

平成24年度 海洋工学部 流通情報工学科 卒業論文発表会

# 国際間海上輸送における片荷輸送の抑制 による環境負荷低減に関する研究

氏名 勝村 元亮

東京海洋大学 海洋工学部 流通情報工学科

指導教員 黒川 久幸

# 本日のプレゼンテーションの流れ

1.片荷輸送とは

2.研究背景

3.研究目的

4.検討概要

5.結果の検証

6.研究のまとめと今後の課題

# 本日のプレゼンテーションの流れ

1. 片荷輸送とは

2. 研究背景

3. 研究目的

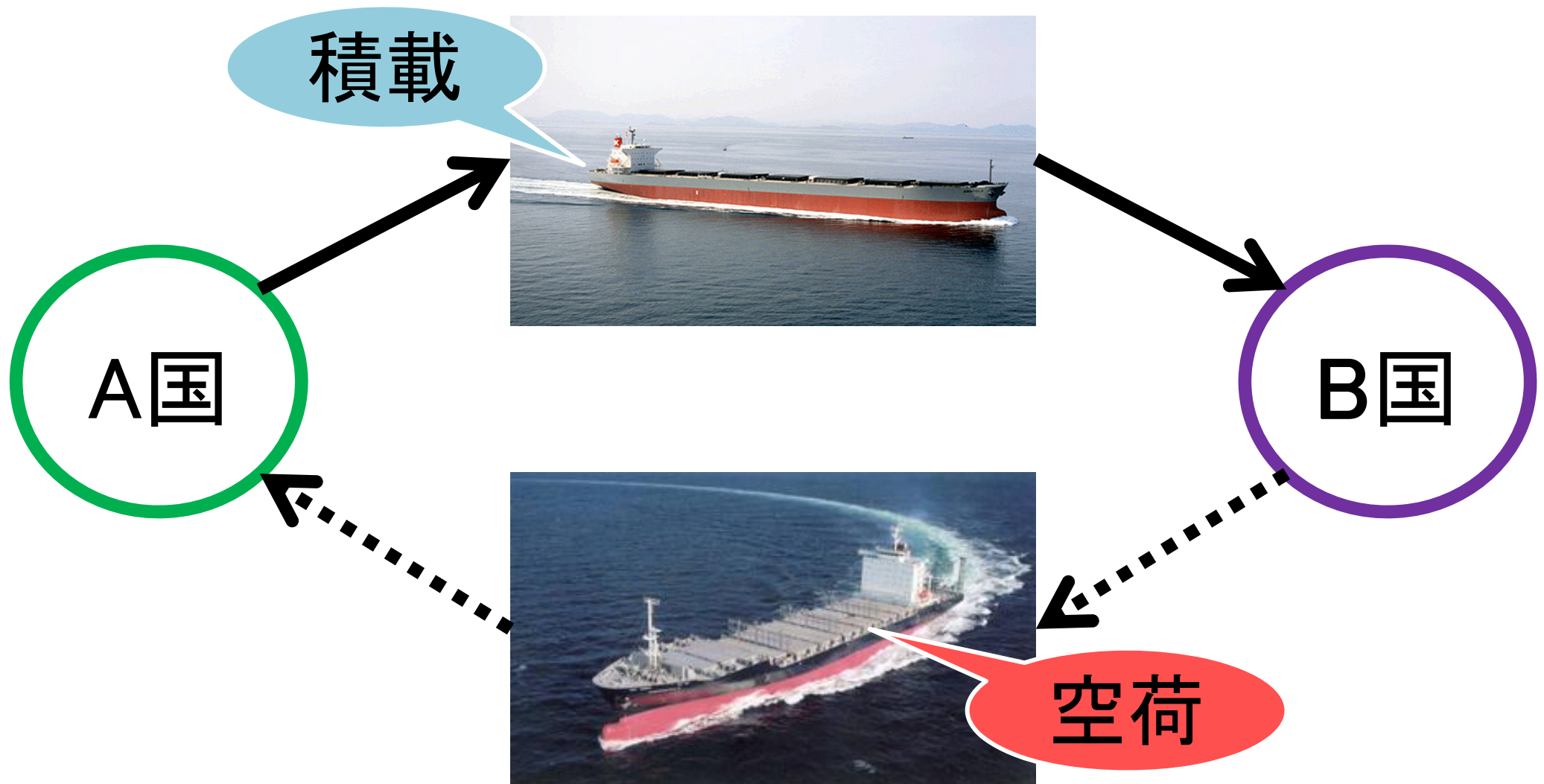
4. 検討概要

5. 結果の検証

6. 研究のまとめと今後の課題

# 片荷輸送とは

物流において、往路だけ荷物を積み、復路では空のまま戻ること。



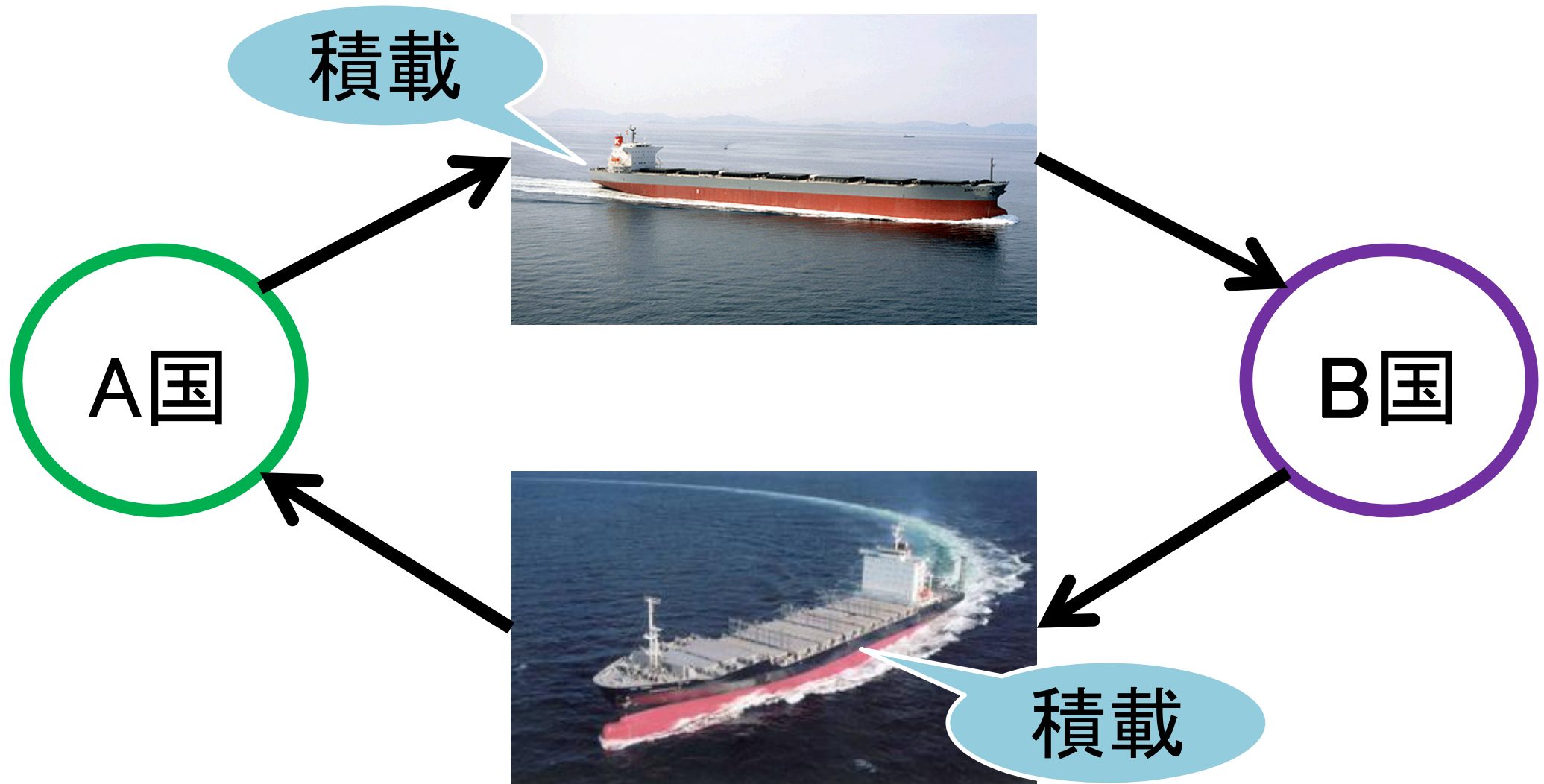
せとうちタイムズ <http://0845.boo.jp/times/archives/001603.shtml>

川崎汽船 <http://www.kline.co.jp/corporate/fleet/index.html>

より引用

# 片荷輸送の抑制とは

物流において、往路と復路に貨物を積載して輸送すること。



せとうちタイムズ <http://0845.boj.jp/times/archives/001603.shtml>

川崎汽船 <http://www.kline.co.jp/corporate/fleet/index.html>

より引用

# 本日のプレゼンテーションの流れ

1.片荷輸送とは

**2.研究背景**

3.研究目的

4.検討概要

5.結果の検証

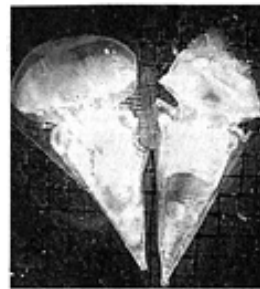
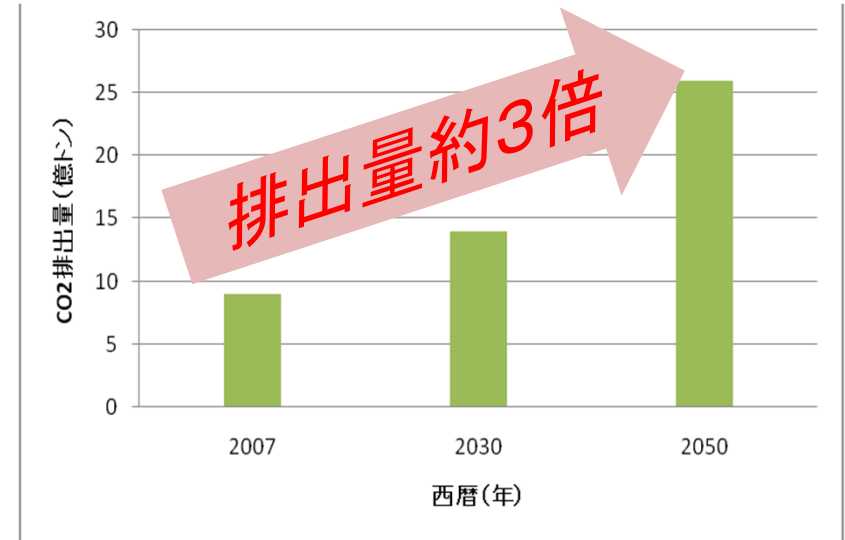
6.研究のまとめと今後の課題

# 研究背景

## 現状の問題

国際海運分野での二酸化炭素排出量が増加傾向にあり、海洋へ深刻な影響が懸念されている。

## 国際海運からのCO2排出量予想



## CO<sub>2</sub>増加→海が酸性化→

【西川拓

は不確かな点も多いが、海洋の酸性化は確実に起きている」と話している。

現在の海水はpH(水素イオン濃度)が8程度の弱アルカリ性。大気中に放出されるCO<sub>2</sub>濃度が上昇すると、溶け込む量が増えpHが下がる。研究チームは、毎年1億ずつ大気中のCO<sub>2</sub>濃度が上昇すると予測、地球全体の海洋のpH変化をコンピュータで計算。CO<sub>2</sub>濃度が600ppmを超えるとpHが0.2〜0.3下がり、貝殻類の殻やサンゴが溶け出すことが分かった。現在の大气中のCO<sub>2</sub>濃度は約370ppmで、予測によると2060年ごろに600ppmに達する。さらに、2100年の海水を人工的に作り、代表的な貝殻類のウキシガイの写真・海洋研究開発機構提供を倒産したところ、48時間で殻が溶け出した。研究チームは「地球温暖化のような気候変動は不確かな点も多いが、海洋の酸性化は確実に起きている」と話している。

# 貝が溶ける

大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)がこのまま増えると海水が酸性化し、100年以内に南極海や北太平洋で貝殻やサンゴが溶け出すことが、日米欧豪の国際研究チームの予測で分かった。殻を持つプランクトン(貝殻類)が激減し、魚類やクジラが餌を失う可能性もあるという。CO<sub>2</sub>の増加は地球温暖化だけでなく、海の生態系に深刻な影響を与える恐れを示す結果で、29日付の英科学誌ネイチャーに発表した。

例:地球温暖化による南極の氷の融解、海洋の酸性化によって生物への影響



# 国際海運分野からの二酸化炭素の削減が急務！

How Global warming effect on our lives? <http://newpaltzesl.blogspot.jp/>  
毎日新聞(2005年9月29日)より引用

# 研究背景

「京都議定書」では、国際海運のCO2排出対策は国際海事機関(IMO)において追求するように規定。IMOにおける国際対策の確立が急務となっていた。

MARPOL条約附属書VI改正(2013.01発行)

## 技術的手法

### EEDI

(Energy Efficiency Design Index)

〈新造船対象〉

- 設計・建造時に新造船の効率を事前評価
- 個々の船舶に固有のEEDIを示す証書付与  
(例)「EEDI=5.0g/ton-mile」
- EEDI規制値(船のサイズで決まる)満足義務
- 規制値の段階的引き下げ
- 今後LNG船や自動車運搬船等へ規制適用拡大のため、条約改正予定(2014年採択見込み)

## 運行的手法

### SEEMP

(Ship Energy Efficiency Management Plan)

〈新造船・既存船対象〉

- 各船に適した運行的手法(省エネ航行)を選択、文書に記載、各船に備え付け  
(例)減速航行、ウェザー・ルーティング
- EEOI(Energy Efficiency Operational Indicator)の自己モニタリング

### 【IMOの今後の審議予定】

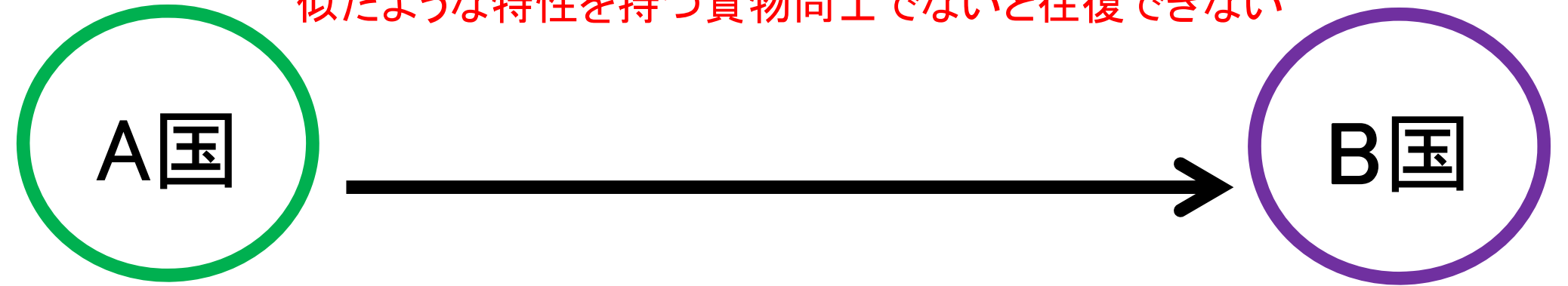
IMOでは、第二段階の対策としてCO2排出削減に経済効果を持たせる経済的手法(燃料油課金制度等)を導入するべく審議を進める予定。



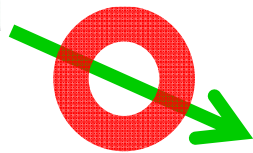
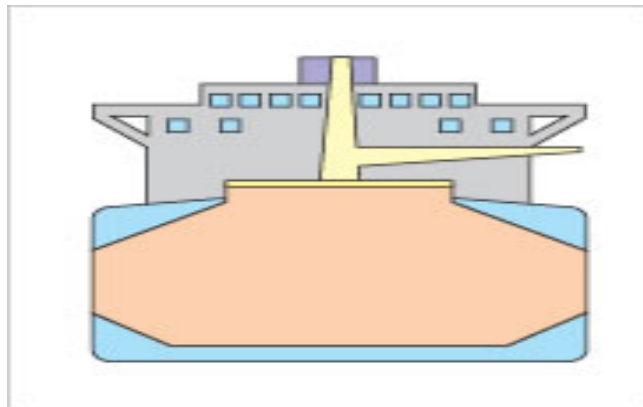
# 研究背景

バルク船などのコンテナ船以外の船舶は、片荷輸送になりがちである。

コンテナ船以外は船倉の形状から  
似たような特性を持つ貨物同士でないとならぬ



バルク船の断面図



特性の違う貨物を往復で輸送出来ない！ → 船倉を掃除しなければならない

# 本日のプレゼンテーションの流れ

1.片荷輸送とは

2.研究背景

**3.研究目的**

4.検討概要

5.結果の検証

6.研究のまとめと今後の課題

# 研究目的

海洋への環境負荷低減の為に今まで検討されて来なかった片荷輸送の抑制を国際海運分野に導入したらどうか？



片荷輸送の抑制による二酸化炭素排出量の削減効果を定量的に把握する



効果大きい



片荷輸送の抑制の実現に向けてより詳細な検討



効果が小さい



片荷輸送の抑制は国際海運分野に導入すべきでない

片荷輸送の抑制を国際海運分野に導入すべきか否かのあたりをつける

# 本日のプレゼンテーションの流れ

1. 片荷輸送とは

2. 研究背景

3. 研究目的

**4. 検討概要**

5. 結果の検証

6. 研究のまとめと今後の課題

# 検討概要

片荷輸送の抑制の効果を知るためには...

- 輸送する船舶
- 貿易を行う国
- 輸送する貨物
- 移動する港湾
- 二酸化炭素排出量の算出方法
- 二酸化炭素排出量の削減量の算出方法
- 片荷輸送の抑制に適した輸送方法

などを知る必要がある。

貿易統計などの資料より調査

# 検討概要

輸送する船舶



バルク船 DWT:30万トン

貿易を行う国



オーストラリア

輸送貨物  
(鉄鉱石、スラグ、半成コークス)



これらの貨物を取り扱う港湾を選定



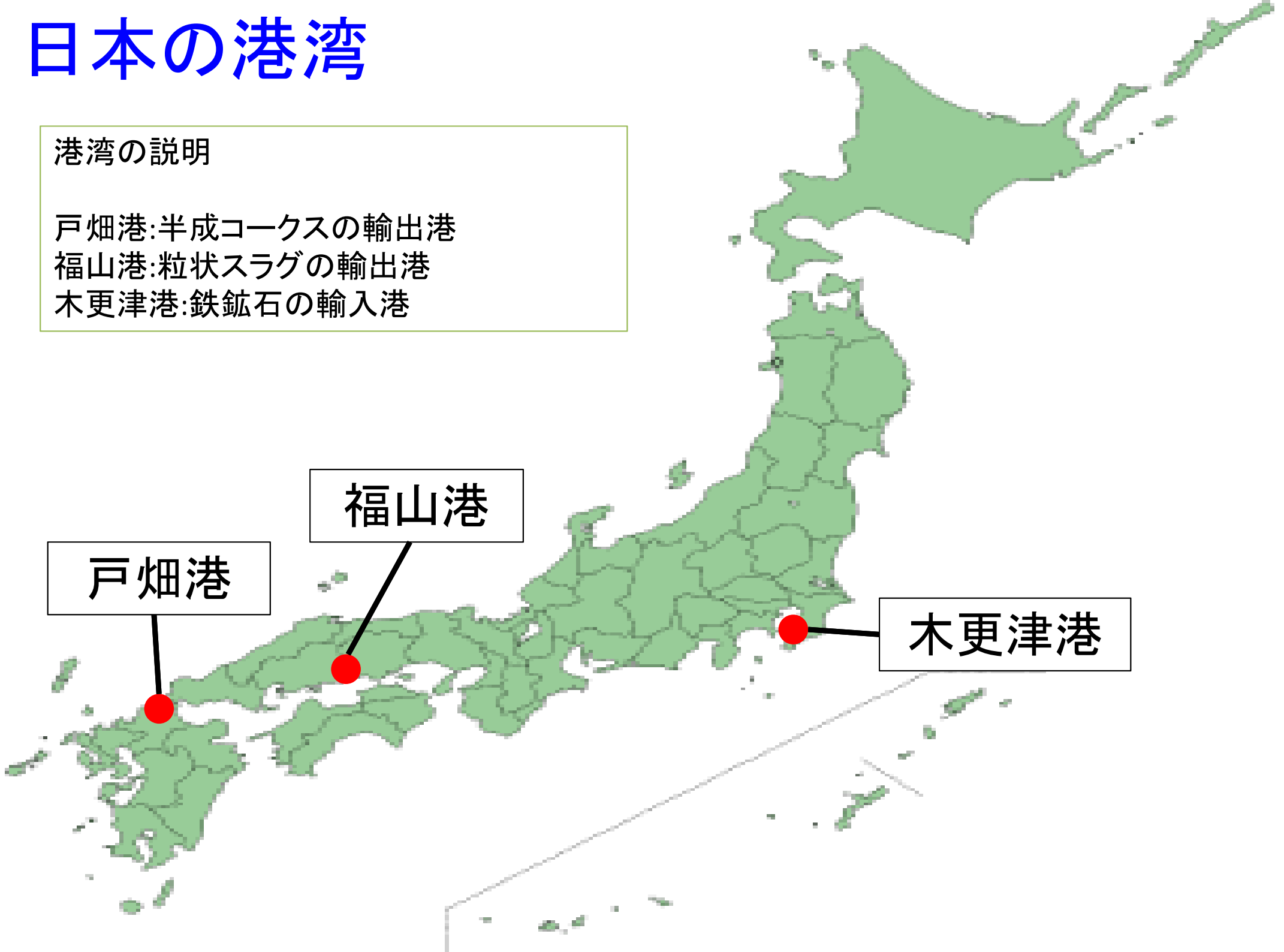
# 日本の港湾

## 港湾の説明

戸畑港:半成コークスの輸出港

福山港:粒状スラグの輸出港

木更津港:鉄鉱石の輸入港

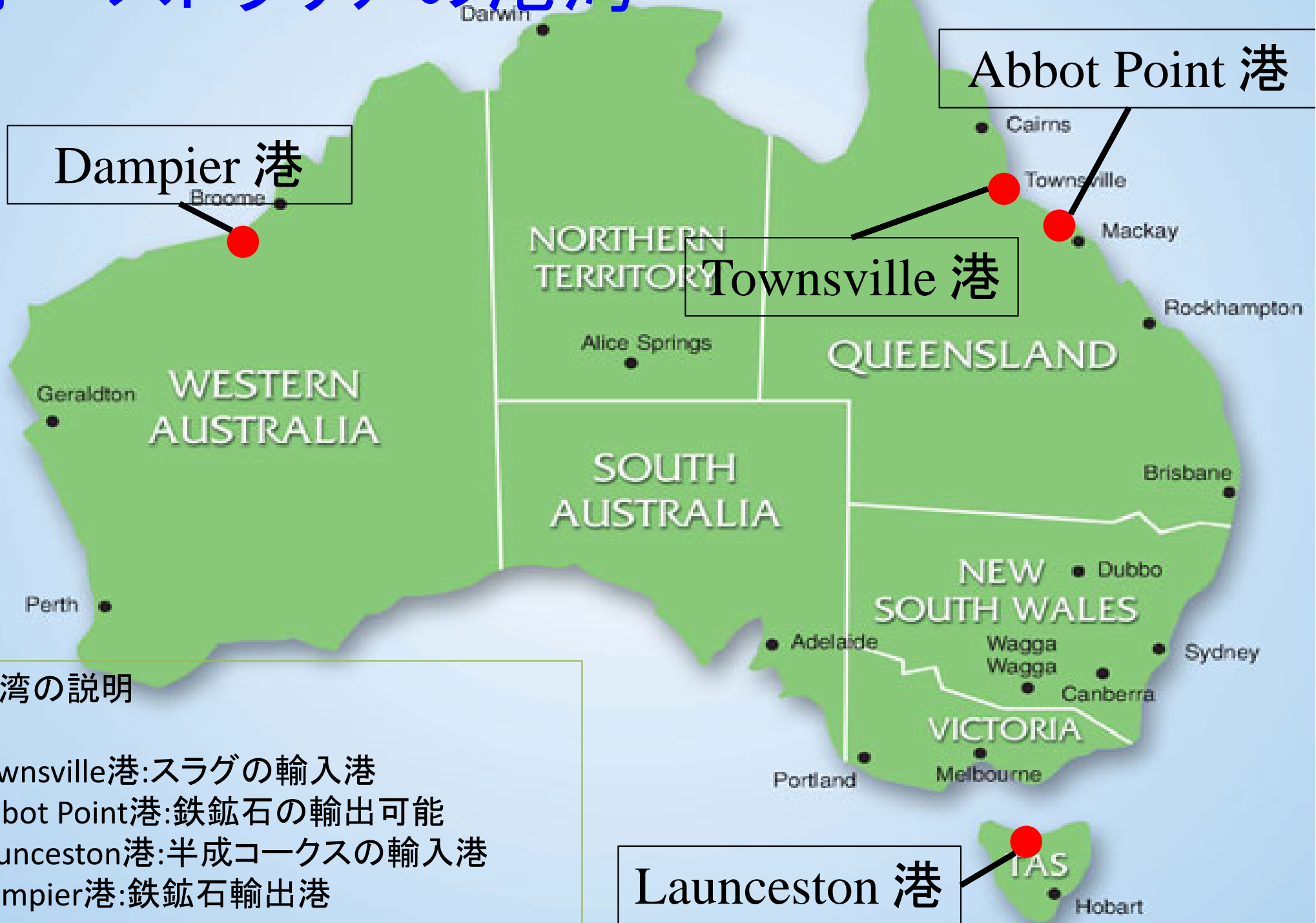


戸畑港

福山港

木更津港

# オーストラリアの港湾



## 港湾の説明

- Townsville港:スラグの輸入港
- Abbot Point港:鉄鉱石の輸出可能
- Launceston港:半成コークスの輸入港
- Dampier港:鉄鉱石輸出港

Launceston 港



## 船舶からの二酸化炭素排出量の算出方法

$$Y=X \cdot D$$

Y:二酸化炭素排出量(t-CO<sub>2</sub>)

X:船舶の二酸化炭素排出原単位(t-CO<sub>2</sub>/Km)

D:総航海距離(Km)

## 削減された二酸化炭素排出量の算出方法

$$Z=Y1-Y2$$

Z:削減された二酸化炭素排出量(t-CO<sub>2</sub>)

Y1:片荷輸送を抑制しない場合の二酸化炭素排出量(t-CO<sub>2</sub>)

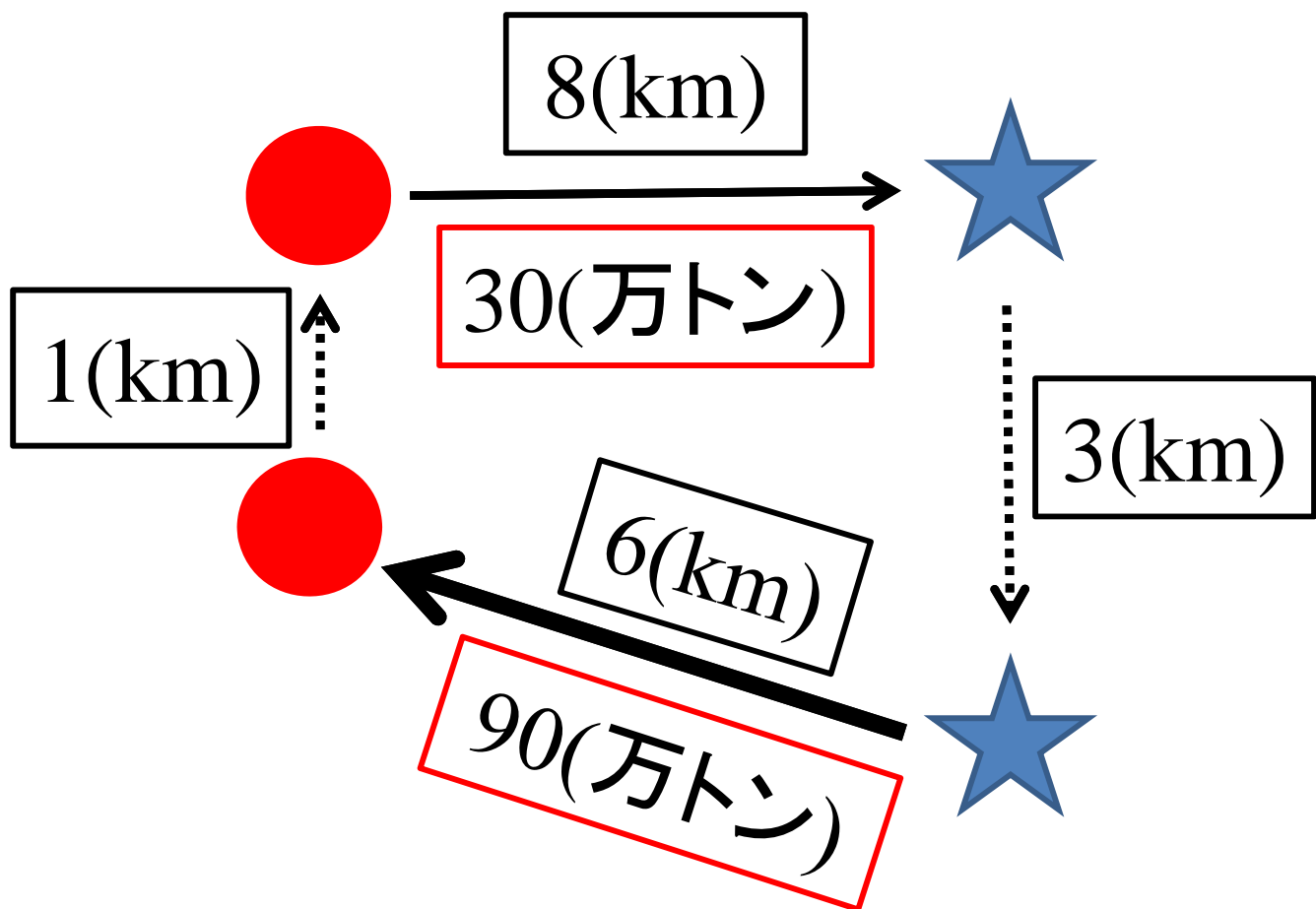
Y2:片荷輸送を抑制した場合の二酸化炭素排出量(t-CO<sub>2</sub>)

# 片荷輸送の抑制に適した輸送方法

同じ貨物・港湾を使用する場合であっても貨物の重量などの条件によって二酸化炭素排出量をより小さくする「輸送方法」が存在する。

以下の条件を設定し、二酸化炭素排出量を小さくする輸送方法を検討する。

輸送の状態図



図の説明

船舶のDWT(t):30万トン

距離 (km)	貨物量 (万トン)
------------	--------------

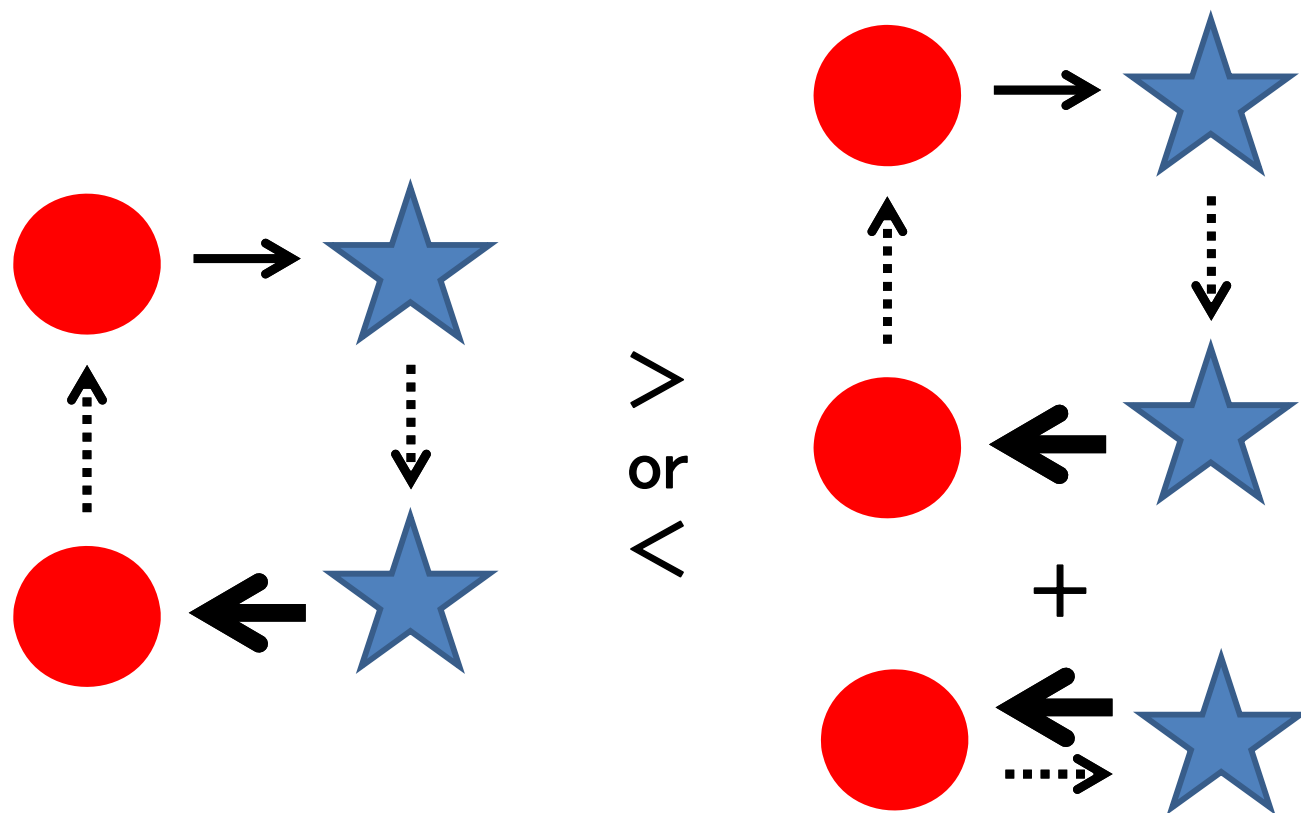
● 日本の港湾

★ オーストラリアの港湾

# 片荷輸送の抑制に適した輸送方法

## 輸送方法

片荷輸送を抑制する輸送方法(往復輸送)のみか往復輸送と片荷輸送を組み合わせて輸送を行う場合の削減効果を比較する。

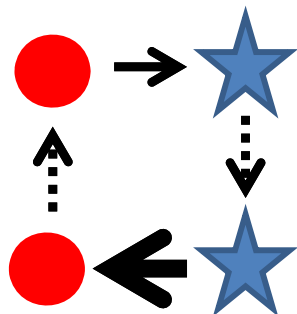


二酸化炭素排出量が小さい輸送方法を用いて  
今後、二酸化炭素排出量を算出する。

# 片荷輸送の抑制に適した輸送方法

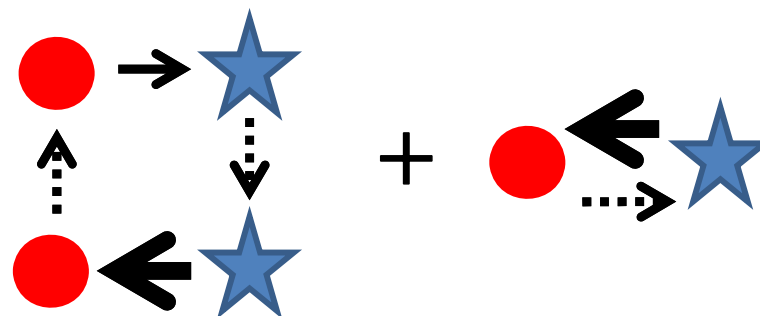
二酸化炭素排出量 $Y(\text{t-CO}_2)=\text{貨物量}/\text{DWT} \times \text{距離}(\text{km}) \times \text{二酸化炭素排出原単位}X(\text{t-CO}_2/\text{km})$

往復輸送のみの  
場合の二酸化炭素排出量



$$Y = (3 \times 18) X \\ = 54X$$

往復輸送と片荷輸送を組み合わせた  
場合の二酸化炭素排出量



$$Y = (1 \times 18 + 2 \times 12) X \\ = 42X$$

$$54X > 42X$$

となりこの場合、片荷輸送と往復輸送を組み合わせたほうが二酸化炭素排出量が小さくなる。

総輸送距離が小さくなる方が二酸化炭素排出量が少なくなる。

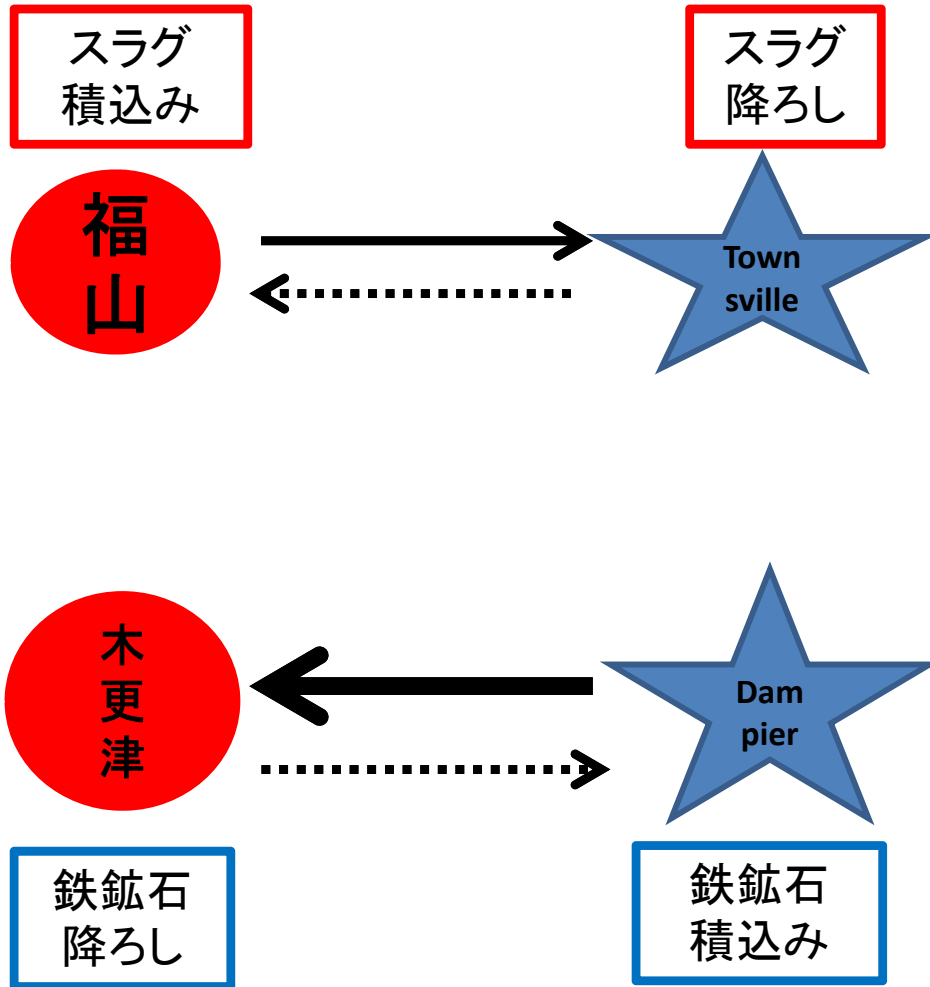
往路と復路の貨物量に大きな差がある場合、複合したほうが二酸化炭素排出量は小さい。

貨物量に差がない場合は往復輸送を行ったほうが二酸化炭素排出量は小さい。

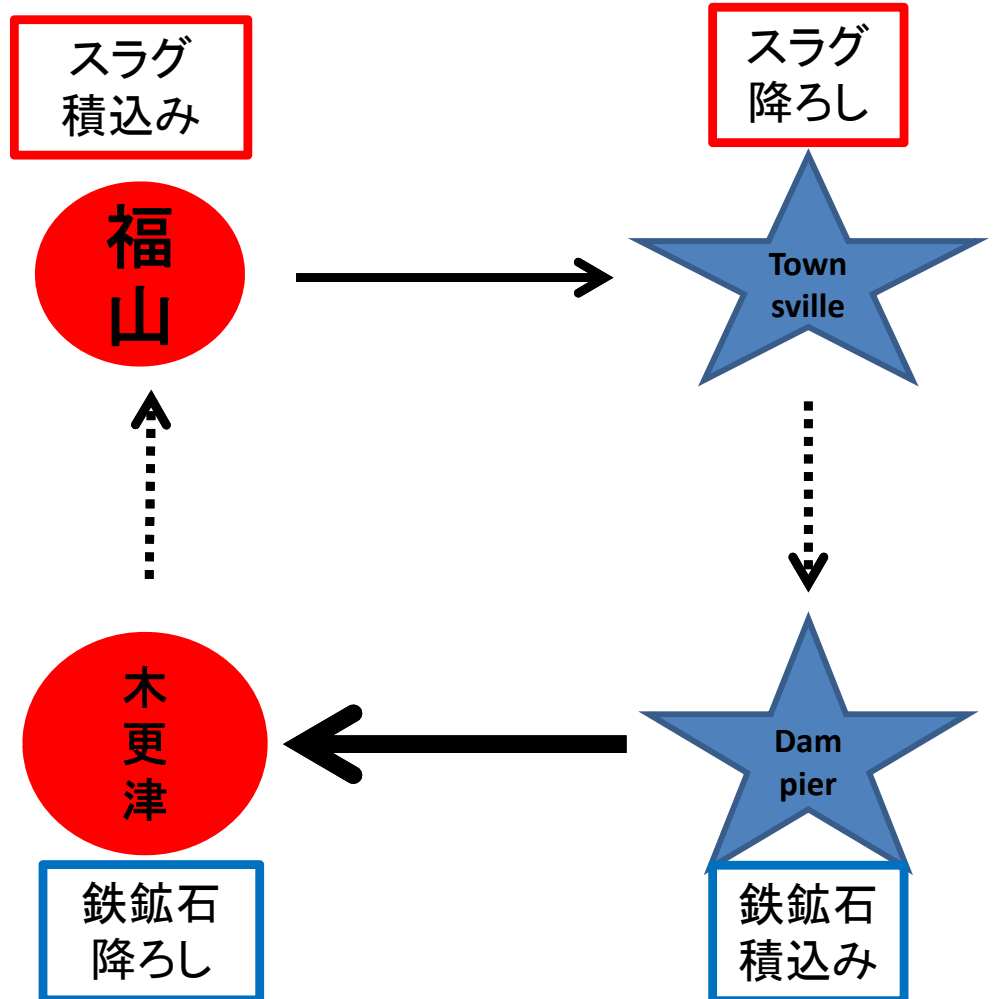
二酸化炭素排出量が小さくなる航路を  
本研究の対象航路として検討していく。

# 1.)日本の貨物1種類・豪州の貨物1種類の場合

片荷輸送を抑制なし

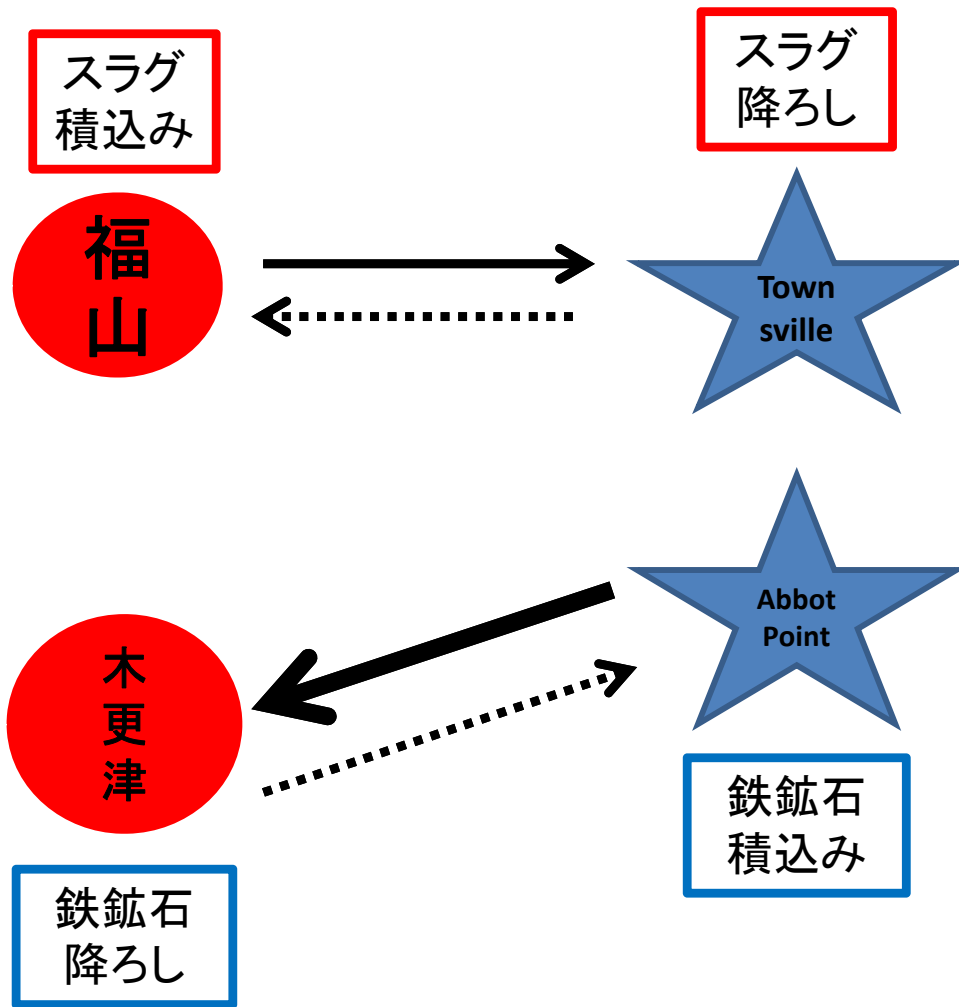


片荷輸送の抑制あり

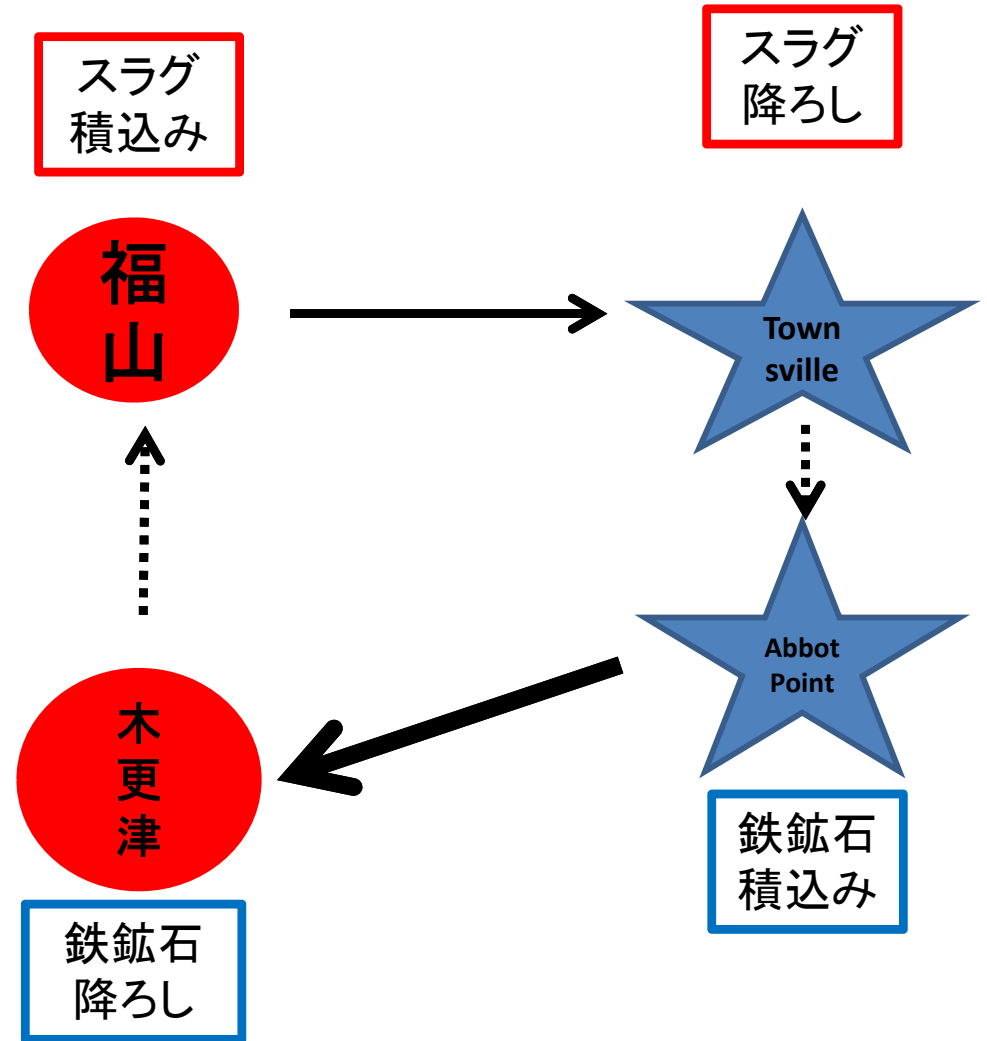


## 2.) 1.)の距離を縮めた場合

片荷輸送の抑制なし

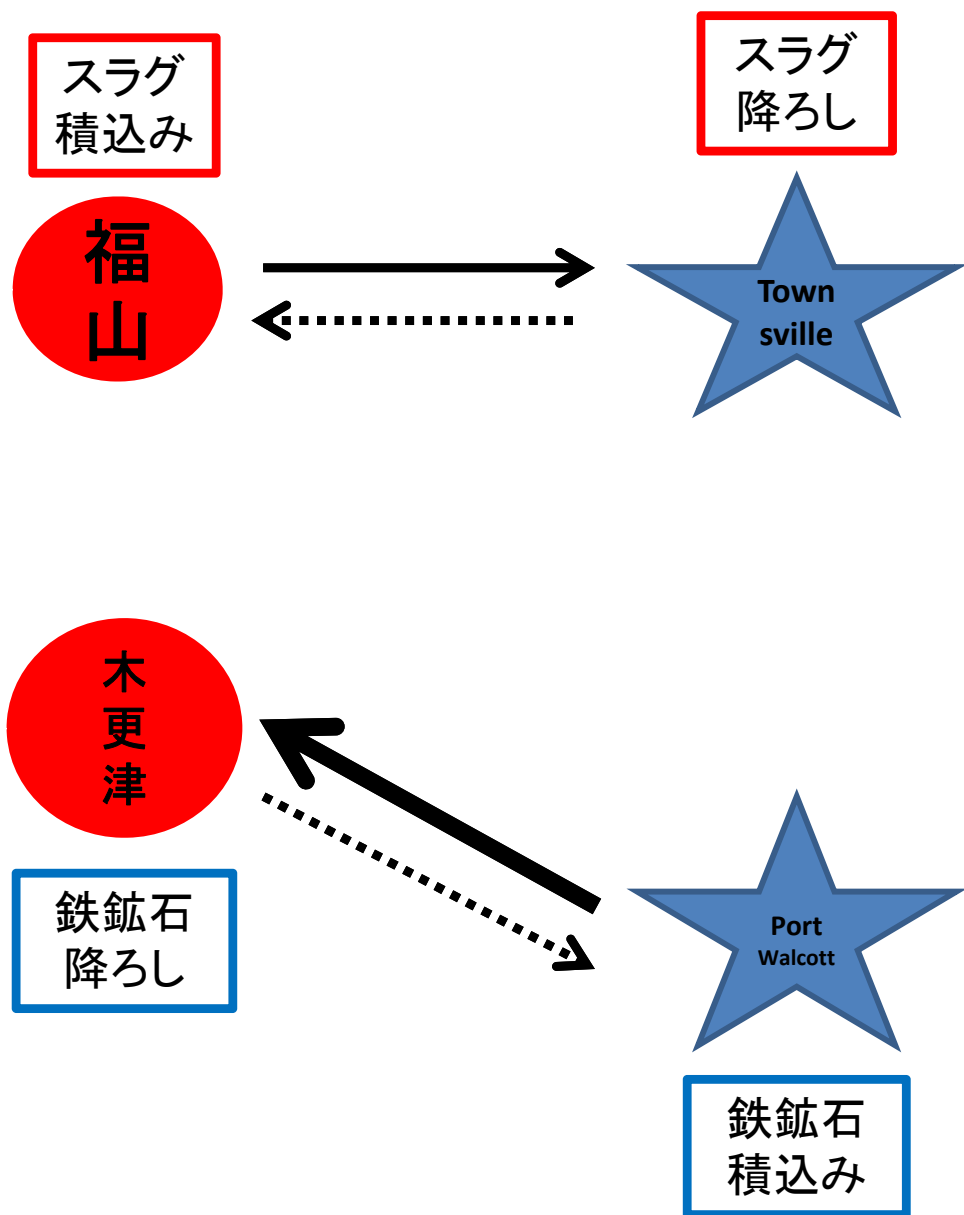


片荷輸送の抑制あり

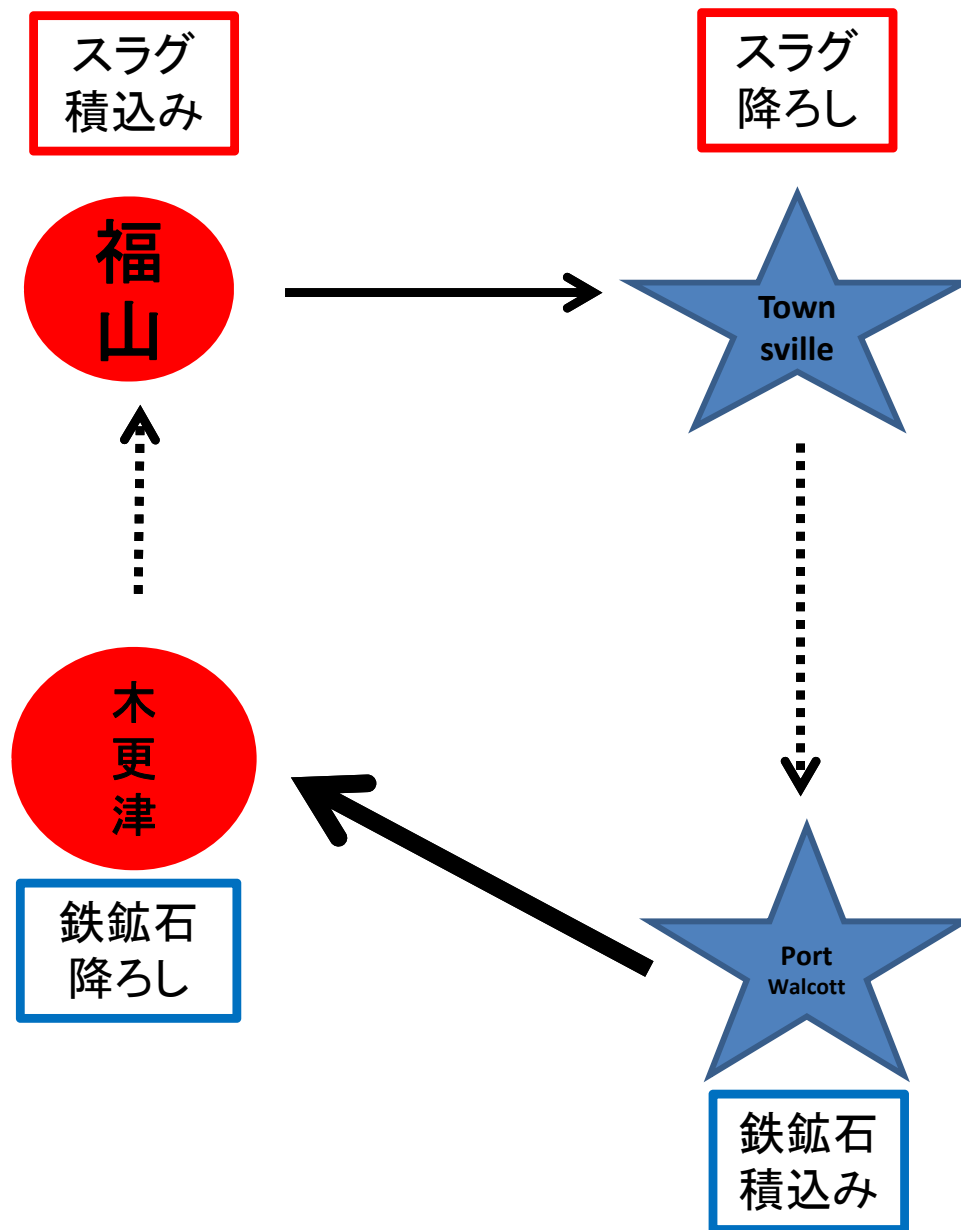


### 3.) 1.)の距離を伸ばした場合

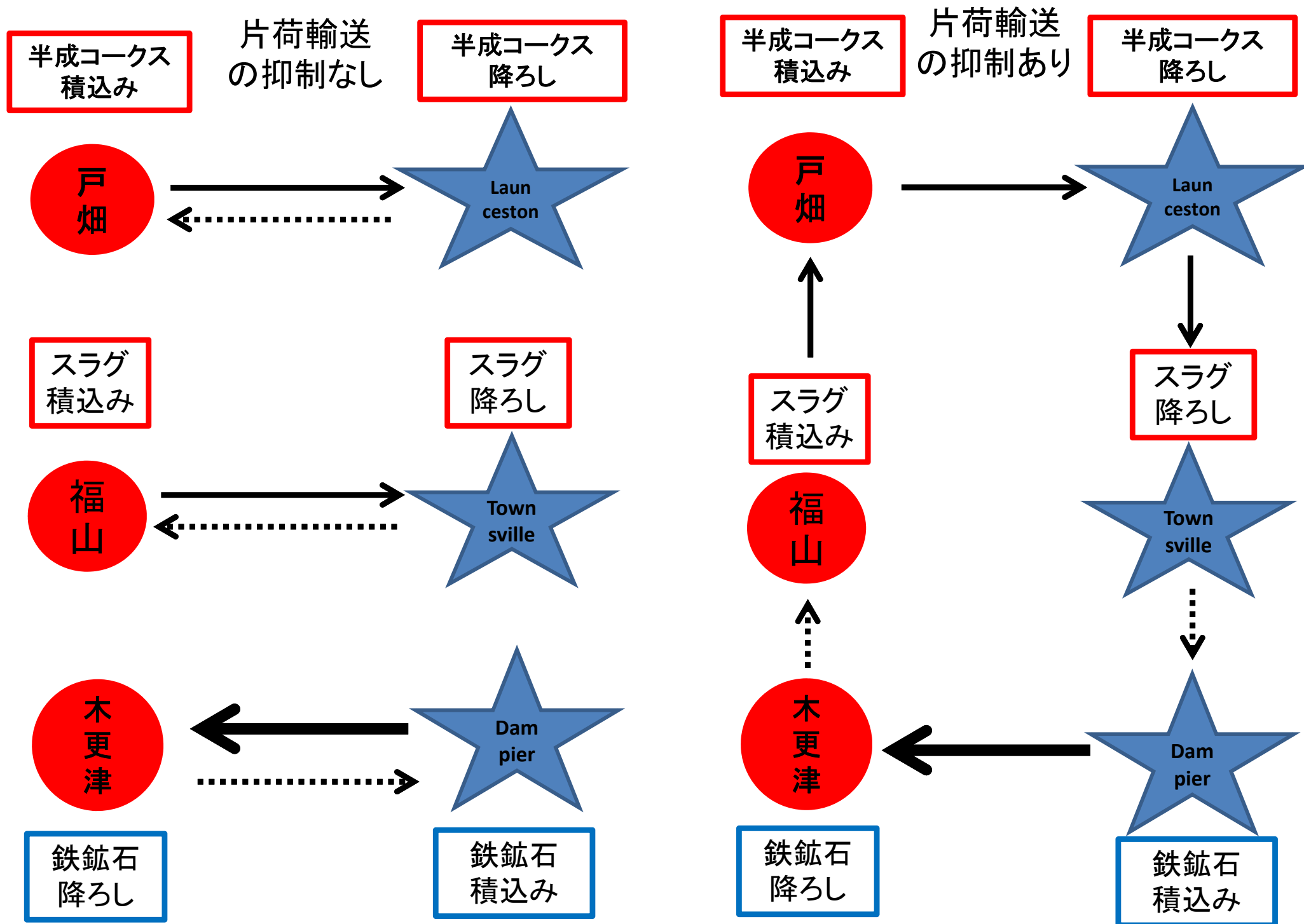
片荷輸送の抑制なし



片荷輸送の抑制あり



# 4.)日本の貨物2種類・豪州の貨物1種類の場合





# 本日のプレゼンテーションの流れ

1.片荷輸送とは

2.研究背景

3.研究目的

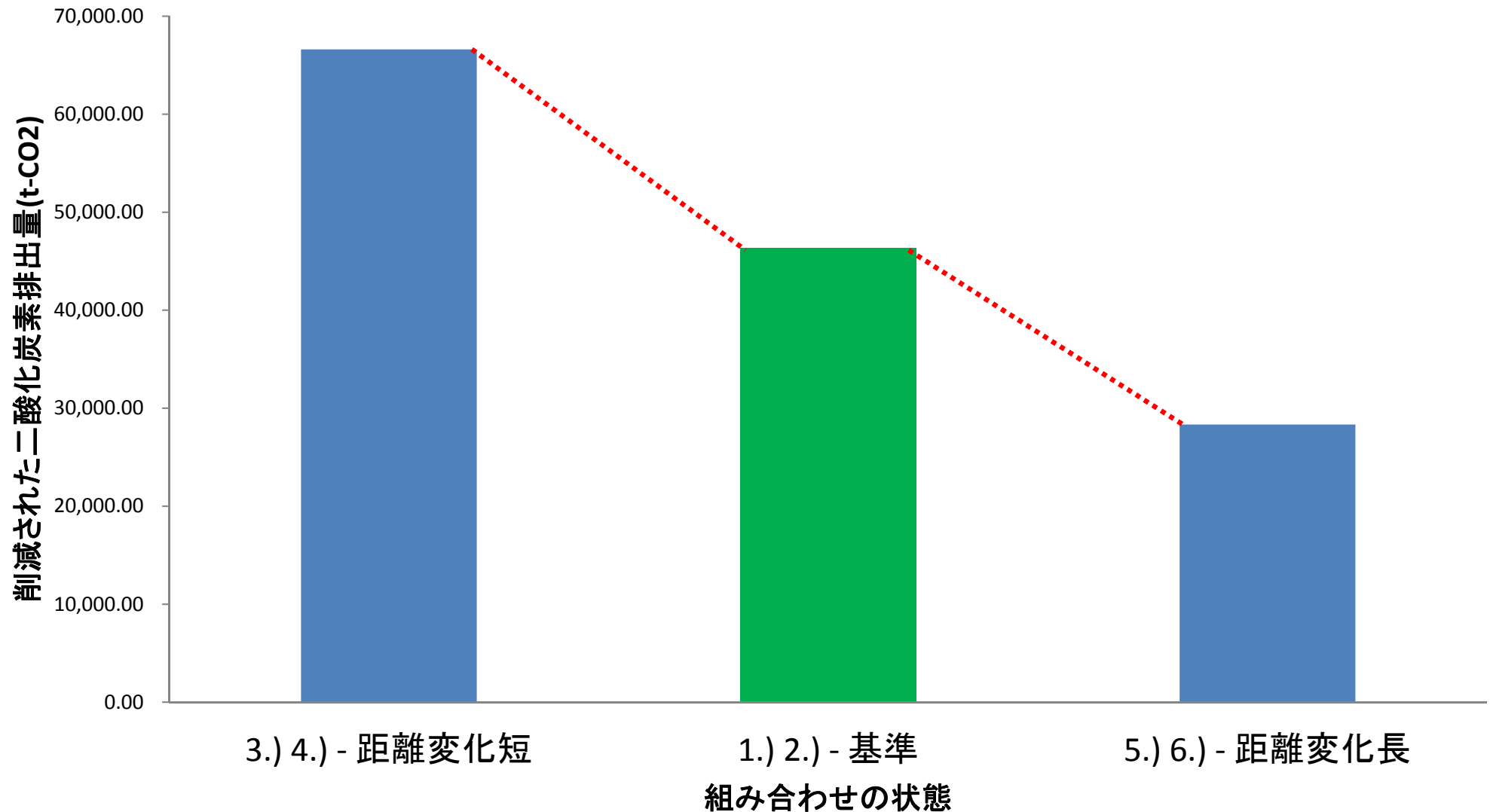
4.検討概要

**5.結果の検証**

6.研究のまとめと今後の課題

# 結果の検証

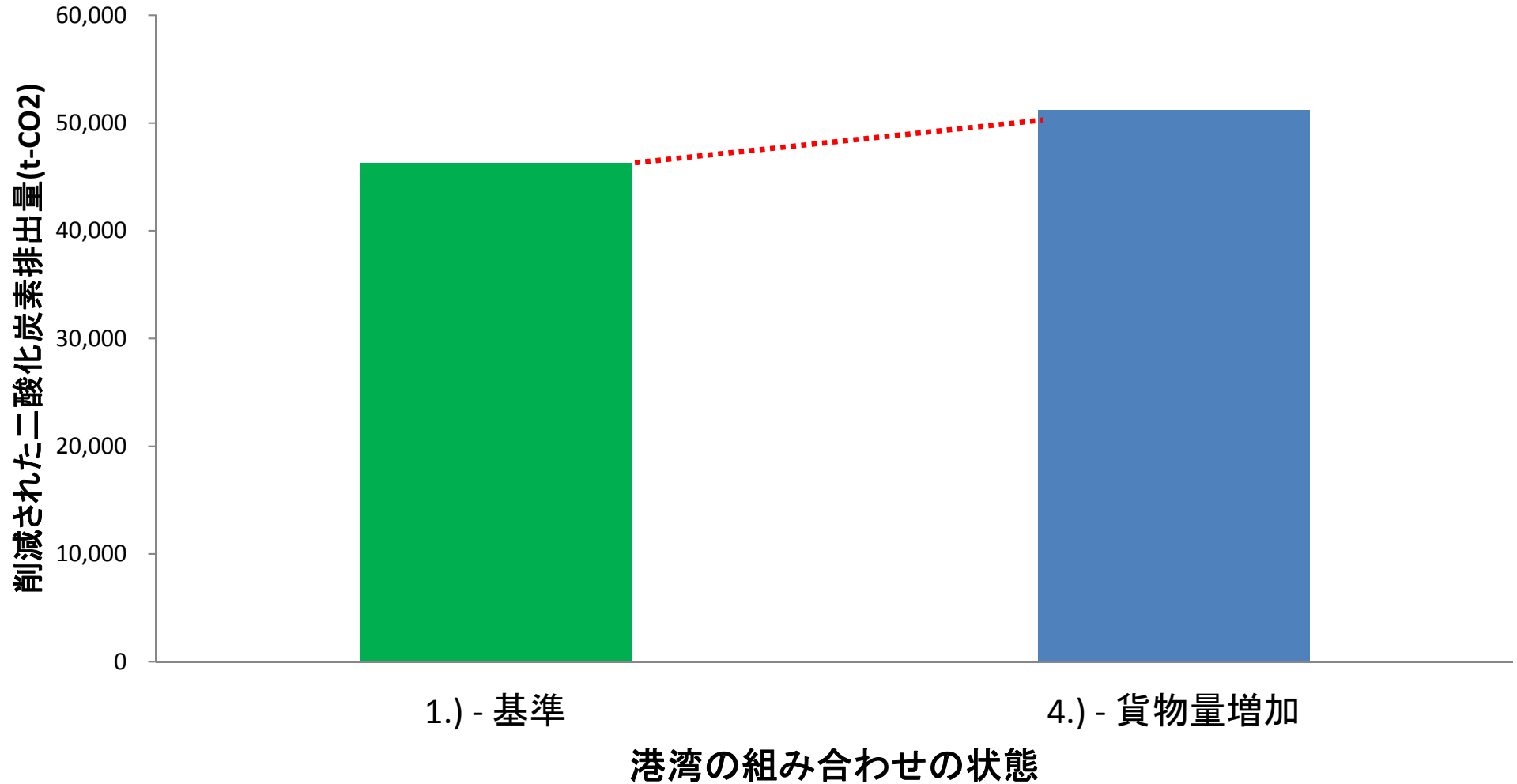
貨物を固定し港湾間距離が変化した場合



輸送距離が短くなると削減効果が大きくなると言える

# 結果の検証

取扱貨物を増やし港湾を増やす場合



貨物量が増えると削減効果が大きくなると言える

# 結果の検証

得られた削減効果はどの程度の価値が有るのか？



既存の省エネ航行の減速航行の効果とIMOで定めた新造船に対する二酸化炭素排出規制の基準値と比較する。

表：片荷輸送の抑制による削減効果

港湾の組み合わせ	削減量(t-CO <sub>2</sub> )	片荷輸送を抑制した場合の削減効果(%)
1.) - 基準	46,318.24	7.84
2.) - 基準より短距離	66,622.37	11.87
3.) - 基準より長距離	28,339.88	4.82
4.) - 貨物増加	51,254.28	8.55

総輸送距離を短くした場合や輸送する貨物量を増やした場合

**削減効果は10%前後**であることが分かった。

# 結果の検証

## 1.) 減速航行との比較

減速航行はコンテナ船などの**高速船**に対して効果的な手法である。  
コンテナ船に対する削減効果が**約10%**である。



片荷輸送の抑制は、減速航行と**同程度**の環境負荷低減効果を有している。



これは、**低速のバルク船**における削減効果である。  
片荷輸送の抑制は**低速船に対して特に有効的な手法**と言える。

## 2.) 新造船に対する二酸化炭素排出規制の基準値との比較

IMOが規定した、2015年以降に建造される新造船に対する  
二酸化炭素排出量規制は**10%**である。



片荷輸送の抑制は、この排出量規制と**同程度**の環境負荷低減効果を有している。

# 本日のプレゼンテーションの流れ

1.片荷輸送とは

2.研究背景

3.研究目的

4.検討概要

5.結果の検証

6.研究のまとめと今後の課題

# 研究のまとめと今後の課題

片荷輸送の抑制は海洋への環境負荷低減の手法の一つとして有効な手段となる可能性がある。



片荷輸送の抑制についてより詳細な検討を行なっていく価値があることが分かった。



- ・片荷輸送の抑制によって抑えることの出来るコストの算出  
(例: 人件費、燃料費、港湾使用料等)
- ・片荷輸送の抑制をより効率的に行うことが出来る貨物・港湾の組み合わせの検討

ご清聴ありがとうございました