

〈論文〉

中小企業の省エネルギーバリアの実態に関する考察

——バリア克服までのプロセスに着目して——

木原 浩貴

目 次

- I はじめに
- II 研究の背景
- III 事業所対象アンケート調査から見える省エネルギーバリアの実態
- IV 事業所ヒアリング調査から見える省エネルギーバリアの実態
- V 省エネルギー診断員の日から見た省エネルギーバリアの実態
- VI おわりに

I はじめに

気候変動、化石燃料の枯渇、光熱費の高騰など様々な観点から、大幅な省エネが必要とされており、省エネ政策は、間違いなく国及び地方自治体政策の一つの柱とされるべき課題である。

日本においてはすでに省エネは進められており、「絞りきった雑巾」と比喻されることもあるが、第II章で確認する通り、実際には、負のコストで実施できる余地が多く残されている。つまり、投資がほとんど必要ないか3年程度以内に投資回収が可能な対策が実施されないまま放置されているのが実情である。しかしながら、これまで経済性が高い省エネを実践していない企業は、実践を妨げる何らかの障壁を抱えているのであって、このような障壁がある状態では、光熱費の高騰が省エネの契機として働かず、単なるコストアップになっている可能性が高い。市場経済に任せては適切な省エネ策が十分に導入されないことは明らかであり、障壁を特定し、障壁に応じた政策的措置を講じることが必要である。

第II章で確認する通り、この障壁は「省エネルギーバリア」と呼ばれており、海外で研究されてきたが、日本にはこの考え方が導入されてこなかったことが指摘されている。近年になって、若林・木村（2009）により、諸外国の研究をもとに理論的な整理が行われ、関連する事例研究が積み上げられているところである。若林らは「省エネルギーバリアは多岐にわたり、背景となる社会・組織の構造によって異なるほか、複数の要因が複合的に影響している場合もある。このため、個別の問題について、より具体的なバリアの抽出が求められる」として、日本において事例研究を積み重ね

ることの必要性を訴えている。

商品開発のためには市場調査が不可欠であるように、効果的な政策を立案し実施するためには、現状の調査と分析が不可欠である。そこで、本研究は、省エネルギーバリアに関連する事例研究の一つと位置づけ、中小企業、特に中小の製造業が抱える省エネルギーバリアを明らかにするために実施するものである。また、省エネルギーバリアを分類するのではなく、省エネ実現までのプロセスに着目し、「中小企業がどのような段階でどのような障壁に直面しているのか」を明らかにすることに主眼を置く。筆者は、「中小企業省エネ『見える化』診断¹⁾」（以下、見える化診断）の事務局として、中小企業の省エネの実情を多少なりとも肌で感じられる立場にあり、また診断員の方々と多くの意見交換をしてこの方々の現場感覚からの発言を多く聞いてきた。本論文では、あらためて、現場感覚をもとに情報の整理と考察を行いたい。

本論文の構成は以下の通りである。

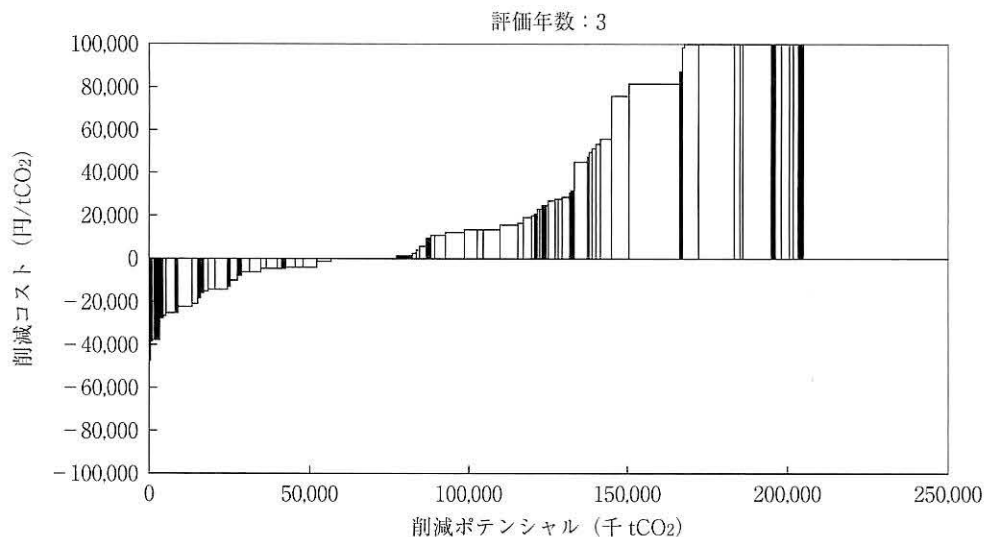
第II章において、本研究を行う背景として、日本のエネルギー消費の実態及び省エネルギー政策や省エネルギーバリアに関する先行研究、政府による調査事例を整理する。第III章では、見える化診断の受診企業を対象に実施したアンケート調査結果をもとに、どのような段階のどのような障壁が省エネ実現を阻んでいるのかを明らかにする。第IV章は、外部の協力を得ながら効果的な省エネを実践してきた2つの事業所の事例から、企業が実際にどのような障壁に直面しなぜそれを乗り越えられたのかを、その流れに注目して検証する。第V章では、省エネルギー診断員のヒアリング調査結果をもとに「外の目から見た省エネルギーバリア」について考察する。これらを受けて、第VI章に研究の成果をまとめる。

II 研究の背景

1 負のコストで実施できる省エネの余地の存在

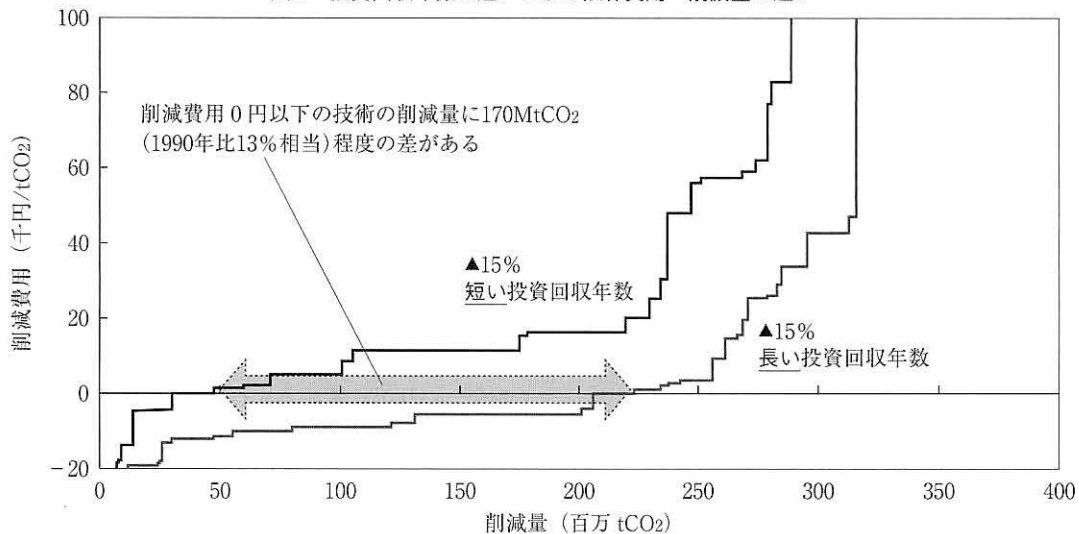
省エネは、最終消費者にとって「負のコスト」で実施できるものが相当程度存在するという点が特徴的である。例えば、花岡ら（2008）は、世界の地域別温室効果ガス排出削減量と削減費用の評価を行い、限界費用が0を下回る対策の余地が存在し、その余地は先進国に比して途上国の方が大きいことを示している。先

図1 全体の限界削減コストカーブ



(排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会、2013)

図2 投資回収年数の違いによる限界費用・削減量の違い



(国立環境研究所、2009)

進国である日本においても負のコストでできる省エネの余地は存在するとされており、例えば、「排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会」²⁾(2013)は、限界削減コストカーブを示して、日本の産業部門及び業務部門においても投資回収が3年以内と見込まれる省エネの余地が存在することを明らかにしている³⁾(図1)。布施・三角(2007)は、省エネルギーセンターによる省エネ診断の概要を説明する中で、最近の診断提案の省エネ率は、工場、ビルともに6～7%であるとしている。判治(2014a)は、省エネルギーセンターによる省エネルギー診断の提案内容を分析し、工場への省エネ提案の内、25%が運用改善のみで実施でき投資が不要な省エネ、53%が投資回収5年以内の省エネであったと報告している。

国立環境研究所(2009)は、投資回収3年以内の対策を想定した場合でも限界費用が0を下回る省エネの

余地は存在し、仮に投資回収年数を8年と想定すればその余地ははるかに大きくなることを報告している(図2)⁴⁾。

2 我が国のエネルギー消費の実態と省エネルギー政策

我が国における2012年のエネルギー消費量を部門別に見ると、産業部門が45.2%と大きな割合を占めている。また、産業部門ほど割合は多くないものの、業務部門でのエネルギー消費は大幅に増加しており全体の20%を占めている(EDMC、2014)。つまり、事業所からの排出割合が大きい。

我が国では、1979年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(以下、省エネ法)が制定され、これをエネルギー政策の一つの柱として省エネ対策が進められてきた。省エネ法による工場規制の歴史やその効果については、木村・野田(2010a)に詳しい。当初

は現在ほど厳しいものではなかったが、気候変動に関する政策強化に合わせて、定期報告の義務化、遵守すべき部分の明確化、効率改善目標の設定、工場現地調査など、工場の規制強化が図られてきた。省エネ法は主に大企業に対して義務を課しているが、対象となる事業所の拡大も図られ、1997年の法改正では第二種エネルギー管理指定工場が創設されて、指定工場数は大幅に増加した。ただし、エネルギーの多くは第一種工場で消費されている。特にエネルギー集約型産業での消費量が多く、20社に満たない事業所で省エネ法指定工場全体の3割以上、1000社に満たない指定工場だけで指定工場全体のエネルギー消費の大半を占める。省エネ法は、省エネ推進の基本的なツールを十分に有していなかった事業者これを整備させ、省エネ推進への意識や理解を向上させたという意義を持ち、実際工場のエネルギー管理に一定の影響を与えてきた。ただし、基本的ツール整備を促したものの、それが実質的な省エネルギー推進につながらない場合があることが指摘されている（木村ら、2010a）。

なお、省エネ法のほかに、「地球温暖化対策の推進に関する法律」も大量の温室効果ガスを排出する事業者排出量の算出・報告を義務付けている。また、都道府県や政令指定都市を中心に地方自治体も独自の排出量報告書制度を設けている。これに関して、馬場ら（2012）は、総量規制にまで踏み込んだ東京都と異なり、制裁措置や立入調査を執行してまで厳格に運用する自治体は少なく、単純な横並び競争から制度が導入されている場合には、対象となる事業者にとって提出書類が増えるだけのものとなりかねないことなどを指摘している。

以上のように、制度の実効性に関して限界が指摘されているものの、大企業（大規模排出事業所）に対しては法律や条例によって、一定の政策措置が設けられている。ただし、一部のエネルギー集約型産業での省エネは進んでおり、更なる効率改善の余地は小さいとの指摘もある（杉山、2010）。

一方で、中小企業の省エネは大企業に比べて立ち遅れている。中小企業庁（2010）は、製造業におけるエネルギーの投入比率（エネルギー投入額／生産額）の経年変化を大企業と中小企業とで比較し、大企業の効率改善速度に比べて中小企業の効率改善速度が遅く、その差が開いていることを明らかにしている。

既述の通り、日本のエネルギーの多くが少数の大企業によって排出されているが、気候変動防止の観点からは、それ以外の企業を無視できるわけではない。中小企業庁（2010）は、中小企業⁵⁾の二酸化炭素排出割合は日本全体の12.6%を占めていることを示した上で、「中小企業が二酸化炭素排出量の削減に取り組むことは、エネルギー経費の削減のみならず、我が国全体の温室効果ガス排出量の削減のために重要であることが

うかがえる」としている。12.6%という数値は、エネルギー集約型産業を含む日本全体の温室効果ガス排出全体に占める割合であり、エネルギー集約型産業が少ない地域に限定して考えれば、その割合はさらに大きくなる。数字の前提は異なるが産業部門に絞って数値を確認すると、日本全体では省エネ法規制対象以外の事業所による排出割合が13%にとどまるのに対し、例えば京都府においては、京都府地球温暖化対策条例の特定事業者に当たらない事業所からの排出割合は、府域産業部門全体の38%を占めると推計できる⁶⁾。

これらから、以下の2点のことが言える。(1) 日本のエネルギーの多くは一部の大企業によって消費されており、国全体を考えた場合、ここを対象とする政策は不可欠である。ただし、大企業に対しては一応の政策的措置がなされている。(2) 日本全体から見れば中小企業のエネルギー消費割合は多いとは言えないが、エネルギー集約型産業が少ない地域においてはその排出割合は相対的に大きく、また大企業に比べて効率改善が遅れていることから、地方自治体がエネルギー政策を検討するにあたっては、中小企業を無視することはできない。

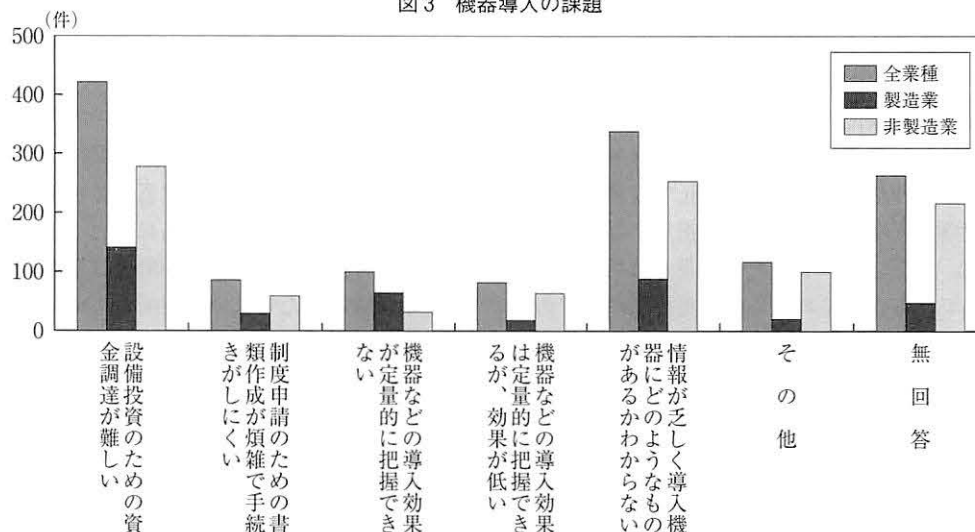
3 省エネルギーバリアに関する先行研究の整理

第Ⅱ章第1節で確認した通り、一見経済性を持つと考えられる省エネルギー対策であったとしても、実際には必ずしも実践されているわけではない。

企業などが採算のとれる省エネルギー投資を先送りしたり見送ったりするためにエネルギーが適切に利用されない現象は「省エネルギーギャップ」と呼ばれ、このようなギャップを生みだしている現実社会の様々な要因（障壁）は「省エネルギーバリア」と呼ばれている。若林・木村（2009）は、「日本では、省エネルギー対策の実施を妨げるバリアとその解決策としての省エネルギー政策のあり方を体系化した文献がなく、このために十分な理解が進んでいない」とした上で、諸外国の先行研究をもとに、省エネルギーバリアに関する理論的な整理を行っている。若林らは、省エネルギーバリアを、市場の失敗に関するものとして、不完全情報、逆選択／モラルハザード、スプリットインセンティブに、また市場の失敗に分類されないものとして、リスク、資金調達力、取引費用、機会費用、限定合理性に分類している。そして、「『省エネルギーギャップ』をもたらしている要因（省エネルギーバリア）の同定、及びそれへの対応策の検討は、省エネルギー政策を立案する上で極めて重要である」と指摘して、日本における事例研究の必要性を訴えている。

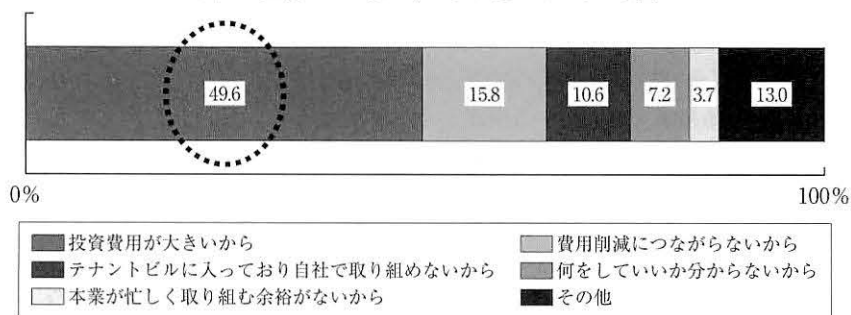
省エネルギーバリアに関する事例研究は、木村（2009）、西尾・岩船（2010）、水野（2012）らによって行われている。木村（2009）は、ボイラの空気比適

図3 機器導入の課題



(藤原, 2007)

図4 投資による省エネに取り組んでいない理由



(中小企業白書 2010年度版)

正化や熱回収システム導入、高効率炉の導入、ファンやポンプへのインバータ導入など、費用対効果が高い対策に関する省エネルギーバリアについて検証を行い、抽出された省エネルギーバリアを、資金調達、情報の不足、現状把握・対策検討能力の不足、隠れた費用、インセンティブの不一致、需要の多様性、経営者の関心不足に整理している。西尾・岩船 (2010) は、民生用の暖房機器として、灯油ストーブやガスストーブ等に比べてエアコンの省エネ性能が高く光熱費も安いにも関わらず、その活用が進まないことに着目し、アンケート調査を行って、エアコン暖房の使用割合や、使用しない理由などについての分析を行っている。水野 (2012) は、食品製造業における事例研究を行い、様々な意図を持った仲介者が関与して省エネルギーギャップが解消されたことを分析している。

このように、省エネルギーバリアに関する研究は、日本においては比較的新しい領域であり、諸外国の先行研究をもとにした理論研究を基礎として、徐々に個別の事例研究が積み重ねられている状況である。

4 政府による調査・検討内容の整理

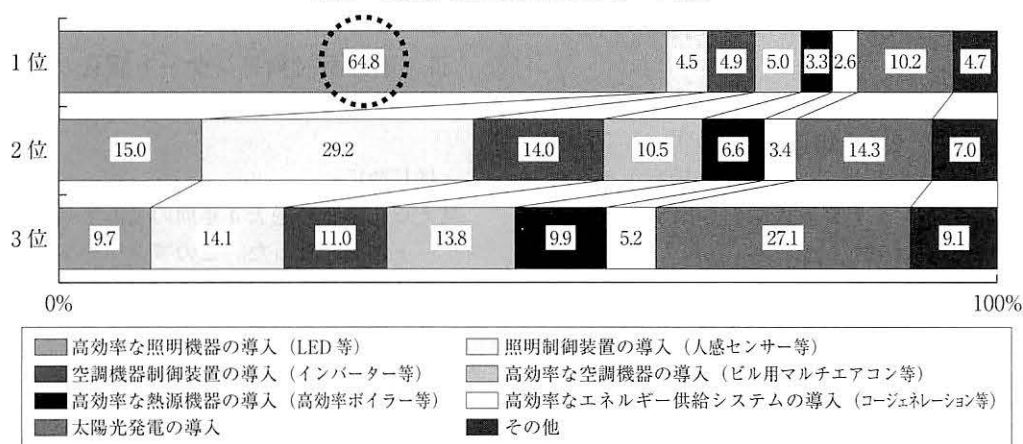
企業においてなぜ経済性を持つ省エネが実施されな

いのか。この点について、政府もいくつかの調査・分析を行っている。

例えば、藤原 (2007) は、経済産業省による中小企業を対象としたアンケート調査結果を紹介している。これによると、CO₂削減のための機器導入の課題として、「設備投資のための資金調達が難しい」、「情報が乏しく導入機器にどのようなものがあるかわからない」という回答が突出して多く選択されていることがわかる。逆に「機器導入などの導入効果が定量的に把握できない」、「機器などの導入効果は定量的に把握できるが、効果が低い」などの回答は相対的に少ない (図3)。

また、中小企業庁 (2010) は、中小企業を対象とした省エネに関するアンケート調査結果を紹介している。これによると、投資による省エネを実施しない理由は、「投資費用が大きいから」が49.6%、「費用削減につながらないから」が15.8%であり、この2つで全体の3分の2を占める。一方で、「何をしたいかわからないから」は7.2%、「本業が忙しくて取り組む時間がないから」は3.7%にとどまっている (図4)。「今後投資したいと考えている対策」に関しては、「LED 照明」や「太陽光発電」という回答が多

図5 今後取り組む意向のある省エネ項目



(中小企業白書 2010年度版)

い(図5)。

ここで、上記のアンケート調査結果に対する筆者の意見を述べておきたい。中小企業庁などによる調査実施当時、LED照明は現在に比べてはるかに高価でありエネルギー消費効率もさほど高くなく、太陽光発電に関しては、いわゆる固定価格買取制度が開始される以前であって、いずれも投資回収に長期間を要するものであった。つまり、実際には費用対効果が低い対策が、なぜか、今後実施したい対策として掲げられているのである。これらの対策に共通する要素は、「わかりやすさ、計算のしやすさ」である。第V章で紹介する省エネルギー診断員のコメントから、中小企業は、分かりやすい対策、計算しやすい対策を好む傾向があるとわかる。これと重ねて考えると、中小企業は、分かりやすく計算しやすいところに目が行き、本当に効果的な対策に目が向かないまま回答をしている可能性がある。だとすると、このアンケート調査結果は、省エネルギーバリアの実態を表していない可能性があると筆者は考える。これが、本研究の根底にある問題意識である。

さて、最近では、「排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会」(2013)が、環境省によるアンケート調査及びヒアリング調査をもとに、経済性のある省エネが実践されない理由を明らかにしようとしており、これは、筆者の知る限り、政府が省エネルギーバリアを真正面から捉えた初の大規模な調査・検証である。検討のもととなった環境省による平成23年度アンケート調査では、あらかじめ費用対効果が高い対策を列挙した上で、その実施に向けたバリアについて調査することで、分かりやすい対策だけをイメージしてアンケートに回答することを防止している。翌24年度には、阻害要因に「情報不足」を挙げた事業所に対する追加アンケートを実施している。具体的にどのような情報不足が阻害要因になっているかを質問した項目に対しては、「対策実施に必要な初期投資額」、

「対策実施によるコストメリットやGHG削減効果」という回答が多く、どちらも6割程度となっている。つまり、導入に当たっての具体的な数値を把握することが障壁とされている。検討会は、ヒアリング調査なども実施し、これらの調査結果をもとに、対策内容や費用対効果の見える化、機器の省エネラベリング、税制優遇等の必要性を述べている。なお、調査は主に大企業を対象として実施されており、中小企業に関しては大企業以上の障壁を抱えていると言及されている(次節に引用)。

5 本研究の対象および検証方法の整理

ここでは、これまでの内容をもとに、本研究の対象および方法を整理する。

本研究の対象は「主として産業部門の中小企業における省エネルギーバリア」とする。主に産業部門を対象とする理由は、業務部門に比べてエネルギー消費量が大きいことに加え、使用する設備が多岐にわたり、エネルギーの使用状況も事業所によって様々であることから、画一的な対策をとることが極めて難しいためである。また、ここでの中小企業は、基本的には省エネ法の指定対象外となる年間エネルギー消費量が原油換算1,500kl未満程度の企業とする。中小企業を対象とする理由は、以下の4つである。

- ① 大企業は、省エネ法等の一定の政策的措置がとられている。一方で中小企業は、補助金などの支援措置はあるものの排出量報告などの義務は課されていない。
- ② 大企業に比べ、削減単価が安い対策が実施されないまま残されており、省エネルギーギャップが大きい。
- ③ 近年のエネルギー費高騰の影響が経営に、場合によっては会社の存続に大きく影響することが懸念される。
- ④ 省エネルギーバリアに関し、大企業以上の困難

さを抱えている。

④について、具体的には下記のような指摘がある。

「中小規模の産業部門や業務部門では、自社のエネルギー使用量が見える化されておらず、どこに削減余地があるのかが把握できていない場合がある」(排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会、2013、p.19)

「ヒアリング調査により、産業部門の大規模事業所では ESCO 事業者や機器メーカーへの問合せ、同業他社との情報交換などを通じて削減対策に関する情報へのアクセスが一定程度確保されていると考えられる。一方で、情報不足に関するより詳細な内容について情報を収集していく中で、『機器メーカーや ESCO 事業者から見積もりを取得しようと思っても、普段から懇意にしている業者がいないと頼みにくい。』という状況が、特に業務部門や中小規模の工場の事業所から指摘された。つまり、削減対策に関する情報へのアクセスに関する課題は、主に業務部門や中小規模の産業部門において生じていると考えられる」(排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会、2013、p.32)

「中小事業所の事例については、対象事業所がかなり小規模であったことから、診断結果はあまり活用されておらず、提案を適切に理解していない例や、実施したくても方法がわからないといった例があった。受け手の能力・関心に合わせた提案や診断後のフォローアップの必要性が示唆された」(木村・野田、2010b、p.34)

このように、複数の資料によって、中小企業は大企業以上に多くのバリアを抱えており、継続的な支援・フォローアップが必要であることが指摘されている。つまり、何らかの支援によって主だった障壁を克服できたとしても、それ以外の障壁に行き当たって省エネルギーギャップ解消には至らない可能性があるということである。そこで、検証にあたっては、この実情を明らかにするため、個別の省エネ技術やそこに存在するバリアに着目し分類するのではなく、中小企業が省エネギャップ解消に至るまでのプロセスに着目し、どのような段階のどのようなバリアがギャップを生み出しているかを把握した。つまり、中小企業が抱える省エネルギーバリアの「連続性」に着目した。

連続性を明らかにするためには、大規模調査ではなく、むしろケーススタディが必要である。そこで、本研究では、省エネ診断の受診経験がある事業所のアンケート調査、実際に省エネルギーを実践した事業所のヒアリング調査、事業所の実情に日常的に接する省エネ診断員のヒアリング調査を実施し、これをもとに考

察を行った。次章以降にその内容を記載する。

III 事業所対象アンケート調査から見える省エネルギーバリアの実態

1 はじめに

見える化診断の過去4年間の受診事業所を対象にアンケート調査を行った。このアンケート調査の目的は、第IV章及び第V章に記載するヒアリング調査を行うにあたり、中小企業の省エネルギーギャップの実態を大まかに把握しておくことである。

調査期間は、2014年10月7日～10月31日、調査方法は、質問用紙 A4 サイズ 2 枚の選択肢方式及び自由記述方式による質問紙法とし、用紙は郵便で送付し、FAX、電子メール、郵便のいずれかで返送してもらう方法で行った。158事業所に送付し、回答数は57、回収率は36%であった。なお、回答事業所の内訳は、製造業系が35事業所、業務系が16事業所、その他が6事業所であった。その他には、一次産業、マンション管理組合などを分類している。

2節に調査結果を記載し、3節でこれをもとにした考察を行う。

2 アンケート調査結果

ここでは、設問ごとにアンケート調査結果を記載する。なお、①は基礎データを尋ねた項目のため、②以降の設問について取り上げる。

② 省エネ診断後に実施した対策

「投資が不要(またはごく少額)な対策」と「投資が必要な対策」にわけて、見える化診断以降に実施した対策について尋ねた。すると、製造業系事業所のうち14事業所が省エネ照明への更新を実施したことが確認できた。また、コンプレッサーのインバーター(表では INV と記載)化は、製造業系事業者のうち6事業所が実施していた。

③ 実施したかったができなかった対策とその理由
実施したかったができなかった対策とその理由について自由記述してもらった。その内容を分類し縦横集計したのが表3である。実施できなかった対策は、LED などの高効率照明が多く、全体のおよそ半数を占めていた。理由に関しては、費用に関する障壁が最も多く回答されており、障壁全体の57%(37件中21件)、高効率照明に関する障壁の69%(16件中11件)を占めた。

④-1 機器別の対策実施状況

照明、空調、コンプレッサー、ボイラの4つの機器を挙げて、具体例を示して対策の実施状況を聞いた。

表1 省エネ診断後に実施した対策—投資が不要（またはごく少額）な対策

	照明 こまめなOFF	不要な照明 削減	空調温度 調整	服装による 調整	空調空間 削減	室外機 環境改善	エア漏れ 対策	デマンド 対策	契約 見直し	その他
実施数	26	10	13	6	4	4	9	12	4	14
割合	46%	18%	23%	11%	7%	7%	16%	21%	7%	25%

N=57

表2 省エネ診断後に実施した対策—投資が必要な対策

	省エネ照明		省エネ空調		室外機冷却		コンプレッサー INV		省エネ 生産設備		太陽光発電		デマンド計 /BEMS		その他	
	実施数	割合	実施数	割合	実施数	割合	実施数	割合	実施数	割合	実施数	割合	実施数	割合	実施数	割合
製造業系 (N=35)	14	40%	6	17%	1	3%	6	17%	3	9%	1	3%	4	11%	5	14%
業務系 (N=16)	4	25%	1	6%	1	6%	0	0%	0	0%	2	13%	2	13%	5	31%
その他 (N=6)	2	33%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	17%	0	0%
合計	20	35%	7	12%	2	4%	6	11%	3	5%	3	5%	7	12%	10	18%

N=57

表3 実施したかったができなかった対策とその理由

	費用	投資優先順位	人手不足	情報不足	技術的課題	その他	総計
インバータ導入	1		1				2
エア漏れ対策					1		1
コンプレッサー環境改善					1		1
コージェネ導入	1			1			2
デマンド計設置	1					1	2
デマンド抑制			1		1	1	3
機器別消費電力把握			1				1
空調更新	1						1
高効率照明（LED等）	11	1		1	1	2	16
自家発電	1						1
室外機環境改善	1						1
生産機器更新	1						1
太陽光発電	1						1
待機電力				1			1
二重屋根	1						1
熱回収	1						1
ガスの省エネ化					1		1
総計	21	1	3	3	5	4	37

投資を伴う対策に関しては、照明および空調では、検討中および実施済ともに回答数が多かった。コンプレッサーのインバータ化については、検討中が5件に対して実施済みが14件、台数制御運転に関しては検討中3件に対して実施済み7件と、いずれも実施済みの方が多かった。

④-2 機器別の省エネ投資期待投資回収年数

省エネ投資の期待投資回収年数を機器別に尋ねたところ、平均値はそれぞれ、照明4.2年、空調4.3年、コンプレッサー3.8年、ボイラ4.8年であり、機器によって大きな差は無かった。最頻値はいずれも5年であった。

表4 機器別の対策実施状況（投資が不要もしくはごく少額な対策）

	【照明】 こまめな消灯	【空調】 設定温度の緩和	【空調】 夏の日射遮蔽	【コンプレッサー】 吐出圧の把握・管理	【コンプレッサー】 エア漏れの把握・対策	【ボイラー】 空気比の調整
製造業系（N=35）	31	26	15	11	15	0
業 務 系（N=16）	16	14	5	1	1	2
そ の 他（N=6）	4	3	3	0	1	0
合 計	51	43	23	12	17	2

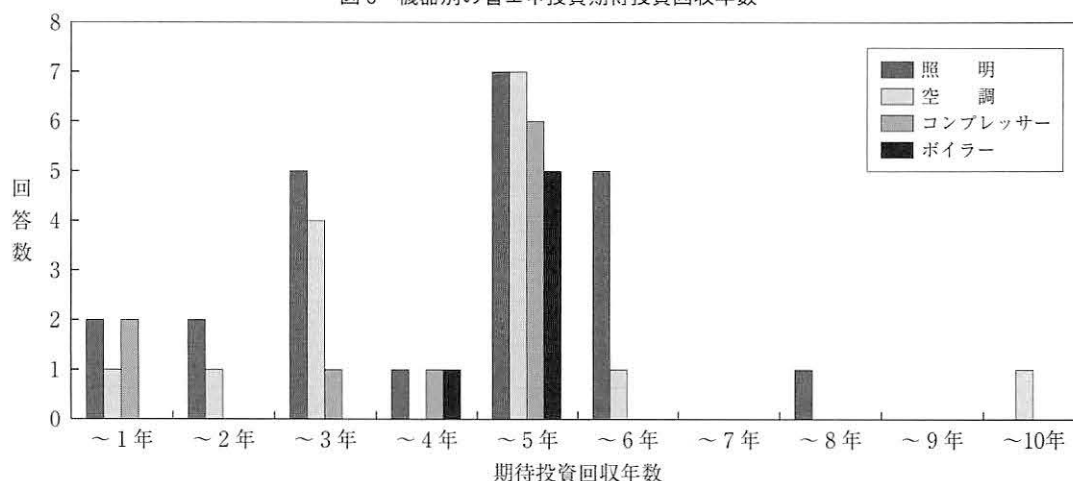
N=57

表5 機器別の対策実施状況（投資が必要な対策）

	【照明】 省エネ照明への更新		【空調】 省エネ空調への更新		【コンプレッサー】 INV 機への更新		【コンプレッサー】 台数制御運転		【ボイラー】 高効率機への更新		【ボイラー】 配管断熱		【ボイラー】 廃熱回収	
	検討中	実施済	検討中	実施済	検討中	実施済	検討中	実施済	検討中	実施済	検討中	実施済	検討中	実施済
製造業系（N=35）	13	10	10	9	2	14	2	6	1	2	0	1	1	0
業 務 系（N=16）	3	7	3	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
そ の 他（N=6）	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合 計	16	19	13	12	5	14	3	7	1	2	0	1	1	0

N=57

図6 機器別の省エネ投資期待投資回収年数



⑤段階別の省エネルギーの障壁について

どのような段階のどのような障壁で検討がストップし実施に至らないかという問いに対しては、「試算の結果、投資回収年数が長いことが多く、投資を決断するのが難しい」という回答が最も多かった。2番目に多かったのは、「対策に関する具体的な省エネ効果を数値で把握するのが難しい」という選択肢であった。他の選択肢にも全体としてまんべんなく回答があり、ほとんどの選択肢において、半数以上の事業所が障壁となっていると回答した。

これを、製造業系、業務系に分けて集計したのが図8、図9、および表6である。業務系の事業所は、製造業系の事業所に比べ、全体として障壁として挙げた数が少なかった。また、最も多かった回答は「対策に関する具体的な省エネ効果を数値で把握するのが難し

い」であり、この点が製造業系と異なっていた。

⑥ 省エネを進めるにあたっての課題や要望について

省エネを進めるにあたっての課題や要望を尋ねた自由記述欄には、25事業所から記入があった。もっとも多かったのは、支援制度の情報をわかりやすく伝えることを求める声であり、機器ごとのエネルギー消費量把握や効果測定の難しさに関する記述もあった。

⑦ 支援制度の認知度について

補助金をはじめとする支援制度の中から7つを例示して、その認知度を聞いたところ、認知度に大きな差があることが分かった。

図7 段階別の省エネルギーの障壁

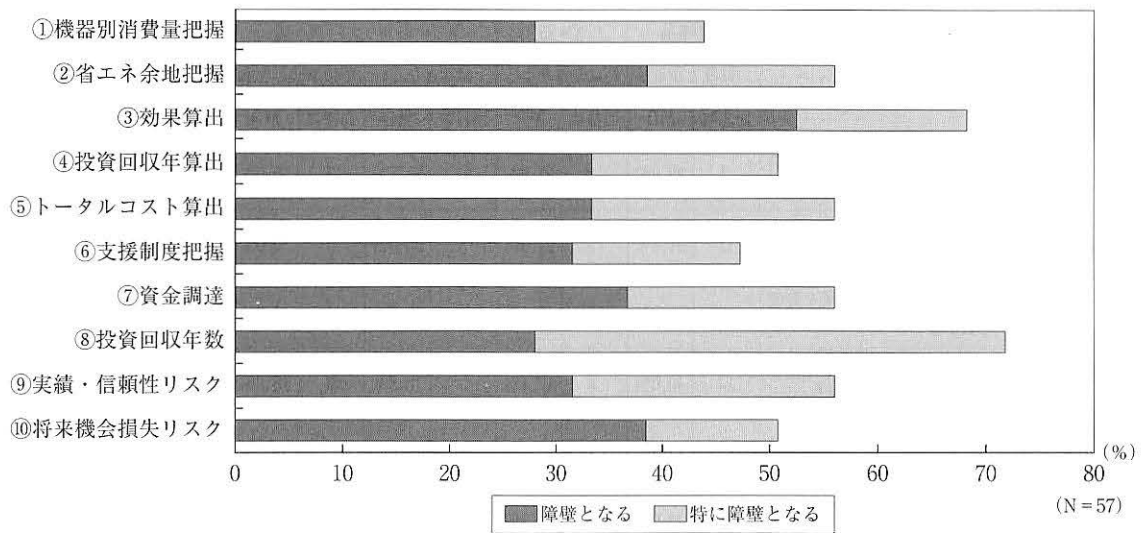


図8 段階別の省エネルギーの障壁（製造業系）

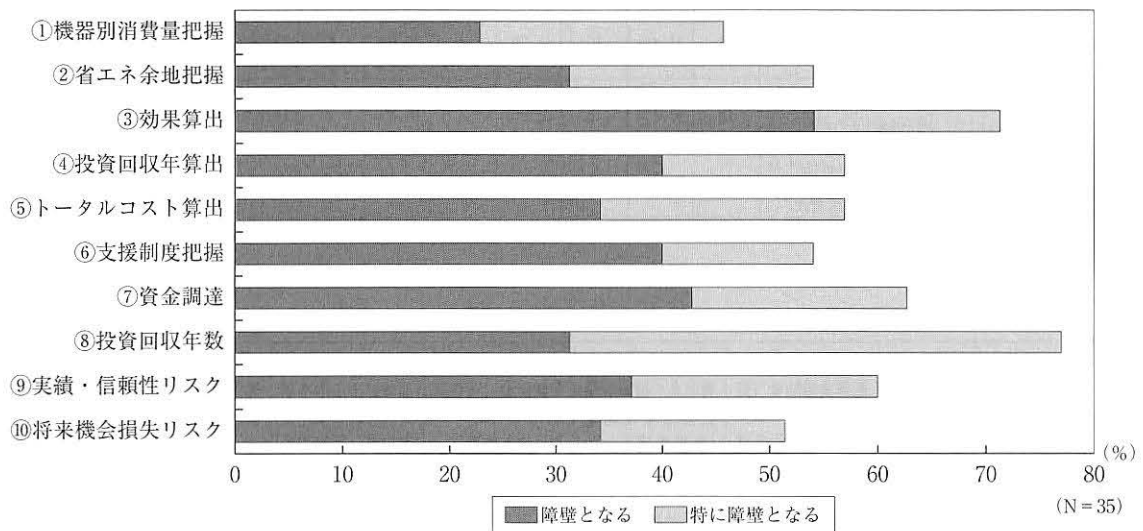


図9 段階別の省エネルギーの障壁（業務系）

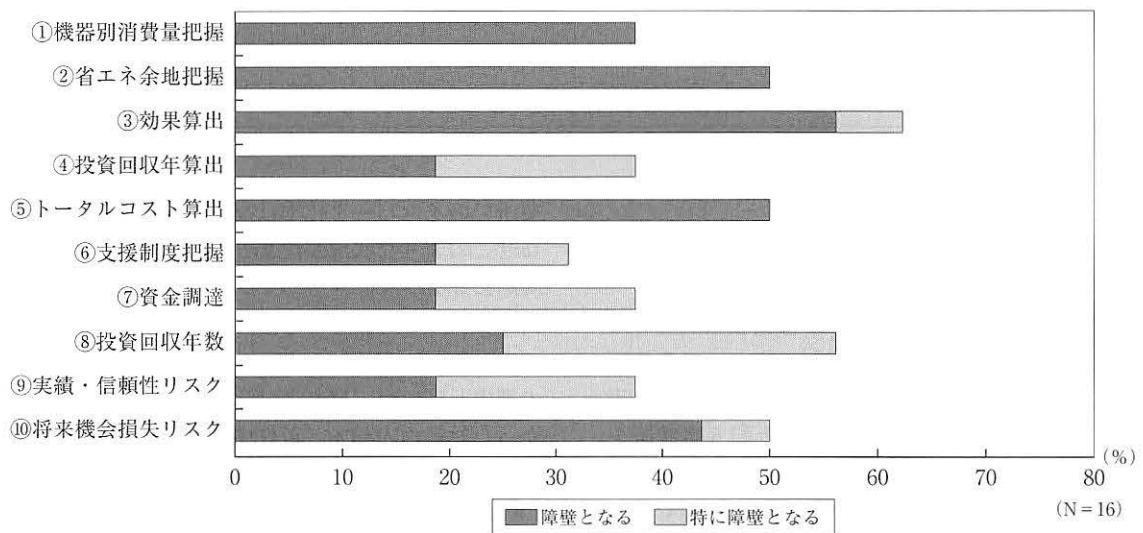


表6 段階別の省エネルギーの障壁

検討の段階	具体的な障壁	製造業系 N=35				業務系 N=16				その他 N=6			
		障壁となる		特に障壁となる		障壁となる		特に障壁となる		障壁となる		特に障壁となる	
		回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合
対策を見つける段階	①どの設備がどれくらいエネルギーを消費しているのかを把握するのが難しい	8	22.9%	8	22.9%	6	37.5%	0	0.0%	2	33.3%	1	2.9%
	②どこに効率的な省エネの余地があるのかを把握するのが難しい	11	31.4%	8	22.9%	8	50.0%	0	0.0%	3	50.0%	2	5.7%
効果を試算する段階	③対策による具体的な省エネ効果を数値で把握するのが難しい	19	54.3%	6	17.1%	9	56.3%	1	6.3%	2	33.3%	2	5.7%
	④投資が必要な対策の場合、何年で投資回収できるかを計算するのが難しい	14	40.0%	6	17.1%	3	18.8%	3	18.8%	2	33.3%	1	2.9%
	⑤設備更新の際に、光熱費も含めたトータルコストを試算するのが難しい	12	34.3%	8	22.9%	4	25.0%	4	25.0%	3	50.0%	1	2.9%
資金調達段階	⑥どんな支援制度（補助金等）があるのかを把握するのが難しい	14	40.0%	5	14.3%	3	18.8%	2	12.5%	1	16.7%	2	5.7%
	⑦期待期間内に投資回収が可能だとわかっていても初期投資を準備するのが難しい	15	42.9%	7	20.0%	3	18.8%	3	18.8%	3	50.0%	1	2.9%
	⑧試算の結果、投資回収年数が長いことが多く、投資を決断するのが難しい	11	31.4%	16	45.7%	4	25.0%	5	31.3%	1	16.7%	4	11.4%
意思決定段階	⑨省エネ型の製品にどれくらい実績・信頼性があるかわからないので、投資を決断するのが難しい	13	37.1%	8	22.9%	3	18.8%	3	18.8%	2	33.3%	3	8.6%
	⑩省エネ技術がさらに進歩する可能性があるのに、投資を決断するのが難しい	12	34.3%	6	17.1%	7	43.8%	1	6.3%	3	50.0%	0	0.0%

(N = 57)

表7 支援制度の認知度

	京都府省エネアドバイザー派遣制度	京一VER創出促進事業補助金（京都産業エコ・エネルギー推進機構1/3補助）	京都市中小事業者省エネ・節電設備整備事業補助金（京都産業エコ・エネルギー機構「省エネ・節電診断」に基づき1/3補助）	京フェス推進事業補助金（京都産業エコ・エネルギー推進機構フェムスをもとにした診断に基づき1/3補助）	温室効果ガス排出削減による中小事業者等経営強化促進事業（低炭素社会創出促進協会ポテンシャル診断10/10補助 設備導入2/3補助）	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金（環境共創イニシアチブ1/2または1/3補助）	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金（小規模事業者検証分）（環境経済株式会社小規模事業者対象1/3補助）
知らない	18	23	17	39	37	40	43
聞いたことがある	15	17	23	9	14	9	10
中身も知っている	22	14	14	7	4	5	1
無回答	2	3	3	2	2	3	3

(N = 57)

3 考 察

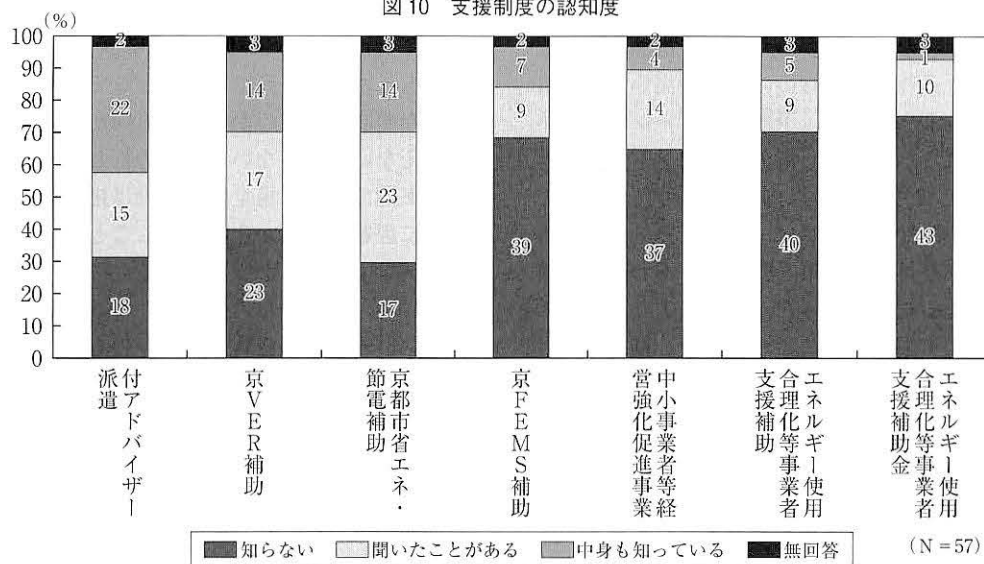
本節では、前節のアンケート調査結果の中から主要な結果を抽出して考察する。

まず注目したいのは、「② 省エネ診断後に実施した対策」において、製造業系35事業所のうち、6事業所がコンプレッサーをインバータ化したことである（表2参照）。併せて表5を確認すると、上記6事業所を含む14事業所がインバータ化している。我が国におけるインバータの装着率は5～10%と推計されており（木村、2009）、この推計とは前提が異なるために直接比較することはできないが、アンケートに回答した事

業所でのインバータ化率は高いように筆者には思える。なぜこのような状況が生まれているのか、第四章にて、実際にコンプレッサーのインバータ化を実施した2事例のヒアリング調査をもとに考察を加えたい。

次に、「③ 実施しなかったができなかった対策とその理由」について取り上げる。ここでは、実施できなかった対策の内43%（37件中16件）が「高効率照明」であった。そして、その理由の69%（16件中11件）が「費用」であった（表3参照）。この結果は、第二章で筆者が提起した「中小企業は、分かりやすく計算しやすい対策をイメージしてアンケート調査に回答してお

図 10 支援制度の認知度



り、調査結果は、省エネルギーバリアの実態を表していない可能性がある」という意見を補強するものであると言える。

では、実態はどのようなものなのか。これを洗い出す目的で設定したのが「⑤ 段階別の省エネルギーの障壁について」である。ここからは、どの段階のどの障壁も対策が進まない要因になっていることが確認された。

ここで、本論文の主題である「省エネルギーバリアの連続性」という観点から、この結果について考察する。選択肢として取り上げた障壁の多くは、お互いに強く関連しており、連続性がある。すなわち、「⑦ 期待期間内に投資回収が可能だとわかって初期投資を準備するのが難しい」、「⑧ 試算の結果、投資回収年数が長いことが多く、投資を決定するのが難しい」という、資金調達や資金繰りについて検討する段階の障壁にたどり着くまでには、投資回収年数が短い効果的な対策の余地を発見し、省エネ効果を数値で把握し、価格を調べ、該当する支援制度を把握したうえで投資回収年数を算出するという、それ以前の障壁を乗り越えなければならないということである。本アンケート調査結果は、「対策を見つける段階」や「効果を試算する段階」の障壁も強く影響を与えていることが確認されており、仮に1つの障壁を乗り越えられても次々と障壁が存在し、投資回収の検討にまで至らないことが多いという中小企業の実情を示すものであったと筆者は考える。

本アンケート調査の母集団には偏りがあり、母数も少ないことから、この調査結果だけで何かを論じることにはできない。しかし、調査結果は、第Ⅳ章及び第Ⅴ章の内容と整合的であり、とりわけ第Ⅳ章の調査対象2社が際立って特殊な事例ではないと判断できる根拠を得たという点において、有意義なものであったと筆者は考える。

Ⅳ 事業所ヒアリング調査から見える省エネルギーバリアの実態

1 はじめに

中小企業が抱える省エネルギーバリアの実態を把握するため、京都府内の金属めっき業及びプラスチック加工業各1社のヒアリング調査を行った。いずれも、年間のエネルギー消費量は、原油換算1500 kl未満である。

両事業所は、いずれも投資による省エネルギーを実現している事業所である。かつ、複数回の見える化診断及び他の省エネ診断を受診している。つまり、省エネの実現までに、何度も省エネルギーバリアにいきあたり、外部の支援を必要としたということである。そこで、ヒアリング調査により、省エネルギーバリア克服までのプロセスを聞き取り、どのようなプロセスで省エネルギーを進めようとし、どのような段階でどのような省エネルギーバリアが大きな課題となったのか、それをどのように乗り越えたのか明らかにすることを試みた。

2 A社（金属めっき業）の事例

A社は、金属部品のめっき処理を行っている事業所である。

まずは、A社の省エネルギーへの取り組みの概要を記載する。A社は、2001年に、ISO14001を他社と協力して共同取得し、日常の業務の中での環境活動に取り組んできた。2010年に見える化診断を受診。同年の夏に、コンプレッサー1台をインバータ機に更新し、かつ非インバータ機と連結して台数制御運転を開始した。これにより、コンプレッサーの消費電力を27%減少させている。補助金を活用できたこともあり、約2年で投資回収が可能であった。2011年には、それまで

電気で運用していた電気乾燥炉のうちの1台をガス炉に切り替える工事を行った。あわせて、排熱を予熱乾燥ゾーンに引き込む改修も行い、ガスの高い熱量を有効に活用できるようになり、予熱乾燥ゾーンでのエネルギー消費量は0となった。電力のデマンド値を下げる効果もあり、費用は2年以内に投資回収が可能であった。2013年には、ガス炉に、オーダーメイドの着脱式断熱材を取り付ける対策を行った。あわせて、排気ダンパーを絞る対策も行った。これにより、年間のガス消費量を20%削減することができた。補助を受けられたこともあって、この対策も2年以内の投資回収が期待されている。さらに、外部専門家の協力を得て、水道及びガス消費量の「見える化」に取り組んでいるところである。

A社は、なぜこのように次々と省エネ対策を実現することが可能だったのだろうか。以下、ヒアリングにご協力くださった代表取締役社長のコメントをもとに省エネ実現のプロセスを確認していく。なお、特に断らない限り、鍵カッコ内のコメントはヒアリング調査時（2014年10月23日に実施）の社長のコメントである。

まず、省エネへの意識については「めっき業は、コストに占める光熱費のウェイトが高い業種のため、省エネは経営上の大きな課題であり、当社に限らず業種全体として、もともと意識は高い」のだという。実際A社においても、月々の定例会議で必ず光熱費が報告されており管理されていた。また、デマンド計も設置して、デマンド値管理も実施されていた。つまり、省エネに対する意識不足という障壁は存在しなかったことがわかる。しかしながら、これが大胆な省エネ策に結び付いていたわけではなかった。『「コントロールしようにも、要るもんは要る」ということで、デマンド対策は充分には機能していなかった』のだという。また、「長年省エネに取り組んでおり、もうやりつくしており、手の打ちようはないのかなと思っていた」という状態であった。

見える化診断を受診することになったきっかけは、2010年に、創業者である先代の社長が、偶然テレビで放映されていた京都シニアベンチャークラブ連合会⁷⁾（以下、KSVU）の診断の様子を見たことであった。

診断員であるKSVU 省エネ研究会リーダーの山和孝氏らは、何度も工場に足を運び、場所ごと、機械ごとの電力消費量データを計測し蓄積していった。すると、3台の乾燥機の中の1台が非常に多くの電力を消費していることがわかった。これは他の2台と違って最近になって導入した新型乾燥炉であった。また、工場の稼働状況や仕事の負荷に関係なくコンプレッサーがフル運転していることがわかった。

A社は過去に電力の計測機器を購入したことがあったが、有効に使いこなせていなかったのだという。機器ごとのエネルギー消費状況を把握できない、把握や

分析のための専門性や人手が足りないという障壁が存在したことがわかる。「電気代が高くても、ガス代が高くても、水道代が高くても、どこでたくさん使ったのか、なぜ高かったのか、この原因が見えない。問題点が見えない。見えないと、手の打ちようがない」、「デマンド計では、工場全体の変動は把握できるものの、どこに課題があるかを特定することは出来ない」というコメントにこれが表れている。

2010年、山氏からの提案で、コンプレッサーの1台をインバータ機に更新し、既存のもう1台と連携して台数制御運転することにより、工場の稼働に合わせて出力を調整できるようにした。この対策により、コンプレッサーの消費電力の27%を削減できた。この件に関しては「山さんらが、計測データを示して、一般的な情報ではなく、うちの会社での具体的な削減可能量を算出してくれたから投資に踏み切れた。また、コンプレッサー更新後にも消費電力を測定してくれたので、効果をはっきりと確認することができた」という。どのような対策を行ったらいいかかわからない、効果を試算するのが難しいといった障壁が存在し、これが診断員の関与によって取り除かれていることがわかる。なお、初期投資の費用に関しては、「詳細なデータによって想定期間内の投資回収が見込めたので、決断できた」とのことであった。

次に取り組んだのは、ガス炉への変更であった。既述の通り、これまで電力を消費していた予熱ゾーンのエネルギー消費量が0になるなどの省エネ効果があり、電力のデマンド値を大きく下げられるなどの効果もあって、比較的短期で投資回収が可能であった。この件に関しては、「大阪ガスが熱心に計測・サポートしてくれた」と、エネルギー供給事業者の協力の効果が大きかったことを語っている。この対策における大きな障壁は、下記のコメントの通り、品質に関するリスクであったという。

「投資を伴う省エネの最大のネックは、工程変更により品質が変わる懸念があることだと思う。なので、省エネになることがわかっていても工程は変えたくないという意識が強く働く。きっと品質は変わらないだろう、問題ないだろうと思っても、それを検証するハードルが非常に高い。取引先に説明するにあたり、今の状態と改善後の状態が同じであるかどうか、数字で見える『はかり』、『ものさし』が必要となる。今回のガス炉化の場合には、ガス供給事業者が、事前に実物の品質チェックにまで協力してくれた。これにより、製品に問題ないことが証明でき、安心して出荷できています」。

2013年には、ガス化した乾燥炉の断熱に取り組んだ。「ガス炉の周りが暑い。それだけ熱が逃げているということなので、何か対策がないものかと山さんに相談した」という。適した断熱材が見つからず断念しかけ

ていたが、山氏が高温でも耐えられるオーダーメードの断熱材を製作する業者を探して紹介し、その業者によってシミュレーション結果が数値で示され、投資回収が見込めることが確認できた。これを受けて、補助金申請・投資に踏み切った。この経緯に関し、社長は「山さんの粘り強さに助けられた」とコメントしている。ここから、対策の余地は把握できても、適切な業者、適切な対処方法を見つけることが難しいという障壁が確認できる。また、これが協力者によって除去できたことがわかる。

なお、ガス炉の断熱には、副次的効果もあった。「乾燥炉近くの夏の暑さが断然ましになった。作業環境が大きく改善された。これは作業者の健康管理上も良い効果があった」とコメントしている。

ヒアリングでは他に、「省エネのネタは山ほどあるというのがこれまで取り組んできた実感。ただし、『手間対効果』が見えないと、中小企業では対策実施に踏み込めない」として、計測や検討にかかる手間、つまり人件費を費やす価値がある対策かどうかの判断に障壁があることが示唆された。また、「一口に省エネ診断といっても、短時間で工場内を見てまわり一般的なアドバイスをするだけでは、現場の役には立たない。山さんのように、ものづくりの現場をわかっている人が、診断というよりも、現場に入り込んで一緒に考えて動いてくれるという形でないと、なかなか実行することはできない」として、省エネ診断の在り方についても指摘があった。

3 B社（プラスチック成型業）の事例

B社は、プラスチックの成型等を行う事業所である。

まず、B社の省エネへの取組概要を記載する。2003年に KES⁸⁾ステップ2を取得し、このマネジメントシステムに基づいて環境負荷低減に取り組んできた。デマンド計を設置し、ピークカット・シフトにも取り組んでいる。2010年にコンプレッサーをインバータ化し、コンプレッサーの電力は約60%減少。これは、事業所全体の消費電力の8%ほどにのぼる。リース制度を利用しているので初期投資は発生していないが、計算上の投資回収年数は3年以内であった。2013年には、水銀灯および蛍光灯をLEDに更新し、事業所全体の2~3%の消費電力削減につながった。この部分の投資回収も、3年以内の予定である。同じ2013年、これまで電気関係の保守管理を依頼していた業者を、保守管理だけでなく、省エネの運用提案、機器提案までサポートしてくれる業者に契約変更。デマンド計もよりわかりやすいものにして、引き続き省エネに取り組んでいる。また、省エネ以外にも、環境対応型新製品の開発に取り組み、これがプラスチック成型に並ぶB社の事業の一つの柱に成長している。

B社も、A社と同じく、複数回の省エネ診断を受診

し、運用改善による省エネに加えて投資を伴う省エネを実践している。実現までにどのような障壁があったのか、筆者なりの考察を加えながら、時系列に沿って見ていきたい。なお、本項においては、鍵カッコ内のコメントは、ヒアリング（2014年11月27日に実施）にご協力くださったH氏のコメントである。

まず、2003年という比較的早い時期に KES ステップ2を取得している。H氏は「省エネは、当然経費削減の観点から非常に重要で、古くから意識は持っていた」、「日常業務の中で紙・ゴミ・電気を削減することで、環境負荷に対してみんなで取り組むという下地ができた」とコメントしており、省エネに対する意識不足という障壁は、そもそも小さく、また KES に取り組む中でさらに解消が進んだことがわかる。

投資を伴う省エネに取り組むきっかけは、コンプレッサーが更新時期に差し掛かったことであった。2010年に、見える化診断を受診し計測してみると、コンプレッサーが、設備の稼働状況と関係なくフル運転をしていることがわかった。コンプレッサーは、老朽化してはいたもののまだ使える状況ではあったが、インバータ機に更新したほうが大幅に省エネになり、投資回収も十分に可能ということがわかり更新に踏み切った。

ここに障壁はなかったのだろうか。H氏はこの点に関し次のようにコメントしている。「多くの費用が掛かるので、当然、簡単には意思決定できない。しかしながら、山さんらによって、一般的なシミュレーションではなく、我が社にとってどうなのか、実際の計測データに基づくシミュレーションをしてもらうことができた。これにより踏み切ることができた」、「机上の計算は、自分たちでもやろうと思えばできるかもしれない。しかし、そのために割ける時間がなく現実的にはできない。ましてや、計測装置を使って、自分たちで測定し、それに基づくシミュレーションを行うということはなかなかできるものではない」。つまり、初期投資を準備するのが難しいという障壁は存在するが、これは、エネルギー消費の実態を把握するのが難しい、効果を算出するのが難しい、算出のための専門家がいらない、あるいは人手を割くことができないといった障壁と強く関係していることがわかる。加えて、「山さんは、コンプレッサーの省エネに取り組んだ経験をお持ちだった。それも、身近な京都の会社の事例だった。意思決定にあたっては、山さんの経験による説得力もオンされた」とのコメントもあり、同規模の身近な成功事例が、意思決定を後押ししたことがわかる。

なお、コンプレッサーの更新に当たり、B社は、リース制度を利用することで初期投資なしでの更新を実現している。効果はほぼシミュレーション通りであり、導入直後からコストメリットが生まれている。

この後、B社は照明のLED化に取り組んだ。照明

の高効率化は、2010年の省エネ診断時点で検討項目には上がっていた。しかし、当時は、機器の性能が今ほど良くなく、値段も高かった。そこで、優先順位を考えてコンプレッサの省エネを先に実施。LED化については、デメリットが解消されるのを待っていたという。そして、あらためて診断を受診し、これを受けて、使用頻度が低い部屋をのぞき、ほぼ全灯の更新を実施した。なお、照明に関しては、消費電力量は定格消費電力と使用時間の積にほぼ等しいので、計測はそれほど重要ではなく、コンプレッサのようなシミュレーションの困難さは伴わない。

見える化診断では、射出成型機の断熱も提案されている。しかしながら、実施には至っていない。これはなぜか。H氏は「省エネの選択肢としては常に持っている。しかし、断熱により温度が変化することになるため、それが品質や生産サイクルにどう影響を与えるかがわからず、このリスクがあるために実施していない。温度の再設定・調整という作業には時間がかかるが、実験のために製造ラインを止めるのは難しい」として、品質に関するリスクが強い障壁となっていることをコメントしている⁹⁾。その上で、こうしたリスク解消のための、大学など研究機関との連携、同業者による省エネの観点での情報共有、あるいは機械メーカー等との連携の可能性や必要性についての指摘があった。

最後に、電気機器の保守管理と省エネ運用提案を合わせて行う業者との契約について。まず、このようなサービスを行う業者を知ったきっかけは、同業他社から導入実績に関する話を聞くことができたことだという。これにより、省エネの選択肢に関する情報不足という障壁、及び導入の心理的障壁を解消できている。費用面に関しては、もともと契約していた保守管理会社とさほど差額はなく、実質的に追加費用は発生していない。デマンド計が見やすいものになり、また、デマンド値を超えたら急に警報がなるのではなく段階的に情報が提供されるため、対応がしやすくなっている。B社及び業者が一緒になって段階ごとの管理標準を作り運用しているという。つまり、外部との連携により、運用面での情報不足解消につながっている。

省エネルギー推進のためのポイントについて聞いたところ、H氏は「下地として、こまめに電気を消すなどの地道な努力・運用改善が絶対に必要。省エネに終わりではなく、省エネ・節電の観点からのカイゼン活動が必要だろう。その上で、会社内部の意思決定者、担当者、外部専門家、メーカーなどの『登場人物』がそろい、それぞれの持てる力を出し合うことが重要」として、省エネ推進のためのパートナーシップの必要性を指摘している。H氏は、同業者の「これ、やってよかったよ」という生の声の影響は大きいと指摘し、「きっかけとして他社事例があり、そこに検討・決断

のための客観的データが加わることが効果的で、自分たちも引き続き取り組んでいきたいが、公的な機関が、意図的にこれらを提供してくれれば、取り組みは広がるのではないかと提案があった。

4 考 察

本節では、2社のヒアリング調査から見えるものを整理し考察を試みる。

まず両社に共通していたのは、省エネ・光熱費削減に対する意識不足という障壁は存在しないということだった。2社は、いずれもエネルギーマネジメントシステムを構築してエネルギー消費量の管理を行い、デマンド管理を含む運用改善を行っていた。また、補助金や省エネ診断などの支援制度に関する情報をキャッチできるだけの「アンテナ」を張っていた。第V章に述べるが、こういった土壌を備えていたことに関しては、少なくとも中小企業においてはある程度特殊な例であり、つまりは、もともと省エネに熱心な事業所であったと言える。

しかしながら、こうした事業所であったとしても、投資を伴う効果的な省エネにすんなり取り組めたわけではない。つまり、省エネルギーバリアを抱えていた。2社ともが最初に直面していたのは、効果的な対策を見つける段階における「エネルギー消費実態を把握するのが難しい」という障壁であった。また、これと表裏一体だが、効果を算出する段階に進んだとしても、「省エネルギー効果、投資回収年数の算出が難しい」という障壁が存在した。ヒアリングから、これらの障壁を中小企業単独でクリアするのは難しく、外部からの支援、とりわけエネルギー消費状況の計測を伴う支援が効果的であったことが確認できた。

また、両社とも、製造工程に関連する省エネの障壁について「リスク」を挙げた。これは非常に重要なキーワードであるため、ここで筆者なりに考察しておきたい。

若林・木村(2009)は、省エネルギー投資の主観的割引率が高い理由についての考察の中で、リスクについて次のように述べている。

「省エネルギー投資のリスクが高いのは、① 技術が新しく信頼度が低い、② 非流動的でやり直しが利かない(埋没費用が高い)、③ 他への転用が利かない、などの理由によると考えられている。しかし、エネルギー効率改善のために採用される技術は、既に十分に効果が実証され、信頼度の高い既知のものであることが多く、①の技術的なリスク要因はむしろ小さいと考えられる。同様に、②や③についても、省エネルギー投資に特筆すべきものでなければ、他の投資案件に比べてリスクが高い理由とはいえない。このため、リスクが省エネルギー投資を敬遠する要

因かどうかは、まだ十分に検証されていない」。
(pp. 11-12)

一方、個別の技術に関する省エネルギーバリアを扱った木村（2009）は、工業炉についての考察の中で、品質が安定している現状からあえて変更するリスクを負いたくないという意識が働くことを、またモータシステムについての考察の中で、品質にリスクが生じる場合、品質に問題ないかのチェックが必要となるため、他部局との連携が必要となり経営層のリーダーシップが必要となることを指摘している。

さて、2社のヒアリングとこれらの指摘を踏まえて、リスクについて整理する。まず、リスクは（1）経営に関するリスクと（2）品質に関するリスクに大別できよう。ここで主題とする（2）に関しては、仮にアンケート調査などで「品質に関するリスクがあるから省エネ投資を実施できない」と回答する事業所であっても、その実情は様々であり、分類して考察することが必要だろう。筆者は、① 品質に影響は無いにも関わらず、心理的に障壁を感じて同じものを使い続ける、② 品質に影響が無いことにはかなりの確信を持っているが、それを証明することが難しいために投資に踏み切れない、③ 省エネ投資によって製品温度や機械の運転状況に変化が生じる可能性が高いことから、品質確保のために運転の調整（作業手順や制御プログラム変更等）が必要となる可能性が高く、時間と人件費がかかるため投資に踏み切れない、④ 品質が変化する可能性が高く実際にリスクがある、の4つに分類できると考える。ヒアリングのA社におけるガス乾燥機導入の場合は②に該当しており、外部検査機関による検査証明書が発行されたことでこの障壁を乗り越えられた。B社における断熱の場合は③に該当する。

これらを分けて考えることは、支援策を検討するにあたって極めて重要である。行政機関等は、当然ながら事業所内部の人ほど技術に精通しているわけではないため、「品質へのリスクがあるから省エネ投資はできない」とされれば、踏み込んだ支援はしづらい。しかし、少なくとも①～③に関しては対処できる可能性がある。2件のヒアリング調査からは、こうした「リスクの多様性」についての示唆を得た。

初期投資を準備することに関しては、少なくともこの2社の事例では、最大の障壁とはなっていない。むしろ、「投資を行うに足る」という確証を得るまでの段階に障壁が存在し、これがクリアされていれば、比較的スムーズに初期投資あるいはリース制度の活用に至っている。これは第Ⅱ章の図3や図4から受けるイメージとは大きく異なっている。もちろん、2社が特殊な事例である可能性は残されているものの、少なくとも、資金調達に難しいという障壁をひも解くと、実は資金調達以前の障壁が大きく関係している可能性が

存在すると言えるであろう。

全体として、エネルギー消費実態を把握する段階、効果を算出する段階などに、様々なバリアを連続的に抱えており、これが相互に強く関係していることが確認された。また、外部支援の必要性も確認され、支援内容は単に対策の選択肢を示すものではなく、バリアに対応したものである必要があることが確認された。

V 省エネルギー診断員の目から見た 省エネルギーバリアの実態

1 はじめに

実態把握のためには、事業所内部の視点だけではなく、外部の視点からの検証も必要不可欠であることから、KSVU に所属する省エネ診断員のヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査は、診断員8名が集まる研究会の機会を借りてのグループヒアリング、および省エネ研究会リーダーである山和孝氏を対象とする個人ヒアリングの2段階で行った。

2 診断員グループヒアリング調査

KSVU 省エネ研究会メンバー（見える化診断員）8名を対象に、グループヒアリングを行った（ヒアリング日：2014年9月9日）。ここでは、発言の中から主要なものを抽出し、省エネルギーバリアの連続性という観点から筆者なりに分類して記述することにした。診断員によると、コストをかけずに実施できる運用改善から、投資を伴う省エネまで、様々な対策が実施されないまま放置され、省エネルギーギャップが存在しているという。こうしたギャップはなぜ解消されないのだろうか。

診断員から見た最初の障壁は、経営層の省エネに対する関心の低さである。下記の発言の通り、関心を持っていないと、そもそも情報を得ることができず省エネルギーギャップ解消の入り口に立つこともできない。このような状態であれば、例えば優良事例集を作成しても、その情報は実際には事業所には届かないことがわかる。つまり、単純な情報発信では、情報不足という障壁の解消にはつながらない可能性が高いことがわかる。

「全く関心が無い事業所をどうするのか。電気代が上がっても食いついてこない。ここが最大の課題だ」。

「補助金を探そうとする事業所、省エネ診断に申し込んでくる事業所は、そもそも省エネに関して感度の高い事業所だ。社長などがどれだけアンテナを張っているかによって、キャッチできる情報が全く違う」。

では、事業所が省エネに関心を持ったとして、次に直面する障壁は何か。下記の通り、効果的な対策を見つける難しさに関して多くの指摘がされた。

「最初の段階の『対策を見つける』というのが難しい。例えば、効率の悪いクーラーを使い続けている事業所は『ちゃんと冷えているからそれでいいわ』と、そこに省エネによるコスト削減の余地があることを認識していなかった」。

「知らないうちに無駄なことを続けていることが多い。例えば、必要以上に広いスペースを除湿している例がある。本当に除湿が必要なところだけに絞ればよいのだが、これまでの状況が普通だと思っていると、気が付かない。」

「そもそも、蒸気配管のバルブやフランジに装着する保温カバーを知らない人も多い」。

効果的な対策を見つけることと強く関連するが、省エネ効果を算出することの難しさに関しても指摘があった。第Ⅳ章で確認した通り、効果的な対策に関する情報を入手したとしても、自社における効果の算出ができなければ、対策の実施には踏み切られない。ここには情報不足、あるいは効果算出のための人件費という隠れた費用という障壁が存在しており、この解消が必要であることがわかる。

「省エネになると一般的には言われる対策であっても、自社においてどれくらいの効果があるかわからない、計算できないという障壁が大きい」。

「消費エネルギーの計算は、プロでも難しい。中小企業の現場ではなかなかできない。『今まで通り動いていればそれでいい』ということになってしまう」。

対策が見つかった場合、投資回収年数が何年くらいと見込まれれば実行されるのであろうか。これに関しては、一般的には3年以内と言われることが多いが、診断員からは、投資回収年数もさることながら、計算のしやすさが重要であり、中小企業は分かりやすく計算しやすい対策を優先して実行する傾向が強いことが指摘された。

「とことん省エネ・コスト削減を突き詰めるところと、まったくやらないところの差が激しい。3年なら投資すると一般的に言われるが、実際にはそうはいかない」。

「投資回収期間が15年でも実施する事業所があるから面白い。太陽光発電はその典型だろう。つまり、計算できれば実施するということだ」。

「太陽光発電は計算できる。しかし、コンプレッ

サーは計算の仕方を知らない。計算しづらい。なので実施されないことが多い」。

「LED 照明に関しては、効果が確実に計算できる。つまり投資リスクが少ないから投資される」。

リスクに関しては、投資判断の際の重要な要素となる。診断員からは、仮に3年以内程度の投資回収が見込まれる対策であったとしても、リスクが障壁となって投資の決断に至らない場合があることが指摘された。また、これを乗り越えるためには、身近な同業他社の事例が有効であることが指摘された。

「2～3年で投資回収可能な省エネ策はある。しかし、そこにはリスクがある。効果が補償されていないのでなかなか実施に踏み切れない」。

「『今の光熱費で経営が成り立っているのであればそれでいい』と思われがちである。投資にはリスクが伴うので、これをクリアしないと投資されない」。

「例えばコンプレッサの事例について。売る側がいい物、つまりインバータ機を売ろうとしても、『高い物売りつけられるのでは』と信じない可能性がある」。

「知り合いの同業者が実践して『確かに効果が出た』ということになれば導入するだろう」。

投資を伴う対策の場合、そのタイミングが重要となる。設備更新時期を待たず、すぐにでも省エネ機器に更新したほうがよいような事例もあるが、診断員からは、機器更新のタイミングを捉えて省エネ型の機器を選択することの重要性が指摘された。この場合、実質的な省エネ投資額は従来型機器との差額だけになり、投資回収年数は短くなる。しかしながら、現実的にはこれが実現していないという。この理由について、下記のような指摘があった。

「更新時に省エネ型の機器を導入することも、広い意味では省エネ投資である。ただし、中小企業では、そもそも設備台帳を作っているところがほとんどなく、設備管理がなされておらず、したがって更新計画も立てられていない点が課題である」。

「ここ数年で導入したコンプレッサが非インバータ機であり、すぐにでもインバータ機に更新した方が得になる事例がある。これは珍しくない」。

「カタログを見ても、パッと見では性能が変わらないように見える。トータルコストを意識していないために、結局はこれまでと同じ安いものを導入して、高い光熱費を払うことになってしまう」。

なお、省エネルギーバリアの把握・分析方法に関して、「中小企業にアンケートをとっても、そもそも知

らないことについては答えられないので、実情は見てこない」、「ぜひ対策を実践できていない事業所のヒアリング調査を実施してほしい」と発言があり、バリア分析に当たってのアンケート調査の限界性、「生の声」に基づいて考察を行うことの必要性が指摘された。

3 診断チームリーダーヒアリング調査

本節では、KSVU 省エネ研究会リーダーの山和孝氏へのヒアリング（2014年12月19日、および2014年12月21日に実施）により得られた情報を記載する。なお、本節において鍵カッコ内のコメントは、特に断りのない限り、ヒアリング時の山氏のコメントである。

① 省エネが進んだ事業所、進まなかった事業所の特徴について

ヒアリングでは、過去の見える化診断事例の中から、実際に効果的な省エネにつながった事例、および費用対効果の高い対策が存在するにも関わらず実施に至らなかった事例をそれぞれ匿名で挙げていただいた上で、そこにどのような特徴があったのかを尋ねた。

効果的な省エネにつながった事例の特徴として共通していたのは、(1) 経営者が省エネ・コスト削減に対し熱心であったこと、(2) 事業所担当者や診断員の信頼関係を構築できたこと、(3) 本業がある程度うまくいっていること、少なくともうまくいかせようとコスト削減に取り組んでいることの3点であった。とりわけ強調されたのは(2)であった。

一方で、費用対効果の高い対策が存在するにも関わらず実施に至らなかった事例については、その要因は様々であった。例えば、a社（医療・福祉関係施設）では、湯の使用量が多く、省エネ設備導入により2年半ほどで投資回収可能であったにも関わらず、実施には至らなかった。そこには、投資の判断をできる人が現場に常駐しておらず、意思決定に難しさを抱えるという課題があったという。同様に、b社（小売業）においては、大量の白熱灯が使用されていたため、高効率照明への切り替えを提案。投資回収期間は1年以内と見込まれ、現場担当者は光の雰囲気も問題ないと判断していたが、これも経営者が現場に常駐しておらず現場での意思決定が難しいという障壁があって実現に至っていない。c社（繊維工業）の場合には、課題となったのは事業所の体力であった。メンテナンスが容易で投資回収が可能な熱回収システムの導入を提案したが、工場の稼働が徐々に減っている状況であることから対策への投資ができず、実施には至らなかったという。

② KSVUが重視しているデータ計測の意義について

次に、KSVU が重視しているデータ計測の意義について聞いた。

まずは、下記のような事例により、無駄が見つかり運用改善による省エネつながることが語られた。

「ある事業所で、コンプレッサーの稼働状況を計測したところ、終業時にコンプレッサーの主電源を切るという基本的な手順が徹底されていなかったことが一目でわかった。その後、同社は計測機器を自ら購入し、常時設置して、稼働状況を確認するようになった」。

「コンプレッサーに関し、定速機が優先的に使われてインバータ機が有効に機能していない事例が複数あった。これも、計測してみればじめて判明した」。

また、第IV章でも確認した通り、投資を伴う省エネについて、投資の決断のために計測データが必要であり、計ってみて初めて省エネの余地と投資回収年数の計算も可能であることがヒアリングであらためて確認された。

③ 個別の省エネ策に関する省エネバリアについて
ヒアリングの3項目目として、省エネ診断で提案頻度が高い省エネ策と、それが実施されずに放置されている原因について聞いた。山氏からは、表8のように具体的な省エネ策とそれぞれに関する省エネルギーバリアについて語られた。

④ 省エネルギーバリア除去のための支援策について
省エネルギーバリア除去のための支援策について聞いたところ、真っ先に挙げられたのが、省エネ診断実施後のフォローアップの必要性であった。その上で、次のような指摘及び提案があった。

まず、BEMS あるいは FEMS に関し、その有効性に言及した上で、「データを使って省エネを考え実践するのは、結局は人であるということを忘れてはならない。BEMS/FEMS は、実態把握という部分の障壁には効くが、それ以外の障壁の解決にはならない。実際、BEMS を導入した比較的大きな事業所であっても、担当者が数字の読み解き方がわからず具体的な省エネを実践できていない事例がある。支援する側が、BEMS/FEMS の利点と限界性を把握したうえで、他の対策と合わせて『処方』することが必要ではないか」と指摘した。

また、補助金については、単に投資回収を短くするだけではなく、経営者の関心を集め、やる気を引き出すことにつながっているとして、そのアナウンスメント効果を強調した。

最後に、情報発信の方法について指摘があった。「CO₂削減のために省エネしましょうという情報発信をしても食いついてこない。『おっ』と思えるような

表8 山氏による提案頻度が高い省エネ策と省エネルギーバリア

具体的省エネ策	内 容	省エネルギーバリア
バルブやフランジの断熱	着脱可能な断熱ジャケットを取り付けることで簡単に断熱可能。短期間に投資回収可能。	・情報不足 ・効果把握の難しさ
省エネ型Vベルトの装着	曲げ抵抗が小さいベルトにすることで、数%の省エネが可能。長時間使用するところであれば、1年以内に投資回収可能。	・情報不足 ・効果把握の難しさ
コンプレッサのインバータ化	負荷に対応した制御ができるようインバータ対応の機種にすることで省エネが可能。	・情報不足 ・機器ごとの電力消費量の把握が難しい
照明の高効率化	水銀灯を、LED や LVD にすることで消費電力の大幅削減とともに、寿命も長くなり交換の手間は費用も削減可能。	・機会損失リスク（年々性能向上と価格の低下が進むため、先送りしたほうが特になる可能性）

対策が存在することが知られておらず、効果的で投資回収年数が短い対策について、驚きを与えるような情報発信ができていないのではないかと。また、同業他社の実践情報は効果的であり、これを意図的に行うことが必要。単に事例集を作成しても、読まれなければ活用されない」として、単に情報を収集するだけではなく、そのノウハウを同業他社にどう横展開するかという発想が必要であるとの指摘があった。

4 考 察

本節では、診断員グループヒアリング及び省エネ研究会リーダー山氏へのヒアリング調査で得られた情報を整理し、先行研究から得られる情報を交えて考察を行う。

まず、中小企業が省エネ実現までの過程に様々な省エネルギーバリアを抱えており、中でも、機器ごとのエネルギー消費状況を計測して省エネの余地を計算することは中小企業のみでは難しいこと、これらを含めた外部からのトータル支援が有効であることが確認された。これらは、第Ⅲ章及び第Ⅳ章で確認した内容と一致している。

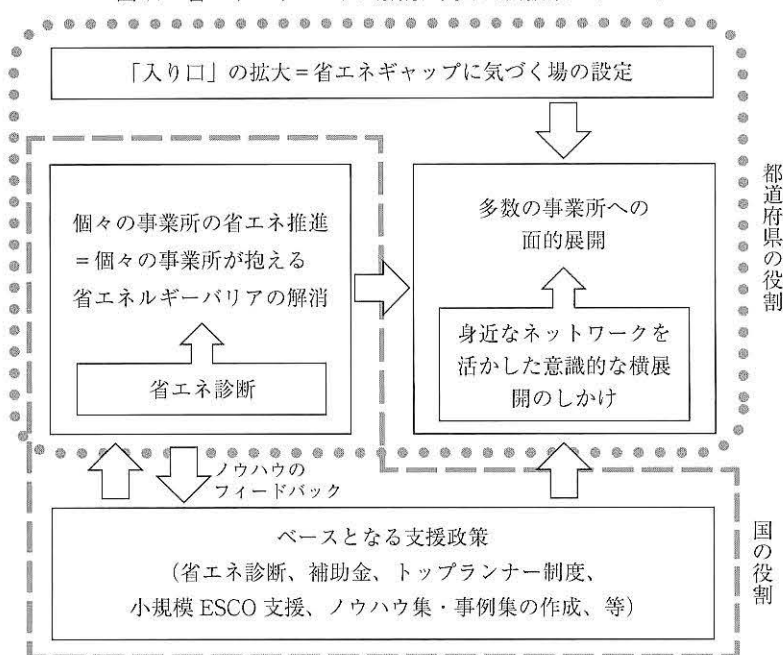
第Ⅲ章及び第Ⅳ章との違いは、まず、そもそも関心を持っておらず、省エネに関する情報へアクセスするための「アンテナ」を張っていない事業所が多いという問題が指摘されたことであった。アンテナを持たなければ、どれだけ有効な情報が冊子やインターネット上に掲載されていても、省エネ診断サービスが提供されても、事業所には届かない。先行の調査では、担当者が効果的な対策を検討しても経営者の関心が低ければ実施されることが指摘されており、特に経営者に対して、効果的な気づきの場を提供することが必要であると言えよう。

設備更新時に省エネ型の製品が選択されない問題についても複数の診断員から繰り返し指摘があり、これも第Ⅲ章及び第Ⅳ章との違いであった。この問題には様々な障壁が関与している。例えば、新製品に関する情報の不足、現状の機器のエネルギー消費状況を把握

する人手や能力の不足、機器リストを整備しあらかじめ更新計画を立てておくシステムの欠如、そして、資金調達の難しさなどである。これらの障壁を乗り越えるには、時間が必要である。設備更新のタイミングは省エネ投資の好機ではあるが、故障による突発的な設備更新の場合には、余剰の設備を持たない事業所では復旧までのスピードが最優先されるため、省エネ投資に結び付けるのは難しい。あらかじめ予算と省エネの選択肢を蓄積し、タイミングを見つけるための支援策が必要と言える。

ここで、「分かりやすく計算しやすいものが投資の対象として選ばれやすく、導入にあたって、計測やそれをもとにしたシミュレーションが必要なものは選ばれにくい」という点に関して考察しておきたい。この問題は、すでに第Ⅱ章において、中小企業庁等のアンケート調査結果をもとに提起した問題であるが、ヒアリングにおいて診断員からも同様の指摘が複数回あった。若林ら（2009）は、この問題を「信用財」、「情報の公共財的特性」、「逆選択」というキーワードを使って説明している。すなわち、計測機器を使いこなす専門的知識がないとエネルギー消費状況を把握できない機器は「信用財」¹⁰⁾であり、利用者は財の価格がその価値に見合ったものかどうかの判断ができないために購買のリスクが大きい。先行的に導入した利用者はその情報を持っており、好意的な情報が発信されれば他の利用者による導入を後押しする効果があるが、技術を先行導入した利用者には情報を他の利用者に伝えるインセンティブはない。このような性質は「情報の公共財的特性」と呼ばれ、公共財の供給を市場に委ねると過小供給となる。すると利用者は価格の安い製品を選択するようになり、市場メカニズムの帰結として、メーカーからは低品質の財が供給されるようになり、社会全体の効用が低下する。この現象は「逆選択」と呼ばれる（若林ら、2009、P.9）。つまり、省エネという視点から見て探索財と言える LED 照明や太陽光発電と、信用財と言えるコンプレッサ等とは、財としての性質が全く違うのであって、支援策はこれを踏

図 11 省エネルギーバリア解消に向けた支援策のイメージ



まえて検討する必要がある。逆選択を防止するには、公共財的特性を持つ「省エネ投資にまつわる生情報」をいかにして引き出し、他の利用者に伝えるかが重要であり、公的機関の関与が不可欠であると言える。

VI おわりに

以上のように、中小企業が抱える省エネルギーバリアについて、その連続性に着目し、先行の理論研究及び事例研究、行政機関によるアンケート調査結果、筆者自らが行ったアンケート調査結果やヒアリング調査結果を照らし合わせて検討を行ったことが本研究の特徴である。論文を締めくくるにあたり、本研究で明らかになったことを整理する。

本研究では、主に、以下の4点が明らかとなった。

第1点目は、アンケート調査結果により抽出された中小企業の省エネルギーバリアは、実態を反映していない可能性があることである。省エネルギーギャップに気づかないまま、わかりやすく計算しやすい省エネ策だけをイメージしながら回答したアンケート調査結果は、逆にバリアの実態を見えにくくしている懸念もある。

第2点目は、中小企業は、自らが認識していないものも含めて、様々な省エネルギーバリアを連続的に抱えていること。よって、個別のバリアを除去する政策では、省エネルギーギャップの解消につながらない可能性が高いことである。例えば、資金不足を解消するために補助金を用意しても、それ以前の障壁で検討が止まっているか、あるいは検討すらされていない省エネ策には活用されない。結果、効果的で投資回収期間が短い省エネ策が実施されないまま放置され、投資回

収年数が長く省エネルギーギャップとは呼べない部分の対策、あるいは補助金が無くても実施する予定であった対策などに補助金が投入されて、結果として社会全体としての省エネルギーコストが大きくなってしまいう可能性もある。

第3点目は、省エネルギーバリア除去には、省エネ診断の効果が大きいことである。特に、エネルギーの使用実態がわからないコンプレッサーなどの機器については、エネルギー消費実態を計測し、これをもとにシミュレーションを行い、事業所に寄り添って具体的な対策を一緒に考える形の省エネ診断が効果的であることがはっきり浮かび上がった。つまり、個別の事業所が抱える連続的な省エネルギーバリアに対応するためには、その連続性に対応したトータルなサポートが必要ということである。

第4点目は、中小企業の経営者が省エネルギーギャップに気づく機会を提供する政策、及び、先行事例の省エネノウハウを引き出して意識的に横展開する政策が必要ということである。第Ⅵ章のヒアリング調査で指摘があった通り、そもそも省エネルギーバリアの存在に気づいておらず関心が無い事業所は、省エネ診断等の支援制度が準備されていたとしても申し込むことはない。また、ヒアリングからは、現場担当者がギャップに気づいても、社としての決断が難しいという実情も見えており、経営層に対する効果的な「入り口」の確保が不可欠であると言えよう。また、(1) 省エネのノウハウは公共財的特性を持つため市場経済に任せておいては過小供給となる、(2) 身近な同業他社による先行事例は、導入のハードルを下げる効果が大きい、(3) 現実問題として、すべての事業所にトータルサポートを提供することは、人的及び財政的資源の

制約から難しいという3つの理由から、省エネ診断等の支援策を単に当該事業所のためのものと位置けるのではなく、そこから得られるノウハウを引き出して意識的に横展開する政策が不可欠であり効果的であると結論付けられる。

現在実施されている政策群を見るに、第4点目で指摘した政策は不十分であるように筆者には感じられる。国による政策をベースとしながら、例えば、主に都道府県ごとに組織されている同業種組合等と都道府県とが連携し、政策及び制度化することができないだろうか。現段階での私見を図示したのが図11である。

冒頭に記載したように、気候変動、化石燃料の枯渇、光熱費の高騰など様々な観点から、今後、中小企業に対しても省エネルギーの推進が強く求められることは間違いない。しかしながら、本論文で確認した通り、省エネルギーバリアが存在するままでは効率的な省エネは進まず、この状態で排出量報告制度や環境税といった制度を強化しても、中小企業にとっては、手間やコストの増大にしかならない可能性が高い。

効果的な政策検討のためには、省エネルギーバリアについて、今後更に調査と考察を進めるとともに、バリア除去に向けて実施されている政策事例を把握し、その効果を分析することが必要不可欠であり、これは今後の研究課題としたい。

注

- 1) 筆者が所属する京都府地球温暖化防止活動推進センターが、京都府からの委託を受けて、京都シニアベンチャークラブ連合会（省エネ研究会）と連携して実施する診断事業。
- 2) 平成24年10月2日環境省が設置。座長は植田和弘京都大学大学院経済学研究科教授。
- 3) この限界削減費用曲線のもととなった平成22年度温室効果ガス削減ポテンシャル調査では、年間3000t-CO₂以上の温室効果ガスを排出する事業所の調査を行い、3年以内の投資回収が見込まれる対策をこれらの事業所の排出全体の5%と試算している。今回の報告書では、削減量の明示はしていないが、試算方法の精査の結果、その量はさらに増加したとしており、5%以上であることは間違いない。なお、図1は、年間排出量3000t-CO₂未満の事業所も含めた産業部門及び業務部門の限界削減コストを示したものである。
- 4) 図2は、産業部門・業務部門だけではなく、家庭部門や運輸部門の含めた全体の限界排出削減コストを示したものである。
- 5) ここでは、中小企業基本法第2条で定められる企業を指す。
- 6) 京都府エコエネルギー戦略および京都府事業者排出量削減計画・報告・公表制度データより筆者推計。
- 7) 京都シニアベンチャークラブ連合会は、京都の企業や行政のOBグループから構成された連合体。中小企業支援、青少年教育などを行っている。
- 8) KES・環境マネジメントシステム・スタンダード。

ISO14001と同じコンセプトながら、シンプルで低コストに構築できる環境マネジメントシステムとしてつくられた。(http://www.keskyoto.org/kesinfo/ 最終情報取得日：2015年1月17日)

- 9) 診断を担当した山氏にも話を聞いたところ、山氏も、品質に影響が及ぶ可能性があるために、判断は慎重に行うよう報告書に記載し、口頭でもそう伝えていたという。
- 10) 信用財は、情報の経済学による商品区分の一つ。消費財は、探索財（消費者が購入前に製品の特長を知り評価できる財）、経験財（購入後にはじめて特徴がわかる財）、信用財（購入後も特質の把握・評価が困難な財）に分けられる。以上の説明は若林ら（2009）の脚注による。

【引用・参考文献】

- EDMC/日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット、2014、『エネルギー経済統計要覧』、一般社団法人省エネルギーセンター
- IPCC、2014、CLIMATE CHANGE 2014 SYNTHESIS REPORT (Summary for Policymakers)、日本語訳は日本政府「気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第5次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約 (SPM) の概要 (速報版)」、http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_syr_outline.pdf より、最終情報取得日2014年11月22日
- 気候ネットワーク、2014、「化石燃料輸入額増の主因は価格高騰 ～化石燃料輸入と10電力会社・電源開発の火力発電燃料の分析～」、www.kikonet.org/wp/wp-content/uploads/2014/04/pr20140428.pdf、最終情報取得日2014年11月27日
- 木村幸、2009、「産業部門における省エネルギーの障壁－ボイラ・工業炉・モータシステムの事例分析－」『電力中央研究所報告』研究報告 Y08045、財団法人電力中央研究所
- 木村幸・野田冬彦、2010a、「省エネルギー法による工場規制の意義と課題」、『電力中央研究所報告』研究報告 Y09010、財団法人電力中央研究所
- 木村幸・野田冬彦、2010b、「省エネルギー診断事業の費用対効果と改善策」、『電力中央研究所報告』研究報告 Y09009、財団法人電力中央研究所
- 経済産業省、2013、総合資源エネルギー調査会 省エネルギー基準部会 三相誘導電動機判断基準小委員会 最終取りまとめ、参考1-P.1、http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shou_energy_kijun/sansou_yudou/report_00_01.pdf、最終情報取得日2015年1月3日
- 国立環境研究所、2009、日本温室効果ガス排出量2020年25%削減目標達成に向けた AIM モデルによる分析結果 (中間報告)、http://www.kantei.go.jp/jp/singi/t-ondanka/dai5/siryou2_1.pdf、最終情報取得日2014年11月2日、pp.83-85
- 財団法人省エネルギーセンター、2010、『工場の省エネルギーガイドブック 2010/2011』、財団法人省エネルギーセンター
- 在間敬子、2008、「中小企業の環境経営推進の条件に関する実証分析：機械・金属業とプラスチック加工業のケース」、『社会・経済システム』29巻、pp.67-76、社会・経済システム学会

- 在間敬子、2010、「中小企業の環境経営に対する支援の現状と課題：地域社会における環境コミュニケーションデザインに向けて」、『社会・経済システム』31巻、pp. 45-58、社会・経済システム学会
- 杉山大志、2010、「これからの省エネルギー政策」、『省エネルギー政策論』、エネルギーフォーラム
- 中小企業庁、2010、『中小企業白書2010年度版』、日経印刷
- 西尾健一郎・岩船由美子・Won Anna、2010、「アンケート調査に基づく家庭用エアコンの利用に係るバリアの分析」、『日本建築学会環境系論文集』Vol. 75 No. 652、pp. 517-526、日本建築学会
- 排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会、2013、排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討について（報告書）、<http://www.env.go.jp/earth/er-potential/index.html>、最終情報取得日2014年12月3日
- 花岡達也、明石修、日比野剛、長谷川知子、藤野純一、松岡譲、甲斐沼美紀子、2008、「世界地域別の温室効果ガス排出削減量と削減費用の評価」、『エネルギー・資源』Vol. 29 No. 4、pp. 36-42、エネルギー・資源学会
- 馬場健司・田頭直人、金振、2012、「産業・業務部門における低炭素政策波及の可能性と促進・阻害要因」、『環境科学会誌』25(2)、pp. 73-86、公益社団法人環境科学会
- 判治洋一、2014a、「産業・業務分野における省エネルギーの現状と課題（前編）」、『省エネルギー』Vol. 66 No. 9、pp. 53-57、一般財団法人省エネルギーセンター
- 判治洋一、2014b、「産業・業務分野における省エネルギーの現状と課題（後編）」、『省エネルギー』Vol. 66 No. 10、pp. 46-54、一般財団法人省エネルギーセンター
- 藤原豊、2007、「中小企業の省エネとCO₂削減の現状と対策」、『省エネルギー』Vol. 59、pp. 22-32、財団法人省エネルギーセンター
- 布施征男・三角治洋、2007、「省エネ診断を活用する」、『省エネルギー』Vol. 59、pp. 32-37、財団法人省エネルギーセンター
- 水野清、2012、「中小企業における省エネルギーの普及にかかる仲介者の役割」、『環境情報科学学術論文集』No. 26、pp. 267-272、一般社団法人環境情報科学センター
- 若林雅代・木村宰、2009、「省エネルギー政策理論のレビュー—省エネルギーのギャップとバリア—」、『電力中央研究所報告』研究報告 Y08046、財団法人電力中央研究所