

PCC・第十とよた丸の史的考察

—我が国初の外航自動車専用運搬船 Pure Car Carrer・PCC について—

正会員 岡本 洋

Historical Study on PCC.TOYOTA MARU NO.10, Car Carrier, titled”1st in the World

by Hiroshi Okamoto Member

Key Words: Ocean-going PureCar Carrier, PCC,History,

1. 緒 言

戦後復興において、造船産業は戦後 11 年の 1956 年に既に建造量は世界第 1 となったのに対し、自動車産業は米国の圧倒的な支配力の中に苦闘し乗用車の生産は 1950 年前後頃から、輸出は 1960 頃よりようやく始まった。本稿においては、先ずこの自動車の輸出を担う自動車運搬船の発達の中でエポックとなった第十とよた丸について述べるが、本船は我が国最初の外航自動車専用運搬船として PCC ,Pure Car Carrier という独自のネーミングで登場した。この PCC は今日では、PCC は世界語となっている。この様なエポックは、初期のばら撒積み撒積み貨物船を兼用したばら積兼用自動車運搬船(兼用船)から自動

車専用運搬船(専用船)への進展したものであって、これらの専用船化は我が国自動車生産台数の急激な増加による効率運送の要求に呼応する当然の対応であったとも言える。以下では、設計の細部よりは寧ろこれらの自動車運搬船の発展の流れに着目するものとする。又、対象として外航船を主にとりあげる。

2. PCC.第十とよた丸の誕生

2.1 時代背景—自動車産業の発展

戦後から上記の発展を遂げた自動車産業の発展と物流を担う海上輸送の展開を第 1 図にしめす。

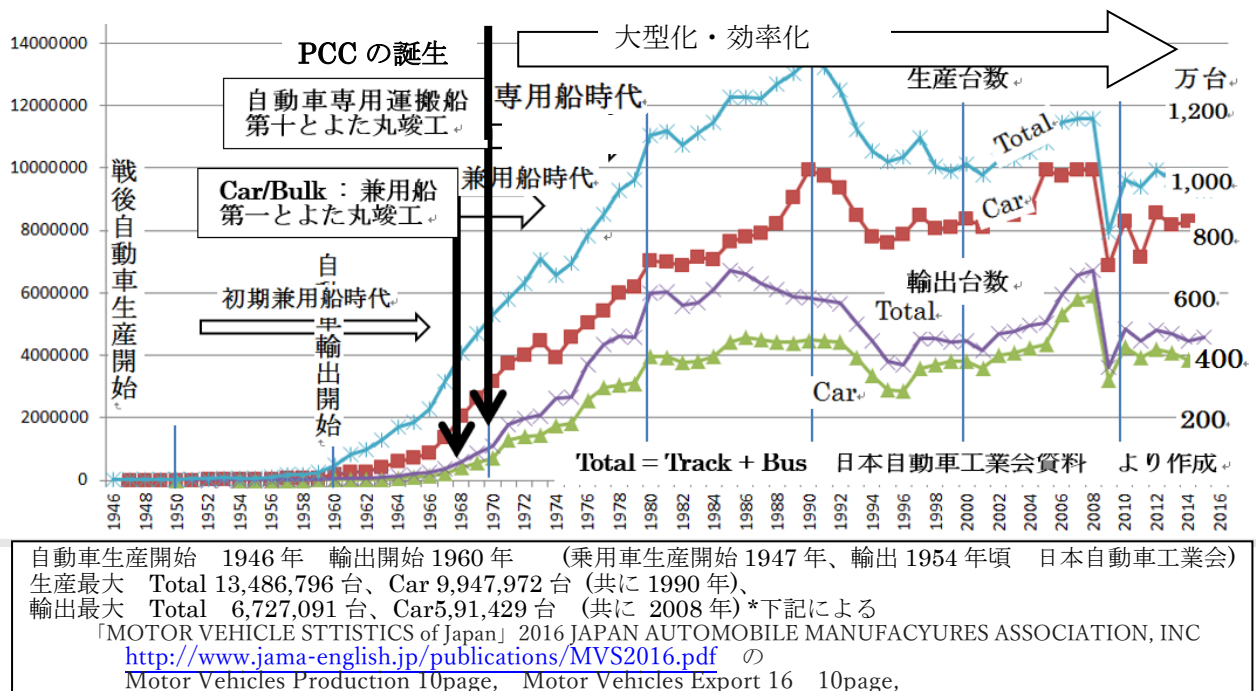


Fig.1 Number of Production and Export of motor vehicle, in Japan. And, Evolution of System/Type of Car Carrier.

* 日本船舶海洋工学会関西支部

** K シニア

原稿受付 平成 31 年 3 月 15 日

公開日 令和元年 5 月 27 日

春季講演会において講演 令和元年 6 月 3, 4 日

©日本船舶海洋工学会

2.2 物流環境変化と PCC の誕生

第 1 図に見るように、我が国自動車生産台数の増加による競争力の進展のもとで、米国の巨大マーケットへの物流の原理に基づき運搬船は兼用船による小・中規模台数の運搬から、輸送単位台数の増加のピストン運行の形態に進んでいった。その物流環境の変化に対応する形で専用船 PCC

第十とよた丸も誕生したが、この間の事情は、亀谷によって文献1)に示されている。トヨタ自動車は上記のような物流デマンド対応に危機感をもち、上質で効率運行の専用船の必要を強く求め川汽にその対応を要請、その実現のために川重は自動車専用船第十とよた丸を実現させた。以後この方式は、この種船舶のプロトタイプ方式といえるもの

となったのは自然の流れといえる。川汽は第十とよた丸の特異性を主張するものとして、PCC, Pure Car Carrier と命名した。海外マーケット、メディアではこの種の船舶は Motor Vehicle Carrier と呼ばれてきたがこの新しい名称 PCC はその後自然に世界の共通語として使用され現在に至っている。以下にその概要を示す。

2.3 PCC.第十とよた丸の誕生—Car Bulk. 第一とよた丸と対比

PCC 第十とよた丸の竣工略一年前に、同じく川重神戸工場で建造された前の世代に属するばら積み兼用自動車運搬船 第一とよた丸同型3隻が連続建造されている⁴⁾。略同サイズでありながら、設計思想の明らかな差を見る事が出来る。

Table 1. Main Particular of TOYOTA MARU NO.10

| 竣工 | Lpp | Bmld | D | d |
|------------|-------|--------|-----------|---------|
| 1970.07.09 | 150.0 | 23.40 | 20.4/14.3 | 7.5/7.0 |
| GT | DW t | MCR hp | Vservice | 台数 |
| 12,517 | 9,248 | 11,200 | 18.6 k | 2,082* |

台数は Tyoyopet Corona RT43-L の場合

Table 2. Main Particular of TOYOTA MARU NO.1

| 竣工 | Lpp | Bmld | D | d |
|------------|--------|--------|----------|-------|
| 1968.11.21 | 148.0 | 22.20 | 13.0 | 9.25 |
| GT | DW t | MCR hp | Vservice | 台数 |
| 12,412 | 18,507 | 8,750 | 14.95 k | 1,250 |

同型竣工：第2,第3とよた丸,各1969.2.20,1969.3.22

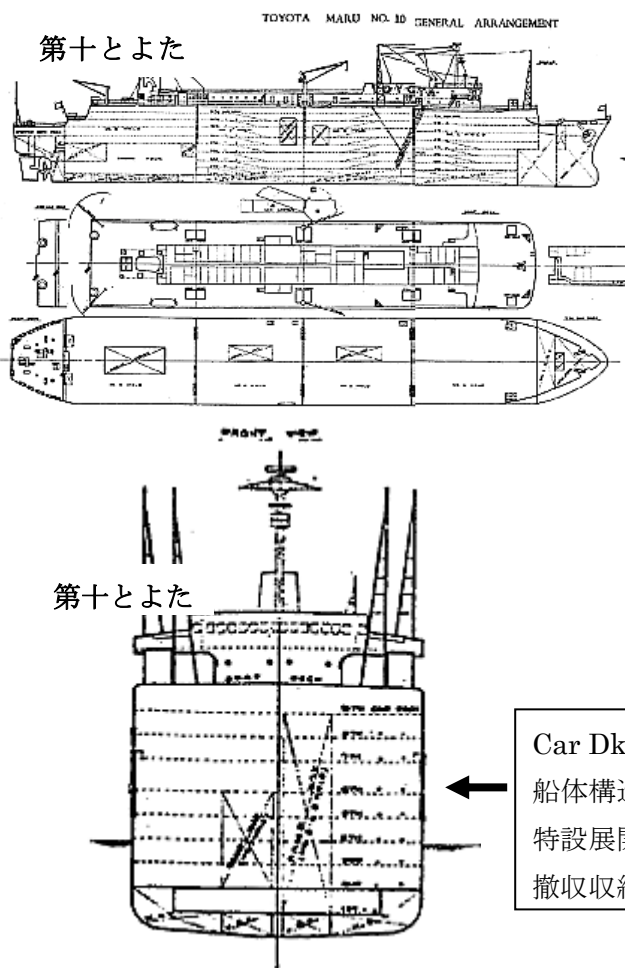


Fig.2 Arrangement, TOYOTA MARU 10

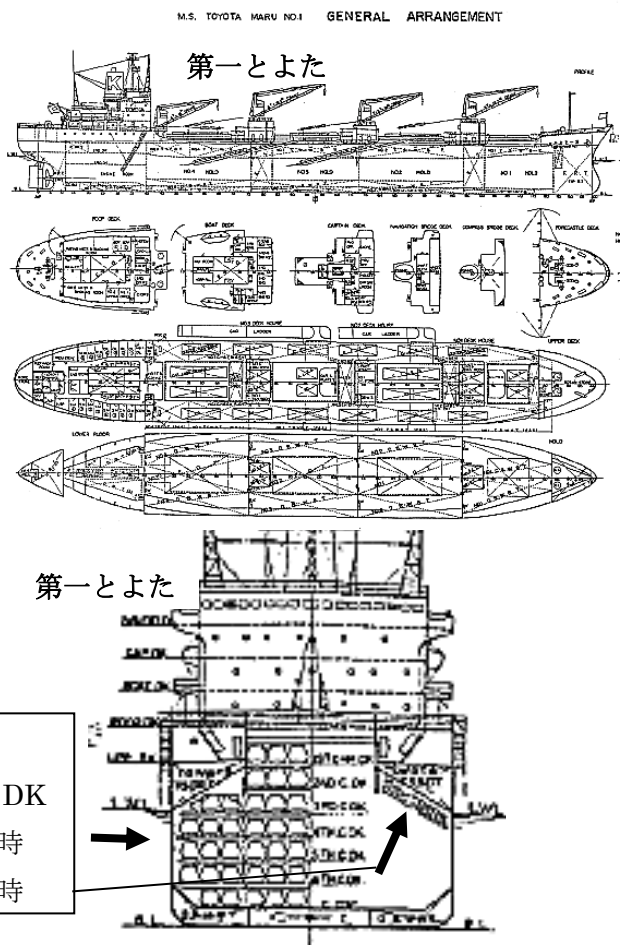


Fig.3 Arrangement, TOYOTA MARU 1

第1とよた丸(兼用)と第十とよた丸(PCC)の比較
1) PCC 船型の特徴

- (1) 高速やせ型船型、多層均等 Car DK、
(第十とよた丸：9層)、全通甲板4船倉、
- (2) 水上側面積/水中側面積・大、
PCCは9層でDは13.0m⇒20.4m、従って水上側面積/水中側面積比は略2倍となる。GTは略同一だがDWは略1/2となる。
軽量貨物を積むために、容積は大きい水中部分

が少ない結果とされている。操船、安全からの限界判断が必要である。

- 2) PCC 荷役、Car 積み込み方式
 - (1) 積み込み すべて RORO 方式—
①岸壁⇄船内、②DK 間、③最終場所ま すべて自走 RORO.
 - 3) 兼用船・Car Bulk の積み込み方式—
PCC との相違

- (1) Car Bulk では Lift on/of, また進化型のばら積み兼用船では、一部 RORO を使用しても、DK 間移動に Lift を設置、横移動メカニズムなどの設置がみられる。3)
- (2) Car Bulk では、仮設(収容可能)の Car DK が用いられた。これは、Top side tank の下に整理収納可能で、Car 積み込みに応じて展開・収納可能。この折り畳み式自動車 DK として、ドイツ BV 社と川重提携による製品 KAWASAKI BLOHM&VOSS 方式国内独占販売された。実績 1966~76 年で 101 隻。

3. 考察各論とまとめ

3.1 我が国の建造実績

吉識の調査を引用すると³⁾、兼用船から専用船の発展の実績を見る事ができる。概要を以下に示す。

(1) ばら積み兼用自動車運搬船 —Car Bulk

Table 3. Car Bulk ³⁾

| 船名 | 竣工年 | 造船所 | 積台数 | DW t |
|---------------|------|-------|-------|--------|
| 追浜丸 | 1965 | 日立桜島 | 1,200 | 16,155 |
| 第1トヨ | 1968 | 川重 | 1,273 | 18,507 |
| 第5トヨ | 1969 | 名村 | 1,288 | 18,980 |
| ASIA HUNTER | 1971 | 住重浦賀 | 1,900 | 29,569 |
| 豊穀山丸 | 1971 | 三井玉野 | 3,076 | 52,258 |
| 栃木丸 | 1971 | 舞鶴重工 | 1,900 | 27,150 |
| 東明丸 | 1977 | 新来島 | 2,475 | 38,287 |
| WILMONA | 1978 | 三菱長崎 | 4,000 | 63,787 |
| 名豊丸 | 1978 | サハス水島 | 2,639 | 37,821 |
| CO-OP EXPRESS | 1982 | 日立舞鶴 | 3,670 | 53,532 |

文献3) pp253, 4 より(一部省略)

2.4 船型開発の概要項目

文献 2), 4) から該当項目は次の通り、

- (1) 構造—ラッキング強度 2)、乾舷甲板 No. 5Dk, 強力甲板 No. 7Dk. No. 1 Dk は縦通梁方式等
- (2) 流れ—船型試験、動揺試験、風圧影響試験、係留時錨張力/振れまわり試験など。
動揺・操縦・保針・係留から許容多層船型
- (3) 設備—積み込み設備(カポート各弦 2、計 4 個)
船倉内固定ラックウェイ。2)

詳細は省くが、Fig. 1 のグラフと対比しながら見ると自動車輸出がピークを迎えようとする 1982 年までも Car Bulk の建造は続き、次第に船型も大型化している。

2) 自動車専用運搬船の展開——PCC

Table 4. PCC and PCTC

| 船名 | 竣工年 | 造船所 | 積台数 | Dk 層数 | 他 |
|---------------|------|------|-------|-----------|---|
| 第10トヨ | 1970 | 川重 | 2,082 | 日本最初, 9層 | |
| 多摩丸 | 1972 | 舞鶴 | 2,530 | 9層 | |
| 相模丸 | 1973 | 舞鶴 | 3,000 | 10層 | |
| 神悠丸 | 1974 | 三菱神戸 | 6,045 | 13層, 欧州航路 | |
| RIGOLETTO | 1977 | 日立因島 | 5,300 | 移動式油圧甲板 | |
| 神明丸 | 1978 | 日鋼鶴見 | 7,000 | 13層内3Dk可動 | |
| クローリアスエス | 1981 | 日立有明 | 5,688 | 13層 | |
| OTLLO | 1992 | 舞鶴 | 6,151 | 4甲板移動可 | |
| HUAL CAROLITA | 1999 | 常石 | 5,715 | 乗用車・混載* | |
| PHENIX Leader | 2004 | 今治丸亀 | 6,500 | 風圧低減形状* | |

文献3) pp254 より, (一部省略)

それらの写真をいかに示す。



Fig. 4 Photo Picture of PCC after TOYOTA MARU NO.10 from 3), pp255

3.2 建造船実績からみえる進展

1) 自動車専用船—第十とよた丸を初めての PCC とすれば以後これに続いて専用船が建造され、その特徴は大型化が顕著である。これはとよた、日産に続く国内メーカーの輸出台数の増加により、ロットサイズ的大型化による物流要求に答え、輸送効率の向上をめざすためと理解できる。その中で、上記表 4 に示す神悠丸(1974 年/三菱神戸 6,045 台)は Dk 13 層、欧州航路で特に当時世界最大で自動車甲板 Dk 高さ 1.60m を第 7 甲板は 2.50m としている。トラックなどに対応するものでここでは PCTC(Pure Car Track Carrier)なる呼称が用いられている 5)。

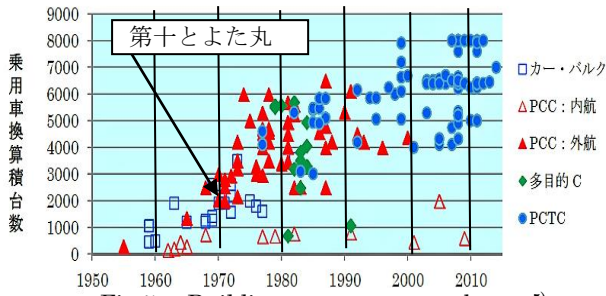


Fig. 5. Building status, car number 5)

Fig. 5 は自動車運搬船の建造状態の推移として船のタイプ、積み台数の拡大状況が示されている 5)。

ここに第十とよた丸の位置を見ると、その後の拡大の急激さが理解できる。ここでも、第十とよた丸が最初の PCC として歴史的に画期的な位置にあったことが理解できる。2015 年 8 月 Hoegh 船主の「8,500 第積み” Hoegh Target” が中国で建造され日本・イタリアなど経由して英国に入港した。略大型化の限界に近付いたと考えている。今後は上記表 4 の最後にしめす Phenix Leader の項に示すように風圧影響考慮の船体形状、省エネ、排ガス環境対策とかの質的特性の向上が焦点となろう。

3.3 自動車の海上輸送の始まり、内航船

(1) [国内物流] : 1961(S36)年 12 月海上輸送開始、1962(S37)年 11 月トヨタ自動車初の自動車専用運搬船第 11 福寿丸就航(トヨタ自動車 75 年史)

(2) [海外物流] : 1965(S40)2 月 ヨーロッパ向け輸出専用船就航、1968(S43)11 月アメリカ向け輸出専用船第 1 号・第一とよた丸就航、と記されている。

日産自動車の場合は、1965 年、日本初の自動車運搬船を運用する会社日産専用船株式会社が日産の出資により設立された。ともに内航が先行している。

両社の最初の海上輸送専用船(内航)は、

Table 5. Domestic Route Car Carrier, Toyota, Nissan

| 車 | 船名 | 竣工 | 造船所 | | | |
|----------|----------|------------|----------------------|-------|-----|-------|
| (トヨタ) | 第 11 福寿丸 | 1962.11.27 | 四国ドック | | | |
| (日産) | 東朝丸 | 1962.05.30 | 波止浜船渠 | | | |
| 船名 | Lpp | B | D | d | Vs | Hp |
| 第 11 福寿丸 | 65.0 | 10.50 | 4.85 | 3.10 | 12k | 1,300 |
| 東朝丸 | 62.0 | 10.50 | 7.50 | 3.00 | 10k | 650 |
| 船名 | 積み台数 | Dk | 積み込み | 2 船共通 | | |
| 第 11 福寿丸 | 155 | 3 | [ランプ x1, ターンテーブル x1] | | | |
| 東朝丸 | 150 | 3 | リフト x1] | | | |

同社共殆ど同時に国内物流として海上輸送を始めたことになるが、東朝丸が わずか早い(出港日不詳)。ともに積台数には Dk 積台数も含まれている。

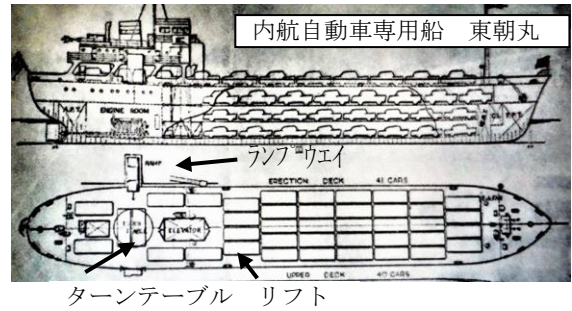


Fig. 6. Domestic Route Car Carrier, TOMEI MARU 6)

3.4 PCC の定義

先に第十とよた丸で川汽は初めて PCC のネーミングを冠して発表したことを述べた。本船を我が国最初の PCC としてきたが、Fig. 5 の記入マークでもわかるが PCC の用法は今や自動車専用船すべての一般名詞となっている。それはそれとして、ここで第十とよた丸が最初の PCC としていること(吉識の文献 3)でも同様)についての、定義を明らかにする必要がある。それは
運行形態——外航、往航満船・復航空船、長期荷主保障設計・構造——高速瘦せ型船型、多層 dk, 広範囲内空間積み込み——完全自走 RORO : ①岸壁—船内、②Dk 間、③船倉内

などである。内航、Car Bulk の一部では、②についてはリフト、ターンテーブルなどが設置されていても、PCC と称している場合があるが本稿の定義とことなる。

然し、このような定義も今ではあまりにも一般化して無用なのは、PCC が大きく発展したからともいえよう。

3.5 まとめ

PCC の日本船隊は世界ランキングはトップグループを独占し、活躍している。

Table 6 World Rankig PCC Fleet

| ランク | 会社名 | 隻数 | シェア% | 台数 | シェア% |
|-----|-------|-----|------|-----------|------|
| 1 | 日本郵船 | 112 | 15.4 | 998,000 | 16.3 |
| 2 | 商船三井 | 98 | 13.5 | 573,000 | 14.0 |
| 3 | 川崎汽船 | 84 | 11.6 | 471,000 | 11.5 |
| 4 | EUKOR | 76 | 10.5 | 504,000 | 12.3 |
| 5 | GRIM | 58 | 8.0 | 247,000 | 6.0 |
| 合計 | | 703 | | 3,982,000 | |

日本の外航 3 社がトップグループ

日本郵船 ファクトブック より作成

さらなる発展が望まれる。終わり

参考文献

- 1) 亀谷日出彦 : 専用船(PCC)の開発について, 航跡 pp.190-197 関西造船協会 創立 90 周年出版 <https://www.jasnaoe.or.jp/zousen-youkan/2016/160113-kouseki/kouseki-41.pdf>
- 2) 川崎重工神戸造船事業部 : 自動車専用運搬船「第十とよた丸」の運航性能と自動車積み設備について, 関西造船教会誌第 137 号 1970.9.30

- 3) 吉識恒夫：自動車運搬船建造技術と建造船,
かはく技術史大系(技術の系統化調査報告書第5集)
3. 専用船建造技術発展の系統化調査の8節, 252~255
頁, 2005年. 3月,
<http://sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/018.pdf>
- 4) 川崎重工神戸工場造船設計部：自動車兼ばら積運搬
船第1とよた丸の自動車積み関係諸装置について,
関西造船教会誌第132号 1969. 6. 30
- 5) 碓崎貞雄：進水記念絵葉書に見る自動車運搬船の発
達：
<https://www.jasnaoe.or.jp/zousen-siryokan/2014/140725-sinsui/sinsui-06.pdf>
- 6) 大同海運工務部：自動車専用船「東朝丸」について：
船の科学 1962年 11月号
- 7) 船主 奥村福松：第十一福寿丸竣工記念：
1962. 11. 30
- 8) 岡本 洋・山野惟夫：第十とよた丸 21N11421/43/46
模型実験結果, 川重社内レポート(非公開), 1971.2.1
目次 (1) 要目, (2) 推進性能試験, (3) 横揺試験
結果, (4) 風圧影響試験結果, (5) 錨泊法試験結果,
(6) 保針性及び復元性検討結果
- 9) 瀬間基広・赤倉康寛：完成自動車輸送の動向及び自動
車専用船の船型分析：土木学会論文集 Vol68, No.2.
I_1169-1-1174, 2012
- 10) 小野 浩：戦後日本の自動車産業の発展：:経済学研
究 45-1, 北海道大学 1995.5
- 11) 岡本 洋：世界最初、日本最初の PCC 第十とよた丸
について：「ね遺産」応募添付資料 I 未公開
2018.12
- 12) ” K” LINE の軌跡 開拓と創造—川崎汽船株
<https://www.kline.co.jp/ja/feature01/main/0/link/jp%20kiseki.pdf>

以上