
41	SR 98 SR 302 「巨大船の運航性能」 DW: 20万トン程度 L: 300m程度	FTC S39~ 43
42	SR 98 S41~43	LC ライナー船型 S40~44
43	SR 107	統合して LITAC に
44	SR 107 RR1 RR2 「船舶の運度計測及び馬力推定法の精度向上」	LITAC 「ライナー・タンカー研究会」 船研、技セ、東大、造船7社 LITAC

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
		DW: 16万トン
45	SR 107	RR 2 LITAC
46		RR 1 PRC LINEC
47		RC 「推進性能研究会」 船研、技セ、造船7社
48		LSP 「模型船自航試験不安定現象と船尾形状研究会」 技セ、造船3社
49		P R C LSP
50	SR 159	
		「新経済船型開発のための船尾まわりの流場研究」

SR共同研究 と 造船各社間の共同研究 3/3

年度	SR 研究部会	造船所の共同研究
	SR 159	
51		LSP
52	SR174 「馬力節減を目的とした1軸中型船の船尾形式の開発」 DW: 4~6万トン程度 L : 210m程度	
53	SR 174	PRC IINEC
54	SR200-5 SR200-6 「肥厚船の推進性能に関する研究のとりまとめ」	船研、技セ 造船6社
55	SR200-10 「SR174 研究成果のとりまとめ」	PRC終了 昭和.62年

日本造船研究協会報告書第94号の表1を加筆編集した。

肥大タンカー船型設計、ライナー船型設計関連のものを示した。

SR研究部会は日本造船研究協会。造船所の共同研究とは、目白水槽を利用する国内造船所、単独もしくは複数社が船研・技セと共同で行ったシリーズ試験研究(三菱を除く大手造船所)。

ここには、肥大タンカー及び、ライナー船型設計関連のものを示した。

LITACは昭和46年に再度、タンカー船型対象のPRCと、ライナー対象で東大を中心にソフト開発を指向するLINECに分かれ、三菱も参加。

以下にも続くが 略。造船研究協会概要、及び 同協会報告書第94号参照

SR 41 長大型船の運行性能に関する研究

日本造船研究協会 第41研究部会 ト33.4～35.3

主査 出淵 巽、 幹事 谷口 中、矢崎敦生、横尾幸一

超大型船の基本設計の基礎資料を得ることを目的。

研究対象船型 L=220m,5.0万DWT船型、

研究内容

1. 系統的模型水槽試験

■ バルブなし普通船首（目白水槽）

▽/L3比シリーズ、Fr.Line, Cpカーブ、lcb、(Cb=0.80,0.82)、

■ バルブ付船首(三菱長崎水槽) (直立Stem.で4%程度の小型バルブ)

▽/L3比シリーズ、Cpカーブ、lcb、(Cb=0.80,0.82)、

L/B=7.0～7.6,母型=7.34 Cb=0.80、0.82、

Fr.Line,Cpカーブ、

1軸、2軸船の推進性能比較 (Cb=0.80,0.82)、波浪中。

2. この外、標準試運転要領とエベレスト丸、鶴那丸他の試運転解析、操縦性模型試験等。

S29.6(1954)



Chrysanthy L 川重

S31.8(1956)



Taurus 三菱長崎

S36.2(1961)

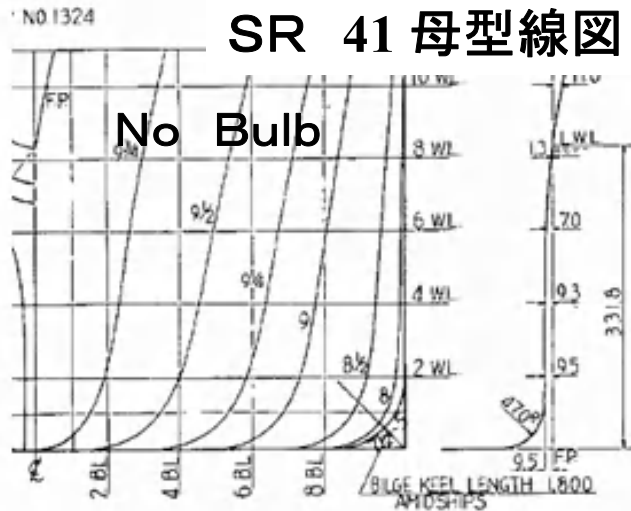


Skauborg 三菱長崎

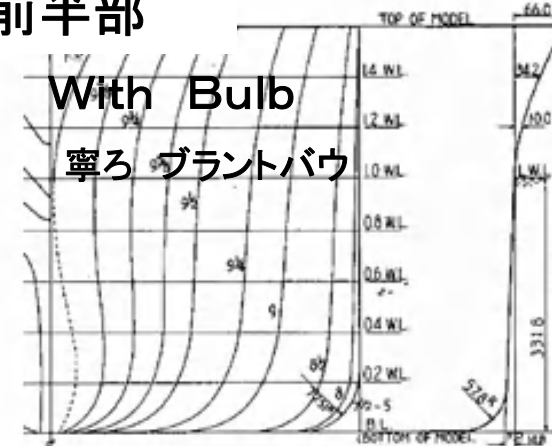
SR41

母型線図と
研究期間前後
の
建造船船首例

雑誌「船の科学」
の進水船紹介頁
より。



SR 41 母型線図 前半部



第6図 SR41 船型 ↑6-1・船首バルブなし

↑6-2 船首バルブ付

SR 41
報告書
より

SR 61 高経済性船舶の運航性能に関する研究 S38.4~41.3

部会長 重川 渉、幹事 安部光弘 岩田達三 野本健作 元良誠三
森信篤 渡辺恭二

母船型 L=240m,30,000BHP 1軸船

肥大船対象

No Bulb船型, $C_b=0.80$, $L/B=6.0$, $B/d=2.76$, $lcb=-1.5\%$ を原型。

■ 静水中抵抗・自航試験。

$C_b=0.78, 0.80, 0.82$, $L/B=5.5, 5.75, 6.0$ の組み合わせ。

C_b シリーズ 0.78, 0.80, 0.82, 0.84。 lcb シリーズ。

2軸船の C_b シリーズ、1と2軸比較。

■ 波浪中、流線、標準試運転成績の解析。更に旋回・操縦性。

肥大船型におけるバルバスバウの効果」について、

S R 41, S R 61の船型試験の成果は初歩的。

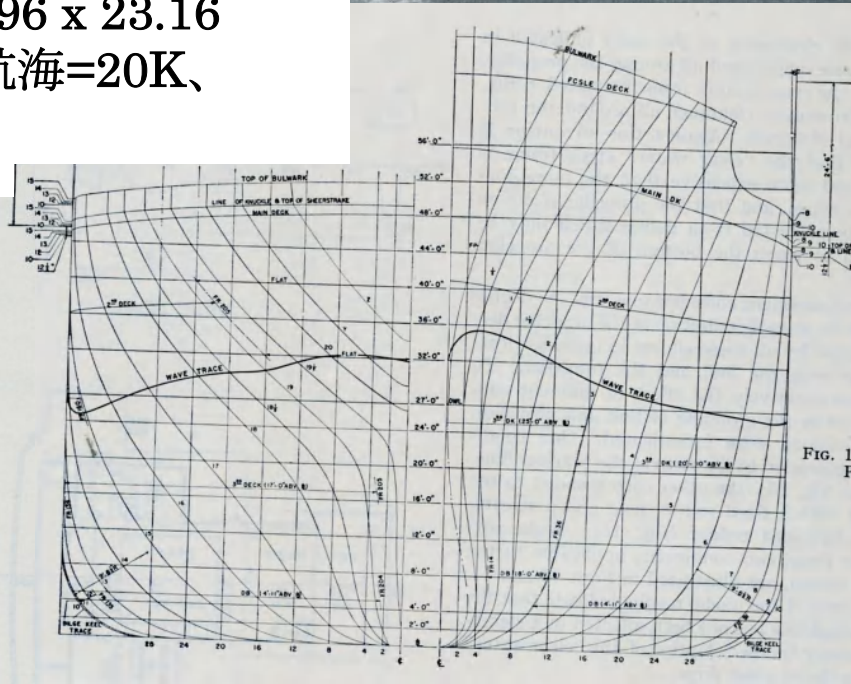
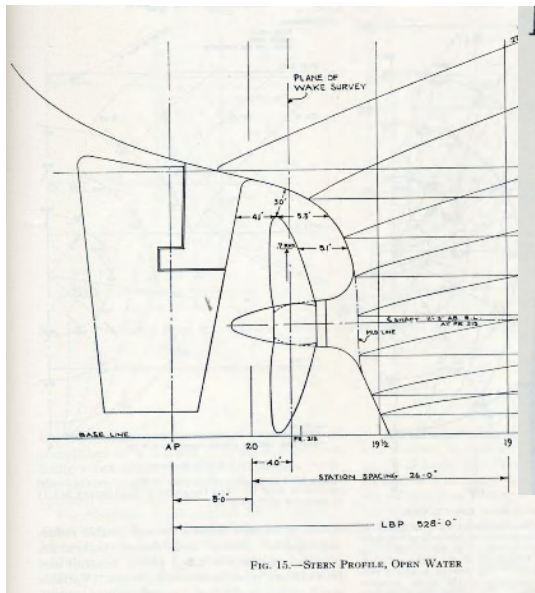
1. 満載 では 若干改善があるが、
2. バラスト では Frouse数 0.2前後以下では抵抗が増加
3. バルブ採用決め手にはならない。

米国マリナー型高速貨物船

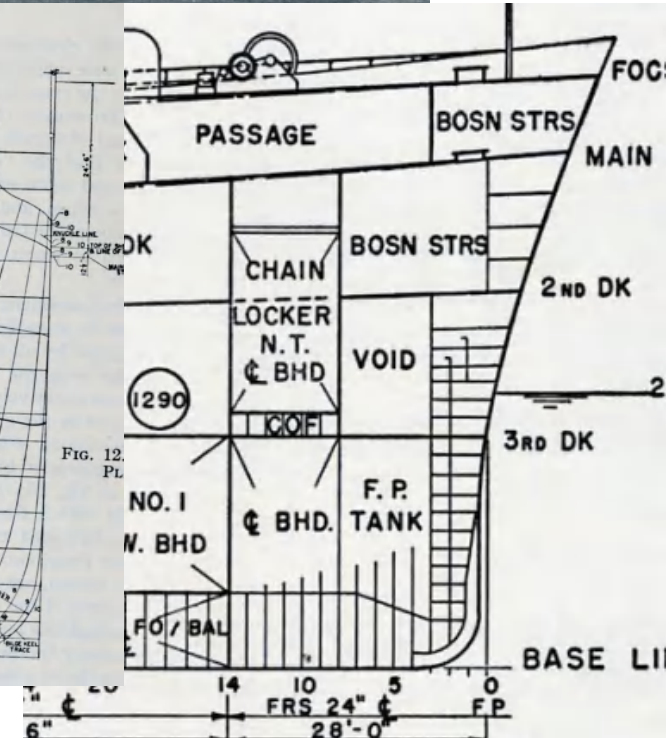
1951~54年



$L \times B \times d \times C_b = 158.496 \times 23.16$
 $\times 8.23 \times 0.612$ 、 $V_{航海} = 20K$ 、
 $F = 0.261$ 、 $f = 4\%$



SNAME 1953 より



筆者の論文 肥大船の大型バルブ SR98の前の発表 S 41.3川崎技報

筆者もこのSR98の委員であつたのだが、この研究の始まる丁度1月前に突出バルブによる大幅馬力改善を確立して既に実船採用を終え、成果を文献(11)に発表していた。別項で紹介する。

SR 98 巨大船の運航性能に関する研究 S.41.4 ~44.3

部会長 重川渉、幹事 安部光弘 乾崇夫、岡本 洋 田古里哲夫
他計 24人

1.1軸船の系統試験—— 母型がはじめて突出型バルブ $f=10\%$ となる。

Cpカーブ $C_b=0.80$, $L/B=5.5$, $B/d=3.06$, $lcb=-2.5\%$ 。

Cbシリーズ 0.78,0.80,0.82,0.84。

2. 2軸船のCb,L/Bシリー。

3.理論計算 船型改良。

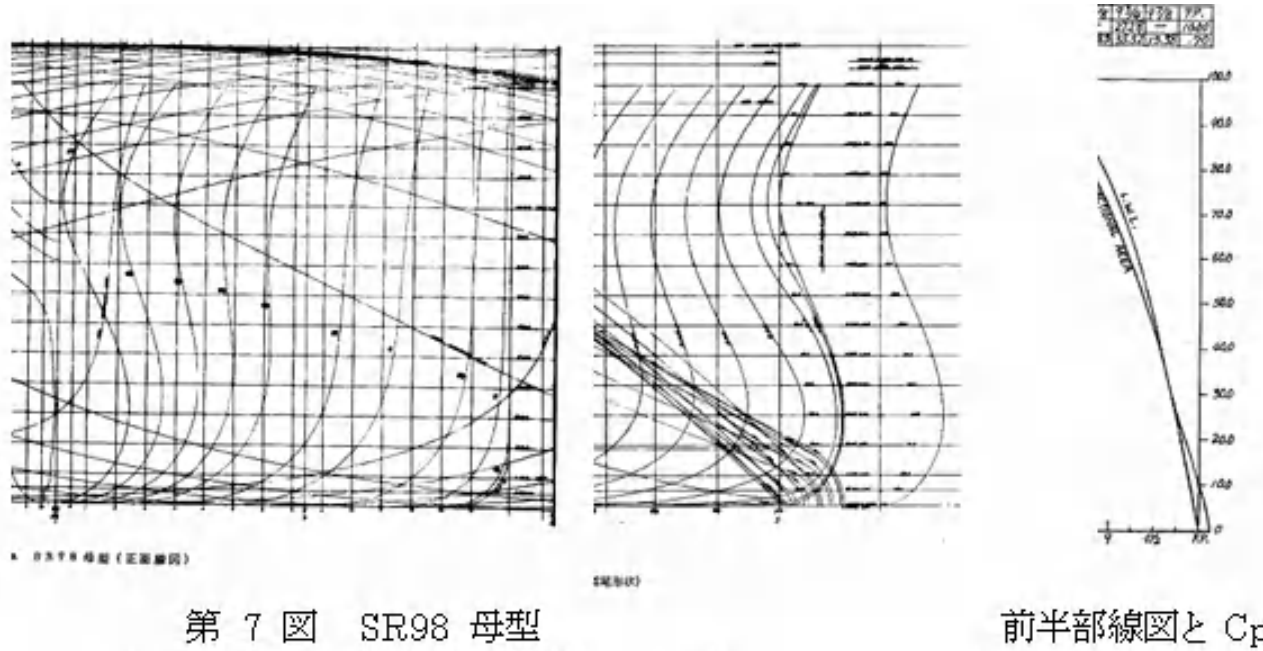
4.速力試運転成績の収集4.れた。

バルブ効果 満載で良く、 $50\% \nabla$ では良くない。従来と大差はない。

SR61のバルブ無し船型とSR98のバルブ付き船型と比較している。この研究で、初めて突出バルブが現れる。

SR 98 巨大船の運航性能に関する研究 S.41.4 ~44.3 続

SR 98 母型線図前半



SR 98 報告書より

突出バルブ付き船型であるが、
「満載は良いが」、「バラストの設計フルード」では良くない」
東大で多くの計算が行われている。

SR45 超高速船の系統的模型試験 (運航性能に関する研究)

S.35.4~38.9

L=150m, 15,000DWT, $V_{\text{service}}=21\sim 22\text{K}$ 、22,000 23,000 BHP の
高速貨物船を想定

多分にMariner船型を連想させる計画である。

、 山梨丸 1962年就航 $L_{\text{pp}}=150.0\text{m}$, $V_{\text{serv.}}=19.54\text{ K}$ 従来のわが国のこの種のライナーボト

山城丸	1963年就航	$L_{\text{pp}}=150.5\text{m}$, $V_{\text{serv.}}=20\text{ K}$
ふらんす丸	1967年就航	$L_{\text{pp}}=156.0\text{m}$, $V_{\text{serv.}}=19.8\text{ K}$

主査 木下昌雄氏。幹事 谷口 中、横尾幸一他。委員には乾先生も。

- 、 シリーズ・テストの種類 母型： $L/B = 7.0$, $B/d = 2.4$ 。
- Cbシリーズ $C_b=0.55\sim 0.65$ 、
 - L/Bシリーズ $L/B = 6.5\sim 8.0$
 - lcbシリーズ $lcb = +0.7\sim +2.5\%$ 、
 - Cpシリーズ $C_p=0.632\sim 0.653$
 - Cmシリーズ C_m のbilge circle半径 $r=1.896\sim 3.368\text{m}$
 - Cpカーブシリーズ 原型+肩張り・肩落ち、
 - Fr形状シリーズ M、U、V型
 - Bulbous Bowシリーズ 数種 at $L/B = 7.0$, $B/d = 2.4$, $C_b=0.625$,

Ⅲ.いくつかの関連する事項

10.肥大船への突出バルブの採用

10.1 Golar Norの主要目

10.2 模型試験

11.山城丸のデビュー

12.バルバス・バウ 特許

12.1 乾バルブ特許

12.2 ESSOバルブ特許

13.さんふらわー初代高速フェリー

Appendix バルバス・バウ について

App.1 近代以前のバルバス・バウ

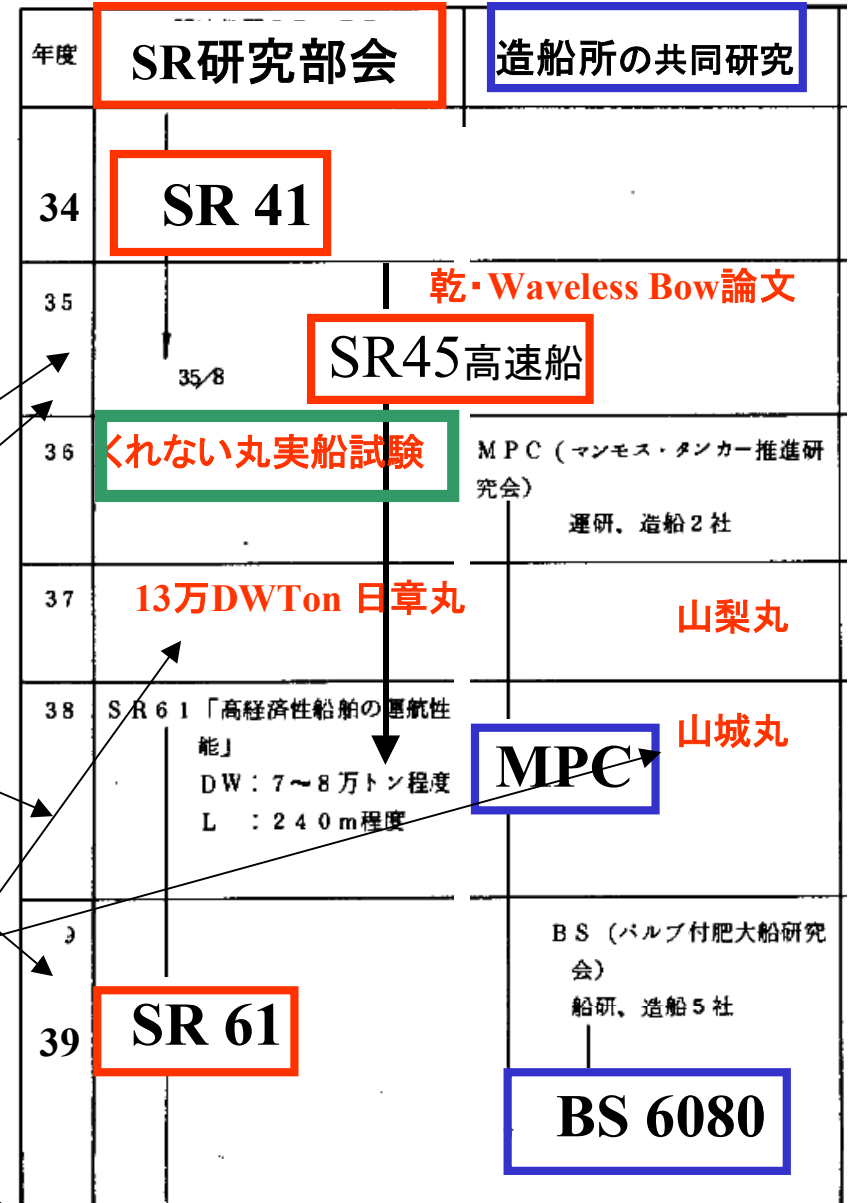
App.2.諸実験・・・Froude, Taylor, Wigley, 「大和」

App. 3.設計論・資料

くれない丸実船試験昭和36年(1961)の時代 1950~70年代

その2 S34~39年

- 三菱重工 3分割時代 S25~39(1950~64)
- 川重 川鉄を分離 S25(1950)
- 日本造船研究協会立 S27(1952)
- 石川島播磨重工 誕生 S30(1955)
- 日本建造量 世界一 S31(1956)
- 目白水槽試験満杯→共同研究、SRの船型関係研究 肥大船、高速船
- 日本造波抵抗理論興隆期
乾ほか「波無し船型」 S35(1960)、その他
- 乾バルブ特許 申請 S35(1960)
Essoバルブ特許 申請 S38(1963)
- 海運 6 グループ集約 S39(196)
- 米国・マリナー型高速貨物船 S26~29
- 山城丸(バルブ付き) 山梨丸を大幅改善
タンカー 大型化急進 13万トン 日章丸
- 川重突出バルブ・タンカーGolarNor S40
- 日本最初のフルコンテナ船 S43(1968)



造工中手造船研究会 HRC

S.54には、大手全てが自社水槽を持つようになった。技セの呼びかけで中手の研究会が発足した。

中手造船会社船型研究協会 昭和55年(1980)～

参加会社 9社 S.58(1983) より 11社

- ・大阪造船所、・尾道造船、・金指造船所、・来島どつく、
- ・幸陽船渠、・佐野安船渠、・名村造船所、・林兼造船、
- ・三保造船所 S.58 より ・今治造船、 ・笠戸船渠。

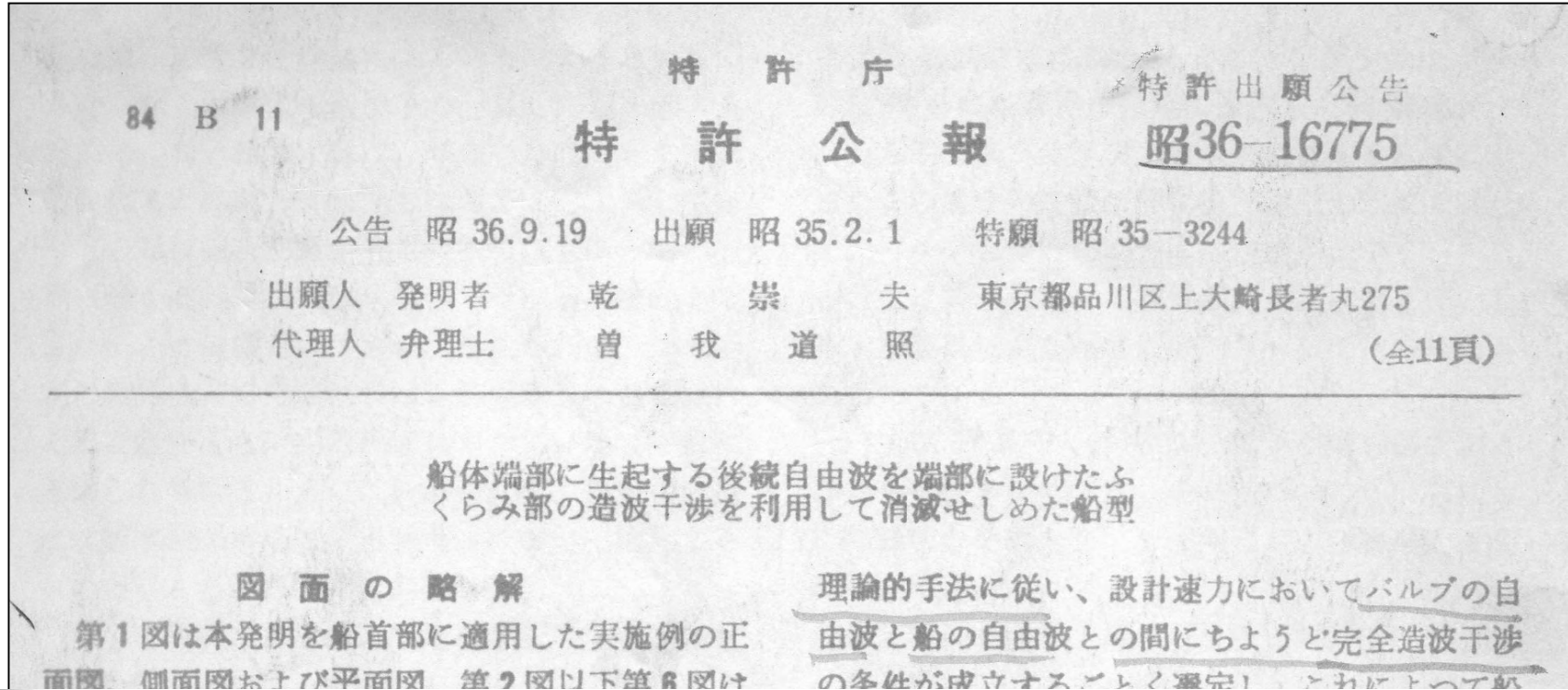
H.9(1997) より 7社

- ・今治造船、・大阪造船所、・尾道造船、・サノヤス・ヒシノ明昌、
- ・新来島どつく、・常石造船、・名村造船所。

日本造船技術センター・目白史(36年の歩み) 平成16年 より

乾バルブ と バルバスバウ特許

乾バルブ 特許公報 全 11頁のうち 1頁 t o p 部のみを示す。 この他に国際石油メジャーエクソン(E x x o n)のバルブ特許がある。



Ⅲ. バルバスバウの特許

通称	出願	公告	登録
乾バルブ	昭和35. 2. 1.	昭和35. 2. 1.	昭和39. 半 日本国特許
ESSO Bulb	38.10.15.	40. 9. 30.	独乙国特許1202165

最初の突出型バルバスバウ



第10図 "Golar Nor"号の進水時、航走時航空写真 文献 12) より

10万DWton タンカー 川重・昭和40年7月竣工

$L_{pp}=245.00$, $L/B=6.13$, $C_b=0.81$, $MCR24,000SHP$,

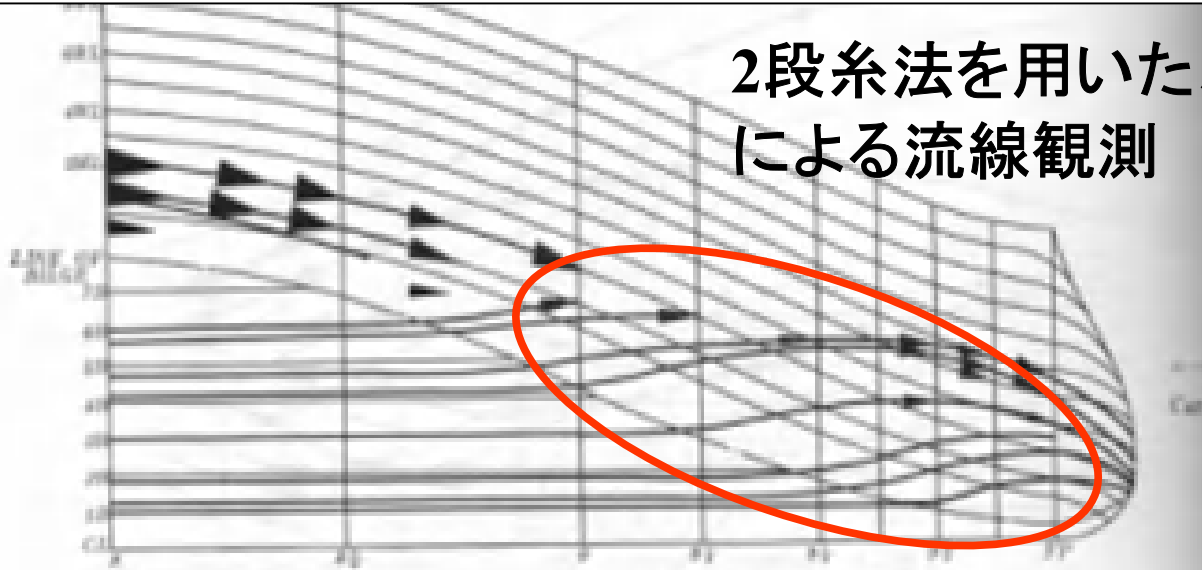
$V_{serv.}=15.9 K$, $F \div 0.16$

12隻のシリーズテストの結果満載・バラストとも抵抗が減少。

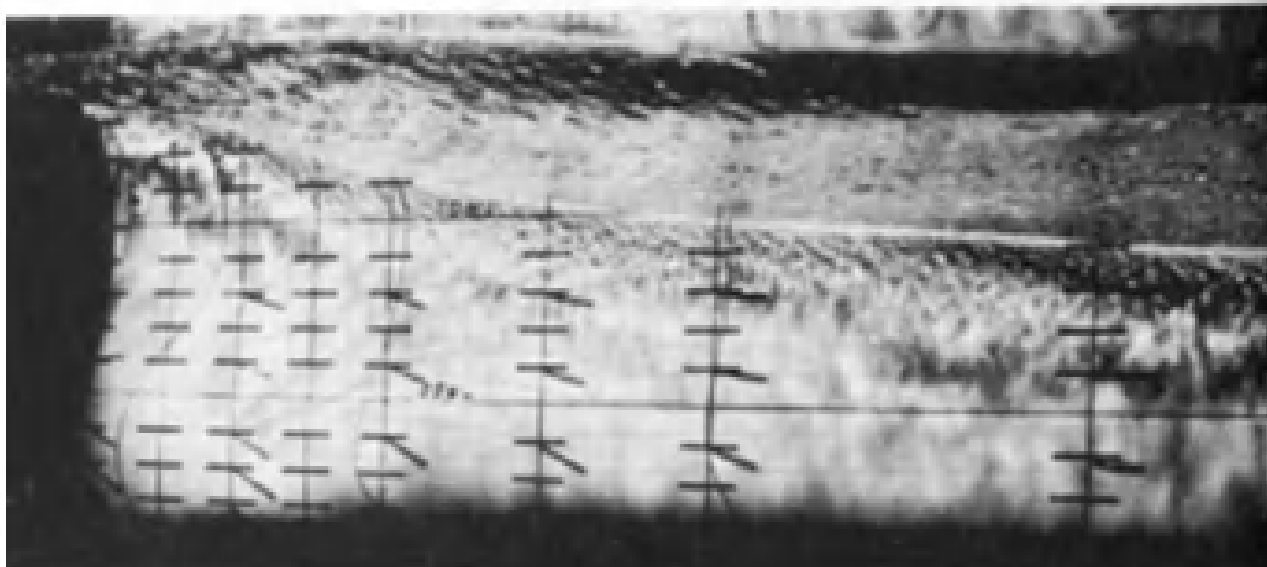
実船に採用。実船で予期の成績が得られた。

突出型バルバス・バウ の船首ビルジ部の整流

2段糸法を用いた、6 m 模型船
による流線観測 目白水槽

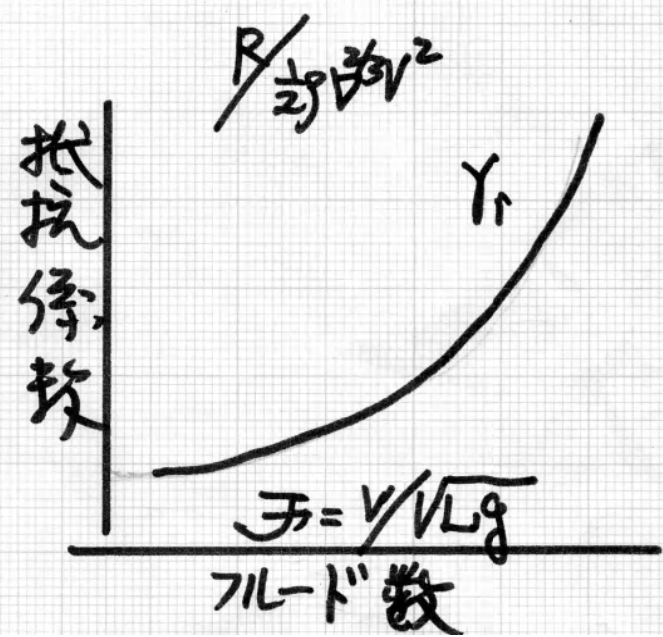
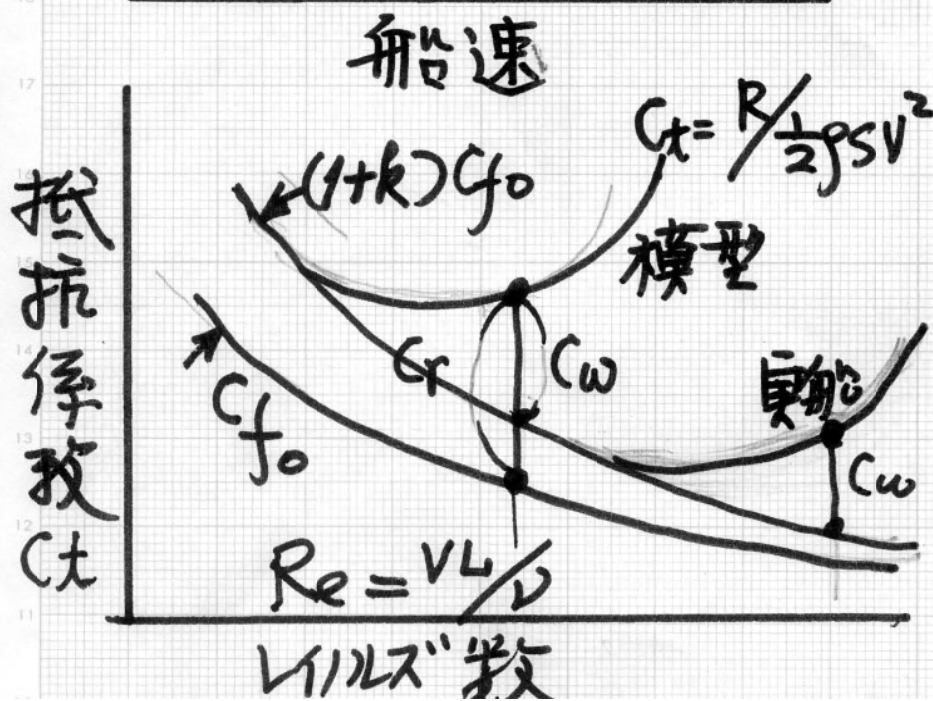
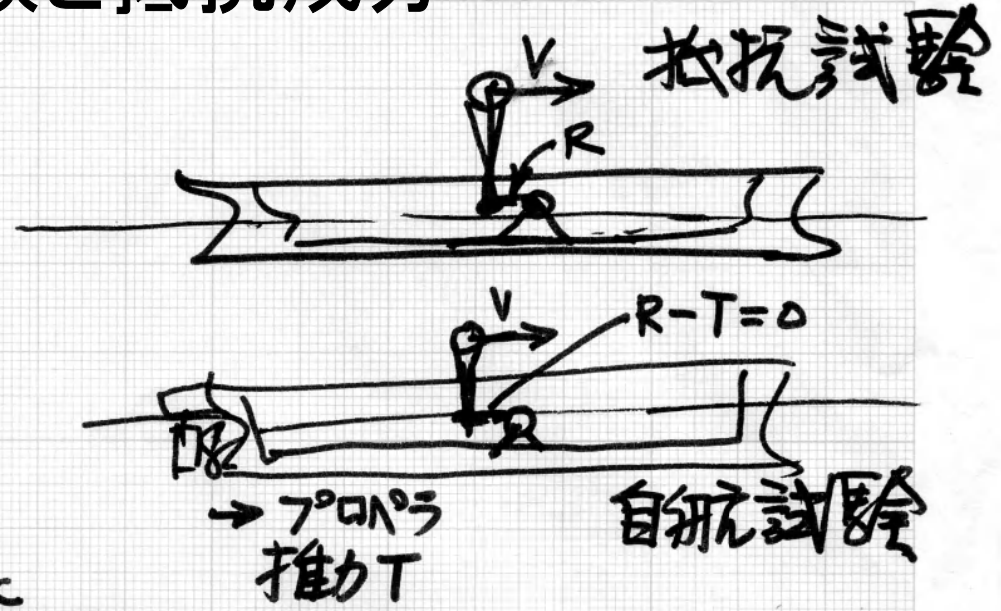
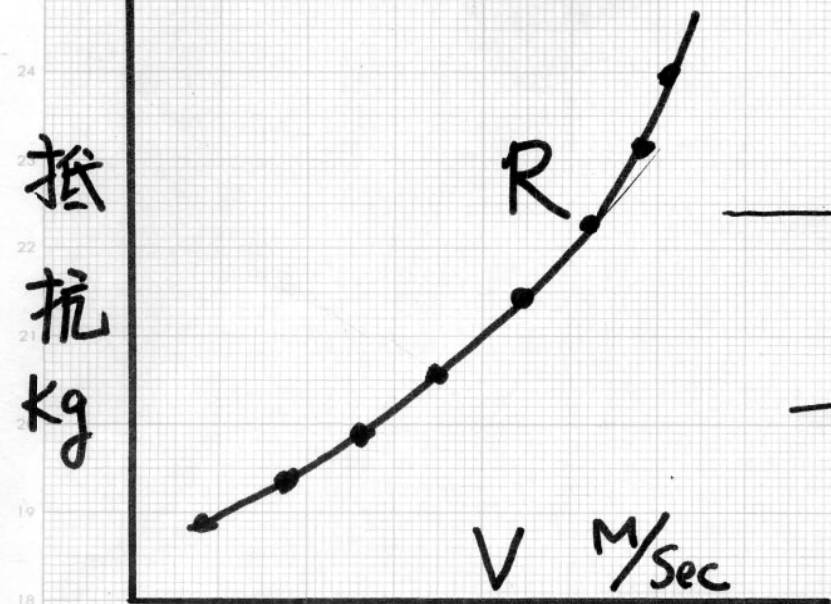


7 圖-4 MODEL # BALLAST CONDITION (Ballast Bow)
Stream Lines & Their Fluctuation



文献12) 川崎
技報 第28号
昭和41年(1966)
「肥大船の船型
改良研究」
岡本 洋 より

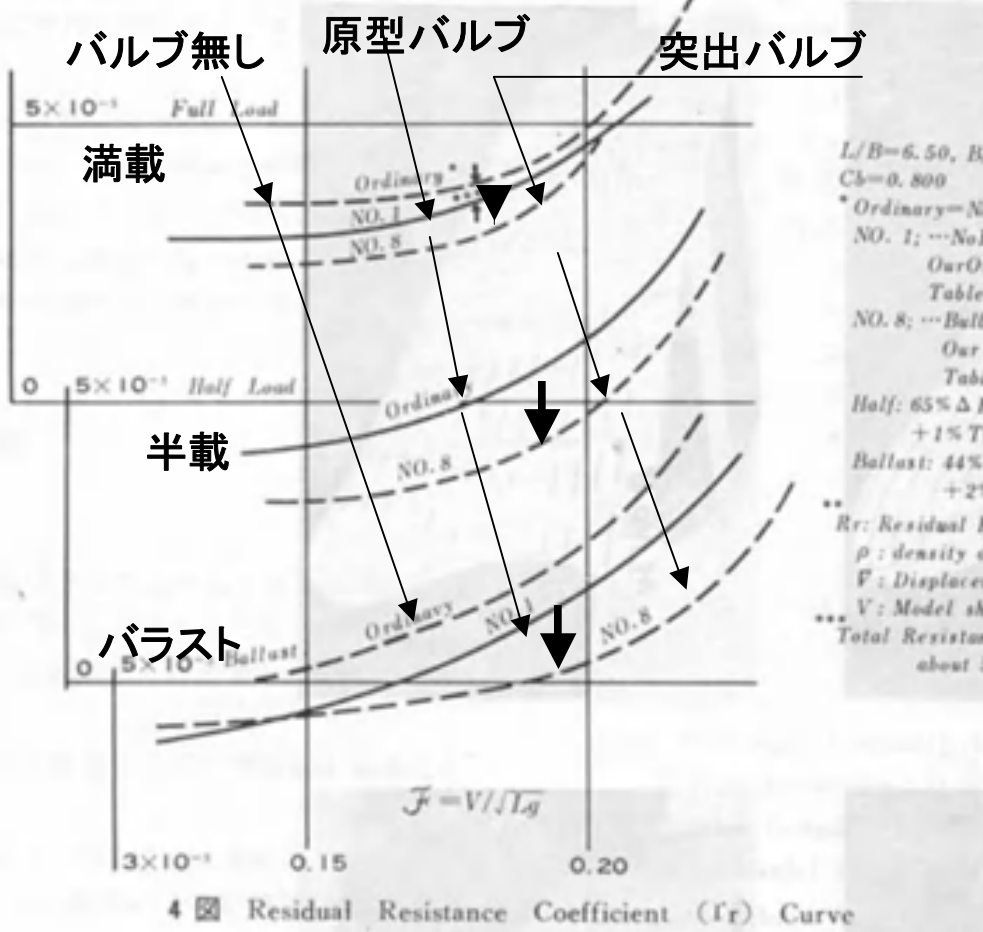
水槽試験 抵抗試験と抵抗成分



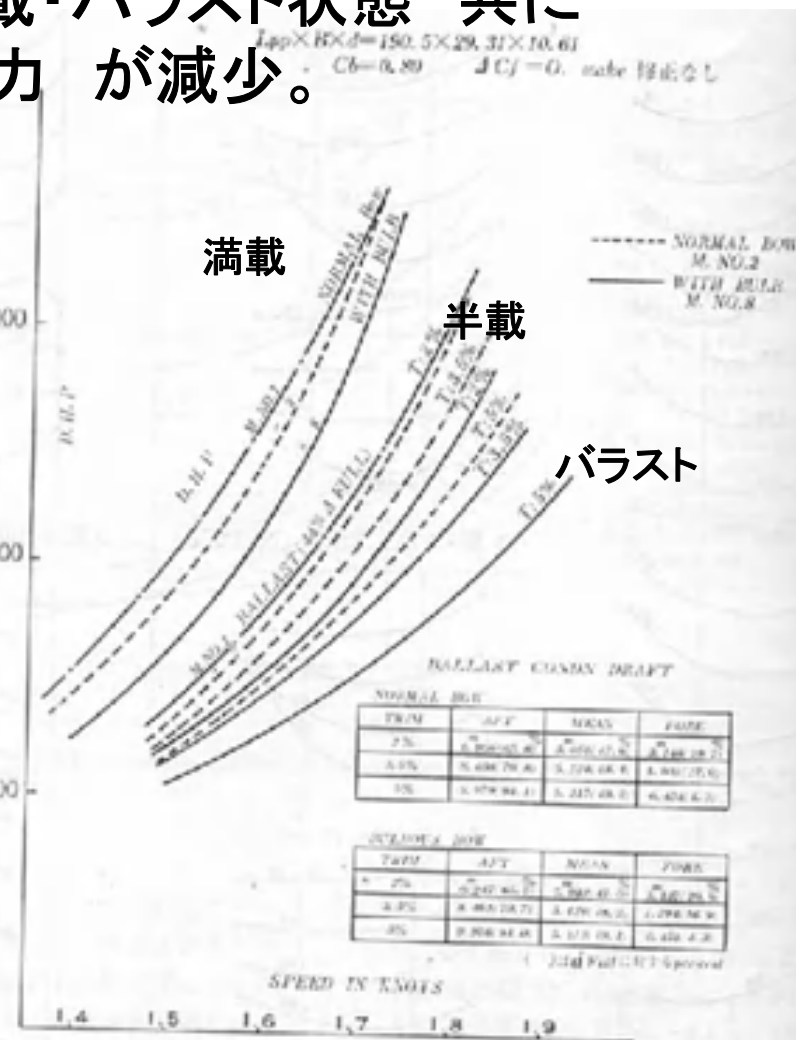
GolarNor 模型試験結果

川崎技報 第28号 岡本

突出型バルブの改良により、満載・バラスト状態 共に
抵抗、軸馬力が減少。



4 図 抵抗試験結果 r_r カーブ



5 図 DHP CURVE (Normal Bow 船型と Bulbous Bow 船型の比較)

さんふらわ



さんふらわ(初代)

日本最初の高速カーフェリー

船主 日本高速フェリー

建造 川崎重工

航路 名古屋/高知/鹿児島

S.47(1972).1 竣工

L=170.0m V=24.0 K

東大水槽にてバルバス・バウを含め、船型改良。

今に至るも、船名に「さんふらわ」を冠して走り続ける後継フェリーのルーツ船型。



IV. 結び

13. 戦後日本造船の急拡大—共同研究による船型設計に関する知見・データへの貢献、継続研究のエネルギー、情熱。
14. 反省—計画・内容は妥当だったか。成果の整理は十分？
15. 「船型学は学問か—理論の貢献、参加が少ないとする「山縣先生の提言」に、日本理論船型学は戦後の興隆で答えたか。
16. 今後の展望。期待。
17. バルブ関連My主要トピックス
 - 10万トンタンカーの突出バルブ船型開発と実用化
 - 「さんふらわ」初代の船型開発・東大水槽の協力を得る
 - 第10とよた PCC 開発—薄型バルブその他
 - ESSOバルブとの競争に勝つて、川重バルブ採用
 - 共同研究参画
 - 船尾端バルブの実用化
 - 明石船型試験水槽の創設運営に参画。

船型関係共同研究

貢献

効果的、長期間期。
多大の成果

大学研究機関の貢
献。産官学の協調。

問題点・情報の共
有。切磋琢磨。

問題点一

テーマのマンネリ化

各社・メンバーの要望
のテーマの相互乖離

秘密保持の難点

世界戦略

理論と実際の融合

新技術開発と産業競争力

共同研究の貢献と問題点—船型関係

造研関係(SR)、大手造船所のもの。

■効果的な長期の共同研究で多大の成果

SR、船舶振興会・造工の補助金、分担金により、大手造船所の場合は分担金の拠出により大規模試験を経済的に遂行。

■大学研究機関の貢献。産官学の強調。

目白、三菱水槽、その他研究機関の貢献は高く評価。

■問題点・情報の共有による切磋琢磨

造船所、研究所、大学にとって収穫と貢献。

■テーマがマンネリ化の危険

テーマの選定が各社・メンバーの要望の平均化

■各社・メンバーの要望とのテーマの乖離

■秘密保持の難点

大学・研究所の立場と造船所の立場の違い。自社水槽建設へのひとつの要因。

おわり

温故知新、博古知今。
日本造船の繁栄を願って。

有難うございました。

岡本 洋

2010.11.05