

LNG燃料外航船の実用化に向けた 調査研究



株式会社 日本海洋科学
Japan Marine Science Inc.

July 2012



調査概要

調査の目的

- 背景

- 外航海運業界において、環境問題への意識の高まりに伴い、排ガス規制を強化することを検討中
- 排ガス規制の大半をクリア可能な天然ガス(LNG)を燃料として使用することが有力な対策案
- LNG燃料外航船の早期実現に向け、積極的に取り組むことが必要

- 調査対象

- 国内におけるハード・ソフト両面の課題を整理
- LNG燃料船の普及に係る海外の状況について情報を収集・整理

調査の内容

1. 船用燃料LNG化に係る機器の現状および開発動向に係る調査
 - － 機器は陸上・船上・船陸間の3カテゴリについて調査
 - － ロールオーバー対策などLNGの取り扱いに係る基本的な知見についても情報を収集
2. 世界のLNG基地におけるLNG供給に係る調査
 - － LNGの供給を受けることが可能と思われるLNG基地に係る情報を収集
 - － 主要国におけるLNGの取り扱いに係る法制度についても情報を収集・精査
3. LNGの補給方法に関する現状と今後の課題に関する調査
 - － LNG補給方法の現状について、情報を収集
 - － 今後課題と成り得る事項について抽出・整理



調査結果①

～ 船用燃料LNG化に係る機器の現状および開発動向～

陸上機器：ローディングアーム

- 開発・製品化動向

1. ニイガタ・ローディング・システムズ

- 国内シェアの大半を占める国内メーカー
- 様々な仕様の下、製品化可能

2. FMC Technologies

- 石油・ガス機器等を手掛ける米国メーカー
- 世界で初めて船用L/Aを開発し、多数の納品実績あり

3. CONNEX SVT

- 船用およびトラック用のL/Aを手掛ける米国メーカー
- 様々な仕様の下、製品化可能



陸上機器：緊急システム（ERS・ESDS）

- 開発・製品化動向

1. ニイガタ・ローディング・システムズ

- 各種製品を開発済み
- 国内の外航LNG基地のすべてに納品実績あり

2. TECHNIP

- 石油・ガス機器等を手掛ける仏メーカー
- 「ALLS」としてLNG移送システムを開発済み

3. MIB ITALIANA S.P.A.

- 陸上用ERCやFPSO製品等を手掛ける伊メーカー
- 極低温用ダブルボールバルブ型離脱装置を開発済み



(Technip)

陸上機器：タンクローリー

- 開発・製品化動向

1. エア・ウォーター

- 最大積載量14.0トンのLNGトレーラーの納品実績あり
- 船舶搭載用40ft LNGタンクコンテナ(12.5トン)も開発済み

2. 川崎重工

- 最大積載量14.1トンのLNGトレーラーの納品実績あり
- 自己加圧式型で、BOGレートは0.2%/日以下

3. 日本車輛製造

- 最大積載量15.1トンのLNGトレーラーの納品実績あり
- 真空断熱の2重タンク方式を採用



(日本車輛製造)

船上機器：主機①

- 開発・製品化動向

1. 川崎重工業

- 陸上用の「グリーンガスエンジン」は多数の納品実績あり
- 当該エンジンを船用化すべく開発中

2. ダイハツディーゼル

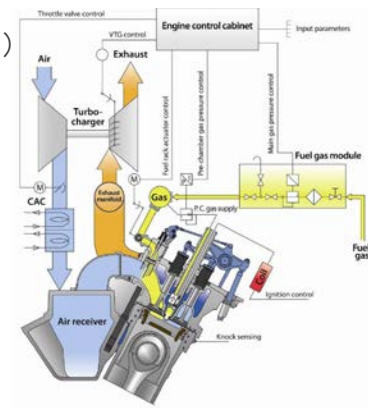
- 陸上用ガス専焼エンジンは多数の納品実績あり
- 船用としてDFエンジンを開発中

3. 新潟原動機

- 陸上用ガス専焼エンジンは多数の納品実績あり
- 船用DFエンジンを開発中(2013年3月開発終了予定)

4. 三菱重工業

- ガス専焼エンジンは北欧エリアで多数の納品実績あり
- 低速DFエンジンを開発中



船上機器：主機②

● 開発・製品化動向

1. ヤンマー

- 陸上用ガス専焼エンジンは多数の納品実績あり
- 当該エンジンを船用化すべく開発中(2014年以降製品化)

2. Wartsila

- 4ストロークDFエンジンは、既に200台以上の納品実績あり
- 現在、2ストロークDFエンジンを開発中

3. Man Diesel & Turbo

- 4ストロークDFエンジンを実用化済み
- 2ストロークDFエンジンも開発済みで、実機試験実施済み

4. Rolls-Royce Marine

- ガス専焼エンジンは北欧エリアで多数の納品実績あり

船上機器：再液化装置

- 開発・製品化動向

1. 三菱重工業

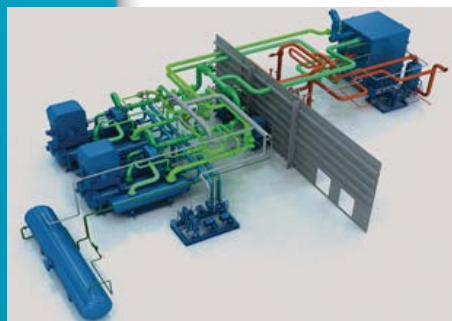
- 既に実用化済みで、大型LNG船1隻に導入実績あり

2. Cryostar（クライオスター）

- LNG運搬船用の各種機器を製造する仏メーカー
- 既に開発済みでQ-flexおよびQ-maxで採用実績あり

3. Hamworthy（ハムワージー）

- LNG運搬船用の各種機器を製造する英メーカー（現在はWartsilaの傘下）
- 2006年までに約20隻のLNG運搬船に納品実績あり



(Hamworthy)

船上機器：ガス燃焼装置（GCU）

- 開発・製品化動向

1. 三菱重工業

- 舶用向け小型GCUを開発中

2. Saacke（ザーケ）

- 舶用ボイラー等を手掛ける独メーカー
- DFエンジン搭載の電気推進LNG運搬船に納品実績あり

3. Snecma（スネクマ）

- 航空機エンジンを手掛ける仏メーカー
- DFエンジン搭載の電気推進LNG運搬船に納品実績あり

4. Hamworthy（ハムワージー）

- WartsilaのLNGサプライシステムを納品した本船には納品実績あり



(Hamworthy)

船上機器：気化器

- 開発・製品化動向

1. 川崎重工業

- 陸上LNGローリー向けに空温式気化器を製品化済み

2. 東京ガス・エンジニアリング

- 陸上用LNGサテライトに多数の納品実績あり
- 舶用への転用に際しては、小型化を図る必要あり

3. 新潟原動機

- 低圧式の小規模な気化器を開発済み
- 自社開発DFエンジン向けのため、納品実績なし

4. 三菱重工業

- 大型LNG運搬船向けは製品化済み
- 空温式および温水式に対応可能

5. Cryostar

- 低圧式の気化器を実用化済み

6. Hamworthy

- 低圧式の気化器を実用化済み

船上機器：LNG燃料タンク①

- 開発・製品化動向

1. 三菱重工業

- メンブレン方式・モス方式では大型LNG運搬船用カーゴタンクとして多数の納品実績あり
- LNGローリー用として真空断熱型のタンクも多数の納品実績あり

2. 川崎重工業

- メンブレン方式・モス方式では大型LNG運搬船用カーゴタンクとして多数の納品実績あり
- LNG燃料タンクとして独立方形型タンク(Type-B)を開発中
- LNGローリー用として自己加圧型タンク(Type-C)の納品実績あり

3. アイ・エイチ・アイ・マリンユナイテッド

- LNG運搬船用カーゴタンクとしてSPBタンク(Type-B)の納品実績あり
- LNG燃料タンクとしてSPBタンク(Type-B)を開発中

船上機器：LNG燃料タンク②

- 開発・製品化動向

1. CRYO AB

- 産業ガス機器等を手掛けるスウェーデン・メーカー
- 小型コンテナ用タンクから陸上用貯蔵タンクまで幅広く対応
- Type-CのLNG燃料タンクを開発済みで、既存LNG燃料船に多数の納品実績あり

2. TGE Marine Gas Engineering

- 低温液化ガスの貨物処理システムやタンク製造を手掛ける独メーカー
- Type-Cでシリンダリカル型やバイロブ型のLNG燃料タンクを開発済み



(TGE Marine Gas Engineering)

船上機器：排煙脱硝装置(SCR)①

- 開発・製品化動向

1. 新潟原動機

- 船用SCRを開発済み

2. 三菱重工業

- 低速ディーゼル主機用SCRは開発済みで、1隻の納品実績あり

3. 堺化学工業

- エンジン縦置き後付け型の船用SCRを開発済み
- 陸上試験3年、海上試験2年を経て、NOx80%削減

4. 三菱化工機

- 三菱重工業と共同でEGR方式の研究開発を検討中

船上機器：排煙脱硝装置(SCR)②

- 開発・製品化動向

1. ヤンマー

- 舶用SCRを開発済みで、ばら積み外航船の補機で実証実験中
- NOxを低減可能なEGR方式を開発済みなるも、燃費などの技術的な課題から、商品化には至っていない

2. アルファ・ラバル・オルボルグ

- 熱効交換機等を手掛けるスウェーデン・メーカー
- Man Diesel & Turboと共同でEGR方式を2014年を目標に開発中

3. 現代重工

- 舶用SCRを開発済みで、実船への搭載予定あり
- EGR方式も検討・開発中

4. Hamworthy

- 2/4ストロークDFエンジン用にSCRを開発済みで、2010年で計14隻に搭載済み
- EGR方式も検討中

船上機器：排煙脱硫装置（スクラバー）

- 開発・製品化動向

1. 三菱化工機

- 陸上用スクラバーは多数の納品実績あり
- 舶用向けは現在検討中

2. Wartsila

- 舶用として湿式スクラバーを開発済み
- 2012年現在、20隻分を受注済み

3. アルファ・ラバル・オルボルグ

- 舶用ボイラーや廃熱回収装置などを主製品としたデンマーク・メーカー
- MAN Diesel & Turbo社と共同で湿式スクラバーを開発済み
- 大型フェリー1隻に設置し、試験実施中

船陸間・2船間機器：フェンダー

- 開発・製品化動向

1. 横浜ゴム

- 洋上StS向けフェンダーで多数の納品実績あり
- 世界シェアは90%以上
- ISO 17357の作成を主導 (ISO 17357はOCIMFやSIGTTOも推奨)



(横浜ゴム)

船陸間・2船間機器：フレキシブルホース

- 開発・製品化動向

1. トーフレ

- LNGを移送可能なメタルホースで多数の納品実績あり

2. 日本メタルホース

- LNG荷役用メタルホースとして納品実績あり

3. 大同特殊工業

- LNGを移送可能なメタルホースで納品実績あり

4. 明治フレックス

- LNGを移送可能なコンポジットホースの国内唯一のメーカー

5. Gutteling B.V.

- LNGを移送可能なコンポジットホースを製造する蘭メーカー
- StS方式でのLNG移送での使用実績あり



(Gutteling B.V.)

船陸間・2船間機器：StS用緊急システム

- 開発・製品化動向

1. ニイガタ・ローディング・システムズ

- StS用緊急システムは、現在、開発中

2. TECHNIP

- StS用(タンデム方式・Side-by-side方式)のLNG移送機器を開発済み

3. KLAW Products

- StS用の小型ERCや極低温液移送で製造実績のある唯一の英メーカー
- 海外でのStS方式でのLNG移送において使用実績あり

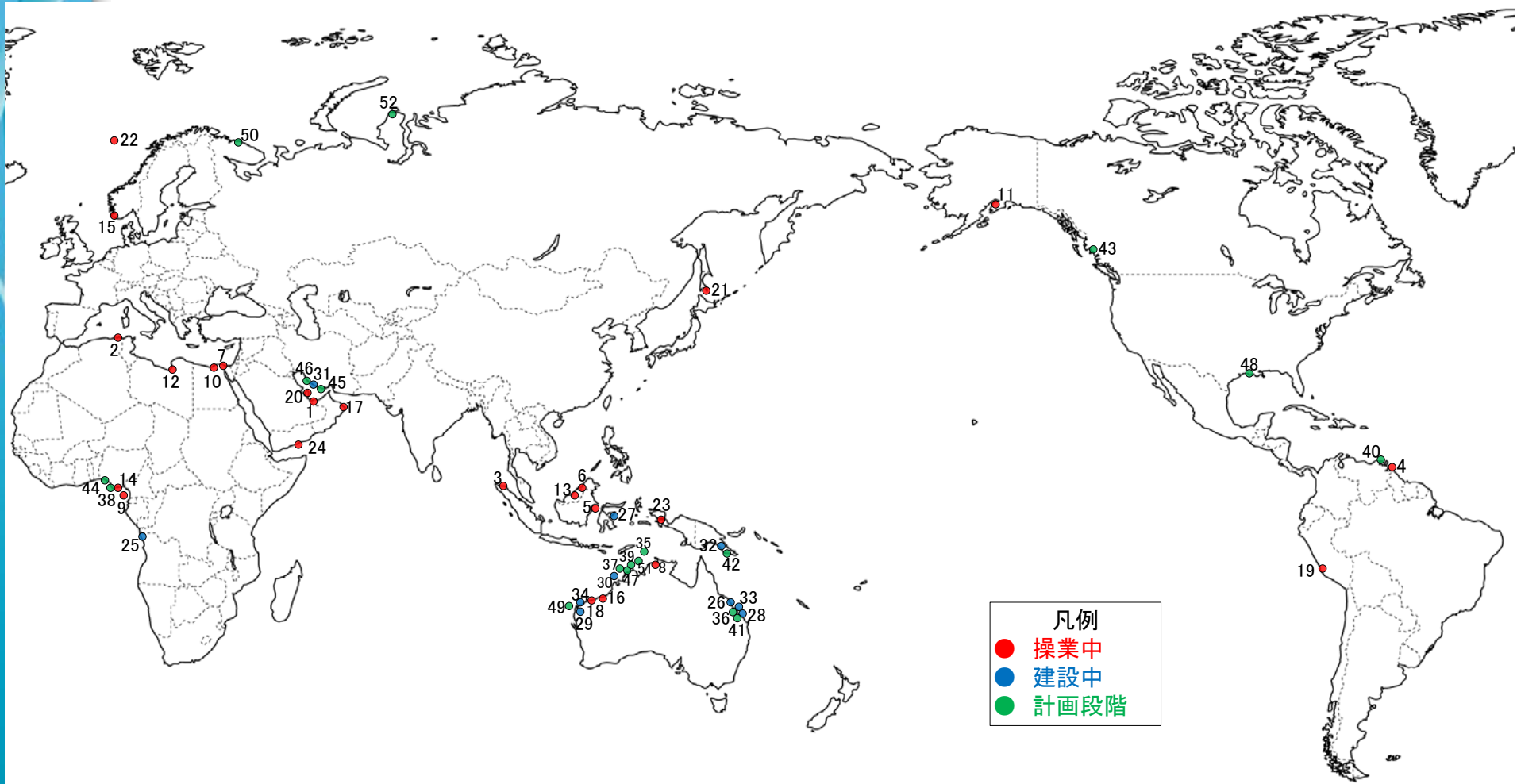




調査結果②

～世界のLNG基地におけるLNG供給に係る調査～

世界のLNG基地(払出・液化)位置図



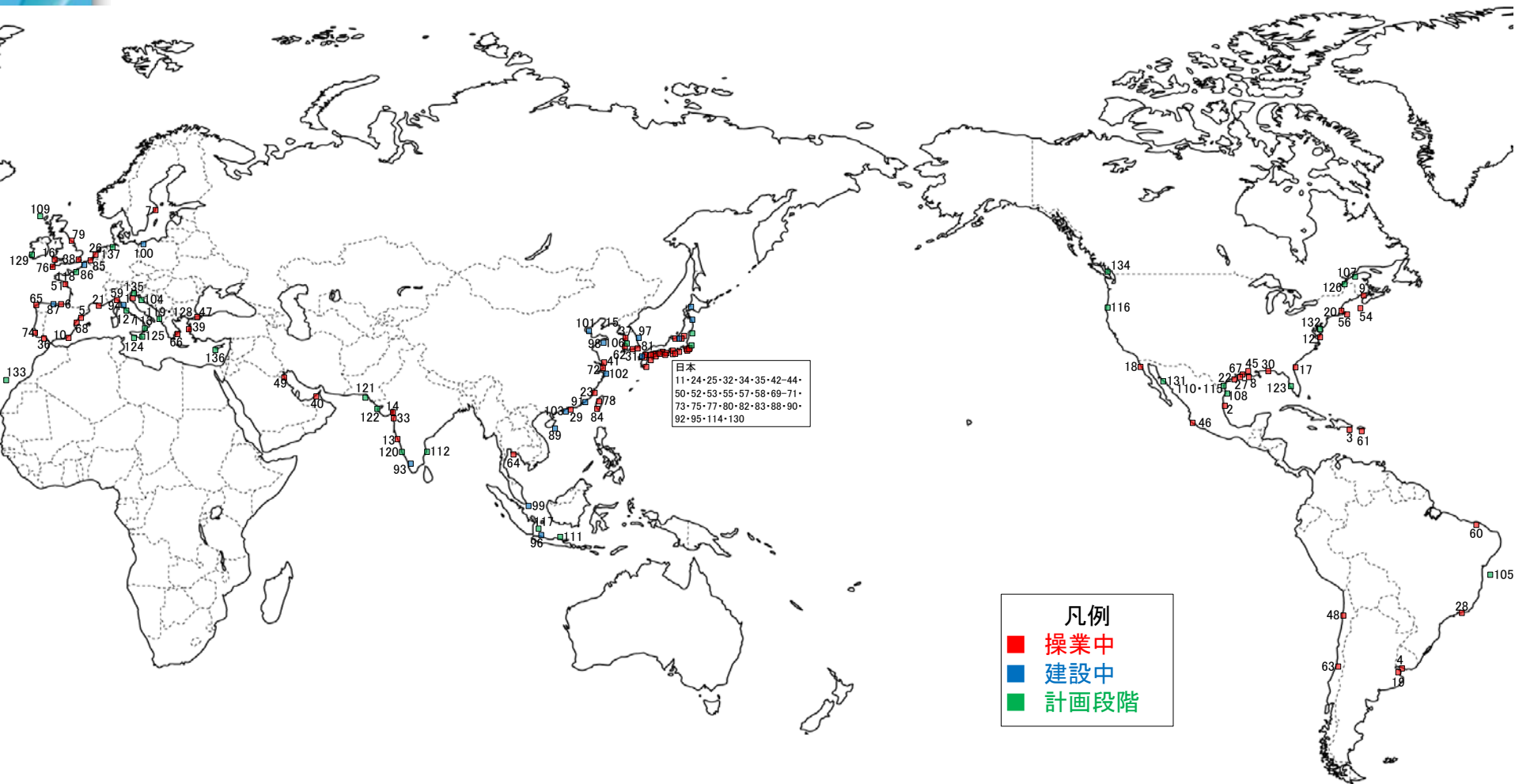
世界のLNG基地(払出・液化)リスト

On-Stream		
No.	Name	State
1	Adgas LNG Plant	UAE
2	Algeria LNG Plants	Algeria
3	Arun LNG Plant	Indonesia
4	Atlantic LNG Plant	Trinidad & Tobago
5	Bontang LNG Plants	Indonesia
6	Brunei LNG Plant	Brunei
7	Damietta LNG Plant	Egypt
8	Darwin LNG Plant	Australia
9	EG LNG Plant	Equatorial Guinea
10	Egyptian LNG Plant	Egypt
11	Kenai LNG Plant	Alaska, USA
12	Marsa El Brega LNG Plant	Libya
13	MLNG Satu Plant	Malaysia
	MLNG Dua Plant	Malaysia
	MLNG Tiga Plant	Malaysia
14	Nigerian LNG Plant	Nigeria
15	Nordic(Skangass) LNG Plant	Norway
16	North West Shelf LNG Plant	Australia
17	Oman & Qalhat LNG Plant	Oman
18	Pluto LNG Plant	Australia
19	Peru LNG Plant	Peru
20	Qatargas I LNG Plant	Qatar
	Qatargas II LNG Plant	Qatar
	Qatargas III, IV LNG Plant	Qatar
	RasGas I LNG Plant	Qatar
	RasGas II LNG Plant	Qatar
	RasGas III LNG Plant	Qatar
21	Sakhalin LNG Plant	Russia
22	Snohvit LNG Plant	Norway
23	Tangguh LNG Plant	Indonesia
24	Yemen LNG Plant	Yemen

Under Construction		
No.	Name	State
25	Angola LNG Plant	Angola
26	Australia Pacific LNG Plant	Australia
27	Donggi-Senoro LNG Plant	Indonesia
28	Gladstone LNG Plant	Australia
29	Gordon LNG Plant	Australia
30	Ichtys LNG Plant	Australia
31	Iran (NIOC) LNG Plant	Iran
32	PNG LNG Plant	Papua New Guinea
33	Queensland Curtis LNG Plant	Australia
34	Wheatstone LNG Plant	Australia

Planned		
No.	Name	State
35	Abadi LNG Plant	Indonesia
36	Arrow LNG Plant	Australia
37	Bonaparte LNG Plant	Australia
38	Brass LNG Plant	Nigeria
39	Browse LNG Plant	Australia
40	Delta Caribe LNG Plant	Venezuela
41	Fisherman's Landing LNG Plant	Australia
42	Gulf LNG Plant	Papua New Guinea
43	Kitimat LNG Plant	Canada
44	Olokola LNG Plant	Nigeria
45	Pars LNG Plant	Iran
46	Persian LNG Plant	Iran
47	Prelude LNG Plant	Australia
48	Sabine Pass LNG Plant	USA
49	Scarborough(Plibara) LNG Plant	Australia
50	Shtokman LNG Plant	Russia
51	Sunrise LNG Plant	Australia
52	Yamal LNG Plant	Russia

世界のLNG基地(払出・液化)位置図



世界のLNG基地(払出・液化)リスト

On-Stream		
No.	Name	State
1	Adriatic (Rovigo) LNG Terminal	Italy
2	Altamira LNG Terminal	Mexico
3	Andres LNG Terminal	Dominican Rep.
4	Bahia Blanca GasPort	Argeria
5	Barcelona LNG Terminal	Spain
6	Bilbao LNG Terminal	Spain
7	Brunnsviksholme LNG Terminal	Sweden
8	Cameron LNG Terminal	USA
9	Canaport LNG Terminal	Canada
10	Cartagena LNG Terminal	Spain
11	Chita I, II, III LNG Terminals	Japan
12	Cove Point LNG Terminal	USA
13	Dabhol LNG Terminal	India
14	Dahej LNG Terminal	India
15	Dalian LNG Terminal	China
16	Dragon LNG Terminal	UK
17	Elba Island LNG Terminal	USA
18	Energia Costa Azul LNG Terminal	Mexico
19	Escobar GasPort	Argentina
20	Everett LNG Terminal	USA
21	Fos Cavaou LNG Terminal	France
	Fos Tonkin (Fos-Sur-Mer) LNG Terminal	France
22	Freeport LNG Terminal	USA
23	Fujian LNG Terminal	China
24	Fukuoka LNG Terminal	Japan
25	Futtsu LNG Terminal	Japan
26	Gate LNG Terminal	Netherlands
27	Golden Pass LNG Terminal	USA
28	Guanabara LNG FSRU	Brazil
29	Guangdong LNG Terminal	China
30	Gulf LNG (Crean Energy) Terminal	USA
31	Gwangyang LNG Terminal	S.Korea
32	Hatsukaichi LNG Terminal	Japan
33	Hazira LNG Terminal	India
34	Higashi-ohgishima LNG Terminal	Japan
	Himeji I LNG Terminal	Japan
	Himeji II LNG Terminal	Japan
36	Huelva LNG Terminal	Spain
37	Incheon LNG Terminal	S.Korea
38	Isle of Grain LNG Terminal	UK
39	Izmir (Aliaga) LNG Terminal	Turkey
40	Jebel Ali (Dubai) LNG FSRU	UAE
41	Jiangsu Rudong LNG Terminal	China
42	Joetsu LNG Terminal	Japan
43	Kagoshima LNG Terminal	Japan
44	Kawagoe LNG Terminal	Japan
45	Lake Charles LNG Terminal	USA
46	Manzanillo LNG Terminal	Mexico
47	Marmara LNG Terminal	Turkey
48	Mejillones LNG Terminal	Chile
49	Mina Al-Ahmadi GasPort	Kuwait
50	Mizushima LNG Terminal	Japan
51	Montoir-d-Bretagne LNG Terminal	France
52	Nagasaki work LNG Terminal	Japan
53	Negishi LNG Terminal	Japan
54	Neptune Deepwater LNG Port	USA

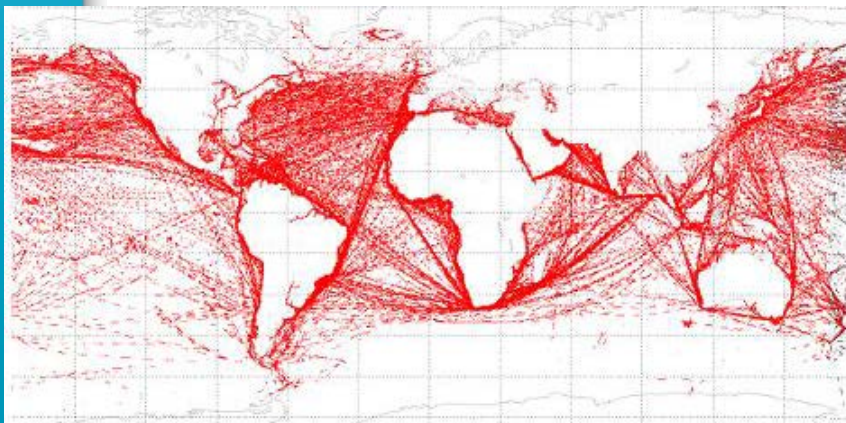
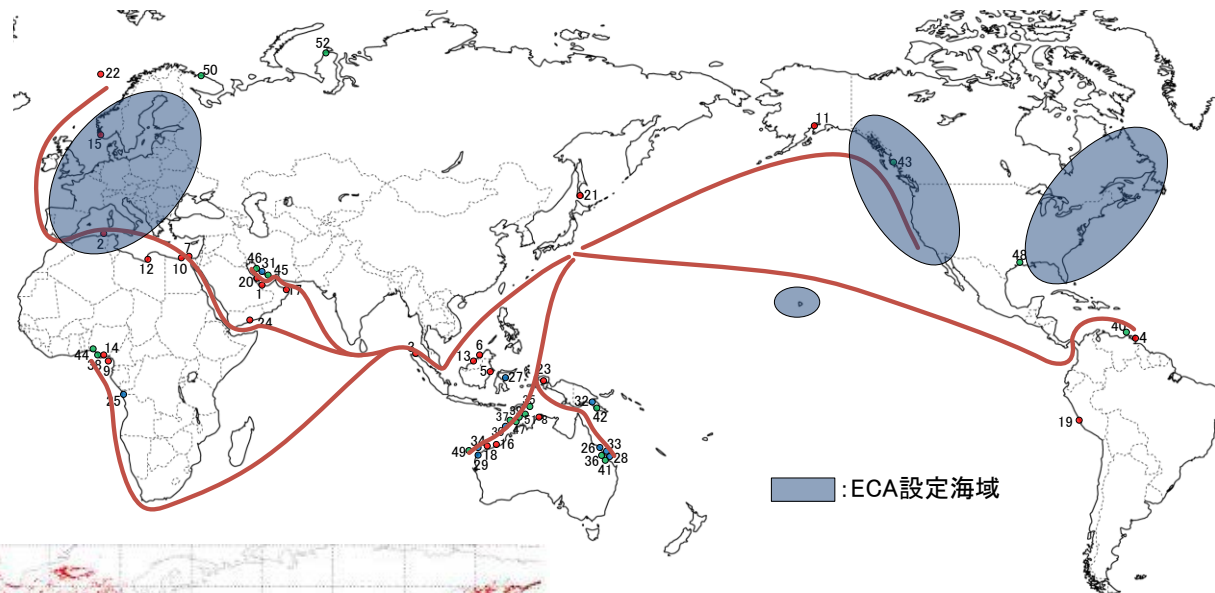
On-Stream		
No.	Name	State
56	Northeast Gateway GasPort	USA
57	Ohgishima LNG Terminal	Japan
58	Oita LNG Terminal	Japan
59	Panigaglia LNG Terminal	Italy
60	Pecem LNG FSRU	Brazil
61	Penuelas LNG Terminal	Puerto Rico
62	Pyeong Taek LNG Terminal	S.Korea
63	Quintero LNG Terminal	Chile
64	Rayong LNG Terminal	Thailand
65	Reganosa (El Ferrol) LNG Terminal	Spain
66	Revithoussa LNG Terminal	Greece
67	Sabine Pass LNG Terminal	USA
68	Sagunto LNG Terminal	Spain
69	Sakai LNG Terminal	Japan
70	Sakaide LNG Terminal	Japan
71	Senboku I,II LNG Terminal	Japan
72	Shanghai LNG Terminal	China
73	Shin Minato Works LNG Terminal	Japan
74	Sines LNG Terminal	Portugal
75	Sodeshi LNG Terminal	Japan
76	South hook LNG Terminal	UK
77	Sodegaura LNG Terminal	Japan
78	Taichung LNG Terminal	Taiwan
79	Teesside LNG Terminal	UK
80	Tobata LNG Terminal	Japan
81	Tongyeong LNG Terminal	S.Korea
82	Yanai LNG Terminal	Japan
83	Yokkaichi LNG Terminal	Japan
	Yokkaichi Works LNG Terminal	Japan
84	Yung An LNG Terminal	Taiwan
85	Zeebrugge LNG Terminal	Belgium

Under Construction		
No.	Name	State
86	Dunkirk LNG Terminal	France
87	El Musel LNG Terminal	Spain
88	Hachinohe LNG Terminal	Japan
89	Hainan LNG Terminal	China
90	Ishikari LNG Terminal	Japan
91	Jieyang (Yuedong) LNG Terminal	China
92	Kita Kyusyu LNG Terminal	Japan
93	Kochi LNG Terminal	India
94	Livorno LNG Terminal	Italy
95	Naoetsu LNG Terminal	Japan
96	Nusantara LNG FSRU	Indonesia
97	Samcheok LNG Terminal	S.Korea
98	Shandong LNG Terminal	China
99	Singapore LNG Terminal	Singapore
100	Swinouiscscale LNG Terminal	Poland
101	Tianjin (Hebei) LNG Terminal	China
102	Zhejiang LNG Terminal	China
103	Zhuhai LNG Terminal	China

Planned		
No.	Name	State
104	Adria LNG Terminal	Croatia
105	Bahia LNG FSRU (TRBA)	Brazil
106	Boryeong LNG Terminal	S.Korea
107	Cacouna LNG Terminal	Canada
108	Calhoun LNG Terminal	USA
109	Canvey LNG Terminal	UK
110	Corpus Christi LNG Terminal	USA
111	East-CentralJava LNG FSRU	Indonesia
112	Ennore LNG Terminal	India
113	Gioia Tauro (Medgas) LNG Terminal	Italy
114	Hitachi LNG Terminal	Japan
115	Ingleside Energy LNG Terminal	USA
116	Jordan Cove LNG Terminal	USA
117	Lampung LNG FSRU	Indonesia
118	Le Havre LNG Terminal	France
119	Levan (Falcione) LNG Terminal	Albania
120	Mangalore LNG Terminal	India
121	Mashal LNG Terminal	Pakistan
122	Mundra LNG Terminal	India
123	Port Dolphin Deepwater LNG Port	USA
124	Porto Empedocle LNG Terminal	Italy
125	Priolo (Augusta) LNG Terminal	Italy
126	Rabaska LNG Terminal	Canada
127	Rosignano LNG Terminal	Italy
128	SemanGas (ASG) LNG Terminal	Albania
129	Shannon LNG Terminal	S.Ireland
130	Shin-Sendai LNG Terminal	Japan
131	Sonora LNG Terminal	Mexico
132	Sparrows Point LNG Terminal	USA
133	Tenerife LNG Terminal	Spain
134	Texada LNG Terminal	Canada
135	Trieste LNG Terminal	Italy
136	Vasiliko LNG Terminal	Cyprus
137	Wilhelmshaven LNG Terminal	Germany

LNG燃料船の想定運航ルート

- 既存LNG基地をベースとした想定運航ルート
- 我が国を中心に東西・南北航路を概ね網羅できる見通し



AISデータを基に作成した船舶の運航ルート(Orbcomm)

LNG基地からのLNG供給可能性①

- 検討の内容と方法
 - 本船喫水とバスの受入可能な喫水から、LNG燃料船のLNG基地利用可能性を検討
 - 対象船舶はVLCCを想定
 - 満載喫水：20.5m、バラスト喫水：10.0m
- 検討結果
 - VLCCはバラスト状態であれば、大変のLNG液化・ガス化基地に入港可能
 - 但し、フェンダー等のバース設備については考慮せず

LNG基地からのLNG供給可能性②

● 想定VLCCが利用可能なLNG液化基地

No.	基地名	ターミナル名	所在国	受入可能喫水 (m)	バース前面水深 (m)	VLCC利用可能性	
						満載	バラスト
1	Adgas LNG Plant	Das Island (No.4)	UAE	13.5	15.4	×	○
2	Algeria LNG Plants	Arzew	Algeria	10.6	—	×	○
		Bethioua		—	—		
		Skikda (M1)		11.5	—	×	○
		Skikda (M2)		11.0	—	×	○
3	Arun LNG Plant	Arun (Berth 2)	Indonesia	12.5	14.0	×	○
		Arun (Berth 3)		12.5	14.0	×	○
4	Atlantic LNG Plant	Point Fortin (Jetty 1)	Trinidad & Tobago	11.5	13.0	×	○
		Point Fortin (Jetty 2)		11.5	13.0	×	○
5	Bontang LNG Plants	Badak (Dock No.1)	Indonesia	12.6	—	×	○
6	Brunei LNG Plant	Lumut	Brunei	10.0	—	×	×
7	Damietta LNG Plant	Damietta	Egypt	12.0	14.0	×	○
8	Darwin LNG Plant	Darwin	Australia	11.5	12.0	×	○
9	EG LNG Plant	Equatorial Guinea LNG	Equatorial Guinea	12.0	18.0	×	○
10	Egyptian LNG Plant	Idku	Egypt	11.7	13.0	×	○
11	Kenai LNG Plant	Kenai	Alaska, USA	10.1	12.8	×	○
12	Marsa El Brega LNG Plant	Marsa el Bréga	Libya	10.0	12.0	×	○
13	MLNG Satu Plant	Bintulu (Berth 1)	Malaysia				
	MLNG Dua Plant	Bintulu (Berth 2)		12.5	15.5	×	○
14	Nigerian LNG Plant	Bonny	Nigeria	11.5	15.0	×	○
15	Nordic (Skangass) LNG Plant		Norway				
16	North West Shelf LNG Plant	Withnell Bay (Jetty 1)	Australia	12.2	13.2	×	○
		Withnell Bay (Jetty 2)		12.5	13.5	×	○
17	Oman & Qalhat LNG Plant	Qalhat	Oman	12.1	17.7	×	○
18	Pluto LNG Plant	Burrup LNG Park Terminal	Australia	12.5	13.5	×	○
19	Peru LNG Plant	Peru LNG	Peru	—	—		
20	Qatargas I LNG Plant	Ras Laffan (Qatargas)	Qatar	12.5	13.5	×	○
	Qatargas II LNG Plant						
	Qatargas III, IV LNG Plant						
	RasGas I LNG Plant	Ras Laffan (RasGas)	Qatar	12.5	13.5	×	○
	RasGas II LNG Plant						
RasGas III LNG Plant							
21	Sakhalin LNG Plant	Sakhalin 2	Russia	—	—		
22	Snohvit LNG Plant	Snohvit	Norway	15.0	16.23	×	○
23	Tangguh LNG Plant	Tangguh	Indonesia	11.5	13.2	×	○
24	Yemen LNG Plant	Balhaf	Yemen	—	—		

危険物輸送に係る国内法規定①

- 港則法、危規則上、
燃料供給は「荷役」に該当
燃料としての移送 (StS) は「運送」に該当
「危険物」はA重油、軽油、原油、高圧ガス (LPG、LNG)
→C重油は適用除外
- 貨物として危険物を積載、荷役する場合、下記の規制の対象となる
 - A. 入港時にあらかじめ港長の指揮を受ける義務
 - B. 港長が停泊場所 (岸壁等) を指定
 - C. 荷役、運搬に係る港長の許可→規制は各港湾の港長ごとの個別具体的判断に基づく

危険物輸送の国内法規定②

• 危険物を定義する一般規定

	重油	LPG	LNG
港則法	<ul style="list-style-type: none"> 「危険物」の定義はほぼ危規則を援用（21条2参照） 「当該船舶の使用に供するもの（＝燃料等）」は危険物規制から除外（21条1参照） 		
危規則	<ul style="list-style-type: none"> A重油、軽油、原油は危険物およびばら積み液体危険物に該当し、C重油は該当せず（2条一、一の二、告示別表1） 燃料油は「常用危険物」に該当（2条二） 	<ul style="list-style-type: none"> ブタン、プロパン（LPG）は危険物（高圧ガス）、ばら積み液体危険物（液化ガス物質）に該当（2条一、一の二、告示別表1、8） 燃料としては「常用危険物」に該当（同左） 	<ul style="list-style-type: none"> メタン、天然ガス（LNG）は、危険物（高圧ガス）、ばら積み液体危険物（液化ガス物質）に該当（2条一、一の二、告示別表1、8） 燃料としては「常用危険物」に該当（同左）

危険物輸送の国内法規定③

- 重油のバンカリング (StS) に係る規制
- 危規則
 - 燃料供給は「荷役」と見なされる
 - 燃料としての移送は「運送」と見なされる
 - ※ 商船側は危規則上の構造要件等の対象
- 港則法
 - ※ 商船側は危険物に係る規定の適用外

※ どちらの法規定においても、バンカー船は貨物船と同様、
貨物としての運搬に係る規制の適用対象

→ ④ 参照

危険物輸送の国内法規定④

● 貨物としての運搬（重油、LPG、LNG）に係る規制

		重油（A重油）	LPG	LNG
入港時	港則法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定港への入港時、港の境界外で港長の指揮を受ける義務（21条） → 港長に包括的な指揮権限が存在 ・ 港長による停泊、停留場所の指定（22条） 		
	危規則	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ LNG以外の液化ガス貨物の燃料としての利用禁止（226条） ・ 輻輳海域等の航行、入出港におけるLNG貨物の燃料利用を原則禁止（226条2） 	
荷役および運搬	港則法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定港における危険物の積込、積替、荷卸、運搬に係る港長の許可（23条1、4） → 原則毎回許可を要し、危険物の種類、岸壁により荷役量の事前協議や制限 → 夜間荷役を認める条件については港長の判断 		
	危規則	<ul style="list-style-type: none"> ・ 船長または代行者の立会（5条の4） ・ 荷役前に消防に必要な準備の完了（326条の2） ・ 低温での荷役は所定の冷却方法による（254条） ・ 荷役作業の事前、作業中に陸上施設の作業者との打合せを要する（255条） 		

主要国の関係法令調査

- 8つの港湾について、各国法令と国内法令の差異について調査を実施

港湾名	国名	港湾管理者
Singapore	シンガポール共和国	Maritime and Port Authority
Das Island	アラブ首長国連邦	Abu Dhabi National Oil Co.
Ras Tanura	サウジアラビア	Saudi Aramco
Al Ahmadi	クウェート国	Kuwait Oil Company
Kenai	アメリカ合衆国	Alaska City Dock (Kenai Port Authority)
Zeebrugge	ベルギー王国	Port of Zeebrugge
Gothenburg	スウェーデン王国	Gothenburg port Authority
Oslo	ノルウェー王国	Oslo Port Authority

シンガポール共和国の関係法令

- 交通省下部組織のMPA (Maritime & Port Authority of Singapore : 海事港湾庁) が港湾管理者
- MPAは法律および規則の施行・所管しており、StSによるLNG移送に関連すると思われる法令は以下のとおり

シンガポール法令	所管官庁	対応する日本法
Maritime and Port Authority of Singapore Act (Chapter 170A) (シンガポール海事港湾庁法 (法律第170A号))	MPA	港湾法
Maritime and Port Authority of Singapore (Dangerous Goods, Petroleum and Explosives) Regulations 2005 (2005年海事港湾庁 (危険物、石油および爆発物) 規則)	同上	港則法
Maritime and Port Authority of Singapore (Port) Regulations 2005 (海事港湾庁 (港湾) 規則)	同上	港則法
Prevention of Pollution of the Sea Act (Chapter 243) (海洋汚染防止法 (法律第243号))	同上	海洋汚染防止法
Fisheries (Fishing Harbour) Rules (漁業 (漁港) 規則)	同上	漁港漁場整備法

湾岸諸国寄港加盟のアラブ諸国の関係法令

- 以下の6カ国はGCC (Gulf Cooperation Council: 湾岸協力会議) に加盟済み
 - UAE、バーレーン王国、クウェート、オマーン、カタール、サウジアラビア
- GCCは2011年に従前の海港規則を改正し、港湾関連事項については加盟国間で共通の規則を施行

GCC法令	所管官庁	対応する日本法
GCC Economic Agreement (GCC経済連携協定)	GCC理事会	—
GCC Rules and Regulations for Seaports Parts1-11 1432H 2011 GCC海港規則1-11章 ヒジュラ暦1432年／西暦2011年版		港則法／港湾法／海洋汚染防止法
GCC 1980 Kuwait Maritime Code (GCC1980年クウェート海洋規約)		(英文公定訳未見)

UAEの関係法令

- UAEはGCC加盟国なるも、GCC共通法令以外に独自に港湾関連法令を制定
- UAE法令と国内法令の差異は以下のとおり

UAE法令	所管官庁	対応する日本法
Federal Law No. 24 of 1999 for the Protection and Development of the Environment 環境の保護ならびに発展のための1999年連邦法第24号	連邦政府	港則法/ 海洋汚染防止法 (英文公定訳未見)
Federal Law No. 26 of 1988 通称：Maritime Code		(英文公定訳未見)
Federal Decree No 25 of 2002 通称：Oil Pollution Decree		(英文公定訳未見)

サウジアラビア王国の関係法令

- サウジアラビアはGCC加盟国なるも、GCC共通法令以外に独自に港湾関連法令を制定
- UAE法令と国内法令の差異は以下のとおり

サウジアラビア法令	所管官庁	対応する日本法
The Basic Law of Governance No. A/90 Dated 27th Sha'ban 1412 H (1 March 1992) 国家基本法第A/90号 ヒジュラ暦1412年8月27日 (西暦1992年3月1日)	王国政府	海洋汚染防止法
The General Environmental Law Issued by Royal Decree M / 34 dated 28/Rajab/1422H (Corresponding to 15/10/2001) ヒジュラ暦1422年7月28日 (西暦2001年10月10日王国法令第M/34号による環境基本法)	王国気象環境保護庁 (Meteorology and Environmental protection Administration)	
Rules for Implementation for General Environmental Law 環境基本法施行規則		
Saudi Aramco Ports and Terminal Book Ras Tanura Port General Rules & Information (サウジアラムコ社港湾ターミナル規則 Ras Tanura港基本規則ならびに情報)	サウジアラムコ社	港則法/総湾法

クウェートの関係法令

- クウェートはGCC加盟国なるも、GCC共通法令以外に独自に港湾関連法令を制定
- UAE法令と国内法令の差異は以下のとおり

クウェート法令	所管官庁	対応する日本法
Mina al Ahmadi Dangerous Cargo Regulations Ahmadi港危険貨物規則	Kuwait Oil Company (KSC)	(英文公定訳未見)

アメリカ合衆国の関係法令

- アメリカ合衆国では、連邦政府・州政府・地方公共団体(市町村)などが、複層的に法制を制定
- 港湾に関する法的規則としては、一般法として以下のような連邦法が存在。

アメリカ合衆国法令	所管官庁	対応する日本法
33 USC Navigation and Navigable Waters (連邦法令33編 航行ならびに航行可能水域)	連邦政府	港湾法
42 USC 4321-4347 The National Environmental Policy of 1969 (連邦法令第44編4321-4347章 1969年米国環境政策法)	連邦政府	海洋汚染防止法

- また、各州で我が国の港湾法、港則法、海洋汚染防止法に対応、または類似する法規則は以下のとおり
- 更に、近年はLNGに係る規則は統一的であることが望ましいとの見解より、CFR (Code of Federal Regulation) が段階的に法制化

ベルギー王国の関係法令

- EU加盟国として、EU法令が適用
- 同時に、海事分野においては国内法も存在
- 更に、LNGが取り扱われているZeebrugge港では独自の規則を制定
- LNG移送に係る法令は以下のとおり

米国法令	所管官庁	対応する日本法
Loi maritime (Zeewet) (ベルギー海事法)	連邦政府	(英文公定訳未見)
Port of Zeebrugge General Nautical Regulations Version 13.05 (Zeebrugge港一般船舶規則 13.05版)	Port of Zeebrugge	港湾法、港則法

スウェーデン王国の関係法令

- EU加盟国として、EU法令が適用
- 同時に、海事分野においては国内法も存在
- 更に、LNGが取り扱われる予定のGoteborg港では独自の規則を制定
- LNG移送に係る法令は以下のとおり

スウェーデン法令	所管官庁	対応する日本法
Sjölag (1994:1009) (スウェーデン海事法／最終改正：SFS 2012:353)	王国政府	(英文公定訳未見)
Bye-Laws for the Port of Göteborg (ヨーテボリ港規約)	ヨーテボリ市／ ヴェストラ・イエータランドレーン	港湾法、港則法
General Port Regulations for the Port of Gothenburg (ヨーテボリ港一般港湾規則)	ヨーテボリ港	港湾法、港則法

ノルウェー王国の関係法令

- 海事分野に係る法令や規則が存在
- LNG燃料船が利用するOslo港では、同港のみを適用対象とする規則が存在
- LNG移送に係る法令は以下のとおり

ノルウェー法令	所管官庁	対応する日本法
The Norwegian Maritime Code 24 June 1994 No. 39 with later amendments up to and including Act 126 March 2010 No. 10 (1994年6月24日第39号ノルウェー海事法 附：改正ならびに2010年第10号法令126)	王国政府	港湾法、港則法
Act No. 51 of 8 June 1984 relating to Harbours and Fairways (The Harbour Act) 1984年港湾水路関連法 (港湾法)	王国政府	港湾法、港則法
Regulation of 9 September 2005 No. 1218 concerning the construction and operation of gas-fuelled passenger ships (ガス燃料客船の建造ならびに運航に関する2005年9月9日規則1218号)	王国政府	—
Regulation of 29 June 2006 No. 786 concerning the carriage of dangerous cargoes on cargo ships and barges (貨物船ならびにはしけ上の危険貨物の輸送に関する2006年6月29日規則第786号)	王国政府	港則法
Regulation of 15 December 2009 No. 1684 relating to maritime traffic in specific waters (特定水域における海上交通に関する2009年12月15日規則1684号)	王国政府	港則法、海上交通安全法



調査結果③

～LNGの補給方法に関する現状と今後の課題に関する調査～

LNG StS移送事例（海難）

- 海難によるStS

1. El Paso Paul Kayser号（1979）

- 世界初のLNG船間のStS液移送事例
- 125,000m³級メンブレンLNG船
- 姉妹船にて瀬取り

2. LNG Libra号（1980）

- 125,000m³級モス型LNG船
- 姉妹船にて瀬取り

→1.2について、何れも安全にLNG液移送が実施

LNG StS移送事例(商業)①

- 商業目的によるStS

1. Exmar社(ベルギー)

- 大型船同士のStS事例(2007)
- 英国のスカパフロー沖合にて実施
- 約40時間をかけて、全てのLNGを移送



(Gutteling BV)

	再ガス装置搭載LNG船	従来型LNG船
全長	277.00 m	277.00 m
型幅	43.45 m	43.45 m
型深さ	26.00 m	26.00 m
貨物容量	138,000 m ²	138,000 m ²
備考	メンブレン式	メンブレン式

(IHS-Fair play 2012)

LNG StS移送事例(商業)②

- 商業目的によるStS

1. Gasnor社(ノルウェー)

- 大型船と小型船のStS事例(2007)
- ノルウェーのモーレイ港東岸にて実施
- 大型船が岸壁に係留し、小型船が瀬取り
- 40回以上のオペレーションを実施



(Höegh LNG)

	大型LNG船	小型LNG船
全長	261.40 m	68.87 m
型幅	40.00 m	11.83 m
型深さ	23.00 m	5.50 m
貨物容量	87,600 m ²	1,100 m ²
備考	モス式(5タンク)	横置シリンドリカル(2タンク)

(IHS-Fair play 2012)

LNGの補給方法において今後課題と成り得る事項

- LNGを燃料と使用することを想定した場合には、以下の点が今後の課題と成り得る
 1. ロールオーバー対策
 2. 船舶定期検査時のガスフリー対策
 3. 地震・津波対策

ロールオーバー対策①

- タンクにおけるLNGの組成
 - LNG輸送船は全量積み・全量揚げを基本とするため、1つのタンク内に多種のLNGが混合されることは稀
 - LNG燃料船の場合、運用によっては、多種のLNGが混合される可能性あり
- ロールオーバーの事例
 - LNG基地以外に、本船でもロールオーバーの発生事例が存在
 - 1970～1982年の間では22のLNG受入基地で41件のロールオーバーが発生
 - 1960年および2008年には本船上カーゴタンクでもロールオーバーが発生

ロールオーバー対策②

- ロールオーバーを回避するためには以下のような適切な運用を遵守することが重要
 1. 適切な方法でのLNGの受入
(軽質LNGはタンク下部より受入、重質LNGはタンク上部より受入)
 2. 可能な限り貯蔵期間を短縮
 3. タンク内LNGの攪拌装置(ジェットミキシングノズルなど)の設置
 4. タンク外でのLNG循環設備
(配管システムの整備およびリサーキュレーションポンプの設置)

ロールオーバー対策③

- ロールオーバーを回避するためには、以下のような設備の設置が有効
 1. 温度計
(タンク内の上下部を適当な間隔で監視できるよう設置)
 2. 密度系
(タンク内の上下部を移動可能な設計が必要)
 3. ジェットミキシングノズル
- 基本的には「温度計」のみでも層状化の兆候を確認することは可能

船舶定期検査時のガスフリー対策①

- 調査の内容
 - － LNG燃料船の場合、カーゴタンク内を内検するため、入渠時にはガスフリー作業が必要
 - － LNG燃料船の場合、特にガス専焼エンジンの場合にはガスフリーにより、デッドシップとなってしまうことから、実務的な対応が必要
- 調査の方法
 - － 海上保安庁（横浜港長、水島港長、長崎港長）に対するヒアリング調査
 - － 国内主要造船所に対するヒアリング調査

船舶定期検査時のガスフリー対策②

- 海上保安庁の見解
 - － 現状、ガスフリー作業は造船所側の要件
- 造船所の見解
 - － LNG積載船の入渠について、明文化された規準・規則は存在しない
 - － 通常、入渠については海上保安庁に、工事内容については船級に、それぞれ書類提出するのみ
 - － 過去の事故を契機に事故を起こさないための対策(安全規準)を自社内にて策定・運用
- 今後の対応
 - － LNG燃料船、LNGバンカー船とも、実際の対応については、今後、十分な検討が必要
 - － 既にLNG燃料船に対する入渠や検査が実施されているノルウェーの実態を把握することも有意義

地震・津波対策①

- 調査の背景

- 2011年3月11日の東日本大震災は太平洋側の港湾に大規模な被害をもたらした
- 船舶についても、非常に多くの被害を受けた
- 小型船については、陸に打ち上げられるなどの被害も散見
- 今後、大規模地震が発生した場合を想定した場合には、LNGを燃料として積載した本船の対策が必要

- 調査の内容

- 東日本大震災における船舶被害について情報を収集
- 地震発生時において課題とされた事項の把握

地震・津波対策②

- 地震・津波の被害が甚大であった主要港湾
 - むつ小川原港、八戸港、久慈港、宮古港、釜石港、大船渡港、気仙沼港、石巻港、仙台塩釜港、小名浜港、日立港、常陸那珂港、大洗港、鹿島港
- 船舶の避難方法の分岐点
 1. 津波の状況
 2. 船舶が着岸中か、荷役の開始前・最終・終了後の何れか
 3. 船体のトリム、横傾斜、積み荷の固縛状況、荷崩れの危険性の有無
 4. 給油中か、修理作業中か
 5. 上陸船員の有無および在船人数での離岸作業の実施可能性
 6. 貨物が固縛されていない場合に乗組員で貨物を固縛できるか
 7. 航路を出て、深広な安全圏までの距離・到着所要時間

地震・津波対策③

- 今後の主な検討課題は以下のとおり
 - － 津波・浸水による電源消失
 - 荷役機器の手仕舞いができないなど
 - － 陸上側（ターミナル、代理店、水先人、船社など）との連絡の不通
 - － 外国人船員に対する適切な情報の提供
 - 港内待機か、港外避泊か
- 今後の対応の要点
 - － 非常時に速やかに退避行動をとれるような事前取り決めの徹底