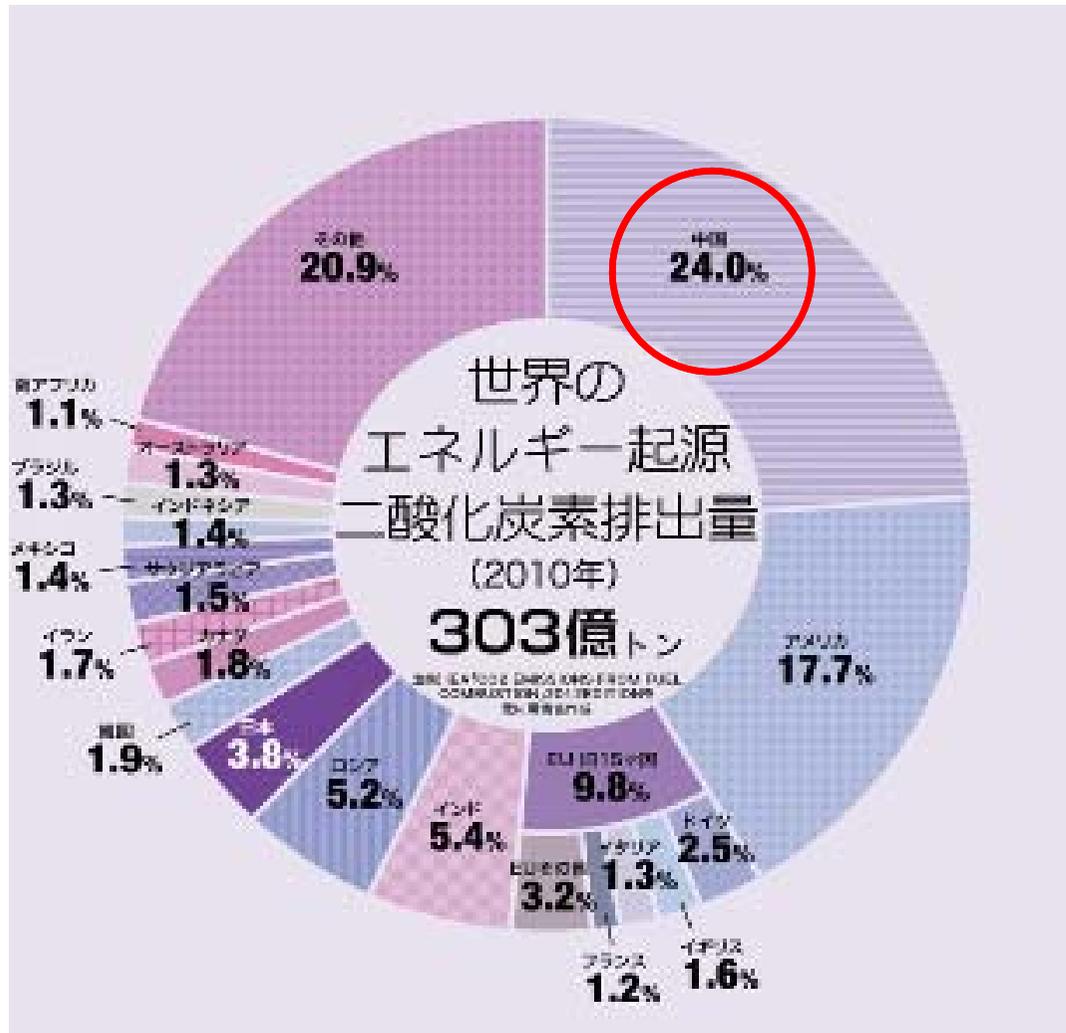


長江口深水航路を用いた鉄鉱石輸入における 二酸化炭素排出量の削減策に関する研究

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



中国における
二酸化炭素排出量
の削減をすべき

出典：全国地球温暖化防止活動推進センター

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

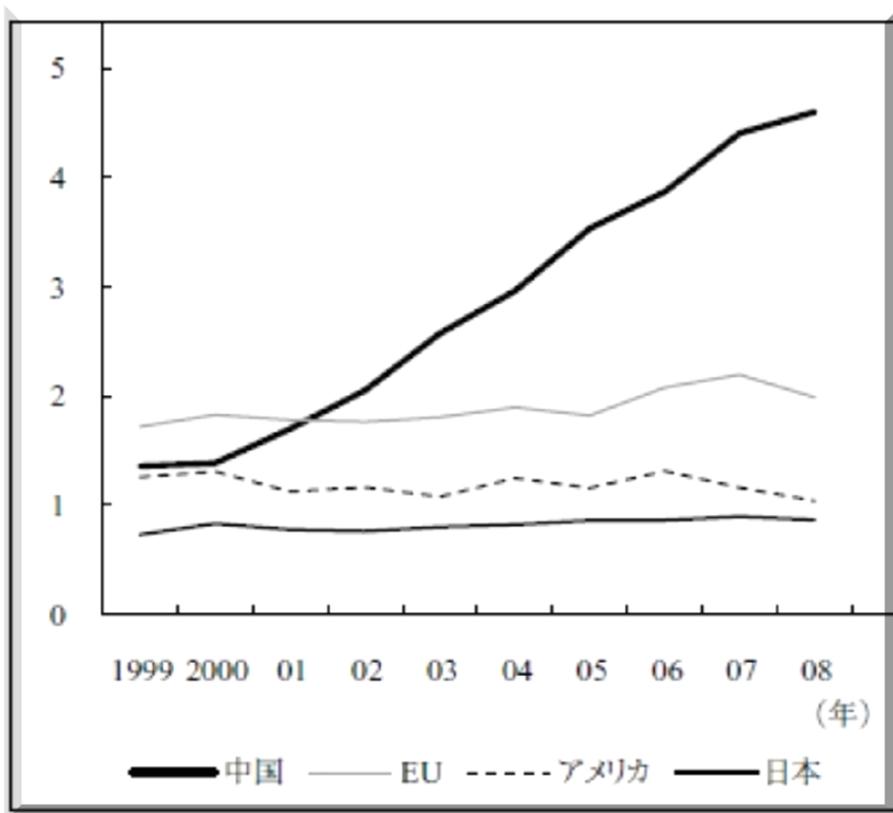
外航海運における
二酸化炭素排出量の削減を努力すべき

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

粗鋼の国別需要量の推移

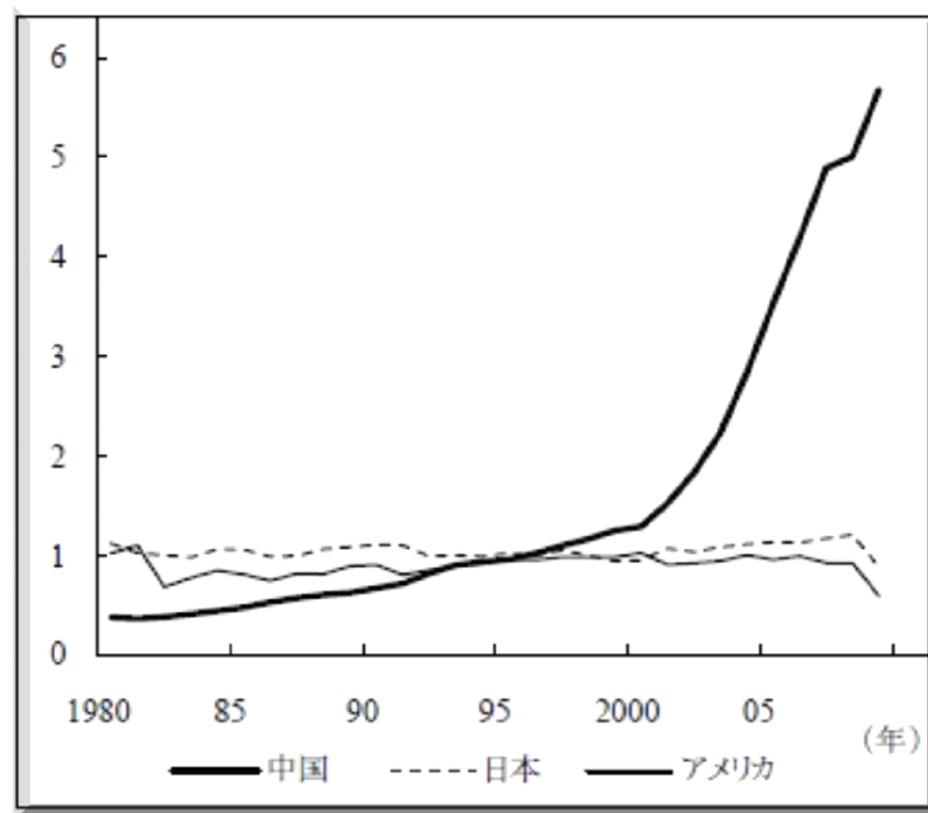
単位:億トン



中国粗鋼生産量が多い

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

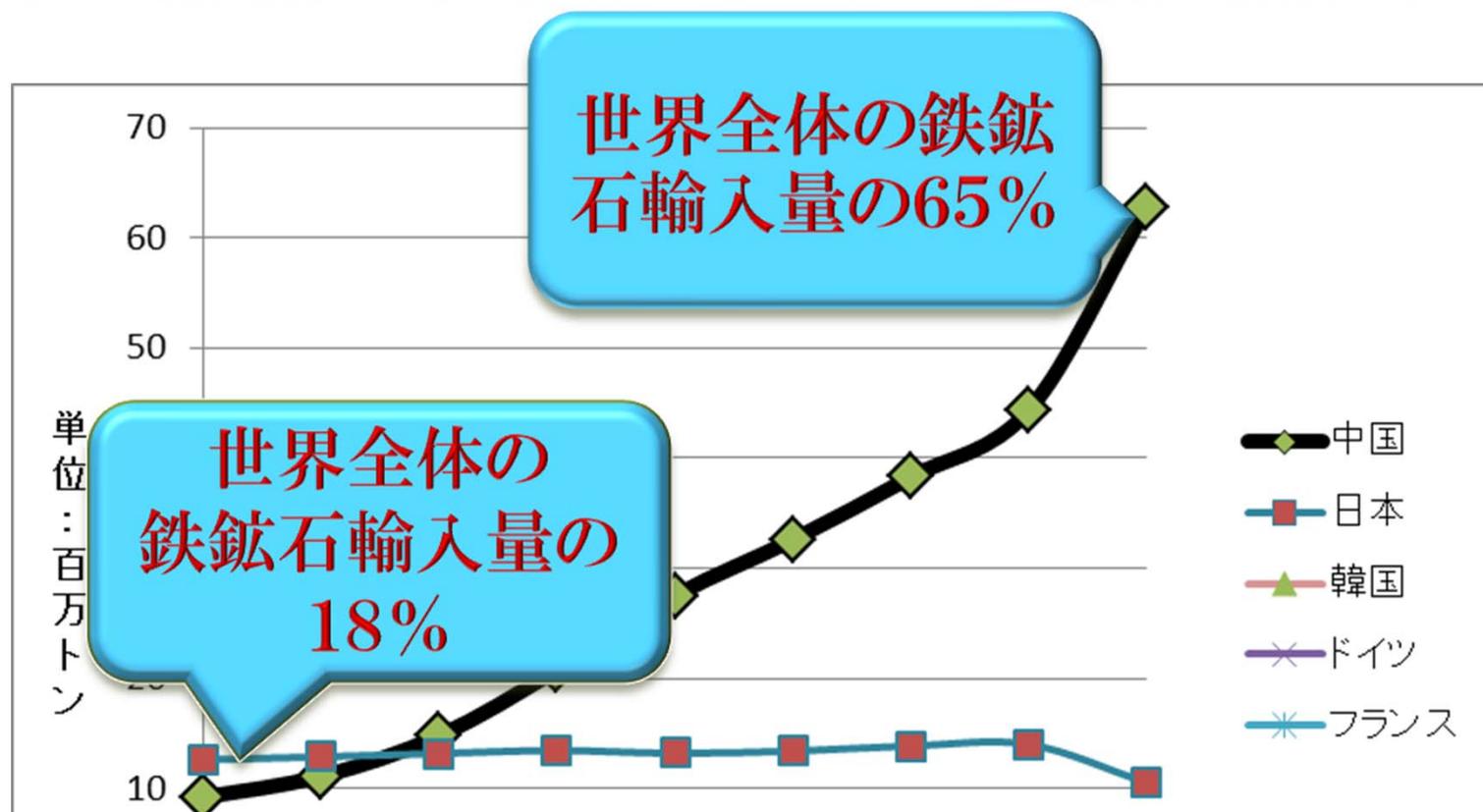
鉄鉱石輸入の原因

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

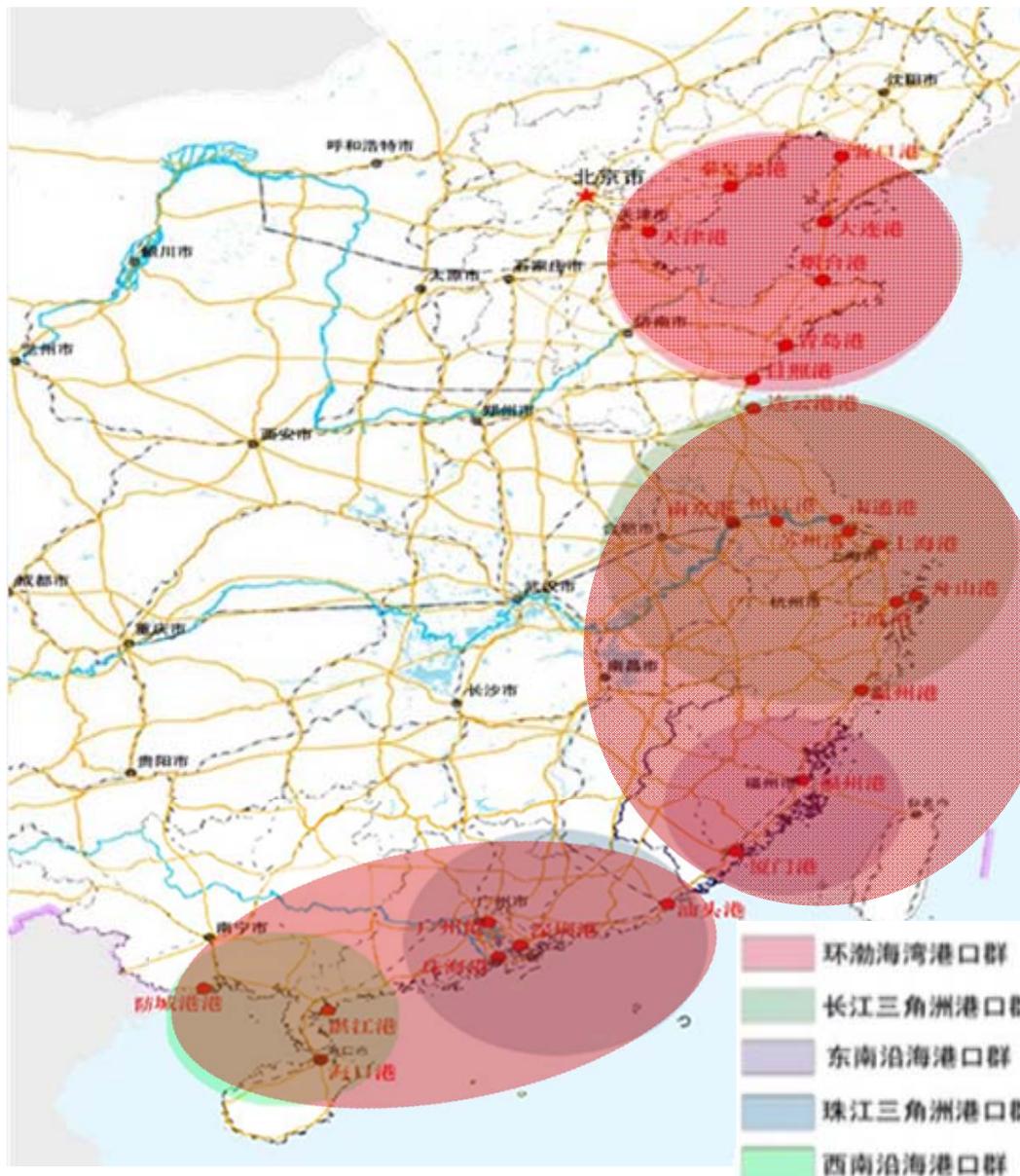


現状の二酸化炭素排出量を把握する



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)

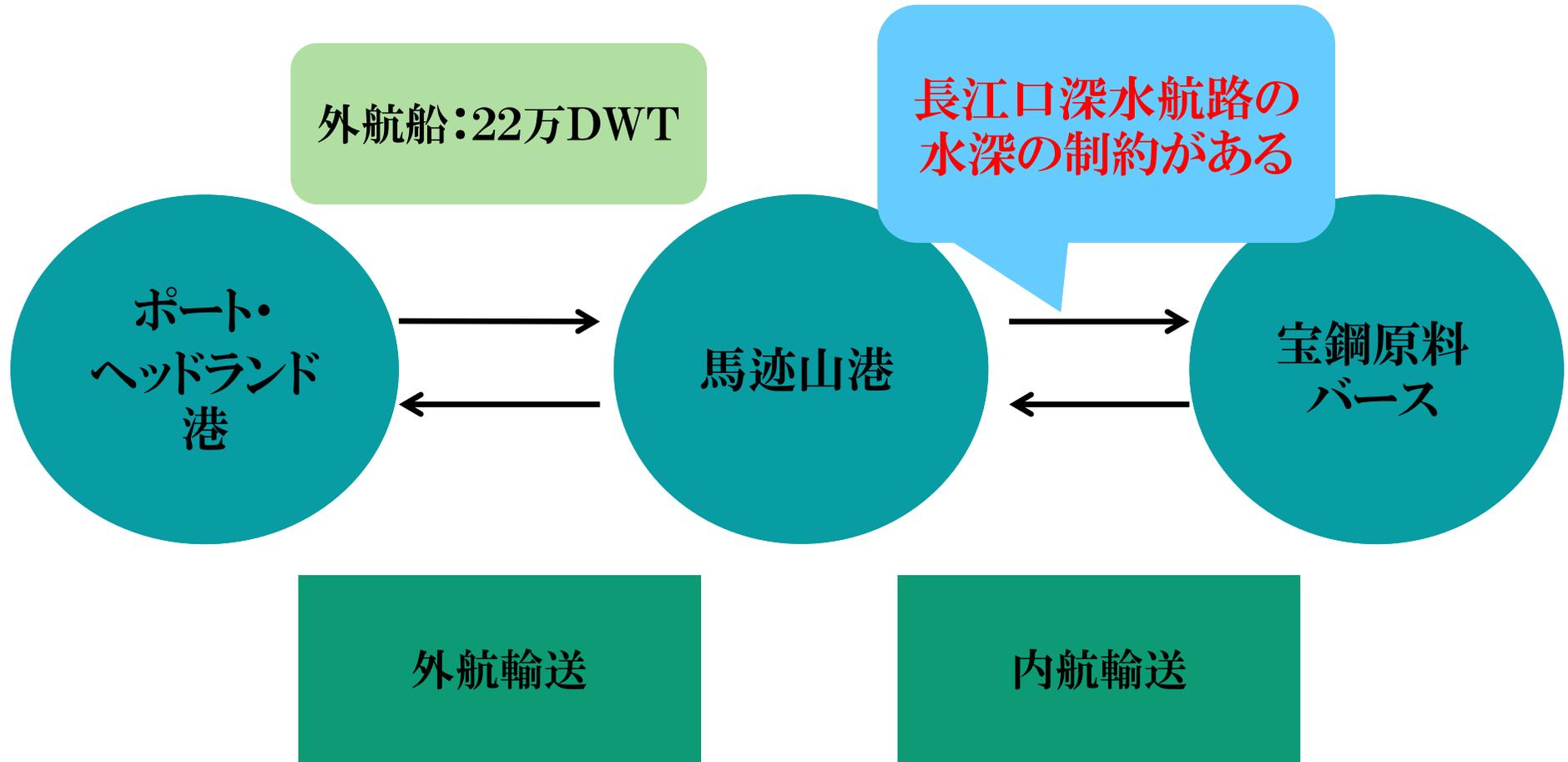
中国国内の輸入鉄鉱石の輸送エリア



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)

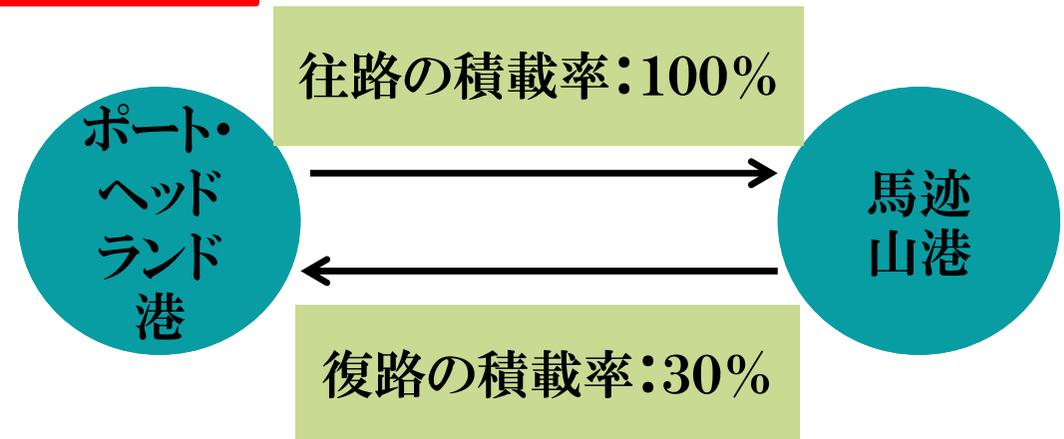
DEM: 年間需要量 (トン/年)

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)

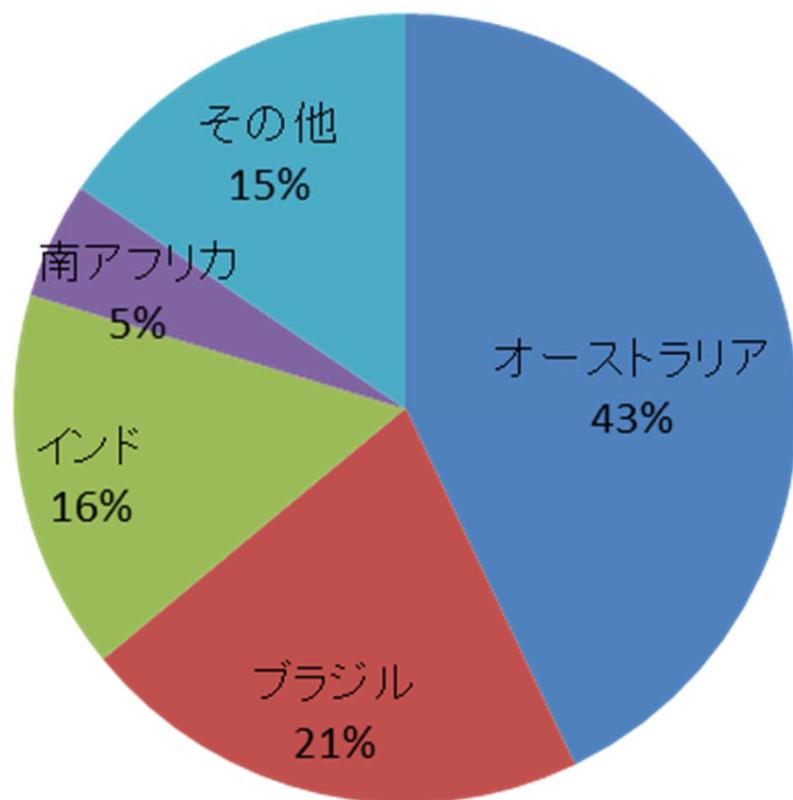
Y_{full} : 満載時の燃料消費量(トン/日)

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

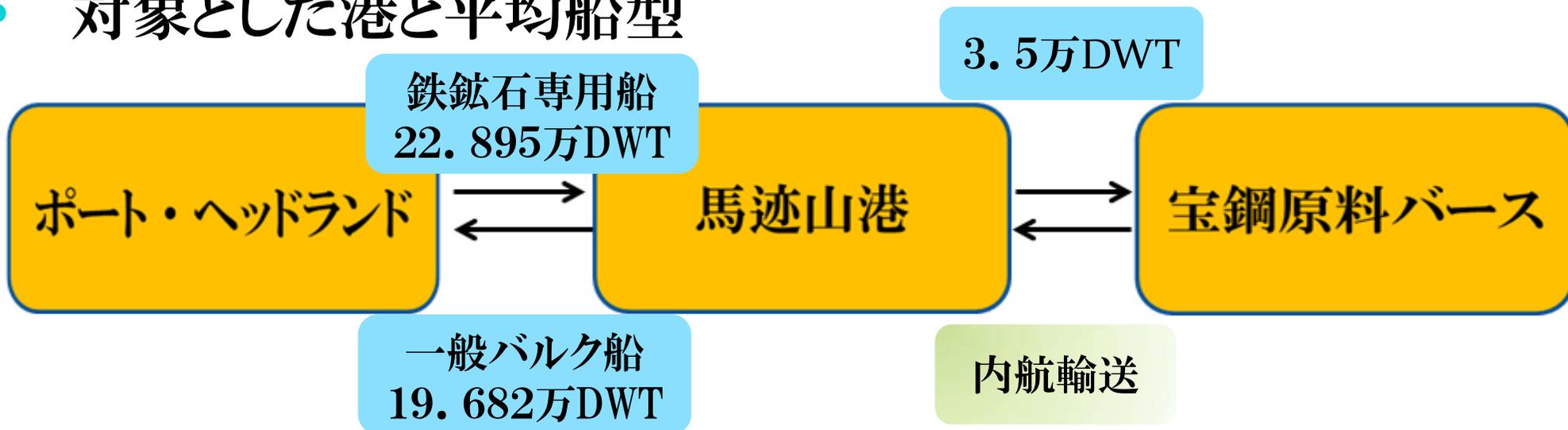
推計した港の数
積出港:200
荷揚港:106

港	中国	
	青島港	馬迹山港
オーストラリア	○	○
ダンピア	○	○
ポートヘッドランド	○	○
：	：	：
：	：	：

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

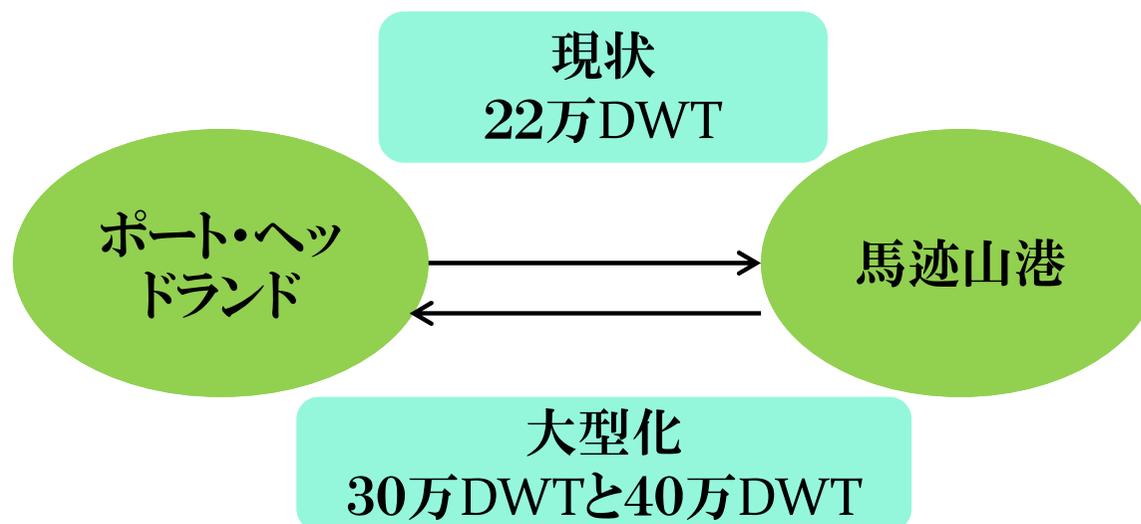
検討方法

大型化による二酸化炭素排出量の削減効果の検討

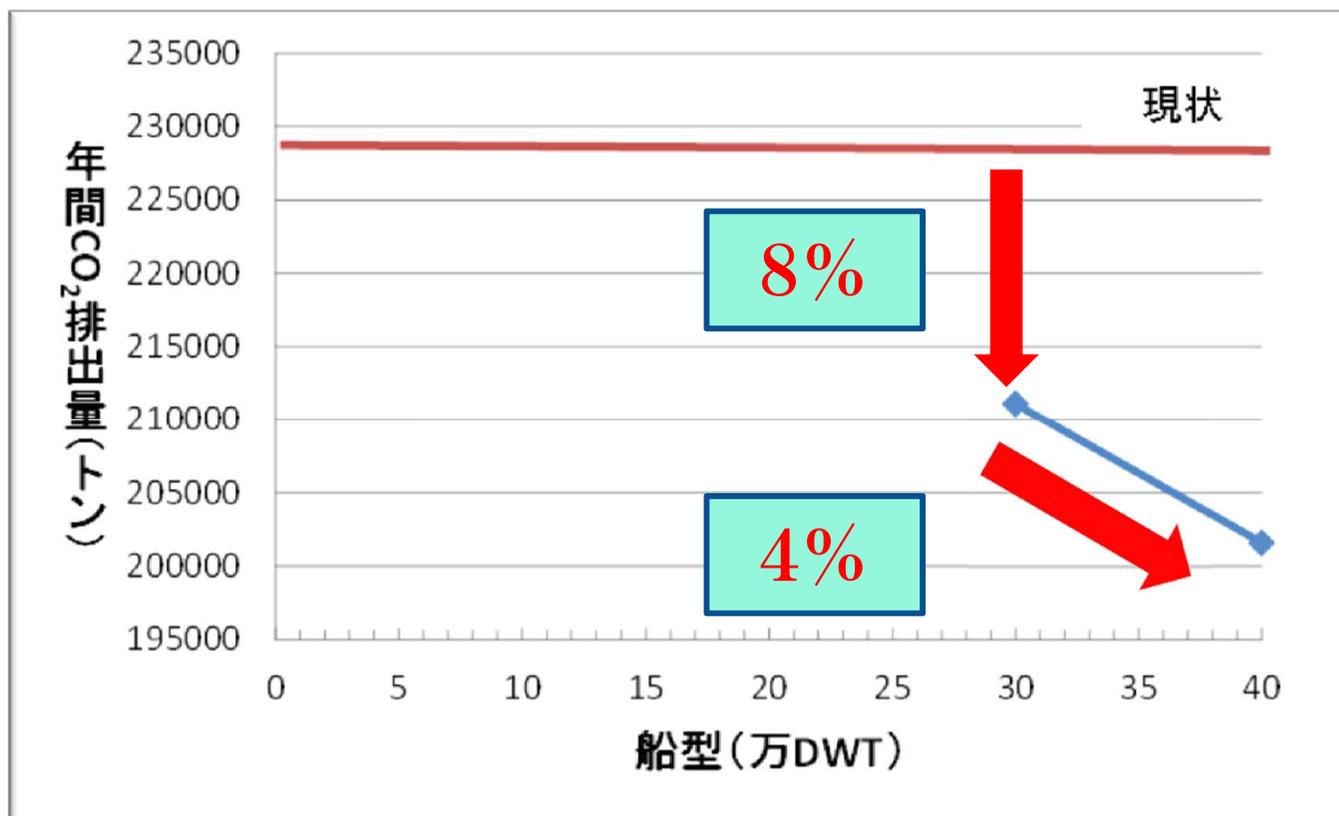
- 外航輸送
- 内航輸送
 - 潮汐を活用しない場合の削減効果
 - 潮汐を活用した場合の削減効果

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



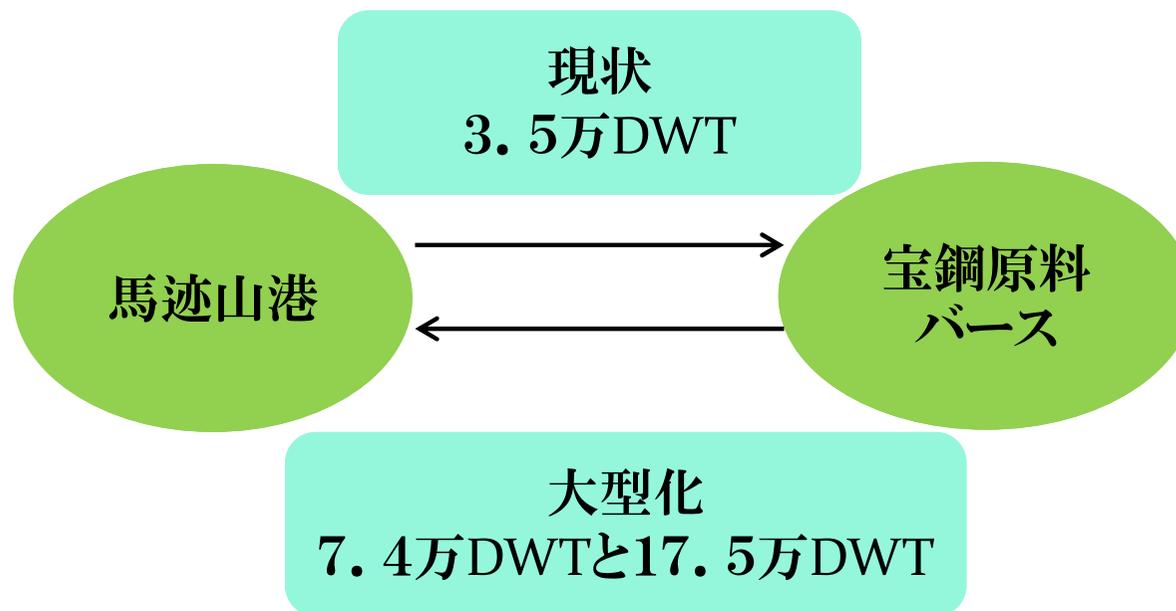
検討結果(外航輸送)



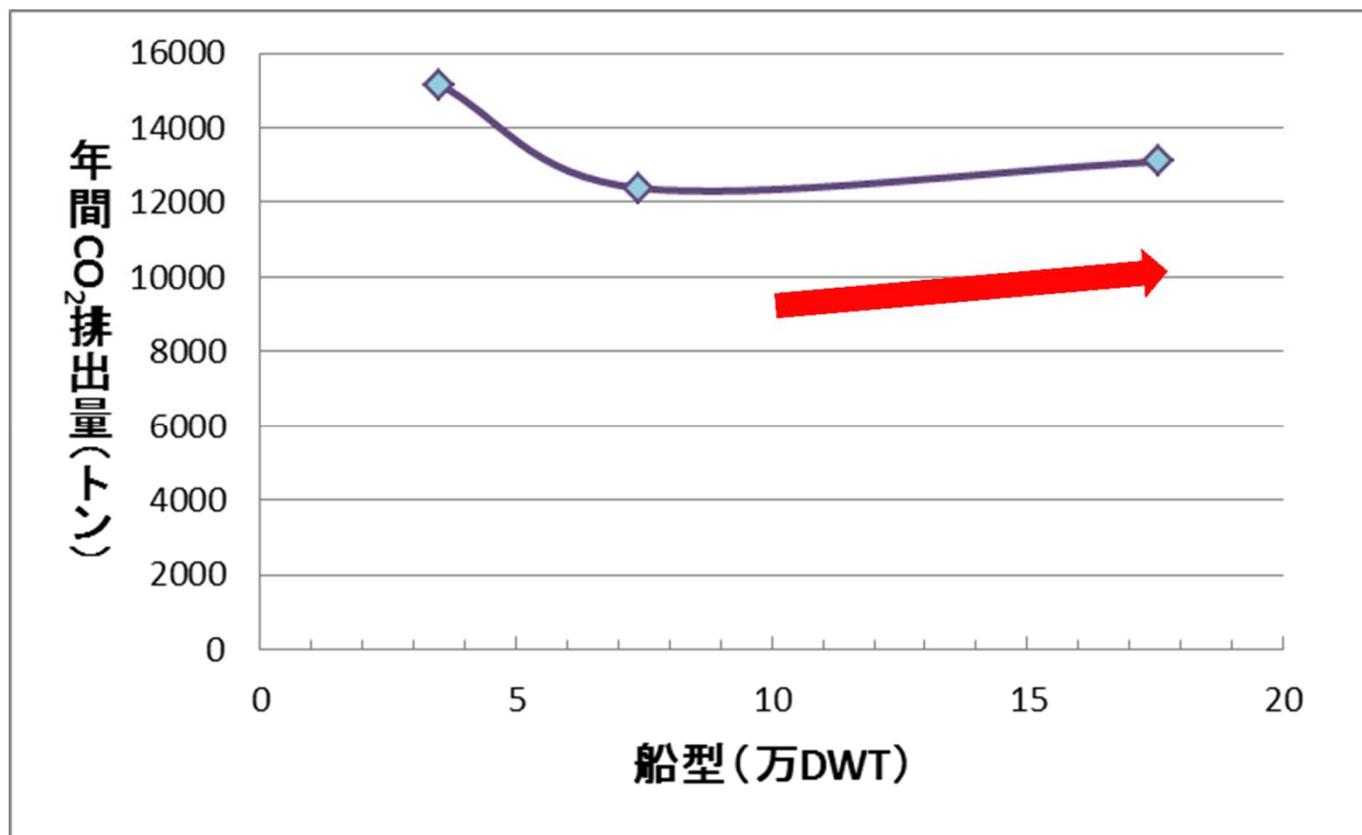
外航輸送における40万DWTの鉄鉱石船で輸送を行うのが望ましい

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

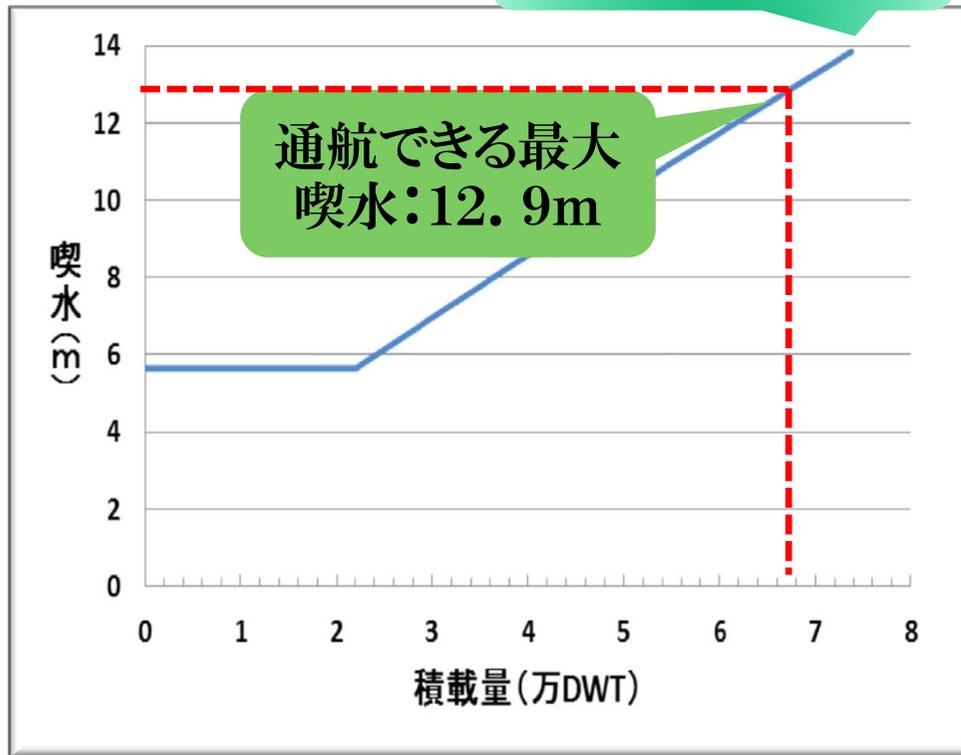
潮汐の活用について

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

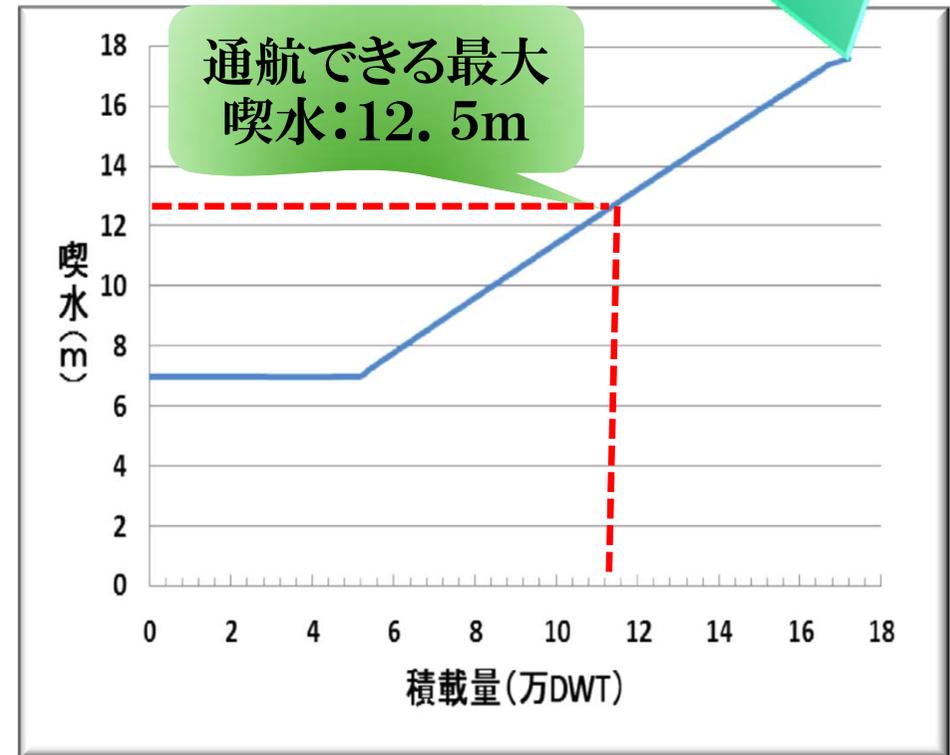
満載喫水:13.87m



通航できる最大
喫水:12.9m

17.5万DWT

満載喫水:17.63m

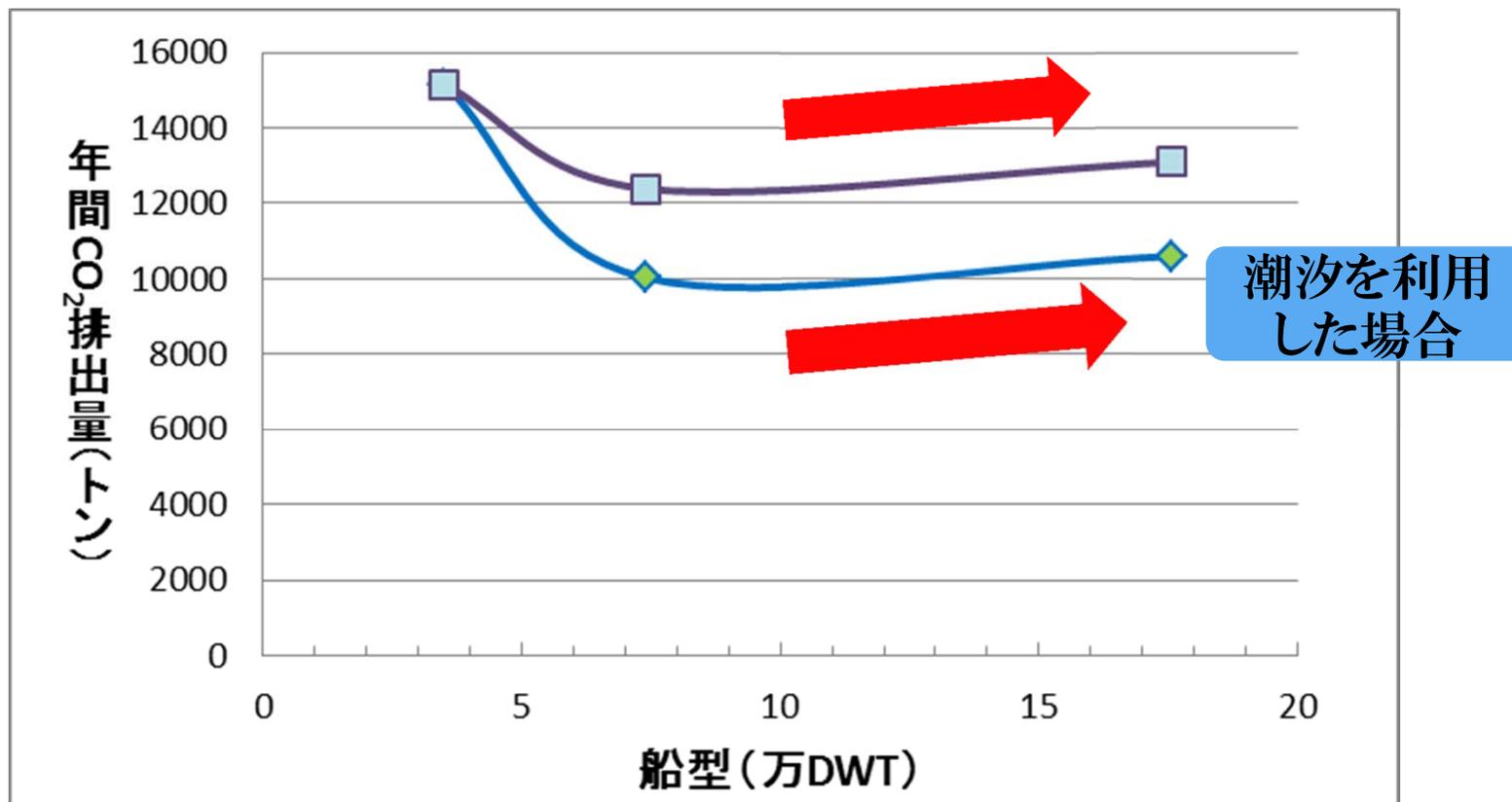


通航できる最大
喫水:12.5m

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