

## 第 7 章 CEPA による需要予測モデルと市場配分モデル概観



## 第 7 章 CEPA による需要予測モデルと市場配分モデル概観

この章では、CEPA により行われた CA4（エルサルバドル・グアテマラ・ホンジュラス・ニカラグア）の将来貨物量予測の手法と市場配分モデルの構築手法について示す。

### 7.1 CEPA による需要予測モデルと市場配分モデルの概要

CEPA により行われた「ラウニオン港の需要予測調査」では下記の 3 つの節で構成されている。

1. CA4 発着の取扱コンテナ成長率の推計
2. 市場配分モデルの構築
3. ラウニオン港における将来の市場配分量の推計

第 1 節では、2000 年から 2010 年の中央アメリカの港湾での取扱コンテナ成長率と、この地域の GDP の過去データの相関を取っている。2030 年までのコンテナ量の予測も同様に行う。第 2 節では CA4 各国における現況の市場配分モデルについて記載し、第 3 節ではラウニオン港の将来の市場配分量とコンテナ量を示している。

### 7.2 CA4 発着コンテナ貨物の成長率の推計

#### (1) コンテナ取扱量と GDP の過去データの入手

コンテナ貨物の過去の GDP 弾性値を推計するためには、CA4（エルサルバドル、グアテマラ、ホンジュラス、ニカラグア）発着の港湾の取扱コンテナ量と GDP の過去データを入手する必要がある。

CA4 の GDP の過去データは UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) とワールドバンクのウェブサイトから得ることが出来る。

CA4 各国発着のコンテナ貨物量は、貿易統計データベースである SIECA (The Secretariat of Central American Economic Integration) のデータから推計できる。解析には 2000 年から 2010 年までのデータを使用する。

SIECA の貿易データからコンテナ取扱量を推計する手順は下記のとおりである。

- ・ バルク品目の除外
- ・ 陸送貨物の除外
- ・ 陸送バルク貨物の追加（重複削除を避けるため）

表 7.1 CA4 の GDP 成長率

(%)

	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2000	2.15	3.61	5.75	4.10
2001	1.71	2.33	2.72	2.96
2002	2.34	3.87	3.75	0.75
2003	2.30	2.53	4.55	2.52
2004	1.85	3.15	6.23	5.31
2005	3.09	3.26	6.05	4.28
2006	4.18	5.38	6.57	4.15
2007	4.61	6.30	6.31	3.64
2008	2.43	3.28	3.97	2.76
2009	-3.54	0.54	-1.91	-1.47
2010	0.96	2.59	2.60	4.48

出典：UNCTAD: El Salvador, Guatemala, Honduras,  
World Bank: Nicaragua

表 7.2 CA4 発着のコンテナ貨物量推計値

(ton)

	El Salvador		Guatemala		Honduras		Nicaragua	
	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
2000	879,440	248,311	1,231,486	1,665,777	920,431	860,442	314,518	237,684
2001	900,729	219,684	1,323,346	1,521,243	905,108	1,119,479	322,130	237,984
2002	985,373	292,144	1,514,115	1,577,175	987,449	1,082,915	355,330	231,022
2003	1,025,225	270,932	1,767,615	1,650,752	1,054,317	1,207,982	370,227	258,791
2004	1,040,092	305,404	1,811,812	1,754,197	936,813	1,429,273	375,237	297,126
2005	1,170,806	324,841	1,705,398	1,813,622	1,139,577	1,461,146	397,739	322,993
2006	1,405,739	514,911	2,011,199	1,785,137	1,171,416	1,536,370	419,989	341,409
2007	1,400,514	519,407	1,919,922	2,296,940	1,370,217	1,590,373	470,314	391,362
2008	1,407,026	615,508	1,880,834	2,444,374	1,402,625	1,614,979	496,481	473,040
2009	1,186,362	509,387	1,646,527	2,629,030	1,096,060	1,398,156	438,768	464,924
2010	1,316,762	568,705	1,836,156	2,365,200	1,444,448	1,588,256	528,815	518,651

出典：SIECA データより CEPA 推計

### (2) コンテナ取扱量の現況 GDP 弾性値の推計

コンテナ取扱量の現況 GDP 弾性値は 2000 年から 2010 年までの GDP の過去データから推計できる。

CEPA は回帰分析の手法を用いて、CA4 の GDP（独立変数）と輸出入コンテナ貨物（従属変数）との相関の程度を計算している。

表 7.3 CA4 発着コンテナ貨物量の GDP 弾性値

		GDP Elasticity
El Salvador	import	2.11
	export	4.57
Guatemala	import	0.96
	export	1.55
Honduras	import	0.99
	export	1.18
Nicaragua	import	1.59
	export	2.82

出典： CEPA, the Expert

### (3) コンテナ取扱量の将来 GDP 弾性値の推計

CEPA は、前セクションで計算した現況 GDP 弾性値が 2030 年まで変わらないと仮定し、さらに、現況 GDP 弾性値が 2.0 を超える場合は、2030 年に向けて 2.0 となるよう直線的に減少すると仮定している。これは、発展途上国における弾性値の平均が 2.0 程度であることから、将来予測値が過大となるのを避けるための処置である。

表 7.4 GDP 弾性値

		2000-2010	2020	2030
EL SALVADOR	IMPORT	2.11	2.06	2.0
	EXPORT	4.57	3.28	2.00
GUATEMALA	IMPORT	0.96	0.96	0.96
	EXPORT	1.55	1.55	1.55
HONDURAS	IMPORT	0.99	0.99	0.99
	EXPORT	1.18	1.18	1.18
NICARAGUA	IMPORT	1.59	1.59	1.59
	EXPORT	2.82	2.41	2.00

出典: UNCTAD 及び SIECA、アメリカ・センサス局のデータより CEPA が計算

#### (4) 取扱コンテナ成長率の計算

取扱コンテナ成長率は、将来 GDP 成長率と GDP 弾性値を掛けることで算定される。将来 GDP 成長率は USDA（アメリカ農務省 経済研究事業部）と IMF のデータから求める事が出来る。

計算式は下記のとおりとなる。

$$\text{取扱コンテナ成長率} = (\text{GDP 成長率}) \times (\text{GDP 弾性値})$$

表 7.5 取扱コンテナ成長率(2010=100)

		2010-2020	2010-2030
Import	El Salvador	200	395
	Guatemala	167	278
	Honduras	158	252
	Nicaragua	203	343
Export	El Salvador	340	776
	Guatemala	167	277
	Honduras	160	248
	Nicaragua	207	349

出典： El Salvador, Guatemala:USDA, Honduras, Nicaragua:IMF

### 7.3 市場配分モデルの構築

#### (1) 輸出入コンテナ量の推計

市場の現況シェアを推計するため、CEPA は様々な CA4 のコンテナ流動データを収集・解析することで、CA4 港湾の後背地マトリックスを推計・構築している。

CA4 における正確なコンテナ流動データは存在しないため、CEPA はいくつかの仮定を用いて、既存データの処理を行っている。その手法を以下に示す。

##### 1) CA4 各港の取扱貨物における、エリア別コンテナ量の算定

1. コカトラム (Central American Commission on Maritime Transport) のデータから CA4 各港におけるコンテナ総輸出入量が得られる。
2. CPN (Guatemala National Port Commission) のデータからケツアル港とサントトーマス港のエリア別輸出入取扱貨物量が得られる。
3. CPN のデータは、アメリカ西海岸 (USWC)、アメリカ東海岸 (USEC)、EU、アジア、その他の太平洋エリア及びその他の大西洋エリアという 6 つのエリアに分けられる。このデータから各エリアの貨物量シェアが算定できる。
4. ケツアル港の運営状況・貨物取扱状況と近いことからコリント港、アカフトラ港の貨物のエリアシェアはケツアル港と同じである仮定し、同様にサントトーマス港とコルテス港、カスティージャ港が同じであると仮定する。
5. 港湾別エリア別コンテナ取扱量を算定するために、各港のコンテナ取扱量とエリア別のシェアを掛ける。

表 7.6 各港のエリア別コンテナ取扱量 (2010)

2010年 輸入コンテナ量 (TEU)	USWC	Asia	Other Pacific	USEC, USG	EU	Other Atlantic	Total
Acajutla	26,627	11,748	13,340	6,825	5,845	6,485	70,870
Quetzal	33,290	14,688	16,678	8,533	7,307	8,108	88,604
Santo Tomas	68	2,202	13,415	107,586	13,705	14,254	151,230
Pt. Barrios	0	0	0	45,247	3,016	2,011	50,274
Pt. Cortes	95	3,061	18,649	149,560	19,052	19,815	210,232
Pt. Castilla	6	192	1,169	9,373	1,194	1,242	13,176
Corinto	11,591	5,114	5,807	2,971	2,544	2,823	30,851
<b>TOTAL</b>	<b>71,677</b>	<b>37,005</b>	<b>69,058</b>	<b>330,095</b>	<b>52,663</b>	<b>54,738</b>	<b>615,237</b>

2010年 輸出コンテナ量 (TEU)	USWC	Asia	Other Pacific	USEC, USG	EU	Other Atlantic	Total
Acajutla	14,262	7,282	5,497	1,633	2,191	5,970	36,834
Quetzal	27,729	14,157	10,687	3,175	4,260	11,606	71,614
Santo Tomas	32	5,946	3,455	116,036	10,100	18,787	154,356
Pt. Barrios	0	0	0	88,626	5,908	3,939	98,473
Pt. Cortes	44	8,324	4,837	162,437	14,139	26,299	216,081
Pt. Castilla	7	1,322	768	25,807	2,246	4,178	34,330
Corinto	6,518	3,328	2,512	746	1,001	2,728	16,834
<b>TOTAL</b>	<b>48,592</b>	<b>40,359</b>	<b>27,756</b>	<b>398,462</b>	<b>39,847</b>	<b>73,507</b>	<b>628,522</b>

## 2) CA4 各国の取扱貨物における、エリア別コンテナ量の算定

1. SIECA から、CA4 各国へのエリア間の輸出入貨物量のデータが得られる。
2. SIECA のデータは、アメリカ、EU、アジア、その他の太平洋エリア及びその他の大西洋エリアという 5 つのエリアに分けられている。アメリカの貨物データを US トレードオンラインのデータを用いて、東海岸側と西海岸側に分け、各エリアの貨物のシェアを算定する。
3. CA4 各国別エリア別コンテナ取扱量を算定するために、エリア別のコンテナ総取扱量とシェアを掛ける。

表 7.7 各国のエリア別コンテナ取扱量 (2010) (TEU)

2010年 輸入コンテナ量 (TEU)	USWC	Asia	Other Pacific	USEC, USG	EU	Other Atlantic	Total
El Salvador	28,453	10,321	16,373	62,853	13,908	12,946	144,854
Guatemala	28,392	15,966	33,677	137,889	26,937	19,115	261,976
Honduras	6,617	5,527	16,375	109,278	9,125	5,948	152,870
Nicaragua	8,215	5,191	2,634	20,075	2,693	16,729	55,537
<b>TOTAL</b>	<b>71,677</b>	<b>37,005</b>	<b>69,058</b>	<b>330,095</b>	<b>52,663</b>	<b>54,738</b>	<b>615,237</b>

2010年 輸出コンテナ量(TEU)	USWC	Asia	Other Pacific	USEC, USG	EU	Other Atlantic	Total
El Salvador	6,002	5,973	2,288	39,109	3,503	11,931	68,806
Guatemala	33,227	20,089	21,368	222,201	14,205	39,609	350,698
Honduras	4,872	9,355	2,401	106,786	18,023	11,347	152,784
Nicaragua	4,492	4,942	1,699	30,365	4,115	10,620	56,234
<b>TOTAL</b>	<b>48,592</b>	<b>40,359</b>	<b>27,756</b>	<b>398,462</b>	<b>39,847</b>	<b>73,507</b>	<b>628,522</b>

(2) 各港より各エリアに陸送配分される輸出入コンテナ量の推計

モデル構築の第2段階として、CA4の各港を出入りする貨物が中央アメリカ地域の各港及び後背地へどのように配分されるかを整理する。このためには他港間同士の陸上輸送される輸出入コンテナ量を、実施調査に基づき計算する必要があった。算定はCA4各国税関から提供されたデータを基に行った。

IMPORT	Acajutla	Quetzal	Santo Tomas	Pt. Barrios	Pt. Cortes/ Pt. Castilla	Corinto
El Salvador	93.50%	6.63%	6.63%	6.63%	15.27%	21.53%
Guatemala	3.73%	71.17%	18.97%	9.47%	10.93%	0.00%
Honduras	1.70%	1.20%	1.20%	1.20%	65.53%	10.69%
Nicaragua	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%	43.44%
Others	0.89%	8.55%	8.55%	8.55%	0.00%	24.33%

EXPORT	Acajutla	Quetzal	Santo Tomas	Pt. Barrios	Pt. Cortes/ Pt. Castilla	Corinto
El Salvador	48.08%	17.00%	6.00%	8.00%	7.20%	21.53%
Guatemala	0.42%	70.68%	70.68%	70.68%	10.93%	0.00%
Honduras	2.67%	4.22%	4.22%	4.22%	53.67%	10.69%
Nicaragua	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%	43.44%
Others	48.58%	8.10%	19.10%	17.10%	22.93%	24.33%

エルサルバドルは東部と西部の2つに、ホンジュラスは北部と南部に区分けしている。その割合についてはインタビュー等の調査に基づき調整を行った。

El Salvador	West	94%	Honduras	North	70%
	East	6%		South	30%

港別地域別コンテナ取扱量を求めるため、このシェアと各港の総コンテナ取扱量を掛け合わせた。データは各国別輸出入別に、太平洋側と大西洋側に分類した。



表 7.8 後背地別輸送量マトリックス(2010)

後背地別輸送量マトリックス 輸入: 太平洋側(2010) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	Total
El Salvador (E)	484	43	10	16	25	578
El Salvador (W)	47,870	4,246	1,030	1,606	2,479	57,232
Guatemala	1,930	51,725	13,117	2,534	0	69,306
Honduras (N)	617	541	131	10,543	658	12,491
Honduras (S)	264	232	56	4,519	282	5,353
Nicaragua	89	0	0	1,220	15,504	16,813
Total	51,254	56,786	14,345	20,437	18,949	161,772

後背地別輸送量マトリックス 輸入: 大西洋側(2010) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	Total
El Salvador (E)	179	16	123	140	9	468
El Salvador (W)	17,731	1,573	12,203	13,876	918	46,301
Guatemala	715	19,158	150,550	21,894	0	192,318
Honduras (N)	229	200	1,555	91,107	244	93,335
Honduras (S)	98	86	666	39,046	105	40,001
Nicaragua	33	0	0	10,542	5,743	16,317
Total	18,984	21,033	165,097	176,606	7,019	388,739

後背地別輸送量マトリックス 輸出: 太平洋側(2010) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	Total
El Salvador (E)	230	1	0	11	27	269
El Salvador (W)	22,754	145	20	1,060	2,634	26,614
Guatemala	114	37,157	6,667	1,673	0	45,612
Honduras (N)	505	17	279	6,570	925	8,296
Honduras (S)	216	7	119	1,643	396	2,382
Nicaragua	68	0	0	806	5,369	6,242
Total	23,888	37,328	7,085	11,763	9,351	89,415

後背地別輸送量マトリックス 輸出: 大西洋側(2010) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	Total
El Salvador (E)	83	1	11	165	10	269
El Salvador (W)	8,241	53	1,094	16,293	954	26,635
Guatemala	41	13,458	172,028	25,707	0	211,234
Honduras (N)	183	6	7,195	100,946	335	108,665
Honduras (S)	78	3	3,083	25,237	144	28,545

Nicaragua	25	0	0	12,378	1,944	14,347
Total	8,652	13,520	183,411	180,725	3,387	389,695

#### 7.4 ラウニオン港における市場配分量の推計

ラウニオン港のポテンシャルマーケットシェアと将来取扱貨物量はロジットモデルにより算定される。

効用関数は以下である：

$$U = -\theta * (C + \gamma * \tau)$$

ここに：

U = 効用

$\theta$  = コスト係数

C = コスト

$\gamma$  = 時間係数

$\tau$  = 時間

##### (1) 現在の輸送コスト及び輸送時間データの取得

CA4 各国の潜在需要を算定するためには、輸送時間及び海上輸送コスト、陸上輸送コストのデータが重要な要素となる。これらを以下の仮定の下に求めている。

①各港の出入貨物の TEU 当りの海上輸送コスト（米ドル）は Nathan の調査結果を基に算定されているが、基本的に同じとする。

②各港間の出入貨物の TEU 当りの陸上輸送コスト（米ドル）は下記のウェブサイトより求めた。  
(<http://www.globalshippingcosts.com/calc/#lat=25.95804&lon=-80.15625&zoom=>)

また、算定に用いた各国各エリアの代表地を下記の表に取りまとめた。

Landmark	Reference
El Salvador	
East	San Miguel
West	San Salvador
Guatemala	Guatemala City
Honduras	
North	San Pedro Sula
Sourth	Tegucigalpa
Nicaragua	Managua

③結果がマイルで表示されるため 1.6093 を掛けキロメートルに換算し、陸上コストはキロ当たり 1.5 をかけて算出している。

④各港のターミナルにおけるハンドリングチャージについては、大西洋側の港湾についてはハパックロイドのウェブサイト (<http://www.hapag-lloyd.com>) よりバリオス港以外のデータを入手し、他港については各港のタリフを考慮し CEPA が算定している。

⑤ 輸送時間のデータは下記ウェブサイトより入手した。(http://www1.axsmarine.com/distance/)

表 7.9 各エリアの代表地

Landmark	Reference
Western U.S.	Los Ángeles
U.S. east and Gulf	Miami
China	Shanghái
Europa	Algeciras

表 7.10 TEU 当りの輸送コスト (2010)

(USD)

	Acajutla	La Union	Quetzal	Santo Tomas	Pt. Barrios	Pt. Cortes	Pt. Castilla	Corinto
Ocean Freight Rate								
to USWC	1,823.53	1,266.49	1,764.71	1,188.28	1,188.17	2,000.00	1,254.76	1,304.87
from USWC	1,823.53	1,266.49	1,764.71	1,188.28	1,188.17	2,000.00	1,254.76	1,304.87
to USG	1,764.71	2,115.00	1,647.06	2,115.00	2,115.00	1,647.06	2,115.00	2,058.82
from USG	1,764.71	2,115.00	1,647.06	2,115.00	2,115.00	1,647.06	2,115.00	2,058.82
to China	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00
from China	4,411.76	2,400.00	4,411.76	2,400.00	2,400.00	5,000.00	2,400.00	4,470.59
to EU	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00
from EU	3,529.41	2,400.00	2,941.18	2,400.00	2,400.00	3,235.29	2,400.00	3,470.59
THC (Terminal Handling Charge)	73.48	65.79	117.65	64.7		64.70	64.70	58.82
Land Transportation								
El Salvador								
East	346.64	73.67	621.88	764.35	769.66	562.45	558.88	623.67
West	127.07	269.98	402.79	560.23	565.25	604.12	520.35	429.15
Guatemala	287.04	629.68	150.51	450.66	450.66	568.68	623.45	976.88
Honduras								
North	680.95	495.70	786.22	233.91	233.91	88.81	86.90	746.71
South	614.98	274.47	1,079.59	542.82	542.82	452.33	368.56	395.74
Nicaragua	877.13	536.62	1,151.70	1,053.09	1,053.09	962.59	878.82	212.33

表 7.11 輸送時間 (2010)

(日)

	Acajutla	La Union	Quetzal	Santo Tomas	Pt. Barrios	Pt. Cortes	Pt. Castilla	Corinto
Ocean Transit Time								
USWC	6.90	7.38	6.76	12.09	12.09	12.11	11.55	7.55
USG	6.57	6.33	6.74	2.60	2.59	2.67	2.36	6.09
China	24.77	25.25	24.63	29.96	29.96	29.98	29.42	25.42
EU	18.16	17.92	18.33	15.65	15.65	15.73	15.42	17.68

Dwell Time in Port	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Land Transit Time								
El Salvador								
East	0.17	0.17	0.75	0.94	0.94	0.65	1.03	0.45
West	0.31	0.17	0.32	0.63	0.63	0.80	1.37	0.84
Guatemala	0.70	1.20	0.17	0.50	0.50	0.64	1.27	1.09
Honduras								
North	0.76	0.30	0.88	0.26	0.26	0.10	0.59	0.84
South	0.69	0.60	1.21	0.61	0.61	0.51	0.68	0.44
Nicaragua	0.98	0.59	1.29	1.18	1.18	1.08	1.24	0.24

(2) ラウニオン港のポテンシャルマーケットシェア

- 1) 時間価値を含めた総コストは上記のデータにより算定される。また、コストは海上輸送費と陸上輸送費である。
- 2)  $\theta$  をコスト係数、 $\gamma$  を時間係数とし、2010 年における実際のマーケットシェアに近づくよう、推計シェアを算定する。
- 3) これらのデータを用いて、各港の効用とラウニオン港のポテンシャルマーケットシェアを算定している。

表 7.12 2010 年における後背地輸送マトリックス（ラウニオン港ありのケース）

後背地輸送マトリックス（2010：輸入：太平洋側）

(TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	67	6	1	2	4	498	578
El Salvador (W)	30,012	2,890	289	285	2,134	10,692	46,302
Guatemala	9,802	59,481	9	0	0	14	69,306
Honduras (N)	15	1	1,029	10,995	1	449	12,490
Honduras (S)	11	0	1	8	113	5,220	5,353
Nicaragua	0	0	0	0	16,813	0	16,813
Total	39,907	62,378	1,329	11,290	19,065	16,873	150,842

後背地輸送マトリックス（2010：輸入：大西洋側）

(TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	85	23	29	61	18	253	469
El Salvador (W)	15,313	1,412	11,769	10,434	1,262	6,111	46,301
Guatemala	4,577	17,212	149,886	20,555	0	87	192,317
Honduras (N)	0	0	1,891	91,444	0	0	93,335
Honduras (S)	0	0	576	28,012	15	11,397	40,000
Nicaragua	38	0	0	10,145	5,524	610	16,317
Total	20,013	18,647	164,151	160,651	6,819	18,458	388,739

後背地輸送マトリックス (2010：輸出：太平洋側)

(TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	18	2	0	0	0	248	268
El Salvador (W)	19,808	1,950	73	29	293	4,482	26,635
Guatemala	4,286	41,324	1	0	0	1	45,612
Honduras (N)	75	10	1,486	5,669	13	1,043	8,296
Honduras (S)	19	0	2	7	167	2,186	2,381
Nicaragua	0	0	0	0	6,242	0	6,242
Total	24,206	43,286	1,562	5,705	6,715	7,960	89,434

後背地輸送マトリックス (2010：輸出：大西洋側)

(TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	7	0	1	13	0	248	269
El Salvador (W)	6,926	1,307	7,057	6,408	1,238	3,699	26,635
Guatemala	3,189	11,791	171,402	24,780	0	73	211,235
Honduras (N)	0	0	7,457	101,208	0	1	108,666
Honduras (S)	1	0	1,782	24,247	11	2,504	28,545
Nicaragua	27	0	0	12,134	1,905	281	14,347
Total	10,150	13,098	187,699	168,790	3,154	6,806	389,697

### (3) ラウニオン港の将来コンテナ取扱量

#### 1) シナリオ 1：CA4 各国のインフレーション率の違いを考慮したケース

CA4 各国のインフレーション率の違いは潜在需要の変化を推計する上で重要な要素であり、下記手順でインフレーション率を考慮した推計を行った。

a)USDA (アメリカ農務省) のデータベースから 2010 年を基準年としたインフレーション率のデータを入手する。

#### b)コストの変化

- ・輸送コスト：2020 年及び 2030 年の海上輸送費は 2010 年のコストに、2020 年及び 2030 年の世界的インフレ率をそれぞれ掛け、その値を基準年の世界的インフレ率で割り返して算出する。
- ・ターミナルハンドリングコスト：2020 年及び 2030 年のターミナルハンドリングコストは 2010 年のコストに、2020 年及び 2030 年の各国インフレ率をそれぞれ掛け、その値を基準年の各国インフレ率で割り返して算出する。
- ・陸上輸送コスト：2020 年及び 2030 年の陸上輸送コストは 2010 年のコストに、2020 年及び 2030 年の各国インフレ率をそれぞれ掛け、その値を基準年の各国インフレ率で割り返して算出する。
- ・各係数：輸送時間に関する部分は 2010 年と同様であるとし、コストに関する要素は各国のインフレーション状況を考慮する。

	2010	2020	2030
World	100	135.7	179.73
El Salvador	100	136.26	174.63
Guatemala	100	156.13	228.59
Honduras	100	170.93	270.93
Nicaragua	100	191.48	311.75

以下に、2020年及び2030年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックスとラウニオン港における将来コンテナ取扱コンテナ量の市場配分予測を示す。

(アカフトラ港の取扱貨物の容量に制限がないケース)

表 7.13 2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（シナリオ1）

2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸入：太平洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	136	8	0	2	2	1,006	1,154
El Salvador (W)	62,941	4,306	419	315	1,985	22,422	92,388
Guatemala	25,600	0	0	0	0	0	25,600
Honduras (N)	3,170	2,302	4,606	5,674	2,020	1,987	19,759
Honduras (S)	33	0	3	16	81	8,335	8,468
Nicaragua	0	0	0	0	34,045	6	34,051
Total	91,880	6,616	5,028	6,007	38,133	33,756	181,420

2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸入：大西洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	186	38	48	90	22	551	935
El Salvador (W)	38,176	2,566	20,696	14,233	1,485	15,235	92,391
Guatemala	11,792	36,157	250,113	23,533	0	315	321,910
Honduras (N)	0	0	2,566	145,072	0	0	147,638
Honduras (S)	3	0	539	11,327	16	51,388	63,273
Nicaragua	160	0	0	19,660	11,321	1,908	33,049
Total	50,317	38,761	273,962	213,915	12,844	69,397	659,196

2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸出：太平洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	36	2	0	0	0	499	537
El Salvador (W)	41,267	2,015	76	26	235	9,528	53,147
Guatemala	12,987	63,351	2	0	0	5	76,345
Honduras (N)	191	14	2,645	8,249	6	2,017	13,122

Honduras (S)	52	0	5	11	125	3,573	3,766
Nicaragua	697	0	0	958	10,293	697	12,645
Total	55,230	65,382	2,728	9,244	10,659	16,319	159,562

2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸出：大西洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	14	0	2	8	0	513	537
El Salvador (W)	16,584	2,518	13,289	10,135	1,768	8,856	53,150
Guatemala	58,620	212,757	71,185	8,912	0	2,099	353,573
Honduras (N)	0	0	15,158	156,722	0	5	171,885
Honduras (S)	13	0	2,243	18,785	40	24,070	45,151
Nicaragua	93	0	0	24,210	3,959	792	29,054
Total	75,324	215,275	101,877	218,772	5,767	36,335	653,350

表 7.14 2030年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（シナリオ1）

2030年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸入：太平洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	268	8	0	0	0	1,997	2,273
El Salvador (W)	128,358	5,988	537	288	1,855	45,726	182,752
Guatemala	59,770	132,676	44	0	0	178	192,668
Honduras (N)	113	3	3,762	27,168	0	385	31,431
Honduras (S)	86	0	8	25	86	13,268	13,473
Nicaragua	3	0	0	0	26,983	30,600	57,586
Total	188,598	138,675	4,351	27,481	28,924	92,154	480,183

2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸入：大西洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	395	63	75	126	24	1,164	1,847
El Salvador (W)	89,625	4,227	34,245	17,197	1,689	35,768	182,751
Guatemala	26,980	47,847	424,867	33,705	0	1,243	534,642
Honduras (N)	0	0	9,376	225,478	0	3	234,857
Honduras (S)	13	0	380	4,011	315	95,934	100,653
Nicaragua	360	0	0	48,404	4,881	2,243	55,888
Total	117,373	52,137	468,943	328,921	6,909	136,355	1,110,638

2030年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸出：太平洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	71	0	0	0	0	987	1,058
El Salvador (W)	83,302	2,092	71	20	182	19,467	105,134

Guatemala	34,041	92,735	3	0	0	22	126,801
Honduras (N)	455	23	4,524	11,978	5	3,888	20,873
Honduras (S)	43	0	18	50	136	5,747	5,994
Nicaragua	0	0	0	0	12,464	8,916	21,380
Total	117,912	94,850	4,616	12,048	12,787	39,027	281,240

2020年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸出：大西洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	28	0	0	4	0	1,030	1,062
El Salvador (W)	38,444	4,575	24,215	14,876	2,491	20,529	105,130
Guatemala	143,134	333,642	95,343	8,888	0	6,224	587,231
Honduras (N)	0	0	29,546	243,882	0	3	273,431
Honduras (S)	60	0	1,744	9,313	58	60,650	71,825
Nicaragua	164	0	0	45,975	2,117	880	49,136
Total	181,830	338,217	150,848	322,938	4,666	89,316	1,087,815

表 7.15 2020年及び2030年のラウニオン港の将来市場配分予測（シナリオ1）

2020年のラウニオン港の将来コンテナ取扱量の市場配分予測(TEU)

La Union Port	IMPORT: Pacific	IMPORT : Atlantic	EXPORT: Pacific	EXPORT : Atlantic
El Salvador (E)	1,006	551	499	513
El Salvador (W)	22,422	15,235	9,528	8,856
Guatemala	0	315	5	2,099
Honduras (N)	1,987	0	2,017	5
Honduras (S)	8,335	51,388	3,573	24,070
Nicaragua	6	1,908	697	792
Total	33,756	69,397	16,319	36,335

2030年のラウニオン港の将来コンテナ取扱量の市場配分予測

La Union Port	IMPORT: Pacific	IMPORT : Atlantic	EXPORT: Pacific	EXPORT : Atlantic
El Salvador (E)	1,997	1,164	987	1,030
El Salvador (W)	45,726	35,768	19,467	20,529
Guatemala	178	1,243	22	6,224
Honduras (N)	385	3	3,888	3
Honduras (S)	13,268	95,934	5,747	60,650
Nicaragua	30,600	2,243	8,916	880
Total	92,154	136,355	39,027	89,316

2) シナリオ2：アカフトラ港のハンドリングチャージを30%増加させたケース

このシナリオはアカフトラ港のハンドリングチャージのみを30%増加させた場合の、CA4各港の需要増の影響を調べることを目的として設定された。

以下に、2020年及び2030年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックスとラウニオン港に



おける将来コンテナ取扱コンテナ量の市場配分予測を示す。  
 (アカフトラ港の取扱貨物の容量に制限がないケース)

表 7.16 2020 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (シナリオ 2)

2020 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸入：太平洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	116	12	2	4	10	1,012	1,156
El Salvador (W)	56,394	6,385	639	629	4,717	23,626	92,390
Guatemala	11,200	104,767	15	0	0	23	116,005
Honduras (N)	16	2	1,629	17,398	2	710	19,757
Honduras (S)	13	0	2	13	179	8,262	8,469
Nicaragua	0	0	0	0	34,051	0	34,051
Total	67,739	111,166	2,287	18,044	38,959	33,633	271,828

2020 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸入：大西洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	158	46	58	124	36	513	935
El Salvador (W)	27,569	2,953	24,619	21,826	2,640	12,783	92,390
Guatemala	6,021	28,961	252,196	34,587	0	147	321,912
Honduras (N)	0	0	2,991	144,646	0	0	147,637
Honduras (S)	0	0	911	44,309	24	18,028	63,272
Nicaragua	69	0	0	20,553	11,190	1,235	33,047
Total	33,817	31,960	280,775	266,045	13,890	32,706	659,193

2020 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸出：太平洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	30	4	0	0	0	503	537
El Salvador (W)	37,163	4,567	172	68	686	10,496	53,152
Guatemala	4,335	72,009	2	0	0	2	76,348
Honduras (N)	89	16	2,357	8,988	21	1,655	13,126
Honduras (S)	22	0	3	11	266	3,466	3,768
Nicaragua	0	0	0	0	12,642	0	12,642
Total	41,639	76,596	2,534	9,067	13,615	16,122	159,573

2020 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸出：大西洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	10	0	2	26	0	499	537

El Salvador (W)	12,793	2,676	14,449	13,122	2,536	7,573	53,149
Guatemala	4,247	19,798	287,798	41,607	0	122	353,572
Honduras (N)	0	0	11,795	160,091	0	2	171,888
Honduras (S)	0	0	2,819	38,354	17	3,961	45,151
Nicaragua	51	0	0	24,579	3,858	569	29,057
Total	17,101	22,474	316,863	277,779	6,411	12,726	653,354

表 7.17 2030 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (シナリオ 2)

2030 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸入：太平洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	229	24	4	8	20	2,001	2,286
El Salvador (W)	111,551	12,631	1,263	1,243	9,331	46,733	182,752
Guatemala	18,601	174,003	25	0	0	39	192,668
Honduras (N)	25	3	2,592	27,677	3	1,130	31,430
Honduras (S)	20	0	3	20	284	13,143	13,470
Nicaragua	0	0	0	0	57,586	0	57,586
Total	130,426	186,661	3,887	28,948	67,224	63,046	480,192

2030 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸入：大西洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	312	91	114	245	71	1,014	1,847
El Salvador (W)	54,532	5,842	48,699	43,173	5,222	25,285	182,753
Guatemala	10,000	48,100	418,860	57,443	0	245	534,648
Honduras (N)	0	0	4,758	230,101	0	0	234,859
Honduras (S)	0	0	1,449	70,487	38	28,678	100,652
Nicaragua	116	0	0	34,758	18,924	2,089	55,887
Total	64,960	54,033	473,880	436,207	24,255	57,311	1,110,646

2030 年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス (輸出：太平洋側) (TEU)

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	59	8	0	0	0	995	1,062
El Salvador (W)	73,510	9,035	339	134	1,358	20,761	105,137
Guatemala	7,200	119,596	3	0	0	3	126,802
Honduras (N)	141	25	3,749	14,298	33	2,632	20,878
Honduras (S)	35	0	5	18	423	5,513	5,994
Nicaragua	0	0	0	0	21,379	0	21,379
Total	80,945	128,664	4,096	14,450	23,193	29,904	281,252

2030年のラウニオン港を含む後背地輸送マトリックス（輸出：大西洋側）（TEU）

	Acajutla	Quetzal	S Tomas / P Barrios	Pt. Cortes / Pt. Castilla	Corinto	La Union	Total
El Salvador (E)	20	0	4	51	0	987	1,062
El Salvador (W)	25,304	5,293	28,581	25,956	5,017	14,979	105,130
Guatemala	7,053	32,882	477,990	69,102	0	203	587,230
Honduras (N)	0	0	18,764	254,670	0	3	273,437
Honduras (S)	0	0	4,484	61,013	28	6,301	71,826
Nicaragua	86	0	0	41,567	6,525	962	49,140
Total	32,463	38,175	529,823	452,359	11,570	23,435	1,087,825

表 7.18 2020年及び2030年のラウニオン港の将来市場配分予測（シナリオ 2）  
2020年のラウニオン港の将来コンテナ取扱量の市場配分予測(TEU)

La Union Port	IMPORT: Pacific	IMPORT : Atlantic	EXPORT: Pacific	EXPORT : Atlantic
El Salvador (E)	1,012	513	503	499
El Salvador (W)	23,626	12,783	10,496	7,573
Guatemala	23	147	2	122
Honduras (N)	710	0	1,655	2
Honduras (S)	8,262	18,028	3,466	3,961
Nicaragua	0	1,235	0	569
Total	33,633	32,706	16,122	12,726

2030年のラウニオン港の将来コンテナ取扱量の市場配分予測(TEU)

La Union Port	IMPORT: Pacific	IMPORT : Atlantic	EXPORT: Pacific	EXPORT : Atlantic
El Salvador (E)	2,001	1,014	995	987
El Salvador (W)	46,733	25,285	20,761	14,979
Guatemala	39	245	3	203
Honduras (N)	1130	0	2,632	3
Honduras (S)	13,143	28,678	5,513	6,301
Nicaragua	0	2,089	0	962
Total	63,046	57,311	29,904	23,435

## 第 8 章 船舶寄港モデル

### 8.1 エルサルバドルの港湾

#### 8.1.1 エルサルバドルの概要

エルサルバドル共和国は太平洋に面し、グアテマラ共和国及びホンジュラス共和国と国境を接している。2011 年データによると国土面積は 21,949 km<sup>2</sup>、人口は 623 万人となっている（2011 年ワールドバンク）。サンサルバドルが首都である。アカフトラ港は太平洋に面し、ラ・ウニオン港は国土の東岸、太平洋と航路で繋がるフォンセカ湾の西側に位置している。

主な産業は、輸入した原料を使って製品を生産しているアパレル産業である。2011 年の中央銀行の数値では、GDP は 230 億 5,400 百万 USD、一人当たりの GDP は 3,728.6 USD となっている。内戦後に起きた地震やハリケーンで蒙った被害にも拘らず、GDP は確実に上昇している。

輸出額は 53 億 880 万 USD（FOB 価格）、輸入額は 101 億 1,820 万 USD（CIF 価格）である（2011 年値）。主な輸出品目は、アパレル、コーヒー、砂糖であり、輸入品目は油類や肥料、消費品目等の原料及び一次加工品や自動車などの資本財である。主な貿易相手国は、米国、中米諸国、ドイツ、カナダの輸出先、米国、中米諸国、中国、日本の輸入先となっている（中央銀行）。

#### 8.1.2 エルサルバドルの港湾の概要

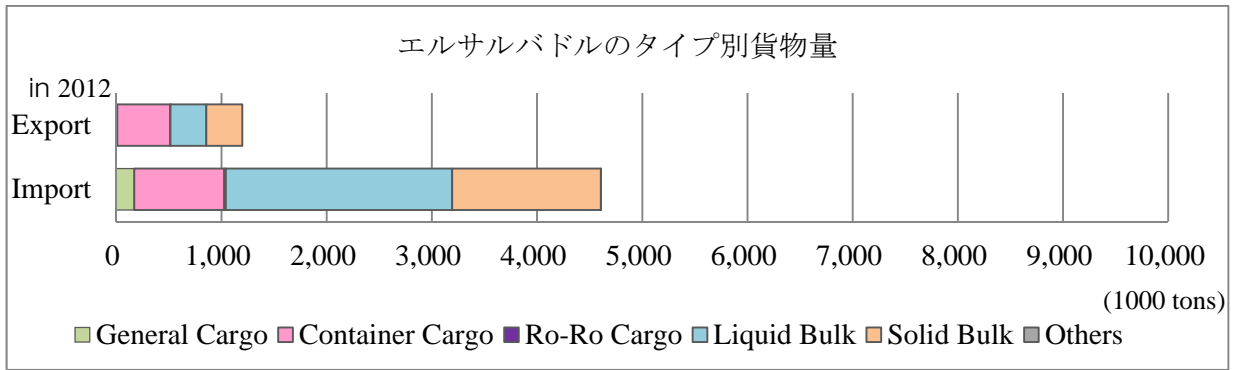
アカフトラ港、ラ・ウニオン港、コルサイン港、セネリヒカ・ラサ港の 4 港が 2012 年の COCATRAM の統計にリストアップされている。アカフトラ港とラ・ウニオン港は CEPA（港湾空港運営委員会）が運営する商港であり、コルサイン港は CORSAIN が運営する魚を揚げて背後で加工している港である。セネリヒカ・ラサ港はアルバ・ペテロが運営する民間港で油類を取り扱っている。

#### 8.1.3 港の主要な施設

エルサルバドルでは、先進的な荷役機械を設置している港は無いが、2009 年に完成したラ・ウニオン港はコンテナの取扱い用にガントリー・クレーンを購入する計画である。アカフトラ港は、国内で最も多くの貨物を取り扱っているが、コンテナ取扱い用のガントリー・クレーンは無く、シップクレーンを使用しているのが現状である。ここにはバルクアンローダーが設置されているが、これは先進的な施設で背後ヤードとベルトコンベアーで繋がれ現在稼働中である。

#### 8.1.4 品目別の貨物取扱量

2012 年の寄港船舶数は 742 隻で取り扱い貨物量は 581 万 t である。輸出入別、タイプ別の内訳を図 8.1 に示す。コンテナ貨物の輸出量は 42.5 % を占め、輸入量は 18.6 % を占めている。表 8.1 に 2007 年から 2012 年までの寄港船舶数と貨物量の推移を示す。



出典：調査団

図 8.1 エルサルバドルの主要港の貨物取扱量

表 8.1 エルサルバドル主要港の寄港船舶数と取扱貨物量の推移

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
寄港船舶数 (隻)		855	729	651	620	725	742
貨物量 (t)	輸入	1,068	1,211	980	1,204	1,119	1,199
	輸出	5,087	4,800	3,951	4,187	4,729	4,607
	合計	6,156	6,010	4,931	5,392	5,848	5,806

出典：調査団

### 8.1.5 アカフトラ港

#### (1) 概要

アカフトラ港はエルサルバドルの西部、隣国グアテマラに国境を接するソンソナテ州の太平洋側に位置している。首都のサンサルバドルから陸路で約2時間のところとあり、1960年代に供用が開始されてから約50年が経過している。



出典: Worldatlas

図 8.2 アカフトラ港の位置

#### (2) 港湾施設

アカフトラ港は太平洋側へ突き出した”F”字型をしており、3つのピアからなっている (図

8.3 参照)。ピア A は、全長 300 m で水深は 12 m ある。1957 年から 1960 年にかけて建設された最も古いピアであり、すでに 50 年以上経過している。構造は鋼矢板セル式構造であり、外洋に面した側は連続した構造となっており防波堤の役割をしている。港内側は、一定の間隔を置いた透過型となっている（表 8-2 参照）。

ピア B は、杭式栈橋構造で建造されており、延長はピアの両側でそれぞれ 328 m（外洋側）、345 m（陸側）あり、ピア A の 9 年後に完成した。水深は 10～12 m あり、主にバルク、コンテナの荷役に使用されている。ピア B の中央部にはベルトコンベアーでバックヤードまで繋がるアンローダーが設置されており、ドライバルクの荷卸しに利用されている。バルク船が接岸していないときはコンテナの荷役に使用されている。荷役は、ピアの両側で行われる。

ピア C は、ピア B の建設から遅れて 5 年後に完成した。F 字の上辺にあたるピア A の先端から伸びるかたちで、角度をやや陸側に向けたかたちで延長 270 m、水深 14 m のピアである。ケーソン式構造で、防波堤の役目も兼ねており港内への波の進入を抑える役目も担っている。

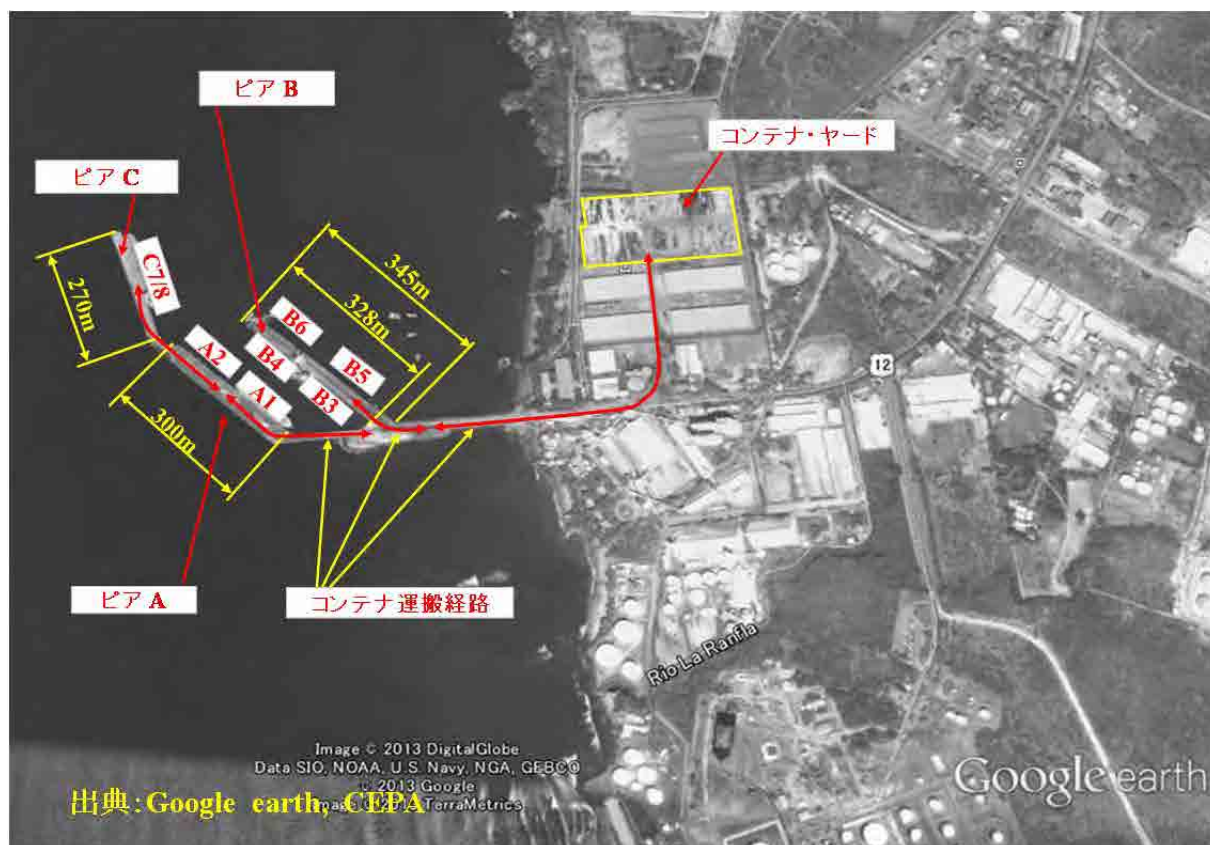


図 8.3 アカフトラ港のレイアウト

表 8.2 アカフトラ港のピアの諸元

ピア	延長(m)	バース水深(m)	エプロン幅(m)	完成年
A	300	12	37	1957-1960
B - 海側	328	12	28	1969
- 陸側	345	10		
C	270	14	19.3	1973-1974

出典: Acajutla Port 1961~ 2013, 52Years

アカフトラ港にはそのほかにコンテナヤード、バルクアンローダー、コンベアベルトシステム、入出港船舶の安全コントロールタワー、消防用車両、ISPS コードに準拠した保安設備等が備わっている（表 8-3 参照）。

表 8.3 アカフトラ港の主要施設

Facility/Equipment	Specification	Number	Note
Grain Silo	18,000t	1	
Grain Warehouse	12,000t	1	
Roofed warehouse /General Cargo	117,000t	1	
Container Yard	2,788TEUs	1	
Vehicle Yard	2,000 cars	1	
Emergency Powerplant	1,176KVA	1	
Tugs		2	
Straddle Carrir		5	
Spreaders (From 20 'and 40')	20ft-5, 40ft-7	12	
Loading Un-loading Unit (AAU)	450t/h	1	
Conveyor System		1	
Forklifts	2.7t~25t		
Wagons	30~50t		
Serveilance Camera		43	

Source: Acajutla Port 1961~2013, 52 Years

### (3) 港勢

#### 1) 貨物取扱量

##### a) 港湾で扱う全貨物量

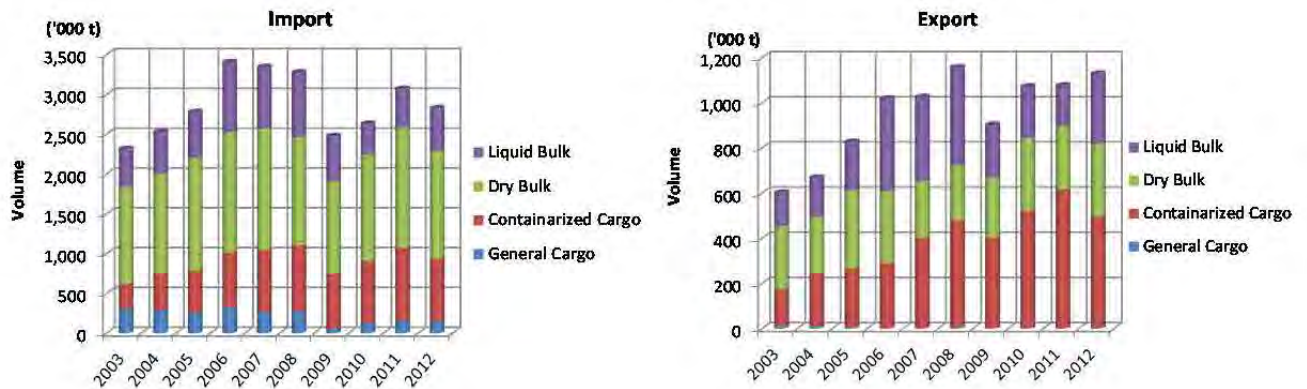
アカフトラ港で取り扱う貨物は、一般雑貨、コンテナ化貨物、ドライバルク、液体バルクの4種類のカテゴリーに分類される。全取扱貨物量は2012年に396万tに達した。これは、2003年（10年前）に比べ36%の増加で2008年（5年前）に比べ11%の減少であった。2003年から2008年までの6年間は順調に増加したが、リーマンショックによる経済停滞により2009年には前年比24%の減少となった。その後、回復して2011年には400万tに達するなどリーマンショック前のレベルに戻した。全貨物量の71%は輸入で29%は輸出となっている（表 8.4 参照）。

表 8.4 過去 10 年間の貨物取扱量の推移

(Unit: tonnes)

Cargo Type	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Import</b>										
General Cargo	307,977	292,870	255,067	327,349	266,176	277,171	53,280	127,675	154,500	148,546
Containerized Cargo	310,821	453,372	534,028	684,572	780,837	823,501	690,744	781,950	915,974	788,010
Dry Bulk	1,216,942	1,256,900	1,411,050	1,512,140	1,522,860	1,363,816	1,164,247	1,338,799	1,508,263	1,353,986
Liquid Bulk	479,709	523,877	581,030	883,170	776,204	813,220	572,004	384,864	493,456	538,153
Import Total	2,315,449	2,527,019	2,781,175	3,407,231	3,346,077	3,277,708	2,480,275	2,633,288	3,072,193	2,828,695
<b>Export</b>										
General Cargo	14,098	10,300	5,637	1,024	543	6,975	527	5,697	1,797	5,435
Containerized Cargo	159,733	234,321	261,889	286,697	401,046	471,500	401,812	516,365	615,086	489,907
Dry Bulk	278,487	249,389	344,646	321,442	251,787	244,574	265,481	322,448	281,763	323,771
Liquid Bulk	150,573	174,712	215,381	409,537	372,927	434,800	235,324	228,324	178,320	309,758
Export Total	602,891	668,722	827,553	1,018,700	1,026,303	1,157,849	903,144	1,072,834	1,076,966	1,128,871
Import+Export Total	2,918,340	3,195,741	3,608,728	4,425,931	4,372,380	4,435,557	3,383,419	3,706,122	4,149,159	3,957,566

Source: Acajutla Port Statistics 2012



出典: Acajutla Port Statistics 2012 から調査団作成

図 8.4 タイプ別貨物量の輸出入別 10 年間の推移

b) ピア毎のタイプ別貨物取扱量

アカフトラ港では貨物の取扱いを 3 つのピアで行い、オフショアに設置された揚油パイプで油類を取扱っている。表 8.5 に 2012 年のピア毎のタイプ別取扱量を示す。コンテナは主にバース A-2、C-7/8 で全体の 78%を取扱っている。多くのドライバルクはピア B とピア C で取り扱われており、液体バルクのうち、油類はオフショアのブイ施設から、糖蜜類はピア A、その他はピア C で取り扱われている。



表 8.5 ピア毎のタイプ別貨物取扱量

(Unit: tonnes)

Cargo Type		Pier							Total
		A-1	A-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-7/8	
General Cargo	Container	0	624,806	8,927	31,280	19,322	219,005	374,577	1,277,917
	Other General Cargo	3,033	49,169	2,990	5,477	11,505	49,847	31,960	153,981
	Total	3,033	673,975	11,917	36,757	30,827	268,852	406,537	1,431,898
Liquid Bulk		212,586	301,825	0	0	0	0	284,062	798,473
Dry Bulk		0	88,156	238,504	543,358	57,010	38,646	699,776	1,665,450
Mixed Cargo		0	8,515	0	31,925	0	0	21,305	61,745
Total		215,619	1,072,471	250,421	612,040	87,837	307,498	1,411,680	3,957,566
Percentage by Berth		5.4%	27.1%	6.3%	15.5%	2.2%	7.8%	35.7%	100%
Percentage by Pier		32.5%		31.8%			35.7%		100%

Source: Acajutla Port Statistics 2012

c) コンテナ貨物 (TEU)

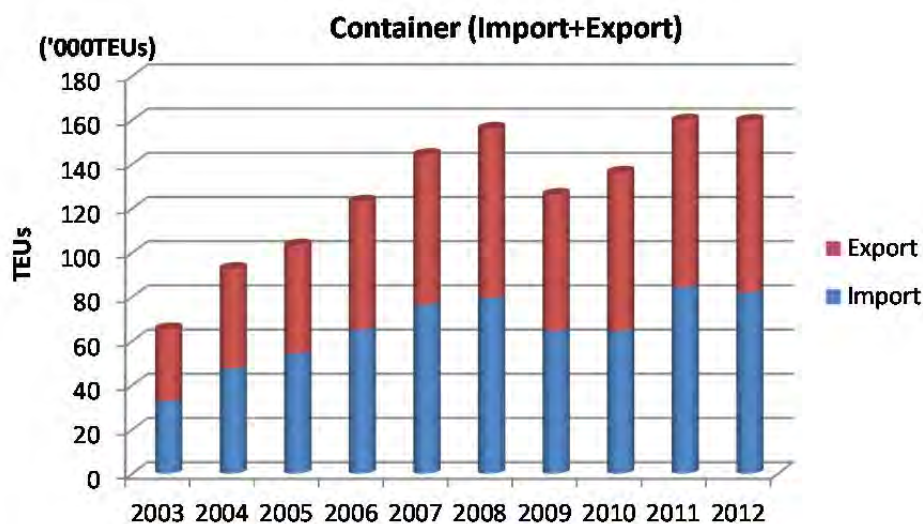
アカフトラ港のコンテナ貨物は 2012 年に 16 万 TEU の達した。そのうち 82 千 TEU (51 %) は輸入、78 千 TEU (49 %) は輸出であった。コンテナもリーマンショックにより他の貨物同様に 2009 年には対前年比 19 % の減少となったが、急回復をしてリーマンショックの前の状態に戻った (表 8.6、図 8.5 参照)。

表 8.6 10 年間のコンテナ貨物量の推移

(Unit: TEUs)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Import	32,816	47,541	54,332	65,146	76,431	79,575	64,516	64,516	84,259	81,939
Export	32,760	45,316	49,151	58,183	68,027	76,748	61,853	71,913	75,810	77,940
Total	65,576	92,857	103,483	123,329	144,458	156,323	126,369	136,429	160,069	159,879

Source: Acajutla Port Statistics 2012



出典: Acajutla Port Statistics 2012 より調査団作成

図 8.5 コンテナ貨物の推移

表 8.7 と表 8.8 には、2012 年におけるコンテナ貨物の品目別輸出入量の仕向け国と仕出し国を示す。仕出し国については中国が 27 %、米国が 25 % と 2 国で全輸入量の 1/2 超を占めている。輸入品目については、米国からはアパレル、紙、タイヤ、フルーツ、缶詰、鋼製品及びその他雑貨類、いっぽう、中国からは、アパレル、鋼製品、家庭用電気器具類が多数を占めている（表 8.7 参照）。

輸出の仕向け国については、米国が第一位（47.7 %）でチリ（5.6 %）、台湾（5.6 %）、韓国（4.3%）が続いている。輸出国別品目は、米国へアパレル、コーヒー、冷凍食品、チリへはアパレル、冷凍食品、古紙等、台湾や韓国へは、アパレルやコーヒーとなっている（表 8.8 参照）。

表 8.7 2012 年の輸入貨物の品目別仕出し国

PRODUCTOS	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	CHINA	MEXICO	TAIWAN-FORMOSA	SOUTH KOREA	CHILE	TAIWAN	PERU	HONG KONG	INDIA	SINGAPUR	ESPAÑA	AUSTRALIA	JAPON	PANAMA	CANADA	Total
DESPERDICIOS DE PAPEL O CARTON	21,172.49					59.55			0.10		15.89				21.64		21,269.67
MATERIA PRIMA P/INDUSTRIA DEL TEXTIL	1,457.58	7,556.02	4,452.00	968.92	763.92		546.61	12.03	837.18	437.42	22.97	8.50		17.72	44.89		17,125.76
RESINAS	102.72	49.01	463.67	10,493.88	157.23		2,760.61			356.68							14,383.80
FERRERIA	1,424.02	6,339.55	2,776.95	820.96	545.44	188.82	204.62	572.41	319.22	98.28	16.58	310.02	53.94	55.49	123.05	4.85	13,854.20
PAPEL EN RESMA, FARDOS O PLIEGOS	4,272.01	556.54	74.28	0.44	110.51	1,420.48		5.15	149.38		1,649.75		311.32		35.55	339.23	8,924.64
LLANTAS DE HULE O CAUCHO	2,330.32	1,391.65	116.84	498.86	1,186.05		35.78	35.88		27.56		111.39	209.59	1,631.03	65.66	526.58	8,167.19
PRODUCTOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS	302.89	3,706.49	2,278.51	233.29	787.31	56.94	97.51	25.41	165.87	96.76	35.38	65.68	4.32	23.16	187.46	53.97	8,120.95
FRUTAS	1,659.71	48.54	20.49			5,291.26		21.01		21.80						102.95	7,165.76
QUIMICOS EN SACOS	450.67	2,609.26	482.80	535.09	765.16		32.08	60.98	95.62		18.76	716.10		5.60	39.81		5,811.93
ARTICULOS DE PLASTICO Y SIMILARES	333.56	1,586.05	853.88	634.86	76.35	55.47	688.36	866.68	312.74	46.35	37.06	21.69		38.07	15.72	20.18	5,587.02
TELAS	552.96	2,148.25	630.57	589.69	384.30		50.65	29.67	184.58	19.20						19.63	4,609.56
TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR Y CUERO	386.71	2,004.36	329.82	455.65	226.21		204.32	16.88	309.80	191.06	18.41					249.97	4,393.19
REPUESTOS P/VEHICULOS	636.56	1,211.48	160.38	833.43	678.25	27.72	130.39	25.58	141.68		16.22			399.57	45.70		4,306.96
ARTICULOS PARA EL HOGAR	877.13	2,139.07	461.79	49.60	62.51	34.61			138.46	89.13	28.05	36.40		1.28	236.98	10.46	4,165.47
ALIMENTOS ENLATADOS	1,386.72	458.96	533.78	136.94	171.84	171.84	29.31		34.68	103.41	6.29			8.80	109.79		2,980.52
MOTOS	0.54	2,197.19	29.23	25.30	21.33				155.37	302.07		0.26		56.62			2,787.91
POLIPROPILENO		118.49	63.92		950.61	244.19	102.50	1,048.57									2,528.28
CARGA GENERAL	1,283.48	619.27	98.74	58.11	140.21	52.48	11.06	26.13	19.85		24.67	118.90	8.10	1.28	37.61	27.09	2,526.98
PRODUCTOS FARMACEUTICOS	380.27	736.55	661.91	20.57	178.87	107.52	1.60	45.43	1.48	61.34	44.32	92.50	72.98	19.33	46.74	17.44	2,488.85
DETERGENTES Y SIMILARES	18.51	2,424.93	41.26														2,484.70
PULPA O PIRE DE FRUTAS NATURAL	431.94	62.13			39.68	1,810.66			0.04								2,344.45
ALUMINIO	19.79	792.16	423.30		19.32	5.60		16.84	190.33	708.54		22.95		71.42			2,270.25
CALZADO	303.34	1,480.06	26.08	7.31	6.06	9.43			282.56			3.50			150.13		2,268.47
PRODUCTOS LACTEOS	569.26		143.92			409.80					127.52		807.25		145.68		2,203.43
ALIMENTOS PARA ANIMALES	175.98		1,808.38											38.99		70.18	2,073.53
LAMINA EN BOBINAS	83.08	373.77		23.26	1,365.28		40.69						138.78				2,024.86
VIDRIO EN LAMINAS	74.27	1,045.52	729.40		50.00				7.70								1,906.89
MADERA	41.59	2,128.01	58.43	0.80	26.50	412.12				22.29		28.59					1,808.33
MUEBLES	312.94	1,017.58	122.65	95.97	53.33	50.17			3.47						37.85		1,693.96
ACIDOS	22.70	483.99	34.33	21.17	98.12	166.40		105.48	15.34	219.20							1,166.73
CERAMICA	16.33	610.64	3.44		2.50			341.68				168.25					1,142.84
Total general	41,080.07	44,985.52	17,880.75	16,504.10	8,695.05	10,575.06	4,936.09	3,394.27	3,316.12	2,740.01	2,027.53	1,711.02	1,606.28	2,348.36	1,697.18	1,089.61	164,587.02

出典：Acajutla Port officials

表 8.8 2012 年の輸出貨物の品目別仕向け国

Productos	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	CHILE	TAIWAN	SOUTH KOREA	PANAMA	JAPON	CHINA	MEXICO	POLONIA	ECUADOR	VENEZUELA	PERU	ESPAÑA	PAISES BAJOS HOLANDA	HONG KONG	PUERTO RICO	Total
FRUTAS	51,873.85							34.92							598.58	136.25	54,046.18
TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR Y CUERO	14,815.31	4,400.10	5,794.52	1,063.33			500.60		263.72	847.20		1,615.39	771.11	1,166.32		501.70	20,602.56
CAFE ORO LAVADO	7,844.18	156.15	1,622.45	6,222.64							19.00		46.22		42.16		19,269.62
ALIMENTOS CONGELADOS	6,186.70	2,518.83	2,874.48	463.31	1,608.12	258.93	3,107.02	1,799.66			1,708.92		129.63				16,836.78
CHATARRA EN PACAS	1,756.13	14.70	6.58	194.27	0.51			8.82				8.26	7.82		29.83		15,911.74
ALIMENTOS ENLATADOS	1,739.77	19.17	141.71			4,407.58		73.23						76.67			15,705.04
CERVEZA	1,687.32		241.04		42.68		116.17			159.81	212.66				87.99		11,447.22
MADERA	1,150.53				24.04			174.95			19.60		223.59		216.36	23.03	6,956.87
DESPERDICIOS DE PAPEL O CARTON	890.32	2,646.94					94.84					5.35					2,753.67
CARNES CONGELADAS	607.98	941.89	21.78	66.46	254.04		225.68				8.16	12.10			82.67	21.53	2,230.40
FRIJOL	601.77			19.39			36.00						142.34		50.62		2,073.15
MATERIA PRIMA P/INDUSTRIA DEL TEXTIL	533.34				1,825.40								96.71				1,981.93
FERRERIA	438.51																1,932.89
RECIPIENTES	394.95										1,447.72						1,486.33
GALLETAS	387.11	66.25		128.55	179.29			321.90		3.07		19.40					1,167.07
CUEROS SALADOS	273.00				758.80							158.62				95.68	1,074.08
CAMARONES	270.24	44.25		206.42				89.99				4.40			41.03		1,016.82
Total general	91,451.01	10,808.28	10,702.56	8,364.37	4,692.88	4,693.65	4,484.77	4,049.61	3,613.59	2,558.30	2,541.85	2,298.49	1,976.75	1,432.85	1,305.64	1,018.23	191,584.39

Source: Prepared by Acajutla Port officials

2) 寄港船舶

アカフトラ港へ寄港した船舶で船種別に最も多いのはコンテナ船である。2012年には269隻が寄港し、続いてバルク船の115隻、一般雑貨船の83隻、液体バルク船の78隻、混在貨物船の7隻となっている。82隻の液体バルク船はオフショアの揚油ブイに接岸している（表8.9参照）。

表 8.9 2012年のタイプ別寄港船舶

Items	Type of Cargo					
	General Cargo	Container	Dry Bulk	Liquid Bulk	Mixed	Total
Calling Vessels at Pier by Tonnage and Numbers						
DWT (MT)	1,915,976	6,928,816	4,728,352	2,466,637	343,339	16,383,120
Average DWT of Vessels (MT)	23,084	25,758	41,116	31,624	49,048	-
No's of Vessels (Ship)	83	269	115	78	7	552
Calling Vessels at Offshor Bouy by Tonnage and Numbers						
No's of Vessels				82		82

Sours: Acajutla Port Statistics 2012

表 8.10には、2012年のコンテナ船の船社別、月別の寄港隻数を示している。マースクラインは年間100隻、平均、週当たり2回寄港している。APLは週当たり1回、NTKは2週間で1～1.5回の頻度で寄港している。

表 8.10 2012年における月別の船社別寄港船隻数

(Unit: ship)

Shipping Line	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total
Maersk Line	9	8	9	7	8	9	8	8	9	8	9	8	100
APL(American President Line)	4	5	7	4	4	5	4	5	4	4	5	4	55
NYK Line	4	5	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	35
CSAV (Compania Sudamericana de Agencia de Vapores)	2	3	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	25
CMA-CGM Line	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	2	23
HapagLLoyd Line	3	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	20
Evergreen Line	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	9
Hamburg Sud	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	26	27	26	22	19	21	21	20	22	20	22	22	268

Source: Acajutla Port Statistics 2012

### 3) 岸壁の利用時間

船種別（貨物タイプ別）のバース接岸時間をバース毎に表 8.11 に示す。コンテナ船はバース A-2 を最も多く使用しており、続いて C-7/8、B-6 となっている。一方、ドライバルク船は C-7/8 と B-4 を多く使用しており、液体バルク船はほぼ均等に A-1、A-2、C-7/8 を使用しており、これは、輸送パイプラインが設置されていることによる。

表 8.11 2012 年における貨物タイプ別バース利用時間

Items	Type of Cargo					
	General Cargo	Container	Dry Bulk	Liquid Bulk	Mixed	Total
Vessel Berthing Hour at Pier by Commodities (Unit: hour)						
A-1	13.4	0.0	0.0	1,009.4	0.0	1,022.8
A-2	144.8	2,104.3	336.1	1,210.2	33.0	3,828.3
B-3	11.5	33.6	791.5	0.0	0.0	836.6
B-4	66.1	129.2	1,636.3	0.0	193.0	2,024.6
B-5	174.6	82.6	226.2	0.0	0.0	483.4
B-6	227.4	854.7	171.5	0.0	0.0	1,253.7
C-7/8	170.7	1,331.2	2,471.3	952.9	116.7	5,042.7
Total Hours	808.5	4,535.6	5,632.9	3,172.4	342.7	14,492.1

Sours: Acajutla Port Statistics 2012

#### (4) コンテナ取扱容量

##### 1) コンテナ・オペレーションの運営

アカフトラ港のピアは建設から約 50 年以上経過しており、コンテナ取扱用のクレーンを設置するのが構造上の制約からできないため、コンテナの揚げ降ろしにはコンテナ船に装備されたクレーン（シップクレーン）を使っている。背後にあるコンテナヤードとはシャーシー付のトラックが使用され、これらは外注先の民間の港運荷役会社が手配している。1 回の荷役で 1 組のギャング当たり 10 台のトラックを使用している。

コンテナ荷役は、主にバース A-2、B-6、C-7/8 で行われており、1 時間の荷役効率はクレーン 1 基当たり、13.5 ボックスである。コンテナの荷役は民間会社に外注されている。

コンテナ荷役が行われる棧橋から背後のコンテナヤードまではコンテナを積載したトラックで約 10 分かかかる。コンテナヤードの面積は約 4 万 m<sup>2</sup>、蔵置容量は 1 回当たり 2,500 TEU でリーファー・コンテナ用プラグは 120 ヶ所設置されている。

コンテナのヤード内平均蔵置日数は、輸入ではコンテナで 8 日、リーファー・コンテナで 4 日、輸出ではコンテナで 4.5 日、リーファー・コンテナで 3 日である。空コン比率は輸入で 1%、輸出で 33% である。

##### 2) コンテナ取扱容量

コンテナターミナルのコンテナ取扱容量を決める要素は、ガントリー・クレーンやハーバークレーンその他荷役機械のキーサイドにおける取扱能力や、コンテナヤードの広さ及び取扱いのための蔵置容量による。コンテナターミナルの容量は、このうち小さい値を採っている。

##### a) キーサイドの取扱容量

アカフトラ港には A、B、C の 3 つのピアがあり、ピア A は延長 300 m（バース A-1、A-2

それぞれ 150 m) である。ピア B は両側がバースとして使えるように建設されており、海側のバース B-3、B-4 は延長 328 m、陸側のバース B-5、B-6 は延長 345 m である。ピア C は延長 270m である。表 8.12 は 2012 年における貨物カテゴリー別のバース利用率 (BOR) を示している。

各ピアのバース利用率は A-1 で 12 %、A-2 で 44 %、B-3 で 10 %、B-4 で 23 %、B-5 で 6 %、B-6 で 14 %、C-7/8 で 58 % となっている。一般的に、BOR が 60 % に達するとバースの利用率は高いとされ込み始めてきて、BOR が 65 % を超えると新しいバースの建設が必要となる、とされている。

バース A-2、B-6、C-7/8 は主にコンテナを取扱っており、BOR はそれぞれ 24 %、10 %、26 % となっている。しかし、これらのバースでは一般雑貨やバルク、混在貨物も取り扱われており、これらを含めたトータル BOR はそれぞれ、44 %、15 %、58 % と高くなっている。バース C-7/8 は利用率が高い状態となっており、バース B は、中央にバルクアンローダーが設置されているため、これ以上のコンテナの取扱い増を見込める状態ではない。しかし、バース A-2 はコンテナ増が見込める。

表 8.12 2012 年の貨物タイプ別バース利用率

Pier	Berth	Length (m)		Vessel Type (hours)										Total	BOR (%)
				General		Container		Bulk		Tanker (Liquid Bulk)		Mixed			
A	A-1	300	150	13	0.2%	0	0.0%	0	0%	1,009	12%	0	0%	1,023	11.7%
	A-2		150	145	1.7%	2,104	24.0%	336	3.8%	1,210	14%	33	0.4%	3,828	43.7%
B	B-3	673	328	12	0.1%	34	0.4%	791	9.0%	0	0.0%	0	0.0%	837	9.6%
	B-4			66	0.8%	129	1.5%	1,636	18.7%	0	0.0%	193	2.2%	2,025	23.1%
	B-5	345	175	2.0%	83	0.9%	226	2.6%	0	0.0%	0	0.0%	483	5.5%	
	B-6		227	2.6%	855	9.8%	172	2.0%	0	0.0%	0	0.0%	1,254	14.3%	
C	C-7/8	270	270	171	3.4%	1,331	26.4%	2,471	49.0%	953	18.9%	117	2.3%	5,043	57.6%
	Total berthing time (hours)			808	6%	4,536	31%	5,633	39%	3,172	22%	343	2%	14,492	-

Source: Annual Report of Acajutla Port in 2012

TEU ベースのコンテナ見込み増数は、BOR の上限値 65 % と現在利用率との差から計算できる。キーサイドのクレーン 1 台のコンテナ取扱能力は、1 時間当たり 13.5 ボックスであり 40 f コンテナのコンテナ比率 62 % を基に計算すると 22 TEU/h となる。アカフトラ港に寄港するコンテナ船は通常 2 基のクレーンを使用して荷役するのでコンテナ取扱能力は 1 時間当たり 44 TEU となり、年間当たりのバース供用時間は 3,634 時間 (159,879 TEU / 44 TEU) となる。一方、アカフトラ港の統計値では 4,536 時間となっており、この場合、バースでの作業時間は統計値の 80 % となっている。

バース毎のコンテナ取扱量 (TEU ベース) は、全コンテナ取扱量をバース接岸時間毎に按分した。バース毎の見込接岸時間増は、BOR65 % の接岸時間から現在の接岸時間を差し引いて求められ、これの 80 % が見込作業時間増となる。見込作業時間増からバース A-2、C-7/8 のコンテナ見込増量を計算すると、A-2 では 36,115 TEU、C-7/8 では 6054 TEU となり、キーサイドでのコンテナ容量は 202,000 TEU となる。

表 8.13 期待接岸時間/期待作業時間とコンテナ増加量

	A-1	A-2	B-3	B-4	B-5	B-6	C-7/8	Total
Container throughput (TEUs)	0	74,159	1,198	4,547	2,925	30,136	46,914	159,879
Berthing time (hours/year)	0	2,104	34	129	83	855	1,331	4,536
Working time at the berth (hours/year)	0	1,685	27	103	66	685	1,066	3,634
Expected increase in berthing time (hours)	0	1,026	0	0	0	0	172	1,198
Expected increase in working time (hours)	0	821	0	0	0	0	138	958
Expected container increase in TEU (TEUs)	0	36,115	0	0	0	0	6,054	42,170
Quay side container capacity in TEU (TEUs)								202,000

Source: Prepared by the Study Team

#### b) コンテナヤード (CY) の取扱容量

コンテナはコンテナヤードで取扱われ蔵置されるので、コンテナの取扱容量は蔵置容量と回転率で決まる。コンテナヤードの取扱能力は以下の項目を基に計算される。

1. CY のグラウンドスロット数 (TEU)
2. 蔵置時の積上数
3. CY のピーク率 (月最大取扱量/月平均取扱量)
4. 平均蔵置日数
5. CY の年間稼働日数
6. 年間回転率

アカフトラ港のコンテナヤードのグラウンドスロット数は 1,390 TEU である。ヤード内ではストラドルキャリアーが使用され最大積上げ段数は 3 段積である。最大限界コンテナヤードキャパシティ (DMCYC) は 4,170 TEU/回 (1,390×3) となり、作業可能最大コンテナヤードキャパシティ (WMCYC) は 3,128 TEU/回 (75%×DMCYC)、通常作業継続可能最大コンテナヤードキャパシティ (SMCYC) は CY ピーク率を考慮して 2,463 TEU/回 (1/1.27×WMCYC) と計算される。

SMCYC を基に、平均蔵置日数 4.9 日を考慮して CY の年間取扱容量は 183,000 TEU と計算される。一方、セパは港の取扱い容量を 145,000 TEU としている。表 8.14 に計算の結果を示す。



表 8.14 コンテナ容量の計算結果

(Unit: TEUs)

Stacking yard	Yard handling system	Dead Max CY Capacity	Workable Max CY Capacity	Sustainable Max CY Capacity	Annual CY Capacity
Main yard	Straddle carrier	4,170	3,128	2,463	183,000
Remarks:	1. Number of container storage ground TEU slots in the container yard: 1,390 Slots 2. Number of container stacking height : 3 levels 3. Container Yard (CY) Peak Factor : 1.27 4. Dwelling day in the container yard : 4.9 days 5. Annual number of days of operation of the container yard : 365 days 6. Annual turnover rate : 74.5				

出典: Prepared by the Study Team

セパは、コンテナ貨物量が増加した時の対応を考慮している。ヤード容量は年間 183,000 TEU と計算されたが、加えて、11,000 m<sup>2</sup> の倉庫の間にある未利用地をヤード用地に転用することで 26,000 TEU (75%×35,000 TEU) のコンテナ増とする。また、蔵置段数の 3 段を 4 段に 1 段増やす予定しており、5 台あるストラドルキャリアーのうち 2 台を 4 段積に更新している。これにより 61,000 TEU の増となりこれらを加えた CY 容量は、年間 270,000 TEU となる見込みである (図 8.6 参照)。

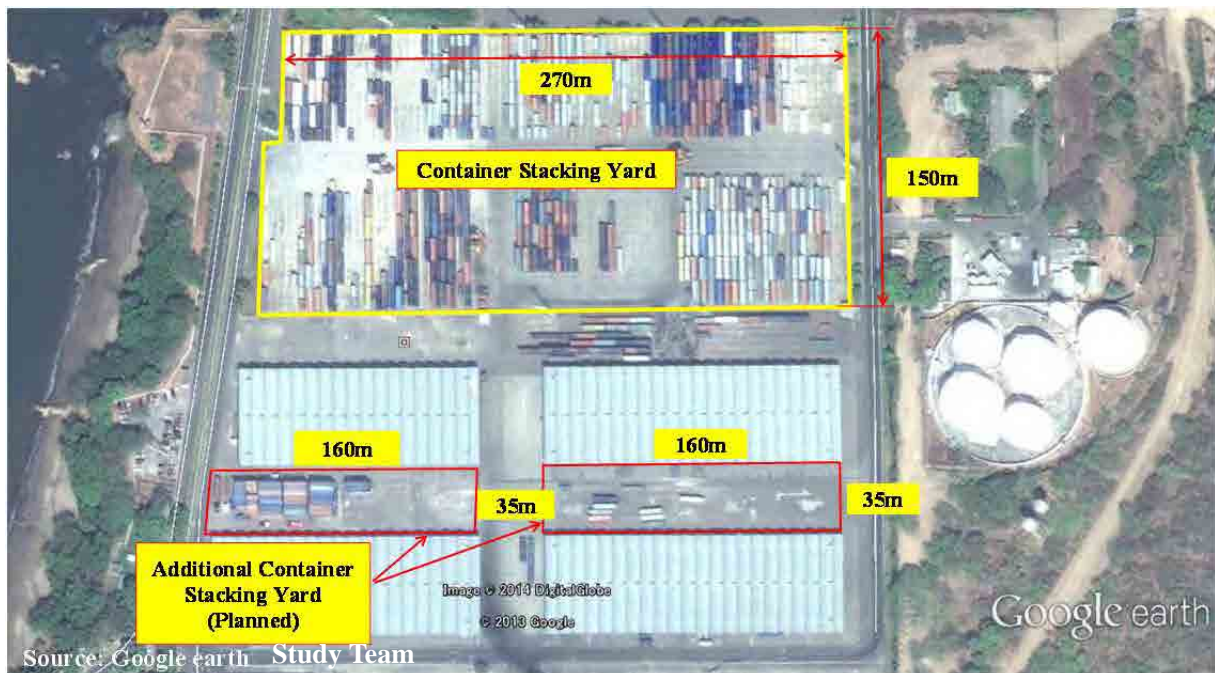
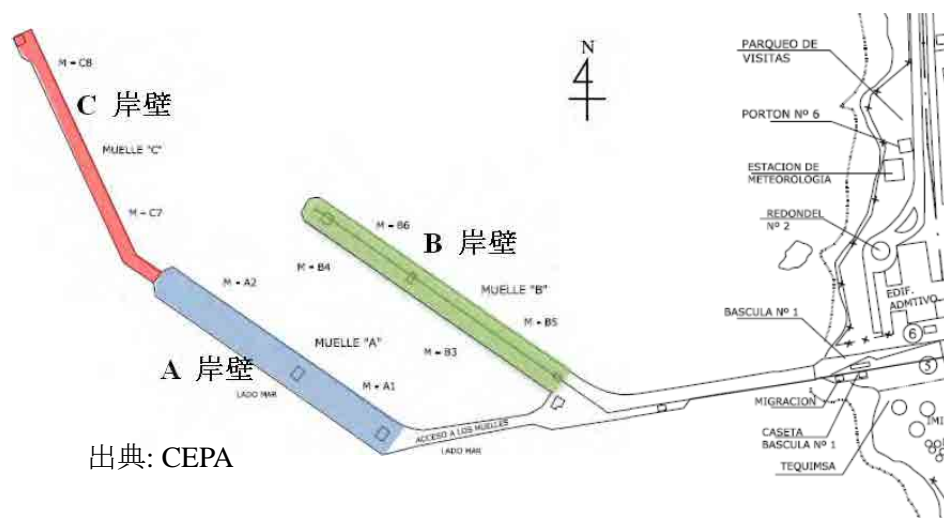


図 8.6 コンテナヤードのレイアウト

## (5) アカフトラ港岸壁劣化状況調査

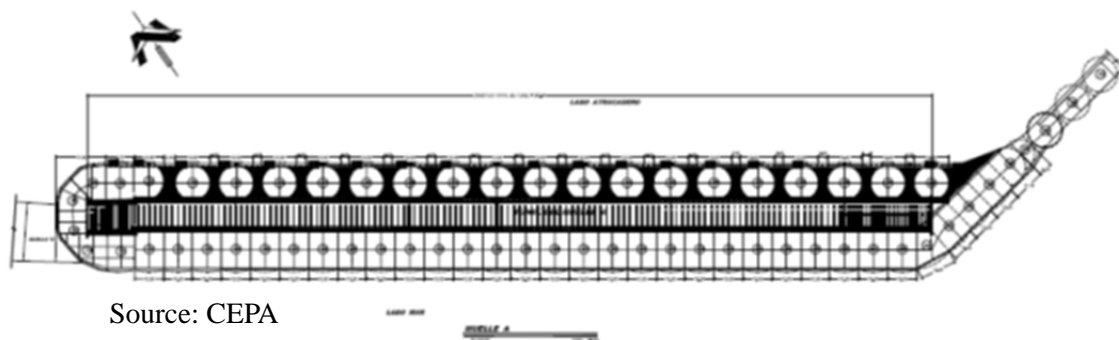
### 1) アカフトラ港各岸壁

アカフトラ港にはA、B及びCの岸壁があり、各岸壁の年齢は古いもので53年、最も新しいもので39年を経過している。構造はセル式、鋼管杭式栈橋及びケーソン式である。各岸壁の位置関係を図8.7に示す。各岸壁一般平面または断面図を図8.8、8.9、8.10に示す。また、岸壁の諸元を表8.15に示す。



出典: CEPA

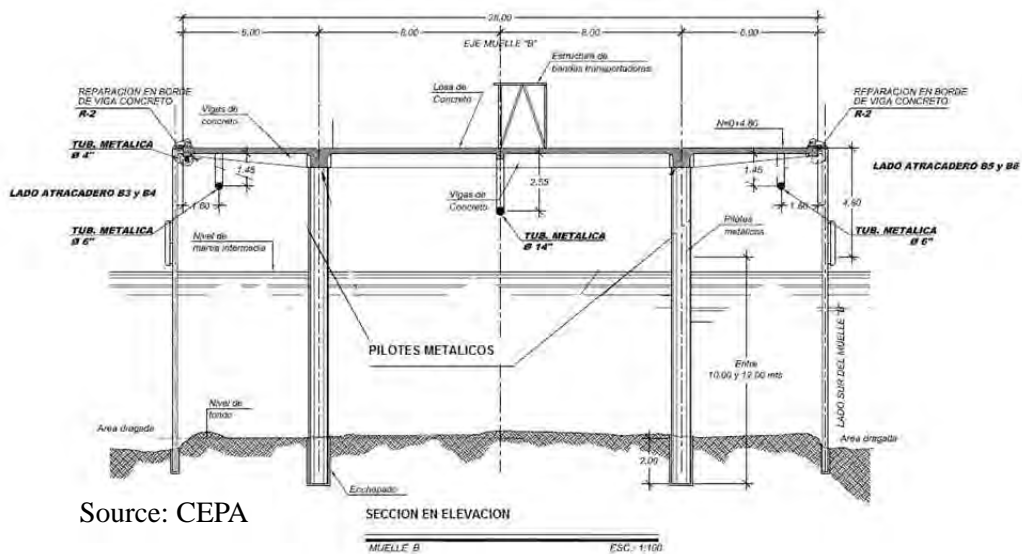
図 8.7 各岸壁位置



Source: CEPA

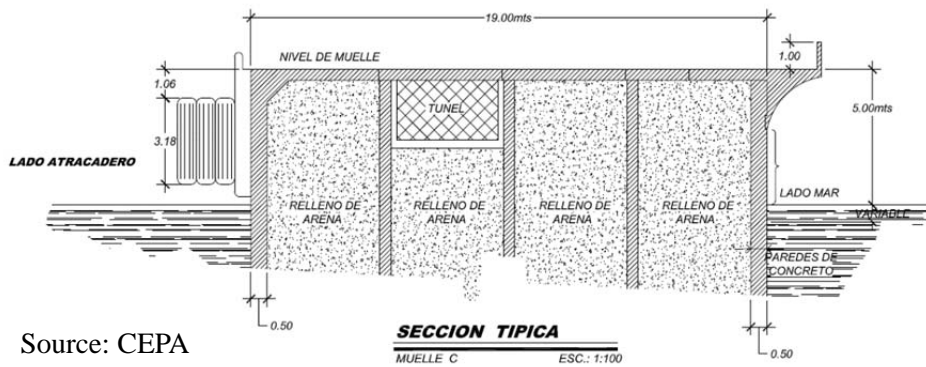
図 8.8 A 岸壁一般平面図





Source: CEPA

図 8.9 B 岸壁一般断面図



Source: CEPA

図 8.10 C 岸壁一般断面図

表 8.15 アカフトラ港の施設一覧と現状

岸壁	A 岸壁	B 岸壁	C 岸壁	
建設年度	1957~1960	1969	1973~1974	
構造	セル式	鋼管杭式	ケーソン式	
許容最大荷重	A1,2,3: 3.0 Ton/m <sup>2</sup> A4,5:AASHTOH* 20-S16	B1,2,3: 0.815 Ton/m <sup>2</sup> B4: 1.56 Ton/m <sup>2</sup>	3.5 Ton/m <sup>2</sup>	
岸壁年齢	53	44	39	
現状	鋼矢板部補修中	現在の補修なし	現在の補修なし	
補修	適宜実施	適宜実施	適宜実施	
現 状	電気防食	外部電源方式	外部電源方式	
	鋼構造部	鋼矢板塗装 鋼矢板部補修中	鋼管杭塗装	
	コンクリート部		コンクリート塗装	コンクリート側面 塗装

\*AASHTO : American Associations of State Highway and Transportation Officials

出典: CEPA, 調査団

2) 劣化調査

a) 目視検査及び打撃検査

A、B 及び C 岸壁の下部工においては、ボート上より目視検査および、点検用テストハンマーによる打撃検査を実施した。A 岸壁鋼矢板部では図 8.11.のような連続して赤橙色のさびを視認した。

B 岸壁では鋼管杭にさびは視認できなかった。図 8.12 で赤さびのようにみられるものは黒色の塗装が剥げたもので、黒色塗装下地のさび止め塗装の色である。

図 8.13 に A 岸壁のスラブコンクリート側面の剥離状況を示す。

図 8.14 C 岸壁の外海に面した部分で塗装がされておりひび割れ、さび汁等は視認できない。

図 8.15 A 岸壁鋼矢板部の点検用テストハンマーによる打撃試験の状況である。

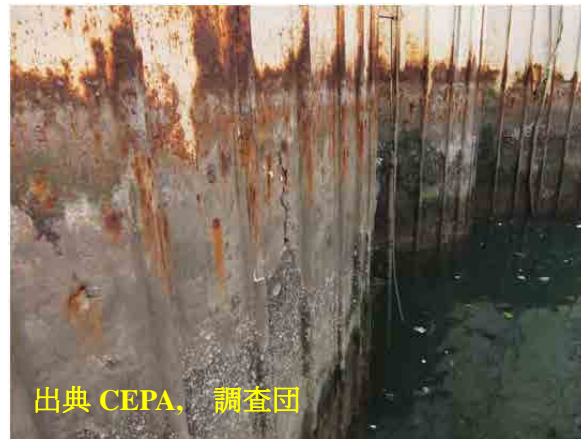


図 8.11 A 岸壁鋼矢板部の連続した赤橙色のさび



図 8.12 B 岸壁の鋼管杭の現状



出典 CEPA, 調査団

図 8.13 A 岸壁の上部工の剥落状況



出典 CEPA, 調査団

図 8.14 C バースの外海に面したコンクリート壁の状況



出典 CEPA, 調査団

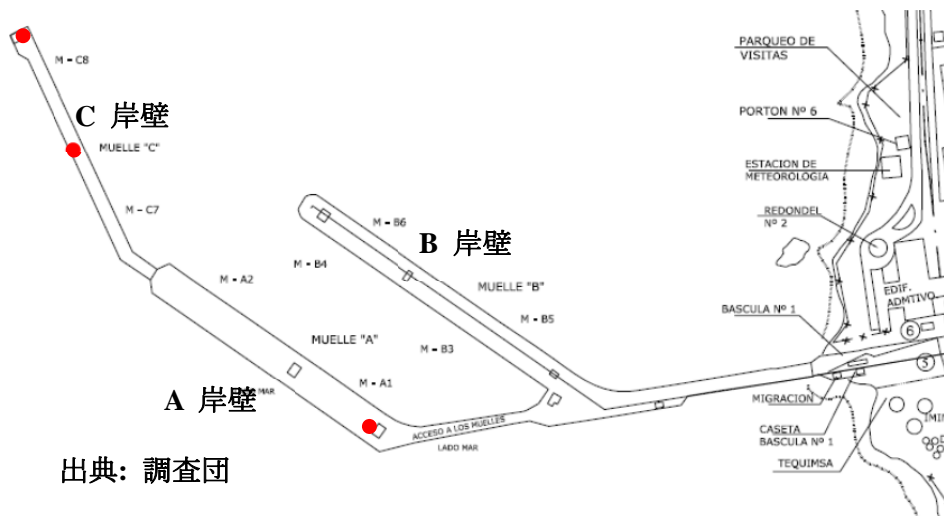
図 8.15 A 岸壁の鋼矢板セルの表面の劣化状況

b) シュミットハンマー・テスト

A 岸壁スラブ底面の梁コンクリート及びC 岸壁エプロン部のコンクリートは、シュミットハンマーによるコンクリート強度測定が行われた。シュミットハンマー・テストの実施位置を赤点にて図 8.16 に示す。また、シュミットハンマー・テスト姿勢を図 8.17 に示す。A 岸壁の姿勢図を図 8.18 およびC 岸壁での姿勢図を図 8.19 に示す。

シュミットハンマー・テスト結果を表 8.16 に示す。各測点にて 15 点試験し、上下差の大

きい5点を除き10点の平均の値を試験結果とする。試験結果は、ピアAでは391 kg/cm<sup>2</sup>、ピアCの上部工端部では469 kg/cm<sup>2</sup>、ピアCの上部工中央部では248 kg/cm<sup>2</sup>であった。



出典: 調査団

図 8.16 シュミットハンマー・テスト位置図

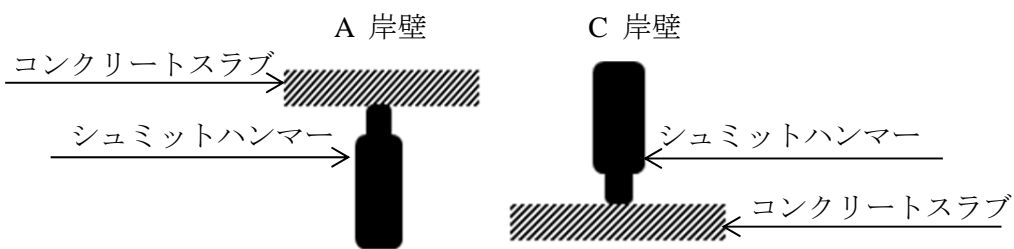


図 8.17 シュミットハンマー・テストの向き



出典 CEPA, 調査団

図 8.18 A 岸壁上部工のスラブにおけるシュミットハンマー・テストの向き



出典 CEPA, 調査団

図 8.19 B 岸壁上部工でのシュミットハンマー・テストの向き

表 8.16 シュミットハンマー試験結果

Point	No.	Rebound ( $\alpha = +90^\circ$ )	Compressive Strength ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	Point	No.	Rebound ( $\alpha = -90^\circ$ )	Compressive Strength ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	Point	No.	Rebound ( $\alpha = -90^\circ$ )	Compressive Strength ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
Pier A (Bottom of Beam between Cells)	1	46	390	Pier C (End of Superstru cture at the center of width)	1	43	440	Pier C (Center of Sperstru cture at the side of outer sea)	1	48	530
	2	48	420		2	44	460		2	46	490
	3	46	390		3	52	580		3	33	290
	4	50	460		4	40	390		4	41	410
	5	39	280		5	48	530		5	33	290
	6	44	360		6	46	490		6	28	220
	7	45	370		7	44	460		7	33	290
	8	45	370		8	40	390		8	28	220
	9	50	460		9	44	460		9	28	220
	10	48	420		10	44	460		10	28	220
	11	50	460		11	43	440		11	19	-
	12	44	360		12	46	490		12	28	220
	13	47	410		13	49	540		13	33	290
	14	51	480		14	44	460		14	45	480
	15	48	420		15	49	540		15	28	220
Average of 10 point <sup>▽</sup> 391				Average of 10 point <sup>▽</sup> 469				Average of 10 point <sup>▽</sup> 248			

出典: 調査団

c) 調査結果

調査結果を表 8.17 に、表 8.18 に調査結果を踏まえた評価を示す。

表 8.17 岸壁上部工における目視及びシュミットハンマーでの劣化状況の調査結果

劣化調査内容		A 岸壁	B 岸壁	C 岸壁
実施日		2013年4月13日	2013年4月13日	2013年4月13日
目視 検査	鋼構造	鋼矢板部：連続して赤橙色のさびを視認(図 8.11)	鋼管杭：さびは視認できない(図 8.12)	—
	コンクリート構造	スラブコンクリート側面部：一部に剥離・剥落を視認(図 8.13)	スラブコンクリート：ひび割れ、さび汁等を視認できない	コンクリート側面：ひび割れ、さび汁等を視認できない(図 8.14)
点検用 テスト ハンマー 打撃 検査	鋼構造	鋼矢板部：厚いさびを確認(図 8.15)	—	—
	コンクリート構造	—	—	コンクリート側面部：特に脆弱な部分を確認できない
シュミット ハンマー テスト	結果	391 $\text{kg}/\text{cm}^2$ (図 8.16)	—	469 $\text{kg}/\text{cm}^2$ (先端) 248 $\text{kg}/\text{cm}^2$ (中間) (図 8.17)
	部材	セル間スラブ底面	—	上部スラブ表面
	判定	良好	—	良好

出典：調査団

表 8.18 岸壁の劣化状況の評価結果

評価項目		A 岸壁	B 岸壁	C 岸壁
劣化 度	鋼構造	鋼矢板部：部材の性能低下が伺える状態	鋼管杭：変状が認められない状態	—
	コンクリート構造	スラブコンクリート側面部：部材の性能低下が伺える状態 スラブ底面：部材の変状は認められない状態	スラブコンクリート：変状が認められない状態	コンクリート側面：変状が認められない状態

施設の状態	鋼構造	鋼矢板部： 施設の性能低下が伺える状態	鋼管杭： 施設の性能に係る変状は認められないが、継続して観察する必要がある状態	—
	コンクリート構造	スラブコンクリート側面部： 施設の性能低下が伺える状態	スラブコンクリート： 施設の性能に係る変状は認められないが、継続して観察する必要がある状態	コンクリート側面： 施設の性能に係る変状は認められないが、継続して観察する必要がある状態
残存寿命	鋼構造	鋼矢板部： 性能低下が伺える状態であり安全性への影響を考慮すれば早急な調査が望まれる	鋼管杭： 変状は観察されないものの施設年齢が44年を超えるため、現状の維持管理を徹底し定期点検を欠かさない管理が必要	—
	コンクリート構造	スラブコンクリート側面部： 性能低下が伺える状態であり安全性への影響を考慮すれば早急な調査が必要	スラブコンクリート： 変状は観察されないものの施設年齢が44年を超えるため、現状の維持管理を徹底し定期点検を欠かさない管理が必要	コンクリート側面： 変状は観察されないものの施設年齢が39年を超えるため、現状の維持管理を徹底し定期点検を欠かさない管理が必要
対策	鋼構造	鋼矢板部： 直ちに設計断面に修復する必要がある状態	鋼管杭： 定期的点検を実施しデータを蓄積し今後の対策に活用	—
	コンクリート構造	スラブコンクリート側面部： 直ちに設計断面に修復する必要がある状態	スラブコンクリート： 定期的点検を実施しデータを蓄積し今後の対策に活用	コンクリート側面： 定期的点検を実施しデータを蓄積し今後の対策に活用
維持状況	鋼構造	鋼矢板部： 設計断面に修復中	鋼管杭： 特になし	—
	コンクリート構造	スラブコンクリート側面部： 設計断面に修復予定	スラブコンクリート： 特になし	コンクリート側面： 特になし

出典：調査団

#### d) アカフトラ港の港湾施設の残存寿命に関する考察

A 岸壁については、CEPA は既に鋼材の厚さを測定するなどして点検を実施し、パッチ当て等設計断面に修復中である。また、A 岸壁のコンクリート剥落部分においては、コンクリート断面修復が予定されている。したがって、これらの構造物については問題が改善されつつあり施設の延命化に向けた対応策が継続中である。

B 及び C 岸壁については、年齢が古いにもかかわらず維持状況が良好であり、今後も現状の維持管理が継続することが望まれる。

以上より、残存寿命に関して検査結果と岸壁年齢を勘案して検討した結果、現状どおりの維持管理を継続していけば、例えば5年～10年の期間内に施設が使用できない状態になることは推定しがたい状況である。CEPA は現在の施設の大規模な改修や拡張は計画しておらず、補修を手厚くすることで施設の延命を図っている。鋼構造物の残存寿命を予測するには現在CEPA が行っている鋼材の厚さを測定することや、B 岸壁の鋼管杭で実施している電気防食が有効である。



コンクリート構造物ではすでに実施している防錆塗料を塗布し躯体と海水を遮断する方法が有効である。コンクリート構造物の残存寿命を予測するにはコア採取を行う等局部的な破壊を伴う方法として、コンクリート内の塩化物イオンの浸透深さを測定する方法、目視によって塩害やアルカリシリカ反応を観察する方法および、非破壊検査機器を用いる方法等がある。

アカフトラ港の施設の合理的な維持管理を実施するためには、定期的点検診断（鋼材の厚さ測定、コンクリート内の塩化物イオンの浸透深さ等）を行ってデータを蓄積するとともに適切な維持管理に利用することが今後 10 年、20 年と施設を利用するためには重要である。

## (6) 港湾施設の拡張計画

セパはアカフトラ港のコンテナターミナルの拡張計画は予定していないが、港湾区域内に 200 MW のガスを利用した発電所を建設する案がある（図 8.20 参照）。これは、ピア C からガスパイプラインを引き込み燃料となる天然ガスを供給する計画である。



Source: Acajutla Port 1961~2013, 52 Years

図 8.20 発電所位置図

## (7) アカフトラ港へ／からの道路連絡網

港湾と結ぶ道路連絡網は、港湾で取扱う貨物の円滑な物流を担うもので、港湾施設と同様に、あるいはそれ以上に重要なインフラである。アカフトラ港との道路連絡網を図 8.21 に示す。産業集積地である首都のサンサルバドルへは 85 km、グアテマラの国境アチャドゥーラまでは 45 km、グアテマラの太平洋岸に位置するケツツアル港までは 205 km、大西洋側にあるサンホセ港までは 209 km、サントトマスまでは 527 km である。ホンジュラスとの国境アマティージョまでは 273 km、ホンジュラスの大西洋側にあるコルテス港までは 486 km である。



図 8.21 アカフトラ港の主要道路網



## 8.1.6 ラ・ユニオン港

### (1) 概要

ラ・ユニオン港は、首都から約 185 km の距離にあり、エルサルバドル国の東端、フォンセカ湾に面したラ・ユニオン県にある。エルサルバドル国東部地域の産業開発を振興し遅れていた経済状況を引き上げる拠点としての役割が期待され、コンテナ取扱を中心とする新たな港湾として開発がすすめられ、日本の円借款を使って 2005 年から建設が始まり 2009 年に完成し 2010 年に開港した（図 8.22 参照）。



図 8.22 ラ・ユニオン港の位置図

### (2) 港湾施設

ラ・ユニオン港は、コンテナバース（全長 340 m、水深 14 m）とマルチパーパスバース（全長 220 m、水深 14 m）および旅客バース（全長 240 m、水深 9.5 m）から成っている。主要な荷役機械は、ストラドルキャリアー5 基、シャーシトラック 10 台、リーチスタッカー5 台であり、キーサイド・ガントリー・クレーンを設置する予定である。全長約 22 km の航路を有しており、完成直後から堆砂に悩まされ完成時-14 m あった航路水深は浅くなっており一部では-7.3 m の個所もあるなど、航路浚渫の必要性が生じている（表 8.19、図 8.23 参照）。

表 8.19 ラ・ユニオン港の主要荷役機械

Port Facility	Length/Area (m)	Depth (m)	Passenger/Cargo type
Container Berth	340	15	Container
Multi-purpose Berth	220	14	General cargo, Dry bulk
Passenger and Ro-Ro Berth	240	9.5	Passenger, Ro-Ro Cargo

出典：CEPA

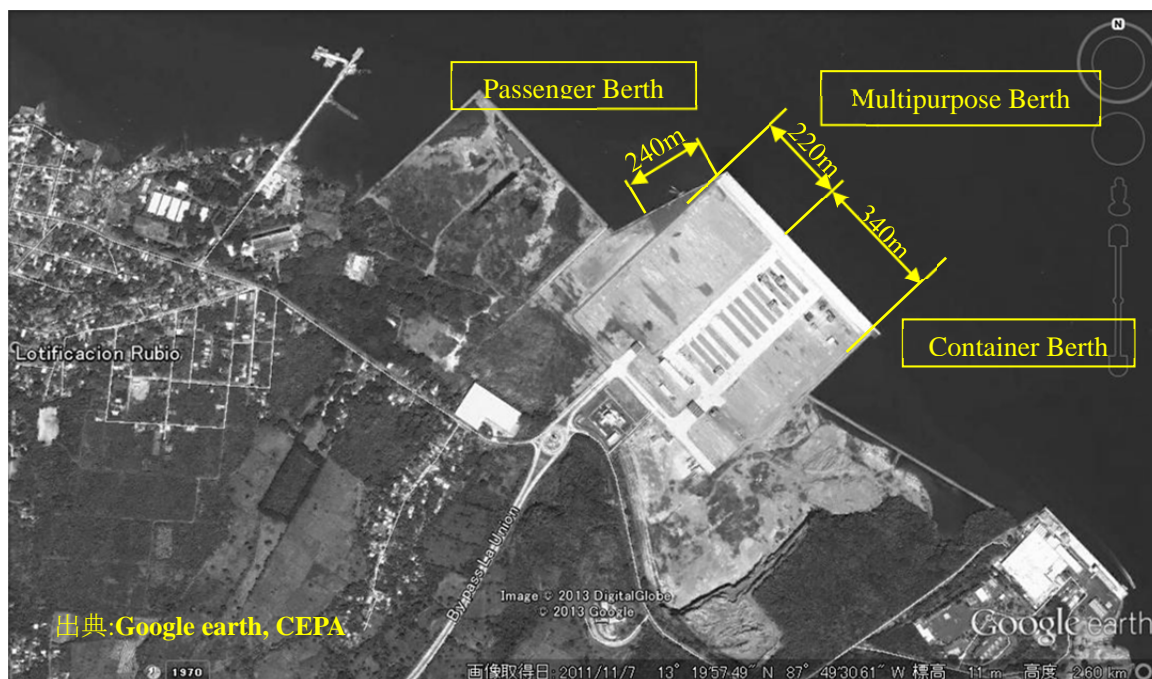


図 8.23 ラ・ウニオン港の平面図

### (3) 港湾の概況

ラ・ウニオン港は2010年にオペレーションを開始し、コンテナの定期航路が就航していたが2012年末に就航できなくなった。その後、肥料を運搬するドライバルク船が週1回の頻度で入港している。建設時から問題となっていた堆砂の影響で航路水深が浅くなっている。

#### 1) 貨物取扱量

ラ・ウニオン港では、2010年に貨物の取り扱いを始めた。表 8.20 に貨物取扱量を示す。2010年には輸出入合計で19,670 tの貨物量を取り扱い2011年の42,820 tから2012年には118,424 tに増加したが、いずれも少ない取扱量であった。2010年と2011年には一般雑貨を取り扱ったが2012年には取り扱われていない。ドライバルクは2012年には輸入のみで37,540 t取り扱われた。

表 8.20 ラ・ウニオン港の貨物取扱量

Cargo Type	Year		
	2010	2011	2012
<b>Import</b> (Unit: tonne)			
General Cargo	600	40,073	0
Container	449	1,328	14,800
Dry Bulk	15,861	0	37,540
Import Total	16,910	41,401	52,340
<b>Export</b> (Unit: tonne)			
General Cargo	0	601	0
Container	155	818	66,084
Dry Bulk	2,605	0	0
Export Total	2,760	1,419	66,084
<b>Import+Export Total</b>	<b>19,670</b>	<b>42,820</b>	<b>118,424</b>

Source: La Union Port Statistics 2010~2012

表 8.21 はコンテナの取扱量を示す。2010年からオペレーションが始まり、2012年には18,398 TEU を取り扱った。2012 年の 12 月でオペレーションは完了して、それ以降、コンテナ船の寄港は無い。

表 8.21 ラ・ユニオン港のコンテナ取扱量

Cargo Type			
	2010	2011	2012
<b>Container</b>	(Unit: TEU's)		
Import	765	2,446	10,317
Export	121	1,512	8,081
Total	886	3,958	18,398

Source: La Union Port Statistics 2012

## 2) 寄港船舶

2012 年には、57 隻の貨物船が入港しているが、内訳はコンテナ船が最も多く 48 隻、一般雑貨船が 5 隻、ドライバルク船が 4 隻となっている。コンテナ船の平均船型は 18,600 DWT で 1,000~1,200 TEU 積の大きさである。同様にドライバルク船の平均船型は 37,000 DWT、一般雑貨船は 2,200 DWT である（表 8.22 参照）。

表 8.22 2012 年のラ・ユニオン港の寄港船舶

Items	Type of Cargo			
	General Cargo	Container	Dry Bulk	Total
Calling Vessels at Pier by DWT and Numbers				
DWT	11,197	893,470	148,487	1,053,154
DWT (Average)	2,239	18,614	37,122	-
No's of Vessels	5	48	4	57

Sours: La Union Port Statistics 2012

## (4) 港の拡張計画

ラ・ユニオン港のマスタープランではフェーズ I からフェーズ IV まで計画されている。現行のフェーズ I に続いて、南東側へ延長するフェーズ II、反対に北西側に延長するフェーズ III、フェーズ II から南東側へ延長するフェーズ IV がある。コンテナ取扱量のキャパシティについては、フェーズ I で 75 万 TEU、フェーズ III では 250 万 TEU と計画されている。図 8.24 に拡張計画案を示す。



図 8.24 ラ・ウニオン港の開発計画

## 8.2 中米5か国太平洋岸の港湾

中米5か国太平洋岸の港湾の特徴及び共通点を把握するため、中米5国の経済概況、港湾の位置、港湾施設の概要、寄港船舶・取扱貨物の特徴、コンテナ港湾機能、ターミナルの運営、将来開発の視点から整理した。これらの視点での各港湾の比較表を表9.1-9.6に示している。

### 8.2.1 中米5国の基本指標

中米5国の国土面積についてみると、グアテマラ、ホンジュラス、ニカラグアが10万 km<sup>2</sup>を超え、コスタリカは約5万 km<sup>2</sup>で半分以下、エルサルバドルは約2万 km<sup>2</sup>でコスタリカの半分以下である。

人口はグアテマラが約15百万人でホンジュラスが約半分の7.75百万人、以下エルサルバドル、ニカラグアが続きコスタリカが4.72万人と最も少ない。

GDPはグアテマラ、コスタリカが400億ドル超で、エルサルバドルが200億ドル、ホンジュラスが170億ドルで、ニカラグアは70億ドルと低い。一人当GDPはコスタリカが8,000ドルを超え、エルサルバドル、グアテマラが3,000ドル、ホンジュラスが2,000ドル、ニカラグアは1000ドル台である。

### 8.2.2 港湾の位置

中米5国太平洋岸にはコンテナ港湾としてケッツアル港(グアテマラ)、アカフトラ港(エルサルバドル)、ラ・ウニオン港(エルサルバドル)、サンロレンソ港(ホンジュラス)、コリント港(ニカラグア)及びカルデラ港(コスタリカ)の6港がある。

アカフトラ港、コリント港及びラ・ウニオン港は首都から離れた位置に立地しているがその他の港湾は首都から100 km以内に位置している。

コリント港及びケッツアル港以外の港湾は幹線道路から15 km以下の場所に位置している。

アカフトラ港とグアテマラ国境、ラ・ウニオン港とホンジュラス国境及びサンロレンソ港とエルサルバドル国境との距離は概ね50 kmであるが、その他の港湾は国境との距離は100 km~400 kmの距離がある。

中米5か国太平洋岸の港湾は船舶が20ノットで航行する場合は1日で到達する距離にある。中米太平洋岸地域のハブ港湾となっているメキシコのマンサニージョ港あるいはパナマのバルボア港と中米5か国太平洋岸の港湾との間の距離は、20ノットで航行する船舶が、それぞれ概ね2ないし3日間、また、1日ないし2日間で到達する距離となっている。

### 8.2.3 港湾施設

ケッツアル港は掘込型の港湾でいくつかの地区の岸壁及びふ頭用地が整備されている。アカフトラ港はフィンガータイプの複数の栈橋と背後の陸上用地からなる。ラ・ウニオン港はフォンセカ湾の埋立により整備された岸壁と広いターミナル用地からなる。サンロレンソ港はフォンセカ湾の奥に位置し、海岸から離れ建設されたT字型の栈橋と陸上用地が橋で連絡されている。コリント港は半島内陸側の静穏な水域を利用した直線岸壁と背後港湾用地からなる。カルデラ港は直線岸壁と背後港湾用地からなる。

アカフトラ港以外の港湾は静穏度に関する問題はないが、いずれの港湾も適切な水深維持

のための対策が必要である。

ラ・ウニオン港湾及びサンロレンソ港はフォンセカ湾内に位置して長い航路を有している。

船舶が港湾を利用しようとする際に有用な情報を提供する SHIPPING ガイド社発行の港湾入港ガイドによると、コンテナ船岸壁の水深は、ケッツアル港は 11.0 m、アカフトラ港は 8 から 12 m、サンロレンソ港は 10.70 m、コリント港は 10.30 m～11.30 m、カルデラ港は 7.50 m～11.0 m となっている。また、入港可能な最大船型は、ケッツアル港が喫水 11.1 m (MLSW)、アカフトラ港がコンテナ船の喫水 11.89 m、サンロレンソ港が喫水 9.45 m (MLW)、コリント港が喫水 11.15 m、カルデラ港が喫水 10.0 m となっている。なお、ラ・ウニオン港に関する情報は掲載されていない。

コンテナ専用でない埠頭でコンテナが取扱われている港湾も多い。コリント港以外の港湾は岸壁ガントリー・クレーンが設置されていない。なお、コリント港のクレーンは現在故障している。各港湾のヤード容量は、ケッツアル港が 1,974 TEU、アカフトラ港が 3,753 TEU、コリント港が 1,500 TEU、カルデラ港が 700 TEU である。

#### 8.2.4 港湾管理・運営

アカフトラ港、ラ・ウニオン港は CEPA、サンソレンソ港は ENP、コリント港は EPN という政府機関が全国の港湾の管理機関として、自らターミナルの管理運営を行っている。ケッツアル港はケッツアル港を管理する公的機関である EPQ が管理運営にあっている。一方、カルデラ港は政府機関である INCOP の下で、民間のターミナルオペレータがコンセッション契約に基づきターミナルの運営にあっている。

いずれの港湾もいつでも利用が可能であるが、ラ・ウニオン港、サンロレンソ港、コリント港など潮位による入港制限がある。

#### 8.2.5 寄港船舶・取扱貨物

各港湾の 2012 年の寄港船舶数はケッツアル港は 1,247 隻、アカフトラ港は 552 隻、ラ・ウニオン港は 57 隻、サンロレンソ港は 190 隻、コリント港は 402 隻、カルデラ港は 611 隻で合計 3,059 隻であった。

寄港船の船種をみると、サンロレンソ港以外の港湾はコンテナ船の寄港が最も多い。

ケッツアル港及びカルデラ港は油輸送船を除くすべての船種の船舶が寄港している。アカフトラ港は冷凍船、油輸送船及びクルーザー以外の船種の船舶が寄港している。サンロレンソ港の主な寄港船舶は、RORO 船、固体バルク船、油輸送船である。コリント港が在来船の寄港が多い。

各港湾の 2012 年の取扱貨物量は、ケッツアル港は 11,258 千トン（輸入 8,560 千トン、輸出 2,698 千トン）、アカフトラ港は 5,096 千トン（輸入 3,967 千トン、輸出 1,129 千トン）、ラ・ウニオン港 118 千トン（輸入 52 千トン、輸出 66 千トン）、サンロレンソ港は 3,903 千トン（輸入 2,395 千トン、輸出 1,598 千トン）、コリント港は 3,439 千トン（輸入 2,750 千トン、輸出 689 千トン）、カルデラ港は 4,732 千トン（輸入 4,032 千トン、輸出 700 千トン）、で合計 28,546 千トン（輸入 21,756 千トン、輸出 6,790 千トン）であった。

すべての港湾において輸出貨物量が輸入貨物量を上回っている。2012 年の輸出貨物の割合は、ケッツアル港では 76.0 %、アカフトラ港では 77.8 %、サンロレンソ港では 61.3 %、コリント港では 79.9 %、カルデラ港では 85.2 % となっている。



各港湾の主要貨物は次のとおりである。

ケッツアル港は輸出入固体バルク貨物及び輸出コンテナ貨物  
アカフトラ港は固体バルク貨物の輸出入及び輸出液体バルク貨物  
サンロレンソ港は輸入液体バルク貨物及び輸出固体バルク貨物  
コリント港は輸入液体バルク貨物、輸出入固体バルク貨物及び輸出コンテナ貨物  
カルデラ港は輸出入コンテナ貨物及び輸入固体バルク貨物

### 8.2.6 取扱コンテナ貨物の特徴

各港湾の2012年のコンテナ取扱量は、ケッツアル港は324,507 TEU、アカフトラ港は160,981 TEU、ラ・ウニオン港は18,398 TEU、コリント港は89,538 TEU、カルデラ港は184,315 TEUで合計777,379 TEUであった。

空コンテナの割合は概ね4分の1から3分の1となっている。全積荷コンテナに対する空コンテナは、アカフトラ港で53.8%、コリント港で47.5%、コリント港で47.5%、カルデラ港で41.9%及びケッツアル港で33.2%と高くなっている。

ケッツアル港とコリント港ではトランジット及びトランシップメントコンテナが取り扱われ、ケッツアル港ではトランシップメントコンテナが取り扱われている。

### 8.2.7 将来開発・整備

ケッツアル港は、既存のコマーシャルバースに隣接して新コンテナターミナルが計画され2015年に供用開始(フェーズ1)の予定である。水深14.5 m、延長540 m(フェーズ1は300 m)のバース及び4基のガントリー・クレーンがコンセッション契約の下で Terminal de Contenedores de Barcelona (TCB)により整備される予定である。目標コンテナ取扱量は、3ないし5年後に15万 TEU、5ないし10年後に60万 TEUを見込んでいる。更に、既存のコマーシャルバースを延長400 mのマルチパーパスターミナルへの拡張プロジェクトも計画されている。なお、ケッツアル港は中米及びメキシコ南部地域のトランシップメント港湾になることを目指している。

アカフトラ港においては当面の課題に対応するためアクセス道路の完了及びコンテナヤード容量の拡張が計画されている。

ラ・ウニオン港は、航路整備の計画が検討されるとともに、ターミナル運営のコンセッションの関する準備が進められている。

サンロレンソ港については、ENPのサンロレンソ港事務所は航路を11 mに増深する計画を有している。

コリント港については、EPNは2014年に港外航路の浚渫を計画しており、その浚渫土量は5.6百万 m<sup>3</sup>と推定されている。浚渫コストは前回の工事では12 USD/m<sup>3</sup>であったが、今回は5-7 USD/m<sup>3</sup>を見込んでいる。これは、土砂投棄及び回航費が前回より小さいと考えられることによる。また、現在故障中のガントリー・クレーンの修繕を検討している。荷卸の生産性は、ガントリー・クレーンの場合18-22 boxes/hで船舶ギアの場合は13から15 boxes/hであるが、利用料金の関係で MAERSK のみが岸壁クレーンを利用していた。加えて、EPNは現在利用されていない南埠頭の改良を望んでいる。なお、コリント港は将来的に新港湾法のもとでコンセッションを導入する可能性がある。

カルデラ港では、水深13 m、延長180 mの新バルクターミナルについて、INCOPが策定した計画に基づき、SPGCが現在建設工事を実施している。なお、航路及び泊地の維持は今後とも必要となるであろうが、航路及び泊地の改良及び維持は政府の責任となっている。なお、バース前面の水域の浚渫はSPCの責任となっている。

表 8.23 中米 5 国の基本指標

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Cost Rica
Area	108,889 km <sup>2</sup>	21,040 km <sup>2</sup>	112,492 km <sup>2</sup>	129,541 km <sup>2</sup>	51,100 km <sup>2</sup>
Population	14.71 million <sup>1)</sup>	6.23 million <sup>1)</sup>	7.75 million <sup>1)</sup>	5.87 million <sup>1)</sup>	4.72 million <sup>1)</sup>
Main Industry	Agriculture and textile industry	Agriculture, Garment industry	Agricultural, forestry, fishery and stock breeding industries	Agriculture/ stock breeding industries and garment industry	Agriculture, manufacture and tourism
GDP	USD 46,910 million <sup>2)</sup>	USD 23,054 million <sup>2)</sup>	USD 17,200 million <sup>2)</sup>	USD 7,297 million <sup>2)</sup>	USD 41,004 million <sup>2)</sup>
Per capita	USD 3,188 <sup>2)</sup>	USD 3,728.6 <sup>2)</sup>	USD 2,105.0 <sup>2)</sup>	USD 1,239.2 <sup>2)</sup>	USD 8,678 <sup>2)</sup>
Export amount	USD 10,450 million <sup>2)</sup>	USD 5,308.8 million <sup>2)</sup>	USD 7,204.3 million <sup>2)</sup>	USD 4,507 million <sup>2)</sup>	USD 10,408 million <sup>2)</sup>
Main Export goods	garments, textile/needle work products, coffee, precious stones, precious metals sugar, banana	garments, coffee and sugar	coffee, banana, cultured shrimp and cultured freshwater fish	coffee, beef, gold and sugar	integrated circuits, machinery parts of automatic data processing, banana, pineapple
Main Export partner	USA, Central American countries, EU, Mexico, Panama	USA, Central American countries, Germany, Canada	USA, Central American countries, EU and Japan	USA, El Salvador, Venezuela, Honduras and Costa Rica	USA, Netherland, China and CA countries
Import amount	USD 16,613 million <sup>2)</sup>	USD 10,118.2 million <sup>2)</sup>	USD 10,337.6 million <sup>2)</sup>	USD 6,125.4 million <sup>2)</sup>	USD 16,219.5 million <sup>2)</sup>
Main Import goods	food products, mineral manufactures, electronic manufactures, chemical products and textile/needle work products	raw and in-process materials such as oil and fertilizer, consumer products and capital goods such as vehicles	fuels, machinery and electronic products and chemical products	consumer products, in-process materials and oil products	fuels, integrated circuits and vehicles
Main Import partner	USA, Mexico, China, Central American countries and EU	USA, Central American countries, China and Japan	USA, Central American countries, EU and Japan	USA, Venezuela, Costa Rica, Mexico and Guatemala	USA, Mexico, China and Japan
Ship Call	2,723 <sup>3)</sup>	742 <sup>3)</sup>	2,165 <sup>3)</sup>	569 <sup>3)</sup>	3,322 <sup>3)</sup>
Import Cargo Volume	9,987 thousand tons <sup>3)</sup>	4,607 thousand tons <sup>3)</sup>	7,427 thousand tons <sup>3)</sup>	2,883 thousand tons <sup>3)</sup>	7,926 thousand tons <sup>3)</sup>
Export Cargo Volume	5,751 thousand tons <sup>3)</sup>	1,199 thousand tons <sup>3)</sup>	5,630 thousand tons <sup>3)</sup>	768 thousand tons <sup>3)</sup>	6,766 thousand tons <sup>3)</sup>
	<sup>1)</sup> National Statistics (2011) <sup>2)</sup> Central bank (2011) <sup>3)</sup> COCATRAM (2012)	<sup>1)</sup> World Bank (2011) <sup>2)</sup> Central bank (2011) <sup>3)</sup> COCATRAM (2012)	<sup>1)</sup> World Bank (2011) <sup>2)</sup> Central bank (2011) <sup>3)</sup> COCATRAM (2012)	<sup>1)</sup> World Bank (2011) <sup>2)</sup> Central bank (2011) <sup>3)</sup> COCATRAM (2012)	<sup>1)</sup> World Bank (2011) <sup>2)</sup> Central bank (2011) <sup>3)</sup> COCATRAM (2012)

Source : Ministry of Foreign Affairs of Japan



表 8.24 中米太平洋岸港湾の立地

Port	Quetzal	Acajutla	La Union	San Lorenzo	Corinto	Caldera						
Hinterland (approximate distance)												
Distance from the Capital (km)	98	100	<b>200</b>	108	<b>160</b>	80						
Distance to Trunk Road (km)	40	5	10	4	<b>140</b>	15						
Distance to Northern/Eastern Border (km)	260	50	<b>300</b>	60	100	<b>250</b>						
Distance to Southern/Western Border (km)	150	<b>320</b>	45	100	290	<b>400</b>						
Nautical Distance (nautical mile / hour by 20 knot)	Nm/ h	Nm/ h	Nm/ h	Nm/ h	Nm/ h	Nm/ h						
Manzanillo (Mexico)	874	44	937	47	1,078	54	1,080	54	1,095	55	1,316	66
Quetzal	-		<b>81</b>	<b>4</b>	221	11	224	11	238	12	472	24
Acajutla	<b>81</b>	<b>4</b>	-		166	8	169	8	184	9	420	21
La Union	221	11	166	8	-		<b>35</b>	<b>2</b>	89	4	344	17
San Lorenzo	224	11	169	8	<b>35</b>	<b>2</b>	-		91	5	346	17
Corinto	238	12	184	9	89	4	91	5	-		276	14
Calera	472	24	420	21	344	17	346	17	276	14	-	
Balboa (Panama)	886	44	833	42	757	38	760	38	689	34	471	24

表 8.25 中米 5 国太平洋岸の港湾物理的条件

Port	Quetzal	Acajutla	La Union	San Lorenzo	Corinto	Caldera
Natural condition						
Location	On the Pacific Coast	On the Pacific Coast	Fonseca Bay	Fonseca Bay	El Realejo Estuary	Caldera Bay
Calmness		Swell	Calm	Calm	Calm	Calm
Tidal Range (m)		2.61 <sup>2)</sup>	1.68 <sup>2)</sup>	1.8 <sup>1)</sup>	2.27 (Neat) <sup>3)</sup> 3.11 (Spring) <sup>3)</sup>	0.3 (Neat) <sup>4)</sup> 2.5 (Spring) <sup>4)</sup>
Sedimentation	Sedimentation	Sedimentation	Sedimentation	Sedimentation	Sedimentation	Sedimentation
Channel	-	-	-	-	-	-
Location	Approach	-	Outer and Inner	Entrance to deep inside of a bay	Outer and Inner	approach
Length (km)			22 (17 and 5)	32	6.5 (3.4 / 3.1) <sup>1)</sup>	13.0 (MLW) <sup>4)</sup>
Width (m)	210 <sup>1)</sup>	-	120 (bed width)	120-200 <sup>1)</sup>	150 / 115 <sup>1)</sup>	-
Depth (m)	15.0 (HWS) <sup>1)</sup>	-	14.0 (-7.3 at shallowest part)	9.0 (MLLW) <sup>1)</sup> 10.6 (MHW) <sup>1)</sup>	14.6/13.35 (MSL) <sup>1)</sup>	-
Dock for Container Vessel Use						
Type	Marginal Wharf	Pier type	Marginal Wharf	Detached Pier type	Marginal Wharf	Marginal Wharf
Name	Commercial berth <sup>1)</sup>	A1, A2, B3, B4, B5, B6, C7, C8	Container berth	Berth 1, 2	Berth 2, 3, 4	Berth 1, 2
Total Length	810 <sup>1)</sup>	1,243 <sup>2)</sup>	340 <sup>2)</sup>	29/6	610 <sup>3)</sup>	490 <sup>4)</sup>
Depth (m)	11.00 (CDL) <sup>1)</sup>	12.0-14.0 <sup>2)</sup>	15.0 <sup>2)</sup>	10.67 (9.6-10.5 in 2008) <sup>1)</sup>	10.30-11.30 <sup>3)</sup>	7.5 - 11.0 <sup>4)</sup>
Maximum Draft (m)	11.10 (MLWS) <sup>1)</sup>	11.89 (container) <sup>1)</sup>		9.45 (MLW) <sup>1)</sup>	11.5 <sup>1)</sup>	10.0 <sup>1)</sup>
Maximum LOA (M)		174 <sup>1)</sup>		200 <sup>1)</sup>	200 <sup>1)</sup>	205 <sup>1)</sup>
Shore Crane	5 portal cranes (40 t, 20t)	Mobile crane <sup>1)</sup>	None	None	1 Gantry (45 t) <sup>3)</sup>	1 shore crane
Yard Capacity (TEU)	1,974 <sup>1)</sup>	3,753 <sup>1)</sup>		-	1,500 <sup>1)</sup>	700 <sup>1)</sup>

Prepared such sources as Guide to Port Entry (2013-2014)<sup>1)</sup>, Publications of and interview with CEPA<sup>2)</sup>, Empresa Portuaria Nacional (EPN)<sup>3)</sup>, Costa Rican Institute of Pacific Ports INCOP<sup>4)</sup>, Empresa Portuaria Quetzal (EPQ)<sup>5)</sup> and information from other organizations

表 8.26 中米 5 国太平洋岸港湾の管理・運営

Port	Quetzal	Acajutla	La Union	San Lorenzo	Corinto	Caldera
Port Authority/Port Management Body						
	Empresa Portuaria Quetzal(EPQ)	Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma (CEPA)	Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma (CEPA)	Empresa Nacional Portuaria (ENP)	Empresa Portuaria Nacional (EPN)/	The Costa Rican Institute of Pacific Ports (INCOP)
Terminal Operator						
	EPQ.	CEPA Stevedoring by private companies.	CEPA Stevedoring by private companies.	ENP.	EPN Stevedoring by three private companies.	Puerto Caldera SPC and SPGC
Restriction						
	- 24 hours.		-Vessels can navigate the channel in two hours before and after high tide. -The shallowest depth of channel is 7.3 m	-24 hours. -Vessels of draft 9.5 m or greater may have to await a favorable tide. -No restrictions on arrival at anchorage or pilot station areas.	-24 hours. -Entry is restricted in accordance with tide and vessel's draft. -Speed limit 8 knots in Corinto Bay and 3 knots in the vicinity of berths/ other craft -No restriction at night	-None. -Vessels can enter or depart at any time.
Others						
	-During port congestion, vessels with maximum draft up to 4.50 m may be ordered to shift to the auxiliary berth for deeper draft vessel allocation.			-ENP considers to introduce the tariff incentive.	-Exemption treatment of container vessel's port entry due was ceased in 2012. -Container storage charge was raised against congestion. -A new port act which allows a concession of port operation may pass the Congress in 2013.	-During the period of the dredging work, average waiting time is more than 40 hours but decreased to 10-14 hours at present. -Berth occupancy ratio No1(84%),No2(48%) No3(24%) in 2012. -Priority policy to passenger vessels

表 8.27 中米 5 国太平洋岸港湾の寄港船舶と貨物取扱 (2012)

Characteristics of Port	Quetzal		Acajutla		La Union		San Lorenzo		Corinto		Caldera	
Ship Call	1,247		552		57		190		402		611	
Conventional	85	6.8%	28	5.1%	5	8.8%	14	7.4%	106	26.4%	33	5.4%
Refrigerators	174 14.0%										25 4.1%	
Container	517	41.5%	268	48.6%	48	84.2%			150	37.3%	284	46.5%
Ro-Ro	84	6.7%	55	10.0%			57	30.0%	70	17.4%	74	12.1%
Liquid Bulk	94	7.5%	80	14.5%			17	8.9%			12	2.0%
Solid Bulk	204 16.4%		114 20.7%		4 7.0%		60 31.6%				112 18.3%	
Oil							42 22.1%		61 15.2%			
Cruiser	42	3.4%							15 3.7%		51 8.3%	
Others	47	3.8%	7	1.3%							20 3.3%	
Import (thousand tons)	5,797		2,829		52		880		2,014		3,241	
General Cargo	399	6.9%	140	5.0%			59	6.7%	36	1.8%	225	6.9%
Container Cargo	1,024	17.7%	789	27.9%	15	28.9%			439	21.8%	911	28.1%
Ro-Ro Cargo	44	0.7%	16	0.6%					26	1.29%	57	1.8%
Liquid Bulk	1,074	18.5%	513	18.1%			790	89.8%	871	43.3%	141	4.4%
Solid Bulk	3,207	55.3%	1,371	48.5%	37	71.2%	31	3.5%	642	31.9%	1,907	58.8%
Others	49	0.9%										
Export (thousand tons)	2,698		1,129		66		1,508		689		700	
General Cargo	66	2.4%	10	0.9%			6	0.4%	48	6.9%	90	12.9%
Container Cargo	1,020	37.8%	490	43.4%	66	100%			339	49.2%	609	86.9%
Ro-Ro Cargo	2	0.1%	0	0.0%					0	0.0%	0	0.1%
Liquid Bulk	113	4.2%	285	25.3%			53	3.5%	80	11.6%	1	0.1%
Solid Bulk	1,060	39.3%	344	30.4%			1,449	96.1%	223	32.3%		
Others	437	16.2%										

Source: COCATRAM and Statistics of La Union Port

表 8.28 中米 5 国太平洋岸港湾のコンテナ取扱 (2012)

Container Activity (throughput/1000TEU)	Quetzal		Acajutla		La Union		San Lorenzo	Corinto		Caldera	
Unloading/laden	117,052	36.1%	78,247	48.6%	10,317	56.1%	-	42,070	47.0%	89,360	48.5%
Unloading/Empty	55,124	17.0%	6,247	3.9%			-	4,477	5.0%	7,850	4.3%
Loading/ laden	101,755	31.4%	35,307	21.9%	8,081	43.9%	-	22,578	25.2%	50,562	27.4%
Loading/Empty	50,576	15.6%	41,180	25.6%			-	20,413	22.8%	36,543	19.8%
Local/Unloading/ laden	103,846	34.0%	76,164	48.3%	-		-	40,250	46.3%	89,360	48.5%
Local/Unloading/Empty	54,423	17.8%	5,026	3.2%	-		-	4,475	5.1%	7,850	4.3%
Local/Loading/ laden	96,744	31.7%	35,307	22.4%	-		-	21,799	25.1%	50,562	27.4%
Local/Loading/Empty	50,576	16.6%	41,180	26.1%	-		-	20,413	23.5%	36,543	19.8%
Transit/Unloading/ laden	3,793	43.1%			-		-	748	99.9%		
Transit/Unloading/Empty					-		-				
Transit/Loading/ laden	5,011	56.9%			-		-	1	0.1%		
Transit/Loading/Empty					-		-				
Transshipment/Unloading/ laden	9,413	93.1%	2,083	63.0%	-		-	1,072	57.9%		
Transshipment/Unloading/Empty	701	6.9%	1,221	37.0%	-		-	2	0.00%		
Transshipment/Loading/ laden					-		-	778	42.1%		
Transshipment/Loading/Empty					-		-				

Source: COCATRAM and Statistics of La Union Port

### 8.3 中米地域におけるコンテナ動向

#### 8.3.1 中米地域における港湾のコンテナ取扱

##### (1) 中米地域におけるコンテナ取扱量の現状

中米地域におけるコンテナ流動は増加してきており、それは、この地域における港湾のコンテナ取扱量に現れている。図 8.25 に示す港湾の 2001 年以降のコンテナ取扱量を示したものが表 8.29 である。中米地域の港湾のコンテナ取扱量はこの 10 年間着実に伸長しており、表に示す 22 港の 2008 年のコンテナ取扱量は 1000 万 TEU を超えている。

クリストバル港、バルボア港及びマンサニョージョ港のコンテナ取扱量が際立った値を示している。これらの港湾は国際ハブ港湾としての機能を有し、その港勢は大きく伸びてきている。同表が示すもう一つの特徴は太平洋岸港湾のコンテナ取扱量の増加で、2001 年にはカリブ海岸港湾の取扱量の 4 分の 1 であったものが、2010 年にはその量を凌ぐまでになった。

近年の中米地域の港湾に関する特徴としては、メキシコとパナマの港湾のハブ機能の拡大と太平洋沿のコンテナサービスの増加が挙げられる。



Note: Ports of Ensenada and Mazatlan are located at the northern coast of Manzanillo

図 8.25 中米地域のコンテナ港湾

表 8.29 中米地域の港湾のコンテナ取扱量

Port Name	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ensenada (M/P)		57,50 3	49,21 0	39,79 5	75,10 5	127,3 60	127,2 71	110,4 23	116,0 41	143,6 60
Mazatlan (M/P)	18,31 5	12,90 0	16,39 4	16,12 8	18,17 0	30,94 6	29,34 9	27,93 8	27,93 8	21,73 0
Manzanillo (M/P)	457,9 46	638,5 97	707,4 04	830,7 77	873,9 76	1,252, 215	1,409, 614	1,409, 782	1,110, 356	1,509, 378
Lazaro Cardenas (M/P)		174	1,646	43,44 5	132,4 79	160,6 96	270,2 38	524,7 91	591,4 67	796,0 11
Altamira (M/A)	206,8 64	225,9 37	256,4 17	297,0 17	322,4 58	342,6 56	407,6 57	431,2 08	386,1 61	473,1 52
Tampico (M/A)	29,53 1	18,84 8	14,34 7	9,966 9,001	9,001 3	10,24 3	11,04 0	11,15 2	5,936 2	2,229 2,229
Veracruz (M/A)	543,3 27	548,4 22	571,7 65	591,7 36	631,8 58	671,2 81	729,7 17	716,0 46	564,3 14	662,5 37
Progreso (M/A)	65,35 3	59,14 0	60,36 9	68,16 5	71,85 1	75,93 9	75,58 4	66,47 7	53,51 7	56,43 4
Puerto Morelas (M/A)	7,250	6,958	7,515	7,508	8,245	8,917	7,942	7,586		
Belize City (B/A)	27,07 4	30,31 2	33,78 9	35,56 5	36,38 8	37,52 7	39,19 1	38,21 1	31,34 4	31,91 9
Puerto Quetzal (G/P)	126,0 06	130,6 45	166,1 12	183,3 53	223,9 02	230,4 26	257,2 89	280,2 81	212,8 57	254,5 25
Santo Tomas de Castilla (G/A)	201,0 90	229,5 16	312,1 54	411,1 53	323,0 45	333,8 16	376,6 60	381,1 99	375,8 23	431,0 01
Puerto Barrios (G/A)	188,0 44	220,0 00	242,1 12	232,2 42	229,4 48	236,0 03	218,8 88	248,7 97	317,6 46	326,8 34
Acajutla (E/P)	17,67 4	43,13 5	65,57 6	92,85 7	103,4 83	123,3 29	144,4 58	156,3 23	126,3 69	145,7 74
Puerto Cortes (H/A)	338,9 00	352,9 84	399,8 39	466,6 97	468,5 63	507,9 46	553,1 39	572,3 82	484,1 48	538,8 53
Puerto Castilla (H/A)	64,42 4	58,34 6	69,45 1	88,79 2	84,45 0	85,71 4	83,29 6	97,42 0	87,57 2	81,01 4
Corinto (N/P)	12,00 0	8,875	10,93 6	15,67 5	18,00 2	46,08 8	58,61 4	58,87 9	55,74 2	64,81 6
Caldera (C/P)		38,21 1	57,27 5	66,74 4	51,85 7	68,64 9	133,7 18	169,8 27	127,6 58	155,3 07
Puerto Limon (C/A)	563,8 25	564,3 57	622,4 04	647,6 16	672,0 20	765,6 72	842,9 03	835,1 44	748,0 29	858,1 76
Balboa (P/P)	358,8 68	377,7 74	457,1 34	465,0 91	663,7 62	988,5 83	1,833, 778	2,167, 700	2,011, 778	2,758, 506
Almirante (P/A)	17,82 7	15,34 4	13,94 8	16,78 1	13,22 6	10,89 7	12,94 7	9,477	19,46 8	23,01 8
Colon-Cristobal (P/A)	948,6 35	943,1 59	1,512, 365	1,943, 712	2,386, 844	2,025, 702	2,219, 982	2,945, 302	2,563, 106	2,288, 734
<b>Total</b>	<b>4,218, 969</b>	<b>4,581, 137</b>	<b>5,648, 162</b>	<b>6,570, 815</b>	<b>7,418, 133</b>	<b>8,140, 605</b>	<b>9,843, 275</b>	<b>11,26 6,345</b>	<b>10,01 7,270</b>	<b>11,62 3,608</b>
Mexico (M)	1,354, 602	1,568, 479	1,685, 067	1,904, 537	2,143, 143	2,680, 253	3,068, 412	3,305, 403	2,855, 730	3,665, 131
Belizee (B)	27,07 4	30,31 2	33,78 9	35,56 5	36,38 8	37,52 7	39,19 1	38,21 1	31,34 4	31,91 9

Guatemala (G)	515,1 40	580,1 61	720,3 78	826,7 48	776,3 95	800,2 45	852,8 37	910,2 77	906,3 26	1,012, 360
El Salvador (E)	17,67 4	43,13 5	65,57 6	92,85 7	103,4 83	123,3 29	144,4 58	156,3 23	126,3 69	145,7 74
Honduras (H)	403,3 24	411,3 30	469,2 90	555,4 89	553,0 13	593,6 60	636,4 35	669,8 02	571,7 20	619,8 67
Nicaragua (N)	12,00 0	8,875	10,93 6	15,67 5	18,00 2	46,08 8	58,61 4	58,87 9	55,74 2	64,81 6
Costa Rica (C)	563,8 25	602,5 68	679,6 79	714,3 60	723,8 77	834,3 21	976,6 21	1,004, 971	875,6 87	1,013, 483
Panama (P)	1,325, 330	1,336, 277	1,983, 447	2,425, 584	3,063, 832	3,025, 182	4,066, 707	5,122, 479	4,594, 352	5,070, 258
Pacific Ocean	1,016, 825	1,307, 814	1,531, 687	1,753, 865	2,160, 736	3,028, 292	4,264, 329	4,905, 944	4,380, 206	5,849, 707
	24%	29%	27%	27%	29%	37%	43%	44%	44%	50%
Caribbean Sea	3,202, 144	3,273, 323	4,116, 475	4,816, 950	5,257, 397	5,112, 313	5,578, 946	6,360, 401	5,637, 064	5,773, 901
	76%	71%	73%	73%	71%	63%	57%	56%	56%	50%

Note: Letters in parentheses are initial letter on name of the county

P and A indicate the Pacific ocean side and Atlantic Ocean side.

Source: Container International Online and Container International Year Book

## (2) 中米 5 国港湾のコンテナ取扱量

グアテマラ、ホンジュラス、エルサルバドル、ニカラグア及びコスタリカの中米 5 か国には 11 のコンテナ取扱港湾があり、これらの港湾の 2001 年から 2010 年までのコンテナ取扱量は表 8.29 に示すとおりである。コンテナ取扱量は近年増加傾向にあり、2010 年には 2001 年の概ね 2 倍の 2,856,300 TEU にのぼっている。中米 5 国の港湾でコンテナ取扱量 1 位のリモン港は 2010 年に 858,176 TEUs のコンテナ取扱であった。カリブ海岸に位置するコルテス港、サントトーマス港及びバリオス港がこれに続き、太平洋岸で最大のコンテナ取扱港湾であるケッツアル港が 5 位でこれらに続く。

中米 5 国港湾のコンテナ取扱量の約 4 分の 3 がカリブ海岸の港湾で取り扱われ、太平洋岸の港湾での取扱量は概ね 4 分の 1 となっている。しかし、図 8.26 図 8.26 に示すように太平洋岸の港湾の取扱量の割合は増加してきている。

太平洋岸の港湾を見ると、グアテマラのケッツアル港が最大のコンテナ港湾でコスタリカのカルデラ港、エルサルバドルのアカフトラ港、ニカラグアのコリント港がこれに続く。ホンジュラスのサンロレンソ港は 2011 年にコンテナを取扱ったが 2012 年には取り扱いがなかった。エルサルバドルのラ・ウニオン港は 2011 年に定期コンテナサービスを開始したが、2013 年現在、取扱いを休止している。



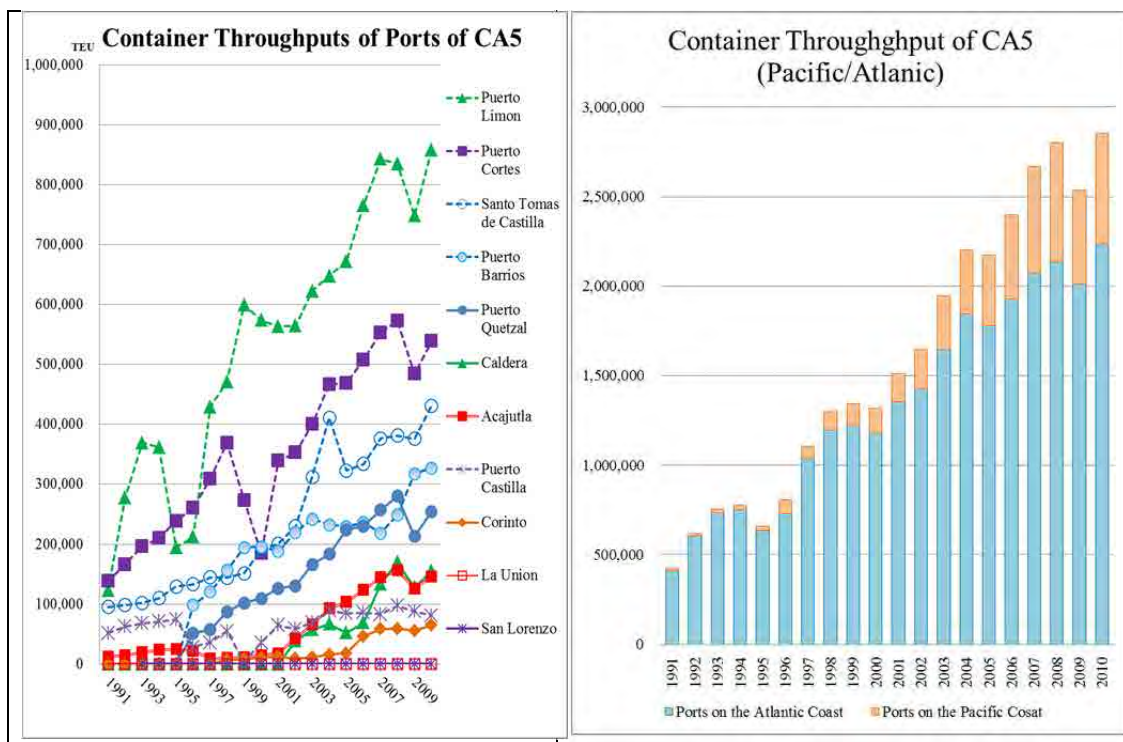


図 8.26 中米 5 国太平洋岸の港湾のコンテナ取扱量

MDS トランスモーダル社発行の「MDS Containership Databank (以降 MDS)」の 2013 年 5 月データによると、中米 5 国のコンテナ港湾に寄港する船舶は 31 隻ある。最大の船型は積載能力 5,040 TEU のコンテナ船で最少のものは 860 TEU で、船型の分布を示したものが図 8.27 である。

既存船舶の諸元の統計解析 (カバレッジ 75%) をもとに整理されたコンテナ船の基本諸元が港湾施設の技術上の基準(2007 年国土交通省)に標準値として示されている。表 8.30 の規模の分類は図 8.27 のそれとは異なるが、中米 5 国太平洋岸の港湾は、満載喫水で概ね 11 m 以下の船舶に対応している。13 m 喫水クラスの船舶は満載でない状態で寄港していると考えられる。

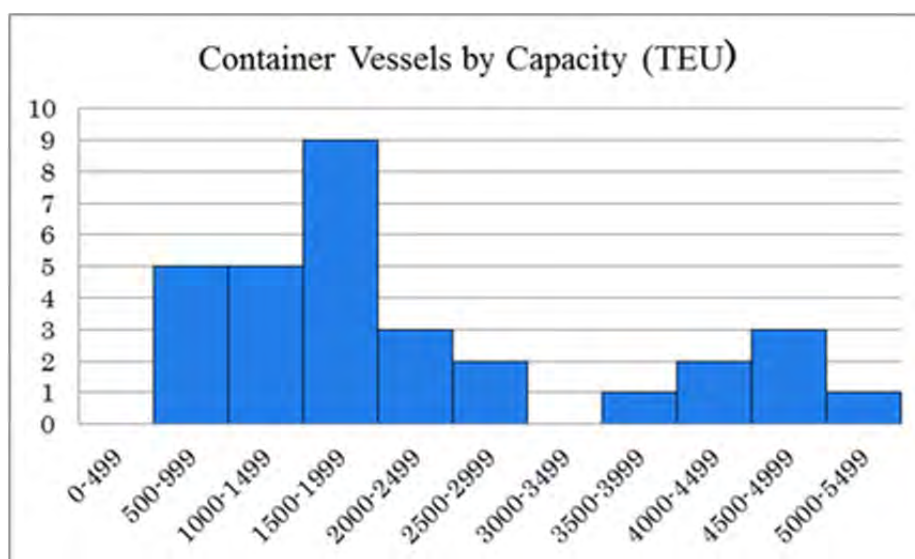


図 8.27 投入船舶の規模の分布

表 8.30 コンテナ船の標準諸元

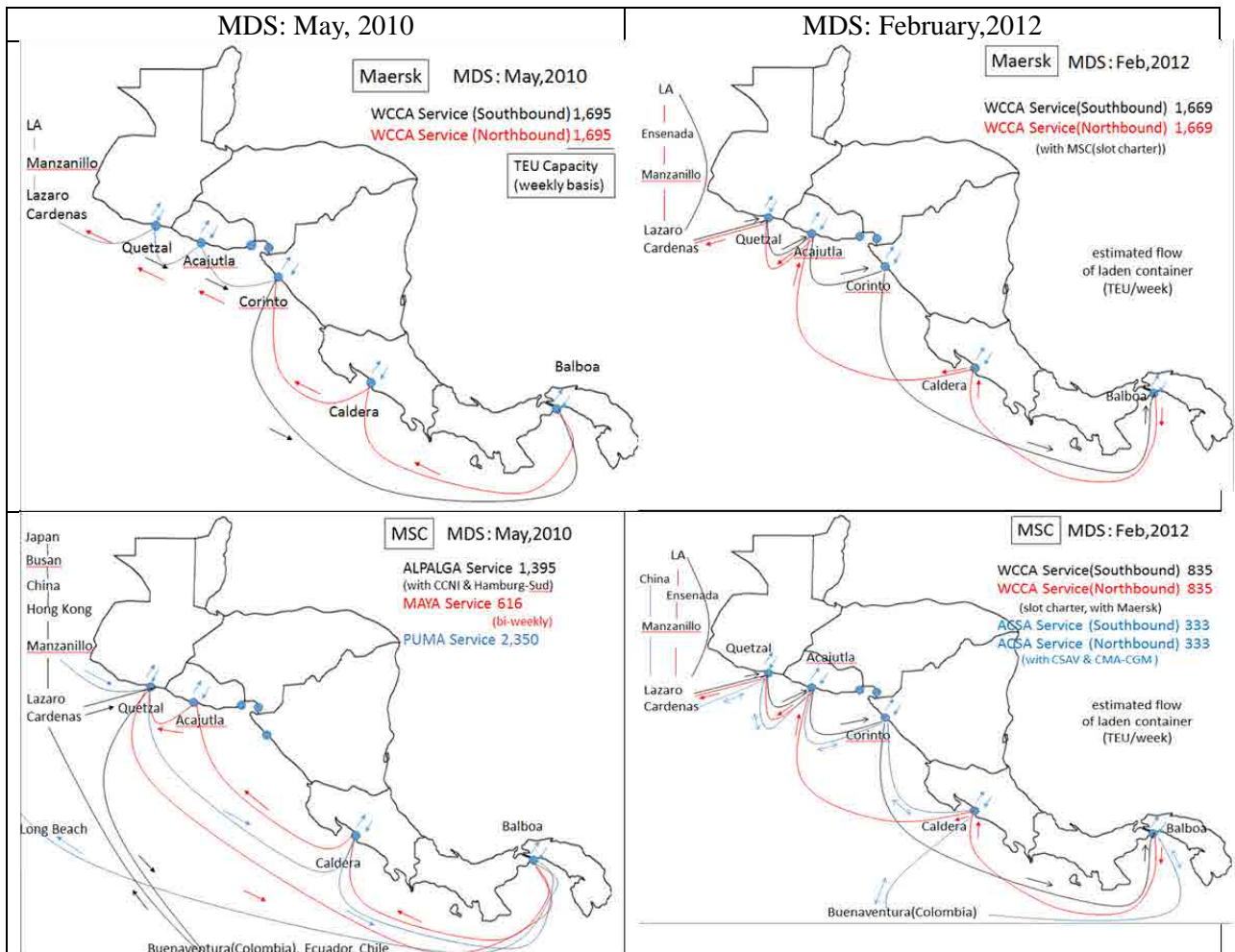
Dead Weight Tonnage DWT (t)	Length overall Loa (m)	Length between perpendiculars Lpp (m)	Molded breadth B (m)	Full load draft (m)	Reference: Container Carrying Capacity (TEU)
10,000	139	129	22.0	7.9	500～ 890
20,000	177	165	27.1	9.9	1,300～1,600
30,000	203	191	30.6	11.2	2,000～2,400
40,000	241	226	32.3	12.1	2,800～3,200
50,000	274	258	32.3	12.7	3,500～3,900
60,000	294	279	35.9	13.4	4,300～4,700
100,000	350	335	42.8	14.7	7,300～7,700

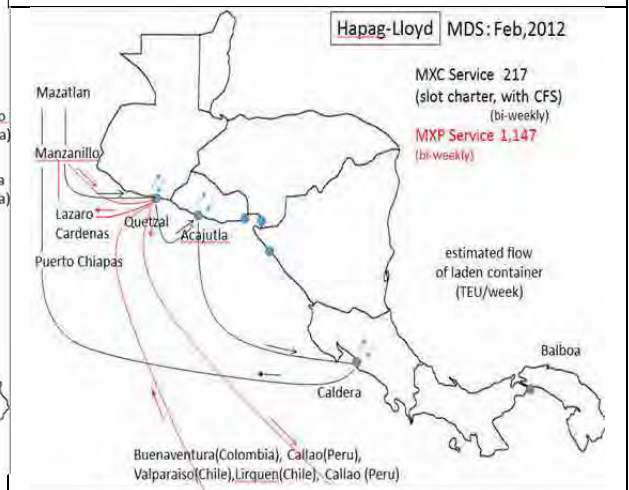
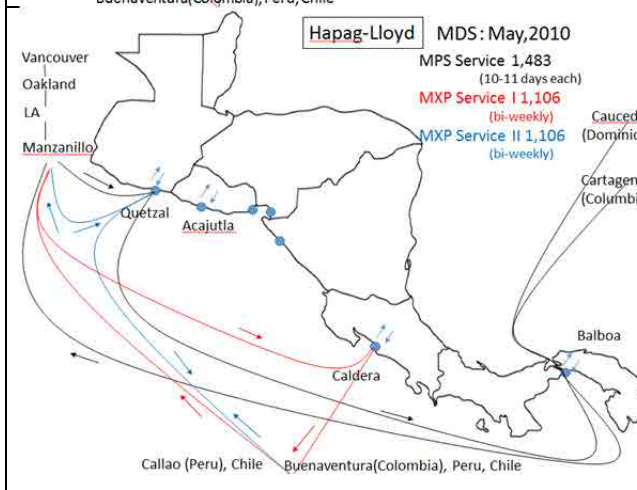
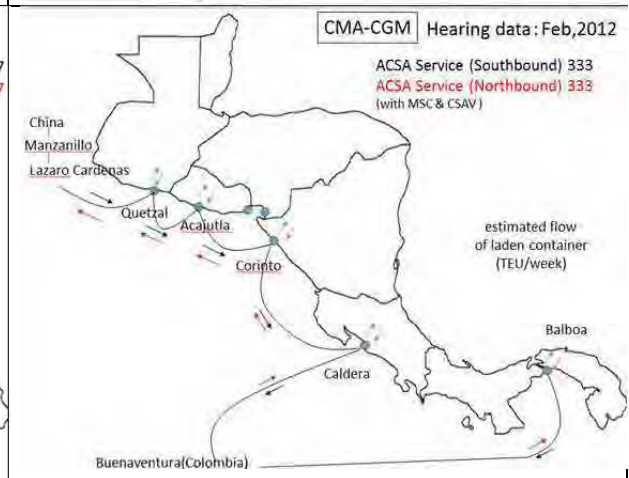
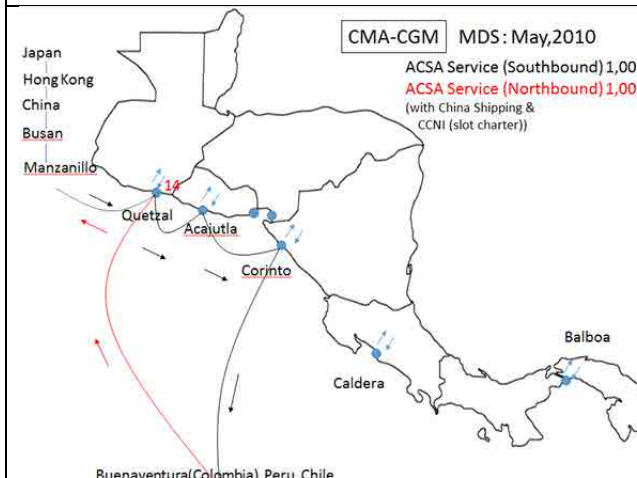
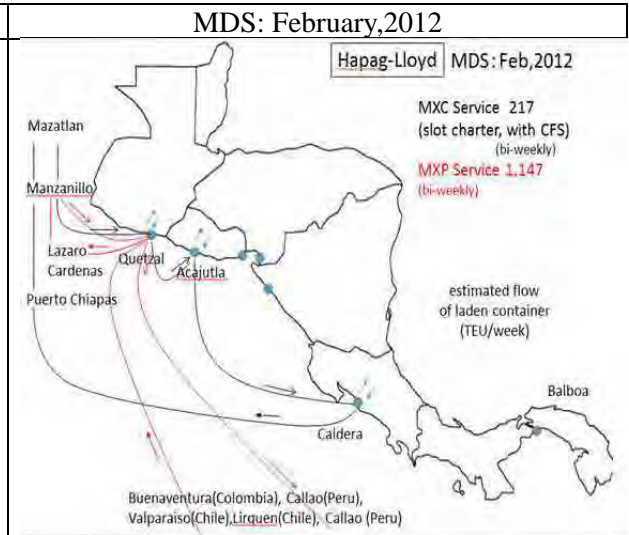
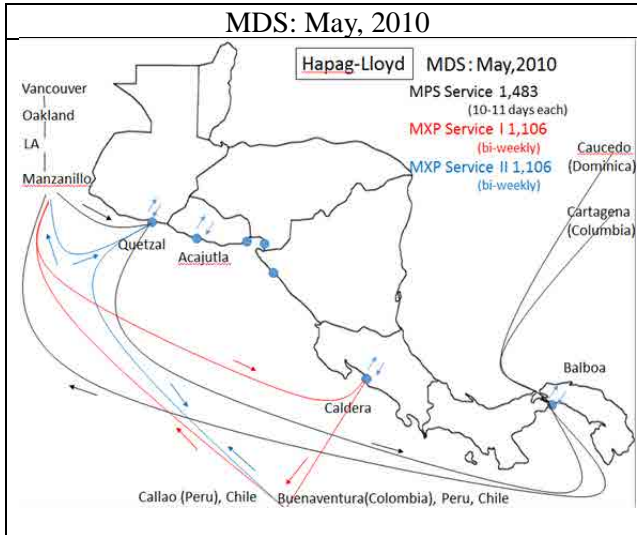
Technical Standards for Port and Harbour Facilities (2007 MLIT Japan)

### 8.3.2 中米地域におけるコンテナ船の動向

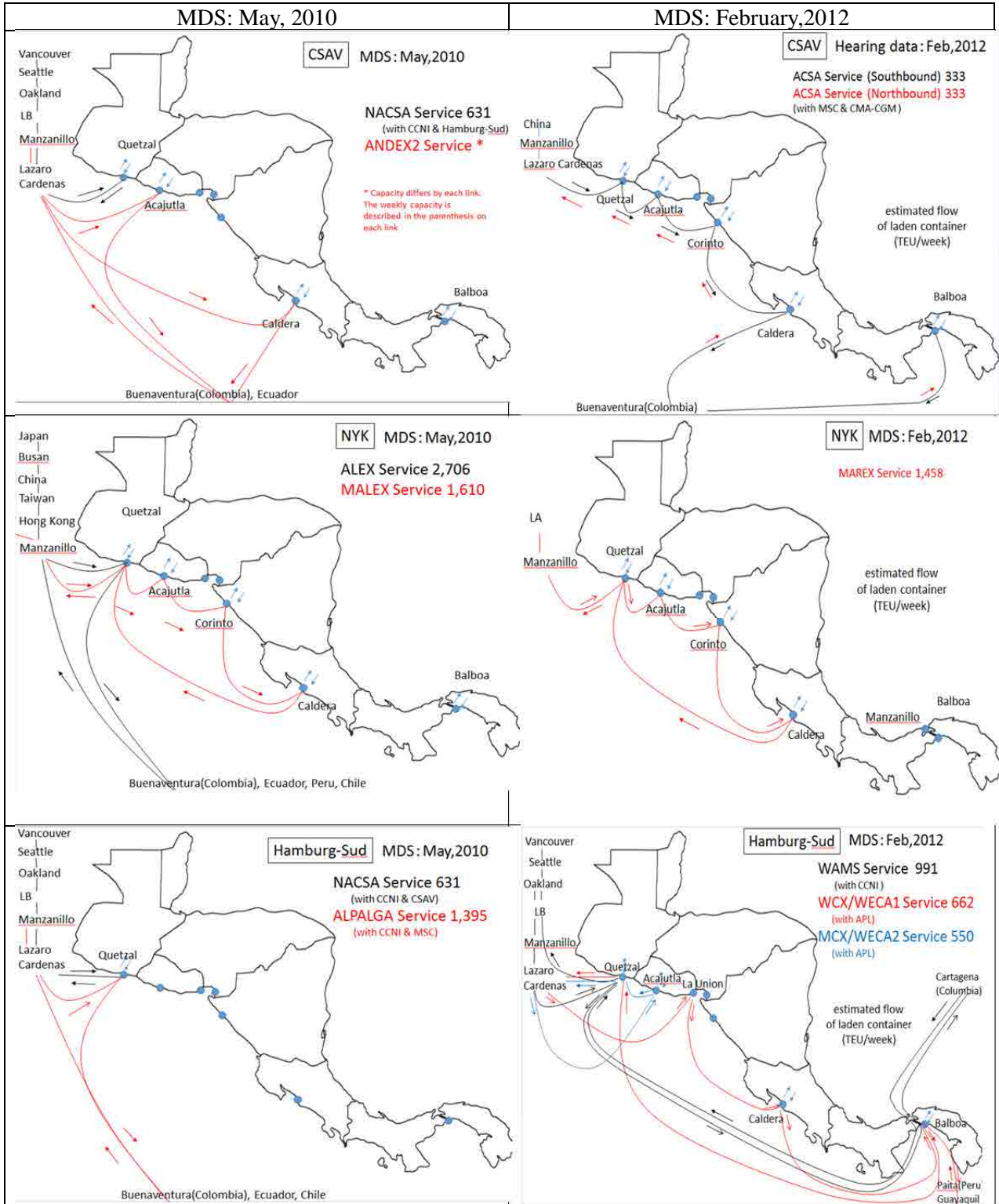
2010年5月と2012年5月時点のMDSデータバンクに掲載されているこの地域の港湾に寄港するコンテナ航路の変化を示したものが表9.50である。2010年の5月から2013年5月の間に就航サービスの数は13から9に減少しているが、複数船社による共同運航のサービスは3から6に増加している。また、スロットチャーターによるサービスを行う船社も1から4に増加している。

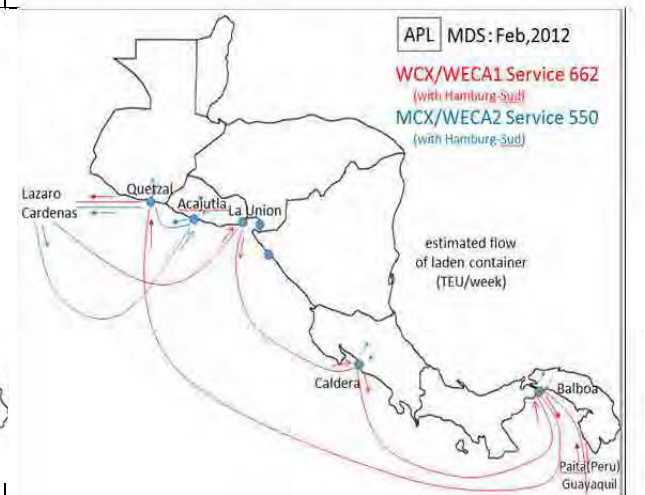
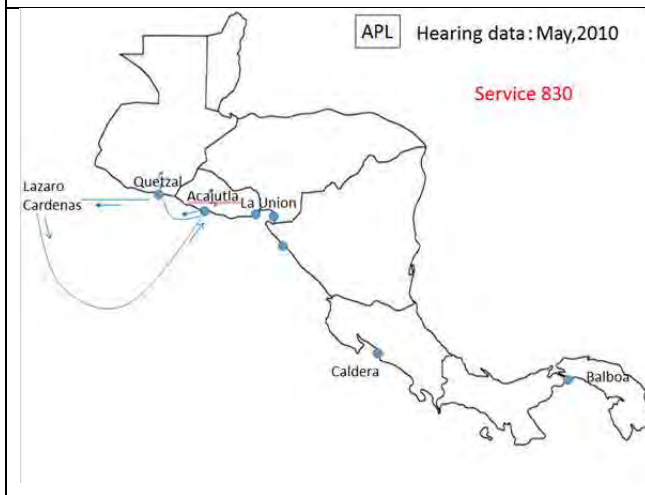
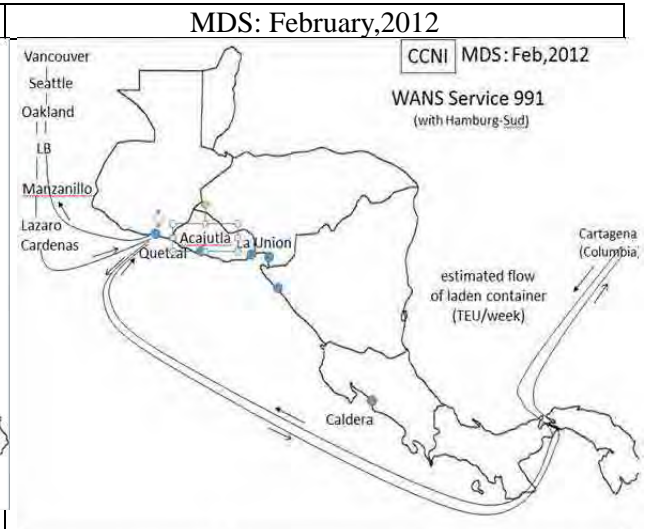
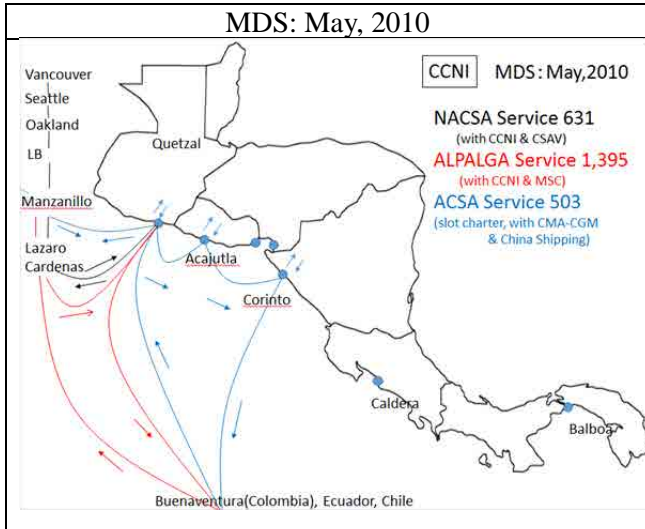
コンテナ船の船型を見ると、204 TEU から 4,420 TEU と大きな幅がある。アカフトラ港に寄港するコンテナ船についてみると、905 TEU から 2,517 TEU で返金 1,577 TEU となっている。なお、ケツアル港には 4,000 TEU のコンテナ船が寄港しているが、この船ケツアル港で積替えられるアジア貨物を輸送している。











None

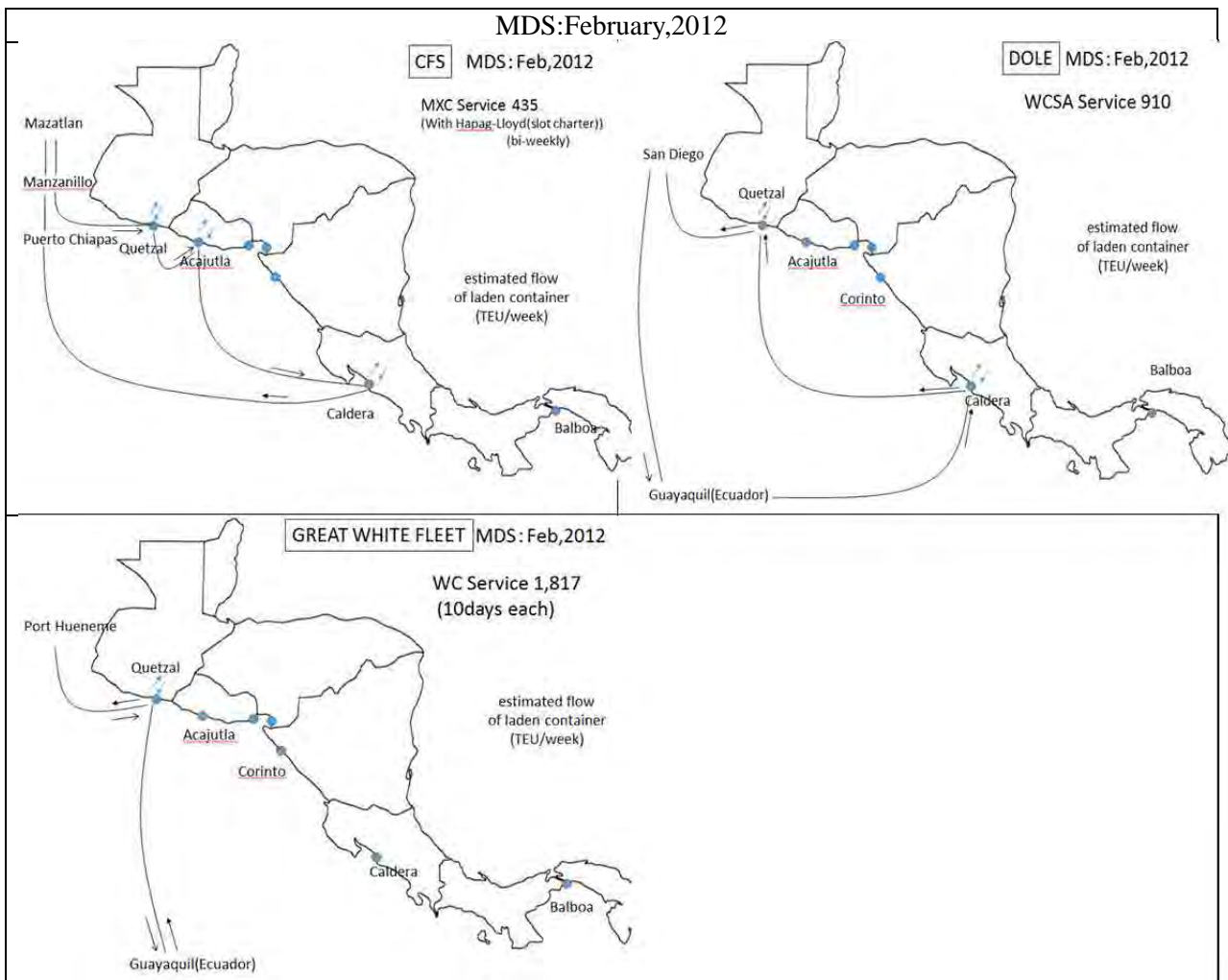


図 8.28 各船社のコンテナ動向

表 8.31 は MDS データバンクに寄港コンテナサービス数とその変化を表している。

2010 年 5 月と 2012 年 5 月時点の MDS データバンクに掲載されているこの地域の港湾に寄港するコンテナ航路の変化を示したものが表 9.50 である。2010 年の 5 月から 2013 年 5 月の間に就航サービスの数は 13 から 9 に減少しているが、複数船社による共同運航のサービスは 3 から 6 に増加している。また、スロットチャーターによるサービスを行う船社も 1 から 4 に増加している。

MDS 2010,May

Called Port (CA -Pacific side)	Service	Shipping company	TEU Average of container ship	Service frequency			
Acajutla Puerto Quetzal	-	APL	830	52			
Acajutla Caldera	ANDEX 2	CSAV	1,695	52			
Acajutla Puerto Quetzal Corinto	ACSA	CMA-CGM CSCL CCNI (Slot charter)	2,516	52			
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Caldera	MAREX	NYK	1,610	52			
Acajutla Puerto Quetzal Caldera Balboa	MAYA	MSC	1,232	26			
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Caldera Balboa	WCCA	MAERSK LINE	1,695	52			
Puerto Quetzal	NACSA	CCNI	1,892	52			
		CSAV					
		HAMBURG-SUD					
		ALPALGA			CCNI	4,184	52
		MSC					
		HAMBURG-SUD					
Puerto Quetzal	MPS	HAPAG-LLOYD	2,336	33			
		WC	GREAT WHITE FLEET	204	52		
Puerto Quetzal Caldera	ALEX	NYK	2,706	52			
		PUMA	MSC	2,350	52		
Puerto Quetzal Caldera	MXP	HAPAG-LLOYD	2,211	26			
<i>Total Services</i>				13			
<i>The number of services which call at Acajutla port</i>				6			
<i>The number of services which call at Puerto Quetzal</i>				12			

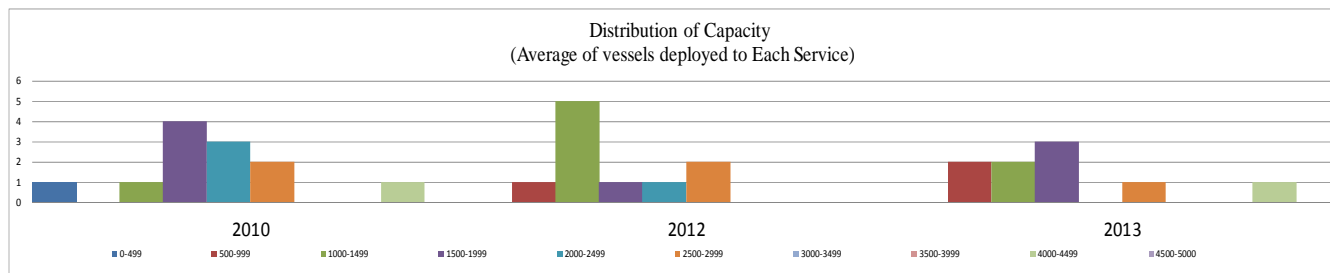
MDS 2012,Feb

Called Port (CA -Pacific side)	Service	Shipping company	TEU Average of container ship	Service frequency	
Acajutla Puerto Quetzal	MCX/WECA 2	APL HAMBURG-SUD	1,100	52	
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Caldera Balboa	ACSA	CMA CGM MSC CSAV	1,000	52	
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Caldera	WCCA	MAERSK LINE	2,504	52	
		MSC (Slot charter)			
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Caldera	MAREX	NYK	1,458	52	
Acajutla Puerto Quetzal Caldera	MXC	CFS HAPAG-LLOYD (Slot charter)	1,304	26	
La Union Puerto Quetzal Caldera Balboa	WCX/WECA	APL HAMBURG-SUD	1,324	52	
Puerto Quetzal	WC	GREAT WHITE FLEET	2,625	36	
		WAMS	HAMBURG-SUD CCNI	1,982	52
		MXP	HAPAG-LLOYD	2,294	26
Puerto Quetzal Caldera	WCSA	DOLE	910	52	
<i>Total Services</i>				10	
<i>The number of services which call at Acajutla port</i>				5	
<i>The number of services which call at La Union port</i>				1	
<i>The number of services which call at Puerto Quetzal</i>				10	

MDS 2013,May

Called Port (CA -Pacific side)	Service	Shipping company	TEU Average of container ship	Service frequency
Acajutla Puerto Quetzal Balboa	WCX	APL	1,310	52
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Caldera	TIKAL/WCCA	CMA-CGM CSAV	1,553	52
Acajutla Puerto Quetzal Corinto	MAREX/CCE	NYK HAPAG-LLOYD	2,517	52
Acajutla Puerto Quetzal Corinto Balboa	WCCA	MAERSK LINE MSC (Slot charter) Evergreen (Slot charter)	1,922	52
Acajutla Puerto Quetzal San Lorenzo Corinto Caldera	WCA	Evergreen X-Press Feeders Hamburg-Sud (Slot charter)	905	52
Puerto Quetzal	WSA2	COSCO	4,420	46
		Evergreen PIL WAN HAI		
Puerto Quetzal Caldera	WCSA	DOLE	910	52
Puerto Quetzal Balboa	WAMS	Hamburg-Sud CCNI Great White Fleet (Slot charter)	1,820	52
Caldera Balboa	PAN/CHL	MAERSK LINE	1,122	52
<i>Total Services</i>				9
<i>The number of services which call at Acajutla port</i>				5
<i>The number of services which call at Puerto Quetzal</i>				8

表 8.31 寄港コンテナサービス数と数の変化





コンテナ船の船型を見ると、204 TEU から 4,420 TEU と大きな幅がある。アカフトラ港に寄港するコンテナ船についてみると、905 TEU から 2,517 TEU で返金 1,577 TEU となっている。なお、ケッツアル港には 4,000 TEU のコンテナ船が寄港しているが、この船ケッツアル港で積替えられるアジア貨物を輸送している。

### 8.3.3 船社の考え

#### (1) 中米 5 か国の太平洋岸におけるコンテナサービスの概要

それぞれのオペレーターは自らの方針に基づき事業を展開しているが、ほとんど全てのオペレーターが、中米 5 か国太平洋岸港湾をメキシコあるいはパナマにベースを置いたフィーダーサービス港湾として位置づけている。

多くのオペレーターはケッツアル港、アカフトラ港、コリント港及びカルデラ港にウィークリーサービスを提供している。しかし、貨物量の関係からこの中から寄港港湾を選択しサービスを展開しているオペレーターもあり、また、カルデラ港についてバース指定にかかる問題から寄港を避けているオペレーターもある。

多くのサービスは複数の船社による共同運航となっているが、これは単独のオペレーターでは運航に十分な貨物を集荷しきれないことによる。

この地域のサービスに投入している船のサイズは様々で、今回のインタビュー調査で訪問した中では、最大のもの 22,800 TEU 級（船長 200 m、喫水 11 m）、最少のもの 670 TEU 級（喫水 8.5 m）であった。なお、数社がこの地域に投入するコンテナ船の船型は、パナマ運河第 3 閘門プロジェクトに完成によっても変化しないであろうとの考えを示した。

すべてのオペレーターが、中米の市場は小さく、その規模が急激に拡大することはないと考えている。

この地域の EU 及び南北アメリカの輸出入貨物はカリブ海側の港湾を使用し、パナマ運河を経由する貨物はほとんどないとのことである。

また、国境及び港湾での複雑な手続きについての指摘が多くあった。

#### (2) 各港に関するコメント

##### i) ケッツアル港：

グアテマラ国はマフィアの影響ほか安全上の問題があるが、ケッツアル利用のほうがラ・ウニオン利用より陸上輸送コストが安ければ、船社はケッツアル利用を選ぶであろう。

##### ii) アカフトラ港：

(主な指摘)

- ・うねりにより入港待は生じることがある。
  - ・ピアは外海に面しているため悪天候時には安全上の問題がある。
  - ・コンテナ船向バースは満足できる状態にない。
  - ・岸壁水深(10 m)が大型船にとって十分でない。
  - ・RORO 船は潮位条件ためランプのセットを待たざるを得ないことがある。また、3月から4月、8月から9月にはうねりの影響で入港できないことがある。
  - ・コンテナヤードにおいて5台のストラドルキャリアが同時に作業できない
  - ・アカフトラ港の港湾施設は老朽化している。
  - ・B3 ピアはコンベアベルトがあるため貨物取扱に十分なスペースが得られない。
  - ・リーファープラグは 140~160 必要である
  - ・電力供給に問題がある。
  - ・バルクキャリアは潮待が生じることがある。
- 複数の船社はコンテナ船に関しては問題がなく、また、CEPA のターミナル運営にも問題はな

いとの見解を持っている。

税関、検疫及び警察の手続きに時間を要する。特に税関及び警察のコンテナの検査に時間がかかる。税関のサンプル検査率は16%(輸出入貨物)、警察の場合は6%(輸入貨物)となっている。検査時間は4時間ほどであるが、待ち時間も含め3日かかることもある。

ケッツアル港の新コンテナターミナルが供用されても、安全の問題と越境抵抗を考えるとアカフトラの貨物に移ることはないであろう。

### iii) ラ・ウニオン港：

(否定的見解)

- ・CEPAがコンテナ取扱ラ・ウニオン港にシフトすることを決定すれば船社は従わざるを得ないであろうが、船社が寄港地を選択するのであればラ・ウニオン港に移る船社はないであろう。
- ・ラ・ウニオン港の問題は港湾の陸上アクセス、検査場所の不足及び航路が浅いことである。
- ・初めてコンテナビジネスを展開する際にはリスクを伴うもので、貨物の発生集中場所はラ・ウニオン港ではなく、アカフトラ港に近いことは問題である。
- ・エルサルバドルの貨物はそれほど多くなくまた、ラ・ウニオン港は主な経済活動地域から離れていることから、現時点で同港を利用する可能性はない。

(肯定的見解)

- ・ラ・ウニオン港が一定の水深を提供すれば、いつも混雑しているメキシコのマンサニージョに代わってトランシップメント港になるチャンスはある、
- ・ラ・ウニオン港は利用者の視点で運営され、官僚的でないという利点を持っている。
- ・船舶クレーンを備えた大きくない船を投入すれば、航路水深は重大な問題ではなく、岸壁クレーンも必要ではない。
- ・ラ・ウニオン港は、十分な機器、高い効率性、時間短縮のような良好なサービスを提供すれば利用されるであろう。安全、保安の視点からラ・ウニオン港はアカフトラ港に比べ優位性を持つ。
- ・近代的な港湾であるラ・ウニオン港に関心を示す船社もある。同社は、ラ・ウニオン港は近代港湾として優位点を有しており、現在指摘されている問題点に関しては、クレーンを設備したそれほど大きくない船舶を投入することで対応可能であるとの考えを有している。

(要請・提案)

- ・ラ・ウニオン港は、オペレーション、保管、陸上輸送でのコストを低減するサービスを提示することができ、また、潜在の貨物があれば、船社は寄港を検討するであろう。
- ・航路水深は最低12mとすべきである。12mは船社の視点からみた一つの閾値で、船社がラ・ウニオン港に寄港を検討する際の基準の一つとなろう。
- ・船社は陸上輸送コストが高くなることの方針を選択するはずがない。CEPAはサンサルバドルとラ・ウニオンとの間の陸上輸送に特別料金の設定といった政策を準備する必要がある。
- ・ガントリー・クレーンの設置は必須条件といえる。
- ・アカフトラ港と比較してラ・ウニオン港の陸上コストが高いことからCEPAはラ・ウニオン港のタリフを下げる必要がある。
- ・潮位利用を考慮すると、航路水深は11.0ないし11.5mが求められる。
- ・港湾手続システムの導入が期待される。港湾のにとって重要なのはコストだけでなく安定的な効率性で、時間の節約は利益を生む。

### iv) サンロレンソ港：

陸上施設がないことを指摘する船社、航路、岸壁の水深が9.5mしかないことを指摘する船社があった。

v) コリント港：  
リーフアップラグがないこと、ガントリー・クレーンが故障しており荷役に時間がかかることの指摘があった。

vi) カルデラ港：  
カルデラ港は総延長 490 m で水深 7.5 m から 11 m の岸壁 3 バースを備えた港湾であるが、コスタリカ国の太平洋岸のゲートウェイ港湾としては施設が貧弱である。

しばしばバース待が生じ 2 ないし 3 日の待機はよく生じ、10 日の待機というケースもあった。バース待の事態に対しカルデラ港を抜港する船社や投入船舶を小型化した船社もあった。

クルーズ船のバース利用を最優先としておりコンテナ船はそれに次ぐ優先度となっている。

バース(10.8 m)への着積を待機しているコンテナ船のために、当バースで荷役するバルク船が、荷おろしが進みバース 2(8.5 m)の水深での係留が可能になった時点でバース 2 にシフトすることがあったがその際のバースシフトコストはコンテナ船が負担することとなる。

カルデラ港の問題には、バースウインドウの不足、バースシフトに対するコンテナ船の費用負担及びクルーズ船の利用優先がある。

### (3) 船社の意向を踏まえたモデル解析の考え方

モデル解析にあたっては、これらの船社の意向をレビューし、補足インタビューの結果、統計データの解析や CEPA との議論も踏まえ、シナリオを設定することとなる。なお、モデル検討にあたってのコンテナサービスに関する基本的な考え方として次を念頭に置く。

太平洋岸港湾とカリブ海側港湾との間の機能分担

- ・アジア及び北米・南米西海岸の貨物は基本的に太平洋岸の港湾を利用し輸出入
- ・欧州及び北米・南米東海岸の貨物は基本的にカリブ海側の港湾を利用し輸出入
- ・中米 5 国の貨物は基本的にパナマ運河を利用しない。

陸上輸送(越境輸送)と海上輸送(港湾利用)との間の関係についての基本的考え

- ・ある国で生産あるいは消費される貨物は自国の港湾を利用
- ・欧州あるいは北米・南米東岸から(へ)のエルサルバドル貨物はホンジュラスの港湾を利用
- ・アジアあるいは北米・南米西岸から(へ)のホンジュラス貨物は近隣の港湾を利用

モデル解析におけるコンテナサービス・ネットワークの基本的パターン

- ・メキシコまたは北米西海岸港湾をベースとしたフィーダーサービス。各国の港湾に寄港
- ・パナマ港湾をベースとしたフィーダーサービス。各国の港湾に寄港
- ・アジア・北米西海海岸の港湾と南米西海岸港湾の間の航路の下でのウェイポート及びフィーダーサービス。ウェイポート就航船は選択された港湾に寄港
- ・中米 5 国のある港湾が中米太平洋岸のハブ機能を有する。

## 8.4 船舶寄港モデルの概要

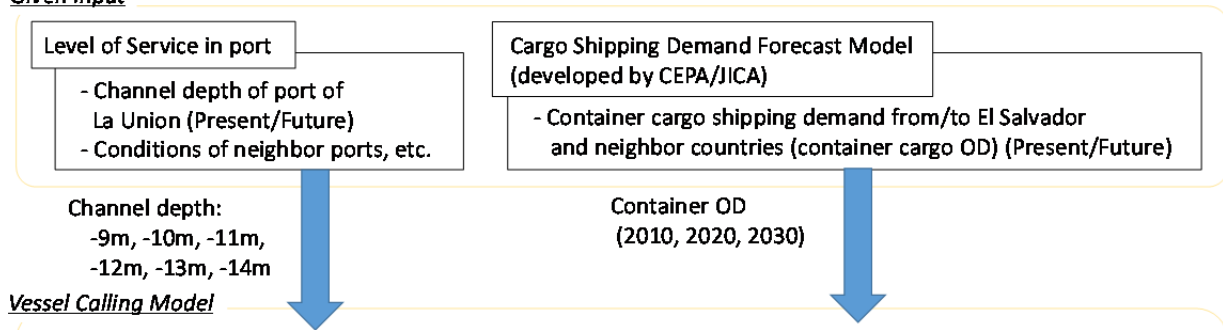
本プロジェクトで構築する船舶寄港モデルの概要を図 8.29 に示す。主な入力データは、ラ・ウニオン港における航路水深を含む各港のサービスレベル、およびコンテナ貨物輸送需要（コンテナ貨物 OD）である。

モデルは大きく 2 つの部分から構成されている。ひとつめは、航路ネットワークを決定する船社の行動を考慮するパート、もうひとつは、コンテナ貨物配分モデルである。最初の船社行動パートは、各船社が、各港のサービスレベル（航路水深、岸壁水深）を前提に、各航路ごとに、寄港地やその順序、船舶サイズや頻度を決定し、全体としてどういうサービス・ネットワークを構成するかという部分を記述するものである。そのうえで、各船社の定航サービス・ネットワークをコンテナ貨物配分モデルに入力する。なお、コンテナ貨物配分モデルには、上記で入力された海上輸送ネットワークだけでなく、陸上輸送ネットワークも含まれる。コンテナ貨物配分モデルの計算結果から、入力した各船社の定航サービス・ネットワークが実際に成立し得るものかどうか検討する。

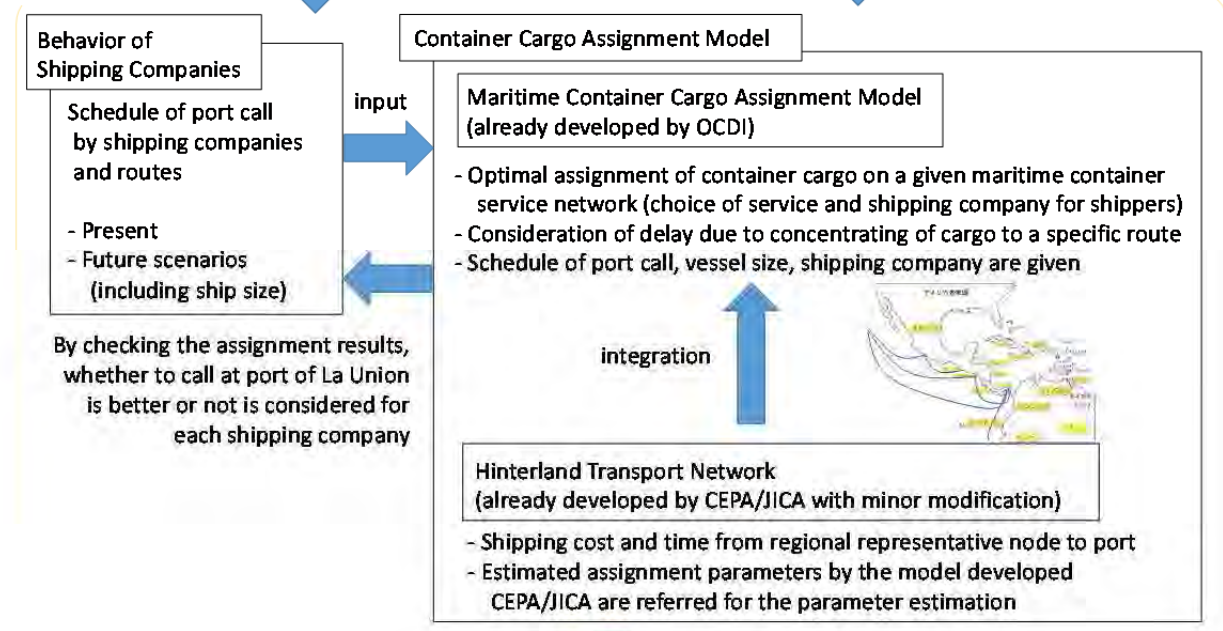
モデルのアウトプットは、各航路（定航サービス）ごと、あるいは陸上輸送ネットワーク上のコンテナ貨物輸送量である。これを港湾単位で集計すると、入力した定航サービス・ネットワークごとに、中米各港のコンテナ貨物取扱量やサイズごとの入港隻数が算出できる。また、各貨物の発生地から最終目的地までの総輸送費用・時間も算出可能である。

なお、過去の JICA 調査団による需要予測モデル（1998 年、2002 年）においては、コンテナ貨物については、アカフトラ港における取扱いを基本的に中止しラ・ウニオン港に集約する前提でコンテナ貨物の配分を行っているものの、本プロジェクトにおいては、現状に即して原則としてアカフトラ港におけるコンテナ取り扱い機能も維持されるとの想定に基づき、ラ・ウニオン港との分担も考慮したモデルを構築するものである（ただし、アカフトラ港においてはコンテナ貨物取扱環境の改善を企図したような大規模な投資は行われないと前提に基づき、容量に上限が存在すると仮定する）。また、本プロジェクトで構築するモデルは、ターミナル運営方式は入力としておらず、結果に影響しないため、たとえば現在ラ・ウニオン港で検討されている、コンセッション契約が実施された後でも基本的に有効である。

Given Input



Vessel Calling Model



Output

- Container cargo throughput in port of La Union and other ports
- Number of vessels and their sizes to enter port of La Union
- Container cargo flow for each line service as well as on the land shipping network
- Total shipping cost & time from origin to destination (including maritime and land network)

図 8.29 船舶寄港モデルの全体構成  
(出典 : JICA Study Team)

## 8.5 船社の行動

### 8.5.1 定航輸送ネットワーク

現行（2010年時点）の定航サービス・ネットワークはMDSデータより作成する。MDSデータには、8.3.1でも述べたように、各コンテナ船の船舶名、IMO番号、運航船社、共同運航船社、スロットチャーター船社、MDS定義による航路区分、寄港地とその順序、年間寄港頻度、TEUキャパシティ、DWT、船速などの情報が含まれる。表8.32にMDSデータの例を示す。この船舶ベースのデータを、同じルートに就航する定期サービスごとに集約し、定航サービス・ネットワークデータを構築する。

コンテナ貨物配分モデルへは、すべてのサービスを船社ごとに分割して入力とする。すなわち、単独船社によるサービスは、投入船腹量のすべてが当該船社による供給量となるが、複数船社によるサービス（MDSデータ上では、“partner”という項目に記載されている情報から判断される）では、投入船腹量を共同運航船社やスロットチャーターの船社間で分割する必要がある。実際には需要の変動に応じて船社間のスペースの融通なども行われていると考えられるが、ここでは簡単化のためそのような事後的なスペースの融通は行われず、供給スペースは事前に厳密に決定されているものと想定する。

具体的には、供給船腹量は共同運航船社の数に従って等分に割り当てられていると想定する。また、スロットチャーター船社については、一社につき運航船社の半分のスペースが割り当てられると想定する。たとえば、4船社の共同運航かつ2船社がスロットチャーターを行っている航路では、各運航船社は全供給船腹量の20%ずつ、スロットチャーターの船社は各10%を割り当てられる。

なお、MDSデータには残念ながら具体的な入出港日時の情報が含まれておらず、トランシップ港における本船とフィーダー船の接続スケジュールなどは不明である。このため、本モデルにおいては、トランシップ港においても、積み替え後の航路サービスの運行頻度の半分（たとえばウィークリーサービスであれば3.5日）を、平均的な待ち時間として考慮する。

将来の定航サービス・ネットワークの想定方法については、次章（第9章）で述べる。

表 8.32 MDS データベースの例

(出典：MDS containership databank)

IMO	NAME	FNAME	ROUTE	ROUTE	AROUTE	SERVICE	VESSEL	PARTN	ALLIANG	SLOT	OPERATOR	CORP
7607247	KARUNIA JAYA I	INDUNA	74	41	SING/INDO	OK SHPP	4	-	-	-	OK SHPP	CAYAHA SAMUDER
7802756	BREANT	-	41	21	GER/FIN	STELLA LINES - GER	1	-	-	-	STELLA LINES	STELLA LINES
7120720	ANJA FUNK	LEVER	41	21	EUR/LAT/RUS	AHLERS	1	-	-	-	AHLERS	AHLERS
7118834	RIO MAGDALENA	ARGOSY	29	16	USEO/C AM	HYSEA SHPP	1	-	-	-	HYSEA SHPP	HYSEA SHPP
7027722	HALCON DEL MAR	LORELEI	34	61	VEN COASTAL	CABOVEN - 1	1	-	-	-	CABOVEN	KING OCEAN

SERV	FRF	OWNER	BENOWN	BOWNER	FLA	TE	TYF	DW	SPEE	YEA	UPDATE	PORT
208		KARUNIA TIRTA BUANA	OK SHPP	SING	INDO	115	FC	2555	12	1977	2007/9/4	SNG/JAK/SUR/SEM/SNG
52		LILLGAARD	LILLGAARD	FIN	UK	262	RR	3328	13.5	1979	2007/12/5	BMN/HMB/KTK/BMN
28		ARABELLA ENT	-	-	PAN	172	SC	3570	15	1971	2001/5/22	ROT/ANT/RIG/SPB
12		MALGRAT DE MAR	COR HYSEA INVEST	US	PAN	181	BB	2500	14.5	1972	2009/1/29	PMT/PCT/STM/PMT
52		AQUILLA SHPP	KING OCEAN	US	VEN	124	FC	2210	15.5	1970	2006/7/6	PCB/MCB/PCB/LGR/GUT/ELG/PCB

### 8.5.2 運航船社

本モデルで考慮する船社は、世界の20大コンテナ船社に加え、中米地域で定航サービスを展開する8つの中小船社を含む、表8.33に示す28船社とする。これ以外の船社によって提供される定航サービスや、共同運航船社やスロットチャーター船社として割り当てられた船腹量はモデルの対象から除外する。この結果、MDSデータ（2010年5月時点）に記載されている2857サービスのうち、モデル対象となる航路は988となった。これは全サービスの約1/3を占めるにす

ぎないが、主要航路はすべて含まれるため、キャパシティベースでいえば全体の 61.3%に相当する。また、アカフトラ港の実績と比較したところ、APL の中米太平洋岸フィーダーサービス (Lazaro Cardenas - Acajutla - Puerto Quetzal、平均船腹量 1,118 TEU、週 1 便) が MDS データに含まれていなかったため、これを追加した。

表 8.33 本モデルの対象となる 28 コンテナ船社

(出典 : JICA Study Team)

No	グループ	船社グループ名	所属アライアンス	所属船社	年間就航船腹量(千TEU, 2010)*	世界シェア
1	Group A	Maersk	-	Maersk Line, Norfolkline Ferries, Safmarine Container Lines, MCC Transport, Mercosul Line	16,199	10.7%
2	Group B	MSC	-	Mediterranean Shipping Co (MSC)	13,353	8.8%
3	Group C	CMA-CGM	-	CMA-CGM, ANL Container Line, China Navigatrion Co.(CNC Line), Campagrie Marocaine de Navigation (Comanav), Delmas, MacAndrews, Gemartrans, OT Africa Line, US Lines	9,441	6.3%
4	Group D	Evergreen	-	Evergreen Marine, Italia Marittima (LT), Jatsu Marine	5,408	3.6%
5	Group E	Hapag-Lloyd	Grand Alliance	Hapag-Lloyd, CP Ships	3,538	2.3%
6	Group F	APL	New World	APL	4,016	2.7%
7	Group G	CSAV	-	CSAV (Compania Sud Americana de Vapores), CSAV Norasis Liner Services	2,548	1.7%
8	Group H	Cosco	CKYH	Cosco Container Lines, Shanghai Panasia	5,387	3.6%
9	Group I	Hanjin	CKYH	Hanjin Shipping, Senator Lines	3,062	2.0%
10	Group J	CSCL	-	China Shipping Container Lines (CSCL), Shanghai Puhai	3,094	2.0%
11	Group K	MOL	New World	Mitsui-OSK Lines, Meimon Taiyo Ferry, Shosen Mitsui Ferry	3,395	2.2%
12	Group L	NYK	Grand Alliance	Nippon Yusen Kaisha (NYK), Tokyo Senpaku Kaisha (TSK), NYK-Hinode Line, NYKLauritzenCool, Kinkai Yusen	2,806	1.9%
13	Group M	OOCL	Grand Alliance	Orient Overseas Container Line (OOCL)	3,376	2.2%
14	Group N	Hamburg-Sud	-	Hamburg-Sud, Alianca Transportes Maritimos, Crowley Liner Services, Ybarra y Cia Sudamerica	3,199	2.1%
15	Group O	K-Line	CKYH	Kawasaki Kisen Kaisha, Kawasaki Kinkai Kisen Kaisha	3,172	2.1%
16	Group P	Yang Ming	CKYH	Yang Ming Marine Transport Corp, Kuang Ming Shipping	2,962	2.0%
17	Group Q	ZIM	-	Zim Integrated Shipping Services, Gold Star Line, Laurel Navigation	2,019	1.3%
18	Group R	HMM	New World	Hyundai Merchant Marine	2,442	1.6%

19	Group S	PIL	-	Pacific International Lines (PIL), Advance Container Line, Pacific Direct Line Ltd	2,185	1.4%
20	Group T	UASC	-	United Arab Shipping Co (UASC)	1,021	0.7%
21	Group U	CCNI		Compania Chilena de Navegacion Interoceanica (Chile)	508	0.34%
22	Group V	CFS		Caribbean Feeder Service (USA)	150	0.10%
23	Group W	DOLE		Dole Fresh Fruit Co (USA)	257	0.17%
24	Group X	Great White Fleet		Great White Fleet (Belgium)	126	0.08%
25	Group Y	Network SHPP		Network Shipping (USA), Horn Line (Germany)	58	0.04%
26	Group Z	NORDANA		Nordana Line (Denmark), Gulf Africa Line (Galborg PTE Ltd., Singapore)	97	0.06%
27	Group AA	Seaboard		Seaboard Marine (USA), Seaboard International Shipping (Canada)	703	0.47%
28	Group AB	Streamline		Streamline Shipping (UK)	46	0.03%
Others					56,464	37.4%
Total					151,033	100.0%

\* JICA team's estimation from MDS data

### 8.5.3 対象港湾

本モデルでは、全世界の定航サービスを対象としている。原則として、2010年コンテナ取扱量が50万TEU（内貿コンテナ、空コンテナを含む）を超える全港湾を対象とする。CI-onlineデータによれば、全世界で155港がこれに相当する。これにAnnex D2に示す多少の増減を行う。

さらに、本モデルでフォーカスするエルサルバドルを中心とする中米4か国（エルサルバドル、グアテマラ、ホンジュラス、ニカラグア。以下CA4と略す場合がある）の港湾は比較的規模が小さいため、上記港湾に以下の港湾を追加する：ケツァル（グアテマラ）、サントトーマス・デ・カステージャ／プエルト・バリオス（グアテマラ）、アカフトラ（エルサルバドル）、ラ・ウニオン（エルサルバドル）、サンロレンソ（ホンジュラス）、コリント（ニカラグアル）、およびCA4には含まれないものの、周辺の重要港としてコスタリカのカルデラ港。このうち、ラ・ウニオンおよびサンロレンソは2010年のコンテナ取扱量はゼロである。グアテマラのサントトーマス・デ・カステージャ港とプエルト・バリオス港は近接していることから一港として取り扱う。中米地域の対象港湾を図8.30および表8.34に示す。

さらに、特にカリブ海側の定航サービスの目的地として多かった米国ガルフ地域の港湾として、ヒューストン港のモデル対象ターミナル拡張（Galveston および Freeport (Texas)の追加）、およびニューオリンズ（ルイジアナ州）／ガルフポート（ミシシッピ州）の追加を行った。最終的に、本モデルの対象港は図8.31に示す通り、全世界164港となった。全港湾のリストはAnnex D2の表D2.2を参照されたい。

表8.35に、主要港におけるモデル対象船社による供給船腹量のカバー率（各港湾の全寄港船腹量のうち、モデル対象28船社の占める割合）を示す。表には、参考として主要20船社のみを対象とした場合のカバー率も示されている。表より、バルボアを除く中米太平洋岸各港のカバー率は100%であり、また中米カリブ沿岸や、米国・メキシコの諸港のカバー率も28船社まで考慮すると9割前後に到達することがわかる。



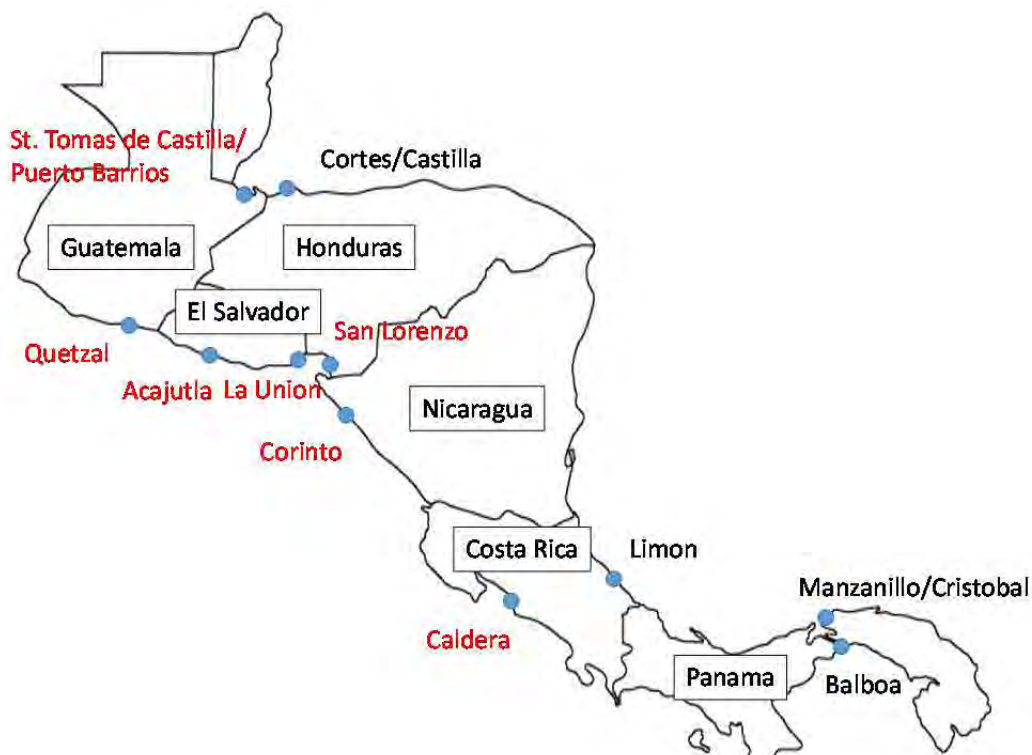


図 8.30 中米地域におけるモデル対象港（赤字は本モデルにおける追加港湾）

（出典：JICA Study Team）

表 8.34 本モデルに含まれる中米港湾とその取扱量

（出典：CI-online データおよび Drewry Maritime Research, 2011 より調査団作成）

No	港湾名	国	WTS の国・地域区分	年間総取扱量 (千 TEU, 2010)	トランシップ取扱量 (千 TEU, 2010)	トランシップ率
581	Puerto Quetzal	Guatemala	Central America	265***	32***	11.9%***
582	Acajutla	El Salvador	Central America	147***	0	0.0%
583	La Union	El Salvador	Central America	0	0	-
584	San Lorenzo	Honduras	Central America	0	0	-
585	Corinto	Nicaragua	Central America	65***	1.2	1.9%***
586	Caldera	Costa Rica	Central America	155***	0	0.0%
59	Balboa	Panama	Central America	2,759	2,621	95.0%
60	Manzanillo (Panama)/ Cristobal/ Colon	Panama	Central America	2,289	1,562	68.2%
61	Puerto Limon	Costa Rica	Central America	858	261*	30.5%*
62	Puerto Cortes	Honduras	Central America	539	164*	30.5%*
621	St. Tomas de Castilla/ Puerto Barrios	Guatemala	Central America	732***	109***	15.0%***

\* estimated based on the average transshipment rate by region shown in Drewry Maritime Research (2011)

\*\*\* COCATRAM,

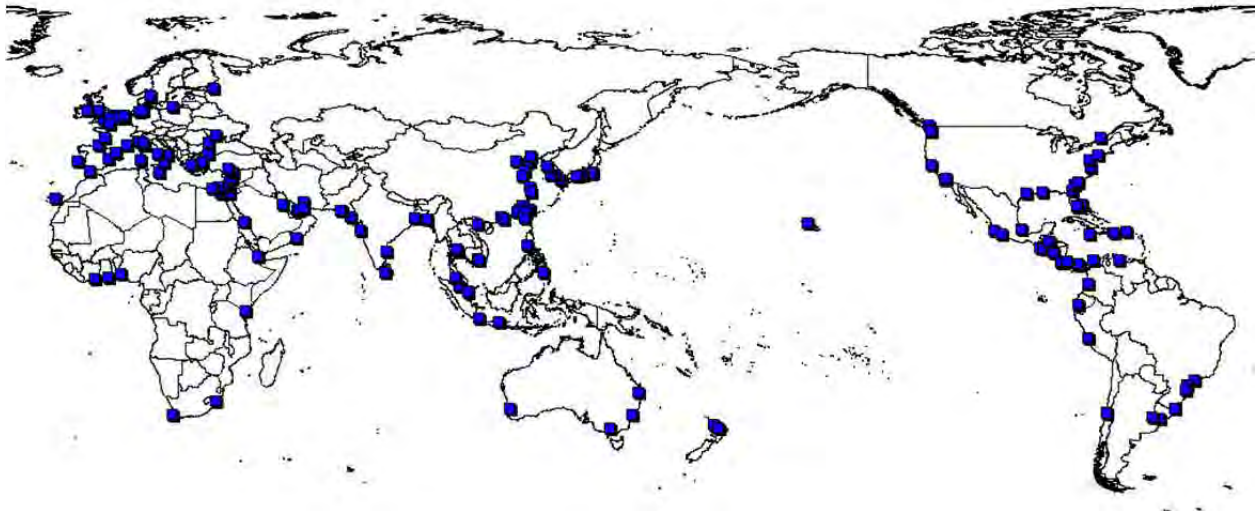


図 8.31 モデル対象全港湾  
(出典：JICA Study Team)

表 8.35 各港に寄港するモデル対象船社の船腹量シェア（カバー率）

港湾	国	20 船社の合計シェア	28 船社の合計シェア
Los Angeles	USA (South Pacific)	76.7%	95.0%
Long Beach	USA (South Pacific)	63.1%	94.2%
Manzanillo	Mexico	87.4%	97.5%
Lazaro Cardenas	Mexico	90.9%	98.3%
Puerto Quetzal	Guatemala	88.8%	100.0%
Acajutla	El Salvador	94.6%	100.0%
Corinto	Nicaragua	93.3%	100.0%
Caldera	Costa Rica	90.6%	100.0%
Balboa	Panama	97.1%	99.3%
Colon/Manzanillo/Cristobal	Panama	89.4%	93.7%
Limon	Costa Rica	53.8%	87.7%
Puerto Cortes/Puerto Castilla	Honduras	56.7%	95.2%
Santo Tomas de Castilla/ Puerto Barrios	Guatemala	63.7%	98.5%
Veracruz	Mexico	77.8%	86.3%
Houston/Galveston/ Freeport(US)	USA (Gulf)	71.8%	82.2%
New Orleans/ Gulfport	USA (Gulf)	70.8%	80.2%
Miami	USA (South Atlantic)	85.2%	96.5%
New York/New Jersey	USA (North Atlantic)	85.6%	86.8%
World Average		81.9%	83.0%

Source: JICA Study Team's calculation using MDS containership database

最後に、MDS データをベースに前述のとおり構築した定航サービス・ネットワークから、対象港以外の港湾を取り除く。また、MDS データには寄港順が必ずしも明確でないデータも含まれており、それらのデータについては、記載順に寄港し、最後にリストの最初の港湾に戻ると想定する。以上の作業により、最終的に、モデルの対象となる定航サービスは 809 となった。

## 8.6 コンテナ貨物配分モデル

### 8.6.1 モデルの全体構成

輸出入貨物獲得のための港湾間競争を表現するためには、背後輸送ネットワーク上での荷主の利用港湾選択行動を考慮する必要がある。このため、OCDIが構築した既存の海上輸送ネットワークモデル（8.6.2 で説明）を拡張し、CA4 における陸上輸送ネットワークを含めたインターモーダル輸送ネットワーク（図 8.32 参照）上でモデルを構築する。

モデルは原則として荷主の視点で構築される。各荷主は、会場および陸上の輸送時間および運賃に関する情報を元に輸出入港湾を選択する。ここで、モデル構築者の観測できない要素が反映可能な確率的配分モデルを導入することとする。一般に交通分野において、確率配分モデルは、シンプルな構造にもかかわらず高い再現性を有することが知られている。

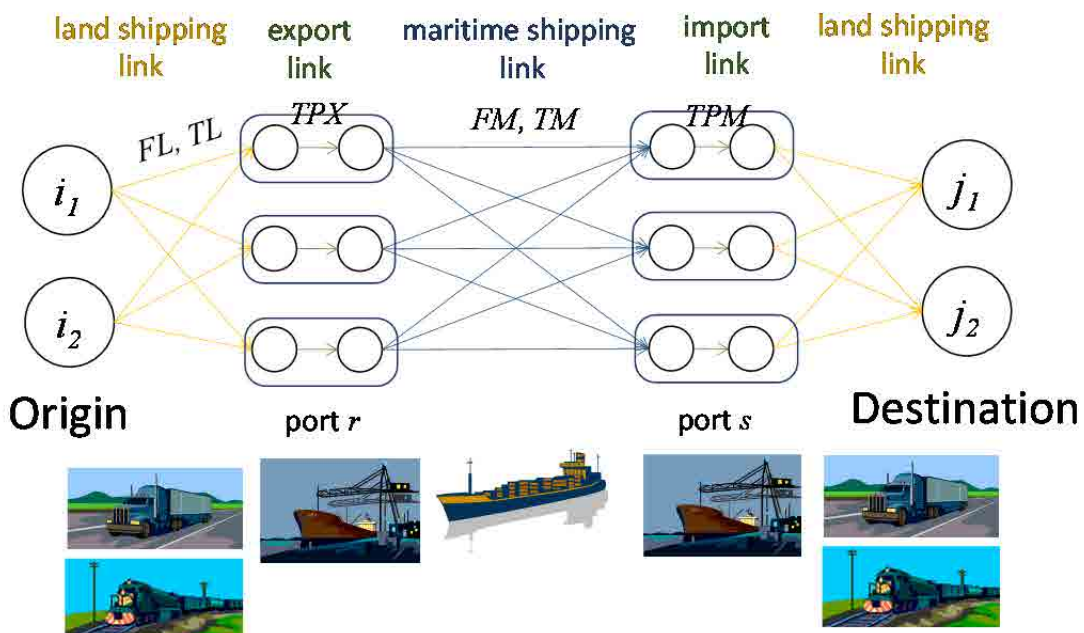


図 8.32 コンテナ貨物配分モデルで考慮するインターモーダル輸送ネットワーク  
(出典：JICA Study Team)

### 8.6.2 コンテナ貨物配分モデルの定式化

発地域  $i$  から着地域  $j$  までの貨物の経路集合を  $H_{ij}$ 、その輸送需要（コンテナ貨物 OD）を  $Q_{ij}$ （TEU）（ $ij \in \Omega$ ； $\Omega$  は OD ペアの集合）として、 $Q_{ij}$  に含まれるある貨物  $m$  の輸送において結果として選択された経路  $h$  の効用を  $U_{ijhm}$ 、また  $U_{ijhm}$  に含まれる誤差項を  $\varepsilon_{ijhm}$  とすると、 $U_{ijhm}$  は選択されなかった経路  $h'$  の効用  $U_{ijh'm}$  よりも大きいはずなので、以下のようにあらわされる。

$$U_{ijhm} > U_{ijh'm}, \quad \forall h \in H_{ij}, \forall h' \in H_{ij}, h \neq h', \forall ij \in \Omega, \quad (1)$$

$$s.t. \quad U_{ijhm} = -G_{ijh} + \varepsilon_{ijhm} \quad (2)$$

ここで、 $G_{ijh}$ ：発地域  $i$  から着地域  $j$  までの経路  $h$  の一般化輸送費用（US\$/TEU）である。

誤差項  $\varepsilon_{ijhm}$  がガンベル分布に従うとすれば、発地域  $i$  から着地域  $j$  まで経路  $h$  により輸送される貨物量  $F_{ijh}$  は以下の式で表される。

$$F_{ijh} = Q_{ij} \cdot \frac{\exp(-\theta \cdot G_{ijh})}{\exp(-\theta \cdot G_{ijh}) + \sum_{h' \in H_{ij}} \exp(-\theta \cdot G_{ijh'})} \quad (3)$$

ここで、 $\theta$ ：分散パラメータである。(3)式は確率選択モデルとして最も一般的なロジットモデルと同じ式形をしており、 $\exp(-\theta \cdot G_{ijh})$ が経路  $h$  の選ばれやすさ（大きいほど選ばれやすい）、

$\frac{\exp(-\theta \cdot G_{ijh})}{\exp(-\theta \cdot G_{ijh}) + \sum_{h' \in H_{ij}} \exp(-\theta \cdot G_{ijh'})}$ が経路  $h$  の選択確率を表している。また、 $\theta$  は各経路の一般化

費用  $G_{ijh}$  に対する感度を表しており、 $\theta$  が大きいほど各経路の費用の差に対する感度が高くなり、逆に  $\theta$  が小さいと各経路の費用の相違がさほど問題でなくなってくる。 $\theta$  は後ほど現状の選択結果を最もよく再現するように推計される。

経路  $h$  の一般化費用  $G_{ijh}$  は陸上・港湾・海上輸送の一般化費用の合計であり、以下の式で表される。

$$G_{ijh} = GL_{ir} + GPX_r + GM_{rs} + GPM_s + GL_{sj}, \forall r \in h, \forall s \in h \quad (4)$$

ここで、 $GL_{ri}$ ,  $GL_{sj}$ ：それぞれ、発地域  $i$  から輸出港  $r$  まで、および輸入港  $s$  から着地域  $j$  までの陸上輸送における一般化費用、 $GPX_r$ ：輸出港  $r$  における一般化費用、 $GM_{rs}$ ：輸出港  $r$  から輸入港  $s$  までの海上輸送における一般化費用、および  $GPM_s$ ：輸入港  $s$  における一般化費用である。

各リンクの一般化費用は、以下の通り、運賃、および輸送時間に荷主の時間価値を乗じた時間費用の和で表される。

$$GL_{ir} = FL_{ir} + vt \cdot TL_{ir} \quad (\text{または } GL_{sj} = FL_{sj} + vt \cdot TL_{sj}), \quad (5)$$

$$GPX_r = vt \cdot TPX_r, \quad (6)$$

$$GM_{rs} = FM_{rs} + vt \cdot TM_{rs}, \text{ and} \quad (7)$$

$$GPM_s = vt \cdot TPM_s. \quad (8)$$

ここで、 $vt$ ：荷主の時間価値 (US\$/TEU/hour)、 $FL_{ir}$ ,  $FL_{sj}$ ：それぞれ、発地域  $i$  から輸出港  $r$  まで、および輸入港  $s$  から着地域  $j$  までの陸上輸送費用 (US\$/TEU)、 $TL_{ir}$ ,  $TL_{sj}$ ：それぞれ、発地域  $i$  から輸出港  $r$  まで、および輸入港  $s$  から着地域  $j$  までの陸上輸送における陸上輸送時間 (hours)、 $TPX_r$ ：輸出港  $r$  におけるリードタイム (hours)、 $FM_{rs}$ ：輸出港  $r$  から輸入港  $s$  までの海上輸送運賃 (港湾利用料金を含む、US\$/TEU)、 $TM_{rs}$ ：輸出港  $r$  から輸入港  $s$  までの海上輸送時間 (hours)、および  $TPM_s$ ：輸入港  $s$  におけるリードタイム (hours) である。ここで、輸出入港湾における一般化費用  $GPX_r$  および  $GPM_s$  において時間項のみ考慮しているのは、一般に、船社が徴収する海上輸送運賃  $FM_{rs}$  に、トランシップ港における利用料金も含め、港湾料金が含まれる（その後船社より港湾運営者に支払われる）ためである。

### 8.6.3 海上輸送サブモデル

(7)式に含まれる海上輸送時間  $TM_{rs}$  は、OCDI によって構築された既存の海上輸送サブモデルの計算結果を用いる。本サブモデルの詳細については、Annex D2 を参照されたい。

#### 8.6.4 海上輸送運賃

(7)式に含まれる海上輸送運賃  $FM_{rs}$  は、海上コンテナ輸送市場の需要と供給のバランスを反映し、一般に輸送コストとは異なると考えられる。すなわち、寡占市場である海上コンテナ輸送市場には、供給者余剰が存在すると考えられる。そこで、ここでは、海上輸送コストを算出したうえで（詳細は Annex D2 を参照）、そのコスト情報に基づき運賃を推計することとする。

海上コンテナ輸送市場は寡占市場と考えられるので、一般に運賃と限界輸送費用は一致しないと考えられる。しかしながら、寡占市場の経済理論において、供給量よりも価格で競争を行っているという状況を想定するベルトラン競争においては、価格が限界費用に一致することが知られている。以下では、海上コンテナ輸送市場は各輸出入港湾のペアごとに存在すると想定する。この場合、各船社がひとつひとつの市場に参入・退出することは、（寄港地を変化させるだけなので）当該地域に航路を持つ船社にとっては比較的容易と考えられる。その結果として、均衡価格（海上運賃）は、完全競争下での価格に近づくことが考えられる。

もうひとつ留意すべき点は、ある市場（輸出入港湾ペア）についてみた場合、船舶サイズや航路構成が船社によって異なるため、限界輸送費用も船社によって異なると考えられる点である。"limit pricing"（限度価格）理論に基づけば、コスト構造上優位に立っている船社は、他船社の限界費用を下回るような価格を設定し、他船社の当該市場から退出を促すかもしれない。しかしながら、上記のようにこの市場では船社の参入・退出は容易なため、このような限度価格戦略は、一つの市場につき一つの均衡価格（運賃）を前提としている状況<sup>1</sup> では、コスト構造上優位に立っている船社にとっても良い戦略とは言えないかもしれない。

上記の議論に基づき、輸出港  $r$ 、輸入港  $s$  の市場における均衡価格（海上運賃）  $FM_{rs}$  は、当該市場に参加している船会社のうち最も限界費用が高い船社の限界費用に一致するものと想定できる。すなわち、

$$FM_{rs} = \max_{g \in G} MC_{grs}, \quad (9)$$

ここで、 $MC_{grs}$ ：輸出港  $r$ ・輸入港  $s$  の海上輸送における船社  $g$  の限界費用、 $G$ ：船社の集合である。各船社の限界費用は以下の通り表される。

$$MC_{grs} = \sum_{a \in k_g} \frac{d}{dx_a} c_a(x_a) \quad \text{if } TM_{grs} = TM_{rs}, \text{ or} \quad (10)$$

$$MC_{grs} = 0 \quad \text{if } TM_{grs} > TM_{rs}. \quad (11)$$

ここで、 $k_g$ ：輸出港  $r$ ・輸入港  $s$  の船社  $g$  による海上輸送において輸送時間を最小にする経路、 $TM_{grs}$ ：そのときの輸送時間、 $c_a$ ：各リンク  $a$  の輸送費用であり、以下の通り定義される。

$$k_g = \arg \left[ \min_{k'} \left\{ \sum_{a \in k'} t_a(x_a) \right\} \right], \quad k' \in K_g^{rs}, \text{ and} \quad (12)$$

<sup>1</sup> 各市場が唯一の均衡価格を有するという仮定を緩和することも可能である。この場合は、差別化された財による寡占市場に相当する。たとえば、Shibasaki et al.ではロジットモデルによって一つの市場において異なる運賃と輸送時間を考慮している。本モデルでは簡単化のためこのような考慮は行わない。

$$TM_{grs} = \sum_{a \in k_g} t_a(x_a). \quad (13)$$

ここで、 $K_{rsg}$  : 輸出港  $r$ ・輸入港  $s$  の船社  $g$  による海上輸送の経路集合、 $t_a$  : 各リンク  $a$  の輸送時間である。各リンクの輸送費用および輸送時間は Annex D2 で示される。

### 8.6.5 陸上輸送費用および運賃

陸上輸送リンクにおける輸送時間  $TL_{ir}$ 、 $TL_{sj}$  および運賃  $FL_{ir}$ 、 $FL_{sj}$  については、以下に示す通り、走行時と国境通過時の所要時間・費用の和として定義する。ここで、陸上輸送運賃は、海上輸送とは異なり、中米における輸送市場（トラック業界）は十分競争的と考えられることから、市場における完全競争を仮定し、輸送費用で近似できるものと想定する。

$$TL_{ir} = TD_{ir} + \alpha \cdot TB_{ir} \quad (\text{または } TL_{sj} = TD_{sj} + \alpha \cdot TB_{sj}), \text{ and} \quad (14)$$

$$FL_{ir} = CD_{ir} + \alpha \cdot CB_{ir} \quad (\text{または } FL_{sj} = CD_{sj} + \alpha \cdot CB_{sj}), \quad (15)$$

ここで、 $TD_{ir}$ 、 $TD_{sj}$  : 陸上輸送リンクの走行時間 (hour)、 $TB_{ir}$ 、 $TB_{sj}$  : 陸上輸送リンクの国境通過時間 (hour)、 $CD_{ir}$ 、 $CD_{sj}$  : 陸上輸送リンクの走行費用 (US\$/TEU)、 $CB_{ir}$ 、 $CB_{sj}$  : 陸上輸送リンクの国境通過費用 (US\$/TEU)、 $\alpha$  : トランジット輸送に関するパラメータである。トランジット輸送に関するパラメータ  $\alpha$  は、 $TB_{ir}$ 、 $TB_{sj}$  や  $CB_{ir}$ 、 $CB_{sj}$  が輸出入貨物についての書類準備や税関手続きに関する変数であることを考慮した補正係数であり、分散パラメータ  $\theta$  や時間価値  $vt$  と同様に、現状の選択結果を最もよく再現するように後ほど設定される。

## 8.7 入力データ

### 8.7.1 コンテナ貨物 OD (コンテナ貨物輸送需要)

発地域  $i$  から着地域  $j$  までのコンテナ貨物輸送需要 (OD 貨物量)  $Q_{ij}$  は以下の手順で求める。最初に輸出港  $r$  から輸入港  $s$  までの海上コンテナ貨物輸送需要  $q_{rs}$  を推計し、次に陸上輸送まで含めた輸送需要を推計する。

#### (1) 海上コンテナ OD

##### 1) 国・地域間 OD

国・地域間の OD 貨物量は、IHS 社によって提供される世界貿易サービス (WTS) データより入手する。WTS データは、世界の 100 の国と地域間のコンテナ貨物輸送マトリックス (TEU ベース) が提供されている。このうち、米国 (大西洋岸北、大西洋岸南、五大湖、ガルフ、太平洋岸北、太平洋岸南の 6 地域)、カナダ (大西洋、太平洋)、メキシコ (カリブ、太平洋)、コロンビア (カリブ、太平洋)、フランス (地中海、北海)、スペイン (地中海、大西洋)、ロシア (バルト海、黒海、極東) については沿岸地域別に分けられている。このマトリックスを、以下の作業の準備として 51 の国と地域に統合する。

##### 2) 港湾間 OD への分割

上記の国・地域間 OD を、当該国・地域に属する各港の実入り・輸出入コンテナ貨物取扱量 (すなわち、空コンテナおよびトランシップコンテナを除く) によって算出した港湾シェアに基づいて分割する。ここで、各港の実入り・輸出入コンテナ貨物取扱量は、CI-online から得られる各港湾の総コンテナ取扱量、および Drewry(2011) から得られる各地域・港湾のトランシップ率・空コンテナ率を基に算出する。取扱量シェアを用いた各港湾への OD の分割に際しては、WTS データベースおよび本モデルでは国際貨物のみを対象とするため、同一国の港湾間 OD はゼロとなることに注意が必要である。

##### 3) 中米地域の OD 分割方法

WTS データにおいては、中米 7 か国 (グアテマラ、ベリーズ、エルサルバドル、ホンジュラス、ニカラグア、コスタリカ、パナマ) は一地域として扱われている。中米地域については、2) に示した方法に関わらず、WTS データにおけるメキシコやコロンビアの取扱いと同様に、カリブ海側・太平洋側に OD を分割したうえで、それぞれの沿岸地域ごとに各港湾への分割を行う。

中米地域の港湾の中で、相手地域別の取扱量 (シェア) がわかるのはグアテマラの 2 港だけ (ケッツアル港およびサントトマス・デ・カスティージャ港、表 8.36 参照) のため、CEPA の方法を参考に、以下の手順で OD の分割を行う。

- a) 入手可能な全貨物に対する相手地域別シェア (表 8.36 参照) が、コンテナ貨物についても同じと仮定する。
- b) COCATRAM データによれば、2010 年のケッツアル港の実入りコンテナ取扱量は、中米太平洋岸港湾 (グアテマラからパナマまで、トランシップ貨物を除く) における総取扱量の 22.5% (輸出、71,613 TEU) および 33.7% (輸入、88,604 TEU) を占める。同様に、サントトマス・デ・カスティージャ港は、カリブ海岸取扱量の 18.1% (輸出、151,255 TEU) および 14.8% (輸入、154,412 TEU) を占める。

上記の仮定とデータに基づき、ケッツアル港の相手地域別取扱量が太平洋岸の、サントトマス・デ・カスティージャ港の相手地域別取扱量がカリブ海岸の相手地域の構成を平均的に代表し



ているものと想定して両地域の相手地域別輸出入コンテナ取扱量を算出し、相手地域ごとの両岸シェアを算出する。推計結果を表 8.37 に示す。

- c) グアテマラ以外の港湾についても、各港湾の相手地域別取扱量シェアがグアテマラの同岸の港湾と同じと想定し、OD を分割する。
- d) WTS データによれば、中米地域内の海上コンテナ OD はゼロとされている。しかしながら、CEPA モデルの入力ではゼロでない値が仮定されていることから、ここでは CEPA モデルの値を用いることとする。

表 8.36 グアテマラ港湾における取扱貨物量の相手地域別内訳 (2010 年)

- Puerto Santo Tomas de Castilla (all cargo)

相手地域	輸入		輸出		合計
	MT	share	MT	share	MT
Africa	2,973	0.1%	4,610	0.2%	7,583
Asia	32,118	1.5%	88,952	3.9%	121,069
Caribbean	74,936	3.4%	235,227	10.2%	310,163
Central America	54,566	2.5%	15,510	0.7%	70,075
Europe	199,890	9.1%	151,102	6.5%	350,993
East Coast of North America	1,569,194	71.1%	1,735,902	75.2%	3,305,096
West Coast of North America	998	0.0%	475	0.0%	1,472
Oceania	19,346	0.9%	480	0.0%	19,826
East Coast of South America	75,423	3.4%	25,704	1.1%	101,127
West Coast of South America	176,319	8.0%	51,209	2.2%	227,528
total	2,205,763	100.0%	2,309,170	100.0%	4,514,933

- Puerto Quetzal (all cargo)

相手地域	輸入		輸出		合計
	MT	share	MT	share	MT
Africa	61,590	1.2%	15,981	0.7%	77,571
Asia	844,706	16.6%	433,092	19.8%	1,277,797
Caribbean	46,642	0.9%	65,677	3.0%	112,319
Central America	247,870	4.9%	179,289	8.2%	427,159
Europe	420,237	8.2%	130,313	5.9%	550,550
East Coast of North America	490,725	9.6%	97,141	4.4%	587,866
West Coast of North America	958,735	18.8%	326,693	14.9%	1,285,428
Oceania	436	0.0%	229	0.0%	665
East Coast of South America	110,192	2.2%	94,102	4.3%	204,294
West Coast of South America	1,914,503	37.6%	848,267	38.7%	2,762,769
total	5,095,635	100.0%	2,190,782	100.0%	7,286,417

Source: CEPA and CPN



表 8.37 中米地域における実入りコンテナ貨物の相手地域別カリブ海（大西洋）・太平洋岸諸港取扱量シェア（TEU ベース、2010 年）

相手地域	輸入		輸出	
	カリブ・大西洋岸	太平洋岸	カリブ・大西洋岸	太平洋岸
Africa	44.3%	55.7%	52.1%	47.9%
Asia	18.6%	81.4%	34.7%	65.3%
Caribbean	96.4%	3.6%	93.1%	6.9%
Central America	77.6%	22.4%	23.7%	76.3%
Europe	88.6%	11.4%	81.3%	18.7%
East Coast of North America	97.1%	2.9%	97.4%	2.6%
West Coast of North America	0.6%	99.4%	0.2%	99.8%
Oceania	99.9%	0.1%	88.3%	11.7%
East Coast of South America	91.9%	8.1%	50.7%	49.3%
West Coast of South America	59.2%	40.8%	17.8%	82.2%

Source: JICA team's estimation

## (2) 陸上輸送も含めたゾーン間 OD

陸上輸送の考慮対象となる CA4 諸国については、上記(1)で推計された港湾間 OD のうち、CA4 各国に属する港湾間 OD をいったん集約し、以下の方法でゾーン別に再度分割してコンテナ貨物 OD（以下 CA4 OD）を得るものとする。

- 1) 国連貿易統計と CIECA による貿易データに基づき、CA4 各国の相手地域別貿易額を整理する。貿易額ベースの相手地域別各国シェアを算出し、これをもとに CA4 OD を分割する。また、エルサルバドルとホンジュラスについては、固定された比率で 2 ゾーンに分割する。すなわち、エルサルバドルは西部地域 94 %・東部地域 6%、ホンジュラスは北部地域 70 %・南部地域 30%とする。相手国・地域別の CA4 所属 6 ゾーンのシェアを表 8.38 に示す。
- 2) 中米地域内のコンテナ OD についても、海上コンテナ OD と同様の方法で設定する。

表 8.38 CA4 各ゾーンの相手地域別シェア

- 輸出

	Guatemala	El Salvador West	El Salvador East	Honduras North	Honduras South	Nicaragua
Arabian Gulf	94.0%	0.4%	0.0%	2.7%	1.1%	1.8%
Argentina	78.3%	16.7%	1.1%	2.5%	1.1%	0.3%
Australia	29.9%	19.1%	1.2%	5.9%	2.5%	41.2%
Brazil	55.8%	21.6%	1.4%	14.0%	6.0%	1.2%
C. Med	38.7%	11.1%	0.7%	26.3%	11.3%	11.9%
Canada	36.6%	17.1%	1.1%	2.1%	0.9%	42.2%
Caribbean Basin	56.0%	23.3%	1.5%	9.2%	3.9%	6.1%
Chile	84.7%	8.2%	0.5%	1.2%	0.5%	4.9%
China	40.3%	3.3%	0.2%	33.0%	14.1%	9.2%
Colombia	68.0%	6.0%	0.4%	13.5%	5.8%	6.4%
Ecuador	73.1%	9.1%	0.6%	4.7%	2.0%	10.6%
Egypt	65.5%	21.1%	1.3%	4.2%	1.8%	6.0%
France	15.4%	5.9%	0.4%	27.9%	12.0%	38.4%
Hong Kong	37.3%	26.3%	1.7%	14.8%	6.3%	13.7%
India	62.1%	5.5%	0.3%	4.3%	1.8%	25.9%
Indonesia	82.5%	15.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.7%

Israel	94.0%	0.4%	0.0%	2.7%	1.1%	1.8%
Japan	74.3%	8.4%	0.5%	6.5%	2.8%	7.4%
Kenya	67.4%	3.1%	0.2%	19.9%	8.5%	0.8%
Malaysia	82.5%	15.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.7%
Mexico	71.5%	11.2%	0.7%	5.9%	2.5%	8.1%
N. Europe	38.7%	11.1%	0.7%	26.3%	11.3%	11.9%
New Zealand	29.9%	19.1%	1.2%	5.9%	2.5%	41.2%
Other East Africa	67.4%	3.1%	0.2%	19.9%	8.5%	0.8%
Other East Coast of South America	63.8%	7.6%	0.5%	3.9%	1.7%	22.5%
Other Indian Subcontinent	93.1%	1.4%	0.1%	2.6%	1.1%	1.7%
Other Mediterranean	94.0%	0.4%	0.0%	2.7%	1.1%	1.8%
Pakistan	93.1%	1.4%	0.1%	2.6%	1.1%	1.7%
Peru	93.4%	2.3%	0.1%	1.0%	0.4%	2.7%
Philippines	82.5%	15.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.7%
Romania	19.5%	2.2%	0.1%	54.7%	23.4%	0.0%
Russia	39.2%	23.7%	1.5%	4.6%	2.0%	29.0%
Singapore	82.5%	15.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.7%
South Korea	51.6%	9.9%	0.6%	23.8%	10.2%	3.9%
Southern Africa	67.4%	3.1%	0.2%	19.9%	8.5%	0.8%
Taiwan	42.0%	13.3%	0.8%	11.0%	4.7%	28.2%
Thailand	82.5%	15.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.7%
Turkey	94.0%	0.4%	0.0%	2.7%	1.1%	1.8%
Ukraine	19.5%	2.2%	0.1%	54.7%	23.4%	0.0%
United Kingdom	49.2%	6.6%	0.4%	22.5%	9.6%	11.7%
United States	45.9%	27.4%	1.8%	11.8%	5.0%	8.1%
Venezuela	20.0%	3.5%	0.2%	0.3%	0.1%	75.8%
Vietnam	82.5%	15.1%	1.0%	0.4%	0.2%	0.7%
W. Med	36.6%	24.3%	1.6%	12.5%	5.4%	19.6%
Western Africa	67.4%	3.1%	0.2%	19.9%	8.5%	0.8%

### 輸入

	Guatemala	El Salvador West	El Salvador East	Honduras North	Honduras South	Nicaragua
Arabian Gulf	63.4%	11.8%	0.8%	11.4%	4.9%	7.8%
Argentina	55.3%	16.1%	1.0%	11.5%	4.9%	11.0%
Australia	28.8%	44.0%	2.8%	11.6%	5.0%	7.8%
Brazil	45.2%	21.9%	1.4%	12.9%	5.5%	13.2%
C. Med	47.1%	26.5%	1.7%	11.2%	4.8%	8.7%
Canada	47.9%	21.9%	1.4%	10.9%	4.7%	13.3%
Caribbean Basin	40.1%	22.3%	1.4%	19.4%	8.3%	8.5%
Chile	42.7%	18.4%	1.2%	20.6%	8.8%	8.2%
China	48.3%	20.8%	1.3%	8.9%	3.8%	16.8%
Colombia	63.4%	12.9%	0.8%	14.1%	6.0%	2.7%
Ecuador	30.0%	40.2%	2.6%	14.8%	6.3%	6.2%
Egypt	45.3%	26.6%	1.7%	13.2%	5.7%	7.5%
France	38.3%	26.0%	1.7%	14.7%	6.3%	13.2%
Hong Kong	54.9%	18.3%	1.2%	12.6%	5.4%	7.6%
India	54.3%	9.9%	0.6%	12.1%	5.2%	17.8%

Indonesia	44.1%	18.3%	1.2%	13.6%	5.8%	16.9%
Israel	63.4%	11.8%	0.8%	11.4%	4.9%	7.8%
Japan	43.4%	22.1%	1.4%	10.3%	4.4%	18.4%
Kenya	40.7%	37.7%	2.4%	5.6%	2.4%	11.3%
Malaysia	44.1%	18.3%	1.2%	13.6%	5.8%	16.9%
Mexico	52.4%	23.0%	1.5%	8.9%	3.8%	10.4%
N. Europe	47.1%	26.5%	1.7%	11.2%	4.8%	8.7%
New Zealand	28.8%	44.0%	2.8%	11.6%	5.0%	7.8%
Other East Africa	40.7%	37.7%	2.4%	5.6%	2.4%	11.3%
Other East Coast of South America	37.7%	24.4%	1.6%	13.7%	5.9%	16.8%
Other Indian Subcontinent	41.2%	42.9%	2.7%	5.6%	2.4%	5.2%
Other Mediterranean	63.4%	11.8%	0.8%	11.4%	4.9%	7.8%
Pakistan	41.2%	42.9%	2.7%	5.6%	2.4%	5.2%
Peru	39.7%	16.6%	1.1%	24.9%	10.7%	7.1%
Philippines	44.1%	18.3%	1.2%	13.6%	5.8%	16.9%
Romania	64.6%	2.6%	0.2%	20.1%	8.6%	3.9%
Russia	45.7%	12.8%	0.8%	12.8%	5.5%	22.4%
Singapore	44.1%	18.3%	1.2%	13.6%	5.8%	16.9%
South Korea	58.8%	12.4%	0.8%	4.5%	1.9%	21.5%
Southern Africa	40.7%	37.7%	2.4%	5.6%	2.4%	11.3%
Taiwan	32.6%	41.0%	2.6%	11.4%	4.9%	7.5%
Thailand	44.1%	18.3%	1.2%	13.6%	5.8%	16.9%
Turkey	63.4%	11.8%	0.8%	11.4%	4.9%	7.8%
Ukraine	64.6%	2.6%	0.2%	20.1%	8.6%	3.9%
United Kingdom	49.6%	22.2%	1.4%	9.2%	3.9%	13.6%
United States	47.1%	25.4%	1.6%	12.9%	5.5%	7.5%
Venezuela	1.2%	13.3%	0.9%	3.5%	1.5%	79.6%
Vietnam	44.1%	18.3%	1.2%	13.6%	5.8%	16.9%
W. Med	44.4%	20.7%	1.3%	11.1%	4.8%	17.7%
Western Africa	40.7%	37.7%	2.4%	5.6%	2.4%	11.3%

Source: Estimated by UN Trade Statistics and SIECA trade data

### (3) モデルの非対象船社による輸送量の除外

本モデルにおいては、各航路の容量制約を考慮するため、各航路のキャパシティと総輸送量のバランスが重要となる。このため、表 8.33 に示される 28 船社以外の船社によって輸送される需要は、本モデルの対象でないため、上記で推計した OD から取り除く必要がある。すなわち、各港における各船社の入出港船腹量シェアに比例するよう各港発着の貨物輸送需要を船社ごとに分割し、モデル対象船社分を集計したものをコントロールトータルとして（CA4 発着貨物については 100%対象とする）、また(1)・(2)で得られたゾーン間 OD を初期パターンとして、フレーター法（OD マトリックスの縦・横合計値と初期パターンが与えられた場合の誤差調整手法）を適用する。

### 8.7.2 港湾サービスレベル

港  $r$  のコンテナ取扱料金 (Annex D2 の(D.26)式および(D.27)式に含まれる  $CHC_r$ )、輸出入リードタイム ((6)式および(8)式に含まれる  $TPX_r$  および  $TPM_r$ )、トランシップに必要な時間 ((D.11)式に含まれる  $TR_r$ ) については、CEPA 提供データおよび他の情報源を総合して、表 8.39 に示す通り設定する。一方で、海上輸送サブモデルに含まれる積込・荷卸時間 ((D.8)式および(D.9)式に含まれる  $TL_r$  および  $TU_r$ ) は上述の通りリードタイムは  $TPX_r$  および  $TPM_r$  で考慮されているため、モデル上リンクコストがゼロだと計算できないことを踏まえ、ここでは、ゼロでない十分に小さい数値 (0.01 時間) を設定する。また、海上輸送サブモデルに含まれる停泊時間 ((D.10)式に含まれる  $TN_r$ ) は、すべての航路サービスのすべて港湾において一律 12 時間に設定する。

表 8.39 各港湾のサービスレベル設定値

港湾名		コンテナ取扱料金	最大岸壁水深	輸出リードタイム	輸入リードタイム	積替時間
		$CHC_r$ (US\$/TEU)	(m)	$TPX_r$ (hours)	$TPM_r$ (hours)	$TR_r$ (hours)
Puerto Quetzal	Guatemala	117.65	-13	60	24	48
Acajutla	El Salvador	73.48	-11	60	48	48
La Union	El Salvador	65.79	-8	60	48	48
San Lorenzo	Honduras	64.70	-8	60	48	48
Corinto	Nicaragua	58.82	-11	168	84	48
Caldera	Costa Rica	100.00	-11	48	24	48
Puerto Cortes/ Puerto Castilla	Honduras	64.70	-12	48	24	48
Santo Tomas De Castilla/ Puerto Barrios	Guatemala	64.70	-11	60	24	48
Other ports of the world		100.00	*	48	24	*

出典： JICA Study Team's estimation

\*: varied by port

### 8.7.3 海上輸送ネットワーク

Annex D2 を参照されたい。

### 8.7.4 陸上輸送ネットワーク

CEPA/JICA の構築した市場配分モデル (以下 CEPA 配分モデルとよぶ) では、CA4 地域の陸上輸送ネットワーク (図 8.33 参照) を構築している。地理的特徴を踏まえ、エルサルバドルは東西 2 地域に、ホンジュラスは南北 2 ゾーンに分割する。全 6 ゾーンの OD ノードは CA4 地域全 7 港湾とそれぞれ連結する。一方、メキシコやコスタリカなど周辺諸国への陸上輸送は一切含まない。

各リンクの走行時間 ((14)式に含まれる  $TD_{ir}$  および  $TD_{si}$ ) およびコスト ((15)式に含まれる  $CD_{ir}$  および  $CD_{si}$ ) は CEPA 配分モデルの設定値を用いる (表 8.40 参照)。越境時間 ((14)式に含まれる  $TB_{ir}$  および  $TB_{si}$ ) およびコスト ((15)式に含まれる  $TD_{ir}$  および  $TD_{si}$ ) は、世界銀行の提供する Doing-Business データベース (<http://www.doingbusiness.org/data/exploreconomies/el-salvador#trading-across-borders>) の Documents Preparation に要する時間 (日数) の輸出入平均値をもとに表 8.41 に示す通り設定した。ここで、リンクによっては複数の国境を越えることに注意が必要である。たとえば、ニカラグアからアカフトラ港へのリンクは、途中でホンジュラス・ニカラグア国境、およびエルサルバドル・ホンジュラス国境を通過する。

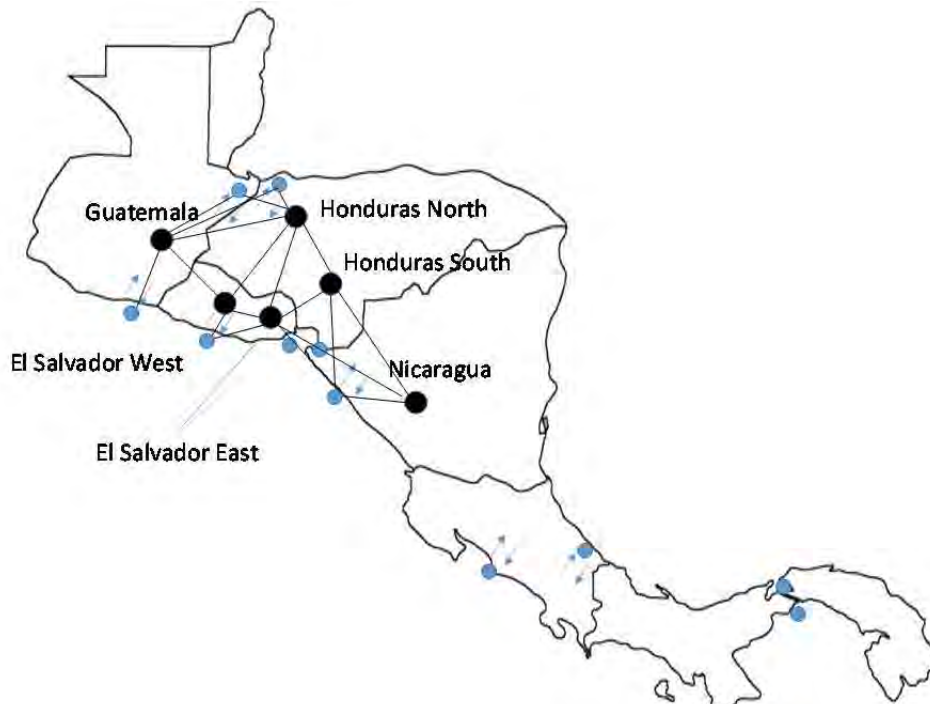


図 8.33 本モデルで考慮する陸上輸送ネットワーク  
(出典：JICA Study Team)

表 8.40 各 OD ノード・港湾間の走行時間および費用

- 走行時間

(hours)

Zone Representative \ Ports	Guatemala		El Salvador		Honduras		Nicaragua
	Quetzal	Santo Tomas	Acajutla	La Union	Pt. Cortes	San Lorenzo	Corinto
Guatemala	1.7	5.0	3.2	7.0	6.3	8.0	11.0
El Salvador West	4.5	6.4	1.4	3.1	6.8	4.1	7.1
El Salvador East	6.7	8.6	3.7	0.8	6.7	2.1	4.9
Honduras North	8.6	2.5	7.2	5.5	1.0	5.6	8.6
Honduras South	12.0	6.0	6.8	3.1	5.0	1.9	4.6
Nicaragua	14.1	12.3	11.1	7.3	11.3	5.7	2.3

- 走行費用

(US\$/TEU)

Zone Representative \ Ports	Guatemala		El Salvador		Honduras		Nicaragua
	Quetzal	Santo Tomas	Acajutla	La Union	Pt. Cortes	San Lorenzo	Corinto
Guatemala	151.5	450.0	286.5	630.0	568.5	723.0	990.0
El Salvador West	403.5	571.5	129.0	277.5	612.0	372.0	637.5
El Salvador East	603.0	774.0	328.5	73.5	600.0	186.0	439.5
Honduras North	774.0	220.5	649.5	495.0	88.2	504.0	771.0
Honduras South	1080.0	541.5	615.0	274.5	451.5	169.5	417.0
Nicaragua	1270.5	1102.5	996.0	655.5	1012.5	510.0	207.0

出典：CEPA

表 8.41 各 OD ノード・港湾間の越境時間および費用

- 越境時間

(hours)

Zone Representative	Ports	Guatemala		El Salvador		Honduras		Nicaragua
		Quetzal	Santo Tomas	Acajutla	La Union	Puerto Cortes	San Lorenzo	Corinto
Guatemala		0	0	84	84	192	276	528
El Salvador West		240	240	0	0	192	192	444
El Salvador East		240	240	0	0	192	192	444
Honduras North		240	240	84	84	0	0	252
Honduras South		324	240	84	84	0	0	252
Nicaragua		516	432	276	276	192	192	0

- 越境費用

(US\$/TEU)

Zone Representative	Ports	Guatemala		El Salvador		Honduras		Nicaragua
		Quetzal	Santo Tomas	Acajutla	La Union	Puerto Cortes	San Lorenzo	Corinto
Guatemala		0	0	380	380	261	641	958.5
El Salvador West		278.5	278.5	0	0	261	261	578.5
El Salvador East		278.5	278.5	0	0	261	261	578.5
Honduras North		278.5	278.5	380	380	0	0	317.5
Honduras South		658.5	658.5	380	380	0	0	317.5
Nicaragua		919.5	539.5	641	641	261	261	0

出典： JICA team's estimation from Doing Business Database (by World Bank)

## 8.8 コンテナ貨物配分モデルの計算結果

### 8.8.1 計算手順

実際のモデル計算の手順は以下に示すとおりである。

#### (1) 初期計算 ( $m = 0$ )

1) 最初に、8.7.1(1)で作成した港湾間コンテナ OD  $q_{rs}^{(0)}$ を入力して海上輸送サブモデルを計算し、初期海上輸送時間  $TM_{rs}^{(0)}$ を算出する。

2) 同様に、海上輸送サブモデルより算出した海上輸送コストに基づき、初期海上輸送運賃  $FM_{rs}^{(0)}$ を、8.6.4 に示した方法で推計する。

3) 上記変数およびゾーン間コンテナ OD  $Q_{ij}$ を入力し、8.6.2 の(3)式に示される確率ネットワーク配分により、インターモーダル輸送ネットワーク上での各経路のフロー  $F_{ijh}^{(0)}$ を算出し、これを港湾単位で集計することによって港湾取扱量の推計値を得る。

#### (2) $m$ 回目繰り返し計算および収束判定

1)  $m-1$  回目の経路フロー計算結果  $F_{ijh}^{(m-1)}$ から、 $m$  回目計算の入力となる港湾間コンテナ OD  $q_{rs}^{(m)}$ を算出する（インターモーダル輸送ネットワーク上の海上リンクフローに相当する）。

2) (1)の初期計算と同様の手順により、港湾間コンテナ OD  $q_{rs}^{(m)}$ およびゾーン間コンテナ OD  $Q_{ij}$ を入力として、コンテナ貨物の経路フロー  $F_{ijh}^{(m)}$ を算出する。ただし、(9)式によって定義される海上運賃  $FM_{rs}$  は参入船社数に応じて大きく変動し、このままではモデル計算の収束が難しいことから、以下に示す連続的かつ中米地域にフォーカスした需要・供給曲線を想定した式によって、運賃の  $FM_{rs}^{(m-1)}$ から  $FM_{rs}^{(m)}$ への変化を推計することとする。

$$FM_{rs}^{(m)} = \left\{ \frac{q_{rs}^{(m)}}{q_{rs}^{(m-1)}} \right\}^{\gamma_e} \cdot FM_{rs}^{(m-1)} \quad (\text{中米輸出貨物の場合}) \quad (9'-a)$$

$$FM_{rs}^{(m)} = \left\{ \frac{q_{rs}^{(m)}}{q_{rs}^{(m-1)}} \right\}^{\gamma_i} \cdot FM_{rs}^{(m-1)} \quad (\text{中米輸入貨物の場合}) \quad (9'-b)$$

$$FM_{rs}^{(m)} = FM_{rs}^{(m-1)} \quad (\text{他地域発着貨物}) \quad (9'-c)$$

ここで、 $\gamma_e$ 、 $\gamma_i$ ：輸出および輸入貨物の需要の価格弾力性パラメータであり、アカフトラ港の輸出入貨物需要を、相手港別に一港ずつ変化させたときに(9)式によって計算される運賃の平均変化率より、それぞれ 0.00207（輸出）および 0.0394（輸入）と設定した。

3)  $m$  回目の計算で推計された経路フローが、前回の経路フローに比べて十分収束しているか、または規定の繰り返し計算回数に到達したら、計算終了。そうでない場合は、 $m = m + 1$  として 1)に戻る。

## 8.8.2 未知パラメータの推定

コンテナ貨物配分モデルには、 $vt$ 、 $\theta$ 、および $\alpha$ の3つの未知パラメータが含まれる。他のすべての入力変数は外生的に与えられるもので、ここまでですべて説明されている。(5)~(8)式に含まれる $vt$ は荷主の時間価値 (US\$/TEU/hour) を表す。(3)式に含まれる分散パラメータ $\theta$ は、各経路の選択確率 (経路間の一般化費用の差異に対する感度) を表す。また、8.6.5の(14)式および(15)式に含まれるトランジット輸送に関する補正パラメータ $\alpha$ は、越境時間および費用に乘じられるパラメータである。

これら3つの未知パラメータは、コンテナ貨物フロー (港湾取扱量) の推計値が実績値に等しくなるように推計される。想定された範囲内 ( $3.0 < vt < 13.0$ 、 $0.001 < \theta < 0.05$ 、 $0.0 < \alpha < 0.5$ ) で、試行錯誤的な計算および格子探索法により、結果として、最適解として $(vt, \theta, \alpha) = (8.0, 0.01, 0.3)$ を得た。

## 8.8.3 モデルの再現性

### (1) コンテナ貨物港湾取扱量

上記パラメータ最適解のもとでのコンテナ貨物港湾取扱量のモデル再現結果を図 8.34 に示す。図に示される通り、アカフトラ港の取扱量は輸出入ともよく再現されている。一方で、ケッツアル港 (グアテマラ) については輸出入とも過大推計となっている一方、コルテス/カスティージャ港 (ホンジュラス) については輸出入とも過小推計となっている。

またトランシップ貨物については、グアテマラの2港などいくつかの港で、現状と同程度の一定量が推計された。



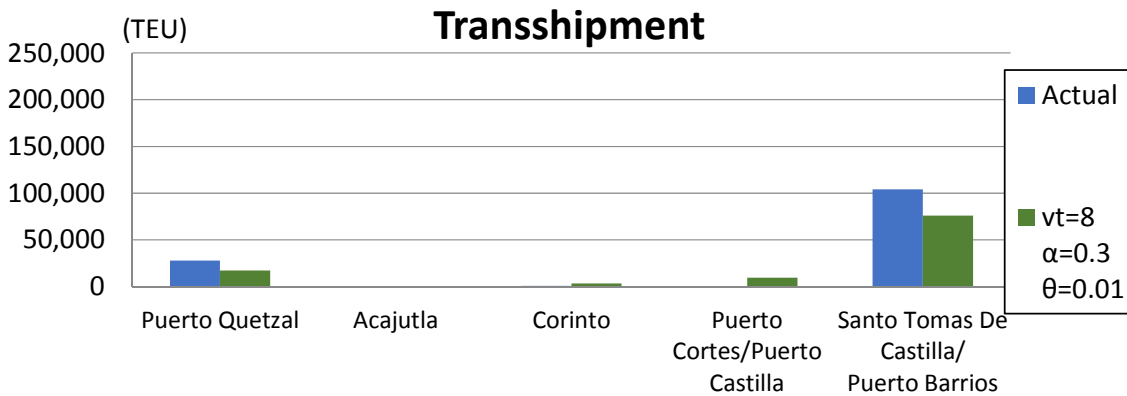
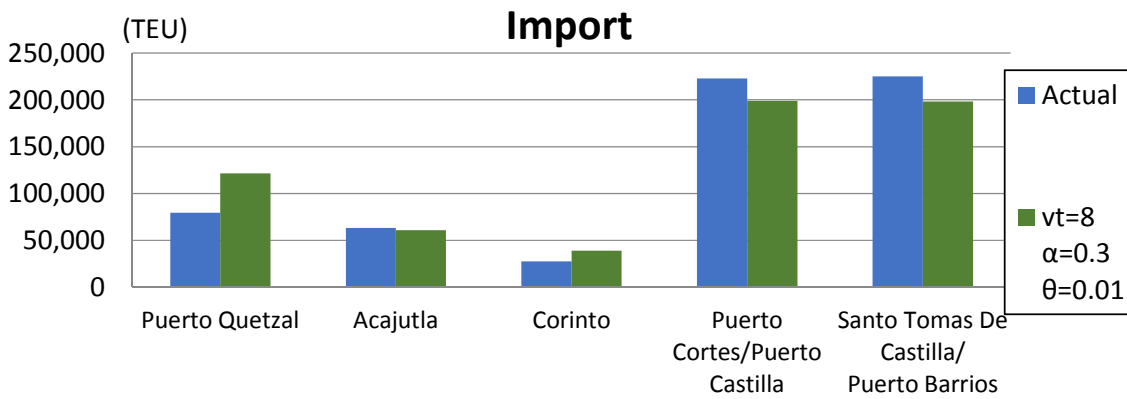
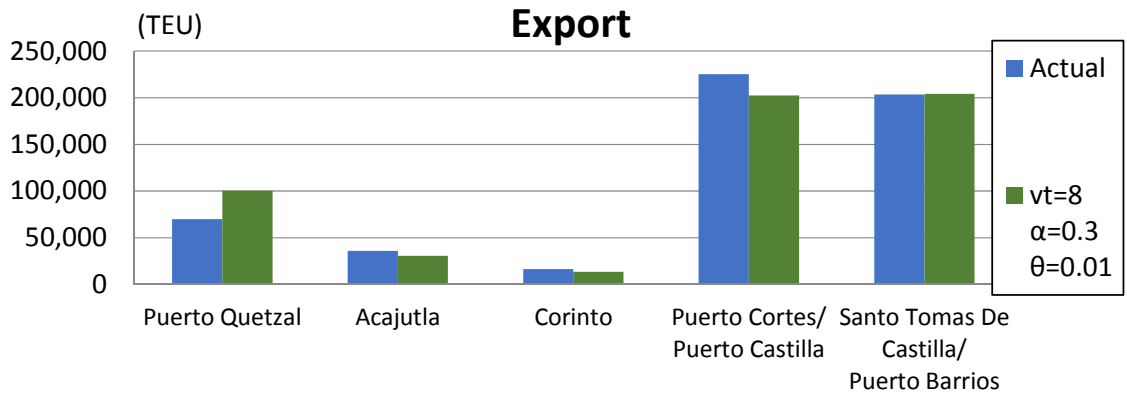


図 8.34 コンテナ貨物港湾取扱量における現状値と推計値の比較  
(出典：JICA Study Team's estimation)

(2) 相手地域シェア

表 8.42 に、CA4 諸港における相手地域比率の推計結果を輸出入別に示す。ここでは、北米東岸・欧州などカリブ海側地域と、アジア・北米西岸など太平洋岸地域の 2 地域のシェアを示している。類似の実績データは存在しないため、実績値との比較は行えないものの、アカフトラ港における北米・南米東岸および欧州貨物は全体の 10～20 %と考えられており、モデルでその傾向が再現できているなど、おおむねモデルが現状を再現できているものと推察される。

表 8.42 CA4 諸港における相手地域（方面）別コンテナ取扱量シェア

(出典： JICA Study Team's estimation)

	輸出				輸入			
	カリブ海・大西洋岸 諸国・地域		太平洋岸諸国・ 地域		カリブ海・大西洋 岸諸国・地域		太平洋岸諸国・ 地域	
	TEU	share	TEU	share	TEU	share	TEU	share
Puerto Quetzal	31,784	31.7%	68,622	68.3%	1,087	0.9%	120,318	99.1%
Acajutla	5,920	19.4%	24,560	80.6%	5,670	9.4%	54,957	90.6%
Corinto	3,365	25.3%	9,949	74.7%	2,169	5.6%	36,846	94.4%
Puerto Cortes/ Puerto Castilla	201,016	99.3%	1,460	0.7%	195,669	98.4%	3,194	1.6%
Santo Tomas De Castilla/Puerto Barrios	201,395	98.6%	2,768	1.4%	191,493	96.6%	6,761	3.4%

### (3) CA4 発着貨物の輸出入港選択結果

表 8.43 は CA4 諸国発着コンテナ貨物の輸出入港の選択結果を示している。これに相当する実績データも存在しないものの、エルサルバドル発着貨物の半数以上がカリブ海岸諸港（ホンジュラスのコルテス／カスティージャ港、またはグアテマラのサントトマス・デ・カスティージャ／バリオス港）を利用している一方で、ニカラグアのコリント港はほとんど利用されていないことなど、一般に知られる実態をよく表していると考えられる。

表 8.43 CA4 諸国発着コンテナ貨物の利用輸出入港別推計結果(TEU)

- CA4 諸国輸出コンテナ

	Puerto Quetzal	Acajutla	Corinto	Puerto Cortes/ Puerto Castilla	Santo Tomas De Castilla/ Puerto Barrios
Guatemala	88,240	8,004	0	20,467	186,875
El Salvador West	5,376	13,961	0	29,267	11,227
El Salvador East	321	476	0	2,447	438
Honduras North	2,003	4,192	0	84,616	2,973
Honduras South	743	3,449	1	34,933	1,511
Nicaragua	3,722	398	13,314	30,746	1,138

- CA4 諸国輸入コンテナ

	Guatemala	El Salvador West	El Salvador East	Honduras North	Honduras South	Nicaragua
Puerto Quetzal	90,548	17,925	880	9,766	2,280	4
Acajutla	4,347	35,003	2,238	11,396	7,182	455
Corinto	0	472	290	5,402	2,929	29,920
Puerto Cortes/ Puerto Castilla	20,724	44,083	4,294	73,511	31,863	24,381
Santo Tomas De Castilla/Puerto Barrios	147,589	39,324	1,030	7,445	1,825	1,031

出典： JICA Study Team's estimation

#### (4) 輸送船社シェア

本モデルでは、船社別または定航サービス別の輸送貨物量が出力可能であることが一つの特徴である。表 8.44 は、アカフトラ港に寄港する各コンテナ船社の 2010 年取扱貨物量のシェアの実績値およびモデル推計値を比較したものである。

はじめにモデル推計値で見た場合、取扱量ベースと寄港船腹量ベースの船社シェアが多少異なっており、たとえば APL のように寄港船腹量に対して取扱量の大きい「効率的な」船社が存在する一方で、MSC、CSAV、China Shipping のように船腹量よりも取扱量の小さい船社も存在することがわかる。

また、実績シェア（取扱量ベース）と比較すると、NYK を除くすべての船社において、寄港船腹量ベースよりも取扱量ベースの推計値がより実績値に近い結果となっている。すなわち、MDS データベースなどから算出可能な寄港船腹量ベースで各船社の実際の輸送量を推計するよりも、本モデルの船社別輸送量の推計結果はより実績に近いことが示唆される。なお、その他の実績値と推計値の誤差を生む要因として、モデル計算が 2010 年 5 月の航路ネットワークに基づくものであり、年内に航路サービスの変更が行われた場合は変更前（4 月以前）や変更後（6 月以降）のネットワークが反映されていないこともあげられる。

表 8.44 アカフトラ港における船社別シェアの実績値と推計値（2010 年）

	実績値*	モデル推計値			
		取扱量ベース**		寄港船腹量ベース***	
		share	TEU/year	share	TEU/year
Maersk	37.5%	34,107	37.4%	352,560	32.6%
MSC	2.2%	2,800	3.1%	64,064	5.9%
CMA-CGM	8.7%	8,408	9.2%	104,684	9.7%
Hapag-Lloyd	0.9%	0	0.0%	0	0.0%
APL	24.0%	27,315	30.0%	116,272	10.7%
CSAV	5.4%	2,054	2.3%	120,132	11.1%
China Shipping	1.4%	6,337	7.0%	104,684	9.7%
NYK	19.8%	7,344	8.1%	167,440	15.5%
CCNI	0.0%	2,741	3.0%	52,342	4.8%
Total	100%	60,627	100.0%	1,082,178	100.0%

出典： \*CEPA (handling amount basis). \*\*calculation result of the model. \*\*\*Estimated form MDS Database.

#### (5) 航路サービスごとの推計結果

図 8.35 に、一例としてマースクによる中米諸港（パマナを除く）に寄港する全サービスの航路別輸送量の推計結果を示す。

実績値は当然入手できないものの、ヒアリング結果などから判断して、消席率（ロードファクター）などの傾向としては現状を概ね再現しているものと考えられる。

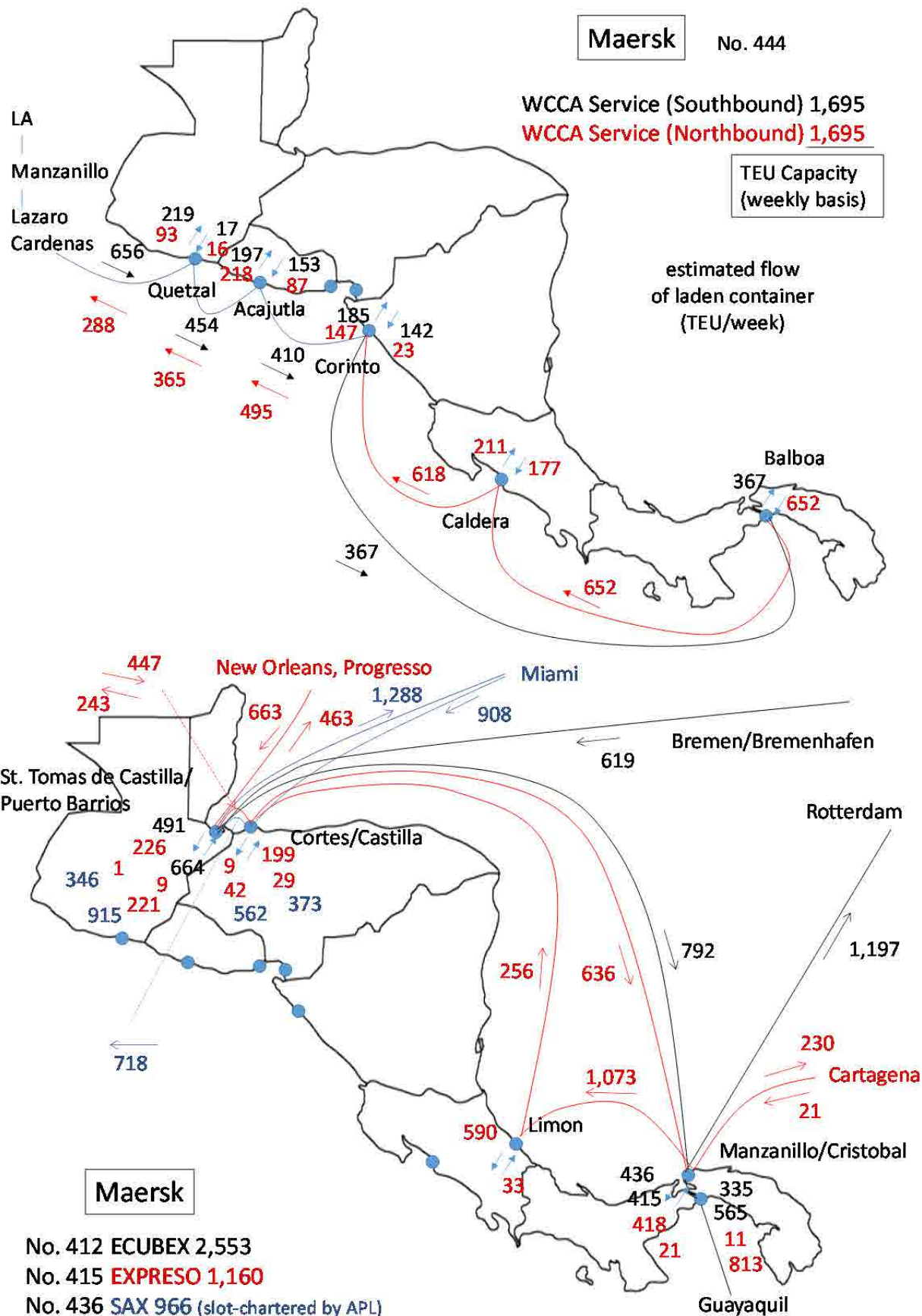


図 8.35 定航サービスごとのコンテナ輸送量推計結果の例 (Maersk, 2010)  
(出典：調査団による推計)

### 8.8.1 モデルの感度分析

モデルの感度分析として、以下では、3つの未知パラメータの値を変化させた場合の CA4 各港のコンテナ取扱量の変化を示す。

#### (1) 時間価値に対する感度

図 8.36 は、時間価値パラメータ  $vt$  の大小による各港のコンテナ取扱量の相違を示したものである。特に輸出においては、時間価値の大きさと取扱量には一定の関係が見られる。すなわち、ケッツアル、アカフトラ、コリントの太平洋岸3港においては、時間価値が小さくなると取扱量が増加する傾向にある一方で、カリブ海側2港（コルテス／カスティージャ、サントトマス・デ・カスティージャ／バリオス）は時間価値が小さくなると取扱量が減少する傾向にあることがわかる。これは、時間価値が小さくなると、比較的成本のかかる陸上輸送を避け直近の港から海上輸送を利用する傾向が増加することに起因する（太平洋岸諸港から対北米東岸・欧州貨物を輸出する傾向が増加する）ものと思われる。

一方、輸入貨物については、輸出ほどは時間価値の大小に対する明確な相違は見られない。これは、輸出貨物は対カリブ海・大西洋岸地域貨物（北米東岸・欧州など）が中米貨物全体の約8割を占めるのに対し、輸入貨物は対カリブ海・大西洋岸地域貨物と対太平洋岸地域貨物（北米西岸・アジアなど）が約半々であることに関係しているものと思われる。

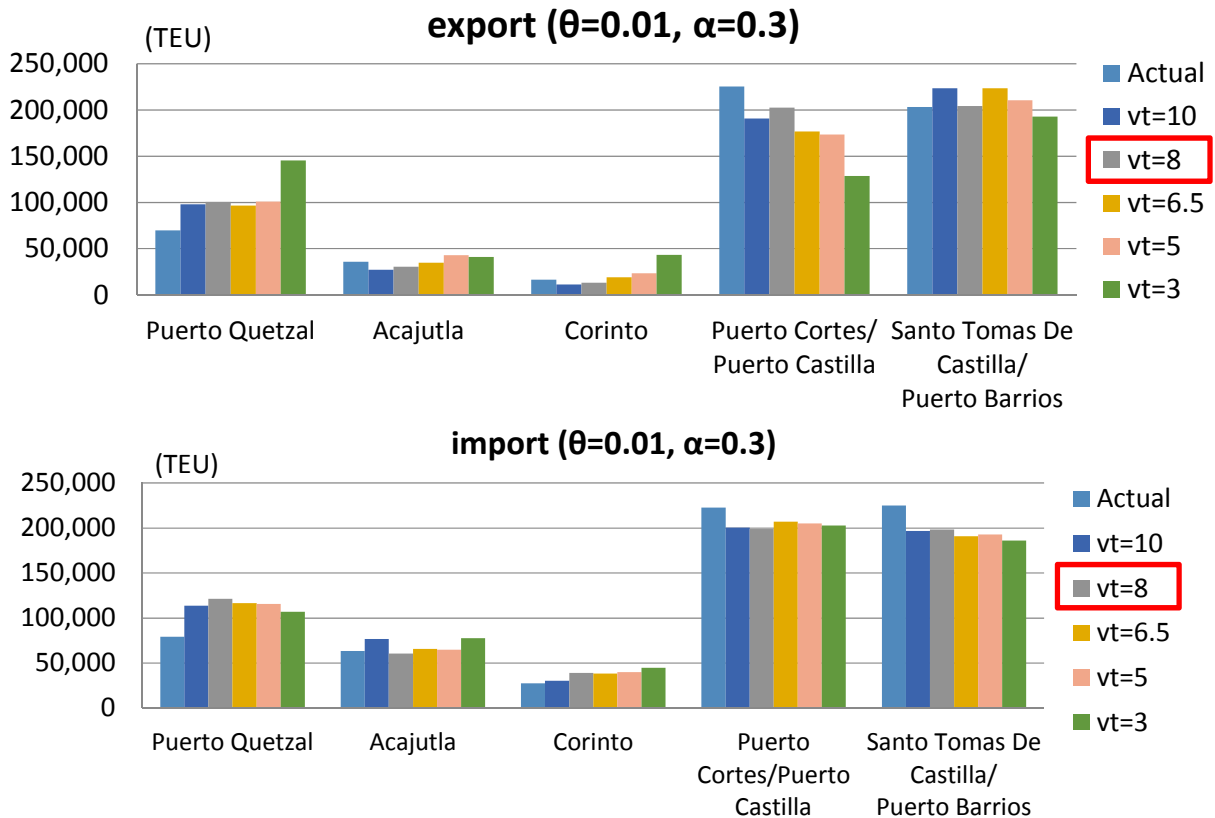


図 8.36 未知パラメータの感度[1] 荷主の時間価値  $vt$  の相違による CA4 各港のコンテナ取扱量の相違

(出典：調査団による推計)

## (2) 分散パラメータに対する感度

図 8.37 は分散パラメータ  $\theta$  の大小による各港のコンテナ取扱量の相違を示したものである。(3)式に示される通り、 $\theta$  が小さい場合は、荷主は各ルート的一般化費用の差異に対して鈍感になる一方で、 $\theta$  が大きい場合には差異に敏感になる。図より、 $\theta$  が大きく一般化費用の差異に敏感な場合には、輸出貨物においてはアカフトラ港とコリント港の取扱量が若干減少する。輸入貨物の場合は、時間価値  $vt$  に対する感度と同様、 $\theta$  の大小による取扱量の相違には明確な傾向はみられない。

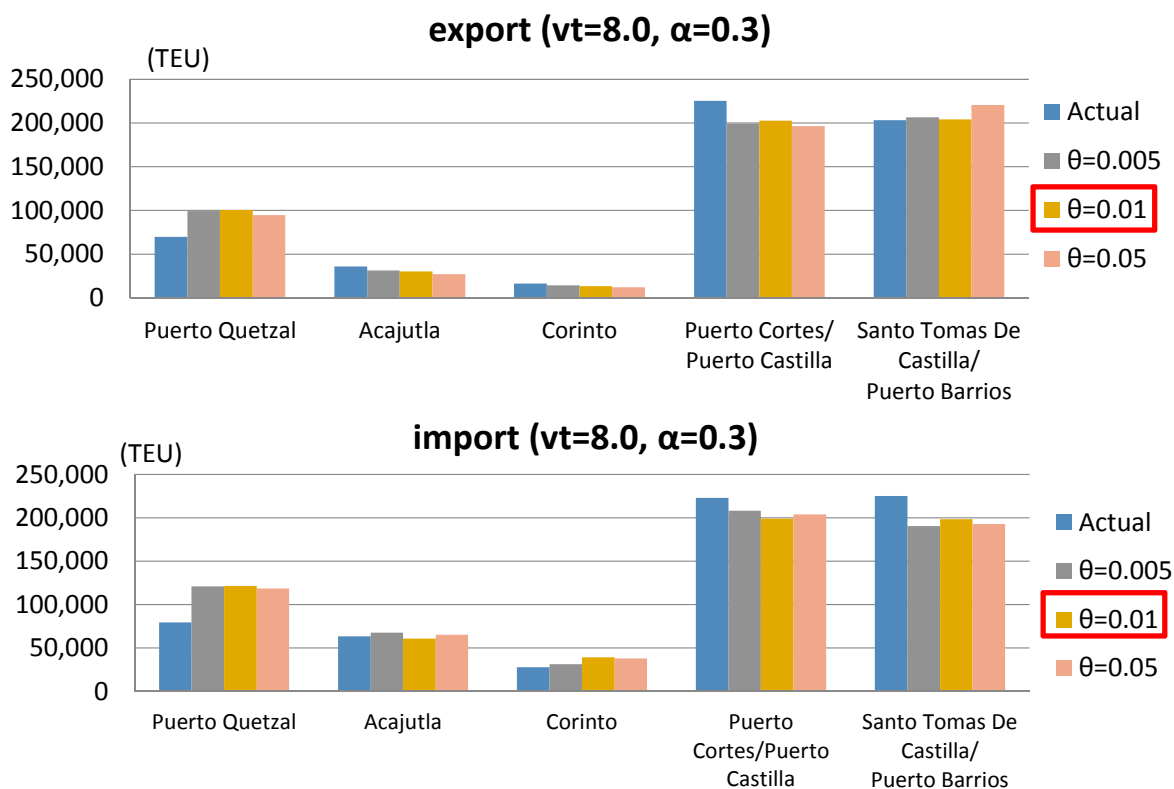


図 8.37 未知パラメータの感度[2] 分散パラメータ  $\theta$  の相違による CA4 各港のコンテナ取扱量の相違

(出典：調査団による推計)

### (3) 陸上輸送における越境抵抗に対する感度

図 8.38 は、トランジット輸送に関する補正係数  $\alpha$  の大小による各港のコンテナ取扱量の相違を示したものである。 $\alpha$  が大きくなると国境抵抗が大きくなり、自国の港湾を利用する傾向が強くなる。逆に  $\alpha$  が小さくなると、ニーズに応じてより自由に港湾を選択することとなる。図より、特に輸出貨物についてはコルテス／カスティージャ港、輸入貨物についてはケッツアル港において、 $\alpha$  が小さくなると取扱量が増加する傾向にあり、国境抵抗が下がり競争が自由化した場合に背後圏を拡大するという意味で潜在的競争力を有するといえる。一方で、輸出貨物におけるコリント港のように、 $\alpha$  が小さくなると取扱量が減少する傾向が明確で、競争力が弱いといえる港湾も存在する。

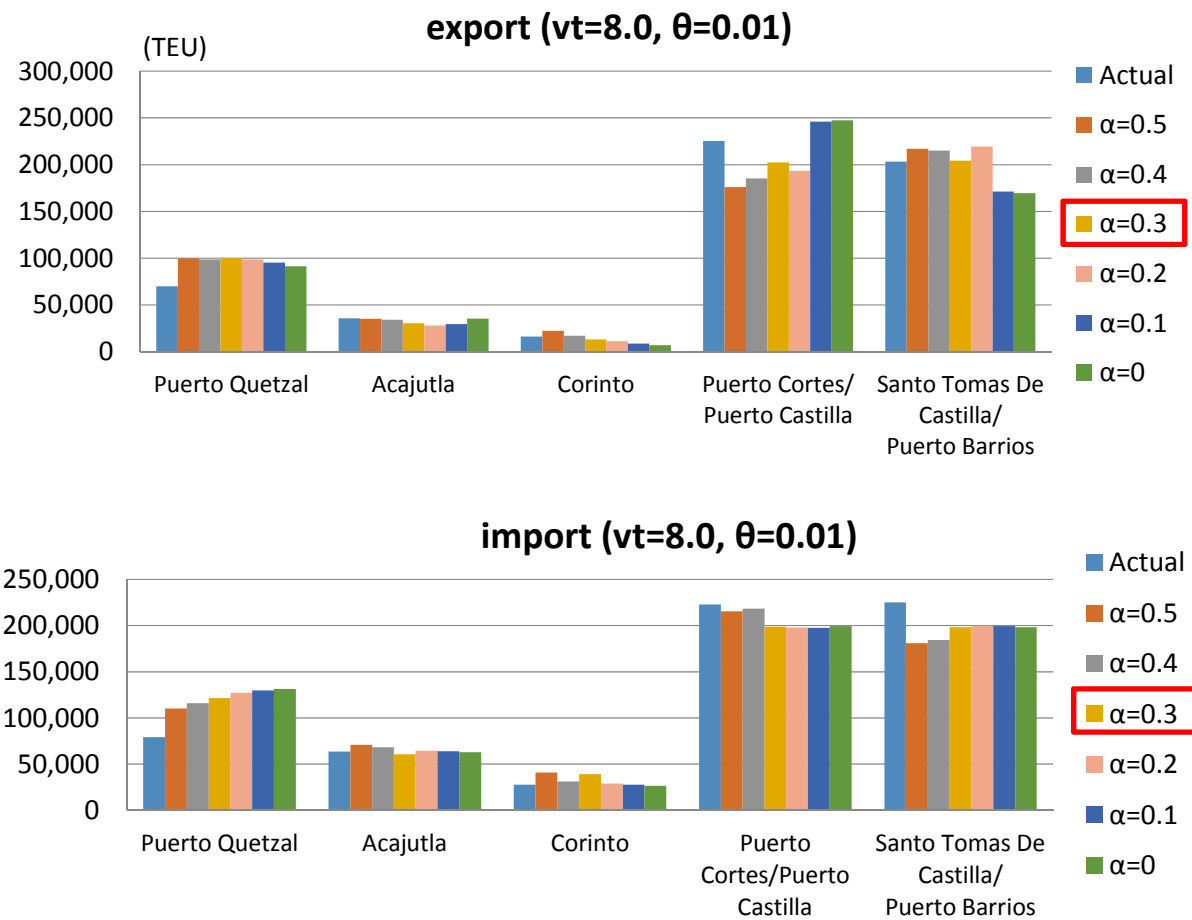


図 8.38 未知パラメータの感度[3] トランジット輸送に関する補正係数  $\alpha$  の相違による CA4 各港のコンテナ取扱量の相違  
(出典：調査団による推計)



## 8.9 8章のまとめ

本章の主眼は、ラ・ウニオン港の財務・経済分析を行うために必要な船舶寄港モデルを構築することであった。はじめに、8.1 および 8.2 において、エルサルバドルの諸港（アカフトラ、ラ・ウニオン）および中米5か国の主要港湾の現状を整理した。モデル構築にあたって必要となる取扱量などの経済的側面だけでなく、取扱能力に影響する各港の物理条件についても簡単に整理した。特に、8.1.5 で整理したアカフトラ港の物理条件については、その取扱容量がラ・ウニオン港の将来取扱量に大きな影響を与えるものと考えられることから、重要なファクターである。

次に、8.3 において、中米太平洋岸に寄港する海上コンテナ輸送船社の戦略に関する分析・考察を行った。これもモデル構築や結果の検討にあたって重要な情報となるものである。ここでは、コンテナ船舶動静データに基づく船社別の定航サービス・ネットワークを作成し、変化を観察するというアプローチ（8.3.2）と、船社や関係者へのインタビュー調査（8.3.3）という2つのアプローチを併用した。インタビュー調査においては中米太平洋岸地域全般の配船戦略にくわえ、地域内各港についての評価コメントも収集した。

章の残りの部分は船舶寄港モデルの概要および結果について述べたものである。8.4 でモデル全般の概要を述べた後、船社の行動（8.5）、コンテナ貨物配分モデル（8.6）、入力データ（8.7）というモデルを構成する各要素について述べた。8.5 における船社の行動に関する基本情報は、コンテナ船舶動静データ（MDS データ）に基づき、モデル対象となる船社・港湾について構築した定航サービス・ネットワークである。8.6 のコンテナ貨物配分モデルは、船舶寄港モデルの核となる部分である。確率的ネットワーク配分モデルを応用し、国際コンテナ貨物のインターモーダル輸送ネットワーク上で、金銭費用と輸送時間の両方を考慮した一般化費用に基づき、コンテナ貨物の配分を行うものである。コンテナ貨物配分モデルに含まれる海上輸送サブモデルの詳細は、Annex D2 を参照されたい。8.7 で述べた入力データも、船舶寄港モデルにとっては重要な要素である。なかでも最も重要なのは、港湾間および地域（ゾーン）間のコンテナ貨物輸送需要（コンテナ貨物 OD）である。これは、国間のコンテナ貨物 OD データや、地域経済・貿易・港湾貨物に関する様々な統計情報を組み合わせて推計するものである。同様に、陸上および海上輸送ネットワークにおける物理距離や輸送費用、陸上輸送における越境費用・時間などの情報も必要である。

最後に 8.8 において、コンテナ貨物配分モデルの計算結果を示した。計算手順とモデルに含まれる未知パラメータ（時間価値、分散パラメータ、トランジット輸送に関する補正係数）の推定結果を示した後、港湾取扱量などいくつかの指標によってモデルの再現性が検討・確認された。くわえて、推定された未知パラメータの大小による港湾取扱量推計値の相違についても検討した。その結果、コンテナ貨物配分モデルは CA4 諸国における現状の国際コンテナ貨物輸送をおおむね再現できていること、また入力を変化させた場合の反応もおおむね合理的であることを確認した。



## 第9章 ラ・ウニオン港への船舶寄港と経済分析



## 第 9 章 ラ・ウニオン港への船舶寄港と経済分析

### 9.1 ラ・ウニオン港の航行管制の現状

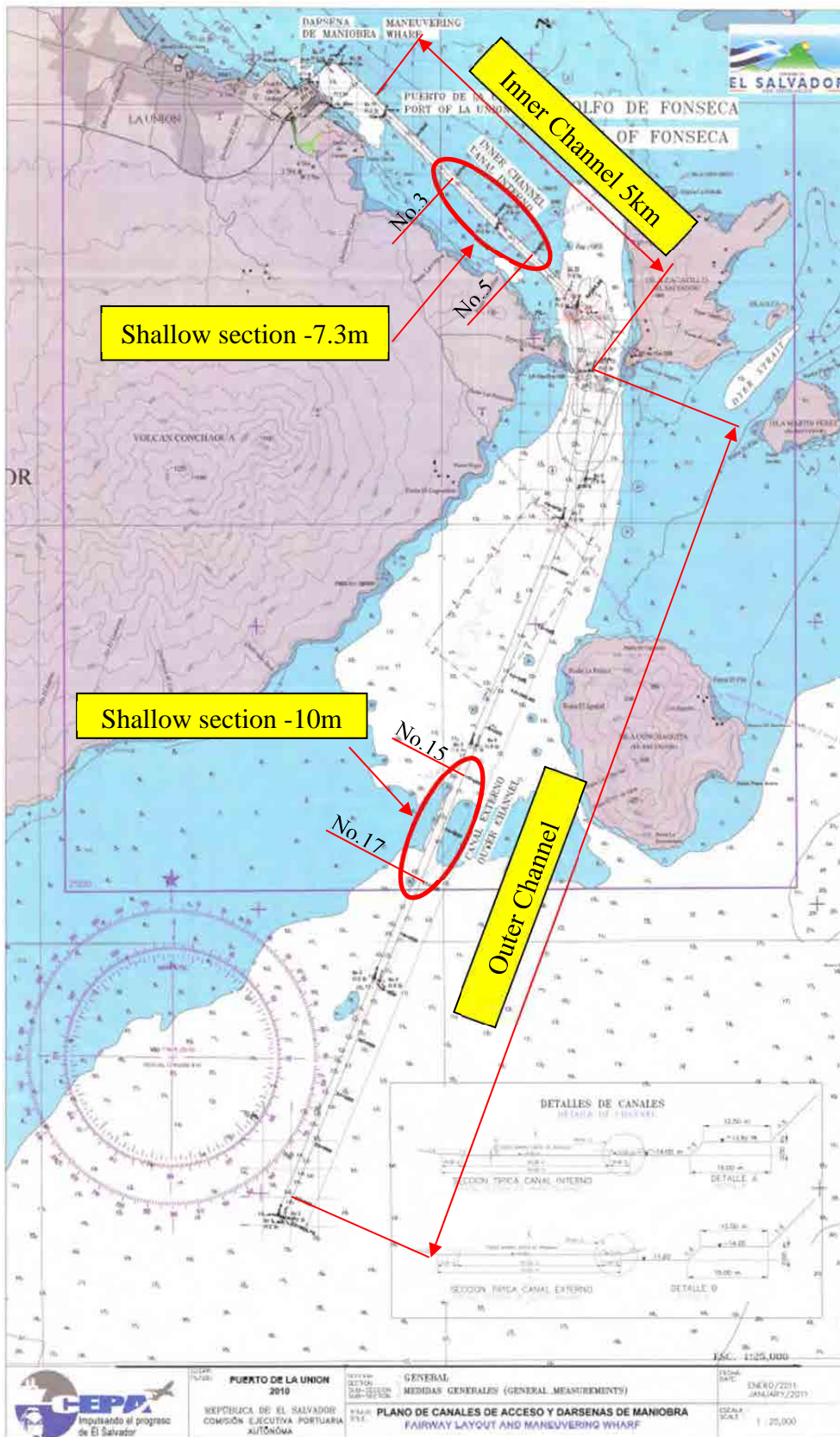
#### 9.1.1 航路と航行規則の現状

##### (1) 航路の現状

ラ・ウニオン港は全長 22 km の航路（内港航路 5 km、外港航路 17 km）を有している。航路の底幅は内港航路が 110 m で外港航路は 107 m である。内港航路は水深-14 m で、外港航路は水深-14.5 m で浚渫された。2010 年から供用されているが、堆砂の影響で航路全体が埋め戻り、建設完了時の水深が維持されていない。

航路は入出港船舶の通行路であり、設定された所定の水深を維持し、灯標が正しく設置されていることが必須の要件である。しかしながら、ラ・ウニオン港の航路は、建設当時から堆砂の影響が観測されており、航路全体が完成時より浅くなっている。2013 年 4 月の現地調査時には、内港航路が外港航路より浅くなっていることが観測された。内港航路の平均水深は 10～11 m であり、特に内港航路の No.3～No.5 の 2 km 区間は-7.3 m と浅い。また、外航路の No.15～No.17 間は-10 m と埋戻りが進行している。これから、内港航路は概ね現地盤まで埋め戻っていて堆砂の状況が大きいことを物語っている。

この問題を解決するため CEPA は浚渫計画を策定し増深を予定している。また、航路には、外港航路に 9 基、内港航路に 7 基、合計 16 基の灯標が設置され、Zacatillo 島の航路寄りの突き出た先端の陸上部に 1 基、灯標が設置された。図 9.1 にラ・ウニオン港の航路を示す。



出典:CEPA, JICA 調査団

図 9.1 ラ・ウニオン港の航路

## (2) 現在の航行規則

ラ・ユニオン港への入出港船の航行は、港内の管理棟 6 階にあるコントロールタワーが管理している。港へ入港を予定する船舶について、船社代理店は 48 時間前までに、船名・船籍、入港時のドラフト・船長・船幅及び入港予定時間等 12 項目を記入した入港届をオペレーション責任者宛て送付し、24 時間前までに入港確認書を送付する必要がある。許可を受けた船舶は、航路に進入する前に、航路入口の所定の錨泊地で停泊し、パイロットが乗り込んでからコントロールタワーからの指示で航路に進入し指示された所定のバースへと向かう。この場合、出港船は止められており、航路では一方通行が確保され、航路途中で入港船と出港船が行き交うことはない。出港船がある場合は、入港船は止められ、錨泊地で待機することになる。表 9.1 にオペレーション・マニュアルに記述されているラ・ユニオン港の航行規則を示す。

表 9.1 ラ・ユニオン港の航行規則

<b>Chapter III: REGULATIONS REGARDING DOCUMENTATION</b>	
1.	Vessel Call
2.	Presentation and Content of Vessel Call
With a minimum of forty-eight (48) hours prior to the arrival of a ship, the Shipping Agent must provide La Union Port, the announcement of arrival of vessels, which must contain the following information:	
2.1	Name and flag of the vessel.
2.2	The Gross Registered Tonnage (GRT), Net Registered Tonnage (NRT) and Dead Weight (DW).
2.3	Draft on arrival, length and beam.
2.4	Name of owner or charterer.
2.5	The estimated time of arrival (ETA).
2.6	Number of containers to embark and / or disembark.
2.7	Cargo tonnage to embark and / or disembark.
2.8	List of hazardous cargo on board, to embark and / or disembark, and its classification based on the International Dangerous Goods Code (IMDG Code).
2.9	Number of passengers in transit.
2.10	Number of passengers to embark and / or disembark at the Port Terminal.
2.11	Stowage Plan of cargo on board.
2.12	Any other relevant information related to load management or vessel safety at the Port Terminal.
<b>Chapter IV: OPERATIONS SCHEDULING</b>	
<b>SECTION I GENERAL REGULATIONS REGARDING OPERATIONS</b>	
1.	Programming of Port Services
1.1.	Assistance to vessels will be 365 days a year, 24 hours a day, without interruption; but the administrative area, and reception and delivery of cargo will work from Monday to Friday on the following schedule: Mondays 08:00-17:00, Tuesdays to Thursdays 07:00-17:00, and on Fridays 07:00- 15:45.
1.2.	For services before and after hours, rest days and holidays, the user must present an application to be approved eight (8) hours in advance to the Head of Operations.
1.3.	The Port Manager can modify this schedule according to the operational needs of the Port Terminal, and will duly inform users of the changes.
3.	Safety in La Union Port is under the control of CEPA, the Port and Airport Division of the National Civilian Police, who jointly combine to be the keepers of the property of the facilities seeking to comply with the internal and external laws and ensure that the Port is secure.
5.	No one can board a vessel in the anchoring area or when it enters the Port or the Terminal before the reception unless previously authorized by the DLAMP and the Captain of the vessel, and no vessel will initiate operations having docked at the Port if previously it has not been officially received by the AMP. Once permission has been granted, the vessel emits a long sound to make it known.

**SECTION II PORT OPERATIONS**

2. The services offered by LA UNION PORT at the Port Terminal are divided into:

2.1. Service to the vessels

Includes all of the services required by the vessels:

- 2.1.1. Use of the Channel
- 2.1.2. Pilotage
- 2.1.3. Navigation assistance
- 2.1.4. Tugboat Escort, Berthing and Casting Off
- 2.1.5. Berthing / Setting Sail
- 2.1.6. Mooring / Unmooring
- 2.1.7. Pier Stay

**SECTION III VESSEL SERVICING REGULATIONS**

1. Navigation and Pilotage Service

1.1. Every vessel arriving at the Port must have a Shipping Agency representing it, and its steering to the Pilotage Zone must be directed by a CEPA Practical Pilot, assisted by the towing equipment he deems necessary, taking into consideration that one or more tugboats may be involved in the operation, except in vessels that because of their own nature are considered special. The Practical Pilot during the maneuver of berthing and setting sail of a vessel will be the advisor to the Captain of such vessel, the latter maintaining the responsibility over the operation.

1.2. The Pilotage Service will also include the navigation of the vessel through the entrance of the access channel, the anchoring, the mooring, the unmooring, setting sail, exiting the access channel, the approach, pier change and other maneuvers conducted within the port zone.

1.3. The vessels that anchor will do so between the coordinates Latitude 13°09'42" N and Longitud 087°48'06" W, or in an approximate perimeter of 1.5 nautical miles around that point, where the depth in general is greater than 15 meters.

1.4. The vessels that anchor will do so between the coordinates Latitude 13°09'.07" N and Longitude 87°48'.01" W, or in an approximate perimeter of 1.5 nautical miles around that point, where the depth in general is greater than 15 meters.

1.5. Boarding Site

In case there is a limitation for the navigation and pilotage services due to tides, currents, winds, draft, visibility or any other circumstance, the Maritime Agent and the Chief of Operations of La Union Port will determine the time of the service being rendered.

1.6. Limitations in the availability of the service

In case there is a limitation for the pilotage service due to tides, currents, winds, draft, visibility or any other circumstance, the Maritime Agent and the Chief of Operations of La Union Port will determine the time of the service being rendered.

1.7. Obligations of the Practical Pilot

He who gives the pilotage service must turn into the Chief of Operations of La Union Port the practical pilot report signed by the Captain of the vessel, once the operation is finished.

2. Tugboat Service

2.1. The use of the tugboat service will be provided by La Union Port with ships that comply with the requirements of port and maritime authorities.

2.2. The use of the tugboat for the maneuvers within the port areas will be subject to the norms and regulations issued by the Maritime Port Authority and other laws and applicable regulations.

2.3. To access the external channel of the Fonseca Gulf and afterwards the inner maneuver harbor of the port, the vessels with ship tonnage greater than (500 TRB), must use an AMP certified Practical Pilot, or one registered for that effect at that institution; with the assistance of one or more tugboats, if necessary, whose minimum characteristics will be established by the criteria of the Practical Pilot, taking into consideration adverse conditions tides, currents, winds, drafts, visibility or any other circumstance that threatens the safety of the maneuver, the vessels, the facilities, people or goods.

2.4. Nonetheless, the vessels up to (500 TRB) units of ship tonnage, that require berthing, casting off, and other operations will be able to so, without the Practical Pilot and the Tugboat, under their own responsibility with prior authorization of the AMP and the Port Terminal



Administration, to protect the infrastructure of the pier.

2.5. The Skipper or Chief in service who renders the tugboat service must turn into the Chief of Operations of La Union Port the report of each maneuver of berthing and/or setting sail, once the operation is completed.

3. Berthing and Setting Sail Service

3.1. The Chief of Operations of La Union Port will determine the berthing place for the vessels, taking into account the type of operation, vessel, length, draft, storage areas and operation time.

3.2. Communications during the maneuvers of berthing, setting sail, and mobilization will be through radio and compulsory for Vessels and Piers, Control Tower, Practical Pilot, Tugboat and auxiliary ships.

3.3. The vertical approach of Vessels or naval artifacts berthed at La Union Port, can be authorized by the Chief of Operations of La Union Port, previously having been requested by the captains of the vessels or their representatives, as long as the operative circumstances require and allow it. The responsibility for the damages the vessels or the shipment may suffer will not be attributable in any case to La Union Port.

3.4. It has been determined, to guarantee the safety of the vessels and their crew and the infrastructure of the pier at the Port, the maneuvers of berthing and setting sail will be suspended temporarily when the speed of the wind is higher than 20 knots according to the wind gauge installed in the Control Tower and/or the vessel, and/or when the conditions of the sea reach Level II and visibility is limited due to adverse conditions of strong rain. Except in situations of force majeure, in which the berthed vessel loses or tears its mooring lines, there will be the need of extraordinary maneuvers of unmooring to take it to the established area of anchoring, as long as the decision is taken in consensus between the Chief of Operations, the Captain of the ship and the Practical Pilot.

3.5. Mooring and Unmooring Service

3.6. Mooring is the operation whose objective is gathering the vessel's mooring lines, carrying them and fastening them to the elements designated for this purpose, following the instructions of the captain of the vessel, in the designated mooring sector by La Union Port, in the convenient position to facilitate the mooring, unmooring and setting sail operations.

3.7. The use of the berth includes from the reception of the first line of the vessel towards the bitt, until the untying of the last mooring line before setting sail.

**CHAPTER XII: LA UNION PORT'S GENERAL PLAN IMAGE, AREAS OF THE PORT OR PORT TERMINAL**

**SINGLE SECTION ACCESS ROADS TO THE PORT TERMINAL**

3. La Union Port manages the infrastructure, structure and superstructure, bonded warehouse and additional port areas, which include:

3.1. The pier and its different berths or moorings, turning basin, navigation channels, navigation aids and other property of the Port Terminal, located in the waters of La Union Bay and the Fonseca Gulf, District of La Union, La Union Department, which includes:

3.1.1. Docking piers

Berths	Longitud in meters	Design depth in meters
Containers	360 meters	-15 meters
Multipurpose	220 meters	-14 meters
Passenger/RoRo	240 meters	-9.5 meters

3.1.2. Turning basin

The turning basin of influence of the Port Terminal is indicated in the nautical chart and the coordinates for the immediate area are referenced in the same chart benchmarks as expressed in the following table (in geodetic coordinates):

MNO	13°20' 12.50"N	087°49' 18.30"W
MNE	13°19' 59.20"N	087°49' 05.60"W
B15A	13°19'53.01636"N	087°48'33.71170"W
B16A	13°20'22.54478"N	087°48'59.33086"W
B17A	13°20'22.59809"N	087°49'08.10787"W

MNO: Northwest Pier, MNE: Northeast Pier

This area includes the space required for the execution of turns of the vessels that dock in the docking piers. The main turning basin is located in front of the port and consists of a circle 600 meters in diameter with an average depth of -14.00 meters.

3.1.3. Pilot Station and Anchoring area

Waiting areas and anchoring areas are framed in the four geographic coordinates and its central position of anchoring, according to the following graphical representation:

Anchoring Area

13°09'00"N	13°09'48"N
87°48'52"W	87°48'52"W
13°09'15"N	13°09'18"N
87°48'48"W	87°47'32"W

3.1.4. Navigation aids

The Port has a Control Tower, located on the sixth floor of the administrative building, equipped with the Vessel Traffic Control System (VTS), which includes radio communication on the marine band (channel 16) and the receiver of the "Automatic Identification System (AIS)".

Navigation aids consist of 16 lighted marker buoys located in the navigation channels, with 4 nautical miles of visibility, separated from each other by 4.5 kilometers; of these there are 9 buoys in the outer channel which broadcast radio signal with its geographical location via AIS and "Global Positioning System" (GPS), and in the pier three marks or special safety signals, with the corresponding beacon as a navigation aid with visibility of 10 nautical miles located on the island of Zacatillo, with radio signal emission identical to the buoys.

3.1.5. Access channel

3.1.5.1. The access channel to La Union Port has 2 components: The external and internal channels, both are represented in Nautical Chart 21529, CENTRAL AMERICA, GULF OF FONSECA, EL SALVADOR-HONDURAS, LA UNION BAY AND APPROACHES. Issued by the NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY, THE UNITED STATES GOVERNMENT.

3.1.5.2. The access channel to La Union Port is divided into 2 sections: The first is called "Interior Channel" with a length of 5 kilometers equivalent to 2.69NM, a depth of 14.00 meters of design and 140 meters wide in its design; the clear width from the separation of buoys ranges between 106 and 110 meters. The second section is called "Outside Channel" with a length of 17.00 kilometers equivalent to 9.17NM, a depth of 14.50 meters in its original design and a width of 137 meters of design; the clear width also by the location of the buoys ranges from 106 to 110 meters. The channel is designed for a single waterway.

3.1.5.3. The change of direction of the vessels runs between the external and internal navigation channels located between the Chiquirin tip and Punta Los Negritos of Zacatillo Island, where vessels must rotate approximately 56° to port if entering the port. At this location there is a natural depth of between 20 and 25 meters.

3.1.5.4. Ships and larger vessels that have to enter the navigation channels must request permission from the CEPA Control Tower at La Union Port, with knowledge of the local Maritime Port Authority to take all necessary precautions and not disrupt the navigation of other vessels in its interior.

3.1.5.5. The journey across the Channel of noncommercial vessels shall be made as perpendicular as possible to the longitudinal axis of the channel and with the necessary caution not to interfere with navigation, which shall be at their own risk.

3.1.5.6. Vessels sailing the Channel shall maintain, as far as possible and reasonable, the crew and the necessary equipment prepared and ready to anchor immediately at the time when it shall be required, such as under emergency conditions.

3.1.5.7. The channel must be navigated at minimum speed, so that vessels can maintain their maneuverability and a visibility of 3 NM which allows for safe navigation of the vessel.

3.1.6. Navigation Hazards

3.1.6.1. Navigation Hazards will be informed and controlled by the Maritime Port Authority of El Salvador.

3.1.6.2. La Union Port shall maintain the depth in its maneuverability area and berthing and mooring sites. It shall also inform the Maritime Port Authority and users in general, the

operating draft in its area and variations that occur due to changes in depth.

出典：“Operation Manual for La Union Port” by CEPA

### 9.1.2 潮位

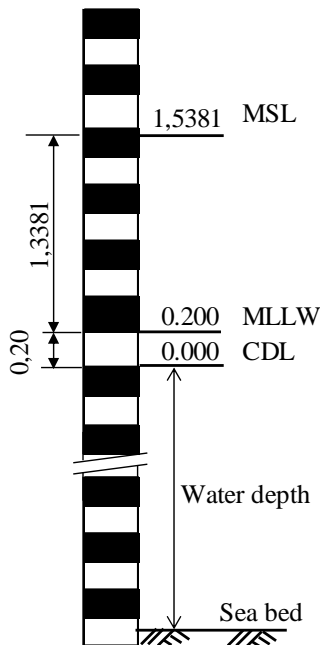
エルサルバドル国では、CNR が潮位に関する監督官庁であり、現地における観測に基づき、潮位の予測を行い、潮位表を発行している。ラ・ウニオン港の潮位の基準値を表 9.2 に示す。海図の水深の基準に使用される CDL は、CNR により MSL より -1.5381 m と設定された。これは、MLLW の -1.3381 m に -0.2 m の余裕を考慮したものである。図 9.2 に鉛直な関係を示す。

表 9.2 CNR 発行のラ・ウニオン港の基準となる潮位

(Unit: m)

		La Unión
Highest Tide Obserbed	HTO	1.9812
Mean High High Water	MHHW	1.2710
Mean High Water	MHW	1.1704
Mean Sea Level	MSL	0.0000
Mean Tide Level	MTL	-0.0518
Mean Low Water	MLW	-1.2771
Mean Low Low Water	MLLW	-1.3381
Low Tide Obseved	LTO	-2.2860

出典: CNR



CNR reference		
CDL=MSL-1.3381 - SF		
Ref. level	MSL	CDL
MSL	0.0000	1.5381
MLLW	-1.3381	0.2000
CDL	-1.5381	0.0000

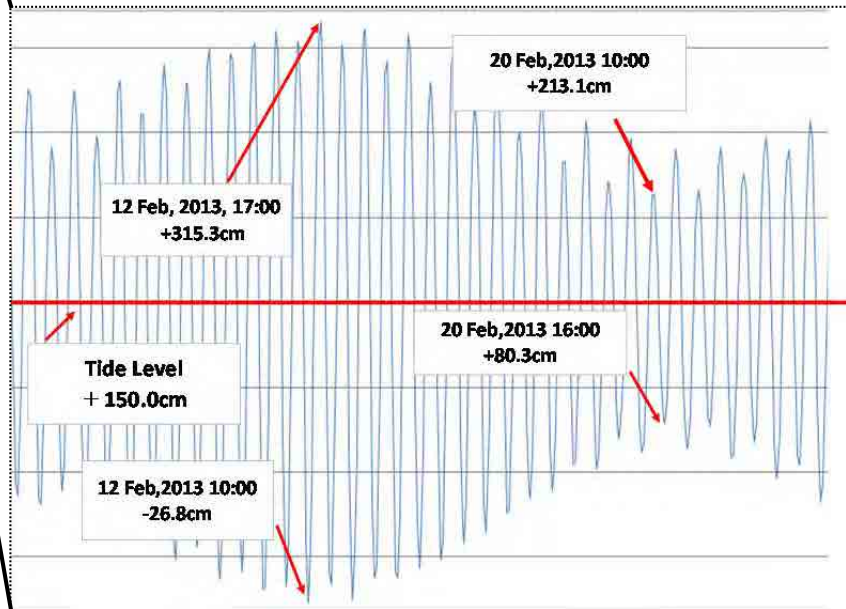
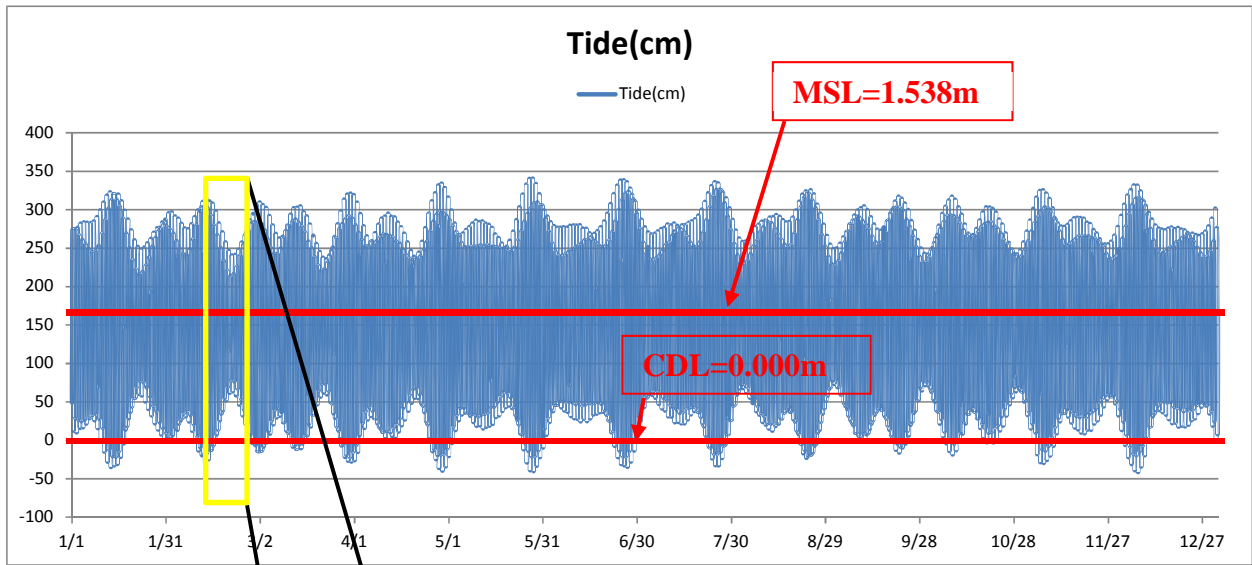
注：SF: Safty Factor

出典:

・CNRのデータに基づきJICA 調査団が作成。

図 9.2 MSL と CDL の関係

2013 年のラ・ウニオン港の潮位の一部を図 9.3 に示す。



出典: CEPA,  
JICA 調査団

図 9.3 2013 年のラ・ウニオン港の潮位

### 9.1.3 航路水深による航行可能条件

#### (1) ラ・ユニオン港の航路水深と船型

現在、航路の増深が予定されているが、水深が深くなれば浚渫費が多額になるため、寄港船舶の船型や寄港頻度から生じる収益と浚渫費を比較して最適な水深が選択されることになる。

また、十分な水深を確保することが容易にできない環境では、潮位が高い時を利用して入港することが行われる。従って、ここでは、航路水深による航行時間、最大待ち時間及び期待待ち時間の3つの項目について、7.3 m（現状）、8 m、9 m、10 m、11 m、12 m、13 m、14 mの8ケースの航路水深別に計算して、航路水深別に最適な船型を探すことを試みた。

期待待ち時間は、船舶寄港モデルの入力データの一つであり、コンテナ船のサイズ別の積載能力も必要である。従って、コンテナ船のサイズと積載能力についても考慮している。

#### (2) 航路の航行可能時間

一般的には、航路における航行可能時間は、航路水深と寄港船舶の喫水及び潮位を考慮して運営されている。ラ・ユニオン港では2013年の潮位表から得られる潮位と船舶の喫水を考慮して航行可能な水深が決められている。

検討条件として、船底からの余裕代として満載時喫水の余裕をPIANC（国際航路学会）の推奨に基づき10%とし、航路の航行速度は現状と同程度の5ノットとした（図9.4及び表9.3参照）。次に、ラ・ユニオン港の2013年の潮位から1時間毎の潮位を算出し、航行不能な時間を集計し航行できない時間を計算した。

ラ・ユニオン港は延長22 kmある航路を有し、その先の岸壁前面及びその前面に位置する回頭エリアを含む約1 km間は水深が深くても-11 mしかない。航路を通過するのに要する時間は航行速度5ノットとして約2.38時間を要し、潮位が下がって航行できなくなる前に通過するよう計画する必要がある。

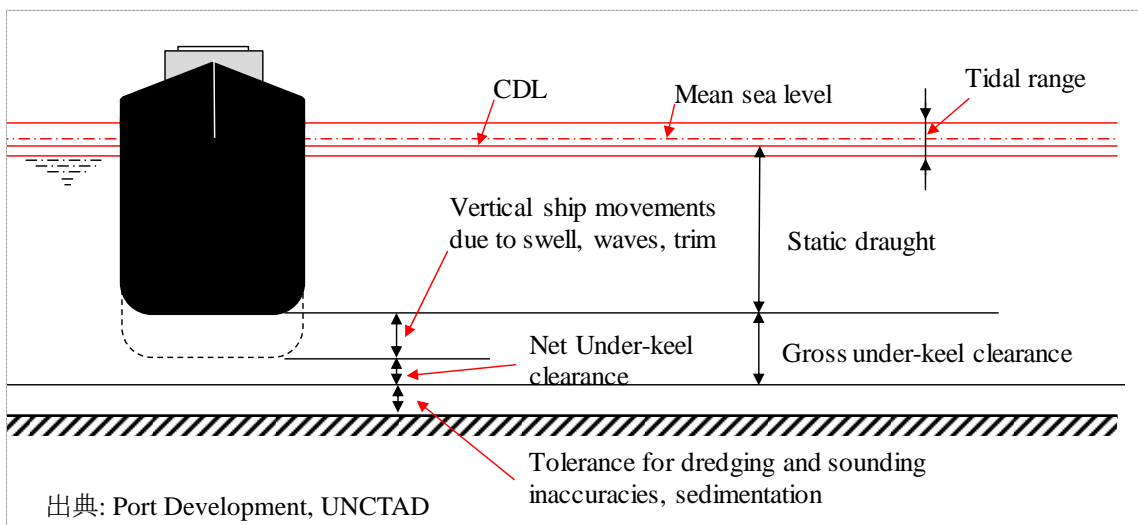


図 9.4 アンダーキールクリアランスの模式図

表 9.3 PIANC が提案するケース毎のアンダーキールクリアランス

Case	Allowance of Gross Under-keel Clearance
a) Open sea areas exposed to strong and long stern or quarter swell, high vessel speed	20 per cent of the maximum draught
b) Channel and weighting area exposed to strong and long swell	15 per cent of the maximum draught
c) Channel less exposed	10 per cent of maximum draught

出典: Port Development, UNCTAD

上記の計算を 8 ケースで行った（現状水深の 7.3 m と 8 m から 1 m 刻みで 14 m まで）。それぞれの航路水深では、喫水のサイズを航行不能時間が無い最も喫水が大きいケースから、航路通行時間を含み航行不能時間が 12 時間までの間を、概ね 20 cm 刻みで計算した。12 時間以上の航行不能時間がある場合は、一般的にコンテナ船の運行形態から経済的ではないと判断し寄港しないこととして計算していない。

例えば、航路水深が 12 m の場合、喫水 12 m の船が通行可能で最も低い潮位は、1.2 m であり、この潮位より低い場合は航行できない時間帯となる。同様に、喫水 11 m の船は潮位 0.1 m が航行可能な最低潮位となり、喫水 10 m の船は潮位 -1 m まで通行可能となる。ラ・ユニオン港では最低潮位が約 -0.5 m であるため、喫水 10 m の船より喫水の小さい船は潮位に左右されることなく常時通行可能となる。

現在、ラ・ユニオン港の航路は満潮時の前後 2 時間、トータル 4 時間しか航行が出来ない規制となっている。この場合、年間航行可能時間は 2,920 時間（= 4 時間×2 回/日×365 日）となる。一方、航路水深が 12 m の場合、喫水が 11 m の船は年間 7,840 時間の航行可能時間があり、現状と比較し概ね 3 倍となっている。このことは、ラ・ユニオン港に寄港する船が航路規制により大きな経済的損失を被っていることを意味している。

今後、ラ・ユニオン港の航路水深が確保され船舶の入出港が増えてくると、航行時間を 4 時間に限定することは港の機能を制限し、自由な経済活動を妨げることになり、ラ・ユニオン港が享受できる経済的利益を逸してしまうことに成りかねず、ひいては、エルサルバドル国の経済的損失につながることに成る。したがって、ラ・ユニオン港の航路管理は安全を確保したうえで、市場原理に沿って行う必要がある。

表 9.4 航路における航行可能時間の計算結果

(Unit: hours)

Ship Draft (m)	Navigation channel depth							
	7.3m (present)	8.0 m	9.0m	10.0m	11.0m	12.0m	13.0m	14.0m
6.0	8,760							
6.5	8,506							
6.8		8,760						
7.0	6,376	8,585						
7.2		8,350						
7.4		7,683						
7.6		6,631						
7.8		5,431	8,760					
8.0	2,860	4,572	8,585					
8.2	2,358	3,976	8,082					
8.4	1,849	3,215	7,267					
8.5	1,569	2,950						
8.6		2,467	6,034	8760				
8.8		1,959	5,021	8709				
9.0		1,363	4,572	8,392				
9.2			3,735	7,767				
9.4			3,215	6,743				
9.5					8,760			
9.6			2,736	5,517				
9.8			2,215	4,605	8,634			
10.0			1,700	4,019	8,139			
10.2			1,077	3,500	7,370			
10.4				2,994	6,132	8,760		
10.6				2,515	5,081	8,740		
10.8				1,982	4,324	8,422		
11.0				1,423	3,783	7,840		
11.2					3,258	6,910		
11.4					2,779	5,615		
11.6					2,251	4,694	8,760	
11.8					1,746	4,078	8,192	
12.0					1,129	3,544	7,465	
12.2						3,046	6,253	8760
12.4						2,557	5,151	8747
12.6						2,026	4,375	8537
12.8						1,473	3,823	8055
13.0							3,313	6,967
13.2							2,828	6,129
13.4							2,302	5,250
13.6							1,796	4,127
13.8							1,190	3,599
14.0								3,081
14.2								2,608
14.4								2,070
14.6								1,529

出典: JICA 調査団

1

日当たり平均航行可能時間は表 9.4 を利用して計算することができる。航路水深 12 m で船の喫水が 11 m の場合、日当たり平均航行可能時間は 20.45 時間となる (7,465 時間/365 日)。しかし、この値は、実際の航行可能時間と比較した場合、大潮や小潮を含んだ平均値なので

実際の時間とは異なっている。従って、図 9.8 のアウトプットツールを使用して求める日付の航行可能時間を計算するのが望ましい。表 9.5 に、吃水ごとの日当たり平均航行可能時間の計算結果を示す。

表 9.5 日当航行可能時間

(Unit: hours)

Ship Draft (m)	Navigation channel depth							
	7.3m (present)	8.0 m	9.0m	10.0m	11.0m	12.0m	13.0m	14.0m
6.0	24.0							
6.5	23.3							
6.8		24.0						
7.0	17.5	23.5						
7.2		22.9						
7.4		21.0						
7.6		18.2						
7.8		14.9	24.0					
8.0	7.8	12.5	23.5					
8.2	6.5	10.9	22.1					
8.4	5.1	8.8	19.9					
8.5	4.3	8.1						
8.6		6.8	16.5	24.0				
8.8		5.4	13.8	23.9				
9.0		3.7	12.5	23.0				
9.2			10.2	21.3				
9.4			8.8	18.5				
9.5					24.0			
9.6			7.5	15.1				
9.8			6.1	12.6	23.7			
10.0			4.7	11.0	22.3			
10.2			3.0	9.6	20.2			
10.4				8.2	16.8	24.0		
10.6				6.9	13.9	23.9		
10.8				5.4	11.8	23.1		
11.0				3.9	10.4	21.5		
11.2					8.9	18.9		
11.4					7.6	15.4		
11.6					6.2	12.9	12.0	
11.8					4.8	11.2	11.2	
12.0					3.1	9.7	10.2	
12.2						8.3	8.6	24.0
12.4						7.0	7.1	24.0
12.6						5.6	6.0	23.4
12.8						4.0	5.2	22.1
13.0							4.5	19.1
13.2							3.9	16.8
13.4							3.2	14.4
13.6							2.5	11.3
13.8							1.6	9.9
14.0								8.4
14.2								7.1
14.4								5.7
14.6								4.2

出典: JICA 調査団



### (3) 最大待ち時間

最大待ち時間は、航路において航行可能となる潮位を待つ最大時間のことを言う。滞船時間が潮汐 1 サイクルあたり 12 時間（航路全体を航行する時間を含む）を超える場合は、コンテナ船は経済性の観点から寄港しないため検討は除外している。航路全体をとおして航行できない時間の合計は、1 年間の時間から航行可能時間を除外して算出している。

### (4) 統計的期待待ち時間

期待待ち時間とは、1 年間をとおして、ランダムにコンテナ船がラ・ウニオン港に寄港した場合に、1 回の入港について平均的に生じる待ち時間を計算するものである。期待待ち時間の概念を図 9.5 に示す。航路の航行時間を考慮し、潮位が航行可能な水深より下がる 2.4 時間前には航路へは進入できなくなる。表 9.6 と図 9.6 には、喫水毎、航路水深毎の期待待ち時間を示す。これらより、同じ航路水深の場合でもドラフトが大きくなるに従って期待待ち時間が増えていることが分かる。この期待待ち時間は、船舶寄港モデルの入力データの一つとしても使用される。

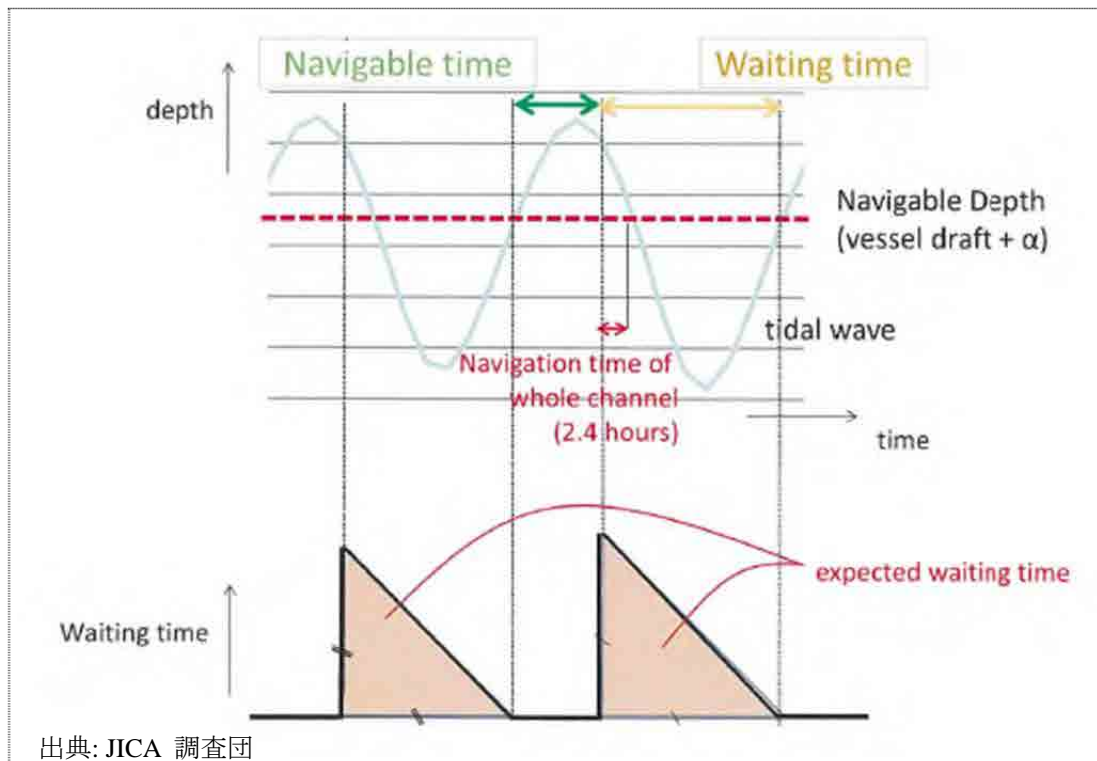


図 9.5 期待待ち時間の計算の概念図

表 9.6 期待待ち時間の計算結果

Ship Draft (m)	Expected Waiting Time (hour)							
	7.3m(Present)	8.0 m	9.0m	10.0m	11.0m	12.0m	13.0m	14.0m
6.0	0.00							
6.5	0.02							
6.8		0.00						
7.0	0.33	0.01						
7.2		0.04						
7.4		0.12						
7.6		0.28						
7.8		0.49	0.00					
8.0	2.02	0.77	0.01					
8.2	2.46	1.21	0.07					
8.4	2.94	1.46	0.18					
8.5								
8.6		1.93	0.38					
8.8		2.35	0.68	0.00				
9.0		2.81	0.77	0.03				
9.2		3.3	1.36	0.11				
9.4			1.74	0.27				
9.5								
9.6			2.00	0.54	0.00			
9.8			2.52	0.86	0.01			
10.0			2.91	1.19	0.06			
10.2				1.53	0.17			
10.4				1.91	0.38			
10.6				2.32	0.67	0.00		
10.8				2.80	1.01	0.03		
11.0					1.34	0.10		
11.2					1.71	0.24		
11.4					2.09	0.51		
11.6					2.55	0.82	0.00	
11.8					3.04	1.15	0.05	
12.0						1.50	0.16	
12.2						1.87	0.36	
12.4						2.28	0.65	0.00
12.6						2.76	0.98	0.10
12.8							1.31	0.22
13.0							1.67	0.24
13.2							2.05	0.41
13.4							2.51	0.68
13.6							2.99	1.12
13.8								1.46
14.0								1.85
14.2								2.23
14.4								2.72
14.6								

出典: JICA 調査団

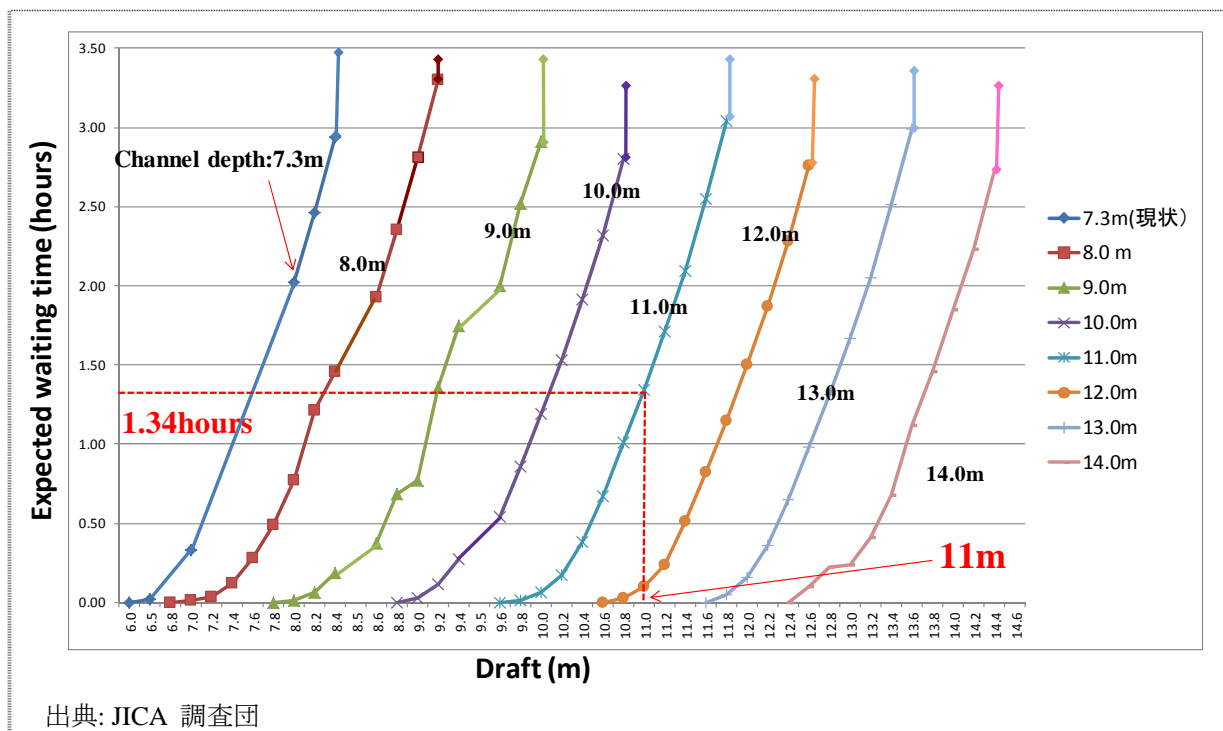


図 9.6 喫水別・航路水深別の期待待ち時間の計算結果

### (5) コンテナ船の喫水と積載容量

コンテナ船の喫水と積載容量の関係は世界中で就航しているコンテナ船を MDS と FAIR PLAY データを基に分析することで算出できる。図 9.7 はコンテナ船の喫水と積載容量の関係を示している。この関係の相関係数は、次の通りである。

$$Y=0.6624X^{3.4324} \quad (R^2=0.9324).$$

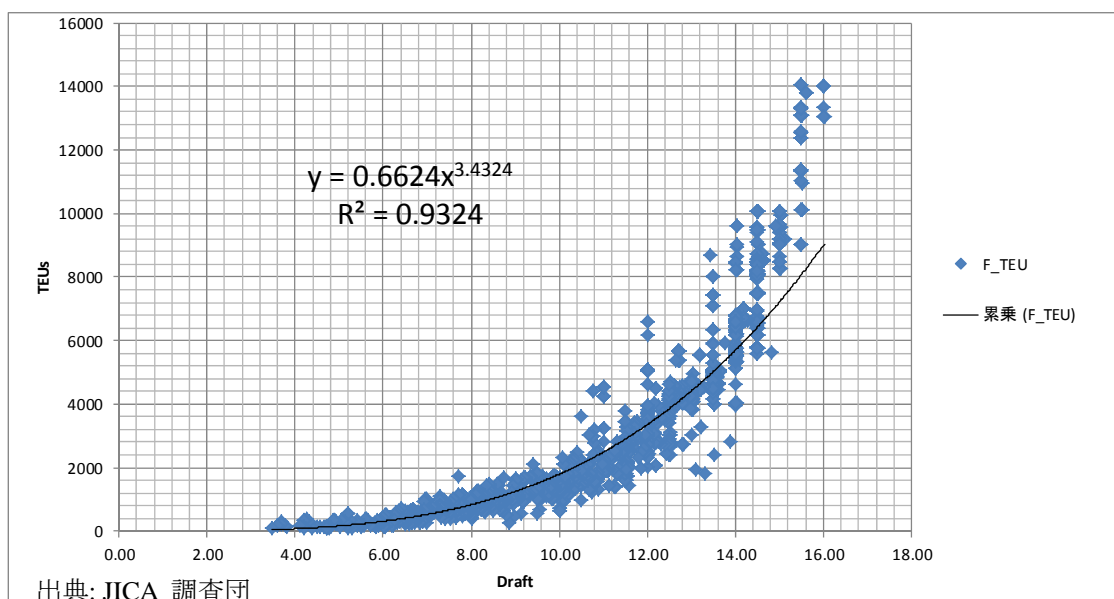


図 9.7 喫水と積載容量 (TEU) の関係

## (6) 航行可能時間帯の計算ツールの作成

航路における航行可能な時間帯を知るために調査団は計算ツールを作成した。入港日（年月日）、航路水深（m）、船舶の喫水（m）を入力すると、航路の航行可能時間帯が表示され、航行可能最低潮位がグラフで表示される。船底からのクリアランスは、PIANCの参考値から満載喫水の10%としている。図9.8に航行可能時間帯の一例を表示する。

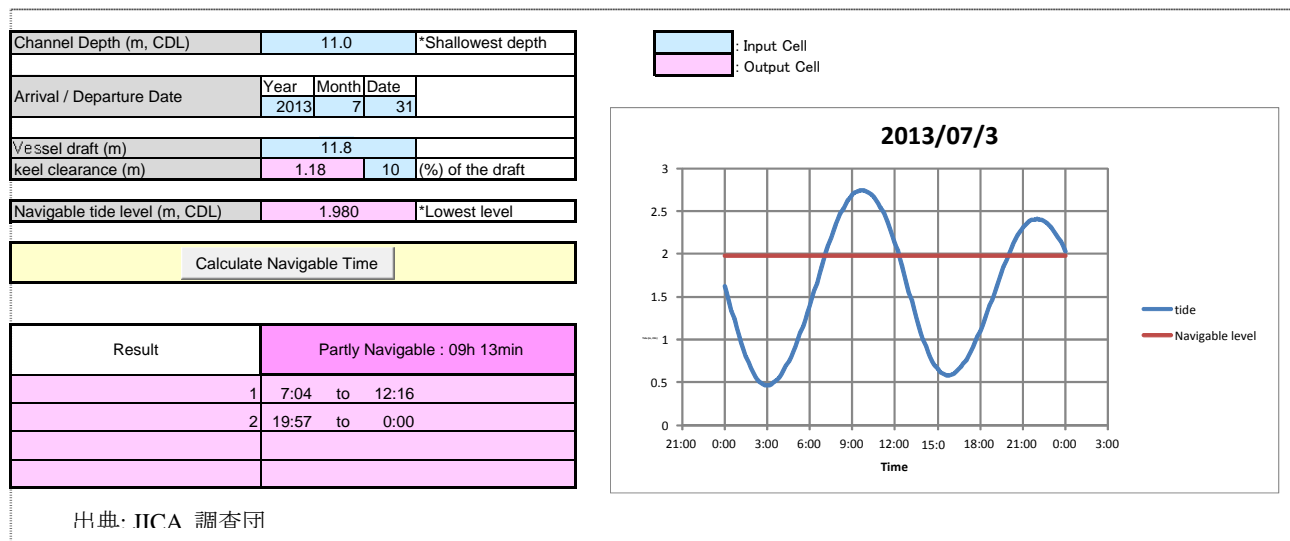


図 9.8 航行可能時間帯のアウトプット

(7) 提案航行規則と現行規則との比較

(4) に示したものと同様の考え方にに基づき、現状の航行規則における期待待ち時間を図 9.9 に示すように算出できる。図に示すように、満潮の前後 2 時間しか航行が許されていない現行の航行規則における期待待ち時間は、4.51 時間と計算される。これは、表 9.6 に示した新たに提案する航行規則を基に計算された期待待ち時間のどの数値よりも大きくなっている。しかしながら、現行の航路水深において、やや喫水の大きい船が航行する場合の期待待ち時間は 3 時間を超える。すなわち、現行の規則は、航路水深よりやや喫水の大きい船が現状のような浅い航路を航行する場合には、新たに提案する規則と同程度に合理的であると考えられるものの、航路が増深され様々な大きさの船舶が航行する将来時点を想定すれば、合理的な規則とは言い難いことがわかる。

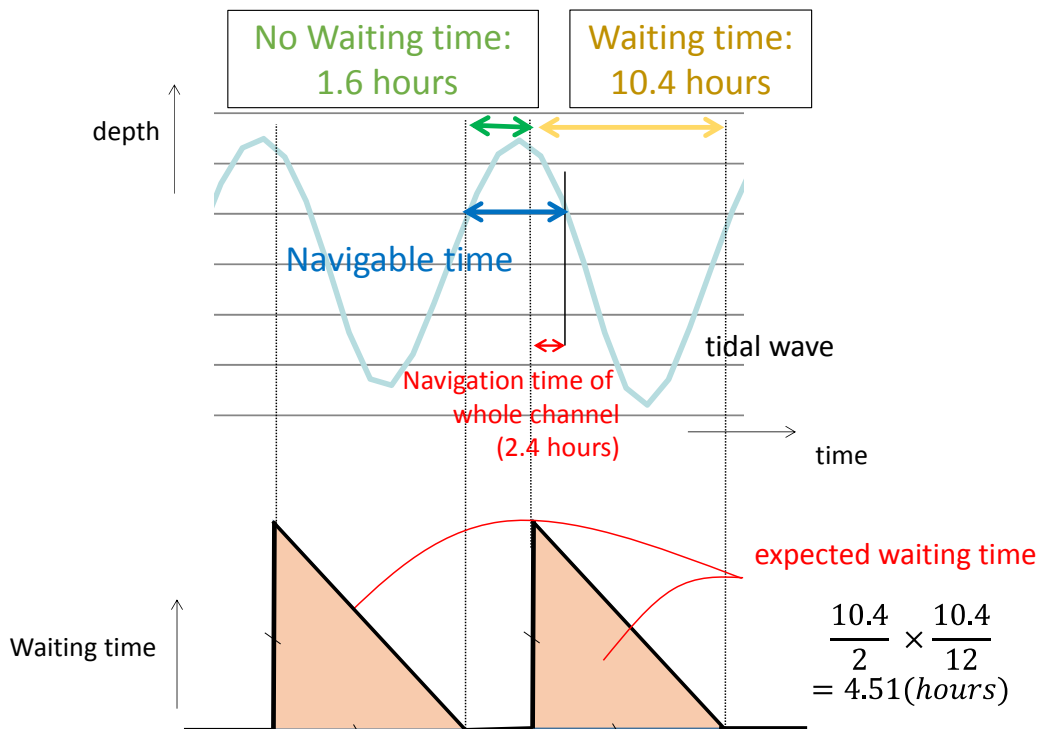


図 9.9 現行の航行規則における期待待ち時間の計算結果  
出典：JICA 調査団

## 9.2 船舶寄港モデルの計算と結果

### 9.2.1 モデルを用いた 2010 年時点におけるラ・ウニオン寄港のシミュレーション

2012 年はじめに、APL と Hamburg-Sud の共同運航により、図 9.10 に示されるようなラ・ウニオン寄港サービス（週 1 便）が開始された。使用船舶はキャパシティが 1,324 TEU で最大喫水 9.5m である。残念ながらサービスは 2012 年末で休止となってしまったものの、ここでは、前章で構築した MDS データを基にした 2010 年海上輸送ネットワークに、このサービスを追加したシミュレーションを行う。ここで、ラ・ウニオン港の航路水深を-8 m と仮定すると、前節で示した方法により、ラ・ウニオン港のアクセス航路に当該船舶が入るときの期待待ち時間は、3.30 時間と推定される。コンテナ貨物 OD や港湾サービスレベルなど、他の入力データはすべて前章と同じとする。

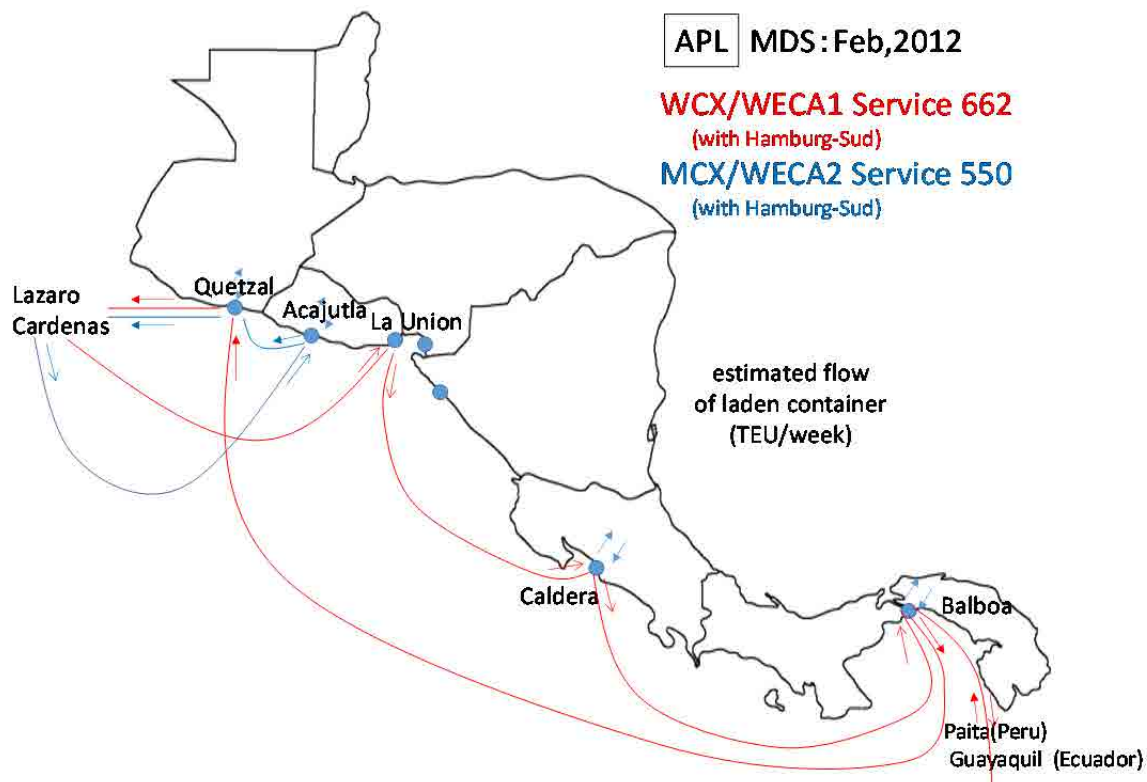


図 9.10 2012 年に提供された APL・Hamburg-Sud 共同運航によるラ・ウニオン港寄港サービスの航路  
 (出典：APL ウェブサイトに掲載された情報をもとに調査団作成)

本シミュレーションにおける、各港のコンテナ貨物取扱量の推計値を表 9.7 に示す。表中の現況ケースは、8.8.2(2)に示された現況再現ケースを表す。また、ラ・ウニオン港寄港ケースは、上記の定航サービスを追加した場合の計算結果である。

ラ・ウニオン港寄港ケースの結果では、ラ・ウニオン港の年間コンテナ取扱量は、輸出入それぞれ、3,563 TEU および 10,265 TEU であった。なお、モデル・シミュレーションでは実入りコンテナのみが対象であり、空コンテナは含まれないことに注意されたい。一方、表 8.21 に示したラ・ウニオン港の 2012 年におけるコンテナ取扱実績は、空コンテナも含め輸出が 8,801 TEU、輸入が 10,317 TEU であった。空コンテナは、輸出入のインバランスを埋めるためにコンテナを移動させることによって発生することをふまえれば、シミュレーション結果は実績を非常によく再現していると考えられる。

もう一点下表からわかることは、ラ・ウニオン港で取り扱われるコンテナ貨物は、主としてコリント港からのシフトによるものという点である。下記計算結果によれば、アカフトラ港はむしろラ・ウニオン港寄港ケースでコンテナ取扱量を増加させている（ただし、ラ・ウニオン港に定期航路が寄港した場合に、常にアカフトラ港の取扱量も増加するとは限らない）。

表 9.7 ラ・ウニオン寄港定航サービスを考慮した場合の CA4 諸港におけるコンテナ貨物取扱量の推計結果（TEU）

港湾	輸出		輸入	
	現況再現 ケース	ラ・ウニオン港 寄港ケース	現況再現 ケース	ラ・ウニオン港 寄港ケース
Puerto Quetzal	100,406	96,888	121,403	116,255
Acajutla	30,479	31,637	60,621	65,136
La Union	0	3,563	0	10,265
Corinto	13,315	12,626	39,014	29,637
Puerto Cortes/Puerto Castilla	202,477	194,281	198,855	207,297
Santo Tomas De Castilla/ Puerto Barrios	204,162	211,844	198,246	189,562

出典: JICA 調査団

## 9.2.2 将来シミュレーション（2020年および2030年）におけるシナリオ設定

### (1) コンテナ貨物 OD

2020年および2030年時点の将来コンテナ貨物 OD は、8.7.2 で作成した 2010 年コンテナ貨物 OD に、Table 7.5 に示した CEPA によって推計された各国別輸出入別の伸び率を乗じることによって得る。ここで、CA4 諸国以外の世界の各国・地域間のコンテナ貨物需要は 2010 年のままとする。

### (2) 港湾サービスレベル

ラ・ウニオン港および近隣諸港のサービスレベルも将来にわたって何らかの改善がなされることが想定される。2020年および2030年時点における各港サービスレベルの設定値を表 9.8 に示す（ラ・ウニオン港のアクセス航路水深については、(3)で別途想定する）。表中では、直近の 10 年間で改善を想定した数値は着色されている。これらの想定のうちの一部は、たとえばケツアル港における新規コンテナターミナル開発計画のように、インタビュー調査などの情報収集の結果を反映している。一方で、アカフトラ港以外の各港湾で 2030 年において最大喫水-12m（図 9.7 に示される喫水とキャパシティの関係をあてはめれば、キャパシティが 3,350 TEU の船舶に相当）に増深されるとの想定は、そうしないと想定する 2030 年の中米地域のコンテナ貨物輸送需要を捌ききれないというモデル計算上の要請に起因している。

さらに、ラ・ウニオン港の取扱量シミュレーションにとって重要な要素であるアカフトラ港の取扱能力においては、現行のコンテナ貨物取扱能力に限界があることを想定し、ANNEX D2 に示された各港の積込および荷卸時間に関する(D.8)式および(D.9)式について、アカフトラ港のみ以下のように書き直す。

$$t_u(x_a) = TL_a + TW_a \cdot \left\{ 1 + \left( \frac{XH_a - 200000}{1000000} \right) \right\} \quad \text{if } XH_a > 200000, \text{ or}$$

$$t_u(x_a) = TL_a + TW_a \quad \text{if } XH_a \leq 200000, \text{ and} \quad (D.8')$$

$$t_u(x_a) = TU_a + \left( \frac{XH_a - 200000}{1000000} \right) \text{ if } XH_a > 200000, \text{ or}$$

$$t_u(x_a) = TU_a \text{ if } XH_a \leq 200000 \quad (D.9')$$

ここで、 $XH_a$  : アカフトラ港における年間総コンテナ取扱量 (TEU、空コンテナを含む) である。空コンテナ率は、(1)で予測したエルサルバドル発着コンテナ貨物 OD における輸出入の差を反映し、輸出コンテナにおいては 2010 年 129.2%、2020 年 33.3%、2030 年 12.2%と想定する。一方、輸入コンテナにおいては全期間を通じ 0%と想定する。

また、ラ・ウニオン港を除く各港湾におけるコンテナ荷役料金  $CHC_r$  については、全期間を通じて変化しないと想定する。ラ・ウニオン港については、後ほど、荷役料金を引き上げるケースについて政策シミュレーションを行う。

表 9.8 各港における将来サービスレベルの設定値  
(着色部が当該年次までの 10 年間で改善されると想定した数値)

Port Name	2020				2030			
	Max. Draft	Lead Time		Transshipment Time	Max. Draft	Lead Time		Transshipment Time
		Export	Import			Export	Import	
(m)	$TPX_r$ (hours)	$TPM_r$ (hours)	$TR_r$ (hours)	(m)	$TPX_r$ (hours)	$TPM_r$ (hours)	$TR_r$ (hours)	
Puerto Quetzal	-14	48	24	24	-14	48	24	24
Acajutla	-11	60	48	48	-11	60	48	48
La Union	*	48	24	24	*	48	24	24
Corinto	-11	60	48	48	-12	48	24	48
Caldera	-11	48	24	48	-12	48	24	48
Puerto Cortes/ Puerto Castilla	-12	48	24	24	-12	48	24	24
Santo Tomas De Castilla/ Puerto Barrios	-11	48	24	48	-12	48	24	48
other ports	$\infty$	48	24	*	$\infty$	48	24	*

出典: JICA 調査団      \*: 港湾によって異なる

### (3) 船社の行動 (将来定航サービス・ネットワークの作成)

各船社は、各定航サービスについて、寄港地やその順序、船舶サイズ、頻度、トランシップ港などを含めたサービス水準を、自社の利潤を最大化するように、もしくは他の同様の原則に従って決定する。本調査の船舶寄港モデルにおいては、28 のコンテナ船社が世界中で提供するすべての将来定航サービス・ネットワークについて、外生的に与える必要がある。考えられ得る海上輸送ネットワークの組み合わせは無限に存在するため、現状ネットワークからの変更対象を中米関連航路に絞ったうえで、大きく分けて、1) 現状ネットワークを前提とした (微) 修正、および 2) 新たなハブ&スポークネットワークの構築、の 2 つのシナリオを用意する。

#### 1) 既存ネットワークの修正シナリオ

2010 年 5 月時点では、アカフトラ港に寄港する定航サービスは表 9.9 に示した通り 6 つある。そのうち、単独の船社によって運航されている 4 つのサービス (Maersk、MSC、NYK、APL) は、メキシコ (マンサニージョ港またはラザロ・カルデナス港) またはパナマ (バルボア港) のどちらか一方のトランシップ港湾、または双方の港湾からフィーダーサービスであり、比較的小



さい船舶（平均船腹量 1,700 TEU 以下）で運航されている（ネットワーク詳細については、8.3.2 の図 8.28 を参照されたい）。

残りの 2 つのサービスは、上記フィーダーサービスよりもやや大きい船舶（平均船腹量 2,500 TEU 前後）を用いて、中国・日本などの東アジアまたは北米東岸諸港を起点とし、コロンビア、エクアドル、ペルー、チリなどの南米西岸諸港まで運航するサービスが途中で中米太平洋岸地域に立ち寄るというもので、ウェイポートサービスとよばれる。ウェイポートサービスのもう一つの特徴は、比較的長距離の輸送を比較的大きい船舶で行っていることから、週当たりの寄港船腹量を実際の需要に応じた適正量に調整するため、複数船社による共同運航によって一社当たりの供給船腹量を減らすか（CMA-CGM/CSCL/CCNI の例）、あるいは単独船社で運航を行う場合は、他港（ここではコスタリカのカルデラ港）との交互寄港として年間寄港回数を減らす（CSAV の例）点にある。

表 9.10 には、同様の形式で 2012 年にラ・ウニオンに寄港していた定航サービス（図 9.10 参照）の概要を整理した。このサービスは、ラザロ・カルデナス港およびバルボア港で基幹航路に接続するフィーダーサービスであった。

表 9.9 2010 年 5 月時点におけるアカフトラ港寄港定航サービス

（出典：MDS データ等に基づき調査団作成）

運航船社	平均船腹量 (TEU)	年間寄港回数	頻度
Maersk	1,695	104.0	twice a week (westbound and eastbound)
MSC	1,232	26.0	biweekly
NYK	1,610	52.0	weekly
APL	1,118	52.0	weekly
CMA-CGM/CSCL/CCNI	2,516	52.0	weekly
CSAV	2,599	23.1	4 times every 9 weeks (in other 5 times calling at Caldera instead of Acajutla)

表 9.10 2012 年 2 月時点におけるラ・ウニオン港寄港定航サービス

（出典：MDS データ等に基づき調査団作成）

運航船社	平均船腹量 (TEU)	年間寄港回数	頻度
APL/Hamburg-Sud	1,324	52.0	weekly

調査団によるコンテナ運航船社へのインタビュー調査（8.3 および Annex D3 も参照）によれば、コンテナ船社が需要の増加に対応する場合の選択肢として、以下のような戦略が考えられる。

- a) 頻度を増加させる。たとえば、2 週に 1 便（バイウィークリー）であったものを週 1 便（ウィークリー）に、あるいは週 1 回の寄港であったものを東航・西航時の週 2 回立ち寄るようにするなど（表 9.9 の Maersk の例参照）。
- b) 当該地域の寄港地を増やす。たとえば、エルサルバドルにおいて、アカフトラとラ・ウニオンの 2 港に寄港するなど。
- c) 船舶サイズを大型化する。この場合、もし当該港の水深が不十分である場合には、近隣港湾にシフトする可能性がある。一方で、仮に十分な貨物需要が見込まれる地域であれば、十分な水深が確保されている港湾がなくても、船社としては小型船を用いて入港する。

以上の条件をふまえ、各船社が現状のサービスレベルを変化させる場合に考えられ得る選択肢

を表 9.11 に整理した。ここで、以下の点に注意されたい。

- i) 船腹量 3,350 TEU (喫水 12 m) のコンテナ船は、2030 年のみ考慮する。なぜなら、2020 年時点における中米太平洋岸諸港の水深は、表 9.8 に示した通り多くの港湾(アカフトラ、コリント、カルデラ)で-11 mにとどまり、フィーダーサービスが成立し得ないためである。同様に、前述のとおり 2030 年時点でもアカフトラ港の水深は-11 mのままと想定しているため、アカフトラ港に寄港するサービスにおいては、2030 年時点でも船腹量 3,350 TEU (喫水 12 m) のコンテナ船は選択肢から除外する。
- ii) 航路ネットワークの形状をふまえ、MSC および NYK によって提供されるサービスにおいては、アカフトラ港とラ・ウニオン港の両方に寄港することでエルサルバドルの港湾に寄港する頻度を増加させる選択肢も考慮する。この場合、当該定航サービスにおける寄港地数がひとつ増えることになるため、スケジュールがタイトになることを想定し、ラ・ウニオン港のアクセス航路水深に対して期待待ち時間が 0.2 時間以上発生しないようなサイズの船舶のみ選択可能と仮定する。

表 9.11 エルサルバドル港湾に現在寄港している各コンテナ船社が定航サービスのレベルを現状から変更するケースにおいて考えられ得る選択肢

船社	船舶サイズ (船腹量 (TEU) および喫水)	年間寄港回数 (アカフトラ、ラ・ウニオン)
Maersk	1,240 (9 m)	(104, 0)
	1,695 (10 m, 初期値)	(52(西航), 52(東航))
	2,480 (11 m)	(52(東航), 52(西航))
	3,350 (12 m)*	(0, 104)
MSC	1,232 (9 m, 初期値)	(26, 0)
	1,790 (10 m)	(52, 0)
	2,480 (11 m)	(52, 52)**
	3,350 (12 m)*	(0, 52)
NYK	1,240 (9 m)	(52, 0)
	1,610 (10 m, 初期値)	(52(西航), 52(東航))**
	2,480 (11 m)	(52(東航), 52(西航))**
	3,350 (12 m)*	(0, 52)
APL(1)	1,118 (9 m, 初期値)	
	1,790 (10 m)	(52, 0)
	2,480 (11 m)	(0, 52)
	3,350 (12 m)*	
CMA-CGM/CSCL/CCNI	1,790 (10 m)	(52, 0)
	2,516 (11 m, 初期値)	(0, 52)
	3,350 (12 m)*	
CSAV	1,790 (10 m)	(23.1, 0)
	2,599 (11 m, 初期値)	(0, 23.1)
	3,350 (12 m)*	
APL(2)/Hamburg-Sud	1,324 (9 m, 初期値)	
	1,790 (10 m)	(0, 0)
	2,480 (11 m)	(0, 52)
	3,350 (12 m)*	

出典: JICA 調査団の設定

\* 2030 年かつラ・ウニオンにのみ寄港する場合のみ選択可能

\*\* ラ・ウニオン港に追加的に寄港 (その他の選択肢はすべてアカフトラ港寄港の代替)

## 2) トランシップ・ハブとしての追加寄港

ラ・ウニオン港のトランシップ・ハブとしてのポテンシャルを評価するため、表 9.12 に示すように、2社の共同運航により東アジア（上海・香港・深センなど）と北米東岸（ニューヨーク、バージニア、サバンナ、マイアミ）を結ぶ基幹航路（平均船腹量 4,230 TEU、喫水-13 m）がラ・ウニオン港に寄港する例を考える。このサービスは、現行においては中米周辺地域ではメキシコのラザロ・カルデナス港にのみ寄港している。

東航の場合はラザロ・カルデナス港寄港の直後に、西航の場合はラザロ・カルデナス港寄港の直前に、ラ・ウニオン港に追加的に寄港することを想定する。現行のサービスへの追加寄港を想定するため、1)の MSC や NYK と同様、スケジュールがタイトになることを考慮し、ラ・ウニオン港アクセス航路へ進入する際の期待待ち時間は0.2時間を超えないように当該航路の船舶サイズを設定するものとする。すなわち、デフォルトのサイズ（平均船腹量 4,230 TEU、喫水-13 m）の船舶が入港するためには、ラ・ウニオン港の航路水深は-14 m 以上必要となる。

同時に、これも表 9.12 に示すように、基幹航路の運航船社のうちの 1 社によって提供される、ラ・ウニオン港で上記の基幹航路と接続して積み替えを行う新しいフィーダーサービスも設定する。事前の試行により、新しいフィーダーサービスは、ラ・ウニオン港から東へ向かい、コリント、カルデラ両港を経由してパナマのバルボア港まで行って折り返すルートとする。ラ・ウニオン港からアカフトラ、ケッツアル方面への西航のフィーダーサービスは、事前の試行的計算において十分な貨物量が確保できなかったため、今回は設定しない。

表 9.12 に示す基幹航路およびフィーダー航路をラ・ウニオン港に就航させることを想定した A 船社は、現状においては中米太平洋岸地域に定航サービスは有していない（ため、表 9.11 には含まれていない）。今回の将来シナリオにおいて、このような船社によるラ・ウニオン港の利用を想定した理由は、中米太平洋岸地域の海上コンテナ輸送市場に新規参入する船社の方が、ラ・ウニオン港をトランシップ・ハブとして利用することの効果を確認することができると考えられるためである。

表 9.12 ラ・ウニオン港においてトランシップ・サービスが提供される場合の選択肢

船社	船舶サイズ (船腹量(TEU)および喫水)	年間寄港回数 (アカフトラ、ラ・ウニオン)
A/B	2,480 (11 m)* 3,350 (12 m) 4,230 (13 m, initial)	104.0 (weekly, both direction) East Asia - Lazaro Cardenas - La Union - Miami - New York
A	2,480 (11 m)* 3,350 (12 m)**	52.0 (weekly) La Union, Corinto, Caldera, Balboa

出典: JICA 調査団の設定

\* only in 2020, \*\* only in 2030

## 3) 上記サービスの組み合わせによるシナリオ設定

コンテナ貨物配分モデルへの入力となる海上輸送ネットワークに関するシナリオは、上記で述べた各船社のサービスに関して取り得る選択肢の組み合わせとなる。ラ・ウニオン港のアクセス航路水深ごとに、各港へ入港可能な最大サイズの船舶を想定しつつ、10~15 くらいの組み合わせ（シナリオ）を設定する。同時に、CA4 諸国の貨物輸送需要が増加していることを踏まえ、その需要を満たすように、上記のとおり各シナリオで個別にサイズを設定した船舶を除く、当該地域に就航するすべてのコンテナ船が、一定水準（平均船腹量 2,480 TEU、喫水-11 m）まで大型化すると想定する。

表 9.13 には、モデル入力となる海上輸送ネットワーク・シナリオの設定例として、ラ・ウニオン港の航路水深が-12 m のときの一例を示す。この例では、MSC、MYK、APL/Hamburg Sud の③サービスがラ・ウニオンに寄港する一方で、アカフトラ港のコンテナ船寄港回数は 2010 年値と同じになっている。アカフトラ港とラ・ウニオン港に寄港する船舶が大型化し、少なくとも平均船腹量 2,480 TEU の船舶が導入されることを想定している。MSC のサービスはバイウィークリーからウィークリーサービスになっている。MSC と NYK のサービスはエルサルバドルの 2 港湾に寄港する（ラ・ウニオン港に追加的に寄港する）ことを想定している。図 9.11 に、2010 年時点の中米太平洋岸における定航ネットワーク（基本ケース）、および表 9.13 に示したシナリオ例における定航ネットワークを示す。

表 9.13 モデル入力となる海上輸送ネットワークのシナリオ設定例  
（アクセス航路水深-12m の場合）

船社	平均船腹量 (TEU)	年間寄港回数	
		Acajutla	La Union
Maersk	2,480	104.0	0.0
MSC	2,480	52.0	52.0
NYK	2,480	52.0(W)	52.0(E)
APL	2,480	52.0	0.0
CMA-CGM/CSCL/CCNI	2,516	52.0	0.0
CSAV	2,599	23.1	0.0
APL/Hamburg Sud	2,480	0.0	52.0

出典: JICA 調査団の設定

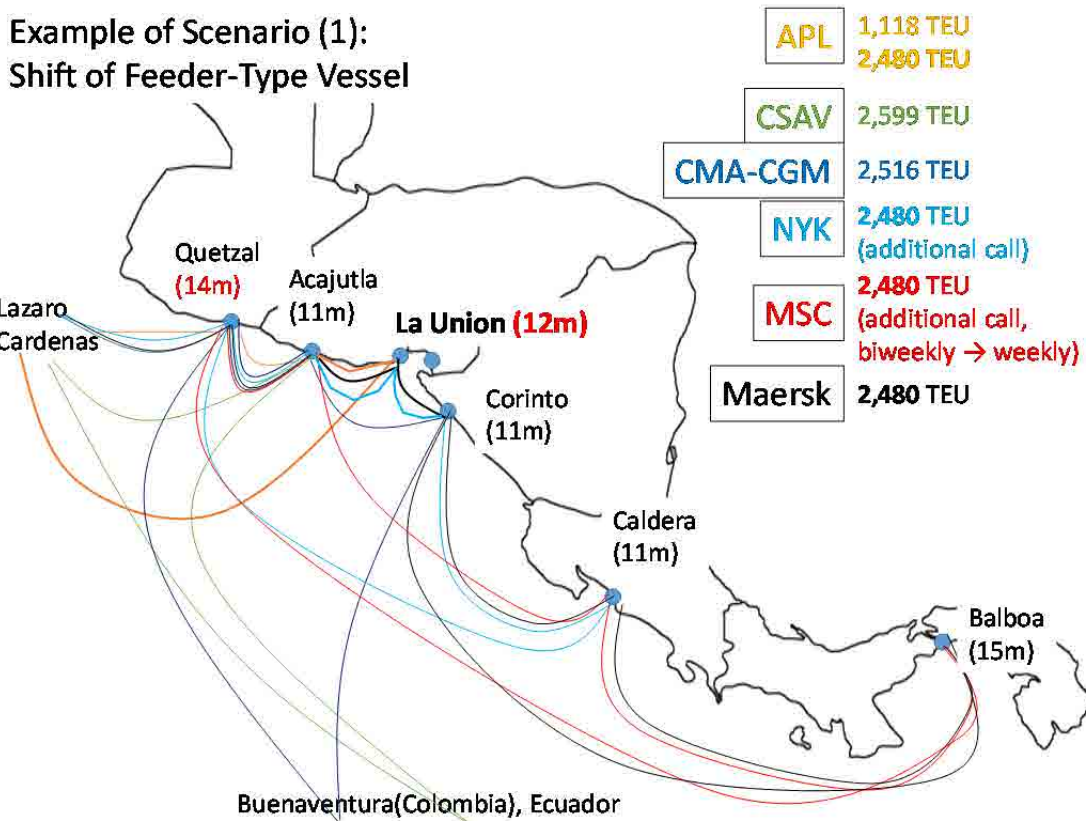
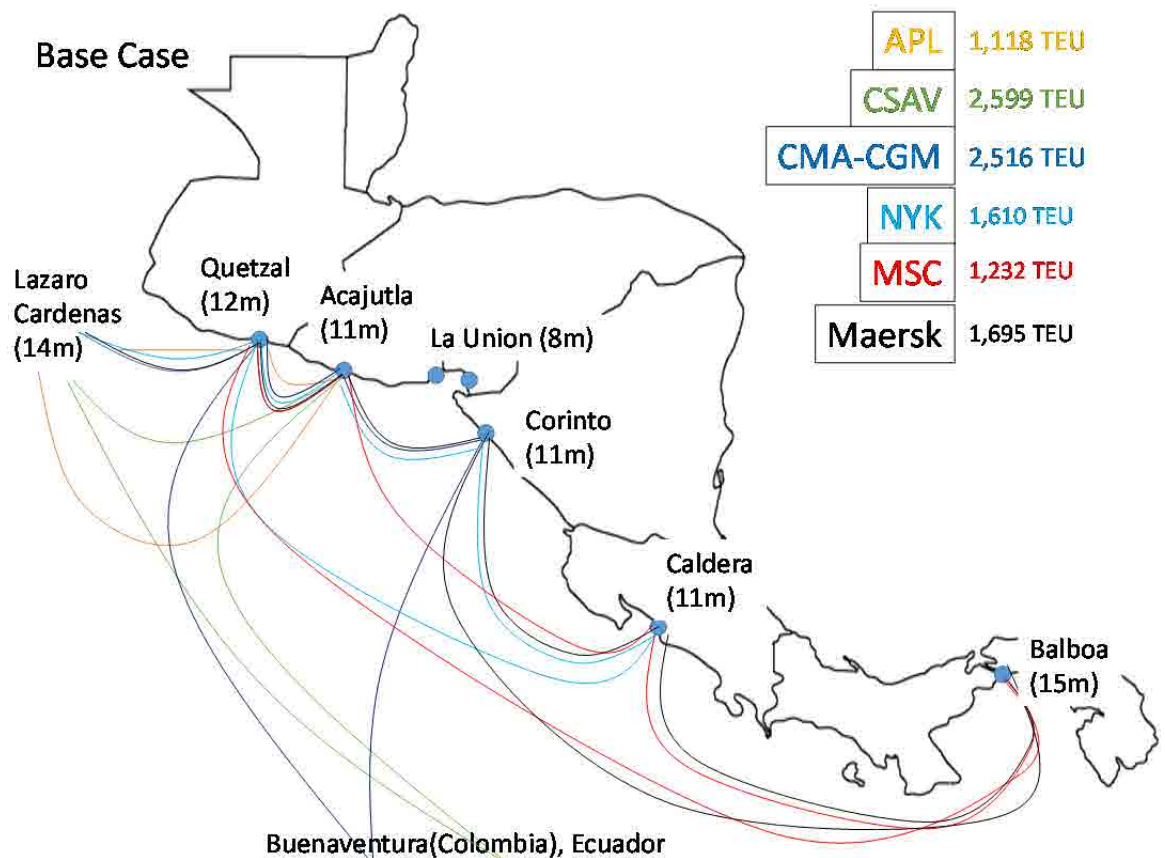


図 9.11 海上輸送ネットワークの設定例（2010 年基本ケースおよび将来シナリオ例のケース、アカフトラまたはラ・ウニオンに寄港するサービスのみ表示）

出典：調査団作成

### 9.2.3 モデル計算結果

#### (1) モデル計算の実施および結果の検討

上記で述べた各シナリオごとに、モデル計算が行われる。計算回数は、各年ごとに 100 回を超える。計算結果は以下の観点から検討される。

- 1) モデル計算が収束するかどうか
- 2) 各船社が一定の貨物量を確保できるかどうか
- 3) 各航路の消席率があまりに小さくなりすぎたり大きくなりすぎたり（たとえば、100%を超えたり）しないか
- 4) 期待収入が追加的費用に対して小さすぎないかどうか

結果として、2020 年において用意された 104 のシナリオのうち 23 シナリオ（航路水深-9m から-14m まで含む）が、2030 年においては用意された 121 のシナリオのうち 22 シナリオが、実現可能性のあるシナリオ（「実現可能シナリオ」）として採択された。ここで、各「実現可能シナリオ」が実際に実現する確率は、シナリオごとに異なると考えられ、「実現可能性の最も高い実現可能シナリオ」を選定することはできないことに注意が必要である。

もうひとつの留意点は、各シナリオは、アクセス航路の水深ごとに、当該水深の航路を航行可能な最大サイズの船舶を前提として設定されていることである。すなわち、ある航路水深のもとで、あるシナリオが実現可能であると判断された場合は、自動的に、それより深い航路水深のもとでも、当該シナリオが実現可能であることを意味する。

#### (2) 計算結果の例：各実現可能シナリオごとのコンテナ貨物取扱量

2020 年における、各航路水深における実現可能シナリオごとのラ・ウニオン港およびアカフトラ港のコンテナ貨物取扱量を図 9.12 に示す。この図には、前節で整理したふたつのシナリオの大枠、すなわち 1) 既存のフィーダーサービスやウェイポートサービス・ネットワークの修正シナリオ（航路水深-9~-12m）、および 2) トランシップ・ハブとしての追加的船舶寄港シナリオ（航路水深-12~-14m）の両方の結果が含まれている。また、航路水深が-8m のときの「浚渫未実施シナリオ」の結果も図に示されている。

図より、アクセス航路の水深が深くなるにつれ、平均的に見ればラ・ウニオン港のコンテナ貨物取扱量は増加していく傾向が読み取れる。一方、アカフトラ港の取扱量は、ラ・ウニオン港の航路水深が増加するとやや減少する。

同様に、図 9.13 には 2030 年の取扱量を示す。ここでも、ラ・ウニオン港については図 9.12 に示される 2020 年の結果と同様の傾向を示している。一方で、ラ・ウニオン港航路水深とアカフトラ港取扱量の関係は、2020 年ほど明確ではない。これは、9.2.2(2)で考慮したように、アカフトラ港においては、取扱容量に関する制約（取扱量が年間 20 万 TEU を超えると、(D.8')式および(D.9')式に示したような追加的な荷役時間が生じる）が存在することとも関係している（このような容量制約が存在しなければ、特にラ・ウニオン港の航路水深が浅い場合にはアカフトラ港の取扱量はもっと多くなる可能性が高い）ものと考えられる。



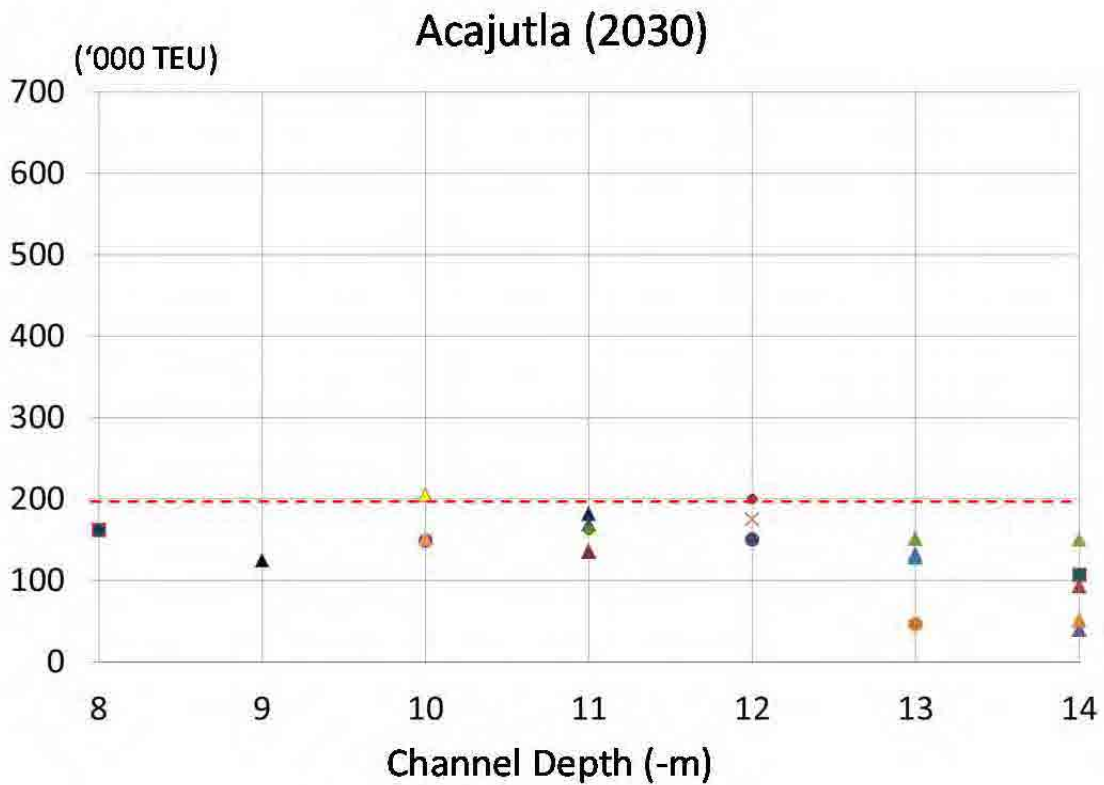
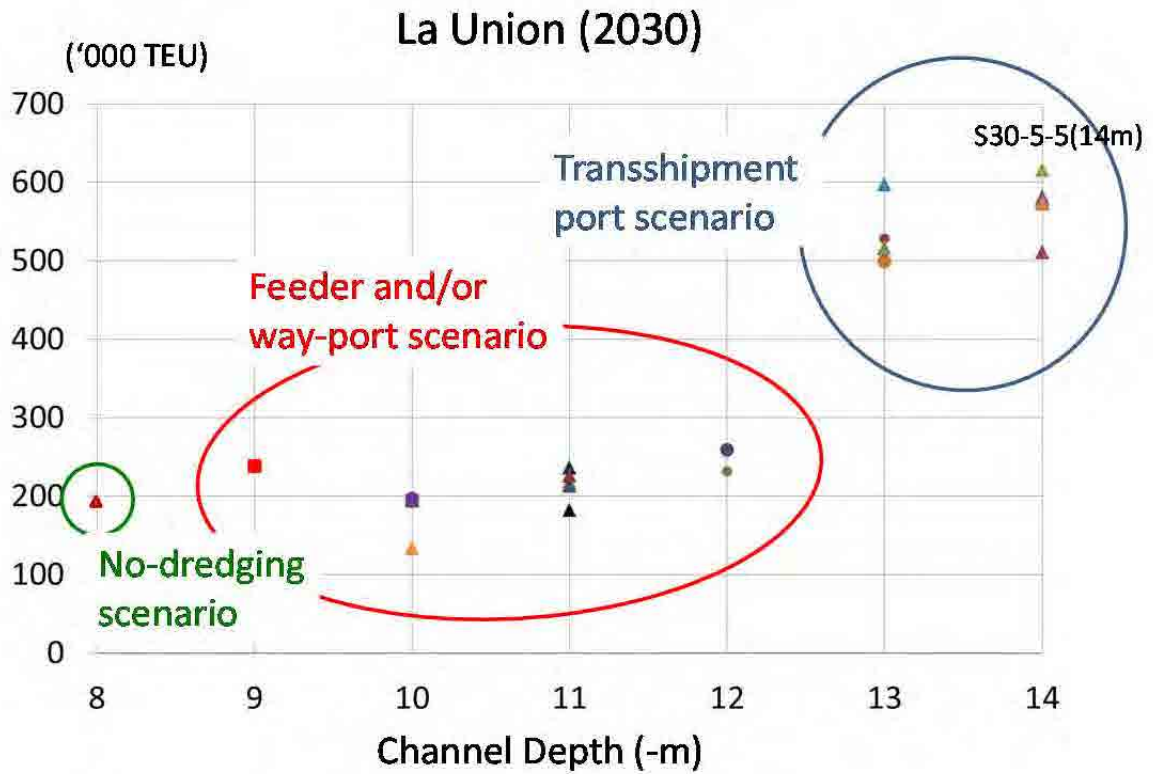


図 9.13 各実現可能シナリオにおける 2030 年コンテナ貨物取扱量の予測値  
 (上：ラ・ウニオン港、下：アカフトラ港)



モデルによって推計されたエルサルバドル各港の背後圏を表 9.14 に示す。ここでは、図 9.12 に示された 2020 年のアクセス航路水深-11 m における 1 シナリオ (S20-2-4(11 m))、および図 9.13 に示された 2030 年の-14 m における 1 シナリオ (S30-5-5(14 m)) についての例を示す。表より、ラ・ユニオン港の背後圏は、エルサルバドルだけでなく、隣国 (特にホンジュラス) にも広がっていることがわかる。この傾向は、特に輸入コンテナにおいて顕著である。

また、ラ・ユニオン港のアクセス航路が深くなると、ラ・ユニオン港がより外国貨物を惹きつけるようになる傾向も観察される。たとえば、ホンジュラス北部および南部の輸入コンテナのうち、エルサルバドル港湾 (ラ・ユニオン港とアカフトラ港の合計) を利用するものは、2010 年時点では、8.8.3(2)の表 8.43 に示した通りそれぞれ 10.6%および 15.6%であったのに対し、同様のシェアを S20-2-4(11 m)および S30-5-5(14 m)の結果から計算すると (表は省略)、S20-2-4(11 m)においてはホンジュラス北部および南部の輸入コンテナのうちエルサルバドル港湾のシェアはそれぞれ 12.9%と 21.8%、S30-5-5(14 m)においては 20.3%と 26.1%となった。

表 9.14 エルサルバドル港湾の背後圏分布に関するモデル推計結果の例

- S20-2-4(11 m) シナリオ (2020 年、航路水深-11 m)

	Export				Import			
	Acajutla		La Union		Acajutla		La Union	
	TEU	share	TEU	share	TEU	share	TEU	share
Guatemala	13,573	28.3%	510	2.3%	4,717	9.5%	1,639	1.7%
El Salvador West	23,658	49.4%	14,991	68.1%	30,322	60.9%	55,510	56.4%
El Salvador East	469	1.0%	2,764	12.5%	1,386	2.8%	4,986	5.1%
Honduras North	6,104	12.7%	1,769	8.0%	9,386	18.8%	20,580	20.9%
Honduras South	3,280	6.8%	1,563	7.1%	3,997	8.0%	14,896	15.1%
Nicaragua	819	1.7%	431	2.0%	1	0.0%	799	0.8%
Transshipment	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>47,904</b>	<b>100.0%</b>	<b>22,029</b>	<b>100.0%</b>	<b>49,809</b>	<b>100.0%</b>	<b>98,411</b>	<b>100.0%</b>

- S30-5-5(14m) シナリオ (2030 年、航路水深-14 m)

	Export				Import			
	Acajutla		La Union		Acajutla		La Union	
	TEU	share	TEU	share	TEU	share	TEU	share
Guatemala	2,607	10.4%	14,717	5.5%	299	2.0%	23,430	6.7%
El Salvador West	20,517	81.8%	199,448	74.5%	12,912	88.2%	214,042	61.5%
El Salvador East	106	0.4%	14,243	5.3%	395	2.7%	15,884	4.6%
Honduras North	1,337	5.3%	12,696	4.7%	640	4.4%	46,765	13.4%
Honduras South	473	1.9%	9,229	3.4%	386	2.6%	25,813	7.4%
Nicaragua	40	0.2%	5,791	2.2%	0	0.0%	10,589	3.0%
Transshipment	0	0.0%	11,628	4.3%	0	0.0%	11,628	3.3%
<b>Total</b>	<b>25,080</b>	<b>100.0%</b>	<b>267,752</b>	<b>100.0%</b>	<b>14,632</b>	<b>100.0%</b>	<b>348,151</b>	<b>100.0%</b>

### (3) モデルを用いた政策シミュレーション：ラ・ウニオン港の利用料金引き上げおよびエルサルバドル東部地域開発の進展

#### 1) ラ・ウニオン港における港湾利用料金の引き上げ

コンセッション契約が締結された暁には、ラ・ウニオン港のコンテナ取扱料金が引き上げられる見込みである。港湾料金引き上げのインパクトを測るため、(1)で用意したすべてのシナリオに対して、第8章の表 8.39 に示した現行の取扱料金 65.79 US\$/TEU から、約3倍弱の新料金 (185.76 US\$/TEU) に引き上げられたケースを想定し、再度モデル計算を行った。

ラ・ウニオン港料金引き上げケースにおける、2020年のラ・ウニオン港およびアカフトラ港のコンテナ貨物取扱量の推計結果を図 9.14 に示す。図 9.12 に示される料金値上げ前の結果と比較すると、航路水深ごとに推計されたラ・ウニオン港のコンテナ貨物取扱量は小さくなってはいるものの、さほど大きな差とは言えない。また、アカフトラ港のコンテナ貨物取扱量はほとんど変化がない。同様に、図 9.15 に示される 2030年のラ・ウニオン港およびアカフトラ港のコンテナ貨物取扱量の推計結果を見ても、図 9.12 に示される料金値上げ前の結果と比較して、ラ・ウニオン港のコンテナ貨物取扱量はやや小さくなっている一方で、アカフトラ港のコンテナ貨物取扱量は一部のシナリオでコンテナ取扱能力の上限 (20万 TEU) を超える結果が推計されている。表 9.15 には、港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港の背後圏の例を示す。モデルによって推計されたエルサルバドル各港の背後圏を表 9.14 に示す。ここでは、図 9.12 に示された 2020年のアクセス航路水深-11 mにおける1シナリオ (S20-2-4(11 m))、および図 9.13 に示された 2030年の-14 mにおける1シナリオ (S30-5-5(14 m)) についての例を示す。表より、ラ・ウニオン港の背後圏は、エルサルバドルだけでなく、隣国 (特にホンジュラス) にも広がっていることがわかる。この傾向は、特に輸入コンテナにおいて顕著である。

また、ラ・ウニオン港のアクセス航路が深くなると、ラ・ウニオン港がより外国貨物を惹きつけるようになる傾向も観察される。たとえば、ホンジュラス北部および南部の輸入コンテナのうち、エルサルバドル港湾 (ラ・ウニオン港とアカフトラ港の合計) を利用するものは、2010年時点では、8.8.3(2)の表 8.43 に示した通りそれぞれ 10.6%および 15.6%であったのに対し、同様のシェアを S20-2-4(11 m)および S30-5-5(14 m)の結果から計算すると (表は省略)、S20-2-4(11 m)においてはホンジュラス北部および南部の輸入コンテナのうちエルサルバドル港湾のシェアはそれぞれ 12.9%と 21.8%、S30-5-5(14 m)においては 20.3%と 26.1%となった。

表 9.14 表 9.14 に示した港湾料金引き上げ前のケースと比較すると、各シナリオとも数千 TEU 程度取扱量が減少していることがわかる。

以上の結果より、ラ・ウニオン港の利用料金引き上げは、ラ・ウニオン港のコンテナ貨物取扱量に対して負の影響を与えるものの、その影響はあまり大きくないということが示唆される。

港湾料金引き上げによる負のインパクトについてさらに検討するため、陸上輸送における越境輸送抵抗の有無に関するシミュレーションを行う。図 9.16 は、2030年の航路水深-14 mにおける、あるシナリオ (S30-5-5(14 m)) のもとで、ラ・ウニオン港料金引き上げが CA4 諸港のコンテナ貨物取扱量に及ぼす影響について、シミュレーション結果を整理したものである。現状の国境抵抗が維持された場合 (8.6.5 の(14)式および(15)式に含まれるトランジット輸送に関する補正係数  $\alpha = 0.3$ ) は、表 9.15 に示した通りラ・ウニオン港利用料金の引き上げによる取扱量の減少はごくわずかにとどまるものの、もし国境抵抗が完全に撤廃された場合 ( $\alpha = 0$ ) は、両者の相違はより大きくなる。

表 9.16 には、上記シナリオ (S30-5-5(14 m)) : 2030年、航路水深-1 m) における、ラ・ウニオン港料金引き上げ後の背後圏について、国境抵抗の有無別に示したものである。国境抵抗が撤廃

された場合は、国境抵抗が維持された場合に比べ、エルサルバドル発着貨物の多くが他国の港湾へシフトするなど大きな影響があることがわかる。

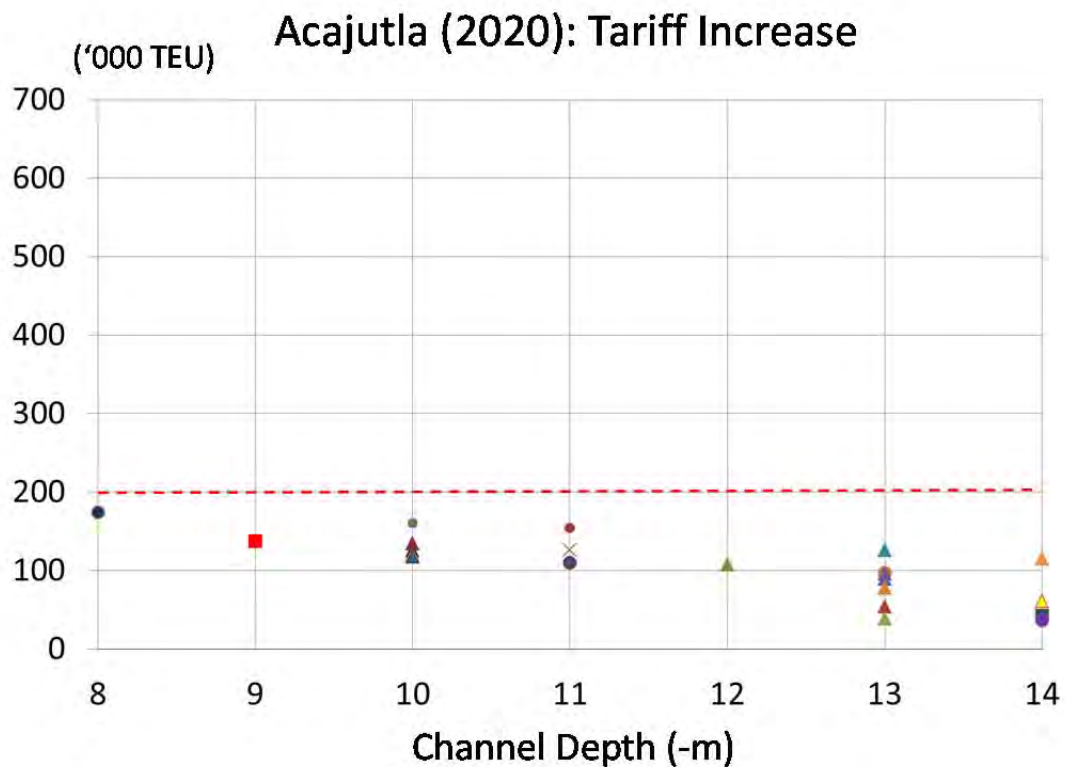
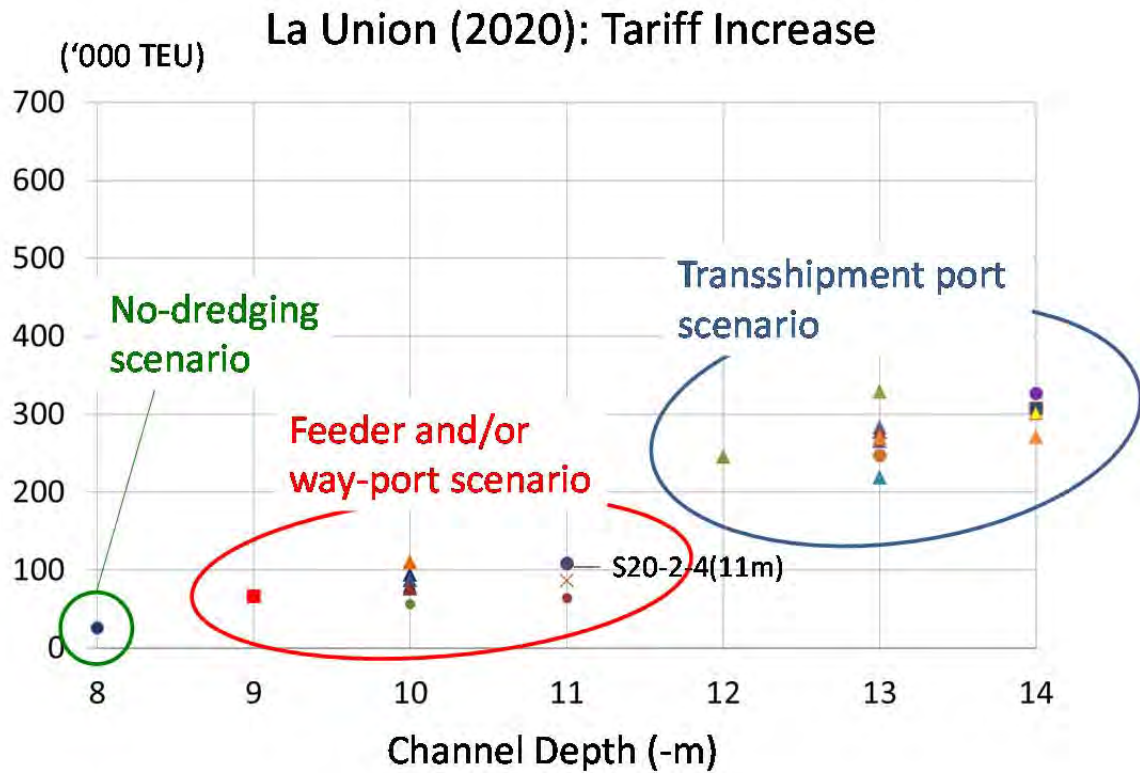


図 9.14 各実現可能シナリオにおける 2020 年コンテナ貨物取扱量の予測値  
 (ラ・ウニオン港利用料金引き上げケース、上：ラ・ウニオン港、下：アカフトラ港)

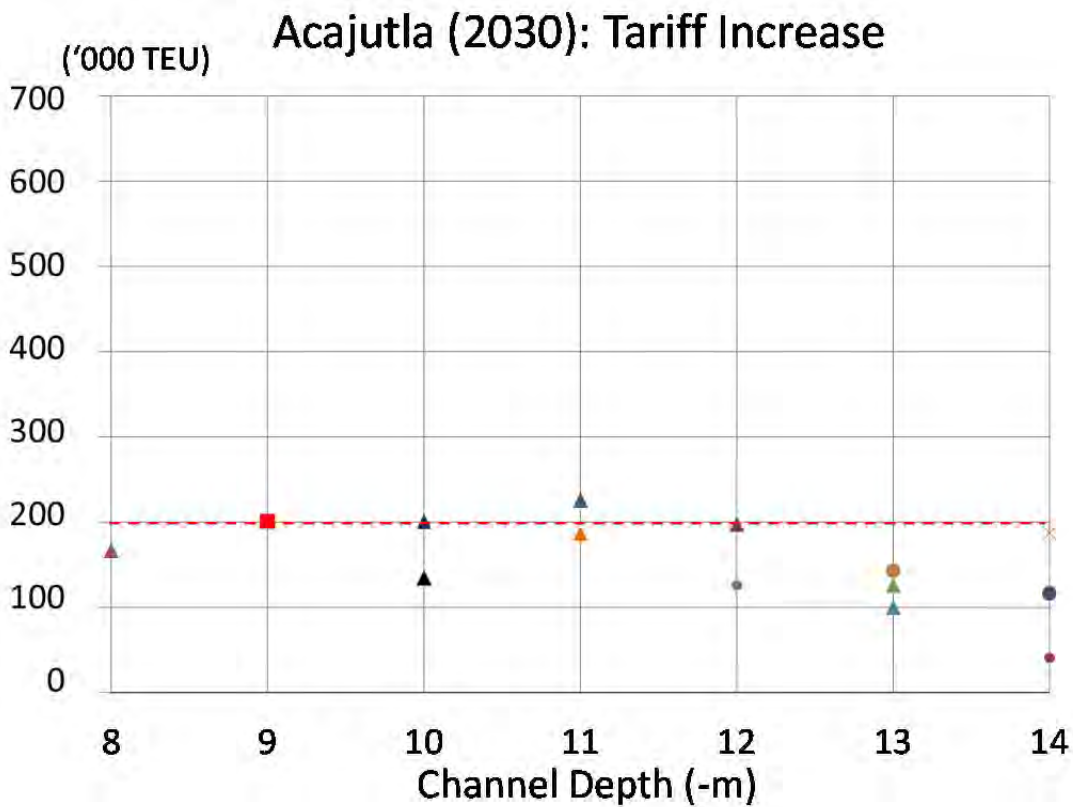
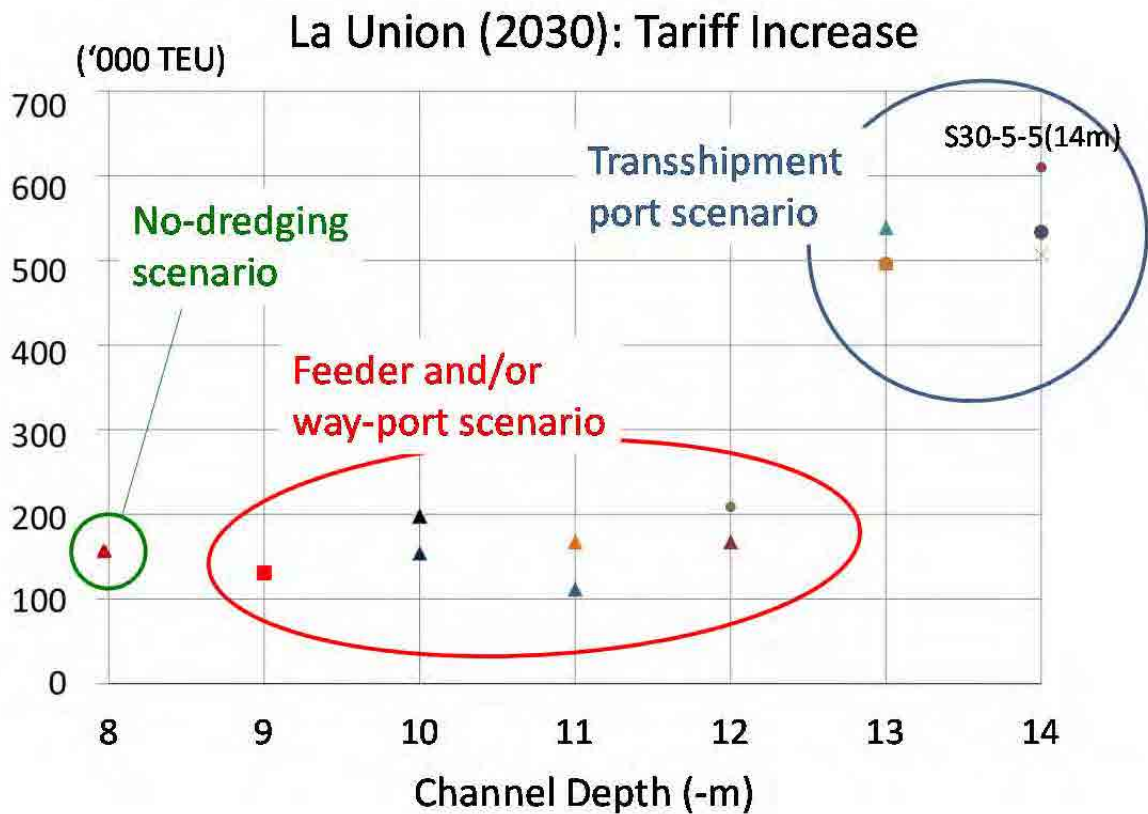


図 9.15 各実現可能シナリオにおける 2030 年コンテナ貨物取扱量の予測値  
 (ラ・ウニオン港利用料金引き上げケース、上：ラ・ウニオン港、下：アカフトラ港)

表 9.15 ラ・ユニオン港の背後圏分布に関するモデル推計結果の例  
 (ラ・ユニオン港利用料金引き上げケース)

	S20-2-4(11 m) シナリオ (2020 年、航路水深-11 m)				S30-5-5(14 m) シナリオ (2030 年、航路水深-14 m)			
	Export		Import		Export		Import	
	TEU	share	TEU	share	TEU	share	TEU	share
Guatemala	480	2.9%	1,465	1.6%	15,775	5.9%	21,090	6.1%
El Salvador West	11,101	68.2%	43,329	47.0%	193,724	72.7%	209,265	60.9%
El Salvador East	1,471	9.0%	5,262	5.7%	14,048	5.3%	16,021	4.7%
Honduras North	1,380	8.5%	22,650	24.6%	12,346	4.6%	47,072	13.7%
Honduras South	1,417	8.7%	16,458	17.9%	11,422	4.3%	26,552	7.7%
Nicaragua	427	2.6%	2,990	3.2%	6,325	2.4%	10,493	3.1%
Transshipment	0	0.0%	0	0.0%	12,873	4.8%	12,873	3.7%
<b>Total</b>	<b>16,277</b>	<b>100.0%</b>	<b>92,154</b>	<b>100.0%</b>	<b>266,513</b>	<b>100.0%</b>	<b>343,366</b>	<b>100.0%</b>

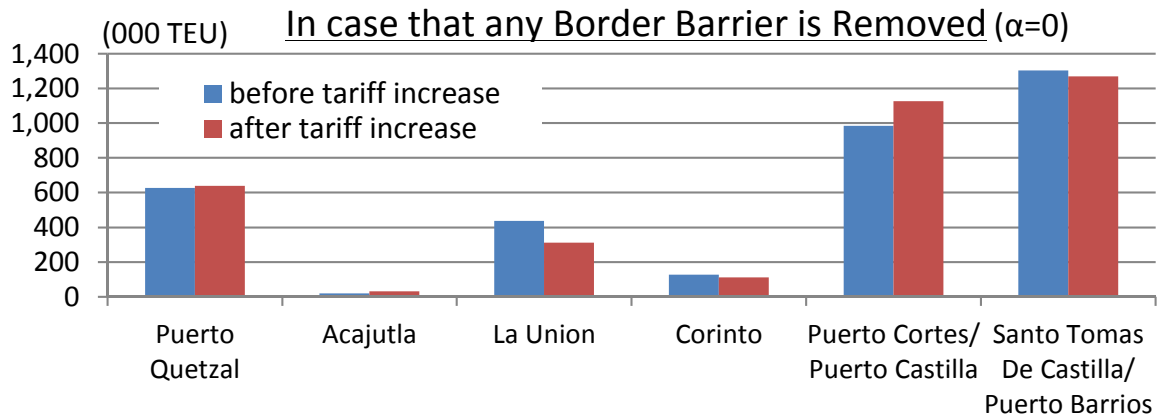
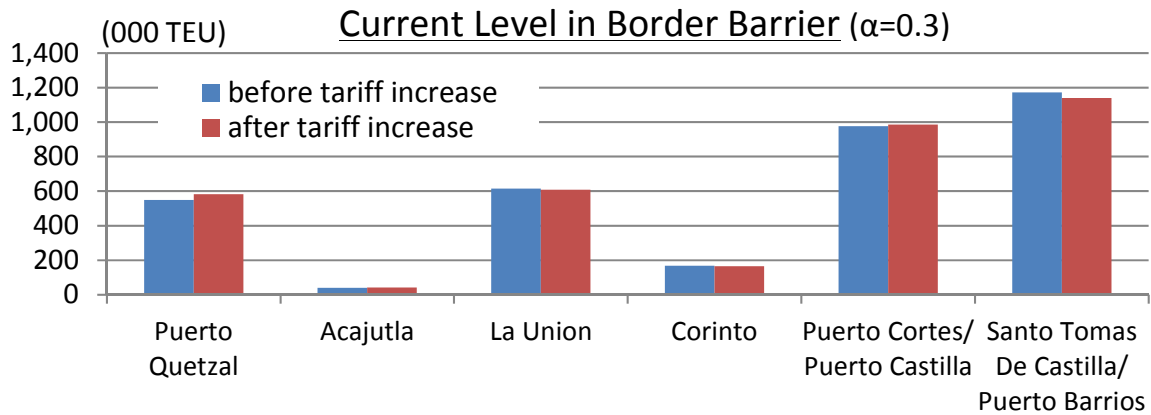


図 9.16 ラ・ユニオン港利用料金引き上げがコンテナ貨物取扱量に及ぼす影響の違い  
 : 国境抵抗現状ケース (上) および完全撤廃ケース (下)  
 (2030 年-14 m 航路水深におけるシナリオ S30-5-5(14m) の例)

表 9.16 ラ・ユニオン港の背後圏分布に関するモデル推計結果の例  
 (ラ・ユニオン港利用料金引き上げケースにおける国境抵抗の有無による違い、  
 2030年-14m航路水深におけるシナリオ S30-5-5(14m))

	国境抵抗現状ケース ( $\alpha=0.3$ )*				国境抵抗完全撤廃ケース ( $\alpha=0$ )			
	Export		Import		Export		Import	
	TEU	share	TEU	share	TEU	share	TEU	share
Guatemala	15,775	5.9%	21,090	6.1%	18,423	36.4%	27,228	10.4%
El Salvador West	193,724	72.7%	209,265	60.9%	10,058	19.9%	126,938	48.7%
El Salvador East	14,048	5.3%	16,021	4.7%	1,634	3.2%	12,202	4.7%
Honduras North	12,346	4.6%	47,072	13.7%	8,574	16.9%	39,802	15.3%
Honduras South	11,422	4.3%	26,552	7.7%	5,025	9.9%	23,495	9.0%
Nicaragua	6,325	2.4%	10,493	3.1%	2,755	5.4%	26,976	10.3%
Transshipment	12,873	4.8%	12,873	3.7%	4,167	8.2%	4,167	1.6%
<b>Total</b>	<b>266,513</b>	<b>100.0%</b>	<b>343,366</b>	<b>100.0%</b>	<b>50,636</b>	<b>100.0%</b>	<b>260,808</b>	<b>100.0%</b>

\*similar results shown in 表 9.15

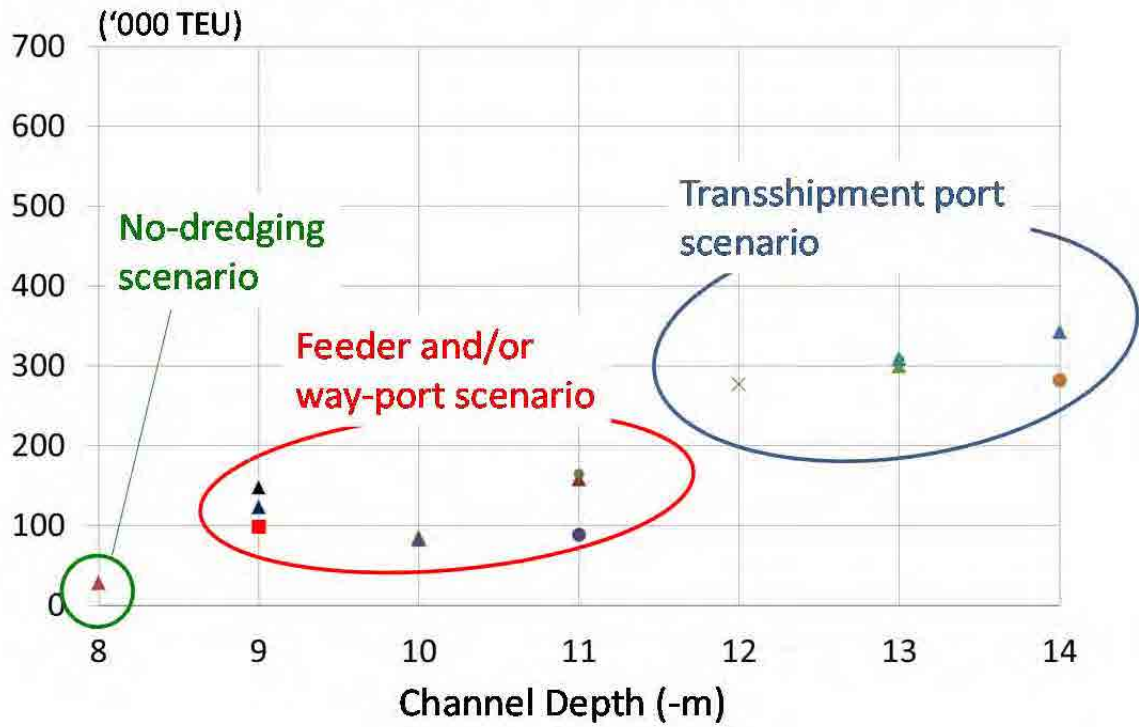
## 2) エルサルバドル東部における地域開発の進展

ラ・ユニオン港開発の当初計画においては、エルサルバドル東部地域の背後圏における地域開発計画と一体的な計画となっていた。このことを踏まえ、エルサルバドル発着の国際コンテナ貨物における、東西地域の発生集中量のバランスが変化した場合について、シミュレーションを行う。具体的には、8.7.1(2)1)に示したように、オリジナルのコンテナ OD においては、エルサルバドル発着コンテナ貨物の西部および東部地域のシェアは、それぞれ 94 % および 6 % と想定していた。本シミュレーションでは、この比率が、東部地域開発の進展により、2020 年時点において 70 % と 30 % に変化すると仮定する。なお、エルサルバドル国全体の発着貨物量はオリジナルのシミュレーションと変わらないものとする。

図 9.17 は、2020 年におけるエルサルバドル東部の地域開発進展ケースにおける、ラ・ユニオン港およびアカフトラ港のコンテナ貨物取扱量の推計値を示す。図 9.12 に示したオリジナルのシミュレーション結果と比較すれば、ラ・ユニオン港におけるコンテナ貨物取扱量は増加する傾向にある。特に、背後圏の成長が輸送量に直結するフィーダー／ウェイポートシナリオにおいて、大きな増加率が予測されている。しかしながら、ラ・ユニオン港とアカフトラ港合計の取扱量についてみれば、エルサルバドル国全体の発着貨物量は変わっていないため、オリジナルのシミュレーション結果からほとんど変化がない。



### La Union (2020): Eastern Salvador Development



### Acajutla (2020): Eastern Salvador Development

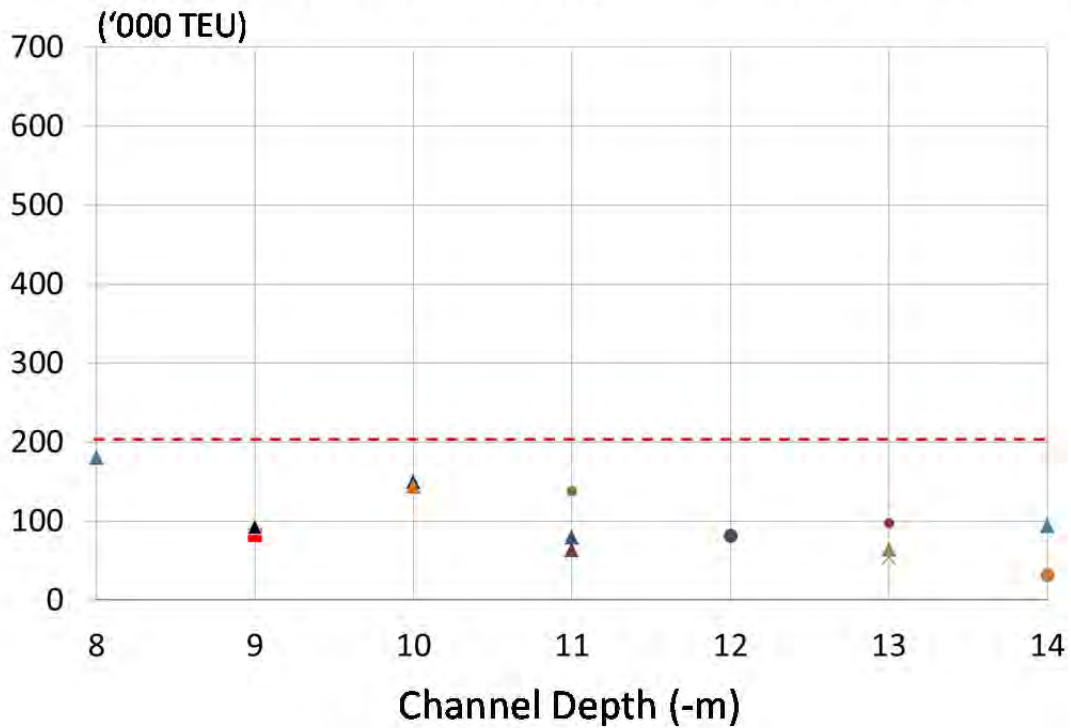


図 9.17 各実現可能シナリオにおける 2020 年コンテナ貨物取扱量の予測値  
(エルサルバドル東部開発進展ケース、上：ラ・ウニオン港、下：アカフトラ港)

## 9.3 船舶寄航モデルでの経済及び財務分析

### 9.3.1 定義と検討手法

#### (1) ラ・ユニオン港の純収益（浚渫費用を除く）

ラ・ユニオン港の最適航路水深は、航路水深別のラ・ユニオン港のコンテナビジネスにおける純収益（浚渫費用を除く）と浚渫費用との差分を比較することで求めることができる。ここで、ラ・ユニオン港の純収益（浚渫費用を除く）とは、コンテナ船入港料及びコンテナハンドリングチャージによる収入から、コンテナオペレーションコストを差し引いたものとする（表 9.17 参照）。

コンテナ船とコンテナ貨物に課される料金は、ラ・ユニオン港のタリフを基に算出される（表 9.18 参照）。タリフによると、入港料・コンテナハンドリングチャージはコンテナ船のサイズ及びコンテナ取扱量により変化する。CEPA は、コンセッション後のタリフ計画検討報告書の中で、コンテナオペレーションコストを推計しており、報告書によるとコストについては、固定費の部分とコンテナ取扱量（ボックス当り）により変動する費用とで構成されている（表 9.19 参照）。

表 9.17 ラ・ユニオン港のコンテナビジネスにおける収入と支出

Revenue	Remarks
Charge for service to vessels	From Tariff of La Union port (see 表 9.18)
Charge for service to container handling	
Expenditure (except for dredging cost)	
Container operation Cost	Estimated based on Financial Statements in the report on Concession's tariff Plan by CEPA (ESTRUCTURA TARIFARIA DE LA UNION) (see 表 9.19)
Net Income (except for dredging cost)	Revenue – Expenditure

表 9.18 ラ・ユニオン港のタリフ（コンテナに関するもの）

Item	Remarks
a) Services Vessels	
Access Channel Usage, navigation aids and pilotage	@(0.42\$ * GT) MAX17,500GT
Berthing/unberthing, towing, mooring/unmooring and first 24-hour stay of the vessel at the berth	@(0.08\$ * GT) MAX17,500GT
Stay. For each meter of length for each hour or fraction after the first 24 hours until the vessel leaves the berth.	@(0.35\$ * LOA ) per 24hour
b) Services for Container Handling	
Loading/unloading at the pier, transfer, loading/unloading in yard, reception and dispatch	@( \$ 111.84*BOX)

Source : ESTRUCTURA TARIFARIA DE LA UNION

表 9.19 コンテナターミナルオペレーションコスト

Item	Annual Cost (\$USD)	Remarks
Fixed cost	USD 2,683,832/year	Personnel expenses, Basic services, Use and consumption goods, Maintenance
Container volume depending cost	USD 15.52/box	Contracted services, Maintenance
Fixed and Container volume depending costs	USD 513,243/year USD11.47/box	Fuels and lubricants

Source: prepared from ESTRUCTURA TARIFARIA DE LA UNION



(2) エルサルバドルにおける港湾部門の純収益（浚渫費用を除く）

エルサルバドルにおける港湾部門の純収益（浚渫費用を除く）を考慮する場合、ラ・ウニオン港だけでなくアカフトラ港の収入や支出も検討する必要がある（表 9.20 参照）。

アカフトラ港のコンテナオペレーションコストは、ラ・ウニオン港の計算方法と同じと仮定する。アカフトラ港のタリフを表 9.21 に示す。

表 9.20 エルサルバドルにおける港湾部門の収入と支出

Revenue		Remarks
Revenue from container business of port of La Union (same as in 表 9.17)		See 表 9.17 and 表 9.18
Revenue from container business of port of Acajutla		From Tariff of Acajutla port (see 表 9.21)
Expenditure (except for dredging cost)		
Container operation Cost of La Union port(same as in 表 9.17)		See 表 9.17 and 表 9.19
Container operation Cost of Acajutla port		Same method as La Union port
Net Income (except for dredging cost)		Revenue – Expenditure

表 9.21 アカフトラ港のタリフ（コンテナに関するもの）

Item	Remarks
a) Services to the Vessels	
Berthing/unberthing in Quay	@ (0.31\$ * GT)
Aid to Navigation	98.42 \$ /vessel
Stay in Quay	@ (2.92\$ * LOA) per 24hour
b) Services for Container Handling	
Loading/Unloading Quay, Yarrd (Full/Empty), Transfer	@ ( 124.92\$ *BOX) (Full , Empty )

Source : CEPA

(3) エルサルバドル経済における純便益（浚渫費用を除く）

航路浚渫により生じるエルサルバドル経済における純便益は、エルサルバドルの港湾部門の収益の増加分（(2)で推計したもの）とエルサルバドルのコンテナ輸送コストの減少分を合計したものと、「浚渫未実施シナリオ」とを比較することで得られる（表 9.22 参照）。

「浚渫未実施シナリオ」でのエルサルバドルの港湾部門の収益とエルサルバドル国内の運送業における輸送費用は、航路水深 8 m のケースの計算結果から求めることができる。

表 9.22 ラ・ウニオン港の経済的便益と航路浚渫プロジェクト費用  
(浚渫未実施シナリオとの比較)

Benefit		
Increased/decreased revenue from container business of La Union port		From Tariffs of the ports
Increased/decreased revenue from container business of Acajutla port		
Increased/decreased shipping cost of Salvadoran export/import container cargo		Calculated by Model
Cost		
Increased/decreased expenses of container operation of La Union port		Same method as La Union port
Increased/decreased expenses of container operation of Acajutla port		

### 9.3.2 ラ・ユニオン港のコンテナビジネスにおける純収益と航路水深別の浚渫費用

#### (1) 寄航船舶及びコンテナ取扱量

航路水深が 9 m、10 m、11 m、12 m、13 m、14 m の各ケースにおける 2020 年および 2030 年のコンテナ取扱量と寄航船舶のサイズ及び隻数は、船舶寄港モデルの計算結果を基に算定される。水深別に整理した各実行可能シナリオごとの算定値を表 9.23 と表 9.24 に示す。

表 9.23 ラ・ユニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2020 年）

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Laden container throughput (TEU)	25,988	47,672 – 69,260	77,856 – 155,553	102,213 – 147,520	83,736 – 267,052	248,009 – 333,982	269,752 – 369,987
Number of Call	52	104	104 – 260	208 – 231	156 – 387	260 – 491	312 – 491
Vessel size (TEU Capacity)	1,324	1,240 – 1,790	1,240 – 1,790	1,790 – 2,599	2,480 – 2,599	2,480 – 3,350	2,480 – 4,230

表 9.24 ラ・ユニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2030 年）

Channel depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Laden container throughput (TEU)	196,196	238,746	133,307 – 197,203	182,274 – 236,282	185,022 – 259,425	499,205 – 597,343	511,104 – 615,908
Number of Call	208	208	156 – 208	104 – 283	156 – 179	364 – 387	283 – 416
Vessel size (TEU Capacity)	1,240	1,240 – 1,790	1,790 – 2,330	1,790 – 2,599	2,480 – 3,350	2,480 – 3,350	2,480 – 4,230

モデルによる計算結果は、ラ・ユニオン港で取り扱われる TEU ベースの実入りコンテナ量を示している。空コンテナ量は前セクション（9.2.2(2)）で推計した空コンテナ率を用いて算出する。また、コンテナ量を box ベースで取り扱う場合は、アカフトラ港での現況の 20 フィート及び 40 フィートコンテナ数より算定した 1.7 TEU/box を乗じて変換する。

#### (2) 純収益と浚渫費用

ラ・ユニオン港のコンテナビジネスにおける純収益は、表 9.18 で計算された収入から、表 9.19 で計算されたコンテナオペレーションコストを差し引くことで得られる。各実行可能シナリオごとに算定された 2020 年と 2030 年のラ・ユニオン港の純収益（浚渫費用を除く）を図 9.18 と図 9.19 に示す。

浚渫費用も同図に示されている。浚渫費用は、土量を線形モデルで算出したケースと修正指数モデルで算出したケースのそれぞれにおいて用意されている（表 9.25 参照）。これらの浚渫コストには、請負契約による浚渫船を使用した場合の維持浚渫費用と再浚渫費用が含まれている。浚渫費用については、第 5 章で維持浚渫は 10 年間行うと仮定されていることから、表内において単年度当りの浚渫費用として取扱うために、再浚渫費用を 10 分の 1 し、維持浚渫費用に加えている。

表 9.25 水深別埋没モデル別の浚渫費用

単位: 千ドル

Channel Depth	8 m (no dredging scenario)	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541

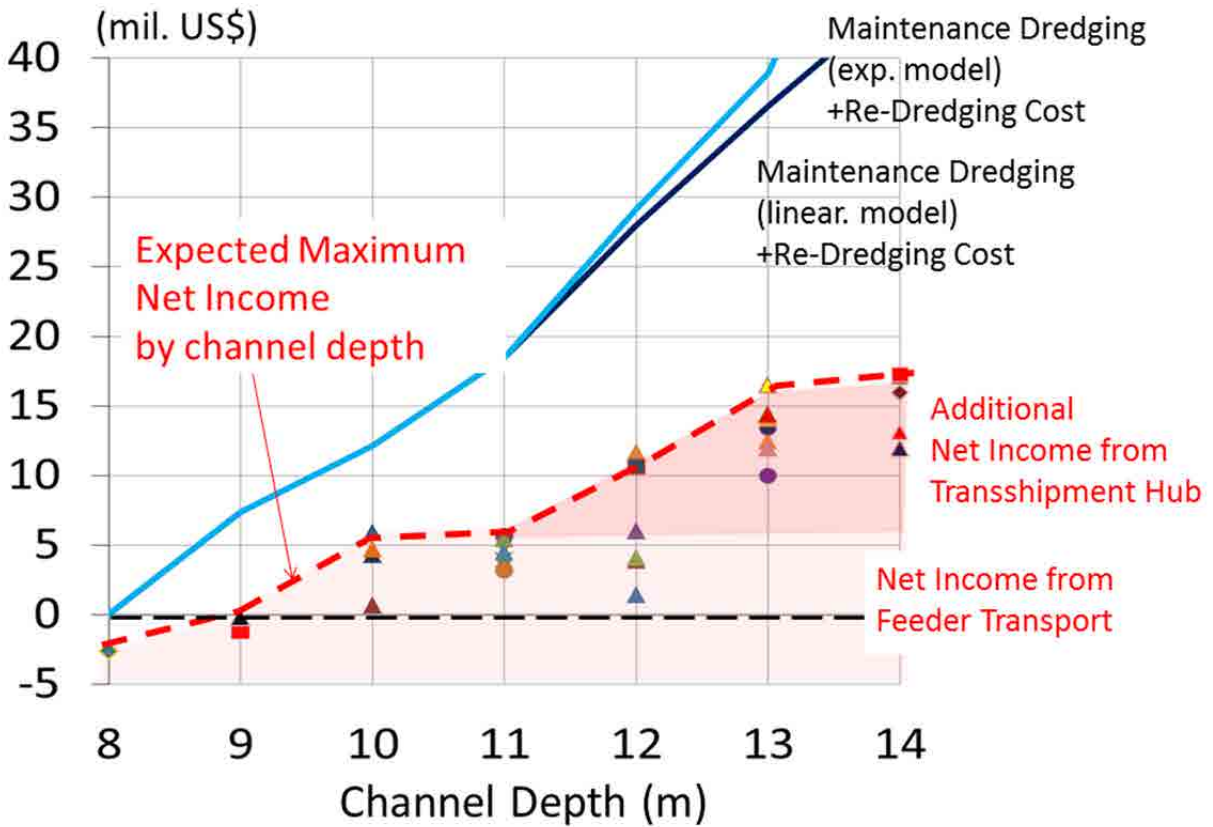


図 9.18 ラ・ユニオン港における航路水深別の純収益（浚渫費用を除く）と浚渫費用（2020 年）

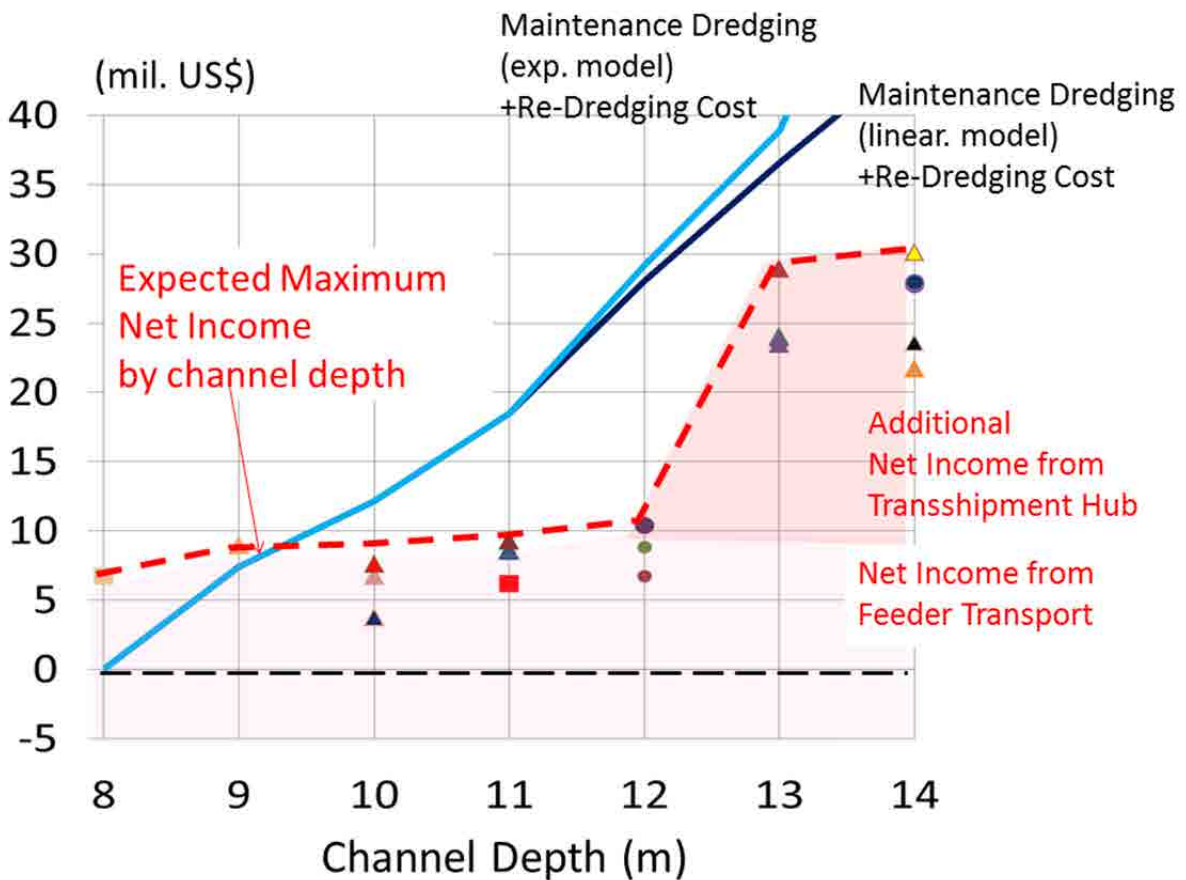


図 9.19 ラ・ユニオン港における航路水深別の純収益（浚渫費用を除く）と浚渫費用（2030 年）

各水深の最大純収益のケースは、ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける財務的観点から、CEPAにとって最良のシナリオとなる。それぞれのケースの収入と支出（浚渫費用を除く）を表 9.26 と表 9.27 に示す。

2020 年と 2030 年の、浚渫費用を除く純収益と浚渫費用の差分が最大となる値を航路水深別に整理したものを表 9.28 と表 9.29 に示す。ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける財務的観点からの最適水深は、この差分が最大値となる水深である。航路水深-8 m が 2020 年において、線形モデル及び修正指数モデルの両方で最大値となっている（ただし負の値をとる）。同様に 2030 年においても-8 m が線形モデル及び修正指数モデルの両方で、最大値となっている。

表 9.26 ラ・ウニオン港コンテナビジネスにおける水深別最大純収益（浚渫費用を除く、2020 年）  
単位:千ドル

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Revenue	2,115	7,335	12,898	12,898	20,155	26,751	27,878
Expenditure	-4,755	-5,490	-6,983	-6,983	-8,525	-10,236	-10,626
Net Income	-2,641	1,845	5,917	5,917	11,630	16,515	17,253

表 9.27 ラ・ウニオン港コンテナビジネスにおける水深別最大純収益（浚渫費用を除く、2030 年）  
単位:千ドル

Channel depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Revenue	14,185	17,119	17,119	17,124	18,963	43,167	44,669
Expenditure	-7,489	-8,212	-8,212	-7,893	-8,596	-14,240	-14,565
Net Income	6,696	8,908	8,908	9,230	10,367	28,926	30,104

表 9.28 ラ・ウニオン港における純収益(浚渫費用を除く)と浚渫費用の水深別差分最大値（2020 年）  
単位:千ドル

Channel Depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Net Income	-2,641	1,845	5,917	5,917	11,630	16,515	17,253
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	<b>-2,641</b>	-5,570	-6,200	-12,590	-17,512	-22,395	-42,750
Linear model	<b>-2,641</b>	-5,570	-6,200	-12,590	-16,368	-20,048	-27,288

表 9.29 ラ・ウニオン港における純収益(浚渫費用を除く)と浚渫費用の水深別差分最大値（2030 年）  
単位:千ドル

Channel Depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Net Income	6,696	8,908	8,908	9,230	10,367	28,926	30,104
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	<b>6,696</b>	1,493	-3,209	-9,277	-18,775	-9,984	-29,899
Linear model	<b>6,696</b>	1,493	-3,209	-9,277	-17,631	-7,637	-14,437

### 9.3.3 エルサルバドル港湾部門のコンテナビジネスにおける純収益と航路水深別の浚渫費用

#### (1) 寄航船舶及びコンテナ取扱量

航路水深が9 m、10 m、11 m、12 m、13 m、14 mの各ケースにおける2020年および2030年のラ・ユニオン港とアカフトラ港のコンテナ取扱量と寄航船舶のサイズ及び隻数は、前項と同様に船舶寄港モデルの推計結果から算定される。水深別に整理した各実行可能シナリオごとの算定値を表9.30および表9.31に示す。

表 9.30 アカフトラ・ラ・ユニオン両港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズ算定値 (2020年)

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Laden container throughput (TEU)	200,339	203,865 - 211,191	222,496 - 234,029	230,321 - 263,520	221,592 - 372,170	350,258 - 403,650	358,727 - 417,360
Acajutla							
Number of Call	309	283	127 - 283	156 - 179	156 - 335	52 - 179	52 - 387
Vessel size (TEU Capacity)	2,480 - 2,599	1,240 - 2,599	1,240 - 2,599	1,790 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599
La Union							
Number of Call	52	104	104 - 260	208 - 231	156 - 387	260 - 491	312 - 491
Vessel size (TEU Capacity)	1,324	1,240	1,240 - 1,790	1,790 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 3,350	2,480 - 4,230

表 9.31 アカフトラ・ラ・ユニオン両港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズ算定値 (2030年)

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Laden container throughput (TEU)	357,840	363,740	338,388 - 348,653	347,689 - 388,357	385,549 - 434,240	631,469 - 679,670	632,247 - 679,733
Acajutla							
Number of Call	179	179	179 - 231	156 - 335	208 - 231	156 - 179	127 - 260
Vessel size (TEU Capacity)	1,240 - 2,599	1,240 - 2,599	1,790 - 2,599	1,790 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599
La Union							
Number of Call	208	208	156 - 208	104 - 283	156 - 179	364 - 387	283 - 416
Vessel size (TEU Capacity)	1,240	1,240	1,790 - 2,330	1,790 - 2,599	2,480 - 3,350	2,480 - 3,350	2,480 - 4,230

#### (2) 純収益と浚渫費用

2020年と2030年のアカフトラ港とラ・ユニオン港の純収益（浚渫費用を除く）をそれぞれ図9.20と図9.21に示す。また水深別浚渫費用も同図に示す。

エルサルバドルの港湾部門（アカフトラ港とラ・ユニオン港の合計）のコンテナビジネスにおける財務的観点からの、水深別の収入と支出（浚渫費用を除く）に関する最良シナリオを表9.32と表9.33に示す。

2020年と2030年の、浚渫費用を除く純収益と浚渫費用の差分が最大となる航路水深別のシナリオを整理したものを表9.34と表9.35に示す。アカフトラ港・ラ・ユニオン港両港のコンテナビジネスにおける財務的観点からの最適水深は、2020年において線形モデル及び修正指数モデルの両方で-8 mである。また、2030年においても-8 mが線形モデル及び修正指数モデルの両方

で、最適水深である。

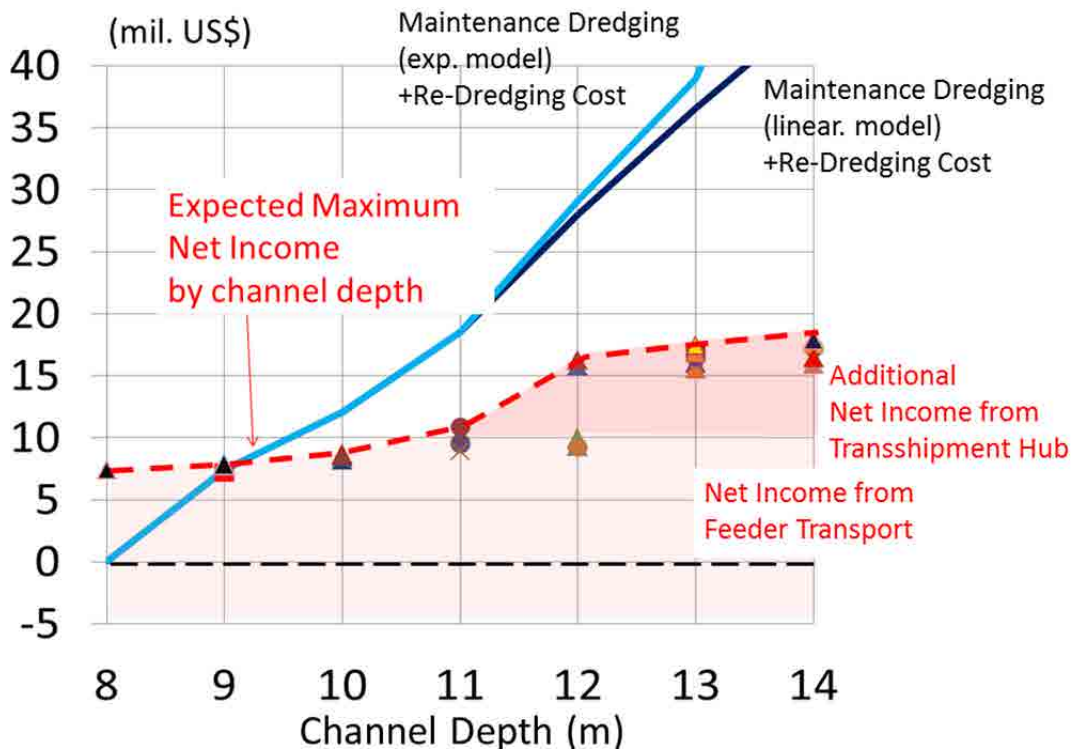


図 9.20 エルサルバドルの港湾部門の純収益（アカフトラ港とラ・ウニオン港の合計、航路浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港における航路水深別浚渫費用（2020年）

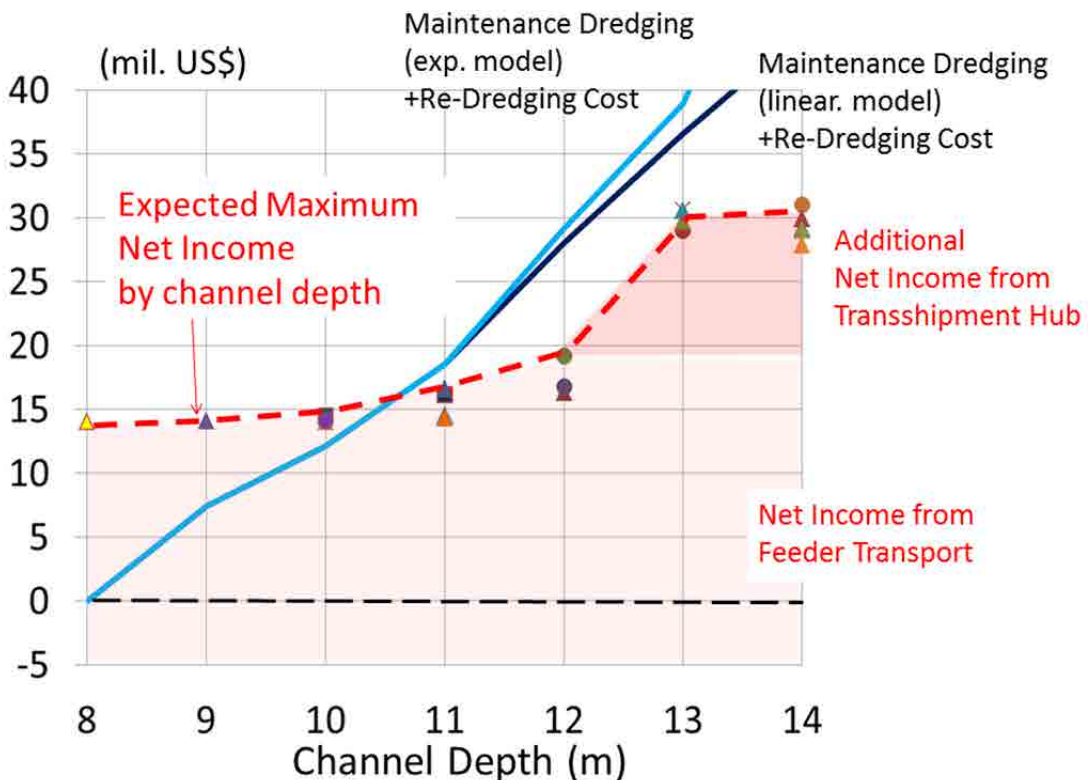


図 9.21 エルサルバドルの港湾部門の純収益（アカフトラ港とラ・ウニオン港の合計、航路浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港における航路水深別浚渫費用（2030年）

表 9.32 アカフトラ港・ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける水深別最大純収益  
(浚渫費用を除く、2020年)

単位：千ドル

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Revenue	19,055	19,688	20,265	23,544	30,572	32,768	33,272
Expenditure	-11,625	-11,847	-12,064	-12,692	-14,336	-15,343	-15,416
Net Income	7,430	7,849	8,201	10,852	16,236	17,424	17,856

表 9.33 アカフトラ港・ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける水深別最大純収益  
(浚渫費用を除く、2030年)

単位：千ドル

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Revenue	28,003	28,213	28,318	31,078	34,495	50,066	51,295
Expenditure	-13,999	-14,134	-13,851	-14,494	-15,314	-19,475	-19,332
Net Income	14,005	14,079	14,466	16,584	19,181	30,591	31,964

表 9.34 エルサルバドル港湾部門における純収益（浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港浚渫費用の水深別差分最大値（2020年）

単位：千ドル

Channel Depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Net Income	7,430	7,841	8,201	10,852	16,236	17,424	17,856
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	<b>7,430</b>	426	-3,916	-7,655	-12,906	-21,486	-42,147
Linear model	<b>7,430</b>	426	-3,916	-7,655	-11,762	-19,139	-26,685

表 9.35 エルサルバドル港湾部門における純収益（浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港浚渫費用の水深別差分最大値（2030年）

単位：千ドル

Channel Depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Net Income	14,005	14,079	14,466	16,584	19,181	30,591	31,964
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	<b>14,005</b>	6,664	2,349	-1,923	-9,961	-8,319	-28,039
Linear model	<b>14,005</b>	6,664	2,349	-1,923	-8,817	-5,972	-12,577

### 9.3.4 ラ・ウニオン港のコンテナ取り扱いによるエルサルバドルの経済的便益

航路浚渫の経済的便益は、2020年及び2030年における様々なケースでのモデル計算結果（浚渫実施シナリオ）と、浚渫を行わなかったケース（浚渫未実施シナリオ）を比較することによって分析可能である。

ラ・ウニオン港の航路水深が深くなると、大型船が入港できるようになり、エルサルバドル港湾で取り扱われるコンテナ量も増加し、エルサルバドル港湾部門における収益も増加する。加えて、エルサルバドルの輸出入貨物の輸送費用が減ぜられる事が期待できる。航路浚渫プロジェクトはこのような経済的効果を生み出すことが期待される。

浚渫実施シナリオにおけるラ・ウニオン港・アカフトラ港の純収益の合計及びエルサルバドルの輸出入貨物輸送費用と、浚渫未実施シナリオとの差分が、航路浚渫プロジェクトにおける経済的便益を表している。2020年と2030年の経済的便益（浚渫費用を除く）を図9.22と図9.23に示す。また水深別浚渫費用も同図に示す。

各水深における経済的便益が最大となるケースが、エルサルバドルにとって、経済的観点から最良のシナリオとなる。2020年及び2030年の水深別の港湾収益（浚渫費用を除く）とエルサルバドルの貨物輸送費用を整理した表を表9.36、表9.37に示す。

2020年及び2030年の水深別の経済的便益（浚渫費用を除く）と浚渫費用を表9.38、表9.39に示す。エルサルバドルの経済的観点からの最適航路水深は、浚渫費用を除く経済的便益から浚渫費用を差し引いた値が最大値となる水深である。2020年では線形モデルでも

修正指数モデルでも、-12mが最適水深であり、2030年では-13mが最適水深となる。



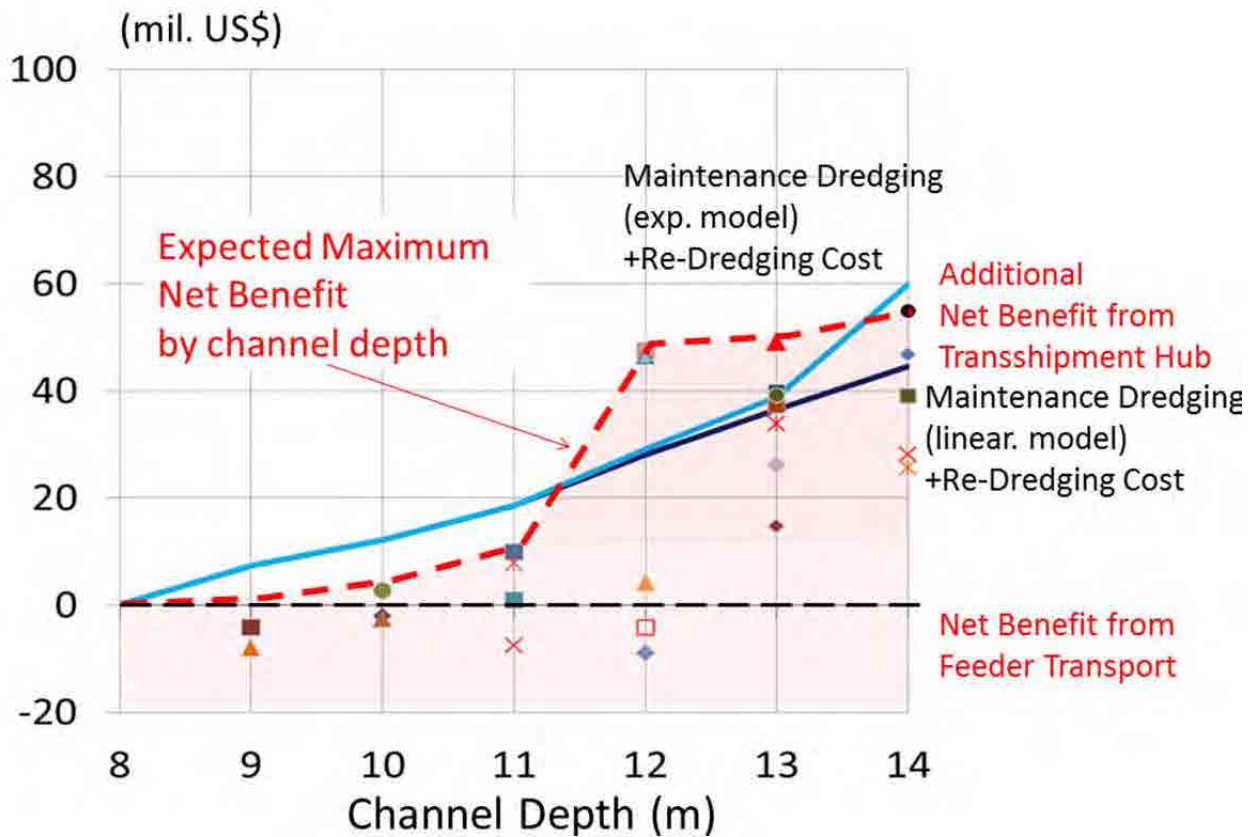


図 9.22 航路水深別のエルサルバドル経済便益（浚渫費用を除く）と浚渫費用（2020年）

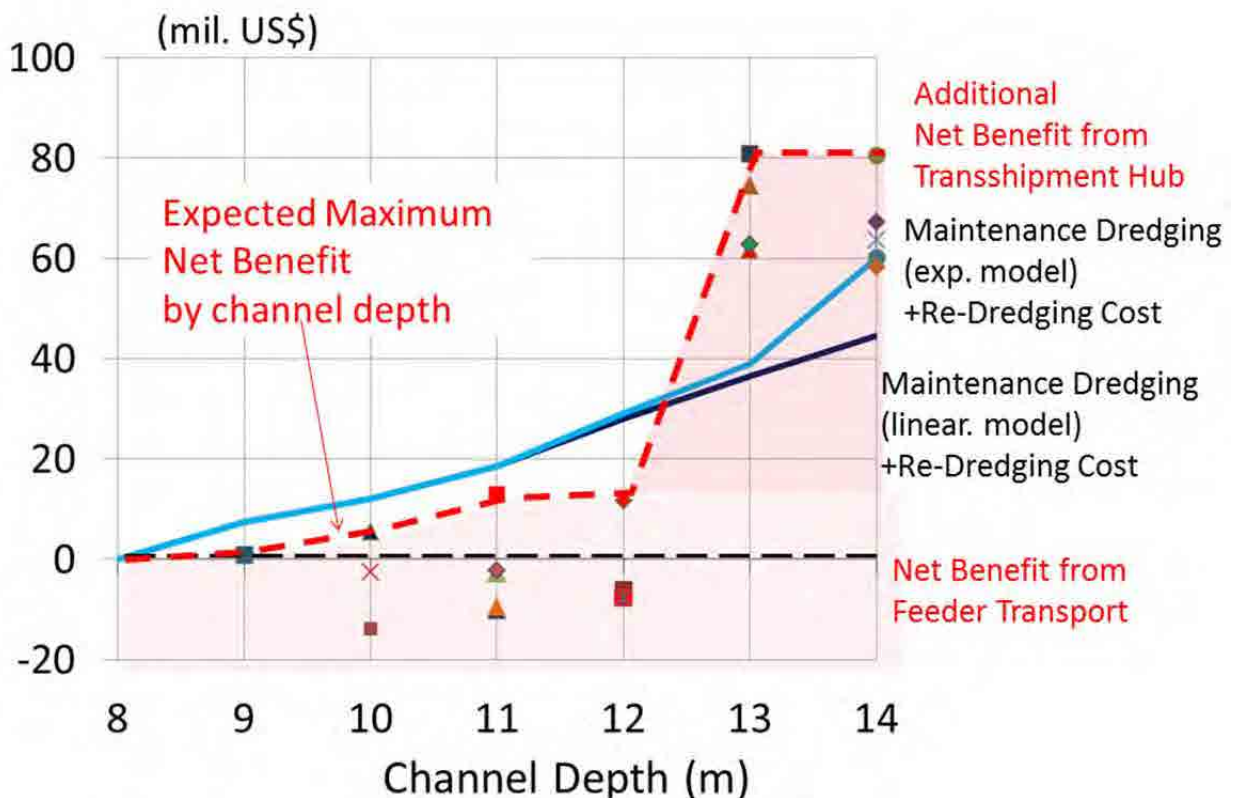


図 9.23 航路水深別のエルサルバドル経済便益（浚渫費用を除く）と浚渫費用（2030年）

表 9.36 エルサルバドル経済における浚渫プロジェクト純便益（浚渫費用を除く）の水深別最大値  
（2020年）

単位：千ドル

Channel Depth	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Increase of net income for Salvadoran port sector derived from container business	411	1,132	2,008	8,371	9,380	10,426
Decrease of shipping cost of Salvadoran cargo	-4,563	1,593	7,931	39,139	39,632	44,446
Net benefit	-4,152	2,726	9,939	47,510	49,012	54,872

表 9.37 エルサルバドル経済における浚渫プロジェクトの純便益（浚渫費用を除く）の水深別最大値  
（2030年）

単位：千ドル

Channel Depth	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Increase of net income for Salvadoran port sector derived from container business	74	462	523	523	16,587	16,587
Decrease of shipping cost of Salvadoran cargo	849	5,084	12,365	12,365	64,246	64,246
Net benefit	923	5,546	12,888	12,888	80,833	80,833

表 9.38 エルサルバドル経済における浚渫プロジェクトの経済的便益の水深別最大値（2020年）

単位：千ドル

Channel Depth	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Economic benefit	-4,152	2,726	9,939	47,510	49,012	54,872
Dredging cost						
Modified exp. model	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference						
Modified exp. model	-11,567	-9,391	-8,568	<b>18,368</b>	10,102	-5,131
Linear model	-11,567	-9,391	-8,568	<b>19,512</b>	12,449	10,331

表 9.39 エルサルバドル経済における浚渫プロジェクトの経済的便益の水深別最大値（2030年）

単位：千ドル

Channel Depth	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Economic Benefit	923	5,546	12,888	12,888	80,833	80,833
Dredging Cost						
Modified exp. Model	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear. Model	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference						
(Modified exp. Model)	-6,492	-6,571	-5,619	-16,254	<b>41,923</b>	20,830
(Linear. Model)	-6,492	-6,571	-5,619	-15,110	<b>44,270</b>	36,292

## 9.4 政策シミュレーションによる経済及び財務分析

### 9.4.1 ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける純収益と航路水深別の浚渫費用（港湾料金引き上げケース）

#### (1) 寄航船舶及びコンテナ取扱量

ラ・ウニオン港の利用料金を引き上げた場合の、航路水深が 9 m、10 m、11 m、12 m、13 m、14m の各ケースにおける 2020 年および 2030 年のコンテナ取扱量と寄航船舶のサイズ及び隻数についても、船舶寄港モデルの計算結果をもとに算定される。計算に使用した新タリフを表 9.40 に示す。水深別に整理した各実現可能シナリオごとの算定値を表 9.41 および表 9.42 に示す。

表 9.40 ラ・ウニオン港における新タリフ

Item	Remarks
a) Services to the Vessels	
Channel Usage	@(0.15\$ * GT)
Practical Pilot	@(701.79\$ per call)
Navigation Aids	@(263.18\$ per call)
Berthing and Unberthing	@(0.19\$ * GT)
Mooring and Unmooring	@(0.03\$ * GT)
Stay	@(0.09\$ * LOA * hour)
b) Services for Container Handling	
Dispatch	@(10.61\$ * TEU)
Wharfage	@(20.67\$ * TEU(Full container))
Loading/Unloading from Ship to Quay	@(82.88\$ * TEU)
Transfer from Quay to Yard	@(42.43\$ * TEU)
Loading/Unloading in Yard	@(29.17\$ * Laden TEU+26.21\$ * Empty TEU)

表 9.41 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2020 年）

Channel depth:	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Laden container throughput (TEU)	26,327	63,061 - 66,674	56,303 - 110,065	64,449 - 108,433	245,674	218,596 - 329,133	270,486 - 326,779
Number of Call	52	104 - 156	104 - 260	104 - 335	156 - 387	208 - 491	260 - 439
Vessel size (TEU Capacity)	1,324	1,240	1,240 - 1,790	2,480	2,480 - 2,599	2,480 - 3,350	2,480 - 4,230

表 9.42 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2030 年）

Channel depth:	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Laden container throughput (TEU)	161,211	130,740	153,950 - 198,445	111,432 - 167,207	167,187 - 208,724	495,819 - 538,574	506,883 - 609,899
Number of Call	208	156	156 - 208	156	156 - 208	364 - 387	283 - 416
Vessel size (TEU Capacity)	1,240	1,240	1,790	1,790 - 2,480	2,480 - 3,350	2,480 - 3,350	3,350 - 4,230

## (2) 純収益と浚渫費用

実現可能シナリオごとに推計された2020年と2030年のラ・ウニオン港の純収益（浚渫費用を除く）と水深別浚渫費用を、図9.24および図9.25に示す。

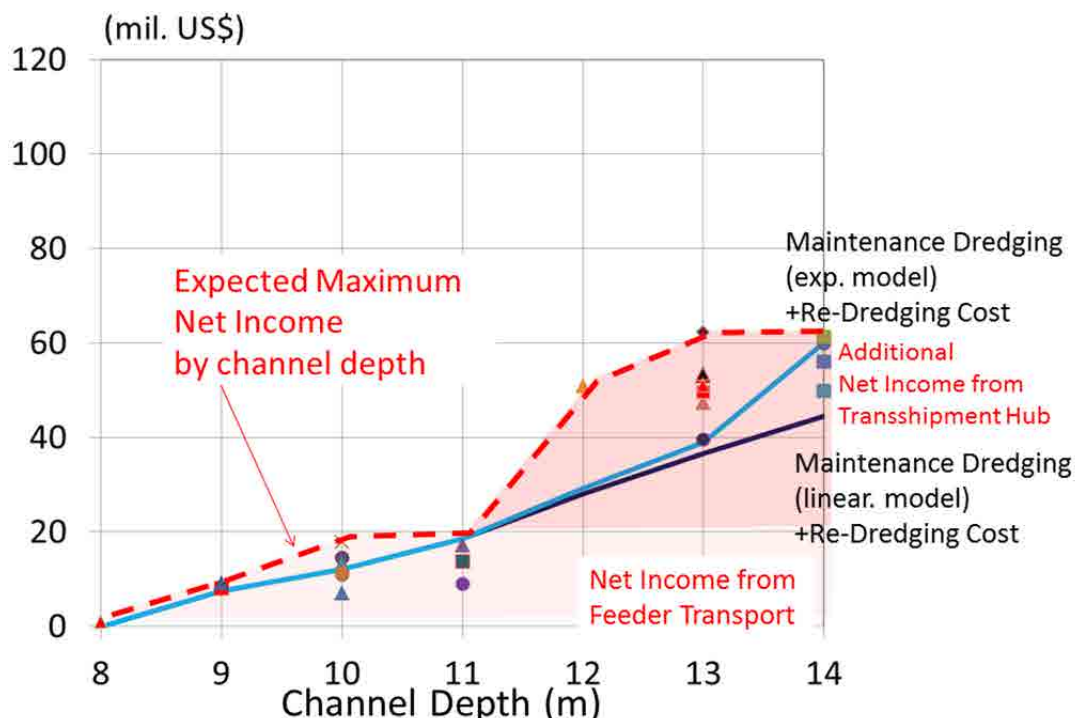


図 9.24 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港の純収益（浚渫費用を除く）および航路水深別浚渫費（2020年）

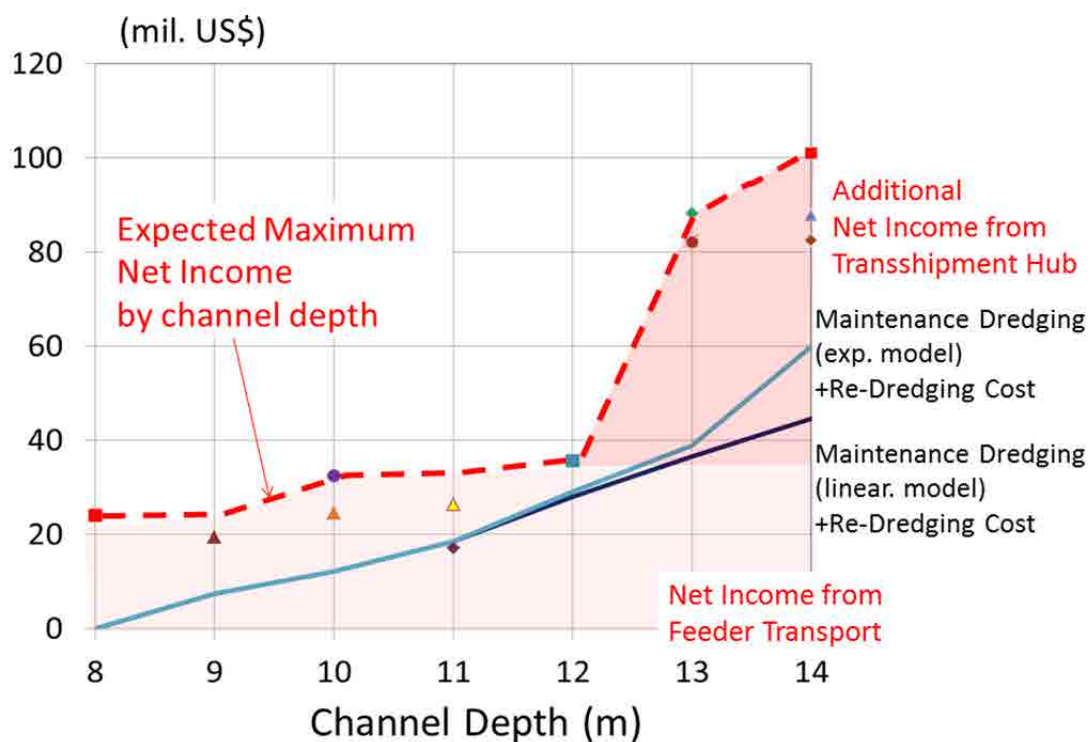


図 9.25 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港の純収益（浚渫費用を除く）および航路水深別浚渫費（2030年）

各水深ごとに純収益が最大となるケースは、ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける財務的観点から、CEPA にとっては最良のシナリオとなる。それぞれのケースの収入と支出（浚渫費用を除く）を表 9.43 と 表 9.44 に示す。

2020 年と 2030 年の、浚渫費用を除く純収益と浚渫費用の差分が最大となる値を航路水深別に整理したものを表 9.45 と表 9.46 に示す。2020 年においては、航路水深-13 m が線形モデル及び修正指数モデルの両方で最大値となっている。2030 年においても-13 m が修正指数モデルの最大値となっており、線形モデルでは-14 m が最大値となっている。

表 9.43 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港コンテナビジネスの水深別最大純収入（浚渫費用を除く、2020 年）

単位：千ドル

Channel depth	8m (no dredging scenario)	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Revenue	5,644	14,548	23,970	23,970	59,636	72,381	72,381
Expenditure	-4,755	-5,433	-6,199	-6,199	-8,730	-10,127	-10,127
Net Income	888	9,115	17,772	17,772	50,907	62,255	62,255

表 9.44 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港コンテナビジネスの水深別最大純収入（浚渫費用を除く、2030 年）

単位：千ドル

Channel depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Revenue	30,938	30,938	40,031	40,031	43,319	101,457	115,525
Expenditure	-6,914	-6,914	-7,574	-7,574	-7,683	-13,299	-14,465
Net Income	24,024	24,024	32,456	32,456	35,636	88,158	101,160

表 9.45 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港の浚渫費用を除く純収益と浚渫費用の水深別差分最大値（2020 年）

単位：千ドル

Channel Depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Net Income	888	9,115	17,772	17,772	50,907	62,255	62,255
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	888	1,700	5,655	-735	21,765	<b>23,345</b>	2,252
Linear model	888	1,700	5,655	-735	22,909	<b>25,692</b>	17,714

表 9.46 港湾料金引き上げケースにおけるラ・ウニオン港の浚渫費用を除く純収益と浚渫費用の水深別差分最大値（2030 年）

単位：千ドル

Channel Depth	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m
Net Income	24,024	24,024	32,456	32,456	35,636	88,158	101,160
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	24,024	16,609	20,339	13,949	6,494	<b>49,248</b>	41,157
Linear model	24,024	16,609	20,339	13,949	7,638	51,595	<b>56,619</b>

## 9.4.2 エルサルバドルの港湾部門のコンテナビジネスにおける純収益と航路水深別の浚渫費用（港湾料金引き上げケース）

### (1) 寄航船舶及びコンテナ取扱量

ラ・ウニオン港の利用料金を引き上げた場合の、航路水深が 9 m、10 m、11 m、12 m、13 m、14 m の各ケースにおける、2020 年および 2030 年のアカフトラ港及びラ・ウニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶のサイズ及び隻数についても、料金引き上げ前のケースと同様に、船舶寄港モデルの計算結果をもとに算定される。水深別に整理した各実現可能シナリオごとの算定値を表 9.47 および表 9.48 に示す。

表 9.47 港湾料金引き上げケースにおけるアカフトラ港・ラ・ウニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2020 年）

Channel depth:	8 m (no dredging scenario)	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Laden container throughput (TEU)	200,339	180,013 - 204,248	204,698 - 230,637	212,745 - 218,567	353,177	330,497 - 371,854	349,676 - 385,857
Acajutla							
Number of Call	309	231	231 - 335	231 - 283	156	52 - 335	52 - 283
Vessel size (TEU Capacity)	2,480 - 2,599	1,240 - 2,599	1,240 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599
La Union							
Number of Call	52	156	52 - 260	104 - 156	387	208 - 419	260 - 491
Vessel size (TEU Capacity)	1,324	1,240	1,240 - 1,790	2,480	2,480 - 2,599	2,480 - 3,350	2,480 - 4,230

表 9.48 港湾料金引き上げケースにおけるアカフトラ港・ラ・ウニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2030 年）

Channel depth:	8 m (no dredging scenario)	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Laden container throughput (TEU)	327,526	331,613	333,037 - 354,348	337,107 - 353,452	334,515 - 364,547	622,336 - 638,615	649,649 - 694,005
Acajutla							
Number of Call	179	231	179 - 231	335	179 - 335	156 - 179	127 - 260
Vessel size (TEU Capacity)	1,240 - 2,599	1,240 - 2,599	2,480 - 2,599	1,790 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599	2,480 - 2,599
La Union							
Number of Call	208	156	156 - 208	156	156 - 208	364 - 387	283 - 416
Vessel size (TEU Capacity)	1,240	1,240	1,790	1,790 - 2,480	2,480 - 3,350	2,480 - 3,350	3,350 - 4,230

### (2) 純収益と浚渫費用

2020 年と 2030 年のアカフトラ港とラ・ウニオン港の純収益（浚渫費用を除く）を、それぞれ図 9.26 と図 9.27 に示す。また水深別浚渫費用も同図に示す。

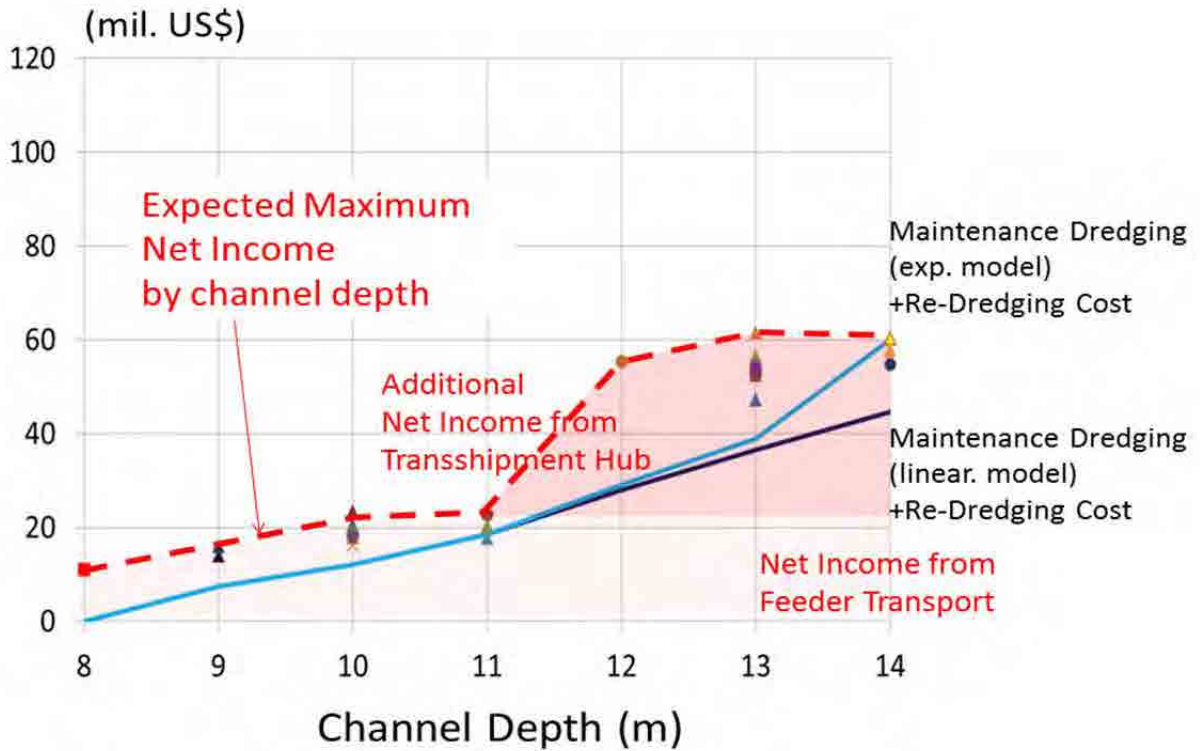


図 9.26 港湾料金引き上げケースにおけるエルサルバドル港湾部門の純収益（アカフトラ港とラ・ウニオン港の合計、浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港における航路水深別浚渫費用（2020年）

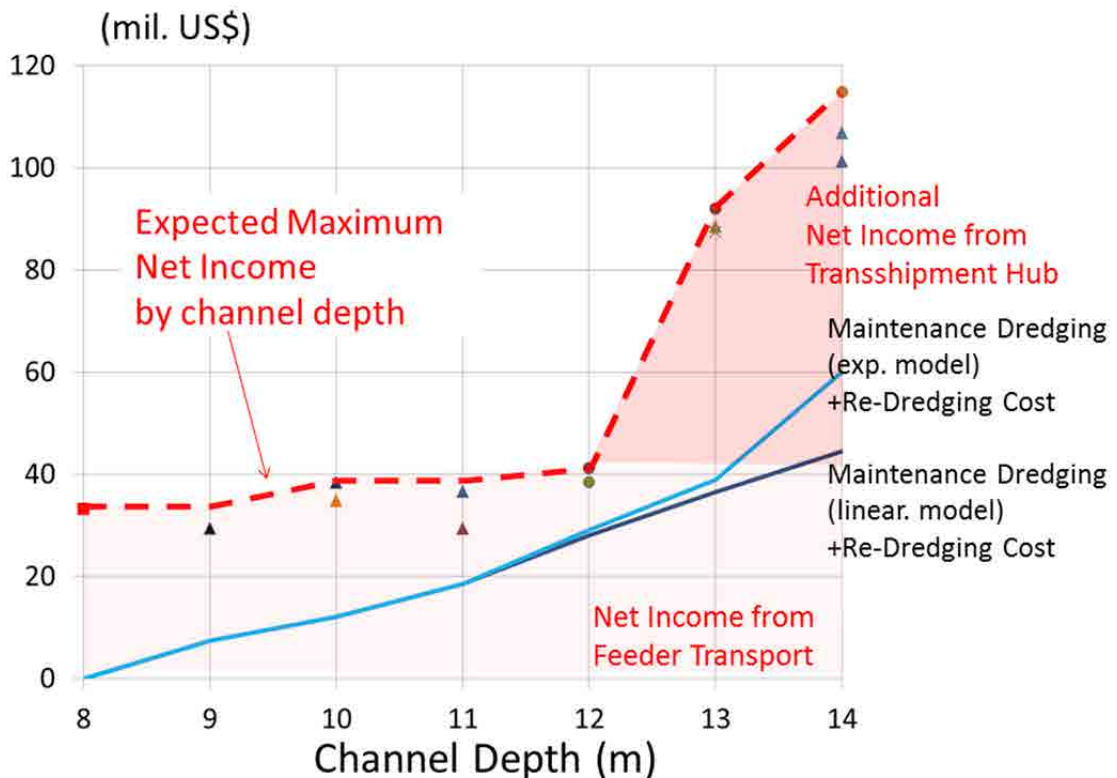


図 9.27 港湾料金引き上げケースにおけるエルサルバドル港湾部門の純収益（アカフトラ港とラ・ウニオン港の合計、浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港における航路水深別浚渫費用（2030年）



エルサルバドルの港湾部門（アカフトラ港とラ・ウニオン港の合計）のコンテナビジネスにおける財務的観点からの、水深別の収入と支出（浚渫費用を除く）に関する最良シナリオを表 9.49 および表 9.50 に示す。

2020 年と 2030 年の、純収益と浚渫費用の差分が最大となる値を航路水深別に整理したものを表 9.51 および表 9.52 に示す。アカフトラ港・ラ・ウニオン港両港のコンテナビジネスにおける財務的観点からの最適水深は、2020 年において線形モデル及び修正指数モデルの両方で-12m である。また、2030 年においては-13 m が線形モデル及び修正指数モデルの両方で、最適水深である。

表 9.49 港湾料金引き上げケースにおけるアカフトラ港・ラ・ウニオン港コンテナビジネスの水深別最大純収益（浚渫費用を除く、2020 年）

単位：千ドル

Channel depth	8 m (no dredging scenario)	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Revenue	22,583	27,602	35,630	35,630	69,796	76,092	76,092
Expenditure	-11,625	-11,676	-11,748	-11,748	-14,433	-14,640	-14,640
Net Income	10,958	15,926	23,883	23,883	55,363	61,452	61,452

表 9.50 港湾料金引き上げケースにおけるアカフトラ港・ラ・ウニオン港コンテナビジネスの水深別最大純収益（浚渫費用を除く、2030 年）

単位：千ドル

Channel depth	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Revenue	46,778	46,778	51,948	51,948	54,832	110,810	111,936
Expenditure	-13,496	-13,496	-13,613	-13,613	-13,633	-18,783	-19,742
Net Income	33,282	33,282	38,335	38,335	41,198	92,027	92,194

表 9.51 港湾料金引き上げケースにおけるエルサルバドル港湾部門の純収益（浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港浚渫費用の水深別差分最大値（2020 年）

単位：千ドル

Channel Depth	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Net Income	10,958	15,926	23,883	23,883	55,363	61,452	61,452
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	10,958	8,511	11,766	5,376	<b>26,221</b>	22,542	1,449
Linear model	10,958	8,511	11,766	5,376	<b>27,365</b>	24,889	16,911

表 9.52 港湾料金引き上げケースにおけるエルサルバドル港湾部門の純収益（浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港浚渫費用の水深別差分最大値（2030 年）

単位：千ドル

Channel Depth	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Net Income	33,282	33,282	38,335	38,335	41,198	92,027	92,194
Dredging Cost							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference							
Modified exp. model	33,282	25,867	26,218	19,828	12,056	<b>53,117</b>	32,191
Linear model	33,282	25,867	26,218	19,828	13,200	<b>55,464</b>	47,653



### 9.4.3 ラ・ユニオン港のコンテナ取り扱いによるエルサルバドルの経済的便益（港湾料金引き上げケース）

浚渫実施シナリオにおけるラ・ユニオン港・アカフトラ港の純収益合計及びエルサルバドルの輸出入貨物輸送費用と、浚渫未実施シナリオとの差分が、航路浚渫プロジェクトにおける経済的便益を表している。2020年と2030年の各実行可能シナリオのもとでの経済的便益（浚渫費用を除く）を図9.28および図9.29に示す。また水深別浚渫費用も同図に示す。

各水深における経済的便益が最大となるケースが、エルサルバドル国全体の経済にとって、最良のシナリオとなる。2020年および2030年の水深別の港湾収益（浚渫費用を除く）とエルサルバドルの貨物輸送費用を整理した表を表9.53および表9.54に示す。

2020年および2030年の水深別の経済的便益（浚渫費用を除く）と浚渫費用を表9.55および表9.56に示す。エルサルバドルの経済的観点からの最適航路水深は、浚渫費用を除く経済的便益から浚渫費用を差し引いた値が最大となる水深である。2020年では線形モデルでも修正指数モデルでも、-12mが最適水深であり、2030年では修正指数モデルにおいて-13mが最適水深、線形モデルでは-14mが最適水深となる。

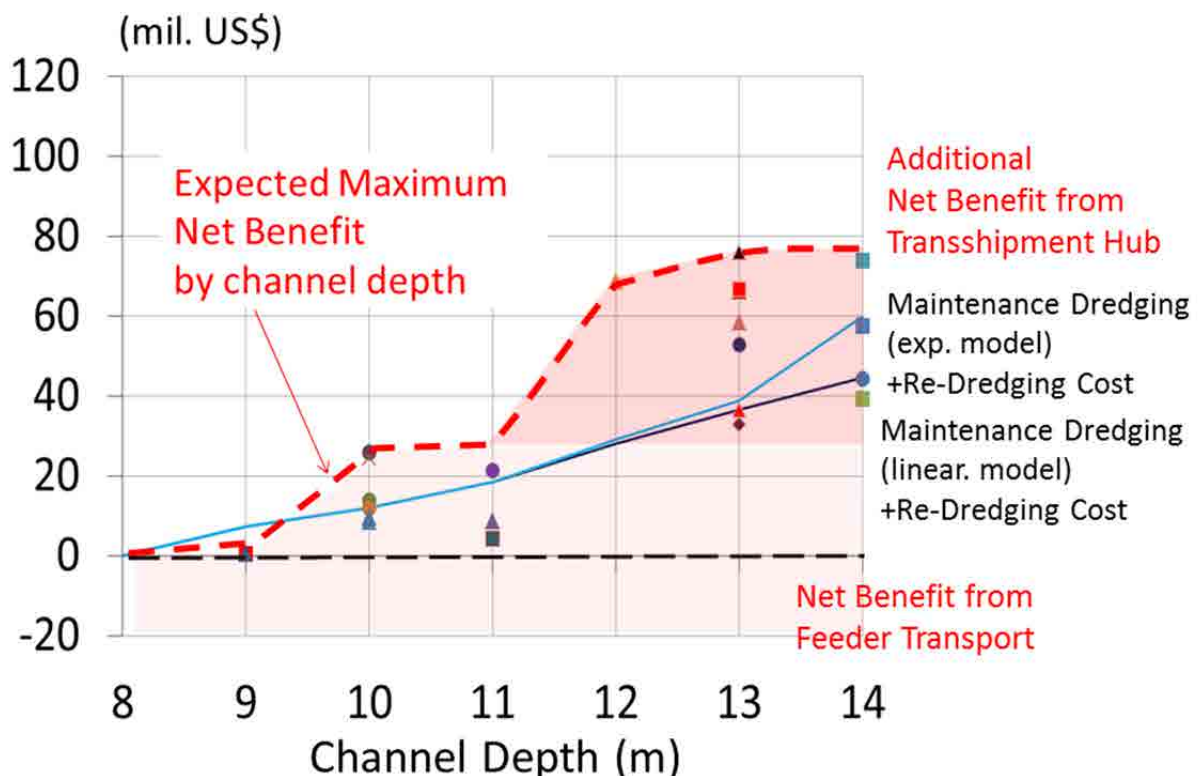


図 9.28 港湾料金引き上げケースにおける水深別のエルサルバドル経済便益（浚渫費用を除く）と浚渫費用（2020年）

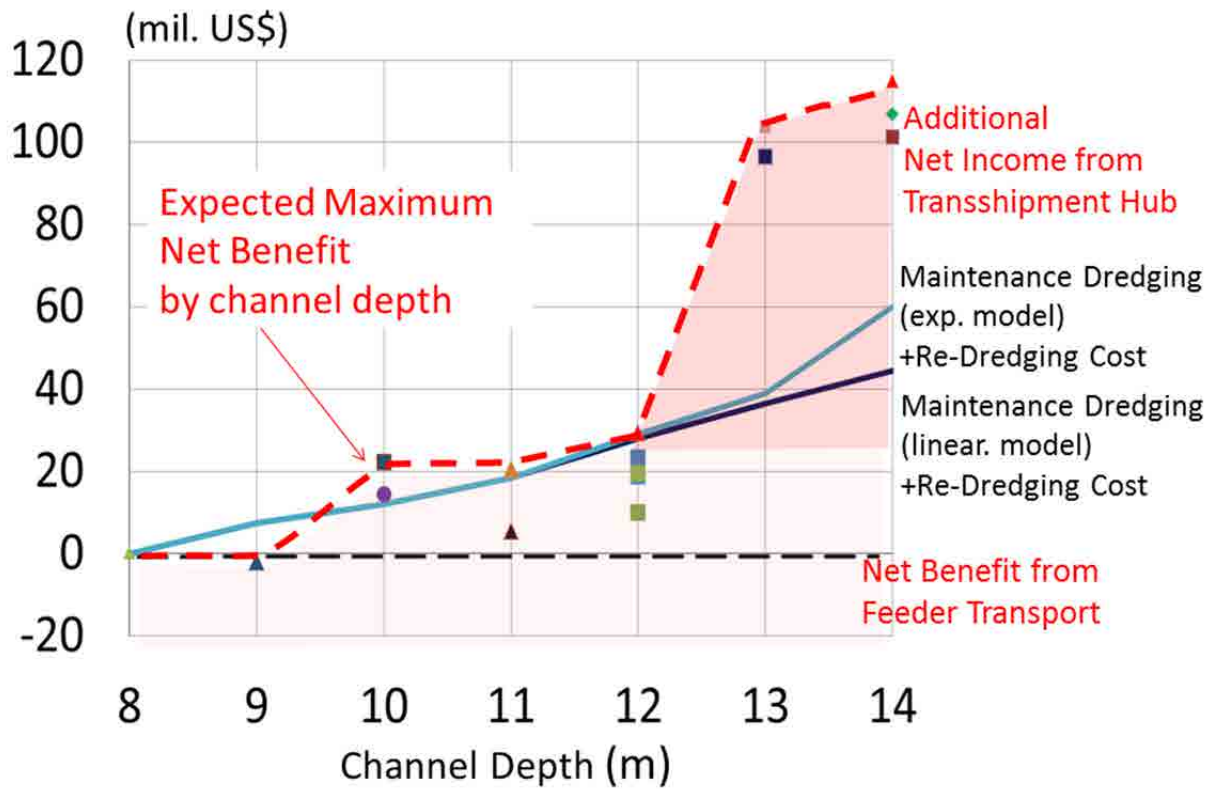


図 9.29 港湾料金引き上げケースにおける水深別のエルサルバドル経済便益（浚渫費用を除く）と浚渫費用（2030年）

表 9.53 港湾料金引き上げケースにおけるエルサルバドル経済にとっての浚渫プロジェクトの純便益（浚渫費用を除く）の水深別最大値（2020年）

単位：千ドル

Channel Depth	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Increase of net income for Salvadoran port sector derived from container business	4,968	9,495	9,495	44,404	43,503	43,503
Decrease of shipping cost of Salvadoran cargo	-4,387	16,471	16,471	24,261	32,467	32,467
Net benefit	581	25,966	25,966	68,665	75,970	75,970

表 9.54 港湾料金引き上げケースにおけるエルサルバドル経済にとっての浚渫プロジェクトの純便益（浚渫費用を除く）の水深別最大値（2030年）

単位：千ドル

Channel Depth	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Increase of net income for Salvadoran port sector derived from container business	0	5,053	5,053	5,224	58,031	61,798
Decrease of shipping cost of Salvadoran cargo	0	17,114	17,114	24,107	45,732	53,072
Net benefit	0	22,168	22,168	29,332	103,764	114,871

表 9.55 港湾料金引き上げケースにおける浚渫プロジェクトの経済的便益（浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港浚渫費用の水深別差分最大値（2020年）

単位：千ドル

Channel Depth	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Economic Benefit	581	25,966	25,966	68,665	75,970	75,970
Dredging Cost						
Modified exp. model	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference						
Modified exp. model	-6,834	13,849	7,459	<b>39,523</b>	37,060	15,967
Linear model	-6,834	13,849	7,459	<b>40,667</b>	39,407	31,429

表 9.56 港湾料金引き上げケースにおける浚渫プロジェクトの経済的便益（浚渫費用を除く）とラ・ウニオン港浚渫費用の水深別差分最大値（2030年）

単位：千ドル

Channel Depth	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Economic Benefit	0	22,168	22,168	29,332	103,764	114,871
Dredging Cost						
Modified exp. model	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
Difference						
Modified exp. model	-7,415	10,051	3,661	190	<b>64,854</b>	54,868
Linear model	-7,415	10,051	3,661	1,334	67,201	<b>70,330</b>

#### 9.4.4 ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける純収益と航路水深別の浚渫費用（エルサルバドル東部の地域開発が進展したケース）

##### (1) 寄航船舶及びコンテナ取扱量

エルサルバドル東部の地域開発が進展したと想定した場合に、航路水深が 9 m、10 m、11 m、12 m、13 m、14 m の各ケースにおける 2020 年のコンテナ取扱量と寄航船舶のサイズ及び隻数も、船舶寄港モデルの計算結果を基に算定される。水深別に整理した各実現可能シナリオごとの算定値を表 9.57 に示す。なお、この検討においてラ・ウニオン港のタリフは現行水準（引き上げ前）としている。

表 9.57 エルサルバドル東部の地域開発進展ケースにおけるラ・ウニオン港のコンテナ取扱量と寄航船舶数及びサイズの算定値（2020 年）

Channel depth:	8 m (no dredging scenario)	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Laden container throughput (TEU)	28,403	98,155 - 148,321	82,089 - 85,211	88,278 - 165,290	276,927	299,359 - 308,988	282,281 - 342,793
Number of Call	52	104 - 156	104 - 260	104 - 335	156 - 387	208 - 491	260 - 439
Vessel size (TEU Capacity)	1,324	1,240	1,790	1,790 - 2,480	2,480 - 2,599	2,480 - 3,350	2,480 - 4,230

##### (2) 純収益と浚渫費用

各実現可能シナリオにおける 2020 年のラ・ウニオン港の純収益（浚渫費用を除く）および水深別浚渫費用を図 9.30 に示す。

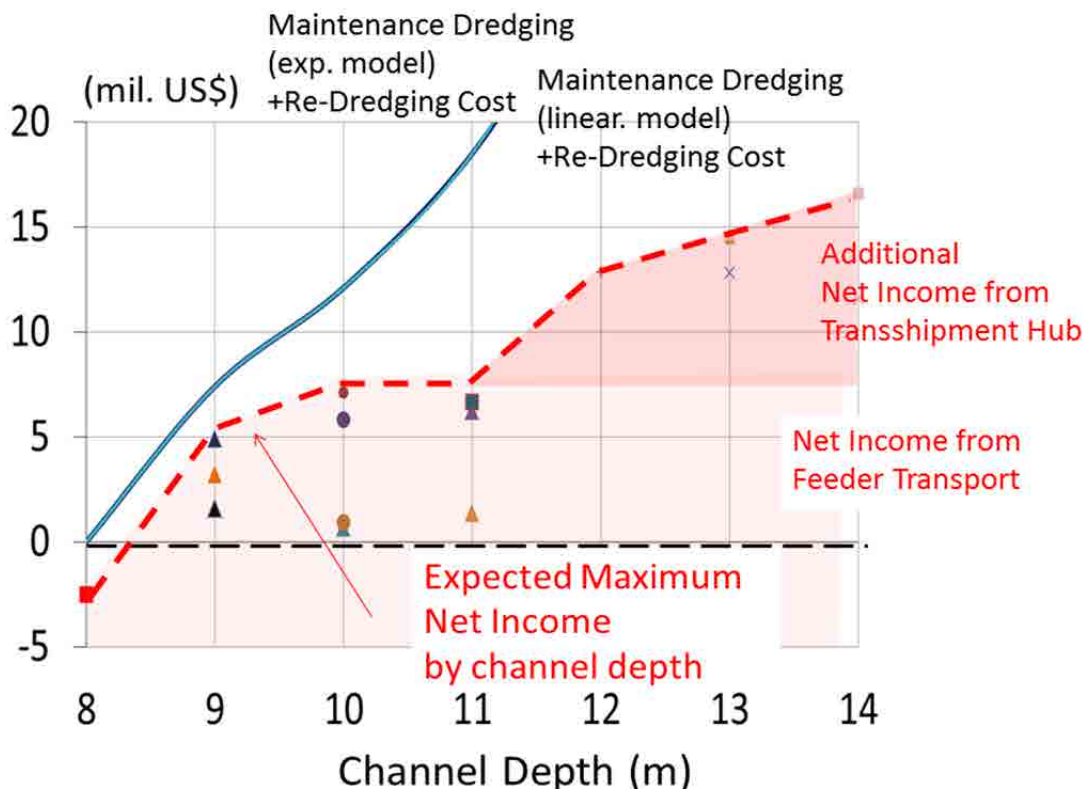


図 9.30 エルサルバドル東部の地域開発進展ケースにおけるラ・ウニオン港の純収益（浚渫費用を除く）と航路水深別浚渫費用（2020 年）

各水深ごとに純収益が最大となるシナリオは、ラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける財務的観点から、CEPA にとって最良のシナリオとなる。それぞれの水深において浚渫費用を除く純収益が最大となるケースの収入と支出（浚渫費用を除く）を表 9.58 に示す。

2020 年の、浚渫費用を除く純収益と浚渫費用の差分が最大となる値を航路水深別に整理したものを表 9.59 に示す。航路水深-8m が、線形モデル及び修正指数モデルの両方で最大値となっている。

表 9.58 エルサルバドル東部開発が進展したケースにおけるラ・ウニオン港のコンテナビジネスにおける水深別最大純収益(2020)

単位：千ドル

Channel depth	8 m (no dredging scenario)	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Revenue	2,277	11,787	14,471	13,795	22,104	24,392	26,941
Expenditure	-4,795	-6,904	-7,374	-7,140	-9,246	-9,757	-10,337
Net Income	-2,518	4,883	7,097	6,655	12,858	14,635	16,604

表 9.59 エルサルバドル東部開発が進展したケースにおけるラ・ウニオン港における純収益と浚渫費用の水深別差分最大値 (2020)

単位：千ドル

Channel Depth	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m
Net Income	-2,518	4,883	7,097	6,655	12,858	14,635	16,604
<b>Dredging Cost</b>							
Modified exp. model	0	7,415	12,117	18,507	29,142	38,910	60,003
Linear model	0	7,415	12,117	18,507	27,998	36,563	44,541
<b>Difference</b>							
Modified exp. model	<b>-2,518</b>	-2,532	-5,020	-11,852	-16,284	-24,275	-43,399
Linear model	<b>-2,518</b>	-2,532	-5,020	-11,852	-15,140	-21,928	-27,937

## 9.5 第9章の結論

本章では、はじめに現行の航路およびその航行規則の現状を整理し、新しい航行規則を提案した(9.1節)。現行規則だけでなく、新しい規則に基づいた、船舶がアクセス航路に進入する際に生じる期待待ち時間を算出した。その結果、現行規則は、小型船が水深の浅い航路を航行するという現状においては有効であるものの、航路が増深され、様々なサイズの船舶が航行する状況を想定した場合には、新しい航行規則との期待待ち時間の差異は大きくなることがわかった。このため、航路が増深された場合には新しい航行規則の導入が必要である。

9.2節では、2020年および2030年の将来定航サービス・ネットワークに関する多くのシナリオを用意し、そのなかからいくつかの基準に基づき実現可能性のあるシナリオを各年ごとに抽出した。続いて9.3節において、船舶寄港モデルによって推計されたコンテナ貨物取扱量等の出力をもとに、ラ・ウニオン港コンテナ部門における浚渫費用を除く純収入、エルサルバドル国の港湾セクター(すなわち、アカフトラ港とラ・ウニオン港の合計)コンテナ部門における浚渫費用を除く純収入、およびエルサルバドル経済にとってのラ・ウニオン港浚渫プロジェクトの純便益(浚渫費用を除く)を算出し、水深別に浚渫費用との比較を行った。ラ・ウニオン港の財務的観点から言えば、ラ・ウニオン港の利用料金が現行の水準のままである場合、どの航路水深においても浚渫費用を除く純収入は浚渫費用を常に下回る。一方で、ラ・ウニオン港の利用料金が引き上げられた場合には、各水深において純収入が最大となるようなシナリオにおいては、浚渫費用を除く純収入が浚渫費用を上回る結果となった(9.4節)。すなわち、ラ・ウニオン港の利用料金引き上げは、財務的健全性を維持するために必要といえる。しかしながら、料金引き上げは、近隣諸港に対するラ・ウニオン港の競争力を弱め、コンテナ取扱量を減少させる方向に働くだろう。特に、9.2.3(3)で示したような国境抵抗低減シナリオなどのように、将来的に輸送市場がより自由化される場合には、料金引き上げによる競争力の低下は、よりクリティカルとなるだろう。

将来定航サービス・ネットワークに関するラ・ウニオン寄港のシナリオは、アカフトラ港に現在寄港しているようなフィーダーサービスやウェイポートサービスの改善だけでなく、基幹航路の寄港についても含まれていた。ラ・ウニオン港のトランシップ・ハブ化シナリオのうちいくつかは実現可能と判定され(9.2.3)、またこの場合はエルサルバドル経済にとっても非常に有益であることが示された(9.3および9.4節)。しかしながら、極めて重要な点は、浚渫によってアクセス航路が増深された場合に必ずトランシップ・ハブが実現するわけではないということである。トランシップ・ハブ実現のためには、基幹航路に就航する母船を惹きつけるための様々な努力が必要になる。

エルサルバドル国東部の地域開発が進展すれば、ラ・ウニオン港のコンテナ取扱量および収入の増加に貢献するだろう(9.2.3(3)2)および9.4.4)。当初から、ラ・ウニオン港は背後のエルサルバドル東部地域の開発と一体的に開発する計画であった。東部地域開発は、将来のラ・ウニオン港の発展においても引き続き重要な鍵を握っている。

## 第 10 章 需要と費用の連続変化を考慮した浚渫計画





## 第 10 章 需要と費用の連続変化を考慮した浚渫計画

### 10.1 方針

前章では、2020 年または 2030 年単年を対象として、船舶寄港モデルの出力から算出された、浚渫費用を除くネットの収入・便益（純収入・純便益）と、5 章の結果から得られる浚渫費用の比較を行った。しかしながら、浚渫投資のタイミングについて検討するためには、各年の収入、便益、浚渫費用等を考慮した時系列的分析が必要となる。本章では、この時系列分析の手法と、試験的な計算結果について述べる。

ここで、浚渫プロジェクトの評価期間は、2014 年から 2033 年までの 20 年間とする。

### 10.2 浚渫費用

浚渫費用は、費用の発生のタイミングに応じて 2 種類に分けられる。ひとつめは、再浚渫の実施時や維持浚渫の開始時に発する初期費用である。これには、再浚渫コストだけでなく、浚渫船の回航費用や自家保有する際の浚渫船の購入費用なども含まれる。ふたつめは、定期的に発生する費用で、浚渫土量に応じて定められる維持浚渫費用が相当する。以上の内容を表 10.1 に整理する。

表 10.1 浚渫費用の内訳と発生するタイミング

費用の種類	費用項目	説明
プロジェクト開始時の初期費用	再浚渫費	- アクセス航路の現状および目標水深の組み合わせによって費用は異なる - 浚渫後の航路埋没予測モデル（修正指数モデル、線形モデル）には依存しない
	回航費	- 再浚渫のための浚渫船と、維持浚渫のための浚渫船の両方の船舶の回航費を考慮 - 浚渫業界の慣例に従い、回航費は契約地からラウニオン港までの費用のみを考慮（契約終了後、次の目的地まで移動するための回航費用は考慮しない）
	浚渫船購入費	- CEPA が自家保有の浚渫船を購入する場合のみ発生
毎年発生する定期的費用	維持浚渫費	- 維持水深によって費用は異なる - 契約ベースの浚渫と自船による浚渫でも費用は異なる

第 5 章で算定した浚渫費用に基づき、航路埋没予測モデルの違い、契約・自家保有の違いも考慮して、表 10.1 に示された各項目ごとに整理した費用を以下に示す。

### 10.2.1 再浚渫費用

再浚渫は、維持浚渫がリース船で行われるか自船で行われるかに関わらず、どんな場合でもリース船によって行われるものと想定する。また、再浚渫の土量は、浚渫後の埋没予測モデル（修正指数モデルか線形モデルか）に関わらず同じであると想定される。再浚渫実施前の水深と再浚渫実施後の目標水深の組み合わせごとの、再浚渫費用の算定結果を表 10.2 に示す。

表 10.2 実施前および目標水深の組み合わせごとの再浚渫費用（US\$）

目標水深 (-m) 実施前 水深 (-m)	9	10	11	12	13	14
8	11,455,845	16,455,908	26,256,770	32,762,463	50,747,583	64,652,814
9	0	9,967,799	18,772,670	29,136,071	41,940,063	61,271,406
10	-	0	13,913,678	24,120,906	37,825,632	55,014,013
11	-	-	0	17,685,342	30,798,126	50,189,111
12	-	-	-	0	21,348,500	34,729,346
13	-	-	-	-	0	25,188,008
14	-	-	-	-	-	0

### 10.2.2 再浚渫のための回航費

再浚渫のための回航費用も、維持浚渫の方式（リース船または自船）や埋没予測モデルによらず同じと想定される。再浚渫実施前の水深と再浚渫実施後の目標水深の組み合わせごとの、再浚渫のための回航費の算定結果を表 10.3 に示す。

表 10.3 実施前および目標水深の組み合わせごとの再浚渫のための回航費用（US\$）

目標水深 (-m) 実施前 水深 (-m)	9	10	11	12	13	14
8	668,511	872,625	1,339,710	1,851,270	3,062,827	3,062,827
9	0	552,061	1,062,338	1,602,691	2,246,381	3,062,827
10	-	0	756,170	1,339,710	1,983,405	3,062,827
11	-	-	0	974,680	1,675,953	3,062,827
12	-	-	-	0	319,740	1,924,538
13	-	-	-	-	0	1,266,447
14	-	-	-	-	-	0

### 10.2.3 維持浚渫船購入費（自船により維持浚渫を行う場合のみ）

維持浚渫船の購入費用は、自船による維持浚渫を行う場合のみ計上する。2 種類の埋没予測モデルによって年間浚渫土量が異なるため、浚渫船のサイズに依存する購入費用も異なる。

表 10.4 各埋没予測モデルにおける目標維持水深ごとの維持浚渫船購入費用 (US\$)

目標水深 (-m)	修正指数モデル	線形モデル
8	0	0
9	15,800,000	15,800,000
10	20,200,000	20,200,000
11	33,400,000	33,400,000
12	51,000,000	51,000,000
13	81,800,000	73,000,000
14	139,000,000	95,000,000

## 10.2.4 維持浚渫船の回航費

維持浚渫船の回航費も、埋没モデルによって異なる。これは、年間浚渫土量が異なり、浚渫船のサイズが異なるためである。

表 10.5 各埋没予測モデルにおける目標維持水深ごとの維持浚渫船回航費用 (US\$)

目標水深 (-m)	修正指数モデル	線形モデル
8	0	0
9	450,006	450,006
10	552,061	552,061
11	872,625	872,625
12	1,266,447	1,266,447
13	1,851,270	1,675,953
14	3,062,827	2,071,064

## 10.2.5 年間維持浚渫費用

10.2.1 から 10.2.4 までの費用は、再浚渫を実施した年にもみ発生する費用である。これに対し、毎年必要な維持浚渫費用を、埋没モデルごと、および浚渫方式（契約ベースまたは自船ベース）ごとに整理したものを表 10.6 に示す。自船ベースの維持浚渫費用は、契約ベースの維持浚渫費用に比べて、浚渫船の資本費を 10.2.3 で考慮済みなため、同じ目標水深であれば常に安くなる。なお、第 5 章の表 5.25 に示したように、自船ベースの維持浚渫費用においては、情報不足等の要因により一部の間接費が含まれていないことに注意が必要である。また、目標水深が大きい場合には、線形モデルに比べて修正指数モデルに基づく維持浚渫費用は高くなる。

表 10.6 目標水深ごとの年間維持浚渫費用 (US\$/year)

目標水深 (-m)	契約ベース浚渫		自船ベース浚渫 (間接費の一部を含まず)	
	修正指数モデル	線形モデル	修正指数モデル	線形モデル
8	0	0	0	0
9	6,120,185	6,120,185	3,615,751	3,615,751
10	10,283,006	10,283,006	5,756,123	5,756,123
11	15,623,243	15,623,243	8,818,581	8,818,581
12	25,474,352	24,332,021	14,336,801	13,709,549
13	33,215,909	30,905,920	21,618,484	19,259,032
14	52,793,877	37,452,073	34,759,302	24,221,214

### 10.3 浚渫のタイミングを考慮したコンテナ貨物取扱量、純収入・便益、浚渫費用に関する時系列変化の推計

#### 10.3.1 コンテナ貨物取扱量および純収入・便益の時系列推計

2020年および2030年における、ラウニオン港およびアカフトラ港のコンテナ貨物取扱量や浚渫費を除く純収入について、前章で推計を行った。以下では、いくつかの近似・仮定に基づき、2020年および2030年以外のコンテナ貨物取扱量(以降、時系列コンテナ取扱量)の推計を行う。また、推計されたラウニオン港およびアカフトラ港の時系列コンテナ取扱量に基づき、前章と同じ手法により、時系列の収入、浚渫費を除く経常経費、純収入を算出する。

#### (1) 現行 OD (2010年) における仮想的航路水深下のコンテナ取扱量推計

以降の計算を行う前に、2010年時点でラウニオン港の航路水深が現状(-8m)でなかった場合のコンテナ取扱量を推計する必要がある。前章と同様、航路サービスネットワークに関するシナリオを水深ごとに設定し、そのネットワークの元で推計されたラウニオン港およびアカフトラ港の取扱量を表10.7に示す。ここでは、ラウニオン港の料金値上げ前後の各ケースについて計算を行っている。

なお、2010年時点では、前章で考慮したようなハブ港化シナリオは考慮しないため、水深が-11mより深くなっても、水深が-11mのときと結果は変わらないと想定している。

表 10.7 2010年におけるラウニオン港航路水深別の仮想的コンテナ取扱量および収入・費用等の推計結果

- ラウニオン港利用料金値上げ前

水深 (-m)	アカフトラ				ラウニオン				輸送費用 ('000 US\$)
	実入り (TEU)	空 (TEU)	トラン シップ	入港料収 入('000 US\$)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トラン シップ	入港料収 入('000 US\$)	
8	96,774	40,876	0	1,804	13,828	4,603	0	262	827,116
9	76,869	32,675	0	1,334	44,132	14,341	0	1,081	815,026
10	77,439	34,531	0	1,334	44,569	15,319	0	1,081	809,976
11	74,666	36,515	0	1,334	52,352	11,353	0	1,081	827,406
12	74,666	36,515	0	1,334	52,352	11,353	0	1,081	827,406
13	74,666	36,515	0	1,334	52,352	11,353	0	1,081	827,406
14	74,666	36,515	0	1,334	52,352	11,353	0	1,081	827,406

- ラウニオン港利用料金値上げ後

水深 (-m)	アカフトラ				ラウニオン				輸送費用 ('000 US\$)
	実入り (TEU)	空 (TEU)	トラン シップ	入港料収 入('000 US\$)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トラン シップ	入港料収 入('000 US\$)	
8	88,679	37,263	0	1,804	12,073	2,911	0	262	815,026
9	74,834	35,688	0	1,334	32,065	9,687	0	1,081	842,194
10	77,220	37,081	0	1,334	36,107	9,853	0	1,081	829,592
11	75,566	39,211	0	1,334	44,040	11,694	0	1,081	838,967
12	75,566	39,211	0	1,334	44,040	11,694	0	1,081	838,967
13	75,566	39,211	0	1,334	44,040	11,694	0	1,081	838,967
14	75,566	39,211	0	1,334	44,040	11,694	0	1,081	838,967

(2) 2020年および2030年における航路水深別コンテナ取扱量代表値の決定

前章で示したように、船舶寄港モデルによるコンテナ貨物取扱量の推計値は航路水深ごとに数多く存在するため、水深ごとの代表値をひとつ定める必要がある。ここでは、本調査の分析の主眼が、前章に示した図のように、各水深で期待される純収入または便益の最大値を結ぶような包絡線にあるとすれば、それを構成する各シナリオにおいて浚渫を行う最適タイミングや水深を求めることを目的に、水深ごとに期待される純便益が最大となるシナリオを、当該年次・水深の代表シナリオとして設定する。表 10.8 に、以上を踏まえた2020年および2030年の各航路水深における代表シナリオにおける計算結果を、ラウニオン港の利用料金値上げ前後それぞれについて示す。

ここで、たとえば2030年ラウニオン港料金値上げ前における水深-12mや-14mの結果のように、より浅い水深(-11mや-13m)の方が期待される最大の取扱量や収入が大きくなるケースでは、浅い水深における代表シナリオで当該水深の結果も代表させる場合があることに注意が必要である。

表 10.8 2020年および2030年における航路水深ごとの代表シナリオ下でのコンテナ取扱量および収入・費用

- ラウニオン港利用料金値上げ前

2020 水深 (-m)	アカフトラ				ラウニオン				輸送費用 ('000 US\$)
	実入り (TEU)	空 (TEU)	トラン シップ	入港料収 入('000 US\$)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トラン シップ	入港料収 入('000 US\$)	
8	174,352	18,193	0	2,791	25,987	3,238	0	262	808,779
9	141,931	18,317	0	2,556	69,260	6,218	0	524	813,342
10	146,285	14,928	0	2,368	55,380	6,071	0	819	807,186
11	88,479	13,363	0	1,711	147,520	14,323	0	2,195	800,849
12	105,117	9,013	0	1,409	229,318	37,347	0	3,416	769,640
13	91,616	13,998	0	2,556	256,653	33,489	19,922	2,295	769,148
14	114,102	10,046	0	1,409	246,722	39,505	50,146	3,416	764,334

2030	アカフトラ				ラウニオン				輸送費用 ('000 US\$)
水深 (-m)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トランシップ	入港料収入 ('000 US\$)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トランシップ	入港料収入 ('000 US\$)	
8	161,644	8,242	0	1,335	196,196	5,180	0	1,048	787,686
9	124,994	7,823	0	1,335	238,746	8,201	0	1,048	786,837
10	151,449	5,921	0	1,617	197,203	7,397	0	1,835	782,602
11	136,146	8,836	0	1,429	236,283	6,683	0	868	775,321
12	136,146	8,836	0	1,429	236,283	6,683	0	868	775,321
13	151,481	3,781	0	1,409	467,427	32,748	60,762	3,418	723,440
14	151,481	3,781	0	1,409	467,427	32,748	60,762	3,418	723,440

- ラウニオン港利用料金値上げ後

2020	アカフトラ				ラウニオン				輸送費用 ('000 US\$)
水深 (-m)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トランシップ	入港料収入 ('000 US\$)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トランシップ	入港料収入 ('000 US\$)	
8	174,352	18,193	0	2,791	25,987	3,238	0	291	827,234
9	137,574	15,519	0	1,804	66,674	5,221	0	1,317	831,621
10	117,158	18,571	0	1,993	94,265	6,602	0	1,767	810,763
11	117,158	18,571	0	1,993	94,265	6,602	0	1,767	810,763
12	107,503	11,583	0	1,409	207,580	33,869	38,095	5,578	802,973
13	54,009	9,483	0	1,148	261,415	34,997	15,074	6,492	794,767
14	54,009	9,483	0	1,148	261,415	34,997	15,074	6,492	794,767

2030	アカフトラ				ラウニオン				輸送費用 ('000 US\$)
水深 (-m)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トランシップ	入港料収入 ('000 US\$)	実入り (TEU)	空 (TEU)	トランシップ	入港料収入 ('000 US\$)	
8	166,315	8,063	0	3,026	161,211	3,984	0	346	809,815
9	200,872	9,493	0	1,804	130,740	3,854	0	890	808,121
10	134,593	5,577	0	1,617	198,445	8,330	0	1,817	792,701
11	134,593	5,577	0	1,617	198,445	8,330	0	1,817	792,701
12	197,360	10,272	0	3,026	167,187	4,743	0	2,528	785,708
13	99,432	5,845	0	1,617	520,470	28,797	18,104	6,879	768,513
14	187,121	7,259	0	2,348	441,229	31,767	65,655	6,194	756,743

### (3) 船舶寄港モデルの各年次（2010、2020、2030）推計結果の内挿による各年の航路水深別コンテナ貨物取扱量の推計

たとえば、2014年におけるアカフトラ港・ラウニオン港の航路水深-8 mのときのコンテナ取扱量は、2010年および2020年における水深-8 mのときの船舶寄港モデルによる推計結果を内挿することによって求める。また、たとえば2027年におけるアカフトラ港・ラウニオン港の航路水深-13 mのときのコンテナ取扱量は、2020年および2030年における水深-13 mのときの船舶寄港モデルによる推計結果を内挿することによって求める。各港における入港料収入やエルサルバドル発着貨物の総輸送費用についても、同様の考え方によって求めることとする。

### (4) 浚渫前水深から浚渫後水深への移行

ある年に実施した再浚渫により水深が-x m から-y m へと増深された場合、再浚渫が行われた年までは、(3)に示した方法に従って推計した-x mにおける取扱量を、再浚渫の翌年からは-y mにおける取扱量を達成するものと想定する（すなわち、浚渫が実施された年次によらず、当該年次における水深だけで取扱量が決定すると仮定する）。Figure.10.1に示される例では、水深-8 m から-10 m へ増深する初回の再浚渫が2017年に行われ、10年後の2027年に-10 m から-13 m へ再度増深が行われるケースが示されている。この場合は、2017年までは水深-8mにおける取扱量、2018年から2027年までは水深-10 mにおける取扱量、2028年以降は水深-13 mにおける取扱量を達成すると想定される。

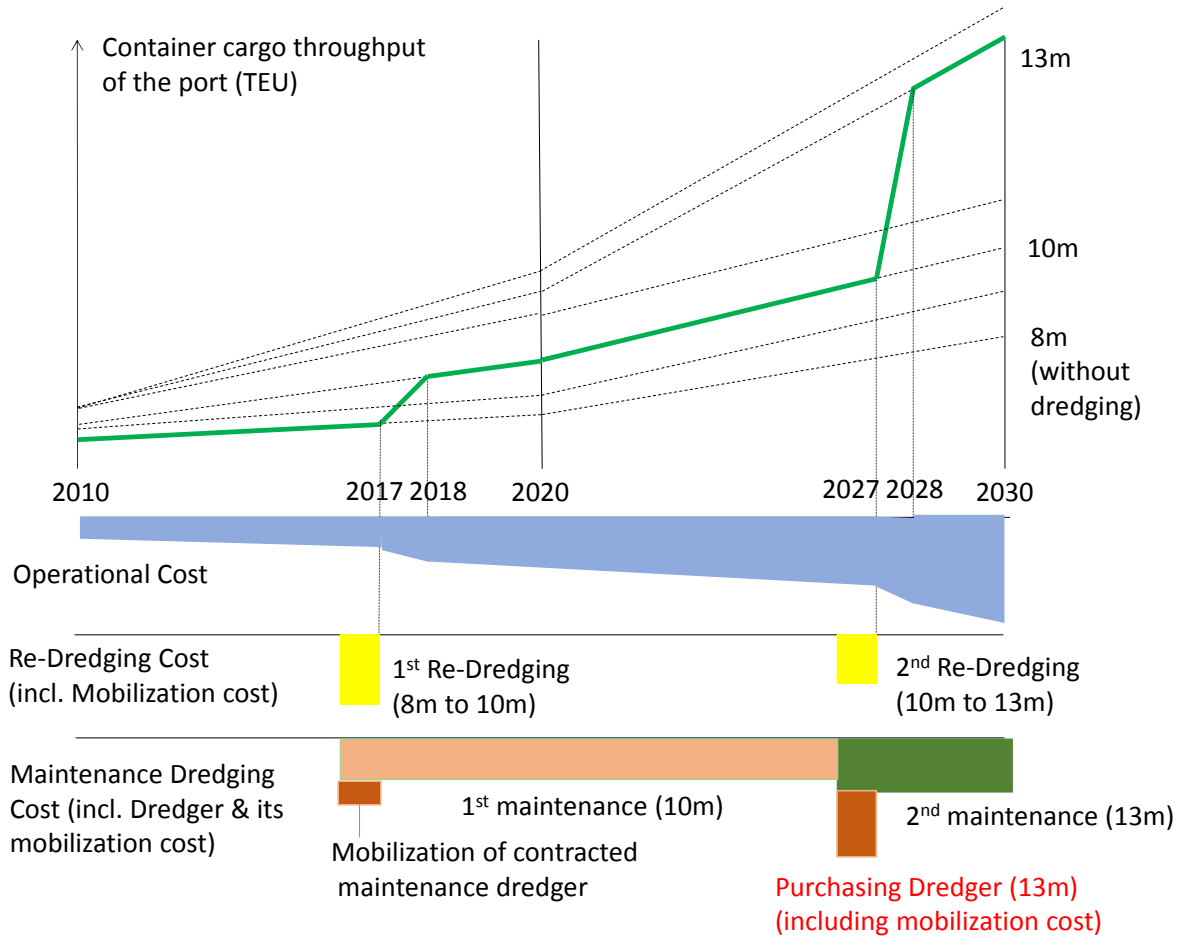


図 10.1 港湾収入・費用の時系列計算に関する模式図  
(当初 10 年間は契約ベースの浚渫を行うと想定したケース)

### 10.3.2 再浚渫のタイミングを考慮した浚渫コストの時系列計算

#### (1) 再浚渫および維持浚渫における仮定

本時系列分析の目的は、再浚渫を実施する最適のタイミングや財務的・経済的観点からみた最適目標水深を得ることにある。問題を簡単にするため、以降の計算では、20 年のプロジェクト評価期間中に、再浚渫は 2 回まで、また第 5 章で示した契約ベースの浚渫は 10 年間の契約を前提としていることをふまえ、2 回目の再浚渫は 1 回目のちょうど 10 年後に実施するものと仮定する。

もうひとつの重要な仮定は、一度浚渫船を購入したら、評価期間中は売却できないという想定である（好きなタイミングに残存価値に等しい適正価格で自家保有の浚渫船を自由に売却できると仮定すると、契約ベースで浚渫を行うことの経済的メリットが全く生じない）。かわりに、評価期間の期末（2033 年）に、残存価値を計上することとする。なお、浚渫船は必ずしもフル能力で操業しなければならないということはなく、当初から大型浚渫船を購入しつつ、最初の 10 年は比較的浅い水深を維持するという戦略もあり得る。また、計算の整合性を保つため、回航費についても残存価値を計上することとする。



## (2) 浚渫費用の計算

### 1) 契約ベースの浚渫の場合

前頁の図 10.1 には、10.2 で整理した浚渫費用の各項目がどのタイミングで発生するかについても示されている。この図に示される例では、初回および 2 回目の再浚渫はそれぞれ 2017 年および 2027 年に実施される計画であることから、-8 m から-10 m の再浚渫、-10 m から-13 m の再浚渫の費用（再浚渫および維持浚渫用の浚渫船 2 隻の回航費も含む）はそれぞれ当該年に発生することになる。

初回の再浚渫を実施した年から 10 年間（2017～2026 年）は、契約船による-10 m の維持浚渫費用が毎年発生する。2 回目の再浚渫の実施年（2027 年）からは、自船による-13 m の維持浚渫費用となる。ここで、2 回目の再浚渫以降は、自家保有の場合には評価期間終了時に浚渫船の残存価値が考慮されることをふまえれば、浚渫業者に委託する経費が発生する分だけどんなケースでも契約ベースより自船ベースの浚渫の方が費用が安くなることから、必ず自船による浚渫が選択される。言い換えれば、契約ベースによる浚渫は、浚渫船の残存価値が存在する期間（本計算では 20 年間）に再度の浚渫による増深が計画されている場合に限り、（自家保有の浚渫船を好きなタイミングで売却できないという仮定があるので）自船ベースによる浚渫よりも経済的にメリットが生じることになる。これは、当面は契約ベースで浚渫を行うことにより、将来の臨機応変な増深を可能にするという観点からみれば、経済学的に言うオプション価値に類似した考え方といえる。

### 2) 自船浚渫の場合

図 10.2 は、初回の再浚渫時から自船ベースの維持浚渫が行われる場合について、浚渫に関する各費用項目とその発生するタイミングが示されている。再浚渫、および再浚渫・維持浚渫用浚渫船の各回航費が発生するタイミングは、図 10.1 に示される契約ベースの維持浚渫と同じである。ここに示される例では、最初の 10 年と次の 10 年では維持水深が異なるため、最初の 10 年間の維持水深（-10 m）においては、当初から 2 回目の 10 年間の維持浚渫能力（-13 m）を見越して購入した浚渫船が 100 % の能力を発揮する必要がない。言い換えれば、最初の 10 年間は投資した資本を部分的に遊ばせているということもできる。もし最初の 10 年と 2 回目の 10 年で維持水深が同じ場合には、2 回目の再浚渫は行われないことになる（図 10.3 参照）。

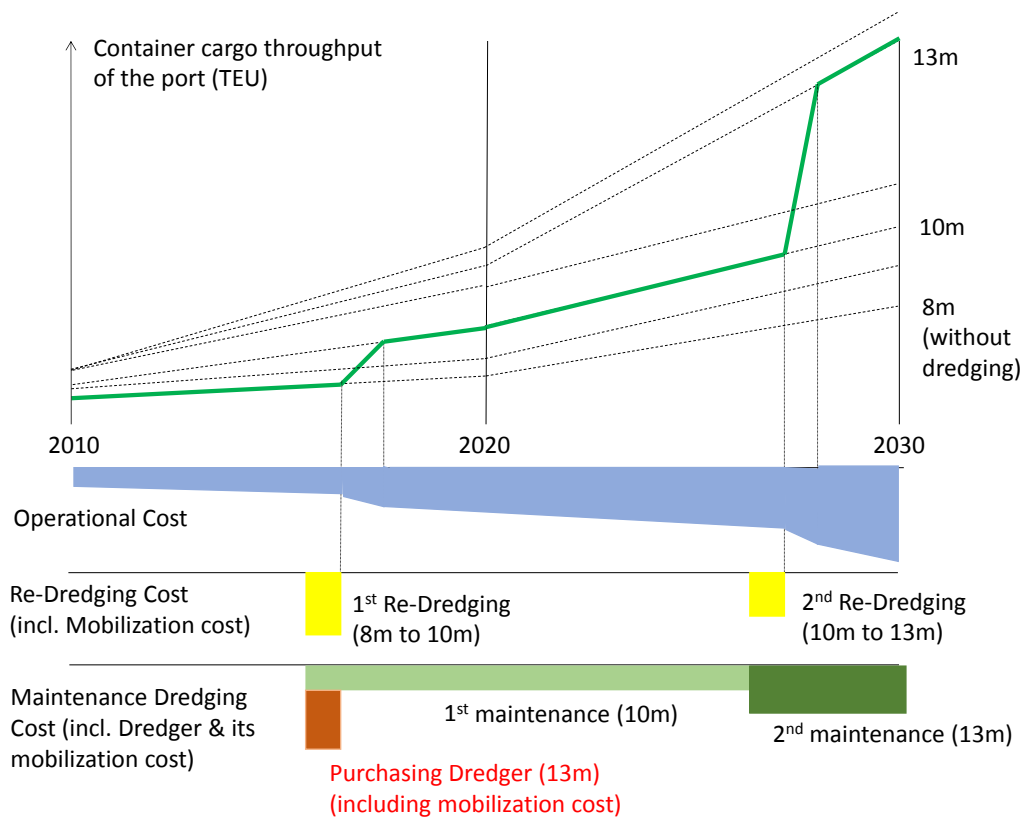


図 10.2 港湾収入・費用の時系列計算に関する模式図  
 (当初から自船ベースの浚渫を行うと想定したケース)

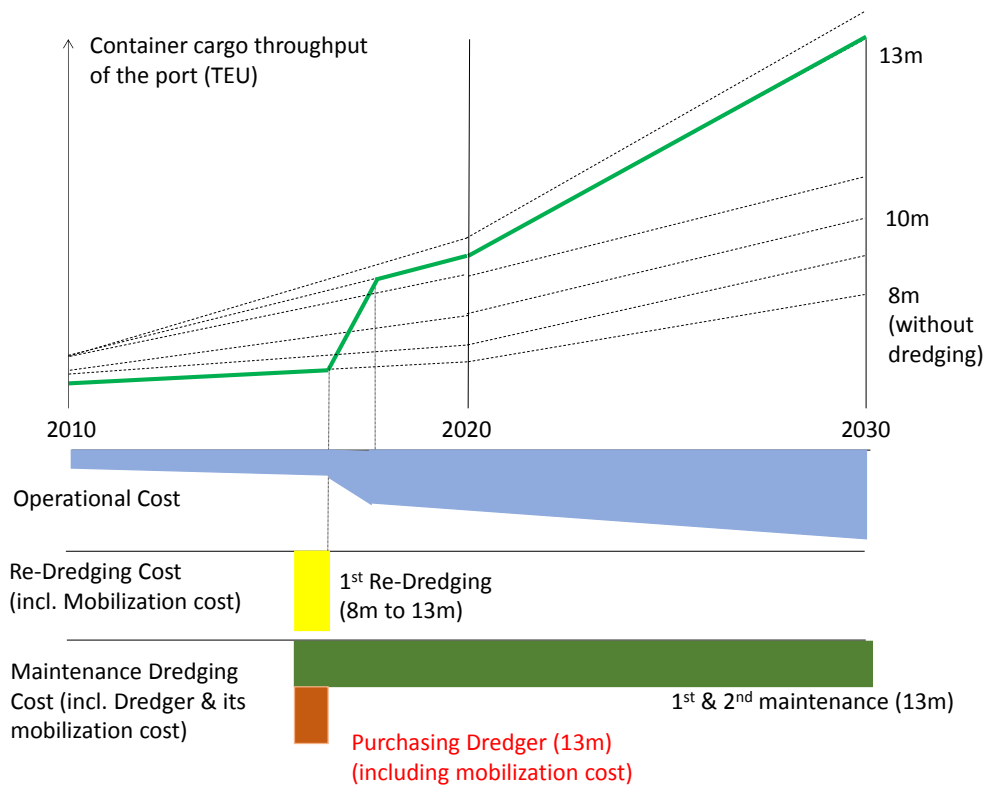


図 10.3 港湾収入・費用の時系列計算に関する模式図  
 (当初から自船ベース、かつ2回目の再浚渫は行われないと想定したケース)

## 10.4 浚渫のタイミングを考慮した時系列財務・経済分析の手法と試算例

### 10.4.1 時系列分析用計算シートの作成

10.3 に示したアカフトラ港およびラウニオン港におけるコンテナ貨物取扱量、港湾料金収入や運営費、エルサルバドル発着貨物の輸送費や浚渫費用の時系列計算手法に基づき、エクセルベースの計算シートを作成する。

計算シートの一例を図 10.4 に示す。計算シートは、「浚渫実施シナリオ」と「浚渫未実施シナリオ」で上下に分けられ、それぞれのシナリオで計算された便益の差が、浚渫の実施によるネットの便益（純便益）となる。浚渫実施シナリオは、初回および 2 回目の再浚渫における目標水深として考えられ得るすべての組み合わせを想定する。両者の目標水深、および初回の再浚渫により目標水深が実現される年次（すなわち、初回再浚渫実施の翌年）を図 10.4 に示されるシートの左上、黄色く着色したセルに入力すると、「浚渫実施シナリオ」の計算シートが自動的に更新される。ここで、前述のとおり、Q 列に示される再浚渫費用（再浚渫および維持浚渫のための回航費も含む）、および R 列に示される浚渫船費用は、再浚渫を実施した年（図 10.4 に示される例では、2017 年および 2027 年）にのみ発生している。一方で、S 列に示される維持浚渫費用は、初回の再浚渫実施年以降は、毎年発生する。評価期間内の各年における収入、運営費用、貨物輸送費用も計算される。

図 10.4 の下半分に示される「浚渫未実施シナリオ」においては、評価期間を通じて航路水深が -8 m だった場合の計算結果が示されている。この場合の各年の純収入・便益は、-8 m が維持されるとしたシナリオに基づき、10.3 で述べた方法により計算される。このシナリオにおいては、評価期間を通じて浚渫は実施されないため、浚渫関係の諸費用はすべてゼロである。なお、「浚渫実施シナリオ」においても、初回再浚渫が行われる年までの航路水深は -8 m と想定する。また、「浚渫実施シナリオ」において再浚渫による目標水深を -8 m と入力した場合も、浚渫費用がゼロとなるように計算シートは設定されている。同様に、初回と 2 回目の再浚渫において目標水深が同じ場合は、2 回目の再浚渫に関連する費用はゼロとなる。

各年の各収入・費用は、評価期間初年度（2014 年）からの経過年数によって割引された後で集計される。時間割引率は初期状態で年率 7.0% に設定されており、自由に変更することは可能である（セル AA89）。

計算シートは、契約ベースおよび自船ベースの浚渫で異なるシートが用意されており、両者の計算結果を比較して、初回および 2 回目の再浚渫における目標水深の組み合わせごとに、純便益がより大きくなる方を採用するものとする。また、埋没予測モデルごとに異なるエクセルファイルが用意されている。港湾利用料金に変化した場合にも、料金計算式の異なる別のエクセルファイルを作成する必要がある。

Starting Year		Target Depth (m)																													
10 years after		2018	10																												
		2028	13																												
<b>dredging scenarios</b>																															
Project year	Depth (m)	Year	Container cargo (Acapach)						Container cargo (La Union)						Total Revenue	Cost					Difference			Net Present Value		Shipping cost					
			Total number of containers (BOX)	Laden Containers (BOX)	Empty Containers (BOX)	Tranship Containers (BOX)	Vessel Service die	Container Handling Charge	Total number of containers (BOX)	Laden Containers (BOX)	Empty Containers (BOX)	Tranship Containers (BOX)	Vessel Service die	Container Handling Charge		Re-dredging	Dredger	Maintenance	Terminal Operation	Operational Cost	Contracted services	Maintenance cost	Total	Revenue-Cost	Revenue	Cost	Difference	Normal	After time discount		
8	2010	80970	56,026	24,044	0	1,803,663	10,114,772	10,842	8,134	2,708	0	26,036	1,113,484	13,203,955	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	819,781,171	819,781,171		
8	2011	84199.2	61,489	22,710	0	1,902,419	10,518,164	11,477	8,849	2,628	0	26,036	1,187,420	13,870,048	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	825,262,948	825,262,948		
8	2012	87428.4	66,053	21,374	0	2,001,176	10,021,856	12,112	9,564	2,547	0	26,036	1,261,374	14,446,142	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	831,446,142	831,446,142		
8	2013	90657.6	70,616	20,041	0	2,099,932	11,324,947	12,747	10,280	2,467	0	26,036	1,335,310	15,022,234	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	837,631,797	837,631,797		
0	2014	93868.8	75,188	18,707	0	2,198,689	11,728,339	13,862	10,995	2,387	0	26,036	1,409,265	15,598,329	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	843,827,456	843,827,456		
2	2015	97116	79,743	17,373	0	2,397,448	12,131,731	14,617	11,710	2,287	0	26,036	1,483,210	16,174,422	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	850,013,110	850,013,110		
4	2016	100345.2	84,306	16,039	0	2,596,201	12,535,122	14,651	12,423	2,226	0	26,036	1,557,156	16,750,515	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	856,198,764	856,198,764		
3	2018	100875.4	85,818	14,705	0	2,494,958	12,938,514	15,286	13,140	2,146	0	26,036	1,631,101	17,326,609	17,880,904	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	862,384,418	862,384,418		
4	2018	80072.4	77,659	11,857	0	2,165,573	11,122,577	15,563	11,304	2,495	0	26,036	1,351,652	16,036,590	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	868,570,072	868,570,072		
5	2019	91934.3	82,014	9,924	0	2,229,020	11,484,423	16,055	11,960	2,400	0	26,036	1,414,831	16,586,376	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	874,755,726	874,755,726		
6	2020	94601	86,059	8,781	0	2,368,488	11,846,289	16,447	12,576	2,371	0	26,036	1,493,722	17,137,461	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	880,941,380	880,941,380		
7	2021	96825	88,354	8,251	0	2,529,367	11,818,057	16,568	13,019	2,269	0	26,036	1,572,613	17,688,554	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	887,127,034	887,127,034		
8	2022	94739	86,658	7,723	0	2,218,253	11,789,253	15,888	12,341	2,271	0	26,036	1,458,503	17,239,646	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	893,312,688	893,312,688		
9	2023	94153	86,961	7,192	0	2,143,143	11,761,393	16,499	12,704	2,385	0	26,036	1,323,383	17,287,735	21,257,300	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	899,500,342	899,500,342		
10	2024	93927	87,265	6,662	0	2,068,027	11,733,361	16,929	13,085	2,491	0	26,036	1,258,361	17,336,812	25,211,623	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	905,687,996	905,687,996		
11	2025	93701	87,569	6,133	0	1,992,911	11,709,129	17,350	13,499	2,561	0	26,036	1,192,244	17,385,903	29,186,533	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	911,875,650	911,875,650		
12	2026	93475	87,873	5,603	0	1,917,800	11,676,867	18,071	13,943	2,631	0	26,036	1,127,126	17,432,994	37,177,063	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	918,063,304	918,063,304		
13	2027	93249	88,177	5,072	0	1,842,687	11,648,665	19,001	14,815	2,701	0	26,036	1,052,008	17,480,085	45,168,132	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	924,250,958	924,250,958		
14	2028	93023	88,480	4,541	0	1,768,574	11,620,463	19,931	15,729	2,751	0	26,036	981,889	17,527,176	53,159,201	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	930,438,612	930,438,612		
15	2029	92797	88,783	4,010	0	1,694,461	11,592,261	20,861	16,647	2,801	0	26,036	911,770	17,574,267	61,148,256	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	936,626,266	936,626,266		
16	2030	92571	89,086	3,479	0	1,620,348	11,564,060	21,791	17,523	2,851	0	26,036	841,651	17,621,358	69,137,311	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	942,813,920	942,813,920		
17	2031	92345	89,389	2,948	0	1,546,235	11,535,859	22,721	18,275	2,901	0	26,036	771,532	17,668,449	77,126,366	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	949,001,574	949,001,574		
18	2032	92119	89,692	2,417	0	1,472,122	11,507,658	23,651	19,029	2,951	0	26,036	701,413	17,715,540	85,115,421	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	955,189,228	955,189,228		
19	2033	91893	89,995	1,886	0	1,400,009	11,479,457	24,581	19,787	3,001	0	26,036	631,294	17,762,631	93,104,472	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	961,376,882	961,376,882		
19	Substage value																														
19	Total					31,056,515	284,644,361	643,622,316					31,056,515	284,644,361	643,622,316	12,498,092	53,170,000	47,681,809	28,630,000	254,199,448	116,262,692	70,822,407	34,204,300	55,141,856	26,812,368	28,004,224	274,965,727	5,078,447	15,598,911,436	8,985,480,649	

**No dredging scenario**

Project year	Depth (m)	Year	Container cargo (Acapach)						Container cargo (La Union)						Total Revenue	Cost					Difference			Net Present Value		Shipping cost			
			Total number of containers (BOX)	Laden Containers (BOX)	Empty Containers (BOX)	Tranship Containers (BOX)	Vessel Service die	Container Handling Charge	Total number of containers (BOX)	Laden Containers (BOX)	Empty Containers (BOX)	Tranship Containers (BOX)	Vessel Service die	Container Handling Charge		Re-dredging	Dredger	Maintenance	Terminal Operation	Operational Cost	Contracted services	Maintenance cost	Total	Revenue-Cost	Revenue	Cost	Difference	Normal	After time discount
8	2010	80970	56,026	24,044	0	1,803,663	10,114,772	10,842	8,134	2,708	0	26,036	1,113,484	13,203,955	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	819,781,171	819,781,171
8	2011	84199.2	61,489	22,710	0	1,902,419	10,518,164	11,477	8,849	2,628	0	26,036	1,187,420	13,870,048	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	825,262,948	825,262,948
8	2012	87428.4	66,053	21,374	0	2,001,176	10,021,856	12,112	9,564	2,547	0	26,036	1,261,374	14,446,142	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	831,446,142	831,446,142
8	2013	90657.6	70,616	20,041	0	2,099,932	11,324,947	12,747	10,280	2,467	0	26,036	1,335,310	15,022,234	0	0	0	0	0	4,427,444	1,664,806	17,010,215	7,802,464	7,295,864	15,986,329	7,802,464	7,295,864	837,631,797	837,631,797
0	2014	93868.8	75,188	18,707	0	2,198,689	11,728,339	13,862	10,995	2,387	0	26,036	1,409,265	15,598,329	0	0	0	0	0	4,4									

## 10.4.2 最適な再浚渫実施タイミングと目標水深組み合わせの試算

初回の再浚渫が実施され目標水深が実現される計画年次、および初回および 2 回目の再浚渫における目標水深を図 10.4 の左上に黄色く着色したセルに入力すると、当該浚渫計画の純収入および純便益が算出される。

エクセルに付属するマクロを実行すると、初回および 2 回目の再浚渫におけるすべての目標水深の組み合わせについて、初回再浚渫の実施年次を 2015 年から 2024 年間で変化させつつ計算を順次実行し、評価期間中の純収入およびエルサルバドル発着貨物の輸送費用における「浚渫実施シナリオ」と「浚渫未実施シナリオ」の差異を足しあげることによって得られる純便益を最大にする、初回再浚渫の実施年次が得られる。各目標水深の組み合わせごとに、最適な初回再浚渫の実施年次やそのときの純便益が、シートの右下に順次記録される。

10.2 および 10.3 に示した設定値のもとでマクロによって計算された、初回および 2 回目の再浚渫における目標水深の組み合わせごとの、最適な初回目標水深の開始年次および純便益の計算結果を、表 10.9（ラウニオン港利用料金値上げ前）および表 10.10（ラウニオン港利用料金値上げ後）について示す。各表とも、契約ベースと自船ベースによる浚渫の計算結果を比較し、純便益のより大きい方が着色されている。これらの計算結果より示唆されることを以下に整理する。

- 1) 純便益を最大化するために初回再浚渫の目標水深が達成されるべき最適年次は、初回および 2 回目の再浚渫における目標水深の組み合わせや、浚渫形態（契約ベースか自船ベースか）によって異なる。また、契約ベースの浚渫と自船ベースの浚渫でどちらの方がより大きい純便益が期待されるかについても、各回再浚渫の目標水深の組み合わせによって異なる。表に示される結果より、一般的に、初回と 2 回目の再浚渫の目標水深の差異が小さいかゼロ（この場合は 2 回目の再浚渫は行われぬ）の場合は最初から自船ベースの浚渫を行う方が有利になりやすい。一方で、初回と 2 回目の再浚渫の目標水深の差異が大きい場合には、当初 10 年間は契約ベースで浚渫を行う方が純便益は大きくなる。
- 2) ラウニオン港の利用料金の引き上げ前（表 10.9）においては、多くのケースにおいて純便益はマイナスとなっている。つまり、「浚渫未実施（何もしない）シナリオ」が最適なケースが多い。その中で、例外的にいくつかの目標水深の組み合わせでは正の純便益が推計されており、たとえば初回再浚渫の目標水深が-12m、第 2 回再浚渫の目標水深が-13m の組み合わせにおいては、2014 年に初回再浚渫を実施しその後自船ベースの浚渫を行うときに最大の純便益が期待でき、これはすべての目標水深の組み合わせの中でも最大の純便益が期待できるケースであることがわかる。しかしながら、ここで計算される純便益は、10.3 で述べたように、当該水深において最も純便益が大きくなる定航サービスネットワーク・シナリオを入力したケースのものであり、より具体的に言えば、前章で示したように、ラウニオン港のトランシップ・ハブ化を前提とした計算結果であることに注意が必要である。いいかえれば、このような結果を期待して再浚渫や維持浚渫船購入

などの投資を行うことには、大きなリスクが伴うといえよう。一方で、比較的リスクの小さいセカンド・ベストな戦略としては、たとえば、初回再浚渫の目標水深を-10 m とし、第2回再浚渫の目標水深を-13 m としたケースでは、2014年に初回再浚渫を行い、最初の10年間は契約ベースの維持浚渫を行う場合が最適で、このときは、(もちろん実際に実現される定航サービスネットワーク・シナリオにもよるが)一定の正の純便益が期待できる。

- 3) ラウニオン港の利用料金引き上げ後(表10.10)においては、多くの組み合わせにおいて、正の純便益が期待される。なかでも、初回再浚渫の目標水深を-13 m とし、その後20年間同じ水深を維持するケースでは、2016年に再浚渫を実施し、以降は自船ベースの浚渫を行う場合に最大の純便益が期待され、これはすべての目標水深の組み合わせの中でも最大の純便益が期待できるケースとなっている。しかしながら、2)でみたのと同様に、このような戦略は2017年当初からラウニオン港のトランシップ・ハブ化が実現することを前提としたものであり、リスクが大きい。比較的リスクの小さいセカンド・ベストな戦略としては、2)と同様の、初回再浚渫の目標水深を-10 m とし、第2回再浚渫の目標水深を-13 m としたケース(2014年に初回再浚渫を行い、最初の10年間は契約ベースの維持浚渫を行う)があげられる。

表 10.9 浚渫形態(契約ベースまたは自船ベース)および初回・第2回再浚渫の目標水深の組み合わせごとの初回目標水深の最適開始年次および期待される純便益  
(ラウニオン港の料金引き上げ前)

目標水深		契約ベース浚渫 ('000 US\$)				自船ベース浚渫 ('000 US\$)			
初回再浚渫	第2回再浚渫	初回目標水深の最適開始年次	純便益(NPV)	エルサルバドル国港湾セクターの純収入	エルサルバドル国発着貨物の輸送費用削減額	初回目標水深の最適開始年次	純便益(NPV)	エルサルバドル国港湾セクターの純収入	エルサルバドル国発着貨物の輸送費用削減額
8	8	2015	0	0	0	2015	0	0	0
8	9	2024	-1,347	-1,347	0	2024	-7,963	-7,963	0
8	10	2024	-2,086	-2,086	0	2024	-10,545	-10,545	0
8	11	2024	-3,226	-3,226	0	2024	-17,213	-17,213	0
8	12	2024	-4,956	-4,956	0	2024	-26,316	-26,316	0
8	13	2015	111,724	-89,254	200,978	2015	61,139	-139,839	200,978
8	14	2015	35,513	-167,775	203,287	2016	-49,976	-227,444	177,468
9	9	2024	-33,314	-32,310	-1,005	2024	-29,649	-28,644	-1,005
9	10	2024	-34,212	-33,207	-1,005	2024	-32,377	-31,373	-1,005
9	11	2024	-35,325	-34,321	-1,005	2024	-39,019	-38,014	-1,005
9	12	2024	-37,164	-36,159	-1,005	2024	-48,230	-47,225	-1,005
9	13	2015	53,198	-140,087	193,286	2015	21,434	-171,851	193,286
9	14	2015	-26,187	-221,782	195,595	2023	-91,324	-107,444	16,120
10	10	2024	-35,364	-52,047	16,683	2024	-25,265	-41,947	16,683
10	11	2024	-36,641	-53,324	16,683	2024	-32,055	-48,737	16,683
10	12	2024	-38,476	-55,159	16,683	2024	-41,262	-57,945	16,683
10	13	2015	57,280	-176,775	234,055	2015	40,715	-193,340	234,055
10	14	2015	-21,149	-257,514	236,364	2015	-73,129	-309,493	236,364
11	11	2024	-34,864	-78,623	43,759	2024	-20,951	-64,710	43,759

11	12	2024	-36,941	-80,700	43,759	2024	-30,376	-74,135	43,759
11	13	2015	36,163	-212,367	248,530	2015	36,717	-211,814	248,530
11	14	2019	-32,862	-186,969	154,108	2019	-64,304	-218,412	154,108
12	12	2016	14,955	-230,303	245,258	2015	64,475	-198,937	263,412
12	13	2015	155,315	-255,279	410,595	2015	188,432	-222,163	410,595
12	14	2016	79,605	-301,560	381,165	2015	76,256	-336,648	412,904
13	13	2018	155,091	-224,720	379,811	2017	182,474	-219,912	402,386
13	14	2021	112,445	-190,567	303,012	2020	106,577	-222,843	329,421
14	14	2024	25,047	-204,861	229,908	2020	49,384	-294,631	344,015

表 10.10 浚渫形態（契約ベースまたは自船ベース）および初回・第2回再浚渫の目標水深の組み合わせごとの初回目標水深の最適開始年次および期待される純便益  
（ラウニオン港の料金引き上げ後）

目標水深		契約ベース浚渫 ('000 US\$)				自船ベース浚渫 ('000 US\$)			
初回再浚渫	第2回再浚渫	初回目標水深の最適開始年次	純便益 (NPV)	エルサルバドル国バドル国港湾セクターの純収入	エルサルバドル国バドル国発着貨物の輸送費用削減額	初回目標水深の最適開始年次	純便益 (NPV)	エルサルバドル国バドル国港湾セクターの純収入	エルサルバドル国バドル国発着貨物の輸送費用削減額
8	8	2015	0	0	0	2015	0	0	0
8	9	2024	-1,347	-1,347	0	2024	-7,963	-7,963	0
8	10	2015	34,996	-21,379	56,375	2015	22,552	-33,823	56,375
8	11	2015	13,028	-43,347	56,375	2015	-7,567	-63,942	56,375
8	12	2015	20,181	-59,737	79,918	2015	-11,300	-91,218	79,918
8	13	2015	190,403	57,847	132,556	2015	139,818	7,262	132,556
8	14	2015	138,908	-26,985	165,893	2015	52,908	-112,985	165,893
9	9	2024	-38,131	-39,832	1,701	2024	-34,466	-36,167	1,701
9	10	2019	-33,230	-45,435	12,206	2019	-29,062	-41,268	12,206
9	11	2024	-40,143	-41,843	1,701	2024	-43,836	-45,537	1,701
9	12	2024	-41,981	-43,682	1,701	2024	-53,047	-54,748	1,701
9	13	2015	105,959	30,183	75,776	2015	74,196	-1,581	75,776
9	14	2015	51,291	-57,822	109,113	2016	-14,576	-117,475	102,899
10	10	2016	81,517	-50,110	131,626	2016	101,245	-30,382	131,626
10	11	2017	62,926	-65,158	128,083	2017	74,034	-54,049	128,083
10	12	2016	59,429	-92,228	151,657	2015	61,729	-94,331	156,059
10	13	2015	231,876	23,178	208,698	2015	215,311	6,613	208,698
10	14	2015	178,163	-63,871	242,034	2015	126,184	-115,851	242,034
11	11	2019	24,891	-88,849	113,740	2018	48,451	-71,689	120,140
11	12	2018	13,979	-119,945	133,923	2017	28,812	-111,661	140,473
11	13	2015	174,807	-21,841	196,647	2015	175,360	-21,287	196,647
11	14	2016	120,286	-100,846	221,133	2016	86,376	-134,757	221,133
12	12	2016	124,597	-63,526	188,123	2016	172,355	-15,768	188,123
12	13	2015	288,408	47,496	240,911	2015	321,524	80,613	240,911
12	14	2015	236,363	-37,885	274,248	2015	234,064	-40,183	274,248
13	13	2017	335,524	55,258	280,266	2016	367,391	78,474	288,917
13	14	2018	293,989	2,426	291,563	2017	291,982	-15,689	307,671
14	14	2019	187,758	-103,410	291,168	2018	220,141	-87,189	307,330

## 10.5 第10章の結論

本章では、各年の収入、便益、浚渫費用を考慮した時系列分析の方法を提案し、浚渫を行う最適タイミングに関する議論を行うため、具体的な試算を行った。計算にあたっては、再浚渫は2回までかつ2回目の浚渫は初回浚渫のちょうど10年後に実施するなどといった、多くの仮定を置いている。さらに、本章で示した計算結果は、各航路水深ごとに最大の純便益が期待される定航サービスネットワーク・シナリオに基づくものに限定されている。

本章で示した試算結果からは、純便益を最大化する最もよい戦略は、今後数年以内に維持浚渫用の浚渫船を購入して航路水深を-12～-13 m 程度に保つことであることがわかったものの、このような戦略はラウニオン港の「トランシップ・ハブ」化が数年以内に成功する場合にのみ達成されうるものであり、極めてリスクが高い戦略といえる。一方で、比較的风险の小さいセカンド・ベストな戦略は、当初10年間は契約ベースの浚渫船で水深-10m程度を維持し、第2回の再浚渫で-13 m 程度まで増深するというものである。このような「段階的戦略」は、大きな財務的リスクを避けるという観点から非常に有益であろう。



## 第 11 章 結論と提案



## 第 11 章 結論と提案

### 11.1 結論

本調査の結論は以下のとおりである。

#### (1) 航路埋没の現状

ラ・ユニオン港の延長 22.3 km の航路は、かつては D.L.-14 m まで浚渫されていたが、現在はほとんど浚渫前の元の状態まで埋没してしまっており、航路としての水深は維持されていない。

#### (2) 浮泥層厚

現地における調査団の経験に基づいて判断すると、周波数 200 kHz の測深機は浮泥層の上面を検知していると考えられる。したがって、船舶の航行が可能な水深は、周波数 200 kHz の音響測深機で測定した水深より、浮泥層の厚さだけ深いと考えられる。

航路内の浮泥層は比較的長期間にわたって存在する。このことは、維持浚渫計画に浮泥層の存在を考慮に入れると、維持浚渫量を少なくすることが可能であることを示唆している。

キャピタル浚渫後約 2 年が経過した時に採取した底質を分析した結果、湿潤密度 1,200 kg/m<sup>3</sup> 以下の浮泥層が、外港航路では 0.5 m、内港航路では 1.0 m の厚さで形成されていた。

#### (3) 航路埋没機構と航路埋没予測モデル

ラ・ユニオン港では、浮泥層が密度流となって航路内に流れ込む結果、航路埋没現象が生じる。海底面に航路断面のような段差があるところはどこでも、重力の作用によって浮泥は低いレベルへと流れる。

航路横断測量の測線上の平均水深の変化についてトレンド解析を行って、航路内外の水深差とキャピタル浚渫からの経過時間を関数とした埋没速度の経験的な予測モデルが構築できた（式(4.1)）。

航路埋没速度の予測式を時間積分することによって、航路内外の水深差  $h$  を予測するモデル（式(4.2)）を導いた。このモデルを、原型指数モデルと名付けた。

2008 年 12 月測量の内港航路の深浅データは不自然に下方にずれていた。それは恐らく、不適切な潮位補正か基準面の取違いのような系統的な誤差によるものであろう。このデータを上方に補正し、それに伴って内港航路については原型指数モデルの係数を修正した（式(4.3)）。

外港航路で航路埋没が進行しているときに、航路外の西側領域の海底は変化しなかったが、東側領域の海底は侵食を受けた。そして、航路内の水深は埋没しても東側領域の水深より浅くなることはなかった。言い換えると、完全に埋没した時の航路内水深は、浚渫前の水深より深い。外港水路の埋没に対しては、この東側領域の効果を考慮に入れて（つまり最終水深の概念を導入して）、原型指数モデルを修正した（図 4.27 参照）。

浚渫完了直後に発生する急激な航路埋没は、もしかしたら新しく浚渫を行ったときに限って 1 度だけ発生するのかもしれない。もしそうならば、維持浚渫が継続的に行われているときには、急激な浚渫は発生しない。この仮説に基づいて、もう一つの新しい予測モデルを組み立てた。すなわち、埋没速度が一定（式(4.4)）で、航路内水深は時間に比例して浅くなる（式(4.5)）。この

モデルを線形モデルと名付けた。線形モデルは仮説を前提として組み立てたので、仮説が深淺データで証明できるが、データで線形モデルの適用性が確認できるまでは、その使用を控えなければならぬ。

残念ながら泊地については、経験的予測モデルを構築するのに有効な深淺データは何もないので、外港航路用の修正指数モデルを泊地の埋没予測に用いた。

#### (4) 再浚渫量

最初に、(現在埋没している) 泊地、内港航路および外港航路を再浚渫する必要がある。最新の測量結果(2013年7月)に基づいて、9 m~14 mの目標水深について1 mごとに再浚渫量を計算した。その結果は、表 5.1 に取りまとめている。

#### (5) 維持浚渫量

6 ケースの目標水深(具体的には、9、10、11、12、13、14 m)について、必要な維持浚渫量を計算した。タイムサイクルは、すなわち浚渫の繰り返し時間間隔、3、4、6、12 ヶ月として。ある特定の目標水深である特定のタイムサイクルのときの維持浚渫量を、修正指数モデルと線形モデルで推定した。計算では、浮泥の厚さを考慮に入れた。計算の結果は、図 5.7 に示されている。

#### (6) 適切な浚渫方法

4 タイプの浚渫船を比較した結果、ラ・ウニオン港の再浚渫および維持浚渫には TSHD (Trailing Suction Hopper Dredger) が適していると判断された。というのは、TSHD は通行船舶への影響が最も少なく、費用生産性 (productivity) と費用効果 (cost efficiency) が最も高かったからである。

#### (7) 船舶寄港モデル

財務的・経済的観点からラ・ウニオン港の分析を行うことを目的に、船舶寄港モデルを構築した。モデルの全体構成は図 8.29 に示した通りである。主要なモデルの入力変数は、ラ・ウニオン港のアクセス航路水深も含む各港のサービスレベルと、コンテナ貨物の輸送需要(コンテナ貨物 OD) である。モデルは2つのパートから構成される。すなわち、各定航サービスネットワークを決定する船社の行動を記述するパートと、コンテナ貨物配分モデルである。様々な考えられ得る定航サービスネットワークのパターンを、海上輸送だけでなく陸上輸送も含めた配分モデルであるコンテナ貨物配分モデルに入力し、その結果から、入力した定航サービスネットワークが成立可能であるかどうか、主にラ・ウニオン港におけるコンテナ取扱いの観点から検討されるものである。

コンテナ貨物配分モデルの妥当性は、各港湾のコンテナ貨物取扱量など 8.8 節に示したいくつかの指標についてモデル再現性を確認することによって検討された。また、モデルに含まれる3つの未知パラメータ(貨物の時間価値  $v_t$ 、選択肢間の一般化費用の相違に対する感度を表す分散パラメータ  $\theta$ 、トランジット輸送における越境抵抗に関する補正係数  $\alpha$ ) についての感度分析も行った。結果として、コンテナ貨物配分モデルは中米地域(CA4 諸国)における実際のコンテナ貨物輸送市場をおおむね再現し、入力値の変化に対する出力の変化もおおむね合理的であることが確認された。また、ラ・ウニオン港の想定航路水深ごとに、2020年および2030年時点における将来の定航サービスネットワークに関するシナリオを多く設定し、9.2 節に示した基準によって、水深ごとに、実現性のあるシナリオを複数選定した。

図 9.12 および 9.13 に示されたラ・ウニオン港およびアカフトラ港の将来コンテナ貨物取扱量

についての推計結果から、将来定航サービスネットワークに関する実現性のあるシナリオの一つとして、ラ・ウニオン港が「トランシップ・ハブ」となり、基幹航路のコンテナ船が寄港する可能性があることが示された。また、港湾利用料金の引き上げや、ラ・ウニオン港周辺のエルサルバドル東部地域の開発の影響についても、モデルによりシミュレーションを行った。

なお本モデルは、ラ・ウニオン港を中心とした中米太平洋岸の定航サービスネットワークについて様々な将来像が考えられることを踏まえ、生起する可能性のある貨物流動パターンをできるだけ網羅的に把握することを目的としており、同じ航路水深のもとでも複数の予測結果が示されている。これらはすべて現実に生起する可能性のあるシナリオであり、モデル計算の前提通りオペレーションや諸手続きが効率的に行われたとしても、予測値のうち最小の値が実現されることも確率的にはあり得るものであることに注意が必要である。

#### (8) ラ・ウニオン港の経済・財務分析と政策シミュレーション

船社寄港モデルより推計されたコンテナ貨物取扱量等の出力に基づき、入港料および荷役料の収入の合計から浚渫費用を除く港湾運営費用を差し引くことによって得られるラ・ウニオン港のネットの収入（純収入）、アカフトラ港の純収入も加えたエルサルバドルの港湾セクターにおける純収入、およびエルサルバドル国経済にとっての浚渫プロジェクトの純便益をアクセス航路の水深ごとに算出し、浚渫費用と比較を行った。

財務的観点から言えば、ラ・ウニオン港の利用料金が現行水準のままであると仮定した場合には、図 9.18 および図 9.19 に示したように、各航路水深において、純収入は浚渫費を常に下回る。一方、ラ・ウニオン港の利用料金が引き上げられた場合には、図 9.24 および図 9.25 に示したように、航路水深ごとに推計された期待最大純収入（航路水深ごとに純収入が最大となる定航サービスネットワーク・シナリオにおける純収入）は浚渫費用を上回ることがわかった。

もうひとつの政策シミュレーションとして、エルサルバドル東部における地域開発の進展を考慮したモデル計算を行った。図 9.17 および図 9.30 に示したように、エルサルバドル国の東部地域開発が進めば、ラ・ウニオン港のコンテナ貨物取扱量や収入の増加が見込めるといふ推計結果が得られた。

#### (9) 時系列変化を考慮した最適浚渫計画

第 10 章では、各年次の収入、便益、浚渫費用を考慮した時系列分析の手法を構築した。また、浚渫実施の最適タイミングに関する議論に資することを目的に、具体的事例における試算を行った。この試算は、評価期間 20 年間のうちに再浚渫は 2 回まで、また 2 回目の再浚渫は初回の再浚渫実施後 10 年経過時に実施するなど、様々な仮定に基づき行われたものである。また、試算対象となる将来定航サービスネットワークのシナリオについても、各航路水深ごとに多く用意されたシナリオのうち、純便益が最大となるシナリオのもとの試算に限定されている。

#### (10) アクセス航路の航行規則

ラ・ウニオン港のアクセス航路における航行の現状や現行規則についての整理、および航行船舶の喫水によって航行可能時間帯を変化させるといふ新しい航行規則の提案を 10.1 節において行った。また、新しい規則に基づく期待待ち時間を算出し、現行規則に基づく期待待ち時間と比較した。その結果、現行規則は、小型船が水深の浅い航路を航行するという現状においては有効であるものの、航路が増深され、様々なサイズの船舶が航行する状況を想定した場合には、新しい航行規則を導入する必要があることがわかった。

## 11.2 提案

### (1) 経験的に構築した予測モデルの適用性

修正指数モデルと線形モデルはともに深浅データに基づいて経験的に構築したものであり、航路埋没の物理的特性の考察は行っていない。これらのモデルは過去の状況と同じ条件のもとでの航路埋没を予測できる。しかしながら、異なる新しい条件のもとでの航路埋没の予測はできない。

例えば、今回のモデル組み立てに使用した深浅データのうちで、最も水深が深いのは15m程度である。したがって、これらのモデルによる予測精度は航路水深が15mより浅い範囲では相当程度保証されている。留意してほしいのは、予測モデルは水深15mより深い状況を経験していないので、航路水深が15mより深くなると予測精度が低下するということである。

もう一つの例は、航路近くに埋没防止(軽減)のための人工的な構造物を設置した場合である。これは過去にない新しい条件であるので、これらのモデルは適用できない。この場合は、新しい条件下で測量して得た深浅データに基づいて新たなモデルを開発しなければならない。

### (2) 線形モデルの適用性

浚渫完了直後の急激な航路埋没は新規に掘削された航路だけに限って生じるという仮説の下で、線形モデルが構築されている。したがって再度強調しておきたいことは、この仮説が深浅データで証明されるかあるいは線形モデルの適用の妥当性がデータで確認されるまでは、線形モデルの使用を控えなければならないということである。

### (3) 適切な浚渫体制

自船で浚渫を行うコストの方が外注契約で浚渫を行うコストより安く見積もられた。なぜなら、両者の直接費はほぼ同じであったが、自船浚渫の間接費が契約浚渫のそれよりはるかに安かったからである。契約浚渫の間接費は回航費、保険費、コンティンジェンシーに係る費用(雑費)のほかに多くの種類の費用を含んでいる。これに対して、CEPAが考えている自船浚渫の間接費は、回航費、保険費、コンティンジェンシーだけである。しかしながら、以下の理由で、浚渫体制について、契約浚渫と自船浚渫のコスト比較だけで議論することは適切ではない。

もしCEPAが自前で浚渫船を保有すると、CEPAが現在考えている以上のかかなりの費用がかかる。そして、浚渫作業を支援するための船団や施設は、長い経験とノウハウの蓄積があって初めて有効に機能する。コストとは別に、浚渫船の船員の訓練や教育等の課題もある。

さらに、浚渫船を調達する前に浚渫船の大きさと容量を設計するために航路埋没量を正確に予測する必要がある。しかし、本調査で開発した航路埋没量予測モデルは必ずしも十分信頼できるものではなく、今後、航路の埋没状況のモニタリングを通じてモデルの改良を行うことが必要である。

加えて、ラ・ウニオン港の発展と関連して目標維持水深が大きくなることに対して自船を保有することは、柔軟な対応が極めて困難になる。この問題は、(予測モデルの精度向上と違って)将来にわたって継続する。

以上のことから判断して、航路の維持浚渫をある期間は契約ベースで行うことを提案する。

### (4) 航路水深のモニタリングの必要性

経験的に構築された二つのモデルは、質的にも量的にも必ずしも十分でない深浅データに基づいている。特に線形モデルは検証されていない仮説に基づいている。深浅測量によって航路内の

水深をモニタリングすることが、予測精度を向上および維持浚渫量の予測への線形モデルの適用性を強める唯一の方法である。これがモニタリングの第一の目的である。第二の目的は、浚渫完了後の急激な埋没現象を確認することである。

第6章で述べたモニタリング計画は、深淺測量が CEPA 所有の測量装置を用いて CEPA 自身が行うことを前提としている。

#### (5) 1周波数タイプの超音波測深機の使用

深淺測量を実施する時は常に、38 kHz と 200 kHz の二つの周波数の超音波を同時に使用すべきである。高周波数の超音波は海水と浮泥の境界面で反射するのに対し、低周波数の超音波は堆積している泥の中まで到達するので測定結果は大きな水深値となる。低周波数と高周波数の超音波に対する浮泥の音響応答については多くの議論があるが、未だ定量的な結論は得られていない。それでもとにかく、低周波数の超音波で計測した水深と超音波のその差は、浮泥の層厚を判断する目安にはなるであろう。

#### (6) アカフトラ港の料金水準

ラ・ウニオン港における財務の健全性を確保する観点からいえば、利用料金の引き上げが必要である。もしラ・ウニオン港の料金が現行水準のままである場合には、すでに述べたとおり、アクセス航路の水深がどんな場合でも、期待されるネットの収入は浚渫費用を常に下回る。

一方で、利用料金の引き上げは、隣接港湾に対する競争力を弱め、結果として取扱量を減らす可能性があることに注意が必要である。特に、図 9.16 に示されるように、陸上越境輸送時の抵抗が削減されるなどよりマーケットが自由化される場合には、各港の料金水準はよりクリティカルな問題となる。

#### (7) 「トランシップ・ハブ」シナリオ

船舶寄港モデルの計算結果によれば、9.2 節の図 9.12、図 9.13 等 に示されるように、ラ・ウニオン港がトランシップ・ハブ化するシナリオも、実現可能性のあるシナリオのひとつとして支持された。このようなシナリオにおいては、9.3 節の図 9.22、図 9.23 等 に示されるように、エルサルバドル国の経済にとっても非常に有益である。

しかしながら、重要なのは、浚渫によってアクセス航路を増深すれば無条件にトランシップ・ハブ化するわけではないという点である。ラ・ウニオン港がトランシップ・ハブとなるためには、基幹航路の母船にとって魅力的な港湾となるよう様々な努力が必要である。前節(7)で述べたように、船舶寄港モデルによって推計されたラ・ウニオン港取扱量の予測値等は、実際に実現されるシナリオによって非常に幅があるものである。この中から、ラ・ウニオン港にとってより有利な定航サービスネットワークを形成し、予測値のなかでもより大きい値を実現していくためには、本プロジェクトで示したような科学的分析に基づき、ターゲットを見誤ることなく戦略的にポートセールスを行っていくことが重要である。このことは、コンセッションにより CEPA が地主型のポートオーソリティになってもなんら変わるものではなく、コンセッショネアと共同して戦略的にポートセールスを行っていくことが極めて重要である。

#### (8) エルサルバドル東部の地域開発

エルサルバドル東部地域の開発計画が進展すれば、ラ・ウニオン港のコンテナ貨物取扱量や収入の増加に貢献するだろう。すなわち、当初から計画されていたように、ラ・ウニオン港とエルサルバドル東部地域における背後圏の一体的な開発が、ラ・ウニオン港の将来的な発展にとって重要な鍵のひとつといえる。

#### (9) 財務リスクの拡大を避けるための段階的な浚渫投資計画の重要性

表 10.9 および表 10.10 に示した各年の収入・便益・浚渫費用を考慮した時系列分析の試算結果によれば、ここで試算したような、各航路水深において純便益が最大となるようなシナリオが実現すると想定したケースにおいて、なかでも最も純便益が大きくなる戦略は、数年以内に-12~-13 m まで浚渫を行い、自家保有の浚渫船を導入して維持浚渫を行うことであった。しかしながら、このような戦略は、トランシップ・ハブが実現する場合にのみ期待された純便益が達成されるものであり、きわめてリスクが大きい。

一方、比較的リスクの小さいセカンド・ベストな戦略としては、初回の再浚渫は-10 m 程度までの増深にとどめ、最初の 10 年間は契約ベースで維持浚渫を行い、2 回目の再浚渫で-13m 程度まで増深するというものである。このような段階的戦略は、巨大な財務リスクを回避するために非常に有益である。

#### (10) ラ・ウニオン港アクセス航路における新しい航行規則の必要性

現行の航行規則は、小型船が水深の浅い航路を航行するという現在の状況においては十分に機能するものの、航路が増深され、さまざまなサイズの船舶が航行するようになる場合には、喫水ごとに定められた新しい航行規則が必要である。