

天然ガス部会21世紀ビジョンWG：

部会長：藤田和男(芝浦工業大学)

部会幹事：吉武惇二(東京ガス)

委員：島田荘平(東京大学)

舩田直之(JFEエンジニアリング)

市川 勝(北海道大学)

佐々木敏郎(東京電力)

小俣光司(東北大学)

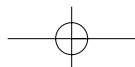
奥井智治(東京ガス)

発行者 社団法人 **日本エネルギー学会**

代表者 会長 前田 忠昭

〒101-0021 東京都千代田区外神田6-5-4

電話：03-3625-7481



天然ガスの総合的高度利用を目指して

～21世紀エネルギー社会への提言～



社団法人 日本エネルギー学会
The Japan Institute of Energy

2006年8月

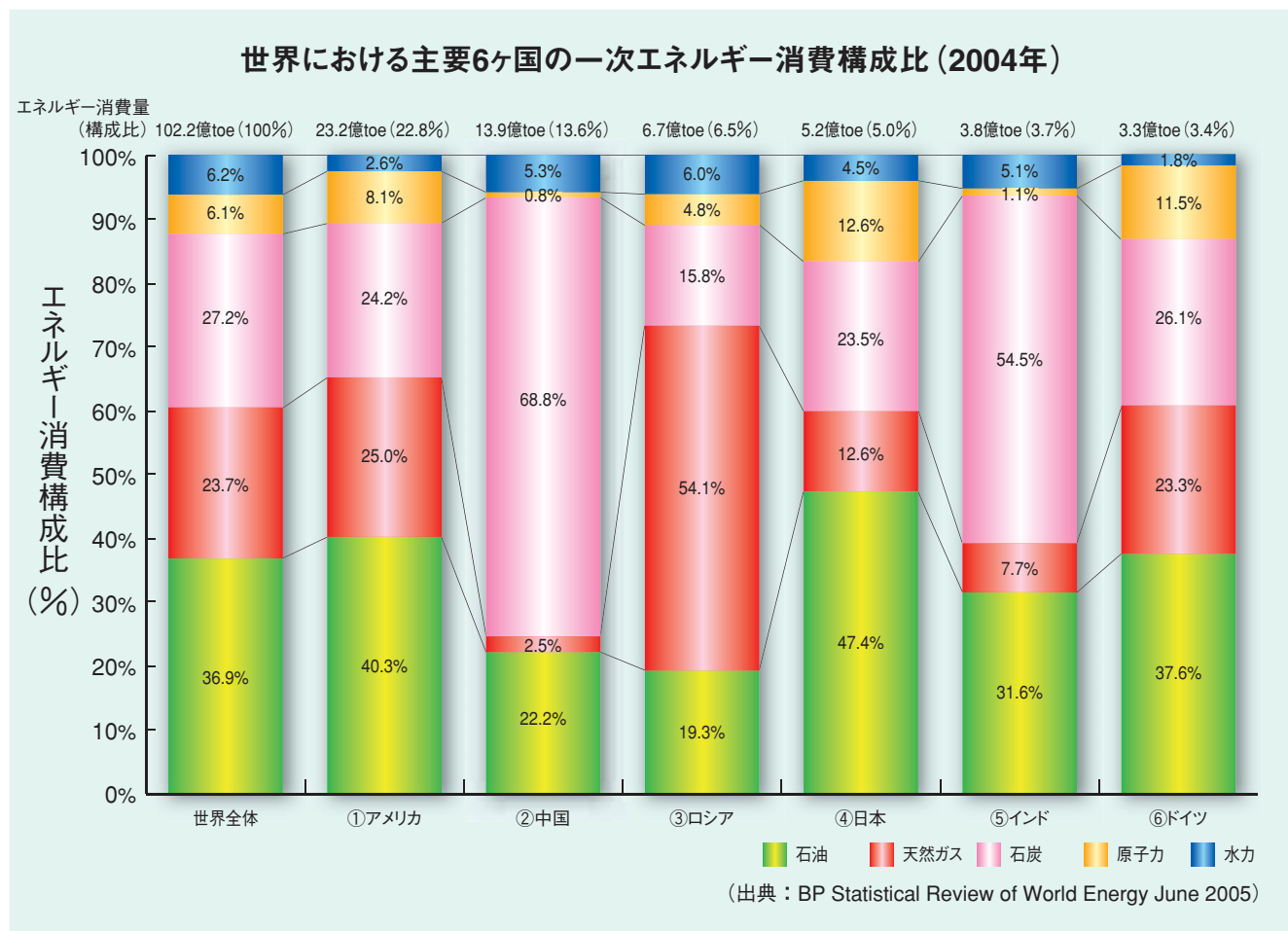




天然ガスの総合的高度利用社会を目指して

21世紀において人類は①地球環境保全 (Environment Protection)、②世界のエネルギー安定供給 (Energy Security)、③先進国と途上国のバランスある経済発展 (Economic Growth) の3Eトリレンマを同時に解決するため、エネルギー需給のベストミックスを探ることが大きな命題となっている。世界の25%の石油を消費するアメリカに次いで7%を消費している資源少国の日本も石油の依存度が高い。地球上では一次エネルギー供給の9割弱を依然として化石燃料(石油 37%、天然ガス 24%、石炭 27%)に

依存している。わが国では化石燃料消費を8割強(石油 47%、天然ガス 13%、石炭 24%)に抑えているが、その差は概ね原子力発電により賄われている。下図で明らかなように、わが国の石油依存度が世界平均レベルより高い反面、化石燃料の中では比較的CO₂排出量が少ない天然ガスの利用が世界平均レベルの半分程度では、わが国において天然ガス利用拡大が叫ばれるのは至極当然であろう。



近年のわが国を取り巻くエネルギー情勢を眺めると、エネルギー自給率は依然として低く20数%の水準にあり、一次エネルギーの50%弱を占める石油は調達先の多角化努力にもかかわらず、中東依存度は90%となっている。

このように、わが国の経済活動は、依然として脆弱なエネルギー構造の上に成立しており、エネルギー安定供給を確保することこそが、わが国のエネルギー政策の基本であり、国家安全保障上の観点からも、重要課題の一つである。

IEA World Energy Outlook 2005によると、世界の天

然ガス需要は今後年率2.1%で伸び、石油の1.4%を凌駕している。過去の歴史では天然ガスは石油に比べて輸送と貯蔵が困難であるため利用が生産地近辺に限られ遅れていた。海外の遠方へ輸送するためには、LNGに液化してタンカーで輸送する方法に限られていた。

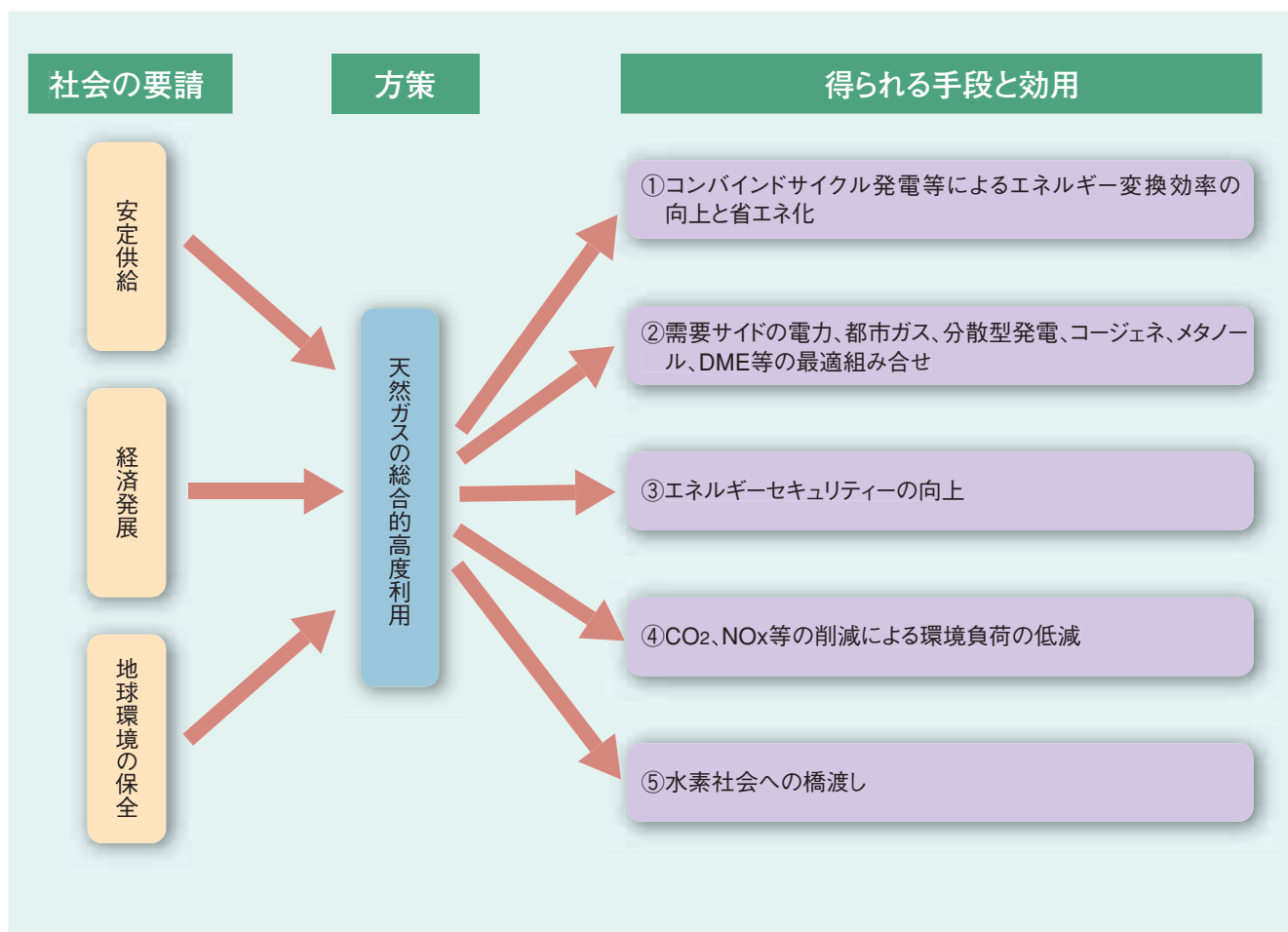
1997年12月に、京都において気候変動枠組条約の第3回締約国会議 (COP3) が開催され、地球温暖化問題に対応するため、わが国を含む先進国間で温室効果ガス排出削減に向けた目標が設定された。天然ガスは燃焼時に

排出する単位熱量当たりの二酸化炭素の排出量が少ないため、地球温暖化問題に貢献できるエネルギー源として注目されることとなった。利用面においては、パイプ輸送性に優れ、空気より比重が軽いため、安全性にも優れている。また、天然ガス供給源が地域的に偏在しておらず、わが国に近い北東、東南アジア・オセアニア地域に多量に埋蔵されている。さらに大水深海域での大深度掘削技術の進歩により、巨大ガス田の発見が期待され、アジア諸国の将来の資源量ポテンシャルが認識されている。

このように天然ガスは、石油代替エネルギーの一つとして、

また、環境対策を進める上でも有力なエネルギー源であるため、今後ますますその高度利用を推進していかなければならない。

次に、天然ガスの高度利用に当たっては、エネルギー産業の使命である「安定供給」、規制緩和に伴う市場競争による「経済発展」、地球温暖化を抑えるため天然ガス導入による「地球環境保全」が社会の要請として挙げられる。そして、この総合的高度利用の成果として、下に示す5つの手段と効用が得られるのである。



以上の前提に立ち、(社)日本エネルギー学会の天然ガス部会では21世紀の天然ガスの総合的高度利用を図るため、資源・輸送・貯蔵、利用及び科学の4つの観点からここに提言を行うものである。



1. 天然ガスの安定供給を目指した自主開発・技術開発の推進

日本政府の2030年までの長期展望では、天然ガスの一次エネルギーに占める割合は、2003年12.8%から2030年18.0%弱となっている。このように天然ガスは、今世紀世界的にも、日本でも需要の伸びが予想されている一次エネルギー資源である。石油に比べれば偏在性の少ない資源であり、環太平洋圏に多く賦存している。石油の中東依存度は90%近くであるのに対し、天然ガスすなわちLNGの中東依存度は21%程度に過ぎない。また、日本のLNG需要は2005年5821万t(契約ベース)であるのに対し、アジア太

平洋地域のLNG需給見通しは、2010年1億トン～1億2,400万トン、2015年1億2,000万トン～1億6,300万トンの需要があると見込まれ、供給ポテンシャルはこの需要予想を十分上回ると予測されている。このような天然ガスの安定供給には、

- 供給国との緊密な国際関係の構築
 - 自主開発ガス田の拡大
- が必要である。

安定供給のための施策

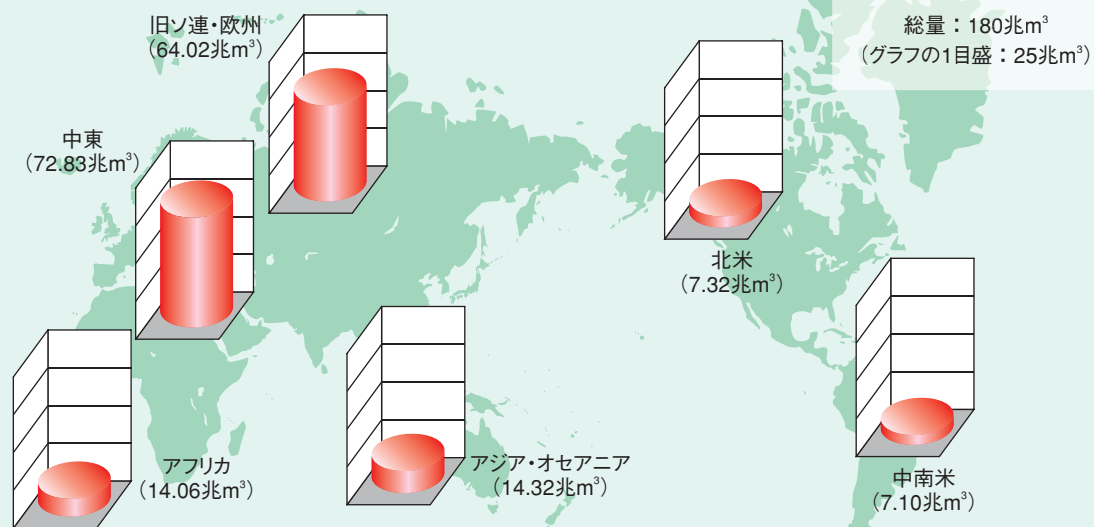
●供給国との緊密な国際関係構築

特にわが国に天然ガスを多く供給している環太平洋近隣諸国との親密な国際関係の維持

●自主開発ガス田の拡大

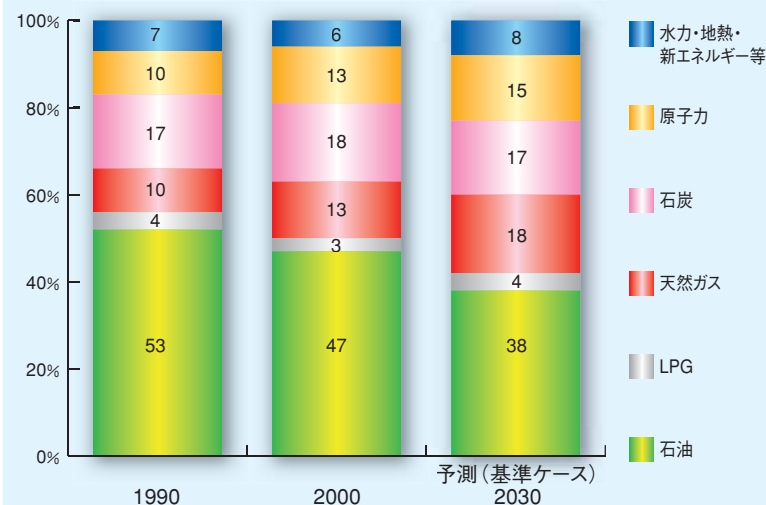
サハリン、東南アジア、オセアニアの海域での天然ガス自主開発促進のための政策

【世界の天然ガス埋蔵量】

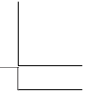
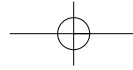


(出典：BP Statistical Review of World Energy June 2005)

【わが国の一次エネルギー供給構成】



(出典：経済産業省 総合資源エネルギー調査会 平成17年3月)



天然ガス分野の革新的技術開発も安定供給には欠かせない。今後開発が必要な分野としては、

- 非在来型天然ガスの開発
- 中小規模海上ガス田の経済的開発
- 地球環境問題に対応したガス田利用技術開発

等があげられる。

以上のように、天然ガス安定供給には、

- ①国際関係の強化 ②自主開発 ③地球環境対策

の視点からのわが国の資源戦略が必要であり、それに沿った国の施策が望まれる。

技術開発

●非在来型天然ガスの開発

- メタンハイドレート (MH)
- コールベッドメタン (CBM)
- タイトサンドガス (Tight Sand Gas)
- 等の経済的回収技術の開発

●中小規模海上ガス田の経済的開発

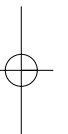
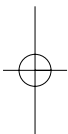
商業化の難しい中小規模ガス田を多数保有する発展途上国と、天然ガス高度利用技術の進んでいる先進国との連携により、発展途上国の経済発展にかなう天然ガス導入スキームの作成

●地球環境問題に対応したガス田利用技術開発

CO₂地中固定を伴ったCBM増進回収、枯渇ガス田へのCO₂貯蔵など、地球環境問題に対応したガス田利用技術開発

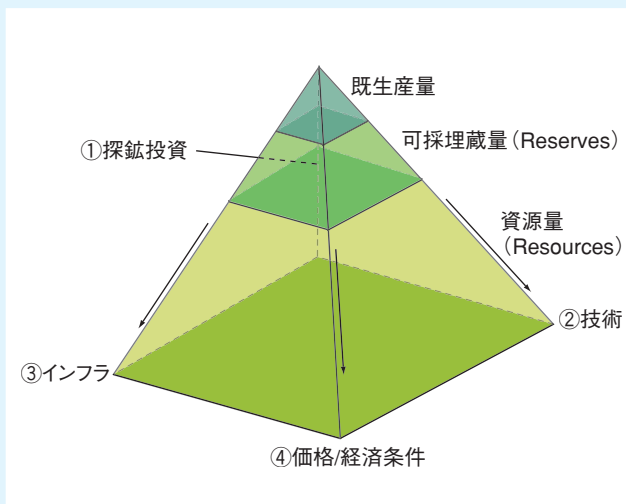


メタンハイドレート (提供：東京ガス)

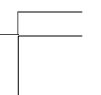
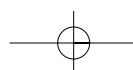


**【天然ガスの資源量と埋蔵量のピラミッドモデル】
(McCabe Model)**

四つの軸の矢印に向かい今後、探鉱投資、技術革新(回収率向上)、インフラ投資、価格/経済状況の改善で、未知なる資源量が埋蔵量へと格上げされる



最上位	既生産量	高品位の鉱床、好アクセス、浅い鉱床、貯留岩性状良い、採取容易
中位	可採埋蔵量	現在、このカテゴリーの残存する埋蔵量から生産が行われている
<p>①探鉱投資、②技術革新による回収率向上③インフラ整備の投資、④価格/経済条件</p>		
下位	EOR/IOR、埋蔵量成長分及び今後発見されるであろうガス田の資源量	
タイトサンドガス、CBM、シェールガス、メタンハイドレートなどの非在来型資源		





2. 天然ガスを軸とするエネルギーのベストミックスに向けた取組

わが国における天然ガスの供給は、利用拡大政策に伴う旺盛な需要拡大に対応するため、海外からのLNG船による輸入を中心に「需要へのフレキシブルな対応と市場原理に沿った価格」の実現を目指している。即ち、供給ソースの多様化、供給ソースそのものを確保、LNG船を自らまたは共同で運航する時代となった。近年においては、エネルギー供給にかかわる自由競争時代に入り、更なる価格の低減が強く求められていることやエネルギー総量の抑制の観点から、新たな「高効率輸送システム」の実現に向けて、

■海外天然ガスの輸送の効率化

■国内における天然ガスの輸送の効率化

■高密度エネルギー輸送の推進

という3つの課題の解決が求められている。

一方、多様な天然ガスの利用用途が拡大する中で二次エネルギーの多様化とそれらの組み合わせが進み、エネルギーの地域高密度化が進展しつつある。このような状況下で、新たな「高環境輸送システム」の実現に向けて、

■都市圏パイプライン網の高密度化

■環境型エネルギー集約のための輸送の効率化

という2つの課題の解決が求められている。

高効率輸送

●海外天然ガスの輸送の効率化

海外からのLNG船輸送及び二次基地への小型LNG船輸送に加え、近隣の天然ガス田から直接輸送が可能なパイプライン方式も比較検討し、バランスある輸送システムを構築すべきである。

●国内天然ガスの輸送の効率化

パイプライン方式に加えローリーや貨車によるタンクコンテナ輸送方式が採用されているが、更なる高効率化実現に向け、パイプラインの高圧力化、LNGバルク輸送方式の開発、都市圏間のインターリージョナルパイプラインの建設促進に向けての需要創出も推進すべきである。

●高密度エネルギー輸送

二次エネルギーそのものを海外で生産し輸送することおよび、国内では分散型エネルギーシステムの構築や従来の冷温水に代わる高蓄熱輸送媒体の利用促進等、上下流全般に対し輸送の高密度化を積極的に推進すべきである。

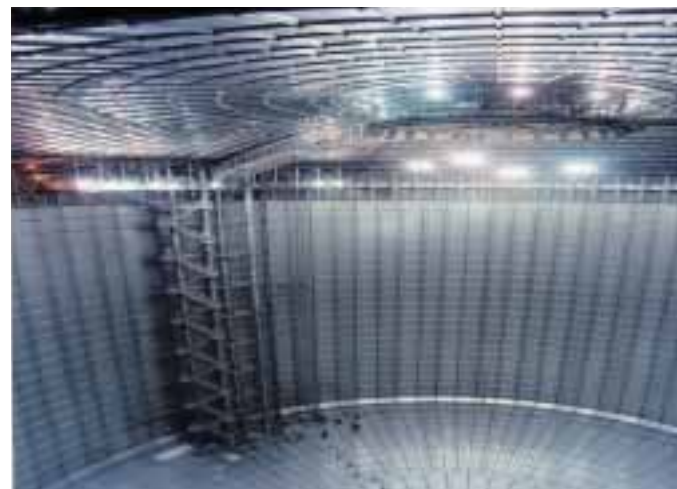
高環境輸送・貯蔵

●環境型エネルギー輸送の効率化

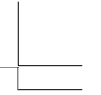
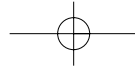
自然環境型エネルギーであるバイオマスや都市環境型エネルギーである廃棄物を利用した二次エネルギーの利用を促進し、気体、液体、ハイドライド等水素の最適輸送システムを確立し、エネルギー環境負荷低減に努めるべきである。

●都市圏パイプライン網の高密度化

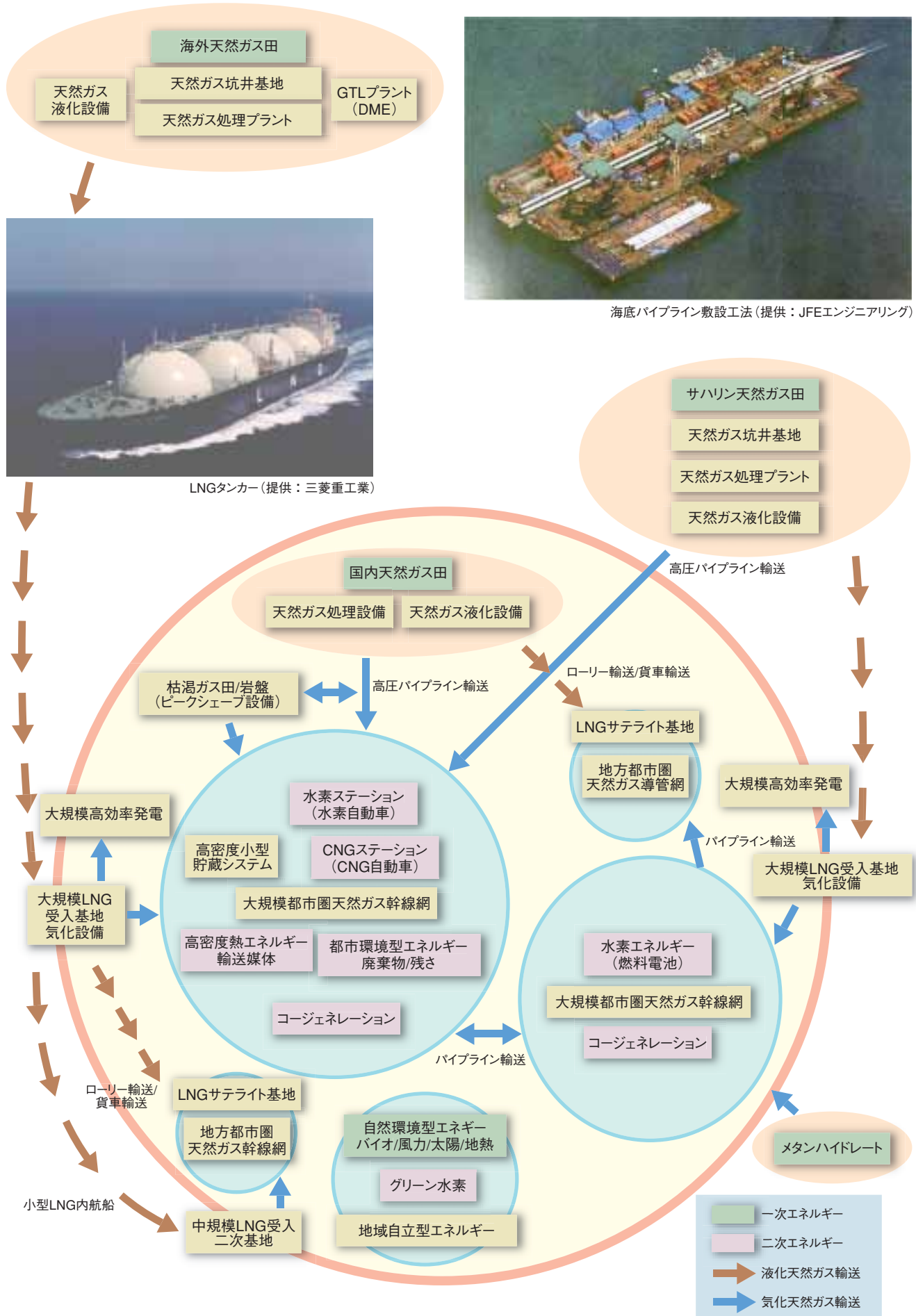
水素利用拡大による天然ガス需要の拡大に向けて既存パイプライン・導管網の利用効率を上げるために、高密度小型貯蔵設備の開発促進が望まれる。



LNGタンク内部 (提供：石川島播磨重工業)



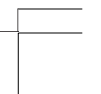
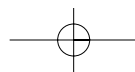
高効率・高環境輸送・貯蔵システムの推進



海底パイプライン敷設工法 (提供: JFEエンジニアリング)



LNGタンカー (提供: 三菱重工業)





3. 天然ガスの総合的高度利用システムの推進と環境調和型

エネルギーの供給源は、石油、石炭、天然ガス、原子力から風力発電、太陽発電、バイオマス発電などの新エネルギーまで幅広く多様化してきている。こうしたエネルギーについて、生産から最終消費に至るすべての段階において高度利用と環境調和型利用を進めること、利用しやすい形への変換や貯蔵、輸送と供給を含めて、最も効率的に利用することが重要である。天然ガスはクリーンなエネルギー利用のみならず、将来的に期待されるエネルギー媒体である水素への変換が容易であることから、水素エネルギー社会を先取りした利用も可能である。21世紀において持続的な産業・社会の成長を可能にするため、天然ガス、バイオガス、メタンハイドレートなど多様なメタン資源もネットワークに取り

込むことで天然ガスの利用システムの価値を広げることができる。キーマテリアルである天然ガスにおいては、電力・天然ガス・熱など有効利用のため集中発電と分散配置による転換の最適組合せを実現する産業間、コミュニティおよびエネルギー供給ネットワークを構築し、産業分野からコミュニティにおける最終利用まで総合的な高度利用を推進していく。これにより、省エネルギー化とCO₂排出削減を進め、環境立国の実現と、産業基盤の強化を目指す。さらに、地域や都市のエネルギー自立型社会システムと環境調和型コミュニティの連携ネットワークは、将来の水素利用ネットワークへの橋渡しを担うであろう。

天然ガス高度利用システムと環境調和型産業・社会

- 高効率コンバインドサイクル発電システムによる系統電力とコージェネレーションとの最適化の推進
- 工業プロセスにおける天然ガスエネルギーのカスケード利用システムの構築
- 大規模電力・天然ガス・熱ネットワーク（分散型燃料電池、自然エネルギー利用、廃棄物リサイクルも含めたエネルギーネットワーク）の連携による包括的利用システムの構築
- 水素利用技術の既存エネルギーネットワークへの取込み

天然ガス高度利用技術の開発と普及

- 天然ガスの高効率発電（エネルギー変換）技術開発
- 電力・天然ガスネットワークの最適組合せのための社会的整備
- 水素の製造・貯蔵・輸送・利用に関する技術開発
 - ・ 需要地水素製造技術（メンブレンリアクター、マイクロリアクター技術、各種触媒改質）
 - ・ 水素キャリア（有機ハイドライド/DME/メタノール）の製造・貯蔵・運搬技術の開発



天然ガスオンサイト水素ステーション（提供：東京ガス）

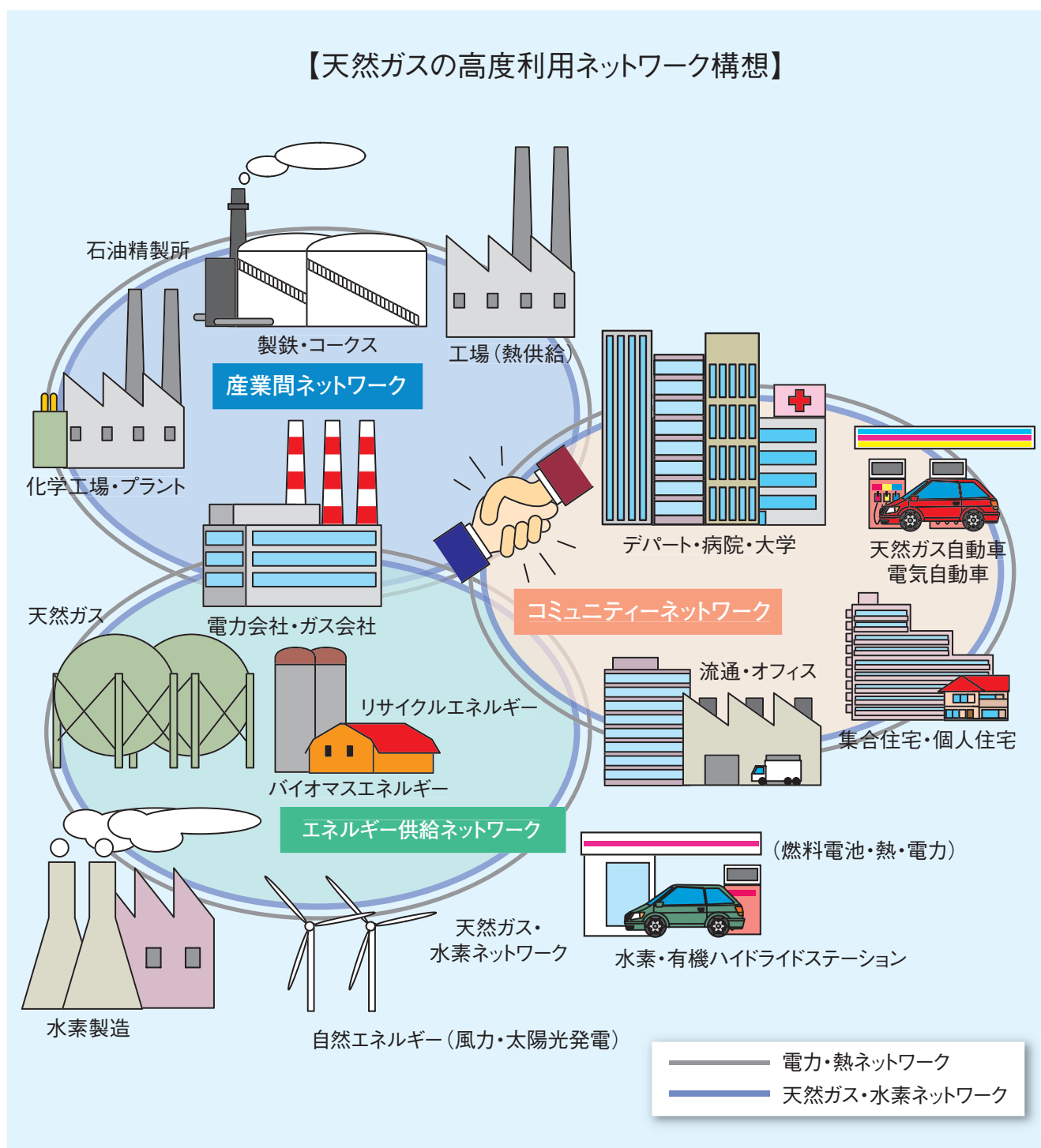


有機ハイドライドを利用する水素ステーション（提供：北海道開発局）

型産業・社会への貢献

天然ガスの総合的高度利用システムの構築のため、

- 天然ガス、石炭ガス、バイオガス、メタンハイドレートなどの未利用メタン資源を取り込むことができるよう、電力、ガス、自動車、製鉄、化学産業等が、エネルギーを相互に有効利用する環境調和型産業間連携を推進する。





4. 天然ガスの付加価値を高めるための化学技術開発と高度利

天然ガスは環境特性が優れているために21世紀の化石エネルギーの中心的役割を果たすことが期待されている。更に、天然ガスをただ燃やすだけではなく様々な形態の燃料として利用するとともに、化学工業原料など天然ガスの付加価値を高める技術を開発して、化学的利用システムを推進することも重要である。

そのためには、

- 天然ガス化学工業の技術開発と事業の拡大
 - 天然ガス付加価値を高めるための環境調和型産業技術開発の推進
- が重要である。

これらを実現させるためには、石油資源の有限性や中小ガス田の利用を念頭においた化学原料化のための化学技術開発の推進が望まれる。

利用技術開発のための高付加価値化

天然ガスを液体燃料化して用いるためには、以下の燃料や石油化学原料の大規模な製造技術が求められる。

- 合成ガスの経済的製造技術(水蒸気改質、部分酸化、オートサーマル)
- 輸送性・貯蔵性に優れたクリーン燃料合成技術(DME/メタノール/FT油)
- 天然ガス、バイオガスからの石油化学原料への変換技術開発(ベンゼン/オレフィン)
- メタン資源の触媒変換の技術開発

また新しい高機能材料の製造も期待されている。

- 高機能性カーボン製造法の技術開発



DMEパイロットプラント(提供:JFEエンジニアリング)

再利用システムの推進

