

研究論文

都道府県を対象とした家庭部門CO₂削減方策の定量評価 — 岩手県への家庭用高効率エネルギー機器導入ケース

Quantitative Analysis of Energy Efficiency Strategy on CO₂ Emissions in the Residential Sector in Japan
— Case Study in Iwate Prefecture

芦名 秀一*・中田 俊彦**

Shuichi Ashina Toshihiko Nakata

(原稿受付日2005年11月24日, 受理日2006年4月17日)

Abstract

This research examines economics of energy efficiency strategies for reducing CO₂ emissions in the residential sector in Japan on the ground of regional characteristics. In the study, we have selected the residential sector in Iwate prefecture, which is a representative rural area in Japan. In order to promote popularization of energy efficiency appliances, the prefectural government is presumed to pay back a part of the difference between energy efficiency and conventional appliances for purchasers. As a beginning, we discuss the effect of prefectural financial support for their residents, assuming that the prefectural government makes payment for their residents via self-sponsored funds. Then, the effect of carbon tax refund on the reduction of CO₂ emissions is examined. It is found from the results that, with half of prefectural residents using high efficiency appliances, CO₂ emissions in the residential sector in the year 2020 decreases from BAU scenario, 0.726 Mt-C, to 0.674 Mt-C. However, Iwate prefectural government expends 12.6 billion JPY annually, which corresponds to 1.5% of total tax revenue in the year 2003. Carbon tax refund encourages the additional reduction of CO₂ emissions effectively. In the case of 2,400 JPY/tC carbon tax, which is proposed by the Ministry of the Environment, carbon tax refund leads to the reduction of residential CO₂ emissions from 0.726 Mt-C to 0.712 Mt-C.

1. 序論

本研究では、地方県の家庭部門を対象として、家庭用高効率エネルギー機器導入によるCO₂削減効果および費用対効果を、エネルギー経済モデルを用いて評価する。評価結果をもとに、地域特性を生かし、かつ経済性にも優れた地方県家庭部門でのCO₂抑制方策を明らかにする。

わが国家庭部門のCO₂排出量は、1990年の35.2Mt-Cから2003年には50.5Mt-Cへと急激に増加しており、平均2.8%/年¹⁾にて増加している。産業部門のマイナス0.1%/年、業務部門の1.4%/年、運輸部門の1.6%/年とそれぞれ比較してもきわめて大きく、家庭部門でのCO₂削減が急務である。

家庭部門でのCO₂削減に要する費用は、産業部門等と比べて高価であり、費用対効果を考慮することが重要である。環境省中央環境審議会の試算²⁾では、家庭用ヒートポンプ給湯器のCO₂削減単価は30万円/tC、太陽光発電では34万円/tCであるが、産業部門のCO₂削減単価は5～7万円である。

CO₂削減方策の効果は、エネルギー消費量や産業構造などの地域特性に大きく影響され、地域特性を反映した独自評価が重要である。高橋ら³⁾、樋本⁴⁾は、家庭部門の電力需要を対象とし、CO₂削減方策のエネルギー消費量およびCO₂排出量への影響を明らかにした。増田ら⁵⁾、田中ら⁶⁾は、家庭用ガスコジェネレーションシステムの実証試験を通して、省エネルギー性能および経済性を評価している。これらの研究の多くでは、全国平均や大都市圏の世帯を対象としており、地域特性を考慮してCO₂削減方策の定量評価を行った事例は少ない。

家庭部門のCO₂削減にあたっては、都道府県の中でも地方県の果たす役割が大きい。図1に、人口集中地区人口比率と世帯あたり家庭部門CO₂排出量の関係を示す。人口集中地区人口比率とは、都道府県人口のうち人口密度が4千人/km²以上かつ、域内人口が5千人以上の地域に居住する割合を示す。

本研究では、人口集中地区人口比率が50%以上の都道府県を都市圏、50%未満を地方県と定義する。世帯あたり家庭部門CO₂排出量は、全国平均では1.08tC/世帯¹⁾であり、都市圏平均は0.91tC/世帯である。地方県平均は1.16tC/世帯であり、都市圏と比べて27%も高い。

* (独)国立環境研究所 地球環境研究センター温暖化対策評価研究室
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

E-mail: ashina.shuichi@nies.go.jp

** 東北大学大学院工学研究科技術社会システム専攻教授

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-11-815

E-mail: nakata@cc.mech.tohoku.ac.jp

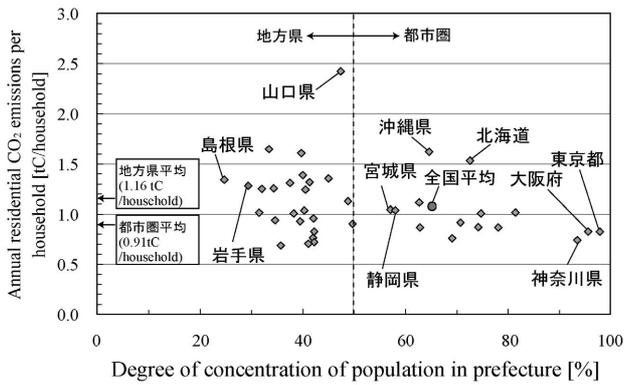


図1 人口集中地区人口比率および世帯あたり家庭部門CO₂排出量 (出典：総務省統計局^{7), 8)}, 岩手県⁹⁾, 他)

地方県の世帯数は、都市圏と比べると少ないが、家庭部門CO₂排出量にて比較すると、地方県の占める割合が大きい。2003年度のわが国の世帯数は4,984万世帯⁷⁾である。都市圏は3,050万世帯、地方県は1,930万世帯であり、地方県は総世帯数の39%にすぎない。しかし、2003年度のわが国家庭部門CO₂排出量50.5Mt-Cのうち、都市圏は24.0Mt-Cであるが、地方県は26.5Mt-Cと、地方県が52%を占める。

本研究では、典型的な地方県である岩手県をフィールドとして、家庭用高効率エネルギー機器導入方策のCO₂削減量および削減単価を検討する。

2. 都道府県別のCO₂排出量の現状

2.1 部門別CO₂排出量から見た都道府県類型

部門別CO₂排出量を都道府県ごとに調査して、図2にまとめた。部門別CO₂排出量は都道府県ごとに大きく特性が異なる。日本全体では、2003年度では産業部門が46%を占めており、民生部門が32%、運輸部門が23%の順となる¹⁾。岡山県では、産業部門が80.5%¹²⁾ときわだって高い。東京都は、民生部門が58%を占めており、産業部門は10%にすぎない¹³⁾。岩手県では、産業部門が40%を占めており、民生部門が32%、運輸部門が28%と続く⁹⁾。

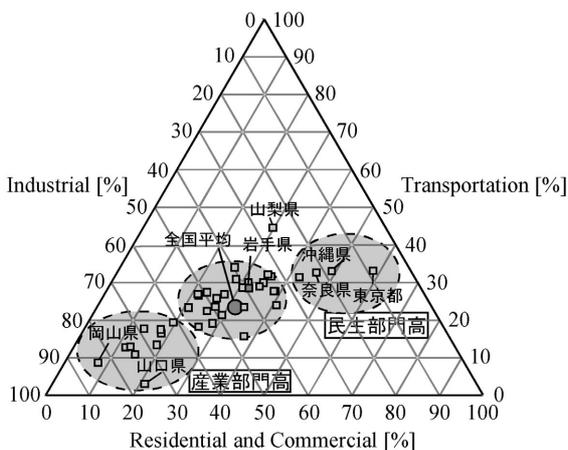


図2 都道府県の部門別CO₂排出量 (出典：岩手県¹⁰⁾, 大阪府¹¹⁾, 他)

2.2 岩手県のエネルギー消費量およびCO₂排出量の現状

岩手県の総エネルギー消費量は、1999年には 1.90×10^{11} MJ¹⁰⁾であり、日本全体のエネルギー消費量 2.29×10^{13} MJ¹⁾の0.8%に相当する。部門別では、産業部門が総エネルギー消費量の29%を占めており、運輸部門が25%、家庭部門が22%¹⁰⁾と続く。産業部門では、農林水産業と窯業・土石業の割合が大きく、それぞれ産業部門の18%、45%を占める。

県全体のCO₂排出量は、2000年では3.19Mt-C¹⁴⁾であり、全国のCO₂排出量の1%を占める。部門別では、産業部門が1.30Mt-Cともっとも大きく、つぎに運輸部門が0.88Mt-C、家庭部門が0.62Mt-C、業務部門が0.40Mt-Cの順となる。県全体でのCO₂排出量の増加率は、1990年～2000年にかけてプラス3%である。産業部門ではマイナス8%であるが、運輸部門はプラス21%、家庭部門はプラス18%、業務部門はプラス24%と大きく増加している。

3. 解析方法

3.1 岩手エネルギー経済モデル

本研究では、エネルギー経済モデルのひとつであるMETA・Net^{15), 16)}を岩手県に適用して解析を行った。具体的には、岩手県のエネルギー需給構造にもとづいて岩手エネルギー経済モデル(図3)を作成し非線形最適化を行い、CO₂削減方策のCO₂削減量および費用対効果を評価する。本モデルでは、エネルギー需要家サイドに着目しており、他県との相互作用はないと考え、県内のエネルギー需給システムのみを対象とした。

モデルでは、エネルギー需給システムを19個のエネルギー最終需要家ノード、25個の資源ノード、144個のエネルギー変換ノードに分類した。発電部門では系統電力(東北電力株)に加えて、特定規模電気事業者を考慮した。系統電力では、発電構成は考慮せず需要家ごとの電力価格の違いを反映させた。

エネルギー最終需要は、農林水産業、窯業・土石業、その他産業部門、家庭部門、業務部門、運輸部門の6部門を設けた。家庭部門では、エネルギーの利用形態にもとづいて暖房需要、冷房需要、給湯需要、調理需要、動力需要、照明需要の6部門に分類した。

解析期間は、2000年～2020年までの20年間を1年刻みとする。なお、本モデルは適切なデータを入力することによって、他地域へも適用可能である。

3.2 将来エネルギー需要の想定

産業部門、業務部門および運輸部門の最終エネルギー需要と需要増加率は、岩手県の実績値¹⁰⁾をもとに、将来にわたり現在の増加傾向が維持されると仮定した。

家庭部門では、エネルギー需要の実績値をもとに岩手県のエネルギー消費特性¹⁰⁾と従量電灯電力量の構成比¹⁷⁾にも

とづいて、各エネルギー需要量を算定した。需要増加率は世帯あたり用途別エネルギー消費量が近年ほぼ一定である¹⁾ので、世帯増加率と等しいと設定する。解析に用いた初期エネルギー需要、需要増加率、価格弾力性を表1に示す。

4. 解析シナリオおよび前提条件

4.1 解析シナリオ

家庭用高効率エネルギー機器の多くはすでに市場に導入されているものの、設備費が従来型エネルギー機器よりも高額であるために普及は進んでいない。そこで、具体的な方策として高効率エネルギー機器の購入者に従来型エネルギー機器との差額の一部を補助すると想定する。

本研究では、高効率エネルギー機器購入者への補助金の財源によって、以下の3シナリオを設けた。

(1) 現状維持シナリオ (Business As Usual, BAU)

本シナリオでは、岩手県は家庭用高効率エネルギー機器の購入者へ補助金は支出せず、現在の地球温暖化政策を今後も維持するとした。本シナリオを標準シナリオとする。

(2) 県自主財源シナリオ (Self-sponsored Funds scenario, SF)

岩手県の既存歳入財源から、家庭用高効率エネルギー機器購入者への補助金を支出するシナリオである。歳出額に上限は設けない。補助率は高効率エネルギー機器と従来型エネルギー機器の設備費の差額の0% (BAU)~100% (全額補助)の間を20%刻みにて5ケース設定した [SF (20%), SF (40%), SF (60%), SF (80%), SF (100%)].

(3) 炭素税シナリオ (Carbon Tax scenario, CT)

日本全体での炭素税課税を想定したシナリオである。本

表1 岩手県の将来エネルギー需要の想定

	初期需要 ^{10),17)} (MJ)	増加率 ^{10),18)} (%/year)	価格弾力性 ¹⁹⁾ (-)
農林水産業			
熱需要	4.90×10 ⁹	-0.020	-0.380
電力需要	8.39×10 ⁸	0.025	-0.380
窯業・土石業			
熱需要	1.42×10 ¹⁰	-0.017	-0.270
電力需要	1.08×10 ⁹	-0.044	-0.270
その他産業部門			
熱需要	8.68×10 ⁹	0.013	-0.250
電力需要	8.36×10 ⁹	0.013	-0.250
家庭部門			
暖房需要	2.03×10 ¹⁰	0.004	-0.250
冷房需要	8.70×10 ⁸	0.004	-0.400
給湯需要	6.12×10 ⁹	0.004	-0.650
調理需要	1.27×10 ⁹	0.004	-0.400
動力需要	4.86×10 ⁹	0.004	-0.180
照明需要	1.36×10 ⁹	0.004	-0.180
業務部門			
熱需要	5.51×10 ⁹	0.015	-0.560
電力需要	9.14×10 ⁹	0.025	-0.560
運輸部門			
旅客輸送	6.33×10 ^{6*}	0.005	-0.080 ²⁰⁾
バス	3.79×10 ^{5**}	-0.030	-0.080 ²⁰⁾
鉄道	3.25×10 ^{5**}	-0.005	-0.080 ²⁰⁾
貨物輸送	3.04×10 ^{6**}	0.020	-0.080 ²⁰⁾

*unit = kilo-passenger mile
**unit = kilo-ton mile

シナリオでは、炭素税収の無還元ケースと、炭素税収を家庭用高効率エネルギー機器購入者への補助金として還元する、税収還元ケースの2ケース設けた。環境省は、炭素税収を温暖化対策の財源に用いるとしている²¹⁾。そこで、税収還元ケースでは、家庭部門からの炭素税収額を高効率エネルギー機器の購入者へ補助金として配分すると想定した。

炭素税額は、環境省が示している2,400円/tCO₂²²⁾のケースに加えて、先進導入国であるスウェーデンを参考にして、20,000円/tCO₂²³⁾のケースを設定した。課税および補助金の支

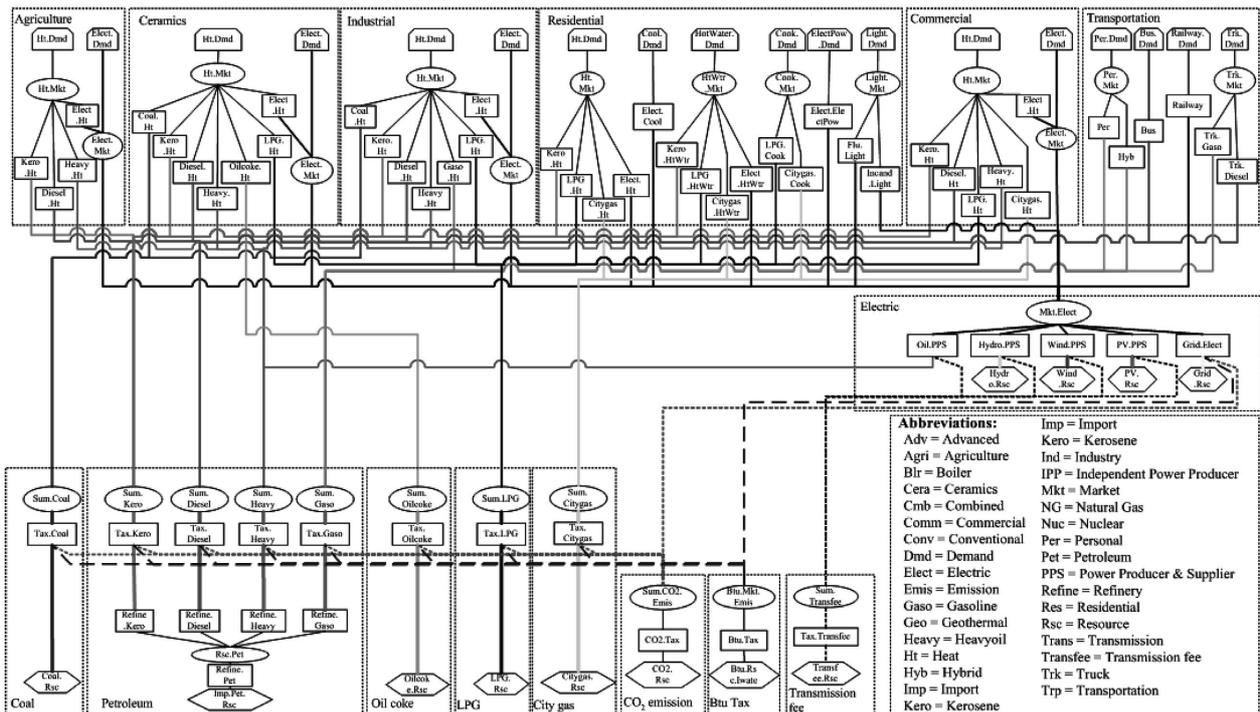


図3 岩手エネルギー経済モデルの概要

表2 家庭用高効率エネルギー機器の仕様および価格感応度

	価格 (円/kW)	効率 (%)	寿命 (年)	価格感応度 (-)
暖房需要				
灯油ストーブ				5.5
従来型	63,000	86.0	10	
高効率型	94,000	87.0	10	
エアコン				5.5
従来型	132,000	5.28*	10	
高効率型	227,000	6.16*	10	
給湯需要				
石油給湯器				4.5
従来型	15,000	86.0	15	
高効率型	18,000	87.5	15	
ガス給湯器				4.5
従来型	13,600	81.5	15	
高効率型	17,000	83.5	15	
電気温水器				4.5
従来型	17,400	90.0	15	
高効率型	54,000	3.71*	15	
調理需要				
ガスレンジ				3.0
従来型	5,300	53.5	10	
高効率型	8,000	57.7	10	
照明需要				
蛍光灯				4.0
従来型	50	87.10**	10	
高効率型	100	102.73**	10	

*COP値

**Unit = lm/W (lumen/Watt)

出はいずれも2005年から開始する。炭素税額20,000円/tCのケースでは、経済活動への影響を緩和するために2005年～2010年にかけて段階的に課税額を引き上げるとした。

4.2 前提条件

国が定めているトップランナー基準²⁴⁾から、エアコン、ストーブ、ガス調理機器、ガス温水機器、石油温水機器、電気温水機器、蛍光灯器具の7種類の家庭用高効率エネルギー機器を対象とする。

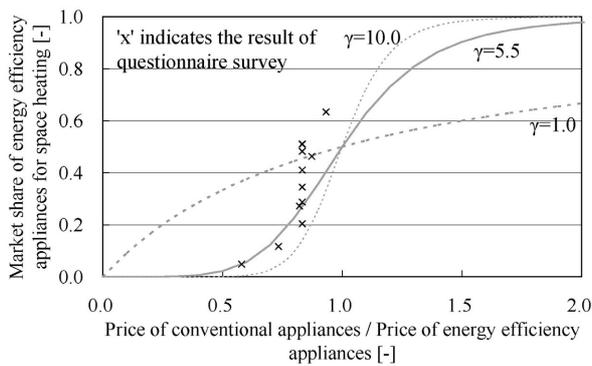


図4 岩手県家庭部門の暖房需要における市場占有関数

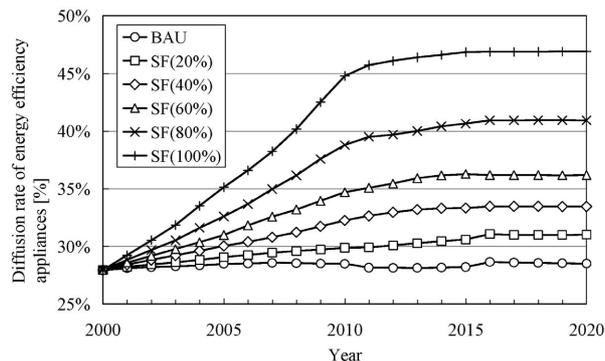


図5 高効率エネルギー機器への補助金と普及率の関係

各機器の価格および熱効率は、岩手県²⁵⁾と国²⁾の資料にもとづき設定し、不十分な箇所については筆者らが市場調査結果を行い、補足した(表2)。

本研究では、市場占有関数 (Market share function)²⁶⁾を用いて、高効率エネルギー機器への補助金による機器普及率を評価する。需要家は機器コストの相対値にもとづいて機器を選択すると仮定する。市場占有関数を(1)式に示す。

$$\text{Share of energy efficiency appliance} = \frac{P_h^{-\gamma}}{P_c^{-\gamma} + P_h^{-\gamma}} \dots (1)$$

P_h, P_c はそれぞれ高効率エネルギー機器、従来型エネルギー機器のコスト、 γ は価格感応度 (price sensitivity) を表す。機器のコストは、設備費、運転維持費、燃料費を含む。価格感応度が高い場合には、消費者の多くが安価な製品を選択する状況を表す。反対に、価格感応度が低くなるにしたがって、高価な製品を購入する消費者の割合が増加する。市場ごとの価格感応度は、自治体のアンケート調査^{10), 13), 27~29)}をもとに設定した(表2)。アンケート調査では、地域にかかわらず一定の傾向が得られたため、全国平均値を用いた。暖房需要での市場占有関数を一例として図4に示す。

5. 結果および考察

5.1 家庭用高効率エネルギー機器への補助金による普及率およびCO₂排出量の変化

県自主財源シナリオでの、高効率エネルギー機器普及率の変化を図5に示す。家庭用高効率エネルギー機器と従来型エネルギー機器の差額を補助することによって、高効率エネルギー機器の普及率は向上する。とくに、本研究で対象としたエネルギー機器の寿命が10年～15年であるため、おもに2000年～2010年にかけて普及率が上昇する。BAUシナリオでは、高効率エネルギー機器の普及率は28%と変化しない。差額を全額補助 (SF (100%)) すると、高効率エネルギー機器の普及率は2010年には45%に上昇する。

岩手県の総世帯数は48.8万世帯¹⁸⁾である。BAUシナリオでは、高効率エネルギー機器は14万世帯に導入される。差額を全額補助すると、高効率エネルギー機器の導入世帯数は毎年8千世帯ずつ増加して、2020年には22万世帯となる。

表3に、県自主財源シナリオでの家庭部門の設備容量を機器の燃料源別に示す。高効率エネルギー機器への補助金を増額すると、電力機器および都市ガス機器の設備容量が増加して、灯油およびLPG機器の設備容量が低下する。需

表3 県自主財源シナリオでのエネルギー源別設備容量 (MW, Yr. 2020)

シナリオ	県自主財源シナリオ					
	BAU (0%)	20%	40%	60%	80%	100%
灯油	632	610	583	563	554	532
LPG	95	94	91	83	83	78
都市ガス	25	26	29	30	33	37
系統電力	325	343	348	362	385	409

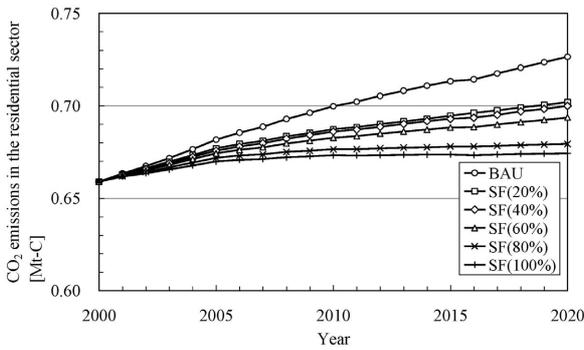


図6 家庭用高効率エネルギー機器購入への補助金とCO₂排出量の関係

要別に見ると、暖房需要および給湯需要にて灯油から電力への燃料転換が起こる。また、調理需要では、LPGから都市ガスへの燃料転換が起こる。

つぎに、図6に差額の補助による家庭部門CO₂排出量の変化を示す。BAUシナリオでは、2000年の0.659Mt-Cから、2020年には0.726Mt-Cに増加する。差額を補助するとCO₂排出量は抑制できて、全額補助するケース(SF(100%))では、2020年には0.674Mt-Cまで削減できて、BAU比マイナス7.2%となる。しかし、京都議定書目標達成計画での2010年の家庭部門CO₂削減目標は1990年比プラス6%であり、差額を全額補助しても削減目標の達成は困難である。

高効率エネルギー機器普及率の向上には、新築住宅での高効率エネルギー機器の設置も効果的である。岩手県での新築住宅の建設着工戸数は、毎年約5,000戸¹⁸⁾である。すべての新築住宅にて高効率機器を導入すると仮定すると、高効率機器の普及率は、2010年には40%まで向上して、家庭部門のCO₂排出量はBAU比マイナス6.5%まで削減できる。

5.2 家庭用高効率エネルギー機器普及方策の費用対効果

図7に、県自主財源シナリオでの家庭用高効率エネルギー機器の普及率と、世帯あたり年間エネルギー支出および岩手県の年間歳出額の関係を示す。設備費は、割引率3%

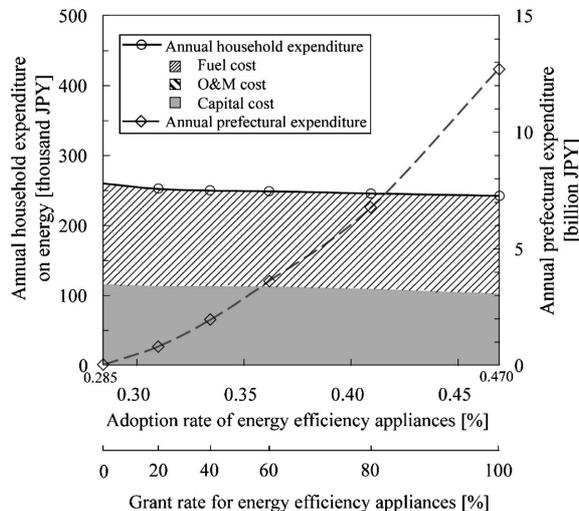


図7 家庭用高効率エネルギー機器普及率と世帯あたり年間エネルギー支出および岩手県年間歳出額の関係

表4 県自主財源シナリオでのCO₂排出量および削減単価

シナリオ	BAU	県自主財源シナリオ				
補助率	(0%)	20%	40%	60%	80%	100%
CO ₂ 排出量 (2020年) [Mt-C]	0.726	0.702	0.700	0.694	0.679	0.674
総CO ₂ 削減量 (2000-2020) [Mt-C]	0.000	0.247	0.276	0.342	0.477	0.540
岩手県の年間歳出額 [10 ⁸ JPY]	0	8	19	36	67	126
CO ₂ 削減単価 [10 ⁴ JPY/tC]	-	7.0	14.5	22.0	29.5	49.0

にて減価償却した値を用いた。

世帯あたりの年間エネルギー支出では、設備費と燃料費がそれぞれ半分を占める。差額を補助すると、設備費と燃料費のいずれも抑制できて、年間エネルギー支出は削減できる。高効率エネルギー機器の設備費は、従来型機器と比べて高価である。しかし、BAUシナリオでも、約3割の世帯が高効率エネルギー機器を導入するという結果が得られている。差額の補助によって、これらの世帯に加えて、新たに高効率エネルギー機器を導入する世帯が増加する。岩手県からの補助金は、BAUシナリオにて導入する世帯へも均等に配分され、設備費は抑制できる。

岩手県の年間歳出額は、高効率エネルギー機器の普及率とともに増加する。差額を全額補助するケース(SF(100%))での岩手県の歳出額は年間126億円である。2003年度の岩手県歳入は8,485億円¹⁸⁾であり、歳出額は歳入の1.5%に相当する。しかし、地球温暖化対策を担当する環境生活部の予算は、平成17年度当初予算では80億円³⁰⁾に過ぎず、全額補助には予算を158%に増額する必要がある。担当部局が独自に差額補助政策を講じることは困難であると思われる。

つぎに、自主財源シナリオでのCO₂削減単価を表4に示す。CO₂削減単価は、2000年~2020年間の歳出額およびCO₂削減量の総計をもとに算出した。岩手県の歳出額は、割引率3%にて現在価値に換算して求めた。補助率が高くなるにつれて、CO₂削減単価は大きく増加する。差額の20%を補助するケースのCO₂削減単価は7万円/tCであるが、全額補助では49万円/tCとなる。環境省の試算した家庭部門でのCO₂削減方策の削減単価²⁾は30万円/tC~34万円/tCであり、自主財源シナリオの費用対効果は比較的高い。地方県では、従来型エネルギー機器から高効率エネルギー機器への置換だけではなく、灯油から電力、LPGから都市ガスという、炭素含有量の低い燃料源への燃料転換が起こり、都市圏と比較してCO₂削減量は大きく、費用対効果が向上する。

5.3 炭素税収還元によるCO₂排出量削減効果

炭素税シナリオでの家庭部門CO₂排出量の変化を図8に示す。炭素税課税によってCO₂排出量は削減できる。税収無

還元時には、炭素税額2,400円/tCでは2020年のCO₂排出量は、0.726Mt-C (BAU) から0.716Mt-Cに減少する。20,000円/tCのケースでは、0.685Mt-Cに減少する。

炭素税収を考えると、炭素税額2,400円/tCでは、県全体では毎年49億円の税収が得られて、家庭部門の税収は9.5億円となる。20,000円/tCのケースでは、県全体での炭素税収は毎年370億円となり、家庭部門の税収は69億円である。炭素税額2,400円/tCのケースでは、世帯あたりの炭素税支払額は1,950円/世帯・年となる。環境省の試算結果では、3,000円/世帯・年である²¹⁾。また、20,000円/tCのケースでは、世帯あたり炭素税支払額は14,000円/世帯・年となる。

炭素税収を家庭用高効率エネルギー機器購入者への補助金として還元すると、CO₂削減量の相乗効果が得られる。炭素税額が2,400円/tCのケースでは、税収還元によって2020年のCO₂排出量は税収無還元時の0.716Mt-Cから、0.712Mt-Cまで削減できる。20,000円/tCのケースでは税収無還元時の0.685Mt-Cから0.646Mt-Cまで大きく削減できる。

炭素税課税による世帯あたり年間エネルギー支出の変化を図9に示す。税収無還元時には、炭素税課税によって燃料費が増加する。炭素税額2,400円/tCでは、炭素税支払額が上乗せされて、燃料費は14.4万円 (BAU) から14.5万円に増加する。20,000円/tCのケースではBAUから0.8万円増加して15.2万円となる。

炭素税収を高効率エネルギー機器購入者へ還元すると設備費および燃料費が削減できて、年間エネルギー支出は抑制できる。高効率エネルギー機器の普及に伴う設備費の増

加分は、高効率エネルギー機器と従来型エネルギー機器の設備費の差額に等しく、数百円～数千円である。本研究では、家庭部門からの炭素税収の全額を、高効率エネルギー機器の購入者へ還元すると想定している。県自主財源シナリオと同様に、約3割の世帯は炭素税課税にかかわらず高効率エネルギー機器を導入する。税収還元によって、高効率機器を導入する世帯は約5割まで増加する。そのような世帯では、炭素税支払額の倍額を設備費への補助金として受け取ることができる。税収還元額は、炭素税額2,400円/tCのケースでは約4千円/世帯・年、20,000円/tCのケースでは約3万円/世帯・年であり、設備費の増加額と比較すると大きく、炭素税収還元によって設備費は低減できる。

本研究では、エネルギー需要は価格弾力的であると想定している。炭素税課税によりエネルギー供給価格が上昇し、エネルギー需要が減少する。加えて、税収還元によって高効率エネルギー機器の導入が促進され、燃料消費量が低下するために、BAUシナリオと比べて燃料費は減少する。

6. 地方県でのCO₂削減方策

家庭部門でのCO₂排出量削減には、従来型エネルギー機器を高効率エネルギー機器へ置換するだけでなく、エネルギー源の転換も合わせて行うことが望ましい。具体的には、暖房需要および給湯需要にて灯油から電力への燃料転換、調理需要ではLPGから都市ガスへの燃料転換である。

地方県の世帯あたり年間灯油消費量は、都市圏よりも高い。世帯あたりの年間灯油消費量の全国平均は58.9リットル(ℓ)/世帯⁷⁾である。地方県の年間灯油使用量は平均64.3ℓ/世帯⁷⁾であり、都市圏の47.4ℓ/世帯と比べて36%も高く、都市圏と比べると地方県での燃料転換の余地は大きい。

都市圏の中でも、北海道と宮城県は、寒冷地に属しており、冬季の暖房需要が大きいため、地方県と同様に世帯あたり年間灯油消費量は高い。北海道・東北地域では平均115.8ℓ/世帯⁷⁾と都市圏平均の2.4倍である。しかし、宮城県での灯油消費量は80.6ℓ/世帯⁷⁾と、東北地域の中でも比較的小さい。北海道では、電力のCO₂排出係数が0.14kg-C/kWh³¹⁾と高く、燃料転換によるCO₂抑制効果は少ない。

都市圏と地方県にて都市ガス普及率を比較すると、都市部の割合が増加すると都市ガス普及率は向上する傾向がある。都市ガス普及率の全国平均値は41.4%である。地方県の多くでは、都市ガス普及率は40%以下⁷⁾にとどまっいて、平均でも23.4%である。都市圏では、平均62.6%⁷⁾であり、地方県と比べて燃料転換の余地は小さい。

既存供給区域外へ新規に都市ガスを供給するためには、導管敷設のために多額の設備費が必要であるが、供給区域内では敷地内の導管建設費(内管工事費)のみである。本研究では、内管工事費は中国地方の事例を参考にして、11

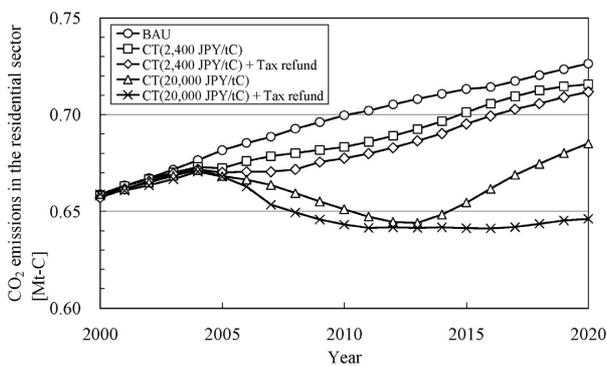


図8 炭素税シナリオでの家庭部門CO₂排出量の変化

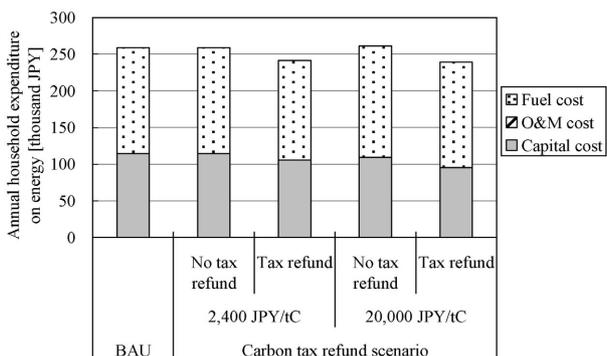


図9 炭素税シナリオでの家計の年間エネルギー支出

表5 家庭用高効率エネルギー機器導入に伴うCO₂削減効果および費用対効果のまとめ

シナリオ	BAU	県自主財源シナリオ		炭素税シナリオ			
		補助率		2,400 円/tC		20,000 円/tC	
		20%	100%	無還元	還元	無還元	還元
CO ₂ 排出量 (2020年) [Mt-C]	0.726	0.702	0.674	0.716	0.712	0.685	0.646
家庭エネルギー支出 [万円/年・世帯]	25.9	25.2	23.8	26.0	24.1	27.3	23.9
設備費	11.4	11.2	10.1	11.4	10.6	11.4	9.6
運転維持費	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
燃料費	14.4	13.9	13.6	14.5	13.4	15.8	14.2
炭素税負担額	-	-	-	0.195	0.194	1.40	1.32
岩手県の歳出額 [億円/年]	-	8.0	126.0	-	9.5	-	69.0
CO ₂ 削減単価 [万円/tC]	-	7.0	49.0	-	6.3	-	0.7

万円/世帯³²⁾と想定した。地方県での都市ガス供給区域内普及率の平均は62.0%³³⁾であり、安価な設備費にて都市ガス普及率を約50%まで増加させることが可能であると考えられる。一方、都市圏での供給区域内普及率は78.5%であり、都市ガス普及率を増加させるためには、新規に導管の建設を進める必要があり、多額の設備費が必要である。

解析では、家庭用高効率エネルギー機器の設備費は将来も一定と仮定してCO₂削減単価を求めた。高効率エネルギー機器の普及がすすむと、量産効果によって設備費は今後低下すると期待でき、CO₂削減単価は大幅に低減できる。

7. 結論

本研究では、地方県の中から岩手県の家庭部門を対象として、高効率エネルギー機器普及促進方策によるCO₂削減効果および費用対効果を、エネルギー経済モデルを用いて明らかにした。解析から得られた結果を表5にまとめる。

地方県の家庭部門では、都市圏と比べて灯油やLPGへの依存度が高い。そのため、都市ガスや電力などの炭素依存度の低い燃料源への燃料転換の余地が大きい。地方県では、高効率エネルギー機器の導入促進方策に加えて、灯油から電力、LPGから都市ガスへの燃料転換方策を併用することにより、CO₂削減効果が増加して、費用対効果が向上する。

岩手県歳入から、家庭用高効率エネルギー機器の購入者へ補助金を支出するシナリオでは、補助率によってCO₂削減単価は最大49万円/tCまで増加する。都道府県が独自にCO₂削減方策を実施するためには、ほかのCO₂削減方策のCO₂削減量および費用対効果を勘案し、適切な補助率を定めることが望ましい。

家庭用エネルギー機器は、10年～15年の長期間にわたって更新される。短期では予測されたCO₂削減効果は期待できず、20年以上の長期にわたる安定した方策が求められる。高効率エネルギー機器の設備費は高額であるが、長期的には燃料費が節減できて、年間エネルギー支出を抑制することができる。エネルギー機器利用者は、高効率エネルギー機器導入による支出低減効果を長期的な視点から評価して、適切なエネルギー機器を選択することが重要である。

謝辞 本研究の遂行にあたっては、岩手県環境保健研究センター大村博之地球科学部部長をはじめとして、多くの関

係者の協力および助言を得た。ここに改めて謝意を表す。本研究は、文部科学省科学研究費補助金（特別研究員奨励費）を受けて行われた。

参考文献

- 1) 日本エネルギー経済研究所編；エネルギー経済統計要覧(2005)。
- 2) 環境省中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会；第6回合会配付資料-温室効果ガス削減対策-技術シート，(2001)。
- 3) 高橋，浅野；電源構成モデルによる長期事業収支とDSMニーズの分析-部分自由化市場における離脱需要の影響-，電気学会論文集，122-2 (2002)，207-215。
- 4) 樋本；エネルギー需要最適マネジメントについて，電気設備学会誌，21-2 (2001)，94-97。
- 5) 増田ほか；家庭用コージェネレーションシステムの省エネルギー性の研究，平成15年空気調和・衛生工学会学術講演会，(2003)，1-4。
- 6) 田中ほか；家庭用コージェネレーションシステムの省エネルギー性の研究，平成15年空気調和・衛生工学会学術講演会，(2003)，1-4。
- 7) 総務省統計局；日本の統計，(2004)。
- 8) 総務省；家計調査（総世帯・単身世帯）調査結果，<http://www.stat.go.jp/data/soutan/1.htm> (last accessed : March 26, 2005) (2005)。
- 9) 岩手県；岩手県省エネルギービジョン，(2003)。
- 10) 岩手県；岩手県省エネルギービジョン基礎調査報告書，(2002)。
- 11) 大阪府；地球温暖化対策地域推進計画，(2000)。
- 12) 岡山県；環境白書，(2004)。
- 13) 東京都；都における温室効果ガス排出量総合調査，(2003)。
- 14) 工藤；私信，(2004)。
- 15) 衣笠，中田；燃料電池自動車導入に伴う運輸部門エネルギーシステムへの影響，エネルギー・資源，24-2 (2003)，128-134。
- 16) T. Nakata；Energy-economic models and the environment, Progress in Energy and Combustion Science (2004), 417-475。
- 17) 経済産業省；電力需給の概要，(2003)。
- 18) 岩手県；岩手県統計年鑑，(2004)。
- 19) 永田豊；私信，(2001)。
- 20) L. C. Hunt and Y. Ninomiya；Unravelling trends and seasonality : A structural time series analysis of transport oil demand in the UK and Japan, The Energy Journal, 24-3 (2003), 63-96。
- 21) 環境省；環境税：ガソリン対象外，炭素1トン2,400円 環境省案，毎日新聞2005年10月22日 (2005)。
- 22) 環境省；環境税の具体案，平成16年11月5日報道発表 (2004)。
- 23) 環境省；中央環境審議会総合政策・地球環境合同部会 施策総合企画小委員会（第13回）参考資料3-3 諸外国の温暖化対策税制の効果・影響，(2004)。
- 24) 省エネルギーセンター；トップランナー基準とは，(2005)。
- 25) 岩手県；地球温暖化防止県民行動計画 日常生活編，(2002)。
- 26) D. W. Boyd, et al.；A model of technology selection by cost minimizing producers, Management Science, 28-4 (1982), 418-424。
- 27) 青森県；青森県エネルギー需要等実態調査報告書，(2002)。
- 28) 福井県；新エネルギー・省エネルギービジョン策定調査報告書，(1999)。
- 29) 山口県；山口県省エネルギービジョン基礎調査報告書，(2002)。
- 30) 岩手県；平成17年度当初予算の概要，http://www.pref.iwate.jp/syoku/H17yosan_kakutei/index.html (last accessed : September 14, 2005) (2005)。
- 31) 北海道電力；ほくでん環境行動レポート2005，(2005)。
- 32) 中国経済産業局；ガス配管工事費・工事負担金について，<http://www.chugoku.meti.go.jp/energy/gas/katei/koji.htm> (last accessed : October 6, 2005) (2005)。
- 33) 日本ガス協会；ガス事業便覧，(2005)。