

省エネ対策の費用対効果の考え方

平成26年10月21日

資源エネルギー庁

省エネルギー対策課

目次

1. 省エネ対策の費用対効果に関するこれまでの小委員会での議論
2. 本日も議論頂きたい論点
3. 省エネ対策のあり方について
 - (1) エネルギー需要を踏まえた主要な省エネ対策
 - (2) 費用対効果を踏まえた省エネ対策のあり方

● 費用対効果の考え方、部門ごとの特性

- 技術が将来どのくらい導入されるのかといった経済性の指標が重要。技術開発が終わった後、市場に普及されるようなコスト面での開発目標が必要。
- 産業部門は省エネ投資コストが上昇しているため、投資判断に二の足を踏んでおり、製造設備の高経年化が進展。
- 省エネ投資を促進するには、投資回収期間の短縮等、経済合理性を実現するためのインセンティブが必要。
- 機器の性能を上げるだけでなく買い換えのアクションまでつなげることが重要。
- 既築対策は投資回収年数が長く、日本は中古住宅市場が不活性であるので価値を高めるような仕組みが必要。
- 家庭においても、社会的受容性やコストの観点は重要であり、快適性も踏まえて省エネ技術を考えることが必要。

● 支援策のあり方

- 支援のあり方を検討する際には、費用対効果だけでなく産業競争力や行政コストも考慮すべき。
- 支援に当たっては制度の構築に加え、運用における申請の簡素化など費用対効果として表れないハードルについても改善していくべき。
- 投資回収年数が長い対策（空調等）はまず技術開発支援、投資回収が短い対策（照明等）には導入補助が有効。

- エネルギー需要を踏まえた主要な省エネ対策の現状認識について
 - 部門別の主要な省エネ対策と費用対効果分析
 - 省エネ対策ごとの特性とそのポテンシャル
- 部門別の費用対効果を踏まえた省エネ対策について
 - 支援と規制の組み合わせあり方
 - 費用対効果における留意点
 - 経済活動、消費行動の予測不確実性を勘案した対策のあり方

エネルギー需要を踏まえた主要な省エネ対策

- 部門別にエネルギー消費の規模や特徴は異なる。
- まずは、各部門における代表的な対策を抽出し、省エネに関する足元の状況について分析を行った。

部門	特徴	抽出した対策
産業部門	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー消費は主にモノづくりの部分が中心となるものの業種によって異なる • 中でも加熱工程に関連するものはそのエネルギー消費量も多い • また、動力のエネルギー消費も多く、汎用機器が使われている 	<ul style="list-style-type: none"> • 工業炉の高効率化 • ボイラーの高効率化
業務部門	<ul style="list-style-type: none"> • オフィスビル等においては空調、照明のエネルギー消費が大半を占めており、その部分の省エネが重要 	<ul style="list-style-type: none"> • 建築物の空調負荷低減 • 照明の高効率化
家庭部門	<ul style="list-style-type: none"> • 業務部門と同様、空調と照明のエネルギー消費が多いことに加えて、給湯に占めるエネルギー消費も多い 	<ul style="list-style-type: none"> • 住宅の断熱性能向上 • 照明の高効率化 • 給湯の高効率化

＜概要＞

- 工業炉とは、溶解、精錬、加熱、各種熱処理、脱臭等の工程で使われる「炉」設備の総称。
- このうち、高性能な工業炉として以下のようなものが挙げられる。
 - 高効率電気式誘導加熱炉、高周波金属溶解炉、断熱強化型工業炉、高性能工業炉廃熱回収式燃焼装置 など

＜市場規模＞

- 工業炉の種類や大きさは多岐にわたり、そのストック量は推定で約39,000基^{※1}。高性能炉は約1,400基^{※2}。
- 高性能炉の導入台数は2008年の169基から2011年には26基まで落ち込んだが、2012年に66基と回復^{※2}。

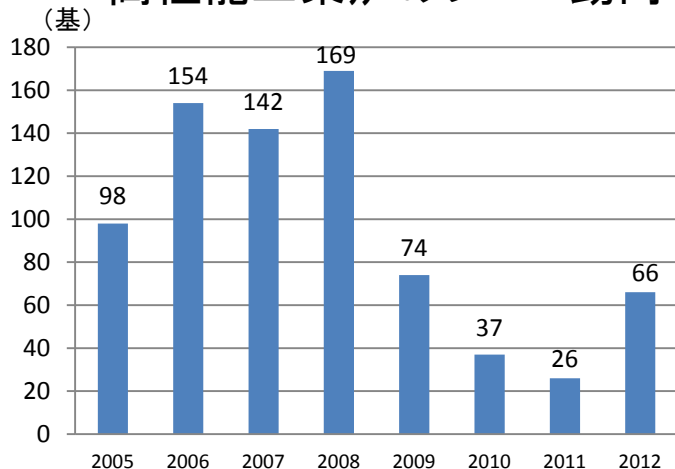
※1:1996年 日本工業炉協会・省エネセンター調査報告書より

※2:京都議定書目標達成計画の進捗状況より

＜ポテンシャル評価＞

- 高性能型が普及台数に占める割合は1割程度。
- 設備投資は景気動向に左右され、また工業炉の利用先には中小企業も多いことから、産業の安定成長および設備更新の促進が必須となる。

高性能工業炉のフロー動向



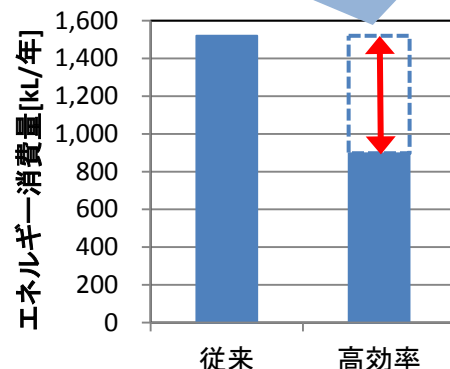
出典)京都議定書目標達成計画の進捗状況より作成

高性能工業炉(廃熱回収式燃焼装置)の費用対効果の分析例



出典)一般社団法人 工業炉協会

- 省エネ量: 600kL/年・基
- 運用コスト削減: 2000万円/年・基
- 投資回収年数: 1~4年



<概要>

- 高性能ボイラーとは、ボイラーの燃焼排ガスを燃焼用空気や給水の予熱に利用したり、燃焼用空気や燃料の流量を自動調整すること等によって省エネルギーを実現するボイラー。

<市場規模>

- ボイラーのストック量は約17万台。このうち高性能のものは約1割を占める。※1
- 一方、ボイラーのフローの販売量は2万台前後であり、約3～4割が高性能ボイラーとなっている。※2

※1: ボイラー年鑑、環境省「大気環境に係る固定発生源状況調査結果」より

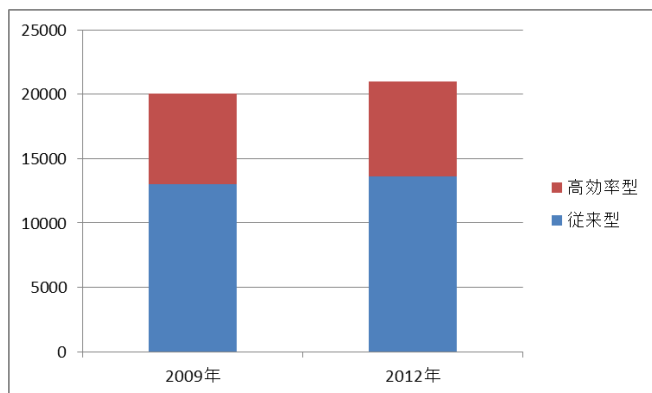
※2: 工業統計調査(経済産業省)及び企業ヒアリングにより

<ポテンシャル評価>

- 現時点の出荷台数では高効率型が約3割程度であり、普及台数に占める割合は1割前後にとどまる。
- 設備投資は景気動向に左右され、またボイラーの利用先の業種は幅広いが中小企業も多いことから、産業の安定成長および設備更新の促進が必須となる。

ボイラーのフロー動向

年間出荷台数(台)

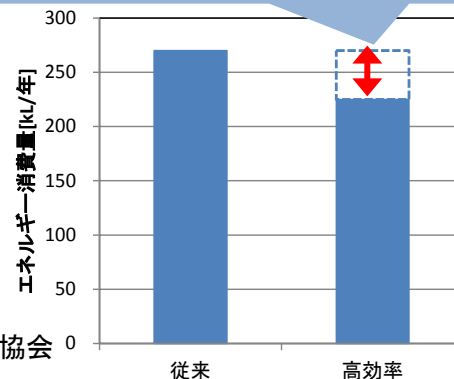


出所) 工業統計調査(経済産業省)及び企業ヒアリングにより試算

高効率ボイラーの省エネ効果の分析例



- 省エネ量: 83kL/年・台
- 運用コスト削減: 160万/年・台
- 産業用ボイラーの価格
 - ・100万円～1000万円程度(中・小型)
 - ・数千万円程度(大型)



出所) 公益社団法人ボイラ・クレーン安全協会

<概要>

- 新築・既築の建築物の空調負荷を低減させ、建築物の省エネ性能向上を図る。

<市場規模>

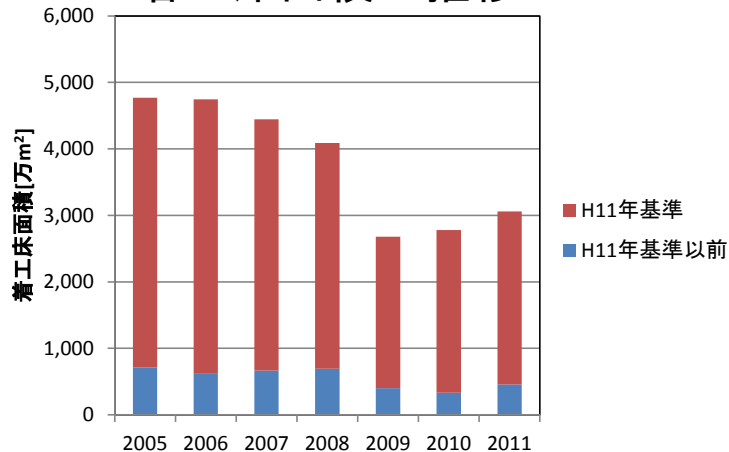
- 着工床面積は2009年度までは減少傾向にあったが、それ以降は回復※¹。省エネ基準(H11年基準)適合率は、省エネ措置の届出義務化(2003.4)、省エネ措置の届出対象拡大(2010.4)等により、約90%(2,000㎡以上の非住宅)に到達※²。

※1: 建築着工統計 ※2: 国土交通省資料より

<ポテンシャル評価>

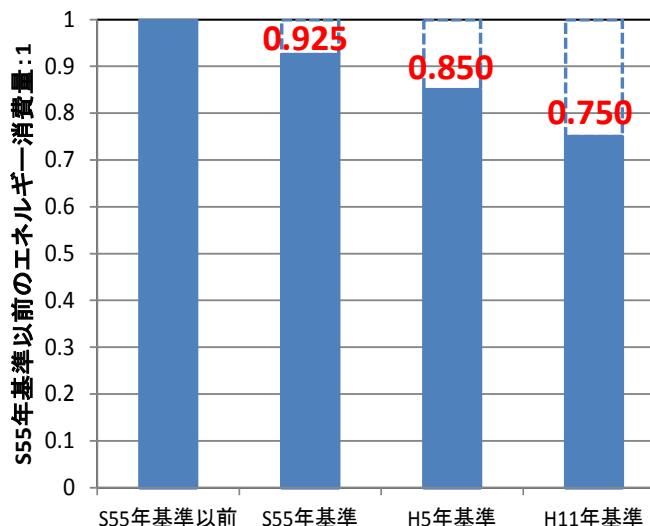
- 新築については省エネ基準適合義務化やZEB実現に向けた取組の加速によって省エネの進展が期待される。
- 一方、既築改修については費用対効果が課題。オフィスビルや商業施設は、空調の温熱需要が小さいため、断熱性能向上による費用対効果が低い。何らかのインセンティブの付与が必要。
- 2020年までに新築で省エネ基準適合が義務化される予定。また、2020年までに新築公共建築物でZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の実現、2030年の新築平均でZEBの実現が目標に掲げられている。

建築物(2,000㎡以上)の 着工床面積の推移



出所) 建築着工統計及び国土交通省資料より作成

省エネ基準別の省エネ効果



H25年基準改正について

- 外皮の断熱性能及び設備性能を総合的に評価するため、一次エネルギー消費量による評価を導入
- 外皮については、別途、性能基準を設定
 - ー 評価方法の見直し
 - ・ 非住宅: PAL*(パルスター)※
 - ・ 住宅: 外皮平均熱貫流率
 - ー 基準値については H11年基準と同水準

※ペリメーターゾーンの年間熱負荷をペリメーターゾーン床面積で除した値

＜概要＞

- 新築・既築の住宅の断熱性能を向上させ、住宅の省エネ性能向上を図る。

＜市場規模＞

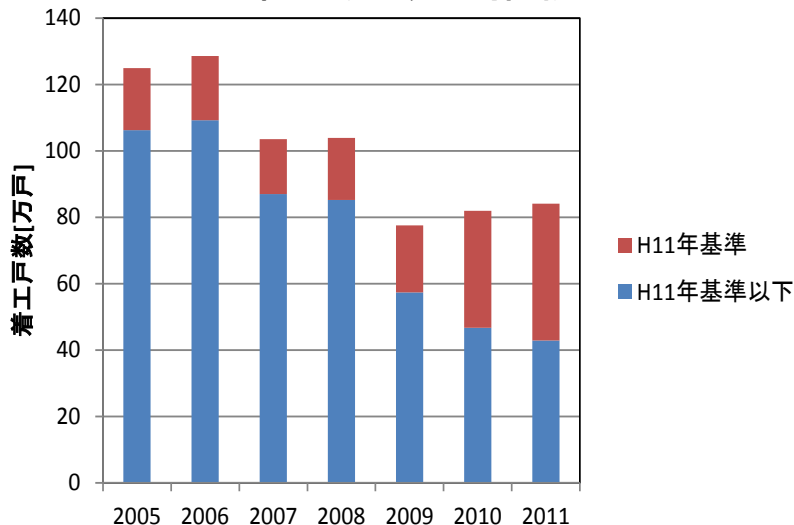
- 着工戸数は2009年度までは減少傾向にあったが、それ以降は徐々に回復(2011年度:約85万戸)※1。省エネ基準(H11年基準)適合率は従前20%未満だったが住宅エコポイントの影響等により約50%まで向上※2。

※1: 建築着工統計 ※2: 国土交通省資料より

＜ポテンシャル評価＞

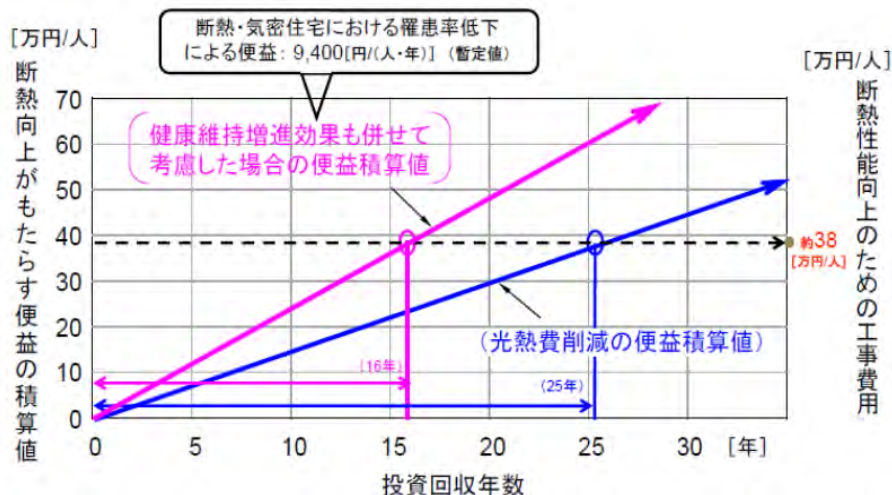
- 新築については省エネ基準適合義務化やZEH実現に向けた取組の加速によって省エネの進展が期待される。
- 一方、既築改修は費用対効果が課題。右下の図で例示されるような快適性・健康性向上等の省エネ以外のメリットもあわせて訴求していく必要。何らかのインセンティブの付与が必要。
- 2020年までに新築で省エネ基準適合が義務化される予定。また、2020年までにZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)を標準的な新築住宅にすること、2030年の新築平均でZEHを実現することが目標に掲げられている。

住宅の着工戸数の推移



出所) 建築着工統計及び国土交通省資料より作成

断熱性能向上の費用対効果(投資回収年数)の分析例



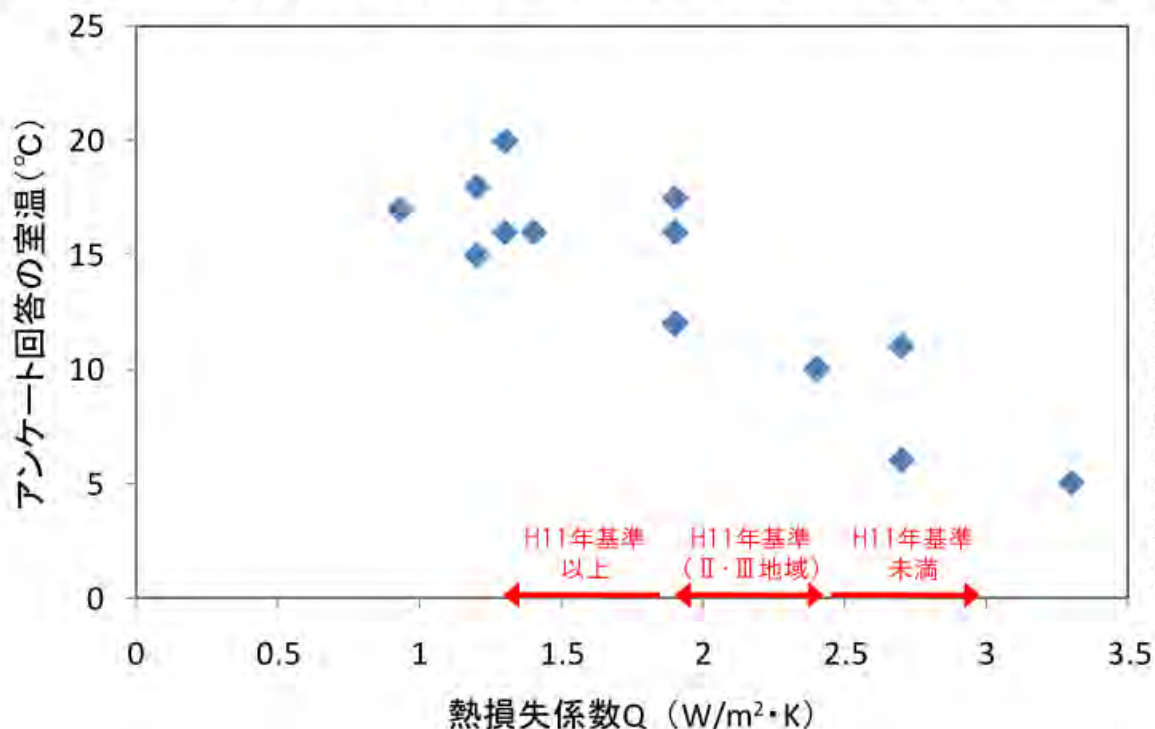
出所) 国土交通省 社会資本整備審議会住宅・宅地分科会資料
伊香賀専門委員発表資料

【参考】住宅における室内生活環境向上の観点

- 住宅における省エネについては、快適性や健康性などの室内環境の確保についても省エネルギー以外のメリット(Non Energy Benefit, NEB)として考慮することが必要。
- 停電時に暖房を使用しない世帯においては、省エネ基準(断熱性能)の違いにより室温低下の状況に顕著な差が見られた。

H11年基準以上の住宅では、被災後暖房器具が使用できない場合でも、室温15℃程度を維持

【停電時に暖房を使用しなかった世帯(被災地)における熱損失係数と室温の関係】



※1: アンケート結果一覧をもとに作成。室温の回答に幅がある場合は、平均値を採用。
なお、H11年基準未滿の住宅のQ値は、H4年基準レベルと仮定。
※2: 青森、岩手、宮城の3県において、3月に実施した調査の結果。グラフには、調査戸数54件のうち、停電後1～5日間の室温に関して定量的な回答があったもののみを記載。なおアンケート回答より、外気温は-5～8℃程度と推測

<概要>

- 従来の白熱灯、蛍光灯に代わるLED・有機ELを用いた高輝度な照明技術により省エネを図る。

<市場規模>

- 白熱灯市場の販売台数(電球ベース)は近年減少傾向にあり、2012年度の販売台数は約9,000万台。種類別内訳としては白熱電球の割合が減少し、電球型蛍光灯・電球型LEDの割合が増加。^{※1}
- 蛍光灯市場の販売台数(照明器具ベース)は、2009年度まで減少傾向にあったが、それ以降はLED器具の販売拡大に伴って回復。2012年度の販売台数は約4500万台。^{※2}

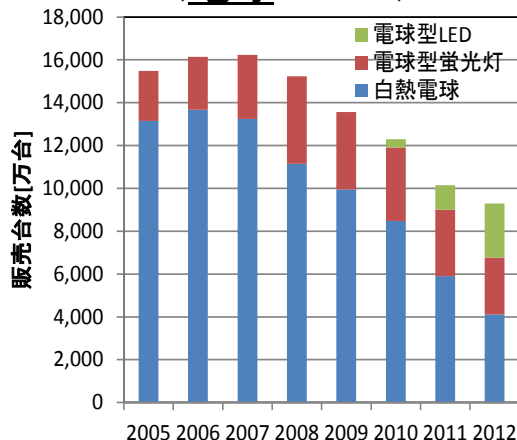
※1: 生産動態統計、(一社)日本照明器具工業会の自主統計等より

※2: 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 照明器具等判断基準WG 最終取りまとめ資料より

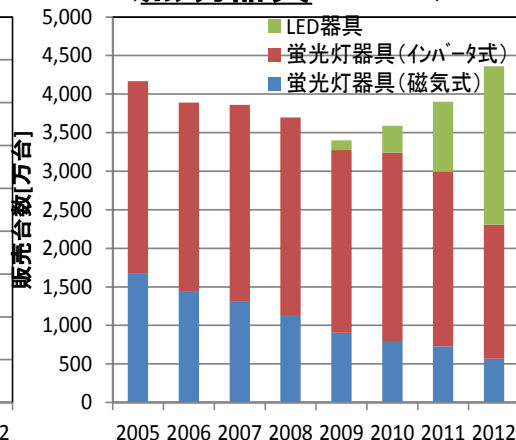
<ポテンシャル評価>

- 足元における急速な普及拡大、トップランナー基準に沿って効率向上の進展を踏まえると省エネポテンシャルは大きい。特に、オフィスや商業施設では照明のエネルギー消費量の内訳が大きく、また照明発熱の低下は冷房負荷削減にも寄与することから、費用対効果が高く、普及が見込まれる。

白熱灯市場の出荷台数
(電球ベース)



蛍光灯市場の出荷台数
(照明器具ベース)



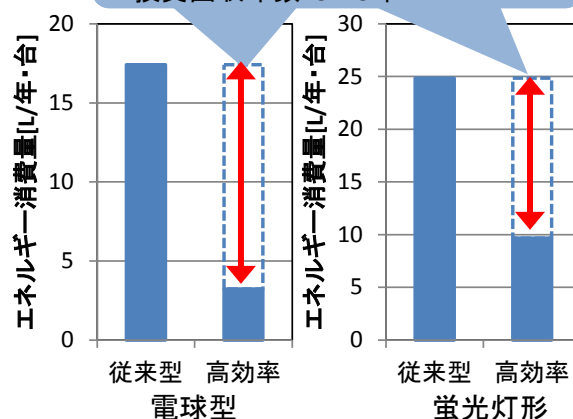
電球型



蛍光灯型

費用対効果の分析例

- 省エネ量: 1kL/年・台
- 運用コスト削減: 3000円/年・台
- 投資回収年数: 3~5年



出所) (左) 生産動態統計、(一社)日本照明器具工業会の自主統計等より作成

(右) 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 照明器具等判断基準WG 最終取りまとめ資料

<概要>

- 自然冷媒ヒートポンプ給湯機、潜熱回収型機器、家庭用燃料電池、太陽熱利用給湯器といった家庭用高効率給湯器により省エネを図る。

<市場規模>

- 家庭用給湯器については世帯当たり1台と仮定すると推計ストック量は5千5百万台程度^{※1}。このうち高効率給湯器は約1割。^{※2}

家庭用給湯器のフローの販売台数は5百万台前後であり、2~3割が高効率給湯器となっている。^{※2}

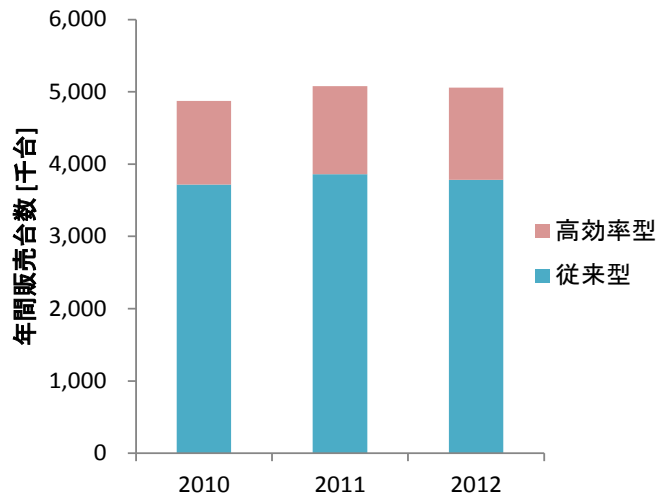
※1: 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数(平成25年3月31日現在)

※2: 生産動態統計、日本冷凍空調工業会、日本ガス石油機器工業会の自主統計より

<ポテンシャル評価>

- 現時点では、高効率給湯器は1割程度普及している。
- 新築住宅における高効率給湯器の進展が見込まれるが、既築住宅における普及が課題。

高効率給湯器のフロー動向



出所: 生産動態統計、日本冷凍空調工業会、日本ガス石油機器工業会の自主統計より作成

CO2冷媒ヒートポンプ給湯機



出所: ヒートポンプ・蓄熱センター

燃料電池



出所: 燃料電池普及促進協会

潜熱回収型給湯器

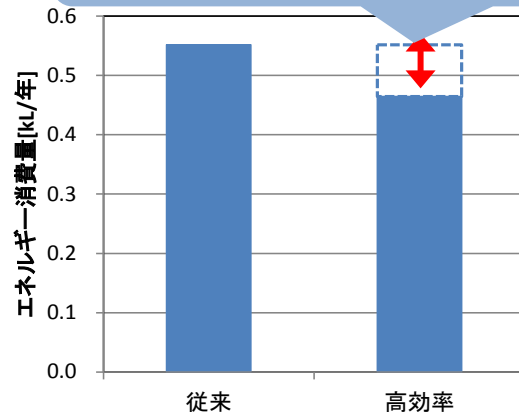


出所: 日本LPガス協会

高効率給湯器(潜熱回収型給湯器)

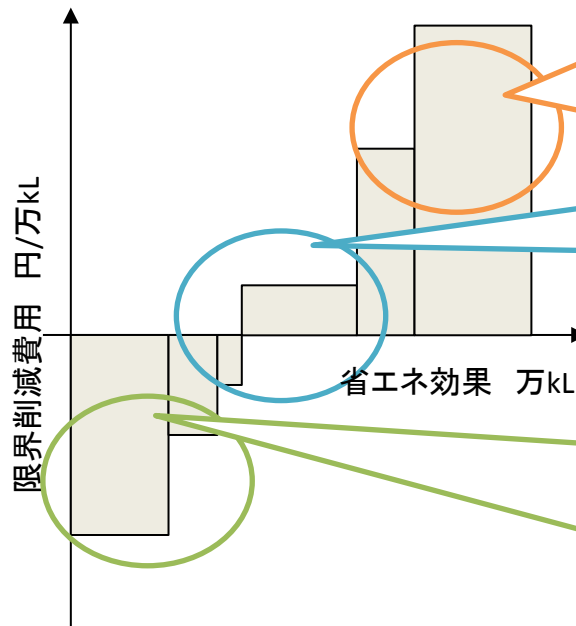
の費用対効果の分析例

- 省エネ量: 0.09kL/年・世帯
- 運用コスト削減: 1.2万円/年・世帯
- 投資回収年数: 3年程度



費用対効果を踏まえた省エネ対策の整理のあり方

- 我が国において徹底した省エネを実現するためには、どれくらいのコストをかけると、エネルギー効率をどの程度改善できるかといった費用対効果の観点が必要。
- 前項で分析したような省エネ対策を限界削減費用*で評価すると、単純に下の図のように大きく3つに分類することが可能。
 - ※限界削減費用：追加的にエネルギー消費量を削減するために要する費用(円/万kl)
- 省エネ対策の費用対効果を一定の整理に基づき評価した上で、費用対効果の水準に応じて、講じるべき施策について検討することが可能。ただし、費用と効果を定量的に算出するにはいくつかの留意点が存在。



i. 自立的な普及が相当難しい対策

- 耐用年数での投資回収が困難
- 普及の初期段階のためイニシャルコスト低減、効率向上が課題であり、技術開発や量産効果による後押しが必要

ii. 条件によっては投資回収が可能のため実施される可能性がある対策

- 運用方法等によっては投資回収が可能
- 導入事例等の増加により、運用方法の確立、知名度向上が必要

iii. 自然体で導入が進むと想定される対策

- 投資回収が可能であり、経済合理性の観点からは自立的に普及が進むと想定される(だが実際には進んでいない)
- 実施を阻害している要因となる「省エネバリア」を分析し、適切な施策を講じる必要

※省エネバリアの例：情報不足、動機の分断、限定合理性、資金調達力、隠れた費用、リスク 等

- 各対策の費用対効果の評価結果は、費用および効果の定義によって変わりうる。
- このため、一見、費用対効果が高く、経済合理性の観点から自然体で導入が進む水準と評価されるような対策(前頁の「iii 自然体で導入が進むと想定される対策」)であっても、下表に示すような省エネバリアの存在により、実施されないケースが存在。
- 具体的な施策を検討していく上では、こうした省エネバリアも踏まえて各対策の費用対効果の評価することが必要だが、単純に定量化することはできない。

省エネ対策の普及を阻害するバリアの例

省エネバリア	概要
① 情報不足	省エネ機会に関する情報欠如により、経済性に優れた機会が見過ごされる可能性がある。
② 動機の分断	導入者が省エネ対策の便益を享受できないと省エネ機会が無視される可能性がある。
③ 限定合理性	時間、情動的処理能力の限界により、正しい意思決定が行われず省エネ機会が無視される可能性がある。
④ 資金調達力	内部資金が不足し、外部資金調達が困難な場合、投資が停滞する可能性がある。
⑤ 隠れた費用	省エネ対策に関する情報探索や交渉等の取引にかかる費用等の存在により、省エネ対策の導入を妨げる可能性がある。
⑥ リスク	新たな技術への信頼性が低い等の理由により、省エネ投資のリスクが高く評価される可能性がある。

- 費用対効果を算出する上で、対策の評価、施策の評価の各々について、下記のように費用の種類が様々ある中で、費用としてどこまでを計上範囲とするかは、明確になっていない。

費用の種類

	費用項目	概要
①	機器導入費用	機器本体の設備費用
②	その他の初期費用	設置工事費、人件費、不可欠設備(補機、配管等)に係る費用
③	ランニング費用	運転管理費、保守メンテナンス費等
④	隠れた費用	省エネ対策に関する情報探索や組織内での意思決定手続き等に要する取引費用、対策のために生産ラインを一時停止することによる損失等の機会損失費用
⑤	需要家には発生しない 広義の間接費用	FCVにおける水素ステーション等の関連基盤インフラ費用等

- 省エネ対策の内容によって、当該対策を講じた場合に得られる効果・便益は必ずしも光熱費削減のみにとどまらず、快適性・健康性向上など省エネルギー以外のメリット(Non Energy Benefit, NEB)も考えられる。
 - 現時点では、NEBの定量的な評価手法についてはオーソライズされたものは存在しない。
 - しかし、省エネ対策の普及を促進していく上では重要な視点。
 - IPCC報告書でも言及されるなどNEBに対する国際的関心は高まっており、定量評価する研究がなされている。

断熱性能向上がもたらすNEBの例

主体	NEB
居住者	<ul style="list-style-type: none"> • 健康性向上 • 快適性向上 • 遮音性向上 • 安全性向上、 • メンテナンス費用削減 • 知的生産性向上
住宅産業	<ul style="list-style-type: none"> • 建物の付加価値の増加 • CSRの推進
行政・社会	<ul style="list-style-type: none"> • 医療費の削減 • 環境政策推進への貢献 • 環境政策に対する市民の意識向上 • 産業活性化の推進・雇用創出

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)報告書(2014.4)におけるNEBに関連する記載

	NEBに関連する記載
1)	建物の低炭素化対策のほとんどは、 <u>エネルギー費用の削減に加えて考慮に値するさまざまなコベネフィットを提供。</u>
2)	これらのコベネフィットは、 <u>エネルギーセキュリティの向上、健康改善(例えば、より汚染の少ない調理用木材ストーブの効果)、環境面での成果、オフィスの知的生産性向上、エネルギー貧困の削減および雇用増加等。</u>
3)	<u>これらのコベネフィットを貨幣換算する研究がなされている。その結果によれば、コベネフィットの総計はしばしばエネルギー費用の削減額を超過し、さらに、climate benefitsを上回る可能性があることが示されている。</u>

費用対効果に関する留意点 ④ 評価する期間

- 機器導入等によって得られる省エネ効果をどの期間まで見込むことがよいかについても論点。
 - 機器の法定耐用年数や使用年数とする場合、需要家が投資回収できるかという観点から一律で3年とする場合等がある。

◆ 将来にわたって光熱費削減等で得られる省エネメリットを現在価値換算する際、割引率※といたった値を用いることがある。

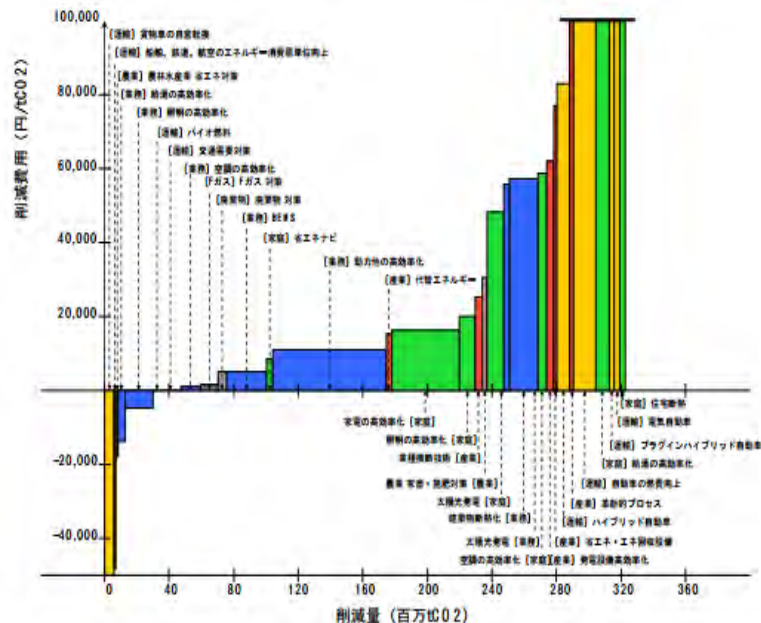
※今後得られる収益や将来における価値を現在価値に換算する時に用いる値

- コスト等検証委員会で用いられている代表的な割引率は3%。
- 欧米諸国では、民間資本の収益率の水準を意識して、比較的高めの水準(4~8%)を用いることが推奨されている。

評価期間の違いによる限界削減費用の分析事例(国立環境研究所)

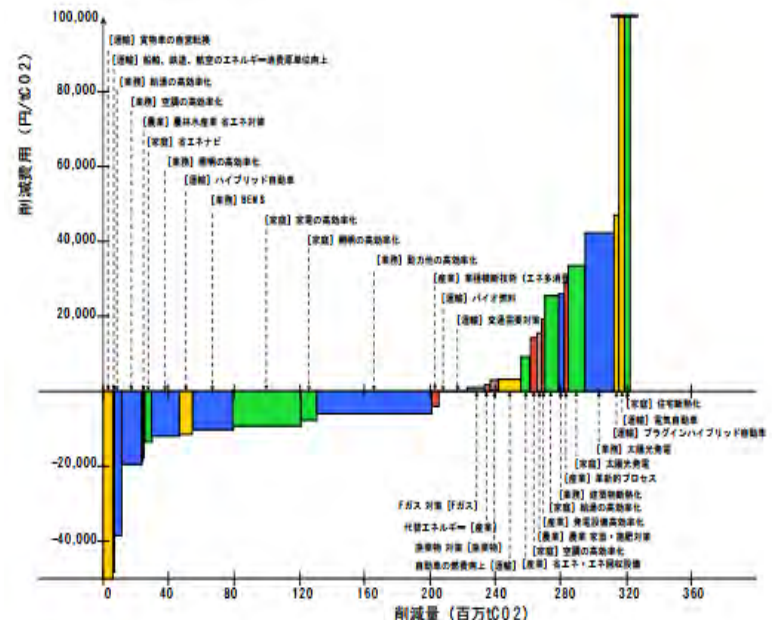
投資回収年数を3年とする場合

(※PV(太陽光発電)、住宅・建築物断熱:10年)



投資回収年数を8年とした場合

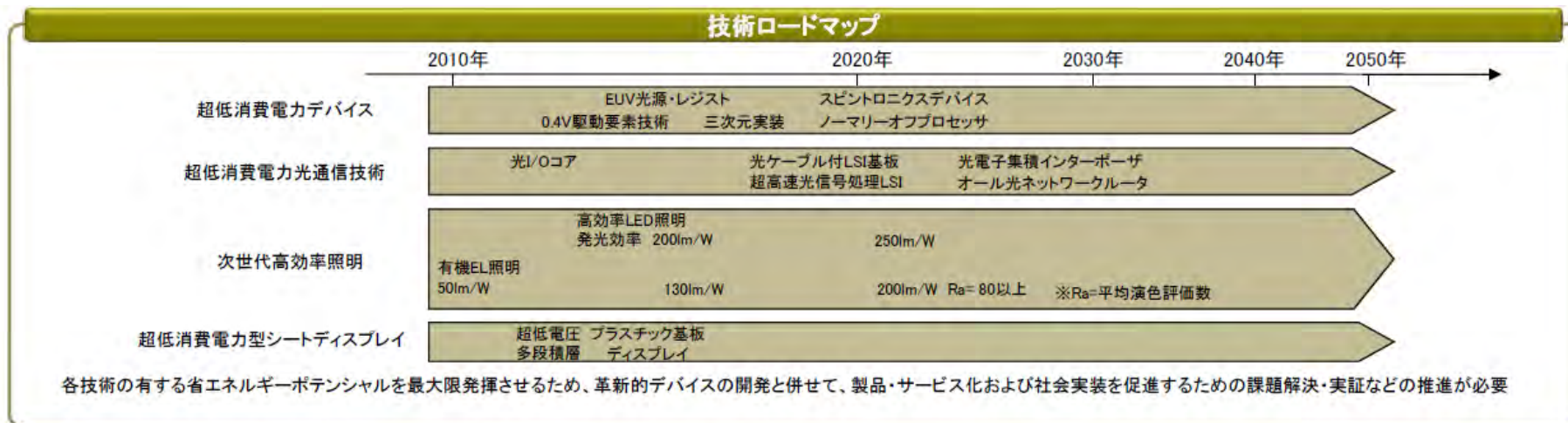
(※PV:12年、建築物断熱:15年、住宅断熱:17年)



3. (2) 費用対効果に関する留意点 ⑤ コスト低減や効率改善の見込み

- 費用対効果を評価するにあたり、将来に価格低減や効率改善が見込めるものをどのように織り込むかも論点。
 - 将来に渡ってのコスト低減や効率改善を累積的に盛り込むことで、技術自体の将来性等を評価できる一方、コスト低減を含む技術開発そのものの不確実性を伴う。

将来の技術開発の見通し(情報機器、照明、ディスプレイの場合)



出所)環境エネルギー技術革新計画

【参考】省エネ施策の費用対効果の考え方

- 対策の費用対効果に鑑み、具体的な省エネ施策を検討する際には、更に、直接的に政府が負担する政策コストでみるか、それとも需要家側が対策の実施に当たり負担する需要家コストでみるか、について整理が必要。
 - 政策コスト
 - 政府が実施する各種省エネ施策に係る費用。(需要家が負担した機器導入に係る費用は計上対象とならない。)
 - 社会的コスト
 - 機器導入に要する対策費用。

費用対効果を評価する際の視点(省エネ補助金の場合)

費用項目	需要家	政策コスト	社会的コスト
回避費用		+(便益)	+(便益)
対策費用	-(費用)		-(費用)
プログラム運営費		-(費用)	-(費用)
補助金	+(便益)	-(費用)	
エネルギー料金削減	+(便益)		

【参考】省エネ施策の手法と費用対効果の考え方

- 対策に対する具体的な省エネ施策としては①経済的支援、②情報提供、③規制的手法があげられる。
- 対策後との正確な費用対効果が算出できるのであれば、適切な施策の累計を検討することも可能だがその定量的評価が難しい。

施策の類型化

施策の種類	具体例
①経済的支援	<ul style="list-style-type: none">• エネルギー使用合理化等事業者支援補助金• ZEB・ZEH・高性能建材への補助
②情報提供	<ul style="list-style-type: none">• 中小企業向けの省エネ・節電診断
③規制的手法	<ul style="list-style-type: none">• 省エネ法による規制(定期報告、原単位削減努力)• トップランナー規制