

中水槽の中長期ビジョンと将来像

辻本 勝*

Mid/long-term visions and future of the 150-m towing tank

by

TSUJIMOTO Masaru

Abstract

In 2022, the Mitaka No. 3 Ship Model Experiment Tank (150-m towing tank) celebrated its 50th anniversary, and a commemorative seminar was held on April 28, 2022, where the role of the towing tank thus far and the future visions of the Fluids Engineering & Hull Design Department were explained. This special issue first presents the medium/long-term visions and future of the towing tank, followed by an overview of the towing tank, the uncertainty analysis in the tank tests, an automatic measurement system, and an online witness system. This paper clarifies the research visions of the Fluids Engineering & Hull Design Department relating to the 150-m towing tank, which are to develop 1) measurement, analysis, and evaluation technology for full-scale ship performance in actual seas, 2) technology capable of accurately estimating ship performance in actual seas through tank tests and theoretical analysis, and 3) technology applied for evaluating full-scale ship performance in actual seas. Toward these goals, the following core technologies will be focused on: A) data assimilation of flow field measurement and numerical calculation, B) strengthening the research infrastructure (facility equipment, data linkage, etc.), C) establishing high-efficiency, high-precision measurement technology through automation and unmanned operation, and D) application to ship design and diagnosis technology for ship operation.

* 流体設計系

原稿受付 令和 4 年 10 月 12 日

審査日 令和 4 年 10 月 19 日

目 次

1. まえがき2
 2. 中水槽の中長期ビジョン2
 3. 中水槽の将来像5
 4. おわりに5
 References6

1. まえがき

三鷹第三船舶試験水槽（中水槽）は2022年に稼働から50年を迎え、2022年4月28日に記念講演会を開催した。記念講演会では中水槽がこれまでの果たしてきた役割に加え、流体設計系がこれからの将来に向かって取組みを進めている内容について説明を行った。

中水槽建造時の1970年は東京オリンピックに続き大阪万博の開催に沸く高度経済成長期であり、造船業が我が国有数の産業として順調な発展を遂げてきた時代であった。同時に高齢化社会（65歳以上の人口が総人口に占める割合：高齢者率が7～14%）に突入し、その後の石油危機以降の世界的な景気後退を経て、1994年には高齢社会（高齢者率が14～21%）、2005年には超高齢社会（高齢者率が21%以上）となり、世界最速で高齢化が進行したり、高齢化に伴い少子化も進み、50年前の建造時と社会状況が変化する中、この機会に中水槽利用のレビューと今後のあり方について整理することは重要と捉え本特集を企画した。本特集ではまず、中水槽の中長期ビジョンと将来像を記載し、中水槽曳引車の更新概要、中水槽の推進性能試験における不確かさ評価、中水槽における自動計測システム、水槽オンライン立会システムについて、流体設計系の取組みを記載する。

2. 中水槽の中長期ビジョン

ビジョンを共有して業務を行うことは組織の成長のみならず、個人の成長のためにも重要であることから、当所で策定した長期ビジョン²⁾を策定した。図1に2030年の世界へ向けた当所のビジョン（研究目標）を示す。



図1 2030年の世界へ向けた当所のビジョン（研究目標）²⁾

この議論と平行し、流体設計系・流体性能評価系の流体2系でも将来を担う中堅職員を中心に議論し、2018年に流体設計系の中長期ビジョンを策定し保持するコア技術を明確化した。

流体2系研究ビジョン：

- ①新しい実船計測の実運用と設計応用(高精度実船計測)
- ②海上水槽(高精度の実船計測フィールド)
- ③海難事故ゼロを目指した高い安全性能の追求
- ④実用的な実海域での船体運動の時間領域シミュレーション技術の開発

流体2系コア技術：

- ①高精度な実海域実船性能計測・解析評価技術
- ②計測データによる運航診断・設計への応用技術
- ③海難事故解析・安全性評価技術
- ④水槽実験・理論解析による実海域性能推定技術
- ⑤マルチスケール・マルチフィジクスに基づくリアルタイム・大規模計算手法開発と解析・評価技術

としている。

2021年にレビューを行い、世界一/世界初を目指した研究開発を実施するために流体設計系の研究ビジョンを一層明確にして

- 1) 実海域・実船性能の計測・解析・評価技術の確立
- 2) 水槽試験・理論解析による実海域性能を高度推定できる技術の確立
- 3) 実海域・実船性能評価技術の応用技術の開発

とし、1) 2) の実施のためにコア技術として

- A) 流場計測技術と計算技術との融合(これによる新技術開発)
- B) 研究基盤(施設装置, データ等)の強化
- C) 自動化・無人化による高効率・高精度計測技術の確立

に取組むこと、また、3) の実施のためにコア技術として

- D) 設計応用・運航診断技術(改善・実行を可能とする新技術開発)

に取組むこととした。

三鷹第二船舶試験水槽(400m水槽)では主として、A) 力の計測から流場の計測(PIV計測)に移行し、計算技術とのデータ同化による高精度推定技術の開発、C) 完全自律計測の実現(自動化・無人化)を、B) 400m水槽の機能強化(スーパー400m水槽)と共に進め、水槽で確立した技術の実船応用を行う。実験(水槽)ーシミュレーションー実船モニタリングの連携を進めることにより、実海域性能の世界最高精度の推定が可能となる。図2に実海域・実船性能の計測・解析・評価技術のイメージを示す。なお、実船性能の把握では、科学的に現象を把握することが重要なことから、世界最高精度の実船計測技術のため波・風・流れの状況を把握した海上水槽による実船モニタリングを提案している。

中水槽は400m水槽を補完する水槽として設置され、400m水槽に対し一回り小型の中型模型船(船長4~5m)の使用を想定して水槽要目が定められ、送風機の設置や、400m水槽では実施できない水深を変えた試験を可能とする等、基礎的試験研究の実施も考えて計画された³⁾。今後は中型模型船を利用して、同一模型による推進性能・波浪中性能・氷海性能(実海域性能)の総合評価に取組むための中核水槽として中水槽を位置づけ、A) 力の計測から流場の計測(PIV計測)に移行し、計算技術とのデータ同化による高精度推定技術の開発を400m水槽と連携して行う。これら総合評価水槽群として位置づける各水槽について流体設計系関係で主に取組みを進める内容を以下に示す。

- ・中水槽：高機能の特徴を活かすとともにC) 水槽試験の高効率化(完全自律計測：自動化・無人化)を進める
- ・実海域再現水槽：世界最高精度の造波能力を最大限に活用する
- ・氷海再現水槽：高精度化・高度情報化を進め世界のベンチマーク水槽を目指す

図3に総合評価水槽群のイメージを示す。なお、氷海再現水槽は現在冷凍機停止中の氷海船舶試験水槽を機能強化したものである。

また、水槽試験の高効率化を行うため運転・計測・解析の自動化が重要であるが、計測データの統合管理^{4),5)}と目的に沿ったシステム仕様の検討⁶⁾も必要となる。流体設計系では目的を D) 設計応用・運航診断(改善・実行を可能とする新技術開発)に置き、実験(水槽)、シミュレーション、実船モニタリングの個別システムを統合管理する、B) 船舶性能統合データベースを構築する。これに実船計測データベース、気象海象データベース、船舶推進性能データベースを組み合わせ、システム連携を行うものである。図4に船舶性能統合データベースのイメージを示す。

なお、大型キャビテーション水槽は、静音化・高速化の機能強化を進めることをビジョンで示しているが、紹介は別の機会とする。

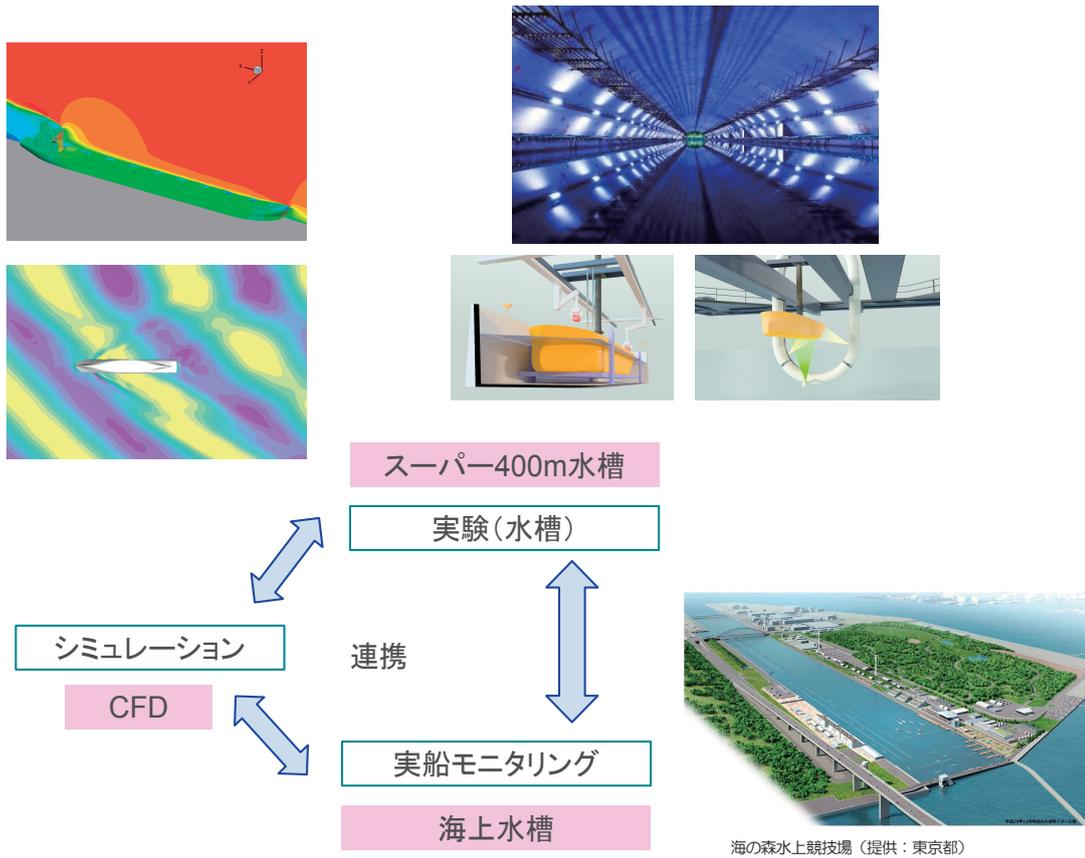


図2 実海域・実船性能の計測・解析・評価技術



図3 総合評価水槽群

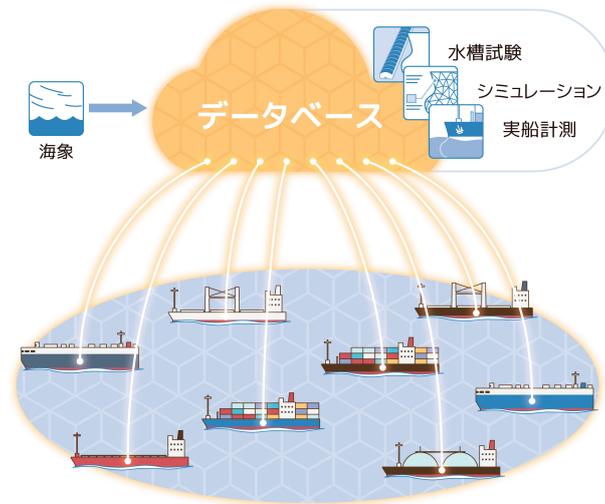


図4 船舶性能統合データベース

3. 中水槽の将来像

水槽の利用目的を大別すると

- (1) 高性能船舶建造・・・抵抗・自航試験に特化させ運用
- (2) 科学技術の発展・・・物理実験を実施・多機能が求められる

である⁷⁾⁸⁾。(1)が求められる400m水槽に対し、中水槽は(2)の機能も求められる。また、この他、新たな水槽試験法の開発も重要となる。

一方、まえがきでも触れたとおり、日本の将来課題の一つに少子高齢化があり、水槽試験業務でも自動化による省力化を進める必要がある。自動化のためには、曳引車と造波機や消波板等の機器との接続、取得データの自動解析、運転の安全判断（自動運転の中止判断）等、デジタル化技術を活用する必要がある。デジタル技術は上手に活用することにより、人間操作よりも高い計測精度の確保（不確かさの最小化）、それに基づく再試の判断、データベース化によるデータの接続といった、従来とは異なる水槽運営と活用が可能となる。

中水槽は実海域再現水槽、氷海再現水槽との連携による総合評価が可能である外に海洋開発関係等の多様なニーズに対応した試験を効率的に実施できる特徴を有する。

ビジョン実現のため、デジタル技術の活用が重要であり、これにより利用者のデマンドに応えた試験、利用者のアイデアを実現する試験へ活用が期待できる。

4. おわりに

利用目的により水槽のありかたは異なる。この機会に考えていただきたい事項を記載して本稿を締めくくる。模型船が実船と相似でないところはどこか。

模型試験から実船の馬力推定（実船と模型船の相関）は非常に工学的な方法であるが、今後もこのまま変わらずで良いのか。

技術のブレークスルー、イノベーションはどのように行われてきたのか。

最後に、これまで中水槽の維持運営に関わってこられた皆様にお礼を申し上げます。

References

- 1) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER.A/390), 2015.
- 2) National Maritime Research Institute: Long-term Vision of National Maritime Research Institute -NMRI's vision for 2030- (in Japanese), https://www.nmri.go.jp/about/pdf/vision_2019.pdf, Apr., 2019 (accessed Sep., 1, 2022).
- 3) Ship Propulsion Division: On the Mitaka No. 3 Ship Model Experiment Tank of the Ship Research Institute (in Japanese), Papers of Ship Research Institute, Vol. 10, No. 6 (1973), pp. 1-59.
- 4) Hiroyuki Yamato, Kazuo Hiekata, Masakazu Enomoto, Yoshihiro Tsuchiya, Taiga Mitsuyuki, Takashi Hasegawa, Shogo Kimura and Yu Kawano: Development of a system for multimedia data management in tank tests (in Japanese), Conference Proceedings, the Japan Society of naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 15 (2012), pp. 57-60.
- 5) Hiroyuki Yamato, Kazuo Hiekata, Masakazu Enomoto, Yoshihiro Tsuchiya, Taiga Mitsuyuki, Shogo Kimura, Takashi Hasegawa and Yu Kawano: 'Robot tank system' and integrated management of various measured data (in Japanese), Conference Proceedings, the Japan Society of naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 16 (2013), pp. 95-98.
- 6) Shinnosuke Wanaka, Kazuo Hiekata, Taiga Mitsuyuki and Hiroyuki Yamato: Development of Integrated Management System for Tank Test and CFD Data (in Japanese), Journal of the Japan Society of naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 28 (2018), pp. 181-188.
- 7) Mitsuhiro Abe, Hiraku Tanaka, Kinya Tamura and Yoji Himeno: (Round-table discussion) The future of towing tanks (in Japanese), Bulletin of the Society of Naval Architects of Japan, No. 710 (1988), pp. 41-52.
- 8) Kotaro Nemoto: (Member's voice) About "The future of towing tanks" (in Japanese), Bulletin of the Society of Naval Architects of Japan, No. 712 (1988), pp. 57-58.