

GHG削減と国際物流の動向

海上技術安全研究所
知識・データシステム系
データシステムグループ
上席研究員 小坂浩之

発表内容

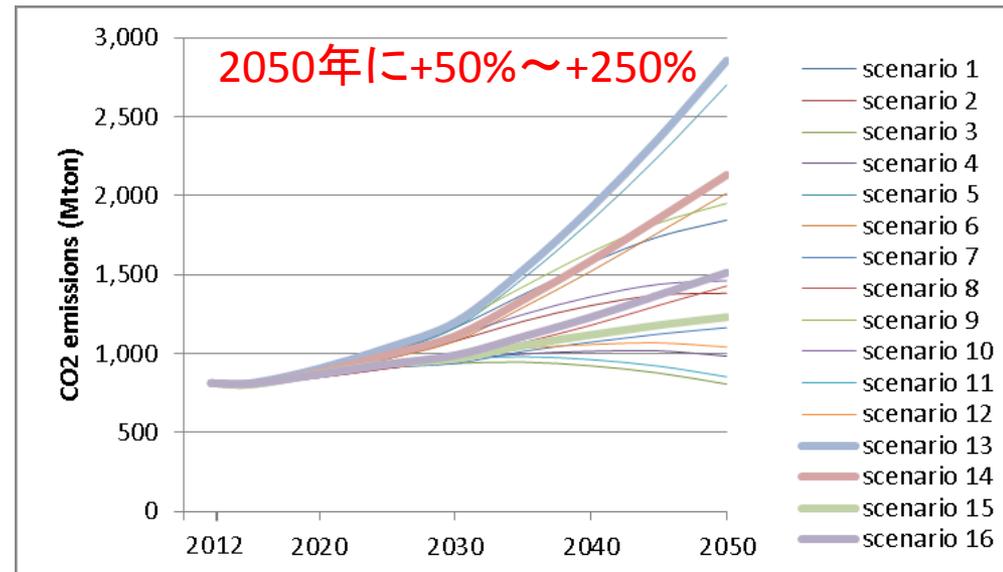
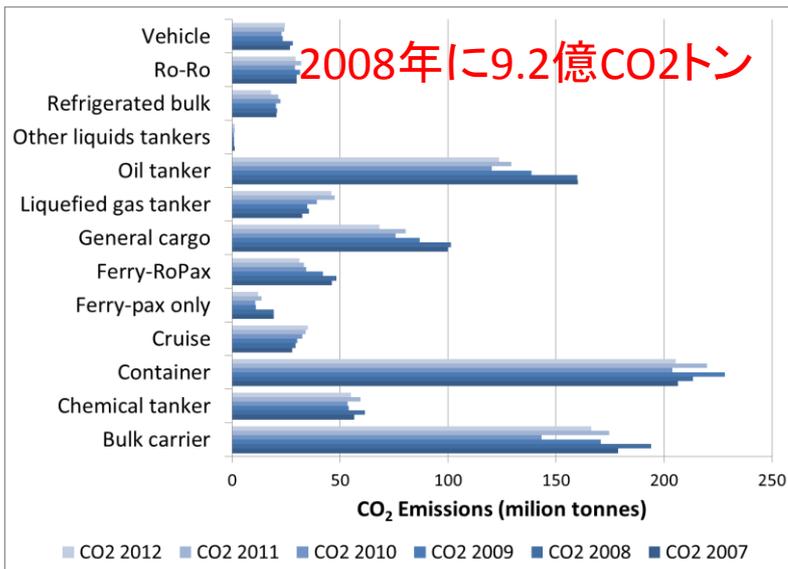
- IMO GHG Studyのレビュー
CO2排出、ボトムアップアプローチ、減速運航等に着目
- 国際輸送コストと減速運航
北米西岸コンテナ航路の事例
- 国際海運のCO2排出量のシミュレーション
IMO GHG Studyの再現・モデル化
- 発表のまとめと今後の発展

IMO GHG Studyのレビュー

3rd IMO GHG Studyの概要(1)

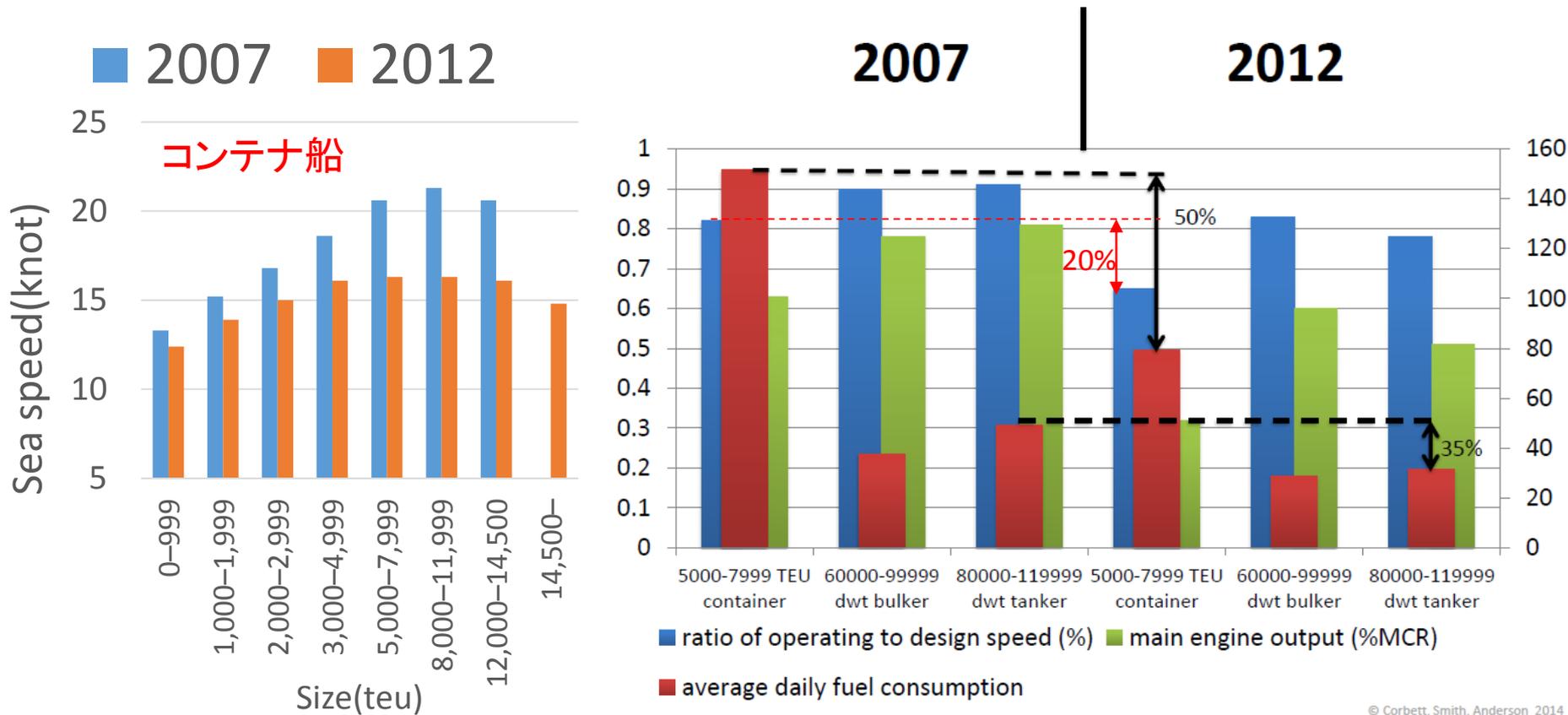
国際海運CO₂排出量のボトムアップアプローチに着目すると

- CO₂排出量のインベントリーデータの作成
2007～2012年、53船種・船型、減速運航、AISの活用
- 将来シミュレーション
2012～2050年、IPCC社会経済、LNG・ECA導入等のシナリオ



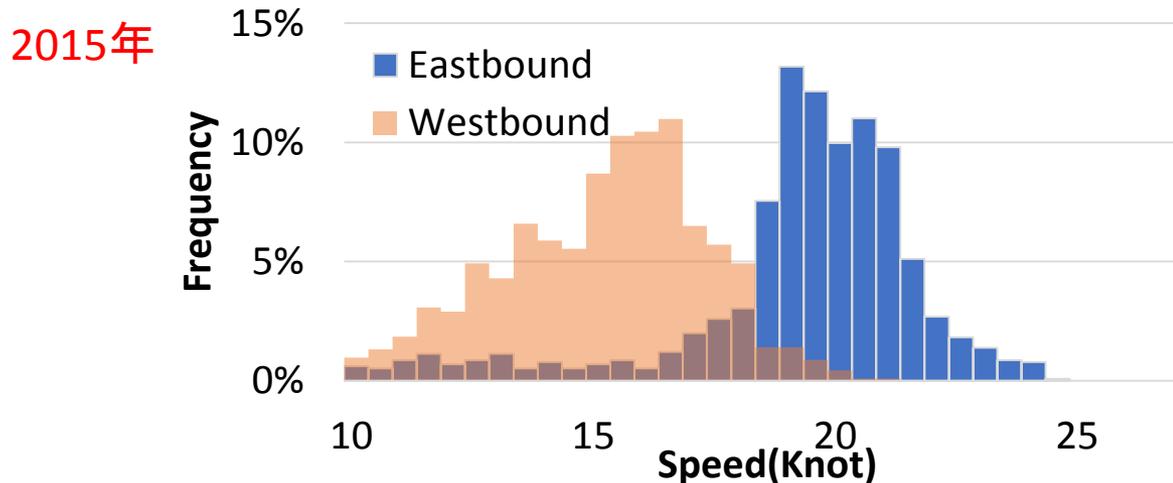
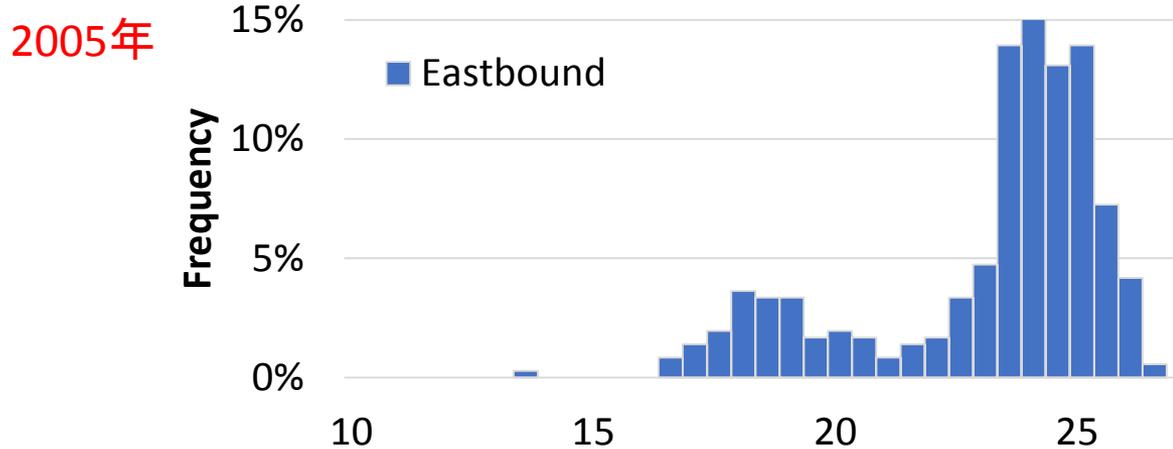
3rd IMO GHG Studyの概要(2)

減速運航と燃料消費量



減速運航（北米西岸航路）

- LMIU(2005年)とLLI(2015年)の船舶動静データを使用
- 北米西岸航路を対象に船舶動静データの港湾の入出港日時より算出



国際輸送コストと減速運航

国際輸送コストの既存研究

- 既存研究 Hummels(2007)
20世紀後半の国際輸送の変化
→ 輸送コストの減少
(1970年代～2000年代のデータ解析に基づく)

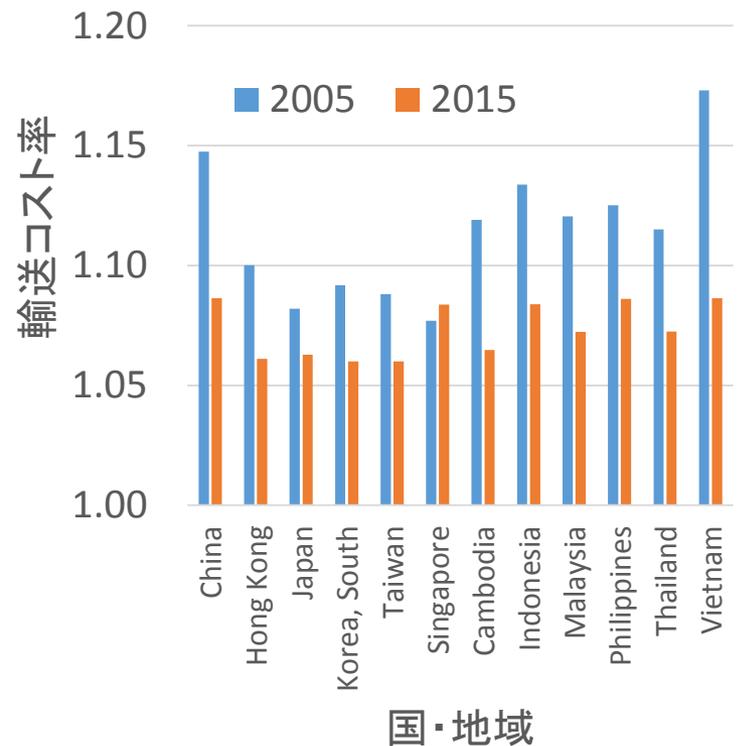
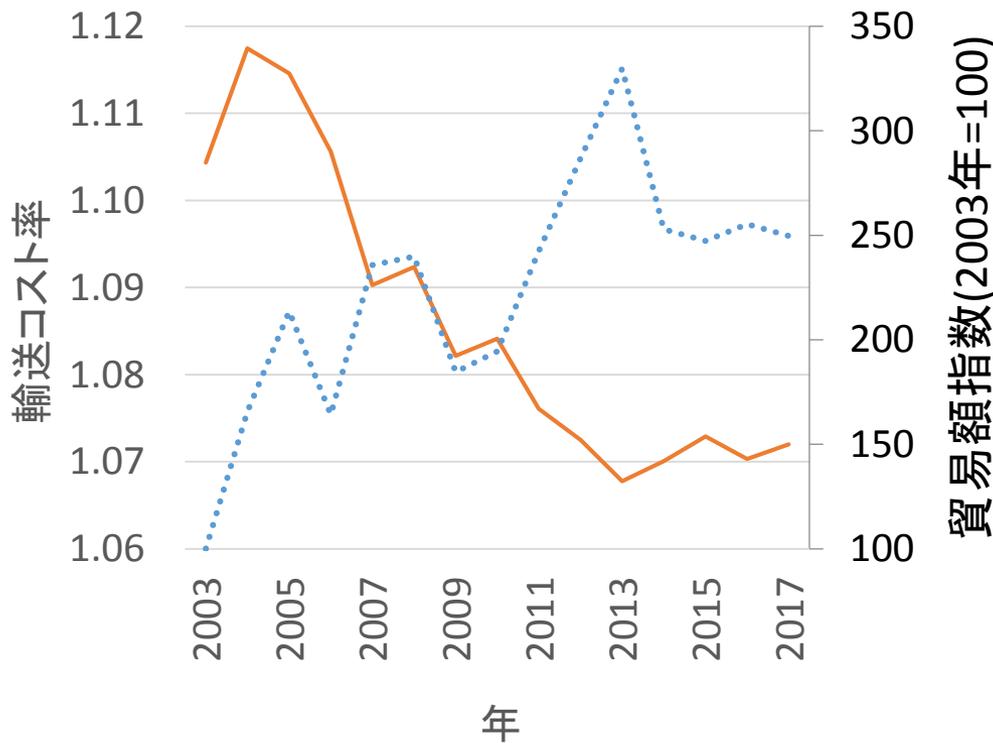
国際海運

- コンテナ輸送という革新技術の出現
しかし、国際航空に比べ輸送コストの劇的な減少はない

- 本発表では、近年の減速運航の輸送コストに与える影響を考察

国際輸送コストの動向 (北米西岸航路・Eastbound)

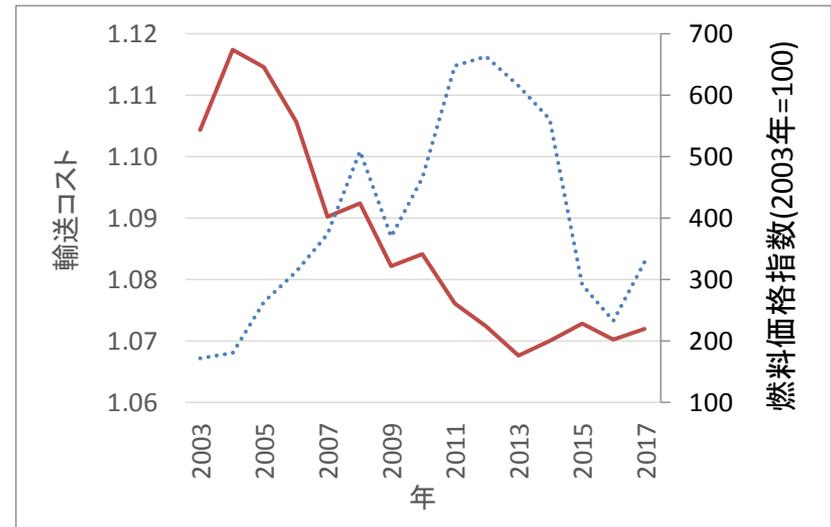
- 2003～2017年の米国貿易統計 (USA Trade Online) を利用
- 対象: ロサンゼルス／シアトル／サンフランシスコ税関における輸入コンテナ
アジア13カ国・地域の輸出
- 輸送コストは、輸入貿易額に占める運賃と保険料の比率 (輸送コスト率) として解析



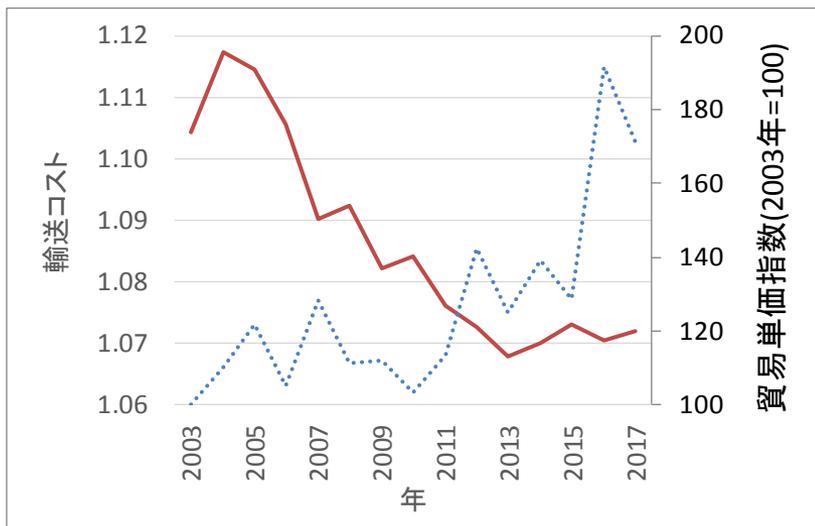
国際輸送コストの解析① (北米西岸航路・Eastbound)

- 燃料価格: Clarkson
- 輸送距離: Marine Traffic, Voyage Planner Beta
NMRI/OC, Liner Viewer

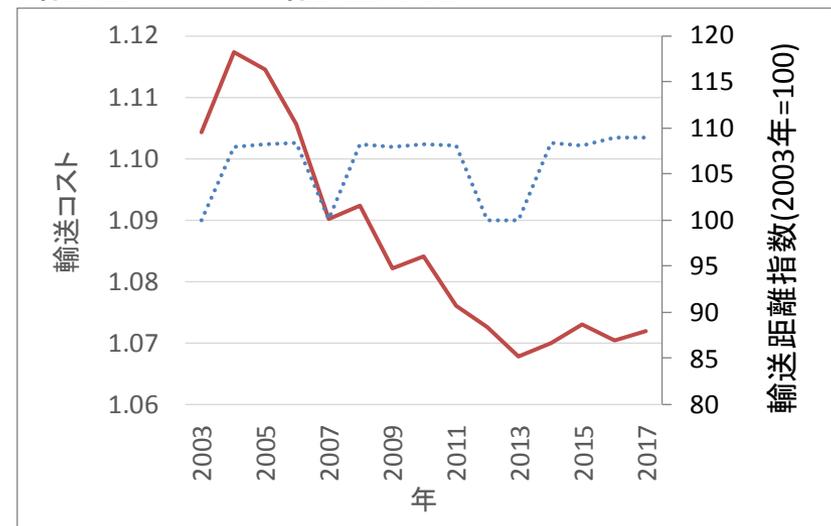
輸送コストと燃料価格



輸送コストと貿易単価



輸送コストと輸送距離

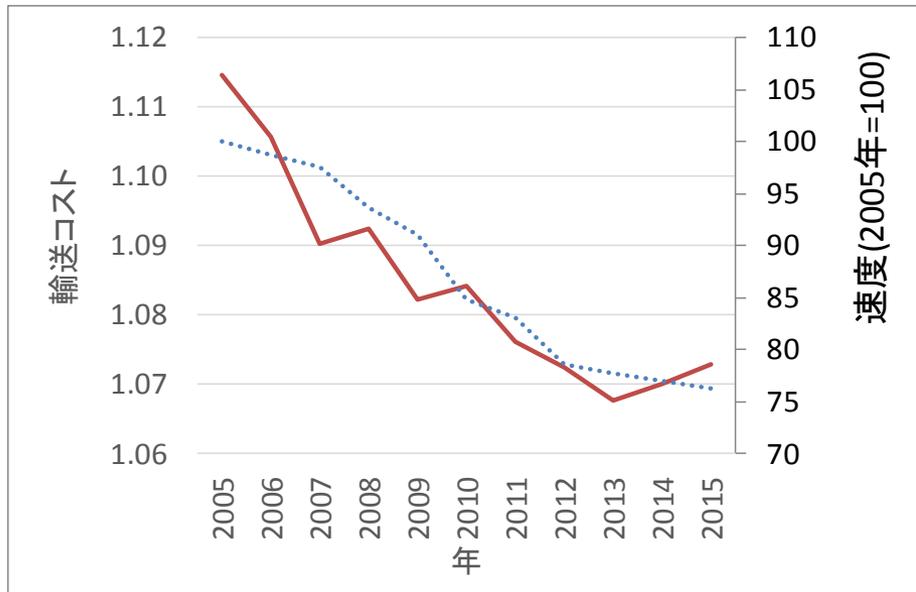


国際輸送コストの解析② (北米西岸航路・Eastbound)

- 2005～2015年の米国貿易統計を利用し、回帰分析によって減速運航の影響を分析

輸送コストと速度

速度はIMO GHG Study等に基づく



輸送コストの決定要因の分析

被説明変数: 輸送コスト、変数は対数化

説明変数	既存研究 Hummels(2007)	本発表 model1
貿易単価	-0.410 **	-0.023 *** (-98.5)
燃料価格	0.327 **	
輸送距離	0.151 **	0.011 *** (6.7)
速度		0.072 *** (24.0)
コンテナ化率	-0.029 **	
データ数	763,997	60,453
R2	0.37	0.16

()内:t値、***:p<0.1%、** :p<1%、* :p<5%

国際海運のCO2排出量の シミュレーション

IMO GHG Studyのモデル化による再現

- IMO GHG Studyを再現するための簡易なモデルを作成
- 新造船と既存船に分離してCO2削減策の影響を分析(船舶の船齢分布、残存率を設定)

主な仮定と前提条件

- ① i 年の船腹量 F_i は、前年の貨物輸送需要 Q_{i-1} に、前年からの貨物輸送需要の増加分 Δq_i を加えた $Q_{i-1} + \Delta q_i$ に対して、 i 年の需給率 C_i を満たすように決定される。

需給率 C_i は Q_i / F_i で定義。

- ② i 年の新規建造量 N_i は、船腹量 F_i と前年の船腹量 F_{i-1} の差とする。
- ③ N_i が負である場合(ΔQ_i が負である場合)は $N_i=0$ として、需給率 C_i を満たすように、船舶数 F_{i-1} において船舶数 $(F_{i-1} - F_i)$ が解撤される。この $F_{i-1} - F_i$ の値は、下記の代替建造量とは独立である。
- ④ i 年の代替建造量 R_i は、 $i-1$ 年の船舶数 F_{i-1} から船齢別に一定の比率 D_{ij} (解撤率 $=1 -$ 残存率)で解撤される船舶数とする。

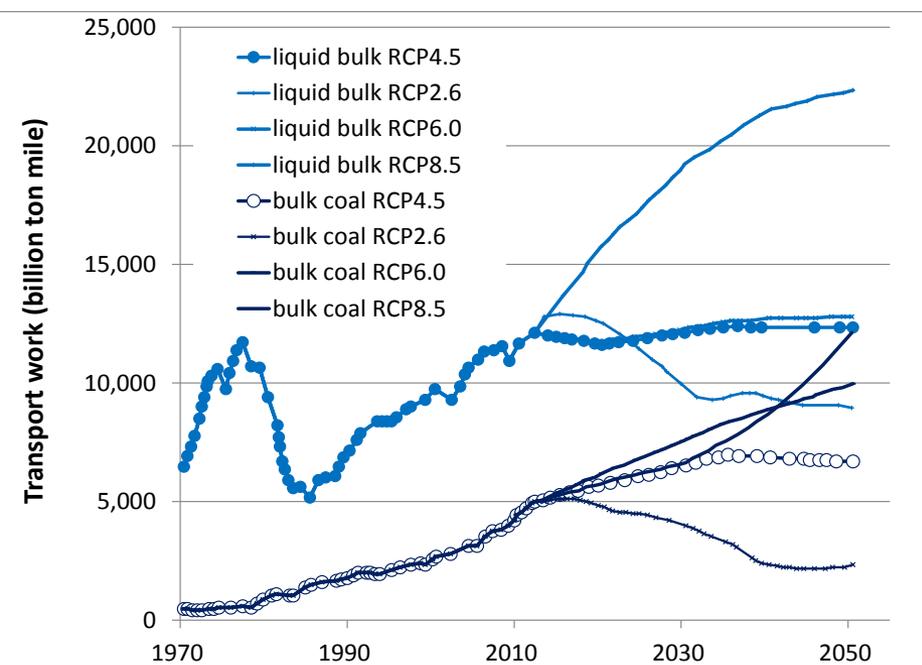
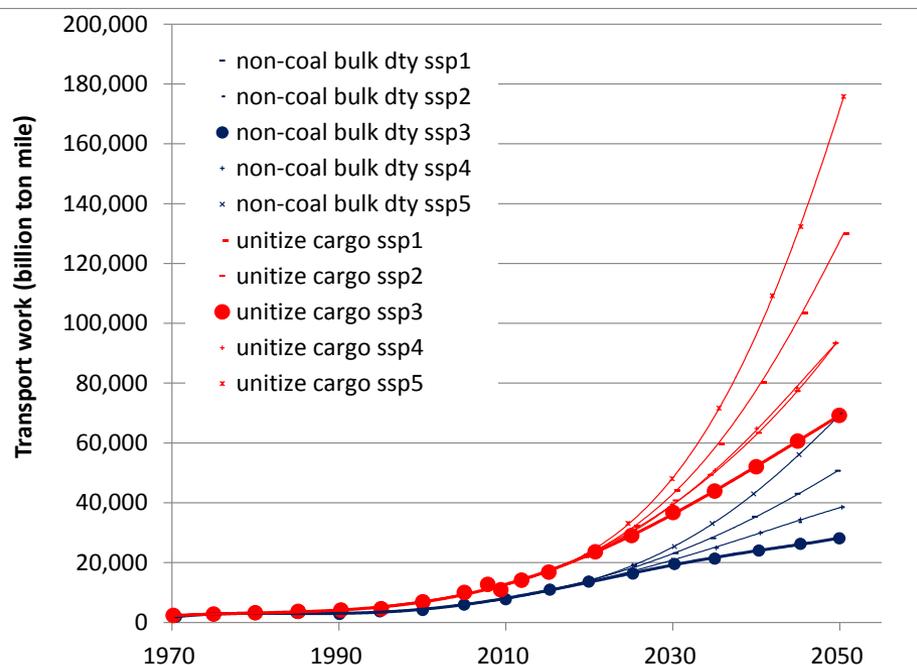
IMO GHG Study Scenario 15の検討(1)

- IMO GHG StudyのScenario 15の内容を整理し、モデルを使用して将来予測を再現
- Scenario 15: RCP4.5, SSP3 ~ RCP(代表的濃度パス)、SSP(社会経済シナリオ)

Scenario 15の主な内容

① 貨物輸送需要(2007年100)

2050年 コンテナ(800)、石炭(165)、その他バルク貨物(480)、石油(90)



IMO GHG Study Scenario 15の検討(2)

Scenario 15の主な内容

② 船種サイズ別の需給率(2012年100)

2050年 コンテナ船(118)、バルカー(104)、タンカー(125) 等

③ 船種サイズ別の燃費(2012年100)

EEDI規制

2020年 コンテナ船・バルカー・タンカー(82)

2025年以降 コンテナ船・バルカー・タンカー(77.5)

④ SEEMP等の運航効率改善(2012年100)

2030年以降、段階的に2050年 コンテナ船・バルカー・タンカー(82.5)

⑤ LNG燃料使用率

2020年 2%

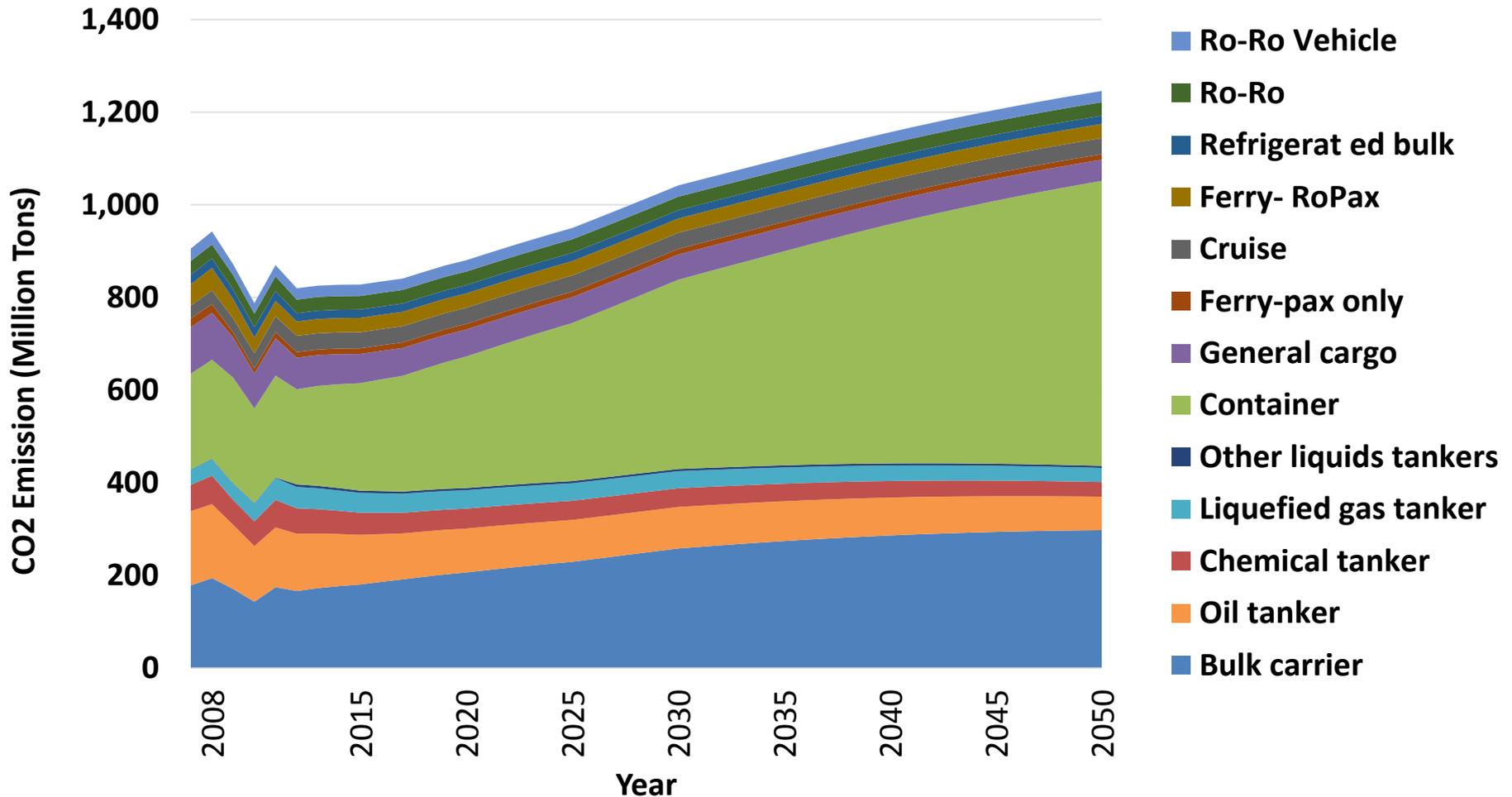
2030年 4%

2050年 8%

⑥ 減速運航 2012年レベル

IMO GHG Study Scenario 15の再現(1)

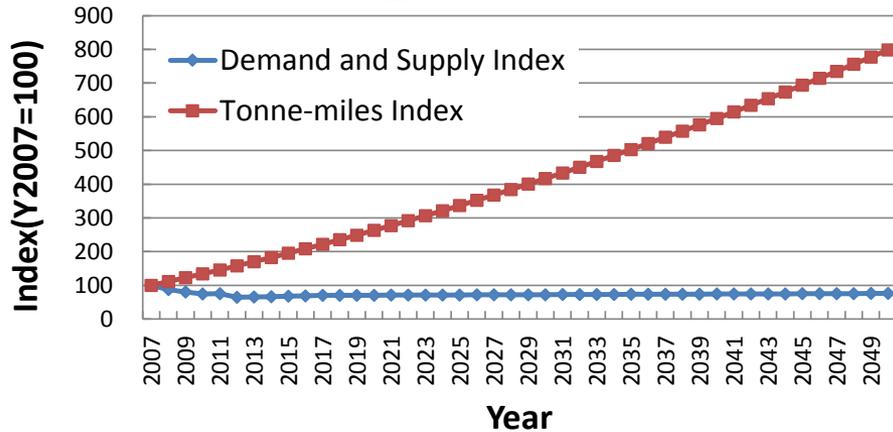
船種別のCO2排出量



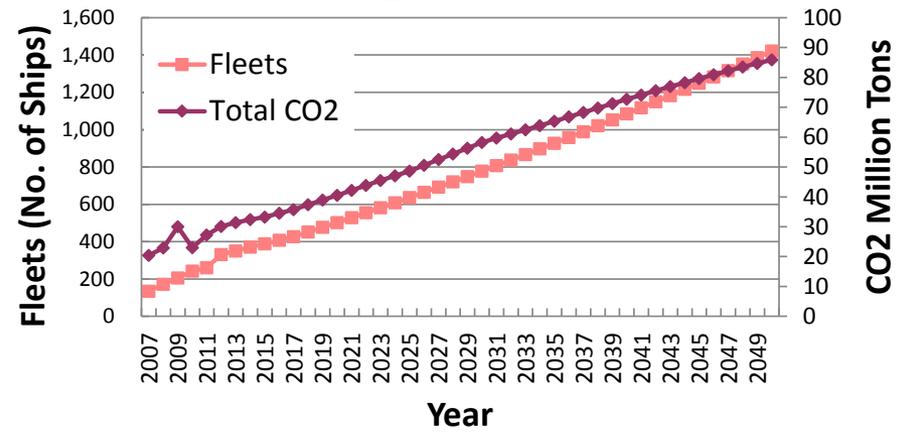
IMO GHG Study Scenario 15の再現(2)

船齢分布等を考慮した船舶数とCO2排出量の予測例

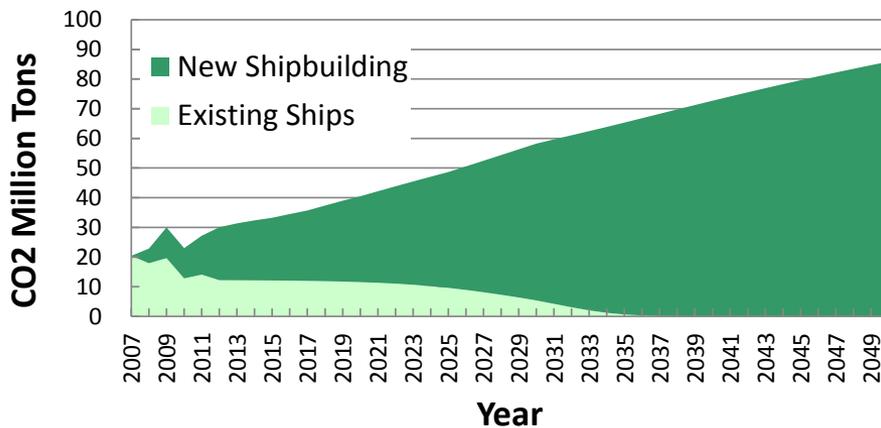
Container_8,000-11,999 teu



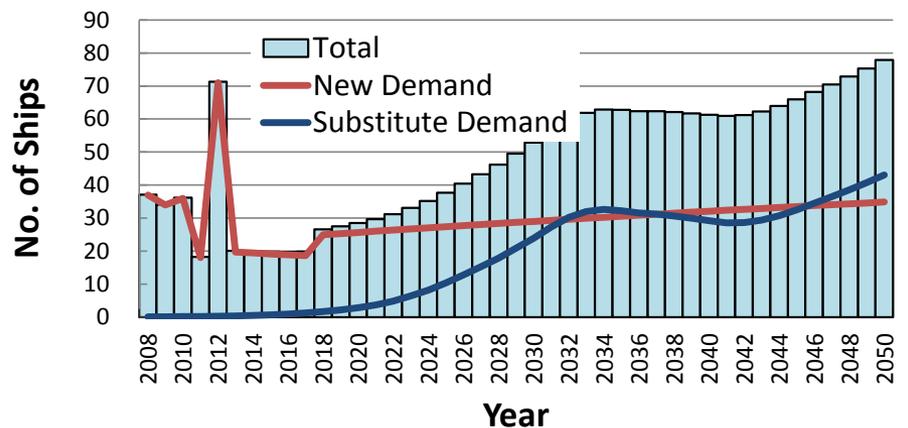
Container_8,000-11,999 teu



Container_8,000-11,999 teu

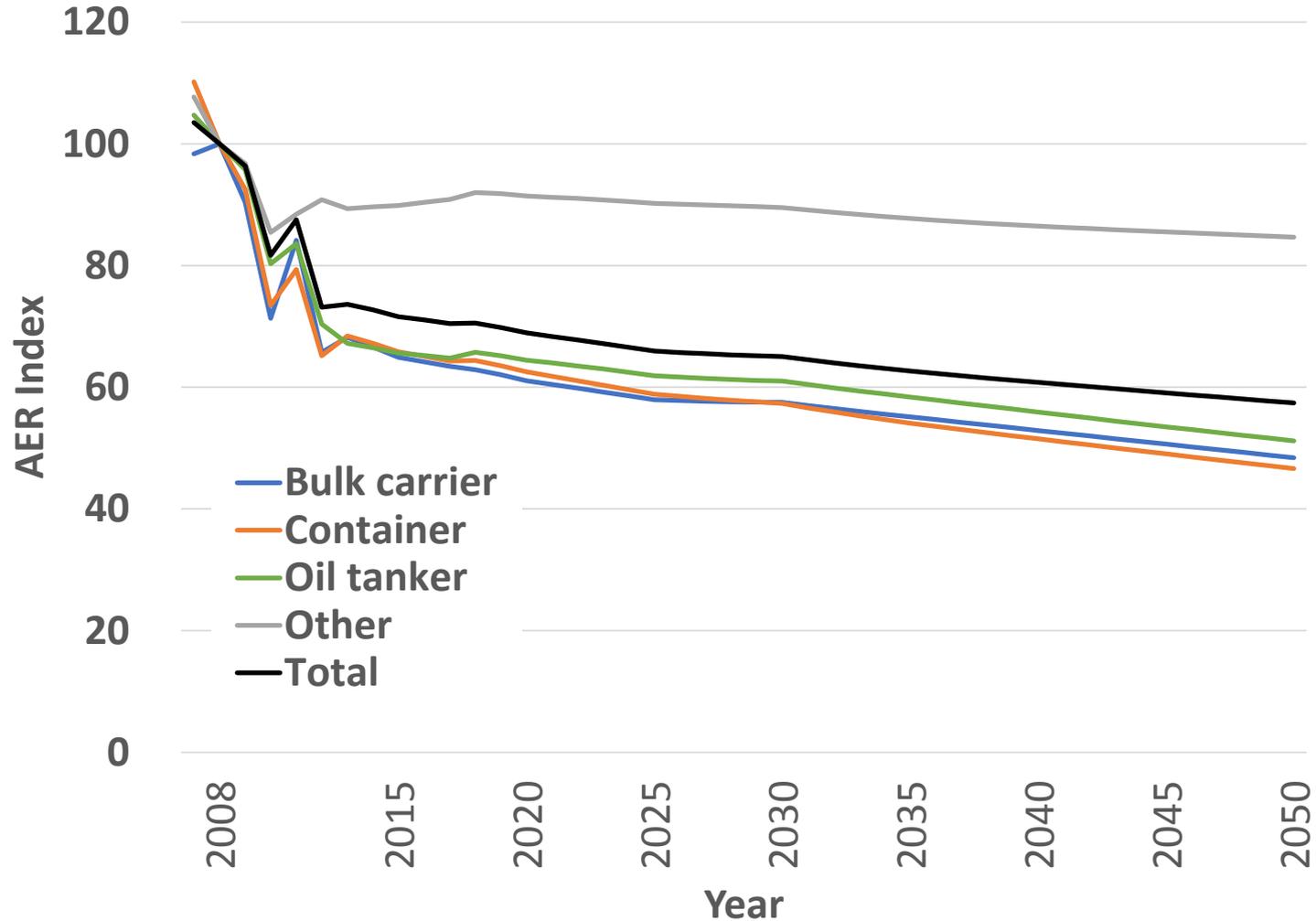


Container_8,000-11,999 teu



国際海運の効率改善 (Scenario 15)

AER: DWTベースのトンマイルあたりCO2排出量



発表のまとめと今後の展開

発表のまとめ

- 減速運航により輸送コストが減少

輸送コスト: 貿易額に対する運賃保険料の割合

北米コンテナ航路での資産

: 1%の減速運航は0.07%の輸送コストの減少

- シミュレーション結果

GHG戦略の短期目標(2030年): 2008年基準で2030年までに効率40%改善

IMO GHG Studyに基づくシミュレーション(Scenario 15)の実施

コンテナ船、バルカー、石油タンカーでは、

- ・需給率の向上 -5%~-25%

- ・EEDI規制 -23%

- ・減速運航(2012年レベル) -12%~

→短期目標が達成可能に

今後の展開

- AISデータ等を使用した減速運航の定量化
データフュージョンとデータ解析
→輸送コスト等に与える影響の正確な評価
- 国際海運のCO2排出量予測のさらなる高度化
海運・造船市場の詳細なモデル化
→System Dynamicsの活用