

産業構造審議会 産業技術環境分科会 地球環境小委員会
資源・エネルギーワーキンググループ

都市ガス事業における地球温暖化対策の取組み

低炭素社会実行計画フェーズⅠ
2014年度フォローアップ

平成26年12月9日
一般社団法人 日本ガス協会



目 次

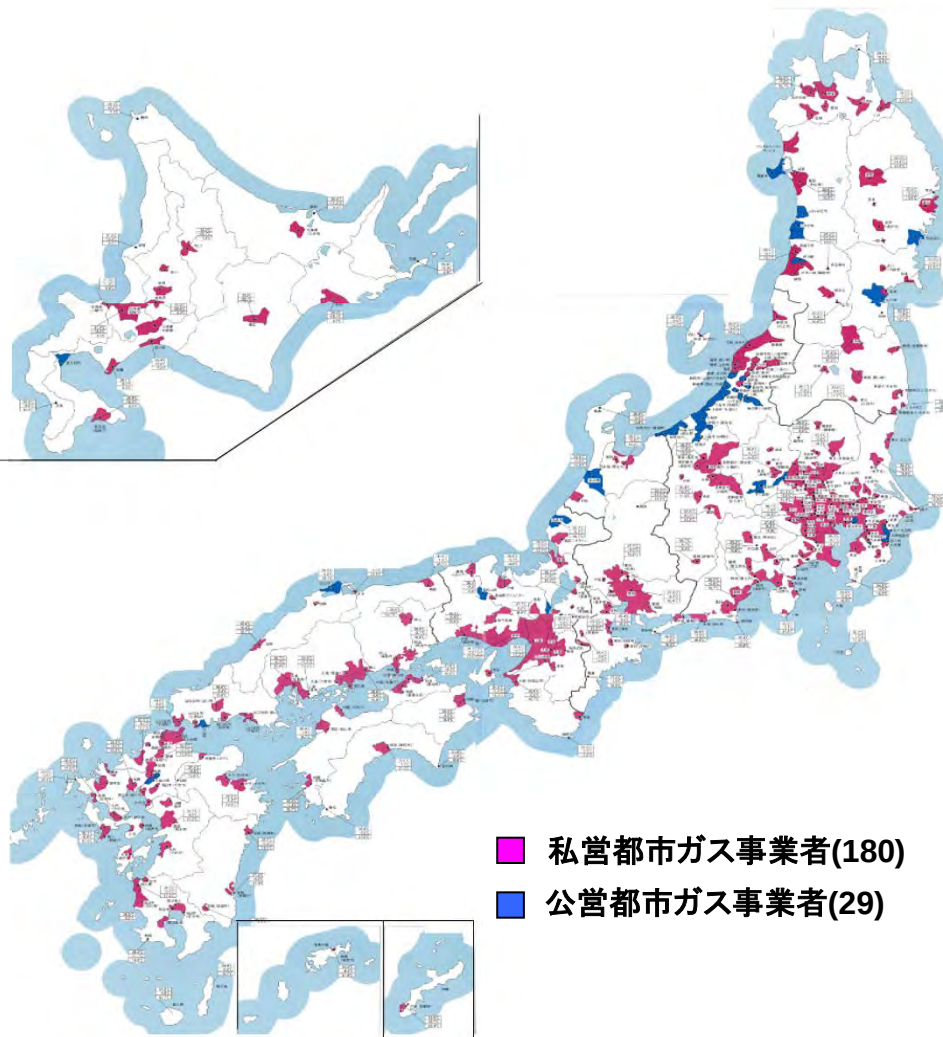
1. 都市ガス事業の概要
2. 都市ガス製造・供給段階の目標設定と削減の取組み
3. 都市ガス消費段階における取組み
4. その他の取組み
(海外貢献・革新的技術開発・その他)
5. まとめ

＜参考資料＞

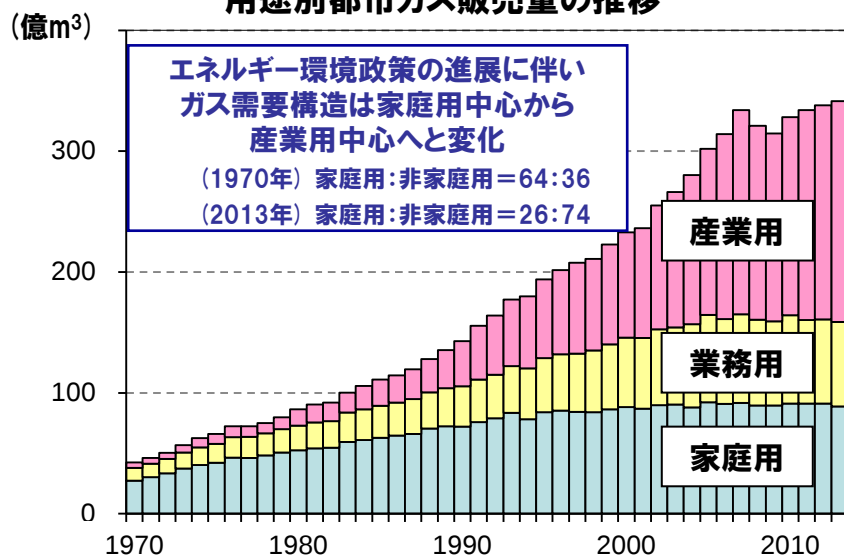
都市ガス事業の概要

都市部を中心に全世帯の約半分のお客さまに209事業者が都市ガスを供給
(2014/11時点では、207事業者)

お客さま件数：29百万件
ガス販売量：約367億 m^3 (2013年度)
(41.8605MJ/ m^3 換算)
事業者数：209事業者
供給エリア：国土の約5%
(都市部を中心)



用途別都市ガス販売量の推移



(1) 都市ガス業界の地球温暖化対策への取組み

天然ガスへの原料転換、製造プロセスの省エネ化等によりCO₂削減



CO₂削減に関する取組み

1. 石炭・石油系からLNGへの原料転換（製造プロセスの変更）
→ 都市ガス製造効率の向上
2. 製造工場での冷熱利用設備、省エネ機器の積極導入
→ コージェネレーション、冷熱発電設備の導入など

(2) LNGへの原料転換 (製造プロセスの変更)

1969年のLNG導入以来、約40年の歳月をかけ原料転換に取り組み、延べ1兆円以上の資金を投入し、全国レベルで実質完了。

LNG気化プロセスへの変更により、都市ガス製造効率※は99.5%まで向上

都市ガス原料の変遷



1872年
石炭を原料としたガスで供給開始

100年



1969年
石炭・石油から
LNGへの原料転換を開始

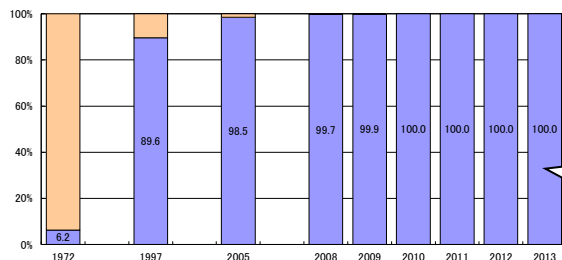
40年



2012年度までに、
208事業者が転換完了

高カロリーガス*比率の推移 (販売量比率)

* 天然ガスへの原料転換等で高発熱量にした都市ガス



多くの都市ガス
製造工場は製造
効率の高いLNG
気化プロセス

都市ガス製造効率の向上

石炭原料:70%

・コークス炉等の燃料、石炭粉碎器等の電力

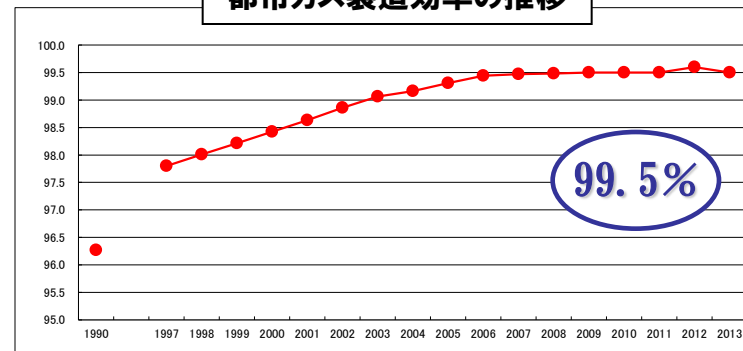
石油系原料:85~98%

・改質炉等の燃料、ポンプ等の電力

天然ガス原料:99%以上

・LNGポンプ/気化用海水ポンプ等の電力

都市ガス製造効率の推移



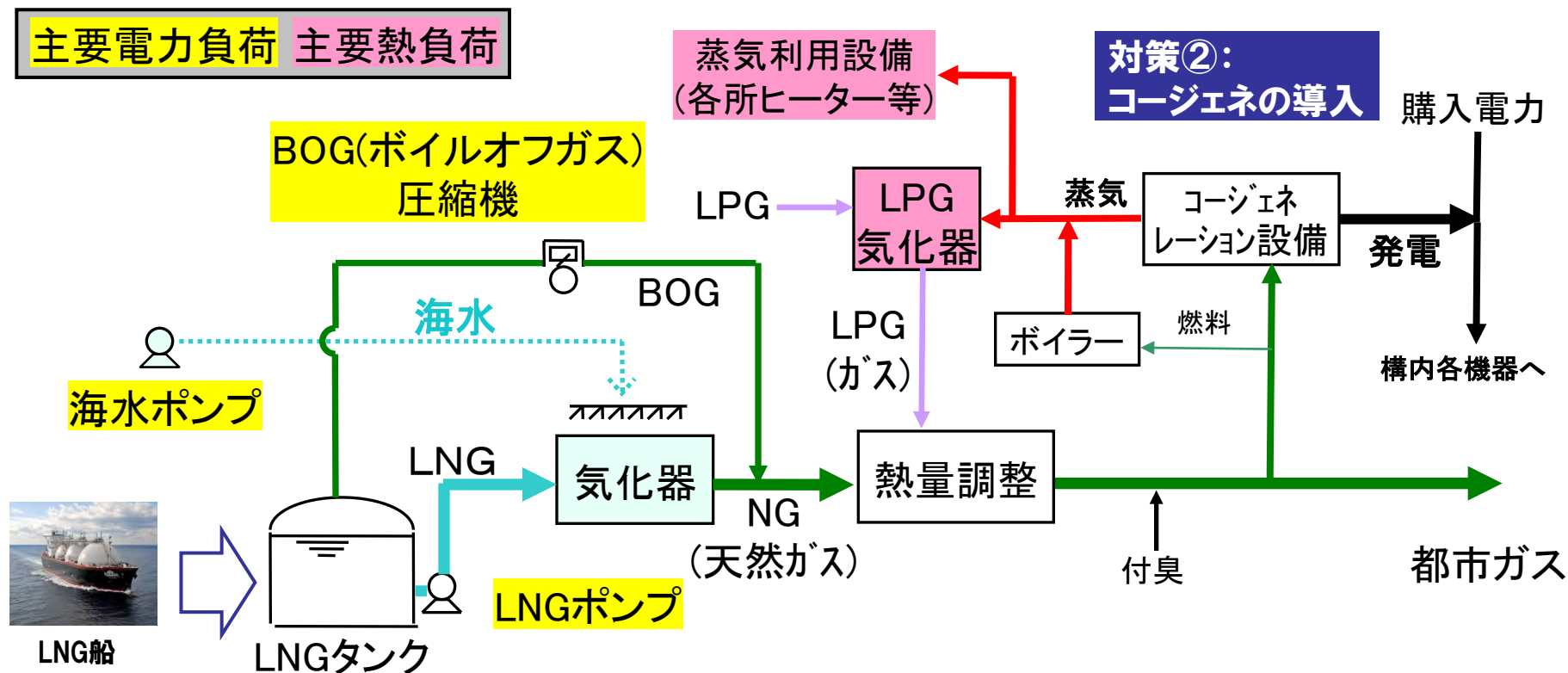
※:製造効率 =

製造した都市ガスのエネルギー量

製造した都市ガスのエネルギー量 ÷ 製造工程で消費したエネルギー量

(3) 冷熱利用設備、省エネ機器の積極導入

製造工場での冷熱利用設備、省エネ機器の積極導入等を進めてきたが、
更なる原単位改善は限界に近づいている



対策①: LNGの冷熱利用

- ① 冷熱発電の導入
- ② 媒体高純度化による発電出力向上
- ③ 冷凍倉庫での冷熱利用 等

対策③: 設備の高効率化

- ① LNG気化器・海水ポンプの高効率化
- ② 特高受配電設備の更新による電力損失低減
- ③ LNG保冷循環ポンプに回転数制御を導入

対策④: 運転の効率化

- ① BOG圧縮機の吐出圧低減による電力削減
- ② 運転機器予備率の低減等

(4) 都市ガス製造・供給工程のCO₂目標と13年度実績

目標	2020年 目標	'90年度比	2013年度 実績	'90年度比	'05年度比
CO ₂ 原単位 [g-CO ₂ /m ³]	9.9	▲89%	7.5	▲91%	▲43%
エネルギー原単位 [MJ/m ³]	0.26	▲85%	0.19	▲89%	▲35%

※1: 2020年目標の電力のCO₂排出係数は0.33[kg-CO₂/kWh]を仮で使用し、マージナル補正(コージェネレーション)を実施。適切な電力のCO₂排出係数について、政府によるエネルギーミックスの議論や電力制度改革の動向も見据えながら検討し、値確定後に目標値を再算定する。

〈適切な排出係数〉 削減効果を評価するのに適切な係数。現状ではコージェネレーションのみをマージナル補正で評価しているが、他のガスシステム等の温暖化対策が適切に評価されないなどの課題がある。

※2: CO₂原単位目標値が確定していないことを踏まえ、確定しているエネルギー原単位値をエビデンスとして併記

※3: 各年度とも、電力のCO₂排出係数を2020年目標に合わせ0.33[kg-CO₂/kWh]に固定して比較

(参考)2011年度実績に対する2020年度目標の増減要因

改善要因 (計▲0.5[g-CO ₂ /m ³]程度)	増加要因 (計+3.0[g-CO ₂ /m ³]程度)
・省エネ機器の導入(コージェネ等) ▲0.5程度 ・需要等にあわせた運転の最適化	・送出圧力の上昇 +0.5程度 ・外部要因変化等に伴う工場操業状態の変化 +1程度 (BOG処理量の増加等) ・バウンダリー拡大に伴う対象工場の増加 +1.5程度

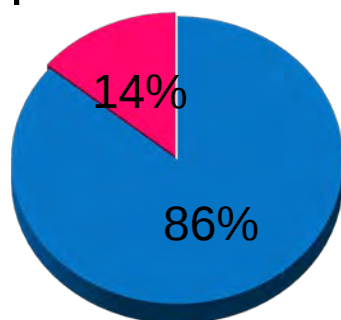
※電力排出係数は 2020年目標と同じ0.33[kg-CO₂/kWh]を使い2011年度実績値(7.4 [g-CO₂/m³])を算出して比較

(5)製造プロセス (LNG気化器) の国際比較

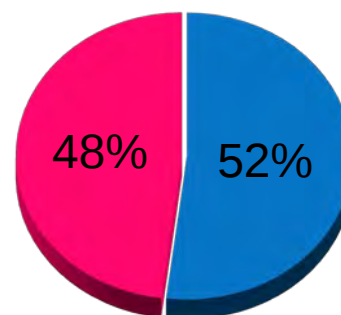
日本はエネルギー使用量・CO₂排出量が少ない海水・空気式が主流だが、海外は燃烧式が約半数。さらに、日本はLNGの冷熱を有効利用(冷熱発電・空気分離・冷凍倉庫等)

日本と海外のLNG受入基地 熱源比較

日本

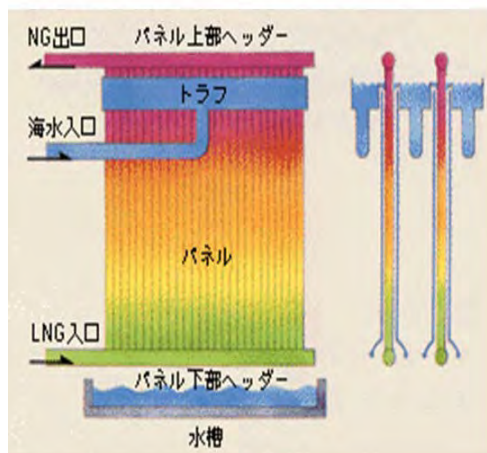


海外



■ 海水・空気
■ 化石燃料

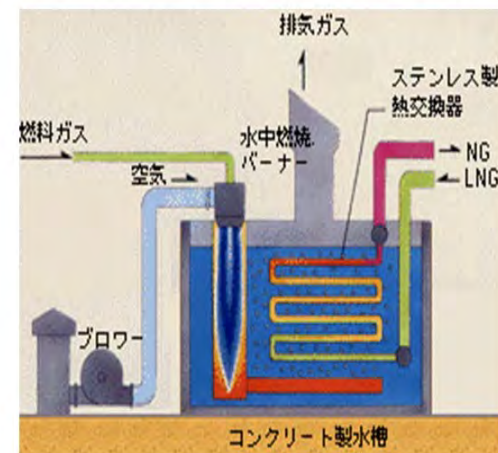
ORV (オープンラックベーパーライザー)



海水式気化器(オープンラックベーパーライザー)は、マイナス162℃以下のLNGを海水で暖めて気化させる方式

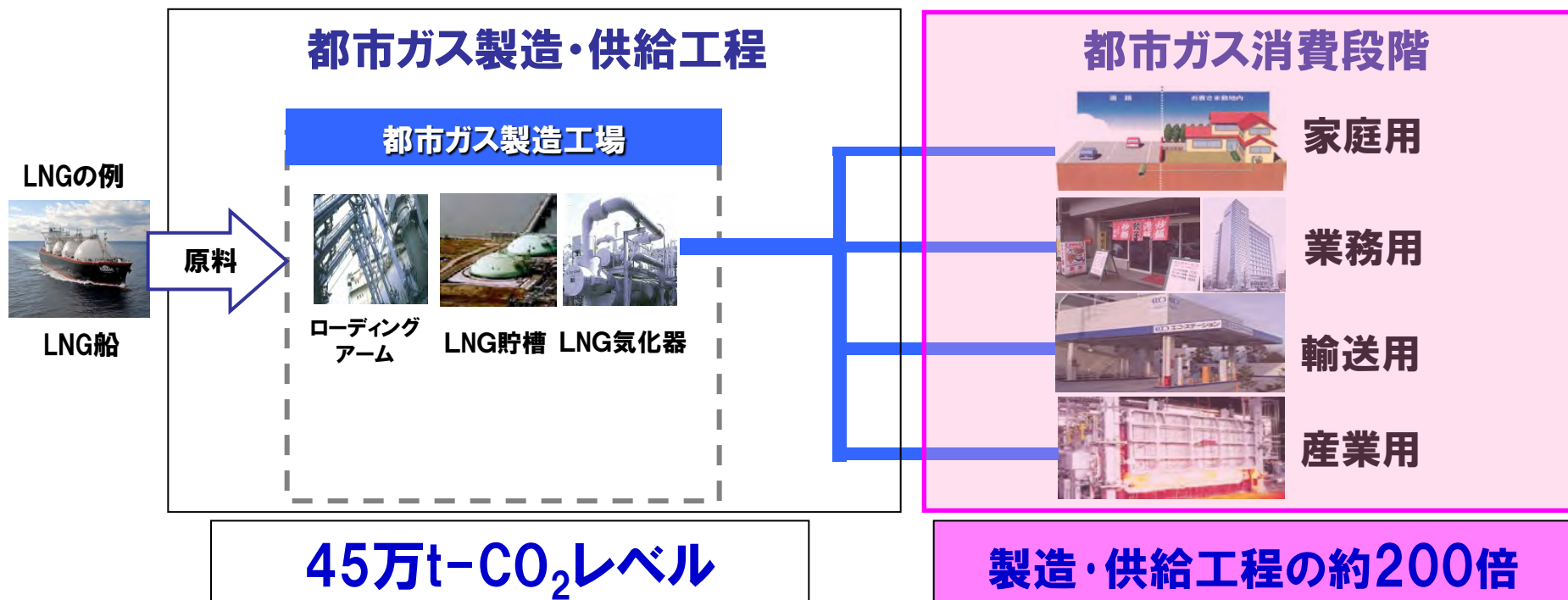
燃烧式(サブマージドベーパーライザー)は、バーナーで暖めた温水で気化させる方式

SMV (サブマージドベーパーライザー)



(1) 都市ガス業界の地球温暖化対策への取組み

1. 製造・供給工程と比較して、消費段階(お客さま先)の排出規模は2桁大きいため、お客さま先でのCO₂削減が重要
2. 都市ガス以外の消費段階において、低炭素な燃料である天然ガスを普及させることによるCO₂削減ポテンシャルが大きい



(2) 天然ガスシステムの普及見通しと13年度実績について

低炭素機器	最大限普及見通 (2010⇒2020年普及 想定)	CO ₂ 削減 見込み 量[万t]	2013年度実績	2013年度 CO ₂ 削減量 [万t]
コージェネ レーション	451 ⇒1,000万kW	820	7.1万kW	約11
家庭用燃料電池 (エネファーム)	1⇒140万台※ ¹	180	2.8万台	約4
高効率ガス給湯器 (エコジョーズ・エコウィル)	225 ⇒2,000万台※ ¹	400	63万台	約14
産業用熱需要の 天然ガス化	10.7※ ² ⇒15%	320	ボイラ270百万m ³ 工業炉120百万m ³	約33
ガス空調	1,300 ⇒1,800万RT	120	14万RT	約4
天然ガス自動車	4⇒11万台	73	1千台	約1
合計	▲1,900万t		▲70万t	

CO₂削減(見込み)量算定において、電力のCO₂排出係数は火力の0.69[kg-CO₂/kWh]を用いた。

※¹ LPG燃料機器を含む ※² 2009年基準

(3)天然ガスシフトと高度化(例)

産業用熱需要の天然ガスへの転換と高効率ガス機器の導入でCO₂を半減

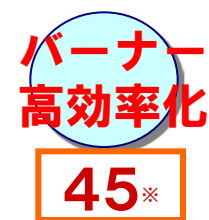
□ : CO₂排出量



天然ガスへの転換



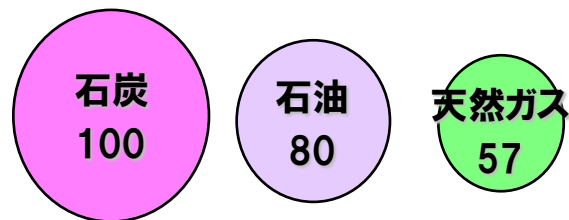
高効率機器の導入



※リジェネレーティブ・バーナーの場合

低炭素な天然ガスへの転換

■ CO₂排出量比較(燃焼時)

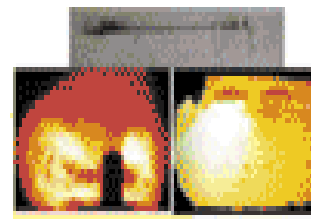


高効率機器の導入

高効率ガスシステムによる産業の熱需要の省エネ・省CO₂化



リジェネレーティブ・バーナー



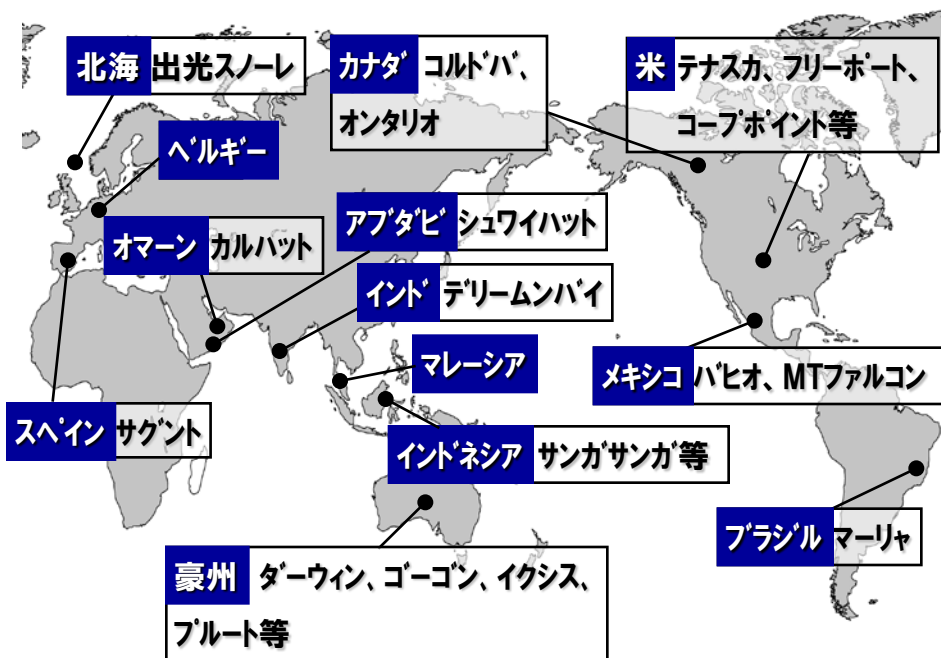
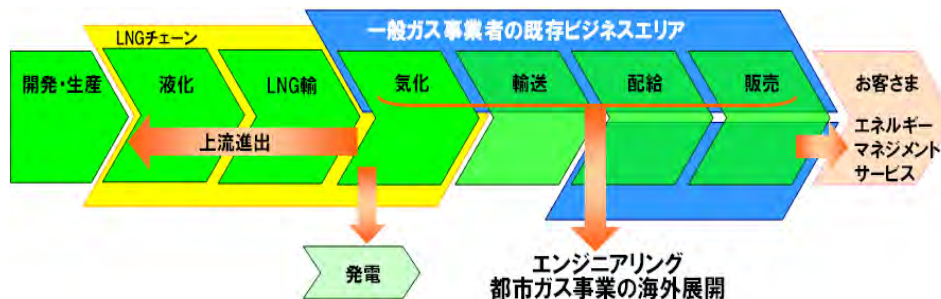
ガラスタンク釜バーナー



蒸気ボイラー

(1)日本で培ってきたガス事業ノウハウを活かした国際展開

ガス産業のバリューチェーン全般にわたり、海外への事業展開



⇒ 成長戦略への貢献と国内都市ガス事業とのシナジーを踏まえ取組む

(1) 上流進出

- ①天然ガス生産・液化事業…豪州(ダーウィン、ゴーゴン、イクシス、ブルート等)、インドネシア(サンガサンガ)、カナダ(コルト'バ)、北海、オマーン
- ②LNG船…外航船15隻保有
- ③上流開発技術…GTL(天然ガス液体燃料化)等

(2) ガス関連エンジニアリング

海外のLNG基地・パイプライン・環境エンジニアリング 等

(3) 都市ガス事業の海外展開

- ①都市ガス事業…マレーシア、シンガポール
- ②LNG受入基地…米(フリーポート)、スペイン(サグント)
- ③パイプライン…豪州(EII社)、ブラジル(マーリャ)

(4) エネルギー・マネジメントサービス

- ①ガス機器販売…GHP、吸収式、ガス給湯器、エコウィル、燃料電池等を機器メーカーが海外展開(メーカーの生産台数を増やすことによってコストダウン)
- ②スマートグリッド実証事業(米・ニューメキシコ)…再生可能電源の変動をコージェネで吸収として参画
- ③スマートコミュニティ…インド(デリムンバイ)

(5) 発電事業への参入

- ①天然ガス火力…ベルギー、シュワイハット(造水)、米(OGパワーアメリカ、テナスカ)、メキシコ(ハビオ、MTファルコン)
- ②風力発電…豪州(ハレット4)、
- ③太陽光発電…カナダ(オンタリオ)

(2)タイ国におけるコージェネ・オンサイト事業(例)

エンジニアリング会社と共同でコージェネES(Energy Solutions)会社を設立し、
現地でコージェネレーション・オンサイト事業を開始

出資イメージ

ガス事業者



コージェネES会社



エンジニアリング会社

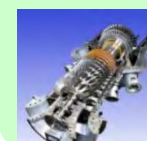
コージェネES概要



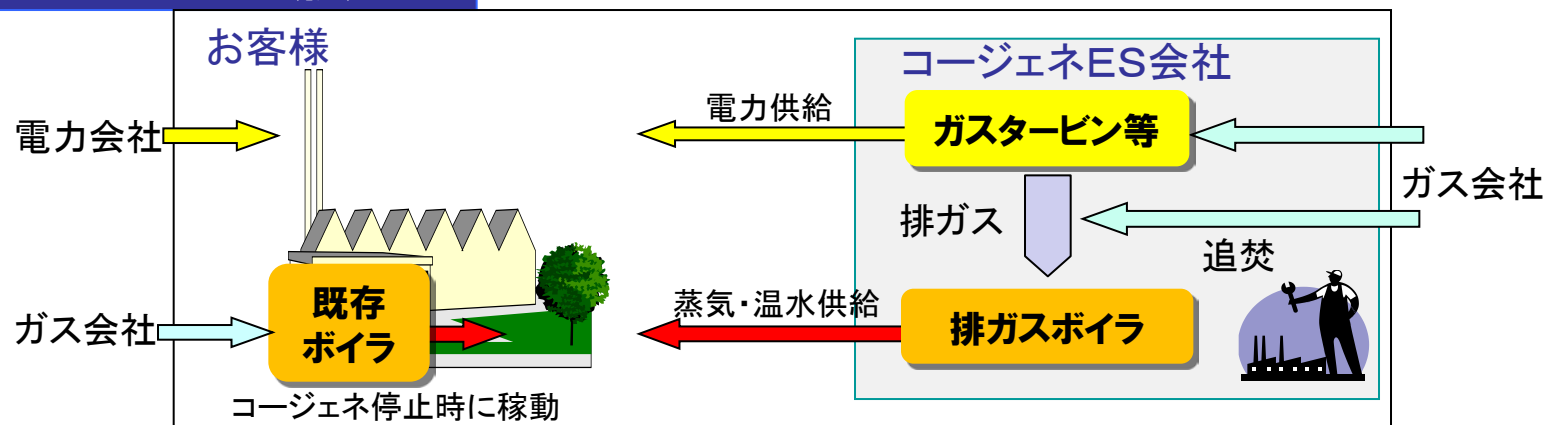
お客様(工場)

- ・ES会社が初期投資を実施(工場敷地内)
- ・お客様は初期投資ゼロで、安価な電力・熱を入手
- ・ES会社が運転管理、メンテナンスを実施(現地常駐)

コージェネES会社



システムイメージ(例)



(3) コージェネレーション・燃料電池の効率向上とコストダウン

		発電効率の向上／機器投入			コストダウン目標
コージェネレーション (ガスエンジン) ※1	小型	2012年 41.0%	→ 2020年 42%以上	→ 2030年 44%以上	2020年 1／3削減 (2012年比) ※システム全体の導入維持コスト
	中型	2012年 42.8%	→ 2020年 46%以上	→ 2030年 48%以上	
	大型	2012年 49.0%	→ 2020年 50%以上	→ 2030年 51%以上	
コージェネレーション (ガスタービン) ※1	中型	2012年 34.5%	→ 2020年 36%以上	→ 2030年 38%以上	2020年 1／3削減 (2012年比) ※システム全体の導入維持コスト
燃料電池 (PEFC) ※2		2012年 38～40%	2020年～ 純水素PEFC 55%以上		2020年 1kW級: メーカー出荷 40万～50万円/台 (20万台/年・社 生産時)
燃料電池 (SOFC) ※2		2012年～	家庭用 (効率45%以上) 2020年～ 家庭用～数百kW級 (効率55%以上)		2030年 数百kW以上級メーカー出荷額 15万円/kW以下 (20万kW/年 生産時)

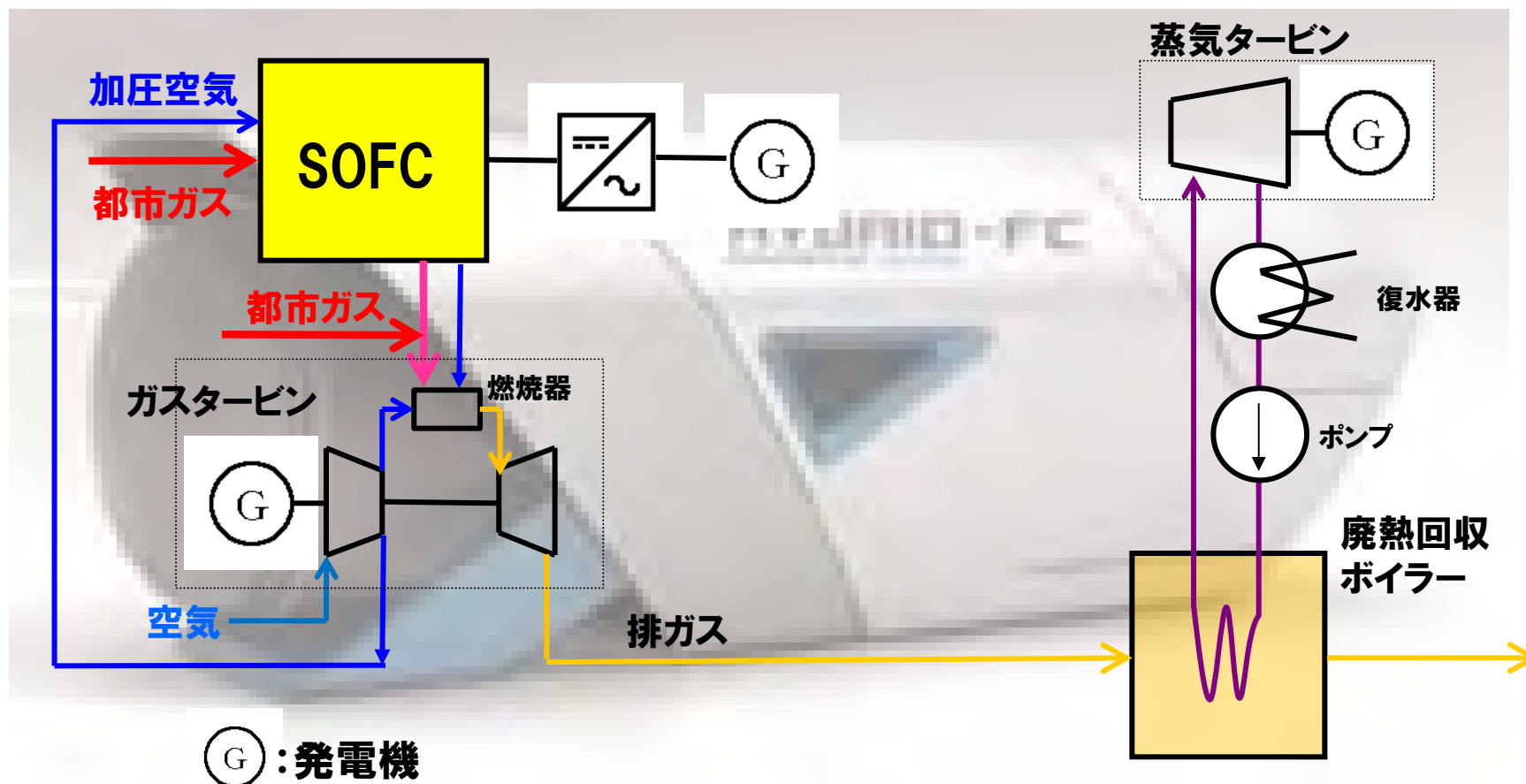
※1 アドバンスド・コージェネレーション研究会最終報告書(2014年3月)より抜粋

※2 燃料電池・水素技術開発ロードマップ2010 (NEDO)より抜粋

(4)SOFC (固体酸化物形燃料電池) コンバインド技術の開発

高効率のSOFC(加圧型)を、ガスタービンや蒸気タービンと組み合わせることによってSOFCの廃熱の有効利用を進め、発電効率の大幅な向上を達成する技術

250kWクラスの実証機で4,000時間の連続運転を達成



(5) 本社等オフィスビルにおける削減の取組み

業界全体の取組みの概要

【主要事業者※】

個々に目標設定するよう働きかけを行い、エネルギー使用量の実績データ、対策の取組み、目標設定の実施状況をフォロー

【事業者独自の目標例】

- ・事務所(オフィス)のCO₂排出原単位(床面積あたり)を前年比1%削減
- ・電力使用量および熱の使用量を毎年1%削減
- ・事業部ごとに個別のCO₂排出量目標を設定。四半期ごとに達成状況をフォロー

※:従業員300人以上の15事業者(ガス製造量で9割以上)

主要事業者の取組みの結果

主な取組み

- ・コージェネレーションの導入
- ・業務用高効率給湯器の導入
- ・窓ガラスへの遮熱フィルムの貼付
- ・冷暖房温度の管理の徹底

など

CO₂排出量実績

	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
床面積 (万m ²)	24.3	24.3	23.9	23.9	24.0
CO ₂ 排出量 (万t-CO ₂)	1.75	1.74	2.07	2.01	2.20
CO ₂ 排出原単位 (t-CO ₂ /万m ²)	722	718	863	840	920
エネルギー原単位 (MJ/m ²)	1,923	1,903	1,819	1,765	1,722

※電力のCO₂排出係数は、調整後排出係数を利用

(6)お客さま先での省エネ意識向上につながる取組み

省エネ情報提供 (見える化)	WEBサイトによる省エネ情報提供	一般向けに家庭での都市ガス・LPガス・電気・ガソリン等の使用に伴うCO ₂ 排出量推移が算定・表示できる環境家計簿を日本ガス協会のWEBサイトに掲載
	冊子の配布	身近な省エネ行動と省エネ機器、CO ₂ 削減効果を紹介した「ウルトラ省エネBOOK」を配布 等
	省エネ診断	電力需給逼迫を受けて東京都緊急節電アドバイザー資格登録者(5,200名)による節電・省エネアドバイスを実施 等
	省エネ運転の支援	エコウィル・エコジョーズ・燃料電池等に搭載されたリモコンの省エネナビゲーション機能により、効率的な省エネ運転や、毎日・毎月の発電量などをお知らせ 等
	会員の取組み支援	全会員に対し、前年度との原単位の比較が可能な自動計算ソフトを提供し、各会員での自主的取組みを促進

環境教育支援	エコ・クッキングの普及拡大	買い物から料理・片付けに至るまで、環境に配慮した食生活を提案 <取組み事例> ○行政・企業・民間団体や学校などと連携し、エコ・クッキング講座を開催 等	
	学校における環境・エネルギー学習の支援	環境・エネルギー問題などについて出張授業を実施 <取組み事例> ○事業者の実績例:2012年度出張授業を実施、約5.3万人が参加 等	

まとめ

1. 都市ガス製造・供給段階の削減取組み

- ・2020年目標は、天然ガス普及拡大等に伴う原単位増加要素を極力緩和するために、コージェネレーション等の省エネ機器導入を最大限織り込む。電力のCO₂排出係数は0.33[kg-CO₂/kWh]を仮で使用し、マージナル補正(コージェネレーション)を実施。
- ・2013年度実績は、7.5g-CO₂/m³であった。
2013年度は、バウンダリー拡大に伴う増加要因など一部に限られていたが、2020年度に向けては、供給エリア拡大に伴う送出圧力上昇などによる原単位の増加が見込まれる。省エネ対策等の着実な遂行により原単位の増加を極力抑制し、2020年度目標の達成を目指す。

2. 都市ガス消費段階における取組み

- ・天然ガスおよびガスシステムの普及・導入を通じて、製造・供給工程と比べて排出規模が2桁大きい消費段階でのCO₂削減に貢献。

3. その他の取組み

- ・都市ガス事業のバリューチェーン全般にわたる海外事業展開の中でCO₂削減に貢献。
- ・コージェネレーションの高効率化など天然ガスシステムでの技術開発に取り組んでいる。
- ・その他、WEBサイトでの情報発信により、お客さま先での省エネ意識向上につながる取組みなどを実施。

参考資料

1. 都市ガス事業の概要

- ・非在来型天然ガスについて

2. 都市ガス製造・供給工程における目標設定と削減の取組み

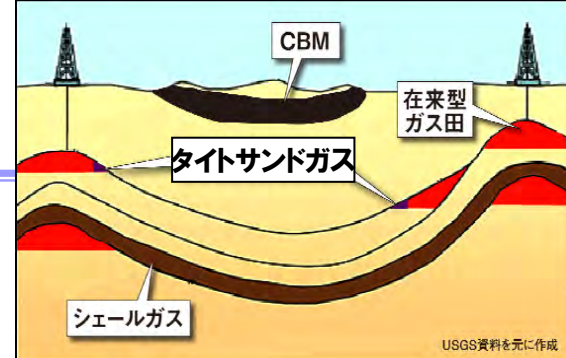
- ・都市ガス製造・供給工程のCO₂実績（環境自主行動計画）
- ・算定方式の課題と対応
- ・系統電力の使用に係る温暖化対策による排出削減効果の評価
- ・マージナル補正方式（コージェネレーション）によるCO₂排出量
- ・都市ガス製造・供給工程におけるLNGの冷熱利用例

3. 都市ガス消費段階におけるCO₂削減

- ・高効率ガス機器の開発、普及による削減
- ・再生可能・未利用エネルギーと天然ガスの融合によるCO₂削減への貢献
- ・中長期に向けた取組み ー分散型エネルギーシステムの普及拡大
- ・2030年に向けた天然ガス普及拡大（2011年10月27日 日本ガス協会公表）

非在来型天然ガスについて

- ・シェールガスをはじめとする**非在来型天然ガスの生産が拡大し**、供給量が増大
- ・現行の天然ガス可採年数(63年)は在来型天然ガスの確認埋蔵量で算定
非在来型天然ガスの生産拡大によって、可採年数は大きく伸びる可能性

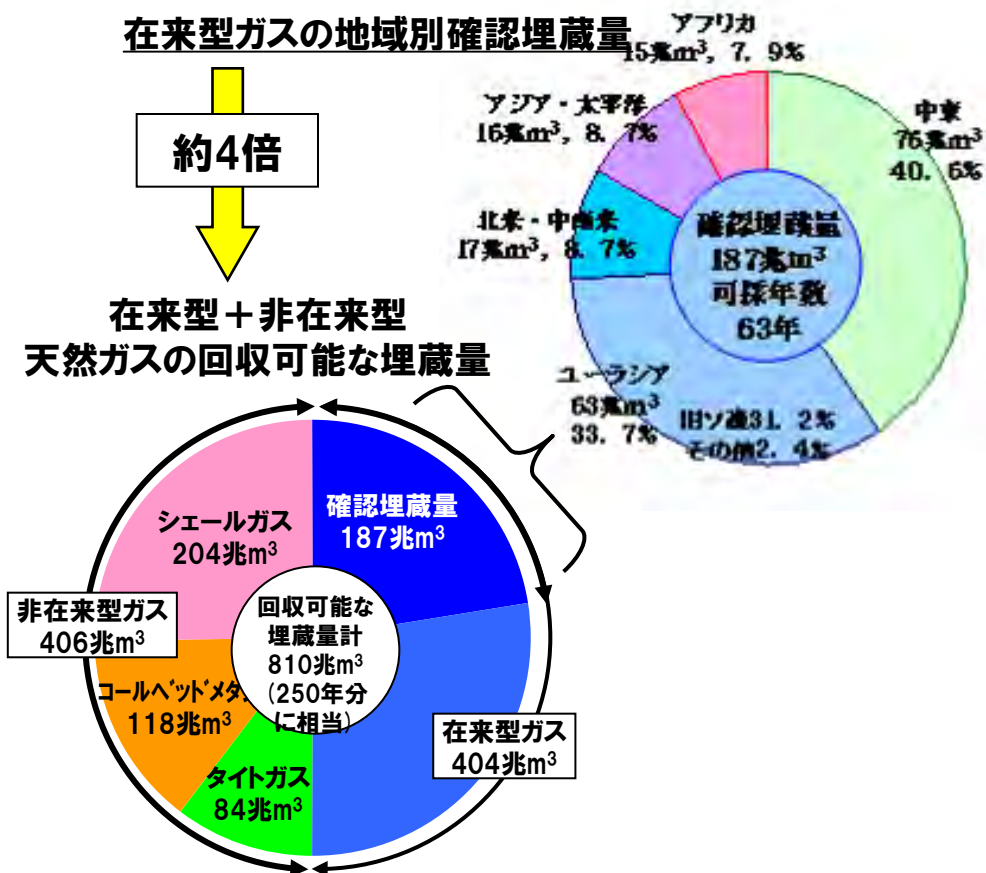


1. 非在来型を含めた天然ガスの資源量

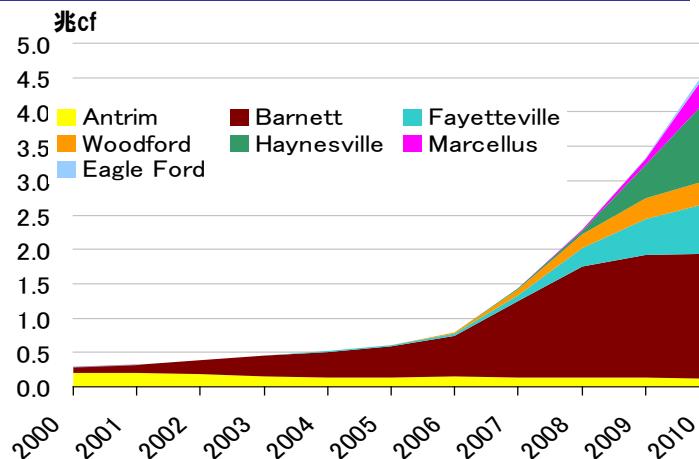
在来型ガスの地域別確認埋蔵量

約4倍

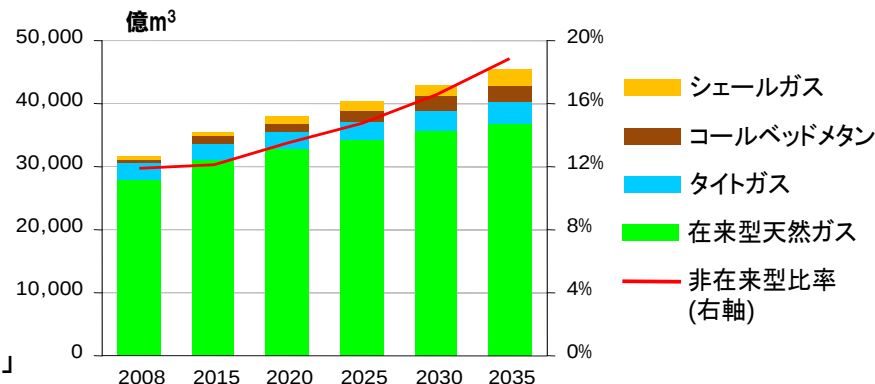
在来型 + 非在来型 天然ガスの回収可能な埋蔵量



2. 米国におけるシェールガス生産量



3. 天然ガスの生産量見通し

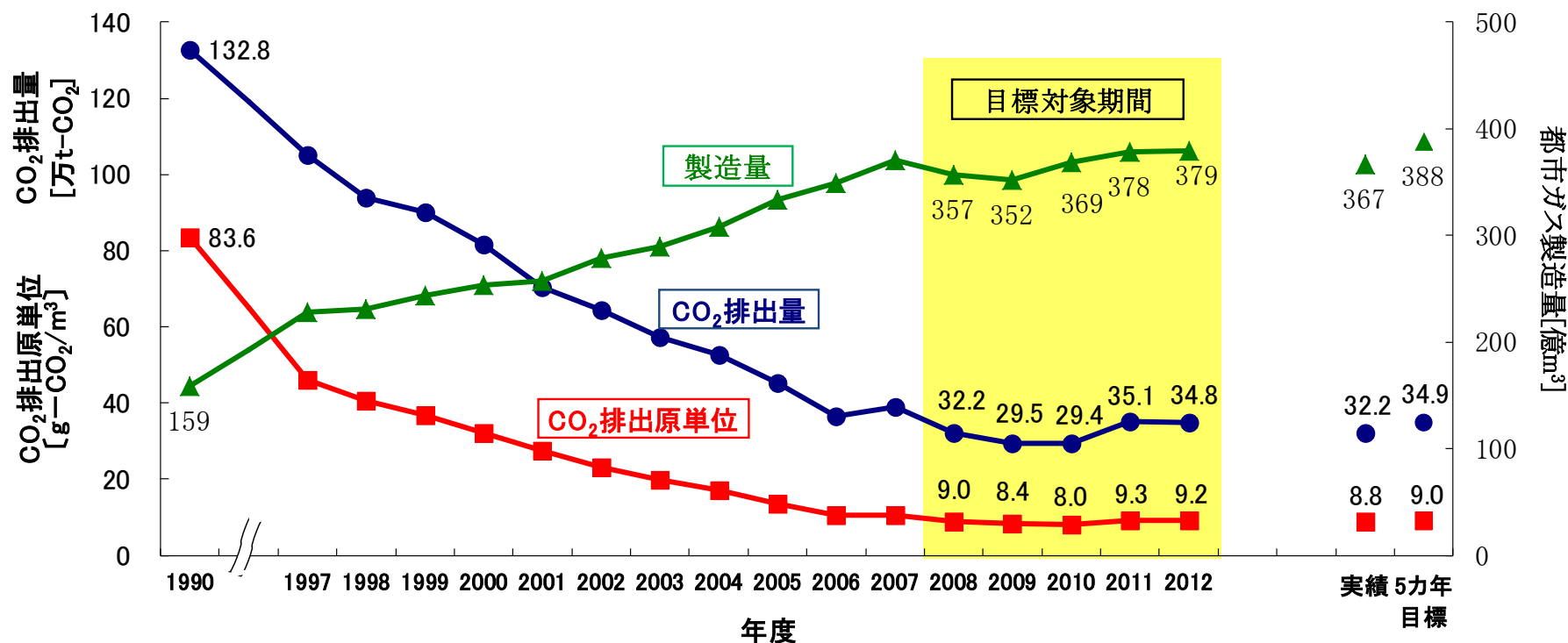


(出典) IEA「World Energy Outlook 2010, 2011 (Are we entering a golden age of gas?)」
「BP統計2010」、EIA「Shale Gas and the U.S Energy Outlook」

都市ガス製造・供給工程のCO₂実績 (環境自主行動計画)

2つの目標値(都市ガス製造・供給工程におけるガス1m³当りのCO₂排出原単位およびCO₂排出量の2008～2012年度の平均値)について、いずれも目標を達成

目標指標	目標値	実績値	基準年(90年度)比
CO ₂ 原単位 [g-CO ₂ /m ³]	9.0	8.8	▲89%
CO ₂ 排出量 [万t-CO ₂]	34.9	32.2	▲76%



算定方式の課題と対応

低炭素社会実行計画において

「**排出削減の取組みの促進**」と「**取組みの結果の適正評価**」

が**できることが重要**

課題

- ・系統電力の全電源CO₂排出係数を使った排出量算定では、温暖化対策の取組みを促進した努力が適切に評価されない。
(電力使用者の取組み努力の結果を評価すべき指標に、電力供給者の努力の結果が大きな影響を与えている)

現状の対応

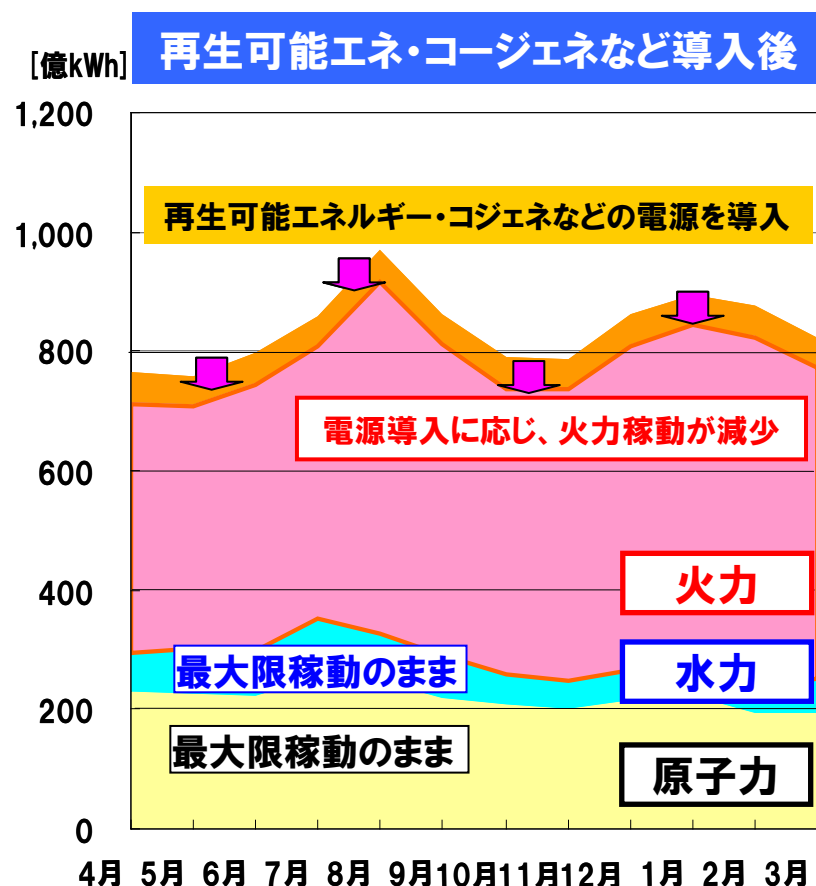
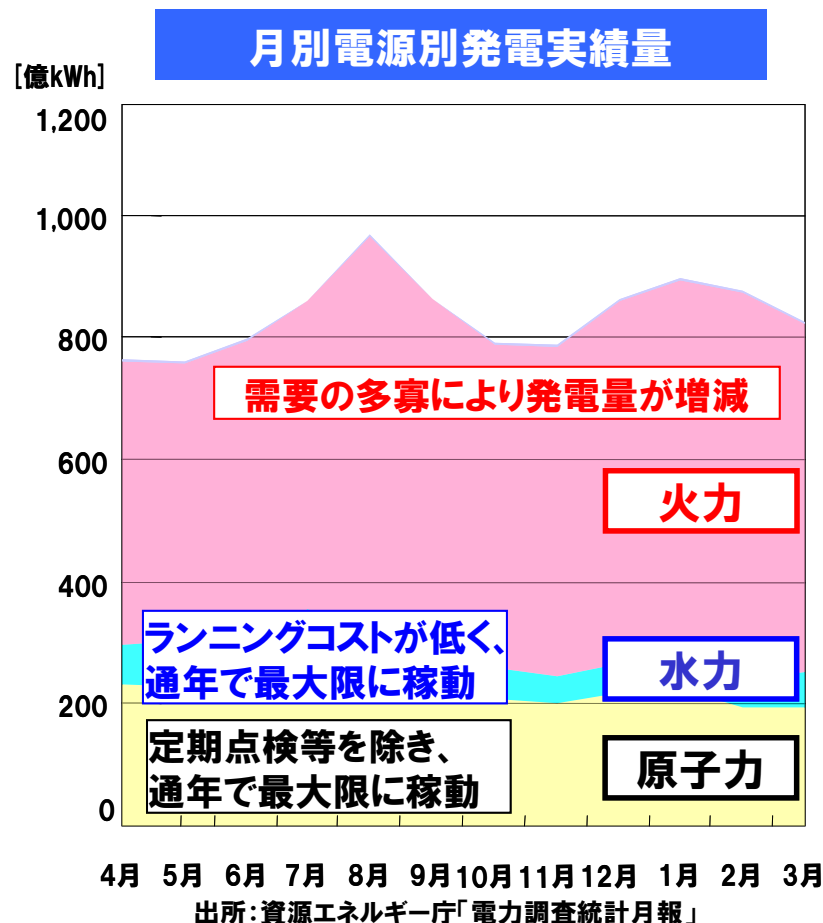
- ・マージナル補正方式(コージェネレーション)で排出量を算定することにより、温暖化対策による取組み努力を適切に反映
- ・電力のCO₂排出係数を、目標設定時の値に固定することで、電力供給者の努力を排除して評価

今後の見直し事項

- ・エネルギーミックスが確定したのち、適切な電力のCO₂排出係数を決める

系統電力の使用に係る温暖化対策による排出削減効果の評価

再生可能エネルギーやコージェネの導入など系統電力の使用に係わる対策のCO₂排出削減効果は、対策により影響を受ける系統電源の係数(マージナル電源係数)で評価すべき



マージナル補正方式（コージェネレーション）によるCO₂排出量

（マージナル補正方式）

購入電力の削減効果を、マージナル電源※と想定される火力電源の排出係数で評価し、従来の全電源平均排出係数による算定では評価しきれないCO₂削減量として、全電源平均排出係数で算定した全体のCO₂排出量から差し引く方式。

※マージナル電源：需要側の（省電力）対策の影響を受ける電源

購入電力使用量 × 全電源平均排出係数

[kWh]

[kg-CO₂/kWh]

従来方式によるCO₂排出量

コージェネ発電量 × （ 火力電源排出係数 — 全電源平均排出係数 ）

[kWh]

[kg-CO₂/kWh]

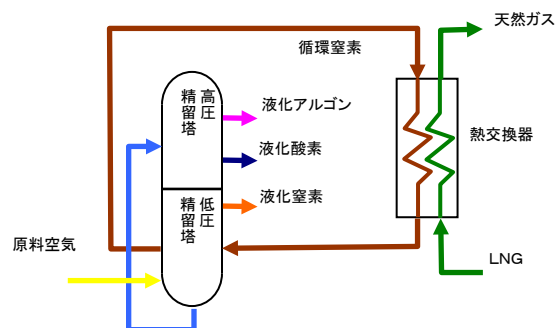
[kg-CO₂/kWh]

補正するCO₂削減量

都市ガス製造・供給工程におけるLNGの冷熱利用例

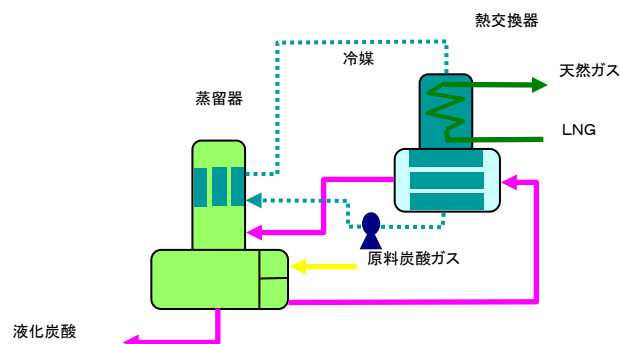
空気分離

LNGの冷熱を利用し、
液化酸素、液化窒素を
製造する

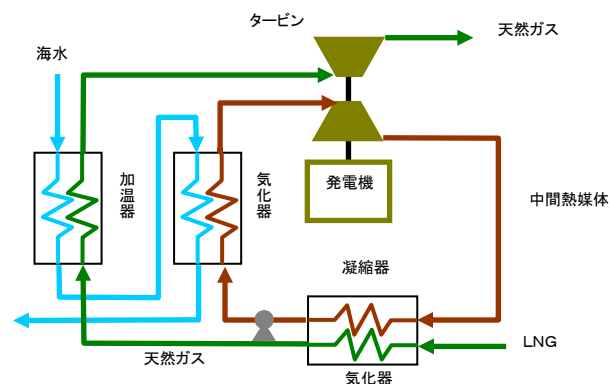


液化炭酸

LNGの冷熱を利用し、
液化炭酸を製造する



冷熱発電



高効率ガス機器の開発、普及による削減

●削減効果の実績例

CO ₂ 排出量削減効果の機器	CO ₂ 削減効果(2013年度販売実績)
天然ガスコージェネレーション 	従来機器+火力発電と比べ、約40%減※ (7.1万kW)
家庭用燃料電池 (エネファーム) 	従来給湯器+火力発電と比べ、約50%減※ (2.8万台)
潜熱回収型給湯器 (エコジョーズ) 	従来給湯器と比べ、約10%減※ (62万台)
天然ガス自動車 	ガソリン車と比べ、約20%減※ (1千台)

※日本ガス協会による概算値

●新技術の開発・市場投入

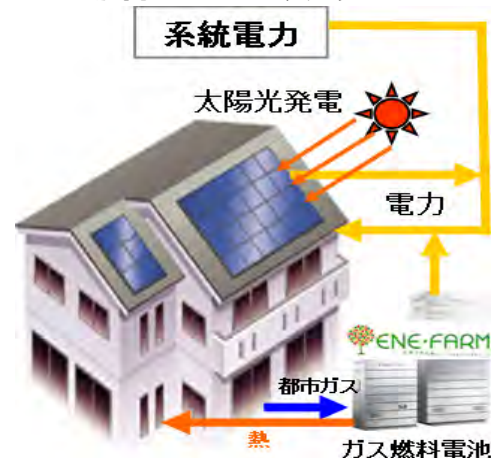
太陽熱利用システム (SOLAMO) 2010年6月から販売開始 	固体酸化物形燃料電池 家庭用: 2012年4月から販売開始 業務用: 開発中 
---	--

再生可能・未利用エネルギーと天然ガスの融合によるCO₂削減への貢献

地域にある再生可能・未利用エネルギーを、天然ガス高度利用システムによって最大限に取り込み低炭素化を加速

1. 太陽光とのダブル発電

コージェネ・燃料電池と太陽光発電との組合せ



3. 都市廃熱（工場廃熱）

工場廃熱を給湯暖房に活用する



4. バイオガスの利活用

下水・ゴミなどから取出したバイオガスをコージェネ・ボイラー・空調などに利用

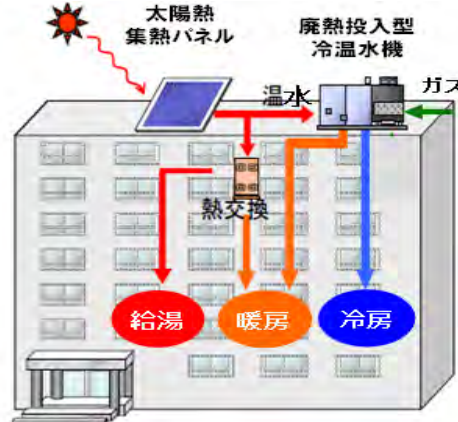


2. 太陽熱を給湯・冷暖房に活用

家庭用 太陽熱とガス給湯器の組合せ



ビル 太陽熱をガス空調に活用する



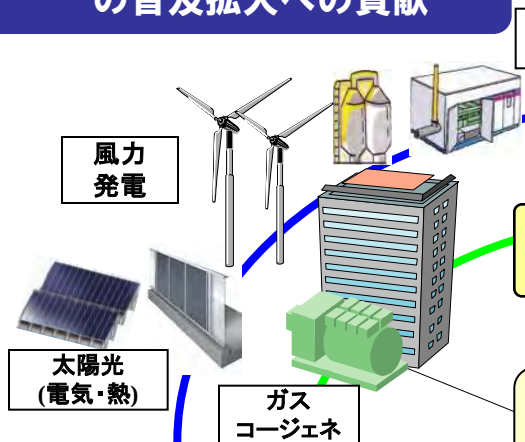
天然ガス自動車の燃料として活用



中長期に向けた取組み —分散型エネルギーシステムの普及拡大

天然ガス・分散型エネルギーシステムを核としたスマートエネルギーネットワークの構築

再生可能・未利用エネルギー
の普及拡大への貢献



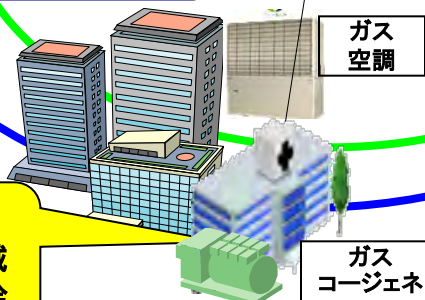
系統電力
ネットワーク

天然ガス
パイプライン

分散型システム
の普及拡大

エネルギーセキュリティの向上

災害時等における
重点施設・周辺地域
への電力・熱の供給



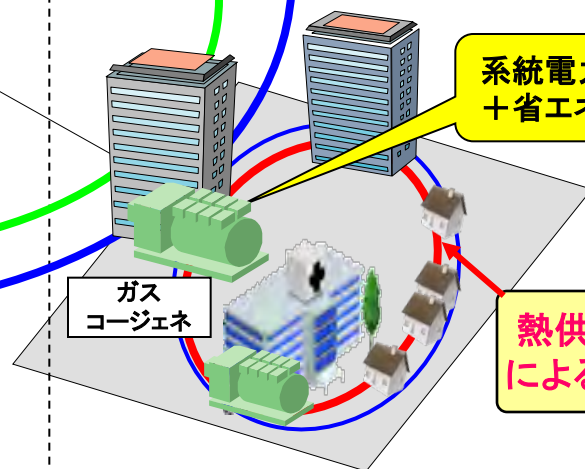
運輸部門での
エネルギー多様化



省エネ・低炭素エネルギーマネジメント

系統電力の負荷軽減
+ 省エネ・低炭素化

熱供給ネットワーク
による熱の面的融通



2030年に向けた天然ガス普及拡大 (2011年10月27日 日本ガス協会公表内容)

・天然ガスの普及拡大によりエネルギー・環境関連の課題解決に貢献する

①コージェネレーション

460万kW → 3,000万kW

②家庭用燃料電池

2万台 → 530万台
※LPG含む

③産業用熱需要の天然ガス比率

10.7% → 25.0%

④天然ガス自動車(NGV)

4万台 → 50万台

⑤ガス空調

1,300万RT → 2,600万RT

(2010年)

(2030年)

<期待される効果(2010年度比)>

【CO₂削減量】

約6,200万ton-CO₂/年

【電力需給安定(系統電力負荷の低減)】

コージェネ・燃料電池

2,500~3,000万kW引下げ

(※電力量では国内年間総需要の15%程度)

ガス空調による電力ピークカット

1,300万kW引下げ

【内需拡大(2030年時点)】

左記ガスシステム設備投資額

年間1.2~1.5兆円規模