

長江口深水航路を用いた鉄鉱石輸入における 二酸化炭素排出量の削減策に関する研究

東京海洋大学 大学院
海運ロジスティクス専攻
咸 暁黎

指導教員 黒川 久幸

研究背景

外航海運から排出される2007年の温室効果ガス-8.5億トン
世界全体の二酸化炭素排出量の約3%
イギリス、フランスの二酸化炭素排出量の合計より多い

外航海運における
二酸化炭素排出量の削減を努力すべき

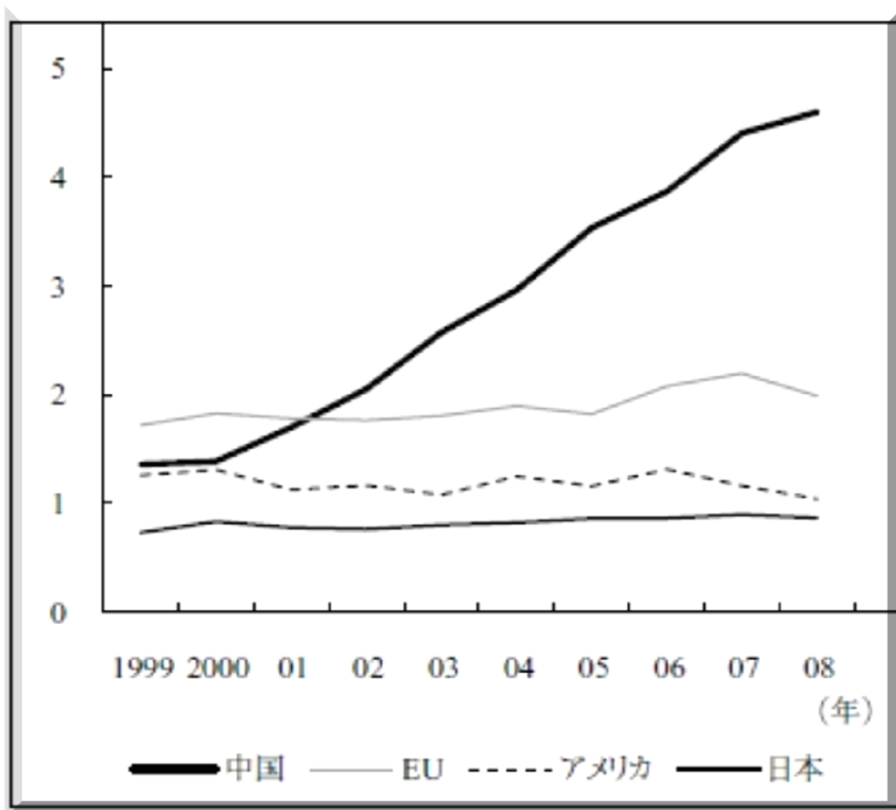
中国の粗鋼需要量と生産量が世界一

中国粗鋼需要量が多い

中国粗鋼生産量が多い

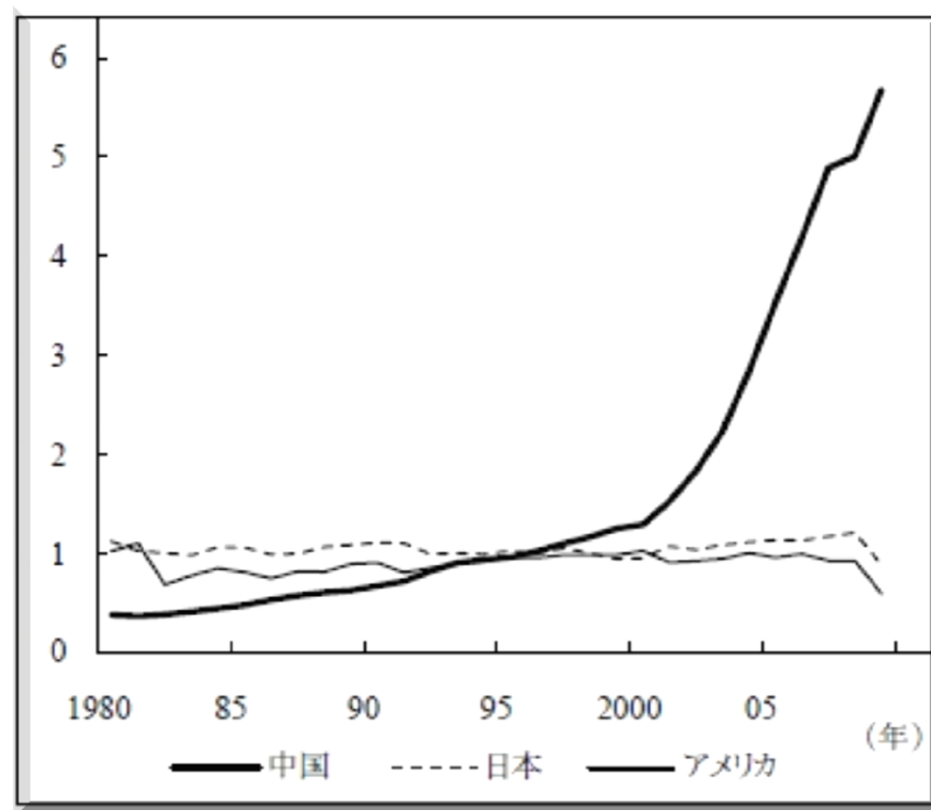
粗鋼の国別需要量の推移

単位:億トン



粗鋼の国別生産量の推移

単位:億トン



出典:鉄鋼業からみた旺盛な中国の国内需要
環太平洋ビジネス情報 RIM 2010 Vol.10 No.37

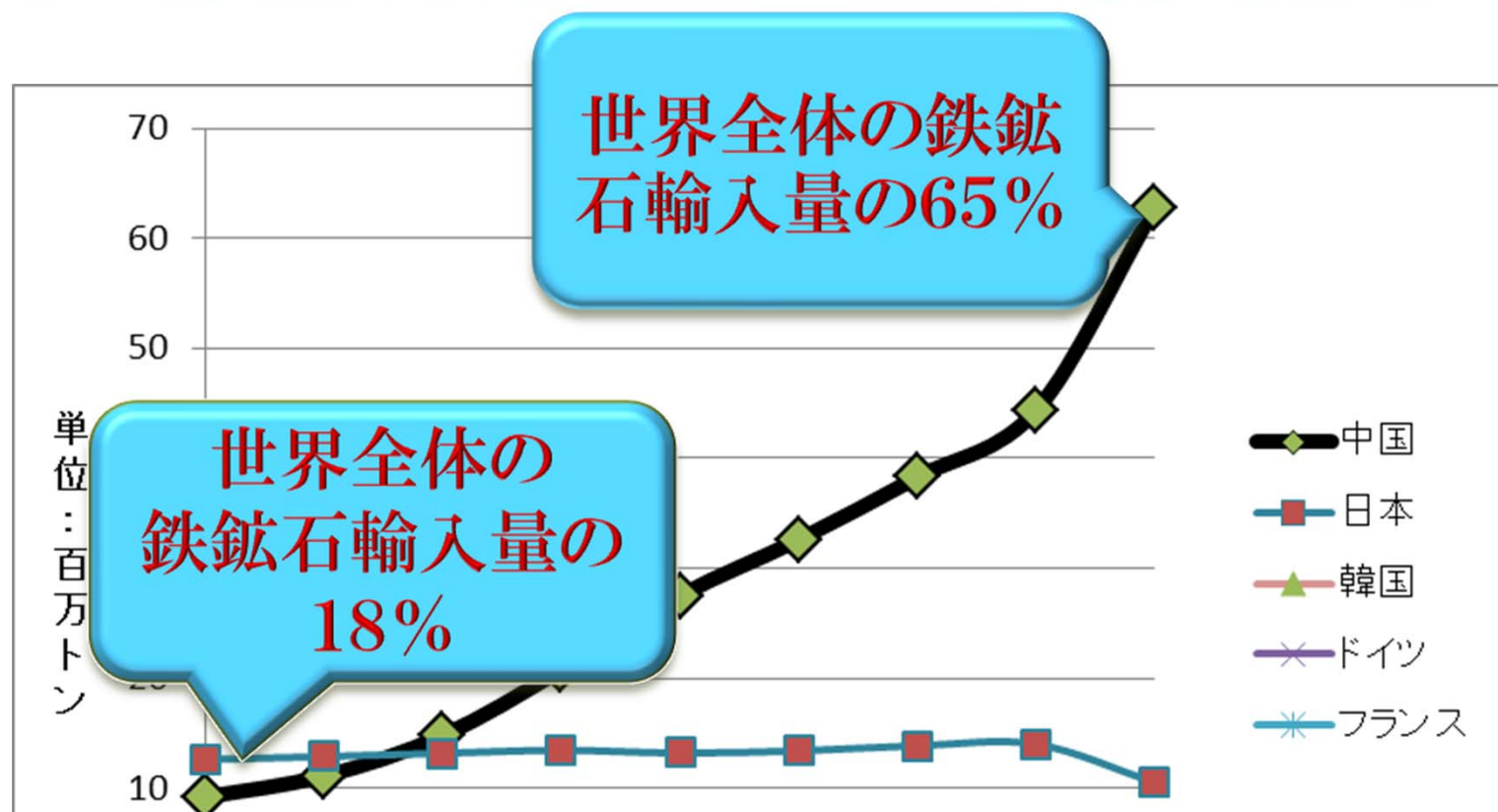
鉄鉱石輸入の原因

中国国内の鉄鉱石
は鉄分含有量が低い
(30%程度)

鉄分含有量が低い鉄鉱石
の生産コストは大きい

鉄分含有量が高い
(平均60%程度)
鉄鉱石を輸入する必要がある

中国の鉄鉱石輸入量が世界最大



急増する中国の鉄鉱石輸入における
二酸化炭素排出量の削減を行う
必要がある

鉄鉱石船の大型化が進んでいる

40万DWTの大型船を大量に発注する
就航船舶の大型化が進んでいる

航路の水深等の制約条件がある
国内の港の荷役や保管能力等の制約条件がある

大型化にする場合
制約条件の影響を考慮する必要がある

既存研究

赤倉らの分析

日本の鉄鉱石輸入における
現状の二酸化炭素排出量の推計



中国の鉄鉱石輸入における
外航・内航輸送の現状の
二酸化炭素排出量を推計し
ていない

鈴木らの分析

大型化による

- 二酸化炭素排出量の削減効果
- 物流コストの削減効果



中国の鉄鉱石輸入における

- 大型化による二酸化炭素排出量の削減効果を検討していない
- 水深などの制約条件に対して大型船が通航可能性、二酸化炭素排出量の削減効果を検討していない

既存研究

呉の分析

国際鉄鉱石の輸送市場の把握

中国の鉄鉱石輸入における
国内の輸送経路について紹介する

長江沿線エリアを対象に因子分析で効率的な船型を提案した

- 航路の水深の制約条件を考慮に入れていない
- 二酸化炭素排出量の削減効果が大きい船型を提案していない

研究目的



中国の鉄鉱石輸入における各荷揚げ港に寄港する船舶の船型及び輸入量を推計する

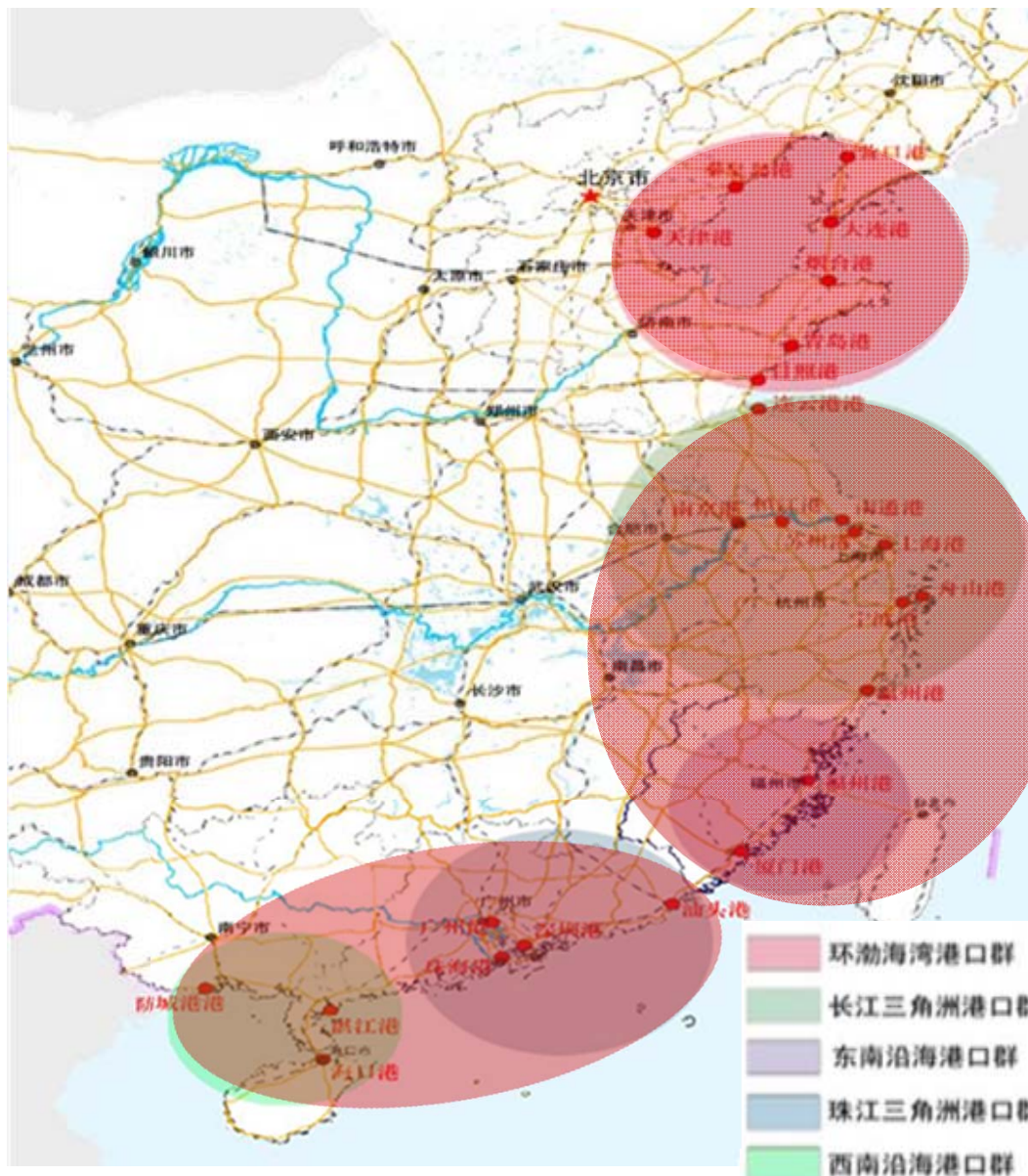


現状の二酸化炭素排出量を把握する



大型化による二酸化炭素排出量の削減効果を検討することを目的とする
(鉄鉱石船の積載状態による喫水の変化を考慮入れる)

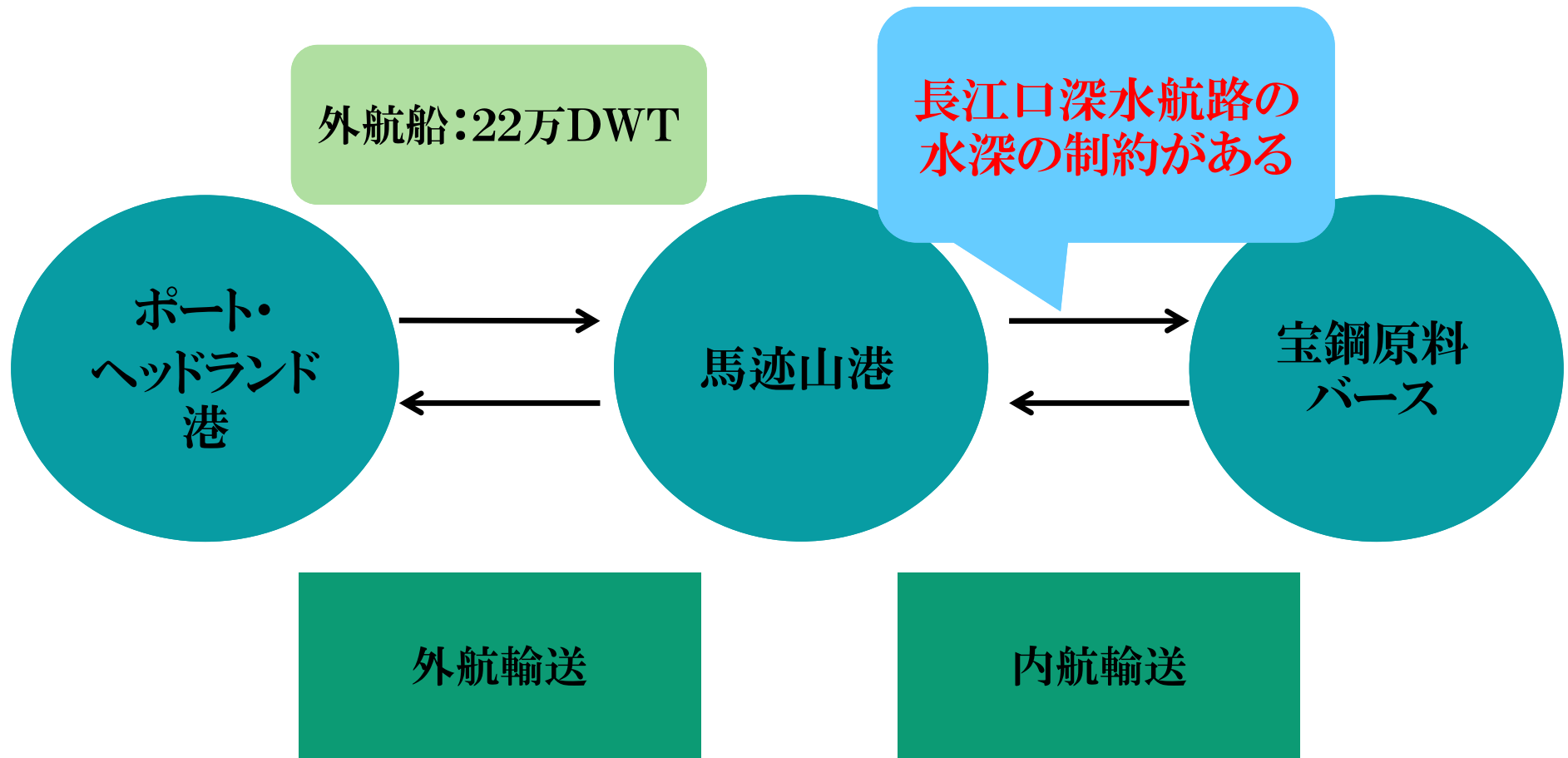
中国国内の輸入鉄鉱石の輸送エリア



長江沿線エリア

- 使われた鉄鉱石量は全体の輸入量の57%
- 製鉄所までの輸送を船舶で行う
- 長江口深水航路の水深が浅いので、大型船は通航できない

長江沿線エリアの輸送経路



長江口深水航路



- 全長**43海里**
通常水深が**12.5m**
- 入航する前の**24時間**
以内、通航**申請の提出**

通航可能の最大喫水

長興高潮前5時間の鶏骨礁

$12.5\text{m} + \text{潮位 (m)} - \text{余裕水深 (m)}$ [船舶の満載喫水の12%]

二酸化炭素排出量の算出式

$$CO_2 = \left((Y_W + Y_{30}) \cdot \frac{DST}{V} \cdot C \right) \cdot \frac{DEM}{W}$$

CO₂: 二酸化炭素排出量 (kg-CO₂/年)

Y_W: 積載量Wの時の燃料消費量 (トン/日)

Y₃₀: 空船時の燃料消費量 (トン/日)

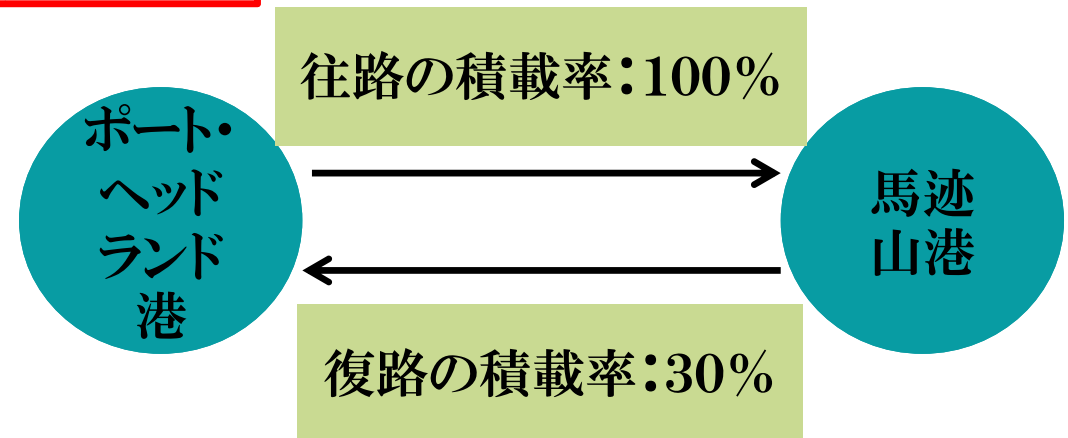
DEM: 年間需要量 (トン/年)

W: 船舶の積載量 (トン)

DST: 輸出入港間の航海距離 (マイル)

V: 速力 (マイル/日)

C: 二酸化炭素排出原単位 (kg-CO₂/トン)



燃料消費量の推計方法

$$Y_W = Y_{full} + \frac{2}{100 - 30} \cdot \left(\frac{W}{W_{full}} \cdot 100 - 100 \right)$$

Y_W : 積載量 W の時の燃料消費量(トン/日)

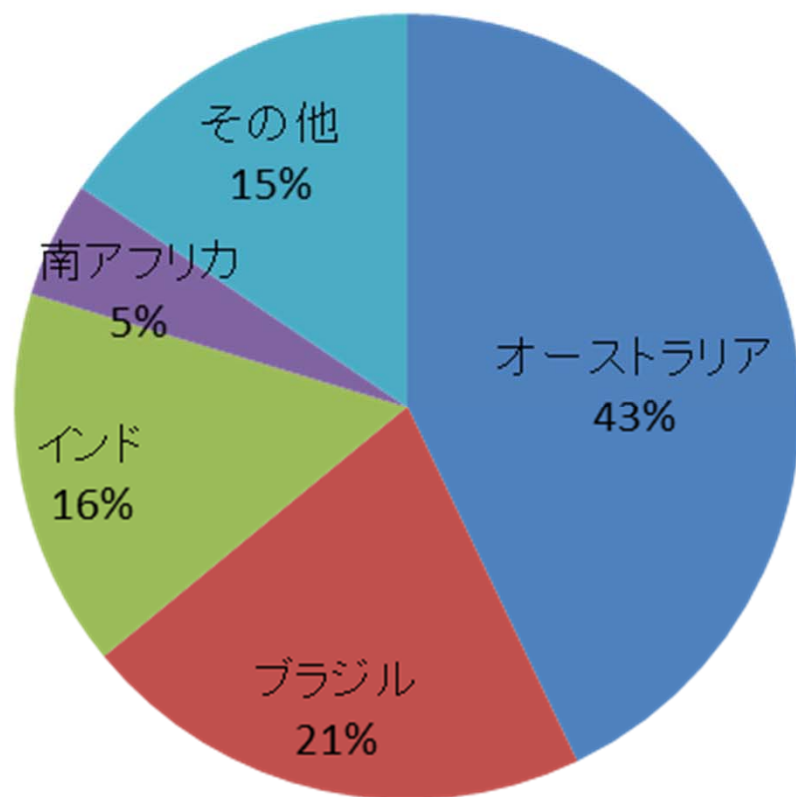
Y_{full} : 満載時の燃料消費量(トン/日)

W : 船舶の積載量(トン)

W_{full} : 満載時の積載量(トン)

検証で用いるデータ

2010年に中国の鉄鉱石輸入量



輸出国	輸入量(単位:百万トン)	割合
オーストラリア	265.3	43%
ブラジル	130.9	21%
インド	96.6	16%
南アフリカ	29.5	5%
イラン	14.6	2%
ウクライナ	11.6	2%
インドネシア	7.7	1%
ペルー	7.4	1%
ロシア	6.4	1%
カナダ	4.3	1%
合計	618.6	100%

出典:中国海関データより作成

鉄鉱石輸入量の推計方法

データが存在しないー各積出港から各荷揚港への鉄鉱石輸入量

推計方法について

LMIUの船舶動静データ(2010年)

- 各国内荷揚げ港へ各積出港からの船腹量を推計
- 船腹量の構成比率を用い、国別の輸入量を按分する

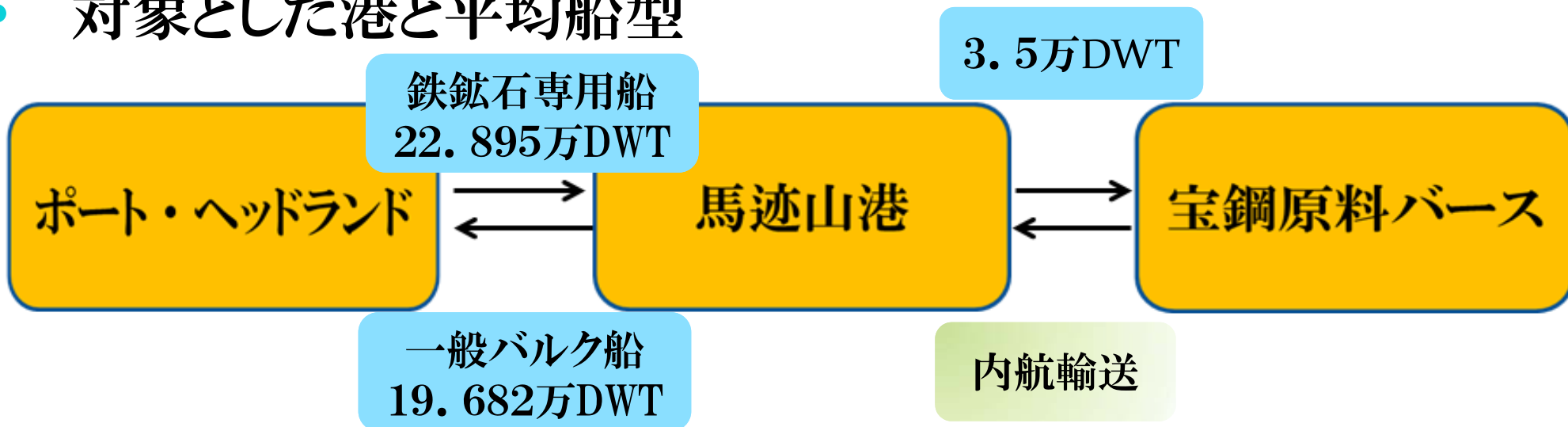
推計した港の数
積出港:200
荷揚港:106

港	中国	
	青島港	馬迹山港
オランダ	○	○
オーストラリア	○	○
：	：	：
：	：	：

船腹量 = 寄港船舶の載貨量(トン) * 年間寄港回数

検証で用いるデータ

- 対象とした港と平均船型



- 年間需要量: **458万1800トン**
- 輸送距離

単位:マイル

港	馬迹山港
ポート・ヘッドランド	3127.6
港	宝鋼原料バース
馬迹山港	95.0

現状の二酸化炭素排出量

19.6万DWT

3.5万DWT



ポート・ヘッドランド

馬迹山港

宝鋼原料バース

外航輸送

内航輸送

二酸化炭素排出量：
22万9300トン

二酸化炭素排出量：
1万5200トン

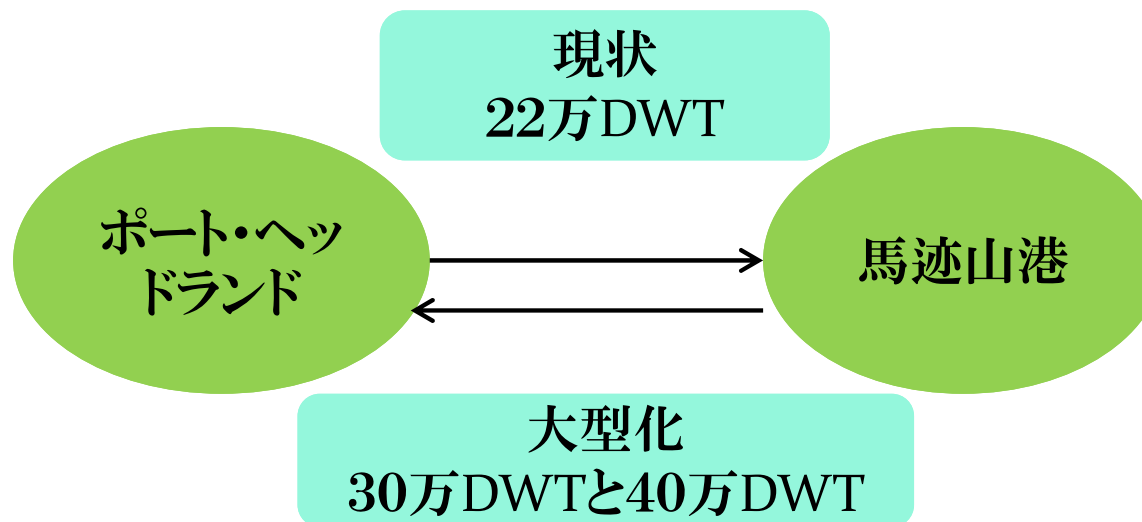
検討方法

大型化による二酸化炭素排出量の削減効果の検討

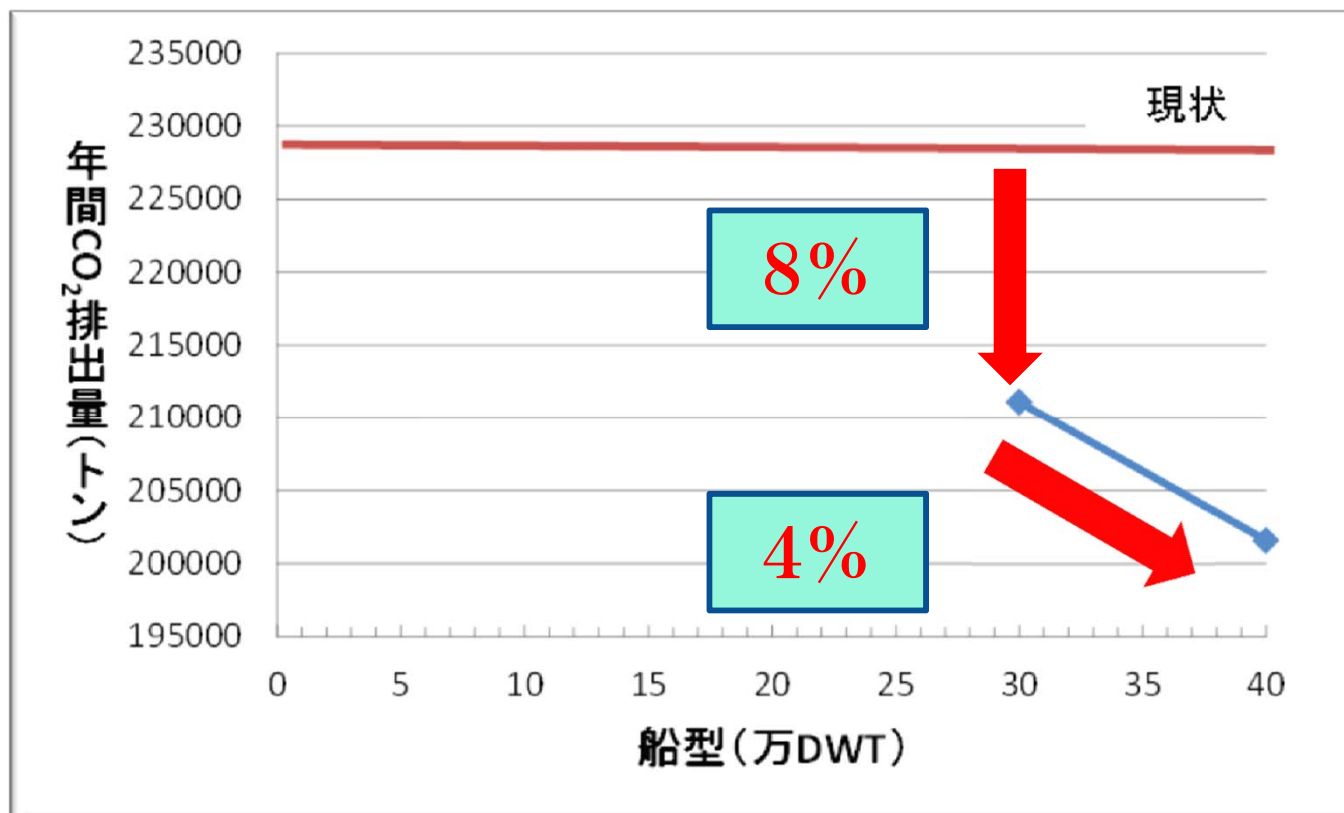
- 外航輸送
- 内航輸送
 - 潮汐を活用しない場合の削減効果
 - 潮汐を活用した場合の削減効果

検討方法(外航輸送)

- 外航輸送における現状の二酸化炭素排出量の把握
- 大型化による二酸化炭素排出量の削減効果の検討



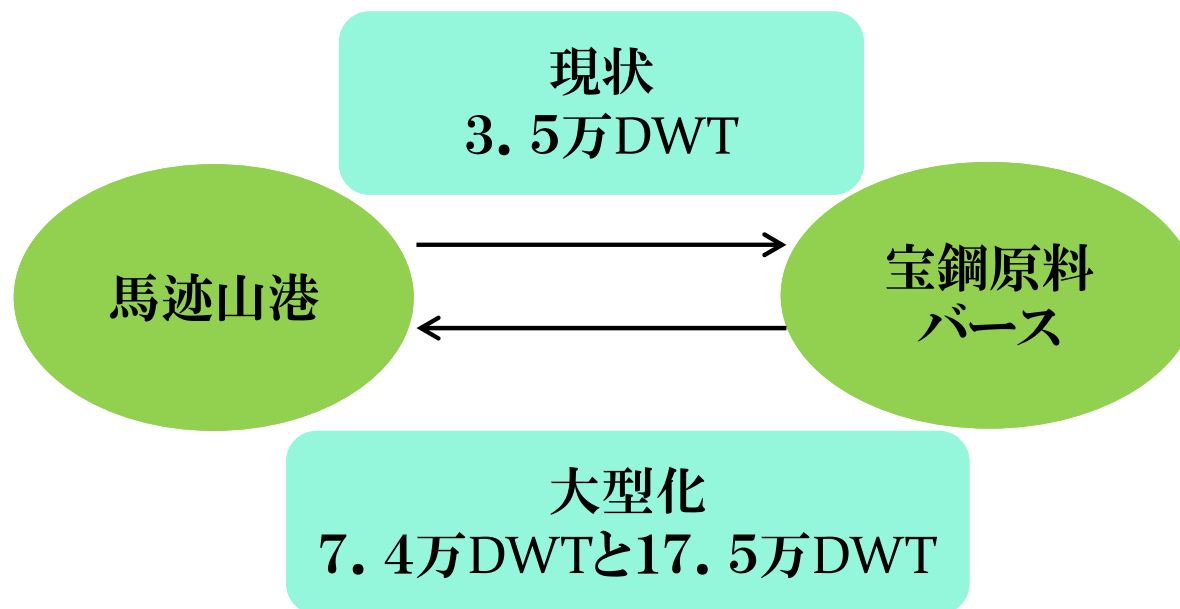
検討結果(外航輸送)



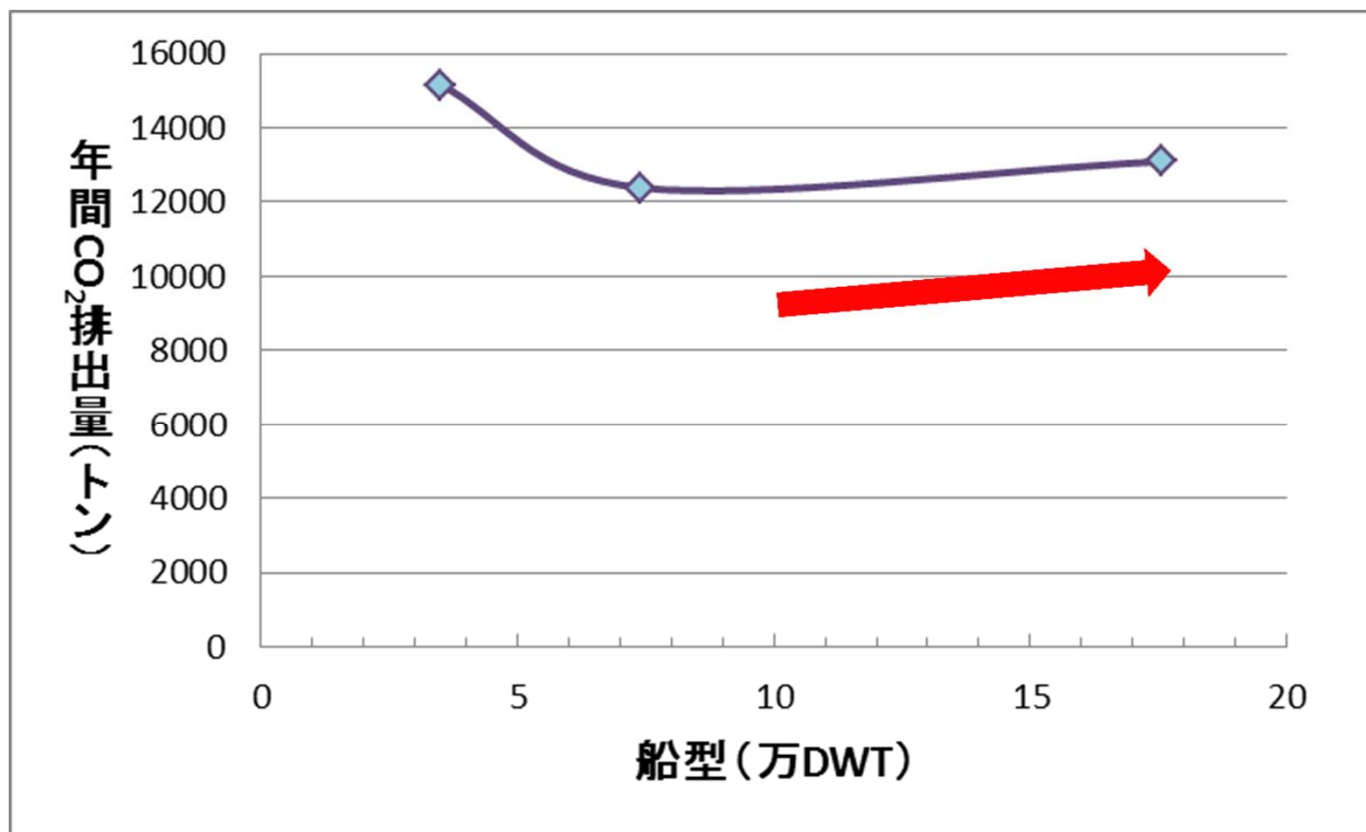
外航輸送における40万DWTの鉄鉱石船で輸送を行うのが望ましい

検討方法(内航輸送)

- 内航輸送における現状の二酸化炭素排出量の把握
- 大型化による二酸化炭素排出量の削減効果を検討する
 - 潮汐を活用しない場合の検討
 - 潮汐を活用した場合の検討
 - 鉄鉱石船の積載量による喫水の変化を考慮に入れる



検討結果 (内航輸送-潮汐を活用しない場合)



内航輸送では長江口深水航路の水深の制約から10万DWTを超え、鉄鉱石船では積載量の低下から、二酸化炭素排出量が増加する傾向になる

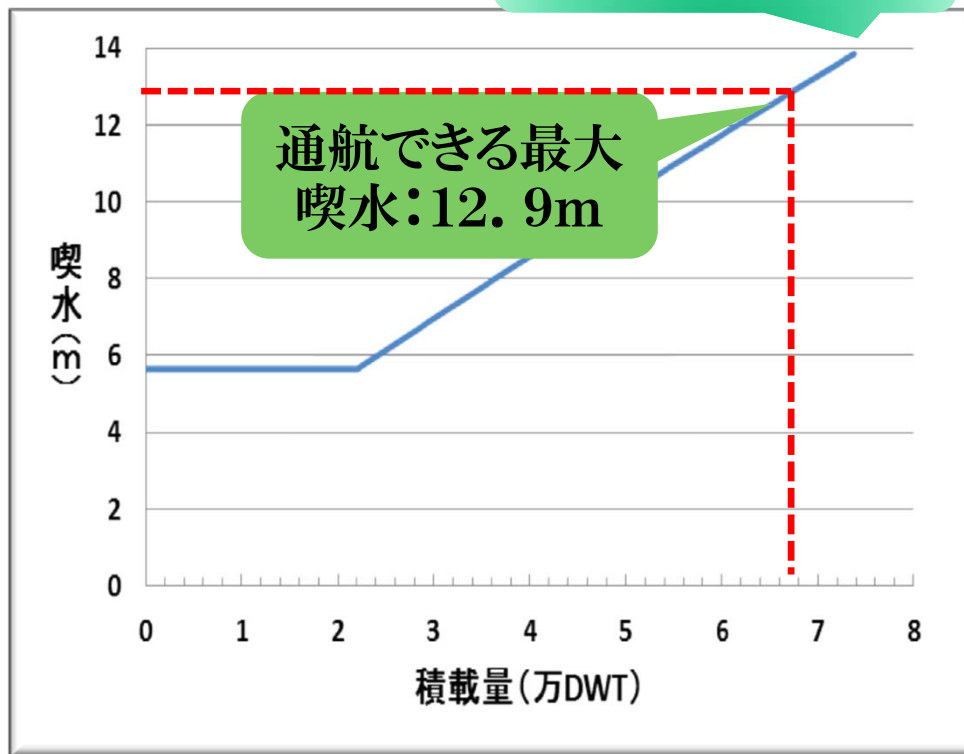
潮汐の活用について

2013年2月における長興高潮前5時間鶏骨礁潮汐の満潮時の最も低い潮位2.07mで、通航できる最大水深14.57m

通航できる最大喫水と最大積載量

7.4万DWT

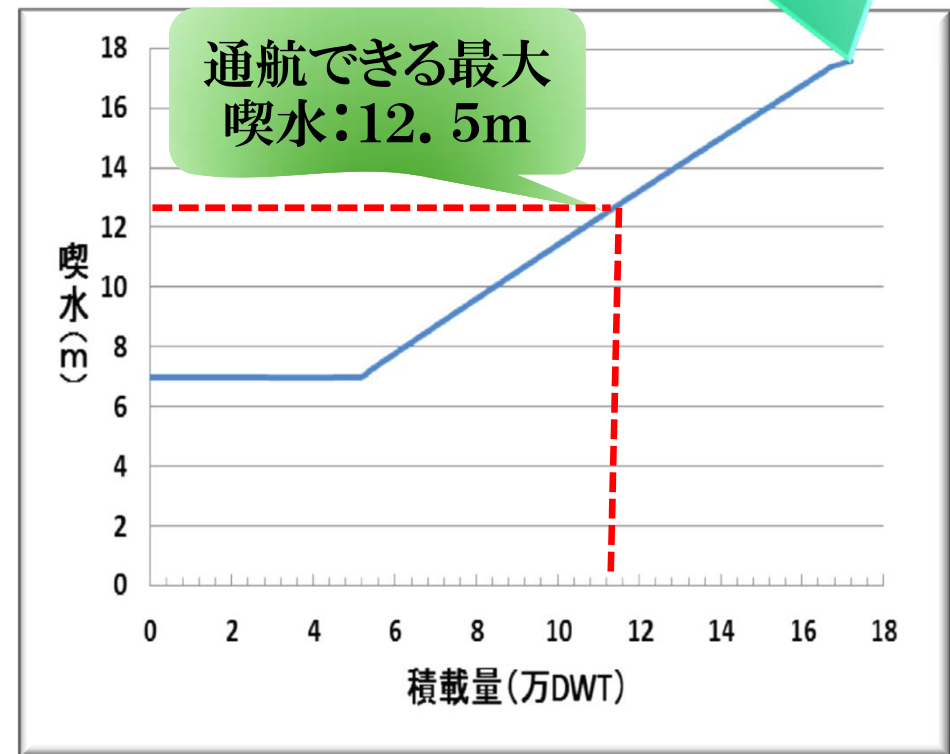
満載喫水:13.87m



通航できる最大
喫水:12.9m

17.5万DWT

満載喫水:17.63m

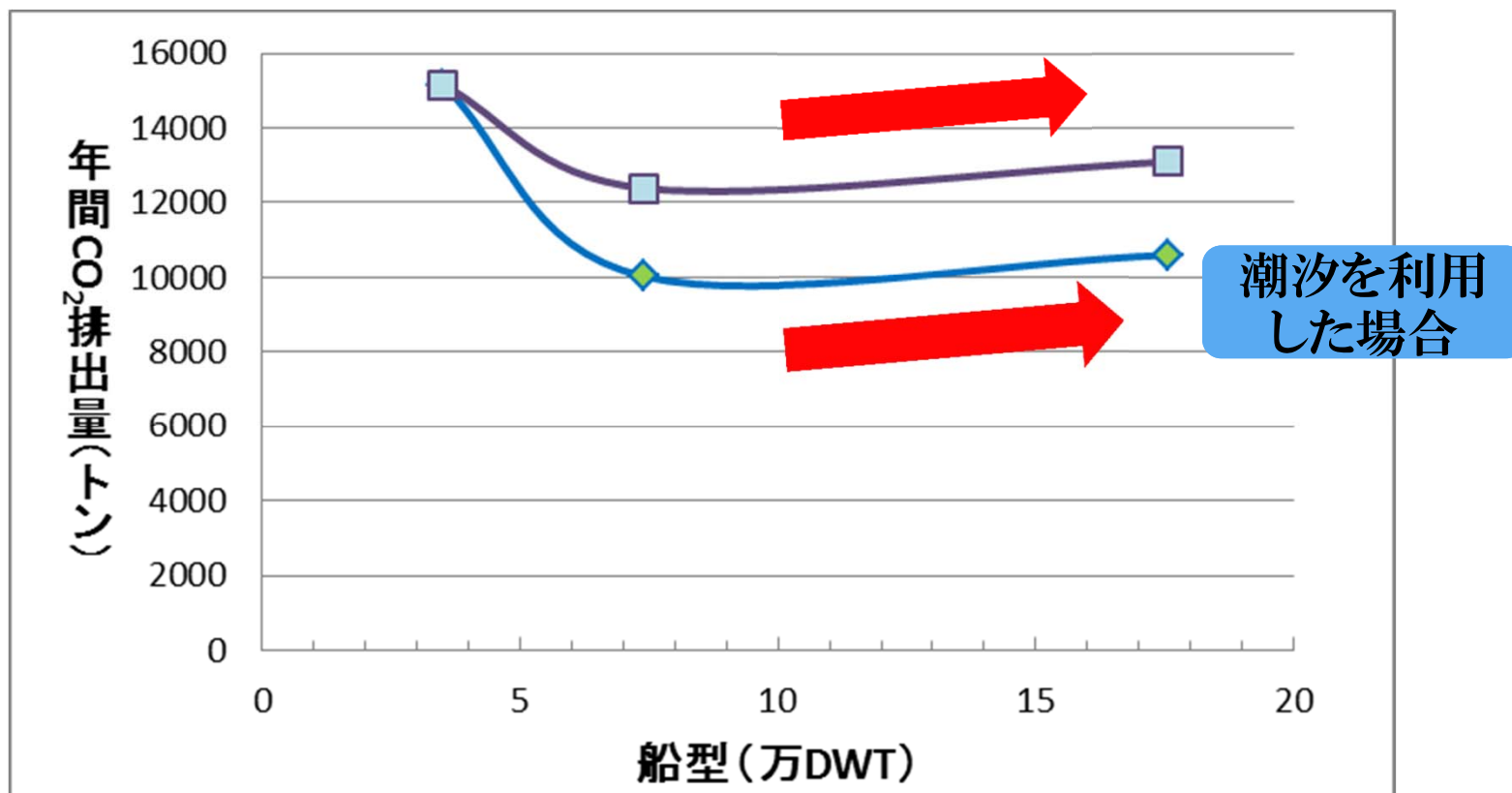


通航できる最大
喫水:12.5m

7.4万DWT鉄鉱石船の通航できる最大積載量:6.8万トン

17.5万DWT鉄鉱石船の通航できる最大積載量:11万トン

検討結果(内航輸送-潮汐を活用した場合)



二酸化炭素排出量が増加する傾向はほぼ同じなので、
内航輸送では中型の7万-10万DWTの
鉄鉱石船を用いるのが適切

結論①

現状の把握

中国の鉄鉱石輸入における各積出港から
各荷揚港への輸入量を推計した

外航・内航輸送の現状の二酸化炭素排出量を
把握した

結論②

削減効果

- **外航輸送について**
 - 大型化した場合、二酸化炭素排出量の削減効果が得られる
40万DWTの鉄鉱石船－**約2万7700トン**の二酸化炭素排出量が削減できる
 - 外航輸送において、40万DWTの鉄鉱石船で輸送を行うのが望ましい
- **内航輸送について（潮汐を活用しない場合）**
 - 大型化した場合、二酸化炭素排出量の削減効果が得られる
7.4万DWTの鉄鉱石船－**約2800トン**の二酸化炭素排出量が削減できる
- **内航輸送について（潮汐を活用した場合）**
 - **7.4万トン**鉄鉱石船－年間**約5200トン**の二酸化炭素排出量が削減できる
 - 水深が深くなるため、より多くの鉄鉱石を積載して通航することができるので、潮汐を利用しない場合より削減効果が大きい
 - 外航輸送と異なり内航輸送では中型の**7万から10万DWT**までの鉄鉱石船を用いるのが適切である。

ご清聴ありがとうございます