

スエズ運河を航行する大型コンテナ船

海外物流インフラの現状と 物流政策シミュレーション



国際臨海開発研究センター(OCDI) 研究主幹

柴崎 隆一 shibasaki@ocdi.or.jp

本日の内容

1. イントロダクション
世界の海上輸送 ～コンテナ輸送を中心に～
2. スエズ運河とパナマ運河
3. 東アジアの越境陸上輸送

1. イントロダクション

物流は「派生」需要

最終目的ではなく、他の最終的な目的を達成するために必要とされる

⇔ 本源的な需要（貿易, 交易）



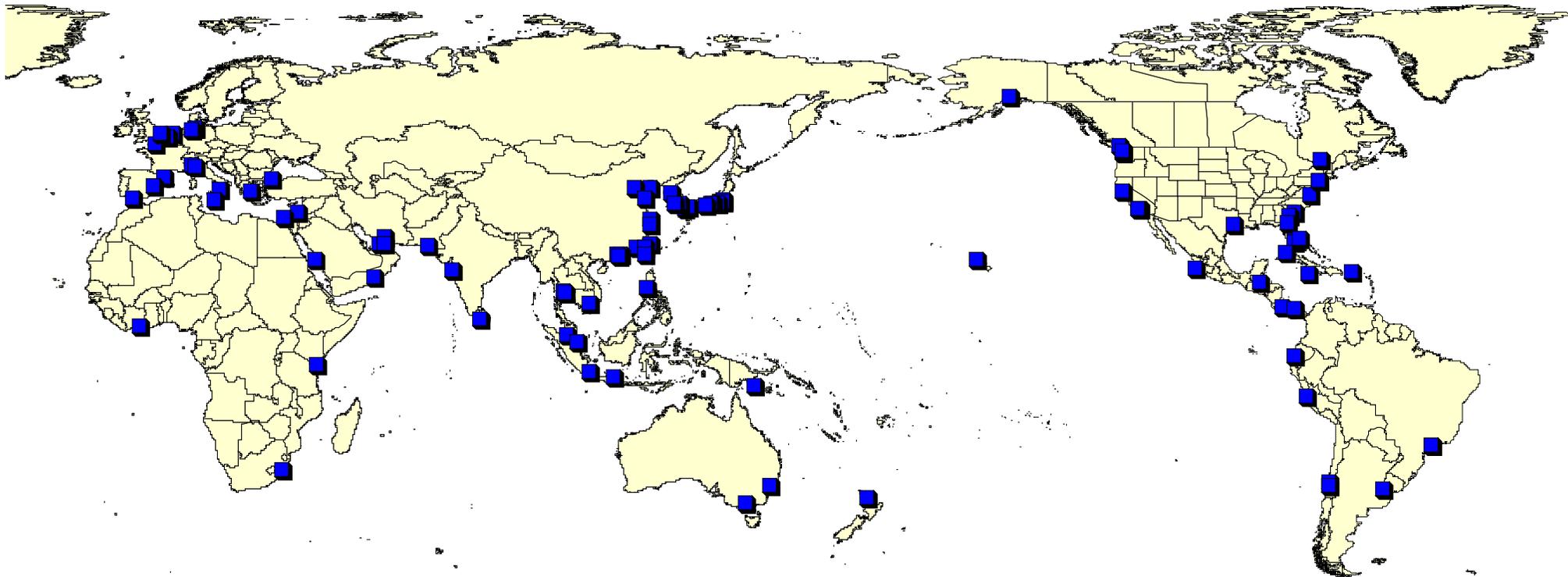


紀元一世紀ごろのシルクロード



大航海時代
(トルコの間接搾取を避けるための新ルート開発が発端)

世界の主要コンテナ港湾



Top 20 Container Ports of the World, 2012 (in TEU Basis)

RANK	PORT	COUNTRY	% change	
1	Shanghai	China	2.5%	32.53M teu
2	Singapore	Singapore	5.7%	31.65M teu
3	Hong Kong	China	5.2%	23.12M teu
4	Shenzhen	China	1.6%	22.94M teu
5	Busan	South Korea	5.3%	17.05M teu
6	Ningbo	China	8.0%	15.67M teu
7	Guangzhou	China	3.4%	14.74M teu
8	Qingdao	China	11.4%	14.50M teu
9	Dubai	UAE	2.1%	13.27M teu
10	Tianjin	China	6.2%	12.30M teu
11	Rotterdam	Netherlands	0.1%	11.87M teu
12	Port Klang	Malaysia	4.1%	10.00M teu
13	Kaohsiung	Taiwan	1.5%	9.78M teu
14	Hamburg	Germany	1.7%	8.86M teu
15	Antwerp	Belgium	0.3%	8.64M teu
16	Los Angeles	US	1.7%	8.08M teu
17	Dalian	China	25.9%	8.06M teu
18	Port Tanjung Pelepas	Malaysia	2.4%	7.70M teu
19	Xiamen	China	11.6%	7.20M teu
20	Tanjung Priok	Indonesia	9.8%	6.20M teu

1991

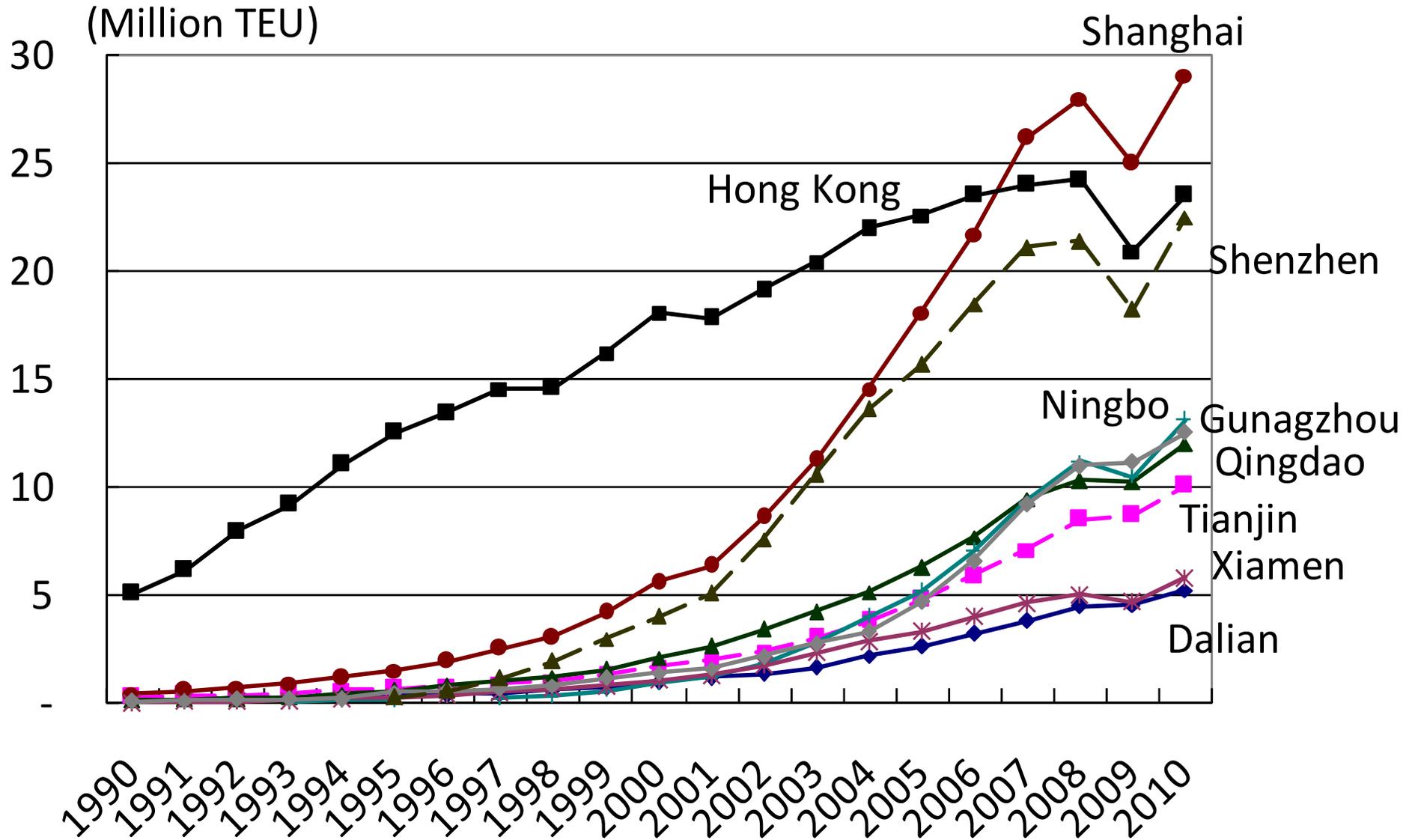
Rank	Port
1	Singapore
2	Hong Kong
3	Kaohsiung
4	Rotterdam
5	Busan
6	Kobe
7	Hamburg
8	Los Angeles
9	Keelung
10	New York/New Jersey
11	Yokohama
12	Tokyo
13	Long Beach
14	Antwerp
15	San Juan
16	Felixstowe
17	Bremen/Bremerhaven
18	Dubai
19	Oakland
20	Bangkok

1999

Rank	Port
1	Hong Kong
2	Singapore
3	Kaohsiung
4	Busan
5	Rotterdam
6	Long Beach
7	Shanghai
8	Los Angeles
9	Hamburg
10	Antwerp
11	New York/New Jersey
12	Dubai
13	Felixstowe
14	Tokyo
15	Port Klang
16	Tanjung Priok
17	Gioia Tauro
18	Bremen/Bremerhaven
19	Kobe
20	Yokohama

Historical
World
Container
Port Ranking

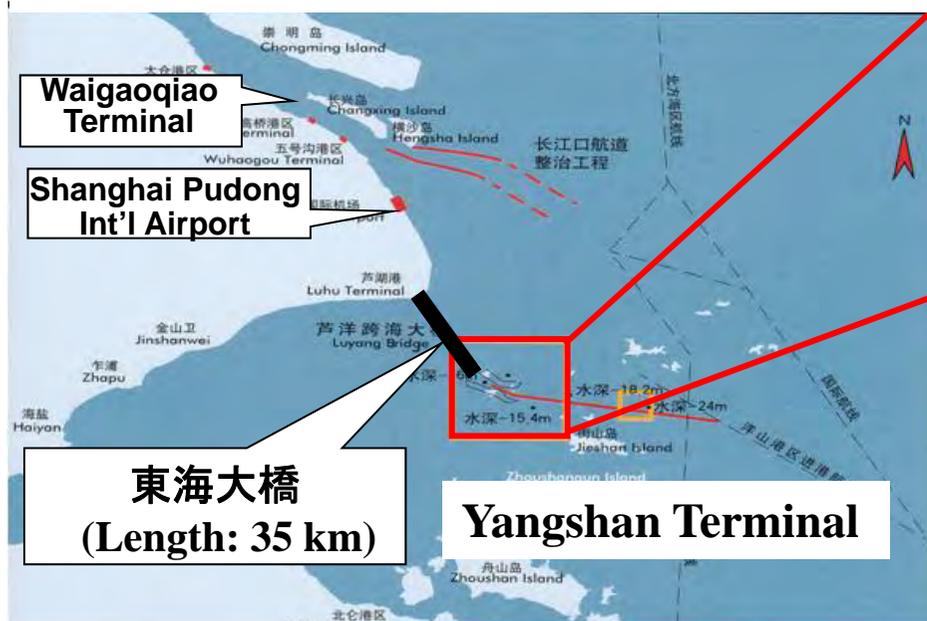
Container Throughput in Chinese Ports



Example of Container Terminal Development in China

Yangshan Terminal, Port of Shanghai

- 50 berths (originally planned), deeper than -16m to solve several problems such as capacity and water depth in other present terminals of Shanghai located along Yangze River
- Needs for developing better access from the city center



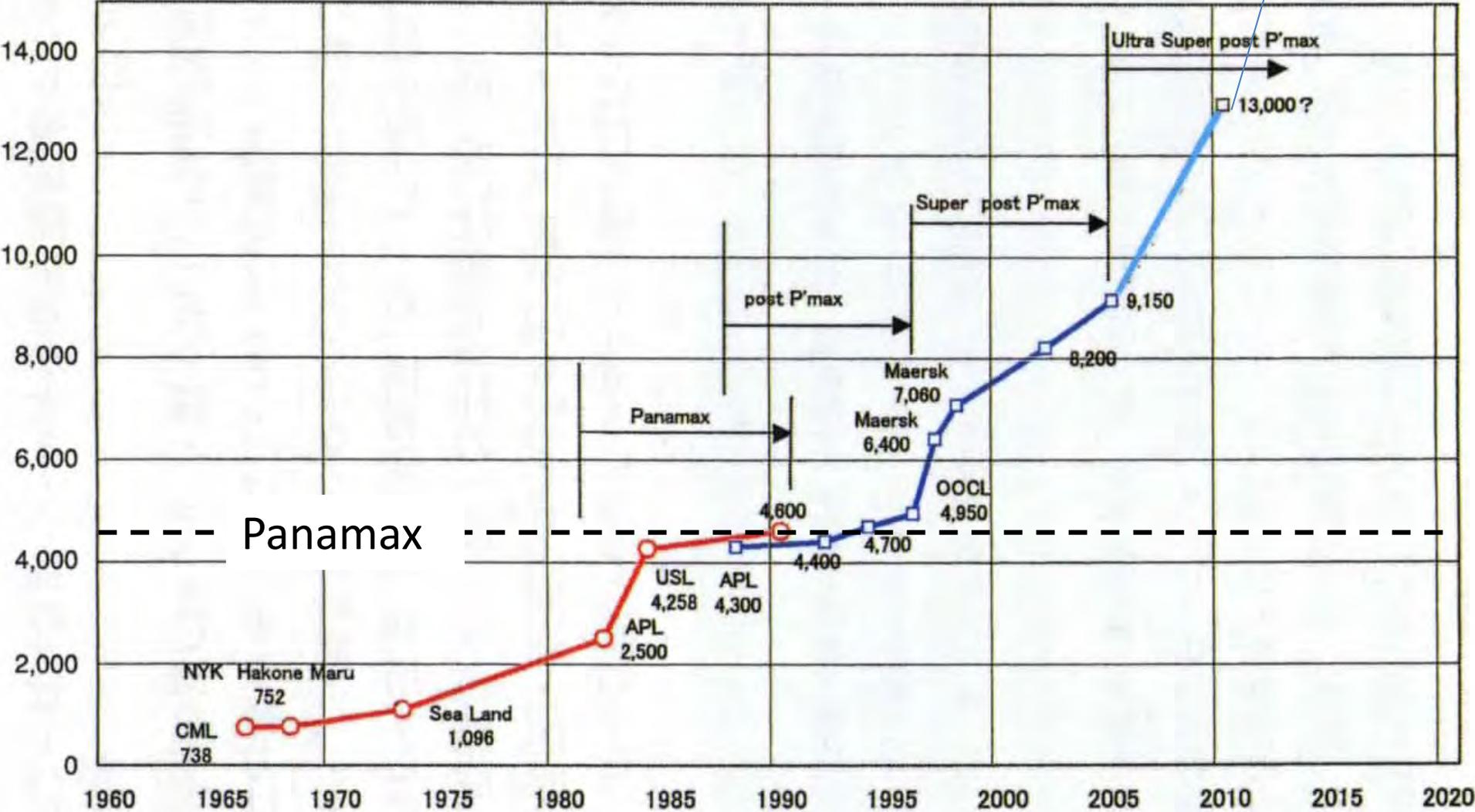
Terminal Image after completion (Phase I)

Connecting Bridge

Maximum Capacity of Existing Containerships

18,000

TEU



Year₁₉



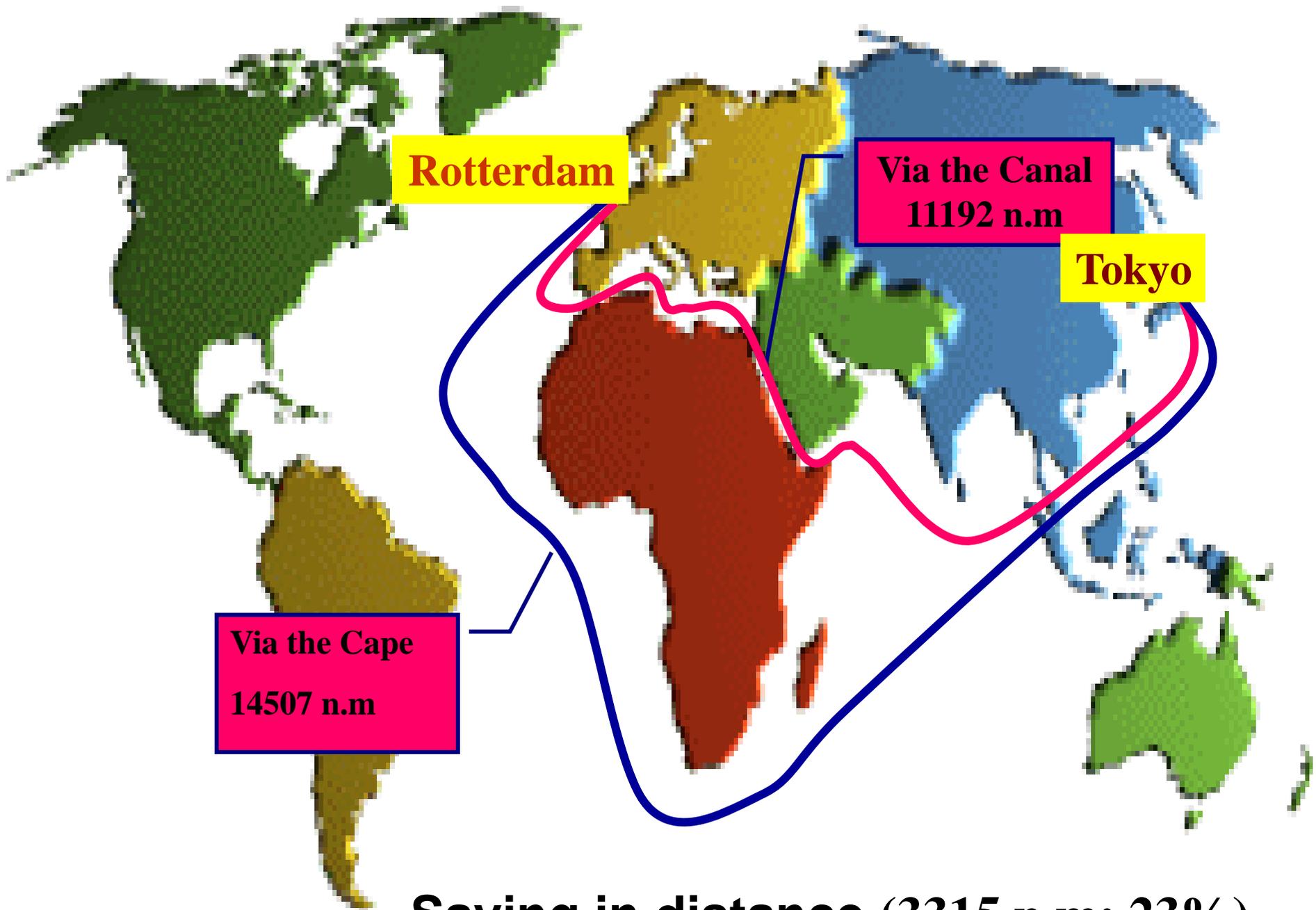
2. スエズ運河とパナマ運河

スエズ運河（全長163km）

1869年 開通（フランス人レセップスの指揮による）

1956年 エジプトが国有化





Rotterdam

**Via the Canal
11192 n.m**

Tokyo

**Via the Cape
14507 n.m**

Saving in distance (3315 n.m: 23%)

Suez canal accommodation capacity

The Suez Canal can accommodate the following percentages of the fully loaded vessels :

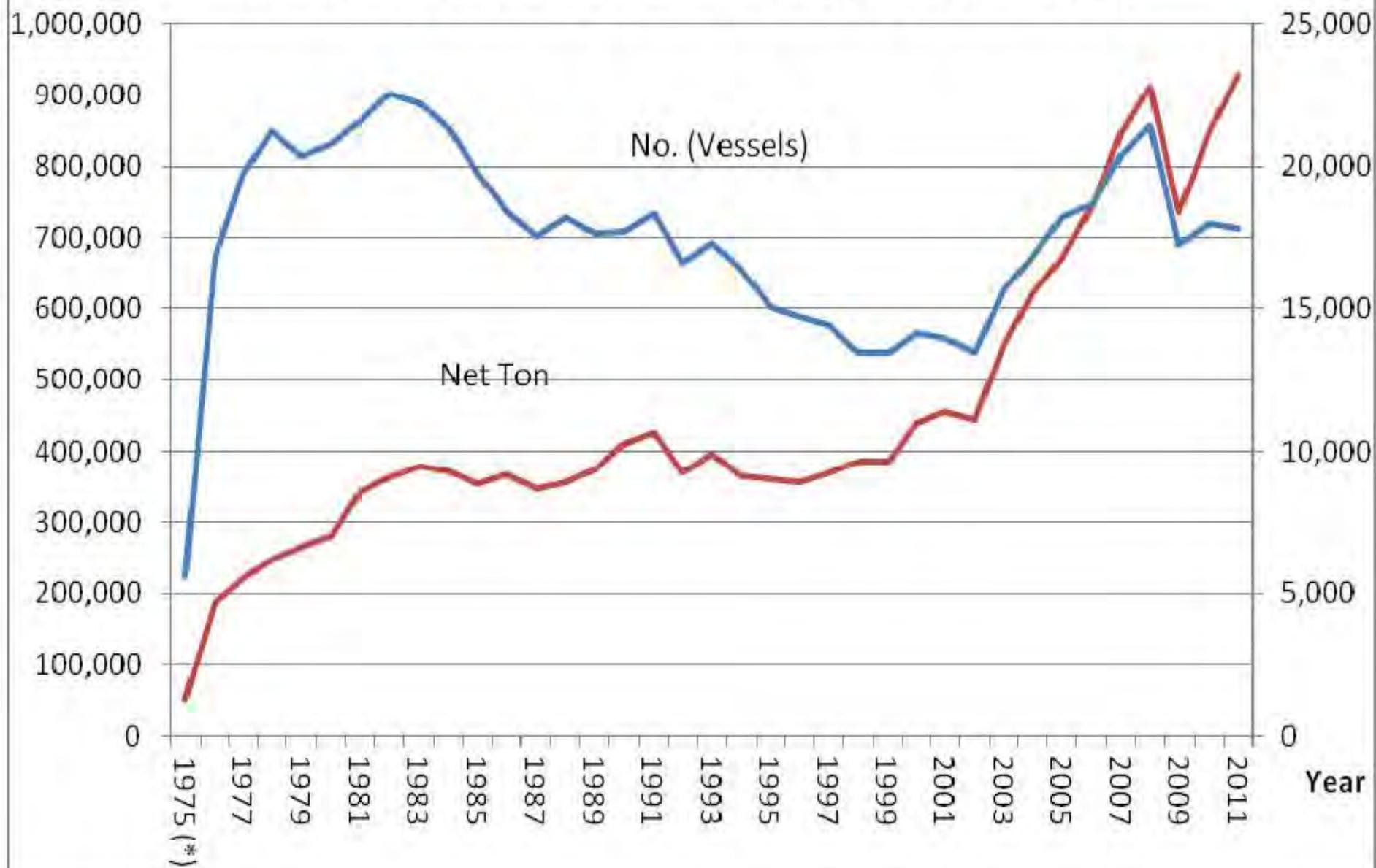


Besides, The Canal can accommodate all the ballast vessels and VLCCs & ULCCs in partial loaded condition

航行船舶の船種内訳(2011年)

Ship Type (船種)	船舶数		通航船腹量	
	隻数	シェア	純トン (1000トン)	シェア
タンカー	3,509	19.7%	115,127	12.4%
LNG	1,083	6.1%	121,831	13.1%
バルクキャリア	2,601	14.6%	83,528	9.0%
混合貨物(Combined Carriers)	17	0.1%	998	0.1%
一般貨物(General Cargo)	1,395	7.8%	15,142	1.6%
コンテナ	7,178	40.3%	519,296	55.9%
RORO船	254	1.4%	5,467	0.6%
自動車航送船	1,013	5.7%	60,490	6.5%
旅客船	96	0.5%	2,908	0.3%
その他	653	3.7%	4,093	0.4%
合計	17,799	100.0%	928,880	100.0%

Net Ton (1000) No. & Net Ton Evolution (1975 - 2011)





➤ 基本的に単線(一方向にのみ航行可能)だが, 途中に4区間合計80.5kmの複線区間が存在

➤ スエズ運河を通航する船舶は, コンボイを組んで航行し, 複線区間ですれ違う. サイクルタイムは24時間, 各船の間隔は10分

➤ 北航(Northbound)船は, 第1船が午前6時すぎに南端のスエズ港を出航する, 南航(Southbound)船は, 第1グループは午前0時, 第2グループは午前7時すぎに, 第1船が北端のサイド港を出航. 速度は北航船が13km/h, 南航船が14km/hである.

➤ 一日最大84隻が通行可能(現状の日平均航行隻数は50隻前後)

スエズ運河の直面する課題

(個人的見解含む)

- 周辺環境(競争条件)の変化
ex) パナマ運河拡張, 北極海航路の活用等
- 世界経済の同時不況や燃料費高騰による
通航隻数の頭打ち(発着ペアによっては減少も)
- ソマリア沖海賊問題の激化による通航リスクの増加
- エジプト経済の発展に運河がどれだけ寄与できるか
(付加価値の創出)

パナマ運河

レセプションによる挫折(1889年)

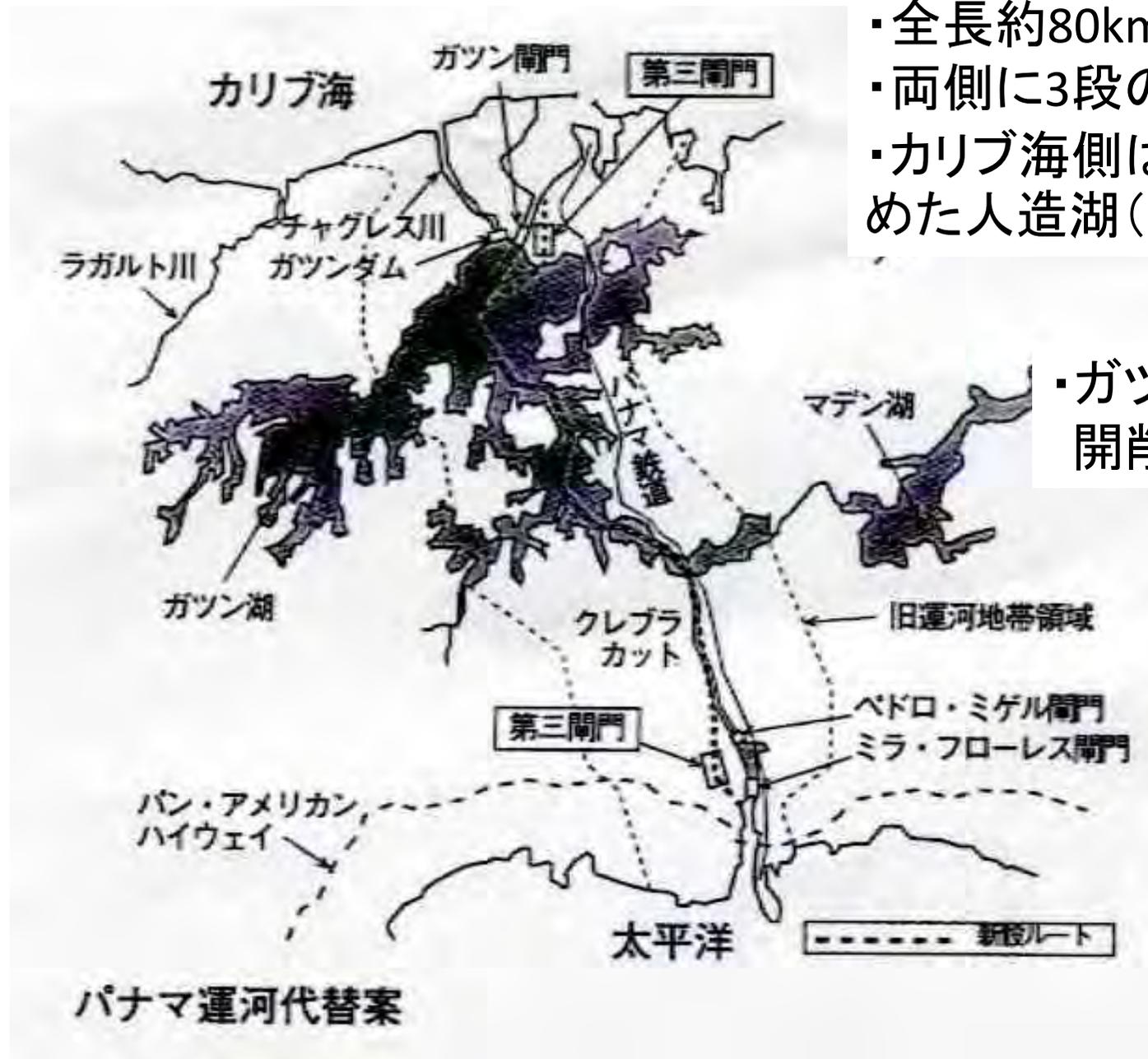
1914年 アメリカ合衆国により完成

1999年 パナマ国有化

2006年 拡張工事決定(2014年完成目標)



パナマ運河の概要



- ・全長約80km
- ・両側に3段の閘門
- ・カリブ海側は川をダムで堰き止めた人造湖(ガツン湖)を航行

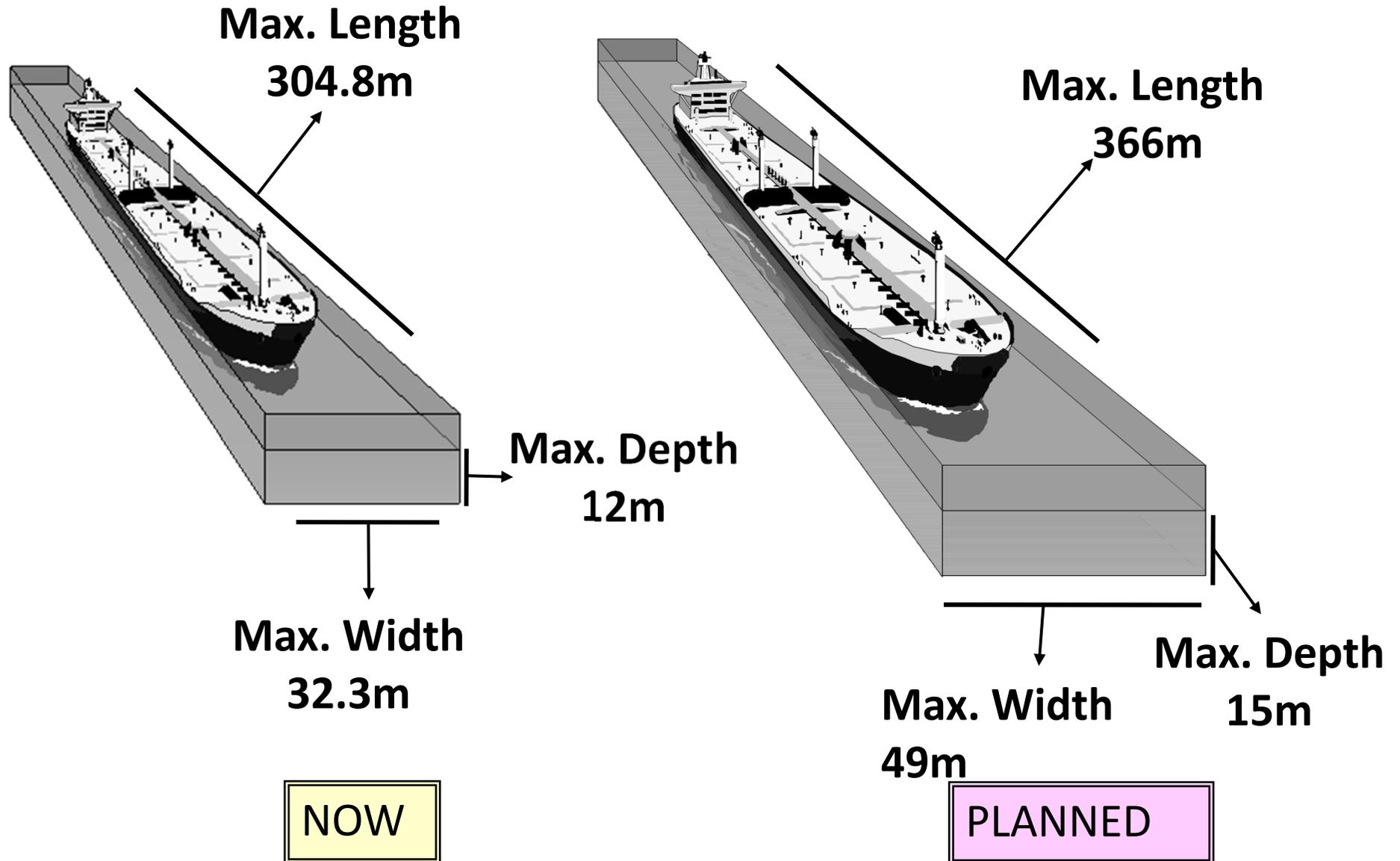
- ・ガツン湖と太平洋側を開削(クレブラカット)

- ・クレブラカットの拡幅が行われたがパイロットの反対により対面通行は不可

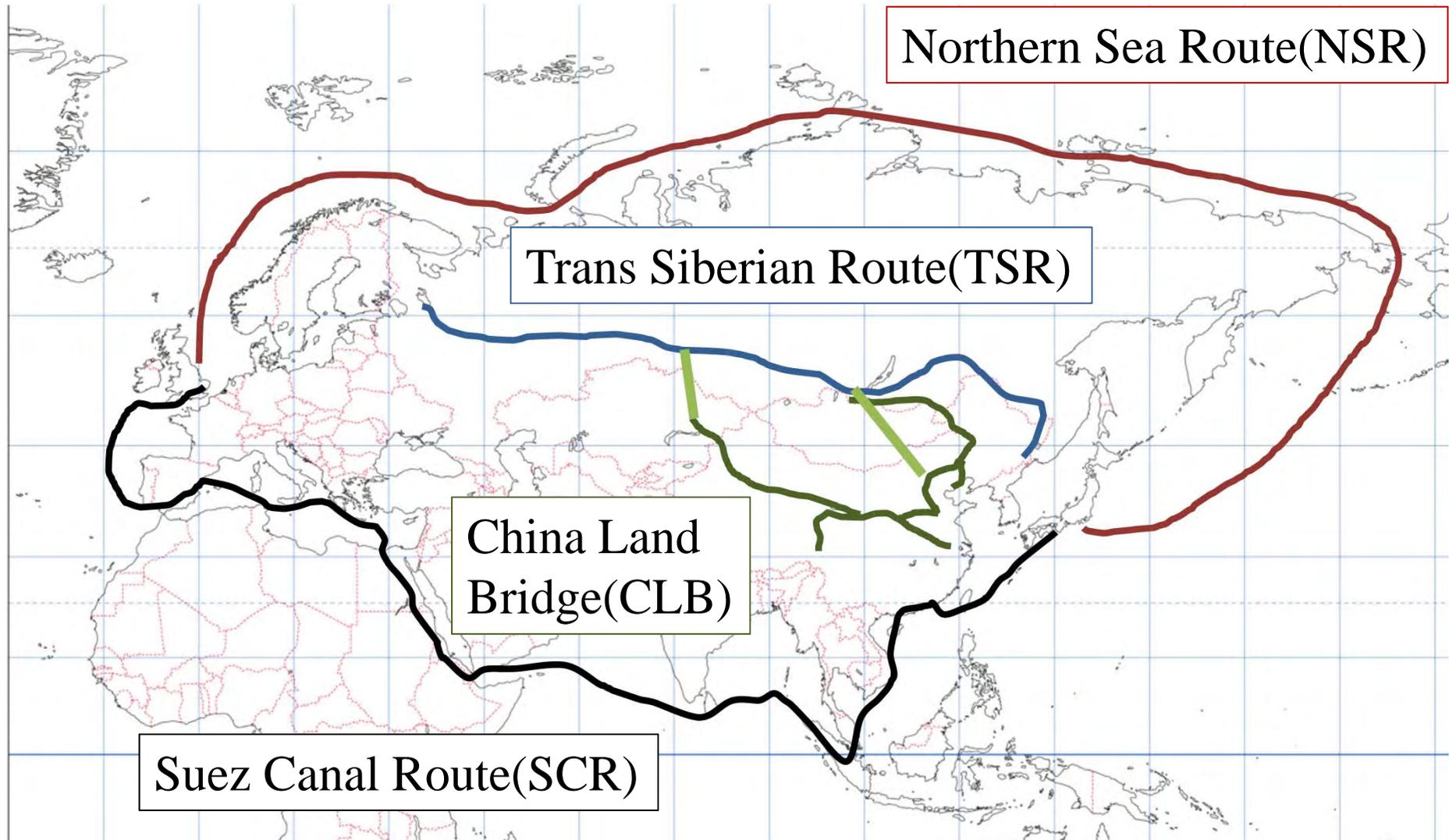
- ・現在第3閘門の建設を計画中

パナマ運河代替案

Expansion Plan of Panama Canal



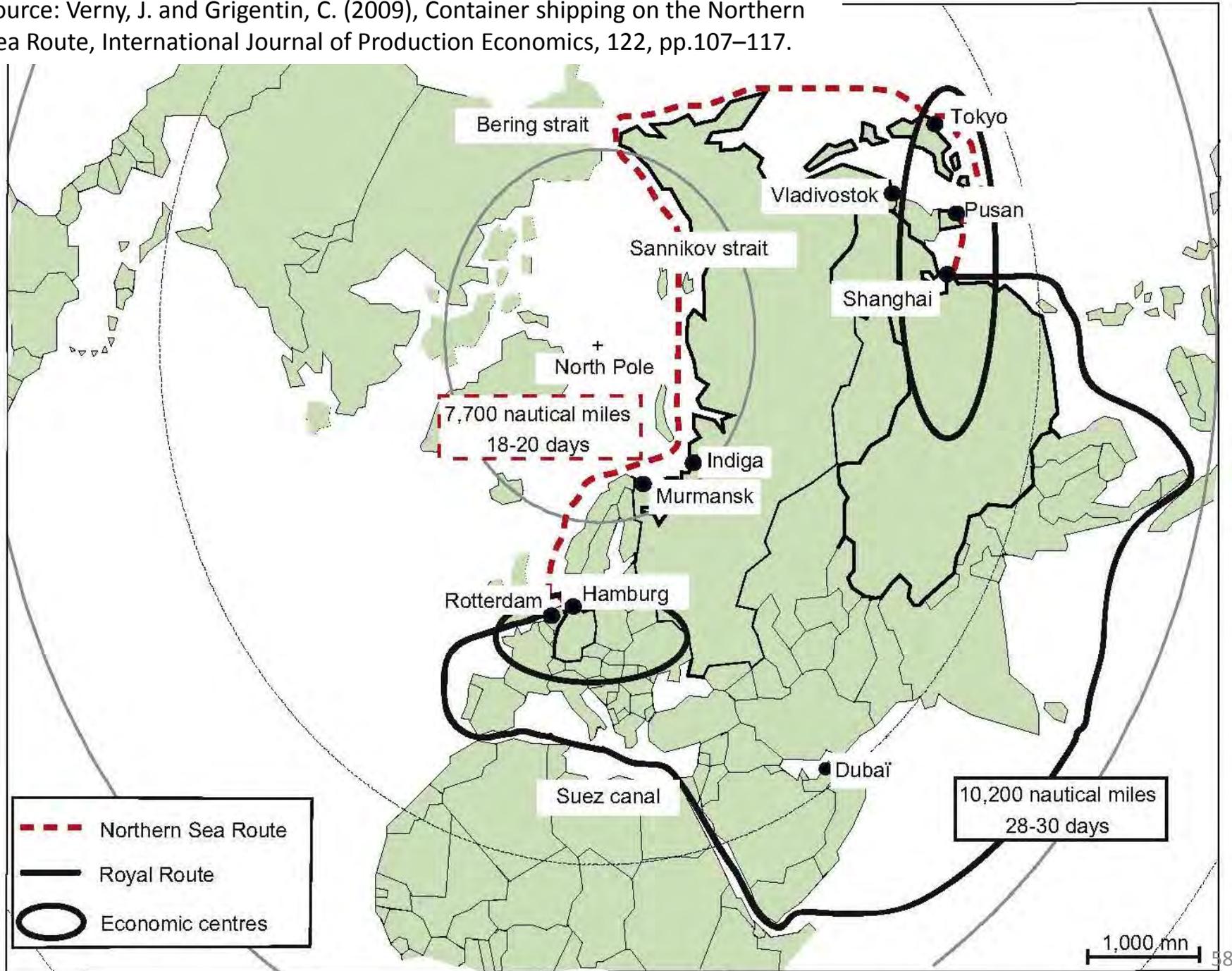
International Shipping Route between East Asia and Europe



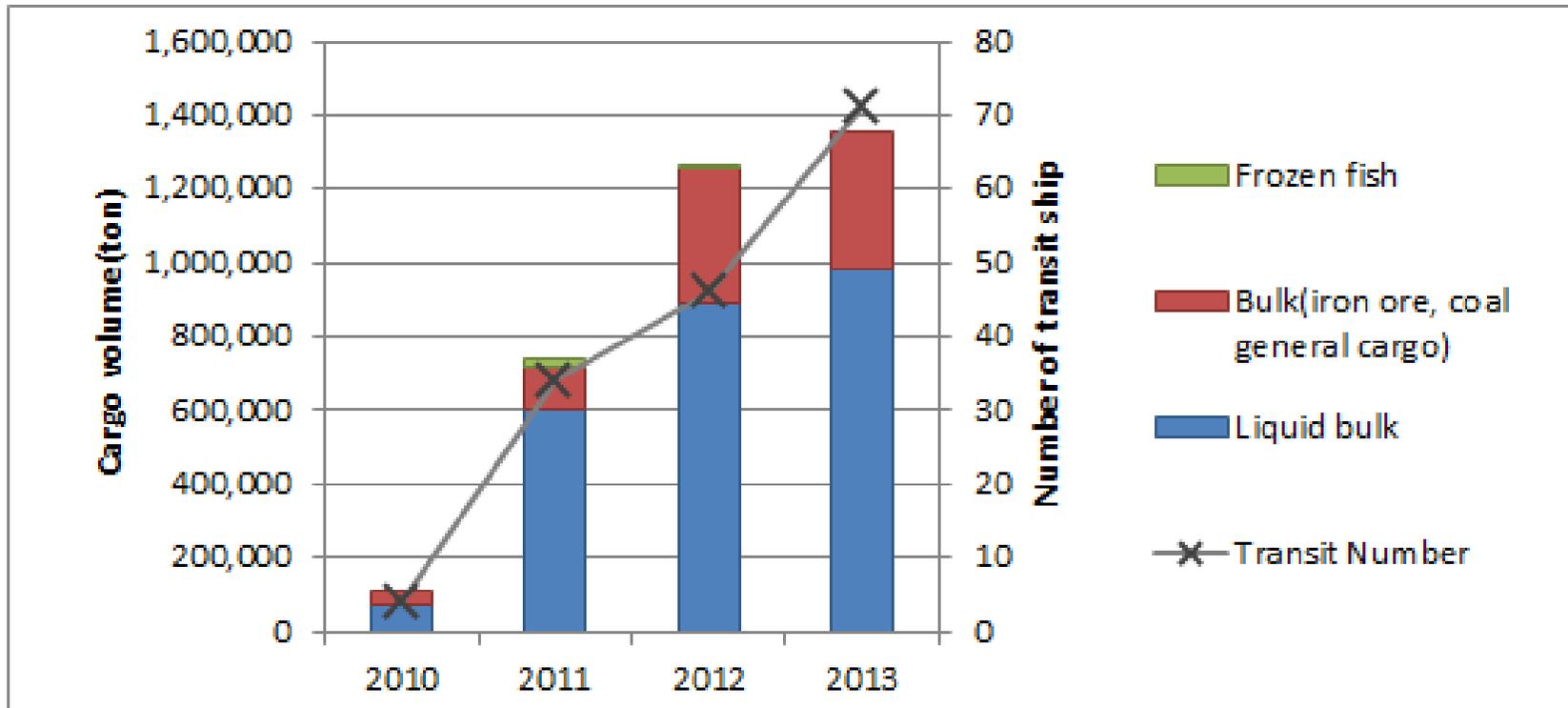
Northern Sea Route (NSR) in the Arctic: New shipping route between East Asia and Europe



source: Verny, J. and Grigentin, C. (2009), Container shipping on the Northern Sea Route, International Journal of Production Economics, 122, pp.107–117.



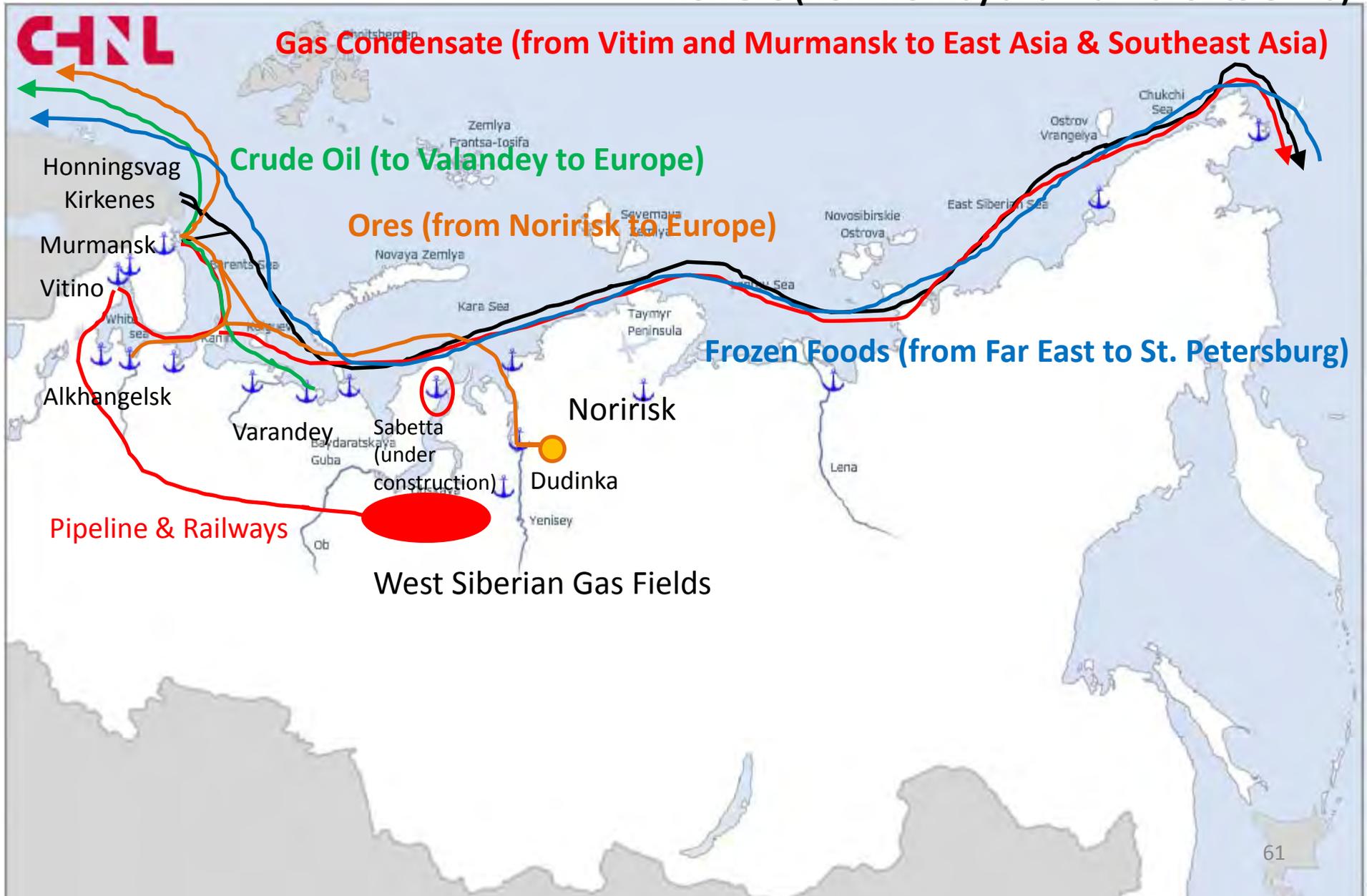
NSR Transit Cargoes



Year	2010	2011	2012	2013
Number of Voyage	4	34	46	71
Liquid Bulk (ton)	70,000	604,652	894,079	978,735
Bulk (ton)	41,000	110,339	359,20	276,939
General cargo (ton)		24,673	8,265	100,223
Total (ton)	111,000	820,789	1,261,545	1,355,897

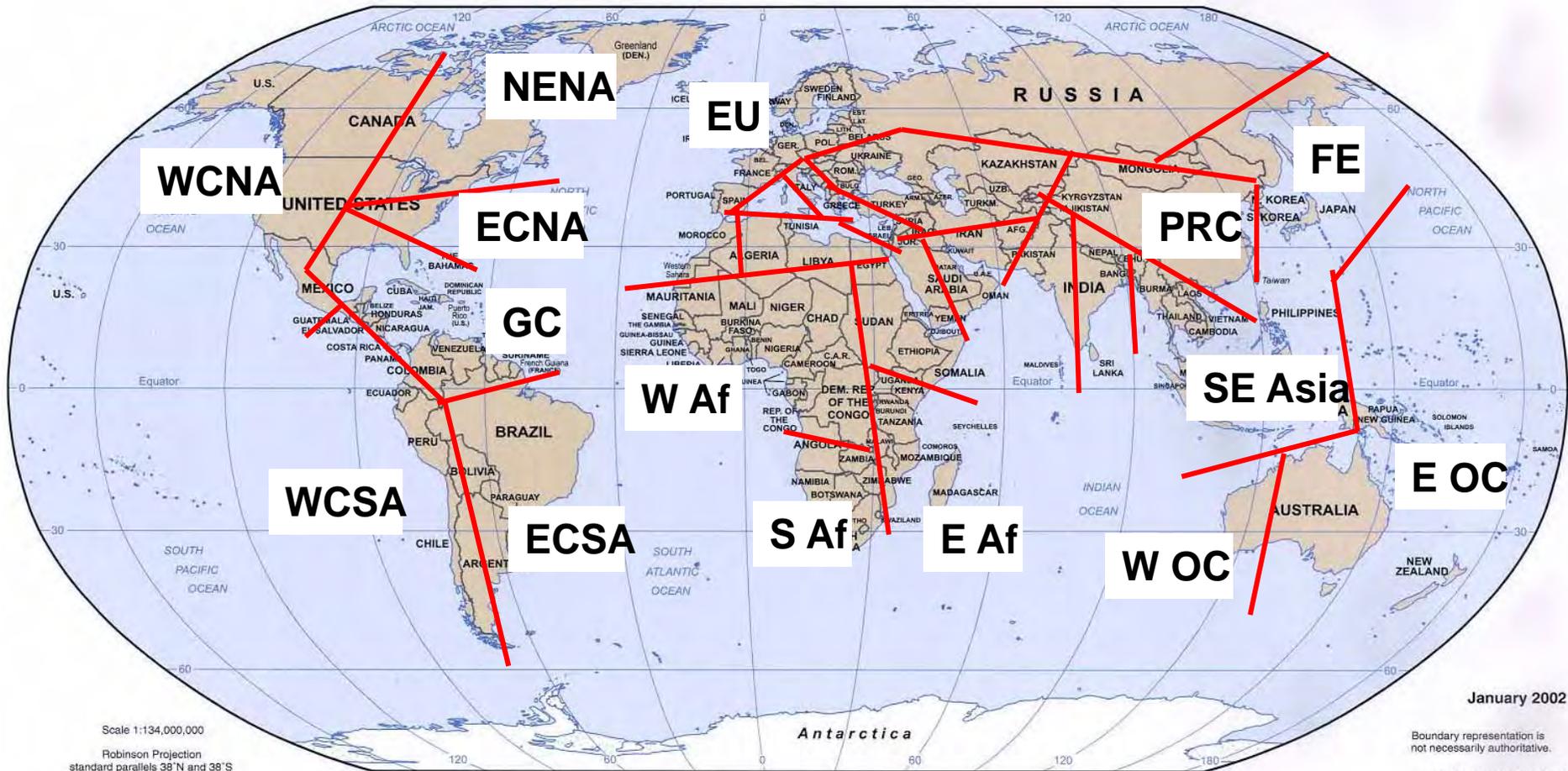
Major Shipping on the Arctic Route

Iron Ore (from Norway and Murmansk to China)



Demand Forecasting Modeling of Suez Canal Transit

Definition of World Region



CURRENT COMPETITIVE STATUS OF SCR

Example of Containership

Share of Suez Canal by OD Pair (2010)

			America						Europe				Africa				Asia						Oceania			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
			WC NA	WC SA	NENA	ECNA	GC	EC SA	EU	W MED	E MED	B Sea	N AF	W AF	S AF	E AF	R Sea	AG	W S Asia	E S Asia	SE Asia	PRC	FE	W OC	E OC	
America	1	North America (West Coast)	WCNA																							
	2	Central & South America (West Coast)	WCNA																							
	3	North America (Northern East Coast)	NENA																							
	4	North America (East Coast)	ECNA																							
	5	North America (Gulf), Caribbean, Central America (East Coast)	GC																							
	6	South America (East Coast)	ECSA																							
Europe	7	North & West Europe	EU																							
	8	West Mediterranean	W MED																							
	9	East Mediterranean	E MED																							
	10	Black Sea	B Sea																							
Africa	11	North Africa	N AF																							
	12	West Africa	W AF																							
	13	South Africa	S AF																							
	14	East Africa	E AF																							
Asia	15	Red Sea	R Sea																							
	16	Arabian Gulf	AG																							
	17	South Asia(West)	W S Asia																							
	18	South Asia(East)	E S Asia																							
	19	South East Asia	SE Asia																							
	20	China	PRC																							
	21	East Asia	FE																							
Oceania	22	Oceania(West)	W OC																							
	23	Oceania(East)	E OC																							

- No passing through neither Suez, Cape, and Panama
- No Service Exists
- Competing with Cape
- Competing with Panama
- No competitor (only via Suez)

*Vessel duplication for multiple OD pair is allowed

Logit Model: Primitive but powerful stochastic model

Random Utility Theory

- ✓ Each decision-maker is assumed to choose an alternative that he recognizes his utility is the highest
- ✓ Utility of decision-maker n in alternative k from port i to port j is expressed as

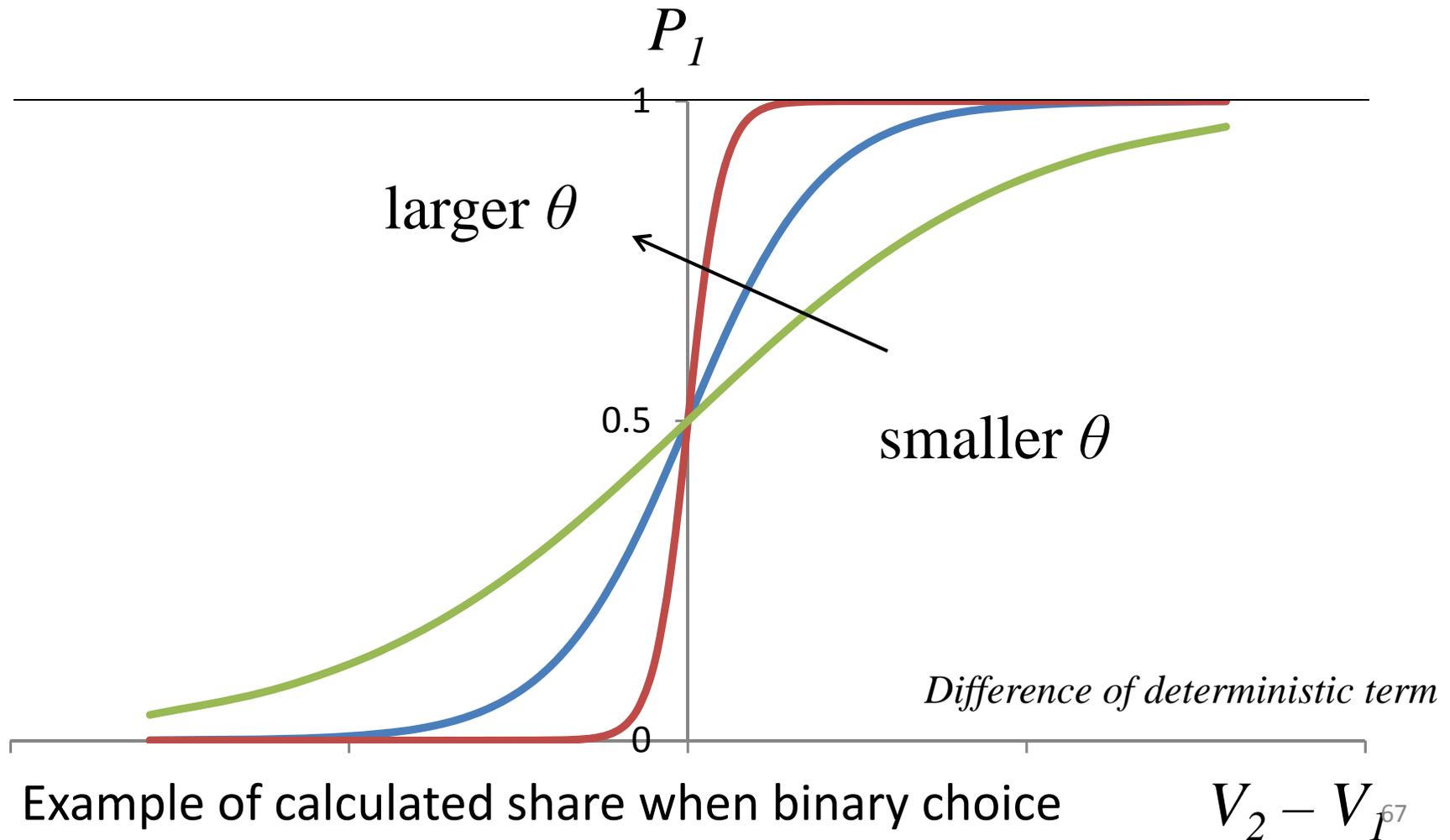
$$U_{kijn} = V_{kij} + \varepsilon_{kijn}$$

Deterministic term:
representative (or observable)
components of utility

Error term:
unobservable components
of utility

$$P_{kij} = \frac{\exp(-\theta \cdot V_{kij})}{\sum_k \exp(-\theta \cdot V_{kij})}$$

θ : distribution parameter
 (unknown parameter)



3. 東アジアの越境陸上輸送

中国

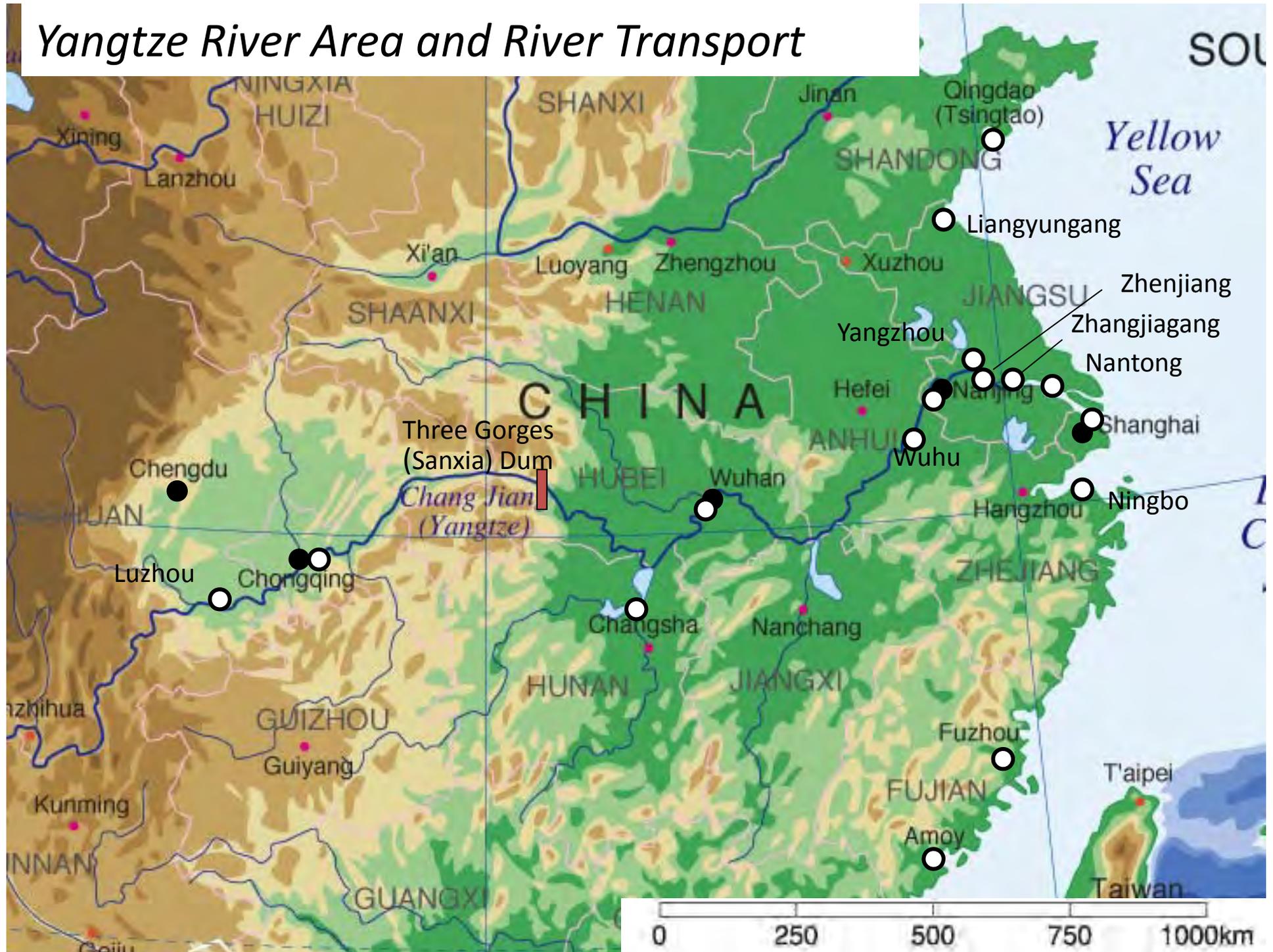


北朝鮮



中国・丹東市(2007年9月)

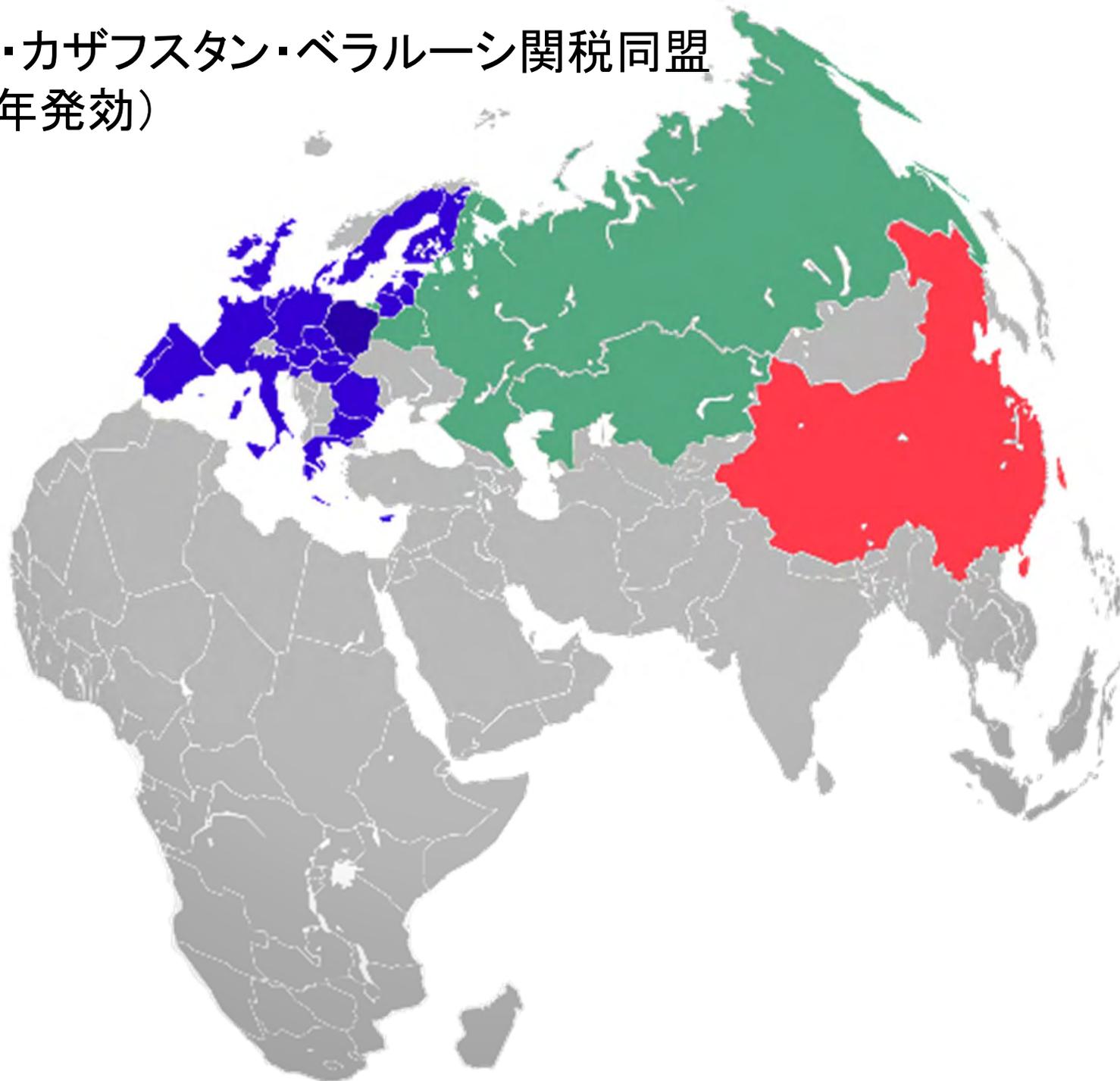
Yangtze River Area and River Transport



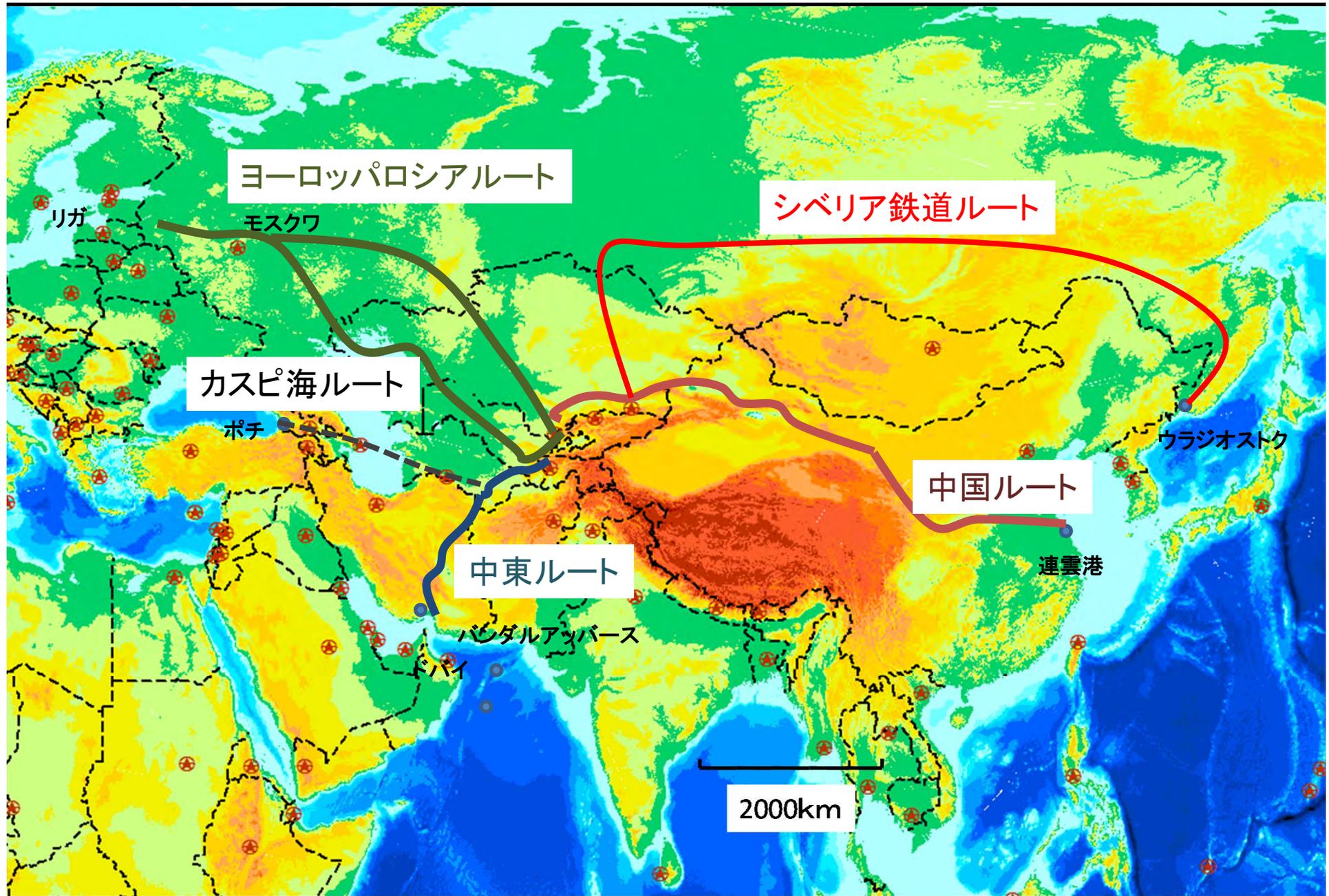
YuXinOu: Chongqing – Duisburg and Chongqing – Moscow



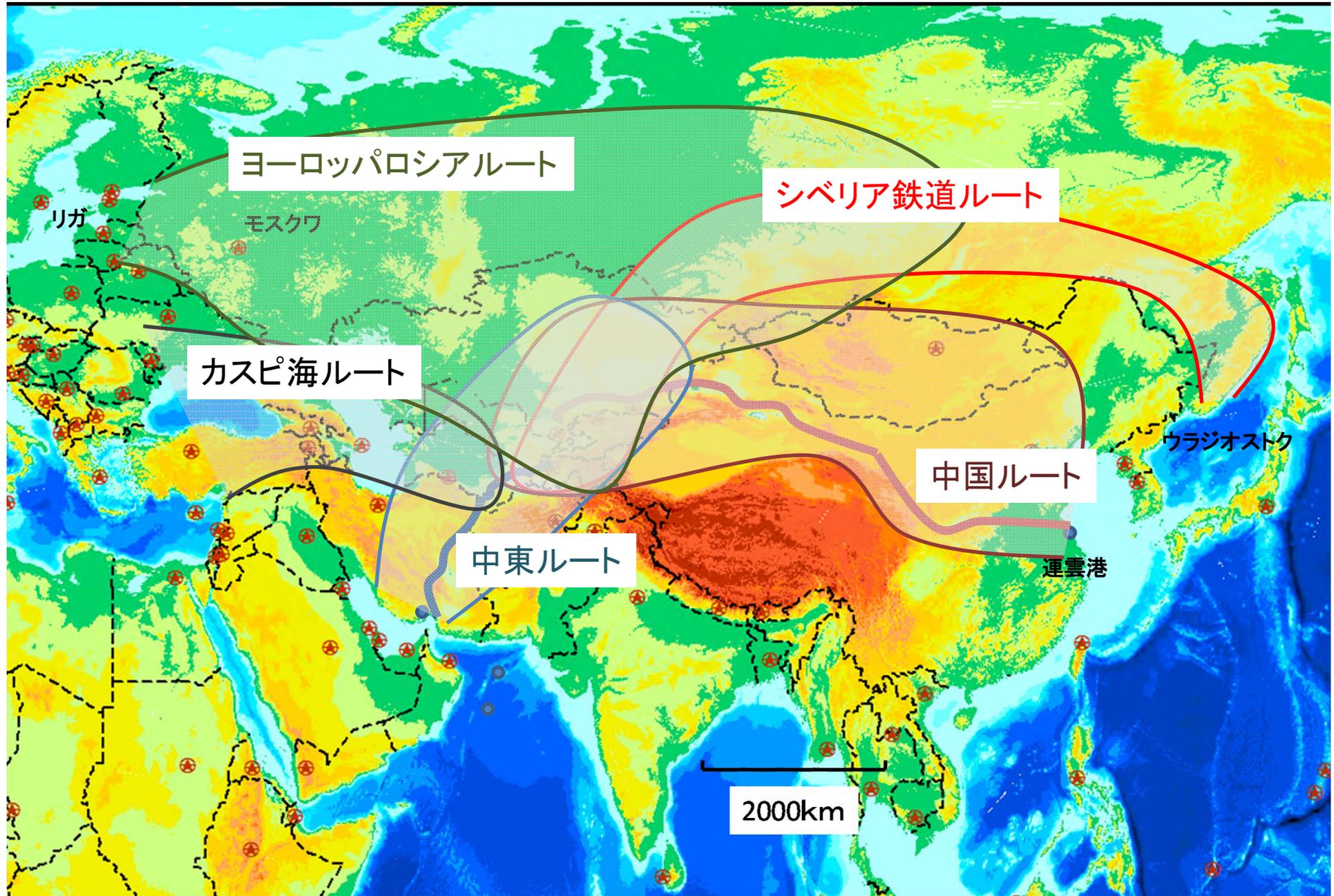
ロシア・カザフスタン・ベラルーシ関税同盟 (2010年発効)



港湾から中央アジアへのアクセス



中央アジアにおける港湾背後圏の重なり



Turkmenistan and Vicinities





SIX CENTRAL ASIA REGIONAL ECONOMIC COOPERATION CORRIDORS



- ★ National Capital
 - Provincial Capital
 - City/Town
 - ⚓ Naval Port
 - Cross Border Point
 - CAREC Corridor 1
 - CAREC Corridor 2
 - CAREC Corridor 3
 - CAREC Corridor 4
 - CAREC Corridor 5
 - CAREC Corridor 6
 - - - International Boundary
- Boundaries are not necessarily authoritative.



貨物流量予測モデルの構築

- 鉄道ネットワークのデータベース構築

ADC World MapデータをベースにCARECの鉄道データを独自に追加

道路: 69,300リンク
 鉄道: 4,033リンク
 フェリー: 10リンク

世界初の詳細なネットワークデータ整備



中国東岸, バルト三国, イラン, パキスタン, 黒海沿岸の港湾へのアクセスが表現可能に

- 鉄道輸送の容量制約の考慮

鉄道リンクに交通量に依存する所要時間関数の導入

$$T_R = \frac{L}{V} \left(1 + \beta_1 \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{\beta_2} \right)$$

T_R : 鉄道リンク所要時間(時間)

L : 鉄道リンク長(km)

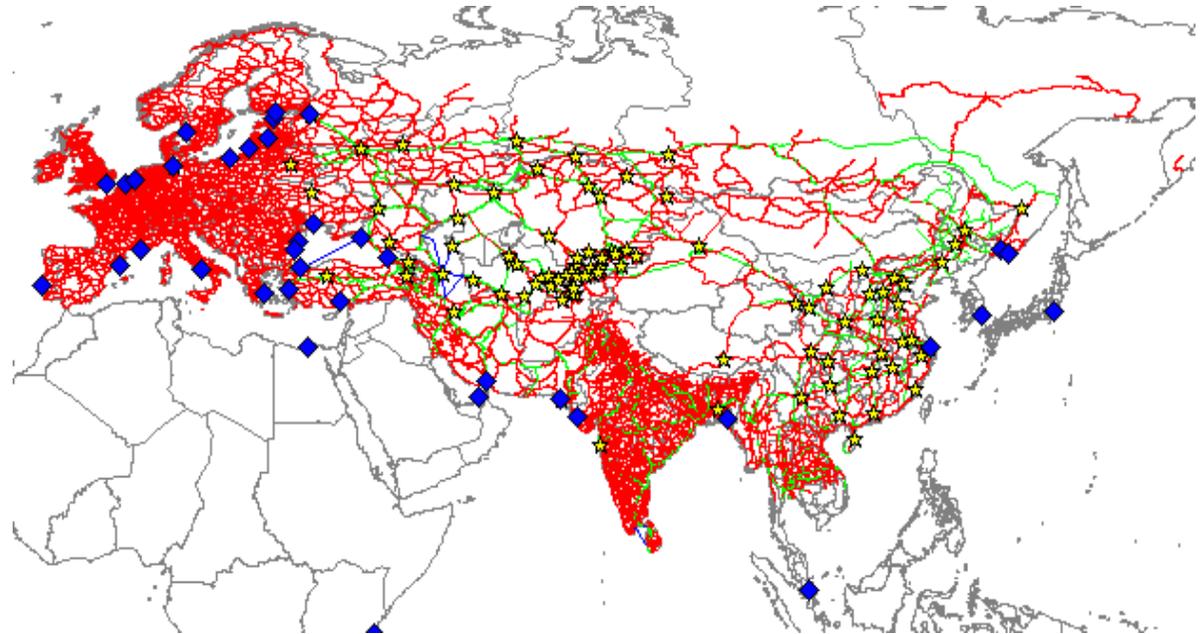
V : 鉄道リンク走行速度(km/時)

Q : 鉄道リンク交通量(台/時)

C : 鉄道リンク容量(台/時)

β_1, β_2 : パラメータ

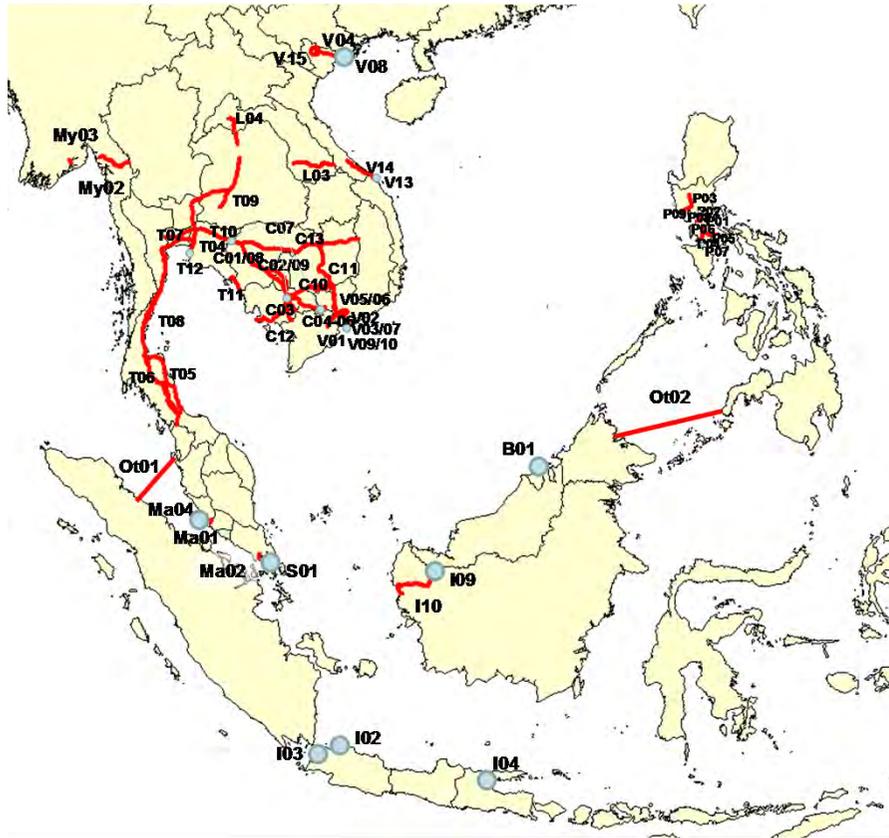
構築したネットワーク



Alashankouの
鉄道貨物積替施設



アセアン地域の物流インフラ主要プロジェクト(アセアン事務局, 2007)

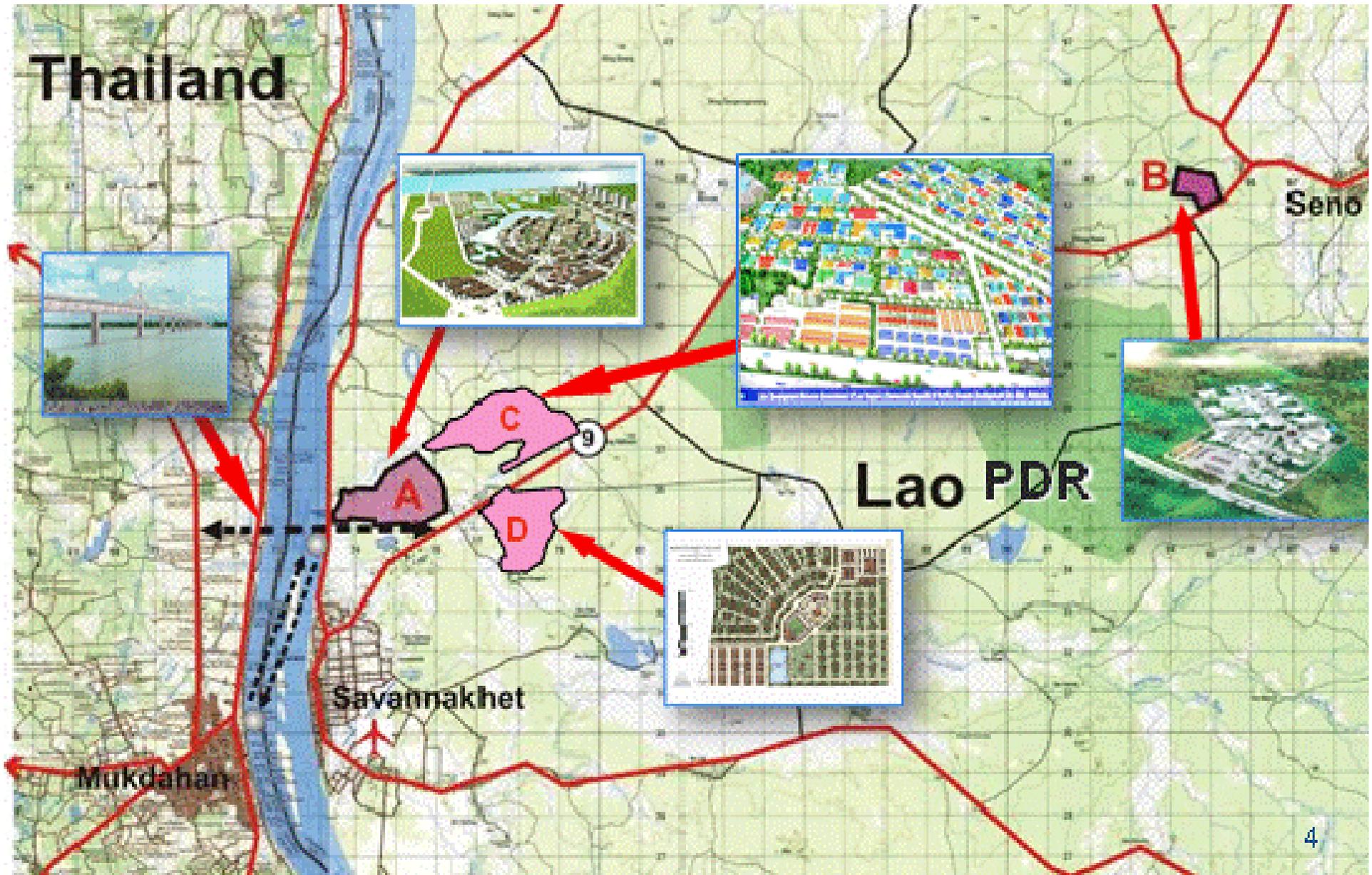


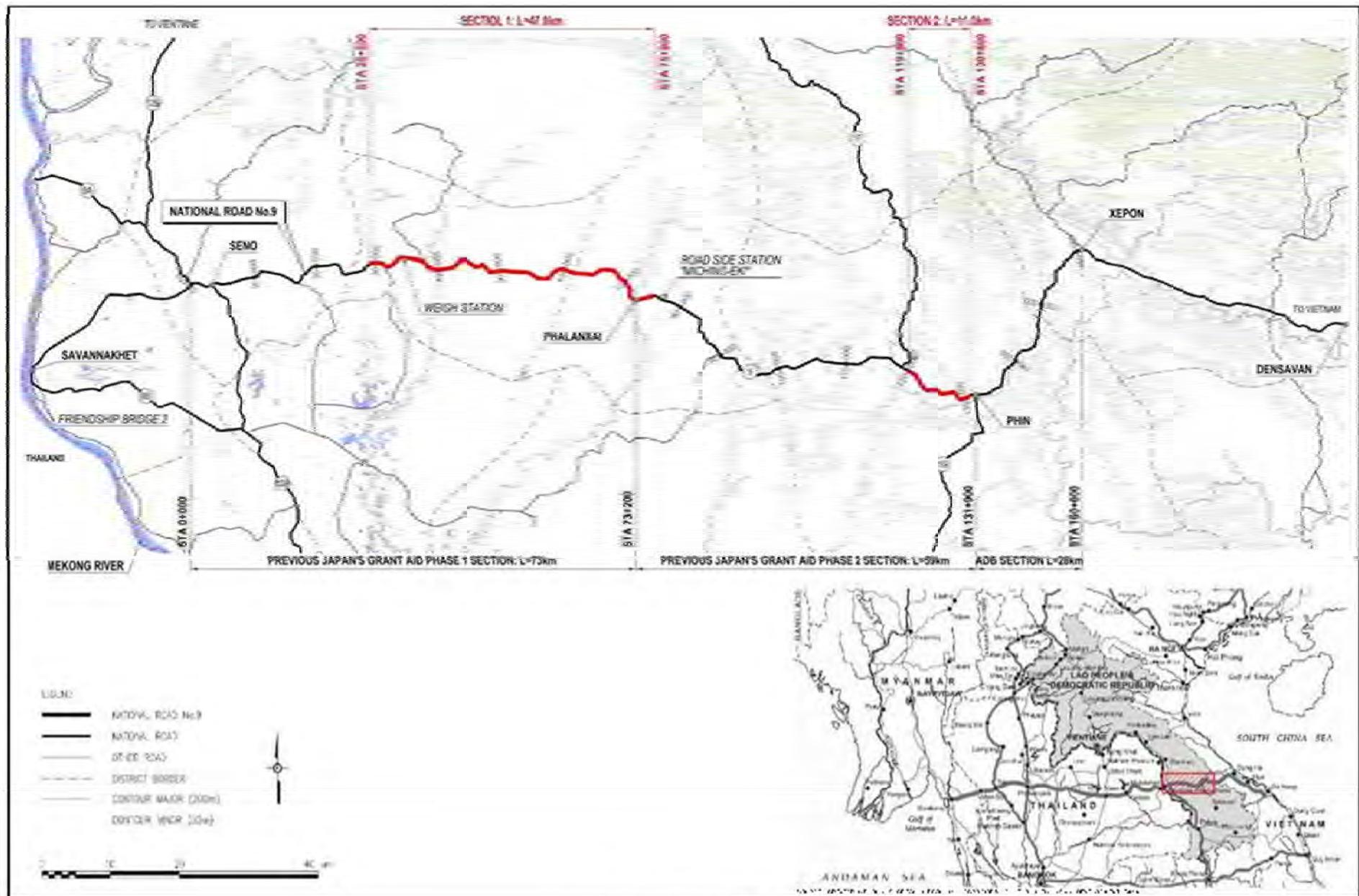
大メコン圏(GMS)インフラ改良
および越境抵抗削減協定(CBTA)
(アジア開発銀行)



どんな効果がどれだけ見込めるのか？



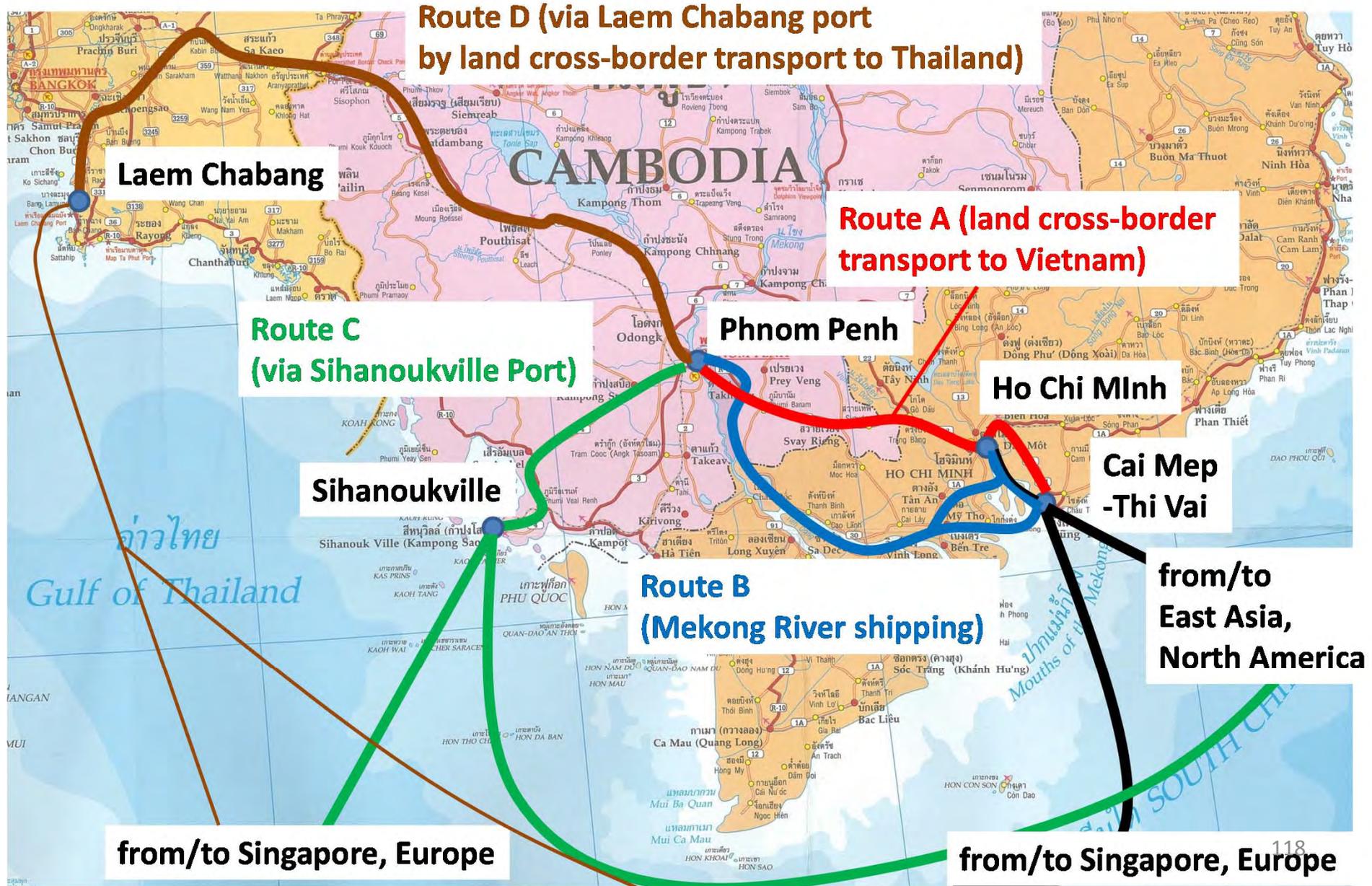


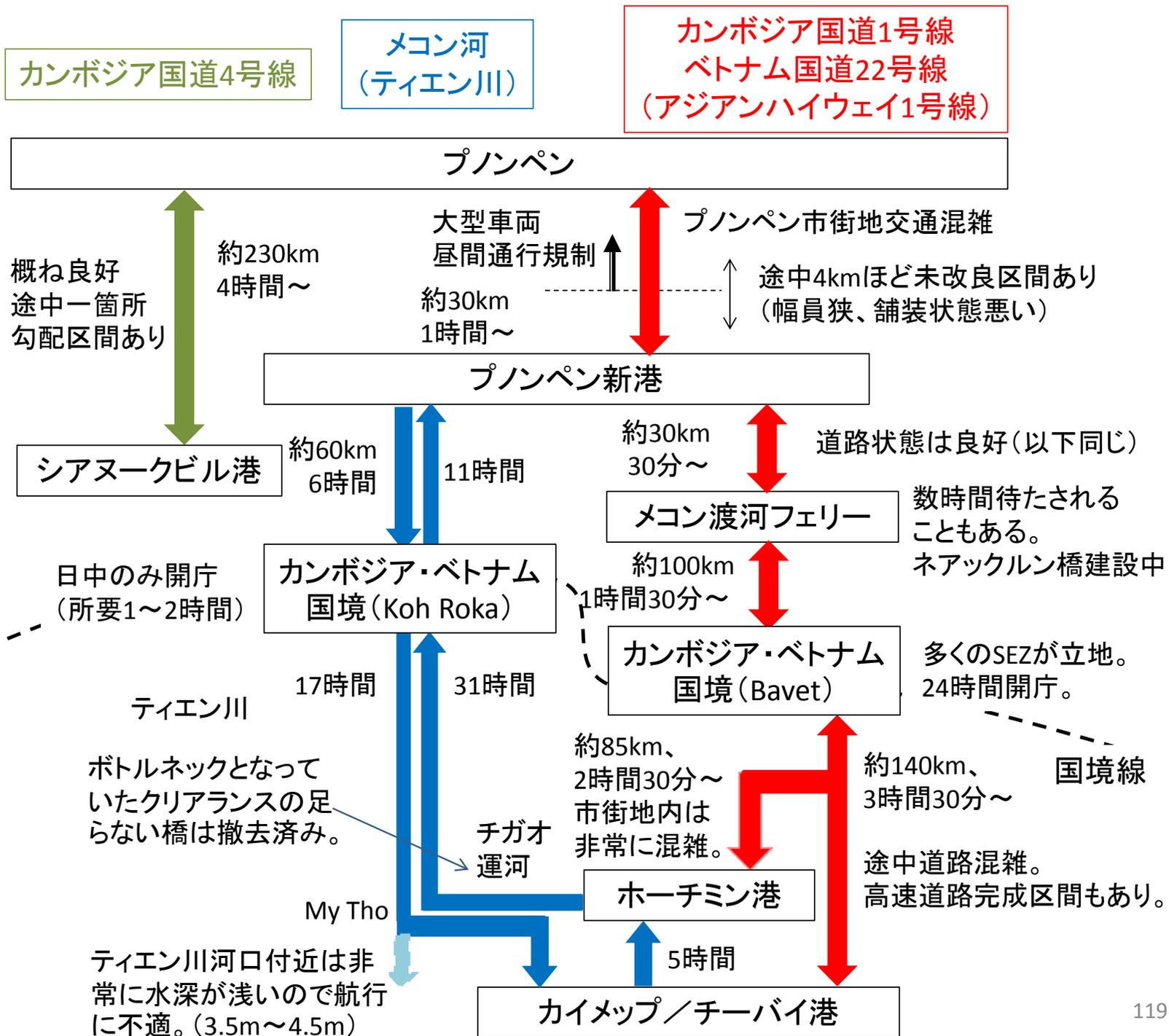


プロジェクト位置図

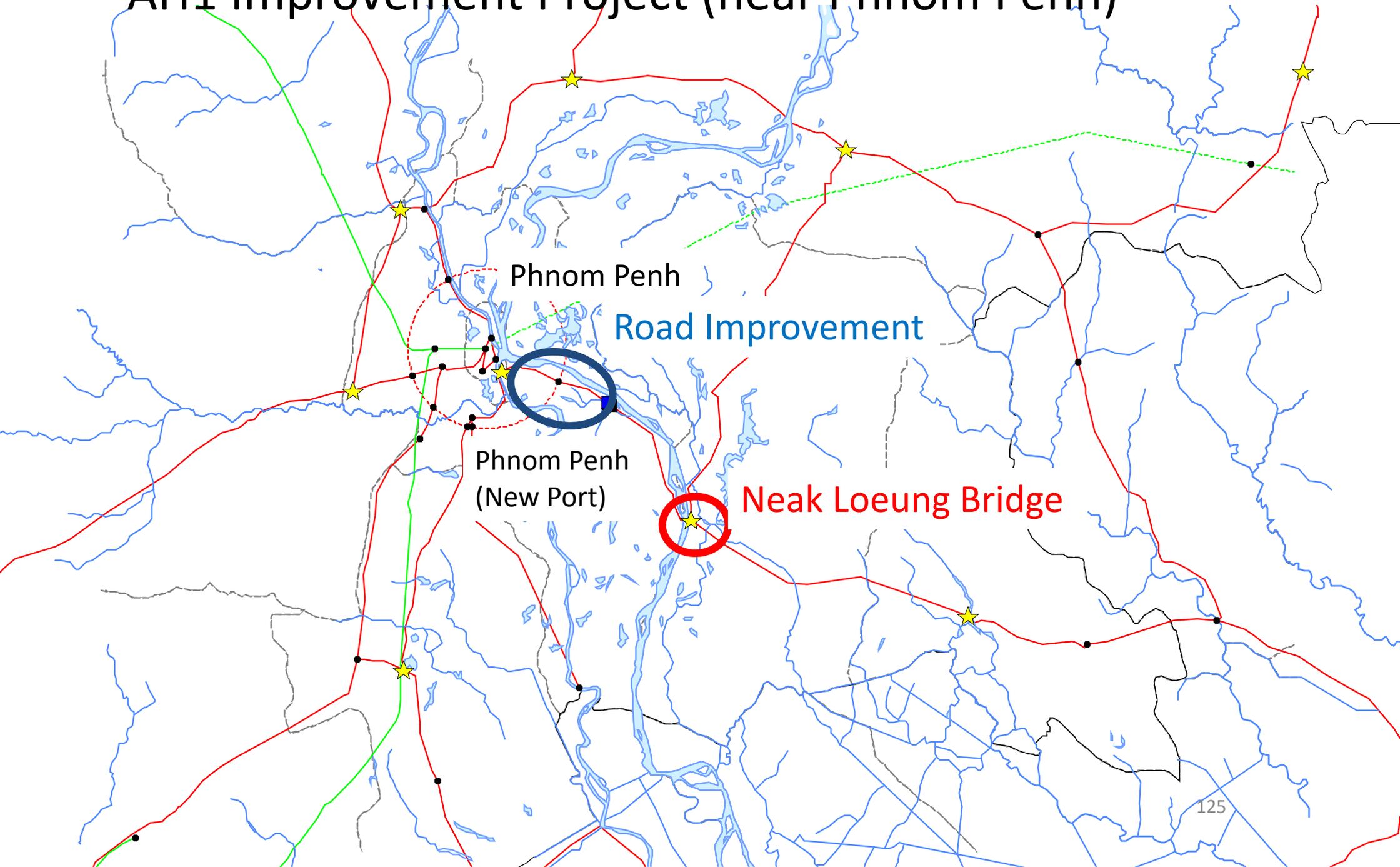
CURRENT STATUS OF GMS SOUTHERN CORRIDOR

Four major routes of international container cargo from/to Phnom Penh



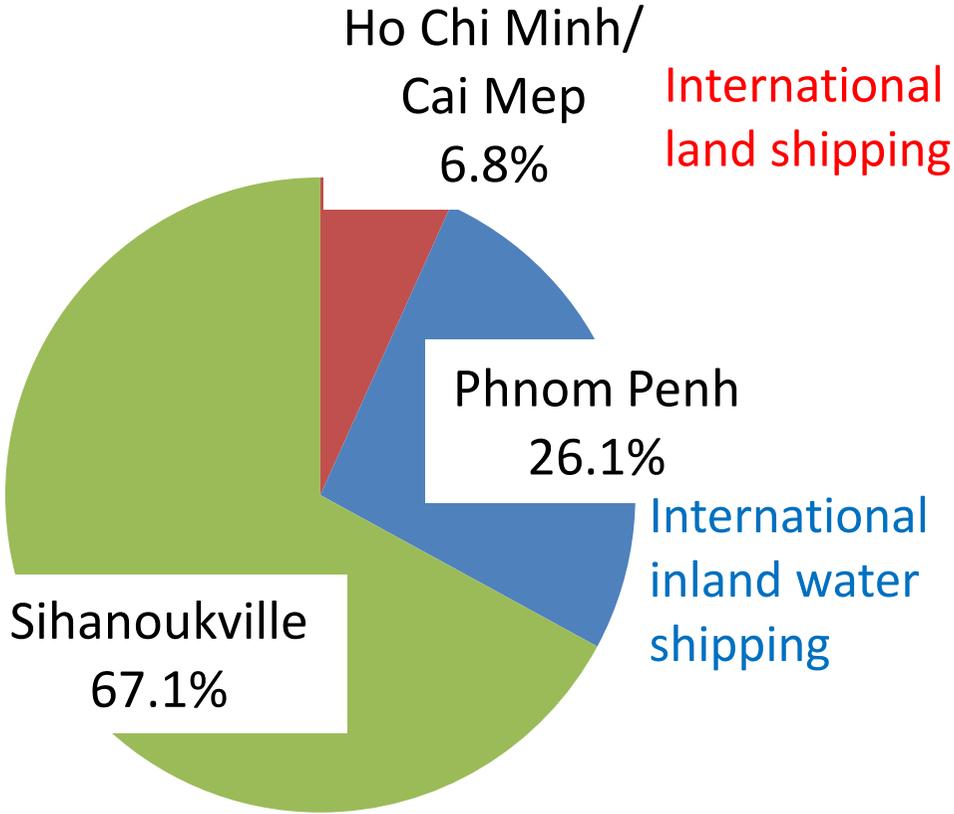


AH1 Improvement Project (near Phnom Penh)

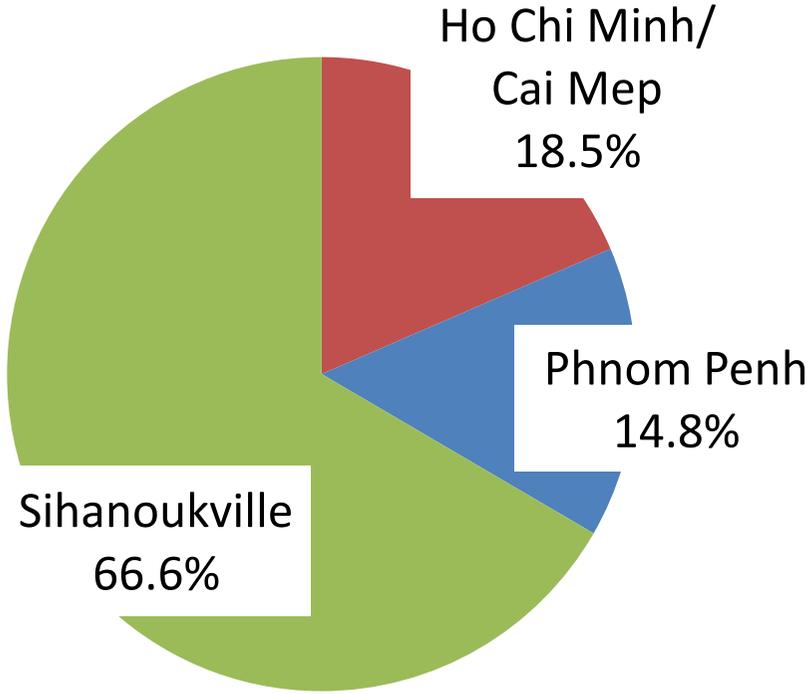


Share of each route for Cambodian International Container Cargo (2010, Laden)

export



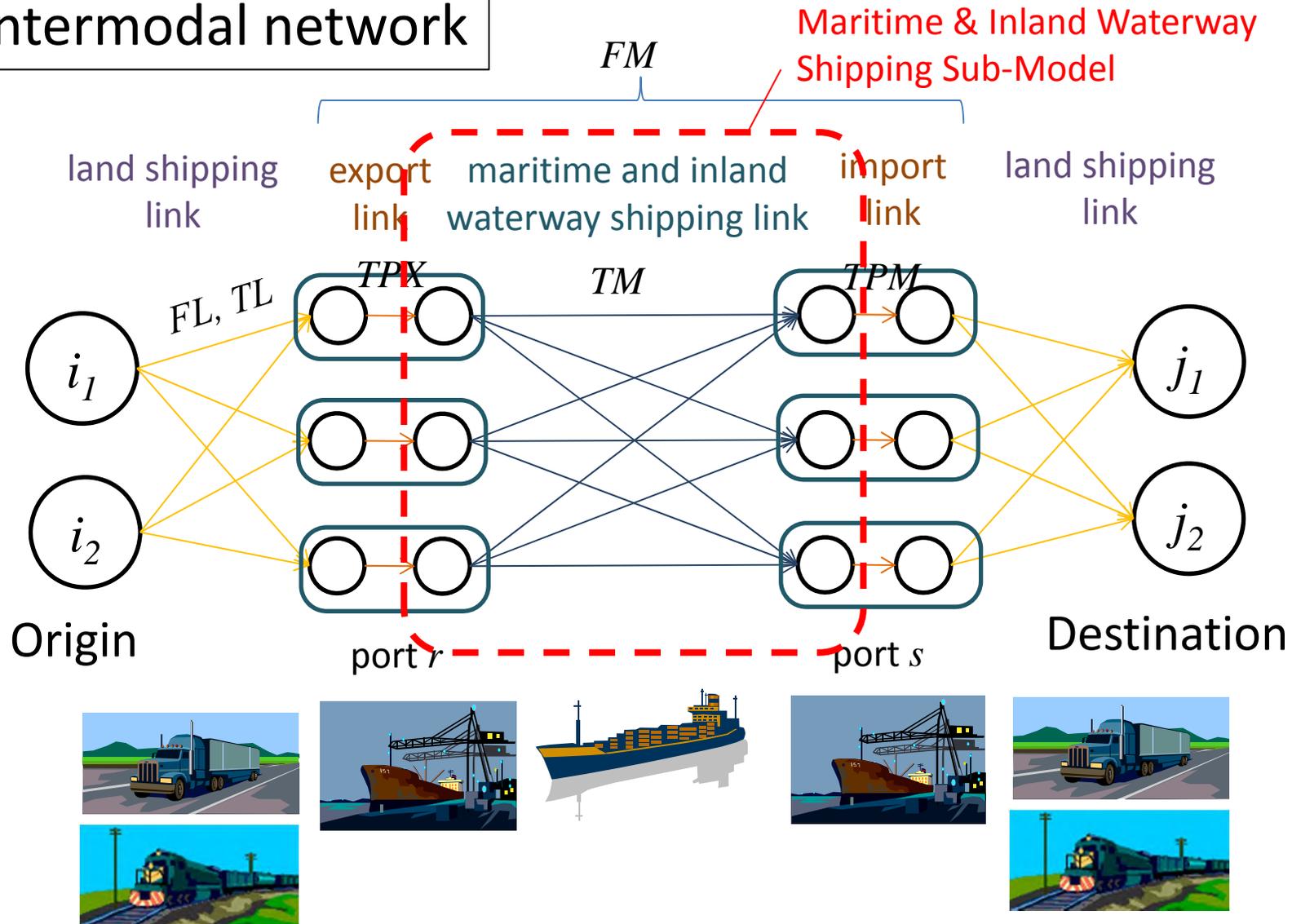
import



Source: Estimated from IRITWG (2012) and JICA report (2013)

CONTAINER CARGO ASSIGNMENT MODEL

Intermodal network



*CA4 countries 以外は陸送ネットワークは省略

MODEL FORMULATION

Stochastic Assignment Model (derived form of a logit model)

$$F_{ijh} = Q_{ij} \cdot \frac{\exp(-\theta \cdot G_{ijh})}{\exp(-\theta \cdot G_{ijh}) + \sum_{h' \in H_{ij}} \exp(-\theta \cdot G_{ijh'})}$$

Q_{ij} : cargo shipping demand (TEU), θ : distribution parameter

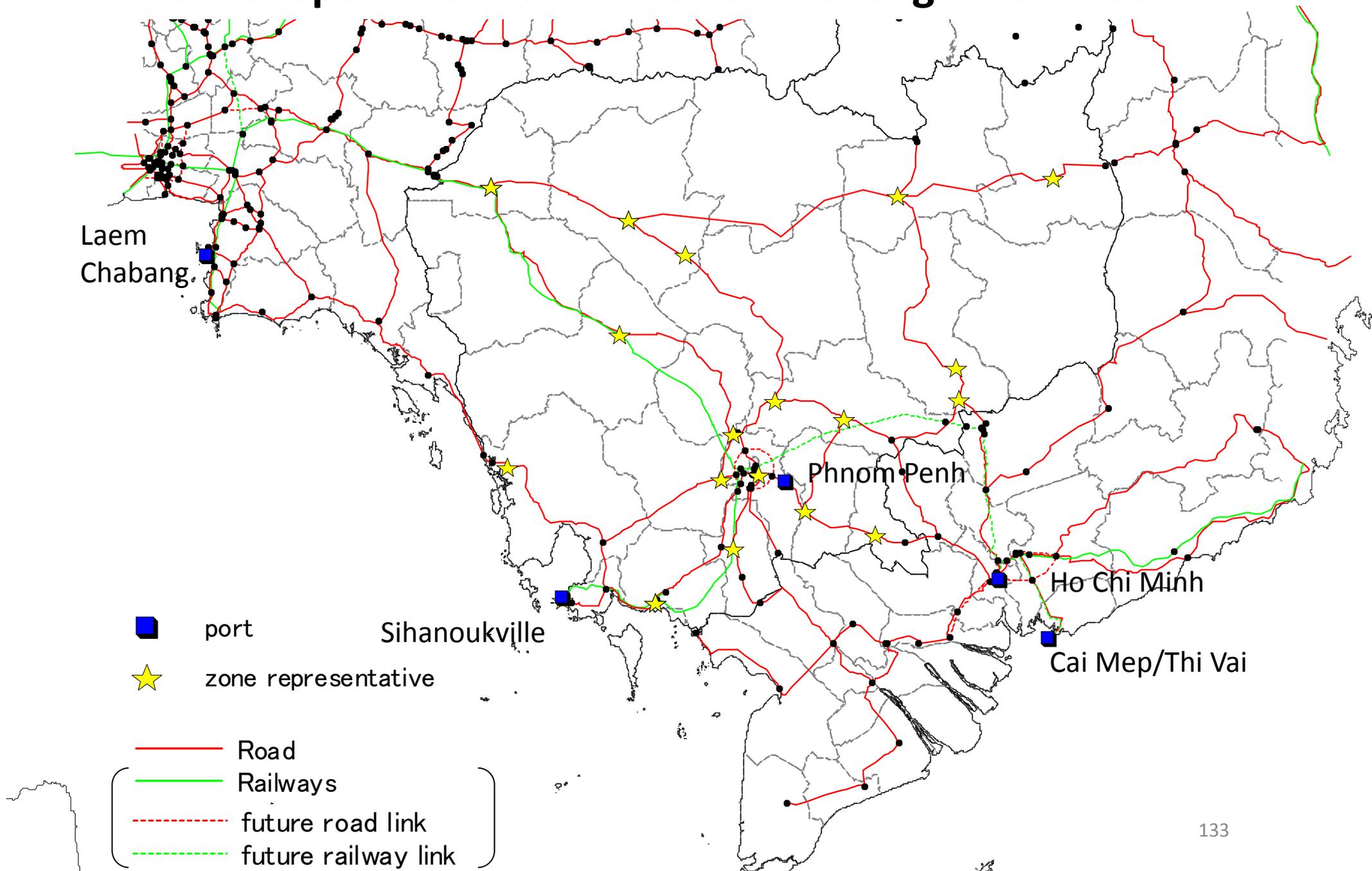
G_{ijh} : generalized cost defined as

$$G_{ijh} = FL_{ir} + FL_{sj} + FM_{rs} + vt \cdot (TL_{ir} + TL_{sj} + TPX_r + TM_{rs} + TPM_s)$$

vt : value of time for shipper (US\$/TEU/hour)

	Land	Port	Maritime
Freight Charge (US\$/TEU)	FL_{ir}, FL_{sj}	FM_{rs}	
Shipping Time (hours)	TL_{ir}, TL_{sj}	TPX_r, TPM_s	TM_{rs}

Land Transport Network in Lower Mekong River Area

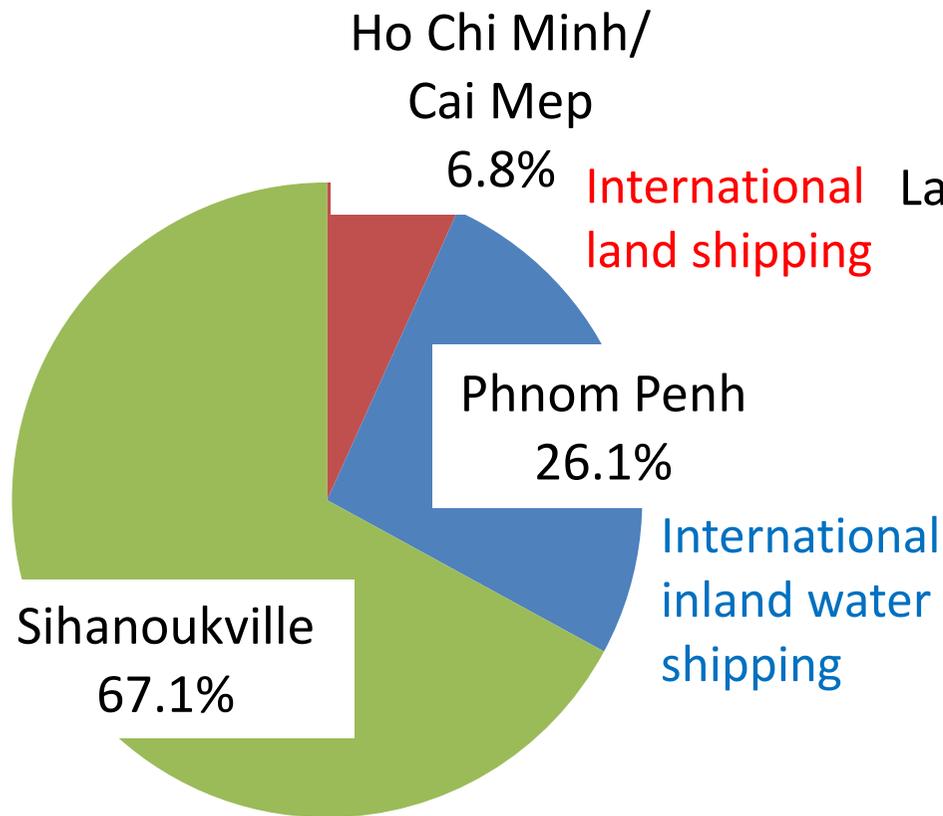


MODEL OUTPUT

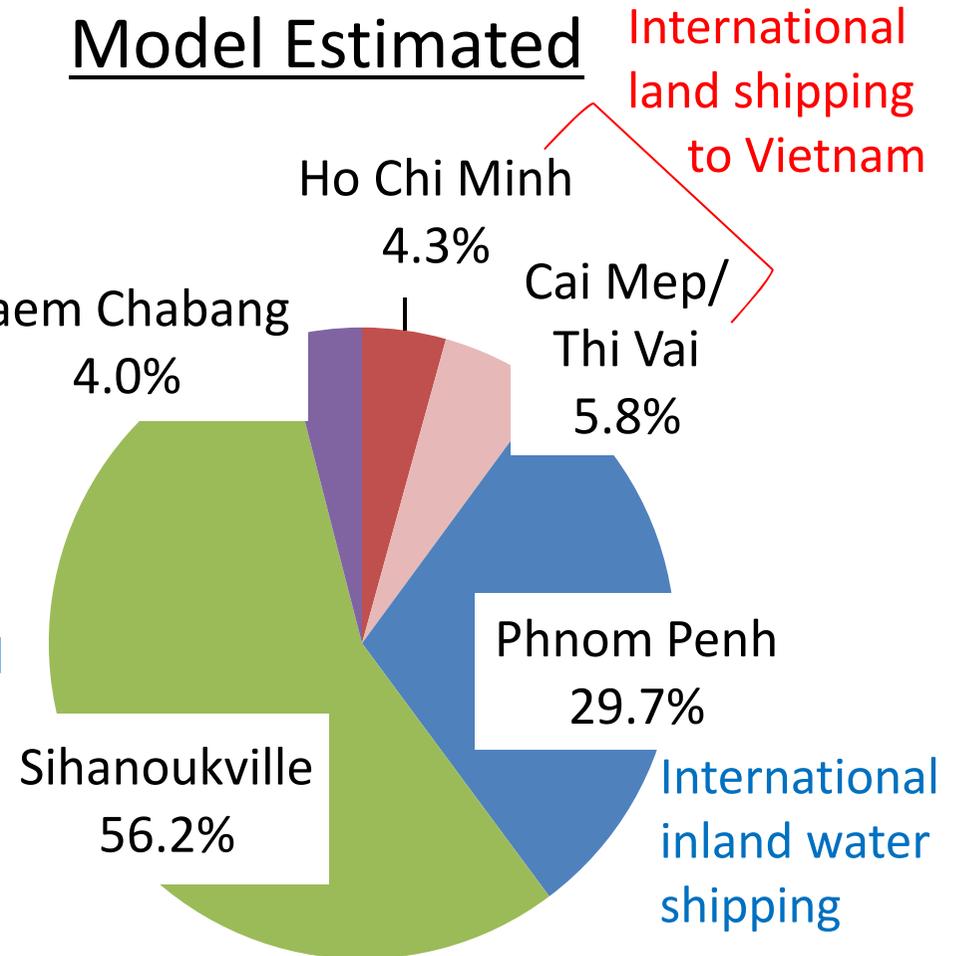
Reproducibility of the Model

export

Actual



Model Estimated

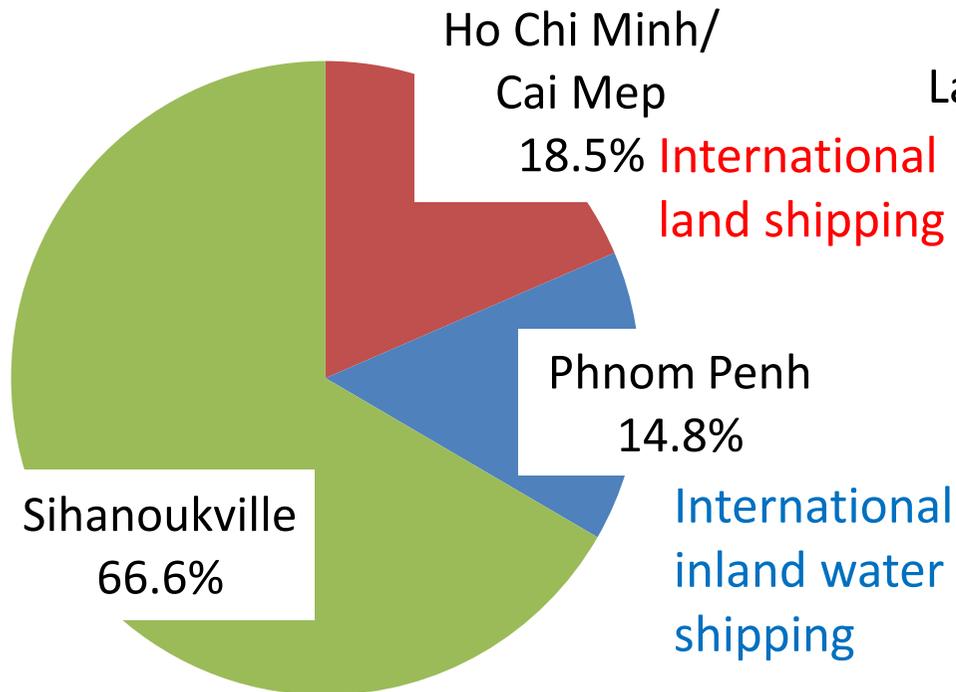


$$vt=5(\text{US\$/TEU/hour}), \theta=0.003, \alpha_{\text{land}}=0.4, \alpha_{\text{water}}^{134}=0.1$$

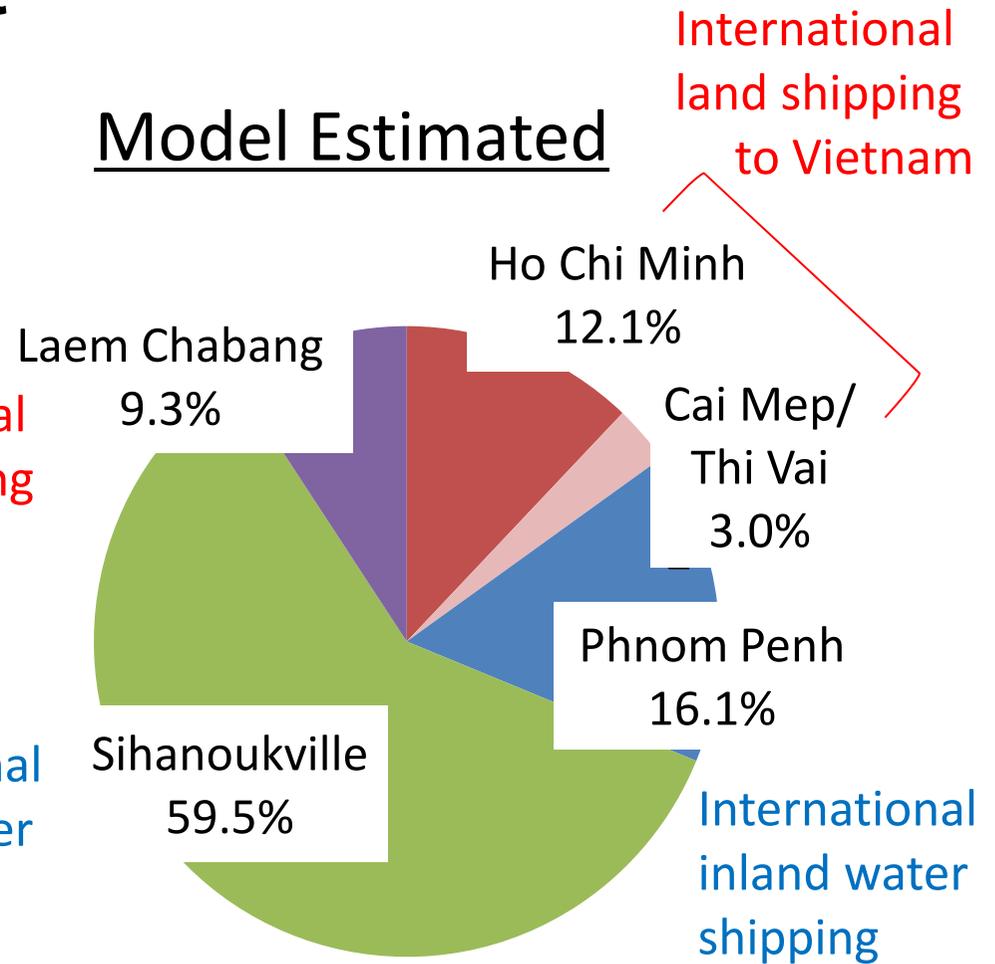
Reproducibility of the Model (contd.)

import

Actual



Model Estimated



$vt=5(\text{US\$/TEU/hour}), \theta=0.003, \alpha_{\text{land}}=0.4, \alpha_{\text{water}}=0.1$



Thank you very much for your kind listening!