

自動運航船と 離着棧操船技術

測位技術振興会

第3回 研究発表講演会

(国研) 海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所

齊藤 詠子

本日の内容

1. はじめに

- 自動運航船の研究

2. 離着棧操船技術

3. 海上技術安全研究所の離着棧操船研究

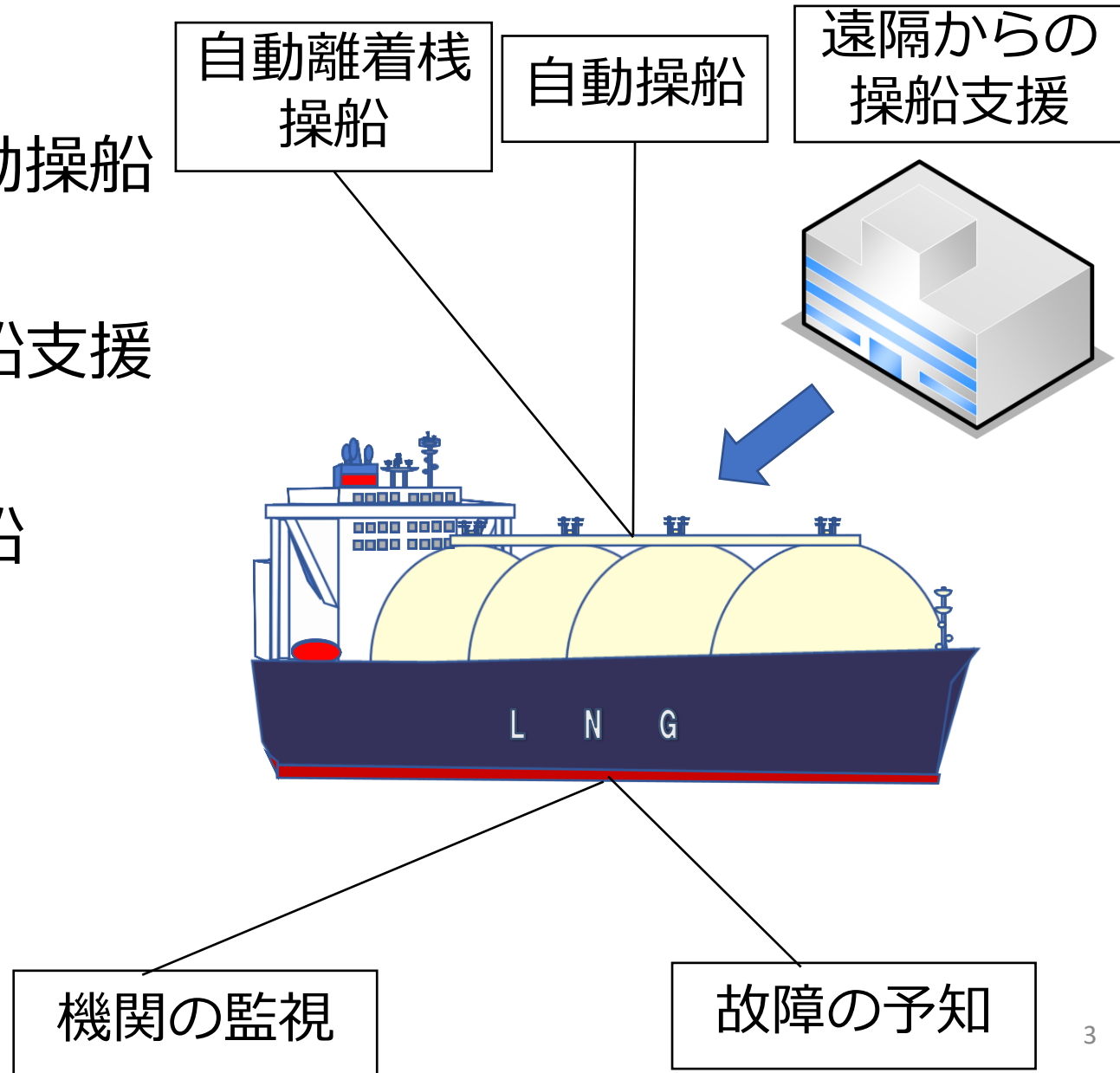
- 音声情報を活用した着棧操船支援システム

4. 終わりに

1. はじめに：自動運航船の研究

自動運航船

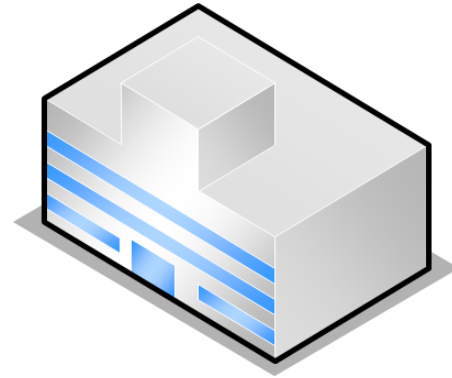
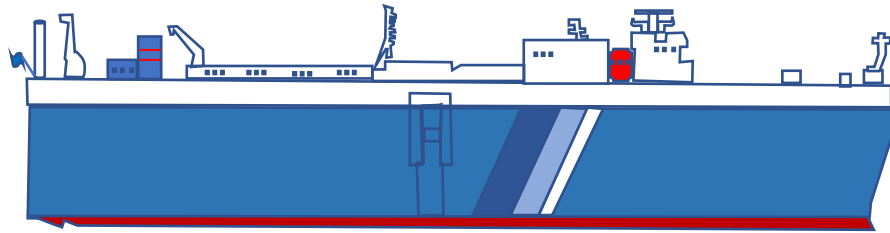
- 機械による自動操船
- 遠隔からの操船支援
- 自動離着岸操船
- 機関の監視
- 故障の予知



自動運航船を実現するために必要となる主な機能

自動運航船

陸上コントロールセンター



<自動操船>

- 計画航路航行
- 自動避航操船
- 自動離着棧操船

<遠隔監視>

<遠隔操船>

高精度測位技術の活用が不可欠な機能

2. 離着棧操船技術

離棧操船：

- 船舶を棧橋から離し、港内まで到着させること

着棧操船：

- 港内に到着した船舶を棧橋に接岸させること

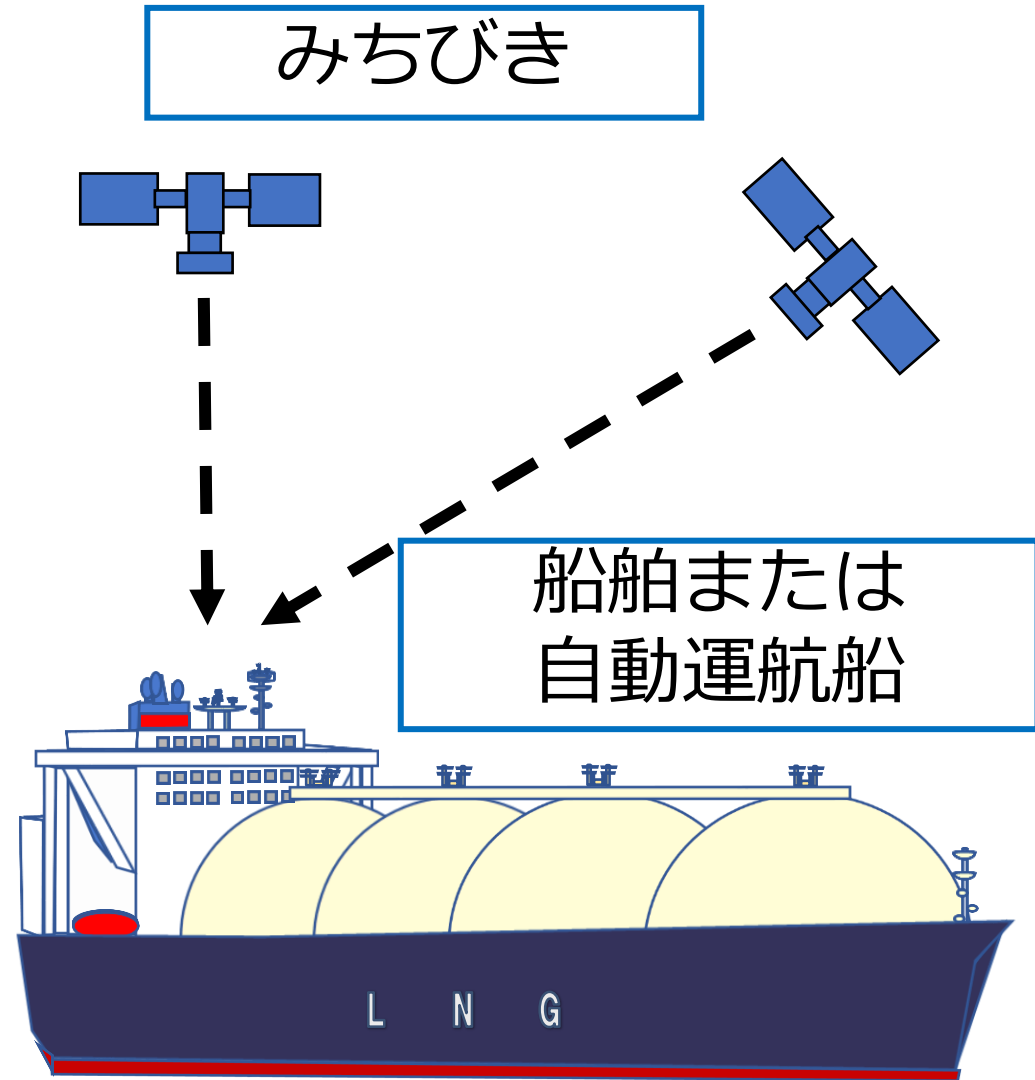
プロペラ・舵・スラストという3つのアクチュエータを用いて、船舶の進路・速力・船首方位を制御する

離着陸操船機能の支援と自動化

船舶の正確な
位置・進路・速力を
連続的に把握
しながら
船舶を誘導させる



高精度な
位置・進路・速力が
必要となる



3. 海上技術安全研究所の離着棧操船研究

- 研究のコンセプト

① 支援システム：

操船者の経験に頼らずとも、操船が可能となる支援を目指す

② 自動離着棧操船システム

支援システムで構築したものを基礎として、推進システムと操舵システムを自動化する

音声情報を活用した着棧操船支援システム

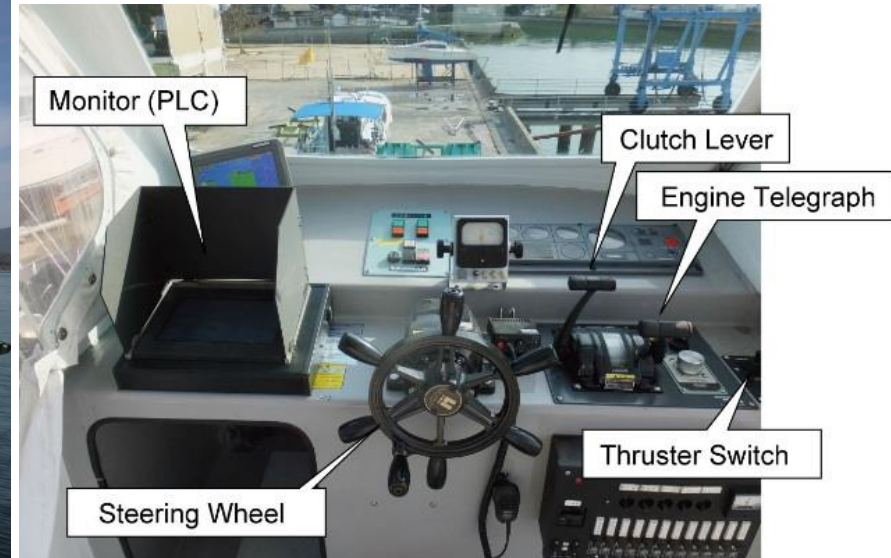
- 対象としている船舶：小型船舶、内航船

小型船舶や内航船：

- 操船者は単独で操船を行っている
 - 航海距離が短く頻繁に着棧を繰り返す
 - 風などの外乱の影響を受けやすい
- 操船者にとって負担が大きい
- 操船者は、外乱を考慮し、自身の経験をもとに操船を行う

経験が浅い操船者にも安全かつ効率的な操船を可能とする、着棧操船支援システムの開発が有効と考える

小型船舶の着棧操船



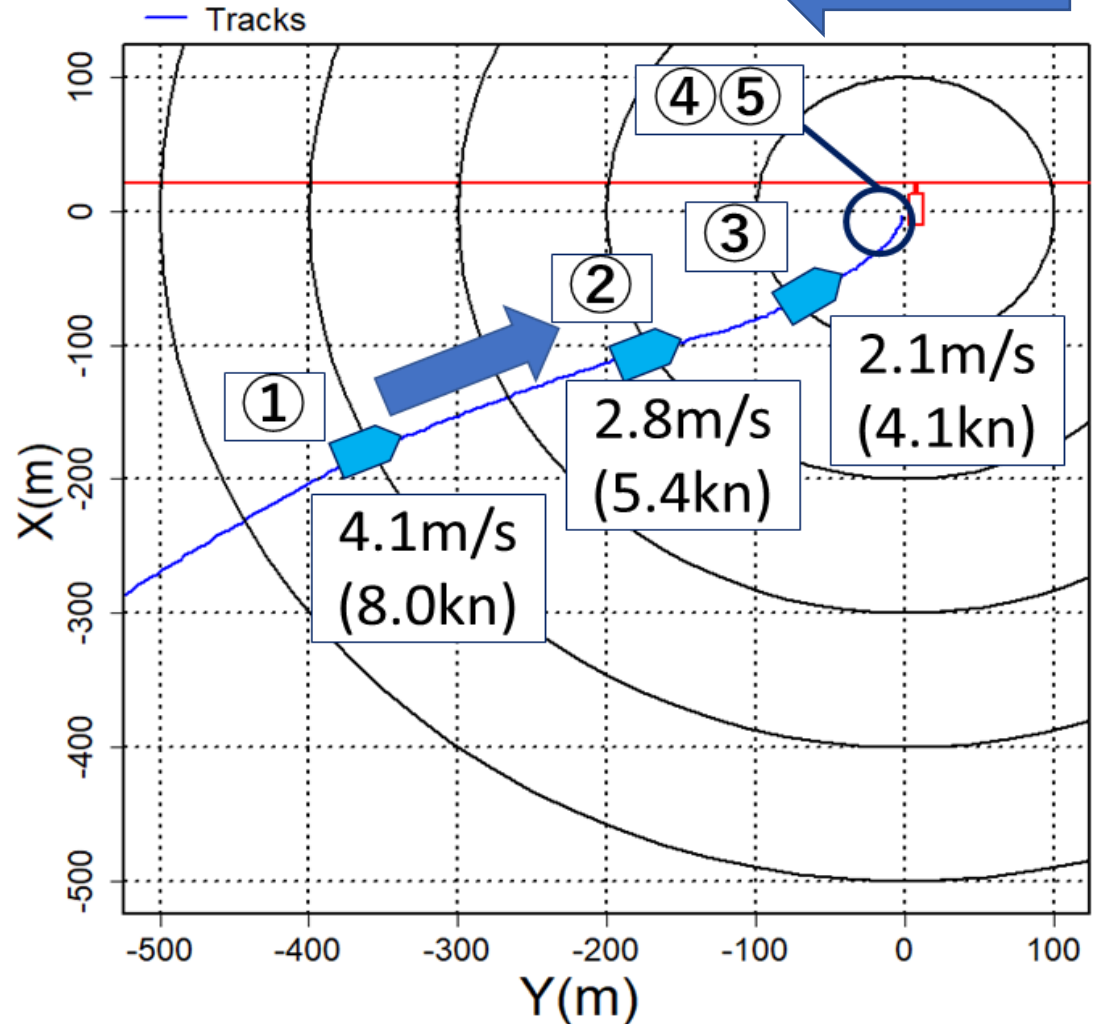
小型船舶の主要目

- 全長：16.5m
- 総トン数：17.0トン

小型船舶の着棧操船の分析

- ① 目標の着棧位置のやや後方に進路を取りながら、進入する
- ② エンジン回転数をアイドリング状態にして減速する
- ③ クラッチレバーをニュートラルにする

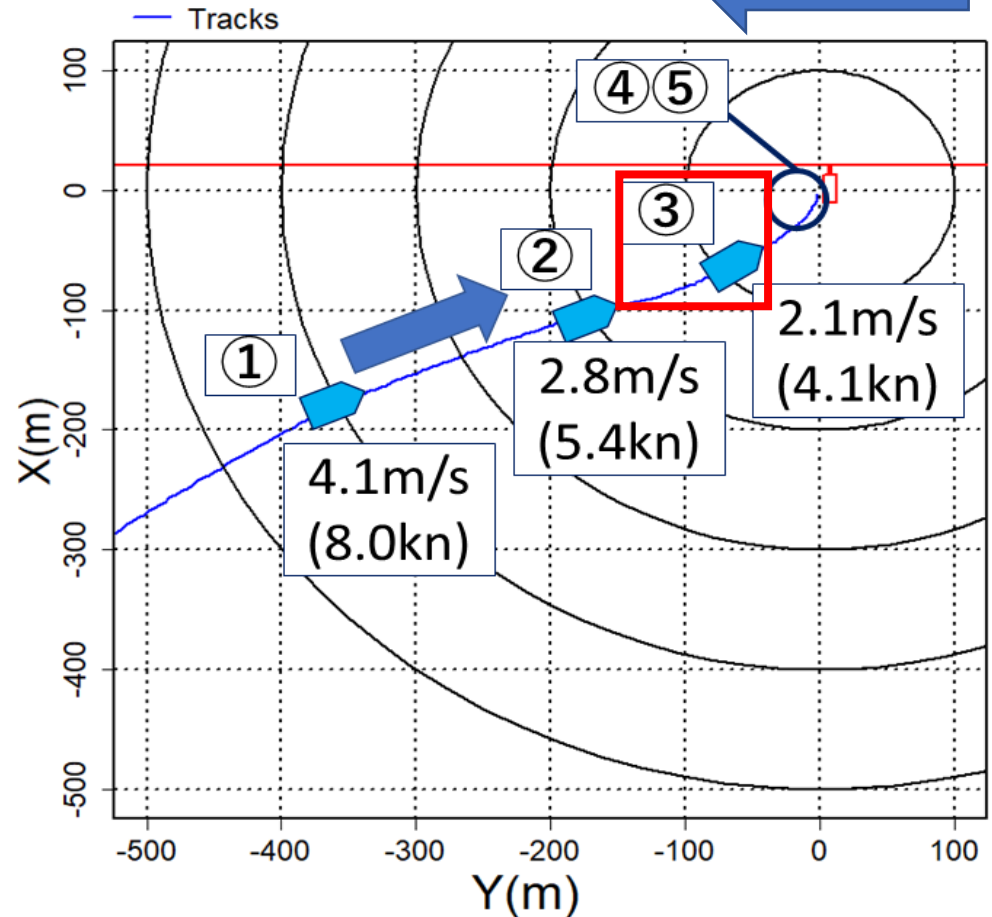
Average Wind Speed : 2.4 m/s
Wind Direction



小型船舶の着棧操船の分析

- ④ 大きな舵角で左転し、船体の角度と位置をみながら着棧地点に近づく
- ⑤ 係船ロープが取られた後、クラッチレバーとスラストを操作して船体の位置と角度を合わせる

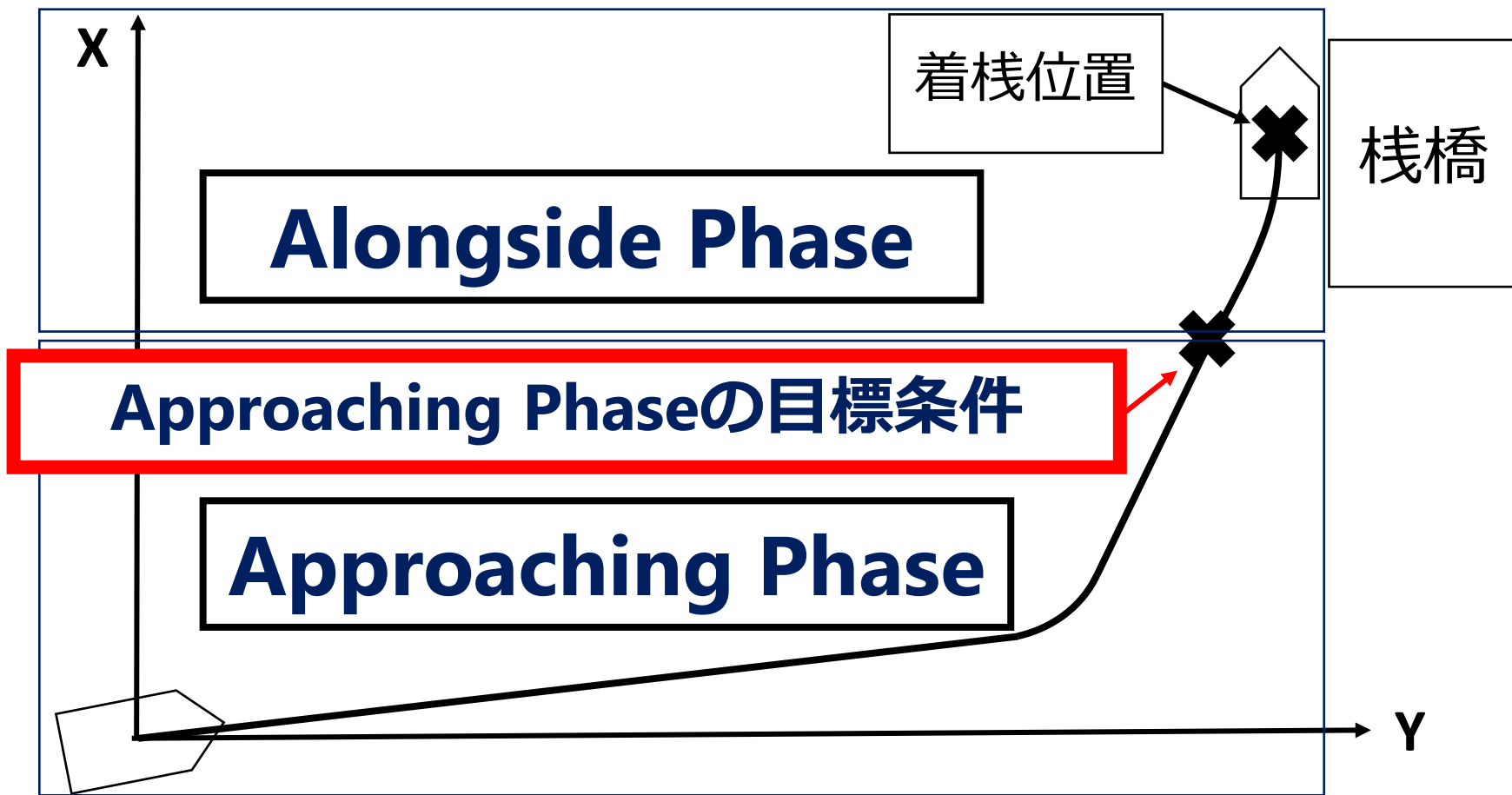
Average Wind Speed : 2.4 m/s
Wind Direction



着棧位置から約100m程度離れた位置③で、適切な進路と速力になることが重要である

着棧操船支援システムの提案

- ① Approaching Phase: 船舶を棧橋の近くまで誘導する
- ② Alongside Phase: 棧橋に平行になるよう停船させる



➡ 支援システムはこれらの操船を音声ガイダンスで支援する

着棧操船支援システムの提案

1. 操縦運動シミュレーションを用いた操船計画の立案
 - 操縦運動シミュレーションを用いて、要素操船の組み合わせから、Approaching Phaseにおける目標までの計画を立てる

2. 音声ガイダンスの作成と提供
 - 1.で立てた計画を実現する音声ガイダンスを作成し、適時に操船者へ提供する

提案する着棧操船支援システム

X↑

開始地点：
操船者が支援システムを開始
したときの位置・進路・速力

開始
地点

通過点1

浅瀬

① Keep
Speed.

⑤ Turn Left.
Course 225.

通過点2

② Turn
Right.
Course
270.

Approaching Phase
の目標条件

④ Keep
Speed.

③ Engine
Speed 30%.

着棧地点

⑥ Engine
Speed 20%.

0

Y

通過点は、浅瀬などを考慮した避険線をもとに設定される

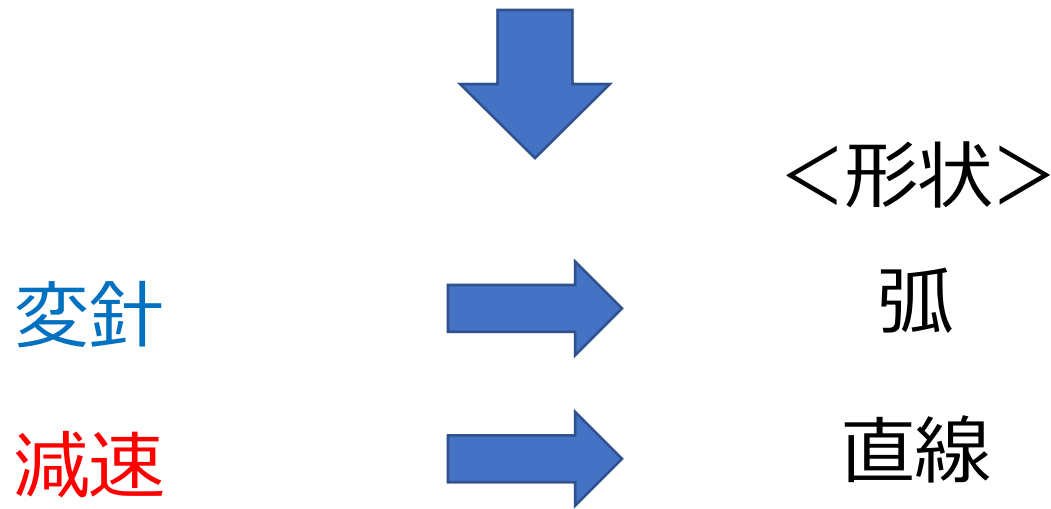
— — — — — , — — — — — : 要素操船からなる操船計画

○ : 音声ガイダンス

操縦運動シミュレーションを用いた 操船計画の立案

要素操船：

- ある舵角で目標の進路に変針すること
- エンジン回転数を変化させ減速すること



計画：

- 操縦運動シミュレーションを用いて、これらの要素操船の組み合わせから計画を立てる

着棧操船支援システムのビデオ



着棧支援システム

(国研)海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所

2019/10

5. 終わりに

- 自動運航船の研究、離着棧操船技術、現在取り組んでいる離着棧操船支援システムの研究について、簡単に紹介した
- 高精度測位技術を活用した離着棧操船支援システム・自動離着棧操船システムは、自動運航船の機能として重要な役割を果たすのではないかと考える

本研究で使用した操縦運動方程式

$$\begin{cases} (m + m_x)\dot{u} = T_P - R_f \\ (I_{ZZ} + J_{ZZ})\dot{r} = T_r - R_r \end{cases}$$

T_P : プロペラ推力

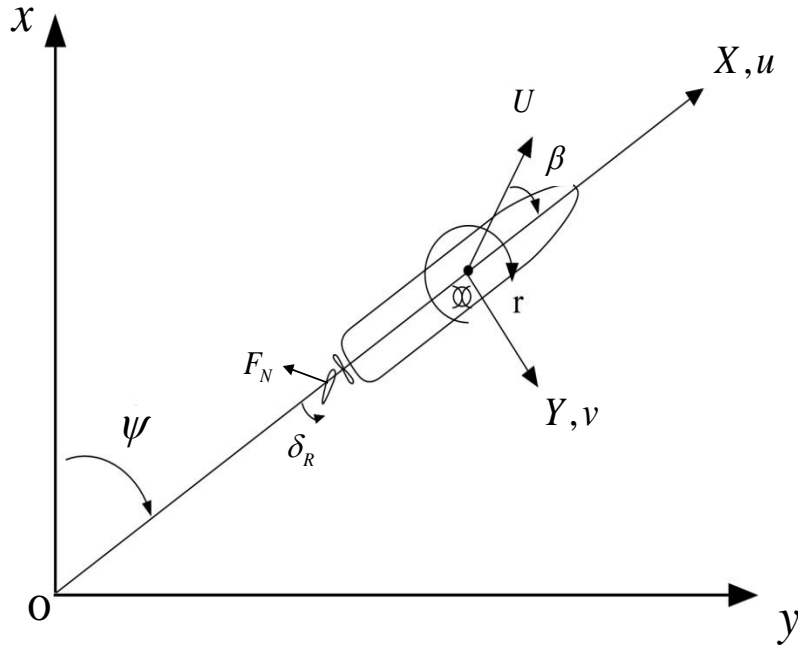
R_f : 船体抵抗

T_r : 舵力によるモーメント

R_r : 回転抵抗

簡単な操縦運動モデルでも、
実際の航跡との差を考慮して計画を修正するので、
支援には有効であると考え

一般的に使われる操縦運動モデル



m : Mass

m_x : Additional Mass in X Direction

m_y : Additional Mass in Y Direction

u : Velocity in X Direction

v : Velocity in Y Direction

r : Rate of Turn,

x_G : Center of Gravity

I_{ZZ} : Moment of Inertia around Hull Center of Gravity

J_{ZZ} : Additional Moment of Inertia

$X_H \cdot Y_H \cdot N_H$: Hydrodynamic Force and Moment by means of Maneuvering Motion

$X_P \cdot Y_P \cdot N_P$: Hydrodynamic Force and Moment by means of Propellers

$X_R \cdot Y_R \cdot N_R$: Hydrodynamic Force and Moment by means of Rudders

$X_A \cdot Y_A \cdot N_A$: Wind Pressure Resistance

$X_S \cdot Y_S \cdot N_S$: Hydrodynamic Force and Moment by means of Thrusters

$$\begin{cases} (m + m_x)\dot{u} - (m + m_y)vr = X_H + X_P + X_R + X_A + X_S \\ (m + m_y)\dot{v} + (m + m_x)ur = Y_H + Y_P + Y_R + Y_A + Y_S \\ (I_{ZZ} + J_{ZZ})\dot{r} - mx_G(\dot{v} + ur) = N_H + N_P + N_R + N_A + N_S \end{cases}$$