

# グローバルに拡大するFSU・FSRU (浮体式LNG受入基地)

2013年12月19日

調査部

永井 一聡

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

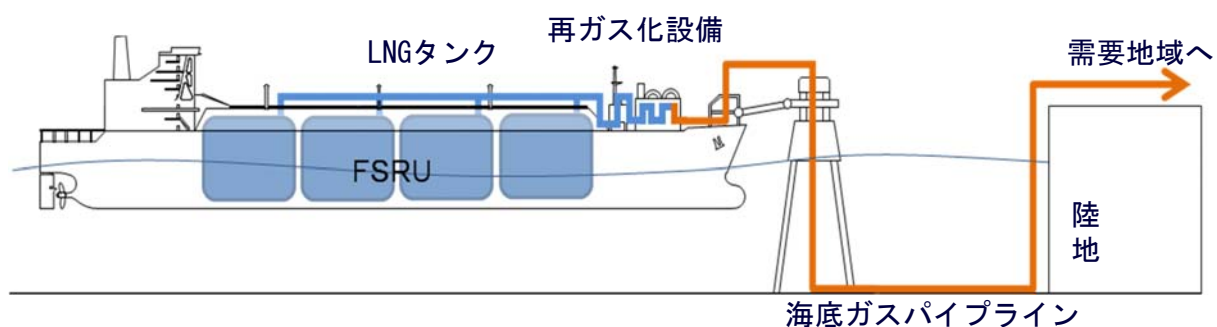
1

## FSU・FSRUとは

FSU・・・Floating Storage Unit

FSRU・・・Floating Storage and Regasification Unit

LNG RV・・・LNG Regasification Vessel



2

# FSU・FSRUとは

- ・洋上に係留固定された状態で設置  
(LNG RVはLNG輸送も行う)
- ・従来の陸上LNG基地と同等の能力を有する  
⇒浮体式LNG受入基地
- ・既に、全世界で操業中のプロジェクトは10件以上、  
建設・検討中のものを含めた計画  
中のプロジェクトは20件以上が挙げられている

➡ 今後のLNG受入基地の主流は浮体式？

# 世界の主なFSU・FSRUプロジェクト



# 世界のFSU・FSRUプロジェクト



	プロジェクト名 または場所	国名	貯蔵容量 m3	LNG処理能力 百万t/y	操業開始
アジア	天津市天津港	中国	145000	2.2	2013
	West Java	インドネシア	125000	3.0	2012
	Lampung	インドネシア	170000	2.0	2014
	Melaka	マレーシア	130000 × 2	3.5	2013
	Kakinada	インド	N/A	3.5	2014
	Sonmiani Bay	パキスタン	N/A	3.5	2014
	Batangas	フィリピン	170000	4.0	2016-2017
欧州	Livorno	イタリア	137500	3.0	2013
	Klaipeda	リトアニア	170000	1.5-2.3	2014
	Krk	クロアチア	N/A	0.8-1.5	2015
	Teesside Gasport	イギリス	138000	3.0	2007
	Port Meridian	イギリス	170000	6.0	2016
中東	Hadera	イスラエル	N/A	2.0	2013
	Dubai	UAE	125000	3.8	2010
	Aqava	ヨルダン	160000	4.0	2015
	Mina Al Ahmadi	クウェート	150000	3.8	2009
	レバノン北部	レバノン	125000	3.5	2015
中南米	カリブ海	コロンビア	N/A	N/A	2016
	Aquirre Gasport	プエルトリコ	150900	2.0	2014
	GNL del Plata	ウルグアイ	263000	2.6	2015
	Pecem	ブラジル	128000	1.8	2008
	Guanabara Bay	ブラジル	151000	3.8-5.4	2009
	Bahia	ブラジル	135000	3.7	2013
	Bahia Blanca GasPort	アルゼンチン	151000	3.75	2008
	Escobar	アルゼンチン	151000	3.75	2011
	Mejiillones	チリ	135000	1.6	2010
	Gas Atacama	チリ	170000	1.4	2015
	Colbun	チリ	N/A	N/A	2017
Octopus	チリ	N/A	3.9	2014	

5

## FSU・FSRUらの特徴



- ①低い建設コスト  
LNG船とほぼ同等の建設コスト(≈300億円)  
既存LNG船(経年LNG船も可)の改造・転用も可能(≈80億円)  
※着棧用の棧橋は必要(≈100億円)
- ②建設期間(操業開始までのリードタイム)が短い  
建設期間は約3年、既存LNG船の改造の場合は約1年
- ③移動・転用が容易  
つなぎとしての緊急対応的利用、季節的な利用も可能
- ④安定した気象・海象条件が必要  
浮体式(風・波の影響を受ける)、外洋に直接面した場所は不適
- ⑤貯槽容量の拡張柔軟性が低い  
船舶単位での増設となる(棧橋も必要)

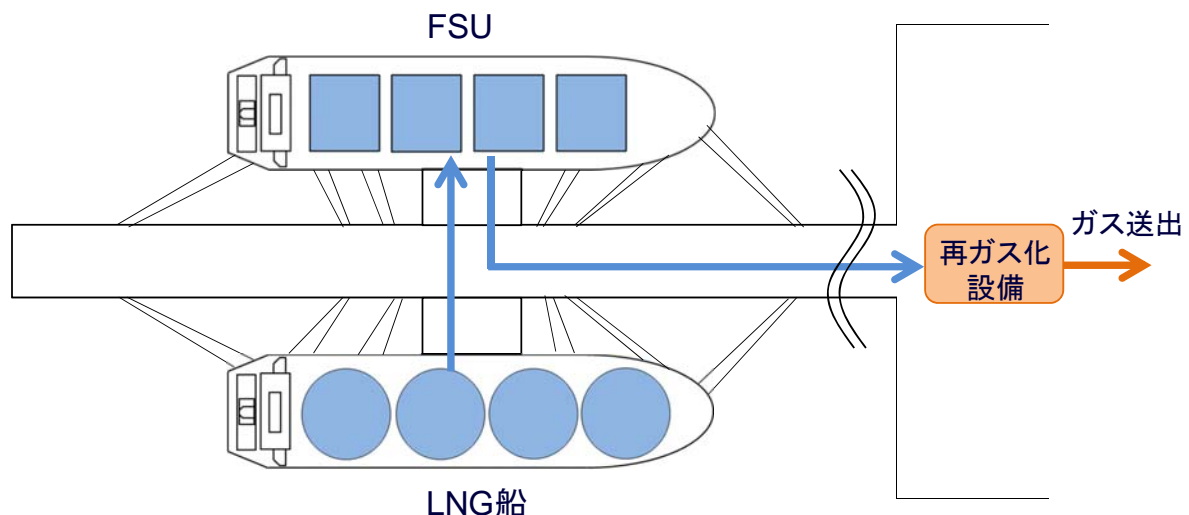
# FSU・FSRUと陸上受入基地との比較

	陸上LNG受入基地※1	FSU・FSRU
建設コスト	≈1000億円	≈300億円(新規建造) ≈80億円(LNG船改造)
建設・調達期間	5～7年以上 (設計・環境評価・申請等含む)	3年(新規建造) 1年(LNG船改造) ※ただし着棧設備必要
環境影響・規制	環境影響大 規制厳しい	環境影響少ない 規制制約少ない
気象・海象耐性	問題なし	穏やかな気象・海象条件が必要 (波の影響が大きい)
撤去	基本的に永続的使用が前提	移動・撤去は容易 (一時的利用も可能)
拡張性	自由度高い	船舶隻数単位

※1・・・平均的な規模の陸上基地を想定

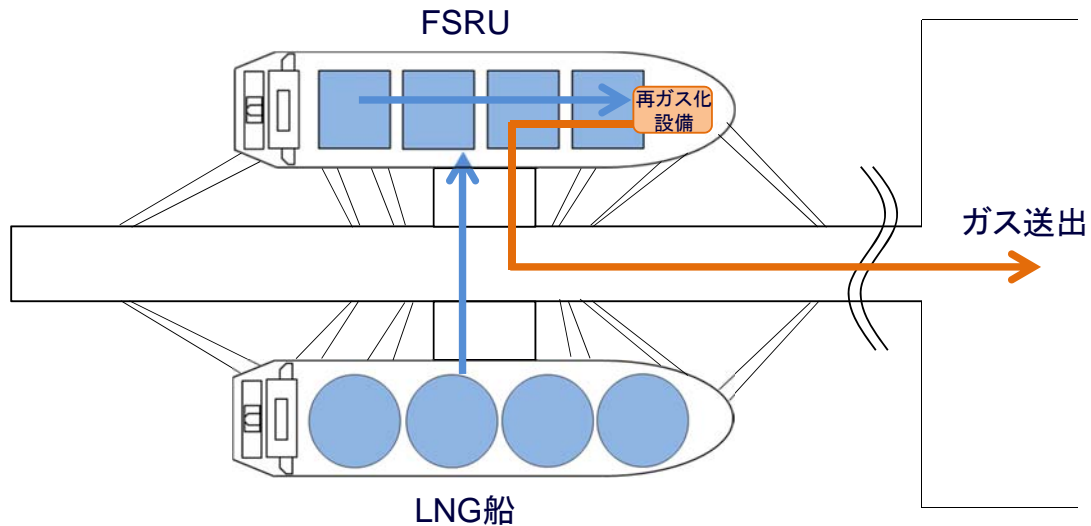
# 陸上棧橋 & FSU + 陸上再ガス化設備方式

- ・FSU(浮体式貯蔵設備)
- ・再ガス化設備は陸上に設置
- ・棧橋を介してのLNG荷役
- ・シンプル・安定性大



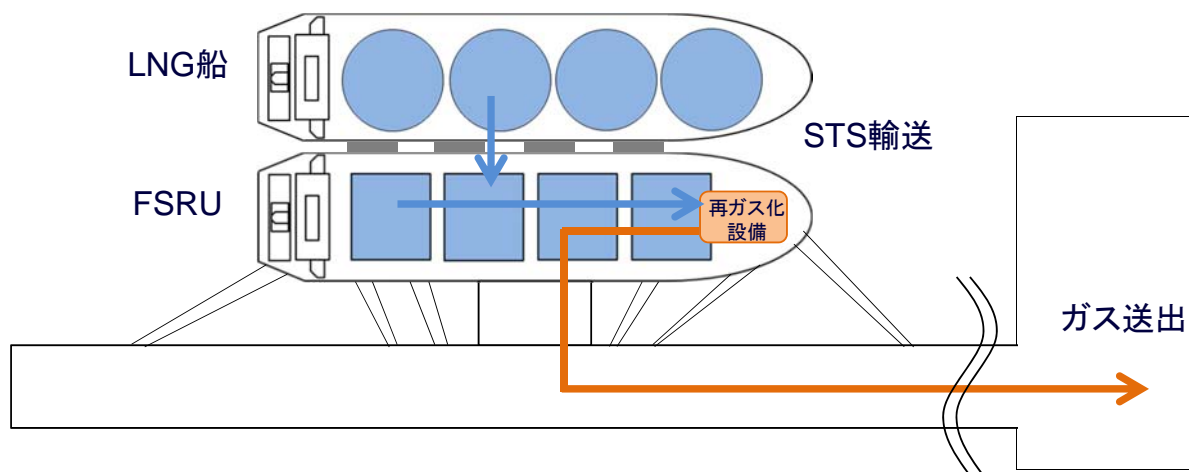
# 陸上栈橋 & FSRU (LNG荷役は栈橋経由) 方式

- ・FSRU (浮体式貯蔵 & 再ガス化設備)
- ・栈橋を介してのLNG荷役
- ・シンプル・安定性大

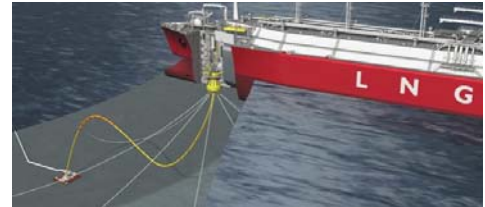


# 陸上栈橋 & FSRU + STS (Ship to Ship) 輸送方式

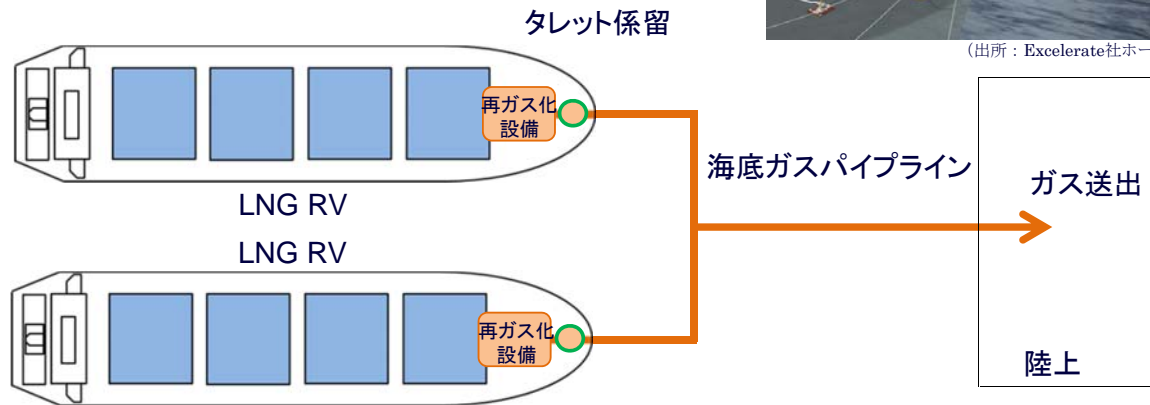
- ・FSRU (浮体式貯蔵 & 再ガス化設備)
- ・STS (Ship To Ship) によるLNG荷役  
⇒ 安定性は相対的に低い  
(荷役時の気象海象条件は厳しくなる(風速・波高制限))
- ・栈橋設備は一つでOK



- ・LNG RVを沖合でタレット等による係留  
 ← 特殊な係留設備が必要
- ・海底ガスパイプラインで陸上にガスを送出
- ・LNG RVは自らLNGを輸送
- ・北米Neptune LNGプロジェクト等で採用



(出所: Excelerate社ホームページ)



## 操業・契約形態に見る特徴

- ・近年多く見られる操業・契約形態  
FSU・FSRU設備の調達と所有、およびLNGの調達・貯蔵・再ガス化・送出までを一つのパッケージサービスとして提供

→顧客は、あくまでガスの状態での引き取りのみ  
 ※入札時も、これらをパッケージとして総合的に評価  
 (要求する納期までに、全体としてどれだけの価格でガスを調達できるかを焦点。  
 陸上基地orFSU・FSRUといった基地の形式を問わない入札も。)

### ○顧客のメリット

- ・設備の所有や調達、運転管理を行う必要なし
- ・操業のための人員確保不要
- ・不要になった場合、容易に撤去可能

- 2003年設立
- LNGの輸送および洋上LNG基地の開発と運営
- 「Energy Bridge」ブランドでの浮体式基地開発・運営
  - ※LNG RV: EBRV (Energy Bridge Regasification Vessel)
- 2005年Gulf GateWayプロジェクト稼働開始
  - ⇒ 世界初の浮体式LNG受入基地
  - ⇒ シェールガス生産増加の流れを受けて操業停止
- ブラジル、イスラエル、プエルトリコ、ドバイにおける浮体式LNG受入基地で同社FSRUが採用
- アメリカテキサス州Lavaca湾Floating LNGによる液化・輸出事業計画にも参画

Excelerate社のFSU・FSRU・LNG RV

船名	貯槽容量(m3) /タイプ	気化能力 (bcm/y)	建造年 (年)	操業場所
Excelsior	138000 /Membrane	4.1～7.1	2005	N/A
Excellence	〃	〃	2005	N/A
Excelerate	〃	〃	2006	N/A
Explorer	151000 /Membrane	5.2～7.1	2008	N/A
Express	〃	〃	2009	N/A
Exquisite	〃	〃	2009	N/A
Expedient	〃	〃	2009	N/A
Exemplar	〃	〃	2010	N/A
No.2402	173000 /membrane	8.3	2014	Guanabara Bay (ブラジル)

(出所: Excelerate社ホームページ)

- ・1970年よりLNG輸送事業に参入
- ・2001年に現在のGolar LNG社として設立
- ・もともとはLNGの輸送事業を専門
  - 2000年代後半よりLNG船のFSRUへの改造事業の検討を開始、
  - 2008年にLNG船Golar Spiritを初めてFSRUに改造
- ・近年はFSRU事業を積極的に展開
  - ※現在は4隻のFSRUを操業、
  - さらに2隻のFSRUの新造を発注済
- ・Floating LNGも手掛ける

Golar LNG社のFSU・FSRU・LNG RV

船名	貯槽容量(m3) タイプ	気化能力 (bcm/y)	建造年 (年)	操業場所
Golar Spirit	129000 /Moss	2.5	1981 (2009 FSRUに改造され稼働)	ブラジル
Golar Winter	138000 /Membrane	5.1	2004 (2009 FSRUに改造され稼働)	ブラジル
Golar Freeze	125000 /Moss	4.9	1976 (2010 FSRUに改造され稼働)	ドバイ
Nusantara Regas Satu	125000 /Moss	5.0	1997 (2012 FSRUに改造され稼働)	West Java (インドネシア)
No.2031	170000 /Membrane	1.75	2013 (建造中)	N/A
No.2024	170000 /Membrane	1.75	2014 (建造中)	N/A
NB 13	170000 /Membrane	1.75	2015 (契約済み)	Gas Atacama (チリ)



## FSU・FSRUを推進する企業 ～Hoegh LNG～

- ・1973年Nolman Ladyより、LNG輸送事業で40年の歴史
- ・長期契約をベースとしたLNG船の運航を中心
- ・近年、FSRUの所有・操業にも事業展開
- ・現在2隻のFSRU、6隻のLNG船の操業管理
- ・4隻のFSRUを発注済み
- ・Floating LNGも手掛ける



(出所: Hoegh LNG社ホームページ)

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

17

## FSU・FSRUを推進する企業 ～Hoegh LNG～

### Hoegh LNG社のFSU・FSRU・LNG RV

船名	貯槽容量(m3) /タイプ	気化能力 (bcm/y)	建造年 (年)	操業場所
GDF Suez Neptune	145000 /Membrane	7.7	2009	Neptune(アメリカ) →ウルグアイ
GDF Suez Cape Ann	145000 /Membrane	7.7	2010	天津(中国)
FSRU 1	170000 /Membrane	2.5	2014	PGN (インドネシア)
FSRU 2	170000 /Membrane	4.1	2014	Klaipeda (リトアニア)
FSRU 3	170000 /Membrane	3.9	2014	N/A
FSRU 4	170000 /Membrane	5.2	2015	チリ

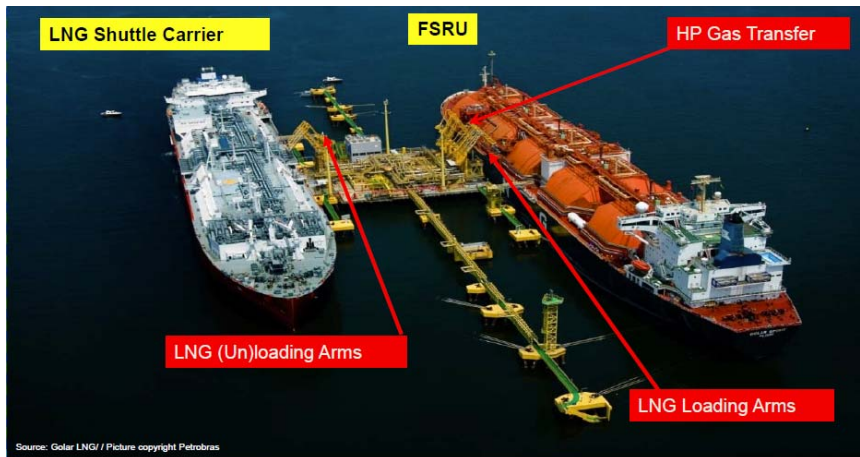
(出所: Hoegh LNG社ホームページ)

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

18

## Pecem FSRU(ブラジル)

- ・2008年に稼働開始
- ・LNG船をFSRUに改造した世界で初のFSRU (Golar Spirit)
- ・ブラジルとして初めてのLNG受入基地である
- ・再ガス化能力: 700万m<sup>3</sup>/日
- ・貯槽容量: 128000m<sup>3</sup>
- ・地域のガスグリッド向けにガス送出(主にガス火力発電所)



(出所: Golar LNG社)

## Melaka FSU(マレーシア)

- ・Petronas が手掛けるプロジェクト
- ・マレーシア国内のガス需要増加への対応策
- ・2013年操業開始
- ・2隻のFSUを設置  
(Tenaga Satu、Tenaga Empat)
- ・再ガス化設備は栈橋上に設置、  
海底パイプラインにて陸上に送出



(出所: Petronas)

## エジプトFSRU(入札起ち上げ中)



- ・2013年10月、エジプト政府がFSRUの入札を発表  
(エジプト国内におけるガス供給不足対応)
- ・エジプト側が希望する納期2014年4月  
←納期は半年！  
既にFSRUとして就航しているものを移転・転用すれば可能。  
⇒突発の需要に対応できる可能性を持っているのがFSRU
- ・応札候補者: Golar LNG, Excelebrate Energy
- ・実現すればエジプトは中東で4か国目のLNGの輸入国となる

## まとめと意義



- ・世界中で拡大する浮体式LNG受入基地(FSU・FSRU)  
(今後建設されるLNG受入基地の70%は浮体式)
- ・様々なFSU・FSRUの操業・オペレーションレイアウト
- ・FSU・FSRUは、建設コスト・期間、移動・撤去の容易さといった面で、陸上LNG受入基地に対して優位性
- ・設備調達・保有、LNGの調達・再ガス化・送出までのパッケージ化サービス  
→LNG輸送業者らによる事業拡大
- ・気象・海象条件で左右される操業安定性  
→永続的使用・ベースロード基地としては欠点
- ・基本的には緊急的・一時対応的な使用が望ましい

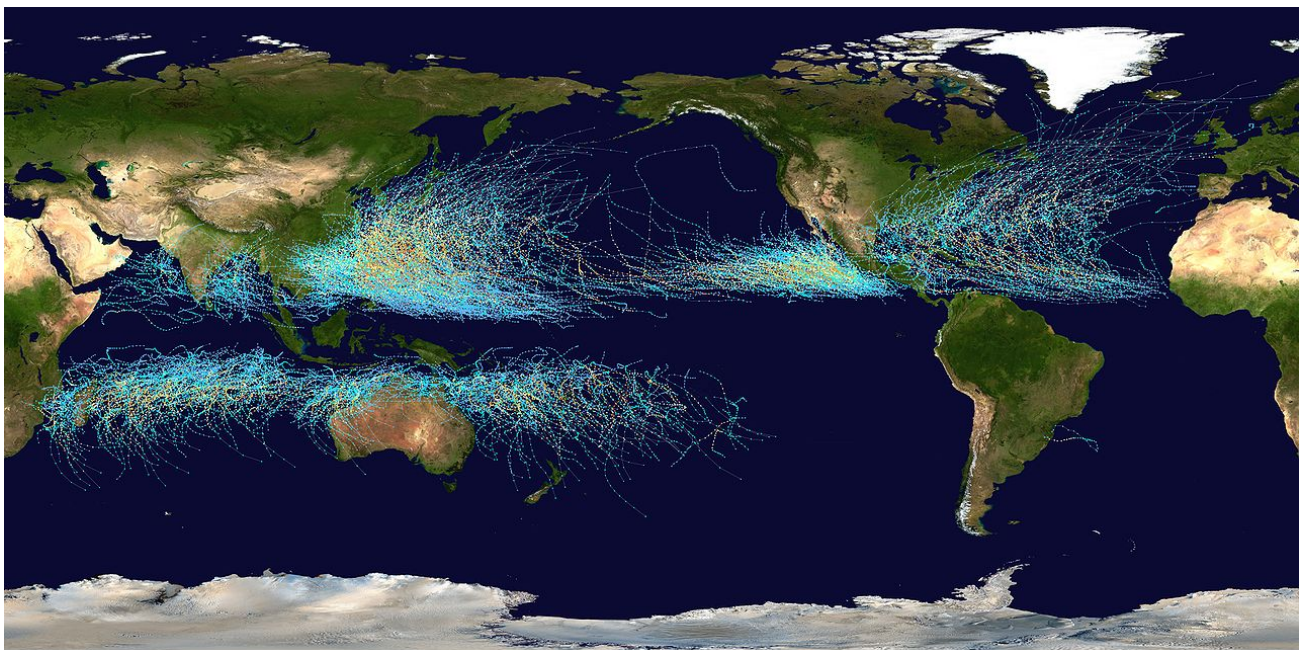
- ・FSU・FSRUは浮体式のLNG設備(実操業済み)であり、今後稼働が計画されているFloating LNGの開発と技術の応用にもつながっている。  
(FSU・FSRUを手掛ける企業らは Floating LNGへも参画している)
- ・陸上LNG受入設備に比べると設置のためのハードル(コスト・建設期間・規制)は低く、天然ガス需要地域にとって簡便なソリューション  
⇒LNG受入基地増加へ  
⇒全世界へ天然ガス普及拡大への布石となる可能性



LNGのマーケティング拡大につながり、  
上流業界にも大きなメリット！

## (参考)世界の台風発生実績

1985-2005年の台風発生状況



(出所: Wikipedia)