

博士論文

省エネルギーの障壁と政策措置に関する研究

荒川 純

目次	
第1章 研究の目的と構成	5
1.1 はじめに	5
1.2 目的および方法	6
1.3 本論文の構成	6
第2章 省エネルギー政策および政策評価	9
2.1 省エネルギー政策の背景	9
2.1.1 エネルギー動向	9
2.1.2 「省エネルギー」の概念	14
2.1.3 各国/部門別のエネルギー効率	15
2.1.4 省エネルギーの政策目的	20
2.2 省エネルギー障壁	31
2.2.1 エネルギー効率と経済効率	31
2.2.2 省エネルギーギャップ	32
2.2.3 省エネルギー障壁とは ～基礎的な議論～	34
2.2.4 市場の失敗と省エネルギー障壁	35
2.2.5 取引費用経済学と行動経済学の観点	37
2.2.6 様々な障壁	39
2.3 各種政策措置	51
2.3.1 直接規制的措置	51
2.3.2 経済的措置	55
2.3.3 自主的取り組み（の促進措置）	57
2.3.4 情動的措置	59
2.4 各種の障壁と政策措置	63
2.5 政府の失敗と省エネルギー政策措置の評価	63
2.5.1 政府の失敗	64
2.5.2 政策評価	67
2.5.3 省エネルギー政策における政府の失敗と政策評価	74
2.5.4 まとめ・結語	76
第3章 効率基準規制措置に関する評価	77
3.1 エネルギー機器効率基準規制に対する既往の評価研究	77
3.1.1 エネルギー機器効率基準規制	77
3.1.2 エネルギー機器効率基準規制に対する評価のアプローチ	78
3.1.3 日本のエネルギー効率基準規制（トップランナー制度）の既往評価：成果と課題	80
3.1.4 本章の評価研究の位置づけ	81

3.2	分析方法	81
3.2.1	分析の枠組み	81
3.2.2	分析対象機器とその市場の想定	82
3.2.3	機器エネルギー効率の進展と省エネルギー効果	84
3.2.4	機器追加費用の推計	89
3.2.5	政府による監視費用	94
3.2.6	割引率の適用	95
3.3	分析結果	95
3.3.1	基準導入に伴う経済的影響	96
3.3.2	基準の費用対効果	97
3.3.3	感度分析	98
3.4	議論・考察	99
3.5	結論	101
第4章	経済的措置に関する評価	102
4.1	家電エコポイント制度の概要と既往の評価	102
4.1.1	家電エコポイント制度の概要	102
4.1.2	制度による省エネルギー見込効果（事前の評価）	103
4.1.3	制度による省エネルギー効果の評価（環境省による評価）	104
4.1.4	制度による省エネルギー効果の評価（会計検査院による評価）	105
4.2	既往の政策評価の課題と本研究による評価の位置付け	106
4.3	家電エコポイント制度による需要台数への影響分析	107
4.3.1	機器出荷台数推移の実績推移	107
4.3.2	エコポイント制度導入による需要台数への影響の評価方法	109
4.3.3	重回帰モデルによる分析結果	111
4.4	家電エコポイント制度による省エネ効果・影響の分析	114
4.4.1	期間中の各販売機器の平均効率	114
4.4.2	各機器別の省エネ効果の評価	114
4.5	省エネ効果の傾向についての評価・考察	118
4.5.1	制度による省エネ効果発生条件	118
4.5.2	3種類の機器の合計総合	119
4.6	制度設定を変更した場合の感度解析（テレビ）	120
4.7	家電エコポイント制度についての分析のまとめ	122
4.8	エコカー補助金・減税制度にみられる省エネ効果の示唆	122
4.8.1	既往研究によるCO <sub>2</sub> 削減効果の評価	123
4.8.2	エコカー補助金・減税制度とハイブリッド自動車の普及傾向	123
4.8.3	ハイブリッド自動車とその普及傾向にみられる制度の影響の示唆	124

4.8.4 エコカー補助金・減税制度による効果と税投入に関する簡易評価 .....	127
第5章 今後の政策展開の可能性 .....	130
5.1 日本における規制の考え方 -日本の産業の蓄積技術の維持とさらなる促進-..	130
5.2 途上国における日本型の機器効率規制の導入- .....	131
5.3 機器導入に対する経済的支援措置の可能性 .....	131
第6章 まとめ・結論.....	133
参考文献.....	136
研究業績.....	147
謝辞.....	148

# 第1章 研究の目的と構成

## 1.1 はじめに

原油や天然ガスの輸入価格が上昇を続けている。天然ガスの輸入価格は2014年初めに史上最高値を記録<sup>i</sup>した。2013年の原油、ガス、石炭などの化石燃料の輸入額は、2011年以降の原子力発電所停止の影響等によって電源の化石燃料への依存度が高まっていることも重なって約27兆円にものぼり、2010年と比べて約10兆円、率にして6割もの増加となった。資源エネルギー庁によれば、電力価格は、同様の比較で一般家庭部門の平均単価として約2割上昇、工場、事務所等の産業用の平均単価は約3割上昇している<sup>ii</sup>。エネルギー価格上昇が社会・経済・市民生活に与える影響、またエネルギー供給の資源国への一層の依存、さらに化石燃料消費増大に伴う地球温暖化問題への影響が懸念されるなか、2014年4月に閣議決定された「エネルギー基本計画」では「エネルギーの需給に関する長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策」として、社会の省エネルギー化を徹底することが重要な課題として掲げられ、部門ごとの取組を一層加速すべきだと強調されている<sup>ii</sup>。

世界に目を向けると、供給側においてシェール層掘削技術の開発・進展や大規模油・ガス田の発見等がある一方、中国やインドなどの新興国を中心に経済成長や人口増を背景としてエネルギーの消費量の急増が続いている。現状の趨勢では化石燃料を中心とするエネルギーの需要は今後も継続的に増加してゆくと見込まれ、世界各国のエネルギー安全保障の不安定化および地球温暖化問題の深刻化が懸念されている。このような状況のもと日本と同様、世界各国においても、エネルギー利用の効率化は、効果的かつ現実的な対策になりうる選択肢として極めて重視されている。

しかしながら省エネルギーないしエネルギー利用の効率化のための政策は、このように重要性が強調される一方で、実際の措置が導入される場面では、社会・組織・個人における様々な個別の阻害要因または社会・経済の構造的な問題が立ちはだかり容易にはなされない、または相当多額の費用が伴う可能性があるなど、懸念すべき事項も多い。政策措置導入による省エネルギー効果は大きく見込めず結局は市場経済の自由な取引活動に任せるべきではないかといった疑問が投げかけられる場合もある。

今後の日本および世界におけるエネルギーの有効な利用、ないし地球温暖化対策を有効に進めるにあたって、省エネルギー政策の狙いが重要な意味を持つことに疑いはない。しかし政策評価論の立場から特に強調されるべきことは、個々の政策措置の効果や費用対効果、効率性を可能な限り客観的に分析・検証し、それを踏まえた学習により、その後の措置の運用を改善してゆくことである。省エネルギーの具体的な政策措置が、どれほどの効果がありうるか、社会的な費用や税投入に対する効率性の実態はどれほどか、もしくはそ

<sup>i</sup> CIF 価格(運賃・保険料込みの取引条件による価格)ベース。

<sup>ii</sup> 「エネルギー基本計画」(第3章第2節)(p.33-36)。

の実施にはどのような課題があるか等を、定量的な分析を踏まえつつ検討し、議論することは極めて重要な課題である。

本論文はこのような背景のもと、省エネルギーの政策措置の導入をめぐる社会的障壁などの諸課題、また実際の措置の有効性や効率性に関して評価・研究したものであり、基礎的議論のほか、主たる対象事例として日本のエネルギー消費者向けに導入されている異なる2つの型の政策措置についての実証的な分析および関係する考察を行った。そしてそれらを通じて得られる知見に基づいて、課題や今後の政策的措置の在り方についての総合的な議論・検討を行った。

## 1.2 目的および方法

本研究の目的は今後の日本および世界における省エネルギーの政策措置のあり方について有益かつ学術的な議論と知見を提供することであり、そのために次の研究課題に取り組んだ。

第一に、エネルギー動向の背景やエネルギー利用の効率化を妨げうる障壁についての分析、評価、議論について論点を整理し、それを基に、省エネルギーの政策措置の意義・位置づけについて整理した。そして、関係する「政府の失敗」および政策評価の議論を深めた。

第二に、各国政府によって最も典型的にとられてきている規制的措置の効果・課題を検証するための実証分析として、日本の省エネルギー法に基づくエネルギー消費機器の効率基準規制（トップランナー制度）の効果ならびに費用対効果を定量的に分析・評価し、それらの結果に基づいて政策評価に関する議論を行った。

第三に、理論的に効率的な措置だとして指摘される経済的措置による効果・課題を検証する実証分析として、日本で実施されたグリーン家電の購入に対しエコポイントを付与する政策措置（家電エコポイント制度）について、省エネないしCO<sub>2</sub>排出削減対策としての効果ならびに税投入の効率性を定量的に分析・評価し、それらの結果に基づいて当該措置の政策評価に関する議論を行った。

第四に、2つの型の政策措置の実施に関する実証分析の結果およびそれらに基づく議論、関連する既往研究整理によって得られた知見を踏まえ、現在の日本の省エネルギー政策における措置導入にあたっての課題について包括的な議論を行った。また今後の日本および世界における政策措置のあり方・可能性についても検討を行った。

## 1.3 本論文の構成

本研究は全体で6章から構成されている。この章では、研究の背景・目的や枠組み、論文の構成を説明している。続く第2章では、研究の背景および理論的基礎、既往研究の成果を整理・説明するとともにこれらに基づく議論を進めている。そして第3章～第5章に

において、独自の実証分析および事例分析ならびにそれらに基づく議論を展開する流れとなっている。最後に第6章において研究全体をまとめ、結論を述べている。

第2章では、日本および世界のエネルギー消費の全体的な傾向やその変化要因、および省エネルギー政策の目的や背景を記述するとともに、省エネルギー対策を妨げる障壁についての論点整理を行い、省エネルギーの政策措置の意義や位置づけについて理解を深められるよう、既往の研究の整理・考察をした。また省エネルギー政策の重要性を指摘するだけでなく、関係する「政府の失敗」および政策評価の議論を展開した。それらの議論を基礎としながら、政策介入によって市場経済の活動が非効率的となったり、逆に省エネルギーが停滞したり逆行したりする等の問題点および課題について、総合的にまとめた。

第3章では、直接規制的措置の一つとして捉えられる日本のエネルギー機器効率基準制度（トップランナー制度）について、エネルギー消費量割合の多い主要な対象機器を例にとって、費用および費用対効果の定量的な事例分析を行った。規制基準の導入前後における機器本体にかかる費用の傾向の変化に着目することによって追加的費用を推計するとともに、実態を踏まえたエネルギー効率の推移を想定し、費用対効果を推計している。推計結果に対しては、適用される割引率についての感度分析を行っており、実際の経済活動において観測される割引率を踏まえた議論も展開している。これらの分析は、一部の主要機器のみを対象としており、必ずしも機器効率基準制度全体について評価をすることはできないが、これによって次の示唆・知見が得られている。すなわち機器効率基準規制は、対象機器のエネルギー効率がまだ低い段階または国においては正味で便益を得られる可能性があり、費用対効果の高い政策措置になりうる。しかし現在の日本ほどにエネルギー効率水準が高い場合は、追加的な基準導入は得られる省エネないしCO<sub>2</sub>削減効果が相対的に小さくなるのに対して費用が大きくなる傾向にあるため、効率が悪く経済的負担も相当大きくなりうる。

第4章では、エネルギー効率機器の購買に対して補助金を付与する措置について、定量的な事例分析を行った。主たる分析対象は、日本で2009年度と10年度においてテレビ、エアコン、冷蔵庫の各機器の購買を対象に実施された「家電エコポイント制度」である。この制度は、省エネに関する地球温暖化対策だけでなく経済活性化や地上デジタル放送対応機器の普及も政策目的とされていたことに留意が必要だが、本研究では省エネ政策評価の観点からこの制度の有効性および税投入の効率性についての分析を試みた。既往文献による制度の省エネ効果に対する評価は、制度が機器需要の時間変化に与えた影響およびそれに伴う技術進展の影響が評価されていないため不完全であったが、本研究は、初めてその問題点を指摘し、重回帰モデルを用いた機器需要の変動の有無とその程度の検証・考察を行った上で制度による省エネルギー効果の定量的評価を行い、特に独自性のある評価

結果を得ている。評価結果として制度が省エネに対して悪影響を与えたことが明らかになった機器（テレビ）については、さらなるケース分析を行っており、制度の改善可能性を提示している。また補助金付与の措置の評価・検討を補完するため、データ制約によりやや簡易で定性的ではあるが、同時期の日本において実施された「エコカー補助金」「エコカー減税」制度に関する検討も行っている。この章の分析、評価により次の示唆・知見が得られている。すなわち機器購入に対する補助金付与／減税の措置は、それらが従来型の技術に適用される場合は、購買行動を省エネ型へ大きく誘導させることによって相当の省エネルギー効果を得る事は難しい可能性がある。多少なりとも効果を上げるためには補助金付与・減税の対象を極力高効率機器に絞る（フリーライダーを極力排除する）必要がある。対象を絞り込まずかつ制度実施後の市場で技術進展があった場合には税の支出を伴いつつエネルギー消費量を増大させる（負の省エネ効果）という最悪の結果となる可能性がある。他方、補助金付与・減税が、高価格が普及障壁となりうる新規的な技術に適用される場合には、購買行動に有効な変化を与え生産者の動向を含む市場に構造的な変化をもたらすことを通じ、将来にわたって相当の省エネルギー効果を生じさせようと考えられる。

第5章では、第2章から第4章までの分析結果および整理した知見に基づきつつ、さらに議論を発展させ、日本および世界における省エネルギー政策のあり方やその可能性について深掘した検討・考察を行った。エネルギー効率の向上を目的とする直接規制的や補助金付与等の措置は、必ずしも有効かつ費用対効果のある措置ばかりではない。時として政府による追加的な介入のない、現状の市場動向維持が支持されるべき場合もありうる。しかしだからと言って短期的な視野から安直に結論を急ぐべきではない。温暖化問題やエネルギー安全保障の問題は、一国内だけでなく全地球的な問題でもある。「省エネルギーの先進国」とされる日本の産業界が蓄積してきたエネルギー効率化技術の水準を維持・向上させることは日本と世界にとって有益になりうる事であり、またそれらの高度な技術だけでなく、その進展に関係した日本の政策の経験や知見を今後のエネルギー消費量の著しい増加が見込まれる途上国等に展開することも検討の意義がある。エネルギー効率向上のための各種政策措置の導入や実施は、今後の世界において重要な課題であり続け、経済活動への影響等を慎重に見極めつつ、しかし長期的かつ全体俯瞰的な観点に基づいた議論を進めながら、その可能性を模索し続けていく必要がある。

最後に第6章で、研究によって得られた知見や成果を整理しながら議論を総括し、省エネルギー政策の各措置の実施・検討の課題、それに政策評価の重要性を改めて強調し、論文全体を締めくくっている。



## 第2章 省エネルギー政策および政策評価

本章では、省エネルギーの政策および政策措置と、その背景を俯瞰するとともに、既往研究をレビューしながら政策措置に対する評価の重要性を指摘する。また政策評価の可能性や課題についても議論し、考察を深める。まず2.1節では、議論を進める前提を得ておくため国内外のエネルギー消費の動向やエネルギー利用の効率性に関する現状、またエネルギー消費に伴って生じうる諸問題と省エネルギー政策に関係する論点を整理する。省エネルギー対策は一見費用対効果のある場合であっても実際には実行されないことも多くあり、実社会では様々な阻害要因（省エネルギー障壁）があると指摘される。2.2節では、省エネルギー政策についての議論を深化させる前提として「省エネルギー障壁」について既往研究による成果を整理しつつ考察を深める。これらの論点を踏まえつつ、2.3節では省エネルギー政策における具体的な政策措置の要点を述べる。一方、省エネルギーの政策は措置がとられた場合であっても「政府の失敗」により、効果に乏しい場合や効率性が劣る場合がありうるが、措置によって実際に得られる効果や費用対効果に対する実社会もしくは政府による認識は十分だとは言えない。現状を適切に見極め、将来のより良い政策および政策措置を検討するためには、政策および政策措置に対する「評価」が極めて重要である。本研究の核心は政策措置の評価に関わるものであり、2.4節においては、省エネルギーに関わる「政府の失敗」やその政策措置の評価についての基礎的な議論・考察を行う。

### 2.1 省エネルギー政策の背景

本節では、省エネルギー政策およびその評価に関する包括的な議論を進めるための前提を得る。国内外におけるエネルギー動向やエネルギー利用の効率性の傾向、また省エネルギー政策の目的ともなるエネルギー安全保障の問題や地球温暖化問題、産業競争力等の背景について、論点を整理しつつ考察を進めた。

#### 2.1.1 エネルギー動向

まず日本国内および世界におけるエネルギー消費の動向を概観する。

##### 2.1.1.1 日本のエネルギー動向

###### 部門別エネルギー消費動向

日本国内の各部門による1965年以降の最終エネルギー消費および国内総生産(GDP)の推移を図2-1に示す。国内のエネルギー消費は、1970年代までの高度経済成長期において、当時の消費量の60%以上を占めていた産業部門の消費が増えることによって急増した。その後、石油危機後の省エネルギーの進展によって消費量が低下したが、1980年代中頃のバブル景気の開始期から1990年代中頃にかけて快適さや利便性を求めるライフスタイルが広

まるなかで運輸・家庭・業務部門によるエネルギー消費量が増え、1990年代中頃にピークに達してから2000年代中頃までおよそ一定で推移した。部門別の動向をみると、石油危機以降、産業部門は横ばいで推移し2012年度は1973年度に比べて20%減少となっているのに対し、民生・運輸部門は急増しており、家庭部門が2.1倍、業務部門が2.8倍、運輸部門が1.8倍となっている。産業・民生・運輸の各部門の比率は1973年度時点ではそれぞれ66%、18%、16%であったが、2012年度には43%、34%、23%へと構造が大きく変化している。直近の5年ほどについては、景気悪化によって製造業・鉱業の生産量が低下し産業部門のエネルギー消費が大幅に減少したことや2011年度からの東日本大震災以降の省エネ意識の高まり等により、エネルギー消費量は減少する傾向にある。2012年度の最終エネルギー消費は1990年度比でみると3.3%の増となっている<sup>2)</sup>。

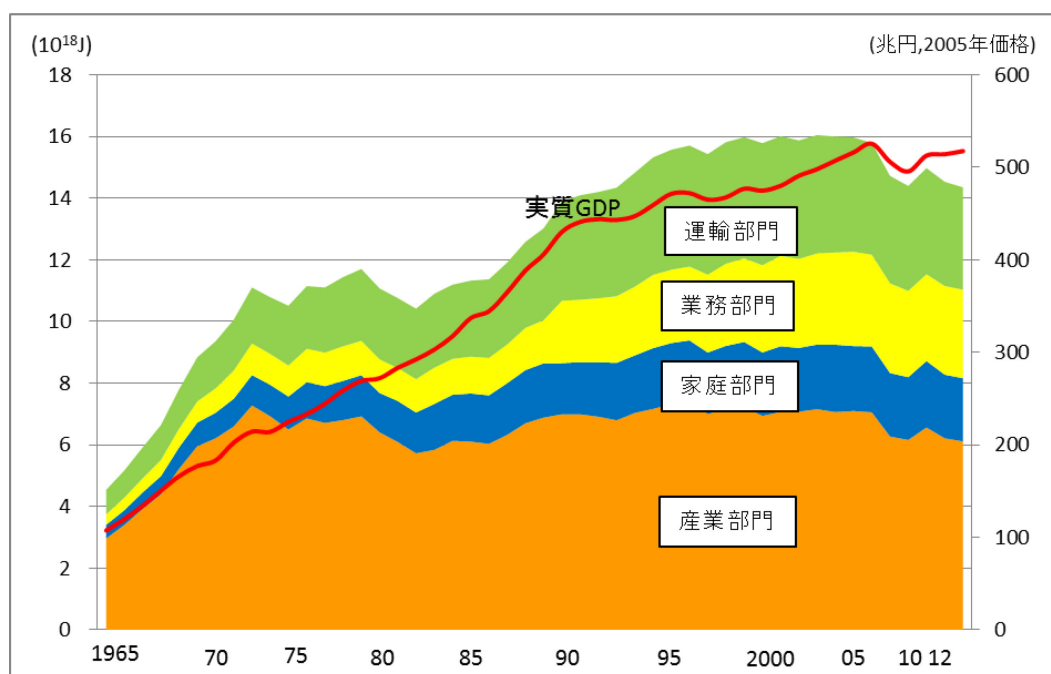


図 2-1 国内のエネルギー消費量の推移

出典：資源エネルギー庁(2014)<sup>2)</sup>をもとに著者作成

### 日本のエネルギー自給率

日本における一次エネルギーの生産は極めて限定的であり、ほとんどのエネルギー源を海外からの輸入に頼っている。2013年の国際エネルギー機関（IEA）の報告によると、日本の一次エネルギー自給率は、2012年時点でOECD諸国34か国中33位と、最下位に次ぐ低い水準となっている(図 2-2)<sup>3)</sup>。他国への依存性が強いという意味で日本のエネルギー

<sup>i</sup> 文献<sup>3)</sup>では原子力発電はエネルギー自給率に含まれている（ウランは輸入される場合でも、炉に充填すれば3年程度発電が可能であり安定的な供給が見込まれるため、自給率に含めて扱われている）

一供給構造には根本的な脆弱性があり、この国にとってエネルギー安全保障に関わる政策が極めて重要な意味を持つことがわかる。

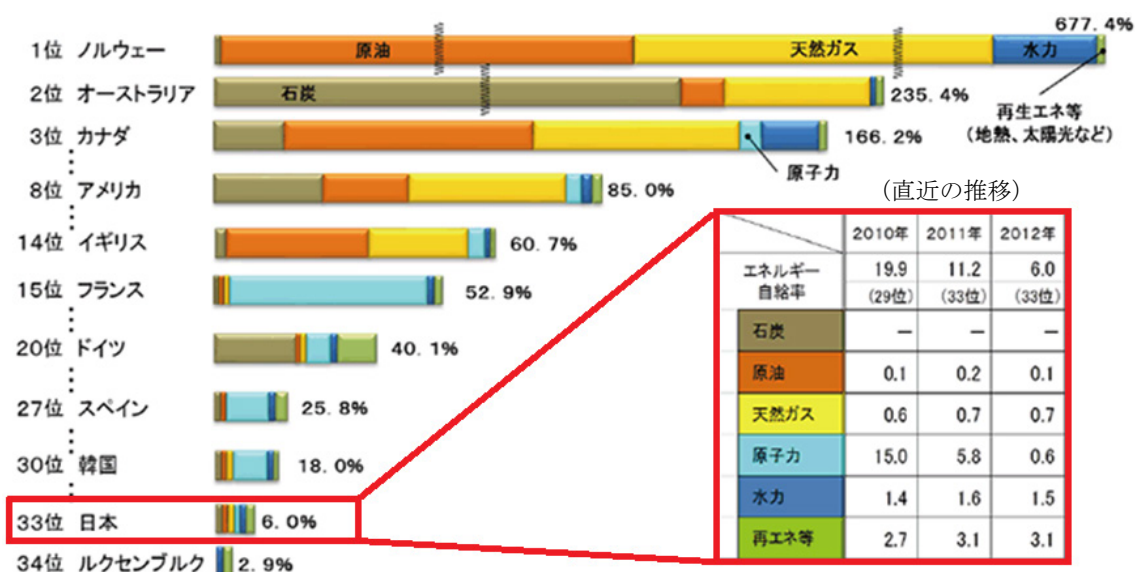


図 2-2 日本の一次エネルギー自給率と OECD 各国との比較(2012 年:推計値)

出典：資源エネルギー庁(2014)<sup>1)</sup> (原典：IEA(2013)<sup>3)</sup> より一部加工

### 2.1.1.2 世界のエネルギー動向

次に世界のエネルギー消費動向を概観する。1965 年以降の世界の地域別の一次エネルギー消費量の推移を図 2-3 に示す。1965 年時点で 38 億石油換算トンであった世界のエネルギー消費量は、人口増加および経済成長に伴い、年平均 2.6%で増加し続け、2012 年には 3 倍超となる 125 億トンに達している。地域別にみると北米や欧州といったいわゆる先進国地域の伸び率は、年平均 1%程度と緩やかである（北米 1.4%、欧州 1.3%）のに対し、途上国中心の地域の伸び率は、アジア大洋州 5.3%、アフリカ 4.2%、中東 5.7%、中南米 3.9%と高い伸び率を示し、先進国と途上国の傾向の間には顕著な差異がみられる。この背景には、先進国では途上国と比べて人口増加率、経済成長率ともに低いことやエネルギー効率の高い消費設備・機器が普及していること、それに比較的エネルギー集約的な産業部門から業務部門への割合の遷移が変化してきていることがある（図 2-4）。反対に途上国では、エネルギー効率の高い設備・機器の普及が進んでいないなかで人口の増加および経済成長が進み、加えて産業部門の構成比率が先進国と比べて高い（30%超）まま維持されている状況があり（図 2-5）、エネルギー消費量の急増につながっている。とりわけアジア地域の伸びは大きく、1965 年時点では 10%だった世界のエネルギー消費総量に占める割合は 2012 年には 40%と、現在の世界のエネルギー消費において圧倒に大きな存在となっている。OECD 諸国による割合はこれによって、70%から 44%へと 26 ポイントも低下し、相対的に存在は小さくなってきていると指摘できる。

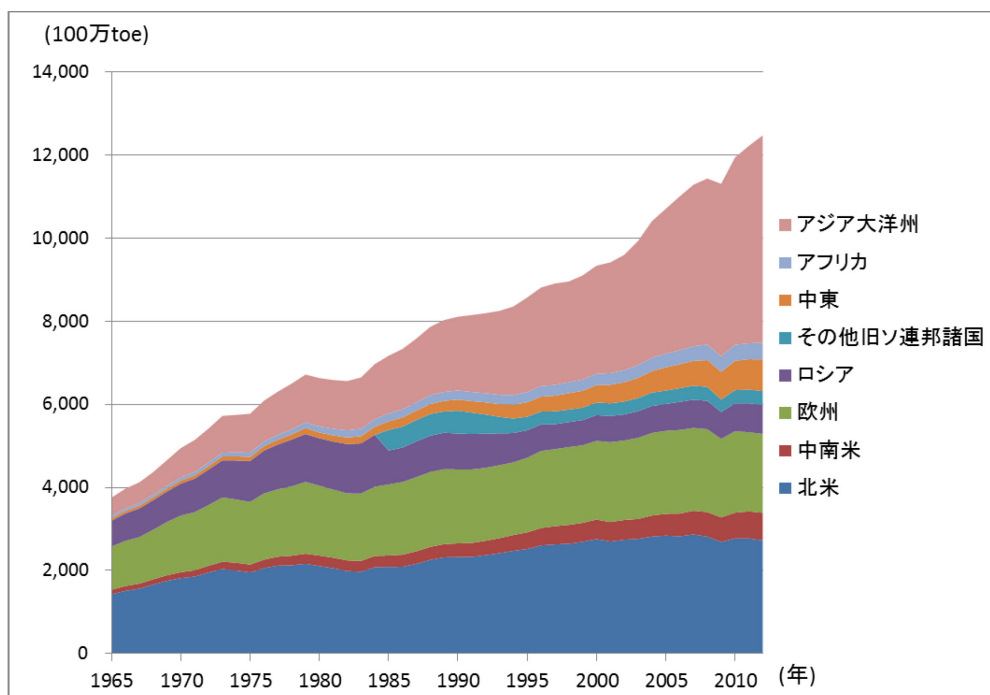


図 2-3 世界のエネルギー消費量（一次エネルギー）の推移（地域別）

出典：BP(2013)<sup>4)</sup>より作成

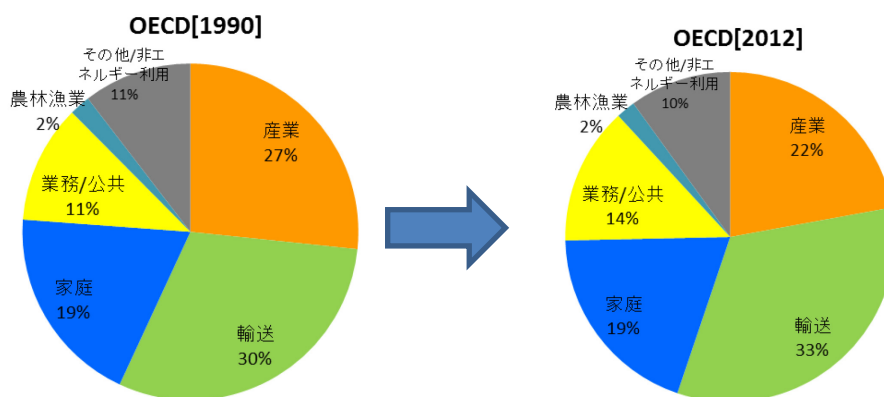


図 2-4 先進国(OECD 諸国)のエネルギー消費量の部門別構成(一次エネルギー)[1990年と2012年]

出典：IEA(2014)<sup>5)</sup>より作成

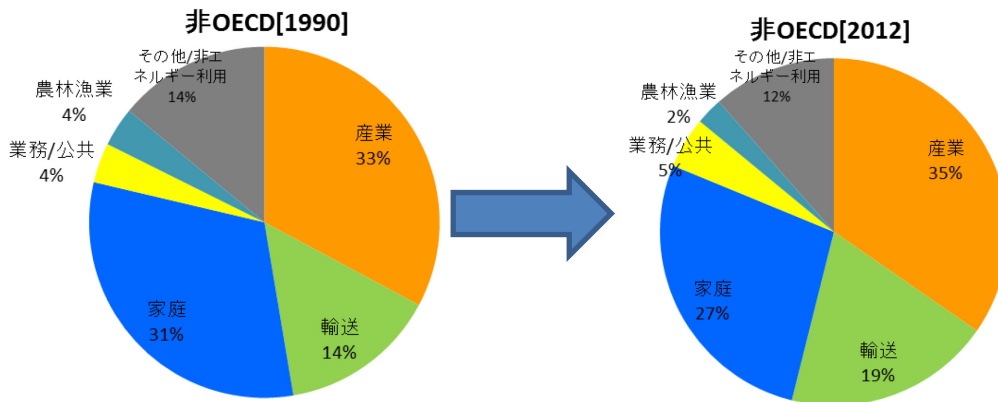


図 2-5 途上国(非 OECD)のエネルギー消費量の部門別構成(一次エネルギー)[1990年と2012年]

出典：IEA(2014)<sup>5)</sup>より作成

### 2.1.1.3 エネルギー消費の将来展望

世界のエネルギー消費量は、人口増加と経済成長に伴い、今後も益々増加すると見込まれている。国際エネルギー機関（IEA）による予測によれば、世界のエネルギー消費の総量は年平均1.2%で増加を続け、2035年には現状比1.3倍の173.9億石油換算トンに達する。とりわけ中国およびインドを中心とするアジアの途上国における消費の伸びが著しく、エネルギー消費の世界全体の増加の65%がこの地域における伸びになると見込まれている(図2-6)。今後の世界においてエネルギー安全保障およびエネルギー消費に伴う地球環境問題は継続的な課題となり続けるが、これらの問題は特にアジアおよび途上国地域におけるエネルギー需要の増加に強く依存していると指摘できる。

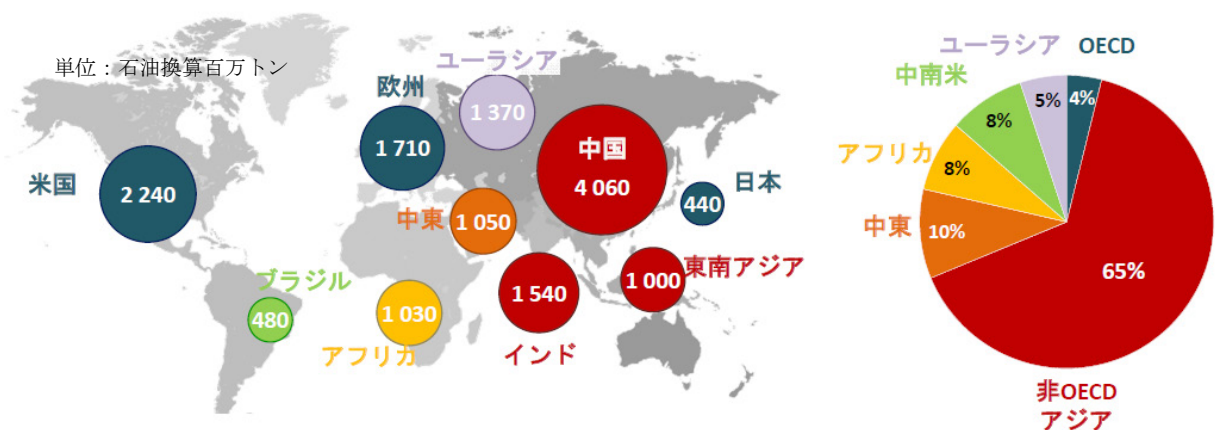


図 2-6 世界のエネルギー消費量見通し(2035年)

出典：IEA World Energy Outlook 2013<sup>6)</sup>

## 化石燃料の資源埋蔵量

世界における化石燃料の資源埋蔵量および可採年数を整理したものを表 2-1 に示す。埋蔵量を生産量で除した可採年数は、原油の場合約 50 年、最も長い石炭でも 100 年を少し超える程度となっている。ただしここで言う埋蔵量は、「技術的・経済的に採掘できる量」であり、掘削または生産技術の進展に応じて増加しうる。さらに、資源探査・開発によって新たに油・ガス田等が発見されれば同様に増加しうる。資源量が減少して稀少性が高まる場合、市場価格の上昇を通じて経済的に採掘できる範囲が相対的に拡大される一方で消費量が減少すると考えられるため、ここで示した可採年数通りの先の将来時点においてそれぞれの資源が「枯渇する」ということは考えられない。だがそうとしても、長期的な視点から人類ないし人間社会の持続的発展を考える場合、これらの値は決して「大きい」とは言えず、将来の成長にかかる制約の厳しさを表す指標として認識しておく必要がある。

表 2-1 化石燃料の資源埋蔵量（世界計）

	埋蔵量 <sup>i</sup>	可採年数[年] <sup>ii</sup>
原油	1 兆 6526 億バレル	54.2
天然ガス	208 兆 m <sup>3</sup>	64
石炭	8609 億トン	112
ウラン	533 万トン	93

### 2.1.2 「省エネルギー」の概念

「省エネルギー」という用語は広く一般に用いられているが、複数の側面の意味を持ち、やや曖昧であるため、本節でこの概念を明確化し、本研究における捉え方を確認しておく。

まず「省エネルギー」という用語の大きな捉え方として「エネルギー消費量を抑制すること」と「エネルギー利用効率を向上すること」の2つがある。矢野(1983)<sup>7)</sup>は前者に対して「生産の削減、冷暖房温度の調節、車の低速運転など経済活動やサービスの質および量を抑制することである。このタイプの省エネルギーは、緊急時対策としては有効であるが、エネルギー利用者に忍耐や我慢を強いることになるため、ある程度以上の効果は期待できない」と批判的に捉えている。また後者に対して「経済活動の質および量を低下させることなくエネルギー消費を削減することである。このタイプの省エネルギーは、具体的には生産工程の省エネルギー化、エネルギー消費機器の効率向上などの形で表れ、いったんそれが経済システムに組み込まれれば長期にわたって効果を上げることができる。この場合、省エネルギーの効果は、一つの良質なエネルギーを創出するにも等しい」と指摘している<sup>7)</sup>。

<sup>i</sup> 原油および天然ガスは確認埋蔵量、石炭は可採埋蔵量[出典：BP<sup>4)</sup>]、ウランの埋蔵量は費用 130 ドル/kg 未満 [出典：OECD/IEA, Uranium(2011)]

<sup>ii</sup> ここでの可採年数は、埋蔵量を生産量(2011年)で除した数値。

より厳密に「省エネルギー」という用語を考えるならば、さらに複数の意味を含むものとして捉えなければならない。松井(2010)<sup>8)</sup>はこの用語が持ちうる意味内容として、①エネルギーの変換効率を高めること、②あるものを生産するために必要なエネルギー投入量を小さくすること、③ある一定のエネルギーサービスを受けるため、もしくはある一定の生産額を実現するために必要なエネルギー投入量を減らすこと、④ある一定の国内生産額(GDP)を実現するために必要なエネルギー投入量を減らすこと、⑤使用するエネルギーの量を少なくして我慢すること、の5つの側面があると指摘している<sup>8)</sup>。

本研究において「省エネルギー」もしくは「省エネルギー政策」と述べる場合、「エネルギー消費量そのものを抑制する」という基本的な概念は念頭に置きつつも、「我慢すること」の側面の考慮またはその評価までは踏み込んでいない。主として検討対象とする概念は「エネルギー利用効率を向上すること」であり、さらに言えば「一定のエネルギーサービスを受けるための必要エネルギー投入量を減らすこと」として捉え、特にこの観点からの議論を深めている。この観点に焦点を当てている意図は、上述の矢野(1983)<sup>7)</sup>の指摘の通り、経済活動の質および量を低下させることなくエネルギー消費を削減することが、より重要かつ持続可能な発展に貢献するアプローチとして相対的に社会的要請が強いと考えられるためである。

### 2.1.3 各国/部門別のエネルギー効率

本研究で省エネルギー政策について検討する上で、エネルギー効率の差異は重要な情報の一つだが、経済活動とエネルギー消費量との間には各国別ないし用途別に一定の関係性があり、それらは時間的にも変化しうる。本節では、いくつかの対象・観点によるエネルギー効率の現状や推移を俯瞰する。

#### 2.1.3.1 マクロなエネルギー効率の現状と推移

図 2-7 は、国別のマクロなエネルギー効率を見る指標として、1971 年以降の主要各国の一次エネルギーの GDP 原単位の推移を示している。この図をみれば、1970 年代以降、一部の国あるいは特定の一部期間を除いて、各国のエネルギー効率が向上していることがわかる。エネルギー消費量の大小は産業の形態によって大きく異なるため、この図では各国の産業構造の差異による影響も含まれる点の留意が必要だが、国によってマクロな効率には差があること、また日本は世界の中でも高いエネルギー効率水準にあることがわかる。日本のエネルギー効率の値は石油危機の発生時およびその後にあたる 1970 年代～1980 年代中ごろに改善しているが、この時期に比べると既に様々な対策の普及が進んだ近年は横ばいの傾向となっている。

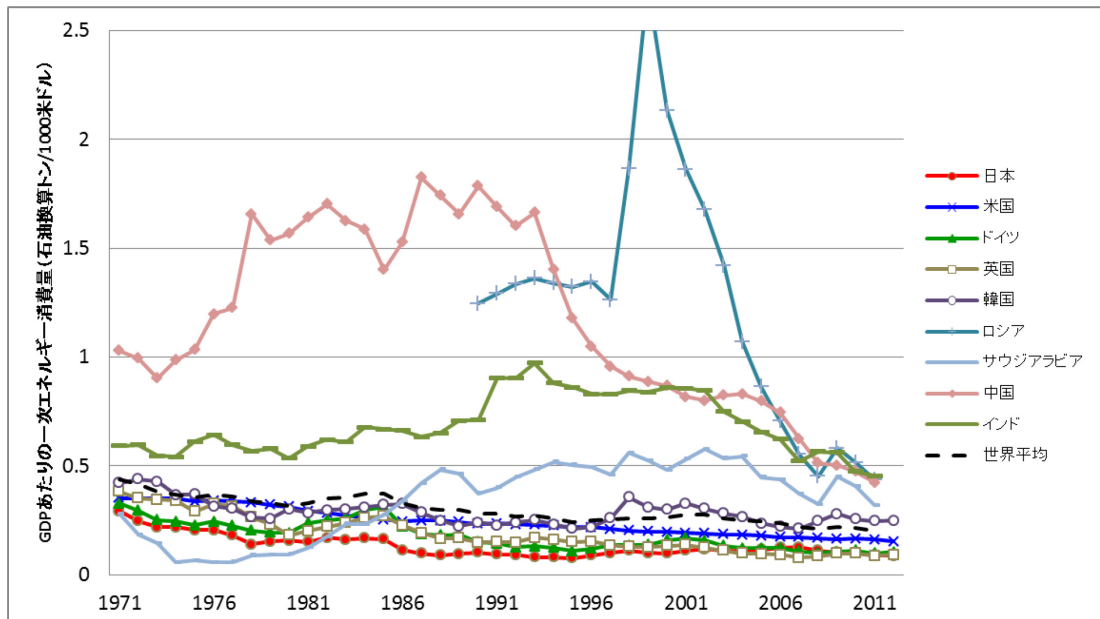


図 2-7 一次エネルギーGDP<sup>i</sup>原単位の国際比較

出典：World Bank<sup>9)</sup>、IEA(2013)<sup>3)</sup>より著者作成

### 2.1.3.2 部門・用途別のエネルギー効率の現状と推移

本節では、様々な部門・用途別の主要各国におけるエネルギー効率の現状および推移として、既往の分析・評価例を参照しながら俯瞰し整理する。

#### 発電部門

地球環境産業技術研究機構（RITE）（2014）の調査による1990年以降の世界の石炭火力発電の効率（発電端・LHV）の推移を図2-8示す。世界平均の発電効率は、34%～35%にかけて緩やかな改善傾向にある。日本では、1990年代以降概ね40%以上で推移しており、設備そのものとその運用面における効率改善の努力により、世界的に見ても優れた発電効率が維持されている。中国では改善傾向が続いており、1990年時点では20%台だった効率が現在では30%台半ばの水準まで到達している。ロシアおよびインドは20%台の効率となっており、相対的に劣っている。

<sup>i</sup> ここでのGDP(米ドル)は為替換算された値を用いている。



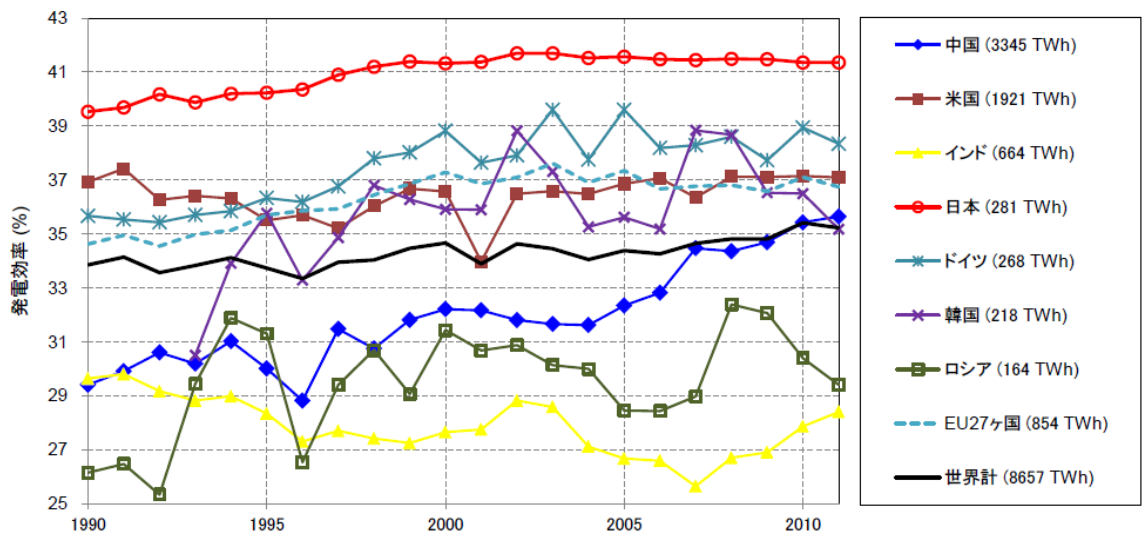


図 2-8 石炭火力発電の効率 (発電端・LHV)

出典：RITE(2014)<sup>10)</sup>

ガス火力発電の効率

地球環境産業技術研究機構 ( R I T E ) ( 2014 ) の調査による 1990 年以降の世界のガス火力発電の効率 ( 発電端 ・ LHV ) の推移を図 2-9 に示す。

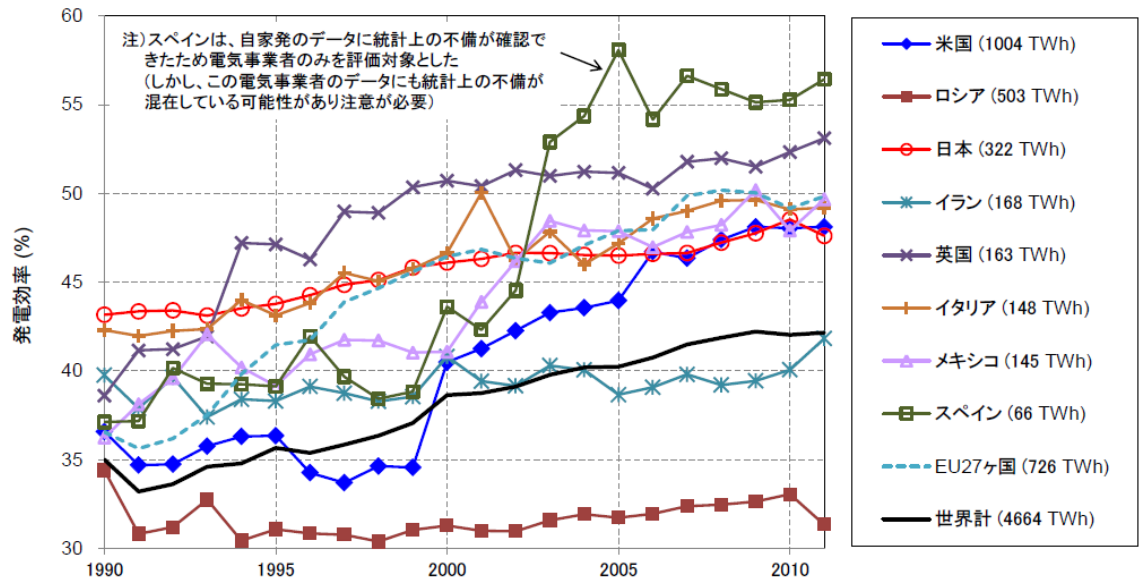


図 2-9 ガス火力発電の効率 (発電端・LHV)

出典：RITE(2014)<sup>10)</sup>

産業部門

-鉄鋼部門 ( 転炉鋼 )

地球環境産業技術研究機構（R I T E）（2012）の調査による 2000 年、2005 年、2010 年時点における鉄鋼（転炉鋼）のエネルギー原単位を図 2-10 に示す。これより、世界平均として緩やかな改善傾向がみられることがわかる。国別にみると、副生ガスの回収有効利用率、各種省エネ設備の普及率の差異により、エネルギー原単位に差異が生じている。日本、韓国はとりわけ優れたエネルギー原単位となっている。

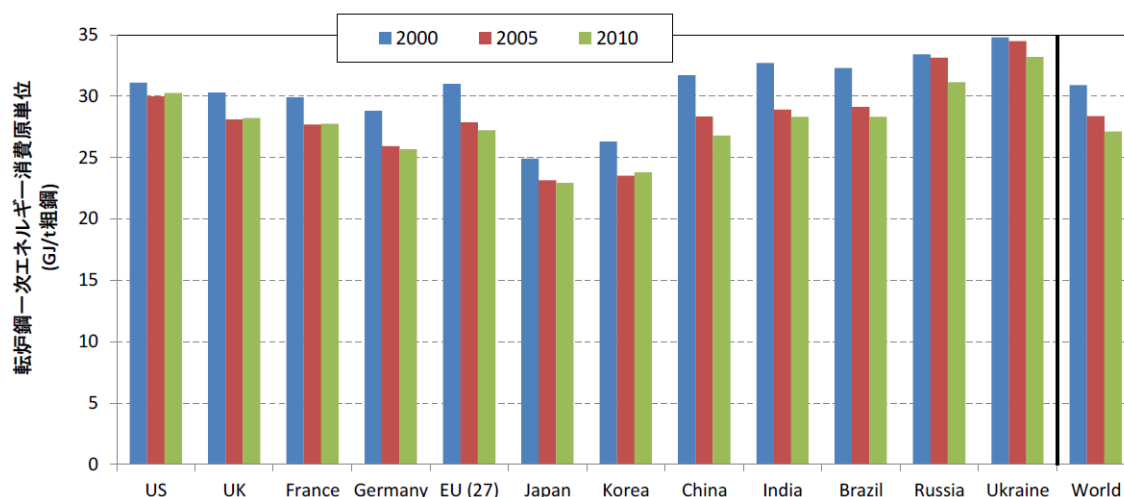


図 2-10 鉄鋼(転炉鋼)エネルギー原単位 (2000 年、2005 年、2010 年)

出典：RITE(2012)<sup>11)</sup>

#### -セメント部門

セメント部門のエネルギー効率として、地球環境産業技術研究機構（R I T E）（2014）の調査による 2005 年、2010 年時点における世界のクリンカ生産量当たりの熱投入量を図 2-11 に示す。米国、中国、ロシアなど熱エネルギー原単位が劣っていたいくつかの地域については、旧式の湿式ロータリーキルンの廃棄および最新鋭の乾式ロータリーキルンの普及拡大等により、改善の傾向がみられる。一方、日本、ドイツ、フランスなどは、世界に先駆けて乾式ロータリーキルンを導入するなど省エネに取り組んできたなかで、相対的に優れた熱エネルギー原単位となっている。

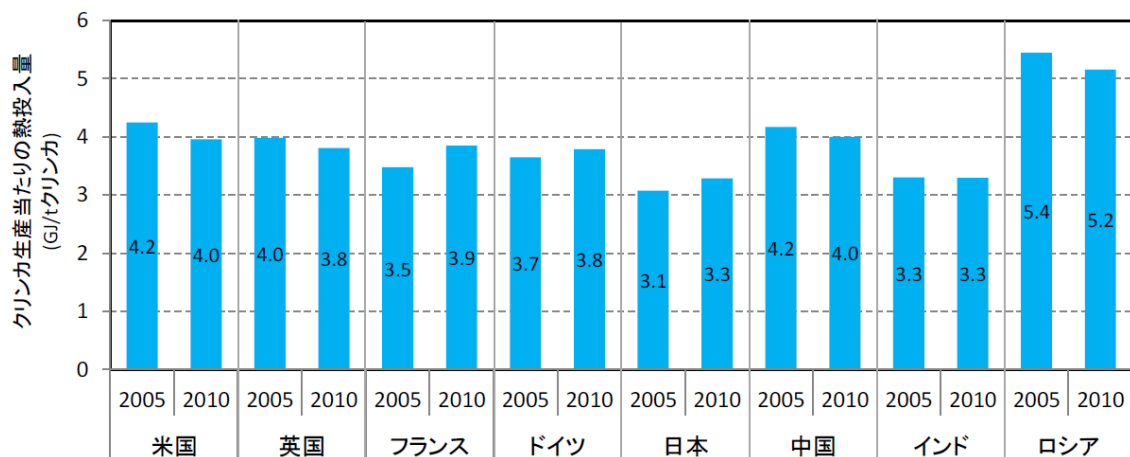


図 2-11 クリンカ製造の熱エネルギー原単位推計値 (2005年、2010年)

出典：RITE(2014)<sup>12)</sup>

### 家庭部門

家庭部門における機器のエネルギー効率として、各地で販売されるルームエアコンの平均効率の国際比較の例を図 2-12 に示す。図 2-12 で示されている値は、世界の 8 つの国・地域において販売されるエアコンの形式別・能力クラス別のエネルギー効率値(EER[W/W])の情報を収集・整理したベンチマーク調査<sup>13)</sup>および国内販売データ<sup>14)</sup>を参照して各国市場の平均値として比較したものである<sup>15)</sup>。この図は元データの制約により同一時点での比較とはなっていない点に留意が必要であるが、2010年時点の日本市場では、相対的に高いエネルギー効率が達成されている。この要因として、インバータ機の比率が海外では 10%未満にとどまるのに対して日本では 100%に達している<sup>16)</sup>ことなど、高効率要素技術の普及率が高いことが考えられる。ただし 2010年頃以降、日本以外の国々でもインバータの適用率が高まる傾向が現れている<sup>17)</sup>ため、図 2-12 で示されている日本とその他の国との効率の差は、2014年現在では小さくなっている可能性がある。

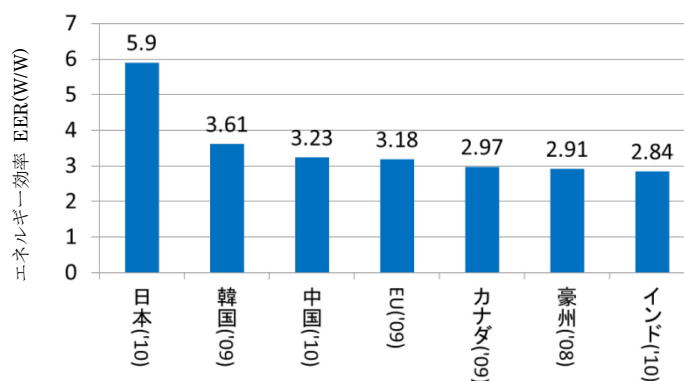


図 2-12 各国・地域で販売されるエアコンの平均効率

Akimoto(2012)<sup>18)</sup>は、高効率技術の普及によって全体的な省エネルギーが進展する潜在性が大きいことを示しつつ、こうした技術の普及を妨げる障壁の要因を踏まえながら対策を検討してゆくことの重要性を指摘した。これは本研究の核心にも関わる指摘である。

#### 2.1.4 省エネルギーの政策目的

省エネルギーの対策ないし政策の形態は、その背景や目的に応じて異なった捉え方が為されうる。本節では、その主たる背景や目的であるエネルギー安全保障問題、地球環境問題について整理するとともに市場効率や生産効率向上の問題についても触れ、政策策定の経緯や動向を確認しつつ議論を深め、よりの確な評価・考察を行うための前提の知見を得る。

##### 2.1.4.1 エネルギー安全保障と省エネルギー政策

###### エネルギー安全保障

エネルギーに関する安全保障が注目されるようになったのは、18世紀の産業革命以降である。蒸気機関を動力とする艦船や鉄道等が利用されるようになると、国民の生活や国防に必要不可欠な要素としてエネルギーが認識され始めた。さらに第一次世界大戦で戦闘が大規模化し、また技術集約度が増すと「国力増進と戦争遂行のためのエネルギー安定確保」という視点で、安全保障とエネルギーが密接不可分に関わるものとして認識されるに至った<sup>19)</sup>。

エネルギー安全保障に対する取り組み姿勢や政策手段は国や時代の状況に応じて異なるが、1970年代以降の現代日本におけるエネルギー安全保障に関する政策目標と主たる結果を整理すると表 2-2 の通りとなる。

表 2-2 現代日本におけるエネルギー安全保障に関する政策目標と主たる結果等

	主に掲げられた政策目標 および取られた政策・施策	主な結果 [関係する産油国、途上国等の変化]
1970年代 ～1980年代	石油依存度低減 エネルギー源多様化 省エネルギー推進 石油備蓄の推進	石油依存度低下 原子力と天然ガスの利用推進 石油需要の減少（1980年代後半） 石油価格下落及びコモディティ化
1990年代	規制緩和・自由化 電力・ガス等事業再編	企業間の競争激化と業界再編 エネルギー価格の低下と開発の停滞 供給余力減退（1990年代後半） [新興国でのエネルギー需要急増] [資源ナショナリズムの台頭]
2000年代	エネルギー源の安定確保 自給率の向上（海外権益取得等） エネルギー源の更なる多様化 省エネルギーの更なる促進	[中国、韓国等の海外権益取得増加] 再生可能エネルギーのシェア増大

出典：日本エネルギー経済研究所(2010)<sup>19</sup>より著者加工

### エネルギー安全保障と省エネルギー政策

国家が必要と考えられる量のエネルギーを安定的に確保するという目的およびその対策・手段を考える場合、経済活動の質および量の低下を極力避けながらエネルギー消費を削減する「省エネルギー対策」は、重要な対策の一つと考えられる。各国の状況に応じて捉え方に差異はあるが、とりわけエネルギー自給率が低く、大量の化石燃料を限られたエネルギー生産国からの輸入に依存する傾向が強いほど、エネルギー安全保障政策における省エネルギー政策の重要性が増すと考えられる。

上記の表 2-2 から分かる通り、現在進められている省エネルギー政策の歴史は、エネルギー安全保障の問題と強く関連してきた。特に、1973年と1979年の二度にわたって発生した石油危機は、石油価格をそれぞれ「4倍化」ないし「3倍化」させることとなり(図 2-13)、当時、とりわけ中東を中心とする産油国からの石油輸入の依存度の高かった先進各国(例：図 2-14)に強い衝撃を与え、省エネルギー政策の進展につながった。

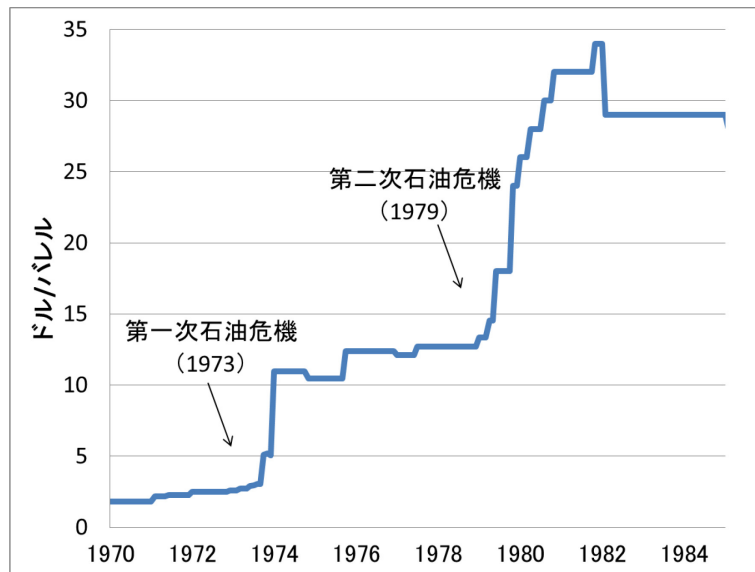


図 2-13 石油危機前後における石油価格の推移

出典：石油通信(2009)<sup>20</sup>をもとに著者作成

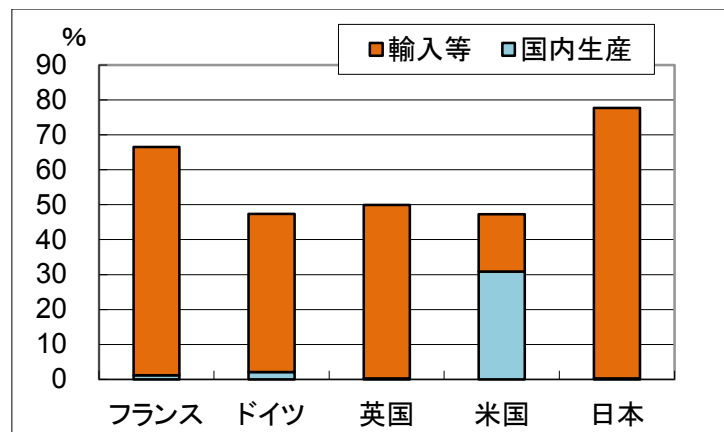


図 2-14 石油危機発生時の先進国の石油依存度(1973年)

出典：石油通信(2009)<sup>21</sup>

### エネルギー安全保障政策に対する評価

各国のエネルギー安全保障政策を評価した研究として、日本エネルギー経済研究所(2010)<sup>19</sup>、戒能(2004)<sup>22</sup>等が挙げられる。たとえば前者の研究は、フランス、ドイツ、英国、米国、中国、日本の7つの対象国に対して、国産エネルギーの確保や海外エネルギー資源の確保・輸送リスク管理、国内リスク管理、それに需要の抑制のあわせて4つの大項目の計8つの指標を設定し、10点満点で点数化して相対的な評価が行われている。それによって日本のエネルギー安全保障上の脆弱性を定量的に提示しながら、国産エネルギーの確保や海外エネルギー資源の確保および輸送管理、需要の抑制等の必要性を指摘し、対策を求める結論となっている。こうした研究は、エネルギー安全保障という多元的な問題に対し

て国家に一定の政策的示唆を与えるために重要と考えられる。しかしその手法上、極めて複雑・多岐に渡る問題の中で限られた指標のみを選定考慮することの合理性の限界や、エネルギーの輸入先（輸出国）の政治的なリスクや他のエネルギー輸入国の戦略との相関やその他の関係諸外国を含む外交の進め方等を数値化することの計測上の限界、それに複数の異なる指標を単純平均する、つまり一定の重みを仮定して値を足し合わせる等の恣意性を含む計算をせざるを得ない面があり、定量的な議論を厳密に・科学的に行うには多くの必然的困難が避けられない。

これを踏まえ、本研究では省エネルギー政策について考慮する上でエネルギー安全保障上の問題が重要な背景であるという認識は持ちつつも、この点についての定量的な分析・議論にまでは踏み込まず、この側面については定性的な表現にとどめた議論を行う。

#### 2.1.4.2 地球温暖化問題と省エネルギー政策

##### 環境意識の高まりとエネルギー問題

###### 日本の公害問題とエンド・オブ・パイプ対策

日本における環境問題は、公害という公衆衛生の問題を起源としている。経済活動の規模に対して、国土が狭くまた閉鎖的な環境にある日本では、高度成長期には著しく悲惨な公害による人的被害が生じ、強力な対策が求められたことから、1970～80年代には「公害対策先進国」として、環境対策の世界的モデルの一つとされた<sup>23)</sup>。住民運動が自治体を動かし、自治体を中心に公害防止協定の締結、条例の制定などによって、生産設備等からの公害を規制し、これらが国レベルでの公害対策へと進展した。ただし当時日本で問題とされていたのは国内の局所的な状況であり、1990年代までは地球環境や環境・資源の消費の削減はほとんど問題として取り上げられることはなかった<sup>23)</sup>。

公害問題に対して当時の行政は、規制的措置として、煙突や排水口（パイプ）の出口から排出される汚染物質に対して排出基準を設定した。一方、企業は、生産設備そのものや物流設備は既存のまま、排出段階における汚染処理技術を開発・導入して対策がとることが中心となっていた。このような環境対策は「エンド・オブ・パイプ」対策と呼ばれ、汚染物質排出量の大幅削減に成功した。しかしこの対策は「いわゆる対症療法にすぎず、原因に遡った根治療法とは言えない」との指摘<sup>23)</sup>もある。近年は根本的対策のため、単に排出段階だけの技術改善でなく生産プロセスや業務プロセスの構成を再設計することによって汚染物質の発生を抑えることの重要性が新たに認識されつつある<sup>24)</sup>。

###### 欧米で芽生えた地球環境保護意識と省エネルギー政策

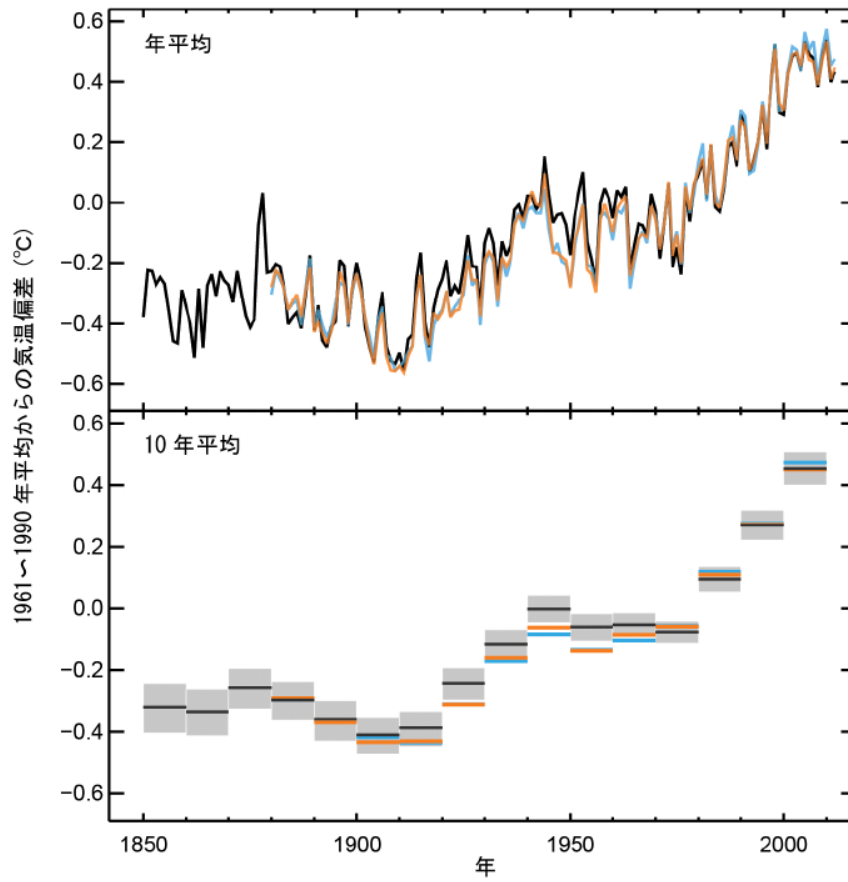
1960年代から1970年代の前半にかけ欧米では、物質的な豊かさの中での環境保護主義的な運動が新たに知識人の中で展開され始めた。代表的なものとして1969年にR.B.Fullerは、『宇宙船地球号』という言葉を用いて、化石燃料の有限性やその使用に伴う閉鎖的なシステムとしての地球に与える影響を議論しながら、人類および環境が持続するための経

済のあり方や哲学を説いた<sup>25)</sup>。一方、Meadowsらは1972年に、システム・ダイナミクス  
の手法を用いて全地球システムのモデル化を試み、人口・食糧・環境汚染・資源・エネ  
ルギーなどの予測を行い、1960年代の様な人口増加率と経済成長率がそのまま持続すると食  
料不足、資源の枯渇、汚染の増大によって地球と人類は100年以内に成長の限界に達し、  
人口と工業力の制御不可能な減少という破滅的結果が生じうると警告を発した<sup>26)</sup>。また  
E.F.Schumacherは1973年に西欧型の経済を批判し、地域主義、環境主義、適正技術など  
を提唱した<sup>27)</sup>。このような形で生まれた新たな主張のトレンドは、それと同時期か直後に  
あたる1970年頃からの産油国の影響力増大や石油危機の発生等と結びつき、エネルギー供  
給の脅威について関心が持ち上がるようになった。これらに関心をもつ識者らは、当時の  
状況がそのまま続くとエネルギー価格は急上昇すると指摘した<sup>28)</sup>。化石燃料の供給が不足  
する一方でエネルギー需要が伸びる状況は、エネルギーの輸入国において安全保障問題と  
して大きく取り上げられただけでなく、低価格のエネルギーを前提とした経済を脅かすこ  
ともなった。これ以降、各国および国際機関においては、前節で述べたエネルギー安全  
保障の観点とあわせて、環境保護主義的な観点からも省エネルギー政策が進められるよ  
うになったのである。

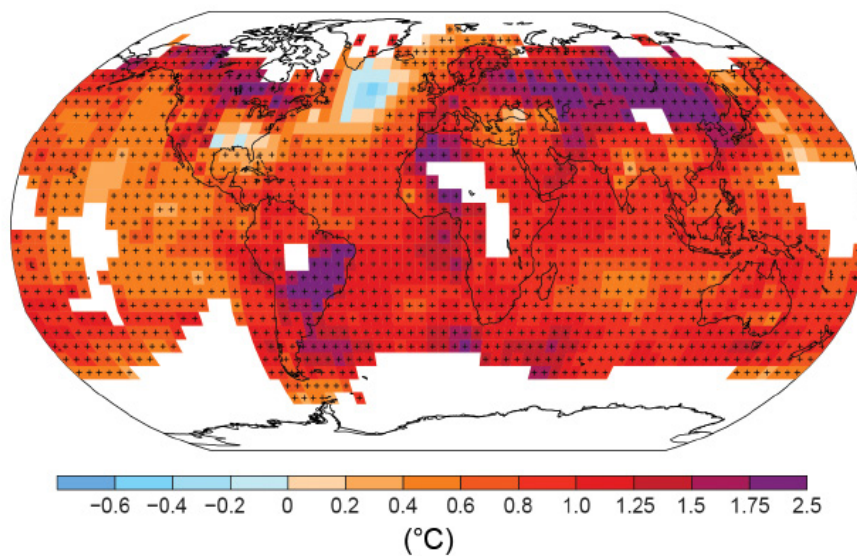
## 地球温暖化問題

現在、地球の平均気温は上昇を続けており、生態系や人間社会への悪影響が及ぼされる  
との懸念が広がっている。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による最新の報告  
書<sup>29)</sup>は「地球の表面では、最近30年の各10年間はいずれも、1850年以降の各々に先立  
つどの10年間よりも高温でありつづけた」とした(図 2-15)上で「気候システムの温暖化  
には疑う余地がない」と確定的な表現による指摘をしている<sup>29)</sup>。





世界平均地上気温の偏差（1850～2012年）



地上気温の変化（1901～2012年）

図 2-15 観測されている地球温暖化の傾向

出典：IPCC(2014)<sup>29)</sup>

また同報告書ではこの温度上昇の背景・原因として大気中の CO<sub>2</sub> 濃度の上昇が指摘されている。図 2-16 は、1985 年から 2014 年までの地上（米国ハワイ）の CO<sub>2</sub> 濃度の推移を示している。これを見ても CO<sub>2</sub> 濃度は、月ごとの増減を繰り返しながら上昇が続いていることが分かる。

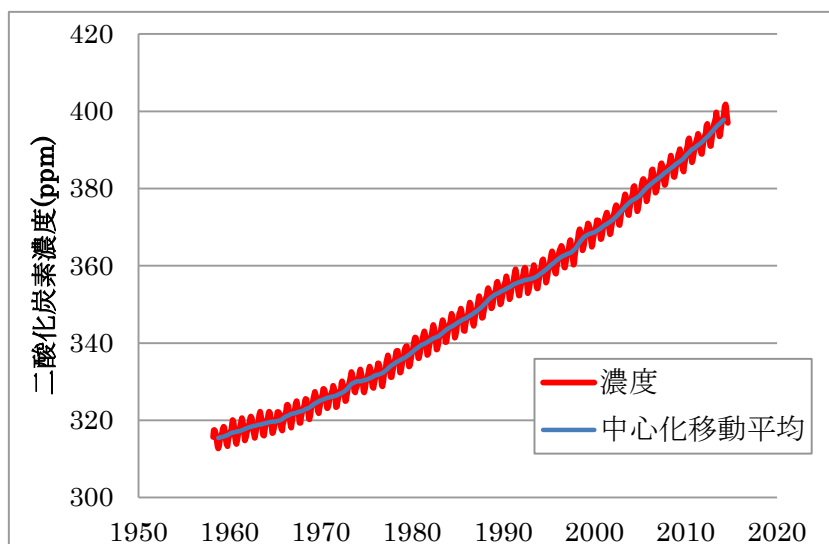


図 2-16 大気中の CO<sub>2</sub> 濃度の推移\*(1958 年 3 月～2014 年 8 月)

\*米国ハワイ・マウナロア観測所における観測値

出典：NOAA(2014)<sup>30</sup>データをもとに著者作成

IPCC(2014)<sup>29</sup>は、CO<sub>2</sub> 濃度の上昇について、エネルギー消費等に伴う人為的な CO<sub>2</sub> 排出の影響が大きい事を指摘し、地球温暖化の原因として「人間による影響が 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い」と強い表現で述べている。温暖化による影響についても、同報告書は、気候変動に伴う極端な気象現象の頻度・強度の変化および海面水位の上昇が、自然システムだけでなく、生態系、漁業、農業、人間の健康等、人間社会にも悪影響を及ぼす可能性があるとして、強い警鐘を鳴らしている。

地球温暖化問題が特に広く認知され始めたのは1980年代であり、オーストリアのフィラハで1985年に開かれた地球温暖化に関する初めての世界的な学術会議では「21世紀半ばには人類が経験したほどのない規模で気温が上昇する」との見解が発表された。1988年には、世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)の共同で気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が設立された。1992年には、リオデジャネイロで開かれた「環境と開発に関する国連会議」(UNCED/地球サミット)では、「気候変動に関する国際連合枠組条約」が署名のために開放され、それぞれ150か国以上が署名した。そして1997年には「地球温暖化防止京都会議」(COP3)において京都議定書が採択され、日本は1990年との比較で2010年までに二酸化炭素の排出量を6%削減することを約束し、アメリカは7%、EUは平均して8%削減することを約束する等、各国が具体的な数値目標を約束するようになるに至っている。近年における地球温暖化問題をめぐる国際交渉および日本国内の対策・目標設定の流れはに示す通りである。

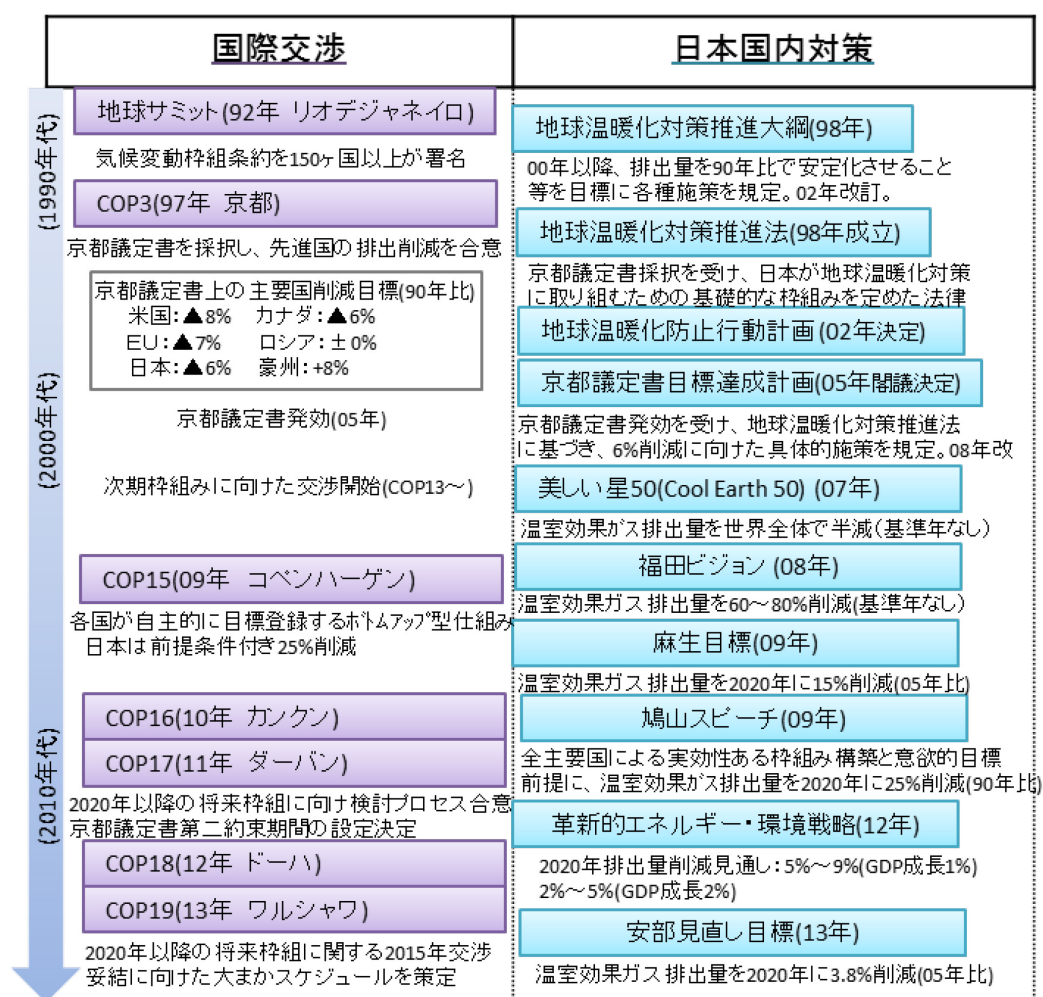


図 2-17 地球温暖化問題をめぐる近年の国際交渉および日本国内の対策・目標設定

出典：中央環境審議会、産業構造審議会(2013)<sup>31)</sup> より著者加工・編集

## 地球温暖化問題と省エネルギー政策

温暖化問題の主要な原因とされるのは、CO<sub>2</sub>の排出、特に人間社会のエネルギー消費に伴うCO<sub>2</sub>の大気中への排出である。先の2.1.3では、世界のエネルギー消費は今後も増加し続けると述べたが、これに伴うCO<sub>2</sub>排出量の増加が強く懸念されている。エネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量は、2011年時点で34Gt-CO<sub>2</sub>である。国際エネルギー機関(IEA)(2014)による将来エネルギー技術展望<sup>32)</sup>によれば、温暖化を緩和するための道筋として気温上昇を2℃以内にとどめられる可能性の高いシナリオ(2℃シナリオ)を考える場合、2050年段階ではその排出量を15Gt-CO<sub>2</sub>と、現状比44%程度にまで抑制しなければならない。これに対し、現状の推移がこのまま維持されると考える場合には、2050年には55Gt-CO<sub>2</sub>、現状比160%以上と排出量を大幅に増加させる状況が想定され(図2-18)、長期的な気温上昇が最低6℃と推定される。この文献<sup>32)</sup>は、将来のCO<sub>2</sub>排出量を削減する上でエネルギー消費の段階における効率化技術が極めて重要だと指摘しており、それによって現状維持シナリオ(2050年時点)の排出量のうちの15Gt、率にして約27%が削減されうると推計している。さらに同時に、こうした技術は政府支出の削減およびエネルギー輸入依存度の低減に有効だとも強調されている。ただしここで言うCO<sub>2</sub>排出量削減可能性の想定においては、他の多数の研究と同様に、CO<sub>2</sub>排出量削減の対策技術が経済合理的にスムーズに導入・普及していく状況、すなわち実際にはその妨げとなる社会的な障壁が克服されることが前提とされている点に留意が必要である。

IPCCによる2007年の報告書<sup>33)</sup>およびIEA(2014)<sup>32)</sup>の中では、エネルギー利用の効率化は費用の小さいもしくは便益を得つつ進められる対策も多いと指摘され、人間社会の成長を支えながら地球温暖化対策を進めていく上での重要な手段として、その意義が強調されている。

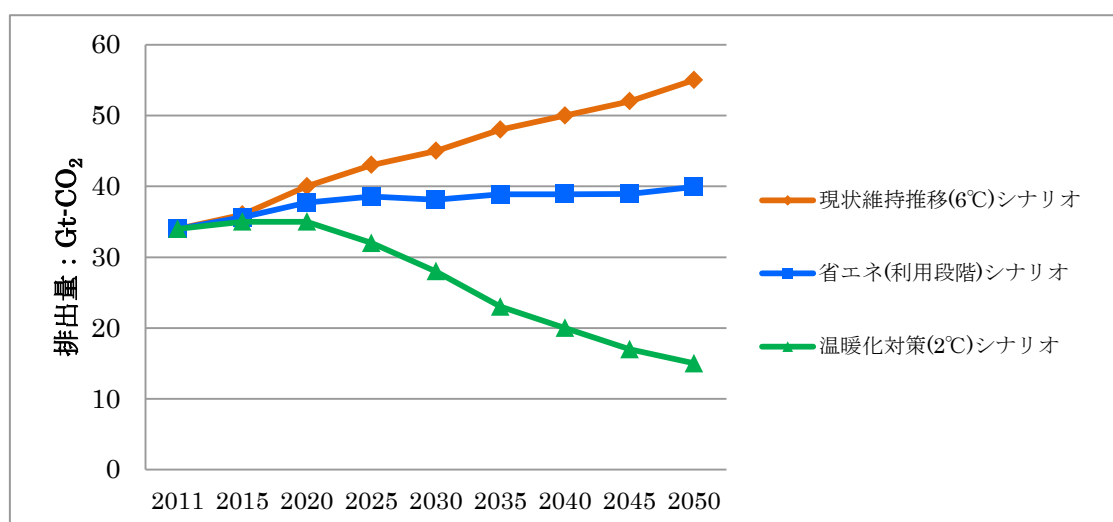


図 2-18 エネルギー起源 CO<sub>2</sub>排出量のシナリオ別展望

出典：IEA(2014)<sup>32)</sup>をもとに著者作成

ただし、秋元(2008)<sup>34)</sup>が指摘するように社会一般的に温暖化対策の必要性が強調される際、あるいは各国がCO<sub>2</sub>排出削減目標を設定される際、それにかかる費用についての客観的かつ合理的な議論が十分になされているとは言えず、結局のところ実現性に乏しい主張や目標設定がなされることも多い。IEA(2014)<sup>35)</sup>が「2°Cシナリオ」として示すところの道筋に社会・経済が沿うことの妥当性、または各国政府が打ち出す数値目標を絶対的なものとして見なすことも、必ずしも適切ではない。しかしながら温暖化対策を長期的に進めていく必要性自体は確かにあり、その緩和策としてのエネルギー利用の効率化は、現在および将来の世界において重要な方策の一つだと考えられる。

#### 2.1.4.3 省エネルギー対策と生産性、経済発展

##### 生産性

市場経済における生産活動について、生産効率の良し悪しは生産性、すなわち投入量と産出量の比率（産出量／投入量）で決定される。投入量に対して産出量の割合が大きい程生産性が高いことになる。ここで投入量としては、労働、資本、土地、原材料、エネルギー、機械設備などの諸要素があげられ、産出量としては、生産量、売上高などがある。生産性が上がると、より低い費用での生産が可能となり、それによってより大きな利益を生むことが可能となる<sup>24)</sup>。エネルギー効率の向上は、エネルギー消費量を抑制することによって投入量を削減する可能性につながる。仮に企業が完全に経済合理的な意思決定と行動をしようならば、その組織に応じた一定の設備使用年数等の条件に応じて、自主的に経済性のある範囲の限界までエネルギー効率の向上が図られることになる。企業のエネルギー効率化の投資に対する態度の程度は、エネルギー支出の割合が大きいエネルギー集約型産業であるほどエネルギー費用を最小化することに経営の重点が置かれるため、前向きになりやすいが、反対にエネルギー支出割合の少ない産業では、そうした態度が相対的にとられ難い傾向がある<sup>36)</sup>。

##### 省エネルギー対策と生産性

###### 事業者の自主的取り組み

日本の産業界では、エネルギー多消費産業の典型例として鉄鋼業、セメント産業、火力発電事業が挙げられるが、これらの業界では生産性の向上を目的として、高度成長期以来現在に至るまで、様々な技術の適用によるエネルギー費用の節約が試みられてきた。加治木(2010)<sup>37)</sup>はその歴史的経緯の詳細を調査・整理している。それによれば鉄鋼業では、石油危機以後から、エネルギー費用の高騰を背景として、ヨークス乾式消化、高炉頂圧発電等の技術開発・導入が積極的に進められた。セメント産業では、キルンの型式としてより費用対効果の高いSPキルンおよびNSPキルンへの集約化が進んだ。ミルの型式としてもボールミルやチューブミルから豎型ミルへの転換が図られ、電力原単位の削減につながっ

た。火力発電業界では、欧米との技術格差の解消を図る狙いがあり、大容量・高効率な新鋭火力発電設備の積極的な導入が行われた。これを受けて各プラントメーカーも、欧米企業との技術提携を糸口に、エネルギー高効率技術を順次、国産化させ、関係技術を蓄積していった。これらエネルギー高効率技術の導入は、生産現場におけるIE<sup>i</sup>導入、自主管理活動(JK活動)<sup>ii</sup>やQCサークル<sup>iii</sup>等の事業者の社内的活動を通じて自発的に進められたものが数多い<sup>37)</sup>。

#### 政府による下支え・支援

日本における上記の様な事業者による省エネ対策の進展の要因を考える場合、行政が後押しし、下支えしていた側面も指摘することができる。古くは戦後復興期、熱管理運動および熱管理政策によって政府が果たした役割がある。これは具体的には、1945年～1947年に国家資格としての熱管理士の資格制度が創設され、それによってボイラ等の熱効率向上に関する技術者の養成・認知向上が図られ、これが企業における技術的な改善の取組の基盤を形成したことがある。また1951年に熱の有効利用を通じた「企業合理化」の効果を強調して施行された熱管理法は、企業にエネルギー費用の削減機会を認知させる効果があった<sup>38)</sup>。さらにまた高度経済成長期にあたる1960年代半ばには、超臨界圧火力発電の開発に関する勧告が実施され、石炭火力発電事業者のエネルギー高効率化が後押しされた<sup>37)</sup>。

#### 経済発展とエネルギー消費に伴うCO<sub>2</sub>排出

生産性の向上は経済発展の過程で重要な要素だが、しかしその一方で急激な経済成長は大量の資源消費につながり、環境汚染物質の排出量増加を伴う。環境問題と経済発展の間には、基本的にはトレードオフの関係性が存在すると考えなければならない。ただし生産性の向上は生産に必要となる資源需要を低下させ、最終的に環境汚染物質の排出を削減するとの指摘もある<sup>39)</sup>。また別の主張として、経済成長の初期段階では汚染が増大するが一人当たりGDPがある水準を超えると一定のピークに達して傾向が逆転し、それ以上の成長水準では環境の改善が起こる、すなわち経済成長と環境汚染の間には逆U字型の関係が存在するという仮説がある。これは「環境クズネッツ曲線仮説」と呼ばれる。実際、Grossman & Krueger(1991)の研究<sup>40)</sup>では、世界42ヶ国のデータに基づいて都市部の二酸化硫黄の濃度とGDPとの間の関係性が調査・分析され、両者についての逆U字型の曲線が計測されている。この他の研究でも二酸化硫黄の濃度とGDPとの間の逆U字型の関係性が実測されており、環境クズネッツ曲線仮説は支持されている。CO<sub>2</sub>の排出に関する同様の議論と

<sup>i</sup> IE:Industrial Engineering の略。材料の浪費、機会の稼働時間の無駄、操業に従事している人員の無駄、操業に用いられている無駄を無くすことによって費用削減を図る取組みまたはそのための工学的研究。

<sup>ii</sup> 同一の職場または同職種の作業者が小集団を編成し、その中でリーダーを選び、リーダーを中心に話し合いの場を作って自主的に目標を設定し、その達成のために努力する活動。

<sup>iii</sup> 品質管理(Quality Control)活動の一形態。社内の自主的な勉強グループで得られる知見を積み重ねながら、作業・業務の継続的な改善を試みるもの。

しても、様々な年代および国・地域等の地理範囲を対象として、その排出量と所得水準との関係性を調べた多くの研究がなされてきた。1990年以降の関係する35の既往研究の内容を整理したKaika & Zervas(2013)<sup>41)</sup>によれば、両者の関係性は、右肩上がりのいわゆる「正の相関」の観測結果となった研究例もあれば、特定の関係性が見出されない研究例もあれば、一部の国で逆U字型の曲線が観測された研究例もある。相反する主張が混在しており、CO<sub>2</sub>に関する環境クズネツツ曲線仮説は局所的に支持される可能性はあるものの、現段階では必ずしも一致した認識は持たれておらず、この点については今後更に調査・研究と議論を継続していくことが必要である。

## 2.2 省エネルギー障壁

前節ではエネルギー効率を向上させる対策がとられる様々な背景や経緯、目的について述べた。それらの対策は、実際には正味で負もしくは低い費用でなされうることが多い。しかしながら、一見して経済主体にメリットをもたらさうする対策であっても、実社会ではとられないことも多い。「省エネルギー障壁<sup>i</sup>」の概念は、そのような正味で負もしくは低い費用でエネルギー効率化技術の導入等の対策を阻む社会・経済的な阻害要因について議論するために構築されたものであり、省エネルギー政策のあり方およびその評価を詳しく検討するにあたって有用である。本節では、省エネルギー障壁について、既往研究の成果を踏まえつつ詳しく考察する。

### 2.2.1 エネルギー効率と経済効率

エネルギー利用効率についての政策的な議論は、1970年代の米国でその重要性が指摘されて以降、幅広く進展してきた。議論の発端となったLovins(1976)<sup>42)</sup>は、より少ないエネルギーでより多くの経済的な出力を生む発想として、エネルギー効率の概念を持ち出し、明らかにエネルギー非効率的であった当時の米国の社会・経済に対する問題を投げかけた。Schipper(1976)<sup>43)</sup>も、米国経済で問題となっていたエネルギー問題の解決策の一つとして様々な経済活動におけるエネルギー効率の向上の重要性を指摘し、政府がそうした対策を促すべきだと強調した。

政策論においてエネルギー効率の水準の是非が議論される際、省エネルギー対策に積極的ないわゆる「技術者」の立場からはエネルギー効率向上の重要性が特に強調されがちだが、重要なのはその効率水準の変化と経済効率との関係性である。Sweeney(1993)<sup>44)</sup>は、エネルギー効率の向上はエネルギー消費量を抑制するための対策の一つとして重要だが、それのみに焦点が当てられるべきではなく、経済的な価値や経済効率との関係性にも注意を払うべきだと指摘した。たとえば、従来では人手が必要と想定される作業に、新技術によ

---

<sup>i</sup> 欧米の研究による元々の表現“barriers to energy efficiency”は、本研究では日本における他の研究に倣って「省エネルギー障壁」としているが、より忠実には「エネルギーの効率化を阻む障壁」として解釈されるべきである。

る機械的プロセスが導入されうる場合、エネルギー消費量の増加にはつながりうるものの労働力を削減して経済効率を改善する側面がある。ここで仮に政策目的がエネルギー効率向上のみに置かれる場合、経済合理性を背景とするそうした新技術の導入・進展が妨げられることになる。Golove & Eto(1996)<sup>28)</sup>、Sweeney(1993)<sup>44)</sup>は、エネルギー利用効率の向上を目的とする政策についての考え方を整理するため、投資によるエネルギー強度と経済効率それぞれへの影響を分けて捉えた概念図(表 2-3)を作成した。

表 2-3 エネルギー効率と経済効率

	エネルギー強度の低下	エネルギー強度の増大
経済効率の向上	エネルギーの効率的利用	「エネルギー消費型進展」
経済効率の低下	エネルギー効率向上への投資は促進されない	望まれないものとして拒否される

出典：Golove & Eto(1996)<sup>28)</sup>より引用

近年では、エネルギー効率向上政策の正当性が考慮される際、経済効率を優先させることには、意見の大きな不一致はみられない<sup>28)</sup>。すなわち公共政策は、エネルギー利用効率の向上のみに限ることなく、経済効率を高めることが目的とされなければならない<sup>45)</sup>、その効率向上は、経済効率または社会的厚生を増加させる程度までに限って促されるべきだと一般に理解されている。これは本研究の議論においても原則となる考え方である。

### 2.2.2 省エネルギーギャップ

省エネルギーギャップは、しばしば、CO<sub>2</sub>削減量をCO<sub>2</sub>削減単価の低い順に並べた(CO<sub>2</sub>)削減費用曲線を用いて説明される。図 2-19 は McKinsey&Company(2007)による研究<sup>46)</sup>を例示している。これをみてもわかる様に、家電機器や業務用の電気機器、乗用車など、多くのエネルギー消費機器・設備についての省エネルギー技術導入が、負の費用で(正味で便益を伴って)なされる対策だと指摘されている。ただしこれらの研究では、技術的潜在性は、仮想的なものであり、高効率な技術・機器・設備の即時・瞬間的な導入が考えられている点に留意が必要である。



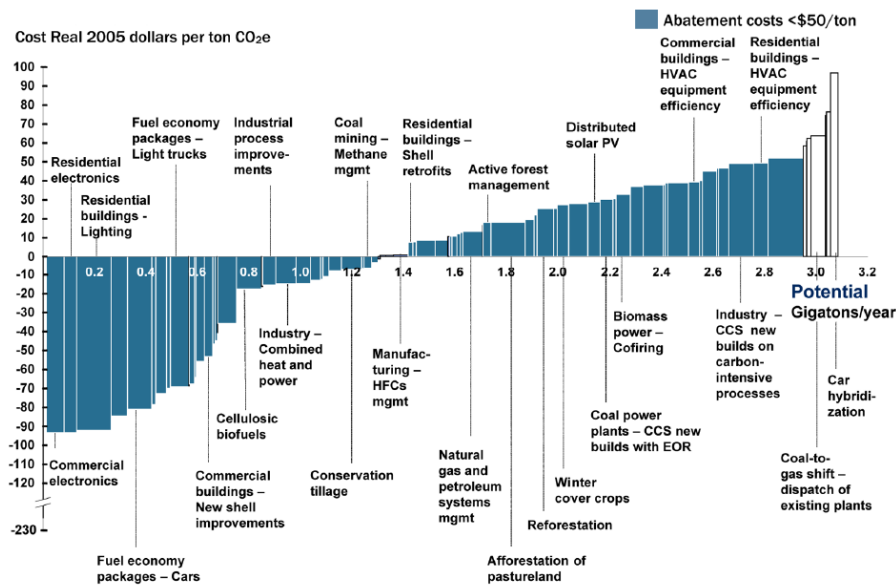


図 2-19 温室効果ガス削減費用曲線の例

出典：Mckinsey&Company(2007)<sup>46)</sup>より引用

省エネルギーギャップの指摘において示唆される主観的割引率は、消費者によるその他の一般的な投資において計測される割引率と比較して高いという指摘があり<sup>47)</sup>、こうした研究では、両者の率の間に認められる差異が、エネルギー利用効率（機器）の市場の機能の欠陥を示すと指摘される。またその他の議論では、エネルギーの開発・生産・精製・輸送・消費に伴う環境負荷を考慮した場合、エネルギー消費の削減には負の外部性が存在するため、関係する割引率は、より一層低い社会的割引率としなければならず、社会的な観点からは省エネルギーギャップはさらに大きいとも主張される<sup>28)</sup>。これらの主張に基づくならば、エネルギーの利用に際する社会的費用は消費者が支払う費用よりも通常高いため、社会的観点による効率ギャップは、市場の個々の主体の観点によるギャップよりも大きくなる<sup>48)</sup>。捉え方の違いによる割引率に応じたエネルギー効率化の投資水準を概念図として整理すると図 2-20 の様になる。

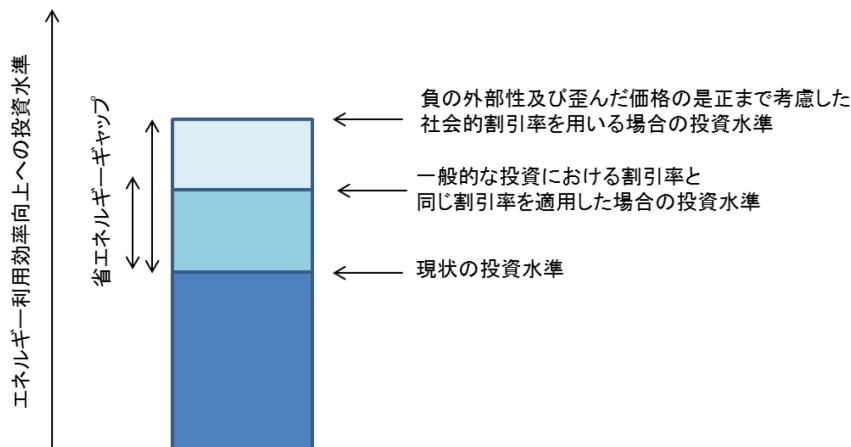


図 2-20 エネルギー効率向上への投資水準と省エネルギーギャップ

出典：Golove & Eto(1996)<sup>28)</sup>をもとに著者作成

### 2.2.3 省エネルギー障壁とは ～基礎的な議論～

省エネルギーに関わる障壁もしくは市場障壁という概念は、当初、経済工学的なモデルを用いて技術的ポテンシャルを調べる意図で導入された。それら一連の研究では、一見して極めて高い見返りが得られる投資が見過ごされているとの観察がなされ、その観測結果に基づいて、様々な障壁の存在が投資を妨げているとの想定がなされ、その障壁の除去・低減のための政策介入が正当化されると強調されるに至った。そこで提案された障壁は、投資家自身が対策による便益を享受できない状態・構造として定義される「分断された動機付け」、低所得者が費用対効果のある投資をするための資金を借りられない状況・構造として定義される「資金アクセス」などが含まれる。

こうした研究の多くは、当初、経済学者ではなく、いわゆる実務家ないし技術者<sup>i)</sup>によってなされており、いわば選り好みされた経済理論が用いられているとも言える<sup>28)</sup>。たとえばHirst & Brown(1990)<sup>49)</sup>は、将来の燃料費用の不確実性は障壁だと述べた。またWarren(1987)<sup>50)</sup>は、企業が省エネにかかる自らの投資の意思決定をする際に厳しい判断基準を用いていることを問題視し、それを障壁だと指摘した。これらの実務家ないし技術者の視点でなされた研究に対して、伝統的な経済学の立場からは批判が相次ぎ、「障壁」という用語の定義が曖昧で、経済学的に厳格な議論になっていない等との指摘が挙げられた<sup>51)</sup>。経済学的に厳密な議論をすれば、「障壁」とされた要因は実際には有効に機能する市場において、むしろ有益な特質になりうると指摘された<sup>52)</sup>。たとえば将来の燃料費用について不確実性がある場合、リスク回避的な投資家は、燃料への投資を資金や労働へと代替させるように働くだろうが、この状況は障壁ではなく、エネルギー効率の向上を促すことになると言える<sup>52)</sup>。同様に、エネルギー効率向上のための投資は、経営管理に必要な時間の増加

<sup>i)</sup> ここで言う技術者とは、「技術的には実現可能であるのに実現していない省エネルギー機会」について、これが実現されるべきとの立場をとる者を指す（以下、「いわゆる技術者」または単に「技術者」と呼称する）

や生産活動への妨げといった、隠れた費用の増大につながりうる。投資家は、これらの費用を鑑みて合理的な意思決定をしているのかもしれない。以上のように障壁の概念は、現状において必ずしも明確に確立されているとは言えないものの、これまでに実務家ないし技術者の観点からの研究と伝統的経済学者の立場からの批判が数多く積み重ねられ、発展してきている。

## 2.2.4 市場の失敗と省エネルギー障壁

### 2.2.4.1 市場の失敗

伝統的な経済学の理論において、ある社会が1つの資源配分を選択する際、誰か別の人の効用を低下させることなくある者を改善することはできない状態は「パレート効率的」と言われる。この達成に求められる条件は以下の3点である。

- ①あらゆる資産が民間で完全に割り当てられ所有される（財産権の完全性）
- ②価格及び製品の特質に関して企業もしくは個人が合理的な期待を持つ
- ③特定企業による行動が製品価格に影響を及ぼさない（完全競争）

上記のうち一つでも条件が崩れれば市場の失敗が起こり、政府による介入が潜在的に合理的となる。

### 2.2.4.2 市場の失敗と政府介入の合理性

政府介入が正当化されうる理由は、公平性の改善や民主主義における説明責任等、一般に数多くあるが、市場の失敗もその理由の一つとなりうるものであり、条件によって、エネルギー効率向上のための政府介入の必要性が正当化されうる。省エネルギー障壁の概念は、正味で負もしくは低い費用で導入されうる技術が採用されない原因を説明するあらゆる要因を指し示すかのように見える一方、このうちの一部の組み合わせのみが市場の失敗として認識されるものに対応している。そのため伝統的な経済学の立場からすれば、言及されるうちのただ一部の組み合わせの障壁のみが、エネルギー効率向上のための政府介入を正当化しうることになる<sup>45)</sup>。さらに、市場の失敗は幅のある概念であり、単に存在するというだけでは政府介入を正当化するのには不十分である。政策実施による便益がそれにかかる費用を超えるということもまた示されなければならない<sup>45)</sup>。

### 2.2.4.3 市場の失敗と省エネルギー障壁の議論

Jaffe & Stavins(1994)<sup>45)</sup>は、伝統的経済学の考え方を念頭に、市場の失敗の概念に基づいて次の様に障壁の分類を試みた(表 2-4)。

表 2-4 市場の失敗と省エネルギーギャップ／障壁

	省エネルギーギャップを説明するもの	省エネルギーギャップを説明しないもの
市場の失敗 に属する障壁	例) ・情報の公共財的な特質 ・技術採用する際の正の外部性 ・エネルギーサービス業における非対称 情報（→逆選択、モラルハザード、動機 の分断につながる）	例) ・エネルギー価格の歪み（例：特定の補 助金付与および課税率の差異等による 市場の歪みなど） ・環境外部性（例：大気の質、酸性雨、 気候変動など）
” に属さない障壁	例) ・隠れた費用（例：生産活動の混乱） ・製品の機能低下（例：信頼性の低下） ・投資を遅らせることによるオプション 価値	

出典：Jaffe & Stavins(1994)<sup>45)</sup>より著者作成

Jaffe & Stavins(1994)<sup>45)</sup>によるフレームワークは、エネルギー効率化のポテンシャルを検討するのに有用な枠組みである。これに基づいて、省エネルギーギャップを説明する分の市場の失敗を取り除くことによって達成される「経済学者のポテンシャル」（表 2-4 の左上）と、市場の失敗に該当しないさらなる障壁を除去することによって達成される「技術者のポテンシャル」（同左下）とを区別して考えることができる。技術者のポテンシャルは、経済学者のポテンシャルよりも大きい、「技術者」によって指摘される数々の障壁は市場の失敗に属さないため、そのポテンシャルの達成は、必ずしも経済効率の改善に寄与しないと考えられる。他方、理論的な社会的最適基準は、さらに高い水準である。これは、環境外部性等、省エネルギーギャップを説明しない市場の失敗の除去までが含まれる概念である。しかし社会的に許容可能な対策費用の下で除去されるのは、市場の失敗のごく一部ということも考えられる。そのため費用便益分析に基づいて正当化されうる政策の導入によって正味の結果として達成されうる水準に相当する「真の社会的最適水準」は、相対的に小さいかもしれない。しかし実際には、それぞれのポテンシャルの大きさは、必ずしも明確ではなく<sup>36)</sup>、状況に応じて変化すると考えられる。

Jaffe & Stavins(1994)<sup>45)</sup>は、障壁の問題に関わる割引率の役割についても有用な議論を提供した。この研究は、省エネルギーギャップが存在する事象は、ある経済主体がエネルギー効率の向上の意思決定の際に、高い主観的割引率が観測される事象と同義であると指摘した。主観的割引率の測定は、経済主体による意思決定を検証する中において、主体にとっての資金調達コストと将来の省エネルギー量を基に意思決定が最適の結果だと考えられるような率を計算することによってなされる。このことは隠れた費用および市場の失敗が存在する状況において、標準的な割引率を適用する主体であっても、同じ状況下で極めて高い割

引率を適用する組織であっても同じである。「正しい」割引率が観測割引率よりも大きく下回る」という主張は、市場の失敗による大きな障壁が存在すると想定していることになり、「消費者が既に正しい割引率を用いている」という主張は市場の失敗が存在しないと想定していることになる<sup>52)</sup>。

Jaffe & Stavins(1994)<sup>45)</sup>によるフレームワークは、障壁の議論においてさらに明確化が必要な要素を明らかにし、費用が実際には存在するが「隠れている」(隠れた費用：研究・分析者にとっては隠れているが企業や投資家には見えている)場合について、エネルギー効率化に努めないことは実は経済合理性がありうるということを指摘した。ただしこの文献<sup>45)</sup>による市場の失敗の概念を基礎とするフレームワークは議論の出発点として重要ではあるが、より実態に即した議論を進めるためには取引費用の経済学および行動経済学の観点が必要である。

## 2.2.5 取引費用経済学と行動経済学の観点

取引費用の経済学および行動経済学は、組織または人間の意思決定について、古典的な経済学では想定されない現実的な見方を提供し、障壁の議論についてより深い洞察を得る助けとなる。

### 2.2.5.1 取引費用の経済学による見方

取引費用の経済学では、非対称情報と機会主義の存在が重視され、伝統的な経済学および代理人理論のフレームワークを次の3つの点で拡張している。第一に、経済主体の限定合理的な行動の想定を置いており、第二に、取引の形態に応じた取引費用とリスクに焦点を当てており、第三に、取引の型と管理構造との関係性を説明していることである。またこのアプローチでは、市場の幅広い媒体の形態の検討を含め、市場および階層的組織構造を含む包括的な検討がなされる。特に限定合理性の概念が取り入れられることにより、契約は不完備であること<sup>53)</sup>、それに取引費用が必然的に発生すること、という2つの重要な見方が得られている。

取引費用が発生する要因は様々であり、取引に関わる法的な対応、管理、情報収集、その他パートナーを探す費用、交渉費用、契約の作成費用、成果の監視費用、契約の履行を確実にするための費用などが含まれる。実際には、特定の状況において取引費用の絶対値を計測するのは困難であり、問題がつかまとうが、関係する分析研究では、取引費用の決定要因、状況別の取引費用の相対的な大きさ、そして統治管理構造の選択によってその費用がいかに最小化されるか(たとえばスポット取引形態と長期契約取引形態との差異など)が検討対象となる。取引費用の経済学の既往研究は、政策介入が妥当な状況を特定することよりもむしろ、取引費用の概念を用いて市場、組織もしくは契約の形態がどのように選択されているかを説明することに主眼が置かれており、個々の契約の形を設計することに関心が持たれている。

### 2.2.5.2 行動経済学による見方

行動経済学は、伝統的な経済学が前提とする個々の人間や組織の情報収集能力や認知能力、計算能力などの合理性には限界があるとし、個々の主体の判断には偏向が伴うと捉える。そのうえで、それらの偏向の原因や普遍的な傾向を見出そうとする。Kahneman & Tversky(1979)<sup>54)</sup>、(1984)<sup>55)</sup> は、そうした偏向が普遍的で予想できるものであり、大体において金銭的なインセンティブや学習によって左右されないということを立証するために、様々な状況下における意思決定の実験を実施し、プロスペクト理論を開発した。

Thaler(1980)<sup>56)</sup>は、個々人が一般に何かを手放す場合にかかる費用は、それを得るための費用以上を要求すると述べた。機会費用は、個人が直接・物理的に支払う現金とは同様に扱うことはできず、また、見過ごされる便益享受の機会は、実際に直接的に認知される損失ほどには痛みが感じられない。Samuelson & Zeckhauser(1988)<sup>57)</sup>も同様の観察を行いながら「現状維持バイアス」という用語を用いた。彼らの指摘によれば、多くの意思決定は「現状維持」かそれに比べてある部分はメリットがあるが別の部分ではデメリットのある「代替案」かどちらかを選ぶ形態であると考えられるが、人々は、利得よりも損失の程度を重視するために、意思決定は現状維持の方に偏ってしまう。

Kahneman & Tversky(1979)<sup>54)</sup>は、リスク選好的な意思決定の結果は「価値関数」によって評価されうると説明した。価値関数の特徴は3つある。すなわち①価値は絶対値または絶対的な状況としては捉えられず、参照点からの変化量として捉えられる。②利得の場合でも損失の場合でも、量が大きくなるにしたがって限界的な価値は低減する。③価値関数の傾きは、負の領域（損失側）の方が、正の領域（利得側）よりも大きい（同量の変化であれば損失の方が利得よりも大きく認識される）。確実性の選好とあわせ、この価値関数の概念を用いることで、リスクのもとでの経済主体による意思決定についての幅広い観察結果が説明されうる。一方、この考え方に従えば、消費者の選択は、その意思決定がどのような状況またはフレームのもとでなされているかに強く依存するために、消費者がもつ普遍的な「効用関数」の定義が難しくなる点に留意が必要である。

### 2.2.5.3 取引費用および行動経済学の観点の可能性と課題

取引費用の経済学は、代理人理論を基礎としながら、市場の失敗および組織の失敗の双方の問題に対して統一的に迫るアプローチを提供し、それぞれの失敗が絶対的なものではなく相対的なものであることを強調している。一方、行動経済学は、個々の意思決定について損失回避性向や確実性選好という現実的な説明を組み込むことによって、さらに踏み込んだ領域へ発展した。これらの主張は、伝統的な経済学的前提を覆す指摘であり、これによれば伝統的な経済学の見方は現実社会・主体の行動を必ずしも十分に説明できているとは言えなくなる。だがそれらは、より現実的な見方を提供する一方、形式的なモデルを開発することを困難にし、また、明確な政策的結論を導き出すことを難しくしてしまった。とりわけ、Jaffe & Stavins(1994)<sup>45)</sup>によって提供された障壁に関する洞察は、取引費用の

概念が「市場の失敗」と「市場の失敗でないもの」の区別をなくしてしまうと、直ちに埋没してしまう。同様に、市場の失敗と組織の失敗との間の区別も、仮にそれらの失敗のそれぞれが、ある組織形態を別の形態に変化させることによって改善されるならば、それほど強固ではなく曖昧な区別になってしまう。どちらのアプローチも実験的な研究を大いに刺激するが、エネルギー効率化の問題を考察する上でのアプローチの適用は、いまだ発展途上だと言わざるを得ない<sup>58)</sup>。障壁を踏まえた議論の際はこれらの主張に留意する必要があるものの、普遍的な傾向を示すものとして依拠することは必ずしも適切とはならない。

## 2.2.6 様々な障壁

### 省エネ障壁の様々な分類

省エネ障壁に関する研究の内容は、実務家・技術者の視点で個別の事情・技術が踏まえられる程度および伝統的な経済理論が踏まえられる程度等に応じて、様々な異なる。いくつかの研究は、形式的な理論の参照を最小限にとどめながら障壁の議論を展開している<sup>49)</sup>。またいくつかは伝統的な経済学の概念を引用する一方で、取引費用の経済学や行動経済学の知見は無視している<sup>45)</sup>。また別のいくつかは、取引費用の概念等の若干の参照はしている<sup>59)</sup>。それらの異なるアプローチ間の区別が曖昧であるために、議論の状況は一層複雑になっている。伝統的な見方と代理人理論、取引費用経済学、および行動経済学とのそれぞれの間でも重なる領域があるばかりでなく、障壁の議論で用いられる概念においても、しばしば一つ以上の上記の概念が包括され、複数の要因によって現象が説明される。ここでは、理論的な形式を維持しつつも包括的な整理を行っている Sorrell(2004)<sup>36)</sup>の分類をベースとして参照する。Sorrell(2004)<sup>36)</sup>は、障壁を「リスク」、「不完全情報」、「隠れた費用」、「資金アクセス」、「動機の分断」、「限定合理性」、の6つの要因に分類した。この分類をベースとした各障壁およびそれに対応する主張は以下の表 2-5 に整理できる。

表 2-5 省エネルギー障壁の分類

障壁	主張
リスク	<p>省エネ化のための投資に求められる短期の投資回収年は、投資に内包するリスクを合理的に反映したものかもしれない。これは省エネ化のための投資が他の形態の投資よりも高い技術的もしくは財務的なリスクを伴うためかもしれないし、ビジネスと市場の不確実性が短い計画対象期間を促しているかもしれない。あるいは投資後の技術進展に伴って資産が陳腐化する可能性が反映されているとも考えられる。</p>
不完全情報	<p>省エネの機会についての技術的な情報または市場や組織に関する情報が不足しているために費用対効果のある機会が見過ごされる。いくつかのケースでは不完全情報の存在によって、低効率機器が高効率機器を市場から締め出すことにつながっている。</p>
隠れた費用	<p>工学系の経済分析は、エネルギー効率の向上と同時に有用性が損なわれる点や、追加的に発生する費用の存在に対する説明をし損なっているかもしれない。そのため、そうした分析は省エネポテンシャルを過大に見積もっているかもしれない。隠れた費用の例は、経営者にかかる管理費用の増大や生産活動の妨げ、追加的な人材の配置や教育訓練、それに情報の収集・分析・適用化にかかる追加費用等がある。</p>
資金アクセス	<p>組織が、内部の蓄えでは十分な資金を確保できず、また追加的な資金の借り受けや株式の発行をすることも難しい場合は、省エネ化のための投資は妨げられるかもしれない。</p> <p>投資は、組織内部で規定される予算作成手順や投資評価基準、それにエネルギー管理者にとっての短期的な動機づけによっても妨げられるかもしれない。</p>
動機の分断	<p>省エネ化投資は、投資の主体が自らの投資に伴う便益を享受できなければ見過ごされ易い。たとえば組織内の個々の部門がエネルギー消費量に対する説明責任が無ければ彼らには効率向上の動機がない。</p>
限定合理性	<p>個々の主体は時間、注意、情報処理能力の制約があるために、たとえ良質な情報と動機がある場合においても経済モデルで想定されるような方法で意思決定を行わず、その結果、彼らは、省エネ化の機会を見過ごしてしまうかもしれない。</p>

出典：Sorrell(2004)<sup>36)</sup>による分類を参考に著者作成



上述の分類は、各要因間で重なりのある概念もある。また現状で依拠しうる基礎的または応用経済学的な知見も限られ、論理的な限界もあるために絶対的な分類とは言えないが、以下の各節では上述の6つの障壁について、それぞれ詳しい議論・考察を行う。

#### 2.2.6.1 リスク

エネルギー効率向上のための投資について、割引率が高く想定されることも、特定のエネルギー高効率技術が採用されないことも、どちらもリスクを踏まえた上での合理的な反応である可能性がある。たとえば事業がこの先3年間存続するかどうか疑わしい場合、厳しい投資回収基準が設けられるのは極めて合理的と言える。リスクを生む要因は様々にあり、たとえば経済の動向（インフレおよび金利変動の可能性など）、政府の政策の潜在的な変更、原料側および製品側の市場の動向（燃料と電力の価格の変動、あるいは投資後の技術進展に伴う資産の陳腐化・経済的価値の減耗など）、ファイナンスのリスク（資金を借り受けた際の資金市場に起こる反応・変化など）、個々の技術に関するリスク（信用性など）などがありうる。これらのリスクの要因や大きさは、個々の国、部門、ビジネス、技術によって変わるかもしれないし、時間によっても変化するかもしれない。さらには関係する意思決定者が感じるリスクは、経済モデルが示唆するリスクと乖離しているかもしれない<sup>55)</sup>。リスクはこのように多面的だが、省エネルギー障壁の観点から重要なのは、現実のリスクもしくは認知されるリスクがエネルギー効率化特有の投資に潜在的に与える影響である。すなわちエネルギー高効率化の投資が、その他の形態の投資よりも高いリスクがあるということが論理的に成立するか、そしてそうした投資が体系的に避けられているか、ということである。

一つの形の可能性は、高効率技術は、技術的なリスクが相対的に高くなってしまうということである。たとえば発電電関係の技術の信頼性が低いと認知される場合、それによって停電のリスクが高まるとすれば、エネルギー消費量低減による潜在的便益は、損失リスクに圧倒されることになるだろう。

もう一つの形の可能性は、Sutherland(1991)<sup>51)</sup>によって指摘されている。それによればエネルギー効率化の投資は、リスクを分散させられない一方で流動性が低く・固定的で、不可逆的であるために、より高い投資回収率が要求されてしまう。比較対象として売買が容易にされうる極めて流動性の高い株式や社債といった金融関係の投資<sup>28)</sup>、<sup>60)</sup>と比べる場合、エネルギー高効率化のための投資は通常、それらとは対照的に、建築物や設備に組み込まれるもので、取り除くのが困難であり、またその後に転売する余地が限られている。性能の良し悪しに関わらず維持されなければならないため、その他の形式の投資よりも大きなリスクがあるとみなされ、将来価値は相対的に大きく割り引かれてしまうと考えられる。取引費用の経済学の観点からも同様の示唆が得られており、何かに極めて特有かつ転置の余地の少ない資産は一般的により高いリスクがあるとみなされる<sup>28)</sup>。Hassett & Metcalf(1993)<sup>61)</sup> および Johnson(1994)<sup>60)</sup>は、リアルオプション理論に基づいて、

Sutherland(1991)<sup>61)</sup>と似た議論を展開した<sup>62)</sup>。彼らの議論に基づけば、エネルギー高効率化のための投資の不可逆性に加えて将来のエネルギー価格および資本費用や技術変化の不確実性があわせて考慮されることによって最適な投資回収率が導き出され、その結果の割引率は従来の投資モデルが予言するよりも高くなる。これは、現在行動するという事は、意思決定を遅らせていくつかの不確実性を解消させる機会を犠牲にしていること、すなわち機会費用が存在しているということを意味する。決定を遅らせる可能性は、一つの選択肢を意味し、それは投資回収上の不確実性の大きさに応じた価値を有する。しかし一旦投資がなされるとこのオプションがもはや利用可能ではなくなるため、投資費用の全体としては、選択肢を排除するのにかかる費用も含まれなければならない。これは、望まれる投資回収率が将来利益についての不確実性の大きさと正の相関を持つべきだという含意につながる<sup>63)</sup>。

Sanstad ら(1995)<sup>64)</sup>は Hassett & Metcalf(1993)<sup>61)</sup>のモデルを次の3つの理由に基づいて批判した。第一に、それは、実際に計測されたエネルギー効率化の投資における割引率を必ずしも十分に説明できていないことである。彼らは、Hassett & Metcalf(1993)<sup>61)</sup>のモデルにおけるオプション価値に関する変数が、想定割引率の増加によって急速に減少しており、投資回収率に限定的な影響しか与えていないことを実証した。第二にそのモデルは、エネルギー効率化投資を遅らせることで潜在的にかかる費用を説明できていない<sup>65)</sup>。たとえば、既存の設備もしくは建物の熱回収システムを改造するのには、それらが新たに設計される際にシステムを組み込む場合と比較するとはるかに高い費用がかかる。第三にそのモデルは、投資家が選択肢に関する完全な情報を持ち精巧な最適化問題を解決できると仮定しており、伝統的な経済学と同様の制約を受けることにより、現実性との乖離が問題になることである。

以上の考察を踏まえると、エネルギー効率向上のための投資について、割引率が高く設定されることや特定のエネルギー高効率技術が採用されないことは、リスクを踏まえた上での合理的な反応である側面がありうる点も否定できないが、しかしその議論による説明もそれだけでは必ずしも十分とは言えず、障壁の議論では、「リスク」以外の要因もあわせて考慮されなければならない。

#### 2.2.6.2 不完全情報

不完全情報とそれに関する政策的問題は、障壁についての議論の中でも重要な問題のうちの1つである。各経済主体は様々な理由によって個々のエネルギー効率向上の機会あるいは異なる技術のエネルギーの性能について適切な情報を欠いている。そのため各主体は、暫定的で不確実な情報に基づいて次善の意思決定位をせざるをえず、結果としてエネルギー効率向上のための投資は十分な水準までなされない。伝統的な経済学において不完全かつ非対称な情報の問題は、市場の失敗の中心的課題と理解され、省エネラベリングのような情報を改善する政策介入は正当化されると主張される。Huntington ら(1994)<sup>66)</sup>は、不完

全情報の問題がエネルギー効率投資での「ギャップ」を説明する市場の失敗の主要な源であり、様々に異なる問題として現れると主張している。

エネルギーサービス市場における不完全情報

エネルギー効率向上に際する意思決定に関する情報は、便宜的に以下の3つに分類される。

- ①現状のエネルギー消費の量・形態、およびベンチマークとの比較情報
- ②個々の状況下でのエネルギー効率向上の機会の情報、たとえば断熱機能の改造など
- ③効率的／非効率的を比較検討する際に有用となる、新規/改造の建築物もしくは処理設備／購買機器のエネルギー消費の情報

現状のエネルギー消費の情報を利用できる程度やその可能性は、供給業者側から提供される利用明細書の記載内容、測定の細分化度合い、適切なベンチマークの利用可能性、情報機器・システムの使用環境、エネルギー消費量について分析するための時間などに依存すると考えられる。これらのほとんどは、投資、運営費用および人件費に関係しており、取引費用のうちの一つのカテゴリーとしても理解されうる。これらの費用は、障壁の議論で基本的に重要な問題である。

エネルギー消費の面で特有の投資機会に関する情報の利用可能性は、次の2つの要因に依存する。すなわち、①組織が、エネルギー監査等の取り組みによってエネルギー効率向上の機会を評価する程度、それに②特定の省エネ技術の性能およびそれにかかる費用についての情報の利用可能性である。これらうち①は、監査が組織内で自身によって行われるか、外部コンサルタントによって行われるかどうかだが、いずれにしても組織の運営費用を含んでおり、組織の取引費用の形式としても理解されうる。エネルギー監査によって提供される情報は、私的なもので、その組織向けに収集・整理されたものであり、公共財的特質の問題は比較的免れると考えられる。しかし逆に、特殊性が強く、受け取るまで品質の特定ができない。そのためたとえ理論的な想定であっても、市場がどの様にそうした情報を供給しうるかを検討することは難しく、それらの関係情報は、市場では供給不足もしくは高値が付けられることになると考えられる<sup>36)</sup>。

②の特定の省エネ技術についての情報は市場において利用可能のはずだが、この情報の入手費用、質および正確さは、技術ごとに大きく変わると考えられる。ある場合は、情報の公共財的性質の影響を受ける。また新規で市場に知られていないエネルギー効率向上の技術であれば、公的に資金提供された情報プログラムまたは実証計画の対象となるかもしれない。新設または改造される建物および購入設備のエネルギー消費に関する情報の利用可能性の程度は、関連市場の特性に強く依存する。エネルギー効率は、これらの市場において独立して評価される機能ではなく、幅広い財・サービスの二次的で些細な特徴であることが多い<sup>28)</sup>。

エネルギーサービスは、エネルギー商品、建物および輸送インフラの組み合わせおよびエネルギー変換技術を通じて提供される。また、幅広い技術における製品機能、設計、購

買、据付、運転、維持・修繕についての意思決定は、全体的なエネルギー効率性能に影響を及ぼすと考えられる。そのためエネルギーサービス市場に関連した情報の問題は、個々の技術（たとえばモータ、照明、建物、ポンプ、器具など）や関連サービスに特有の問題となる。情報障壁が大きい場合、エネルギー効率に関わる製品およびサービスの情報シグナルは、相対的に弱められることになる。

#### エネルギー利用市場における非対称情報

エネルギーサービス市場は、原材料の生産から物流、販売・消費までの供給連鎖に沿った各段階における生産者と消費者、および市場仲介者の間の非対称情報の問題によって特徴づけて考えられる。非対称情報の問題の重要性を考えるにあたり、ガスや電気のようなエネルギー一般商品における場合と、エネルギー消費量を抑制する働きを持つエネルギー効率向上機能・製品の場合とでそれぞれ比較することが有用である<sup>67)</sup>。

エネルギー商品は、一般に単純で品質変化はなく均質である。また理解し易くかつ、信頼性の高い少数の大企業から購入される。購入は定期的になされ、市場情報は幅広く入手可能であり、その商品としての魅力は、大きく料金に依存することになる。したがってエネルギー商品は、探索費用が比較的少なく済む探索財と考える。

エネルギー商品とは対照的に、エネルギー効率の向上機能・製品は、省エネラベルが理想的に製品のエネルギー消費を曖昧さなく明確に示し、かつ利用時の性能が設置、操作・保守条件に依存せずに決まる場合だけに限って、探索財と考える。しかし現実には利用者による機器の使用方法・条件は様々であり、その結果多くの場合にはエネルギー消費についての情報は不足もしくは曖昧であり、また時にはメーカー側から隠されている場合もあり、多くの探索費用がかかってしまう。基準化された性能評価や格付けの仕組みがなければ、競合する製品間の性能を比較するのは難しい。格付けの仕組みがある場合であっても、実際の使用時の性能は、定格以下の部分負荷運転の場合や維持管理が適切になされていない場合などもあり、評価されていたはずの性能から著しく外れるかもしれない。さらにまた消費者は、製造業者が主張する製品性能を評価するのは極めて難しいかもしれない、あるいはこれらの主張を疑うかもしれない。そのため、エネルギー効率は経験財としてみなされるのが、より妥当な見方となる<sup>36)</sup>。さらにはほとんどの場合、エネルギー効率の評価は電子的に部位ごとに細分化された計測データ、負荷率、天候の様な可変要因に応じた調整を必要とし、かつ消費パターンに関して一定時間に渡る注意深い分析が必要となる。これが為されない場合、消費者は購入の都度の情報をフィードバックすることができず、エネルギー消費は相対的に見え難いものだという結果になる<sup>67)</sup>。Kempton & Montgomery(1982)<sup>68)</sup>は、平均的な家庭を対象として、毎月送付されるエネルギー利用料金請求書に記載される情報内容と、一か月間にスーパーマーケットで食品を購入した分の領収書の一括して受け取る場合の情報内容とを互いに比較させた評価・検討を行い、消費者にとってエネルギー効率は理解し難く、把握しがたい性質であることを指摘した。

こうした議論を踏まえると、エネルギー効率の財としての性質は、経験財というよりも信用財に近く、そのため、より市場の失敗につながり易いと考えられる。したがって、エネルギー供給量の増減とエネルギー効率の高低が、手段が異なる一方で同水準の追加的エネルギーを提供すると考えられる場合、後者は前者に対して不利になると考えられる<sup>67)</sup>。

エネルギー供給量の増加か、エネルギー効率の向上かを選ぶ選択は、たとえば断熱材の様なエネルギー消費に特有の投資機会において典型的にみられる。しかし実際は、とにかく意思決定が求められる場合、設備もしくはサービスがエネルギー効率的なものか非効率的なものかという二者択一的な選択がより一般的となる。この際、エネルギー効率に関する情報（それによる運転費用の低減の情報）の入手のし易さと、設備自体に関するその他の初期投資費用の入手のし易さとが意思決定の際に問題となるが、これは、エネルギー消費量の情報とその他の情報との重要性の差異に関係することになる。しかしエネルギー効率は設備の主要機能ではない「二次的な特質」であり、さらにそれはその他の様々な設計や運転条件に左右され易い。こうして、不明確で比較が難しいエネルギー効率の情報は、他の「見え易い」情報に圧倒されることになり、消費者から望まれることがあったとしても、情報不足もしくは情報入手の費用が高いことにより、効率向上の措置が取られにくい結果に陥る。

#### エネルギー利用市場における逆選択

いくつかの状況においてはエネルギーサービス市場における非対称情報の存在によって、エネルギー非効率的な財が選ばれる「逆選択」につながる可能性がある<sup>45)</sup>。ある場合には、消費者が販売に先立って特性を観察することができないために、供給者は望ましい技術を売ることができないかもしれない<sup>65)</sup>。また別の場合には、情報の非対称性の存在により、生産者（供給者）が機会主義的に振る舞うかもしれない。たとえば商業ビルのエネルギー効率は、暖房、換気、およびビル・エネルギー制御システム（BEMS）のような制御についての詳細な特徴に強く依存する。しかし外観や美的スタイルのような、よく見える特徴と比べれば、顧客にとって設備性能を把握するのは極めて難しい。非能率的または過剰な性能の機器が、比較的容易に高効率機器にとってかわりうる。Akerlof(1970)<sup>69)</sup>が中古車市場で分析した形態と類似する過程によって、非効率製品が効率製品を対象市場から締め出す結果になることも考えうる。

#### エネルギー利用市場における情報の問題の克服

情報の不完全性や非対称性の問題は政策介入のための論理的根拠となりうる。しかしどのような介入の形式が適切かは、可能性ある政策措置の形式ごとに比較検討されるべきである。Sutherland(1996)<sup>62)</sup>は、省エネラベリング制度はそれらが直接的に情報による市場の失敗の是正に焦点をあてているため正当化されると主張する一方、最低エネルギー効率基準制度は、高いエネルギー費用を伴うが低い初期投資で済む製品を選好する一部の消費

者による購買を強制的に妨げるため、正当化されないと主張した。しかし後者の様な最低基準制度は、医薬品の様な他の信用財に一般的に適用されており、エネルギー効率的製品の特定のものについても、措置の適用を拡張されるべき場合がありうる。最低効率基準制度が正当化されるためには、より効率的な製品にシフトするに際しての生産者の追加的生産費用、エネルギーの費用が低減することによる消費者にとっての経済的便益、時間選好を反映する割引率の高さ、さらに厳密には異なる政策措置を適用する際の効果がそれぞれ考慮されなければならない。

行動経済学および取引費用経済学の見方からすれば、情報の利用可能性だけでなく、その情報源の信用性も問題となりうる。Craig & McCann(1978)<sup>70)</sup>の研究によれば、ニューヨークでエネルギーを節約する方法が記載されたパンフレットを送付された1000世帯について、半分は政府の規制機関から受け取り別の半分は地元の電気事業者から受け取ったが、前者は後者よりも翌月の電力使用量が約8パーセント低かった。情報の信用性は、情報源の専門性と認識される信頼性、情報源に対して記憶している経験、情報源との接触の仕方、同僚からの推薦の有無、専門家および社会的ネットワークによる幅広い推薦の有無などにも依存すると考えられる。エネルギー効率化政策に関する実際の経験に基づけば、対人間の直接的な接触による効果が、ラベルやパンフレット、その他証明書類による効果よりも強い効果をもつ<sup>71)</sup>。これは、緊密な関係からの情報が、その他の多量にある利用可能情報と比較して特に目立ち、注意を引きつけるためだと考えられる。第二の問題は、情報の表現のされ方である。情報の表現のされ方が適切でなければ、理解のための認識努力がより要求されることになり、結果として見過ごされがちになってしまう。たとえば米国のエネルギー効率化政策に関する評価によれば、人々は、関係情報が自由に手に入る状況であってもしばしばそれらを無視してしまう<sup>36)</sup>。そのためたとえ探索費用がゼロの場合でも、取引費用が妨げとなる場合がある。伝達が効果的にされるためには、情報は明確で・簡潔でなければならず、また意思決定をする機会に近い時期に有用である必要がある。また、エネルギー費用削減機会についての情報は、省エネルギー診断の様な、より特定の・対人的なやり取りの方が、ラベルや文書などの様な情報提供よりも効果的である。また技術について、目に見え易く具体的な成功事例を示す方が、抽象的な宣伝よりも説得的となる。

### 2.2.6.3 隠れた費用

エネルギー経済学の文献における「隠れた費用」の概念は、工学系経済モデルにおいて伝統的には含まれていない全ての費用を指すと言える<sup>72)</sup>。主要な隠れた費用としては、①エネルギー管理にかかる一般管理費用、②エネルギー効率の個々の技術の選択のためにかかる費用、③エネルギー効率化技術を選択することに伴い、潜在的に損なわれるその他の効用がある。この隠れた費用の一つの形態は、エネルギー効率の向上をはかるために、生産費用の一部として発生するものとして考慮されなければならない、原理的には、経済モデルにおいて含まれるべき要素である<sup>73)</sup>。たとえば工場における多数の部品の設計費用、

熱電併給システム据付に係る土木設計費用および電線網の接続・補強費用、配管群の再配置費用、ボイラが据付された後に煙道を再構築するのにかかる費用、コンパクト蛍光灯に適合する接合部の設置費用、機器の設置作業中の生産機会費用などがあげられる。これらの費用は、各現場に特有のものであり、一般的な評価は難しく、そのためモデル研究者等からは見過ごされ易い。しかし一方でそれらは疑いなく現実の費用であると言え、投資の機会を評価する際には各組織が考慮に入れていると考えられる。

別の形態の隠れた費用は、エネルギー消費量以外の、エネルギー効率化技術の適用による機器の別の性能低下に係るものであり、様々なケースが考えられる。たとえばエネルギー効率的生産プロセスは騒音が大きいかもしれないし、古い建物に空洞断熱壁を導入すると湿度が上昇してしまうかもしれない。可変速の運転システムは追加的な維持管理を必要とし新たな技術・道具を必要とするかもしれないし、エネルギー高効率モータは信頼性が低いかもしれない。コンパクト蛍光灯の光の品質は蛍光灯のそれよりも望ましくないかもしれない<sup>28)</sup>などの例が考えられる。これらの考慮事項は、エネルギー業界特有の投資機会に明らかに当てはまるが、エネルギー非集約的でエネルギー効率は多数の考慮しなければならない要素のうちの一つという場合の投資（たとえば業務や家庭における電気機器の購入など）では、さらに重要な問題となりうる。これらの費用は、原理的には経済モデルの中に組み入れることは可能だが、実証研究する上ではデータの制約が大きく、困難を伴わざるを得ない。

さらに別の形態の隠れた費用は、情報の経済学で特定されるものであり、前の節で議論した、探索費用に対応する。探索費用には、機器メーカーを選定・採用するための費用や価格や品質情報を得るための費用、契約にかかる費用などが含まれる。既に議論した様に、この探索費用の大きさは、各々のエネルギーサービス市場の特質や設備・製品のエネルギー効率の特質に強く依存する。それらの決定要因は、たとえば規格・基準やラベリング制度の有無など、採用しようとする組織とは必ずしも関係ない要因もあれば、情報収集作業や仕様書の作成、購買作業など、組織の手順・要領と関係する要因もある。そのため探索費用は、組織内部および外部の諸要因の混合した影響を受けるが、組織内部よりも外部の側面について、政策措置が与える効果がありうる。探索費用は、より幅広い概念である取引費用の一部を構成する。生産費用や効用が損なわれる問題とは対照的に、取引費用は、組織形態や契約の形態、手続き、動機づけや慣習に強く依存する。そのため個々の技術に係る正味の探索費用をモデルに組み込むのは相当に困難な作業である<sup>73)</sup>。

また組織においては、隠れた費用の重要な要素の一つはエネルギー管理に係る一般管理費である。これらは学術的な研究の対象にはほとんどなっていないが、産業界においてはしばしば、費用対効果のある投資を妨げる最大の要因として指摘されている。たとえば、英国における政府と産業界との間の協定では、エネルギー効率化のプロジェクトは投資回収年として3年という短さが求められている<sup>74)</sup>が、この厳しい投資基準を英国産業界が使用する理由は、経営管理者が問題を特定化し計画を実行するために時間を割かなければな

らないためだと主張されている<sup>36)</sup>。これらの主張は、政府と産業界との間の情報の非対称性や、産業界が厳しい要求水準の設定を避けるために隠れた費用を過剰に訴える動機があることなどを考えると必ずしも全面的に妥当とは言えないものの、少なくとも経営者の時間が重要な関心事の一つであることは言えよう。

企業・組織の生産活動や管理業務に関する障壁の議論としては、他にも様々になされている。たとえば、省エネルギー対策に取り組むことは会社の本来的な事業に取り組むことと比較して人事・昇進上の利点が相対的に弱いことも障壁になっているとされる<sup>75)</sup>。また経営者にとっての戦略上の優先度の問題も寄与しているとされ、DeCanio(1994)<sup>75)</sup>の指摘によれば、経営者は主として組織の長期的な持続を確実にすることに関心をもっており、その具体的な対象は、新製品の導入や新規の生産設備の開発などである。厳しい時間および注意の制約によってエネルギー効率向上による費用の微小な削減は優先度が下げられ、見過ごされ易い。このことは、そうした省エネ投資がしばしば経営者の注目をひくような大規模な計画よりも高い投資回収率を有するという事実があるにもかかわらず生じる<sup>76)</sup>と考えられる。

#### 2.2.6.4 資金アクセス

資金アクセスの障壁は、関連研究では常に指摘されている障壁である<sup>49)</sup>。これは特に家庭部門においてあてはまる。すなわち低所得の世帯にとっては信用貸しの範囲に制約がかかり高い利息付でないと資金を借りられない、と指摘される。この障壁によって、投資回収率の高いエネルギー効率化の計画が妨げられ、実行されていないかもしれない。これに対して伝統的な経済学の立場からは、資金アクセスの不能は障壁となりうるが、それは必ずしも資金市場の失敗を意味するわけではないと主張される。資金は、リスクの最大値をベースとして調整された投資回収率に応じて分配されるべきで、低所得世帯は貸し手にとってリスクの高い借り手となりがちである<sup>52)</sup>。また別の観点によれば、個別の世帯の信用性を調査するために必要となる取引費用は、そうした貸金業の経済的実現性を完全に消失させるほど高くなるという見方<sup>28)</sup>がなされうる。そのため家庭部門において「資金アクセス」の障壁を克服するための政策介入は、主に衡平性の観点から、正当化される傾向にある<sup>36)</sup>。

企業部門についてはより複雑な状況となる。ここでは資金アクセスの問題は2つの要素を含む。すなわち、①内的な基金を通じた組織内部の資金不足、借金や株式を通じた基金の増加の困難、②投資回収年についての厳しい要求など組織における他のルール要因と組み合わさった問題として組織内の予算化プロセスにおいてエネルギー効率の問題が見過ごされてしまうこと、である。①と②のいずれも、理論的および経験的研究において重要なテーマとなっている<sup>77)</sup>、<sup>78)</sup>、<sup>79)</sup>。この研究は、主として代理人理論に依拠しており、また上述の隠れた費用の議論とも関連付けられ、批判が繰り返されつつ発展している。



#### 2.2.6.5 動機の分断

動機の分断は、賃貸住宅の問題が取り上げられて一般的に論じられるが、この障壁はそこだけにとどまらず、幅広い概念である。オーナー・テナント問題は、産業、公共、商業の各部門において、建物の貸し借り、事務スペースの貸し借りの問題を介して現れる。多くの商業施設は多数のテナントによって構成されているが、それら多くの商業施設は、投資家によって純粋な資産として所有され、資産管理の外部コンサルタントに管理が任されている<sup>36)</sup>。しかし管理を任された外部コンサルタントは、エネルギー効率にはほとんど注意を払わない<sup>80)</sup>。

大企業では、管理者の1つの役職の任期は2～3年しかない。そのため、それ以上に長い期間にわたる投資回収の評価をする動機がなく、その程度の短さの投資回収年の投資計画が優先されてしまう<sup>36)</sup>。

機器設備の調達においても類似した問題が存在する。調達者は資本コストを最小化することに強い動機があるが、運転費用の過多に対する責任は必ずしもない。多数の機器・設備は、それについての知識・情報、および運転費用を最小化しようとする動機がない担当者によって、発注・調達されているかもしれない一方、エネルギー管理者がその過程にかかわるには、そのために費やさなければならない時間が制約となってしまう。同様に、メンテナンスの担当者は、資金調達費用を最小化し、故障した機器を少しでも早く動作させようとする強い動機がある一方、運転費用を下げようとする動機は全くないかもしれない。この形態の問題は、建物の使用者、プロセス設備の操業者、建設事業における設計者と下請企業等においても生じる。それぞれの場合において、資金費用についての責任者は、運転費用についての責任者とは一致していない。そしてその一方で、問題を緩和するために必要となる取引費用は、対策をとることで削減される費用の額を大きく超えていると考えられる<sup>36)</sup>。

#### 2.2.6.6 限定合理性

限定合理性は、伝統的な経済モデルとは乖離した意思決定を招く要因となるために、それそのものでも障壁と見なすことができる<sup>36)</sup>。エネルギー業界に関する意思決定についての実証的研究の結果は、限定合理性の概念を支持している<sup>59)</sup>。費用と便益についての正確な情報が提供されたとしても必ずしも主体による意思決定の質が高まるとは言えない。エネルギーに関する情報提供政策に関する調査において、Robinson(1991)<sup>81)</sup>は、「一部の例外的なラベリング制度を除き、エネルギー情報提供政策そのものは、省エネにつながる結果が出ていないのは明らかだ」と結論付けている。この研究による示唆は、限定合理性は、省エネルギー障壁の新たな要素となるばかりではなく、特定の型の政策介入の効果を減じるということである<sup>59)</sup>。もし代理人が情報を利用する時間と能力を持っていないならば、情報を提供することにほとんど意味がなくなる。この点は、伝統的な理論が、政策介入は直接的に情報の市場の失敗を是正することに振り向けられるべきで基準規制を課すべきで

ないと主張していることに真っ向から反対する指摘であり、重要である。実際、情報提供措置に対し、直接規制的措置（効率基準規制）は、ある状況においては限定合理性の問題を回避できるため、より効果的な措置である<sup>59)</sup>。

#### 習慣および現状維持バイアス

限定合理性と関係する「習慣」の問題の重要性を指摘する例は、フランスにおけるエネルギー高効率モータの市場を分析した de Almeida(1998)の研究<sup>82)</sup>にある。小さな事業者がモータを緊急に調達しなければならなくなった時、ただ一つの考慮要素は、納期と価格である。そしてこの際、簡単かつ無難なルールに従えば、すぐ近くにいる機器メーカーから、故障したのと同じ型・同じブランドのモータが購入されることになる。また他の習慣の例として建設業界における設計者の例がある。Lovins(1992)<sup>83)</sup>によれば、空調機器の設置の設計・検討がされる際、認知的に効率的な、極めて単純化された方法が用いられており、設計者は床面積あたりに許容される資金費用について単純化されたルールを適用しているが、資金費用と運転費用の潜在的なトレードオフの検討は見過ごされている。同様の例は、広く設計作業全般にみられることであり、極めて厳しい時間制約を受けながら働く専門家が、標準化された設計に強く依存している<sup>84)</sup>。

組織の一つの機能は、限定合理性に基づいて資源の節約をすることであり、専門化の利用によって限定合理的なバイアスを緩和することである<sup>85)</sup>。しかしバイアスは減少するものの、完全に消失することはない<sup>36)</sup>。同様に、競争的な市場の圧力は民間企業における非効率性を減らす一助にはなるが、エネルギー効率化による費用削減は、他の特定要因と比べて少額であり、そのため現状のまま放置されてしまう。実際には、経営者の意思決定に関する研究によれば、経営者の損失回避およびリスク回避志向は、個人レベルのそれよりもさらに強い<sup>86)</sup>。意思決定者は、他人から決定内容を評価されるような状況においては、リスク回避志向が強くなるとの指摘もある。Swalm(1966)<sup>86)</sup>は、経営者のリスク回避的な傾向を示す実験例として、50%の確率で30万ドルの利得を得られ50%の確率で6万ドルを損失するという選択を拒んだ経営者の例を挙げた。このように慣性バイアスは様々な機会で見られるが、特にエネルギー効率化技術への投資においては、投資結果が不確実な技術への投資を含み、また現状から変化する状態であるために、一層根深い問題となる。エネルギー効率化の投資とエネルギーの購入は、同水準のエネルギーサービスを提供する代替的な手段であると考えられることから、エネルギー効率化への投資は、実社会では経済的に非効率となってしまうと考えられるのである。

以上、各障壁は、それぞれ様々な議論を含みうるが、要点を整理するならば先に示した表 2-5 の通りとなる。

## 2.3 各種政策措置

省エネルギー政策は、2.1節で述べた背景や目的、それに2.2節で議論した社会・経済的な障壁を踏まえつつ、各種の政策措置がとられる。

本節では、省エネルギー政策における各種の措置についての考え方や実際に取られている措置の形態について整理する。環境省の検討チームによる研究資料<sup>87)</sup>は、OECDによって調査された各国の環境政策の手法や効果・課題、採用にあたっての留意点などについて包括的な整理を行っている。またHarry(2005)<sup>88)</sup>は、先進各国で進められているエネルギー利用の効率化政策の現状分析に基づき、政策措置の型について系統的な整理を行っている。本節ではそれら既往研究による整理内容を参考としつつ、省エネルギー政策における政策措置を、直接規制的措置、経済的措置、自主的取組措置、情動的措置の4つの型に分類して整理した。ただしこれらの政策措置は、異なる政策措置が組み合わされた政策パッケージの形で用いられ、一連の手続きの中で相補う形で用いられることも多いことに留意が必要である。

### 2.3.1 直接規制的措置

直接規制的措置は、社会全体として「達成すべき」とされる目標または最低限と考えられる遵守事項に対し、命令や指導、罰則等、法令に基づく統制的手段を用いて達成しようとする措置である。これは生命・健康の維持の様な社会として一定の水準を確保する必要がある事項を中心として伝統的に用いられてきた。この措置の特徴は、企業や市民に対して、一律・強制的に活動を管理することであり、法的な執行力と罰則の脅威を背景とする強制力があり、また運用上の厳格さがあるため、比較的に確実な効果が期待できると考えられる。

省エネルギー政策における直接規制的措置には、機器・設備や習慣、システム設計についてエネルギー効率の向上を義務付ける法律や規制の実施があり、代表的な例として、建築物の熱的な性能に関する基準と、機器の最低エネルギー効率基準があげられる。第3章で事例分析を行うのは後者の機器エネルギー効率基準の一形態である。以下の節では、これらの2つの基準制度について整理した。

#### 2.3.1.1 建築物の規格

World Energy Council(WEC)<sup>89)</sup>によれば、2008年の調査時点において、ヨーロッパ諸国のうちの80%以上で新築の住居および商業施設に適用される義務的なエネルギー効率基準が構築されている。またアジアおよびアメリカのOECD諸国では、約半数の国々で義務的な基準があり、残りの約半数については自主的な基準が導入されている。

建築物の規格は、種々の建築物（または建物内のシステム）がどのように設計されなければならないか、または性能を持たなければならないかを規定するものである。厳密な要求事項はしばしば様々な建築物ごとの特質に応じて異なるが、多くの場合、住宅と非住宅

(商業施設)の双方に適用されている。これらの規格は、いくつかの国では自主的な規格もあるものの通常は強制性を伴っており履行義務がある。一般的に規格は建物内の暖房や冷房に必要なエネルギー需要を対象とするが、いくつかの規格ではまた、換気等に関わる電力需要についても対象としている。熱的な効率性に関する建築物の規格の形態は、単純なものから複雑な形態まで様々にあり、また年代とともに変化もあるが、WEC(2001)<sup>90</sup>は、それらを以下の5つのタイプに分類している。

#### タイプ1：要素アプローチ／要素基準

このタイプの規格は、建設物内における外壁や窓、屋根などの各要素における断熱性(熱流出および熱流入)を考慮対象としている。このタイプは、1970年代における初期の欧州の建築物規格でよく用いられていたもので、単身世帯向けには現在でも適用されている。

#### タイプ2：パッケージ包括アプローチ

このタイプの建築物規格は、タイプ1よりもさらに柔軟であり、建築物パッケージ全体としての熱移転特性の制限値を設けている。すなわちこの場合は建物内のある一つの部位(壁、屋根、窓)における断熱性能が低下する場合であっても他の部位における優れた熱移転特性で補完されるならば許容される。

#### タイプ3：熱／冷熱需要の制限

このタイプの規格は、建物全体における熱移転特性に加えて、換気による熱流出/流入や各部位(特に窓)における日光による熱流入、室内の熱源による影響をも考慮対象としている。

#### タイプ4：エネルギー性能基準

このタイプの規格は建物全体を一つのシステムとみなす、統合的なアプローチをとる規格である。これは熱および冷熱の需要を考慮するだけでなく、暖房機器や空調機器、換気のためのエネルギー、給湯のエネルギー、ポンプ等建物内のあらゆる機器を考慮する。さらにこれは、太陽光発電パネルなど能動的な太陽光エネルギーの回収機器についても考慮する。

#### タイプ5：ライフサイクル規格

このタイプの規格は、まだ研究中であり、どこの国もこの手の規格を導入できていない。タイプ4でカバーされる要素に加えて、ライフサイクル規格は建材を生産されるのに必要なエネルギー量までもカバーする。ここでの問題は、建物が使用される際に消費されるエネルギー消費量が削減された場合、重要になってくる考え方とも言える。

建築物規格で現在主流となっているのは、建物としての性能をベースに規定する、タイプ3およびタイプ4、とりわけ統合化したアプローチであるタイプ4が近年用いられる傾向がある。タイプ4のもとでは、設計者はエネルギー消費量の削減基準を満たすために最も費用対効果のある手段を選ぶ柔軟性が得られる。この統合化アプローチは、建物の断熱性能を規定するだけでなく、暖房機器や冷房機器の導入、換気のためのエネルギー、照明機

器の設置、建物の位置や向き、熱回収、能動的な太陽光エネルギー利用やその他の再生可能エネルギーの利用なども考慮に入れられる。既存の建築物が改修される際は、高効率な機器が導入されることも重要であり、建築物の規格は、断熱材や窓といった特定の建材やボイラ等の機器についての基準によって補完されうる。

またこれらの基準による持続的な効果を得るためには、市場の変化や技術の進歩にあわせて改訂されることが重要である。たとえば欧州では実際に約 30 年の間に 3~4 回の基準の強化がなされ、1970 年代の第一次石油危機以前に建築された住宅と比較すれば、基準による省エネルギーの累積的な効果は平均約 60%に達する<sup>89)</sup>。ただし設定されている基準に対して、実際に達成されているエネルギー性能はそれに満たないとの見方もある点には留意が必要である。こうした住宅性能に対する基準設定による省エネルギー効果は、現状および将来においては、新規に建築される建物のストックに対する割合が小さいため、短期的に見れば限定的であるが、長期的に考える場合は相当に大きくなると考えられ、欧州では将来における継続的な基準の運用および強化により、さらに 20~30%の追加的な省エネルギー効果が得られる<sup>89)</sup>との見方もある。

### 2.3.1.2 機器に対するエネルギー効率性能基準

機器のエネルギー効率基準は様々な形態があり、Wiel & McMahon(2001)<sup>90)</sup>は、それを 3 つのタイプに分類して考えた。すなわち①「特定技術規定基準」、②「効率性能基準」(MEPS)、そして③「平均エネルギー効率基準」である。特定技術規定基準は、全ての新製品について、その中に特定の性質や装置が組み込まれていることを要求するものである。一方、効率性能基準は、各対象製品について製造事業者が達成しなければならない最低エネルギー効率（または最大エネルギー消費量）を規定する。平均エネルギー効率基準は、製造事業者ごとに、製品についての平均効率を規定する。特定技術規定基準は、市場において他の 2 つの基準とあわせて用いられることも考えられる。また、それぞれの基準は、強制的なものもあれば、自主的なものもある。

特定技術規定基準は、しばしば建築物規格における要求事項の一部となっている。性能基準は最低エネルギー性能を規定するだけで製品の詳細な技術や設計を規定しないことを考えると、スペック規定基準は、それに比べて柔軟性がない。平均エネルギー基準は、各製造事業者に対し、平均基準を満たす範囲において、各モデルの効率水準を選択することを許容しており、性能基準よりもさらに柔軟性がある。しかしその基準は、基準達成の評価や遵守に際して入念で洗練された手順が必要であり、また、製造事業者にとって生産や出荷の工程・計画に相当な複雑な要素が入り込むことになってしまう。

最低エネルギー効率基準 (MEPS: Minimum Energy Performance Standards) として知られる性能基準は、最も一般的な基準の形態と言える。家庭の電力消費量の多くの割合を占める冷蔵庫やエアコンを対象として始められ、これまでに照明や洗濯機、ドライヤー、皿洗い機、湯沸かし器など様々な機器に適用されるようになってきている<sup>92),93)</sup>。ガス消費

機器に対する基準などもあるが、ほとんどの基準は、電気機器が対象とされている。また消費者にエネルギー消費量についての情報を提示することも重要とされ、この基準は、しばしばラベリング措置と組み合わせて用いられる。

上述の通り、強制性能基準は、市場における全ての製品に対して最低エネルギー効率または最大エネルギー消費量の基準を課し、最低水準を下回る効率の製品が市中に流通することを防ぎ、市場から排除する。基準の制度にはしばしば対象の各製品のエネルギー効率を測定し、クラスを特定するための手順や規格が設けられている。

基準制度の適用ないし基準の設定に対しては、機器の製造・供給事業者による強い反対を受けやすい。一般に、企業は市場の働きを乱すあらゆる政府介入に反対するが、効率基準の設定はその典型的な例と言える。反対企業の危惧は、基準導入によって厳しい競争環境のなか価格転嫁が難しい状況で生産費用が増加すること、製品・機能の多様性が損なわれること、消費者にとって重要でない部分の技術的要求が強まること、などの懸念・リスクである<sup>89)</sup>。そのため新たな基準の設定ないし基準の強化に際し、政府側には製造事業者との粘り強い交渉ないし慎重な対応が必要となる。

各国は、エネルギー効率基準の水準を設定するのに様々な方法を用いている。たとえば欧州は統計的アプローチを用いているが、この場合、既に市場に出回っている機器のエネルギー効率が、最低水準の設定の際の基礎情報となる。基準は、市場における機器の平均エネルギー効率が10～15%向上するのに十分な水準に設定される<sup>89)</sup>。米国などその他の国は、費用便益分析に基づいて基準が設定され、この場合は、投資回収についてのある一定の年数が適用されて考えられ、それによって機器のエネルギー効率基準が決定される。

日本で1998年から導入されている「トップランナー」制度は、最低エネルギー効率基準の一つともみなしうるが、基準の設定に新しい考え方が導入されている。この「トップランナー」制度では、ある時点で市場で販売される最もエネルギー効率の高い機器の効率を参照して目標時点における基準が設定される。この仕組みは、基準が設定される根拠や設定された基準が分かりやすく、設定のための検討が比較的容易で、製造事業者との交渉もなされ易いという制度運営上の魅力がある<sup>89)</sup>。

図 2-21 は、以上で述べた直接規制的措置における2つの対象区分とそれぞれにおける個々の形式を模式的に示している。

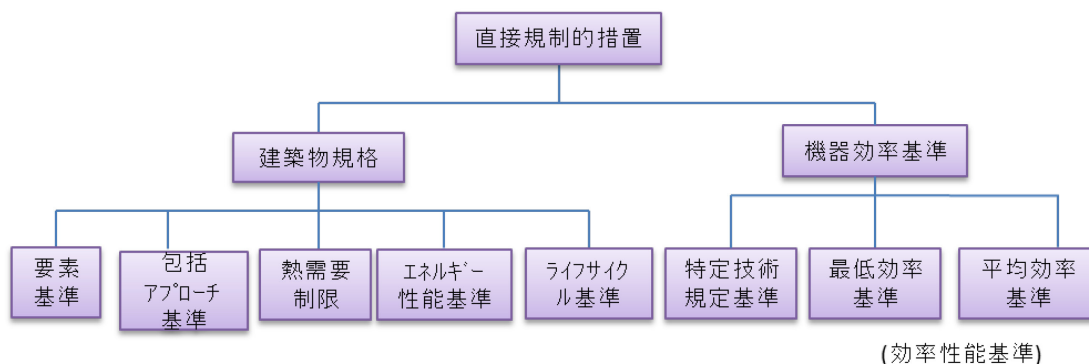


図 2-21 省エネルギー政策における直接規制的手段の形態およびその分類

出典：Harry(2005)<sup>88)</sup>より著者加工

### 2.3.2 経済的措置

経済的措置は、経済的インセンティブの付与によって各主体の経済合理性に沿った行動を誘導し、政策目的を達成しようとするものである。この措置は、直接規制と比較して論じられることが多く、後者に比べて政策としての効率が低いとの主張も多い。それらの主張によれば、税や補助金等を適用すれば価格メカニズムを通じて汚染者間の限界削減費用が均等化され、最も効率的に、すなわち最小の社会的費用で汚染削減が進むとされる。一方、規制の措置の適用の場合、規制当局が汚染者の限界削減費用に関する情報を完全に把握できないために、汚染者間の削減費用の最小化が達成されないと指摘される。その主張に沿って考えられる経済的措置の利点として、次のような点が挙げられる<sup>87)</sup>。

- ・ 最小の費用で最適な資源配分がなされる。技術的な選択肢が多様で行動に自由度がある場合、削減の限界費用が高くなればなるほど、従来の直接規制型の手法に比較して効率が高くなると指摘される。
- ・ 環境負荷低減のための具体的方策が各主体の自由に任されるため、汚染削減努力が最も経済合理的な手段を用いて実施され、価格シグナルが適切に用いられる場合、経済全体を通じて効率的な実施が確保される。
- ・ 汚染や環境負荷の低減とあわせて資源の濫用の防止を促す効果があり、環境問題の原因に遡った対応を行いうる。
- ・ 汚染量に比例して税や課徴金が賦課される場合、汚染量を減らすことが経済的利益に結びつくため、対策技術を向上させる等により排出量を一層削減しようとする動機が働く。排出削減への技術革新に対する経済的動機付けが働くため、長期的な排出削減効果があるとも指摘される。税や課徴金の課税・課金ベースがゼロにならない限り、汚染の原因となる行為を減じる動機となり続ける。

Harry(2005)<sup>88)</sup>によれば、省エネルギー政策における経済的手段は、利害関係者に対して機器の買換えや再設計、または新設工事の際に特定のエネルギー効率技術を採用するため

の経済的な動機づけを提供するものとして定義される。様々な形態が現在適用されており、如何にその代表的な例を示す<sup>88)</sup>。

#### **2.3.2.1 機器・設備の購入・投資および工事計画に付与される補助金**

この仕組みは、一定のエネルギー性能基準や条件を満たす機器・設備または工事の計画・建設技術について、文書で申請のあった分の利用に対して資金が提供または払戻される手段である。環境政策における経済的措置を一般に考えたとき、最もよく用いられる手段は補助金である。World Energy Council の 2008 年のまとめ<sup>89)</sup>によると、調査対象となった欧州各国、および米州とアジアの OECD 加盟国の 3 分の 2、またその他の地域の 4 分の 1 の国において何らかの補助金供与の措置が実施されている。また補助金付与の対象としては、世界各国の適用実績のある国の割合として、産業部門向けが 30%、家庭部門向けが 25% となっており、この率だけを見ると、同等程度だが産業部門向けの措置がやや多い。適用される額は、一般的には、エネルギー効率の水準や機器の設置量に応じて評価される。しかし補助金付与の問題として、もともと制度の導入がない場合でも設備を導入もしくは機器を購入する経済主体にも付与されてしまう場合がある。これはフリーライドの問題の発生であり、補助金の効果は減じられることになる。補助金付与の制度設計において注意が必要となる。

#### **2.3.2.2 目的税、免税、税控除**

いくつかの欧州の国々は、特定のエネルギー効率以上の機器を購入することについて税控除ないし減価償却の増加を適用している。またいくつかの国々では、合意された自主的なエネルギー消費量削減要求が達成された設備について、燃料税の部分的な免税が適用される。

#### **2.3.2.3 資金調達保証・信用保証**

計画の後援者は、エネルギー効率化計画のための資金調達の借入金にかかるリスク・プレミアムを減少させるための信用保証を提供することがある。

#### **2.3.2.4 借入金の金利の低減**

いくつかの金融機関では、特定のエネルギー効率化技術を組み込んだ計画に対して融資する際に、低い金利を適用するようにしている。

#### **2.3.2.5 大量購買（一括購入）**

組織は、エネルギー効率的な機器の大量の発注をまとめて行うことにより、機器製造業者から、より低い価格で提供を受けることができるかもしれない。これらの価格低減の効果は、その機器を購入する最終消費者に享受されることになる。



### 2.3.2.6 技術調達

これは一般商品、サービスまたはシステムが調達されるプロセスにおいて、購買者による要求事項が満たされるために技術ソリューションの開発が不可欠である様なプロセスである。開発の作業は、製品、システム、またはそのための生産プロセスに関わる。

### 2.3.2.7 証明書取引システム

エネルギー証明書のシステムは、再生可能エネルギーや省エネルギー、エネルギー効率の改善技術のための市場の形成を容易にしよう。

図 2-22 は以上で述べた 7 つの各経済的措置の構成を模式的に表したものである。

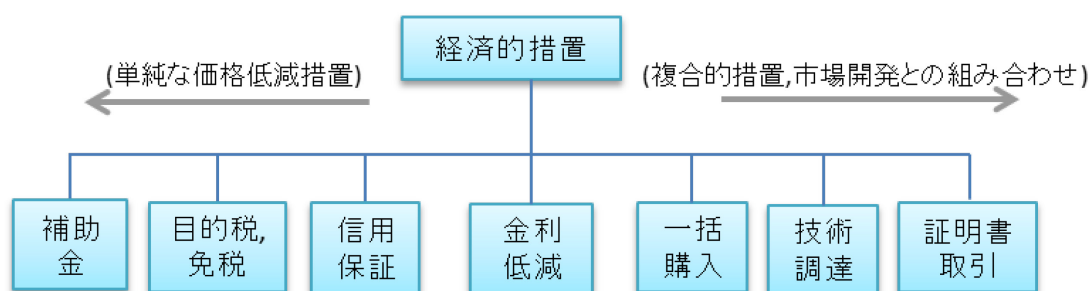


図 2-22 省エネルギー政策における経済的手法の形態およびその分類

出典：Harry(2005)<sup>88)</sup>より著者加工

### 2.3.3 自主的取り組み (の促進措置)

自主的取組とは、企業等の事業者が自らの行動に一定の努力目標を設け、自主的に環境保全のための取組を行うものである。この取組は、事業者の専門的知識と創意工夫なしには改善が図れない複雑な環境問題に対して、迅速かつ柔軟な対応が可能であるのと同時に、技術革新への誘因にもなるという利点や関係者の意識高揚や環境教育にもつながるといった利点もあり、これまでに多くの取組が行われ、実績が上げられてきた。こうした自主的取組の効果が最大限に発揮されるためには、社会的な信頼が構築されていることが重要であり、自らの行動について設定した努力目標が公表されたり、行政主体との間で一定の取り決めが結ばれる等、何らかの形で第三者の関与が確保されていることが前提となる。自主的取組の特徴として以下が挙げられる<sup>87)</sup>。

- ・ 法規制と比べてプロセス上の制約が少ないため、柔軟で迅速な対応が可能である。
- ・ 環境問題に対する関係者の意識高揚や情報公開の進展の効果があり、新たな形態の問題に対処するための学習効果を得るのに適する。
- ・ 具体的方法が大幅に事業者任せられるため、技術革新や最も費用対効果の高い方法の開発が促進されやすい。
- ・ 企業自身が計画する投資を考慮に入れられることから費用対効果の高い方法を選択する自由があり、所定の目標に対して柔軟な対応がとれ費用の削減も行いやすい。ま

た、生産性の改善による環境負荷の低減効果を宣伝することにより環境問題に敏感な消費者、顧客、株主、地域社会の支持を得ることができる。

- ・ 企業が自主的に政策目標に沿った行動をとり、取組状況を報告することにより、政府による監視に要する費用が節減されうる。
- ・ 法的措置の採用に制約がある地方自治体にとっては、環境政策の有力な手段となりうる。

Harry(2005)<sup>88)</sup>によれば、省エネルギー政策の観点では、国家の中央ないし地方政府のもとでの「自主的取り組み」手法とは、設備の所有者ないしその下部組織との交渉を通じて、一定期間のうちに一定量のエネルギー消費量を削減するとの誓約を得る政策的手段のことを指す。そうした合意には、しばしばエネルギー消費量についての監視の手段が含まれ、また、取り組みに参加する設備の所有者に対する技術的な支援の条項が含まれる。一般的に参加者は、合意における誓約を達成できなかった場合には財政的な罰則をうけることになる。このアプローチは、しばしば、免税措置と組み合わせられて用いられる。

#### 2.3.3.1 CO<sub>2</sub>削減に関する自主行動計画

日本の産業界では1997年の「経団連環境自主行動計画」の発表以降、各業界団体が自主的にCO<sub>2</sub>削減目標を設定し、その実現のための対策が推進されてきた。日本政府は、これに対して毎年度、関係する審議会等による評価・検証を実施した。日本における産業界のエネルギー消費またはCO<sub>2</sub>排出量に関わる自主行動計画とその実績の例を表2-6に示す。これによれば、各業界は、自主的に相当程度のエネルギー消費量/CO<sub>2</sub>排出量の削減目標を設定し、また設定した目標は概ね達成されていることが定量的に示されている。これら各産業界では、2020年度の目標を新たに設定し直し、エネルギー/CO<sub>2</sub>排出量削減に向けた取組が継続的に進められている<sup>94)</sup>。ただしこれらの目標や実績は、定量的とは言え、評価の指標やその測定手法の詳細は確認できない問題がある。

表 2-6 日本の産業界のCO<sub>2</sub>排出量/エネルギー消費量に関する自主行動計画・実績(例)

	目標指標	目標水準 (08～12年度平均) (90年度比)	08～12年度 平均実績 (90年度比)
電気事業連合会	CO <sub>2</sub> 排出原単位	▲20%程度	▲2.6%
日本鉄鋼連盟	エネルギー消費量	▲10%	▲10.7%
日本化学工業協会	エネルギー原単位	▲13%	▲15%
石油連盟	エネルギー原単位	▲13%	▲15%
日本製紙連合会	エネルギー原単位	▲20%	▲24.8%
	CO <sub>2</sub> 排出原単位	▲16%	▲21.7%
セメント協会	エネルギー原単位	▲3.8%	▲4.4%
電機・電子4団体	CO <sub>2</sub> 排出原単位	▲35%	▲48%
日本自動車工業会 日本自動車車体工業会	CO <sub>2</sub> 排出量	▲25%	▲40%

\*2009/2010年度CO<sub>2</sub>排出量・原単位は、京都メカニズムクレジットの償却分が反映されている。

出典：経済産業省産業技術環境局環境経済室(2014)<sup>95)</sup>(p.1)より引用

### 2.3.4 情報的措置

情報的措置は、事業活動や製品・サービスに関し、環境負荷等に関する情報の開示と提供を促進させる措置である。これにより消費者、投資家等の様々な利害関係者が、環境保全活動に積極的な事業者や環境負荷の少ない製品等を評価し選択できるようにする。また事業活動や製品・サービスの生産活動における環境配慮の取組を促進することができる。このような情報提供には、市場経済の中に事業活動や消費活動における環境配慮の動機を組み込む側面がある。情報的措置の効果が発揮されるためには、情報が開示・提供されることだけでなく、その情報が製品・サービスによるエネルギー消費量等の環境負荷等を正しく反映するものであることが重要である。情報的措置は、市場経済の中に環境配慮の関心・動機を組み込むという効果も期待され、価格に影響を与える経済的手法に準じた性格を持つものとも捉えうる。一方、消費者等の利害関係者の意識や注意、態度・関心に依存する部分が大きく、効果の規模や発生時期等に関する確実性の点では、規制的手法や経済的手法には劣るとも考えられる。

Harry(2005)<sup>88)</sup>によれば、省エネルギー政策では、情報的措置の制度設計の目的は、一般的に次の通りである。

- ・ エネルギー効率的な機器やサービスについての消費者、製造事業者、販売者、ならびに関連する設計者や供給業者と言った利害関係者の注意を促し、彼らにとっての経済性や環境面での便益についての認識を高めること

- ・ 消費者や販売業者に、エネルギー効率的な製品の購入や使用の慣習を採用するよう説得すること
- ・ 販売事業者や、場合によっては消費者に対して、エネルギー効率的な機器やサービスを特定化し購入・使用するために必要となる技術的情報を提供すること

エネルギー効率化政策における情報的措置の具体的形態としては、以下の形態がみられる。

### 2.3.4.1 一般情報

一般情報に関する措置としては、有料の広告（新聞やテレビ、ラジオ、チラシなど）および政府による広報活動（たとえばエネルギー週間、会議集会、メーリングなど）がある。ほとんどの場合においては、それらの措置は、消費者に対して、エネルギー消費量の削減の必要性や自分自身で取り組める手段、また行動をとらなかった場合に想定される結果について自覚することを促すように検討されている。

### 2.3.4.2 ラベリング

ラベリングは、機器のエネルギー効率やエネルギー費用等、それがなければ一般の利用者にとっては容易には認知し難い情報について、ある基準・規格に則った測定値を、分かりやすく表示し・機器等に貼付する措置である。家電機器に添付されるラベリングとして日本の統一省エネラベルおよび海外の省エネラベルの例を図に示す。ラベルでは、エネルギー効率性能の良し悪しまたは基準の達成度について、☆の数や数字、それにアルファベットによるランク付け等の表現を用いて分かりやすく示されている。



(日本)[統一省エネラベル]

(EU)

(タイ)

図 2-23 家電機器に添付される省エネルギーラベルの例

日本、米国、カナダ、EUのほとんどの国、及び中国、インド、タイ等、世界の多くの国々では、エネルギー消費機器について製品の性能基準や検査手順、ラベリング表示手順規則・規定が設けられている<sup>96)</sup>。ラベリングは、多くの関係制度・段階によって成立しうる措置と言える。導入に当たっては、最初にラベリングシステムを開発することについて、制度管理者と機器製造事業者との一連の交渉が必要となる。また製品に対するエネルギー効率基準の開発も極めて重要な要素であり基準を規定するための一連の手順や規制が必要となる。さらにその後、機器・製品の階級の認定、エネルギー効率を定量化するための試験・検査手順の設定、ラベルのデザイン、ラベルの貼付ルールの決定なども必要となる。この他、ラベリング制度が成立するための要素として、宣伝・販売および販売事業者が基準を満たす製品を販売することや、消費者がそれらの製品を購入するように促すための政府広報も重要とされる。

#### 2.3.4.3 エネルギー監査（省エネ診断）

エネルギー監査（省エネ診断）は、高度な専門知識や情報が必要となるエネルギー消費量の把握および推計、エネルギー効率の向上または消費量の削減機会等を特定するにあたって、経済主体を手助けする措置として活用される。いくつかのケースでは、主体自身が制度管理者によって開発された規定を用いて検査を実施する。現場での観測結果は分析され、具体的なエネルギー消費用途・個別機器ごとに情報が収集される。また適用される効率向上手段によるエネルギー消費量削減量および削減費用が推計され、初期投資の選択肢とあわせて費用対効果の基礎情報が提供される。エネルギー監査は、設備の所有者がエネルギー効率向上の手段の適用を妨げる多くの障壁を克服するのを助ける様に制度設計されている。これらは情報収集費用を削減させ、実施にあたって潜在的にとられうる手段を客観的な立場から提示することによって情報の非対称性を緩和させ、リスク認知を緩和させることが含まれる。

#### 2.3.4.4 情報センター

情報センターは、エネルギー効率的製品およびサービスについての比較的技術的な情報をパッケージ化して普及させることを狙って設置される。これらの情報センターは、比較的狭い市場において働く機器販売事業者、設計者、プラント運転者らの活動を支援するように制度設計されており、技術分野（たとえば照明等）および特定の産業分野（たとえば食品プロセス等）ごとに定義される。情報センターの取組みでは、市場での利害関係者に対して、エネルギー効率向上の機会を追求するように促すため、事例検討をまとめた資料の提供・配布なども含まれる。

#### 2.3.4.5 教育・訓練

教育は、エネルギー効率化の機会および特定の用途についてのエネルギー効率化技術の適用に焦点を絞った情報提供が行われる。訓練は、より実地的な経験に焦点を絞っている。これらの計画は、しばしばサプライ・チェーンにおける参加主体、すなわち機器供給事業者、設計者などに対して行われる。いくつかの場合では、訓練の取り組みは、専門家に関係するものだが、その他の場合は、将来のエネルギー消費者である子供に対して行われるものもある。

#### 2.3.4.6 デモンストレーション

デモンストレーションは、エネルギー転換ないし省エネルギーに関わる新規技術または新規性の強い製品について、その後の幅広い普及を見据え、実際の使用場面において試験的に使用される取組である。この実証を通じ、製品・技術の利便性や費用、およびエネルギー節約量についての具体的情報が確立される。またこの取組は、潜在的な使用者や意思決定者に向けて製品または技術を実演する意味合いも持つ。

情報政策措置は、3つのサブカテゴリに分けて考えることもできる。1つ目は、一般情報、ラベリング、情報センターである。これらの形態の制度は、マスメディアや政府広報を通じ、一般消費者が幅広く対象とされるものであり、たとえば「省エネは環境に優しい」と言うように極めて幅広い情報が伝達されるか、「ラベルの付いた商品を買きましょう」と言う様に、単純な行動が呼び掛けられるものである。情報センターは、しばしば、市場における幅広い主体を対象とするが、しかし同時に、特定のグループ（監査員）や特定の技術（ヒートポンプなど）も対象とする。エネルギー診断や教育・訓練は、それとは対照的に、より複雑な情報を、より特定の参加者に対して提供されるものである。図 2-24 は、情報政策措置における各形態を模式的に表したものである。

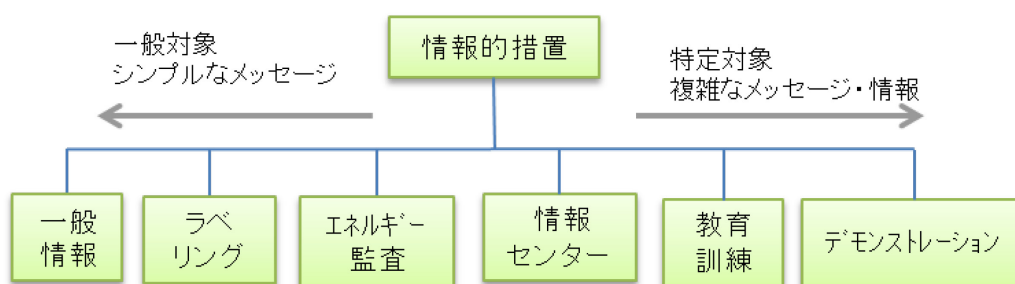


図 2-24 省エネルギー政策における情報的手法の形態およびその分類

出典：Harry(2005)<sup>88)</sup>より著者加工

## 2.4 各種の障壁と政策措置

2.2節で議論した省エネルギー障壁と、対応する政策措置(2.3節)との対応関係(例)を整理すると表 2-7の通りとなる。ただしここで示すのはあくまでも考えられる一例であり、実際は様々な地域や部門、それに対象とする経済主体の特性に応じた検討が必要となる。また各政策措置が正当化されるのは、一般的には各ケースにおいて措置の導入により一定程度の障壁を除去することによって得られる便益が、措置導入に費やされる費用を上回ると判断される場合、かつそれ以上に費用対効果の高い他の対策等が想定され得ない場合であることに留意が必要である。

表 2-7 障壁と政策措置との対応(例)

障壁の分類	障壁の例	政策措置の例	政策措置の分類
リスク	投資回収年が短くなければ省エネ投資に踏み切らない	補助金、省エネ投資への減税・金利優遇措置	経済的措置
		規格・基準の設定	規制的措置
不完全情報	エネルギー効率向上の機会が把握されない	ラベリング、教育・訓練、省エネ診断、情報センター、デモンストレーション	情動的措置
		規格・基準の設定	規制的措置
隠れた費用	生産工程の変更を伴う省エネ対策が進まない	自主行動計画	自主的取組
資金アクセス	高い利息付でないと資金を借りられない	省エネ投資への補助金、減税、信用保証、金利優遇措置	経済的措置
動機の分断	建物の所有者が高効率機器を導入しない	規格・基準の設定	規制的措置
		ラベリング	情動的措置
限定合理性	エネルギー効率向上の機会を特定・選択するための情報収集・計算能力に制約がある	ラベリング、省エネ診断	情動的措置
		規格・基準の設定	規制的措置

## 2.5 政府の失敗と省エネルギー政策措置の評価

これまで述べてきた様に、省エネルギー政策の各措置は、障壁などの種々の要因が考慮されながら様々な形態で導入される。しかし政府によって実際にとられる措置はまた、政府の能力の制約や、政策の実施が拠り所とする民主主義等の仕組み、それに実社会の複雑性による困難により、その目的が達成されるとは限らない。達成度合いが不透明な場合も少なくない。また目標が達成される場合であっても効率的に目標が達成されたのか明らかではないことが多い。省エネルギーの各政策措置は、目的に対して当初から完全に合理的に設計され・実施されることは実際には不可能とも言える。しかしそれゆえにその効果や

費用対効果を都度、評価することが重要であり、そしてそれをふまえて常に改善の検討がなされなければならない。本節では、前半部分において政府の能力の制約等によって生じる「政府の失敗」の問題を論じるとともに政策評価の重要性を考察する。後半部分においては、省エネルギー政策における具体的な政府の失敗の例や政策評価の例を既往研究の成果を踏まえながら検討し、この研究分野における課題や可能性等について議論を深める。

### 2.5.1 政府の失敗

政府が消費者の選好や企業の生産技術に関する情報を完全に把握しており、さらにそれに基づいて社会的厚生を最大化を達成する最適な政策措置を合理的に選択できるならば、「市場の失敗」等の市場における欠陥を補うことができると考えられる。しかし現実の政府はそのような理想的な姿とは乖離している。政府による介入が、逆に資源配分の非効率や分配の不平等を招く可能性もありうる。政府の失敗は、このように政府の市場介入が効率的な成果を実現できない状況もしくはそれによる状況の悪化を指して論じられる。

Stiglitz(2000)<sup>97)</sup>は、政府の失敗が起こる一般的原因として、政府の情報が限られていること、民間の反応を制御する上で政府の力には限界があること、官僚に対する支配力には限界があること、それに政治過程によって制約が課されること、の4つを挙げている<sup>97)</sup>。また板谷・佐野(2013)<sup>98)</sup>は、政府の意思決定が様々な経済主体からの影響を受けること、民主主義の仕組み自体がパレート効率的な資源配分を妨げうること、政府が持つ情報の不完全性・非対称性の問題を挙げている<sup>98)</sup>。本節ではこれら既往の指摘を踏まえつつ、①情報の制約、②能力の制約、③政治の仕組みから生じる問題、の3つの要因について本研究の観点から整理し、考察を深める。

#### 2.5.1.1 情報の制約

市場の失敗の原因を特定し、その克服策として正しい政策を検討・実施するためには、正確な情報の収集が不可欠である。たとえば政策を実行する際、市場における生産者をもつ技術情報、消費者の選好および市場規模、資源の配置状況等の私的経済活動に関する情報を正確に把握する必要がある。しかしこれらの私的情報は、各主体の外部に向けて発信される動機がなく、正確かつ敏速に伝達できる形に整理されてもいないため、政府であっても情報収集は困難である<sup>99)</sup>。

生産者の技術的情報については、産業技術が高度化すればますます詳細な情報が必要になり、情報の収集や把握・理解は先進国の政府にとっても相当な困難を伴うことになる。また、たとえば政府が生産者に対する規制等の措置を導入する際にも生産者についての情報の収集が必要となるが、この場合、生産者が自己に不都合な情報は開示しないまたは歪んだ情報を提供する等の可能性も考慮せざるを得ない。後進国であれば望ましい産業構造は先発国の経験から容易に特定することができるなどの指摘もあるが、環境政策を考える場合、一般論として情報収集の制約は大きいと考えざるを得ない。



消費者の選好についても、価値観の多様化に伴う多品種化、購買行動の多様化が進むなかで、十分な情報を収集するのは容易ではない。消費者向けのビジネスを担う各企業は、マーケティング等の部門において、多額の費用と労力をかけて消費者の選好に関わる独自の情報収集・分析を実施し、または自社製品の販売データの詳細な分析を実施し、各製品の価格設定や販売戦略、それに製品開発や市場開発等の企業にとっての中核的な活動に展開させてゆくが<sup>101)</sup>、それらの活動を通して得られた情報・知見は、企業にとって最高度の秘密の情報である。それら情報を政府が提供を受けることは容易には考えられない。また、これら企業の情報収集・分析に関わる活動を政府がとってかわるということは、さらに非現実的である。従って消費者選好に関わる精緻で信頼性の高い情報を、政府が入手することは相当の困難を伴うと考えざるを得ない。

#### 2.5.1.2 能力の制約

理想的な政策を立案するには、関係するあらゆる信頼性の高い情報を収集したうえで、複雑に影響を及ぼしあう市場経済の因果関係を完全に理解し、さらに不確実な将来を誤りなく予測していく能力が求められる。このような能力を有する政府は「最善の政府」とも呼ばれるが、そうした政府は、途上国はもちろんのこと先進国においても存在しない。政策立案者の能力には一定の限界があるために、必ずしも理想的な効果が得られなかったり、経済効率が良くなかったりすることが考えうる。たとえばエネルギー効率基準規制の措置が導入される際、政策立案者は、信頼性ある情報をもとに、機器製造事業者等の現状の技術水準や実際の製品市場における消費者の購買行動等を適切に理解しておき、策定した措置が導入された場合の影響をある程度予想しておかなければならない。しかし実際にはこうした能力を欠くために、意図しなかった結果を生む場合がある。経済的措置においても、税や補助金を適用する対象範囲やその程度などが、適切な市場の理解のもと十分に検討をされないまま導入されてしまうと不必要に市場を歪め、措置を導入する以前よりも状況を悪化させることにもなりかねない。

経済発展の初期段階において、有能な官僚がいなければ産業部門向けの適切な政策を導入することは難しいとする主張もある一方、そうした初期段階においては技術は複雑でなく、かつ手本となる先進国も容易にみつけれられるため、政策は比較的実行され易いとの主張がある。他方、技術が高度に発達し、複雑化が進み、競争環境のなか製品・技術の差別化が進んだ場合、先進国にみられる様な有能な官僚にとっても産業に関わる政策等の策定は困難になるとの指摘がある<sup>103)</sup>。

#### 2.5.1.3 政治の仕組みから生じる問題

現在、先進国を中心とする多くの国では、間接民主主義制度を採用しており、政策および政策措置の立案や遂行に際して多くの主体が多層的に関係しあう構造となっている。しかしこの仕組み自体が含む問題によって「政府の失敗」が生じるとの議論も多い。本節で

はこの観点から、「レント・シーキング」と「有権者の合理的無知」の問題について考察を深める。

### レント・シーキング

レントとは、主として伝統的な経済学における完全競争の想定の下での経済活動から得られる通常の利潤よりも高い分の、超過的な利潤として定義される<sup>103)</sup>。これは独占による高い利得、税・補助金による臨時収入、それに特許・ライセンス等の制度上の特権によりもたらされる利益等が該当する。レントの存在は、特に伝統的な経済学の立場からは、一般消費者による費用負担の増加や資源配分上の非効率性につながるものとして批判される。レント・シーキングは、企業や特定の団体が、自己の利潤を最大化させることを目的に政治家や官僚に働きかける等してレントを引き出そうとする振る舞いを指し、Stigler(1971)<sup>102)</sup>が指摘したように政治家や官僚も賄賂や天下り等を含めた一定の便益を享受できる場合に特定の企業等に利する措置を導入することが考えられる。レント・シーキングの結果、規制や税・補助金の制度・政策が歪められるだけでなく、レント・シーキングそのもののためにも様々な費用が生じているとされる<sup>103)</sup>。たとえばある企業が産業保護の目的で政府に働きかけを行う場合、それに応じて政府が他企業の参入を阻止するか当該企業に補助金を付与すれば、その企業には追加的なレントがもたらされるが、消費者の負担費用の増加や所得移転に伴う費用が生じ、結果として経済厚生に変化が生じ、純便益は負となる<sup>100)</sup>。さらに企業が政治家や官僚に働きかける際には、ロビー活動や買収のために、生産活動に使われうる人材や資金が投入されるため、追加的な費用を生じさせることになる(レント・シーキング費用)。これらの関係は以下の様に表現される<sup>100)</sup>、<sup>103)</sup>。

$$(\text{レント・シーキングの経済厚生影響}) = (\text{レントの純便益}) - (\text{レント・シーキング費用}) \quad (2.1)$$

上式(2.1)を踏まえれば、少なくとも短期的には負のレントの純便益とレント・シーキング費用が生じ、経済厚生に負の影響が与えられると考えられる。この措置が正当化されるためには、中・長期的な観点により便益が得られていると評価される必要がある。たとえば省エネルギー政策の一環でエネルギー高効率技術の導入に補助金が付与される場合、補助金付与額および付与対象が効率向上の選択と強く関係付けられている必要があり、機器のライフサイクルで見れば効率向上によってエネルギー費用の削減につながり純便益が増える結果につながらなければならない。しかし逆にフリーライダーの消費者を大量に発生させるばかりでエネルギー効率の向上につながらなければ、正味の費用が発生する結果となる。また、産業保護政策の観点からすれば、保護対象企業が一定以上の生産量の確保に伴う経験曲線効果によって生産費用を低減させ、国際的な競争力を身に付け、それによって社会的な純便益の増大につながることが必要である。こうして当初の純便益の喪失

分ないし費用が補われれば、政策は正当化されることになる<sup>100)</sup>。だが、既に前の節で述べたようにこうした政策措置を理想的な結果を生むように設計するのは決して容易ではなく、特に途上国等の能力の低い政府において、政府の失敗を生むリスクを伴う<sup>100)</sup>。

### 有権者の合理的無知

政府の失敗が生じる原因の一つを選挙の仕組みに帰着させる指摘もある。有権者が選挙の際に政策の効果や政府の行動に関して十分な情報を与えられず、また彼らも費用をかけてまで情報を集めようとしない現象は Downs によって「合理的無知」と呼ばれたが、この合理的無知が蔓延する場合、選挙を通じた政治家や政党への抑制が働かず政治家に都合の良い政策ばかり導入される結果に陥ることになる<sup>99)</sup>。政治家は有権者の無知や無関心、あるいは情報不足に乗じて自らの利益を増大しようとしたり、再選のために出身選挙区や支持母体への利益誘導を図ろうとしたりして非効率的な政策の実施に陥る。この場合、有権者は財政錯覚に陥ると指摘されており、たとえば公債発行で資金調達された財政支出の負担を増税による場合に比べて過小評価する非合理性があると指摘される。政治家がこれを利用して選挙目当てに支出拡大を優先する結果、財政赤字が膨張することにもなると考えられる。省エネルギー政策の中では、特定の高効率機器等の購買に付与される補助金の制度は、適切に制度設計されるならば、販売平均のエネルギー効率向上に伴い、エネルギー費用が削減され、正味で便益を得られる措置となりうる。しかし消費者が施策の適切さを見極めようとしない状況で、政治家が人気を得るための「バラマキ」として、対象機器等の絞込みや付与程度の検討等を十分にしないまま補助金が付与されてしまう場合、販売機器の平均エネルギー効率が向上しないまま、ただ大量のフリーライダーを生み、税支出が嵩むばかりの結果に陥ることも考えられる。

## 2.5.2 政策評価

これまでに述べてきた様に、省エネルギーの政策は、たとえ政府介入の合理性がある場合であったとしても、実際には「政府の失敗」により、非効率的な措置となってしまうたり、あるいは当初目的に比して効果の乏しい結果に終わったり、場合によっては状況を悪化させてしまうケースも考えられる。公共政策は、それゆえに、効率もしくは効果の面において、継続的な改善をしていくことが求められるが、そのためには都度の政策措置の導入についての「評価」が極めて重要な役割を果たす。本節では「評価」の基礎的事項について整理し、考察する。

### 2.5.2.1 政策評価のニーズ

「政策評価」は、約 50 年前から米国で普及してきた考え方である<sup>104)</sup>。日本での歴史は長くはないが近年、徐々にではあるが日本でも政策評価の重要性が認識され、実施され始めている。1999 年の行政機関情報公開法の公布で事業の透明性が高まって評価を重視する

動きが促進され、2001年の省庁再編に伴う政策評価の導入、そして2002年の「行政機関が行う政策の評価に関する法律（行政評価法）」の施行により拍車がかかった。これにより基本的に国の全ての行政活動は評価の対象となった<sup>105)</sup>。

### 2.5.2.2 政策過程のサイクル

政策過程は一般に、「政策形成」、「政策執行」、「政策評価」の段階から成る、いわゆるPlan-Do-See(PDS)のマネジメントサイクル型の過程で形成されると考えられる<sup>104)</sup>。この政策過程の概念図を図2-25に示す。

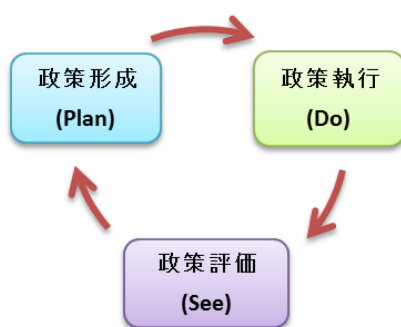


図 2-25 政策過程の PDS マネジメントサイクル

上記のマネジメントサイクルが適切に繰り返されることにより、政策または政策措置の質が継続的に改善してゆくものと理解されるが、このサイクルが改善に向かうためには、政策評価の段階が極めて重要な役割を果たす。この政策評価のうち、政策形成の前段階で影響を把握するためになされる評価は、特に「事前的政策評価」と呼ばれ、政策執行の後の見直し段階でなされる評価は「事後的政策評価」と呼ばれる。適切なマネジメントサイクルに従う場合、事後的政策評価において政策が期待通りの結果を生み出さないと判明した際は、その政策は緩和、凍結、または中止という選択がなされることになる。また実施した政策の問題点を明らかにすることも事後的政策評価に求められる<sup>106)</sup>。

### 2.5.2.3 政策評価の目的と評価対象

政策評価の目的は、龍・佐々木(2000)<sup>104)</sup>iによれば以下の①～③の3つが挙げられる。いずれも評価のフィードバックとして扱われ、①および②は行政活動の内容と結果をより深く理解することによって行政活動を改善することであり、③は利害関係者に評価結果を報告書の形で報告・好評することである。すなわち①および②の目的は学習、③の目的は説明責任である<sup>105)</sup>。

i 龍による整理は OECD のレポート“Improving Evaluation Practices”(1999)に基づいている。

### ①意思決定の改善のための材料を提供する。

政策評価は、意思決定改善のための有力な道具である。従前は行政による「投入量」の変化だけが実績指標として認識される傾向もあったが、これでは政策の結果およびその効果や効率が不明のため、当該政策に対する今後の処置の判断が困難である。政策評価の実施によって、改善効果や政策のコストパフォーマンス（効率性）の情報が得られ、それに基づいて、政策の拡大、縮小、継続または廃止の決定が可能となる。

### ②財政的、人的、物的、時間的、情動的資源配分を最適化・効率化するための材料を提供する。

政策評価の実施によって、政策のどこで非効率性が生じているか、非効率な場合、どのように改善されるかの情報が得られる。この評価により、財政的、人的、物的、時間的、情動的に最適で効率的な資源配分を追求することが可能となる。政策評価は資源配分の最適化・効率化を図るための有力な道具でもある。

### ③納税者への説明責任を向上させるための材料を提供する。

今日、納税者による税金の用途に対する関心が高まっている。政策担当者は、政策が効果的に、また効率的に実施されていることを納税者が納得出来る様に説明することが求められる。政策評価は、この情報提供ニーズに応えるための有力な道具である。

## 2.5.2.4 政策評価の対象

龍・佐々木(2000)<sup>104</sup>によれば、政策評価による評価の対象は、①理論（セオリー）、②実施過程（プロセス）、③改善効果（インパクト）、④効率性（コスト・パフォーマンス）の4つに大別され、それぞれについて以下の様な評価項目が例示されている。

#### ①理論（セオリー）

- ・施策の目的と個別目標は何か。
- ・因果関係(1)：施策の実施がどのような経路をたどって予期された変化を生むか。そして生みだされた変化はどのような経路をたどって受益者に届けられるか。
- ・因果関係(2)：届けられた施策による変化がどのような経路をたどって予期された社会的変化（改善効果）を生じさせるか。
- ・施策の実施にはどのような資源（資金的、人的、時間的、物的、情動的他）が必要か／その施策実施のためにそれらの資源をどのように組織化すべきか。

#### ②実施過程（プロセス）

- ・施策による変化は、質的、量的、期間的に計画された通りになされているか。
- ・人的、時間的、資金的、物的等の資源は、計画通りに利用されているか。

- ・組織は計画通りに機能しているか。
- ・施策による提供は、意図された対象人口に届いているか。
- ・施策実施による改善効果に関する指標値が継続的に記録されているか。

### ③改善効果（インパクト）

- ・施策実施による改善効果があったか／なかったか。
- ・施策実施が対象人口に与えた量的な改善効果は、どの程度か。
- ・施策実施が対象人口に与えた質的な改善効果は、どの様なものか。
- ・施策による提供は、意図された対象人口に届いたか。
- ・特定されていた目的と個別目標はどの程度達成されたか。
- ・対処すべき社会問題の状況は改善されたか。

### ④効率性（コスト・パフォーマンス）

- ・実現された改善効果を貨幣価値で換算するとどれ程か。
- ・費やされた資源を貨幣価値で換算するとどれ程か。
- ・資源は最適かつ効率的に投入されたか。
- ・費用に対して改善効果は最大限だったか（改善効果に対して費用は最小限だったか）。
- ・支払われた税金に見合うだけの価値あるサービスが提供されたか。

以上の②、③、④で「量」および「貨幣価値で換算」との記述をしているが、「政策評価に関する基本方針」（平成 17 年閣議決定）においても、「できる限り政策効果を定量的に把握する」と述べられ定量的な把握が重視されている。だが小野(2008)<sup>107</sup>が「そもそも指標をまったく設定していない機関が 4 つあり、目標値を設定している機関は半分であった。また目標達成状況の把握も、綿密な計算をしている農林水産省を除いて、きわめて不十分だった」（平成 16 年 7 月時点）、「その後も、大幅な改善はないようである」と指摘しているように、現状の政府による評価は、定量的な評価が十分に行われてはいない点が課題の一つとなっている。

以上で述べた「政策評価」の目的と対象、および手法について模式的に表したのが図 2-26 である。

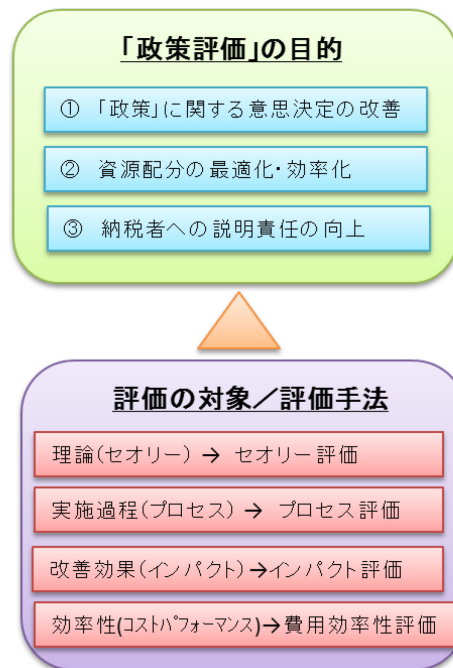


図 2-26 「政策評価」の目的と対象および手法

出典：龍・佐々木(2000)<sup>104)</sup>(p.11)をもとに著者加工

### 2.5.2.5 評価手法

ここでは評価手法として、セオリー評価、インパクト評価、それに費用効率性評価について要点を述べる。

#### セオリー評価

通常あらゆる「政策」は何らかの理論（セオリー）に基づいている。政策の実施は、ある要因が「原因」となって「結果」を生み出し、さらにそれが「原因」となって次の「結果」を生む、という様な連鎖状の因果関係として捉えることができる。そして政策形成は、それらの連鎖における理論上の「仮定」に基づくと考えられる。しかしその「仮定」のいずれかが機能しなければ、「政策」は目標とした改善状況まで到達しない。セオリーの不明確さが原因で失敗した政策は多くあるとされ、それらの政策はセオリーの明確化の議論がなされず、流れ作業図（フローチャート）等が作成されなかったケースがほとんどと指摘されている<sup>108)</sup>。

セオリー評価は、連鎖における要因間の因果関係を明確にし、上述の様な失敗を防ぐのに役立たせるものであり、この評価の成果は、後に続くプロセス評価、インパクト評価、コスト・パフォーマンス評価のいずれの評価でも必ず使えるもので、極めて利用価値が高い<sup>108)</sup>。政策立案者・実施者、納税者およびその他の利害関係者に対する説明の際にも利用価値が高く、皆で共有することができる<sup>108)</sup>。

## インパクト評価

インパクト評価は、実施された政策によって、対象とする社会・環境状況への「改善効果」があったか／なかったか、あったとすればどの程度あったか、という評価設問に答える評価である<sup>109)</sup>。インパクト評価で測定されるべきものは「純効果」である。一方、「総効果」とは、ある施策が実施された対象に現れた総量としての変化であり、具体的には、施策の実施前と実施後の差を表す。すなわち

$$(\text{総効果}) = (\text{実施後}) - (\text{実施前}) \quad (2.2)$$

「純効果」と「総効果」は一般的に一致せず<sup>109)</sup>、施策に依らない「外部要因による影響値」が考慮されなければならない。すなわち概念式として表すと、

$$\begin{aligned} (\text{純効果}) &= (\text{総効果}) - (\text{外部要因による影響値}) \\ &= \{(\text{実施後の成果指標値}) - (\text{実施前の成果指標値})\} - (\text{外部要因による影響値}) \end{aligned} \quad (2.3)$$

と記述できる<sup>i</sup>。施策の実施形態は、施策の対象とする集団や期間等の範囲の違いによっていくつかに分類されうるが、全国対象の施策として、同一期間において実施グループしか存在しない場合の施策に対するインパクト評価の手法としては、①クロスセクションモデル、②時系列モデル、③パネルモデル、④シンプル事前・事後評価モデルの4つの手法がある。それらの特徴・制約を表 2-8 に示す。

表 2-8 インパクト評価の種類（全国対象施策）

	手法	特徴・制約	客観性	評価コスト	難易度
①	クロスセクションモデル	複数グループや地域間のサービス投入量と改善効果の量のばらつきを利用してインパクトを評価。	高い	高い	難しい
②	時系列モデル	事前、事後の指標値を長期間にわたって測定して比較する。時系列回帰分析に基づき評価。	↓	↓	↓
③	パネルモデル	短期間の事前、事中、事後の複数時点の指標値を収集して比較する。（シンプルモデルの拡張）	↓	↓	↓
④	シンプル事前・事後評価モデル	シンプルに、事前、事後の指標値を比較する。	低い	低い	容易

出典：龍・佐々木(2000)<sup>109)</sup>より著者加工

<sup>i</sup> 龍・佐々木(2000)<sup>109)</sup>ではこの他「評価デザインによる影響値」も加えた表現としている。



## ベースラインの設定

省エネルギー政策や温暖化政策におけるインパクト評価においては、政策による影響または費用及び便益を求めるに当たり、政策実施時に対するベースライン（比較対象）と対照しつつ評価する必要がある。ベースラインとは、その対策もしくは政策が「ない場合」のシナリオを表し、対策が導入されない場合でもいずれにしても削減される排出量が含まれている必要がある。それを踏まえ、対策による効果はベースラインにおける量と実際の量との差により評価される必要がある。すなわち概念式で表すと、

$$(\text{対策によるエネルギー消費削減量}) = (\text{ベースラインの消費量}) - (\text{実際の消費量}) \quad (2.4a)$$

もしくは

$$(\text{対策による排出削減量}) = (\text{ベースラインの排出量}) - (\text{実際の排出量}) \quad (2.4b)$$

と表現される。(2.4a)の考え方を模式図で表すと図 2-27 の通りとなる。

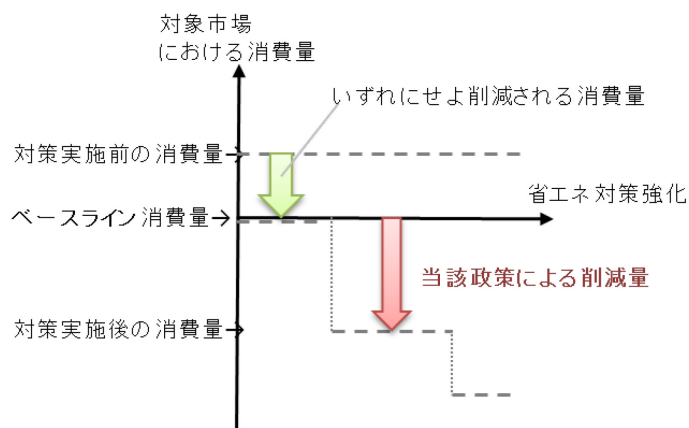


図 2-27 ベースラインと省エネルギー政策効果の評価

ここで直面する問題は、ベースラインのシナリオが実測不可能な点である。米国の行政管理予算庁が発行する政策評価に関するガイドライン(2003)<sup>110)</sup>では、「措置がない場合は世界がどの様になるか最も優れた評価をしなければならない」とし、適切なベースラインを設定するためには次の様な起こりうる可能性のある要素を考慮すべきだと指摘している。

- ①市場の発展
- ②予想される便益及び費用に与える外部要因の変化
- ③政府機関によって公布された措置の変更
- ④措置の対象者が他の措置の影響を受けている場合

このような要素を全て適切に考慮してベースラインを設定するのは、社会経済の複雑性やデータ制約により、実際に分析・評価を試みようとする際には常に困難が伴う。しかし

少なくとも、対策実施者にとって都合の良い評価結果（過大評価）とならない様に注意しておくことが必要であり、CO<sub>2</sub>排出削減対策の取組に関わる国際合意においても、ベースラインの設定における可能な限りの合理性、そうでなければ保守的に設定することの必要性が強調されている<sup>111)</sup>。

以上の観点に基づき第3章では、既往研究のベースラインの設定手法についての課題を指摘した上で、過大評価につながらない様に注意した分析を行っている。また4.1節で述べる通り、家電エコポイント制度の省エネ効果についての既往の評価結果に相当の差異があったのも、一方の分析者が現実の購買行動を考慮せずにベースラインを設定していたことに起因する過大評価が原因である。

#### 分析の対象期間

政策措置による効果は、短期間で出現するものもあるが、一般的には、必ずしもそうとは限らず、その効果を評価するには終了後適当な年月を必要とする場合がある<sup>105)</sup>。こうした場合、措置導入によって生じる費用及び便益を全て計上できるように、十分な長さの対象期間が設定されなければならない。具体的には、分析対象とする政策措置が、機器や設備への投資を伴う場合には、その寿命や使用年数等が考慮されなければならない、必要かつ十分な期間である必要がある<sup>112)</sup>。

#### 費用効率性評価

費用効率性評価は、税金などの投入によって成り立つ施策の効率性を評価することが目的である。インパクト評価で予期された改善効果があったかなかったかをまず判定した後、費用効率性評価で、投入資金である税金によってどれだけの社会便益が生み出されたのかを評価するのが理想的な流れと考えられる<sup>113)</sup>。費用効率性評価には、貨幣換算した費用と便益を項目ごとに足し合わせて社会的な純費用または純便益を評価する費用便益評価、それに、効果一単位当たりの費用の大小を評価する費用対効果評価がある。

### 2.5.3 省エネルギー政策における政府の失敗と政策評価

さて以上の2.5.1節および2.5.2節では一般的な政府の失敗および政策評価についての既往研究について整理したが、本節では、省エネルギー政策における政策評価と政府の失敗に関して、より具体的な事例を挙げながら議論したい。

エネルギー効率基準規制においては、米国で自動車の燃費規制（C A F E）が強化された結果、規制対象外となった（エネルギー消費の大きい傾向にある）スポーツ用多目的車（S U V）の台数が増え、逆にエネルギー消費量が増大したとの指摘がある<sup>114)</sup>。

エネルギー管理の義務付け制度においては、管理体制を構築しないという義務違反があるだけでなく、形式上は管理体制を整えていても実際は活動を行わず省エネに結びついていない事例が国内外で報告されている<sup>115),116)</sup>。

経済的手法においては、米国で1970年代後半から1980年代初め頃に実施された施策として、家計や企業がエネルギー効率的な機器・設備等に対する購買・投資を行った際に一定割合の税が控除される制度が導入されたが、これは、従前からあった技術や幅広く流通していた機器・設備も対象としてしまっていて制度による省エネルギー効果が大きく見込めないままに、総額100億ドルもの巨額の費用が公に賄われてしまった例がある<sup>117)</sup>。同じく同年代の米国で実施された住宅の省エネ改修制度による実際の省エネ効果は、事前の評価よりもはるかに少なかった。これは消費者の行動を考慮しきれなかったことや事前の評価が不正確だったこと等が原因だと指摘されている<sup>117)</sup>。また英国では、電力事業者によって比較的エネルギー効率の高かったコンパクト蛍光灯（CFL）が消費者に無料で配布される仕組みがあり、数百万個もの蛍光灯が配られたが、これによって消費者が通常の購買行動を止めてしまい、販売事業者が販売・促進を停止して競争的な市場の機能が活かせなくなり、悪循環に陥った<sup>118)</sup>。

以上の事例は、学術的な観点から政策評価が為されることによって、省エネルギー効果、またはそれによる便益ないし費用を事後の分析・評価された事例であり、市場への政策介入によって、通常の市場・経済活動の効率性が低下したり、多額の社会的費用が発生したり、場合によっては省エネルギー対策を停滞または逆行させる危険性がある点が明らかにされている。

このように、政策の欠陥ないし反省点を含めて都度の政策を評価していくことは極めて重要であり、2.5.2.2節および2.5.2.3節で述べた通り、こうした評価は学習を通じた関係政策措置の継続的改善のために必須の取組であると言える。

#### 2.5.4 まとめ・結語

本章の論点をまとめる。

- ・ 今日社会においては、2.1節で明らかにした様に、エネルギー安全保障上の懸念が増大しつつあり、また地球温暖化問題への対応の必要性が高まり続ける中で、より一層強力で幅の広い省エネルギー対策を推進していくことが不可欠である。
- ・ しかしながら1970年代の石油危機以降今日に至るまで対策が進められてきた中で、エネルギー効率改善の余地は従前に比べて徐々に小さくなり、また要素技術のエネルギー効率水準は飽和化してきている。
- ・ 省エネルギー政策の措置は、社会・経済上の障壁の要素やかかる費用の高低を念頭に慎重に策定・導入される必要があるが、その仕組みや導入の範囲・程度などが十分に検討されないまま実施されると、得られる省エネルギーの効果が乏しかったり、非効率的であったり、あるいは逆に対策の停滞、最悪の場合にはエネルギー消費量を増大させる等の事態が懸念される。
- ・ 政府の失敗を直視し、また政策措置を改善していくプロセスにおいて政策評価は重要である。日本における現状の政策措置については、費用や効果・効率性等についての定量的な評価が必ずしも十分になされていないことも課題である。

以上のことから、現状および今後導入される省エネルギーの政策措置については、その有効性や費用、効率性を評価する重要性が増していると言える。またとりわけ日本においては、極力客観的なデータに基づき、定量的な分析・評価研究を進めることが特に重要な課題であると言える。

続く第3章と第4章においては、現在の日本のいくつかの省エネルギー政策の措置に関して、その効果や費用、効率性について定量的な評価を行った研究の成果を述べる。

## 第3章 効率基準規制措置に関する評価

本章では、日本のエネルギー機器効率基準規制の費用対効果に関する定量的評価を行う。この分析を通じて見出される可能性や課題をもとに、日本における規制的措置についての議論を深める。はじめに、エネルギー機器効率基準規制措置に関する既往の評価研究についてのレビューをしながら課題を明らかにし、本研究の位置づけを明確にする。次に本研究の具体的な方法論および前提事項の説明を行う。続いて結果を述べる。そしてそれらを踏まえた議論・考察を行い、最後に結論を述べる。

### 3.1 エネルギー機器効率基準規制に対する既往の評価研究

#### 3.1.1 エネルギー機器効率基準規制

省エネルギー政策における規制的措置およびその中のエネルギー機器効率基準規制の位置づけや基本的考え方等は2.3.1節で述べた通りであるが、エネルギー機器効率基準規制は1960年代以降に様々な国々で導入されてきており<sup>93), 119)</sup>、これらは省エネルギーないしエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量削減のための重要な政策的措置として理解されている<sup>120)</sup>。

日本においては、エネルギー効率基準規制は1980年から導入されている。しかし当初の基準規制は、ほとんど基準が改訂されなかったこと、基準が産業界との交渉を踏まえながら設定されたことなどから、エネルギー効率を十分に向上させることには失敗したと捉えられている<sup>121)</sup>。京都議定書が発効して温暖化ガスの削減目標が設定された後、省エネルギーに向けた努力を加速することを目的に、1999年に「トップランナー制度」と呼ばれる、世界的にもユニークで新たなタイプのエネルギー機器効率基準規制措置の仕組みが導入された。このトップランナー制度では、基準は、設定段階で市場に投入されている最も効率の高い機器（トップランナー）の水準にあわせて設定される。そして、機器の製造事業者または輸入事業者は、達成目標年において、販売台数の加重平均ベースで、設定された基準を満たさなければならない。制度は、1999年に9つの対象機器で開始され、2013年時点で26の製品・機器がカバーされるまでになっている。

#### エネルギー効率基準の運用サイクル

省エネルギー対策としてエネルギー効率基準を効率的、効果的に運用するためには、その設定・導入後、製造事業者等による遵守を確認し、その後、市場や技術の進展状況に応じて改訂していくことが必要とされている<sup>93)</sup>。その考えに従い、海外・日本とも一般的に、基準の設定、遵守確認、評価・改訂と、以下の図3-1に示す様なサイクルで運用されている。

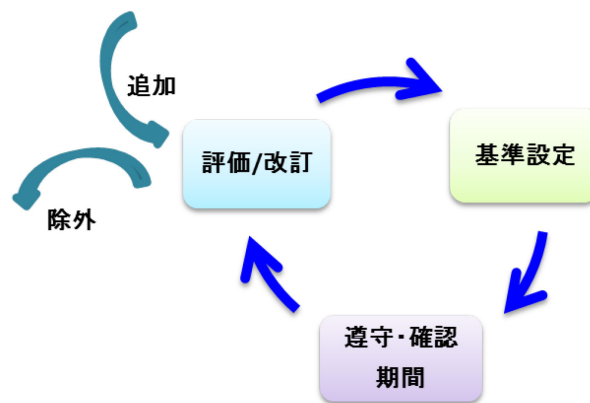


図 3-1 エネルギー効率基準の運用サイクル

この図からも示唆される様に、導入した基準の評価は、次なる新たな基準の設定を含め、その後も継続して制度運用を図るために極めて重要な位置を占めている。

### 3.1.2 エネルギー機器効率基準規制に対する評価のアプローチ 技術分析アプローチ

既往の評価研究で用いられている一つの方法は、技術分析アプローチであり、この方法は個々の機器について、エネルギー効率性能を向上させるのに必要な個々の技術を特定し、それらの要素技術の見積をし、積み上げていく方法である。このアプローチは米国で採用されており、冷蔵・冷凍庫やエアコン、洗濯機等に対するエネルギー効率基準の適用に際して定量的な政策評価が実施されてきた<sup>122),123)</sup>。このアプローチでは、現有の設計オプションや新規技術の可能性を含めて考慮しており、それらの適用によるエネルギー消費量削減量が評価されることになる。この際、各技術の選択肢に対応する費用の情報は、機器の容量や導入時期の情報とあわせて、製造事業者にヒアリングして得られている<sup>124)</sup>。

このアプローチは、機器に関する様々な技術が存在するなかで、エネルギー効率向上のみにかかる技術を抽出し、追加費用を分離できることが原理的な利点である<sup>93)</sup>。しかしながらこの手法によって見積もられた費用は、図 3-2 に示す通り、実際の費用より一貫して過大評価される傾向にあると指摘されている<sup>125)</sup>。

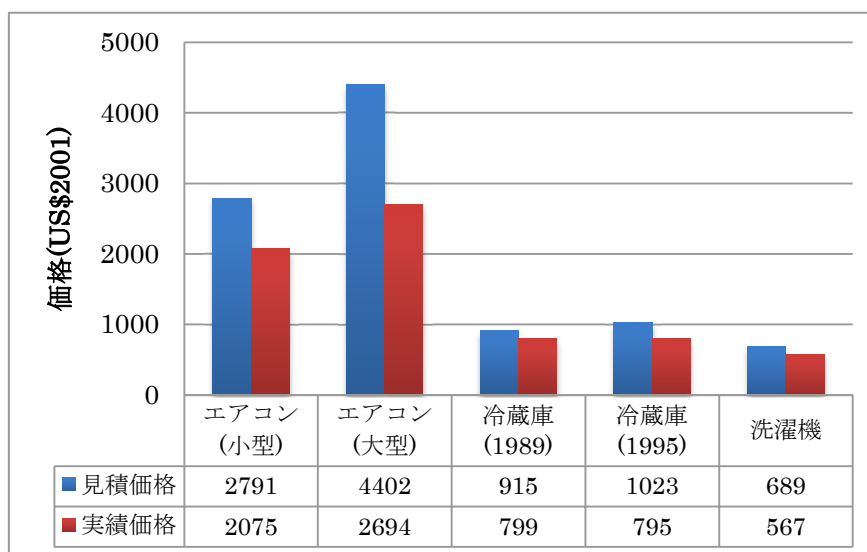


図 3-2 技術分析アプローチによる見積価格と実績価格との差

(米国市場の家電製品についての米エネルギー省のモデルに関する比較)

出典：(Dale ら(2002)<sup>125</sup>)よりデータ参照し著者作成)

この手法の過大評価の原因としては以下の要因が考えられる。

- ・実際の市場が価格に与える影響として、規模の経済や習熟曲線効果による価格低下分が含まれていない。
- ・評価担当者からヒアリングを受けた機器製造事業者が、介入する政府および規制の影響を警戒して恣意的に高い価格を提示した。
- ・評価担当者自身が、規制が市場に与える影響を懸念して保守的な見積もりを行った。

### 時系列統計分析アプローチ

上記と異なるアプローチとして、市場における時系列的な統計情報に基づいて、機器のエネルギー効率、および費用の増減の傾向を分析するアプローチがある。これを採用した評価研究として戒能(2006)<sup>126</sup>、Mahlia ら(2004)<sup>127</sup>等が挙げられる。豪州における最低エネルギー効率基準の評価研究では、先述の技術分析アプローチと併用される形でこの時系列統計分析アプローチが用いられている<sup>128</sup>。

この時系列統計分析アプローチは、上記の技術分析アプローチに対し、規模の経済や習熟効果が価格に与える影響も含めて考慮されていることになり、また製造事業者によってもたらされる情報の歪みのリスクも回避して評価できるという利点がある。

しかしながらこの方法では、詳細な販売データを取得する困難性もあり、機器における様々な特性や容量とエネルギー効率性能を分離して評価することが難しい点や、様々な機器特性について市場の時間的変化を必ずしも考慮しきれないことから合理性に限界があるなどとの指摘<sup>93</sup>もあり留意が必要である。

### 3.1.3 日本のエネルギー効率基準規制（トップランナー制度）の既往評価：成果と課題

日本の現在のエネルギー効率基準規制（トップランナー制度）は、省エネルギー政策において重要な位置づけをされている<sup>121)</sup>にもかかわらず、その措置による社会的費用や便益について定量的に評価した研究は極めて少なく、入手できる学術的文献では、家電機器分野及び乗用車分野に関してそれぞれ研究した戒能(2006)<sup>126)</sup>、(2007)<sup>129)</sup>のみである。

#### 3.1.3.1 市場の時間変化についての捉え方

戒能(2006)<sup>126)</sup>は、規制の対象となった各家電機器に対する初期段階の規制の評価として、世代層等を考慮した詳細な費用便益分析を試みている。その研究では時系列統計分析アプローチを適用し、基準導入に伴う追加費用については、累積生産台数増加に伴う製造事業者の習熟曲線効果による価格低減傾向を含めて考慮したモデルを用いて推計している。一方、この研究では、基準導入による省エネの改善効果として捉えられる販売機器の効率の時間変化に対して、ベースラインを基準導入時点の効率で一定に置きおき、その効率との差分を効果として評価している。すなわち2.5.2.5節で指摘した様な、市場の発展等に伴って「いずれにしても削減される量」を含めて効果として評価されてしまっている点が、過大評価につながりうる、手法上の課題であると考えられる。

#### 3.1.3.2 割引率の想定

また戒能(2006)<sup>126)</sup>は、割引率の想定を2-4%の範囲で置いており、その評価の結果、割引率3%で現在価値換算した費用便益差は総計として便益が費用を上回る正の値となり、年平均約1800億円の便益と約25Mt-CO<sub>2</sub>のCO<sub>2</sub>削減効果が同時に得られるとして、極めて優れた政策措置だと指摘している。機器種別にみると冷蔵庫やエアコン等の主要なエネルギー消費機器では、費用便益差が正である（便益が上回る）ものの、相対的に使用時間が短い電子レンジ等の機器では費用便益差が負で（費用が上回り）、かつ費用対効果が悪いと指摘している。ここで、割引率の想定について注意が必要である。すなわち実際の経済活動においては、消費者が機器を購入する際に想定される割引率（主観的割引率）は通常、平均的金利よりも高い値として計測されている。割引率は、金利だけでなく、機器の減耗率や情報の探索にかかる機会費用等の影響も受ける。既往研究による観測割引率は、研究対象とされた市場や時期、機器によっても差があるが、和田ら(2011)<sup>130)</sup>によれば機器別の平均観測割引率は、冷蔵庫:67%、給湯機器:41%、空調機器:24%、断熱:24%となっている。これらは戒能(2006)<sup>126)</sup>が想定している2-4%よりもはるかに高い値であり、こうした実経済の状況を踏まえながら評価結果の割引率依存性をみることも重要な課題だと指摘できる。

#### 3.1.3.3 規制基準の強化に対する評価

さて、トップランナー制度を含むエネルギー機器効率基準制度の運用上のポイントは、



「基準による省エネルギー効果を発揮し続けるためには、一定期間ごとに基準の水準を引き上げていく必要がある」<sup>93)</sup>との指摘がある一方で、実際に基準を厳しくするためには産業界との交渉が必要であり、また既にエネルギー効率水準が高い状況では、特に対応費用がかかりすぎてしまう、という懸念がある中でどのように判断を下していくかであろう。現状においては、制度当初に設定された基準等に加えて、追加の改訂基準が、既にエアコンや冷蔵庫、テレビ、電気便座など多くの機器に対して導入されており、中にはさらなる追加（3次基準）が導入されたり、今後導入される検討がなされている機器がある。こうした基準の水準の引き上げによる、費用対効果の傾向について定量的に把握することは、現状の基準の運営および将来の基準の水準の検討のために極めて重要だと考えられる（2.5.2節）。しかし戒能(2006)<sup>126)</sup>の評価は、研究が実施された時期が早かったために、基準の改訂の影響の分析が含まれておらず、そのため「初期基準」と「追加基準」との比較および費用対効果の傾向の変化などの分析・評価がなされていない。

#### 3.1.4 本章の評価研究の位置づけ

本研究の狙いは、上記（3.1.3節）で指摘した既往研究の課題を踏まえつつ、日本のエネルギー機器効率基準について、より合理的で、深い考察に基づく評価を定量的に実施することである。本研究のアプローチの特徴を示す。

- ①機器費用およびエネルギー機器効率変化の評価については、時系列統計分析アプローチを採用し、費用変化は習熟曲線効果を踏まえたモデルにおいて評価を行う。
- ②なお機器の効率の評価において設定するベースラインは、より合理的に、基準のない状況における実績ベースでの時系列的な効率改善の推移（市場で自然発生的に生じる進展）を踏まえて設定し、極力過大評価を避けた評価を試みる。
- ③評価は直近までの実績統計を踏まえて行い、基準全体の費用対効果の評価だけでなく、「初期基準」と「追加基準」を分離した評価も試みる。

### 3.2 分析方法

#### 3.2.1 分析の枠組み

Nordqvist(2006)<sup>131)</sup>は基準制度に伴って生じると想定されるべき社会的費用を評価する際の原理原則について議論している。費用の要素としては、関係する経済主体の出費の合計額から、エネルギー消費者が支払うエネルギー費用を差し引いて考えられる。製造事業者は、基準に対応するために相当の経営資源の投入及び増加を行うが、それは製品の価格を上昇させることにつながり、消費者の費用負担につながる<sup>131)</sup>。しかしながら、高効率機器の使用期間を通じて、消費者が支払うべき電気代は毎年削減されることになる。製造事業者が基準を順守していることを確認することは、制度におけるもう一つの重要な要素であり、政府による監視費用もまた、考慮されなければならない。それゆえ、基準によって生じる費用もしくは回避される費用は、以下の項目から構成され

ると考えられる。

- 1) 高効率機器の使用による、回避される電気代
- 2) 基準に適合するために上昇する機器生産費用の増分
- 3) 製造事業者が基準を順守していることを確認するための政府による監視費用

基準政策による影響を評価するには、基準が「ある場合」と「ない場合」それぞれのケースにおけるエネルギー消費量およびそれに伴うエネルギー費用を推計し、それらのケース間の比較をする必要がある。さらにまた、それらの費用ないし CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果は、基準の導入後、時系列的に変化してゆく推移として捉えられなければならない。

本研究では、そうした動的な変化を可能な限り想定しつつ、さらに長期的な観点からの議論ができるように、1999年時点から2040年時点までの約40年の期間を対象として評価を行った。

### 3.2.2 分析対象機器とその市場の想定

本研究では家庭部門の主要な電力消費源であり、当初から規制の対象となっていたエアコン機器を代表として分析対象とした。この機器の導入・使用台数およびその推移は、機器当たりのエネルギー効率の情報とともに、省エネルギー政策措置の評価の前提となる基本的情報である。本節では、市場への新規導入台数、廃棄台数、それにストック台数のデータおよび想定について述べる。

#### 機器導入台数

機器の導入台数（販売台数）は、対応する機器のエネルギー効率とあわせて、エネルギー消費量の増減を左右する基本データである。本評価では、1965年から2013年までのルームエアコンの販売台数の実績に相当する時系列データとして、日本冷凍空調工業会による国内出荷台数統計<sup>132)</sup>を参照した。

#### 廃棄台数

一般に消費者は様々な個別の理由・状況に応じて機器の使用の継続または買換えや廃棄を判断しており<sup>133)</sup>、個別の消費者の使用・廃棄年数は長短様々で多様であるが、多数の消費者の購入から廃棄までの期間（本評価ではこれを「使用年数」と考える）を考慮する場合、それらの年数は集合として一定の分布傾向に従う。本研究では、多数の消費者の使用年数データとして、みずほ情報総研株式会社による調査（平成21年度～平成24年度）による約2万件の蓄積データを用いた<sup>134)</sup>。また経過年数の収集データに対する統計分析方法として、ワイブル分析に基づく統計的解析を行った。ワイブル分布は、信頼性工学等の分野において機械器具の故障の発生確率を推計するために用いられる分布関数であり、家電機器も故障等により廃棄されるケースが多いことを考慮すると妥当な分析方法であると考

えられる。ここで、ワイブル分布の累積確率密度関数  $W(y)$  及び平均経過年数 ( $y_T$ ) は次式で与えられる。

$$W(y) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{y}{y_T} \right)^b \times \left\{ \Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right) \right\}^b \right] \quad (3.1)$$

$$y_T = a \times \Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right) \quad (3.2)$$

ただし、  
a: 平均使用年数の長さの程度を示すパラメータ (尺度パラメータ)  
b: 使用年数分布の幅を示すパラメータ (形状パラメータ)  
 $\Gamma$ : ガンマ関数

を表す。

上記の集計データを移動平均法によって平滑化した分布曲線に対してワイブル分布関数により最小二乗法によってフィッティングを行い、分布関数を特定化した。

以上に基づいて推計した分布関数のパラメータは  $(a, b) = (16.9, 2.4)$ 、平均使用年数: 15 (年) である。

### ストック台数

上記によって得られた販売台数の実績推移、および廃棄台数の分布傾向を用いて、使用年数別 (導入年別) のストック台数およびストックの総台数が求められる。

また、将来の 2014 年～2040 年におけるストック台数については、世帯の形態 (単身世帯 / 2 人以上世帯) 別の世帯当たりの保有台数の想定および世帯数の将来予測をもとに試算した。すなわち直近の傾向として世帯当たりの台数は、2 人以上世帯で 2.6 台、単身世帯で 1.1 台<sup>135),136)</sup>でほぼ飽和しており、将来においてもそれぞれこの水準で一定になるとした。2 人以上世帯、および単身世帯のそれぞれの世帯数の予測値は、文献<sup>137)</sup>を参照した。

### 将来の新規導入台数

将来の 2014 年～2040 年における市場への新規導入台数 (すなわち販売台数) は、廃棄台数の分布傾向が維持されると仮定しながら、上記で推計される将来のストック合計台数に合致する様に各年の導入台数を逆算することにより求めた。

なお上述のストック台数および新規導入台数 (販売台数) は、効率基準規制導入に伴う価格変化および効率や関係性能の変化の影響を受ける可能性も論理的には否定できないが、過去からの実績統計においては、明確な変化や一定の傾向等は確認されていないことから、本評価ではこうした可能性は考慮に入れていない。

### 3.2.3 機器エネルギー効率の進展と省エネルギー効果

エネルギー効率基準規制は、製造事業者が市場に供給する機器のエネルギー効率に強制的な制約をかけるものであり、制度が有効に機能する限り、市場に新規導入される機器のエネルギー効率の進展に変化を与える。この効率変化は使用年数に渡って保持され、市場全体で省エネルギー効果として現れることになる。本節では、対象機器のエネルギー効率の進展状況と想定推移を述べるとともに、それらに基づく省エネルギー効果およびCO<sub>2</sub>削減効果の推計方法について説明する。

#### 機器のエネルギー効率の推移

エアコンの販売機器の平均エネルギー効率の推移・進展を図 3-3 に示す<sup>138),139)</sup> \*i。エアコンは、1970年代から「クーラー」として普及し始め、その後、冷房・暖房の両機能を兼ねたエアコンとして普及していった。当初は、心臓部にあたるコンプレッサや熱交換器の高効率化、ファンの形状改良、マイコン電子制御等の適用、さらに産業用モータ制御に用いられていたインバータ技術の応用など様々な要素技術の開発進展<sup>140)</sup>により、エネルギー効率は急速に改善した。なお1980年以降において、本稿で分析対象としている基準規制とは別の、省エネルギー法に基づく「旧規制」が存在したが、この旧規制は「ほとんど改訂・更新されず、また明確な基準設定の考え方がないまま、大部分においてメーカーとの話し合いによって基準が設定されてしまっていたために、政策による十分な省エネルギー効果を得ることには失敗した」<sup>121)</sup>と指摘される様に、必ずしも効果的な措置とは言えず、この期間中の効率改善は、メーカー自身による、あるいは市場そのものの働きによる自発的な技術進展の結果だったと考えるのが妥当であろう。

---

\*i エネルギー効率の指標は、JISで規定される標準的な使用パターンに基づいてCOPから年間消費電力量(kWh)に変換されている<sup>139)</sup>。

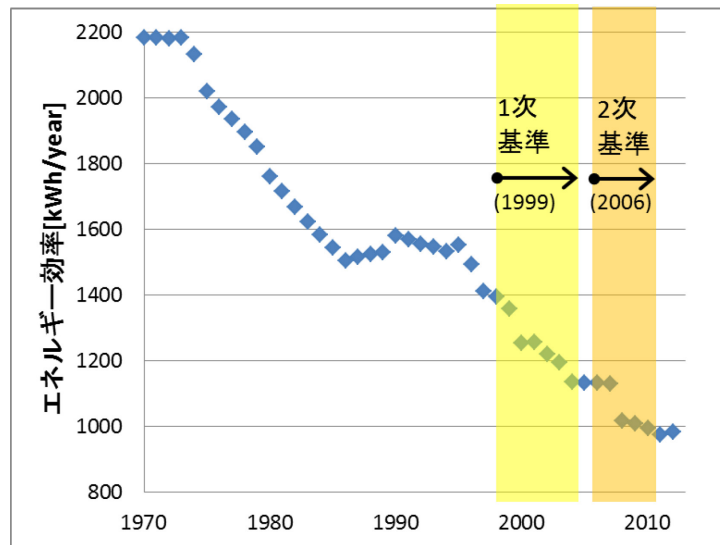


図 3-3 1970 年以降のエアコンの販売機器の平均エネルギー効率の推移

出典：環境省(2007)<sup>138,139</sup>より著者作成

さて普及当初から進展していた効率改善だが、1990 年代頃になって停滞した。改善が停滞する状況において導入されたのが、新タイプのエネルギー機器効率基準「トップランナー制度」に基づく新基準である。エアコンに対する（新）基準は 1999 年に導入されたが、導入以来の基準は 2 段階に分けて考えることができる。すなわち初期（1 次）の基準は、1999 年に、2004 年を目標年度として導入された。その後、改訂された追加（2 次）基準は、2006 年に、2010 年を目標年として導入された。Kimura(2012)<sup>121</sup>は定性的な評価としてこれらの基準導入による改善効果を強調したが、基準の導入は確かに、停滞していた効率改善を加速させたと考えられる。表 3-1 は、基準の導入の前後の期間における年平均ベースでの効率改善率を示したものである。これを見ると、エネルギー効率の改善率の変化が明白にわかり、トップランナー基準の導入による効果を強く示唆している。

表 3-1 基準設定の前後の期間における機器のエネルギー効率の年平均改善率<sup>i</sup>

(期間)	(年平均改善率)
初期基準前 (1988-1998 年)	0.9%
初期基準期間中 (1999-2004 年)	3.4%
初期基準後/追加基準前 (-2005 年)	0.2%
追加基準期間中 (2006-2010 年)	2.6%
追加基準期間後 (2010-2013 年)	0.1%

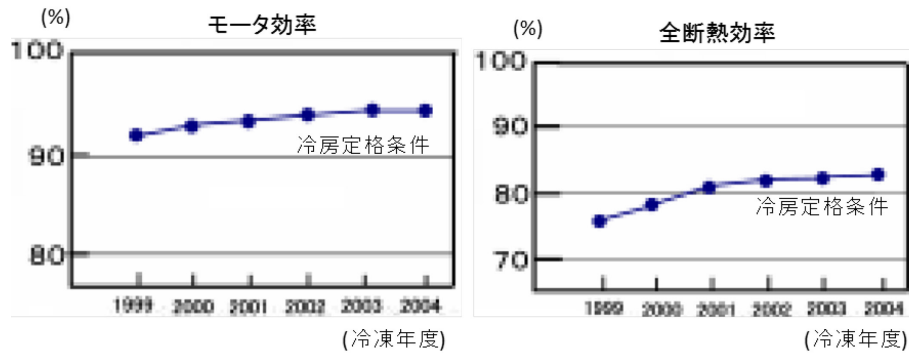
<sup>i</sup> ここで言うエネルギー効率の年平均改善率は、年間消費電力量(kWh 年)の年平均変化（減少）率を意味する。

### エネルギー効率ベースラインの想定

先の2.5.2.5節の中で述べた様に、エネルギー効率の改善は、市場において自然に変化するトレンドもあるため、基準制度の効果だけに依るとは考えられない。そのため基準制度による効果を評価するためには、比較対象とするベースラインを極力合理的に設定する必要がある。Mahliaら(2004)<sup>127)</sup>は、エネルギー効率基準制度によるエネルギー効率への影響を調べる研究において、ベースラインとして、既往の調査に基づく実績の年平均改善率を置いてその進展が継続するとの想定をしている。こうした想定は現実を極めて単純化してしまう想定ではあるが、将来の技術進展を予測することはそもそも困難であることを考えると、一定の合理性を保ちながら評価する際のやむをえない手法とも言え、少なくともベースラインの効率を導入前時点で一定で「不変」とする想定(すなわち市場での自発的な技術進展が「ない」とする想定)と比べるとはるかに妥当と言える。本研究においても、これと同様の、単純化した手法を用いている。すなわちベースラインにおけるエネルギー効率の進展を想定するにあたり、規制基準が導入される以前の実績として計測済みの年平均改善率を用いて、基本的にこれをあてはめた。

ただし各ケースの将来の効率進展を考慮する際は、主たる要素技術の飽和水準に近づきつつある状況も念頭に置きながら、到達する絶対的な水準も同様に考慮した。すなわちエアコンのシステムを構成する主要なエネルギー消費部品についての技術開発の水準は、年間のエネルギー消費量が1000[kWh/年]に到達した2006年の時点でほとんど飽和しつつある状況であった。具体的には、エアコン消費電力(定格運転時/軽負荷運転時)全体に占める構成として、圧縮機の消費電力割合は89%/76%、室外ファンの割合は5%/11%、室内機は5%/10%との測定結果がある<sup>141)</sup>が、この到達水準(1000[kWh/年])において、圧縮機モータ効率は約95%、全断熱効率は80%を超え、また室内・室外機に適用される送風機モータ効率は80%を超えている(図3-4:文献引用<sup>142)</sup>)。

### 圧縮機性能



### ファンモーター性能

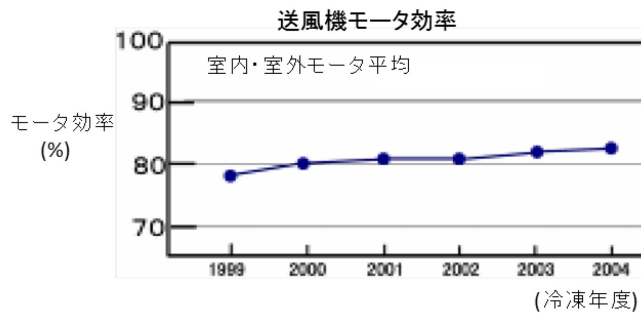


図 3-4 エアコンの主要要素技術の効率水準

出典：総合資源エネルギー調査会(2006)<sup>142)</sup>

これらの実態に基づいて、本研究では各ケース別のエネルギー効率の進展の想定を行った。図 3-5 販売機器エネルギー効率の進展の想定 (各想定ケース別) は 1998 年から 2040 年にかけて販売されるエアコンのエネルギー効率の進展の想定を示している。ここでは、「実績制度」ケースは初期基準/追加基準ともに、実績通り導入されているケースを示す。またベースライン(a)ケースは、いずれの基準の導入もない想定の場合である。そしてベースライン(b)ケースでは、初期基準のみ導入、追加基準の導入が無い想定となっている。

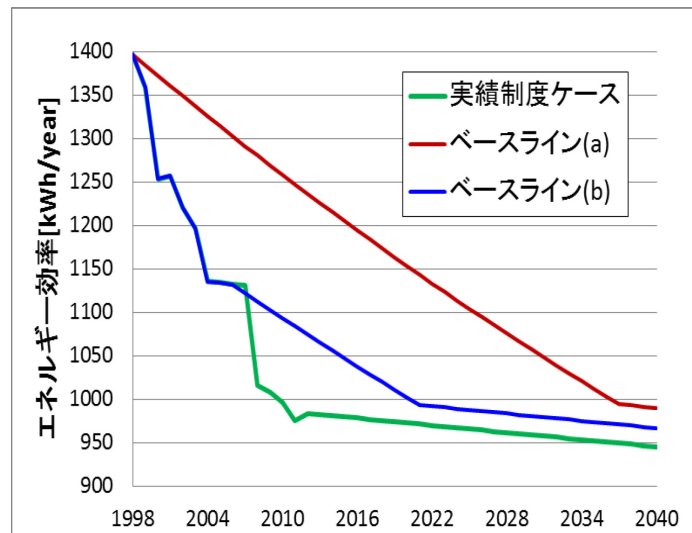


図 3-5 販売機器エネルギー効率の進展の想定 (各想定ケース別)

### 基準導入に伴う省エネルギー効果(直接経済的便益,CO<sub>2</sub>削減量)の推計

基準の導入による効果、すなわち削減される電力消費量を計算するにあたって、上述の想定ケース別に推計された電力消費量を比較した。すなわち、消費電力量としては新規導入機器ないしストック機器それぞれに関する台数と、各ケースで想定される平均効率の掛け合わせによって算出される。その上で、基準導入による効果の合計は、ベースライン(a)ケースにおける電力消費量から、「実績制度」ケースにおける電力消費量を差し引くことによって推計された。同様に、初期基準のみによる効果は、ベースライン(a)ケースにおける電力消費量からベースライン(b)ケースにおける電力消費量を差し引くことによって推計された。また2次基準のみによる効果は、ベースライン(b)ケースの電力消費量から「実績制度」ケースのそれを差し引くことで推計された。平均効率の各ケース(図 3-5)間の差をみると明らかだが、効率の差異は、初期基準の効果に大きく依存し、また対照的に、追加基準による効果は相対的に小さい。

#### 直接経済的便益

電力消費量の削減量の推計に基づき、電気料金(電力消費量(kWh)当たりの円)を用いて、基準制度の導入によって生じた負の費用(回避された電気代支払額)の推計を行った。ここで、過去の電気料金の推移は、国内の一般電気事業者の電灯料金単価の推計平均値<sup>143)</sup>をGDPデフレーターで実質化した値を用いており、将来の電気料金は、2012年の水準で一定と置いている。

#### CO<sub>2</sub>削減効果

蒸気の費用の推計と同様に、基準制度によるCO<sub>2</sub>削減効果は、電気事業におけるCO<sub>2</sub>排出係数の実績報告<sup>144)</sup>(京都メカニズムCO<sub>2</sub>クレジットは含まない)のデータを用いて推計しており、将来の電気事業のCO<sub>2</sub>排出係数は、2012年の値で一定としている。



### 3.2.4 機器追加費用の推計

本節では、エネルギー効率基準の導入に伴って生じる機器の追加的費用の推計方法について述べる。

#### 3.2.4.1 基礎データ

時系列統計分析アプローチを採用する際、追加費用を算出するため、機器価格の時系列推移の実績値を得る必要がある。ここで、エアコンの価格については、総務省家計調査報告<sup>145)</sup>において世帯当たりの購入価格・数量が時系列で調査されており、この数値を基礎とした。他の方法として家電機器製造メーカーの財務諸表から販売価格と製造費用を得る方法も考えられるが、メーカー毎に製造機器の項目に含まれる分野・種類・部品などの定義が様々に異なっており混在が避けられないことや、家電機器メーカー各社の製造拠点は実際にはアジア各国に分布しており財務諸表は製品費用を必ずしも反映していないこと等の理由から採用していない。なお実際の市場では費用の増分と価格の変化量は、売手や買手の力関係等に応じて差異があると考えられるが、ここではデータ制約の問題もあり、関係市場ではなめらかな価格転嫁がなされ、機器生産にかかる費用と価格の変化量はそれぞれ一致するとの想定をしていることに留意されたい。

#### 3.2.4.2 追加額の推計モデル

基準導入に伴う機器価格の追加費用は、習熟曲線効果を考慮した推計モデルを構築・適用することによって推計を試みた。

#### 習熟曲線効果

機械製品の生産費用は、量産効果による価格低減が支配的であることが知られており、製品自体や製造過程で適用される技術に大きな変化がない状態では、累積生産台数に比例して価格が低減していくことが知られている。機器や設備の生産費用と当該産業における経験の蓄積度の関係を調べた研究は世界に膨大にある<sup>146)</sup>。それらの研究においては手法上、機器の実質販売価格の減少傾向と累積販売台数の増加傾向の相関が調べられており、(観測に基づく)習熟曲線としてモデル化されていることが多い。さらにそのモデル化の過程では、実質販売価格と累積生産台数(または容量)のそれぞれ対数をとって縦軸・横軸としてグラフ化し、推移が一定の傾向にあるか、顕著な例では直線的なトレンドが観測されるか、などが主要な関心の一つとされる<sup>146)</sup>。

上述の既往研究に沿い、習熟曲線効果の理解を基礎としたモデル化を試みるため、評価対象のエアコンについて、価格データ<sup>145)</sup>および出荷台数統計に基づく累積台数データ<sup>132)</sup>の対数値をグラフ化したものが図 3-6 である。この図では 1984 年以降のデータをプロットするとともに、エアコンに対するエネルギー機器効率基準規制(トップランナー規制)

の導入時期を明示している。図 3-6 では、当初、累積出荷台数が増加するに伴って直線的に価格が低減する傾向が分かり、上述の習熟曲線効果が一般に示唆するとことと合致していることがわかる。

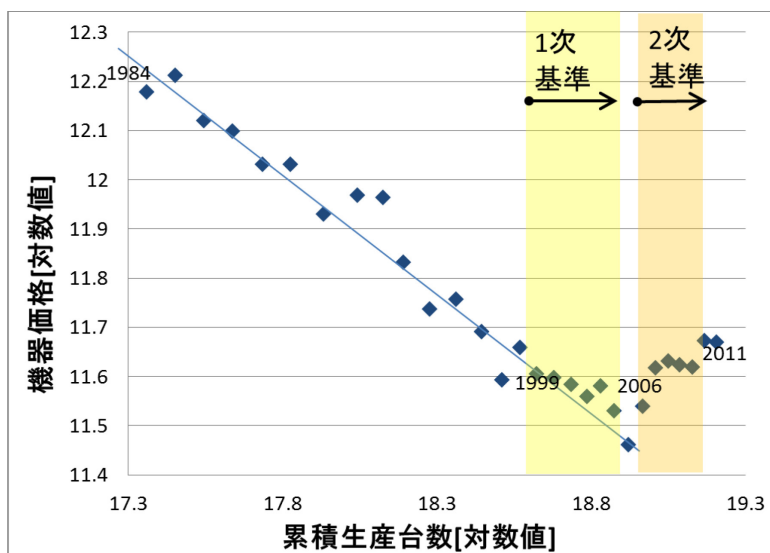


図 3-6 機器の販売価格と累積生産台数の関係

#### 追加額の推計モデルと統計的分析

上述の習熟曲線効果の観測も踏まえながら、基準導入が機器価格に与えた影響の有無の検証およびその程度を定量的に評価するため、機器価格の推計モデルを検討し、価格変化について統計的分析を試みた。

推計モデルでは、量産効果に従う習熟曲線モデルをベースにしつつ、規制基準の導入の影響を推計するための変数を考慮した。すなわち規制基準の導入に伴って、それ以降に製品費用や価格の構造に不可逆的な一定量の変化が生じると想定し、モデルの説明変数として、規制基準の導入より前は0、導入以降には1となるダミー変数を組み込んだ。

以上の考えにより、推計式は次の通りに与えられる。

$$\ln(P(t)) = \alpha + \beta_0 \times \ln\left(\sum_{s=1965}^t V(s)\right) + \beta_1 \times D_1(t) + \beta_2 \times D_2(t) + u(t) \quad (3.3)$$

ここで、

$P(t)$  :  $t$  年における販売機器の平均価格 (実質額)

$V(s)$  :  $s$  年における機器の出荷台数

$D_1(t)$  および  $D_2(t)$  : 1次基準および2次基準の導入の有無に対応するダミー変数

( $D_1(t)$  :  $t < 1999$  のとき 0、 $t \geq 1999$  のとき 1)

( $D_2(t)$ ) :  $t < 2006$  のとき 0,  $t \geq 2006$  のとき 1)

$\alpha, \beta_0, \beta_1$  および  $\beta_2$  : 各項の係数

$u(t)$  : 回帰における誤差項

をそれぞれ表す。

1984 年から 2011 年までの間の実績統計を用い、(3.3)式の各係数について統計的有意性の検定および評価を行った。その結果は表 3-2 に示される通りである。

表 3-2 生産費用増加の評価のための推計式係数の検定・評価結果

項	係数の推計値	t 値
累積出荷台数: $\beta_0$	-0.480*	-11.9
1 次基準導入ダミー: $\beta_1$	0.010	0.25
2 次基準導入ダミー: $\beta_2$	0.213*	6.65
定数項: $\alpha$	20.56*	28.2
モデルの説明力(決定係数) : $R^2$ [自由度修正済 $R^2$ ]	0.939 [0.930]	

表中において\*印は 1%水準で統計的に有意であることを示す。

表 3-2 より、決定係数は 0.9 を十分に上回るほど高い、すなわち分析で用いた推計モデル(3.3)の説明力が高いことが確認できる。また、1 次基準導入に対応するダミー( $\beta_1$ )を除けば t 値の絶対値が十分に大きいことから、それら各係数は統計的に有意であることが確認できる。

### 3.2.4.3 適用モデルの妥当性についての確認と議論

本節では、上述のモデルが実際の市場の動きを表現するモデルとして適切であるか、当該基準制度の評価のためにこのモデルを用いることに合理性があるか、議論と検証を行う。

#### 既往研究による習熟曲線モデルの傾向との整合性

まずは上述のモデルと、習熟曲線効果についての既往の調査・研究の成果との傾向の整合性を検証する。ここで焦点を当てるのは累積出荷台数による項の係数 ( $\beta_0$ ) の値の大きさである。

ところで習熟曲線効果についての調査・研究は、実用的には(対象機器・設備は)「累積生産台数が倍増した際に費用が何%低下するか」を求めることを目的とする調査が多く、この比率は「習熟率」(もしくは進歩率)と呼ばれる。すなわち習熟率を  $q$  ( $0 < q < 1$ )、生産量を  $x$  とするとき、

$$p(x) = cq^{a(x)} \quad (3.4)$$

ただし、

$p(x)$  : 任意の量  $x$  台を生産したときの単位当たり生産費用

$c$  : 当初の生産費用

$a(x) : \log x / \log 2$

$q : p(2x) / p(x)$  の習熟率

として定式化される。

ここで(3.4)について両辺の対数をとって変形すると、

$$\log p(x) = \frac{\log q}{\log 2} \log x + \log c \quad (3.5)$$

ここで  $\log q / \log 2$  を  $-n(p)$  とすると(3.5)は

$$\log p(x) = -n(p) \log x + \log c \quad (3.6)$$

と変形される。

さて(3.6)式と(3.3)式との比較により、上述のモデル・統計分析によって推計された量産効果にかかる係数： $\beta_0 = -0.48$ (表 3-2)は、まずその符合が負であることは価格低減傾向を表す意味で整合的であり、またこれを習熟率に換算すると  $q=0.72(\%)$  として得られる。

一方、エネルギー消費・転換技術に関する技術・製品についての習熟率の調査 108 事例の成果を包括的に集計・整理した IEA(2000)<sup>146)</sup>によると測定習熟率の 9 割近くが 71%~90%の範囲で得られていた。また Weiss ら(2010)<sup>147)</sup>が欧米を中心とした習熟率の測定結果を集計・整理した内容によると、エアコンの習熟率は 76~93%の範囲で分布していた。McDonald & Schrattenholzer(2001)<sup>148)</sup>によれば、日本のエアコン市場(1972-1997 年)で観測された習熟率は 82%だったとされる(ただし原典は Akisawa(2000)による非公開文献)。

以上より、上述のモデル・統計分析による習熟率の値を既往研究による測定結果と比較すると、既往の測定結果よりもやや低く表れている可能性は否定できないものの、概ね一致していると言える。

#### 規制基準ダミー項を加えることによる説明力の向上

さて上述のモデルでは、機器価格についての説明変数として、習熟曲線効果を表す累積生産台数だけでなく、規制基準による影響を評価するため、この導入時点以降/以前に対応するダミー変数による項を加えている。

仮にこの後者の項を加えないまま、累積生産台数に関する項のみで実績データに対する回帰を行った場合の推計式の係数評価とモデル説明力は以下の表 3-3 の通りである。

表 3-3 規制基準対応ダミー変数項を加えない場合の推計式の係数評価とモデル説明力

項	係数の推計値	t 値
累積出荷台数: $\beta_0$	-0.356*	-11.3
定数項: $\alpha$	18.33*	30.7
モデルの説明力(決定係数) : $R^2$ [自由度修正済 $R^2$ ]	0.824 [0.817]	

この結果は表 3-2 よりも傾きの絶対値および切片が幾分か小さい一方、決定係数が小さい。すなわち対象としている事象は、規制基準ダミー項を加えて考慮する方が決定係数が 0.94 程度となって 1 に近づき、モデルの説明力が高くなる。

よって規制基準ダミー項を加えてモデルを表現する手法に相応の合理性があると言える。

#### 規制基準ダミー変数の形式についての議論

さて上述のモデルでは、ダミー変数は時間に依存する二値変数としており、規制基準が導入される前には 0 としていた値が導入以降 1 で、時間的に一定としていた。これに対し、規制基準導入による影響が時間的に減衰する場合についてのモデルの説明力の増減の傾向を確認するため、想定減衰率を変化させた場合のそれぞれの  $R^2$  値を求めた。その結果を図 3-7 に示す。

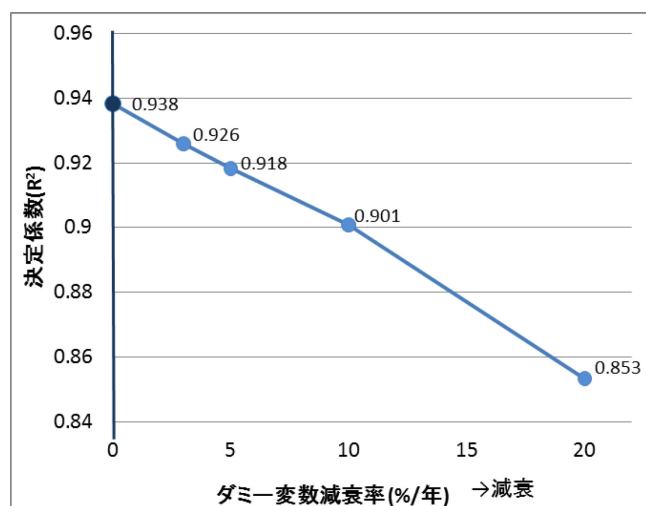


図 3-7 規制基準ダミー変数を減衰させた場合のモデルの説明力変化

図 3-7 より、本事象において実測データを観察する限りにおいては、規制基準の導入存否に対応するダミー変数の減衰率を減少させればさせるほど決定係数が小さくなり、モデルの説明力が低下する傾向にあることがわかる。これは、規制の導入が与える製品の市場価格への影響が、次第に弱まっていくのではなく、どちらかと言えば不可逆的な価格増加

がもたらされているとの示唆に対応する。一方、規制基準の導入の後、その影響が増加していくことは論理的に考え難い。

したがって、規制基準の導入存否に対応するダミー変数を時間減衰させず「一定」と想定することには相応の合理性があると言える。

以上の議論と検証により、本研究で機器価格の追加額の推計のために用いている手法および想定には一定程度の合理性があると考えられ、以降はこれらに基づいた評価・分析および議論を展開する。

### 機器価格の追加額の評価結果

上述の推計モデルおよびこれに基づく統計的分析結果(表 3-2)に基づいて、規制基準導入に伴う機器費用の増分についての定量的議論を進める。

この分析手法上では、1次基準導入に対応するダミー( $\beta 1$ )を除いてt値の絶対値が十分に大きく、それら各係数についての統計的有意性が確認できる。

1次基準が価格に与えた影響は、実際には多少なりともあった可能性は排除できないが、この分析手法上では、統計的な有意性が確認できなかった。なおこの結果は、1次基準の導入当時における業界における規制基準値の受け止め方や機器価格の変動に対する見方<sup>149)</sup>とも矛盾していない。

他方、2次基準導入による価格への影響は統計的有意性が確認された。ここで、1台あたりの機器費用の増分は、価格推計モデルにおいて、2次基準がある場合とない場合でのそれぞれの価格推計値  $P(t)$  を比較することによって算出した。費用の増分は19%と得られ、これはたとえば2010年時点では21,051円である。

機器の生産台数の実績推移およびその将来展望は3.2.2節で述べた通りに得られているため、これらを用いて基準導入に伴う各年における機器費用の増分が、2040年までの時系列で得られることになる。

### 3.2.5 政府による監視費用

#### 監視と遵守

基準制度の運用面を考慮するにあたり、製造事業者による基準の遵守の程度およびその確認のための監視の活動は、基準制度の有効性に大きな影響を与える重要な要素である。

世界の国々におけるいくつかの基準制度をみると、基準の遵守ないし政府による監視が不十分なために、実質的に機能していない状況も認められる<sup>93)</sup>が、日本における政策では、設定された基準が遵守されている状況が伺え<sup>121)</sup>、制度はよく機能していると考えうる。日本における基準政策の運用では、目標達成年になると、機器製造事業者は、彼らによる機器出荷台数ならびにそれらのエネルギー効率のデータを報告するよう求められ、政策担当者は、その報告に基づいて、事業者による基準の遵守状況を確認している。

### 監視費用

企業による基準遵守ないし政府による監視に関する一連のプロセスに伴う費用を考慮するにあたって、製造事業者が基準政策の求めにあわせて製品性能の検査をするための費用、および遵守状況を報告するための費用は生産費用に上乗せされていると考えられるため、既に上記において考慮済みである。そのため、このプロセスについては、政府による監視費用のみ考慮すれば良い。資源エネルギー庁<sup>150)</sup>によれば、2008年時点において、21の対象機器・製品について4人の職員が関連する業務を担当している。本研究では、1機器あたりの監視費用を、担当職員に支払われる人件費として想定を置いて計算しており、その人件費としては国家公務員の平均給与の統計<sup>151)</sup>から値を得た（ただし将来の値は2012年の値で一定と想定した）。

### 3.2.6 割引率の適用

割引率とは、一般に、将来的な経済的価値または費用を現在（評価時点）の価値または費用に換算する際に使う（年）率を指す。現時点からすれば、将来の価値または費用は不確実である。また経済主体や社会は「将来」よりも「現在」を好む、すなわち時間選好を有する。この不確実性や時間選好の度合いが割引率に反映されることになる。すなわち現在（または評価時点）より先の将来が不確実であればあるほど、また時間選好が強くなるほど、割引率が高くなる。

#### 年当たり機器追加費用の推算

経済的便益と費用をある一定の時間軸で推計するに当たり、対象とする事象では、高効率機器の導入にかかる費用の発生と、導入後にそれらを継続的に使用することによって得られる便益の発生との間で時間的な乖離が存在することを踏まえないといけない。すなわち計算上、上述の割引率を用いて、費用と便益が生じるタイミングをそろえる必要がある。そこで本評価では、 $t$ 年に導入される高効率機器の $t$ 年時点における追加的費用： $P_{ad}(t)$ に対して、毎年支払われるべき追加的費用： $\overline{P_{ad}}(t)$ として、想定割引率( $r$ )のもと、機器使用年数( $n$ ：平均使用年数=15年)に渡って、毎年均等に支払われるとして計算している。すなわち、

$$\overline{P_{ad}}(t) = P_{ad}(t) \cdot (1+r)^n/n \quad (3.7)$$

として、想定割引率のもとでの機器追加費用を計算している。

### 3.3 分析結果

本節では、1999年から2040年の対象期間に対する分析結果を示す。ここでは、機器本体に上乗せされる追加費用は、3%の割引率を用いて機器の平均使用年数(15年)に渡って均等に割り振った費用が毎年支払われると考えている。

### 3.3.1 基準導入に伴う経済的影響

図 3-8 は、本研究で推計された、1999 年から 2040 年にかけての追加発生費用と（電気代支払額削減に相当する）直接経済的便益の推移を示している。

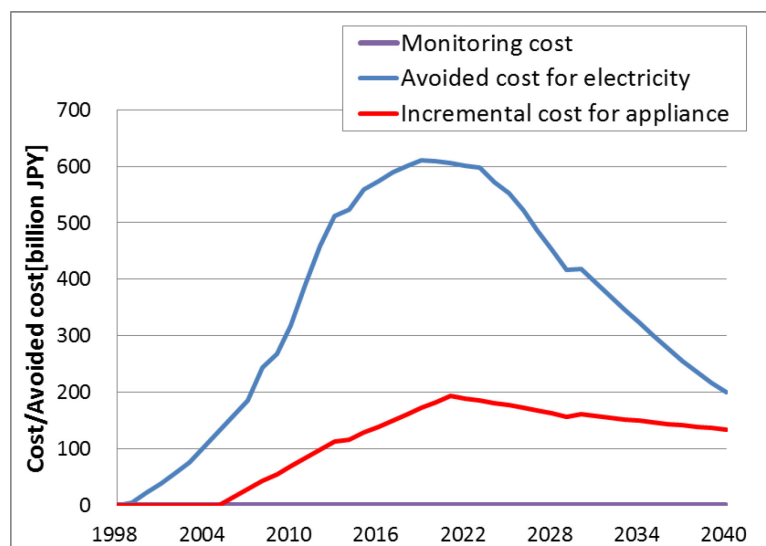


図 3-8 基準導入に伴う追加発生する費用と便益[適用割引率: 3%]

基準の導入当初から、基準に適合した高効率製品の普及および低効率な旧機器との代替を背景として、年あたりの便益は増加し続け、2020 年頃に約 6000 億円のピークに達していることがわかる。2020 年頃のピークの後には、製品の入替のサイクルが一巡し終え、またエネルギー効率の改善率が小幅になってくるのにあわせて、低減する傾向を示している。他方、機器にかかる追加費用の支払い額は、2 次基準の導入以来、2021 年のピークに達するまで増加を続け、その後は機器販売台数が低調になることもあり、ゆるやかに減少する傾向を示している。政府による監視費用は、図 5 でもみられる様に、無視しうるほど小さいことがわかる。これらの結果、対象となった全期間において便益が追加的費用を上回っていることが確認された。

正味費用の累積値は、図 3-9 に示す通りである。累積費用は基準の導入当初から一貫した減少を続け、2040 年時点において-10 兆円、すなわち正味の便益として 10 兆円が得られるとの結果になった。



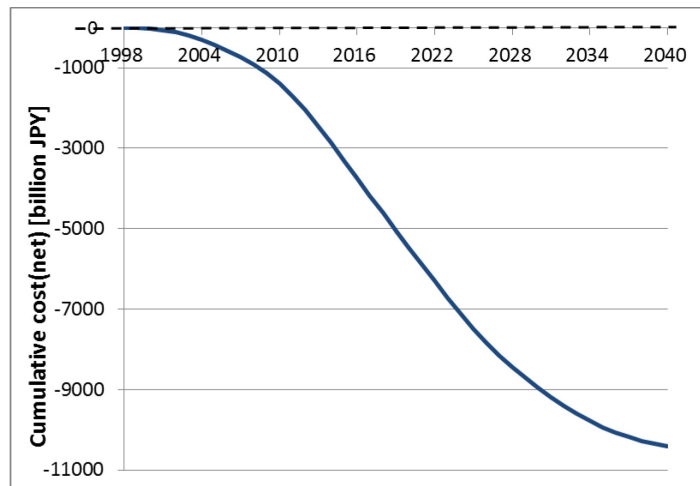


図 3-9 基準導入による正味の費用の累積額[適用割引率: 3%]

### 3.3.2 基準の費用対効果

図 3-10 は基準導入による、CO<sub>2</sub>削減効果（累積削減量）を示している。それは一貫して増加を続け、2040年においては3.3億トンに達しているが、この量は、2010年時点の日本の家庭部門におけるCO<sub>2</sub>排出量のおよそ2倍に相当する量である。

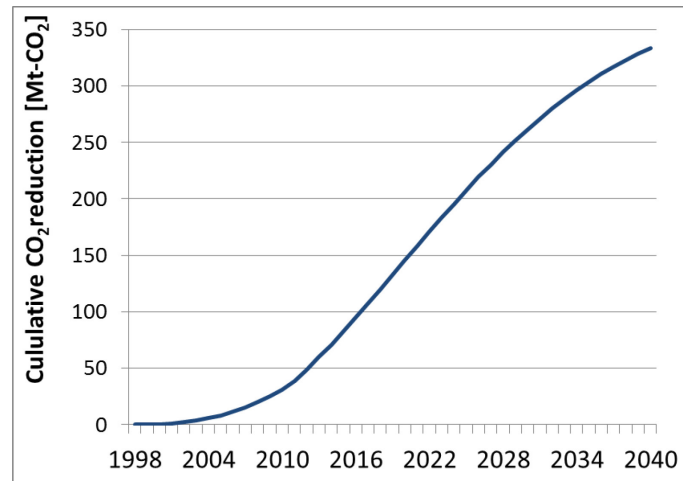


図 3-10 基準導入による、CO<sub>2</sub>削減効果（累積削減量）

推計された正味の費用およびCO<sub>2</sub>排出削減量を用いて、基準導入によるCO<sub>2</sub>排出削減費用が図 3-11 の様に求められた。

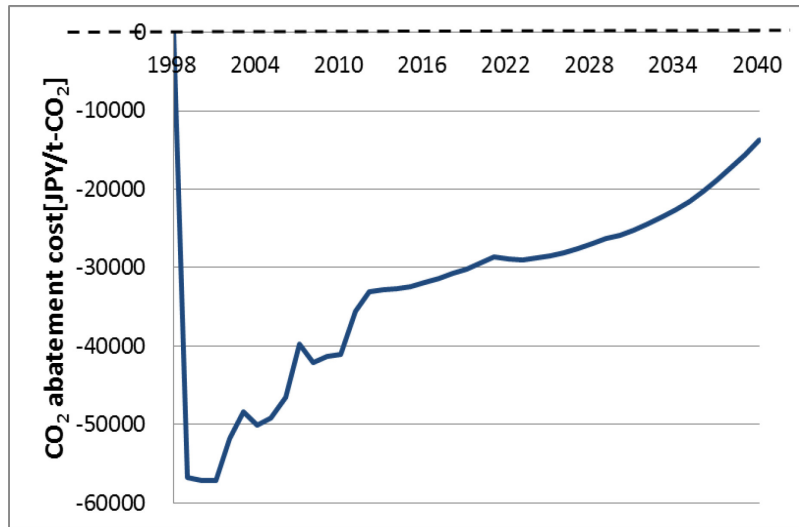


図 3-11 基準導入による CO<sub>2</sub> 排出削減費用[適用割引率: 3%]

基準導入の正味の費用が全対象期間にわたって負であるために、CO<sub>2</sub> 排出削減費用も一貫して負であり続けており、2040年時点では、-13700 円/t-CO<sub>2</sub> となっている。

これらのことから、基準導入は、相当多くの CO<sub>2</sub> の排出量を削減しながら、同時に正味の便益を生む様な措置であることがわかる。

### 3.3.3 感度分析

これまで、適用割引率を 3%とした上での分析結果についてみてきたが、実際には、この結果は、割引率が変化するとそれに伴って変化する。本節では、前提とする割引率の変化が結果にどのように影響を与えるかを確認するため、感度分析を行った結果を示す。図 3-12 は、感度分析の結果を示しており、縦軸にとった CO<sub>2</sub> 排出削減費用の割引率に対する依存性を示している。

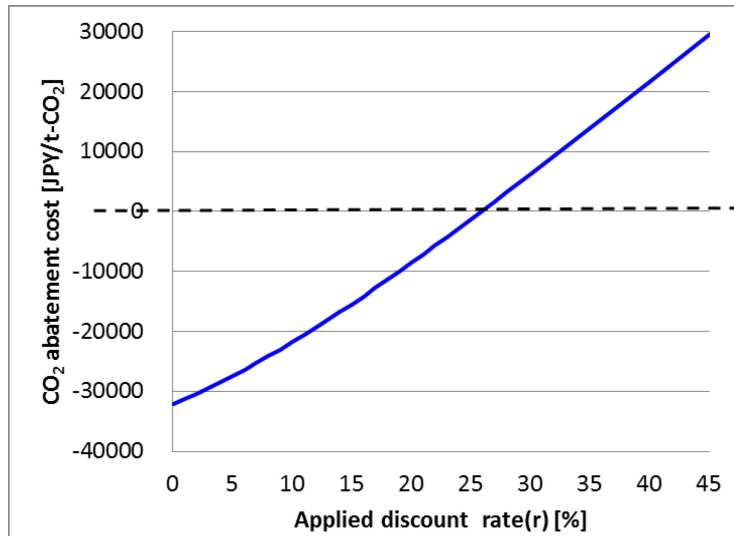


図 3-12 基準導入による CO<sub>2</sub> 排出削減費用[適用割引率: 3%]

この図から明らかな様に、推計される CO<sub>2</sub> 排出削減費用は、割引率が高くなるとともに単調に増加する。そして割引率がゼロの近傍で負であったその値は、割引率 26%以上において、正の値に転じていることが分かる。

3.1.3 節でも述べた通り、消費者が機器を購入する際に想定される割引率は通常、高い値として計測されている。米国でエアコンを購入する消費者についての研究では、5%から 89%にまで及ぶ率が観測されている<sup>152)</sup>。和田ら(2011)<sup>130)</sup>は、エアコンの購入に際する割引率を観測した既往研究を整理し、その平均値は 24%だとしている。こうした関連する既往研究を踏まえると、本研究で評価した CO<sub>2</sub> 排出削減費用は、必ずしも負と断定することはできず、正となることも考えうる。

この感度分析の結果が示唆するのは、基準導入によって生じる費用を推計する際は、そこで適用される割引率の影響が大きい点に注意を払いながら進めることが重要であり、得られた結果を評価する際にも、適用割引率の変化に応じた影響が大きいことを常に留意する必要があるということである。

### 3.4 議論・考察

割引率 3%の想定で、基準の導入は、正味の便益を伴いながら相当の量の CO<sub>2</sub> 排出量を削減できると評価された。ただしこの結果は、1次基準が、追加的費用をほとんど伴うことなく、逆に大量の CO<sub>2</sub> 排出削減効果があったという特質に大きく依存している。このことを明確化するため、2次基準のみによる費用ならびに便益を推算した結果を図 3-13 に示す。

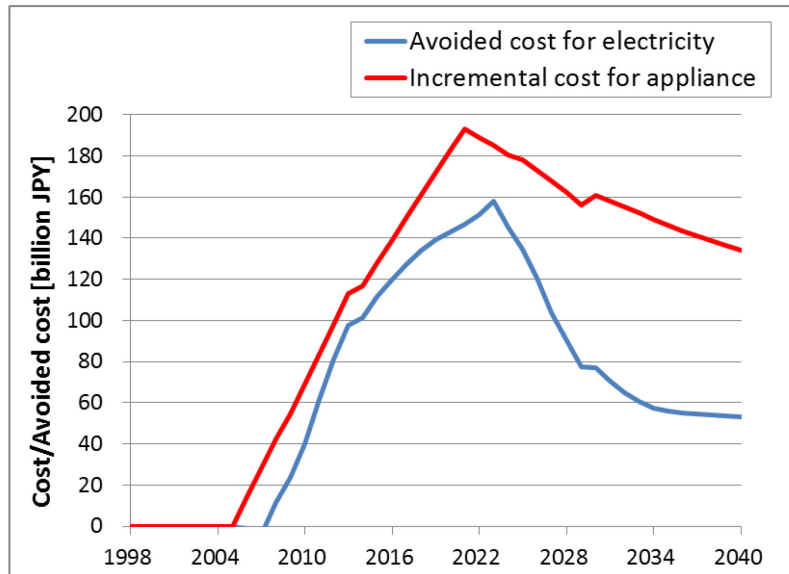


図 3-13 2次基準のみによる費用と便益 [適用割引率: 3%]

図 3-13 をみると、図 3-8 とは対照的に、全期間にわたって追加的に生じる費用が便益を上回っていることが確認でき、ゆえに、正味では相当の正の費用が生じていることが理解できる。これに加えて、既に図 3-5 でもみた通り、2次基準によるエネルギー消費の削減効果も1次基準に比べて小さい。図 3-14 は、2次基準によるCO<sub>2</sub>排出削減費用を推計した結果を示している。図 3-14 に示されている通り、対象とした全期間にわたってCO<sub>2</sub>排出削減費用は相当に高いことがわかり、2040年時点で見ると、26,800円/t-CO<sub>2</sub>である。

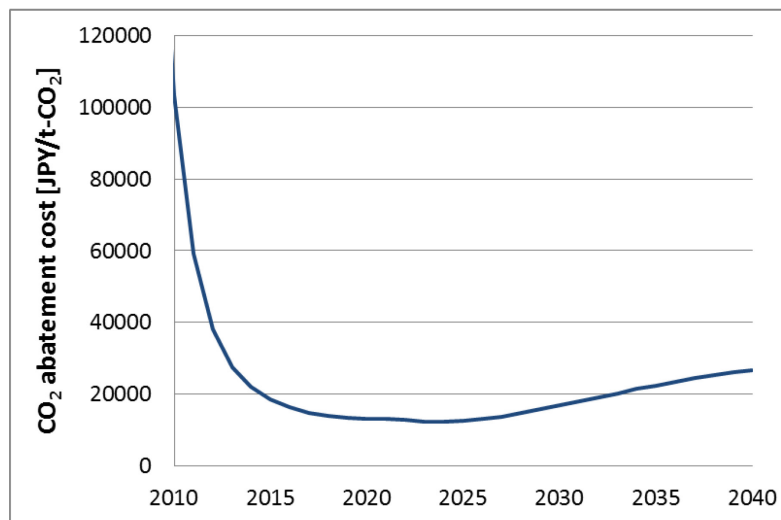


図 3-14 2次基準によるCO<sub>2</sub>排出削減費用[適用割引率: 3%]

日本政府は、エアコンについて3次基準の導入が検討されるべきとの見解を示している<sup>153)</sup>。エネルギー利用の効率化を図ることは、エネルギー資源の有効な利用を進めるためにも、

また地球温暖化対策を進めるためにも重要であることは疑いの余地はない。さらにまた、市場に投入されている最高効率機器の効率は2010年以降現在に至るまでも向上が続いている<sup>139)</sup>ことから、トップランナー制度の考え方に基づいた新基準を導入することは、単純な技術的観点から言えば可能である。しかしながら政府は、基準導入による効果だけでなく、それに伴われる費用ないし経済への影響についても、慎重に考慮することが求められる。2次基準について費用対効果を分析した上の結果、また要素技術の水準がほとんど飽和状態になりつつある日本の状況をあわせて考えてみると、3次基準の導入は、得られる効果が大きく見込めない一方、相当大きな経済的負担が伴うと考えなければならない。

### 3.5 結論

本研究は、日本のエネルギー効率基準の導入政策に関して、エアコンを事例として、費用対効果の評価を試みた。

その結果、2040年までのCO<sub>2</sub>排出削減効果は3億3000万トンであった。3%の割引率を適用する場合、基準制度によるCO<sub>2</sub>削減費用は-13,700円/t-CO<sub>2</sub>と評価され、エネルギー効率化の政策措置として優れた一面があることが確認された。なおこの結果は、既往研究<sup>126)</sup>による結論を支持する結果とも言える。ただし、感度分析を行った結果、正味で負とされた評価結果は、想定割引率が高くなるとともに増加し、割引率が26%以上では正の費用に転じることが確認された。また、「優れた」政策措置の費用対効果は、実際には1次基準による費用と効果に大きく依存しており、2次基準の費用と効果だけを抽出してみると、2040年時点におけるCO<sub>2</sub>削減費用が26,800円/t-CO<sub>2</sub>と相当高い費用の措置になっていると評価された。

これらの結果によって得られる政策的示唆は、次の通りである。すなわち当該の基準制度（トップランナー基準制度）は、対象機器のエネルギー効率がまだ低い段階または国においては、大きなCO<sub>2</sub>削減効果を得る事に伴って正味で便益を得られる可能性があり、費用対効果の高い政策措置になりうる。しかし現在の日本ほどに対象機器のエネルギー効率水準が高い場合には、追加基準の導入は、得られる省エネないしCO<sub>2</sub>削減効果が相対的に小さくなる傾向にあるのに対して追加費用が大きくなる傾向にあり、経済的な負担が相当大きくなりうる。3次基準の導入可能性を模索している日本政府は、それによる経済的負担の可能性を慎重に考慮することが必要である。

## 第4章 経済的措置に関する評価

本章では、経済的措置に関する評価研究として、日本で導入された家電エコポイント制度を例にとり、その省エネルギー／CO<sub>2</sub>削減効果および税投入の効率性についての定量的な分析を試みる。さらに分析を通じて見出される可能性や課題をもとに、経済的措置についての議論を深める。

### 4.1 家電エコポイント制度の概要と既往の評価

#### 4.1.1 家電エコポイント制度の概要

2009年5月から2011年3月の間の約2年間からの約2年間で実施された「家電エコポイント制度」（「グリーン家電普及促進対策費補助金交付」事業）は、リーマン・ショック後の厳しい経済・雇用状況の中で、省エネルギー性能の優れた機器の購入者に対して補助金に相当するポイントが付与された仕組みである。環境省、経済産業省、総務省の3省の合同で、経済の活性化や地上デジタル放送対応テレビの普及促進とともに、エネルギー高効率機器の普及を通じた地球温暖化対策が目的に掲げられた。

この家電エコポイント制度では、ある一定の省エネルギー性能の基準を満たす対象製品の購入につき、1ポイント1円で様々な商品やサービスと交換できる「エコポイント」が規定のポイント数だけ公布された。付与されたポイントの概要は表4-1に示す通りである。

表 4-1 制度で付与されたエコポイント

	エアコン		冷蔵庫		地デジ対応テレビ	
	冷房能力	エコポイント	定格内容積	エコポイント	サイズ	エコポイント
2009年5月から2010年11月までに購入分のエコポイント						
区分	3.6kW以上	9000点	501L以上	10,000点	46V以上	36000点
	2.8/2.5kW	7000点	401-500L	9000点	42V,40V	23000点
	2.2kW以下	6000点	251-400L	6000点	37V	17000点
			250L以下	3000点	32V,26V	12000点
				26V未満	7000点	
2010年12月から2011年3月までに購入分のエコポイント						
区分	3.6kW以上	5000点	501L以上	5000点	46V以上	17000点
	2.8/2.5kW	4000点	401-500L	5000点	42V,40V	11000点
	2.2kW以下	3000点	251-400L	3000点	37V	8000点
			250L以下	2000点	32V,26V	6000点
		26V未満			4000点	

家庭部門向けの省エネ政策措置とも捉えうるこの制度は、補正予算の計上額および予備費からの使用額の総額として約 6900 億円にのぼり、エコポイント発行に約 6500 億円の税が投入された。

#### 4.1.2 制度による省エネルギー見込効果（事前の評価）

この制度の政府による当初の見込効果としては、二酸化炭素排出量削減効果、経済効果、雇用対策効果、地デジ対策効果について、それぞれ以下の表 4-2 の様に報告されていた（資料<sup>154</sup>より内容整理）。

表 4-2 制度の当初の見込効果（環境省、経済産業省、総務省による）

	項目	見込効果
①	CO <sub>2</sub> 排出量削減効果	約 400 万トン／年(10 年で約 4000 万トン)
②	経済効果（生産誘発効果）	約 4 兆円
③	雇用対策効果（雇用創出）	約 12 万人
④	地デジ対策効果	地デジ対応テレビの普及促進

なお上記①の二酸化炭素排出削減効果見込の内訳と根拠として環境省は、買換え対象商品を 1995 年製と設定して家電 1 台あたりの消費電力の削減率が 50～60%に達するなどとして<sup>155</sup>、表 4-3 の通り、エアコン：131 万トン、冷蔵庫：130 万トン、テレビ：104 万トンの計 365 万トンを 100 万トン単位になるよう四捨五入したとされる。その計算過程の詳細は資料が廃棄されているため不明であるが、杜撰さが指摘されている<sup>155</sup>。

表 4-3 制度による省エネ効果の当初見込（事前の評価）

対象機器	対象台数	買替率	買換台数	買替前 消費電力量	買替後 消費電力量	消費電力 削減量	削減効果
	(千台)	(%)	(台)	(kWh/年)	(kWh/年)	(kWh/年)	(t-CO <sub>2</sub> /年)
エアコン	5,740	45.7	2,623,180	1,500	600	900	1,310,278
冷蔵庫	4,820	85.1	4,101,820	950	380	570	1,297,611
テレビ	15,000	100.0	15,000,000	250	125	125	1,040,625
合計	25,560		21,725,000				3,648,514 ≒400 万 t

出典：会計検査院(2012)<sup>156</sup>（会計検査院が環境省による説明を受けて情報整理したもの）

#### 4.1.3 制度による省エネルギー効果の評価（環境省による評価）

この制度による省エネルギー効果（二酸化炭素削減効果）についての定量的な評価として、実施主体である環境省によれば、年間 273 万 t の削減効果があると算出されている。本節ではその際の考え方や算出過程の要点を環境省(2011)<sup>157)</sup>に基づいて述べる。

この評価では、機器の①買換え分と②新規購入分とに分けて効果が計算されている。①および②の算出の考え方は以下の通りである。

##### ①買換え分

出荷台数にリサイクル券が添付されていた割合を乗じて買替台数を算出し、継続使用されるはずの旧式の機器が、制度の実施によって全てポイント付与対象製品に買い替えられると仮定した上で、ポイント付与対象製品と旧式機器の年間消費電力量の差分が、年当たりの削減効果として算出されている。すなわち、

$$\text{〔対象台数〕} \times \text{〔買換え率〕} \times (\text{〔買換え前消費電力量〕} - \text{〔買換え後消費電力量〕}) \times \text{〔排出係数〕} \quad (4.1)$$

として計算されている。

##### ②新規購入分

出荷台数から買替台数を差し引いた台数として新規購入台数を算出し、制度実施時点で標準的に販売されている機器に対する購入が、制度の実施によって全てポイント付与対象製品の購入に入れ替わると仮定した上で、ポイント付与対象製品と標準的な販売機器との年間消費電力量の差分が、年当たりの削減効果として算出されている。すなわち、

$$\{ \text{〔対象台数〕} \times (1 - \text{〔買換え率〕}) \} \times (\text{〔標準的製品消費電力量〕} - \text{〔対象製品消費電力量〕}) \times \text{〔排出係数〕} \quad (4.2)$$

として計算されている。

以上の①(4.1)式および②(4.2)式で算出された効果を足し合わせた値が、評価の結果とされている。この算出過程を模式的に表したのが図 4-1 である。



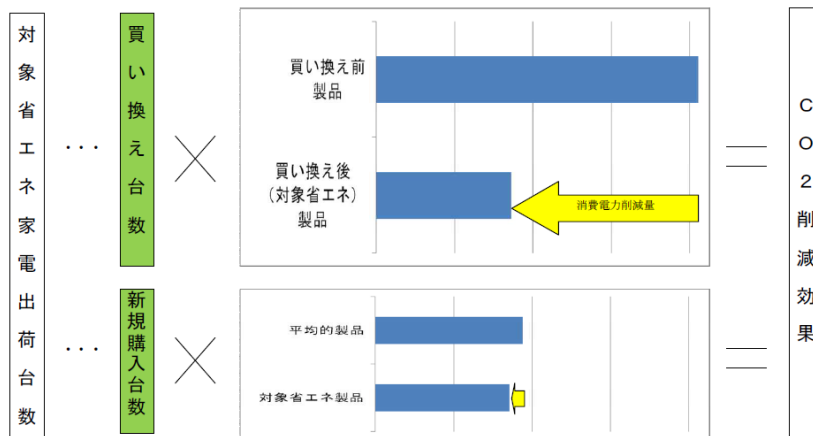


図 4-1 環境省によるエコポイント制度の省エネ効果の評価の考え方

出典：環境省(2011)<sup>157)</sup>

上述の計算によって得られる評価結果は以下の通りである。

表 4-4 環境省による省エネ効果の評価結果 (単位：t-CO<sub>2</sub>/年)

	買換え	新規購入	合計	
エアコン	744,063	49,181	793,244	(79 万 t)
冷蔵庫	1,267,724	17,512	1,285,240	(129 万 t)
テレビ	630,538	21,063	651,601	(65 万 t)
合計	2,642,329	87,757	2,730,086	(273 万 t)

#### 4.1.4 制度による省エネルギー効果の評価 (会計検査院による評価)

会計検査院は、エコポイント制度実施のために投入された予算額の大きさや国民の関心の高さなどを鑑みて会計検査院法に基づく制度に対する検査を行っている。この中で、上述の環境省による省エネ効果の評価に対する批判をしつつ、会計検査院独自の省エネ効果の評価を行っている。

会計検査院が制度による省エネ効果の評価するに当たり、環境省による評価方法を批判した際の要点で両者の評価結果の値の大きな差につながった点は、買換機器の購入におけるベースラインの設定の考え方である。すなわち4.1.3節の(4.1)式では、買換え前の旧式機器から買替え後の新しい機器に切り替わる際の効率の差異が全て含まれた計算がされてしまっている点である。多くの消費者は通常、旧式機器から新型機器への買換えを伴う購買行動をし、この通常の行動で相当の省エネルギー効果が得られているが、環境省による評価は、この通常の行動による効果を全て「制度による効果」としているため、相対的に過大な評価となっているのである。このベースラインの考え方の差異を模式的に表したのが図 4-2 である。

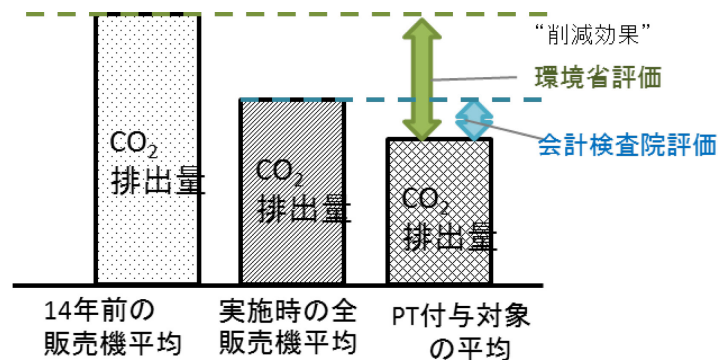


図 4-2 環境省と会計検査院による評価の考え方の差異（エアコン買替の場合）

上述のベースライン設定の差異などにより、会計検査院は、二酸化炭素排出削減効果の合計は環境省によって評価された量の10分の1以下に過ぎないと指摘した。その内訳を以下に示す。なお会計検査院による評価は新規導入機器の効率の使用データについて環境省が用いている数値と一部異なるために新規購入においても多少の数値の乖離があるが、差異の主たる要因は買替え分に関するベースライン設定の差異によるものである。

表 4-5 会計検査院による省エネ効果の評価結果（単位：t-CO<sub>2</sub>/年）

	買換え	新規購入	合計	
エアコン	36,395	40,889	77,284	(7.7 万 t)
冷蔵庫	39,092	13,803	52,895	(5.3 万 t)
テレビ	61,343	18,767	80,100	(8.0 万 t)
合計	136,830	73,459	210,289	(21.0 万 t)

#### 4.2 既往の政策評価の課題と本研究による評価の位置付け

上述の両評価は、省エネルギー政策の措置に対して、利用するデータを用いながら定量的な評価を試みており、会計検査院による評価は元の環境省による評価を精緻化させている意味において、一定程度の評価は出来る。しかしながらこれら両評価は、以下の通り必要な観点が欠如している。

- ① CO<sub>2</sub>削減効果が評価される際に制度実施期間中の市場のみしか対象とされず、それに基づき「年あたり」効果が評価されている。しかしその効果は本来、時間的に変化する。
- ② 制度が機器の需要台数に与えた影響についての分析がなされていない。

すなわち、4.1.1節で述べた通り、この制度は明らかに特定機器の購入を促進することを通じて政策目的（温暖化対策）を達成しようとするものだが、既に2.5.2.5節で指摘した通り、このような措置の場合には、機器使用の年数および市場の進展が考慮される必要がある。

以上の課題を踏まえ、制度による省エネへの影響をより包括的に評価するためには、期間中に販売された機器の効率のみに着目するのではなく、制度が各機器の時系列的な需要の推移に与えた影響を評価し、影響があったと考えられる場合には技術改善の推移とあわせた影響、またそれらの機器の継続的な使用による影響を評価してゆく必要があると考えられる。本研究ではこうした問題意識のもと、以下、省エネ・温暖化対策としての制度による効果についての分析を試みた。

### 4.3 家電エコポイント制度による需要台数への影響分析

#### 4.3.1 機器出荷台数推移の実績推移

制度で対象となった3種類の機器について、2000年1月から2011年7月までの月間の販売台数の推移を図4-3に示す。またあわせて世帯の購買行動に基礎的影響を与える世帯の可処分所得の推移（同期間）を図4-4に示す。

薄型テレビについては、地上デジタル放送の拡充時期と同調するプラスの傾向が続いている。月別の傾向として、一般に6月はボーナスによる需要増、11～12月はボーナスや年末セールによる需要増、9～10月および2～3月は家電量販店などの決算にあわせた在庫処分セールによる需要増とされており、夏期や年末等に増加を繰り返す特徴が分かる。

エアコンについては、その用途の性格上、購買行動は寒暖の影響を受けるとも考えられ、一般に夏の初めに暑い日が続くとその年の出荷台数が増加する傾向がある<sup>158)</sup>。図4-5には2000年以降の月ごとの冷房度日および暖房度日の実績推移(日本国内平均)を示している。機器需要は、夏期が最大となっているが、12月もボーナスによる若干の需要増、3月は家電量販店の決算にあわせた在庫処分セールや入社・入学などの新生活の開始に伴う購入等により若干の需要増加がみられる。

冷蔵庫については、一般に、夏場において気温上昇に伴う冷蔵庫の故障による買換え、食品の詰め込みすぎなどによる冷蔵機能の低下を感じての買換えが増える傾向がある<sup>158)</sup>ほか、12月のボーナス要因、3月の在庫処分セールや新生活の開始に伴う需要増加の傾向があるとされ、夏場や12月、3月に増加を繰り返している。

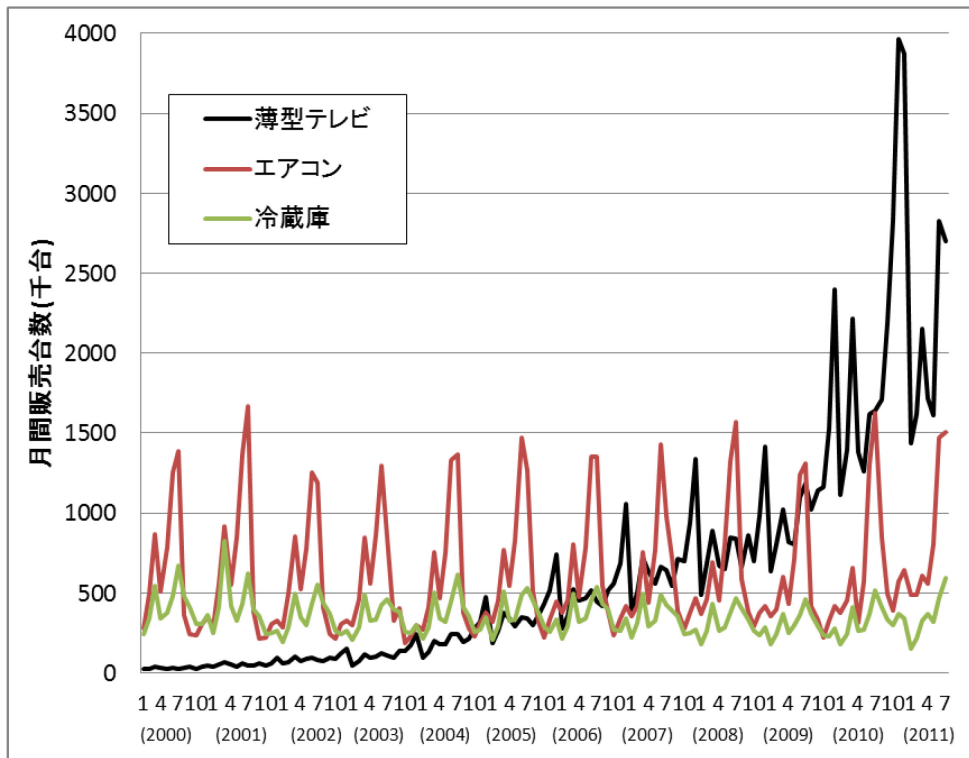


図 4-3 3機器の月間販売台数<sup>i</sup>

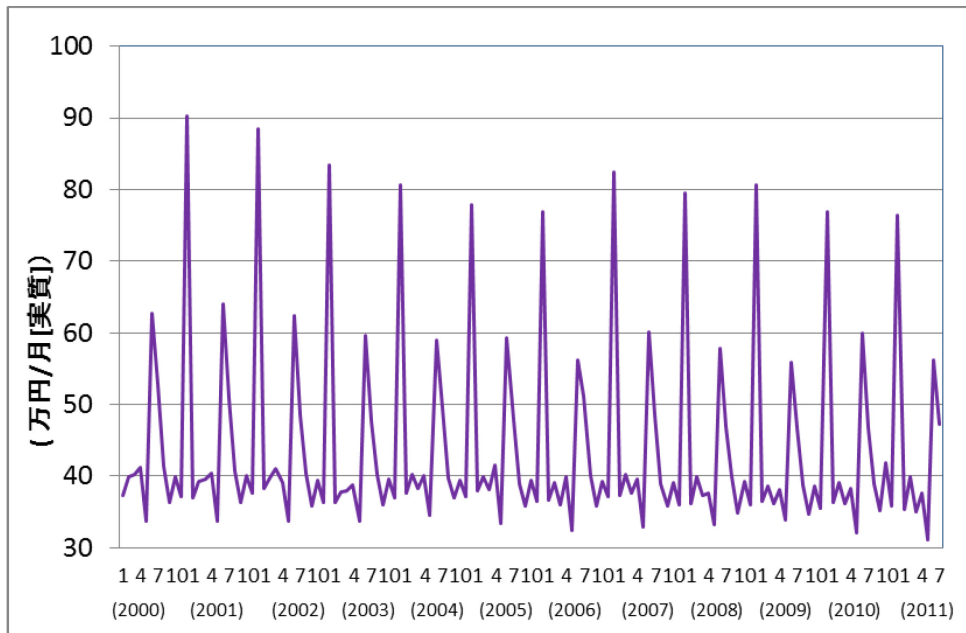


図 4-4 世帯の実質可処分所得の推移<sup>ii</sup>

<sup>i</sup>各機器の区分別販売台数データは、それぞれ関連統計<sup>132,171,175</sup>を参照した。

<sup>ii</sup>世帯の可処分所得は総務省(2013)<sup>145</sup>(2人以上世帯)の値を消費者物価指数により実質化している。

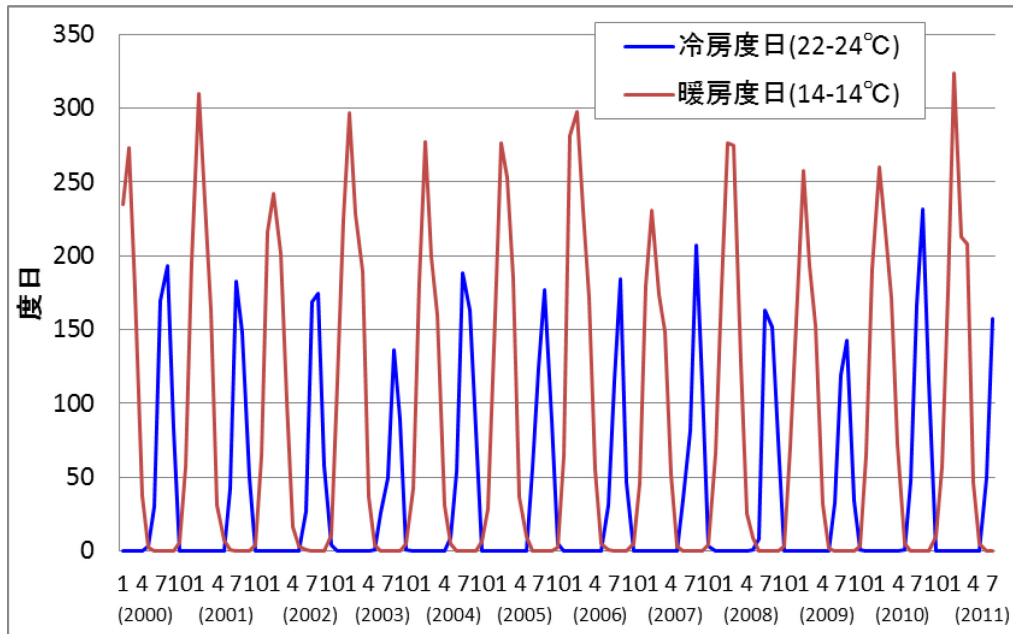


図 4-5 冷房度日および暖房度日（月間）の実績推移（全国平均）<sup>i</sup>

#### 4.3.2 エコポイント制度導入による需要台数への影響の評価方法

制度が各機器の需要台数に与えた影響の有無を検証するため、2000年1月-2011年3(7)月までにおける上記の月次の時系列販売データに対し、統計的な分析を行うことにより、エコポイント制度の導入による影響の有無/程度の評価を試みた。

各機器の需要台数の変化に対して重回帰分析を適用した。この分析においては、各機器について、需要台数を被説明変数として、説明変数とするそれぞれ次の各量と係数をかけあわせた各項の和によって記述されうると想定した。すなわち、

$$\begin{aligned}
 \text{TV-Sales} &= a_0 + a_1 \times \text{HN} + a_2 \times \text{ICM} + a_3 \times \text{OWN} + \text{Month} + a_4 \times \text{Digital} + a_6 \times \text{Ecopt} \\
 \text{AC-Sales} &= \beta_0 + \beta_1 \times \text{HN} + \beta_2 \times \text{ICM} + \beta_3 \times \text{OWN} + \beta_4 \times \text{Cool} + \beta_5 \times \text{Heat} + \text{Month} + \beta_6 \times \text{Ecopt} \\
 \text{Rfg-Sales} &= \gamma_0 + \gamma_1 \times \text{HN} + \gamma_2 \times \text{ICM} + \gamma_3 \times \text{OWN} + \gamma_4 \times \text{Cool} + \text{Month} + \gamma_5 \times \text{Ecopt}
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

ここにおいて、

HN:世帯数<sup>ii</sup>、ICM: 可処分所得（実質円）、OWN: 世帯保有台数（台）<sup>iii</sup>、  
Cool: 冷房度日（°C日）、Heat: 暖房度日（°C日）、Month: 各月ダミー変数、

<sup>i</sup> 冷房度日（22-24°C）は24°Cを超える日の平均気温と22°Cとの差を合計した数値として、暖房度日（14-14°C）は14°Cを下回る日の平均気温と14°Cとの差を合計した数値として定義している。気象庁データベース<sup>173)</sup>より得られる主要9都市（札幌、仙台、東京、富山、名古屋、大阪、広島、高松、福岡）の日平均気温データから都市別に得られる冷房度日/暖房度日に対して、上記に対応する全国9ブロックの人口による加重平均した値として全国平均としている。

<sup>ii</sup> 世帯数のデータ引用:総務省(2013)<sup>174)</sup>

<sup>iii</sup> 各機器の保有台数は消費動向調査<sup>135)</sup>参照。

Digital: 地デジ/アナログ停波影響変数\*1、Ecopt: エコポイント期間影響変数\*2、

$\alpha/\beta/\gamma$ : 係数

また\*1) 地デジ/アナログ停波影響変数は、地上デジタル放送の開始時点(2003年12月)から本格切替/アナログ停波時点(2011年7月)にかけて、線形上昇する項である。

また、エコポイント制度導入による影響の有無を統計的に確認するために、\*2) エコポイント期間影響変数を導入した。制度導入による影響の程度が、導入期間中にどのように推移するかが不明のため、ここでは(ケース1)および(ケース2)の2通りの想定を考えた。すなわち、

(1) ケース1では、制度期間中の初期から終了期にかけて、制度が一定量の影響を市場に与えると考えられる場合

(2) ケース2では、制度の初期から認知が広がってゆき、終了時期にかけて影響度合いが拡大してゆくと考えられる場合、

である。具体的には、導入する変数として、ケース1では、(期間中:2009年5月~2011年3月)に1、期間外で0とする変数、ケース2では、期間前までは0、期間初期2009年5月から1となり、それ以降、毎月、2,3,4..、2011年3月になるまで増えてゆくダミー変数を導入した。これら2つのケースを想定し、評価を試みた。

### 4.3.3 重回帰モデルによる分析結果

4.3.2節の方法による重回帰分析の結果を（ケース1）、（ケース2）にわけて以下に示す。

表 4-6 各機器の販売台数についての重回帰分析の結果表（ケース1）

説明変数	薄型テレビ		エアコン		冷蔵庫	
	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
モデルの説明力 (決定係数:R2)	0.808		0.941		0.738	
世帯数	0.016	0.18	0.031*	2.24	-0.00868	-1.87
可処分所得	1.049*	4.66	0.00701	0.081	0.157*	4.07
世帯当たり機器保有台数	-1066×10 <sup>3</sup>	-1.26	-260×10 <sup>3</sup>	-1.79	-856×10 <sup>3</sup>	-1.73
エコポイント制度 影響	317×10 <sup>3</sup> *	2.974	-26487	-0.84	-12286	-0.67
地デジ切替影響	18423*	3.496	NA	NA	NA	NA
冷房度日	NA	NA	2495*	6.83	15678 *	13.8
暖房度日	NA	NA	1061*	6.76	NA	NA
定数	1262×10 <sup>3</sup>	0.418	-728×10 <sup>3</sup>	-1.83	1732×10 <sup>3</sup> *	3.58

\*印は 5%水準で有意であることを示す。

表 4-7 各機器の販売台数についての重回帰分析の結果表 (ケース 2)

モデルの説明力 (決定係数:R2)	薄型テレビ		エアコン		冷蔵庫	
	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
モデルの説明力 (決定係数:R2)	0.843		0.941		0.741	
説明変数	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
世帯数	0.0344	0.41	0.0163	1.25	-0.00727	-1.69
可処分所得	0.915*	4.46	0.41*	2.16	0.157*	4.10
世帯当たり機器保有台数	-826×10 <sup>3</sup>	-1.08	-131×10 <sup>3</sup>	-0.92	-946190	-1.96
エコポイント制度影響	42082*	6.34	2377	1.13	-1605	-1.34
地デジ切替影響	15206*	3.19	NA	NA	NA	NA
冷房度日	NA	NA	1852*	8.79	1570*	13.9
暖房度日	NA	NA	107.8	0.27	NA	NA
定数	-86×10 <sup>3</sup>	-0.031	-460×10 <sup>3</sup>	-1.24	1772×10 <sup>3</sup> *	3.69

\*印は 5%水準で有意であることを示す。

上記の表 4-6 (ケース 1)、表 4-7 (ケース 2) の統計的分析結果より、各機器の販売台数に対するエコポイント影響として、以下の様に評価される。

すなわち薄型テレビでは、ケース 1、2 いずれの適用の場合でも有意な影響が確認された一方、冷蔵庫・エアコンについてはいずれについても明確な影響が確認されなかった。

ただし制度の導入が、この期間中の購買機器の容量・サイズ、能力の傾向に変化を与えた可能性も考えるが、本分析はこの点についての詳細評価には踏み込んでおらず、それらの機器特性は制度導入の有無に影響を受けていないと想定されている点に留意が必要である。

#### 4.3.3.1 重回帰分析結果に基づく薄型テレビの販売台数の推移推計

本手法で得られる、補助金制度有りの場合/制度無しの場合、それぞれの場合に対する推計台数の推移を実績台数の推移とあわせ、(ケース 1) (ケース 2) の別に以下の図 4-6 に示す。



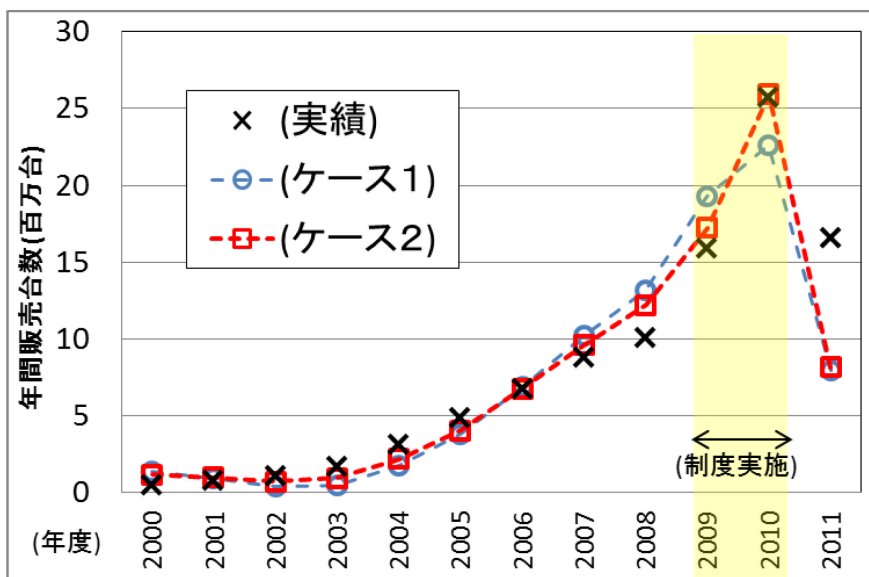


図 4-6 年間販売台数の推計 (ケース1) と (ケース2)

ここで2011年度における乖離は、実際の市場をモデル化することの困難性により生じたものである。地上デジタル放送への切替対応として、消費者の一部は、切替時期の後になってから旧型機器から新型機器への買替えを行う等もあったことが考えられるが、このモデルでは、全ての消費者が切替時期の前に必要な対応をとることが前提となっている。それにより、差分の蓄積が2011年度になって表れていると考えられる。しかしながら、2011年度におけるそれらの差異は、2009年度と2010年度に実施されたエコポイント制度の省エネ効果の評価に対して直接影響するものではない。

#### 4.3.3.2 制度による影響台数 (テレビ)

上記の(ケース1)および(ケース2)それぞれについて、制度有・制度無しのそれぞれの場合における需要の推計値を比較することによって、エコポイント制度による機器需要台数への影響を計算した。結果を表4-8に示す。

表 4-8 制度による薄型テレビ需要台数への影響推計結果

	(ケース1)	(ケース2)
	推計影響 (1000台)	推計影響 (1000台)
2009年度	15766	2777
2010年度	18799	8837
合計	34565	11615

以上、統計分析の結果に基づき、(ケース2)の説明力(R2)が(ケース1)より高いこと、また期間中における実績値にもより近いことから、以下の分析では(ケース2)における値を用いて議論を進めることとする。

#### 4.4 家電エコポイント制度による省エネ効果・影響の分析

##### 4.4.1 期間中の各販売機器の平均効率

制度実施期間中における各販売機器の平均エネルギー効率値を表4-9に示す。それらは区別の機器販売台数<sup>i</sup>の加重平均によって得られている。ここで「平均」とは全モデルによる平均であり、「制度平均」とは、エコポイント制度におけるポイント付与の対象基準を満たす製品による平均を表4-9に示す<sup>ii</sup>。

表 4-9 制度実施期間中における各機器のエネルギー効率値 [年間消費電力量:kWh]

年度	テレビ			エアコン			冷蔵庫		
	平均	制度平均	差	平均	制度平均	差	平均	制度平均	差
2009	127	123	4	1193	1176	17	377	350	27
2010	98	95	3	1048	1045	3	321	317	4

##### 4.4.2 各機器別の省エネ効果の評価

###### 4.4.2.1 エアコンと冷蔵庫

まずは4.3節の分析において制度による需要台数への影響が認められなかった、冷蔵庫およびエアコンの省エネ効果について分析・整理する。これら機器の場合では、需要の先食いはほとんど見られず、期間中において市場に新規導入された機器の効率差による効果が、使用されることによってエネルギー消費量の差として表れ、各個別機器が廃棄されるまでの間、持続すると考えることができる。よって、機器の残存率分布を想定した上で、その分布による残存率と各年度の販売台数をかけあわせることで、期間中の販売機器の残存台数の推移を推計し、上記表4-9における効率差から、省エネ効果の推移を推計することができる。それぞれ、省電力量(kWh/y)、およびCO<sub>2</sub>削減量(フロー/累積量)を図示する。ただしCO<sub>2</sub>削減係数は既往の環境省および会計検査院の評価の前提とあわせて0.000561t-CO<sub>2</sub>/kWhとおく。また残存台数の分布は、既往の文献<sup>159)</sup>で得られている、エアコンおよび冷蔵庫の経過年数別廃棄台数の調査結果をもとに、最小二乗法で推定したワイブル分布から経過年数に従った残存率を算出した。

<sup>i</sup> 各機器の区別販売台数データは、それぞれ関連統計<sup>132,171), 175)</sup>を参照した。

<sup>ii</sup> 資源エネルギー庁<sup>172)</sup>より機器リストを参照して計算。

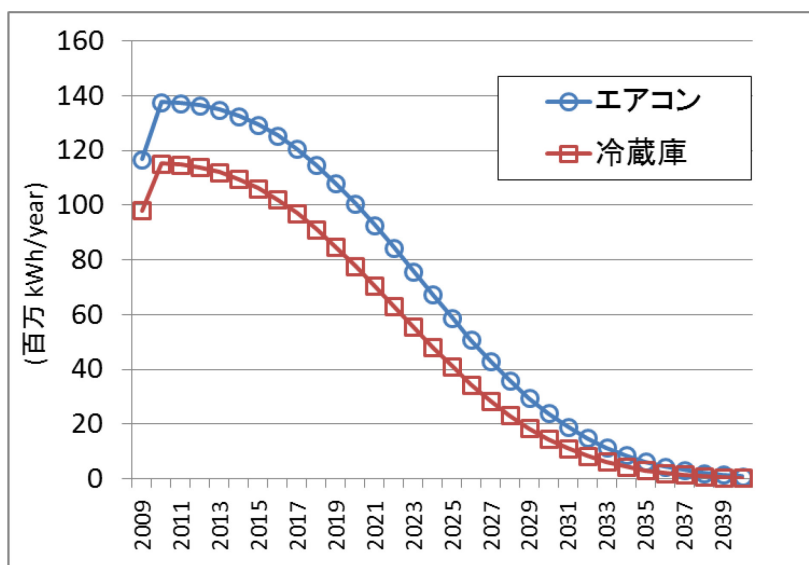


図 4-7 エアコンと冷蔵庫に関する省エネルギー効果の推計

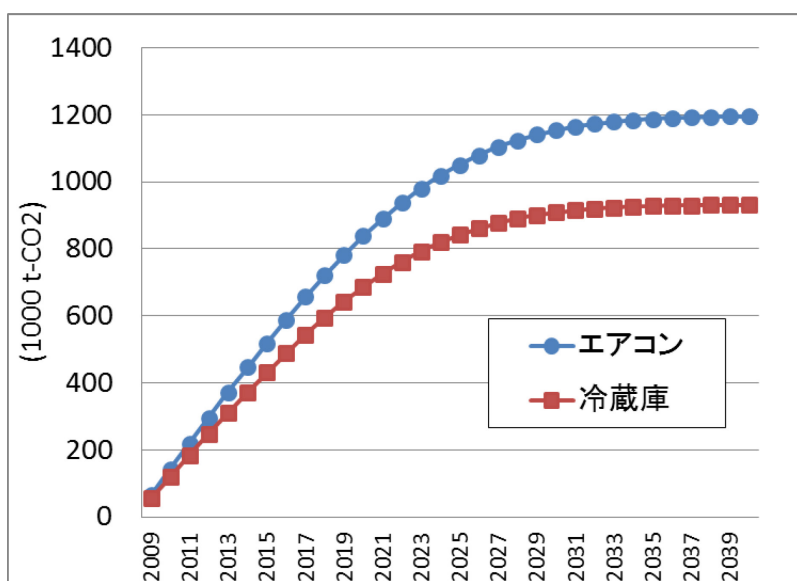


図 4-8 エアコンと冷蔵庫に関する CO<sub>2</sub> 累積削減量の推計

#### 4.4.2.2 テレビ

以下では、テレビに関するエコポイント制度が省エネに与えた影響を、その時間的推移を踏まえて分析・考察する。

##### 4.4.2.2.1 販売台数変化の推計

ここでは以下のような想定をおいて分析を行った。

- ① 2012 年度までのブラウン管テレビ（地デジ非対応）の廃棄台数は販売台数に等しくなると想定した。これにあわせワイブル分布の形状をフィッティングした。実社会では、視聴されない地デジ非対応のテレビが廃棄されずに家庭内に放置されているケースが相

当程度あるとも考えられる一方、ここにおける想定では、需要における新規購入、買換購入、廃棄のみの構造が不明のため、買換需要が伸びた分だけ完全にスムーズに廃棄が進むと想定している。

- ② 液晶テレビの廃棄・買換の傾向は、普及が始まってから年数が十分にたっておらず実際の傾向が不明つかめていないため、ワイブル分布に従うとし、平均使用年数を 20 年との想定を置いた。
- ③ 制度がある場合/ない場合について、2009～2012 年度の 4 年間の合計販売台数は、互いに等しくなると想定した。すなわち、制度が「ある場合」の機器需要台数について、期間中の需要の「増分」に等しい台数だけ、2011 年度/2012 年度の需要の合計台数が「ない場合」に比べて落ち込んでいると想定した。
- ④ 将来 2013 年以降の各年度の販売台数は、ストック台数の想定から逆算した。すなわち、過去のカラーテレビの世帯当たりの保有台数の飽和状態の実績<sup>i</sup>をもとに、薄型テレビの将来的な世帯当たり保有台数が 2.4 台に飽和してゆくと想定の上、薄型テレビの現状の世帯当たり保有台数<sup>ii</sup>の傾向をロジスティック曲線で近似して、その値と世帯数の予測値<sup>iii</sup>をかけあわせることにより、ストック台数の推移を算出し、この値から各年の販売台数を逆算した。ただし廃棄の傾向はワイブル分布、平均使用年数は 20 年とした。
- ⑤ 将来の販売機器の平均エネルギー効率の進展は、各サイズ/区分における 2011 年-2013 年にかけての実績の年平均改善率で一定で継続する<sup>iv</sup>と想定している。なお平均エネルギー効率の算出に関連し液晶画面サイズは「37 型以上」の区分のシェア(%)が、過去のトレンドに従い、近似対数曲線に沿って上昇すると想定している。またプラズマテレビのシェアは 10%で一定と想定している。

#### 4.2.2.2 テレビに関する省エネ効果の推計

推計された、エコポイント制度（テレビ）が与えた省エネルギー効果の時間的推移を図 4-9 に示す。2009 年度から 2011 年度にかけては、正の効果が認められる一方で、2012 年度およびそれ以降は、効果が「負」として現れている。CO<sub>2</sub>削減効果は図 4-10 に示す通りである。2040 年までの CO<sub>2</sub>累積削減効果は-120 万 t-CO<sub>2</sub>と推計された。これはすなわち、制度実施により CO<sub>2</sub>排出量が増大したということを意味する。

---

<sup>i</sup> 内閣府(2013)<sup>135)</sup>の統計を参照。

<sup>ii</sup> 内閣府(2013)<sup>135)</sup>の統計を参照。

<sup>iii</sup> 国立社会保障・人口問題研究所(2013)<sup>137)</sup>による推計を参照した。

<sup>iv</sup> 環境省(2013)<sup>139)</sup>の統計を参照。

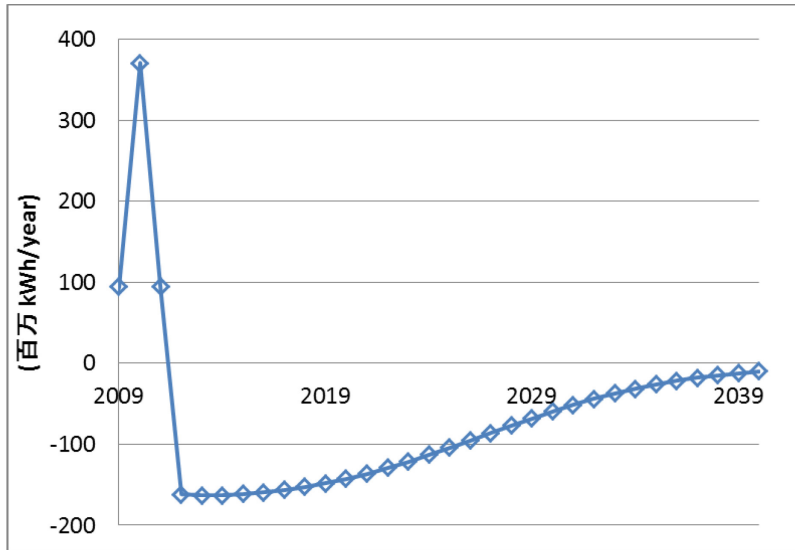


図 4-9 テレビに関する省エネルギー効果の推計

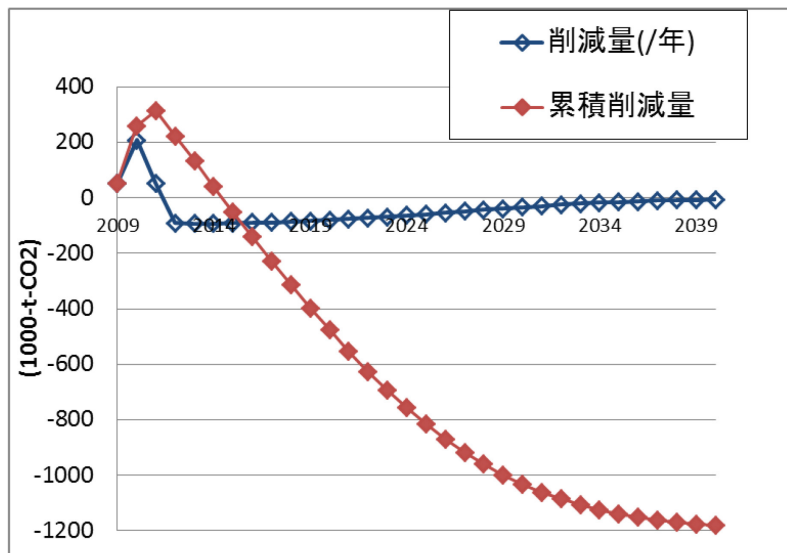


図 4-10 テレビの CO<sub>2</sub>削減効果の推移

#### 4.4.2.2.3 感度分析

上述のテレビに関する省エネ効果の評価では、テレビの平均使用年数について、データ不足により 20 年との想定をおいて分析している。この平均使用年数についての想定の違いが CO<sub>2</sub>削減効果の評価に与える影響を調べるため感度分析を行った。その結果を図 4-11 に示す。

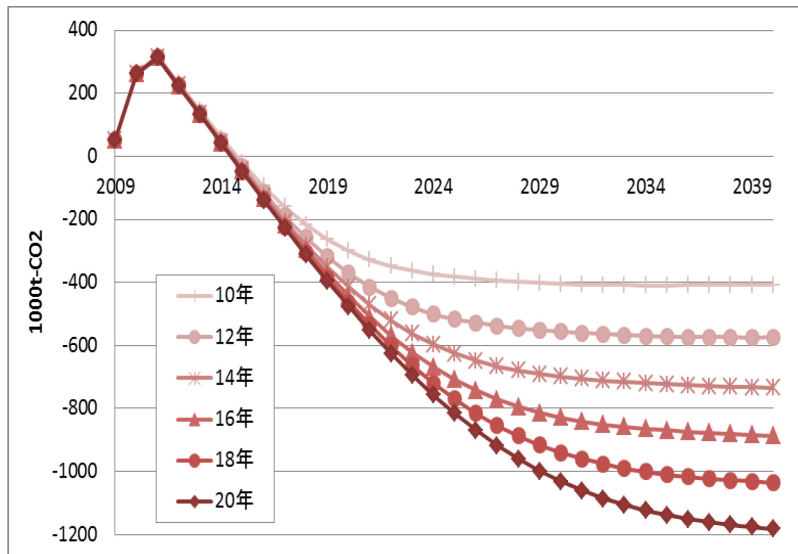


図 4-11 テレビの想定平均使用年数の差異による CO<sub>2</sub>削減効果（累積）の評価

図 4-11 から分かる通り、想定する平均使用年数が短くなるにつれ CO<sub>2</sub>削減効果の評価は相対的に大きくなっており、その年数を半分の 10 年とする場合、2040 年までの累積削減効果の評価は、20 年とする場合の 3 分の 1 程度となっている。しかしながら累積削減効果が「負」となることに変化はなく、この想定使用年数の差異が結論を大きく左右することはないことが理解できる。

#### 4.5 省エネ効果の傾向についての評価・考察

##### 4.5.1 制度による省エネ効果発生の条件

上の節で示した省エネ効果の推計から、以下の示唆が得られる。

- ① 機器需要の時間推移が補助金導入に変化を受けない（需要の「先食い」が起こらない）場合（エアコンと冷蔵庫）

期間中の補助金の賦与によって想定される高効率機器への購買行動の誘導の効果が、購買された機器のその後の使用期間にわたって持続する。使用される機器数がその後減少するに従って効果は減少するものの、累積効果は、一定の飽和水準に近づいて逡増してゆく。言うまでもなく、想定される使用年数が長いほど（各年の機器の残存率が高いと考えるほど）、得られる効果は大きくなる。

- ② 機器需要の時間推移が補助金導入に変化を受ける（需要の「先食い」が起こる）場合（テレビ）

補助金制度終了後の「先食いされた期間」におけるエネルギー効率が改善しているほど、省エネ効果が小さくなる。この各年における省エネ効果の正／負は、期間中の補助金の誘導によって変化すると想定しうる効率の改善度合い（すなわち平均的製品と補助金賦与対

象製品の差による) と、平均的機器のその後のエネルギー効率の改善度合いとの値の大小関係に依存すると考えられるが、この場合、前者が、3-4kWh/年(表5)と微小であるのに対し、図10の推移からもわかるとおり、後者に対応する2009/2010年度直後の改善度合いは、それと比べてはるかに大きい(2009年平均と2011年平均の差でみると40kWh/年である)。その結果、省エネ効果が大きく負に転じることになり、また、期間中に先食いされた、エネルギー効率が相対的に劣る機器の使用が長期間にわたって継続されることにより、累積の省エネ効果も負となっている。ただしたとえ先食い需要が発生する場合であっても、仮に、前者の度合いが後者の度合いよりも大きければ、正の省エネ効果を得ることはできる。後述の4.6節で感度分析結果を示す。

#### 4.5.2 3種類の機器の合計総合

##### 4.5.2.1 省エネ効果の推移(3種類の機器の合計)

制度による3種類の機器についての効果を合計した結果を図4-12に示す。総じてこの制度は正の効果があるものの、テレビによる2011年度以降の「負の削減効果」によって、テレビの合計削減量は減じられ、2025年度以降、減少に向かう。その後、削減量が飽和しつつある2040年時点では94万トンのCO<sub>2</sub>累積削減効果である。この削減量は2010年度における家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量(1億7200万トン)の0.5%に相当する量である。

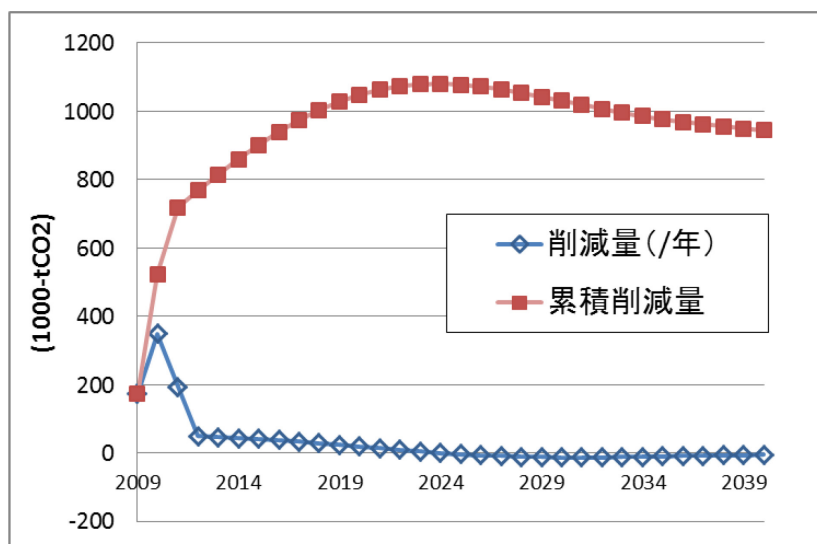


図 4-12 エコポイント制度による3機種についての省エネ効果の推移

##### 4.5.2.2 既往研究結果との比較

4.4.2節の結果に基づく年平均のCO<sub>2</sub>削減効果は、エアコン、冷蔵庫、テレビについて、それらの機器平均寿命である15年、14年、20年を用いると、それぞれ、6万5000 t-CO<sub>2</sub>、5万4000 t-CO<sub>2</sub>、および4万8000 t-CO<sub>2</sub>となる。この結果は、環境省による評価<sup>157)</sup>と比

べると、3機種 of 全てにおいて小さい。また会計検査院の評価<sup>156)</sup>と比べると、エアコンと冷蔵庫は同程度であるが、テレビについては負の値であるため、小さい。

#### 4.5.2.3 家電エコポイント制度による補助金投入の効率性

制度による補助金投入の効率性を議論しておくことは重要である。CO<sub>2</sub>削減効果（2040年までの累積削減量）あたりの投入補助金額を各機器別に整理すると表 4-10 の通りとなる。

表 4-10 CO<sub>2</sub>削減効果あたりの投入補助金額

	CO <sub>2</sub> 削減量(2040年までの累積)(1000 t-CO <sub>2</sub> )	補助金付与額(10億円)	CO <sub>2</sub> 削減量当たりの税投入額(円/t-CO <sub>2</sub> )
エアコン	1195.2	62.2	52,063
冷蔵庫	931.2	56.1	60,241
テレビ	-1181.6	531.6	-449,950
合計	944.8	650.0	687,960

・エアコン/冷蔵庫の場合、1トンのCO<sub>2</sub>を削減されるために投入された税金は5,6万円程度となっている。ここでは補助金投入額あたりの排出削減効果を算定しており、費用移転に伴う削減効果であって、対策そのものに要した削減費用ではない。よって、単純な比較はできないが、CO<sub>2</sub>排出権が取引されるEU-ETS市場におけるトン-CO<sub>2</sub>当たりの価格が、近年の急落以前においても10-30EUR程度(日本円にして2千円程度)の水準であったことを踏まえると、その数十倍に及ぶコストがかかっている計算となる。

・テレビの場合は、他の機器の8~9倍とはるかに多額の補助金が投入されたにも関わらず、省エネ効果としては、負の効果と評価され、CO<sub>2</sub>排出量を増大させていたと考えられる。その排出量の増大分は、他の各機器についての削減量と同程度か、それを上回っている。

・3種類の機器をあわせて考えると、正の省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果はあったとは評価されうるものの、テレビによる負の削減効果によって、全体の効果が大きく縮小されていると考えられる。CO<sub>2</sub>削減量あたりの税の投入額は、極めて大きい評価結果であり、CO<sub>2</sub>削減の観点のみから言えば、著しく経済効率の劣る政策措置だったと考える。

#### 4.6 制度設定を変更した場合の感度解析（テレビ）

テレビへの補助金制度の省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果が、期間後に負に転じ、累積効果としても「負」と評価された点に関して、以下のように、制度変更を行った場合の効果について検討を行った。

表 4-9 において効率値の差が小さい(3%~4%)ことから推察される通り、補助金（ポイ



ント)の賦与対象となった製品は、当時販売されていたモデルの大部分を占めていた(2009年において全体モデル数のうちの88%、2010年では98%であった)。そのため補助金賦与によって、全体のモデル数からすれば微小な割合しかない非対象製品への潜在的な購買行動が高効率モデルへの誘導がなされたとしても、それによって見込まれるエネルギー効率の改善は全体として見ると極めて限定的であった。

その状況を踏まえると、補助金賦与の対象を、さらに高効率機器に絞ることによって、制度の効果が高まることが考えられる。補助金賦与対象を絞るとそれに応じて需要の規模にも変化が生じると考えられるものの、仮に、賦与対象の絞込みによる需要規模への変動が微小だとして、2つのパターン分析の結果を示す。

【ケースA】 賦与対象を、(統一省エネラベル上の最高ランクである)5★のみにした場合

【ケースB】 賦与対象を、【ケースA】よりも厳しく、全モデルのうち、サイズ区分別に、効率の高いモデルから半数のモデルにする場合(カバー率50%)

賦与対象を【ケースA】、および【ケースB】と仮定した場合(それ以外の想定、すなわち需要の時間的推移に与える変化などは実績パターンと同じと想定する場合)、それぞれのCO<sub>2</sub>削減効果(フロー/累積量)の推移は、図4-13の通りとなる。

図4-13をみて分かる通り、実際を想定して負の効果となるケースに対して、ポイントの付与対象を絞り込んだ場合には、より大きなCO<sub>2</sub>削減効果が得られていることがわかる。

【ケースA】では、まだ幾分か負の効果が見えるのに対して、より厳しい基準を想定した

【ケースB】においては、負の効果はなくなり、正の効果のみになっている。この結果は、補助金の賦与対象をさらに工夫することによって、たとえ需要の時間的推移に影響が出る場合すなわち先食い需要が生じる場合であったとしても、正の省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果が得られる可能性があることを示唆している。

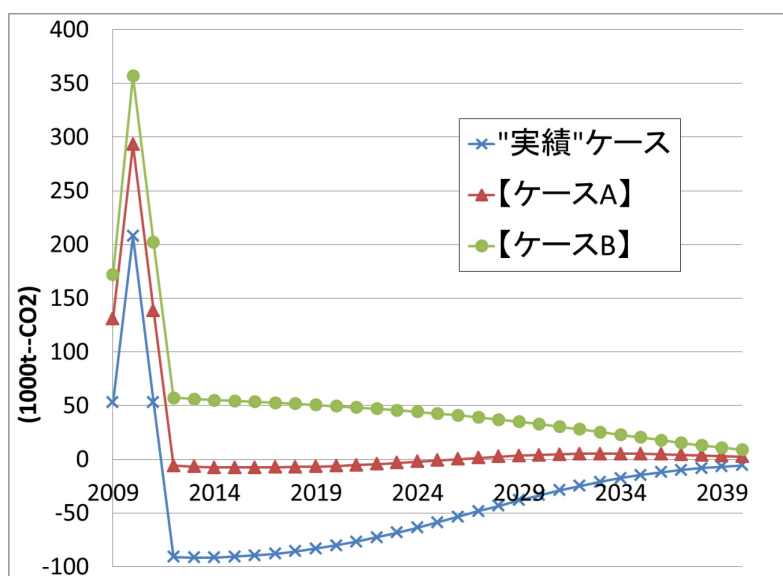


図 4-13 (ケース A) と(ケース B)における CO<sub>2</sub>削減効果

#### 4.7 家電エコポイント制度についての分析のまとめ

家電エコポイント制度は、省エネに関する地球温暖化対策だけでなく経済活性化や地上デジタル放送対応機器の普及も政策目的とされていたことに留意が必要だが、本研究では省エネ政策評価の観点から、この制度の有効性の分析を試みた。制度による省エネおよび CO<sub>2</sub> 削減効果について、制度が市場に与えた影響や技術進展による影響も踏まえた評価を行った結果、その CO<sub>2</sub> 削減効果としては 94 万 t-CO<sub>2</sub> と評価された。年平均でみた合計の CO<sub>2</sub> 削減効果は、政府による既往の評価よりも相当に低い。この制度が当初意図したほどに効果を得られなかった原因の一つとしてポイント付与の対象が広すぎた可能性が考えられ、本研究では、付与対象を変化させた場合のケーススタディもあわせて行った。その結果、ポイントの付与対象をより限定することによって CO<sub>2</sub> 削減効果は、改善する可能性が示唆された。

#### 4.8 エコカー補助金・減税制度にみられる省エネ効果の示唆

本節では、家電エコポイント制度とほぼ同時期に始められた省エネ関連の消費者向け経済的補助の制度である、「エコカー補助金」「エコカー減税」制度による影響について観察することにより、経済的措置の特質の別の側面についての示唆を得ることを目的としている。

2009 年 4 月から導入されたエコカー補助金制度は環境性能の良い新車への買い替え・購入の際に最大 25 万円の補助金が交付される等の措置がとられた制度であり、エコカー減税制度は自動車取得税・自動車重量税・自動車税が 50%から最大で 100%の減税が適用される等した制度である。それぞれ経済の活性化と地球温暖化対策の促進が目的とされる。

この制度の導入は、日本社会で大きな注目を浴び、自動車業界や消費者に大きな影響を与えたと考えられ、省エネルギー対策の観点から評価・分析することが重要である。しかしながら、分析対象とする上での問題として、補助金と減税（取得税・重量税）の二種類の経済措置が同時に導入されていることに加え、それぞれの措置は経過年数の長い旧車（登録13年以上）からの乗り換える場合とそうでない場合とで適用条件や補助金付与額が異なること（補助金制度）や、燃費基準達成度に応じて取得税・重量税の減税割合が異なること（減税制度）等、精緻に定量化する上では複雑な事象である一方、対象車種区分別の燃費や販売台数等については一般に利用可能な統計は存在せず、データ制約の問題が大きい。

このため本研究では、家電エコポイント制度に対して行ったのと同様の詳細な独自検討を適用することは難しいが、関連する既往の調査・研究を引用しつつ、利用可能な統計を用いながら、やや定性的で簡易ではあるが可能な範囲で、省エネ効果の分析を試みる。

#### 4.8.1 既往研究による CO<sub>2</sub> 削減効果の評価

エコカー補助金・エコカー減税の制度による CO<sub>2</sub> 削減効果を評価した例として、馬奈木(2012)<sup>160</sup>がある。この評価は、制度の影響による保有台数の増減や廃車動向/乗換えた自動車の経年効果等の考慮がなされていない点を課題として挙げながらも、詳細な車種別の販売台数、燃費等の主要スペック、ガソリン代等と制度による補助金額、減税率をあわせた時系列データに対するダイナミックパネル分析を行い、制度が購買行動影響した因子を統計的に検出し、それにかかる費用および効果が推計されている。この分析では、2005-2010年の5年間においてガソリン価格が購買行動に与える影響については統計的に有意でない一方、エコカー補助金およびエコカー減税による影響は、それぞれ1%の水準で統計的に有意であったことが示されている。馬奈木(2012)<sup>160</sup>による分析結果は以下の表4-11に整理される。

表 4-11 エコカー補助金・減税制度による CO<sub>2</sub> 削減効果の評価例<sup>160</sup>

	CO <sub>2</sub> 削減量(万 t-CO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> 削減費用(円/t-CO <sub>2</sub> )
エコカー減税	103.74	54,516
エコカー補助金	56.61	111,285
合計	160.35	

出典：馬奈木(2012)<sup>160</sup>

#### 4.8.2 エコカー補助金・減税制度とハイブリッド自動車の普及傾向

馬奈木(2012)<sup>160</sup>は、著者が挙げる上述の通りの課題に加え、エネルギー効率化技術の普及の推移ないし将来の燃費効率の改善が考慮されていない点（期間中の既存の自動車の燃費を用いて平均的な使用年数および走行距離が将来も継続すると想定されている点）も分

析上の課題だと指摘できる。一方、白井(2010)<sup>161)</sup>は、馬奈木(2012)<sup>160)</sup>の様な詳細なパネルデータを用いた統計的分析を行っておらず、制度そのものによる影響・効果を抽出できていない点が課題だが、エコカー補助金・減税の制度によってエネルギー高効率技術の需要傾向に変化が現れた点を意識しながらシナリオ分析を行っている。白井(2010)<sup>161)</sup>は、制度によって需要が拡大した新規的技術としてハイブリッド自動車の販売動向に着目し、将来の燃費改善率等の想定を置いて、2つのシナリオを設け、政策がない場合（ベースライン）と比較することにより CO<sub>2</sub>削減効果の評価を行った。白井(2010)<sup>161)</sup>による想定ケース別の燃費変化の想定および制度による CO<sub>2</sub>削減効果の推計結果は、以下の表 4-12 の様に整理できる。ハイブリッド自動車の販売シェア想定が上がるほど、結果として評価される CO<sub>2</sub>削減効果は大きく向上している。（この研究の後の実際の販売シェアは、「エコカー定着ケース」の想定をもはるかにうわまわる進展・拡大をみせていることは後の図 4-15 でみる通り）

表 4-12 エネルギー高効率化技術の普及率・技術進展の想定したエコカー補助金・減税制度の評価例<sup>161)</sup>

	新車燃費の改善傾向	CO <sub>2</sub> 削減効果 (2020年度までの累積削減量)
政策なし(ベースライン)	09年度以降、年率2%ずつ改善。 HVの販売シェアは3%で一定	
基本ケース	HVの販売シェアは制度期間中のみ 10%に増加。期間後は3%で一定。	1750万トン
「エコカー定着」ケース	HVの販売シェアは期間中以降、将来 にわたって10%に増加。	7000万トン(*注)

\*注: 白井(2010)<sup>161)</sup>の中では「基本ケースの4倍」との記述にとどまり、具体的数値は明示されていないため、ここでは1750を単純に4倍にした値を記載している。

#### 4.8.3 ハイブリッド自動車とその普及傾向にみられる制度の影響の示唆

ハイブリッド自動車とは、駆動機構として（ガソリン）エンジンと電気モータを組み合わせることにより燃費性能をほぼ2倍に高める技術である<sup>162)</sup>。この技術の着想は実際には自動車産業初期の開発に遡るほど古くからあるが、量産型の自動車として世界で初めて登場したのは1997年の日本である。必然的に部品点数が多くなることから従来型の自動車に比べて価格の増加が避けがたい点が、生産者側からも消費者側からも大きな課題だと認識されており<sup>162), 163)</sup>、普及には本体の価格ないしコスト面で障壁の関与している可能性が

<sup>i</sup> ハイブリッド自動車の技術として、実際にはディーゼルエンジンと電気モータ等の組み合わせ等もあるが、現在の主流はガソリンエンジンと電気モータの組み合わせによる技術である。

指摘できる。このハイブリッド自動車は、エコカー補助金・エコカー減税が導入された 2009 年に急激に市場における存在感を増した。日経新聞のヒット商品番付ではハイブリッド自動車が「横綱」として最高位に位置付けられ<sup>164)</sup>、2009 年は「ハイブリッド車普及元年」とも呼ばれるほどである。

消費者の購買行動は、4.3 節でも考慮した様に、複雑な要因・背景に影響を受けるため、変動が観測される場合でも一つの要因のみが原因と特定される状況はまずなく、また各影響因子を定量的に分解することは容易ではない。しかしながら、2005 年～2010 年の間における購買行動の詳細を統計的に分析した馬奈木(2012)<sup>160)</sup>は、ガソリン価格の影響が有意となっていない一方で、エコカー補助金・エコカー減税の影響が有意だったことを示している。また一方井ら(2011)<sup>165)</sup>が行った消費者調査によれば、自動車の消費者が重視する要因として車体価格(24%)や燃費性能(15%)があるなかで、対象となった「ハイブリッド車購入者」の 92%がエコカー補助金の交付額・エコカー減税の減税率を意識して購入していること等、制度による購買行動ないし市場動向への影響が強く示唆される。

ハイブリッド自動車市場に対してエコカー補助金・減税制度の導入による影響が相当にあったことは、実際の販売統計の観察からも確認できる。図 4-14 は、自動車メーカー(ブランド)別のハイブリッド自動車の販売台数の推移を表し、図 4-15 は日本の乗用車の販売台数に占めるハイブリッド自動車の販売台数の割合(シェア)の推移を表す。図 4-14 をみると、トヨタ自動車によって 1997 年から市場投入されていたハイブリッド自動車の販売台数は、当初から緩やかに増加していた(1998-2008 年の年平均増加率は 19.9%)が、制度が導入された 2009 年から、爆発的な拡大(1999-2013 年の平均増加率は 54.2%)傾向に転じている。さらに、2008 年以前のハイブリッド自動車市場は事実上、トヨタ自動車のみによる独占的な市場<sup>i</sup>だったが、2009 年以降、他のメーカーによる参入も相次いでおり、競争的な環境に転じつつある状況が明らかにわかる。

---

<sup>i</sup> 2009 年以前のハイブリッド自動車の市場は、トヨタ自動車の中でも特定の車種(プリウス)によって全体の 70%～100%の販売台数が占められる状態が続いていた。

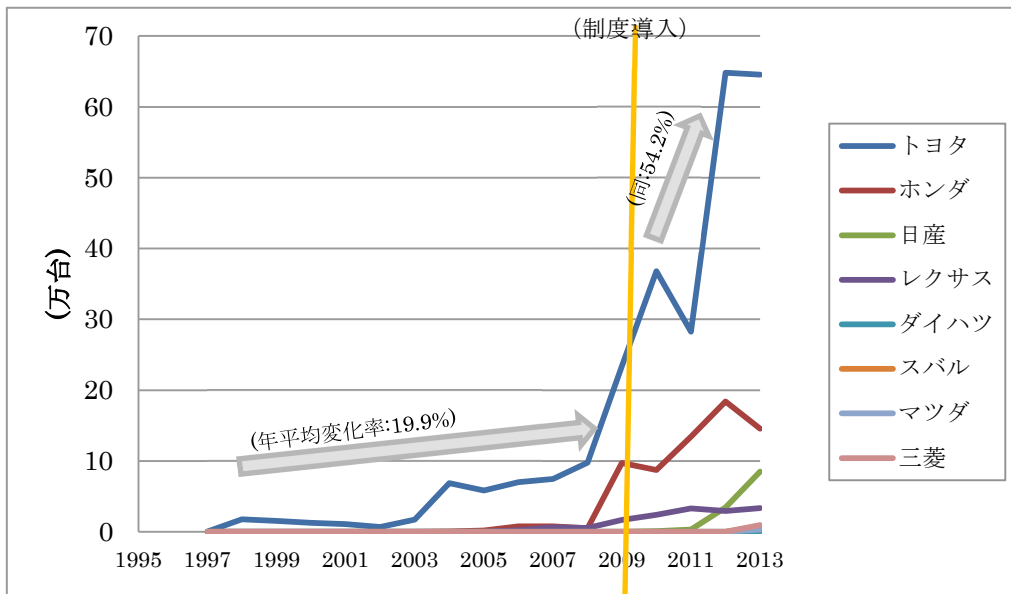


図 4-14 ハイブリッド自動車の販売台数の推移（メーカー/ブランド別）

出典：日本自動車販売協会連合会<sup>166)</sup>掲載数値をもとに著者作成

図 4-15 は、2009 年からの急増の傾向をさらに明確に示しており、補助金・減税制度の導入が普及拡大の契機となっていることが確認できる。またシェアの推移は白井(2010)<sup>161)</sup>による「エコカー定着」ケースの想定（10%で維持）をはるかに上回る水準にあり、拡大し続けていることがわかる。

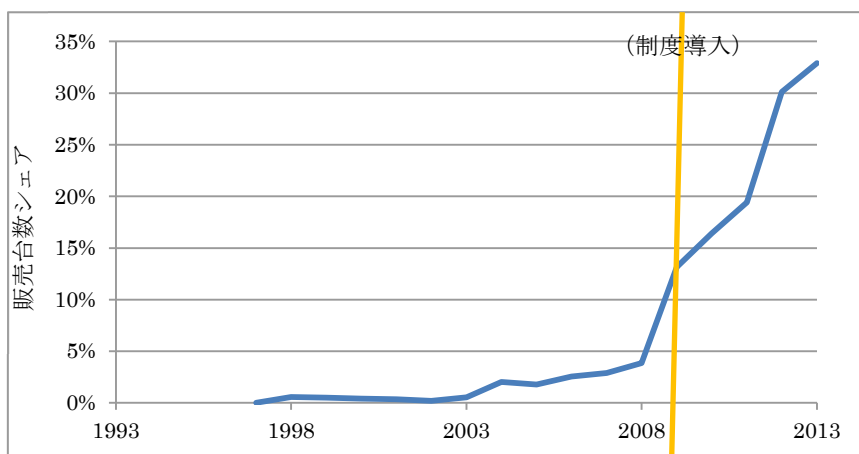


図 4-15 ハイブリッド自動車販売台数シェアの推移

出典：白井(2010)<sup>166)</sup>掲載数値をもとに著者作成

図 4-16 は、国内で販売される乗用車の平均燃費（カタログ値<sup>23)</sup>の推移を示したものである。ハイブリッド自動車の販売シェア拡大を背景として、2009 年からの燃費の改善率

は、2008年以前の傾向とは明らかに異なっていることが確認でき、補助金・減税制度の導入が燃費改善傾向に構造的な変化をもたらしていることが示唆される。

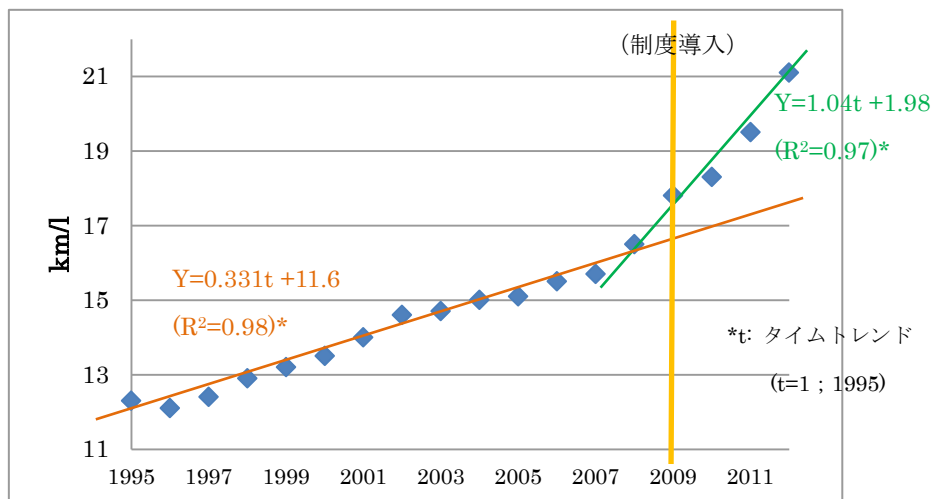


図 4-16 国内乗用車の平均燃費 (カタログ値<sup>i</sup>) の推移

出典：国土交通省(2014)<sup>167</sup>をもとに著者作成

#### 4.8.4 エコカー補助金・減税制度による効果と税投入に関する簡易評価

単純化された試算ではあるが、以上の議論および図 4-16 より、2008年度以前の燃費改善の傾向が 2009年度以降も続いていたと想定する場合の平均燃費(図 4-16 の従前の回帰直線上に想定される点)と実績値との差分は、2009年度以降に導入されたエコカー補助金/エコカー減税カタログ値ベースでの燃費改善効果の一つの傾向として見ることができる。この燃費の差分は 1.24(km/l)[2009年度]~3.71(km/l)[2013年度]となっているが、これら各年度における燃費改善の値と、対応する新車販売台数実績に基づけば、あわせて年間の1台当たりの平均走行距離(km)と販売された車体の平均使用年数、燃料単位当たりの二酸化炭素排出量を用いることにより、以下の表 4-13 の様に CO<sub>2</sub> 排出削減効果に対応する値が得られる。

2009~2013年度に導入された乗用車についての CO<sub>2</sub> 削減効果として約 3700 万トンと試算されるが、これは 2010年度の日本の運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量：2億 1700万トンの 17%に相当する。またこの排出削減量は、家電エコポイント制度において評価された削減効果(94万トン)と比較すると、約 40倍であり、相当大きい傾向にあることが理解できる。

<sup>i</sup> ここで示される値は 10-15 モードによる値。

表 4-13 エコカー減税・補助金による CO<sub>2</sub>削減効果[簡易評価]

項目	(2009～2013 年度導入分)
燃費の改善幅	1.24～3.71[km/l]
新車販売台数 <sup>i</sup>	22,196,969[台]
1 台当たり年間平均走行距離 <sup>ii</sup>	8322[km]
平均使用年数 <sup>iii</sup>	12 年
ガソリン消費削減総量	15913.3[千 kl]
CO <sub>2</sub> 削減量 (換算係数:2.322 kg-CO <sub>2</sub> /l) <sup>iv</sup>	3695.1[万トン]

上記に対して、2009 年度以降におけるエコカー補助金の総額は、8826 億円である。またエコカー減税の減税額は統計がなく特定自体が困難だが仮に白井(2010)<sup>161)</sup>が用いた想定(1 台当たり 8 万円)を用いると、2009～2013 年度販売分に対応する減税の総額は 1 兆 7757 億円と想定され、以下の表 4-14 の様に、エコカー補助金・減税の総額は 2 兆 6583 億円と試算される。これは家電エコポイント制度のために投入された税額の 4 倍に相当する。

表 4-14 エコカー補助金・減税制度に関わる税の投入

		投入税額[億円]
エコカー補助金	2009 年度第 1 次補正予算分	3,549
	〃 第 2 次補正予算分	2,304
	2011 年度以降分予算	3,000
エコカー減税	(1 台当たり 8 万円として計算)	17,757
税投入計		26,583

上述の CO<sub>2</sub>削減効果(表 4-13)および税の投入額(表 4-14)より、家電エコポイント制度についての評価と同様、CO<sub>2</sub>削減量 1 トン当たりの税投入額として、

$$26,583[\text{億円}] \div 3695[\text{万 t-CO}_2] = 71,941 \approx 7.2[\text{万円/t-CO}_2]$$

として得られる。この数値は、表 4-10 にみられる、エアコンおよび冷蔵庫に関する家電エコポイント制度の税投入効率(5.2 万円～6.0 万円/t-CO<sub>2</sub>)とほぼ同水準として捉えられ

<sup>i</sup> [自動車販売協会連合会,2014]<sup>176)</sup>より引用。

<sup>ii</sup> [国土交通省,2014]<sup>177)</sup>より。2009-2011 年度の平均値。

<sup>iii</sup> [自動車検査協会,2014]<sup>178)</sup>より。2009-2012 年の平均値。

<sup>iv</sup> 「特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令」による数値。



る。しかしこれらの額は、4.5.2.3節でも述べている通り、省エネルギー対策そのものに費やされる費用ではなく、あくまでも対策を促すために投入される税であることに留意が必要である。

以上、日本におけるエコカー補助金・エコカー減税制度は、既往研究による結果および実績統計を踏まえた議論と簡易な評価に基づけば、（必然的に価格上昇を伴うが燃費性能の高い）新規的技術であるハイブリッド自動車の購買行動に有効な変化を与えていると考えられ、生産者動向も含む市場に構造的な変化をもたらし、新規導入される自動車の平均燃費を改善させていると考えられる。これらの制度は経済の活性化を狙っている側面があり、CO<sub>2</sub>削減効果だけに着目して制度の全てが評価される訳ではないが、税投入額は大きく、CO<sub>2</sub>削減効果に関する税の投入効率としては冷蔵庫およびエアコンについての家電エコポイント制度と同程度ではあるが、少なくとも将来にわたって相当大きな省エネルギー効果が得られる対策であると考えられる。

## 第5章 今後の政策展開の可能性

本章では、これまでの分析結果および整理した知見に基づきついで議論を進展させ、日本および世界における省エネルギー政策のあり方・可能性について検討・考察する。

### 5.1 日本における規制の考え方 -日本の産業の蓄積技術の維持とさらなる促進-

今日の経済では、世界の企業が、世界の市場を舞台として互いに競い合い、国際競争に負けた企業・業界は衰退に向かわざるを得ない。逆に、生産性を高め国際的な競争力を身に付けた企業・業界は、世界市場における影響力を益々強めていくことができる。この傾向は、今後も継続する、もしくは今後は現在以上に顕著となっていくことも考えられる。

さて、日本の産業界は、世界の中でも最も高い水準のエネルギー効率化技術を蓄積してきていることは、2.1.3.2節でも強く示唆される通りだが、こうした技術の開発は今後もさらに進展させ続けることによって、日本および世界の省エネルギー対策に大きな貢献がなされうると考えられる。逆に、ここで日本の企業ないし産業が途上国等の企業との競争に負け・衰退してしまえば、これまでの優れたエネルギー効率化技術の蓄積および日本固有の技術的特質の多くが失われることになりかねず、将来の省エネルギー対策を考える上での大きな損失ともなりうる。またこれまで技術および製造業の発展を基礎として成長を遂げてきた日本の社会・経済にとって、産業界の国際的な競争力維持・向上は極めて重要な問題である。

Porter(1991)<sup>168)</sup>は、「適切に設計された環境規制は、費用低減・品質向上につながる技術革新を刺激し、その結果国内企業は国際市場において競争上の優位を獲得し、他方で産業の生産性も向上する可能性がある」と主張した。この主張に対しては、これまでに多くの議論がなされており、批判的な研究もあれば肯定的な研究もあるが、天谷(2007)<sup>169)</sup>が指摘するように、その仮説の「正しさ」や「普遍性」を科学的に正確に立証することは難しいように思われる。ただしそれは、戦略的な「可能性」は確かに示唆しており、厳しい環境規制をクリアしていくことによって競争力が高まる可能性は否定できない<sup>169)</sup>。

この議論の流れは、エネルギー機器効率基準規制についてもあてはまりうる。すなわち、日本国内の規制により益々高いエネルギー効率水準を設定して機器メーカーに遵守を求めることは、大きな負担となって、それは結局、消費者負担すなわち社会における費用が発生することになってしまう。日本の政府はその潜在的な負担をよく認識しておく必要がある。これは第3章で述べた通りである。

しかし、今日の益々激化する企業間の国際競争の状況とポーター仮説による「可能性」をあわせて考慮する場合、「トップランナー規制」の様に、極めて高い水準の基準に対して

日本の企業・業界が継続的に遵守し続けるならば、結局それらは生産性や品質向上につながる技術革新を促されることになり、市場における国際的競争力を高めることにもなると考えられる。そして、高いエネルギー効率化技術を持つ日本の機械製造業がさらに技術を改善させながら市場での優位性を高めることができたならば、世界/アジア地域における省エネルギー効果が得られ、それによってエネルギー安全保障上の問題が緩和され、地球温暖化問題の緩和につながる。同時にそれは日本の雇用を守ってゆくことにもつながっていると考える。このように、種々の課題に対して、長期的に・世界全体を俯瞰しながら考えてみれば、「トップランナー規制」による規制の強化は、結局は日本社会または日本と世界の省エネルギー対策として、有用になりうると考えられる。

## 5.2 途上国における日本型の機器効率規制の導入-

日本における機器効率基準規制「トップランナー規制」は導入以来、大きな効果をあげてきていると評価され、かつ、エネルギー効率がまだ低い段階または国においては費用対効果の高い政策措置になりうると指摘した通り、中国やインド等の途上国においては、こうした政策の仕組みを参考にすることも一つの手段になりうると考えられる。また、2.1.1.3節で見た通り、こうした途上国におけるエネルギー消費の今後の著しい増加を考慮すると、世界全体としての省エネルギー対策・効果にも大きく貢献しうると考えられる。

ただし、「トップランナー規制」に典型的にみられる政策・措置の有効性は、Kimura(2012)<sup>121)</sup>、Siderius & Nakagami(2007)<sup>170)</sup>が指摘するように、日本社会ないし文化特有の性質に基づく市場の特殊性にも依存しているとも考えられるために注意が必要である。たとえば、日本では伝統的に、産業政策を担う政府側（経済産業省）と企業の結びつきが強いため、基準の設定や管理がなされるうえで、生産や開発など技術的な情報の比較的「濃い」交換ないし情報共有がなされている。また、良く指摘されるように日本は地理的にも文化的にも閉鎖性が高いため、市場にもある種の閉鎖性があり、規制基準を達成できなかった場合の「企業名の公表」の暗黙的な圧力が有効に機能しうる土壌がある。

途上国等で同様の政策措置が検討される場合には、各国・各部門についてこれらの状況とどの程度類似性があるかを検討し、差異がある場合には、他の条件・環境、制約事項の設定によって補完/代替されうるかを評価検討されなければならない。

一方、日本政府・企業の立場からすれば、途上国における「トップランナー規制」の導入という視点は、規制水準が高まるほど高効率な日本製の機器・設備の投入可能性が高まるという意味において魅力があると言え、こうした「制度」ないし「政策の仕組み」を輸出するという戦略的な考え方もなされうる。

## 5.3 機器導入に対する経済的支援措置の可能性

第4章では、日本での省エネ政策における補助金/減税措置による効果についての分析および議論をするなかで、従来型の技術に対する補助金付与は、多額の税支出が伴うが、

大きな効果が得られない傾向にあると考えられる一方、高価格が普及障壁となりうる新規的な技術に対する補助金付与/減税措置は、生産者の動向を含む市場に構造的な変化をもたらすことを通じ、将来にわたって相当の省エネルギー効果を生んでいることが見出された。このことを踏まえ、将来の方向性として以下の示唆が得られる。

ハイブリッド自動車にみられた様な、特に新規性が強く・革新的なエネルギー効率化技術に対しては、機器の種別に限らず、補助金付与/減税措置の導入の検討を積極的に進めていくことが、省エネルギー対策を促進させる上での重要な選択肢である。新規技術の初期段階の開発・製作費用は相当の費用が伴うが、購買行動の変化によって生産台数が増加すれば費用が低減することも十分に考えうる。このことは、5.1節で挙げた効率基準規制の強化に伴う負担を緩和することにもつながる側面からも有効になりうると思われる。高い技術力を背景に経済発展を続けてきた経緯があり、今後の省エネ対策でも世界に貢献しようとする日本にとっては、特に有用な考え方にもなりうる。ただし、補助金付与/減税措置の政策手法が検討される場合は、新規性がない技術にまで適用されて結果的に省エネ効果が後退してしまうことがない様に、政府の失敗の議論による知見を十分に踏まえておく必要がある。

## 第6章 まとめ・結論

本研究は、省エネルギー政策の措置について、政策や障壁の議論、政策評価論を基礎としながら、日本において実際に導入されている政策措置に対して定量的な分析および評価を行い、以下のような示唆・知見を得た。

第2章では、エネルギー消費の全体動向や省エネルギー政策の目的・背景を記述するとともに、省エネルギー対策を妨げる障壁についての論点整理を行った。また省エネルギー政策における政策評価および「政府の失敗」の議論を進めた。この中で、障壁に対応する措置としての省エネルギー政策の各措置の重要性および可能性だけでなく、政策介入によって市場メカニズム・経済活動が非効率的となったり、逆に省エネルギーが停滞したり逆行したりする問題が起こりうることなどの課題について整理した。そしてこうした政策措置に対する客観的かつ定量的な分析・評価が極めて重要であることを指摘した。

第3章では日本におけるエネルギー機器効率基準規制について、主要対象機器の費用および費用対効果の定量的な分析を行った。関係する既往研究においては、算出におけるベースラインの設定で市場の自然な発展が無視されている意味で課題もあったが、本分析はその点の考慮も含めて行った。また最新の統計データに基づき、追加基準の導入のみによる分析も行い、より発展的な議論・考察を進めた。本分析は、一部の機器のみを対象としており、必ずしも機器効率基準制度全体について評価をすることはできないが、この分析によって新たに得られた示唆・知見は、次の通りである。すなわち機器効率基準規制は、対象機器のエネルギー効率がまだ低い段階または国においては正味で便益を得られる可能性があり、費用対効果の高い政策措置になりうる。しかし現在の日本ほどにエネルギー効率水準が高い場合は、追加的な基準導入は得られる省エネないしCO<sub>2</sub>削減効果が相対的に小さくなるのに対して費用が大きくなる傾向にあるため、効率が悪く経済的負担も相当大きくなりうる。

また4章では、エネルギー効率機器の購買について補助金を付与する措置として「家電エコポイント制度」についての分析・評価を行った。この制度は、地球温暖化対策を目的とする省エネ対策だけでなく経済活性化や地上デジタル放送対応機器の普及も政策目的とされていたことに留意が必要だが、本研究では省エネ政策評価の観点からこの制度の有効性および税投入の効率性についての分析を試みている。既往の評価では、機器の継続的な使用の想定や措置が機器の需要の時系列的な変化に与えた影響が考慮されていないため評価が必ずしも完結していない課題があったが、本分析は、この影響および技術進展の影響

も含めた、より包括的な分析を行った。また、データ制約のために、やや簡易でやや定性的ではあるが、エコカー補助金・減税制度についての評価も行った。

本分析によって新たに得られた示唆・知見は、次の通りである。すなわち機器購買に対する補助金付与／減税の措置は、それらが従来型技術に適用される場合は、購買行動を省エネ型へ大きく誘導させることによって相当の省エネルギー効果を得る事は難しい可能性がある。多少なりとも効果を上げるためには補助金付与／減税の対象を極力高効率機器に絞る（フリーライダーを極力排除する）必要がある。対象を絞り込まずかつ制度実施後の市場で技術進展があった場合は、税の支出を伴いつつエネルギー消費量を増大させる（負の省エネ効果）という最悪の結果となる可能性がある。他方、補助金付与／減税が、高価格が普及障壁となりうる新規的な技術に適用される場合は、購買行動に有効な変化を与え、生産者の動向も含めた市場に構造的な変化をもたらすことを通じ将来にわたって相当の省エネルギー効果を生じさせうると考えられる。

第5章では、第2章から第4章までの分析結果および整理した知見を基礎としながら、さらに議論を発展させ、日本および世界における省エネルギー政策のあり方やその可能性について、深掘した考察を行った。日本の事例研究により、エネルギー効率の向上を目的とする直接規制や補助金付与等の措置は、有効かつ費用対効果のある措置ばかりではないことが浮き彫りとなり、政府による追加的な介入のない、現状の市場動向維持が支持されるべき場合があることが明らかとなったが、しかし短期的な視野から安直に結論を急ぐべきではないことに留意が必要である。2.1節で指摘した様に、温暖化問題やエネルギー安全保障の問題は、一国内だけでなく全地球的な問題でもある。2.1.3節ではエネルギー効率に関する日本の技術が世界の中でも高い水準にあることを確認したが、「省エネルギーの先進国」とされる日本の産業界が蓄積してきたエネルギー効率化技術の水準を維持・向上させることは日本と世界にとって有益になりうる事であり、またそれらの高度な技術だけでなく、その進展に関係した日本の政策の経験や知見を今後のエネルギー消費量の著しい増加が見込まれる途上国等に展開することも検討の意義があると指摘できる。エネルギー効率向上のための各種政策措置の導入や実施は、今後の世界において重要な課題であり続けると言えるが、これに当たっては、経済活動への影響等を慎重に見極めつつ、しかし長期的かつ全体俯瞰的な観点に基づいた議論を進めながら、その可能性を模索し続けていく必要がある。

以上より、エネルギーの効率化を阻む障壁への対応として何らかの政策措置を適用してゆくことの利点は確かにあると考えられる。しかし政策介入によって、通常の市場・経済活動の効率性が低下したり、多額の社会的費用が発生したり、場合によっては省エネルギー対策を停滞または逆行させる危険性もあると言え、政策措置の検討・実施には十分な慎重さが求められる。政策措置によって生じる費用ないし省エネルギー効果について、事前ま

たは事後に都度評価していくことの重要性があらためて浮き彫りとなった。ただし短期的もしくは局所的に一見非効率的に見える措置であったとしても、日本社会や日本と世界全体の省エネルギー効果について、長期的かつ全体を俯瞰した観点によれば、一定の意義や可能性が考えられる場合があり、深掘した議論が重要である。省エネルギーの障壁ないし政策措置についての研究および政策評価は、将来においても極めて重要であり続け、さらなる発展が求められる。

## 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁: エネルギー基本計画の背景にある諸情勢, エネルギー白書 2014, pp.8-38, 2014.
- 2) 資源エネルギー庁: 国内エネルギー動向, エネルギー白書 2014, pp.139-188, 2014.
- 3) IEA: Energy Balances of OECD 2013, OECD/IEA, pp.4-270, 2013.
- 4) BP: Statistical Review of World Energy, pp.40, 2013.
- 5) IEA: Report(Balances), Statistics Search, 2014.  
<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/> (引用 2014 年 3 月 1 日)
- 6) IEA: World Energy Outlook 2013, IEA, pp.3, 2013.
- 7) 矢野俊比古, 天谷直弘: 先進諸国の省エネルギー政策, エネルギーの安全保障と経済性, 第一法規, pp.89-92, 1983.
- 8) 松井賢一: 省エネルギーの逆説, エネルギー問題!, NTT 出版, pp.164-85, 2010.
- 9) World Bank: World Bank Open Data, World Bank Homepage.  
<http://data.worldbank.org/> (引用 2014 年 8 月 5 日)
- 10) RITE: 火力発電所の発電効率国際比較, pp.3-6, 2014.
- 11) RITE: 2010 年時点のエネルギー原単位の推計 (鉄鋼部門-転炉鋼), pp.16, 2012.
- 12) RITE: 2010 年時点のエネルギー原単位の推計 (セメント部門), pp.10, 2014.
- 13) Baillargeon P.,Michaud N.,Tossou L.,and Waide P.: Cooling Benchmarking Study Part 1, Mapping Component Report, pp.12-105, 2011.
- 14) GfK Marketing Services Japan: GfK Market Watch (家電市場総括), 2008-2011(各年版).
- 15) 荒川純, 秋元圭吾: 家庭部門の省エネルギー技術普及障壁とその影響に関する検討, 第 22 回日本エネルギー学会大会, pp.6-4-1, 2013.
- 16) ダイキン工業: 中国における省エネエアコン普及拡大での経験, pp.31, 2012.
- 17) 富士経済: 品目市場編 (空調・給湯関連), グローバル家電市場総調査 2013, pp.221-6, 2013.
- 18) Akimoto K.: Potential for Energy Efficiency Improvement and Barriers, Climate Change Mitigation - A balanced Approach to Climate Change (Yamaguchi M.,ed.), London, Springer, pp.161-77, 2012.
- 19) 日本エネルギー経済研究所: 各国のエネルギー安全保障政策と実態の調査分析報告書, pp.17-32, 2010.
- 20) 石油通信: 石油価格統計集 2009 年版, 2009.
- 21) IEA: Energy Balance of OECD Countries 2009, OECD/IEA, pp.II.154-204, 2009.
- 22) 戒能一成: エネルギー安全保障の定量的評価の研究, 文部科学省学術フロンティア



- 推進事業(慶應義塾大学 G-SEC 黒田班), 2004.
- 23) 竹内恒夫: 環境政策論: 環境・経済・社会の統合戦略, 竹内恒夫ほか(編), 社会環境学の世界, 日本評論社, pp.19-40, 2010.
- 24) 馬奈木俊介: 環境規制と技術進歩, 栗山浩一, 馬奈木俊介(編), 環境経済学をつかむ, 有斐閣, pp.228-36, 2008.
- 25) R.B.Fuller: Operating Manual For Spaceship Earth, Carbondale, IL. Southern Illinois University Press, 1969.
- 26) Meadows D.H. et al.: Limits to Growth, Universe Books, New York, 1972.
- 27) E.F.Schumacher: Small is Beautiful, Harper Perennial, 1973.
- 28) Golove W.H. and Eto J.H.: Market Barriers to energy efficiency - a critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBL-38059, pp.5-34, 1996.
- 29) IPCC: 気候変動に関する政府間パネル 第5次評価報告書 第1作業部会 報告書 政策決定者向け要約, pp.2-27, 2014.
- 30) NOAA: Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. NOAA Research.  
<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> (2014年8月5日).
- 31) 中央環境審議会, 産業構造審議会: 過去の温室効果ガス削減目標及び地球温暖化対策・施策について, 中央環境審議会地球環境部会 産業構造審議会環境部会 合同会合(第35回), pp.18, 2013.
- 32) IEA: Energy Technology Perspectives, OECD/IEA, pp.1-382, 2014.
- 33) Barker T. et al.: Technical Summary, Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change(Metz B. et al.(eds)), Cambridge University Press, pp.26-93, 2007.
- 34) 秋元圭吾, 永田豊, 茅陽一(編著): 温暖化対策にどの程度のコストが必要か, 低炭素エコノミー, 日本経済新聞出版社, pp.108-68, 2008.
- 35) IEA: Energy Technology Perspectives, Internal Energy Agency, 2014.  
<http://www.iea.org/etp/explore/> (引用2014年8月5日)
- 36) Sorrell S.: Understanding Barriers to Energy Efficiency, Economics of Energy efficiency(Sorrell S. et al.(eds.)), Edward Elgar, Cheltenham, UK, pp.25-93, 2004.
- 37) 加治木紳哉, 杉山大志(監修): 戦後日本の省エネルギー史 -電力、鉄鋼、セメント産業の歩み, エネルギーフォーラム, pp.1-270, 2010.
- 38) 小堀聡: 戦時期・戦後復興期日本の熱管理運動・熱管理政策, 大阪大学経済学, 第56巻, 第2号, pp.40-69, 2006.
- 39) Akao K. and Managi S.: Feasibility and optimality of sustainable growth under materials balance, Journal of Economic Dynamics and Control, vol.31, no.12,

- pp.3778-90, 2007.
- 40) Grossman G.M., and Krueger A.B.: Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, NBER Working Paper, no.3914, pp.6-45, 1991.
  - 41) Kaika D. and Zervas E.: The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory – Part A: Concept, causes and the CO<sub>2</sub> emission case, *Energy Policy*, vol.62, issue C, pp.1392-402. 2013.
  - 42) Lovins A.B.: *Energy Strategy: The Road Not Taken?*, *Foreign Affairs*, vol.55, no.1, pp.65-96, 1976.
  - 43) Schipper L.: *Raising the Productivity of Energy Utilization*, *Annual Review of Energy*, pp.455-518, 1976.
  - 44) Sweeney J.: *Comments on 'Energy Efficiency and Human Activity: Lessons from the Past, Importance for the Future'*, 1993.
  - 45) Jaffe A.B. and Stavins R.N.: *The energy-efficiency gap What does it mean?* *Energy Policy*, vol.22, no.10, pp.804-10, 1994.
  - 46) McKinsey & Company: *Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost?*, pp.20, 2007.
  - 47) Ruderman, H., Levine, M., and McMahon, J.: *The Behavior of the Market for Energy Efficiency in Residential Appliances including Heating and Cooling Equipment*, *The Energy Journal*, vol.8, no.1, pp.101-124, 1987.
  - 48) Holdren J.: *Prologue: The Transition to Costlier Energy*, In Schipper L. and Meyers S., *Energy Efficiency and Human Activity*, Cambridge University Press, UK, pp.1-51, 1992.
  - 49) Hirst E. and Brown M.: *Closing the efficiency gap barriers to the efficient use of energy*, *Resources, Conservation and Recycling*, vol.3, pp.267-81, 1990.
  - 50) Warren A.: *Saving megabucks by saving megawatts*, *Energy Policy*, vol.15, no.6, pp.522-37, 1987.
  - 51) Sutherland R.J.: *Market barriers to energy efficiency investments*, *Energy Journal*, vol.12, no.3, pp.15-34, 1991.
  - 52) Sutherland R.J.: *The economics of energy conservation policy*, *Energy Policy*, vol.24, no.4, pp.361-70, 1996.
  - 53) Williamson O.E.: *The Economic Institutions of Capitalism*, Free Press, New York pp.43-84, 1985.
  - 54) Kahneman D. and Tversky A.: *Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk*, *Econometrica*, vol.47, pp.263-91, 1979.
  - 55) Kahneman D. and Tversky A.: *Choices, Values, and Frames*, *American Psychologist*, vol.39, pp.341-50, 1984.

- 56) Thaler R.: Toward a positive theory of consumer choice, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol.1, pp.39-60, 1980.
- 57) Samuelson W. and Zeckhauser R.: Status Quo Bias in Decision Making, *Journal of Risk and Uncertainty*, vol.1, pp.7-59, 1988.
- 58) Haddad B., Howarth,R.,and Paton B.: Energy Efficiency and the Theory of the Firm, *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings 9*, pp.33-42, 1998.
- 59) Sanstad A.and Howarth R.: 'Normal' markets, market imperfections and energy efficiency, *Energy Policy*, vol.22, no.10, pp.811-18, 1994.
- 60) Johnson B.E.: Modeling energy technology choices Which investment analysis tools are appropriate?, *Energy Policy*, vol.22, no.10, pp.877-83, 1994.
- 61) Hassett K. and Metcalf G.: Energy conservation investment Do consumers discount the future correctly?, *Energy Policy*, vol.21, no.6, pp.710-16, 1993.
- 62) Dixit A. and Pindyck R.: *Investment Under Uncertainty*, Princeton University press, pp.3-39, 1994.
- 63) Metcalf G.E.: Economics and Rational Conservation Policy, *Energy Policy*, vol.22, no.10, pp.819-25, 1994.
- 64) Sanstad A.H.,Blumstein C. and Stoff S.E.: How high are option values in energy-efficiency investments?, *Energy Policy*, vol.23, no.9, pp.739-43, 1995.
- 65) Howarth R.B. and Sanstad A.H.: Discount rates and energy efficiency, *Contemporary Economic Policy*, XIII, pp.101-9, 1995.
- 66) Huntington H.G.,Shipper L. and Sanstad A.H.: Editors' introduction, *Energy Policy*, vol.22, no.10, pp.795-97, 1994.
- 67) Hewett M.J.: Achieving energy efficiency in a restructured electric utility industry, Report prepared for Minnesotans for an Energy Efficient Economy, pp.2.1-3.40, 1998.
- 68) Kempton W. and Montgomery L.: Folk Quantification of Energy, *Energy*, vol.7, no.10, pp.817-27, 1982.
- 69) Akerlof G.: The Market for "Lemons":Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 84, no. 3, pp.488-500, 1970.
- 70) Craig C.S. and McCann J.M.: Assessing communication effects on energy conservation, *Journal of Consumer Research*,vol.5, pp.82-8, 1978.
- 71) Stern P.: What Psychology Knows About Energy Conservation, *American Psychologist*, vol.47, pp.1224-32, 1992.
- 72) Nichols A.L.: Demand-side management: overcoming market barriers or obscuring real costs?, *Energy Policy*, vol.22, no.10, pp.840-7, 1994.
- 73) Ostertag K.: Transaction Costs of Raising Energy Efficiency, IEA , working paper,

- International Workshop on Technologies to Reduce Greenhouse Gas Emissions, pp.1-14, 1999.
- 74) Sorrell S.: the climate confusion implications of the EU emissions trading scheme for the UK climate change levy and climate change agreements, SPRU, pp.20-153, 2002.
- 75) DeCanio S.: Agency as control problems in US corporations: the case of energy efficient investment projects, Journal of the Economics of Business, pp.105-23, 1994.
- 76) Ross M.: Capital budgeting practices of twelve large manufacturers, Financial Management, vol.15, no.4, pp.15-22, 1986.
- 77) Stein J. C.: Agency, information and corporate investment, National Bureau of Economic Research, Working paper 8342, pp.2-70, 2001.
- 78) Shleifer A. and Vishny R.: A Survey of Corporate Governance, The Journal of Finance, vol.LII, no.2, pp.737-83, 1997.
- 79) Myers S.: Capital Structure, Journal of Economic Perspectives, pp.81-102, 2001.
- 80) Wade J., Pett J. and Ramsay L.: Energy efficiency offices: Assessing the situation, Association for the Conservation of Energy, pp.12-17, 2003.
- 81) Robinson J.B.: The Proof of the Pudding: Making Energy Efficiency Work, Energy Policy, vol.19, no.7, pp.631-45, 1991.
- 82) de Almeida E.: Energy efficiency and the limits of market forces: the example of the electric motor market in France, Energy Policy, vol.26, no.8, pp.643-53, 1998.
- 83) Lovins A.: Energy-efficient buildings: institutional barriers and opportunities, Strategic Issues Paper No.1, E Source Inc., Boulder Colorado, pp.5-56, 1992.
- 84) Lovins A.B. and Lovins L.H.: Climate: Making Sense and Making Money, Rocky Mountain institute, Colorado, pp.11-26, 1997.
- 85) Williamson O.: Corporate Finance and Corporate Governance, Journal of Finance, vol.XLIII, no.3, pp.567-91, 1988.
- 86) Swalm R.: Utility theory: insights into risk-taking, Harvard Business Review, vol.44, pp.39-60, 1966.
- 87) 経済社会のグリーン化メカニズムの在り方検討チーム: 「経済社会のグリーン化メカニズムの在り方」 報告書 (参考資料 2), pp.1-10, 2000.
- 88) Harry Vreuls: Evaluating Energy Efficiency Policy Measures & DSM Programmes, IEA.DSM, vol.1, pp.8-136, 2005.
- 89) WEC: Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation, pp.41-47, 2008.
- 90) WEC: Energy Efficiency Policies and Indicators - Policy Evaluations, pp.57-58,

2001.

- 91) Wiel S. and McMahon J.E.: Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting: Collaborative Labeling and Appliance Standards Program(CLASP), Washington,D.C.,USA, pp.7-30, 2001.
- 92) IEA: Energy Labels and Standards, OECD/IEA, pp.12-16, 2000.
- 93) IEA: Experience with Energy Efficiency Regulations for Electrical Equipment, IEA Information paper, pp.9-12, 2007.
- 94) 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会: 2013 年度以降の産業界の自主的取組(低炭素社会実行計画) に関する策定状況及び今後の課題等, pp.73-87, 2013.
- 95) 経済産業省産業技術環境局環境経済室: 産業界の自主的取組について～自主行動計画・低炭素社会実行計画～, pp.1, 2014.
- 96) 日本エネルギー経済研究所: 国際エネルギー使用合理化等対策事業(海外省エネ動向調査) 報告書(省エネ政策動向編), pp.1-809, 2014.
- 97) Stiglitz J.E.: The Public Sector in a Mixed Economy, Economics of the public sector, W.W. Norton & Company, New York, pp.3-25, 2000.
- 98) 板谷淳一, 佐野博之: 政府の失敗, 公共経済学, 新世社, pp.356-83, 2013.
- 99) 小西秀樹: 政府の失敗, 公共選択の経済分析, 東京大学出版会, pp.3-18, 2009.
- 100) 黒岩郁雄: 制度能力と産業政策, 国家の制度能力と産業政策, アジア経済研究所, pp.3-38, 2004.
- 101) Kotler P. and Keller K: 情報収集と環境調査, Marketing Management(「マーケティング・マネジメント」(月谷真紀訳),ピアソン・エデュケーション, pp.87-121, 2008.
- 102) Stigler G. J.: The theory of economic regulation, The Bell Journal Economics and Management Science, vol.2, no.1, pp.3-21, 1971.
- 103) Khan M. and Jomo K.: Rents, Rent-seeking and Economic Development: Theory and Evidence in Asia, Cambridge University Press, pp.1-338, 2000.
- 104) 龍慶昭, 佐々木亮: 「政策評価」の基礎, 「政策評価」の理論と技法, 多賀出版, pp.7-23, 2000.
- 105) 三好皓一: 評価とは何か, 三好皓一[編]: 評価論を学ぶ人のために, 世界思想社, pp.4-22, 2008.
- 106) 有村俊秀: 環境規制の政策評価の現状と経済学の基礎理論, 有村俊秀, 岩田和之, 環境規制の政策評価, 上智大学出版, pp.1-20, 2011.
- 107) 小野達也: 政策評価, 三好皓一[編]: 評価論を学ぶ人のために, 世界思想社, 2008, pp.114-133.
- 108) 龍慶昭, 佐々木亮: セオリー評価, 「政策評価」の理論と技法, 多賀出版, pp.25-47, 2000.
- 109) 龍慶昭, 佐々木亮: インパクト評価, 「政策評価」の理論と技法, 多賀出版,

- pp.49-92, 2000.
- 110) Office of Management and Budget: "Regulatory Analysis", Circular A-4, the U.S.Government, pp.15-16, 2003.
- 111) UNFCCC. The Marrakesh Declaration, 2001.  
[http://www.gispri.or.jp/kankyo/unfccc/pdf/cop\\_marrakesh.PDF](http://www.gispri.or.jp/kankyo/unfccc/pdf/cop_marrakesh.PDF)  
(引用 2014 年 9 月 10 日)
- 112) 総務省（規制の政策評価に関する研究会）：規制の政策評価に関する研究会-最終報告-, pp.25, 2007.
- 113) 龍慶昭, 佐々木亮: コスト・パフォーマンス評価, 「政策評価」の理論と技法, 多賀出版, pp.93-115, 2000.
- 114) 杉山大志: 節電はコストゼロで出来るのか? エネルギー・環境会議のシナリオの再検討に向けて, SERC Discussion Paper, 12009, pp.7, 2013.
- 115) 杉山大志, 木村幸, 野田冬彦: 省エネ法の実効性分析. 省エネルギー政策論 工場・事業所での省エネ法の実効性, 株式会社エネルギーフォーラム, pp.89-164, 2010.
- 116) di Santo D. and Labanca N.: Evaluation of the energy manager programme (Italy), Within the Framework of the AID-EE project, EIE-2003-114, 2006.
- 117) Geller H. and Attali S. : The Experience with Energy Efficiency Policies and Programmes in IEA Countries, IEA Information Paper, pp.5-37, 2005.
- 118) Boardman B.: Policy packages to achieve demand reduction, Proceedings of the 2005 ECEEE Summer Study on Energy Efficiency, European Council for an Energy-Efficient Economy, pp.231-36, 2005.
- 119) Wiel S and McMahon J.E.: Governments should implement energy-efficiency standards and labels-cautiously, Energy Policy, vol.31, pp.1403-15, 2003.
- 120) Kelly G.: Sustainability at home Policy measures for energy-efficient appliances, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.16, pp.6851-60, 2012.
- 121) Kimura O.: The Role of Standards: The Japanese Top Runner Program for End - Use Efficiency. Historical Case Studies of Energy Technology Innovation, Grubler A. et al.,The Global Energy Assessment, Cambridge University Press, Chapter 24, 2012.
- 122) LBNL: Technical Support Document for Energy Conservation Standards for Room Air Conditioners, pp.16-290, 1997.
- 123) DOE: Preliminary Technical Support Document Energy Efficiency Program for consumer Products, pp.34-678, 2009.
- 124) McMahon J.E.: Comparison of Australian and US Cost-Benefit Approaches to MEPS, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-54705, pp.4-5, 2004.
- 125) Dale L., Antinori C., McNeil M., and McMahon J.: Restrospective Evaluation of

- Declining Price for Energy Efficient Appliances, Lawrence Berkeley National Laboratory, paper 9, pp.55-70, 2002.
- 126) 戒能一成: 「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, RIETI Discussion Paper Series,06-J-025, 2006.
- 127) Mahlia T.M.I. et al.: Cost-benefit analysis of implementing minimum energy efficiency standards for household refrigerator-freezers in Malaysia, Energy Policy vol.32, pp.1819-24, 2004.
- 128) Energy Consult, Consultation Regulatory Impact Statement: Minimum Energy Performance Standards for Air Conditioners, pp.27-49, 2011.
- 129) 戒能一成: 「トップランナー方式」による省エネルギー法乗用車燃費基準規制の費用便益分析と定量的政策評価について, RIETI Discussion Paper Series 07-J-006, 2007.
- 130) 和田謙一他: 環境・省エネ投資における人間の限定合理性, 第 27 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, pp.27-3, 2011.
- 131) Nordqvist J.: Evaluation of Japan's Top Runner Programme, framework of the Energy Intelligence for Europe programme, EIE-2003-114, pp.16-26, 2006.
- 132) 日本冷凍空調工業会: 冷凍空調機器の国内出荷実績, 2013.  
<http://www.jraia.or.jp/statistic/index.html> (引用 2013 年 10 月 1 日)
- 133) 内閣府: 消費動向調査, 内閣府ホームページ, 2013.  
[http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/menu\\_shouhi.html](http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/menu_shouhi.html) (引用 2014 年 6 月 5 日)
- 134) みずほ情報総研株式会社: 使用済家電 4 品目の経過年数等調査報告書 (各年版) 2010-2013.
- 135) 内閣府: 耐久消費財等の保有・普及状況, 2013.  
<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/shouhi.html> (引用 2013 年 10 月 1 日)
- 136) 総務省: 全国消費実態調査. 2010 年 7 月 30 日  
<http://www.stat.go.jp/data/zensho/2009/02index.html> (引用 2013 年 10 月 1 日)
- 137) 国立社会保障・人口問題研究所: 日本の世帯数の将来推計, pp.4, 2013.
- 138) 環境省: 省エネルギー家電ファクトシート, pp.5, 2007.
- 139) 環境省: 省エネ製品買替ナビゲーション「しんきゅうさん」 2013.  
<http://shinkyusan.com/index.html> (引用 2013 年 10 月 1 日)
- 140) 大塚雅生: エアコンの「顔」にみる省エネの進化, シャープ技報, 第 98 号, pp.13-20, 2008.
- 141) 佐保圭: エアコン節電技術の進化を追う! 【後編】心臓部は圧縮機とモーター, 日経トレンディネット(2011 年 7 月 6 日), 2011.
- 142) 総合資源エネルギー調査会: 省エネルギー基準部会エアコンディショナー判断基準

- 小委員会 最終取りまとめ, pp.40, 2006.
- 143) 資源エネルギー庁: 国内エネルギー動向, エネルギー白書 2013, pp.139, 2013.
- 144) 電気事業連合会: 環境行動計画, 各年版, 2002-2012.
- 145) 総務省: 家計調査報告. 2013.  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001111153> (引用 2013 年 7 月 5 日.)
- 146) IEA: Experience Curves for Energy Technology Policy, OECD/IEA, pp.9-14, 2000.
- 147) Weiss M. et al.: Analyzing price and efficiency dynamics of large appliances with the experience curve approach, Energy Policy, vol.38, pp.770-83, 2010.
- 148) McDonald A and Schrattenholzer L.: Learning rates for energy technologies, Energy Policy, vol.29, pp.255-61, 2001.
- 149) 杉山大志: トップランナー制度とエネルギー管理制度の改善提案, SERC Discussion Paper, SERC09024, pp.3-4, 2007.
- 150) 資源エネルギー庁: エネルギー消費効率の向上を義務付ける対象品目の追加を行う規制の影響の事前評価書, pp.15, 2008.
- 151) 人事院: 公務員白書 平成 11 年版— 24 年版.  
<http://ssl.jinji.go.jp/hakusho/> (引用 2013 年 11 月 10 日)
- 152) Train K.: Discount Rates in Consumers' Energy-related decisions: a review of the literature, Energy, vol.10, pp.1243-53, 1985.
- 153) 資源エネルギー庁: トップランナー基準の現状等について, 総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会(第 16 回)資料, pp.21, 2011.
- 154) 総合資源エネルギー調査会省エネルギー部会: エコポイント活用によるグリーン家電普及促進事業, 総合資源調査会省エネルギー部会(第 13 回)資料, pp.4, 2009.
- 155) 朝日新聞: 家電エコポイント、CO<sub>2</sub>削減試算ずさん 効果6分の1, 朝日新聞デジタル, 2011 年 2 月 5 日.
- 156) 会計検査院: 会計検査院法第 30 条の 2 の規定に基づく報告書「グリーン家電普及促進対策費補助金等の効果等について」, pp.1-30, 2012.
- 157) 環境省: 家電エコポイント制度等による省エネ家電製品の普及に伴う CO<sub>2</sub> 削減効果の試算の算出方法について, pp.1-5, 2011.
- 158) 青島桃子: 家電エコポイント制度導入におけるエネルギー消費量への影響分析, 日本エネルギー経済研究所, pp.7-9, 2010.
- 159) みずほ情報総研株式会社: 平成 21 年度「使用済家電 4 品目の経過年数等調査報告書」, pp.15, 2010.
- 160) 馬奈木俊介: 補助金、価格付け、直接規制、排出量取引、税、R&D 補助はどのような効果があるのか?, 環境省税制全体のグリーン化推進検討会発表資料, pp.10-14, 2012.



- 161) 白井大地: エコカー制度、CO<sub>2</sub>削減は国内総排出量の0.1%, 日本経済研究センター, CO<sub>2</sub>CO<sub>2</sub> 考える, pp.1-10, 2010.
- 162) 御堀直嗣: ハイブリッドカーの基礎知識, ハイブリッドカーのしくみがよくわかる本, 技術評論社, pp.8-24, 2009.
- 163) 徳大寺有恒: 真のエコカーの普及を阻む「日本の壁」, 間違いだらけのエコカー選び, 海竜社, pp.61, 2009.
- 164) 日本経済新聞: 横綱は「エコカー」と「激安ジーンズ」 09年ヒット商品番付, 2009年12月2日, 2009.
- 165) 一方井誠治, 栗田郁真, 堀勝彦: 家庭部門における温室効果ガスの削減取組に関する検討, KIER Discussion Paper Series, no.1107, pp.52, 2011.
- 166) 日本自動車販売協会連合会: 自動車統計データブック, (各年版), 1995-2013.
- 167) 国土交通省: ガソリン乗用車の10・15モード燃費平均値の推移, 自動車燃費一覧, 2014.  
<http://www.mlit.go.jp/common/001031306.pdf> (引用 2014年6月5日)
- 168) Porter M.E.: America's Green Strategy. 4, Scientific American, vol. 264, no.96, 1991.
- 169) 天谷永: 環境規制と競争戦略, 創価経営論集, 第31巻, pp.23-33, 2007.
- 170) Siderius P.J.S. and Nakagami H.: Top Runner in Europe? Inspiration from Japan for EU ecodesign implementing measures, ECEEE 2007 Summer Study, Saving Energy- Just Do It!, pp.1119-26, 2007.
- 171) 電子情報技術産業協会: 民生用電子機器国内出荷統計.  
<http://www.jeita.or.jp/> (引用 2013年10月1日)
- 172) 資源エネルギー庁: 省エネ性能カタログ, 2009年/2010年冬版, 2009-2010.
- 173) 気象庁: 過去の気象データ, 気象庁ホームページ, 2013.  
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (引用 2013年10月1日)
- 174) 総務省: 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数, pp.1-32, 2013.
- 175) 経済産業省: 生産動態統計 2013年6月30日. (引用 2013年10月1日)  
[http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08\\_seidou.html](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html)
- 176) 日本自動車販売協会連合会: 統計データ, 日本自動車販売協会連合会ホームページ, 2014. (引用 2014年9月10日)  
<http://www.jada.or.jp/contents/data/maker/index01.html>
- 177) 国土交通省: 自動車輸送統計調査. 国土交通省・交通関係統計等資料, 2014. (引用 2014年9月10日)  
<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/jidousya/jidousya.html>
- 178) 自動車検査登録情報協会: わが国の自動車保有動向, 自動車検査登録情報協会ホームページ, 2014. (引用 2014年9月10日)

<https://www.airia.or.jp/publish/statistics/trend.html>

## 研究業績

### 【査読論文】

- a) Jun ARAKAWA, Keigo AKIMOTO, “Assessments of Japanese Energy Efficiency Policy Measures in Residential Sector”, Journal of the Japan Institute of Energy, 94, pp.333-339, 2014.
- b) Jun ARAKAWA, Keigo AKIMOTO, “Assessments of the Japanese Energy Efficiency Standards Program”, Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 3-1, pp.66-78, 2015.

### 【学会発表（発表論文）】

- c) 荒川純, 秋元圭吾, “省エネルギー技術普及障壁の体系的整理と事例分析”, 環境科学会 2012 年会, P-27, pp.89, Sep.2012.
- d) 荒川純, 秋元圭吾, “トップランナー基準の政策評価：エアコンの事例研究”, 平成 25 年電気学会全国大会, pp.141, Mar.2013.
- e) 荒川純, 秋元圭吾, “家庭部門におけるエネルギー効率規制の展開と省エネポテンシャルに関する検討”, 第 32 回エネルギー・資源学会研究発表会, 17-2, pp.257-258, Jun.2013.
- f) Jun ARAKAWA, Keigo AKIMOTO, “A Quantitative Assessment for the Japanese Energy Efficiency Policy Measures in the Residential Sector: the Effectiveness and Challenges for the future”, The 9<sup>th</sup> Asia Pacific Conference on Sustainable Energy & Environmental Technologies, A33/B5-7, pp.61, Jul.2013.
- g) 荒川純, 秋元圭吾, “家庭部門の省エネルギー技術普及障壁とその影響に関する検討”, 日本エネルギー学会第 22 回大会, 6-4-1, Aug.2013.
- h) Jun ARAKAWA, Keigo AKIMOTO, “An Examination of Cost-effectiveness of Japan’s Top Runner Program”, 8<sup>th</sup> CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENERGY, WATER AND ENVIRONMENT SYSTEMS, 0420, Sep.2013.

## 謝辞

本研究を遂行し学位論文をまとめる貴重な機会を頂戴し、終始暖かい激励と多大なるご指導・ご鞭撻を頂きました。指導教官である東京大学大学院総合文化研究科客員教授 秋元圭吾先生に心からの感謝の意を表します。

本論文の審査委員として、幅広いご見識から多くの貴重なご助言とご指摘を頂きました。東京大学大学院総合文化研究科教授 松尾基之先生、同 瀬川浩司先生、同 藤垣裕子先生、東京大学教養学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員教授 山口光恒先生に深く感謝致します。

本論文内容の中心的部分となっている査読付論文の作成過程では、匿名の査読者から多くの有益なコメントを頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。

東京大学政策ビジョン研究センター教授兼 東京大学工学系研究科教授 坂田一郎先生には講義に関するご指導に加え、博士課程学生としての研究に向かう心構えについても教えて頂きました。心から御礼申し上げます。

公益財団法人 地球環境産業技術研究機構システム研究グループの皆様には、エネルギー・環境問題やモデル分析に関係して多岐に渡る貴重な議論の場に未熟な著者を参加させて頂き、その議論の経験を通じて多くの着想が得られたことに、厚く御礼申し上げます。特に同グループの小田潤一郎主任研究員には、著者の研究遂行上の悩みに対しても親身になって丁寧なご助言を頂きました。深く感謝申し上げます。

一般財団法人 省エネルギーセンター 家庭省エネ・人材本部 早井佳世課長には省エネルギー対策の現場の視座から、貴重な助言を頂きました。一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 地球温暖化政策グループの金星姫 主任研究員には、政策評価に関する研究の着眼点について、貴重な助言を頂きました。深く感謝致します。

東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修士課程の小林玄君には、秋元先生のもと、研究室のゼミの場で多くの議論をする機会を頂き、著者の日常の研究の励みともなりました。心より御礼申し上げます。

このほかご支援下さいました多くの先輩、友人の皆様を重ねて深く御礼申し上げます。

最後に、これまで温かく応援してくれた両親、そして何よりも学位取得に向けた努力に理解を示し辛抱強く著者を支え続けてくれた最愛の妻・寛子に、深い感謝の意を表します。