

低炭素社会実行計画
～都市ガス業界におけるCO2削減への取組み～

平成25年3月31日
一般社団法人日本ガス協会



内容

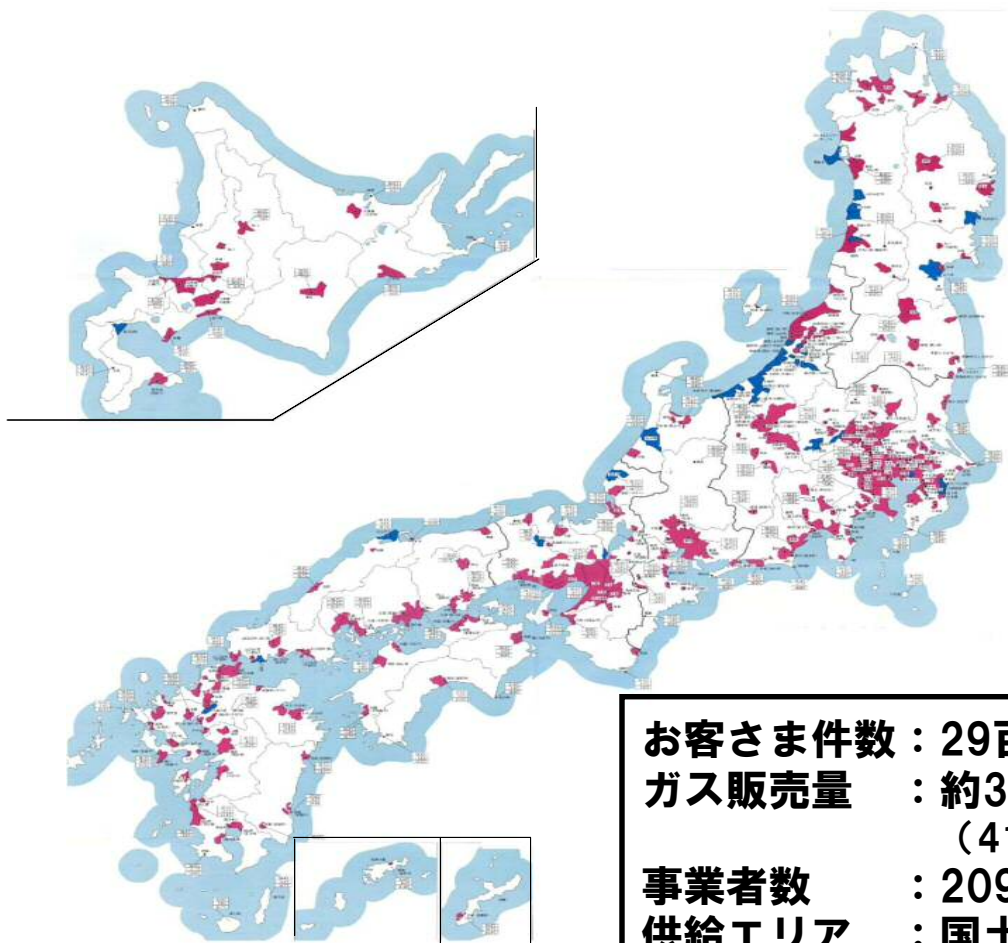
1. 都市ガス事業の概要
2. 都市ガス製造・供給工程におけるCO2削減
3. 都市ガス消費段階におけるCO2削減
4. 国際貢献の推進
5. 革新的技術の開発
6. 系統電力消費に伴う間接排出に関して
7. まとめ

参考資料



1. 都市ガス事業の概要

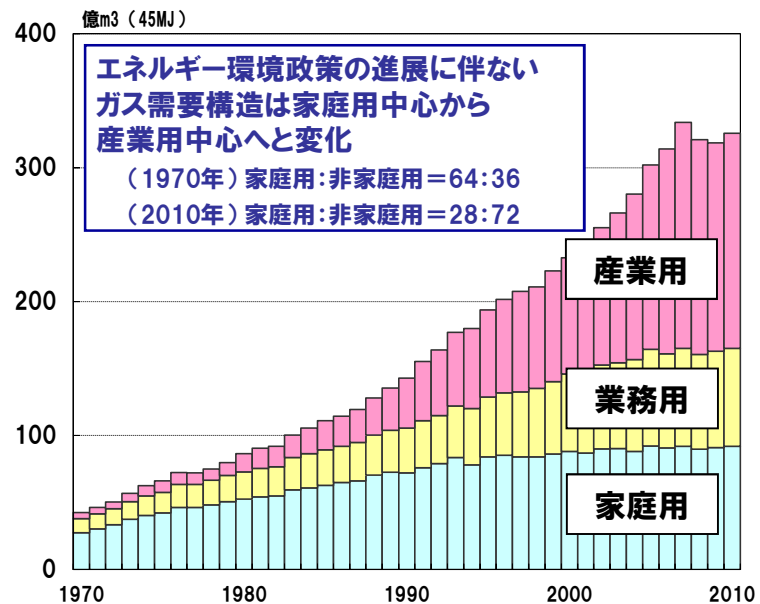
都市部を中心に日本全体の約半数のお客さまに209事業者が都市ガスを供給



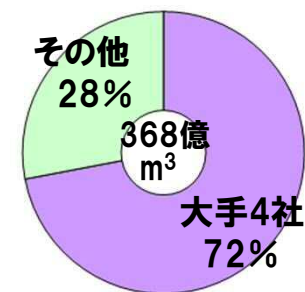
■ 私営都市ガス事業者
■ 公営都市ガス事業者

お客さま件数 : 29百万件
ガス販売量 : 約368億m³ (2011年度)
 (41.8605MJ/m³換算)
事業者数 : 209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



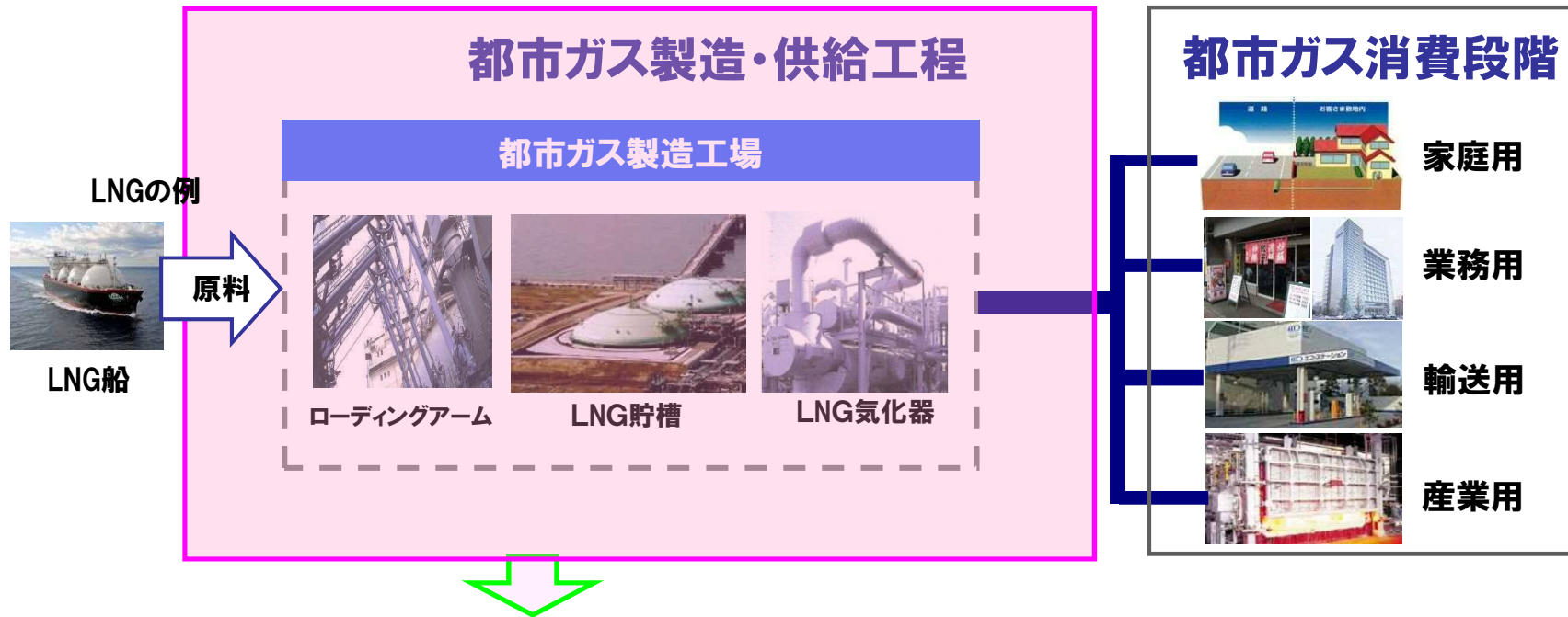
ガス販売量内訳



2011年度実績

(1) 都市ガスの製造・供給工程で大幅にCO2削減

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

1. 石炭・石油系からLNGへの原料転換(製造プロセスの変更)
→製造工程での**熱、電力使用量削減**
2. 製造工場での**冷熱利用設備、省エネ機器**の積極導入
→**冷熱発電設備、コージェネ**の導入など



2. 都市ガス製造・供給工程におけるCO2削減

(2) 原料転換による製造プロセス変更でCO2を削減

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している。

LNG気化プロセスへの変更により都市ガス製造効率率は**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

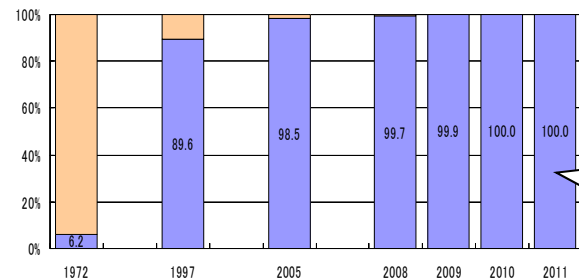
40年



2011年度までに、
207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、石炭粉砕器等の電力

石油系原料:85~98%

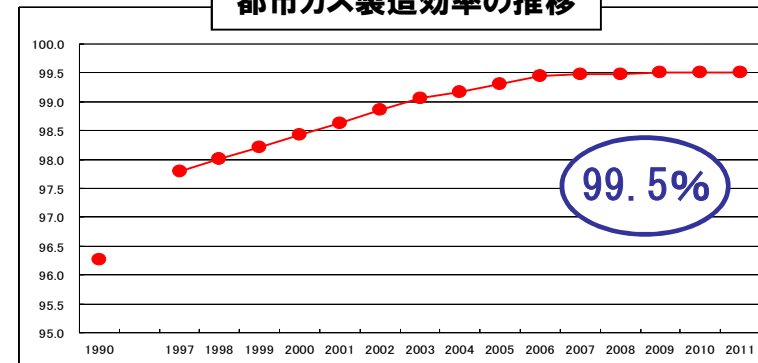


・改質炉等の燃料、ポンプ等の電力

天然ガス原料:99%以上

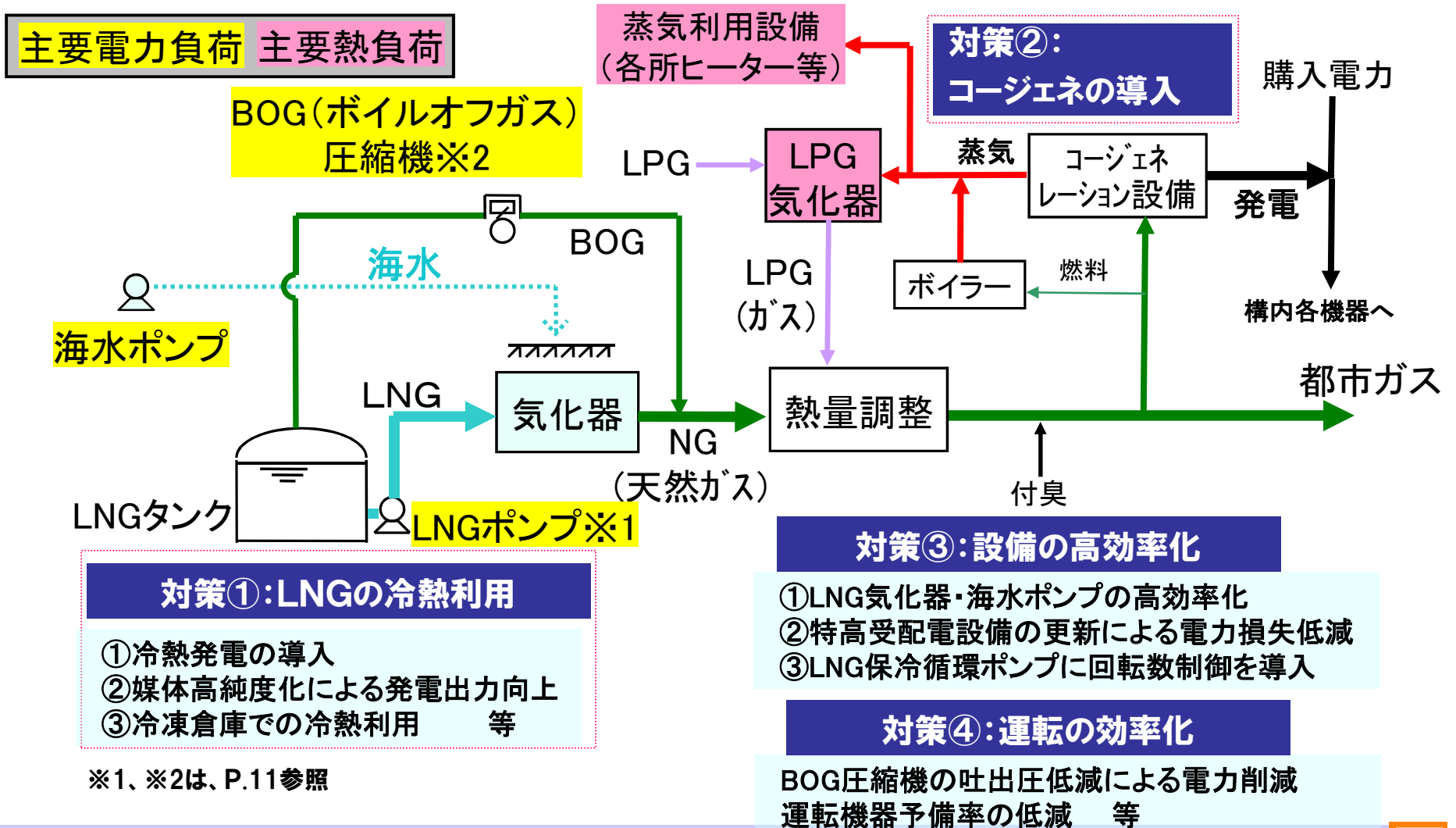
・LNGポンプ/気化用海水ポンプ等の電力

都市ガス製造効率の推移



(3) 製造プロセス変更後の更なるCO2削減の取組み

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



※1、※2は、P.11参照



(参考) 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



(5)-1 2020年におけるCO2削減目標について

①目標値設定の前提

- ・バウンダリーの拡大

都市ガス製造に関するCO2排出量を、より適正に把握するため、下表の通り、自主行動計画のバウンダリーを拡大した。

項目	自主行動計画	低炭素社会実行計画
対象とする製造工場	自社保有のみ	自社保有 + 関連会社保有
対象とするプロセス	都市ガス製造のみ	都市ガス製造関連 (LNG出荷工程*等も含む)

*ローリー車への充填工程まで

- ・活動量（製造量）とエネルギー使用量は、大手等個社および日本ガス協会にて想定した。（最近の実績、今後の設備改廃計画、大手等個社の活動量伸張率見通しなどから想定）
- ・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んだ。



(5)-2 2020年におけるCO2削減目標について

②目標値について

現在の検討状況は、以下の通り。

目標指標	目標値	基準年度	目標水準
CO2原単位	9.9[g-CO2/m3]* ¹	1990	▲89%
エネルギー原単位	0.26[MJ/m3]* ²		▲85%

*1 : CO2原単位目標について

- ・現時点では、適切なCO2排出係数が決められないため、0.33[kg-CO2/kWh]を仮で使用した上で、マージナル補正（コージェネレーション）を加えた値である。
- ・適切な排出係数*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 : エネルギー原単位目標について

- ・上記のとおり、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した。



(5)-3 2020年におけるCO2削減目標について

③目標値の水準について

2011年度実績値と2020年度目標値の差異は、下記の通り。

(電力排出係数変化の影響を除くため、両年度の係数を0.33[kg-CO₂/kWh]に揃えて比較)

改善要因 (計▲0.5程度)	悪化要因 (計+3.0程度)
<ul style="list-style-type: none"> ・省エネ機器の導入(コージェネ等) ・需要等にあわせた運転の最適化 <p style="text-align: right;">▲0.5程度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・送出圧力の上昇※1 +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※2) ・バウンダリー拡大に伴う対象工場の増加 +1.5程度

※1 LNGポンプの稼働増(P.6参照)

※2 BOG圧縮機の稼働増(P.6参照)

④実績評価時の課題

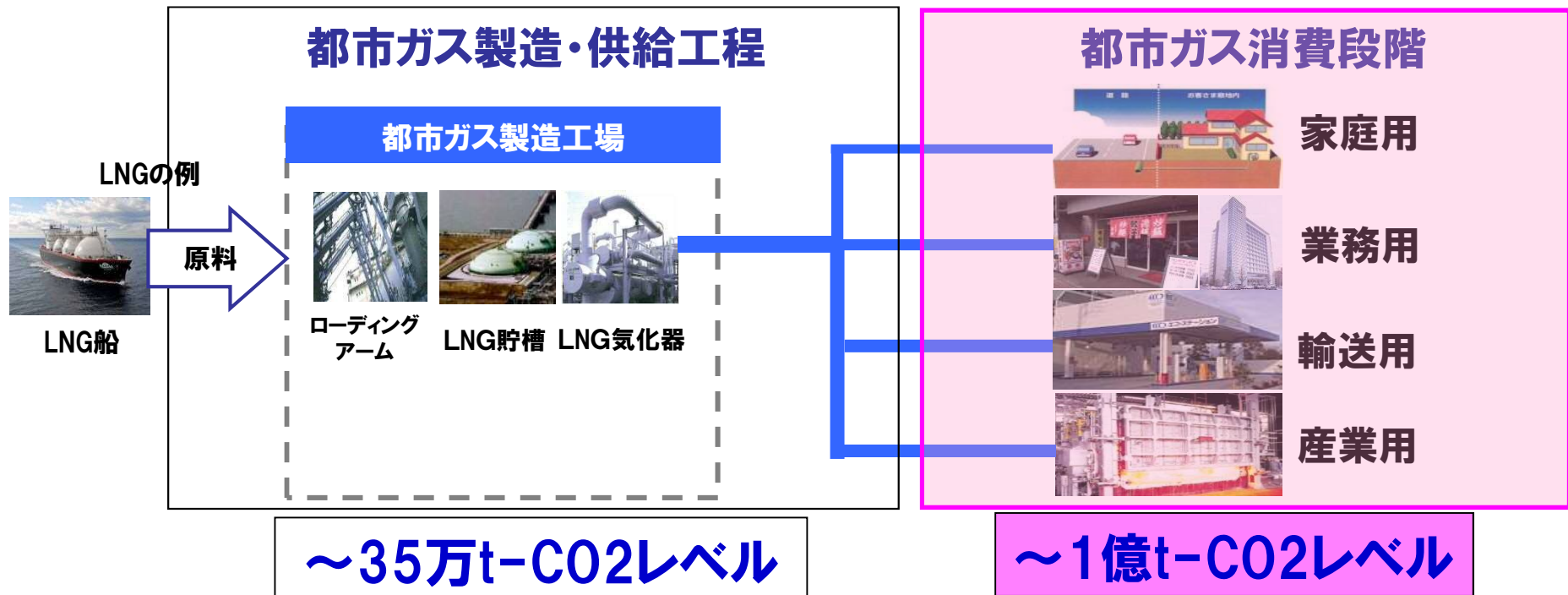
実績評価にあたっては、電力需要家側の取組と、電力供給側の取組を区別することが必要であり、その手法について検討していく。



3. 都市ガス消費段階におけるCO2削減

(1) 都市ガス消費段階(お客さま先)でのCO2削減への貢献

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2~3ケタ大きく、お客さま先でのCO2削減が重要



3. 都市ガス消費段階におけるCO2削減

(2) 天然ガスシステムの普及見通しと削減効果について

(数値は、今後の政府によるエネルギー・環境政策の動向を踏まえ、適宜見直す)

天然ガスシステムの最大限の普及見通しと期待されるCO2削減量の見込み量

低炭素機器	普及見通し (2010⇒2020年普及想定)	CO2削減見込み量 [万 t]
コージェネレーション	451万 kW⇒1,000万 kW	8 2 0
家庭用燃料電池 ^{※1} (エネファーム)	1万台⇒140万台	1 8 0
高効率ガス給湯器 ^{※1} (エコジョーズ・エコ威尔)	225万台⇒2,000万台	4 0 0
産業用熱需要 の天然ガス化	10.7% ^{※2} ⇒15%	3 2 0
ガス空調	1,300万RT⇒1,800万RT	1 2 0
天然ガス自動車	4万台⇒11万台	7 3
合計		▲ 1 9 百万 t

CO2削減見込み量算定にあたっては、系統電力のCO2排出係数として、0.69[kg-CO2/kWh]を用いた。

※1 LPG燃料機器を含む ※2 2009年基準



3. 都市ガス消費段階におけるCO2削減

(4) 再生可能・未利用エネルギーと天然ガスの融合

地域にある再生可能・未利用エネルギーという資源を、天然ガス高度利用システムによって最大限に取り込んだ「地産池消」モデルで低炭素化を加速

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

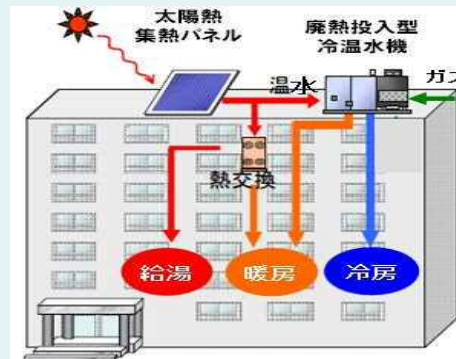


2. 太陽熱を給湯・冷暖房に活用

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





3. 都市ガス消費段階におけるCO2削減

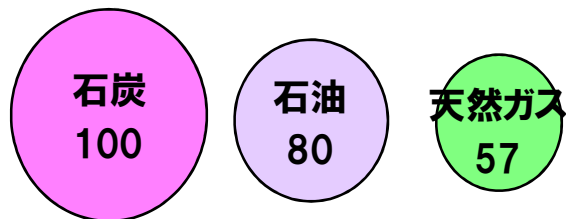
(5) 熱需要の天然ガス転換と高度利用

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



低炭素燃料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



ガラスタンク蓋バーナー



蒸気ボイラ

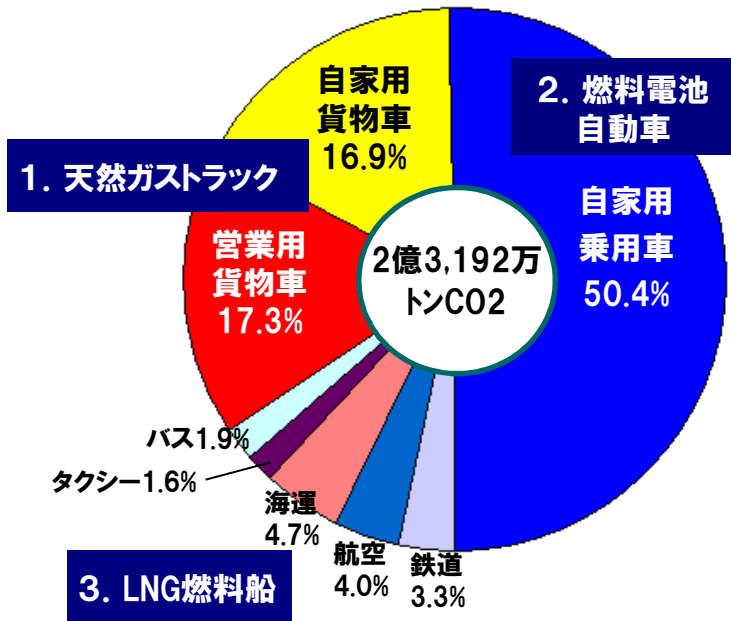


3. 都市ガス消費段階におけるCO2削減

(6) 運輸部門での低炭素化

貨物分野での天然ガストラック、乗用分野での燃料電池自動車、船舶分野でのLNG活用など輸送部門での低炭素化に貢献

■ 輸送部門のCO2排出状況(2010年度)



1. 天然ガス次世代ハイブリッドトラック

(1) 次世代「高効率ガスエンジン+モーター」ハイブリッドトラックの開発

天然ガスハイブリッドトラックの開発により
従来のディーゼルトラックのCO₂排出量を半減

(2) 天然ガススタンドの整備、長距離貨物輸送でのCO₂削減

「天然ガススタンド」を整備の上、
長距離輸送に使用



3. 船舶でのLNG燃料活用

内航船舶燃料でのLNG活用



2. 走行距離の長い乗用車やバスを中心に「燃料電池」自動車

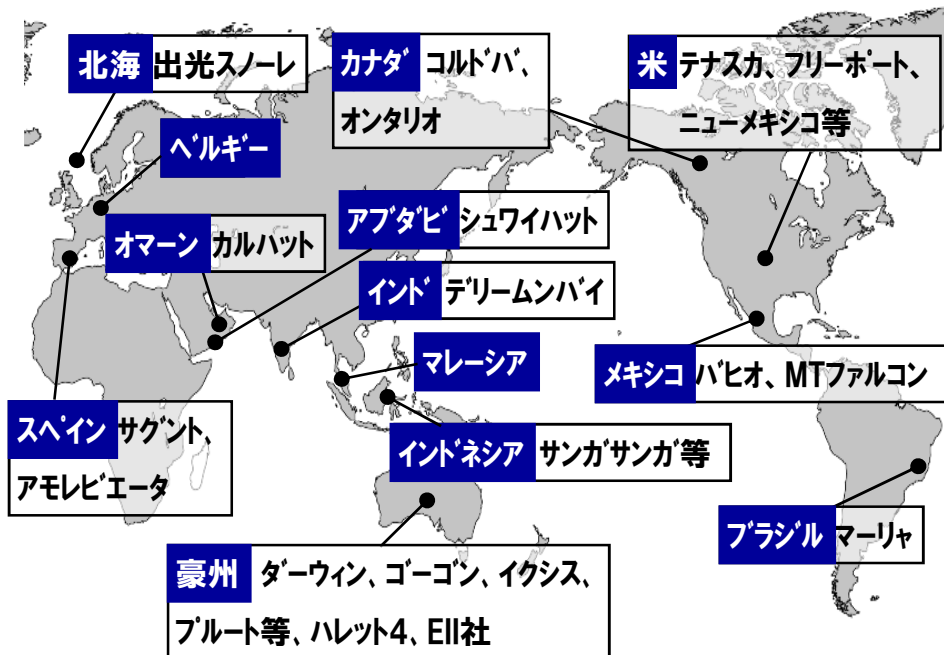
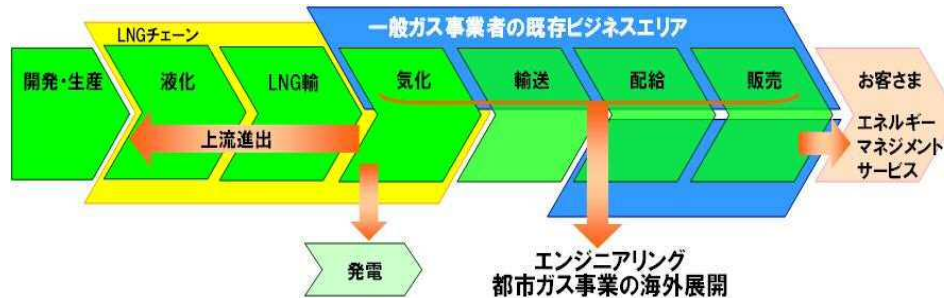
燃料電池自動車・バス向けの
「水素」スタンド整備



燃料電池自動車 水素ステーション

これまで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り組む

(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14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
- 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(デリームンバイ)

(5) 発電事業への参入

- ①天然ガス火力…スペイン(アモレビエータ)、ベルギー、シュワイハット(造水)、米(OGパワーアメリカ、テキサス)、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)



5. 革新的技術の開発

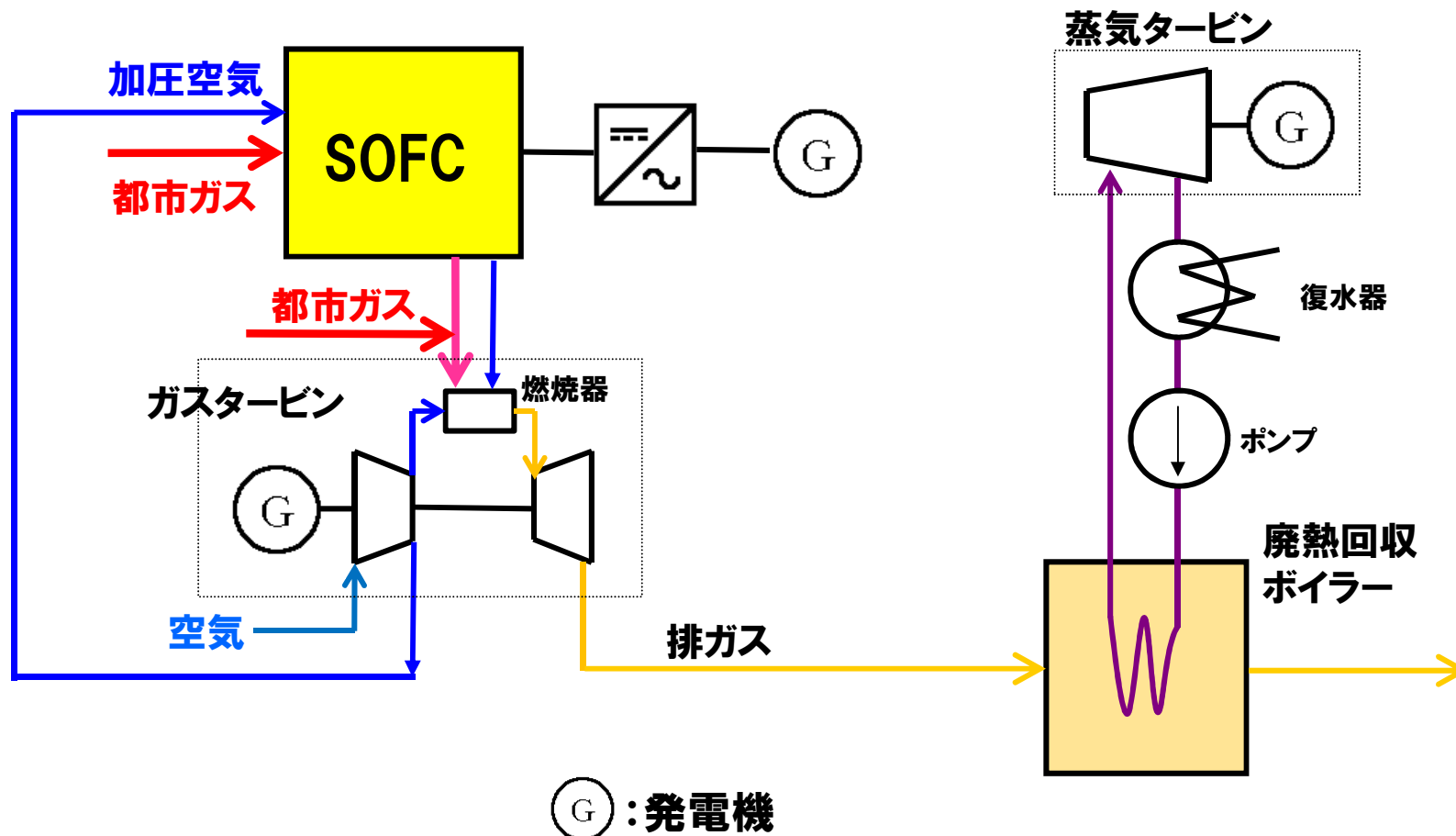
コージェネ・燃料電池の効率向上とコストダウン

		発電効率の向上／機器投入			コストダウン目標
コージェネ (ガス エンジン)	小型	現状 34%	→ 2020年 42%以上	→ 2030年 45%以上	2020年 ▲25%~▲30% (20~150万kW/年 生産時)
	中型	現状 40%	→ 2020年 45%以上	→ 2030年 50%以上	
	大型	現状 48%	→ 2020年 50%以上		
コージェネ (ガスタービン)		現状 33%	→ 2020年 36%以上	→ 2030年 38%以上	2020年 ▲20% (100万kW/年 生産時)
燃料電池 (PEFC)		現状 35~40%	2020年~ 純水素PEFC 55%以上		2020年 1kW級:メーカー出荷額 40万~50万円/台 (20万台/年・社 生産時)
燃料電池 (SOFC)		2012年~ 家庭用(効率45%以上) 2020年~ 100kW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)



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。





6. 系統電力消費に伴う間接排出に関して

(1) 自主行動計画における排出量算定

- ・ 需要家の排出量算定式
各需要家（業界団体）は、下式に基づき総排出量を算定し、
フォローアップを実施

$$\begin{aligned} \text{(需要家総排出量)} &= \text{(燃料消費に伴う直接排出量)} \\ &+ \text{(系統電力消費に伴う間接排出量)} \\ &+ \text{(熱消費に伴う間接排出量)} \end{aligned}$$

$$\text{(電力消費に伴う間接排出量)} = \text{(電力使用量)} \times \text{(全電源平均係数)}$$

全電源平均係数

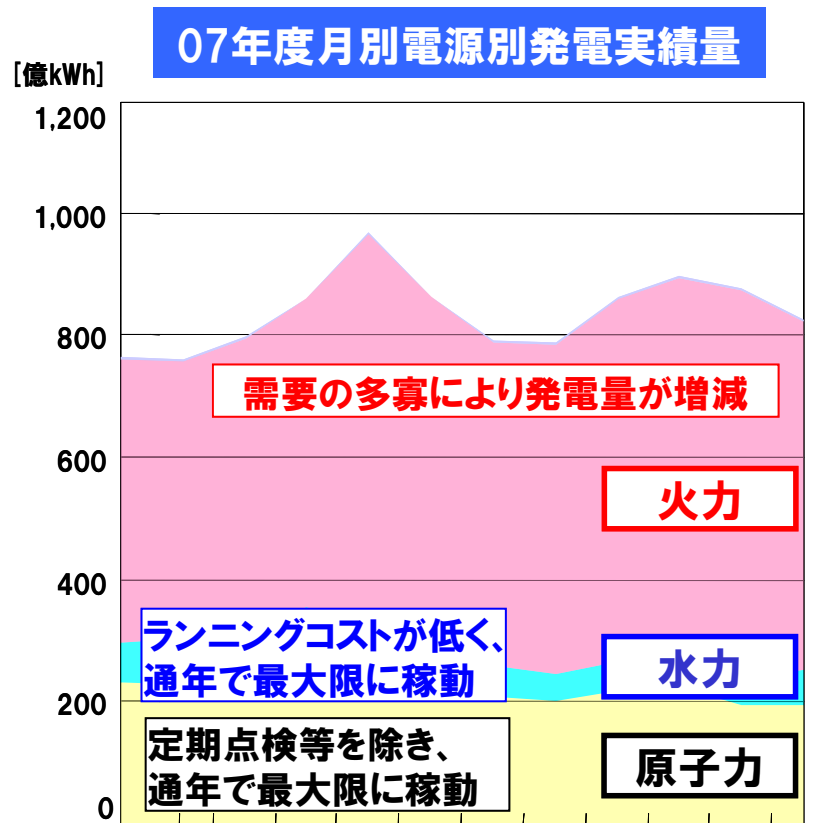
- ・ 目標設定時：電力供給者の目標係数を用いる
- ・ 実績評価時：毎年の電力供給者の排出係数実績値を用いる



6. 系統電力消費に伴う間接排出に関して

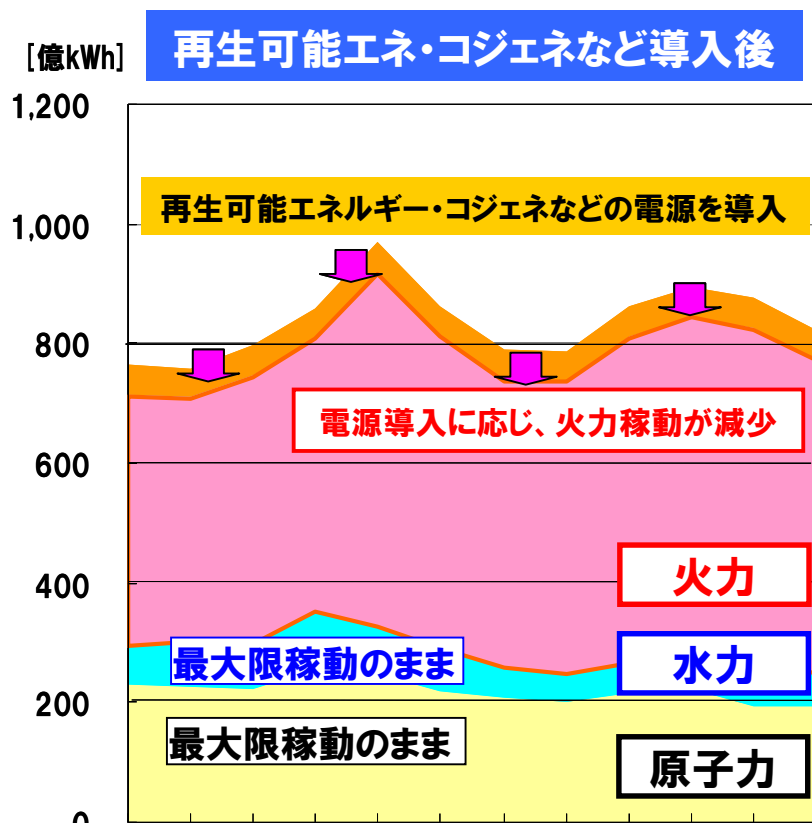
(2) 系統電力の使用に係る温暖化対策による排出削減効果の評価

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



4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月 1月 2月 3月

出所: 資源エネルギー庁「電力調査統計月報」



4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月 1月 2月 3月



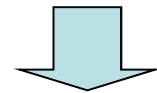
(3) 現行の算定方式の課題と対応

自主行動計画によって

「排出削減の取組みの促進」と「取組みの結果の見える化」
ができることが重要

課題

- ・ 全電源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。



対応

- ・ マージナル補正方式（コージェネレーション）により排出量を算定し、適切に評価。
- ・ 参加業種における「要因分析追加試算方法」により、マージナル電源係数を用いて業種の間接影響分を算定し、排出量増減の要因を分析。

まとめ

1. 都市ガス製造・供給段階の削減取組み

- 2020年目標設定に当たっては、バウンダリーを拡大した上で、送出圧力上昇等による原単位悪化を極力緩和すべく、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。
- 2020年目標値については、現時点では適切なCO₂排出係数が決められないことから、CO₂排出原単位(係数仮置き、マージナル補正実施)と、エビデンスとしてのエネルギー原単位を提示した。→適切な係数や実績評価方法について引き続き検討

2. 都市ガス消費段階の取組み

- 天然ガスおよびガスシステムの普及・導入を通じ、製造・供給工程と比べて排出規模が2～3ケタ大きい消費段階でのCO₂削減に貢献。
(2020年の天然ガスシステムの普及見通しと削減効果を提示。)
- コージェネなどの天然ガスシステムの高効率化の技術開発に取り組むとともに、再生可能エネルギー・未利用エネルギーとの融合にも取り組む。

3. 系統電力消費に伴う間接排出に関して

- 自主行動計画では、マージナル補正方式による排出量算定と、その排出量に基づく要因分析を実施し、排出削減の取組を推進。
- 低炭素社会実行計画での実績評価にあたっては、電力需要家側の取り組みと、電力供給側の取り組みを区別することが必要であり、その手法について検討していく。



参考資料

1. 都市ガス事業の概要

- ① 非在来型天然ガスによる供給量の増大

2. 都市ガス製造・供給工程におけるCO₂削減

- ① 都市ガス製造・供給工程におけるLNGの冷熱利用例
- ② 都市ガス製造フロー（LNG気化プロセス）と製造効率の定義

3. 都市ガス消費段階におけるCO₂削減

- ① 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）
- ② 新たな地域エネルギーシステムの開発 -スマートエネルギーネットワーク

4. 国際貢献の推進

- ①（参考）海外でのガスシステムによる排出削減ポテンシャル試算例

5. 革新的技術の開発

- ① 分散型エネルギーシステムに関する技術開発

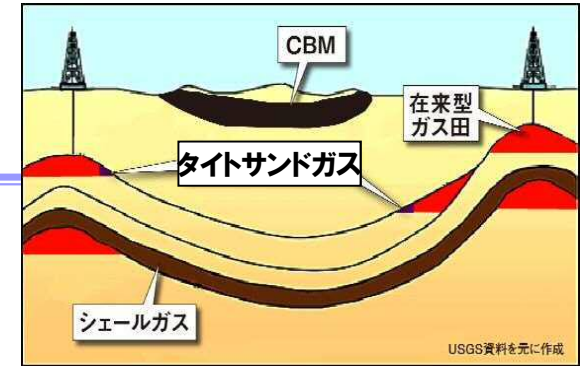
6. 系統電力消費に伴う間接排出に関して

- ① CO₂排出量増減要因の分析方法



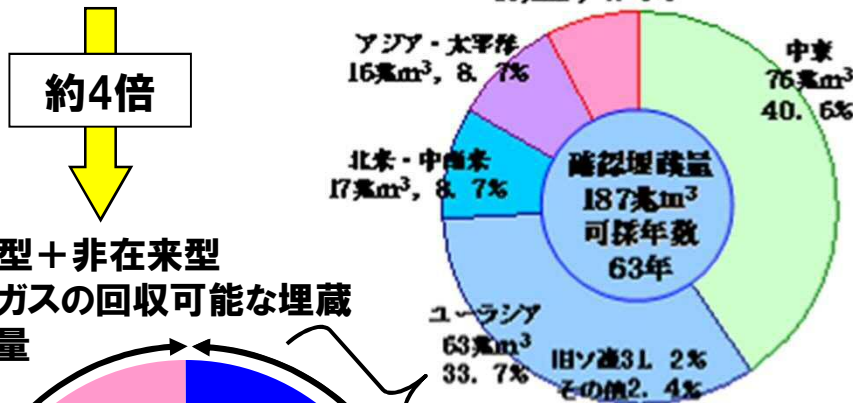
非在来型天然ガスによる供給量の増大

- ・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



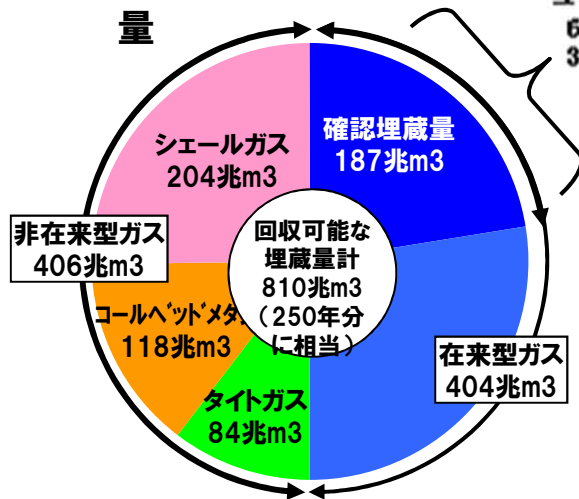
1. 非在来型を含めた天然ガスの資源量

在来型ガスの地域別確認埋蔵量



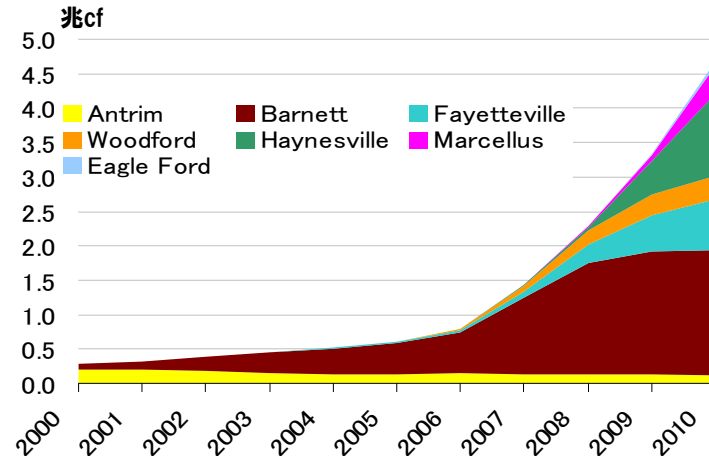
約4倍

在来型+非在来型天然ガスの回収可能な埋蔵量

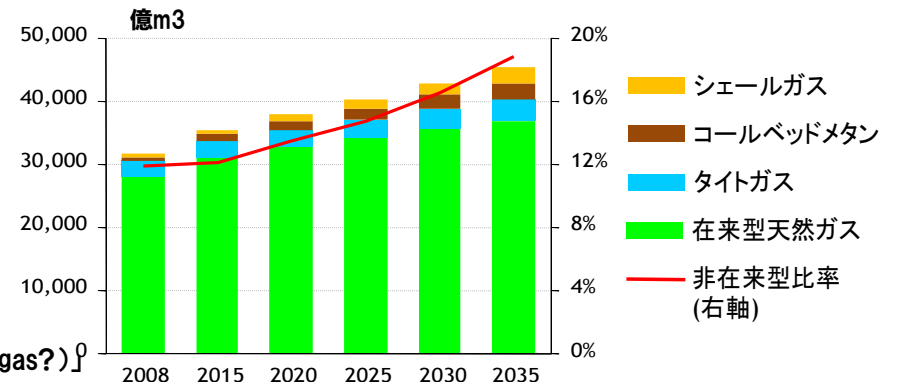


(出典) IEA「World Energy Outlook 2010, 2011(Are we entering a golden age of gas?)」
「BP統計2010」、EIA「Shale Gas and the U.S Energy Outlook」

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

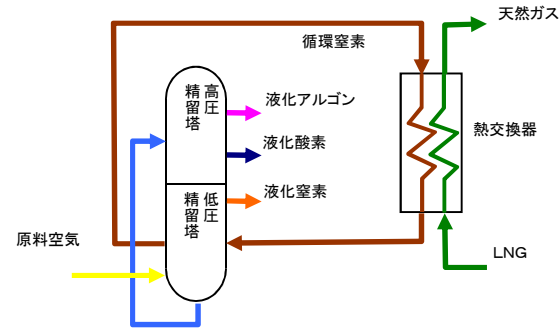




都市ガス製造・供給工程におけるLNGの冷熱利用例

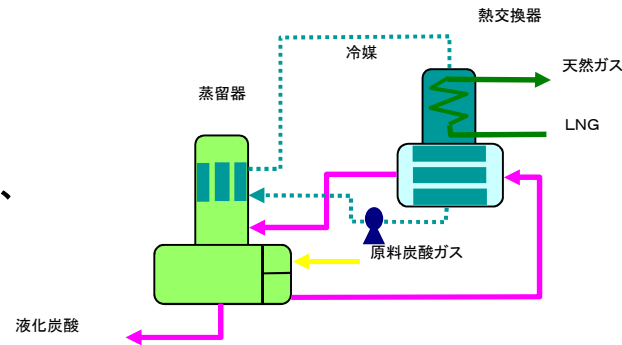
空気分離

LNGの冷熱を利用し、液化酸素、液化窒素を製造する

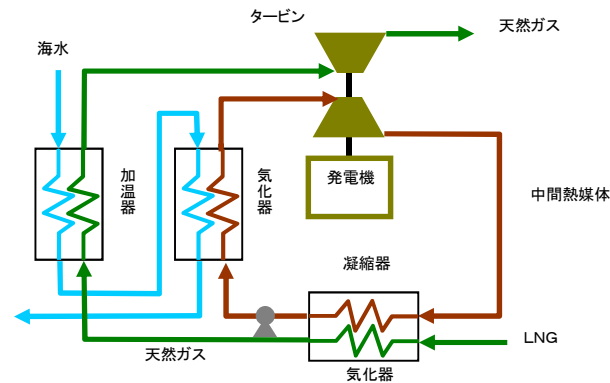


液化炭酸

LNGの冷熱を利用し、液化炭酸を製造する

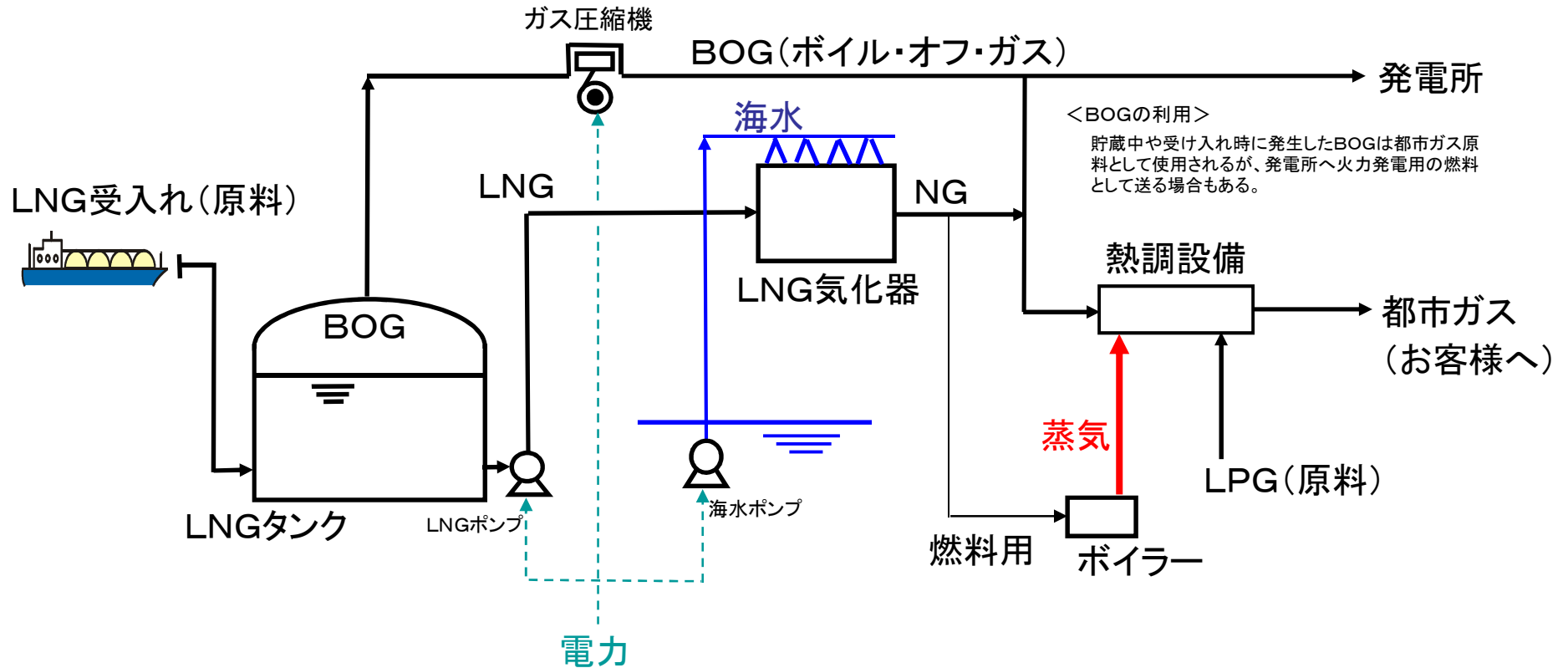


冷熱発電





都市ガス製造フロー(LNG気化プロセス)と製造効率の定義



$$\text{製造効率} (\%) = \frac{\text{製造した都市ガスのエネルギー量 [J]}}{\left(\text{製造した都市ガスのエネルギー量 [J]} + \text{製造時に投入したエネルギー量 [J] } \right)} \times 100$$

<電力等>



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

(現状) 460万kW → **3,000万kW**

②家庭用燃料電池

(現状) 2万台 → **500万台**
※LPG含む

③産業用熱需要の天然ガス比率

(現状) 10.7% → **25.0%**

④天然ガス自動車(NGV)

(現状) 4万台 → **50万台**

⑤ガス空調

(現状) 1,300万RT → **2,600万RT**

<期待される効果(現状比)>

【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



新たな地域エネルギーシステムの開発 -スマートエネルギーネットワーク

各地域の需要特性にあわせ、再生可能エネルギーを取込んだエネルギーネットワークの普及

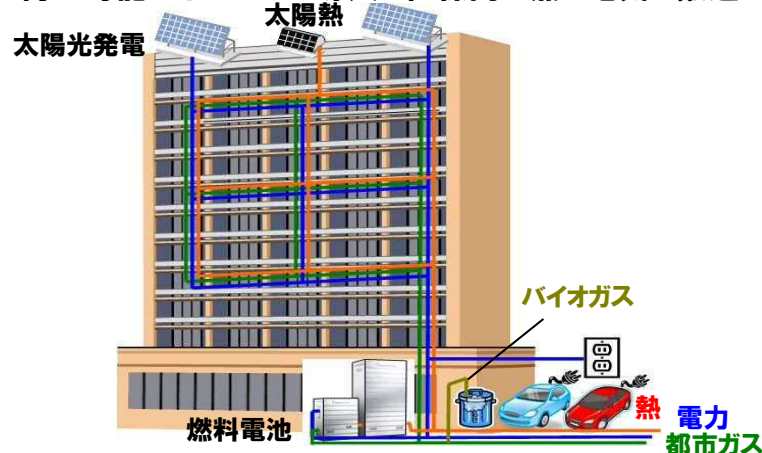
1. 戸建住宅におけるエネルギー融通

燃料電池・蓄電池を活用して再生可能エネルギーを導入し、戸建住宅内で熱と電気を最適化



2. 集合住宅における住棟内エネルギー融通

各戸単位での設備設置から住棟全体で設備を共有し、再生可能エネルギーを導入し住棟内で熱と電気を融通



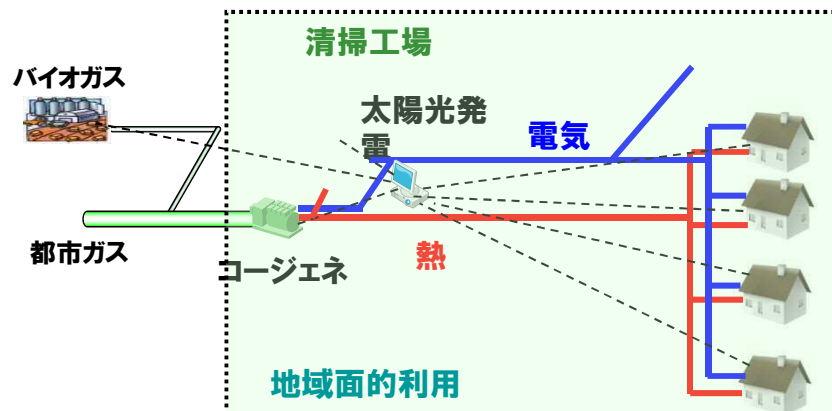
3. 業務用集積エリアでの面的エネルギー利用

ビル単位の設備設置からエリア単位に設備を共有し面的利用



4. 都市の未利用熱を面的エネルギー利用

清掃工場の廃熱をコージェネでサポートし近隣の住戸に熱供給



(参考)ガスシステムによる海外での排出削減ポテンシャル試算例

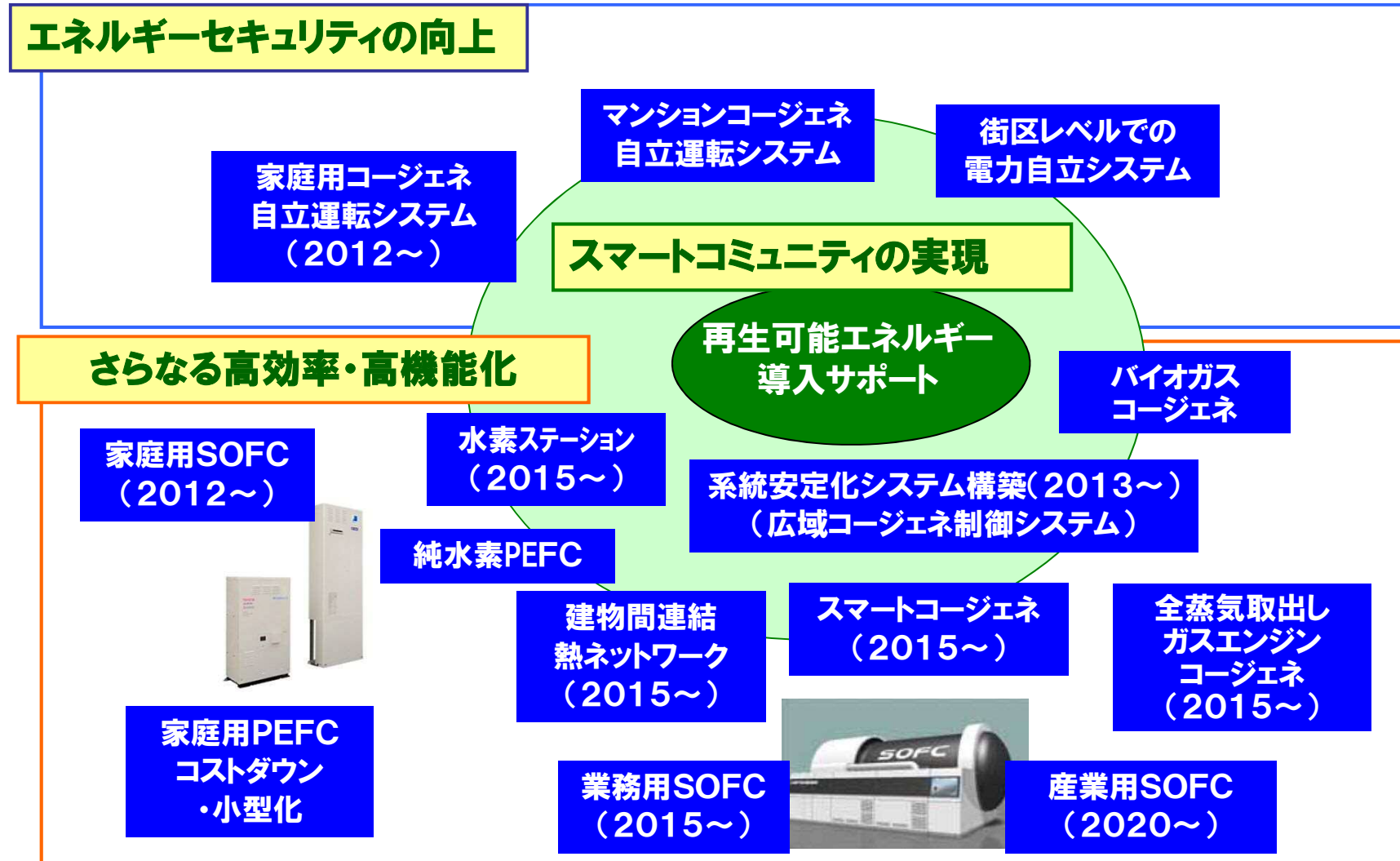
技術等	削減見込み量 [万吨]	算定根拠
高効率給湯器	1,600	<ul style="list-style-type: none"> ・主要各国において、家庭用貯湯式電気給湯器が設置されている戸建住宅数(4,900万戸)から算定。(全数がリプレスされると想定した。) ・左記は、それぞれのシステムが単独で設置された場合の数値。
エネファーム	8,200	
高効率ガスエンジン	4,900	<ul style="list-style-type: none"> ・重油・軽油を燃料とする既存自家発電容量(42,700MW)から算定。 ・燃転時に、全数が高効率(49%)ガスエンジンにリプレスされると想定した。
天然ガス自動車	1,850	<ul style="list-style-type: none"> ・普及台数を2,300万台と想定した。

- ・上表中の算定根拠は、実現性を考慮せず、大胆に仮定したものである。
(「削減見込み量」はコミットメント対象外)
- ・削減見込み量算定にあたっては、系統電力のCO₂排出係数として、0.69[kg-CO₂/kWh]を用いた。



分散型エネルギーシステムに関する技術開発

技術開発により、家庭用から街区・大規模工場まで幅広く対応





CO2排出量増減要因の分析方法

- ・「業種の直接影響分」と「業種の間接影響分」の2つに区分けして分析
- ・「業種の直接影響分」では、電気の使用に伴う排出量は全電源平均排出係数を用いて算定
- ・一方、電気の使用の増減により変化する火力電源（マージナル電源）は、火力基準に基づく増減を算定し、全電源評価で不足している部分を「業種の間接影響分」として計上

※直接影響分のみでの分析では、需要家の電力削減に伴うCO2削減量の一部が他の需要家に配分され、正しい評価がされないため、当業界では、間接影響分も評価している。

【例】ガス業界の要因分析（2009年度と1990年度比較）

(万 t)	業種の直接影響分	
1990年度におけるCO ₂ 排出量	132.8	
2009年度におけるCO ₂ 排出量	29.5	
CO ₂ 排出量の増減	▲103.3	
CO ₂ 排出係数の改善分	▲3.1	
・購入電力原単位による分	▲2.8	
・その他燃料転換等による分	▲0.3	業種の間接影響分
生産変動分	89.6	14.7
事業者の省エネ努力分	▲189.8	▲22.8
クレジット等の償却量・売却量	0.0	0.0

全電源平均排出係数のみによる評価

全電源評価での不足分

事業者の省エネ努力分は、全電源評価のみでは▲189.8万tだが、火力電源評価では、さらに▲22.8万tが加算される。