

- **熱電併給／地域冷暖房に関する国別評価：日本編**

日本は世界で最もエネルギー利用効率の高い国の1つで、輸入エネルギーへの依存度を減らし、気候変動に対応する戦略として、これまで野心的なエネルギー目標の設定を行ってきた。

政府の熱電併給（CHP）促進への補助金と減税が推進力となり、過去20年間でCHPの利用度は国内総発電量の4%に達している。

更に、政府の研究開発予算により、マイクロエンジンと燃料電池からなる家庭用CHP開発専門の企業クラスターが育成されている。

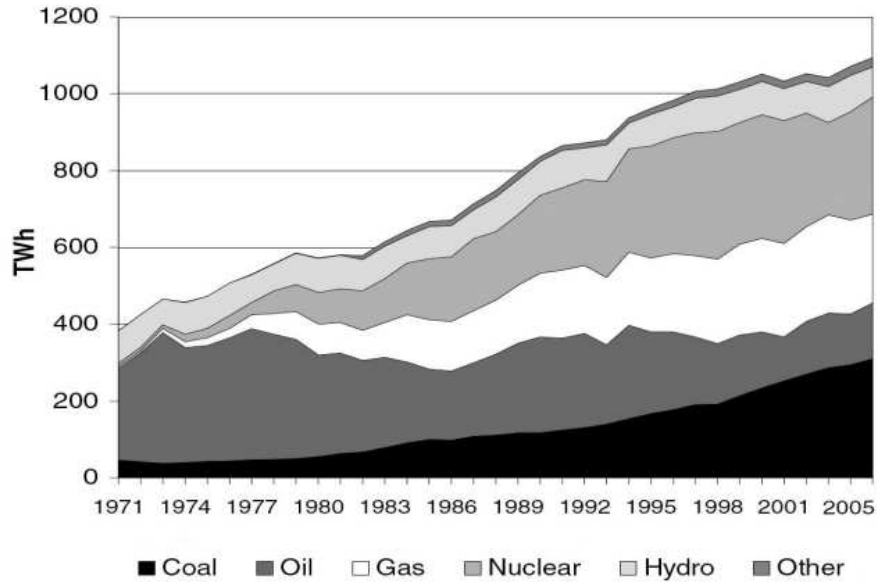


- **日本のエネルギー事情**

日本は、世界の経済大国中最もエネルギー資源の乏しい国の1つである。

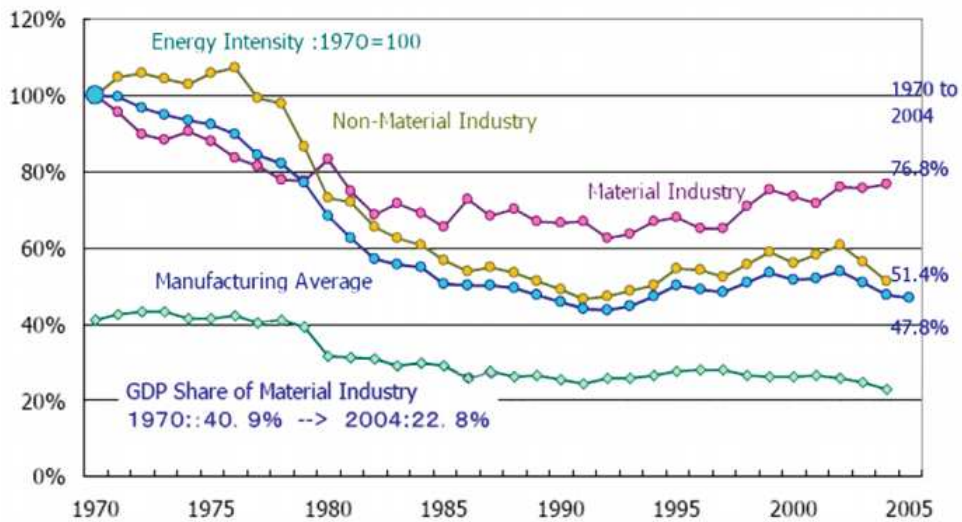
政府のエネルギー政策は、国内の乏しいエネルギー埋蔵量と、高いエネルギー輸入への依存を基本としており、2005年には、必要な化石燃料の81%を輸入で賅っていた。その後、政府はエネルギー供給構造の多様化を図り、石油、石炭、天然ガス、原子力で全一次エネルギー供給の96%となる、バランスのとれたエネルギーポートフォリオが出来上がった。(Figure 1)

FIGURE 1
JAPAN'S ELECTRICITY GENERATION BY SOURCE



日本は、エネルギー技術の研究開発にも多大な投資を行い、1970～1990年で大きくエネルギー効率改善を達成し、世界中で最もエネルギー利用効率の高い国となった。(Figure 2)

FIGURE 2
ENERGY INTENSITY IN JAPANESE MANUFACTURING



● 気候変動に関する動き

国連の気候変動枠組み条約の下、京都議定書の批准国として、日本は 2012 年までに 1990 年比、温室効果ガス（GHG）の 6%削減を世界に約束している。

日本の気象変動戦略は、技術革新とエネルギー効率改善に依存しており、次のプログラムおよび目標を含んでいる：

1. [京都議定書目標達成計画](#)が主戦略で、2010 年度での天然ガス CHP 設置予定 4980 MW 等、60 の温暖化ガス排出削減の施策が盛り込まれている。
2. 2005 年 9 月に始められた日本の自主参加型の排出量取引制では、第 1 期 32、第 2 期は 59 の参加者があった。これは、将来の義務的排出量取引制度導入に向けてのパイロット的取り組みである。

日本は、京都議定書のクリーン開発メカニズム（CDM）の国際プロジェクトにも参加している。ほとんどのプロジェクトは中国にあるが、環境省および経済産業省(METI)からの委託を受け、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が CDM からの GHG クレジットを購入している。2007 年～2013 年の GHG クレジット購入予算として 122 億円の予算が計上されている。

※ 平成 23 年 1 月作成された環境相地球環境局市場メカニズム室の資料「[京都メカニズムクレジット取得事業の概要について](#)」によると、日本政府によるクレジット取得実績・予算は、国庫債務負担／購入費は、平成 16 年度：122 億円／49 億円、19 年度：407 億円／122 億円、20 年度：812 億円／303 億円、21 年度：706 億円／429 億円、22 年度：0／424 億円となっている

更に、日本の『クールアース 50』プログラムでは、京都議定書を超え、「世界全体の排出量を現状に比して 2050 年までに半減する」という長期目標を提案している。

日本のエネルギー&気候変動政策

日本のエネルギー政策は、効率、環境および気候変動の 3 つに重きを置いている。

CHP 技術を促進するための重要な政策は次の通り：

1. 国家エネルギー戦略で、エネルギー・セキュリティと気候変動緩和のための省エネルギーを重要視している。
2. 新エネルギーの利用促進のための特別措置として、新規の効率的なエネルギー技術の取込みを支援することを目標としている。

2006 年に採用された新国家エネルギー戦略では、2030 年までに消費効率の 30%アップを目指している。日本は既にエネルギー効率においての世界をリードしているので、これは非常に野心的な目標であるが、石油への依存を縮小するという目標にも合致している。

燃料電池を含む研究開発の優先順位、および 2030 年消費効率 30%アップの目標に寄与することを旨としたプログラムは以下の通り：

- ・ 家庭用および商用のエネルギー効率向上を目的とする研究開発への投資。
- ・ マイクロ CHP システムの技術開発と商業化（下記の事例研究を参照）。

● **CHP の利用状況：技術、適用事例および市場活動**

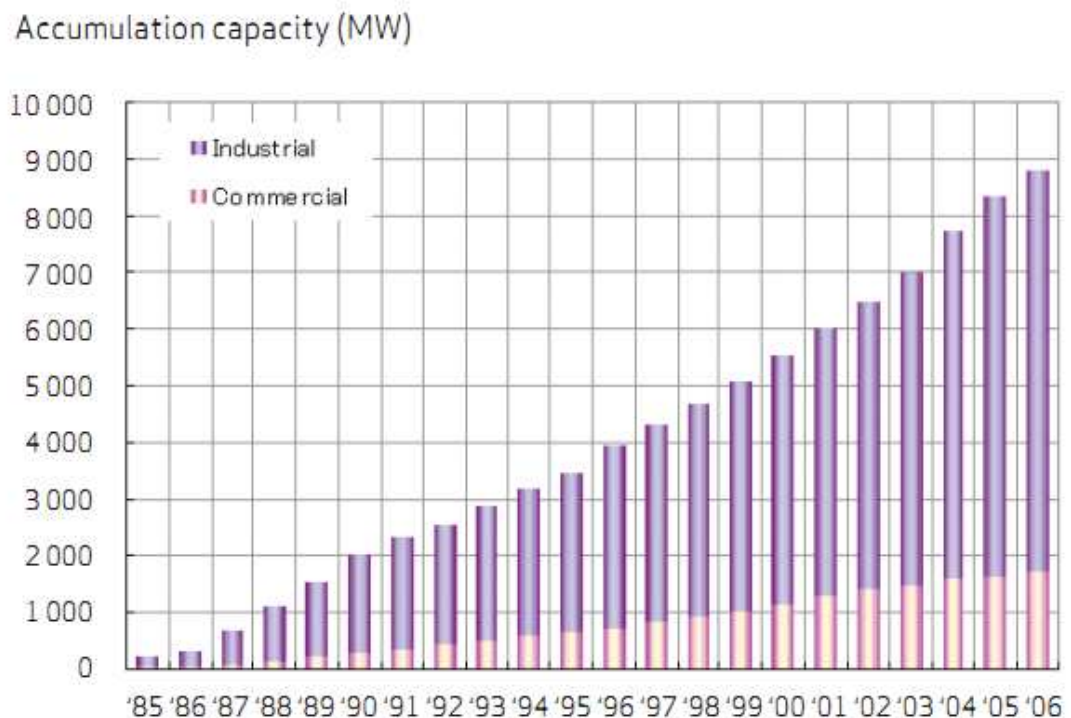
日本は CHP の設備容量で世界をリードする国の 1 つであり、この 20 年で飛躍的に設置数が増加している。(Figure 3 参照)

2006 年時点の CHP 設備容量は 8700MWe 以上で、国内総発電量の 4%を占めている。2008 年 3 月に内閣が採択した京都議定書目標達成計画によると、政府は、2010 年度での天然ガス CHP 設置目標を 4980～5030 MW としている。(現在、およそ 4500MWe)

日本で使用される CHP 技術の 3 大要素は以下の通り：

- ・ ガスタービン 3770MW
- ・ ディーゼル機関 3080MW
- ・ ガスエンジン 1940MW

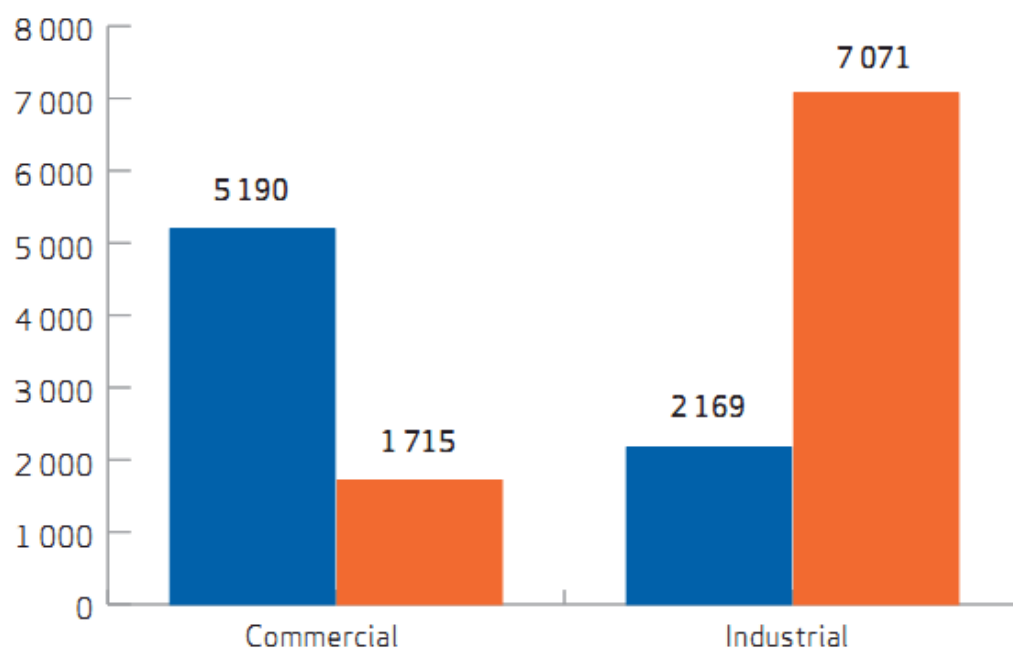
**FIGURE 3
CHP GROWTH IN JAPAN, 1985-2006**



- 産業界での利用

産業用 CHP の平均規模は 3.3MWe で、全国の CHP 設備容量の 80%を占めている。(Figure 4 参照)

FIGURE 4
CHP CAPACITY AND NUMBER OF
SITES IN 2006



※グラフ中、青は設置サイト数、オレンジは設備容量

設備容量では、化学薬品と機械業界が多く、設置数では食品業が多数を占めている。近年、石油価格の高騰の影響で CHP の運転コストが押し上げられ産業用 CHP 市場は停滞している。

- **地域暖房としての利用**

日本では現在地域冷暖房はあまり普及していないが、今後ますます重要になってくる。

政府は各地にある従来の小規模な地域冷暖房ネットワークの組合せを既存の分散熱資源と接続し、エネルギー・ネットワークを介した地域冷暖房の役割拡張を画策している。これらのネットワークの構築は、日本の京都議定書目標達成計画に含まれており、低金利ローンと補助金対象となっている。

日本における DHC 拡充の事例の 1 つとして六本木ヒルズの開発をあげることができる。

事例研究：六本木ヒルズのCHPシステム

六本木ヒルズは、2003年にオープンした東京六本木地区の大規模複合施設で、一連のオフィスビル、ホテル、商用・居住ビル、劇場およびアートギャラリーを擁している。

森ビル・タワーには、天然ガス炊きトリジェネ CHP ユニット（38.6MW）があり、配電線とパイプラインのネットワークを経由してヒルズ・エリアに電気、温熱および冷熱を供給している。

Table 1 は、このシステムのメイン発電設備の仕様である。

本 CHP ユニットは、従来方式での電熱供給に比しておよそ 16%効率が良い。

Table 1

六本木ヒルズ CHP プラントのメイン発電装置		
発電装置	設備容量	特徴
蒸気噴射タイプガスタービン × 6	それぞれ 6.36MW	発電／発熱比率を調節可能
背圧蒸気タービン × 1	500kW	ガスタービンの排気は、蒸気タービンおよび吸収冷却器を運転する蒸気ボイラーに使用される。
吸収式チラー／ヒーター × 8	6 × 2500 冷凍トン 2 × 2000 冷凍トン	

森ビルと東京ガスは、六本木ヒルズへの電気・温熱・冷熱供給を行うエネルギー・サービス会社：六本木エネルギー・サービスを設立し、東京電力に代わって電力を供給しているが、万一に備えて、居住者の配電線は東京電力の配電網にも接続されている。

東京ガスは CHP ユニットにガスを供給するが、万一に備え、六本木ヒルズの CHP システムは一定時間灯油での運転も可能となっている。

- 小売り事業者および家庭での利用

商用施設には日本国内で稼働している CHP 総数の 71%、設備容量で 20%が設置されている。小売業、病院、ホテル、オフィスビルおよびスポーツ施設は、その代表例である。

また、設備容量は小さいものの、日本は、マイクロ CHP の技術開発および設置で世界のトップクラスである。（下記事例研究参照）

小売り事業者および家庭用 CHP 設置に関するデータを Table 2 に示す。

Table 2

CHP設置台数 (2008年3月現在)	
CHPユニットタイプ	ユニット数
1kWガスシステム (ECOWILLシステム)	66,264
家庭向けPEFC (固体高分子形燃料電池)	2,187
家庭向けSOFC (固体酸化物燃料電池)	29

事例研究: 小規模商業施設/家庭用マイクロ CHP の利用

マイクロ CHP は、通常 10kWe 未満で十分な利用者向けに設計されたもので、ガスエンジン CHP、据置型燃料電池その他で構成される。

スポーツ施設、公営浴場やレストランなどの小規模商業施設向けに開発された 5kW、6kW および 9.9kW のガスエンジン CHP (ゼネライト) は、2007 年 3 月時点で 3000 台以上設置されている。

また、ガス会社が一般家庭用に開発したマイクロ CHP は 6 万台以上設置されている。

Figure 5 は、これらのシステムがどのように国内の電力供給システム (Grid) と統合されているかを示したものである。

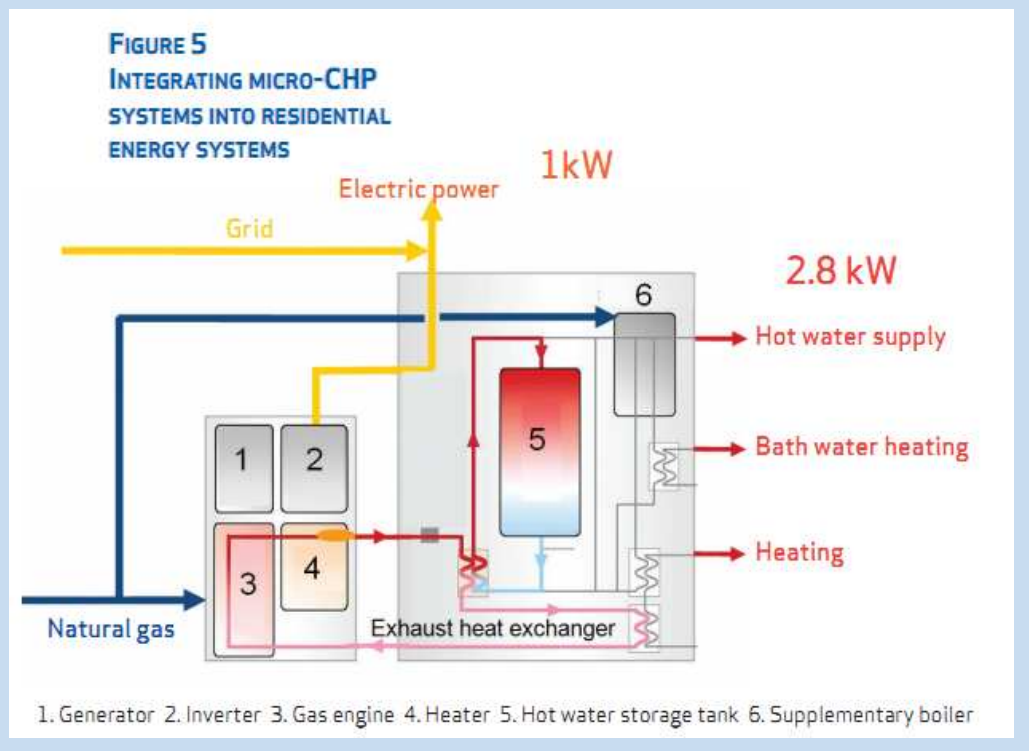


Figure 6 に示したホンダの ECOWILL は、最も広く用いられているシステムで、その技術特性は Table 3 の通りである。

Figure 6 ECOWILL マイクロ CHP システム



Table 3

ECOWILLマイクロCHPシステムの諸元	
電気出力/熱出力	1 kW/2.8kW
発電効率(LHV)	22.5%
熱効率(LHV)	63.0%
総合効率(LHV)	85.5%
サイズ(mm) (L/H/W)	380/880/580

● 政府の CHP 促進施策

燃料価格が高騰してくると、政府による支援なくして CHP の普及促進はあり得ない。日本では、これまで固定買取 (FIT) 制度ではなく、投資補助金および税給付金の形で CHP への支援が行われてきた。補助金額は、技術的・経済的に妥当かどうか定期的に見直されてきたが、CHP への継続的な支援が続いている。

以下に主な CHP 支援の仕組みを記述する：

● 10 kW～3000 kW の高性能天然ガス CHP 向けの補助金

新エネルギー利用者への支援プログラムとして、天然ガス CHP システムや燃料電池のような新しいエネルギー・システムを導入するビジネスに補助金を供給するもので、2008 年度予算は 335.8 億円。補助率は導入コストの 3 分の 1 までで、最高限度は、天然ガス CHP システムで 5 億円、燃料電池では 10 億円である。

● 地方での新エネルギー促進プログラム

新エネルギー・システムの導入を計画する地方公共団体に補助金を出すプログラムで、補助対象は、クリーンエネルギー車両、天然ガス CHP システムおよび燃料電池、再生可能エネルギーのようなエネルギー効率の高い用途のもの。

2008 年度のプロジェクト予算は 41 億 5000 万円で、導入コストの半分までカバーされる。

● CHP 投資の加速減価償却

エネルギー需給に関連する投資を促進するための税制として、中・小型 CHP への投資ビジネスで 7%の減税、あるいは、CHP 設備標準取得価格の 30%の加速減価償却が認められている。

● 高性能天然ガス CHP および燃料電池に関する研究開発への支援

政府は、家庭用のガスエンジンと燃料電池 CHP システムの研究開発、実証実験および商業化を積極的に支援している (下記囲み記事参照)。

● 系統接続手順の簡素化

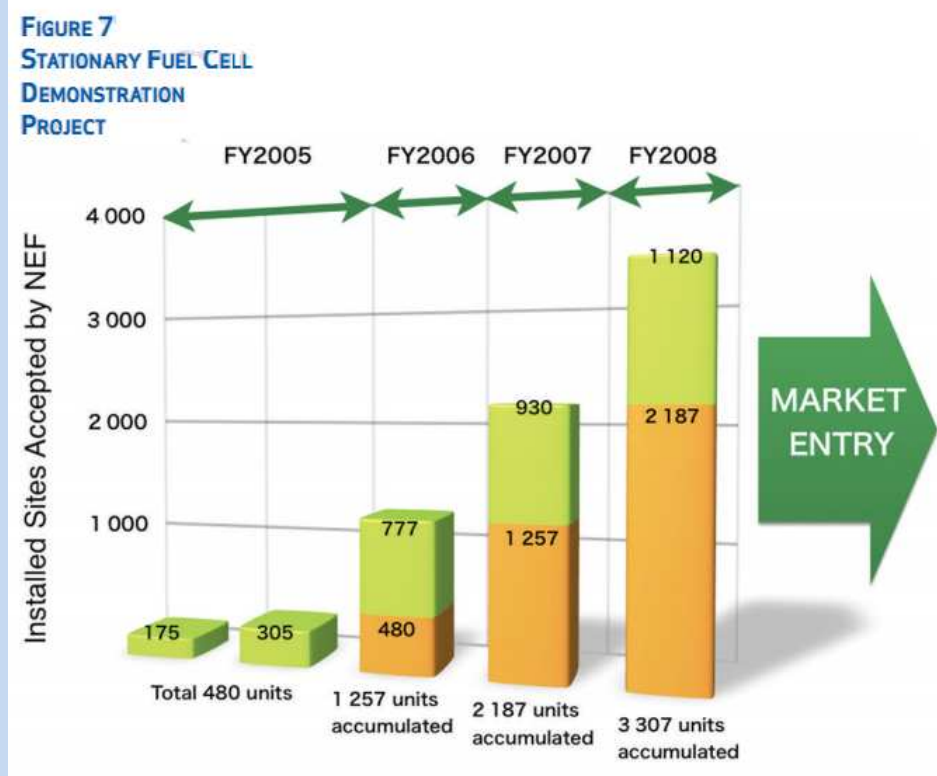
政府は、第三者への電気供給に必要な管理上の協定用ガイドラインの制定を含め、CHP システムのグリッド接続用に特別の手続きを導入した。家庭用 CHP システムもグリッド接続用技術標準を満足する必要があるが、電力会社による現地査察をなくしたのである。小型/マイクロ CHP システムのような新興市場を支援するには、系統接続手続きを簡素化し、管理上の諸経費を軽減することが特に重要である。

● DHC 構築用の低金利ローン

日本政策投資銀行は、コストを下げ、DHC への投資を加速する目的で、電力会社向けに DHC 構築用の低金利ローンを用意している。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステム

- 内燃機関（ICE）を活用した家庭用 CHP システム
日本は、これまで積極的に内燃機関と燃料電池からなる 1 kWe の家庭用マイクロ CHP システムの開発を続けてきた。その結果、ECOWILL ICE システムは 2007 年におよそ 2 万台販売され、商品化された家庭用 CHP システムとして、世界でトップクラスに位置付けられている。
- 燃料電池 CHP 技術開発促進プログラム
このプログラムでは、NEDO と新エネルギー財団（NEF）が実施責任者となり、家庭用燃料電池 CHP 技術開発への財政支援を行う一方、電力会社が家庭用燃料電池 CHP ユニットを購入する場合、PEFC（固体高分子形燃料電池）1 台当たり 220 万円以内の補助金を支給。電力会社は一定期間、補助金を受けて購入した燃料電池 CHP ユニットを一般家庭に賃貸している。
Figure 7 に、商品化に向けての導入実績グラフを示す。



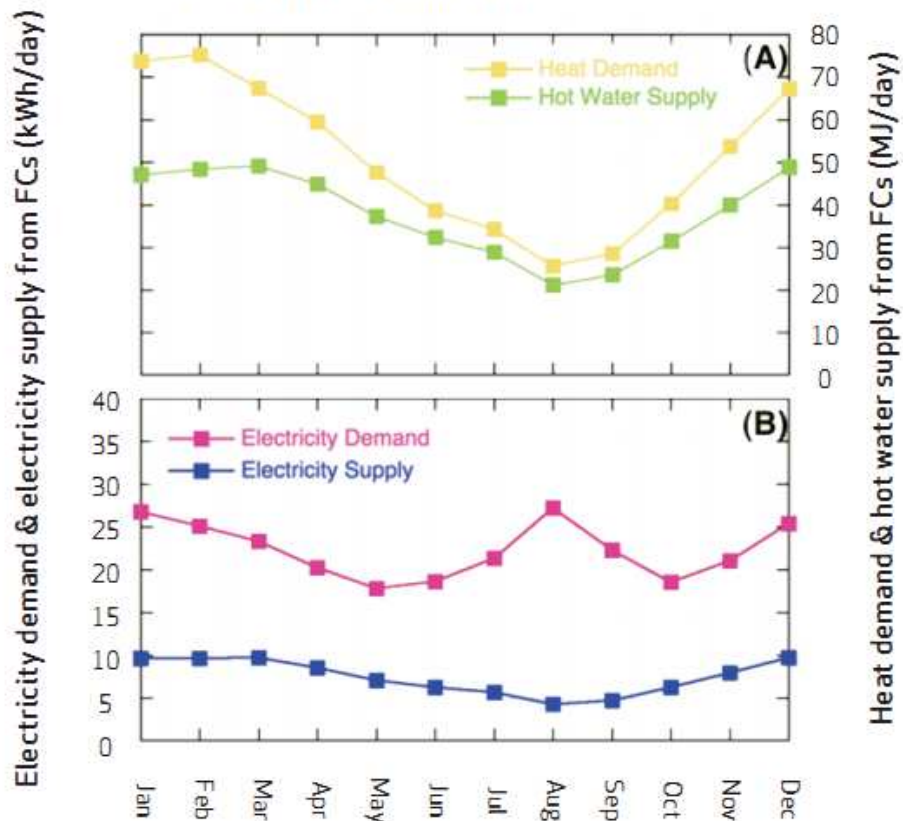
- 固体高分子形燃料電池（PEFC）の実証試験
2005 年、政府は天然ガス型および LPG 型の PEFC システムを使用した実証プロジェクトを発足させている。2006 年には、灯油型システムでも、同様の実証を開始。2005 年の首相官邸への設置を含め、PEFC-CHP システムは、2008 年 3 月時点で 2200 台が設置され、実証試験が実施された。

この実証試験中、NEF は PEFC の市場投入、商用化に向けて必要となる、季節別のエネルギー需要バランスなどのデータを収集・分析した。Figure 8 にその要約を示す。PEFC は、早ければ 2009 年に商用化が実現する。

FIGURE 8
ELECTRICITY AND HEAT SUPPLY FROM FUEL CELLS

One-year operation results

Installed in FY2006, data collected from 2007.1 - 2007.12



- 固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の研究開発支援
NEDOがSOFCの実証研究を行っており、METIはSOFCに関してもPEFC同様の成功を収めることを期待している。2008年3月末日時点で29台のSOFCユニットが設置されている。
- 燃料電池 CHP による省エネ
2007年のデータに基づく（暖房と発電を別々に行う場合と比べた）一次エネルギー節約度は、燃料電池システムのおかげで、2006年の14%から約20%に上昇した。この成果に照らして、政府は2008年に3300のサイトでの実証試験を目指している。

ガス会社による CHP 普及の支援策

日本の主要ガス会社は、最新式 CHP 普及を目指したプログラムで CHP 市場の発展に貢献している。

- マイクロ CHP リースプログラム

東京ガスは、一般家庭の顧客に対して燃料電池 CHP システムのリースを開始した。

東京ガスの需要家は、例えば、毎年 10 万円支払えば、4 年間燃料電池 CHP ユニットを使用できる。NEDO も、このガス会社の燃料電池 CHP システム リースプログラムに対して補助金を出している。具体的には、2007 年および 2008 年、ECOWILL ガスエンジン・システムに対して、¥152,000～¥138,000、PEFC ユニット設置に対して 220 万円の補助を行った。

(ただし、この補助金を得るには、廃熱回収適格性基準を満たす必要がある)

- 天然ガス料金の引き下げ

いくつかのガス会社は、家庭用 CHP 利用者に対して CHP 運転費用を軽減するため、ガス料金の引き下げを実施している。一般に、家庭用 CHP 利用者は、正規料金と比較して、15～20%ガス料金が値引きされている。値引き額は、平均世帯でおよそ 3 万円である。

- ステークホルダー

- 政府

- 経済産業省 (METI)

国内の CHP 普及に関して責任を持つ

- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

燃料電池のような最新 CHP 技術の開発・促進の責任を持つ

- 産業

多くの企業がマイクロ CHP 市場に関係している。以下にそのような関連企業を列挙する。

荏原バラード、パナソニック、ENEOS セルテック、東芝、ヤンマー、ホンダ、アイシン電気、トヨタ および東京ガス、東邦ガス、西部ガス、北海道ガス、日本ガス、日本石油およびコスモ石油。

- **NGO**
 - 日本コージェネセンターおよび日本ガス協会は、CHP に関する情報提供と、CHP の普及・促進に努める主要な民間組織である。
 - これらの組織は、CHP 産業と協力して、2008 年 7 月の北海道の G8 会議で IEA の国際 CHP/DHC 共同事業を支援するため、2008 年 3 月に日本 CHP・DHC 促進コンソーシアムを創設した。

- **CHP 普及の阻害要因**

日本において CHP が商業的に成功するかどうかは、他の国々と同様、エネルギー価格および CHP 代替物との相対コストにかかっている。日本は、国外からの一次エネルギー輸入に大きく依存しているため、燃料価格の高いことが特徴となっている。**(輸入した)**化石燃料を使って発電のみを行うより CHP にした方が有利になるが、一方、化石燃料を用いたら CHP も運用コストが高くなるので、日本の CHP 運用コストは G8 の他の国々と比べて非常に高い。

したがって、CHP で使用する燃料に何をを使うかが重要である。現在 CHP 設備容量の 1/3 は石油を燃料としているが、環境にやさしく、石油に比べれば価格変動も少ないガスや LNG ベースの CHP が増加してきている。今後の LNG 価格動向が気になるところである。

これらの経済面での阻害要因の他に、日本での CHP 普及の阻害要因として、以下が考えられる：

- **環境政策における CHP に対する認識不足**

環境上の利点、特に、CO₂ 排出削減に関して CHP システムが寄与するということが、まだ日本では正確に認識されていない。

温室効果ガス排出削減の切り札として CHP が認識されれば、更なる CHP 利用増が期待できる。
- **マイクロ CHP の技術障壁**

家庭用 CHP が普及するかどうかは、マイクロ CHP ユニットが十分価格競争力のある値段で提供できるかどうかにかかっている。

家庭用燃料電池については、更なるコストダウンとユニット寿命および効率アップが望まれる。

2008 年 3 月、政府は、家庭用 CHP に関して、kW 当たり 40 万円へのコストダウン、製品寿命は 2 倍、発電効率は 10%アップする開発目標を立てた。

家庭用 CHP を普及させるためには、これらの目標を達成することが非常に重要である。
- **産業用 CHP および業務用 CHP のための障壁**

現在、燃料費が高くなっているにもかかわらず、電力会社が CHP の余剰電力を買取る価格はそれほど高くない。そのため、たとえ、他のユーザーあるいはネットワークに熱と電気を供給することができたら全体としてより大きな恩恵が受けられるとしても、ほとんどの日本の CHP プラントでは自家消費する分しか電気と熱を作らない。

しかし、CO₂ 排出量削減の重要性への認識の高まりが、この問題克服のカギとなるかもしれない。

- **DHC / エネルギー・エリア・ネットワークのための障壁**

DHC ネットワーク構築に要する初期投資が嵩むことが、一番の課題である。

六本木ヒルズ・プロジェクトのように、小規模の熱供給ネットワークにとどめる現在のアプローチは、この障壁を克服するための 1 つの方策ではある。

- **CHP のポテンシャル**

2008 年 3 月、METI は、燃料電池の利用を含め、2030 年までに CHP の設備容量が 16.3 GWe に達するとの予測を発表した。この潜在的な CHP 設備容量の伸びを反映して、京都議定書目標達成計画の中には、2010 年までに天然ガス CHP 容量 4980 MWe を新設すると記載されている。

IEA の国際 CHP/DHC 共同事業は、もし日本政府の強力な支援があれば、日本における CHP は、2030 年に 199TWh の電力供給能力を持つことができると推測している。本報告書を含め、G8 および他の 5 つの経済大国で CHP 使用が増加すれば、以下のような便益が得られると予想している：

- 今後 2030 年まで、エネルギー投資コストを 3-7%減少できる
- 消費者の電気代が少しだけ安くなる
- 2030 年までに CO₂ 排出量がおおよそ 10%削減できる

- **日本で CHP/DHC の真価を発揮させるには**

過去 20 年以上にわたって、日本は、CHP/DHC 市場を大きく育ててきた。

IEA は、日本がこの努力を継続し、以下を遂行することで、真の CHP/DHC の恩恵に浴することができるかと確信している：

- 政府支援の維持・拡大
- 更に効率的な燃料電池を開発するため、革新的な研究開発プログラムを展開し続ける
- 業務用および産業用 CHP に適したエンジン、タービン・システムを含め、CHP 技術に関して、より広範に支援を行うための新しいプログラムを始める

● IEA からの政策提言

● 市況を反映した補助金と税制面での優遇措置

日本は、税制面および補助金の支給で新規の CHP 設置を経済的にバックアップしてきた。CHP・DHC 市場の成長を継続・加速するためには、燃料費の変動と、比較的低価格の電気料金を考慮した補助金額の調整が不可欠である。

● 新しい CHP/DHC 技術の開発・導入

家庭用 CHP プログラムは軌道に乗っており、将来大成功を収めるポテンシャルを持っている。そのポテンシャルを実現するには、燃料電池その他の研究開発プログラムを継続するとともに、成熟してくる様々な技術について新たな実証と商用化に向けたプログラムの実施が望まれる。

● CHP/DHC の恩恵を最大化するため、既存エネルギー・ネットワークを利用

日本は既に CHP によって CO₂ 排出削減・コスト削減を達成している（＝個別最適）が、地域のエネルギー・ネットワークおよび配電網を利用した、面としてのエネルギー・ネットワークの展開が重要で、それにより、CHP のもたらす恩恵を最大化することができる。

それには、CHP で発電した電力が、CHP プラントオーナーにとって利益の出る価格で電力会社に買い取られる仕組みが必要である。

● CHP/DHC と気候変動政策

CHP/DHC のサイトごとではなく、CHP/DHC のある地域ごとに温暖化ガス排出削減効果が確認できれば、排出量取引の仕組みを CHP/DHC の普及促進ツールとして利用することができる。排出量取引に関しては、欧米で採用されている限界排出係数（marginal emission factor）を研究するべきである。

● 同じようなエネルギー問題に直面している他の国々への協力

日本は、先進的で高効率のエネルギー利用技術を持っているので、同じく高効率 CHP/DHC 開発を目指す他の国々は、分野を横断して CHP 開発・促進にあたった日本の経験から、多くを学習することができる。

● 日本の CHP/DHC 評価

- 総合 CHP 評価 :★★★★☆
- マイクロ CHP／燃料電池の評価 :★★★★☆