

天然ガスのすべて

— その資源開発から利用技術まで —



社団 法人 日本エネルギー学会 天然ガス部会 編

State of the Art of Natural Gas Energy
The Japan Institute of Energy

コロナ社

◆「天然ガスのすべて」刊行編集委員会◆

委員長 藤田 和男（日本エネルギー学会天然ガス部会長、芝浦工業大学）

委 員 浅野 嘉章（JFE エンジニアリング）	小俣 光司（東北大学）	原口 芳徳（東京電力）
朝見 賢二（北九州 市立大学）	熊澤 稔雄（東京電力）	湯浅 和昭（ロイド 船級協会）
安藤 純一郎（石油資源開発）	坂倉 淳（東京ガス）	吉武 慎二（慶應義塾大学）
大平 弘之（三菱重工業）	島田 荘平（東京大学）	本間 真（学会事務局）
奥井 智治（東京ガス）	鈴木 信市（JOGMEC）	
奥田 誠（東京ガス）	能勢 吉弘（IHI）	(50 音順)

◆執筆者一覧◆

青柳 敏行（石油資源開発）2.2.3 項	島田 荘平（東京大学）2.6.2 項
浅野 嘉章（JFE エンジニアリング） 3.5.1 項, 3.5.3 項	白崎 義則（東京ガス）5.2.2 項 [6]
朝見 賢二（北九州市立大学）5.1 節, 5.3 節	鈴木 徳行（北海道大学）2.1.1 項
安藤 純一郎（石油資源開発）2.4 節	鈴木 信市（JOGMEC）5.4 節, 5.5.1 項
伊藤 浩文（日揮）5.2.2 項 [4], 5.2.2 項 [7]	竹内 由実（東京ガス）4.4 節
宇野 和則（千代田化工建設）5.2.1 項	富田 哲也（みずほ情報総研）3.1 節
遠藤 立樹（Schlumberger）2.2.2 項	新川 智史（東邦ガス）4.3.3 項, 4.3.4 項
大澤 理（Schlumberger）2.2.2 項	沼田 義文（千代田化工建設）3.2 節
大瀬戸 一仁（元 JOGMEC）2.5.1 項	野神 隆之（JOGMEC）2.3.1 項, 2.3.2 項
大竹 重夫（東邦ガス）4.6.1 節	能勢 吉弘（IHI）3.4.1 項, 3.4.2 項, 3.4.4 項
大平 弘之（三菱重工業）3.3 節	萩野 卓朗（東邦ガス）4.6.2 項
岡津 弘明（JOGMEC）2.6.1 項	藤田 和男（芝浦工業大学）1.1 節, 2.1.3 項
奥井 智治（東京ガス）2.3.3 項	藤本 健一郎（新日本製鐵）5.2.2 項 [1]
奥田 誠（東京ガス）1.2 節	本田 一規（日揮）5.2.2 項 [4], 5.2.2 項 [7]
小俣 光司（東北大学）5.3 節	本村 真澄（JOGMEC）1.5 節
金森 秀樹（東邦ガス）4.3.1 項, 4.3.2 項	松本 潤一（石油資源開発）2.2.4 項
熊澤 稔雄（東京電力）4.1.1 項, 4.2 節	柳川 達彦（三菱ガス化学）5.2.2 項 [3], 5.5.3 項
栗原 正典（日本オイルエンジニアリング）2.5.2 項	湯浅 和昭（ロイド船級協会）3.6 節
小嶋 保彦（東洋エンジニアリング） 5.2.2 項 [5], 5.5.4 項	吉武 慎二（慶應義塾大学）1.3~1.4 節, 3.5.2 項
佐伯 龍男（JOGMEC）2.2.1 項	吉原 純（三菱ガス化学）5.2.2 項 [2], 5.5.2 項
坂口 隆昭（JOGMEC）2.1.2 項	若林 雅樹（清水建設）3.4.3 項, 3.5.4 項
坂倉 淳（東京ガス）4.1.2 項, 4.5 節	(50 音順)

注) JOGMEC: 石油天然ガス・金属鉱物資源機構
(所属は 2008 年 8 月現在)

目 次

1. 天然ガスの新潮流

1.1 概 要	1
1.2 地球にやさしい天然ガス	5
1.2.1 天然ガスの環境性	5
1.2.2 地球温暖化対策における天然ガスの役割	8
1.3 世界のエネルギー需給における天然ガスの動向	9
1.3.1 世界の1次エネルギー供給に占める天然ガスのシェア	10
1.3.2 天然ガスの埋蔵量	10
1.3.3 天然ガスの生産量	11
1.3.4 天然ガスの消費量	12
1.3.5 天然ガス(LNG)の取引	13
1.3.6 天然ガス(LNG)の価格	13
1.4 日本のエネルギー需給における天然ガスの位置付け	15
1.4.1 エネルギー政策における天然ガスの位置付け	15
1.4.2 天然ガスの流通・調達の円滑化に向けた取組み	15
1.4.3 需要拡大のための方策	16
1.4.4 天然ガス利用技術(GTLおよびDME), メタンハイドレートの開発加速	17
1.4.5 天然ガスの普及拡大	17
1.5 天然ガスのジオポリティクス	18
1.5.1 天然ガスと石油は市場でどのように異なるか?	18
1.5.2 天然ガスにおけるパイプライン輸送の持つ特殊性	18
1.5.3 欧州での天然ガスパイプラインを巡る競争	19
1.5.4 欧州における現在のロシアの天然ガスパイプライン戦略	20
1.5.5 ウクライナにおける天然ガス供給停止問題をどう見るか?	21
1.5.6 東アジアでの天然ガスパイプラインを巡る競争	22

2. 天然ガス資源の開発

2.1 在来型天然ガスの成因と資源量	26
2.1.1 天然ガスの成因	26
2.1.2 資源量評価方法	28
2.1.3 世界の資源量	31
2.2 天然ガスの開発技術	34
2.2.1 探査技術	34
2.2.2 検層技術	36
2.2.3 掘削技術	38
2.2.4 生産技術	41
2.3 非在来型天然ガス	44
2.3.1 タイトサンドガスとシェールガス	44
2.3.2 コールベッドメタン	46
2.3.3 メタンハイドレート	49
2.4 世界の天然ガス開発状況	52

2.4.1 天然ガス開発事業の動向	52
2.4.2 天然ガス開発事業—プレイヤーたち	58
2.5 ガス田開発と経済性	60
2.5.1 開発評価技術	60
2.5.2 プロジェクトの経済性試算	63
2.6 天然ガス増進回収技術	67
2.6.1 在来型ガス田の増進回収	67
2.6.2 コールベッドメタンの増進回収	69

3. 天然ガスの輸送と貯蔵

3.1 世界の LNG プロジェクト	71
3.1.1 天然ガス供給と LNG の経済性	71
3.1.2 LNG プロジェクトの現状	74
3.1.3 LNG プロジェクトの将来動向	76
3.1.4 LNG プロジェクトの課題	83
3.2 天然ガス液化プラント	84
3.2.1 天然ガス液化プラントの概要	84
3.2.2 LNG プラントをとりまく環境	90
3.3 LNG の海上輸送	91
3.3.1 タンク方式の技術と特徴	91
3.3.2 推進プラント	97
3.3.3 LNG 船の経済性	99
3.3.4 ガスオペレーション	102
3.3.5 近年の技術動向	105
3.4 LNG の受入基地と貯蔵タンク	106
3.4.1 国内・海外の LNG 受入基地	106
3.4.2 LNG 受入基地の主要設備・安全対策	108
3.4.3 LNG 貯蔵タンクの概要	111
3.4.4 LNG 受入基地をとりまく環境	113
3.5 天然ガスパイプラインと地下貯蔵	113
3.5.1 国内の天然ガスパイプライン	113
3.5.2 欧米の天然ガスパイプライン	115
3.5.3 天然ガスパイプラインの最新技術動向	117
3.5.4 天然ガスの地下貯蔵の概要	119
3.6 天然ガスの新たな輸送技術	121
3.6.1 天然ガスハイドレート (NGH) の輸送技術	121
3.6.2 CNG の輸送技術	122
3.6.3 DME の輸送技術	124
3.6.4 新たな輸送技術の経済性と実現性	125

4. 天然ガスの利用

4.1 天然ガス利用の概要	126
4.1.1 電力事業への LNG 利用	126
4.1.2 都市ガス事業における天然ガス利用	128

4.2 LNG 火力発電	130
4.2.1 電力会社が保有する LNG 基地とガス導管設備	130
4.2.2 LNG 火力発電所	132
4.3 産業用分野	136
4.3.1 パーナー	136
4.3.2 ボイラード	139
4.3.3 コージェネレーションシステム	141
4.3.4 新エネルギーとの組合せシステム	145
4.4 業務用分野	147
4.4.1 業務用厨房	147
4.4.2 ガス空調	149
4.4.3 ガスコージェネレーションシステム	153
4.4.4 地域冷暖房	156
4.4.5 特定電気事業	157
4.5 家庭用分野	159
4.5.1 家庭用ガス機器の歴史	159
4.5.2 最近のおもな家庭用ガス機器	160
4.5.3 家庭用コージェネレーション	162
4.5.4 家庭用のガス機器の安全対策	167
4.6 運輸用分野—天然ガス自動車などの取組み—	169
4.6.1 天然ガス自動車	169
4.6.2 燃料電池自動車	173

5. 天然ガスの転換とその利用

5.1 転換技術の概要	178
5.2 合成ガス経由技術	179
5.2.1 合成ガス製造技術	179
5.2.2 合成ガス転換技術	186
5.3 直接転換技術	206
5.3.1 脱水素カップリング	207
5.3.2 酸化的カップリング	208
5.3.3 炭素材	209
5.3.4 その他	209
5.4 DME 利用技術	210
5.4.1 概要	211
5.4.2 おもな利用技術開発の特徴・ポイント	213
5.5 天然ガス転換技術を利用した商業プロジェクト	214
5.5.1 GTL プロジェクト	214
5.5.2 メタノールプロジェクト	217
5.5.3 DME プロジェクト	219
5.5.4 アンモニア・尿素プロジェクト	220
付録	223
索引	229