

5. エネルギー利用

5.1 省エネルギーの推進 (政策)

[ポイント]

- 先進国では、製品へのエネルギーラベリング制度やトップランナー制度、エネルギー管理制度等によって、エネルギー消費効率の良い製品を選択してもらうための仕組み作りが進んでいる（表 5.1-1）。とりわけ日本のエネルギー管理制度は、工場などの大規模需要家に対して省エネルギー施策の着実な実行を担保させる制度として、大きな効果を挙げている。
- ただし、エネルギー消費原単位の考え方や、製品省エネ制度の国際化・標準化など、先進国においても、省エネルギーを一段と進展させるための政策を強化する余地があると考えられる。
- 一方、途上国では、先進国のような制度そのものが未整備であることや、需要家の省エネルギーに対する意識が低いこと等、基本的な課題を解決していかなければならない（表 5.1-2）。省エネルギー政策立案に関するキャパシティビルディングなどの支援を国際社会が実施していくことが求められている。

表 5.1-1 省エネルギー政策概要（先進国・地域）

	日本	米国	EU
概要	技術による省エネを推進。2030 年までに、原単位を 2003 年比 30%減達成（新・国家エネルギー戦略）	2001 年 5 月制定の国家エネルギー政策（National Energy Policy：NEP）にある 105 の勧告のうち 23 が省エネルギー関連	➤ Green Paper on Energy Efficiency (2006 年) →EU 全体の省エネ政策方向性示す。
エネルギー管理	➤ エネルギー管理制度 一定規模以上事業所等に、エネルギー使用状況の報告や、省エネ計画の策定を義務付け。 ➤ 運輸部門での取り組み 運輸事業者（荷主となる事業者含む）に対して、省エネへの取り組み努力を義務付け。	➤ 政府の財政支援を受けた自主的エネルギー管理制度 Industrial Assessment Center (IAC) Audit Programme, Residential Weatherization Assistance Program	EU レベルでのエネルギー管理制度検討中。
省エネ基準・ラベリング	➤ トップランナー制度 各種機器の省エネ基準を、商品化されている製品のうち最も優れているものに合わせて設定する。 ➤ 省エネラベリング 2005 年 4 月現在 13 品目	➤ Energy Star 省エネ製品の普及拡大を目指す自発的なラベリング制度。EPA（環境局）が支援。 ➤ Energy Guide 冷蔵庫・給湯器・エアコン等に対してはラベリングを強制。	➤ EU 指令 92/75/EEC に基づくラベリング制度 →A~G の 7 段階。多くの製品で制定 ➤ 省エネ基準(EU 指令) →法的拘束力を有するため、業界との交渉や、EU 内での調整を要する。数種類の製品で制定されている。
助成・補助	高性能工業炉、高効率給湯器、高効率空調機等の導入に対する支援	➤ 省エネ機器購入への税制優遇(20%) →商業ビル向け ➤ CHP 導入への税制優遇(10%)等	国レベルでの助成あり。ただし、EU 域内競争を阻害しないように配慮
建築物省エネ	➤ 省エネ措置届出制度、各種省エネ基準 ➤ IT を利用した省エネの研究開発(BEMS 等)	➤ Energy Star 建築物全体を対象とした省エネ認証。	➤ 建築物のエネルギー効率向上に関する EU 指令(2002 年)制定→国内法制化に留まるものの、2006 年中の発効を目指す。
その他	➤ 産業界による自主的取り組み（待機電力削減計画等） ➤ 省エネルギー製品販売事業者表彰制度		➤ Intelligent Energy for Europe プログラムの枠内で、省エネ基準・ラベリング・エネルギー管理制度の検討が実施される。

表 5.1-2 省エネルギー政策概要（途上国）

	中国	インド	インドネシア
概要（目標）	➤ GDP の消費原単位 20%改善（第 11 次 5 ヶ年計画[2006~2010 年]） ➤ 10 の重点的省エネルギープロジェクト	各種需要家サイド対策による省エネルギー	➤ 国家エネルギー政策(2004 年)の 3 大重点政策の一つが省エネルギー。 ➤ あらゆる施策の実行により、現状比 30%省エネが可能としている。
エネルギー管理	➤ 毎年、主要地方と主要産業種についてエネルギー消費状況を公表	➤ 最大需要 1MW 以上の需要家に対してエネルギー管理・報告義務	➤ 2005 年制定の省エネガイドラインで多消費産業への監査に言及
省エネ基準・ラベリング	➤ 製品省エネ基準がある模様	— （ラベリング制度制定の必要性等は認識されている模様）	➤ 国営電力会社(PLN)が、政府と共同で省エネ認証・ラベル添付を開始 ➤ 特定分野での省エネ基準検討開始
助成・補助	➤ 上記重点 10 プロジェクトの推進等	➤ 州政府に省エネ基金設置 ➤ ESCO 企業に対して財政支援と技術支援実施	—
建築物省エネ	建築物省エネ基準の制定を検討中	➤ “National Building Code”が存在	—
その他	➤ 過去に設定された省エネ目標が十分に達成された事例は少ない（予想を上回る経済成長に影響された部分もある）	➤ 省エネルギー施策を担当する BEE(エネルギー効率局)には、スタッフが 4 人しかいない。 ➤ エネルギー管理価格制度の元で、省エネルギーへのインセンティブが働かない	➤ 様々な理由により上記施策は実質的に効果をあげていない（又は殆ど実行されていない） ・ 補助金による安価な電力価格 ・ 省施策実行の財源不足 ・ 省エネへの意識の低さ 等

出典：「省エネルギー政策の概要」（資源エネルギー庁）

「海外における機器のエネルギー消費効率の法的基準に関する調査報告書」（省エネルギーセンター）2005

「Energy Efficiency Policies and Indicators」（World Energy Council）2001

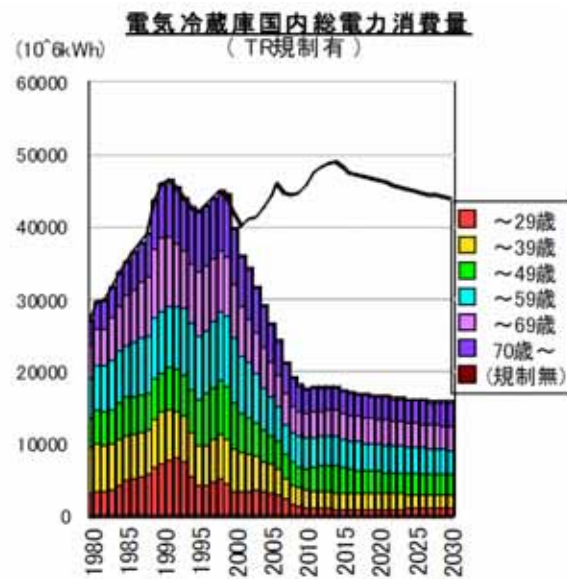
「インドネシア国エネルギー分野への包括的な技術協力のあり方ファイナルレポート」（JICA）2006

「中国第 11 次 5 ヶ年計画～省エネについて」（日本エネルギー経済研究所）2006 等より作成

5.2 省エネルギーの推進 (製品)

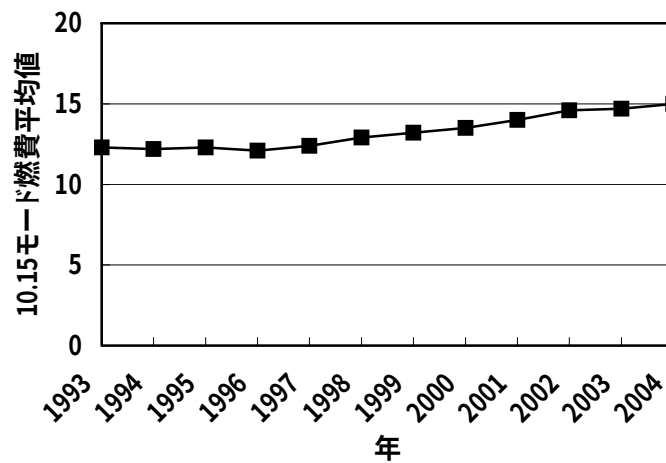
[ポイント]

- 技術革新や先述の各種省エネルギー施策の実施により、先進国の多くでは、様々な機器で消費効率の向上が図られている。近年では特に、トップランナー制度等のエネルギー効率基準・ラベリング政策の効果が大きい。我が国における例として、冷蔵庫とガソリン自動車のケースを示す（図 5.2-1、図 5.2-2）。しかし、各国が実施しているエネルギー効率基準政策は、各国において効率の基準値が異なる（図 5.2-3）。
- 世界規模で普及しており使用状況も似通っている製品等、基準統一が有効である製品の基準標準化は、省エネルギー型製品の開発・普及の推進に資する。
- 途上国では省エネルギー型製品の普及が遅れていると言われている。省エネルギー政策立案に関するキャパシティビルディングなどソフト面での支援や、技術導入協力といったハード面での支援が必要とされている。
- また、これら既存の政策が着実に成果を挙げているとは言え、さらなる製品省エネルギーのためには、官民が一体となって研究開発を進めていく必要がある要素技術も存在する。日本では、情報分野での省エネルギー技術や、パワーエレクトロニクス等のデバイス技術についての重点化が必要であると指摘されている（図 5.2-4）。
- 発展途上国では GDP の増加に対応して乗用車保有率の急激な増大が予測されており（図 5.2-5）、先進国でも運輸部門のエネルギー消費量は増加している。ハイブリッド車など低環境負荷型の自動車の導入が、環境面からは不可欠である（図 5.2-6）。燃料電池自動車も、将来的には大幅に省エネを達成しうるオプションとして注目に値する。



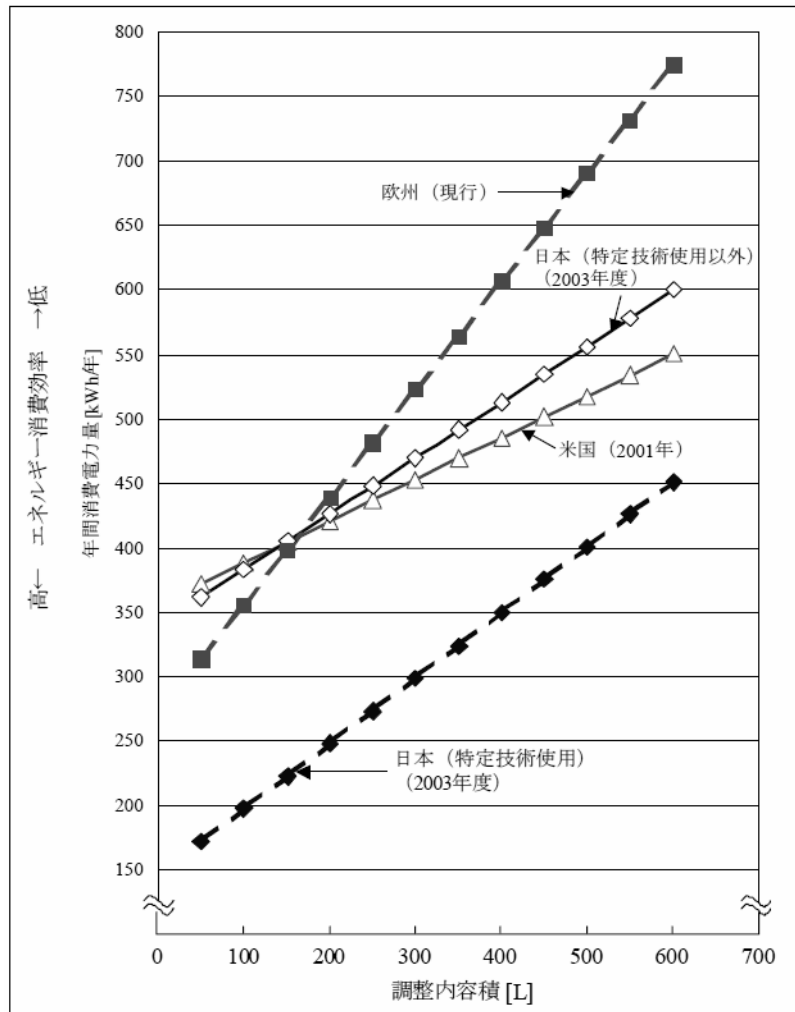
出典：戒能一成（経済産業研究所）「「トップランナー方式」による省エネルギー法家電機器効率基準規制の費用便益分析と定量的政策評価について」

図 5.2-1 電気冷蔵庫の電力消費効率の改善



出典：国土交通省

図 5.2-2 日本におけるガソリン自動車の燃費（10.15 モード）推移



出典：「主要国におけるエネルギー消費効率基準の比較等に関する調査報告書」
省エネルギーセンター、2003 年

図 5.2-3 電気冷凍冷蔵庫のエネルギー消費効率基準値比較

省エネプログラムの再構築

平成19年度概算要求額 530億円（平成18年度予算額 522億円）

（目的）

○省エネルギーを通じたエネルギー安定供給の確保とCO2排出削減を通じた地球温暖化抑制への貢献

（期待される効果等）

○新・国家エネルギー戦略において、エネルギー消費効率30%以上改善が示されており、これに基づき、現在策定中の省エネルギー技術戦略に沿って実施することにより、エネルギー消費効率の改善に貢献する。

（重点化項目）

○省エネルギー技術戦略を構築し、技術開発の相互連携によりシナジー効果が発揮され技術開発が促進されるよう東ねた5つの技術群を重点化して実施していく

超燃焼システム技術

・革新的マイクロ反応場利用部材技術開発
・植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発
・鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発 等

時空を超えたエネルギー利用技術

先進交通社会確立技術

・カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト 等

省エネ型情報生活空間創生技術

・次世代高効率ネットワークデバイス技術開発
・次世代大型低消費電力ディスプレイ基盤技術開発
・有機発光機能を用いた高効率照明技術開発 等

次世代省エネデバイス技術

・パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発 等

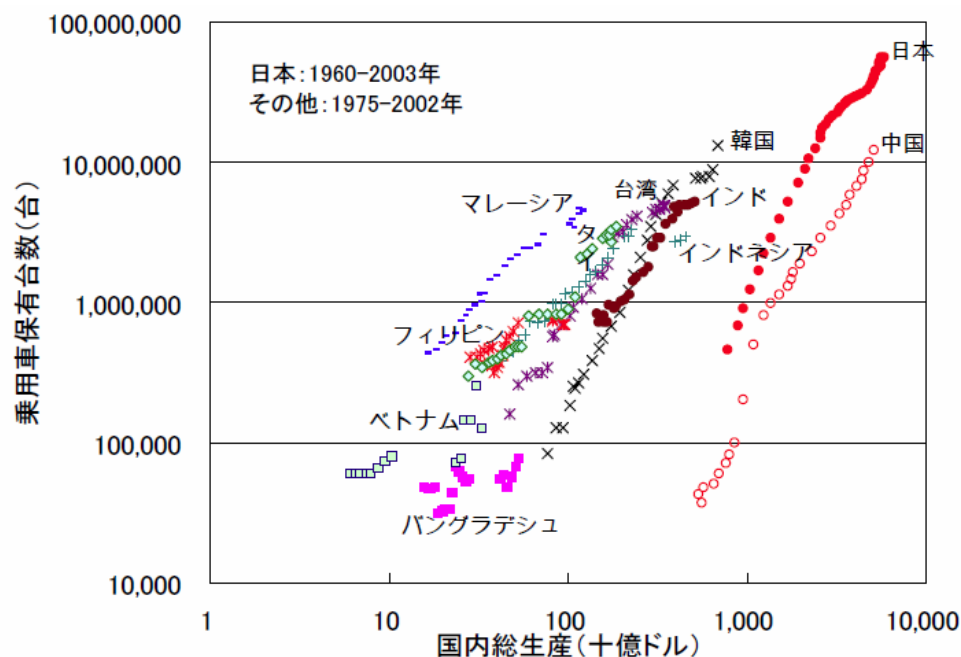
提案公募型事業

・エネルギー使用合理化技術戦略の開発
・イノベーション実用化補助金

・地域新生コンソーシアムエネルギー研究開発事業
・エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業 等

出典：「省エネルギー技術戦略（中間とりまとめ）について」資源エネルギー庁、2006 年

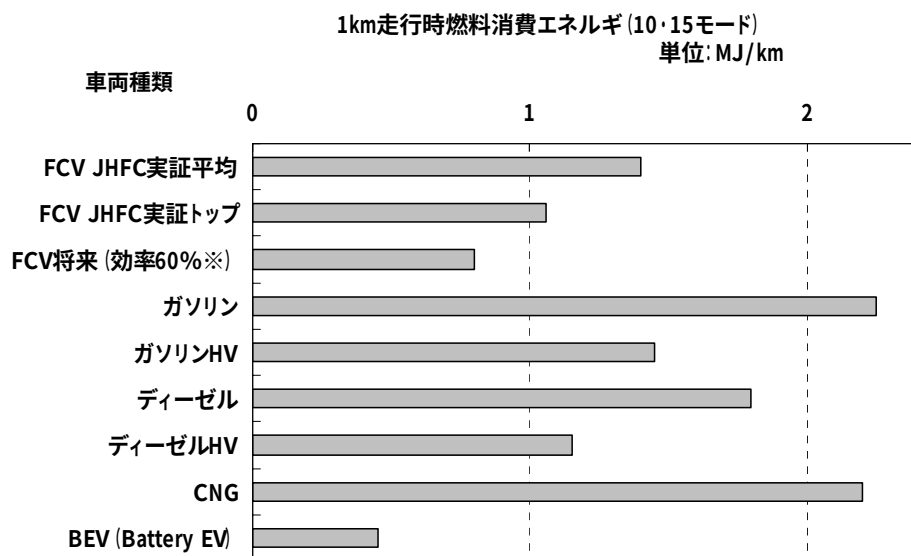
図 5.2-4 省エネルギー技術戦略における重点化



出典：IEA, Energy Balance of Non-OECD および世界自動車統計年報より著者作成

出典：湊清之（日本自動車研究所）「アジアのモータリゼーションと環境負荷」

図 5.2-5 乗用車保有台数と国内総生産の相関



出典：JHFC、2005 年

注：FCV ：Fuel Cell Vehicle 燃料電池自動車

JHFC：Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project 水素・燃料電池実証プロジェクト

HV ：Hybrid Vehicle ハイブリッド車

EV ：Electric Vehicle 電気自動車

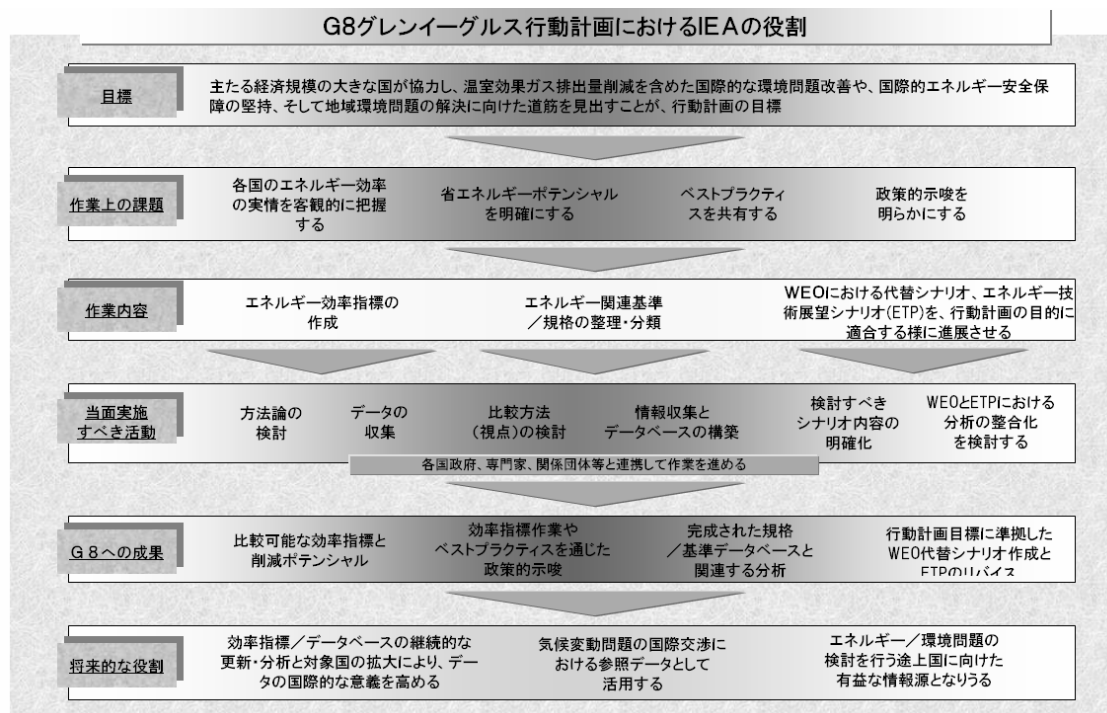
図 5.2-6 各種自動車の総合効率比較

5.3 省エネルギーの推進(プロセス)

[ポイント]

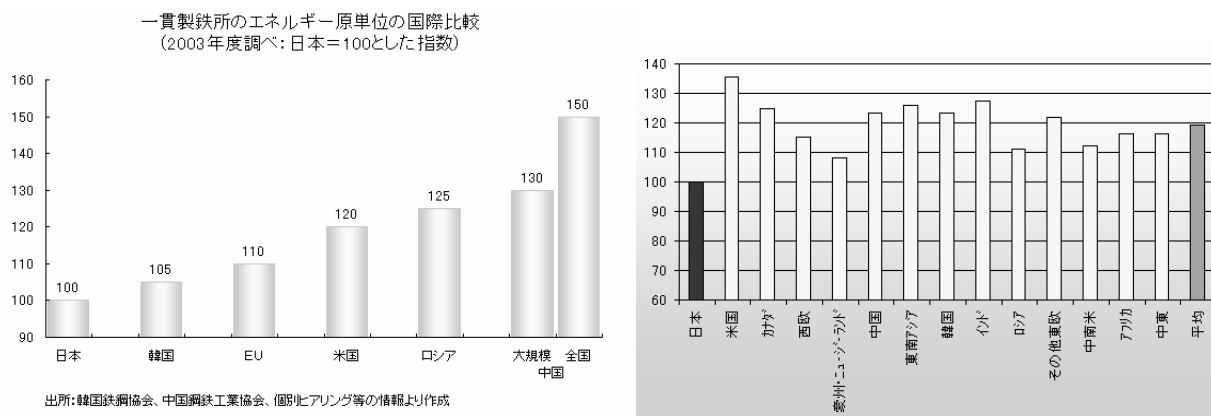
- 先進国の中でも、製造業プロセスにおけるエネルギー消費原単位には差があり、省エネルギーの余地が残されていることが示されている (図 5.3-2)。
- エネルギー効率指標 (エネルギー消費原単位) は、明確な技術開発目標の設定や、民間企業の自主的取り組みの推進に資するものとして期待されているが、現状のエネルギー消費原単位の推計結果には、出典により大きな差がある。2005 年のグレンイーグルズサミットにおいては、エネルギー効率を統一的に比較するためのセクター別のエネルギー効率指標を作成することが決定された (図 5.3-1)。
- 日本においては、温室効果ガス削減ポテンシャルとコストのデータの収集が十分であるとは言えない。産業界と学界が連携することにより、これらのデータを高い精度で収集し、分析を行う必要がある。EU では既に、各部門における温室効果ガス排出削減ポテンシャルとコストがデータベース化されており、これを基にして全体中での産業プロセスの温室効果ガス削減の効果について検討されている (図 5.3-3)。
- 一方で、製造業の省エネルギーを論じるためには、製品生産時のエネルギー消費の多寡のみではなく、製品使用時のエネルギー消費量をも考慮するべきである。例えば鉄鋼業界では、高機能化鋼材により製造時の CO₂ 排出量増加を上回る CO₂ 削減が達成できることを示している (図 5.3-4)。このように、製品のライフサイクル全体における省エネルギー効果を評価できるような統一的な手法が求められている。

[関連するデータ、ファクト]



出典：日本エネルギー経済研究所提供資料

図 5.3-1 G8 グレンイーグルス 行動計画における IEA の役割



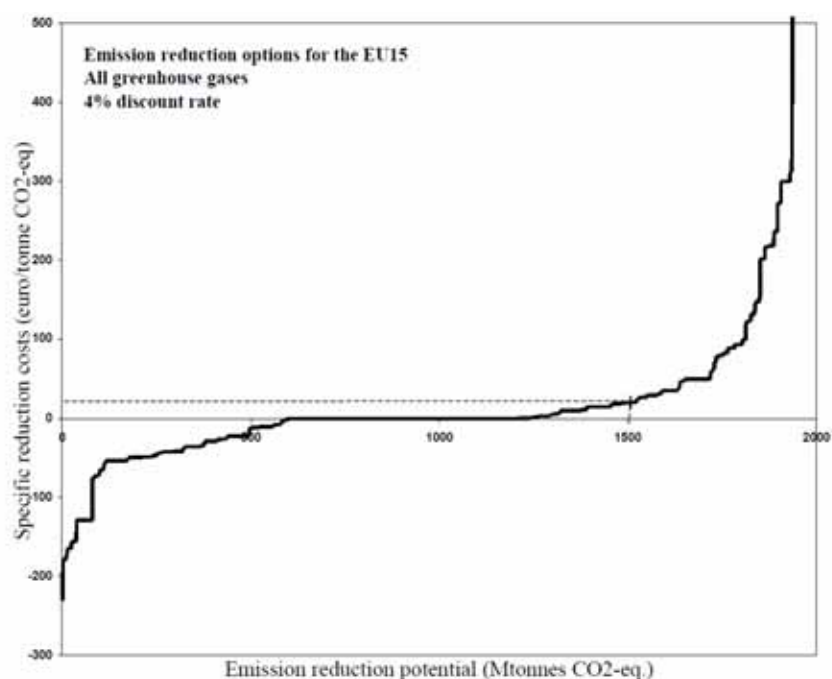
左図：一貫製鉄所のエネルギー消費原単位の国際比較

出典：日本鉄鋼連盟資料

右図：セメントトン当たり CO₂ 排出量国際比較

出典：セメント協会資料、原典：Battelle /WBCSD “Toward a Sustainable Cement Industry Substudy 8：CLIMATE CHANGE (March 2002)”

図 5.3-2 各国産業プロセスのエネルギー消費・CO₂ 排出原単位



出典：Kornelis Blok, David de Jager and Chris Hendriks,

“Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change”, 2001

注：地球温暖化データベース（GENESIS、EU における 1990—98 年の温室効果ガス排出、約 250 の削減対策・技術、2010 年排出シナリオ、潜在的排出削減量、削減対策の費用等のデータを貯蔵）を利用してボトムアップ分析を行った結果。産業プロセス以外にも、エネルギー供給、エネルギー転換、運輸、民生、農業、廃棄物処理についての温室効果ガス排出削減を考慮したもの。

図 5.3-3 EU における温室効果ガス排出削減ポテンシャルと削減コスト

表 5.3-1 温室効果ガス削減量

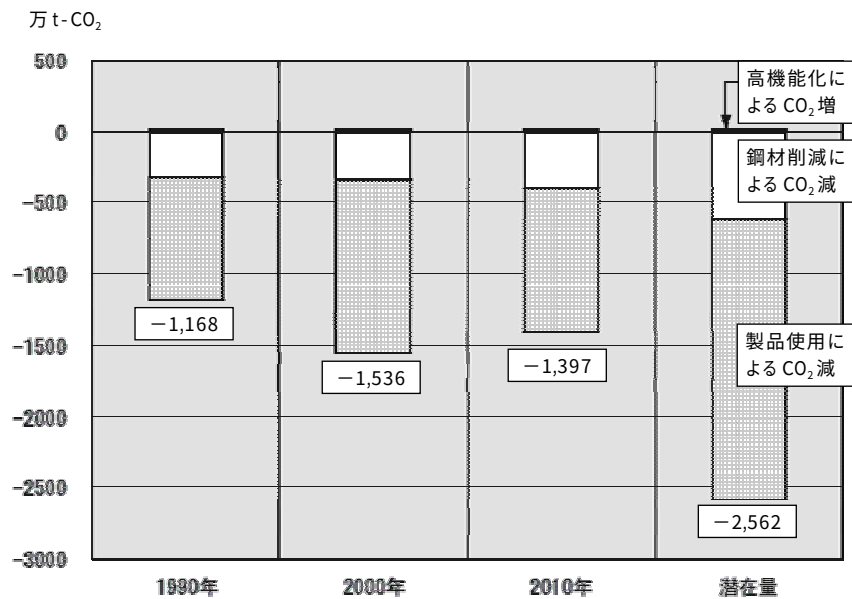
Emission breakdown per sector Mt CO ₂ -eq.	Emissions in 1990 or 1995	Emissions in 2010 FTRL	Emissions in 2010 FTRL (including progress until 1998/2000)	Emissions in 2010 under Kyoto target conditions	Change from 1990 or 1995	Change from 2010 FTRL	Change from 2010 FTRL (including progress 1998/2000)
Direct emissions							
Energy supply - CO ₂ fuel related ¹⁰²	1268	1960	1551	1298	2%	-34%	-16%
Direct and indirect emissions							
Energy supply - other emissions	58	45	42	42	-1%	1%	0%
Fossil fuel emissions ¹⁰³	95	61	43	51	-46%	-16%	18%
Industry ¹⁰⁴	1463	1984	1623	1113	-24%	-44%	-31%
Transport ¹⁰⁵	776	1134	1114	1069	38%	-6%	-4%
Households	749	843	759	567	-24%	-33%	-25%
Services	413	653	560	434	5%	-34%	-23%
Agriculture	417	396	407	382	-8%	-4%	-6%
Waste	166	169	124	144	-14%	-15%	16%
Total	4138	5284	4672	3801	-8%	-28%	-19%

出典：C. Hendriks, D. de Jager, K. Blok et al. (2001): Bottom-up Analysis of Emission Reduction

Potentials and Costs for Greenhouse Gases in the EU, Ecofys and AEA Technology, Utrecht, 2001

注：FTRL は frozen technology reference level の略で、技術進歩が無いと仮定した場合。2010 年の温室効果ガス排出量は、京都議定書基準年(1990/1995 年)の FTRL では 5284Mt-CO₂、評価年(エネルギー起源排出は 2000 年、それ以外は 1998 年)の FTRL では 5284Mt-CO₂ となる。

京都議定書達成には 2010 年の排出量を 4672Mt-CO₂ とする必要があるが、これに要する削減コストは約 20 ユーロ/t-CO₂ であるとコメントされている。またこのとき、産業部門における削減の寄与が大きい。



出典：「LCA 的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査」
エネルギー経済研究所

注：高機能化鋼材を用いれば、製造時には CO₂ 排出量が増加することがあるものの、鋼材強度増強による鋼材使用量削減、製品軽量化に伴うエネルギー消費量削減（自動車の軽量化による燃費向上等）の効果がある。当図は、6 種類の鋼材（自動車用高強度鋼板、船舶用高張力鋼厚板、電車用ステンレス鋼板、ビル鉄骨用高強度 H 形鋼、トランス用方向性電磁鋼板、ボイラ用耐熱高強度鋼管）の高機能化により、製品のライフサイクルにおいてどれだけの CO₂ 排出量の変化がもたらされるかを示している。

図 5.3-4 CO₂ 排出抑制効果の LCA 評価例（高機能化鋼材）

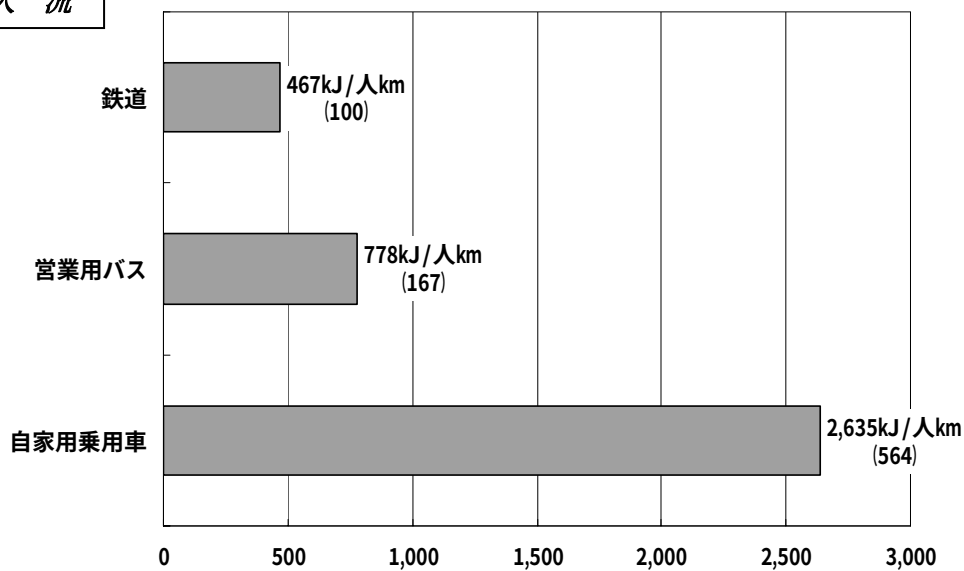
5.4 省エネルギーの推進 (社会インフラ整備)

[ポイント]

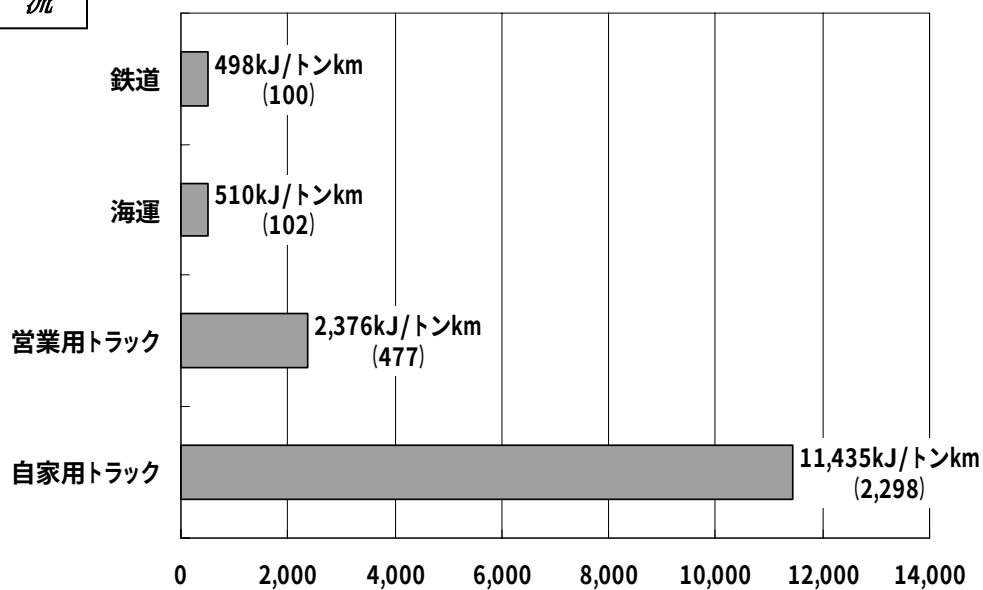
- 省エネルギーを推進するための社会インフラ整備として、建築物においては躯体断熱化や太陽熱利用、地中熱利用といった省エネルギー建築の推進、運輸交通においては LRT（Light Rail Transit, 軽量軌道交通）といった都市内交通網の整備等の対策が重要である（図 5.4-1）。併せて、こうしたインフラ整備と相まって、例えば LRT など公共交通機関利用を促進させるようなスキームづくりを行うことでモーダルシフトを実現し、省エネルギー、CO₂ 排出抑制効果を発揮させることが可能となる。
- 例えば、『環境首都』として名高いドイツ・フライブルグにおいては、都市における社会インフラ整備として路面電車の整備、自転車専用レーンや駐輪場の整備、省エネ住宅の整備等を進める一方で、これらインフラを利用促進するための手段として、例えば『レギオカルテ（地域環境定期券）』の発行や市街地への自動車乗り入れ規制、パークアンドライド等の施策を総合的に講じ、効果を上げている。
- また、都市整備においてはライフサイクルアセスメントの手法を適用し、都市開発段階から建設段階、運用段階、廃棄段階までを含めたエネルギー消費や CO₂ 排出などの環境影響評価を行い、エネルギー消費が少ない街作りを行うことが重要である。特に、発展途上国においては都市インフラ整備が重要でないことも多く、今後の都市開発においてはコンパクトシティや公共交通機関の整備など、交通部門など移動に係るエネルギー消費が抑制できるような都市構造を目指すことが重要である（図 5.4-2）。
- このようなことから、先進国、発展途上国が協力し、都市インフラに係るライフサイクルアセスメント関連データベースの整備を推進し、評価精度の向上を目指すことが重要である。また、都市整備においても、先進国が保有する技術を活用しつつ、各々の発展途上国の実情、ニーズに合った都市整備を進めていくことが重要と考えられる。

[関連するデータ、ファクト]

人 流



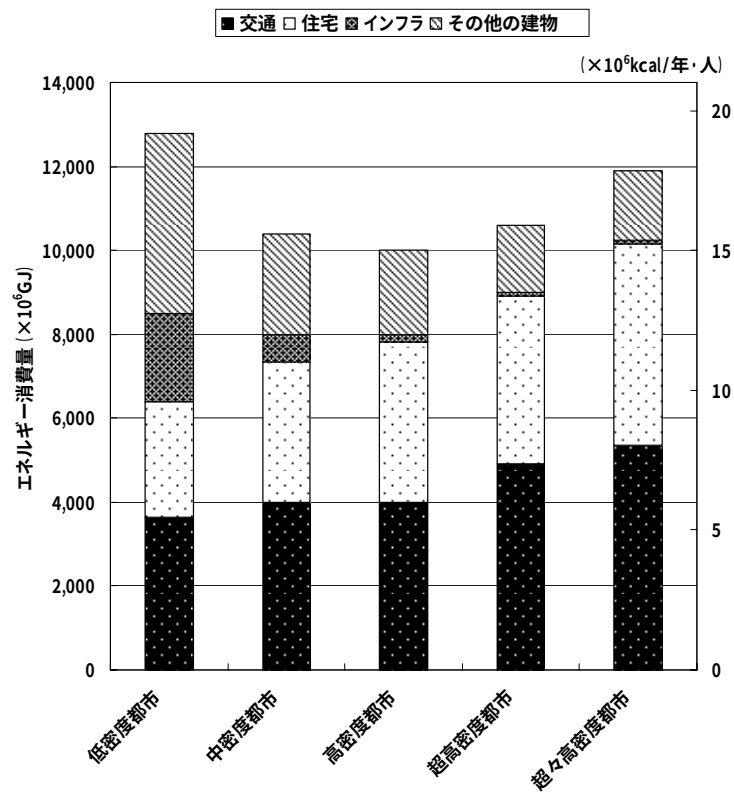
物 流



出典：「運輸関係エネルギー要覧 2006」国土交通省

注：図中の括弧内の数字はそれぞれ鉄道を100とした時の指数を示す。

図 5.4-1 公共交通機関利用、モーダルシフトの効果
(輸送機関別エネルギー消費原単位の比較)



出典：「コンパクトな市街地構造とエネルギー負荷の関係について」国土交通省都市・地域整備局

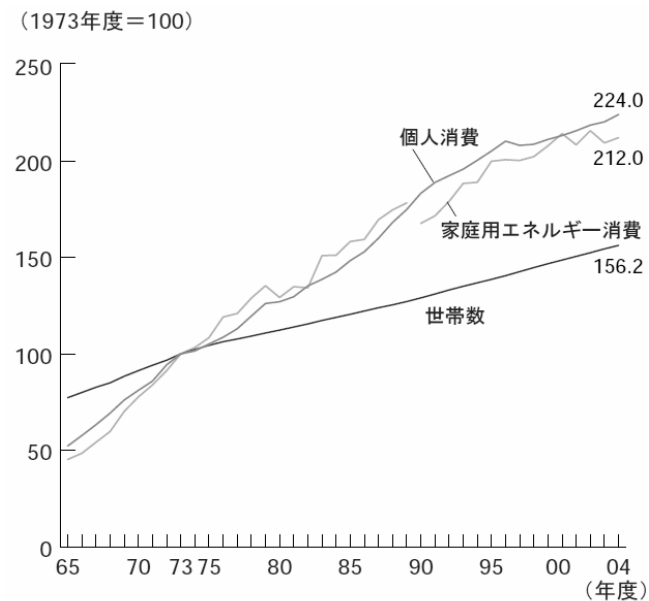
図 5.4-2 コンパクトシティによるエネルギー消費抑制効果試算例

5.5 省エネルギーの推進 (国民生活)

[ポイント]

- 家庭におけるエネルギー消費量は年々増加している。その原因として、生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化、世帯数の増加及び高齢者比率上昇等の社会構造変化の影響が指摘されている。(図 5.5-1)
- ただし、環境問題の捉え方は、政治・経済・文化的背景の違いのために国により異なる。例えば、日本における環境意識は、利他的・社会的というよりもむしろ伝統的・家庭的なものと結びついていることを示す研究例もある(表 5.5-1)。また、「環境にやさしい」と言われているライフスタイルには、実際には温室効果ガス削減効果が薄いものもあると指摘されている(表 5.5-2)。

[関連するデータ、ファクト]



資料：内閣府「国民経済計算年報」、(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

(注)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている。

出典：経済産業省「エネルギー白書 2005」

図 5.5-1 日本家庭部門におけるエネルギー消費量の変遷

表 5.5-1 「人生の指針」に関する価値観の構造

	タイ	日本	米国（参考）
第1因子	生態系重視－利他的 (Biospheric-altruistic)	生態系重視－伝統的 (Biospheric-tradition)	生態系重視－利他的 (Biospheric-altruistic)
	自然との調和 0.804	世界平和 0.787	自然との調和
	自己鍛錬 0.717	家族の安全 0.765	環境保護
	環境保護 0.627	地球への配慮 0.648	地球への配慮
	平等 0.607	環境保護 0.610	世界平和
第2因子	伝統的 (Tradition)	利他的 (Altruistic)	利己的 (Egoistic)
	家族の安全 0.756	影響力 0.622	権威
	地球への配慮 0.631	平等 0.581	富・財産
	親や高齢者への敬意 0.629	自己鍛錬 0.576	影響力
	世界平和 0.601	社会正義 0.562	
第3因子	利己的 (Egoistic)	利己的 (Egoistic)	伝統的 (Tradition)
	権威 0.780	富・財産 0.789	親や高齢者への敬意
	影響力 0.700	権威 0.780	家族の安全
	富・財産 0.615		自己鍛錬

(資料) Midori Aoyagi-Usui, Atsuko Kuribayashi "Pro-Environmental attitudes and Behavior: An East-Asian perspective"から作成

出典：Midori Aoyagi-Usui 他（国立環境研究所）

“Pro-environmental Attitudes and Behaviors: An International Comparison”

注：イスラエルの文化人類学者シュワルツの作成した一般的な価値観項目（「自然との調和」「自己鍛錬」等）への各国民の支持・不支持を調査し、その因子分析を行った結果である。すなわち、日本であれば、「世界平和」「家族の安全」「地球への配慮」「環境保護」「親や高齢者への敬意」等の価値観変数（支持＝1、不支持＝0）に相関が見られることより、これら5変数の線型結合で表される「生態系重視－伝統的」という潜在的な価値観変数が存在すると解釈するものである。

米国調査については、タイ・日本と異なる価値観項目について調査が行われたものであるため、参考として項目のみ示している。また、オランダ、フィリピンについての調査も行われている。

表 5.5-2 エコライフスタイルのCO₂排出削減量試算結果

ライフスタイル	エコライフ型	ネットワーク型	倹約型	伝統回帰型	サービス利用型
ライフスタイル・イメージ	モノの所有・消費意向自体は変わらないが、購買対象がエコプロダクツとなる	インターネットを用いて、通勤などの移動を極力せずに地域に分散して暮らす	世間並みにこだわらずに普段の生活を切りつめ、その分をレジャーや自分の趣味に使う	昔の暮らしの知恵を活用し、無駄な消費を抑えていく	モノを買いそろえ、所有するのではなく、賃貸やレンタル、サービス購入に切り替える
支持率	17.0%	19.2%	32.2%	18.6%	3.5%
削減効果 [A] CO ₂ (kg) / 月	-102.3	-55.4	-76.9	-61.8	-27.5
リバウンド効果 [B] CO ₂ (kg) / 月	+29.7	+50.4	+32.9	+21.1	+1.7
削減効果 [A-B] CO ₂ (kg) / 月	-72.6	-5.0	-44.0	-40.7	-25.8

出典：匂坂正幸（産業技術総合研究所）「製品を対象とする LCA からソーシャル LCA への発展」

注：リバウンド効果とは、「倹約型」であれば「倹約して得た資金で海外旅行に出かける等の環境負荷を増加させる行動」による CO₂ 排出増のこと。