

# 自動避航技術の現状


## ～ 最適航行プログラム実船試験 ～

株式会社日本海洋科学  
運航技術グループ グループ長 桑原 悟

## ? 何を目指しているのか?

- 
- ① 安全性向上(事故削減)
  - ② 労働負荷低減(人材不足対応)

## ? どのようなアプローチで?

- 
- ① 船舶運航のノウハウと現場で培った技術・経験を活かしたユーザー視点で
  - ② ベストパートナーと協業して

情報収集



分析

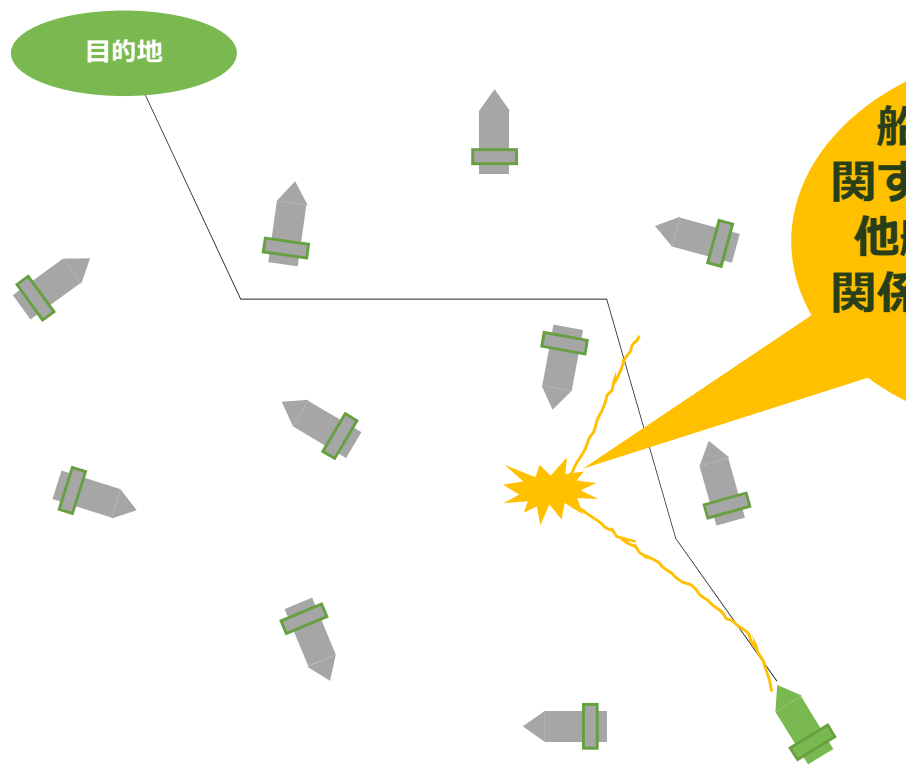


計画



行動

## 幾何学モデル



船長の操船経験に関する調査に基づき、他船と危険な見合い関係にならない操船をルール化

ベテラン船長の操船を幾何学的なモデルで再現するシステム

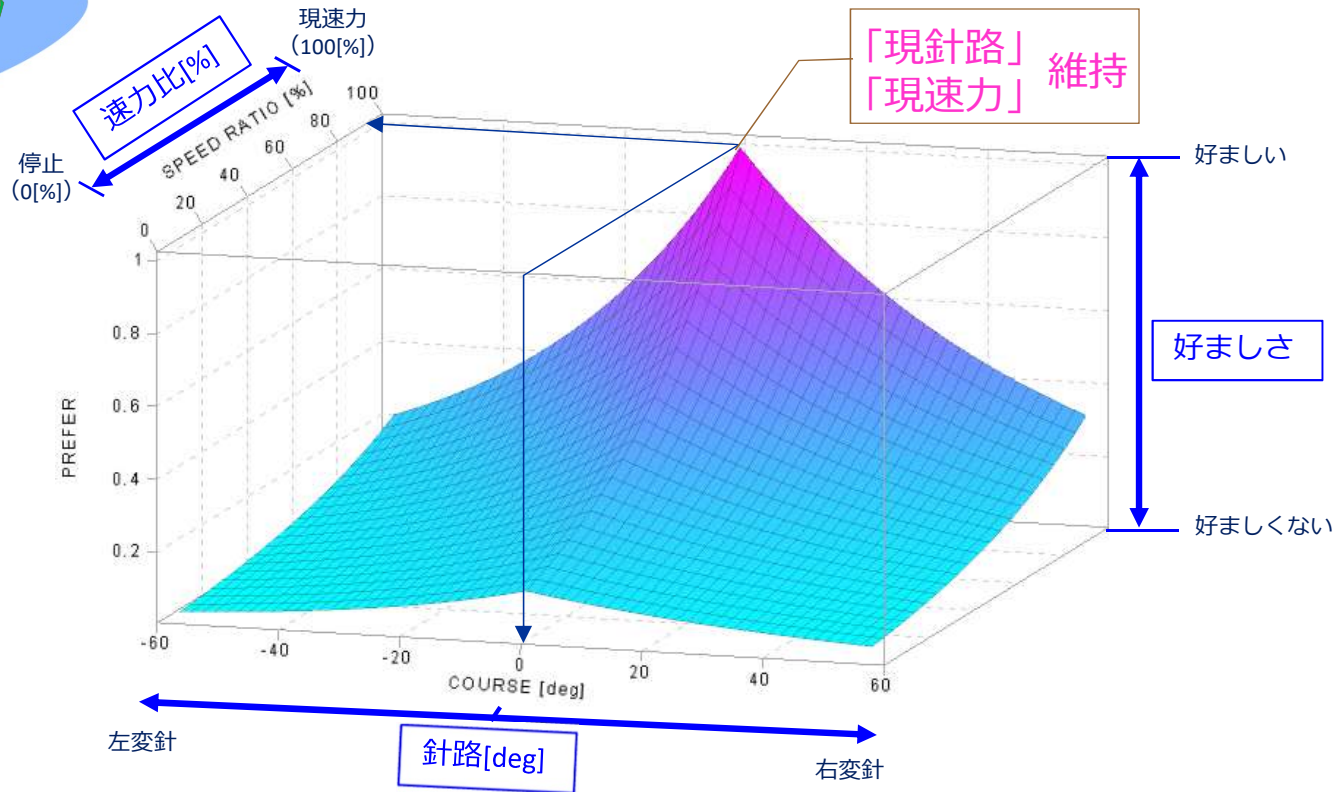
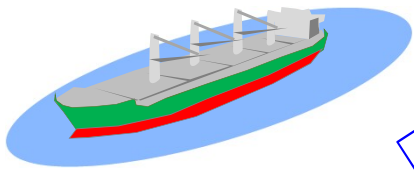
船長の操船判断に関する膨大な調査に基づいて、危険判断に用いる数式と閾値を決定し、周囲の船舶との距離・方位変化の関係から、危険な見合い関係を取らないように進路変更する



衝突回避のための優れた“ルール”を、予め定めるアプローチ

## 好ましさモデル（幾何学モデル）とは？

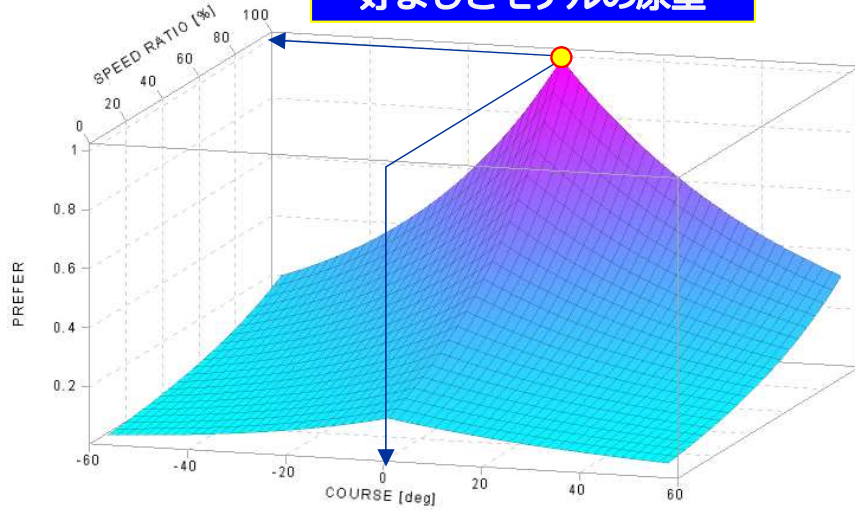
「操船者の心理」を数値モデル化したもの



「好ましさモデルの形」が「操船者のノウハウ」

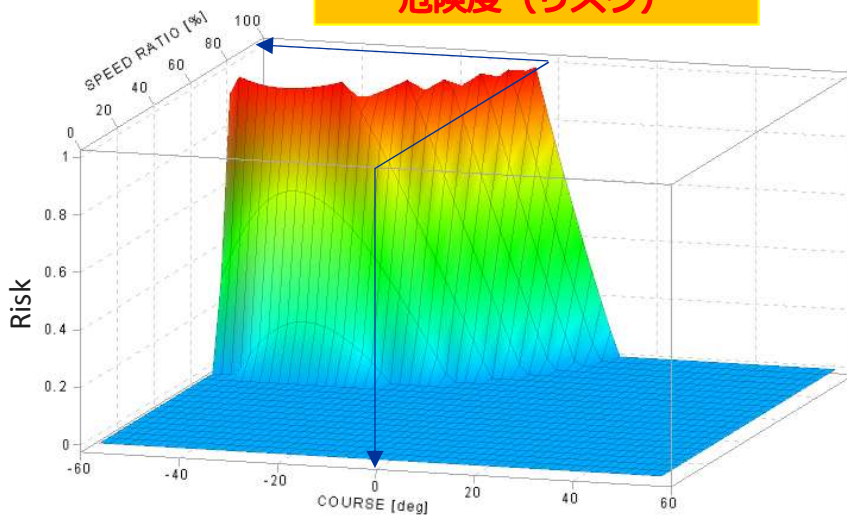
## 好ましさモデル（幾何学モデル）とは？

好ましさモデルの原型



好ましさ

危険度 (リスク)



危険度

### 基本的な理論

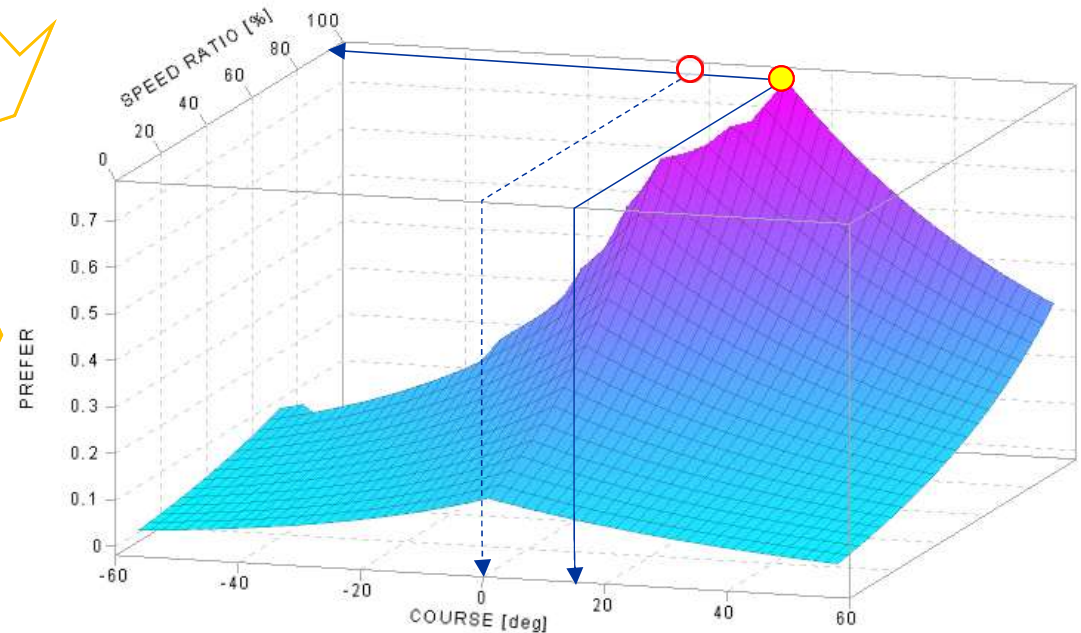
「操船方法の好ましさ」

「好ましさモデルの原型」から「危険度 (リスク)」を引き算して算出

【最も好ましい操船方法】

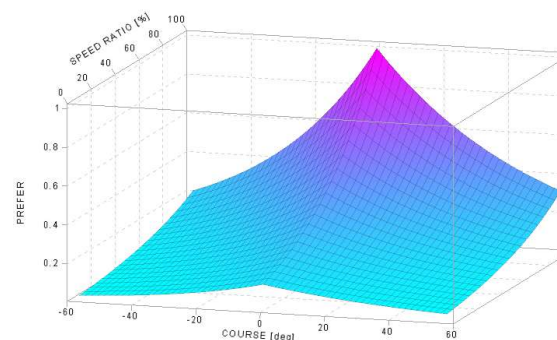
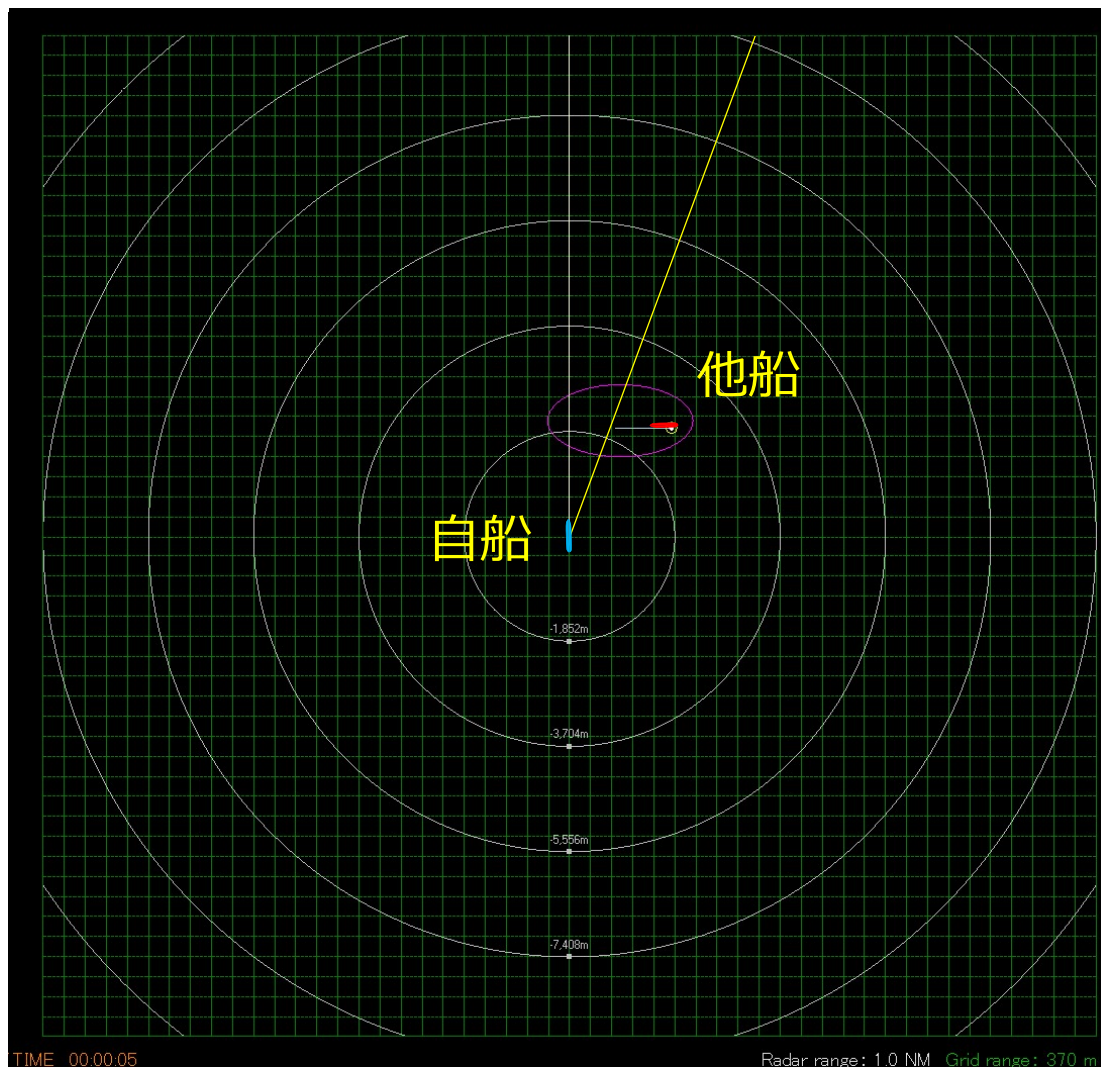
最高値 (好ましさ) を示す『針路』と『速力』

操船方法の好ましさ

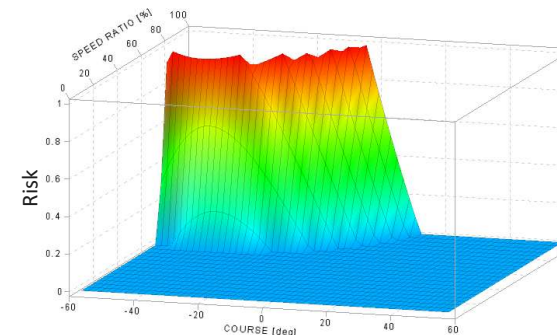


## 好ましさモデル（幾何学モデル）とは？

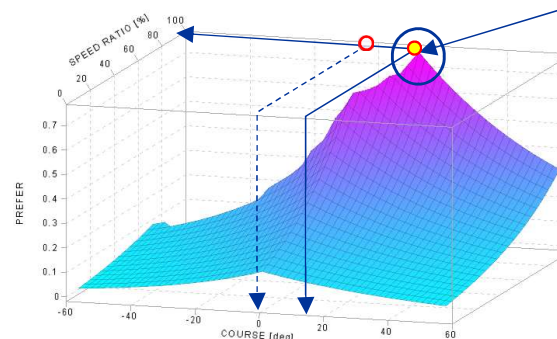
### （例1）右前方に横切り船（衝突コース）



好ましさモデルの原型



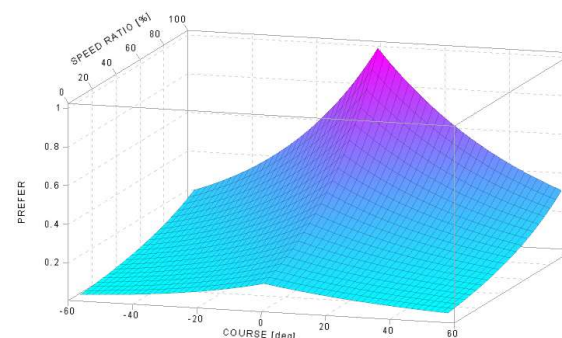
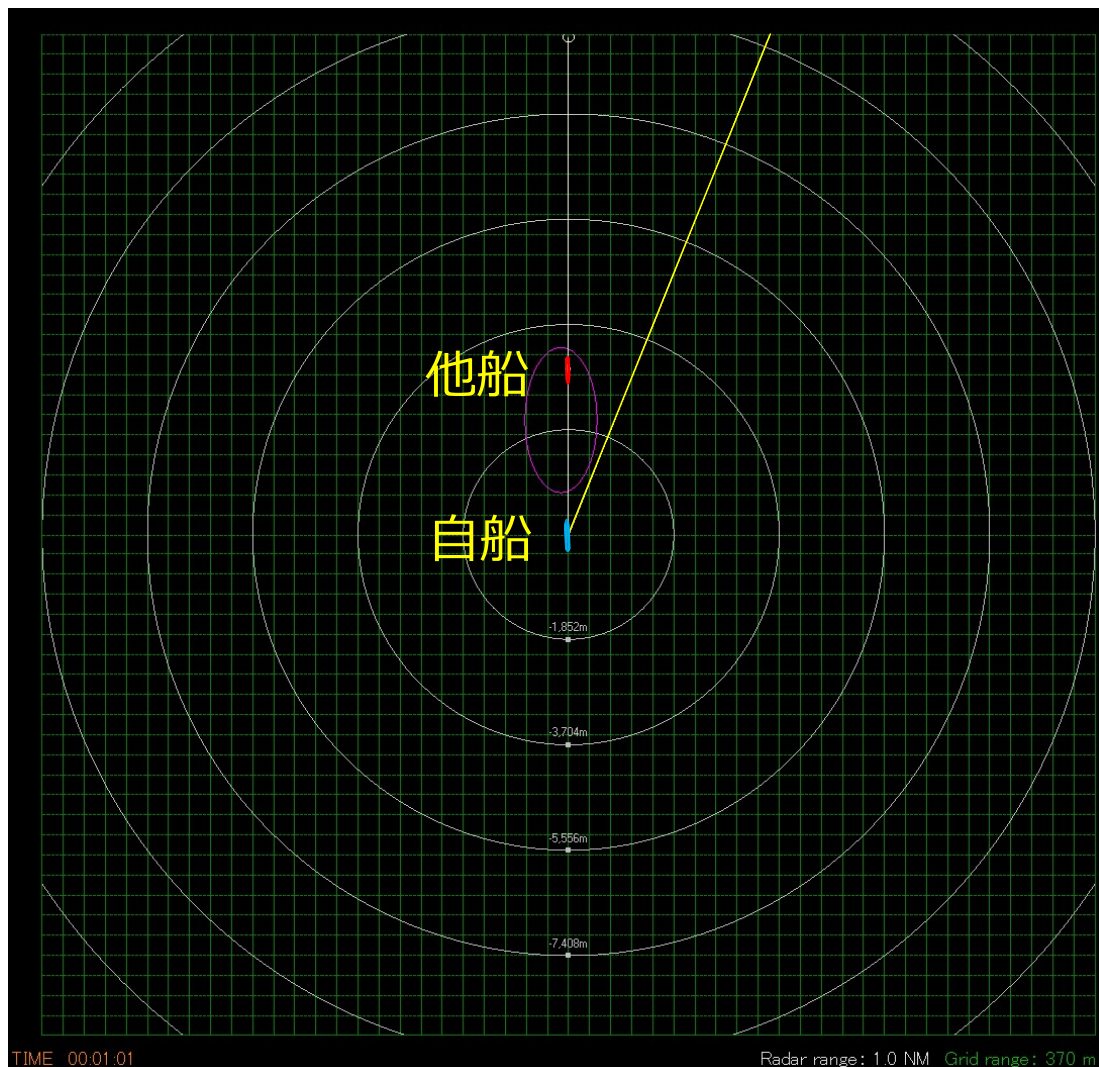
危険度（リスク）



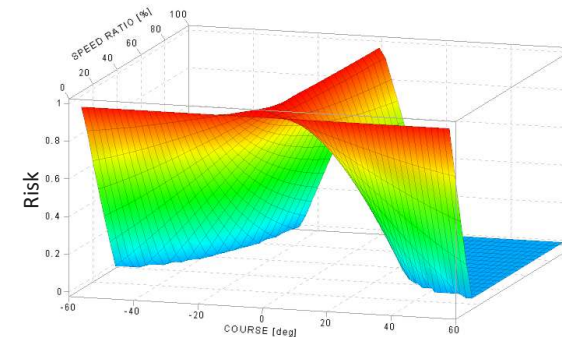
操船方法の好ましさ

## 好ましさモデル（幾何学モデル）とは？

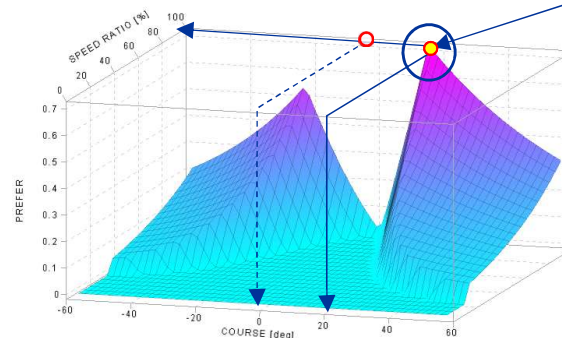
### （例2）正面前方に反航船（衝突コース）



好ましさモデルの原型



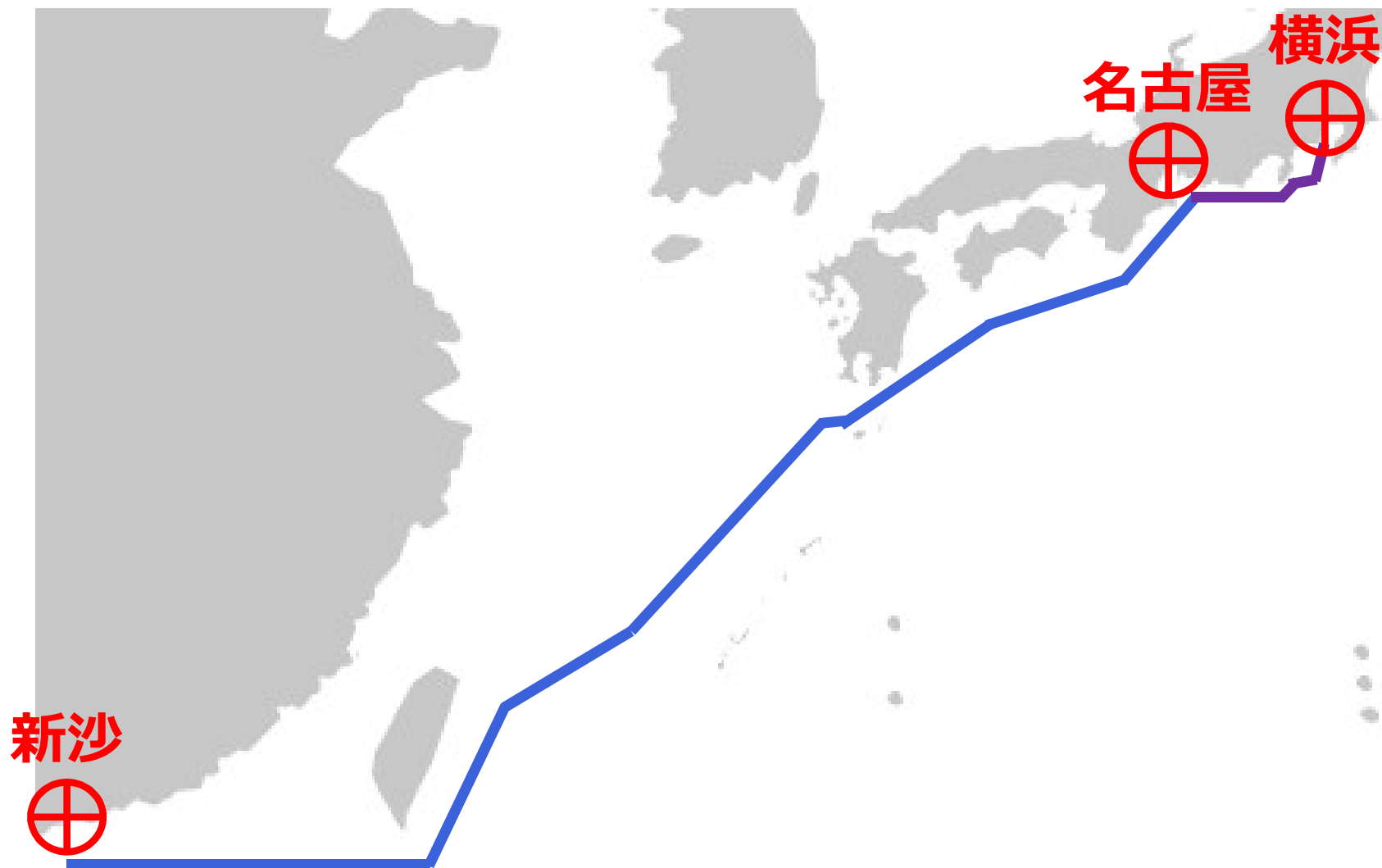
危険度（リスク）



右に21°変針  
原速力維持

操船方法の好ましさ

## ➤ 中国 新沙 ~ 日本 名古屋 ~ 横浜





## ➤ Point 1 Interim Guideline for MASS Trials

2019年6月5日～14日 ロンドンで開催されたIMO MSC101において制定

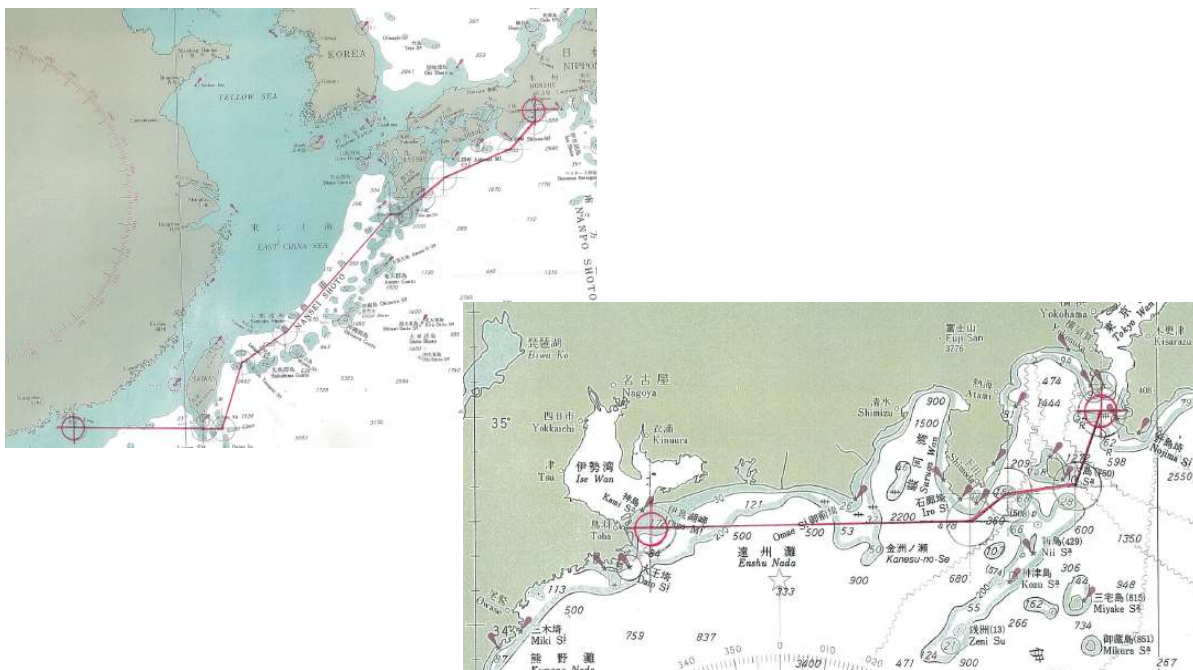
The obligations and responsibilities of the relevant authorities with respect to MASS trials are established by the individual instruments. It is the responsibility of the flag State Administration to authorize a ship to participate in a trial. Where necessary, authorization should also be obtained from the coastal State and/or port State Authority where the trial will be conducted.

# IMO Interim Guideline for MASS Trials



➤ 旗国対応  
Class NKの協力の下、パナマ共和国より承認取得 (世界初)

➤ 沿岸国(日本)対応  
海上保安庁(本庁)と情報共有  
航行予定海域管轄の第3・4・5・10・11管区とも情報共有



## PANAMA MARITIME AUTHORITY

Technical Office – Segumar Tokyo  
Samon Building 1F, 2-21-7, Higashi-Azabu,  
Minato-ku, Tokyo, Japan 106-0044

Tel: (81) 3-3585-3661  
Fax: (81) 3-3585-3666

E-mail: [segumar@panaconsul-tokyo.com](mailto:segumar@panaconsul-tokyo.com)

TO: NYK SHIP MANAGEMENT PTE LTD.  
CC: NIPPON KAIJI KYOKAI (NK)  
DATE: AUGUST 21, 2019  
FROM: GENERAL DIRECTORATE OF MERCHANT MARINE, SEGUMAR - TOKYO  
SUBJ: M/V: IRIS LEADER IMO: 9748019 CALL SIGN: 3FLB7  
ADMINISTRATION INTERPRETATION AND POSITION – MARITIME  
AUTONOMOUS SURFACE SHIPS (MASS) TRIALS

OUR REF: SGG 08/19/006

.....  
THIS ADMINISTRATION HAS BEEN INFORMED BY MANAGER THAT SUBJECT VESSEL WILL PERFORM AND MASS TRIAL WITHIN THE JAPANESE WATER FOLLOWING THE INTERIM IMO GUIDELESS FORM MASS TRIAL.

CONSIDERING THAT THIS TRIAL WILL BE INFORMED TO LOCAL AUTHORITIES, THE TRIAL WILL PERFORM ACCORDING TO INTERIM GUIDELINES FOR MASS TRIALS (MSC.1/CIRC.1604) AND THAT VESSEL WILL FULLY MANNED AS PER REQUIRED ON MINIMUM SAFE MANNING CERTIFICATE ISSUED BY THIS ADMINISTRATION.


ALSO CONSIDERING THAT MASTER AND OFFICER IN CHARGE OF NAVIGATION WATCH WITH THE REQUIRED RATING WILL BE FULLY AWARE OF NAVIGATION AND ALL THE TIME CLOSELY MONITORING THE VESSEL BEHAVIOR AND, IN ANY CASE, MAY DISCONNECT THE MASS SYSTEM.

THIS ADMINISTRATION ALLOWS TO SUBJECT VESSEL DO THE MASS TRIAL AS LONG AS COMPLY IMO GUIDELINES, THIS AUTHORIZATION AND ANY REQUIREMENT FROM LOCAL AUTHORITIES

THIS AUTHORIZATION IS VALID UNTIL SEPTEMBER 30, 2019

THE ACCEPTANCE OF THIS LETTER WILL BE HIGHLY APPRECIATED.

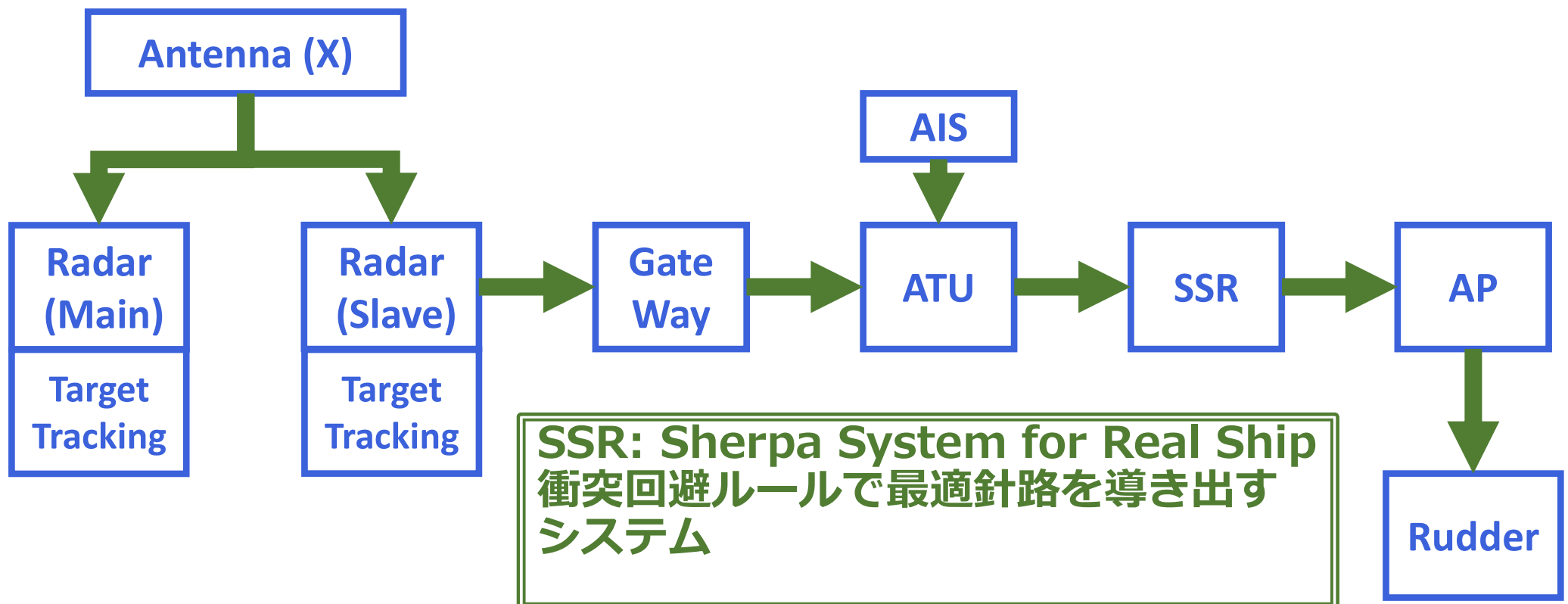
BEST REGARDS,

  
ENG. SAMUEL GUEVARA  
SENIOR TECHNICAL OFFICER  
PANAMA MARITIME AUTHORITY  
SEGUMAR - TOKYO

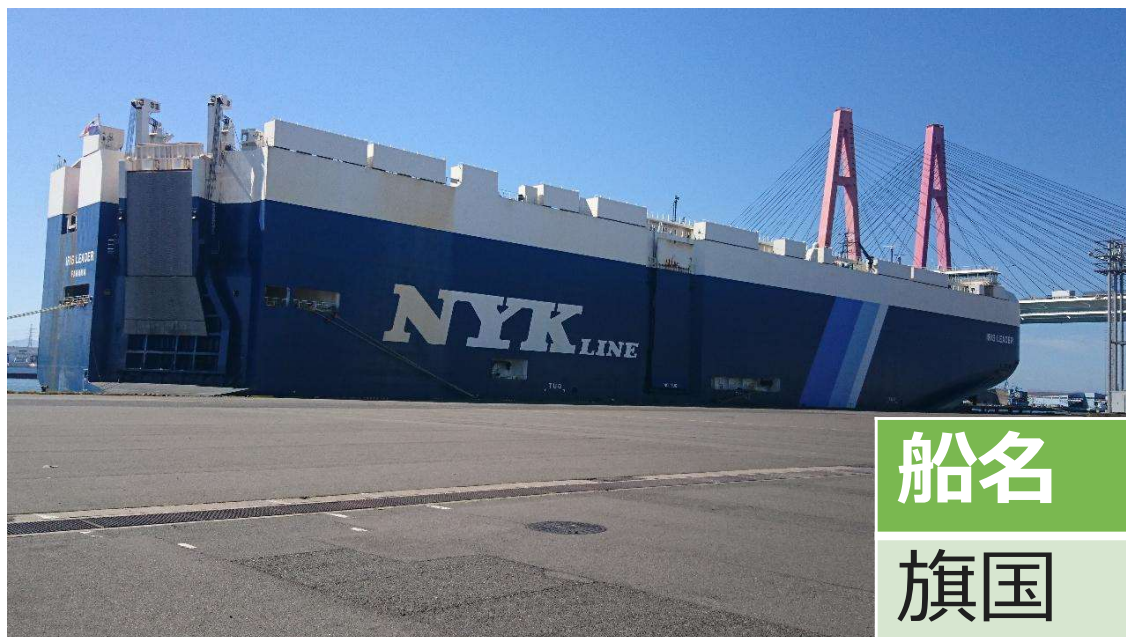


## ➤ Point 2 Radar Echo Data の利用

これまでの自動航行プログラムにおける周囲把握は「AIS」がベースであったが「Radar Echo Data」を利用

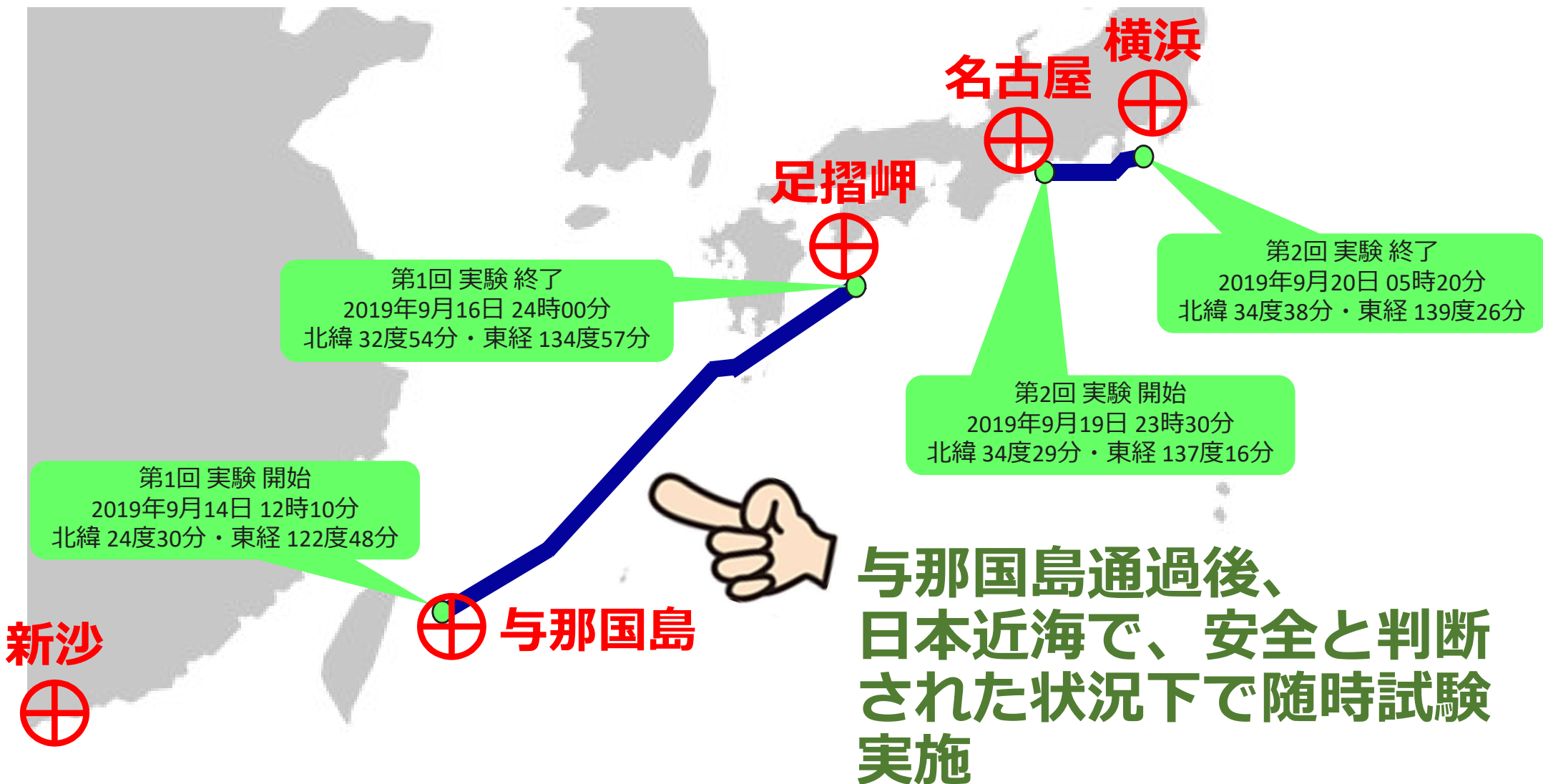


## ➤ Point 3 大型商船による実船実験



船名	IRIS LEADER
旗国	PANAMA
国際総トン数	70,826 ton
長さ	199,99 m
幅	34.8 m
高さ	50.57 m

## ➤ 中国 新沙 ~ 日本 名古屋 ~ 横浜



## ➤ 最適航行プログラムによる操船実績

### 【新沙～名古屋】

自動操船による避航回数：17回

自動操船の合計時間：12時間23分 (最長継続時間: 1時間57分)

### 【名古屋～横浜】

自動操船による避航回数：3回

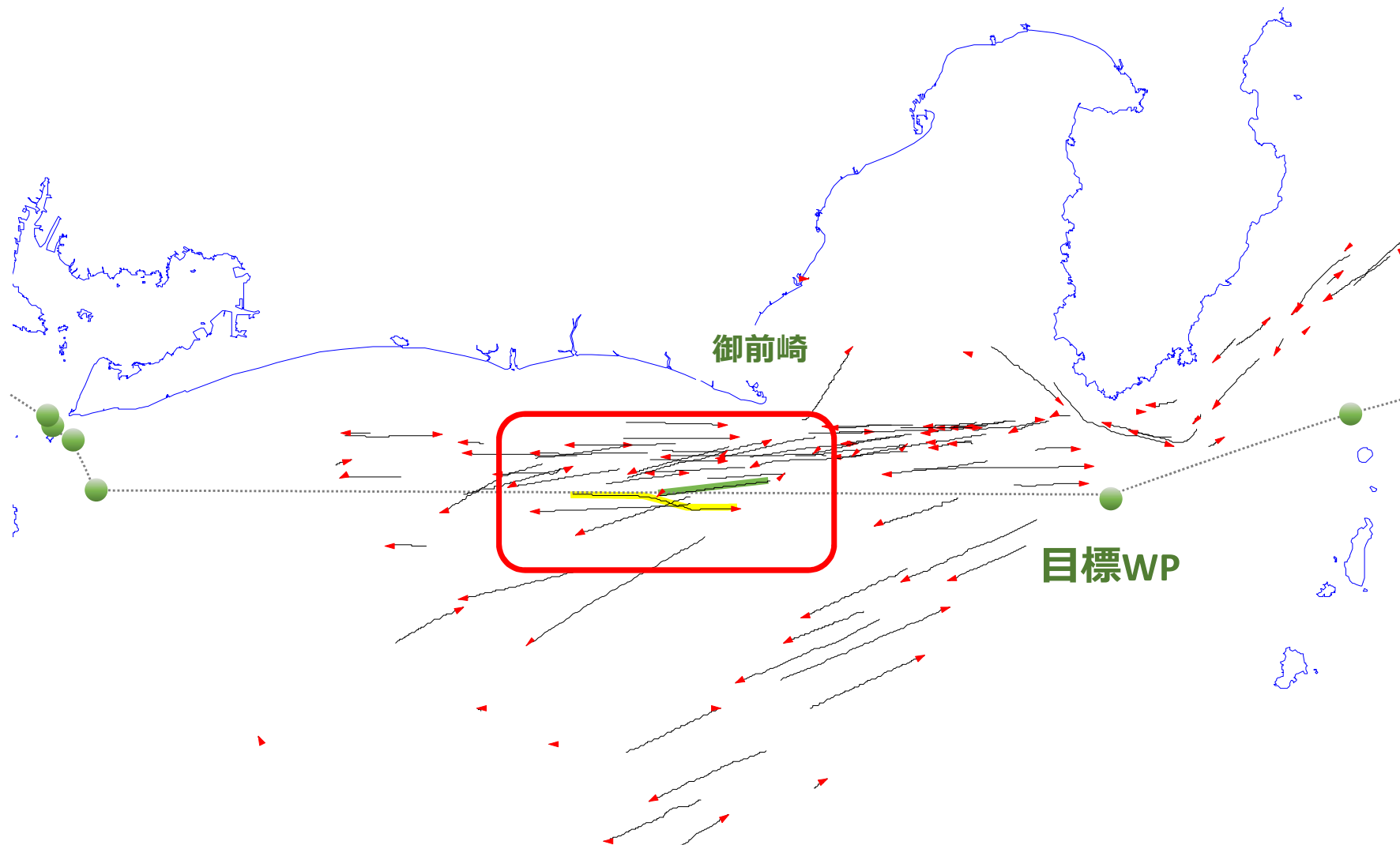
自動操船の合計時間：5時間03分 (最長継続時間: 45分)

### 【新沙～横浜間（2航路合計）】

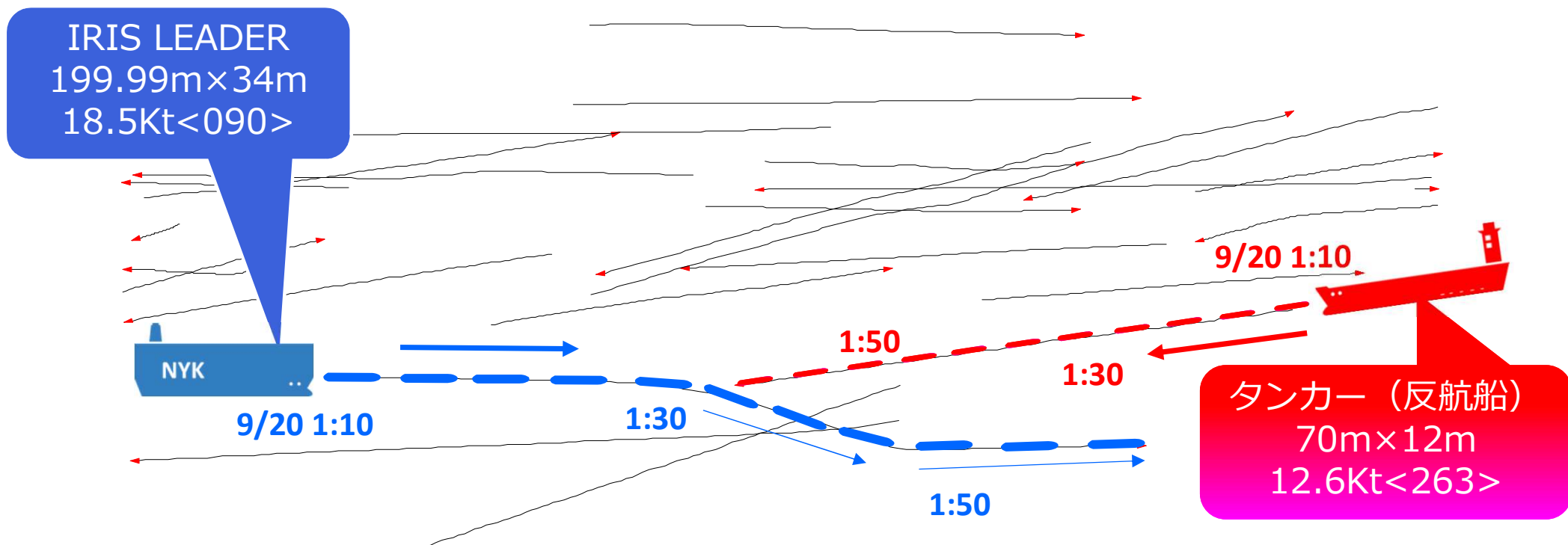
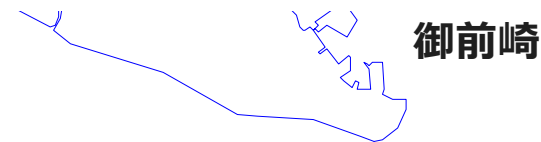
自動操船による避航回数：20回

自動操船の合計時間：17時間26分

## ➤ 状況概要



## ➤ 避航動作概要 - 航跡



時間	位置	動作	自船針路	相手船針路	相手船距離	相手船相対方位	最接近距離(予測)	最接近時間(予測)	推奨進路
01:10	34-28N / 137-54E	記録開始	090	271	18.2NM	左 4度	0.3NM	35min	-
01:27	34-28N / 138-00E	避航開始	091	269	8.2NM	左 8度	0.3NM	17min	110
01:48	34-27N / 138-07E	避航終了	111	269	1.6NM	左 92度	1.6NM	0min	088



## ➤ 総論

実用化に向けた課題を明確にすることができ、実用化の可能性を確認することができた。

## ➤ 課題

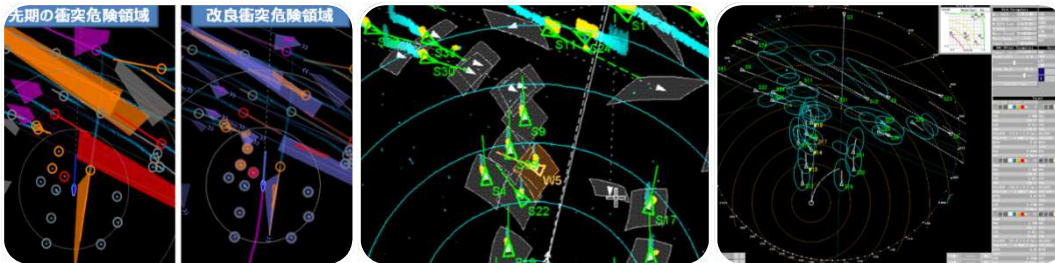
- ◆ 外力が実船に与える影響の細かさに対する対応  
プログラムが分析に用いる情報源「船舶のセンサー情報」の細かな変動への対応
- ◆ 「避航動作」と「針路維持」の切り分け  
Auto Pilotなどの既存装置との役割分担再構築ならびにシステムとしての最適化
- ◆ 人間特有の「無駄」・「曖昧さ」の加味  
プログラムが導き出す「精緻な最適」と人間ならではの意思を明確にするための「余分な行動」や幅を持たせた「曖昧な結論」のバランス
- ◆ 人間特有の「優しさ」の加味  
自船の動作が周囲に与える影響(= 他船の進路選択の制限)を配慮(= 予測)した自船針路の選択 (人間でいう「譲り合い」の精神)



## 遠隔操作による避航

国土交通省「先進安全船舶技術研究開発支援事業」

国土交通省「操船支援機能と遠隔からの操船等を活用した船舶の実証事業」

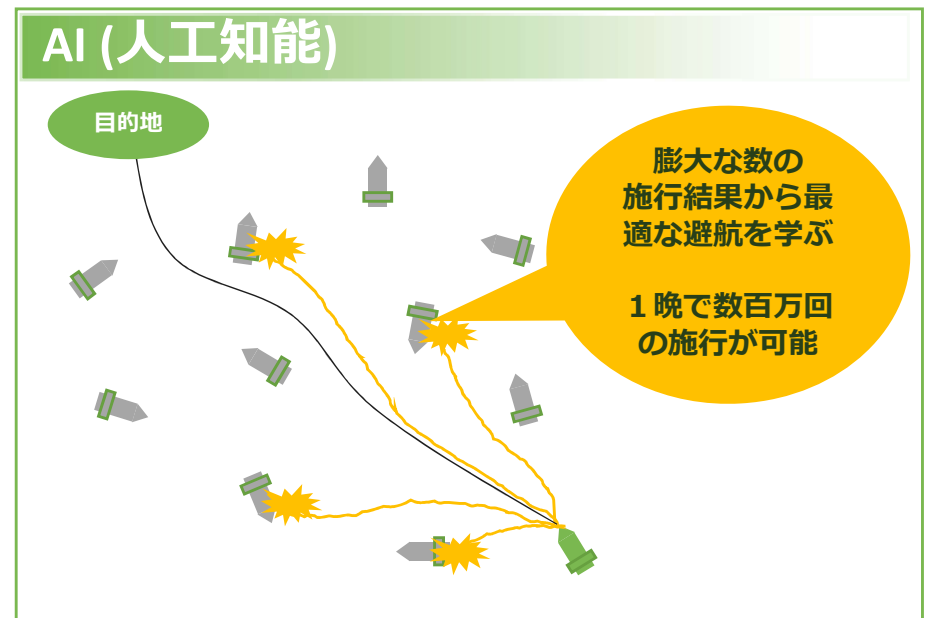


- MTI (代表)
- IHI原動機
- イコース
- NTT
- NTT DoCoMo
- ClassNK
- 京浜ドック
- スカパーJSAT
- 東京計器
- 日本海洋科学
- 日本無線
- 日本郵船
- BEMAC
- 古野電気
- 三菱総研
- 三菱造船



## AI (人工知能) による避航

国土交通省「交通運輸技術開発推進制度」



“目標” を与えて成長させるアプローチ



内航海運の社会的課題「労働力不足」に **Challenge**



国内物流の健全性・安定性を維持するとともに長期的な成長を視野に **Open Innovation**

無人運航船プロジェクト

**MEGURI**  
**2040**



### コンソーシアムメンバー

- ◆ 日本海洋科学(代表)
- ◆ イコーズ
- ◆ ウェザーニューズ
- ◆ EIZO
- ◆ NTT
- ◆ NTTドコモ
- ◆ NTTコミュニケーションズ
- ◆ MTI
- ◆ 近海郵船
- ◆ 三和ドック
- ◆ ジャパンハムワージ
- ◆ ジャパン マリンユナイテッド
- ◆ スカパーJSAT
- ◆ 鈴与海運株式会社

2020年11月14日現在:  
27社 (他1社 締結作業中)

- ◆ 東京海上日動火災保険
- ◆ 東京計器
- ◆ ナブテスコ
- ◆ 日本海運
- ◆ 日本郵船
- ◆ 日本無線
- ◆ BEMAC
- ◆ pluszero
- ◆ 古野電気
- ◆ 本田重工業
- ◆ 三浦工業株式会社
- ◆ 三菱総合研究所
- ◆ YDKテクノロジーズ





免責事項

本資料は、電子的または機械的な方法を問わず、当社の書面による承諾を得ることなく複製又は頒布等を行わないようお願いいたします。

Legal Disclaimer

No part of this document shall be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of NYK Line.