

国総研 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN 平成26年度 国総研講演会

東アジア地域を中心とした輸送円滑化方策に関する研究

平成26年12月3日
港湾研究部長 小泉 哲也

港湾研究部の使命と研究ニーズ

■ 港湾研究部の使命

- ◇ 港湾政策の企画立案、制度整備等を技術的側面から支援
 - ・ 国際的な経済社会の変化に対応した港湾の将来ビジョンの探求と提示
 - ・ 本省における技術基準体系の整備や事業評価手法・政策評価手法の確立
 - ・ 港湾管理者、整備局等の取組みに対する技術支援

■ 研究ニーズ

- ◇ 産業の国際競争力と国民生活を支える物流体系の構築
 - ・ 国際海上コンテナ輸送網の強化
 - ・ バルク貨物等の輸送網の強化
 - ・ 複合一貫輸送網の強化、港湾を核としたシームレスな物流網の形成
- ◇ 国民の安全・安心の確保への貢献
 - ・ 災害に強い港湾の構築
- ◇ ストック型社会に対応した効率的・効果的な事業の実施
 - ・ 港湾施設の適切な維持管理、港湾施設の有効活用
 - ・ 技術開発の推進と成果の活用

港湾研究部の主要な研究課題

- ◇ 国際競争力と国民生活を支える物流体系の構築に関する研究
 - ・ 国際貨物輸送効率化のための新たな港湾計画手法の開発
 - ・ 港湾ロジスティクス強化等に関する研究
 - ・ 港湾貨物需要予測手法の高度化
 - ・ 衛星AISを活用した北極海航路の航行可能性に関する評価・分析
 - ・ 旅客船需要に関する動静分析
- ◇ 災害に強い港湾の構築に関する研究
 - ・ 耐津波・耐震設計手法の高度化に関する研究
 - ・ 港湾の施設の技術上の基準に関する研究
 - ・ 港湾施設の技術基準の国際展開
- ◇ ストック型社会に対応した効率的・効果的な事業の実施に資する研究
 - ・ 港湾の事業評価手法の高度化
 - ・ 港湾空港分野における品質確保の促進に関する研究
 - ・ 港湾施設の計画的な維持管理の推進に関する研究
 - ・ 港湾空港分野における環境負荷の低減に関する研究

AIS (北極海航路) に関わる研究 ~背景・目的~

背景・目的

- ・ 近年、海水面積の減少に伴い、北極海航路の利用が拡大
- ・ 長期的には、東アジア地域の港湾整備への影響も想定
- ・ 一方で、厳しい航行条件から航行可能時期や航行可能性(航行コスト、定時性等)に対する懸念も存在

↓

- ・ 衛星AISを活用して北極海航路の航行実態を把握し、利用可能性評価に資することを目的

北極海航路
ヤマル半島
距離短縮
海賊回避
資源開発

スエズ航路
海賊
海賊

出典: Wikipedia

JAXAとの共同研究体制

SDS-4 (小型衛星衛星4型)
AIS 信号
地上局
JAXA HP
共同研究者

△ AIS（北極海航路）に関わる研究 ～分析事例～

海水/厳しい環境

氷塊への警戒・速度抑制



出典: nippon.com HP

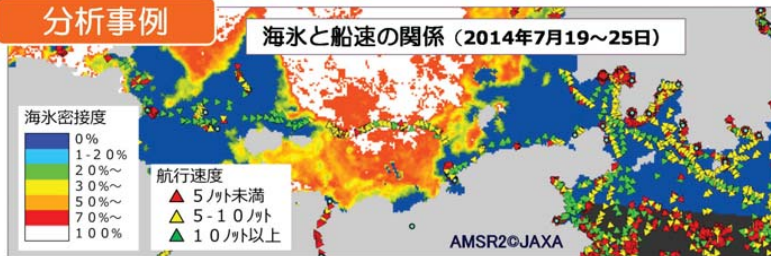
砕氷船によるエスコート



出典: 日本北極海会議報告書

分析事例

海水と船速の関係 (2014年7月19~25日)



5

△ 次期港湾技術基準策定に向けた取り組み

現行の技術基準 (H19改訂)

- 性能規定化の導入
- 信頼性設計法の導入
- 国際標準 (ISO等) との整合 等

7年経過

港湾施設の技術基準の検討

- 顕在する技術的課題、潜在するユーザーニーズを踏まえた次期技術基準のあり方を検討し、より合理的な設計を可能にする設計体系の構築について検討

7年経過

次期技術基準改訂 (H30dを目標)

- 防災・減災対策の強化
- 維持管理時代に相応しい技術基準
- 国際競争力の強化
- 資源・エネルギー等の安定的な輸入の実現に対応する技術基準
- 技術基準の国際展開による日本企業の海外展開の土壌醸成

技術基準の新たな技術的課題

港湾局主要施策

- 防災・減災対策
- 老朽化した施設の的確な維持管理・更新
- 国際競争力強化
- 資源・エネルギー等の安定的な輸入の実現 等

大規模災害・事故の教訓

- ・ 粘り強い港湾構造物
- ・ 発生が予想される南海トラフ、首都直下地震
- ・ 施工管理基準の強化
- ・ 維持管理・点検基準の強化

基準化のニーズ

- ・ 大型輸送船舶に対応する港湾施設
- ・ 技術基準が整備されていない施設
- ・ LNG関連施設・海上貯油施設・マリナー等

その他

- ・ 技術基準の国際展開 (他国への移植)

現行技術基準の運用上の課題

- 性能規定、信頼性設計法の課題
- (深化、設計自由度、ブラックボックス化等) への対応
- 設計実務者、施設利用者等からの各種ニーズ

6

△ 港湾施設の維持管理に関わる研究

○ 「港湾施設の点検診断ガイドライン」の策定

- ・ 供用期間に対象施設の性能を満足するよう、点検診断に関するガイドラインをとりまとめ。(H26年7月公表)
- ・ 限られた人員、財源でも必要最低限の点検診断が実施できるよう、点検診断方法等をわかりやすく記載。

劣化度(a)の判定事例の掲載例



車両の通行に危険なひび割れあり。



車両の通行や歩行に重大な支障あり。

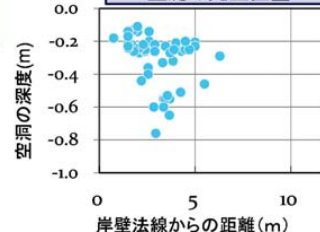
○ 重力式係船岸における空洞の発生状況に関する分析

- ・ 全国的に実施された空洞化調査をもとに係船岸の空洞の発生状況について分析。



空洞化事例

空洞の発生位置



7

△ 国際フェリーに関する研究 ～研究背景～

背景

- ① アジア域内の貨物需要増 (経済発展, 水平分業化等)
- ② 高速航行, 効率的荷役, トラックによる直接輸送も可能な国際フェリー輸送へのニーズ拡大
- ③ アジア物流一貫輸送網の構築が必要
 - ・ 国土形成計画 (H20.7閣議決定) への位置づけ
 - ・ 日中韓物流大臣会合 (第2回H20.5in岡山, 第5回H26.8in横浜等)



(参考) 国際フェリーの荷役風景
～大阪港 2014年4月撮影～

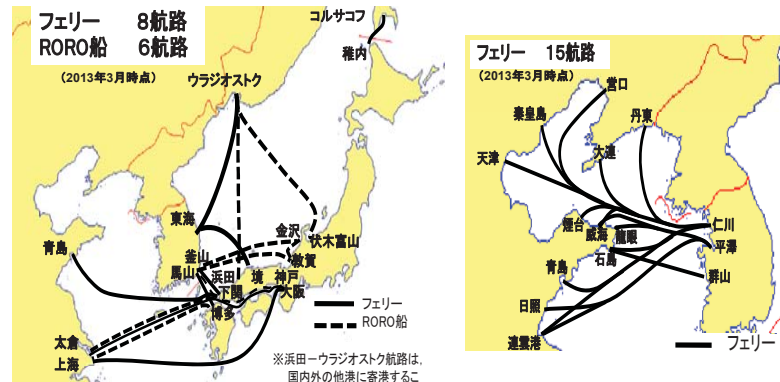


(参考) 第5回日中韓物流大臣会合 (2014年8月 横浜)
※S-LINK物流ネットワークの実現等を目標とした横浜宣言が採択

8

日中韓の国際フェリー航路の状況

《分析例》日中韓のフェリー航路図(2013.3)



※2013年9月～ 東京ー釜山 (RORO船:週1便)
 ※2014年6月～ 博多ー鹿児島ー那覇ー宮古ー石垣ー高雄ー那覇ー鹿児島ー博多 (RORO船:週1便)

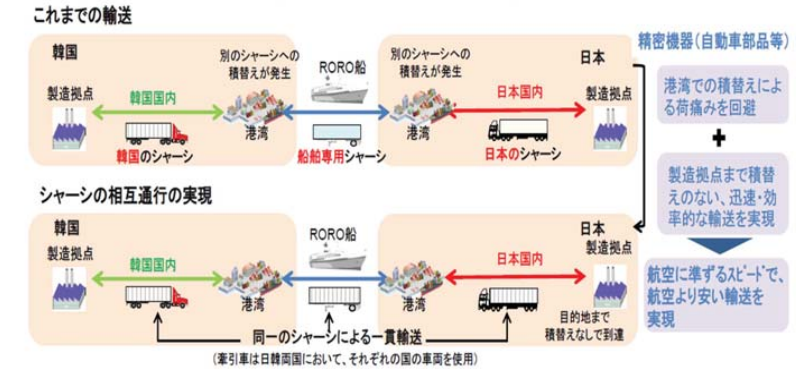
日韓シャーシ相互通行のパイロットプロジェクト概要

○両国の関係法令の適用前提で事業者の申請で実施

- ・H24. 10～日本製シャーシ (日本のシングルナンバー) 韓国通行
- ・H25. 3～韓国製シャーシ (日韓ダブルナンバー) 日本通行



【参考】シャーシの相互通行と従来輸送との違い



課題と研究の全体フロー

問題点

- 国際フェリーの計画・整備・利用に関して、下記の課題。
- ①国際フェリーに対する国際総トンベースの船舶や港湾の施設の技術基準が未整備
 - ②国際フェリー航路貨物の予測ツールや効果評価ツールがなく定量的評価が難

研究全体フロー

1. 国際フェリー対応港湾における港湾施設の要件等の検討

○日中韓のフェリー航路・就航船舶諸元・対応する港湾施設に関する分析

2. 国際フェリー貨物の流動予測モデルの開発

○貨物流動分析・流動モデル開発

3. 国際フェリー網拡充に伴うインパクト評価ツール構築

○関係主体と効果分析

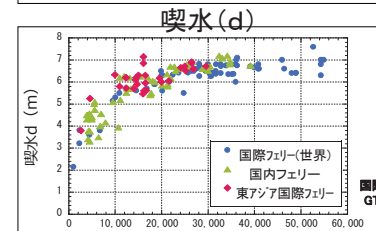
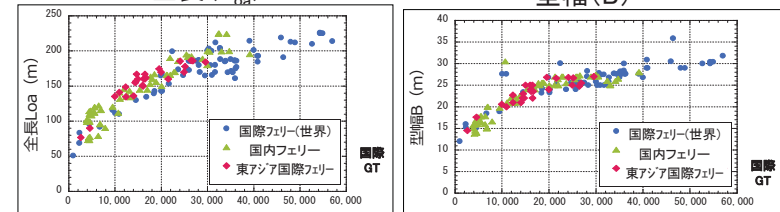
4. 国際フェリーに関わる各種施策評価など

(成果活用) ・フェリーの港湾施設諸元を技術基準へ反映、施策評価等

1. 国際フェリー対応港湾の施設の要件等の検討

(1) 国際フェリーの就航船舶に関する分析

国際フェリー, 東アジア国際フェリー, 国内フェリーの諸元を比較分析。
全長 (L_{oa}) 型幅 (B)



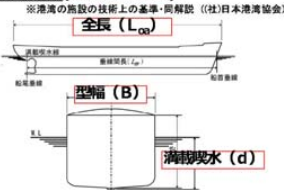
東アジア国際フェリー

- ・国際フェリー(世界)や国内フェリーと比べ大きな船型の違いはなし。
- ・世界的にはより大型の船舶が見られる。

1. 国際フェリー対応港湾の施設の要件等の検討

(2) 国際フェリー対応の港湾施設の要件

・現在の技術基準※は国内フェリーの標準諸元のみ(国内総トン数基準)。
※港湾の施設の技術上の基準・同解説(社)日本港湾協会



9-1 中短距離フェリー (航海距離300km未満)

総トン数 GT (トン)	全長 L _全 (m)	乗務員長 L _乗 (m)	型幅 B (m)	満載喫水 d (m)
400	56	47	11.6	2.8
700	70	60	13.2	3.2
1,000	80	71	14.4	3.5
3,000	124	116	18.6	4.6
7,000	141	130	22.7	5.7
10,000	166	155	24.6	6.2
13,000	194	179	26.2	6.7

9-2 長距離フェリー (航海距離300km以上)

総トン数 GT (トン)	全長 L _全 (m)	乗務員長 L _乗 (m)	型幅 B (m)	満載喫水 d (m)
6,000	147	135	22.0	6.3
10,000	172	159	25.1	6.3
15,000	197	183	28.2	6.9
20,000	197	183	28.2	6.9

資料：港湾の施設の技術上の基準・同解説

国際フェリーの標準的な港湾施設の諸元案を作成 (国際総トン数基準)

(研究成果) 国際総トン数対応のフェリーの標準船型(案)

GT	全長 Loa (m)	型幅 B(m)	満載喫水 d(m)
20,000	174	25.7	6.7
40,000	210	30.6	6.9
50,000	222	30.6	6.9
60,000	234	30.6	6.9

(研究成果) 国際総トン数対応のフェリー標準バース(案)

GT	船首尾係船岸がある場合		船首尾係船岸がない場合	
	バースの長さ(m)	バースの長さ(m)	船首尾係船岸長さ(m)	バースの水深(m)
20,000	210	200	35	8.0
40,000	260	240	40	8.0
50,000	270	250	40	8.0
60,000	280	270	40	8.0

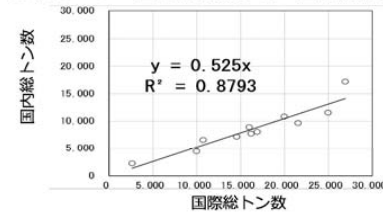
*GTは国際GT表示



(参考) フェリーの国内総トンと国際総トン数の関連分析

○国内総トン→国際総トンの変換式の検討
・東アジア就航フェリーのデータを元に回帰式を推計

$Y = 0.525x$ (相関係数 $R = 0.94$)
ただし $Y =$ 国内総トン数, $x =$ 国際総トン数



(参考) 国際総トン数の算出方法

V: 船舶の閉囲場所全容積から除外場所の合計容積を除いた容積



国際総トン $t = V \times (0.2 + 0.02 \log 10V)$

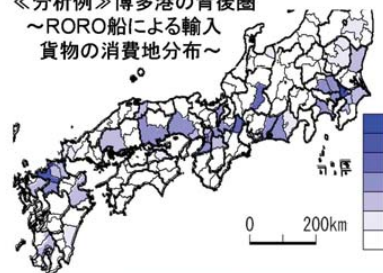
航路	船社名	船名	国際総トン数 (GT) ①	国内総トン数 (GT) ②	国内GT/国際GT ③=②÷①
ロシア	Heart Land Ferry	アインス宗谷(EINS SOYA)	2,628	2,267	0.86
中国	中国国際運輸有限公司	新麗貞(XIN LIAN ZHEN)	14,543	7,179	0.49
	上海フェリー	蘇州号(SU ZHOU HAO)	9,960	4,482	0.45
	オリエンタルフェリー	ゆっぴり丸(UTOPIA)	26,906	17,219	0.64
	パンスターフェリー	パンスター・ドリーム(PANSTAR DREAM)	21,535	9,690	0.45
	釜山フェリー	はまゆう(HAMAYUU)	16,187	7,747	0.48
韓国	開港フェリー(共同運航)	星希(SEONG HEE)	16,875	8,076	0.48
	ブランドフェリー	セコム丸(SECOMARU)	24,946	11,582	0.46
	カスミアライン	ニューカメリア(NEW CAMELLIA)	19,961	10,862	0.54
	釜山フェリー	銀河(EUNHA)	10,729	6,590	0.61
	光陽フェリー	加ナ・ビナ(Gwangyang Beech)	15,971	8,918	0.56

*Lloyd'sデータ、船舶明細誌、Sea-Web等から作成

2. 国際フェリー貨物の流動予測モデル開発

(1) 貨物流動に関わる動向分析

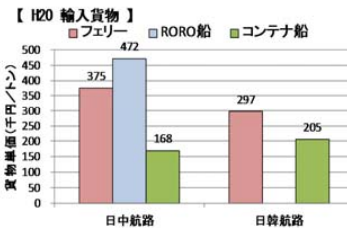
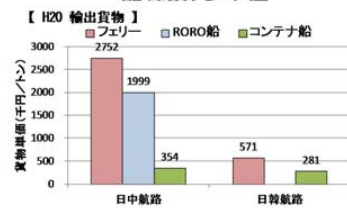
《分析例》博多港の背後圏
～RORO船による輸入貨物の消費地分布～



各地方ごとの割合

地方	Ferry	RORO船	コンテナ船
北海道	0.0%	0.1%	0.0%
東北地方	0.0%	0.3%	0.0%
関東地方	0.9%	4.7.7%	0.7%
北陸地方	0.0%	0.7%	0.0%
中部地方	7.4%	18.3%	0.1%
近畿地方	0.3%	13.4%	1.7%
中国地方	2.1%	3.8%	1.6%
四国地方	0.0%	0.3%	0.1%
九州地方	87.1%	15.5%	95.7%
沖縄県	2.1%	0.0%	0.0%
総計	100%	100%	100%
貨物量計	32312	10571	97596

《分析例》日中・日韓航路貨物の船種別トン単価



2. 国際フェリー貨物の流動予測モデル開発

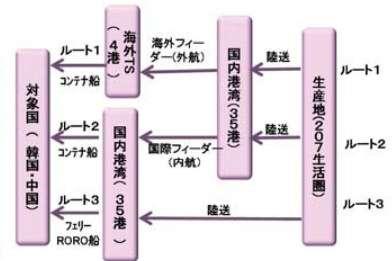
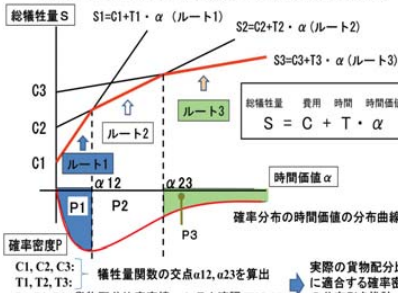
(2) 国際フェリー航路網予測モデル構築・・・犠牲量モデル

日韓、日中との輸出入ユニットロード貨物について、国内の207の生産・消費地別の利用港湾と船種(コンテナ船、フェリー、RORO船)などの実績をもとに、輸送経路選択モデルを犠牲量モデルにて構築(貨物の時間価値分布をより実績を再現するように推計)

【参考】犠牲量モデルの概要

【参考】輸送経路選択モデルの設定経路(イメージ)

※時間価値毎に総犠牲最小経路が選択



C1, C2, C3: 犠牲量関数の交点α12, α23を算出
P1, P2, P3: 貨物配分比率実績:コンテナ流通(H20.11)に適合する確率密度の分布形を推計

2. 国際フェリー貨物の流動予測モデル開発

① 時間価値分布推計

時間価値分布が対数正規分布(平均 μ , 標準偏差 σ)に従うと仮定

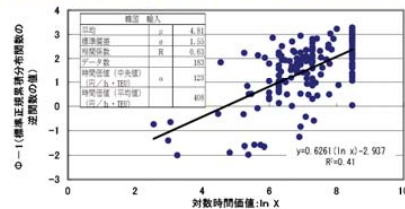
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

確率 x までの累積密度関数を P , Φ を標準正規累積分布関数とすると次式が導かれる

$$\Phi^{-1}(P(x)) = \frac{\ln x - \mu}{\sigma}$$

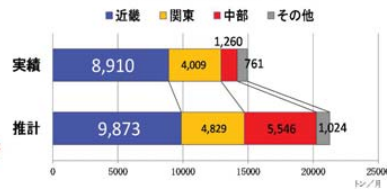
経路別の選
択実績確率

韓国(輸入)の時間価値パラメータの回帰分析結果

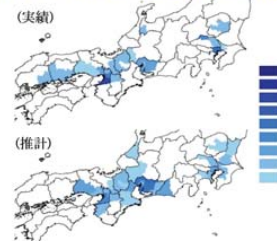


② モデルの再現性の検討

韓国 輸入(大阪湾フェリー)



大阪湾フェリー(韓国輸入)に占める背後圏別のシェア



17

3. 国際フェリーのゲートウェイ港湾の比較検討と国際フェリー航路網拡充に向けた施策評価

(1) ゲートウェイ港湾の比較検討

日本海側諸港に新規航路開設の場合の貨物の集荷や、輸送経路変化を分析
【日本海側の主要港湾位置図】

(参考) A港の国際RORO船貨物の背後圏(推計値)



○分析例: 各港湾に単独で航路開設ケース

各港湾にRORO船航路単独で週1便開設の場合の週あたり貨物量推計値 (TEU/週)



○分析例: 2港で航路開設ケース

2港同時のRORO船航路開設(週1便)の場合の推計値 (TEU/週)



18

3. 国際フェリーのゲートウェイ港湾の比較検討と国際フェリー航路網拡充に向けた施策評価

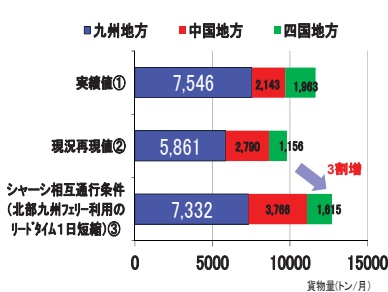
(2) 航路網拡充に向けた施策評価

① シャーシ相互通行に関わる分析

(分析例) 北部九州の国際フェリー航路利用貨物のリードタイム1日短縮想定

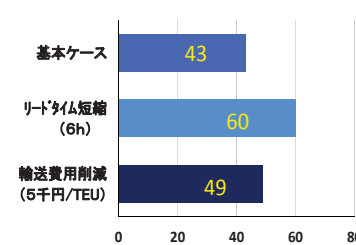
② 集荷方策に関する分析

(分析例) 輸送費用 vs リードタイム短縮



中国・四国・九州を背後圏とする貨物はシャーシ相互通行によるリードタイムの短縮により、約3割の利用増

C港での貨物量のケース別分析結果 (単位: TEU/週)



現状の43台/週の集荷貨物が変化
・リードタイム6時間短縮 4割増 60台
・輸送費用▲5千円/TEU 1.5割増 49台

19