



第25回 海上技術安全研究所研究発表会



# AIと統計データの融合による 国際貨物流動推計の高度化

令和7年7月18日

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所

知識・データシステム系

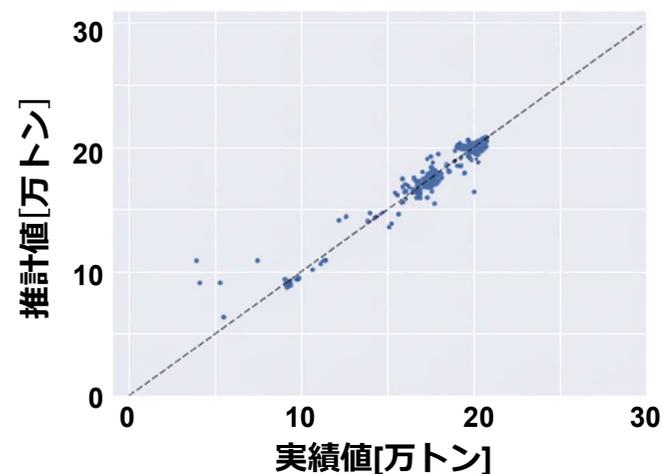
小坂 浩之

- ビックデータを活用した海運・造船業の効率化と高度化の必要性
- 国際海運・造船業の主なデータ：船舶／港湾／運航／**貨物**／**AISデータ**
- **個船の積載貨物量**等の詳細データは部分的な整備・公表に限定されている
  - 主な個船の積載貨物データ：データベース 米国のPIERS（コンテナ貨物）  
S&P Global社 Sea-web movement  
VENSON NAUTICAL社 Oceanbolt（主にバルク貨物）
  - 港湾統計 韓国PORT-MIS、豪州Port Hedland港 等
- AISデータ（船舶自動識別装置）等の船舶動静に基づく個船の積載貨物量を推計する研究
  - Adland et al(2017)、Jia et al(2019)、Shibasaki et al(2020)、Kosaka et al(2022) 等
- 本研究 初期的研究としてバルクキャリアを対象に、  
各種データの融合を想定したデータ比較（例として個船の積載貨物量と喫水）、  
ディープラーニングによるバルクキャリア積載貨物量の推計を実施

# 個船の積載貨物量推計に関する既存研究



- Adland et al(2017)
  - AISデータに基づき、タンカーの積載貨物量を推計（船舶の積載容量DWTの集計）
  - 推計結果と貿易統計の値を比較（パイプライン、積み替えなどで誤差が生じる可能性を指摘）
- Jia et al(2019)
  - AISデータで取得される喫水の変化等に基づき、バルクキャリアの積載貨物量を推計（積載貨物量の推計方法は回帰分析であり、説明変数はDWT、喫水、船舶重量等）
  - AISデータの喫水値が人手による入力であり、精度が低いことを指摘
- Kosaka et al(2022)
  - 豪州Port Hedland港のバルクキャリアにおける積載貨物量をディープラーニングによって推計



# 個船の積載貨物量推計に関するデータベース



## ■ S&P Global社 Sea-web movement

- AISデータの喫水等に基づきタンカー・バルカーの積載貨物量（港湾での船積・船卸貨物量）を推計  
喫水率が60%から98%である場合、以下で推計

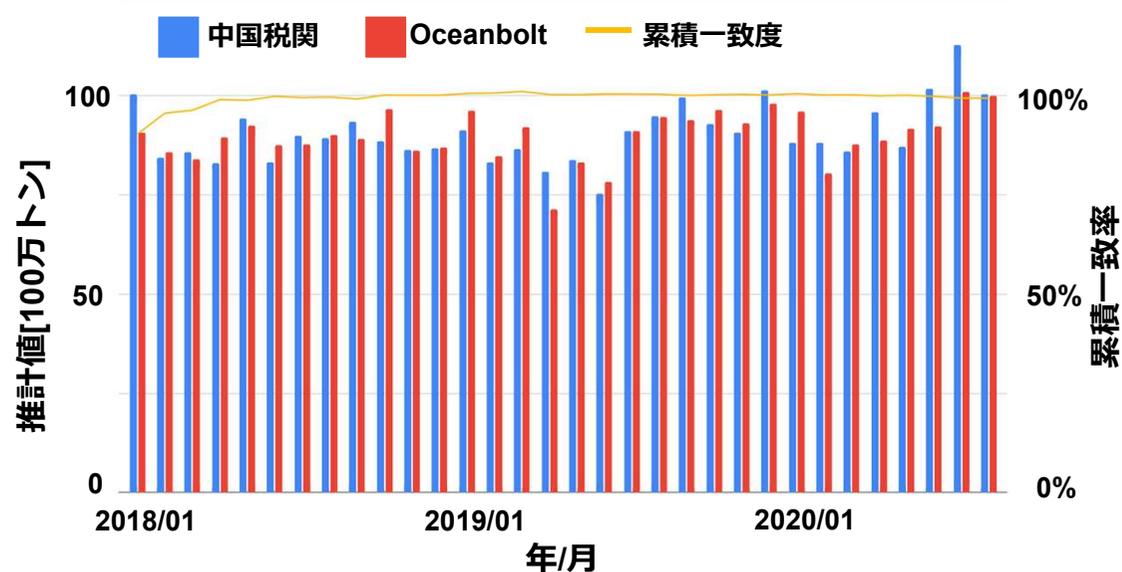
$$\text{船積・船卸貨物量} = (\text{ad} - \text{md} * 0.4) / (\text{md} - \text{md} * 0.4) * \text{DWT}$$

ad:喫水、md:最大喫水（要目）

## ■ VENSON NAUTICAL社 Oceanbolt

- 地理空間データとAISデータを融合し、  
港湾間の個船による積載貨物量・品目を推計

### 中国鉄鉱石輸入量の中国税関値とOceanbolt推計値



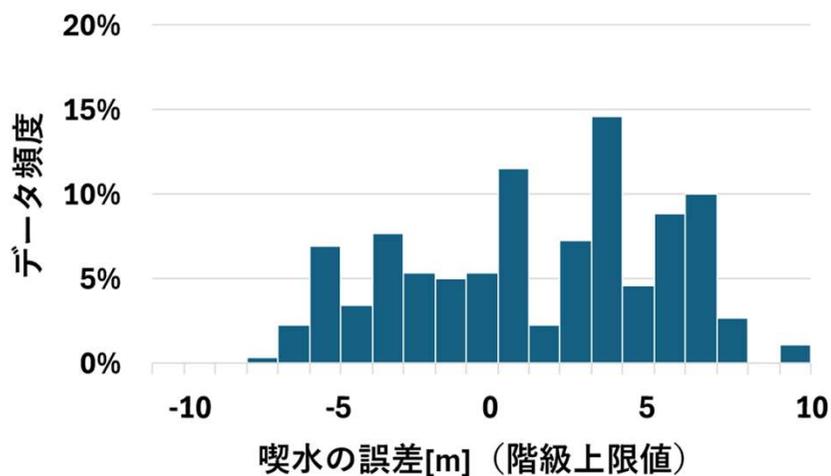
出典：United Nations Statistics Wiki, AIS Handbook,  
<https://unstats.un.org/wiki/spaces/AIS/pages/57999713> を筆者が編集

# 喫水データの比較

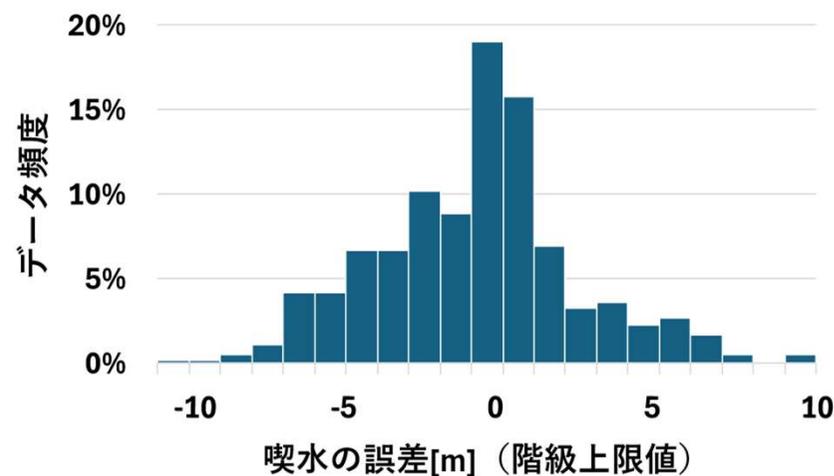


- バルクキャリアを対象に、米国AISデータの喫水を検討
- 船社が米国港湾へ報告する喫水を真値と仮定し、真値に対するAISデータとSea-webデータの誤差を図示
- Sea-webによる喫水が高い信頼性を持つと判断

AIS喫水データの誤差の分布



Sea-web喫水データの誤差の分布

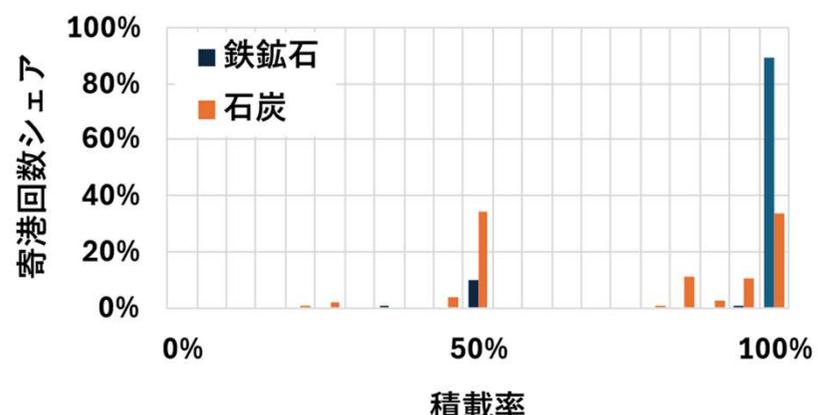
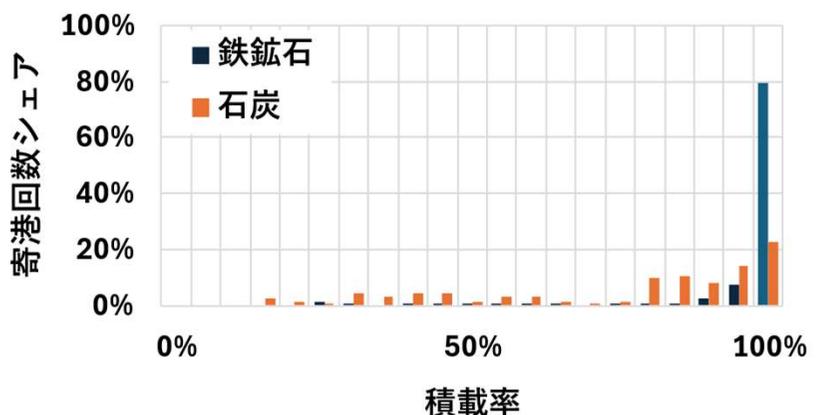
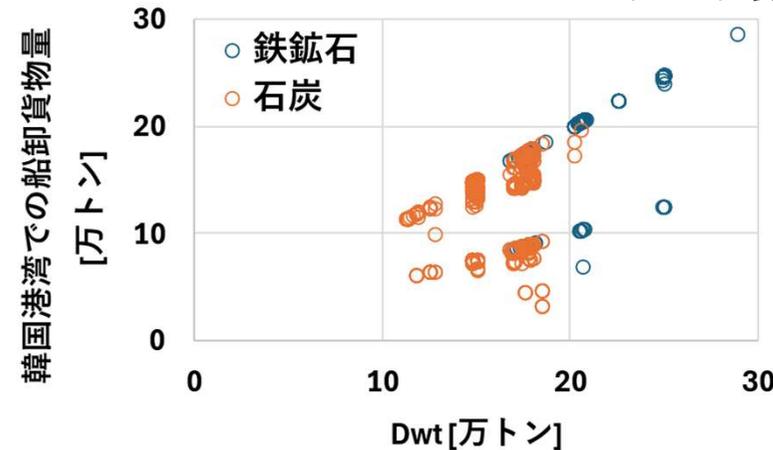
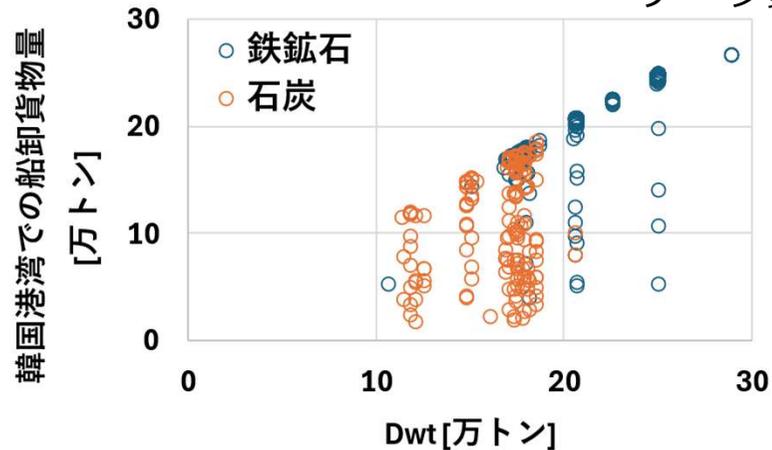


# バルクキャリアの積載貨物量データの比較 (豪州 ⇒ 韓国)



韓国PORT-MIS : 実績値 2015年  
データ数685

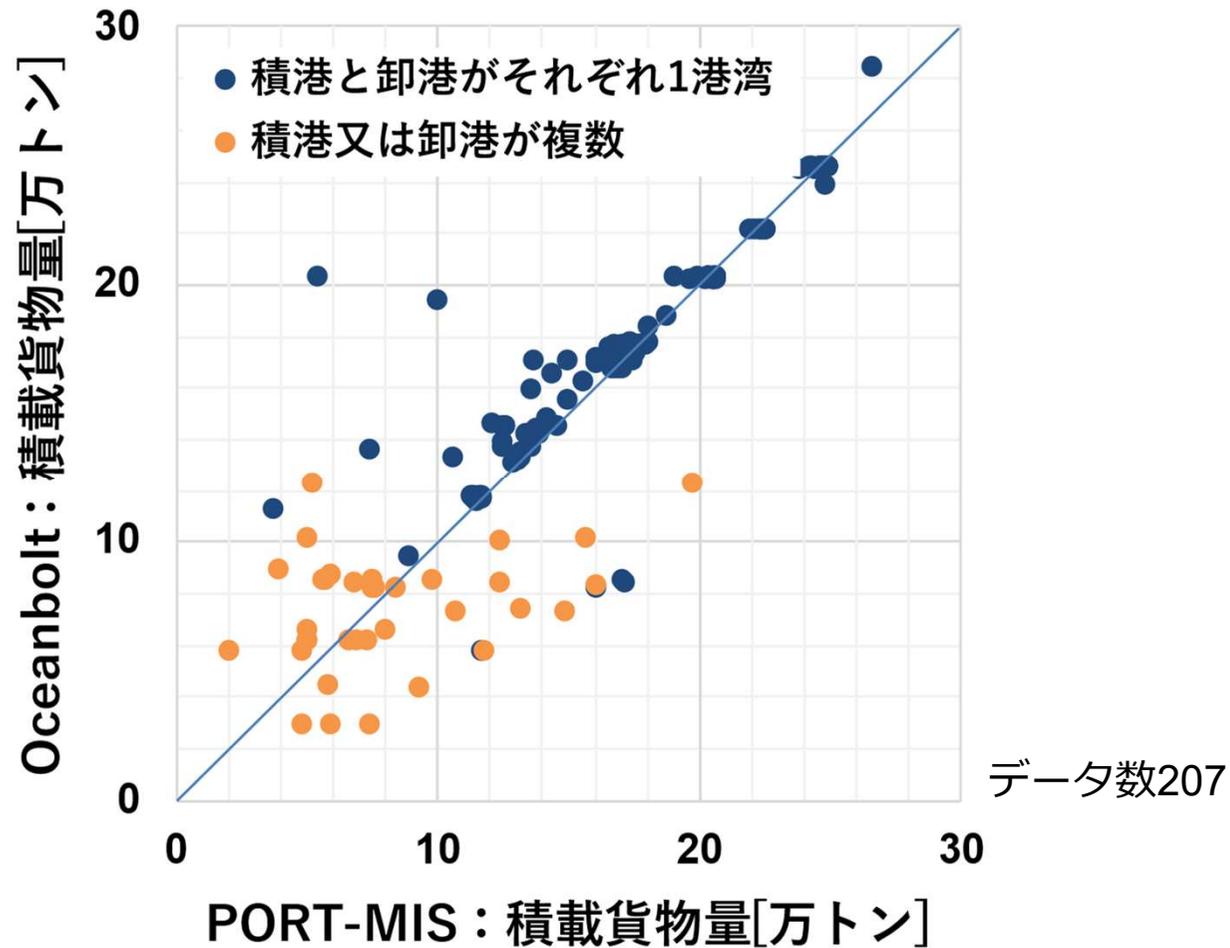
Oceanbolt : 推計値 2015年  
データ数496



(韓国港湾での船卸貨物量[トン]/Dwt[トン])

(韓国港湾での船卸貨物量[トン]/Dwt[トン])

## 韓国PORT-MISとOceanboltの比較（韓国港湾船卸貨物量：鉄鉱石と石炭）



# 本研究の積載貨物量の推計：ディープラーニング（DL）

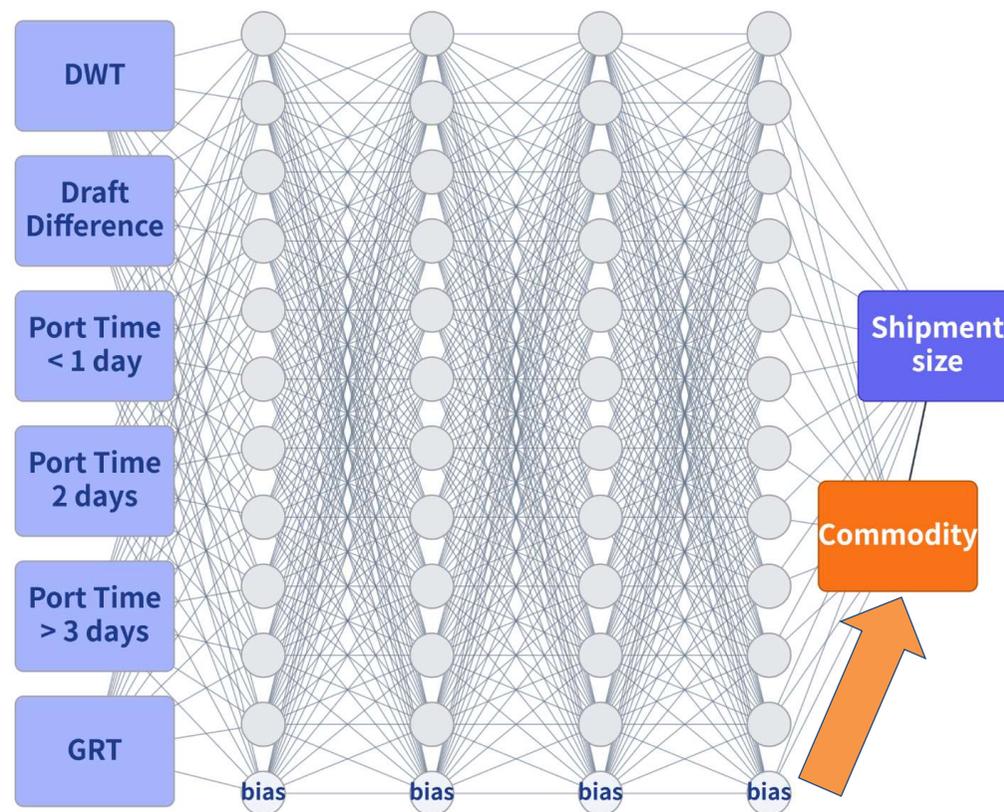


## 使用データ

- 2023年を対象に豪州Port Hedland港の鉄鉱石輸出（データ数3,036）、**韓国PORT-MIS**のバルクキャリアによる輸入（データ数2,166）を対象
- 2023年に寄港した船舶の仕向け国、入港日、出港日、積載貨物量、載貨重量トン(DWT)、総トン数(GRT)等
- Sea-webデータから喫水を追加（入港時と出港時の値から喫水差を算出）（データ数 韓国10,932、Port Headland 6,276）
- データを統合し、約500回の寄港データを作成

新たな特徴量として、  
寄港回数、輸出入国、貿易量等の追加を検討

## ディープラーニングの構造



新たな目的変数として、  
品目を検討

# 推計結果の検証① 2023年データによるモデル作成・評価

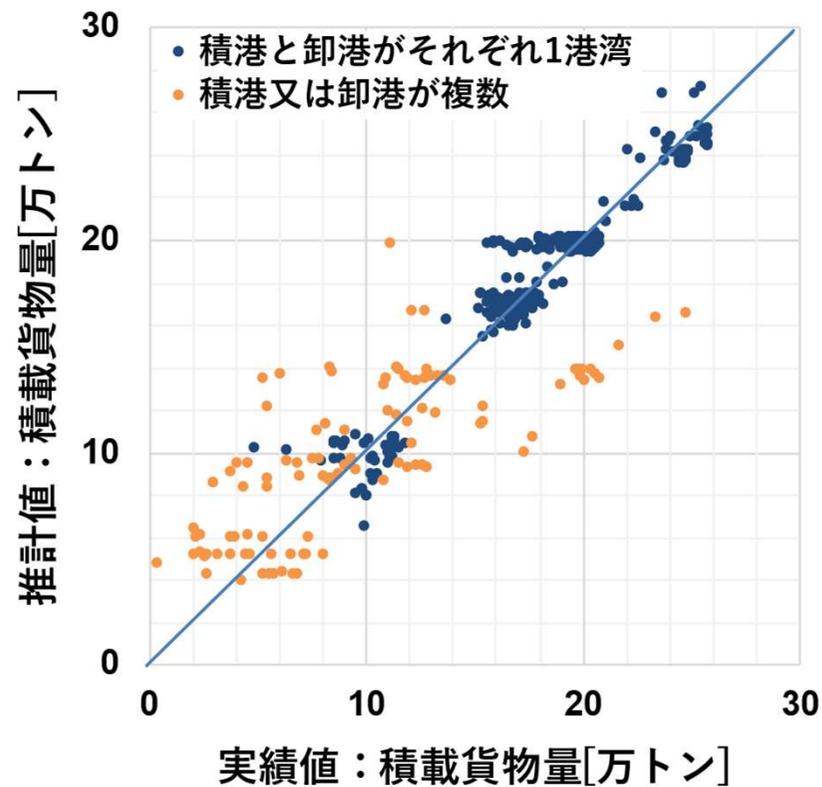
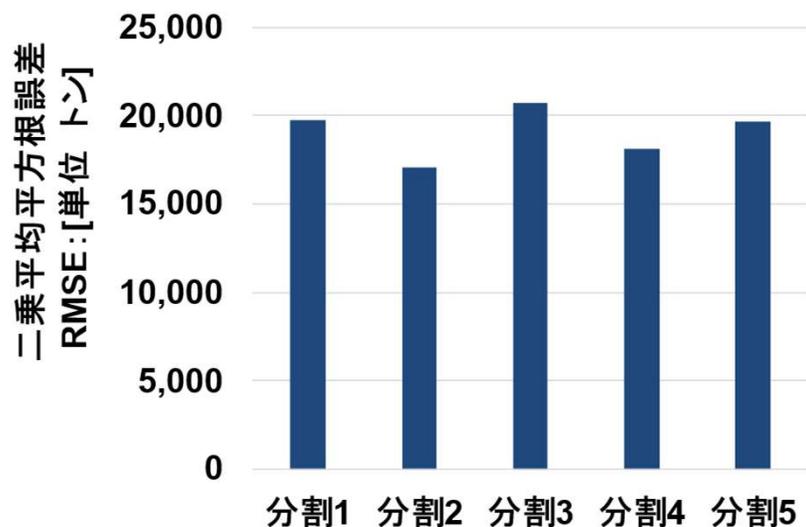


評価指標：二乗平均平方根誤差 RMSE

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{|A|} \sum_{v \in A} (y_v - \bar{y}_v)^2}$$

$y_v$ :実績値、 $\bar{y}_v$ :推計値、 $|A|$ :データ数

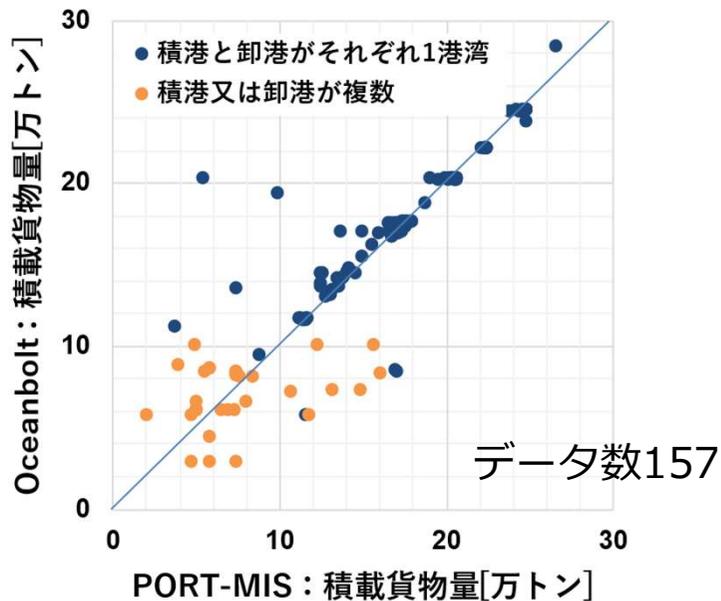
モデルの評価方法：K分割交差検証



データ数536

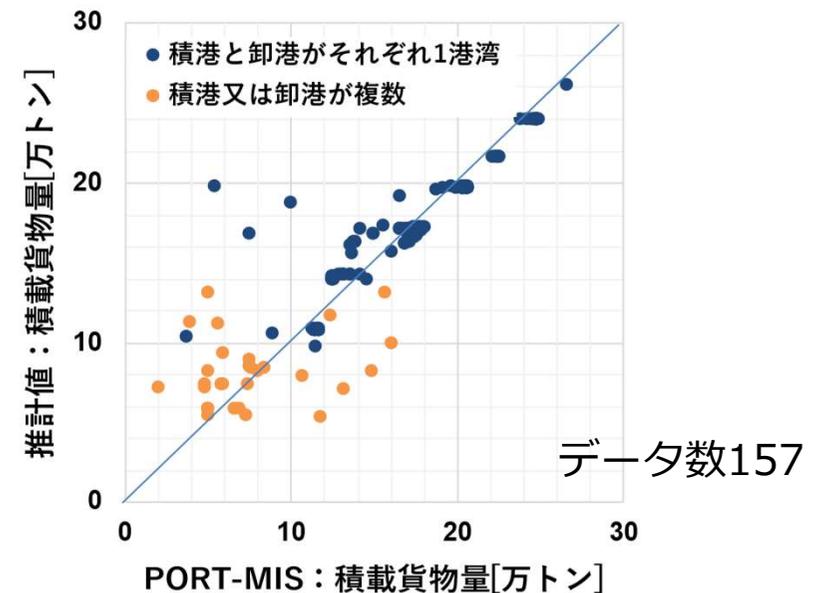
	RMSE[トン]	品目一致率
<b>1積卸港</b>	<b>10,483</b>	<b>95%</b>
<b>多積卸港</b>	<b>37,415</b>	<b>88%</b>
<b>全体</b>	<b>19,105</b>	<b>97%</b>

## 韓国PORT-MISとOceanboltの比較 (品目一致データを抽出)



	RMSE[トン]
1積卸港	22,640
多積卸港	33,960
全体	25,328

## 韓国PORT-MISと本研究推計値の比較



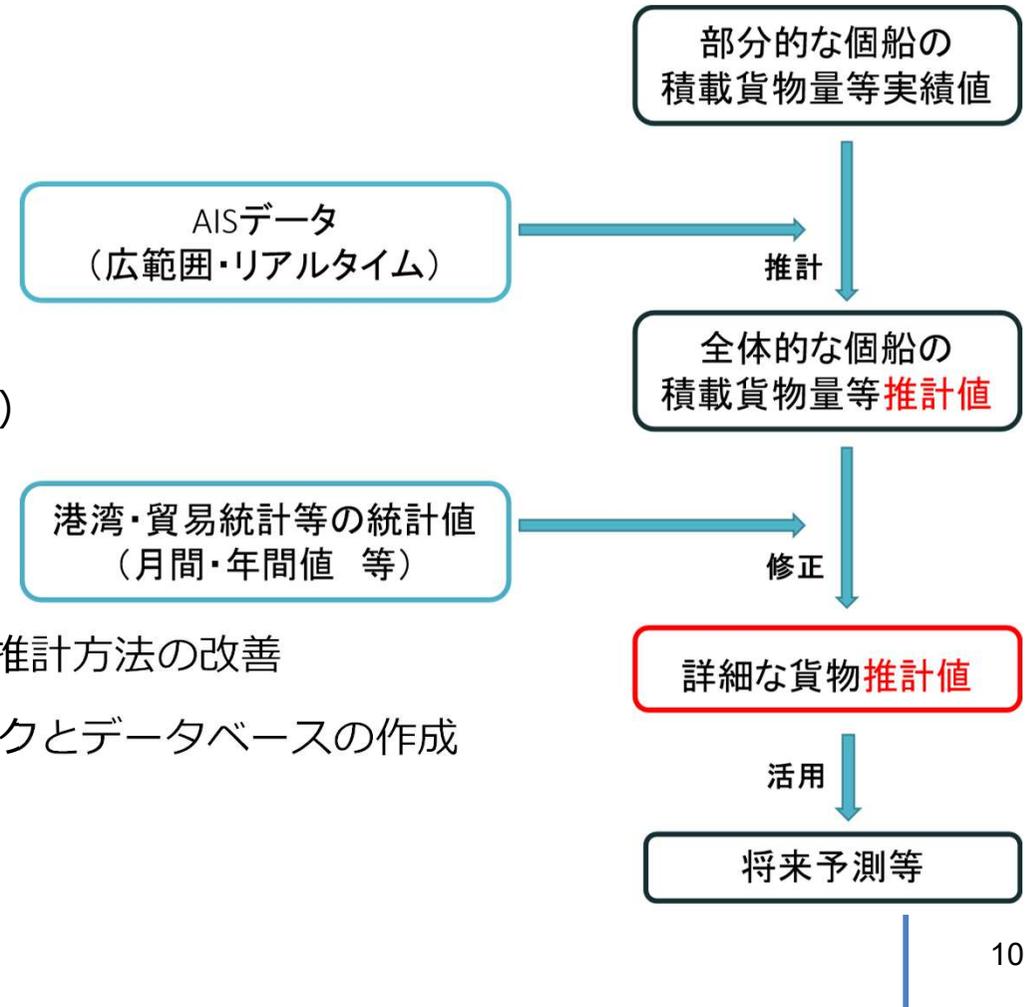
	RMSE[トン]	品目一致率
1積卸港	20,757	82%
多積卸港	36,806	60%
全体	24,645	78%

## 本研究の結果

- 積載貨物量等のデータ比較  
: 多港積、多港卸の積載貨物量推計が課題
- バルクキャリアに関して積載貨物量の推計  
: 既存データと同程度の推計精度（品目推定に課題）

## 展望

- 更なるAISデータの解析、港湾統計等を活用した推計方法の改善  
詳細データを使用したデータ融合のフレームワークとデータベースの作成  
短期予測、長期シナリオ作成等に活用



ご清聴ありがとうございました

