

機械学習による低速域を含む操縦流体力推定法に関する研究

流体性能評価系 中西 徹、大森 拓也

1. 研究の背景

船の操縦運動シミュレーション時、運動方程式における外力項は、船体に働く流体力(操縦流体力)、舵に働く力、プロペラ推力に分離して推定される。ここでは、**操縦流体力表現式の高度化**に関する研究成果を紹介する。操縦流体力は、船速・斜航角・回頭角速度によって表現されるが、**巡航速度域、港湾内速度(低速域)で異なる表現式が用いられ、船速毎に表現式を切り替える必要がある。**(図1)

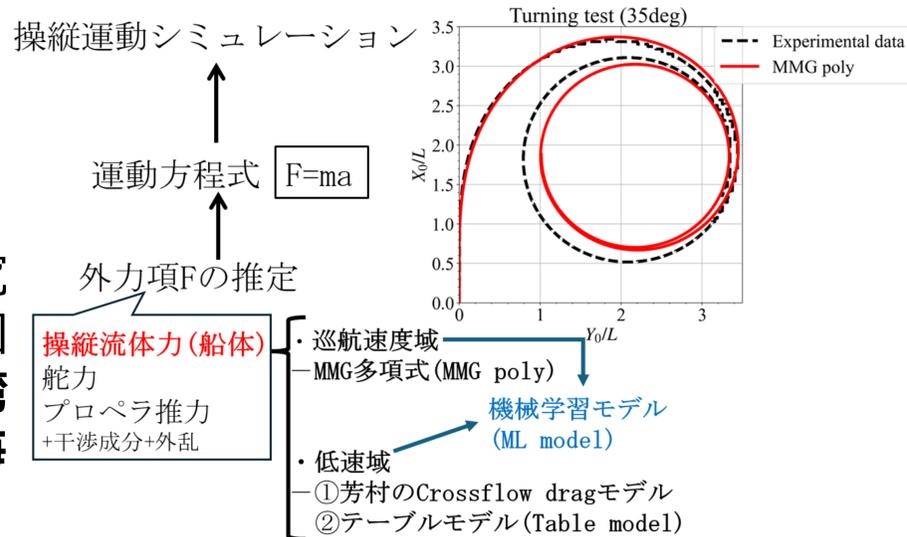


図1 研究の背景

	Model	Fullscale
Scale	1/110	1
Lpp (m)	2.9091	320.00
B (m)	0.5273	58.00
d (m)	0.1891	20.80
Trim (m)	0.00	0.00
Displacement ∇ (m ³)	0.2350	324000
Cb	0.840	0.840
xG (=Lcb) (m)	0.0871	9.59

2. 研究目標

巡航速度域～低速域まで操縦流体力表現を切り替えず、機械学習を用いて最適な表現を得る。(図1青字)

3. 研究手法

(3-1) 学習データ

バルクキャリア船型の模型船に対する**巡航速度域・低速域におけるCMT(Circular Motion Test)データ**を用いた。データ数は120程度。(表1、図2散布図)

(3-2) 流体力の無次元化

標準的な無次元化は U^2 (船速の2乗)を用いるが、**低速域にも対応可能な $U^2 + (Lr)^2$** (Lは船長、rは回頭角速度)を用いる。(図3)

(3-3) 機械学習の手法

ガウス過程回帰を用いた。(ガウス分布を用いた予測。カーネル関数を用いて類似度を評価。)

(3-4) 操縦運動シミュレーションの実施

機械学習によって学習した斜航角・回頭角速度と操縦流体力の関係を用いた。(図2, 図4)

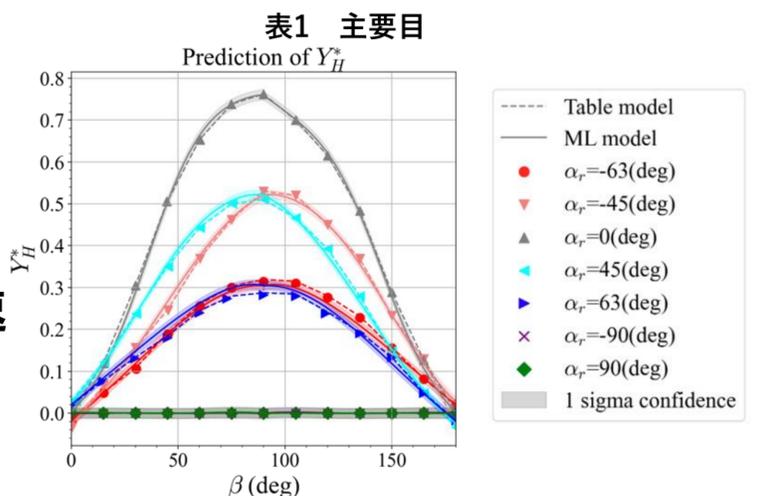


図2 フィッティングカーブ(低速域、横力)

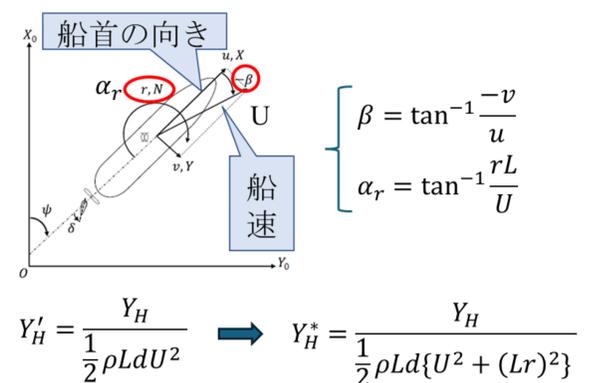


図3 座標系・無次元化

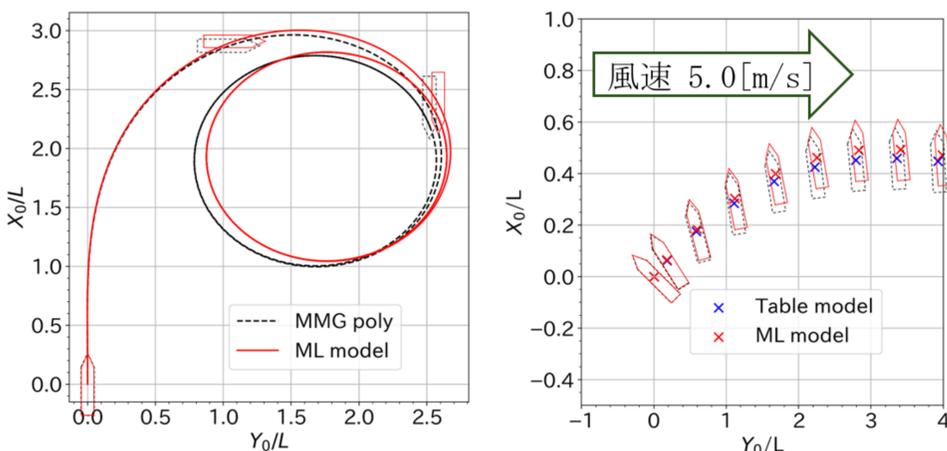


図4 舵角35度旋回試験(左),風による漂流(右)

4. 研究成果

巡航速度域～低速域まで操縦流体力表現を切り替えず、機械学習を用いて最適な表現を得ることに成功し、シミュレーション精度は従来手法と同程度であることを示した。

参考文献

- ・Nakanishi, T and Ohmori, T (2024). "Ship Manoeuvring Simulation Using a Hydrodynamic Hull Representation Including a Low-speed range by Machine Learning," Proc 34th Int Offshore and Polar Eng Conf, Rhodes, ISOPE, 3994-4001.
- ・安川宏紀、芳村康男：船舶海洋工学シリーズ③ 船体運動 操縦性能編 (改訂版)。
- ・石川貴浩, 安川宏紀, 芳村康男, 松田秋彦 (2019). "大斜航・旋回状態における船体流体力モデル," 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 28, 517-522.