

東京大学 公共政策大学院

ワーキング・ペーパーシリーズ

GraSPP Working Paper Series

The University of Tokyo

GraSPP-P-09-003

地域冷暖房システムの補助金効率性に関する分析

白井清兼 新藤稔之 当麻江美 福田健一

2009 年 3 月

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GraSPP Policy Research Paper 09-003

GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC POLICY
THE UNIVERSITY OF TOKYO
HONGO, BUNKYO-KU, JAPAN

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

地域冷暖房システムの補助金効率性に関する分析

東京大学 公共政策大学院
事例研究(ミクロ経済政策・解決策分析 I)2008 年度

公共管理コース 白井 清兼
経済政策コース 新藤 稔之
経済政策コース 当麻 江美
経済政策コース 福田 健一

GraSPP ポリシーリサーチ・ペーパーシリーズの多くは
以下のサイトから無料で入手可能です。
<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/research/wp/index.htm>

このポリシーリサーチ・ペーパーシリーズは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある
論文草稿である。著者の承諾なしに引用・配布することは差し控えられたい。

東京大学 公共政策大学院 代表 TEL 03-5841-1349

地域冷暖房システムの補助金効率性に関する分析

東京大学公共政策大学院

「事例研究（ミクロ経済政策・解決分析Ⅰ）」 2008 年度

公共政策大学院	公共管理コース 2 年	078024	白井 清兼
公共政策大学院	経済政策コース 2 年	078091	新藤 稔之
公共政策大学院	経済政策コース 2 年	078096	当麻 江美
公共政策大学院	経済政策コース 2 年	078104	福田 健一

Executive Summary

本稿は地域冷暖房の補助金の効率性を CO2 排出削減の観点から分析したものである。結論から述べると、CO2 排出削減の観点からは現状地域冷暖房に支出されている補助金のうち本稿で分析したものについて、費用便益分析の観点からは補助金支出が過剰であることが示された。この結果を踏まえ、補助金支出額算定方法および審査プロセスの変更を提言した。

以下では本稿の全体図を示す。第 1 章においては、本稿の意義について述べた。地域冷暖房システムは導入目的に変遷があり、現在は業務その他部門における有効な CO2 排出削減手法となっている。一方で、補助金支出額の算出方法が旧来のもので変化がない。そこで、地域冷暖房システムの補助金は非効率的に支出されているのではないかという問題設定を行った。さらに、このような定量的先行研究は無く、温暖化対策の観点からの政策分析として意義がある。

第 2 章においては地域冷暖房システムと補助金制度について説明した。地域冷暖房システムの追加的装置に支出される補助金額は、事業費用に一定割合をかけたものであり、温暖化ガス削減効果と補助金支出が必ずしも一致していない可能性がある。

第 3 章では、CO2 排出削減の観点から現状の補助金支出に関する定量的な分析を、ケーススタディにより行った。各地域冷暖房地区ごとに、CO2 排出削減量の金銭評価額(B)と補助金支出額(S)の現在価値合計を計算し、指標(B/S)を算出して比較した。その結果 CO2 の金銭評価額をかなり高めに設定しても B/S は 1 を超えず、CO2 排出という観点からは現状の補助金支出は過大であり非効率であることを示した。そして、適切な補助金支出水準である CO2 排出削減の金銭評価額を、各地域冷暖房地区ごとに算出した。

第 4 章ではこれまでの分析を踏まえて、補助金支出額の算出方法について提言を行った。まず、補助金自体はその高い温暖化ガス対策効果から正当化されるが、事業費用と温暖化ガス削減効果が比例しないことから、事業費用に対して一定割合を掛けて補助金支出額を決定するプロセスが誤っていると結論付けた。したがって、3 章で示したように補助金の支出額算出方法を変更することによって、補助金の支出効率性を高めるべきである。

さらに、この提言は実行可能であることを第 5 章で述べた。現状の補助金申請の際に提出されているエネルギー利用予測や省エネルギー率を最初に提出する必須データとすることで、事務審査に伴って CO2 排出削減の観点から適正な水準の補助金支出額を容易に計算することができる。さらに、審査において利用する数値の妥当性を調査することで、より効率性の高い補助金支出が行えることとなる。

以上のように現状の補助金の非効率性という結果から、支出額算定方法を本研究の枠組みに変更することを提言する。

目次

1. 地域冷暖房システムに関わる状況と問題設定	1
1-1. 温暖化対策と地域冷暖房システム.....	1
1-2. 地域冷暖房システムの補助金分析への問題設定	2
1-3. 本論文の構成	3
2. 地域冷暖房システムの概況と地域冷暖房への補助金制度の現状	3
2-1 地域冷暖房システムの概況.....	3
2-1-1 地域冷暖房システムの分類	3
2-1-2 地域冷暖房の省エネルギー性能	6
2-2 地域冷暖房システムへの補助金制度の現状	7
2-2-1 補助金の概要	7
2-2-2 手続き.....	10
3. 補助金の効率性分析	11
3-1 補助金の理論的な支出基準	12
3-2 分析の方法	15
3-2-1 補助金効率性分析の枠組み.....	15
3-2-2 単年度分便益の計算方法.....	16
3-3 補助金の支出と効果に関するケーススタディ	19
3-3-1 補助金分析に用いられるケースの基礎情報	19
3-3-2 補助金効率性の分析結果.....	22
3-4 CO2 金銭評価額の上昇見込みに対する感度分析.....	24
4. 補助金制度への提言	25
4-1 現在の補助金制度の問題点	26
4-2 補助金の計算方法変更の提言	27
4-2-1 補助金計算方法の変更方針.....	28
4-2-2 算出方法変更の実行可能性への言及	28
4-3 本研究の課題	30
謝辞	35
参考文献	32

* 補遺	35
1. 地域冷暖房以外の CO2 排出量削減手法および日本政府の対策	35
3. 補助金の種類・手続きフロー	39
4. CO2 排出削減量の導出方法	40
5. ケーススタディの詳細結果	42

1. 地域冷暖房システムに関わる状況と問題設定

本章では、地域冷暖房システムとは何かを簡単に紹介し、なぜ本研究において地域冷暖房システムの補助金効率性分析を行うのかに関して言及していく。地域冷暖房システムは業務その他部門における温暖化ガス対策手法の一つであり、現状では温暖化ガス削減効果が求められている。その高い CO2 削減効果から補助金の支出を受けているが、その補助金の支出が効率的であるかには疑念があることを述べていく。

1-1. 温暖化対策と地域冷暖房システム

京都議定書以来、世界レベルで温暖化ガス対策が求められている。それは日本でも例外ではなく、特に CO2 を中心に対策が待たれている。そのような中、本節では地域冷暖房システムとは何かを、温暖化ガス対策の観点から記述する。

地域冷暖房システムというのは、オフィスや住宅などといった複数ビルのセントラル方式の空調・給湯を一括集約管理することによって、エネルギー効率を高めるシステムであり、導入することで平均 12.2%の省エネルギー効果を達成することができる。¹主に温暖化ガス削減手法として用いられており、現在日本において排出量の伸びているオフィスなどの業務・その他部門および家庭部門での CO2 排出削減に資するシステムである。²以下では、日本において業務その他部門および家庭部門での排出が伸びていることを示し、この 2 部門でエネルギー消費量の大きい空調・給湯のエネルギー効率を高めるという地域冷暖房の意義を述べる。以下の図 1-1 は日本の CO2 排出量の推移を部門別に示したものである。地域冷暖房システムが対応する業務その他部門の位置づけを見るべく、以下では部門別に CO2 排出状況を見ていく。

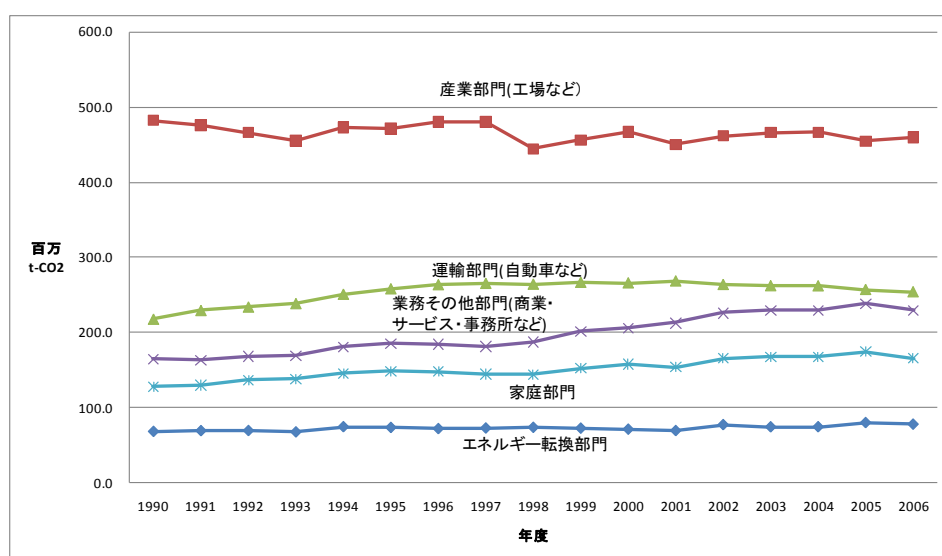


図 1-1 部門別二酸化炭素排出量の変化(国立環境研究所のデータをもとに作成)

産業部門に関しては、途中増加と減少を繰り返してはいるものの、京都議定書基準年の 1990 年比で約 5% 減少している。運輸部門については 1990 年比で増加しているものの、1996 年以降減少傾向にある。

¹ 経済産業省(2003)

² 歴史的な地域冷暖房システムの目的の変遷に関しては文末の補遺 2 に譲る。

一方で、家庭部門および業務その他部門に関しては増加傾向がうかがわれる。家庭部門は、2006 年は 1990 年に比較して約 30%増加した。業務その他部門は、1990 年から約 40%増加している。産業部門、運輸部門が横ばいあるいは減少に転じている理由が削減努力によるものなのかについてさらに分析は必要であるものの、他の 2 部門が減少に転じている中で家庭部門および業務その他部門が増加傾向にあることを考えると、家庭部門および業務その他部門での排出削減の余地は他の 2 部門に比べて大きいといえる。

業務部門および家庭部門でのエネルギー消費量のうち、冷暖房用および給湯用のエネルギー使用量は 2004 年度で約半分を占める。³前述したように地域冷暖房システムは 1990 年以降増加傾向にある業務その他部門および家庭部門における空調および給湯でのエネルギー消費量を削減することで CO2 排出量削減に資するシステムである。二酸化炭素排出削減の余地の大きい業務その他部門および家庭部門でエネルギー使用量の多い空調・給湯に要する消費エネルギー量を削減できるという意味で、地域冷暖房の意義は大きい。⁴

1-2. 地域冷暖房システムの補助金分析への問題設定

以下では本稿で行う補助金分析の問題設定を行う。上述したように地域冷暖房には温暖化ガス削減効果が存在するため、政府も温暖化ガス削減の目標から地域冷暖房に対しては補助金、金利優遇、税制優遇などの助成制度を設けている。その中でも補助金は一般財政からの支出となり、目的の正当性や支出額についての効率性が特に重要になってくる。

しかしながら地域冷暖房の補助金額については歴史的にシステムの導入目的が変化してきている。そのように変化する目的の中、70 年代に大気汚染などの環境汚染対策として行われていた補助枠組みと同様の算出方法で現在も補助金の支出が行われている。⁵このような事業費の一定割合を支出するという方法は、本当に温暖化ガス排出削減の観点からみて効率的に支出されているかについては疑問がある。したがって、地域冷暖房システムで求められている温暖化ガス排出削減の観点から、補助金支出は効率的に行われているのかという問題設定を行った。

また、先行研究として CO2 を含めた温暖化ガス排出削減の観点から地域冷暖房への補助金支出の効率性に言及したものはない。また、近年の政策の重要性とともに定量的分析を行うことを重視し、外部効果を温暖化ガス削減に限定する。以上の状況を踏まえて、以降では地域冷暖房システムへの補助金の支出効率性に定量的分析を加え、補助金額の算出方法について実行可能な提言を行っていくことが本稿における目的である。

ここで一言断っておくと、本研究で扱う地域冷暖房システムは商業施設や宿泊施設、公共施設などに導入されているものである。その点で、システムに導入する際に問題となる温暖化ガスは CO2 のみとなる。本研究ではなかったが工業施設から立て替えて導入した場合は、他の温暖化ガスに関しても削減効果を考察に含めるべきである。しかし、以下の分析では温暖化ガス削減効果という言葉を用いることもあるが、本研究においてはほぼ CO2 に限定されることを述べておく。また、定量的分析が可能である補助金支出による生産費用低減効果については、地域冷暖房システムが受注生産であり生産頻度が低いことで、企業のコスト削減インセンティブが働かないという特徴から研究より除いた。

³ 国土交通省 (2007c)

⁴ その他の手法および日本政府の対策については補遺 1 に譲る。

⁵ 李 (2004) を参照した。

1-3. 本論文の構成

前節で本稿における問題設定を行ったが、本節ではその問題設定に対してどのように答えていくかを論文構成を見ることで述べていく。

まず、第1章では地域冷暖房システムの概況と地域冷暖房システムに支出されている補助金の制度の現状を概観していく。この章では、本研究で対象としている地域冷暖房システムではどのような追加的システムが利用されているか中心に、システムに関連する情報を2-1でまず述べる。次に2-2では、本研究で分析の対象としている補助金の制度に関して見る。特に補助金の算出方法や補助金申請のプロセスを、政策提言を行う際の基本情報として押さえるという目的がある。

次に第3章では、補助金の効率性についての定量的なケーススタディを行う。3-1では分析に先立って本研究の分析の枠組みを理論的に整理した。この理論的枠組みにしたがって、3-2ではプロジェクト評価を行うように補助金の支出と温暖化ガス削減効果を比較することを述べる。そして3-3ではケースの紹介と分析結果を提示し、3-4ではCO₂の金銭評価額の不確実性に対応するため感度分析を行った。

最後に、第4章では補助金の効率性分析を行った結果を踏まえて、既存の補助金制度に政策的な提言を行っていく。まず4-1で現在の補助金制度の問題点に関して言及する。4-2ではそれを踏まえて補助金の支出額算出方法への変更提言を、具体的な変更点の提案とともに行っていく。4-3では本研究の課題に関して述べて、研究の締めくくりとする。

2. 地域冷暖房システムの概況と地域冷暖房への補助金制度の現状

本章では、第1章の問題設定を受けて基本知識を抑えていく。まず2-1において地域冷暖房システムの概況を述べて、地域冷暖房システムがどのようなものであるかを踏まえる。その後、2-2において本研究で分析の対象とする補助金の制度について、補助対象や補助申請のプロセスといった基本的な情報を述べていき、今後の分析の基礎とする。

2-1 地域冷暖房システムの概況

本節は、地域冷暖房システムの概況を述べることで、今後の分析の際に出てくる用語の定義や分析への理解を深めること、及び関連知識を踏まえることを目的とする。

2-1-1 地域冷暖房システムの分類

エネルギーの面的利用は、利用する施設・建物、地域の特性により多様なものが想定でき、今後更に新たなビジネスモデルの登場も考えられるが基本形としてエネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会(2006)によって、(1)熱供給事業型、(2)集中プラント型、(3)建物間融通型の3つの類型に分類されている。(表2-1)。

表 2-1:エネルギーの面的利用の類型

類型	熱供給事業型	集中プラント型	建物間熱融通型
概要	広域な供給エリアへ大規模エネルギープラントから供給	小規模な特定地域内へ集中的なエネルギープラントから供給	近接する建物所有者が協力し、エネルギーの融通、またはエネルギーの共同利用
規模	大	中～小	小
契約等	熱供給事業法による供給規定	供給者・需要家間契約	建物所有者同士の相互契約
供給主体	法に基づく熱供給事業者	契約に基づくエネルギー供給事業者	複数の建物所有者
供給形態	熱事業法に基づく供給義務(供給規定により供給条件を規定)一部では、電力の供給が行われる事例あり	契約に基づく供給義務(制約は熱供給事業型に比べ少ない)供給条件は契約による	相互契約により取り決め
その他	道路の占用の許可については、義務占有に準じた取扱 ^[1] がなされている	道路の占用の許可については、制度上可能(道路占用している事例あり)	道路の占用の強化については、制度上可能 ^[2]

出典：エネルギーの面的利用促進に関する調査報告書(平成17年3月)を参考に作成

[1] 「道路法」第32条の「水管、下水道管、ガス管、その他これに類する物件」で位置づけられており、導管を公道下に敷設する場合は、道路管理者の許可を受けることが必要となる。また道路占有に関しては、1996年6月に旧建設省道路局路政課長通達^[1]がなされ、上下水道、電気、ガスなどの義務占有に準じた取扱となっているが、東京都道路占有許可基準では、供給対象外のビルの敷地内を横断する場合などを除いては、原則として道路縦断などは認められていない。

[2] 現状においては、実施例はほとんどない

(1)「熱供給事業型」

通常、「地域熱供給」あるいは「地域冷暖房」⁶と称されるシステムであり、一定地域内の複数の需要家(建物)に、集中熱発生施設(コージェネレーション⁷、ヒートポンプ(蓄熱槽⁸を含む)、高効率ボイラー等の熱源機器)で製造された蒸気、温水、冷水などを、導管(配管)を通して供給を行う、熱供給事業法の適用対象のシステムをイメージした類型である。

現在、東京都心地区を主体にして、全国の都市部を中心に 154 地区において稼動しているものである。なお、1972 年制定の熱供給事業法では、適用する事業の基準を設けており、一般の需要(不特定多数の需要とされる)に供給し、かつ、設備の加熱能力が 21 ギガジュール／時以上⁹の事業としている。

⁶ 英語では、District Heating and Cooling と言い、略号で DHC と表わされている。

⁷ 1 つのエネルギー源から電気や熱など 2 つ以上のエネルギーを発生させ、その際、生じた排熱を冷暖房や給湯などに活用する。CGS と略される。

⁸ 温水や冷水や氷の形などでエネルギーとしての熱を蓄え、電力消費の多い昼間に供給できるようにするシステム

⁹ 21 ギガジュールの加熱能力は、家庭用の一般的なエアコンのおおよそ 2,500 台分の能力に相当し、オフィスビルでは延べ床面積 50,000 m²程度の空調が可能な能力規模である。

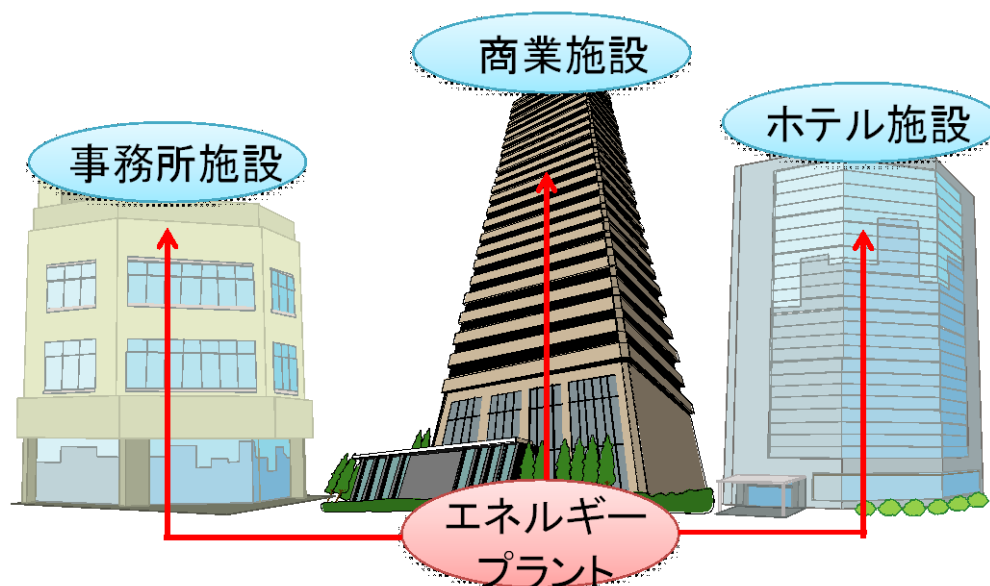


図 2-1: 熱供給事業型イメージ

地域冷暖房のシステム構成は、熱源設備、熱搬送設備、熱受け入れ設備に分けられる。熱源設備では電気やガスなどのエネルギー、ゴミ焼却排熱やコージェネレーション排熱、河川水や海水などの未利用エネルギーを用いて温熱を発生させるとともに、それらを一時的に蓄える(蓄熱槽)機能などを持つ。熱搬送には冷房用に約4～7度の冷水、暖房用などに約0.8MPaGの蒸気、120～180度の高温水、約80度の温水、47度程度の温水など様々な温度レベルのものが用いられおり、還水管も必要である。冷房があまり必要のない地域や住宅を対象にしたものなどで、冷熱供給を行っていない地点もある。供給される温熱の温度レベルは、主に熱源の種類によって異なる。ガスやゴミ焼却排熱を直接利用するなど高温の熱源を用いる場合には、熱媒が蒸気や高温水となる。また、電気を用いてヒートポンプなどで空気中や河川水、海水などの熱を利用する場合には、供給温度が低いほど効率が高くなるので、47度程度の温水となる。受け入れ設備は、地域冷暖房からの冷熱、温熱を受け入れて、建物内へ供給する際の計量・制御機能を持つ。

熱供給システムは次のような4項目を考慮し地域に導入されている:①熱媒及びエネルギーソースに応じた熱製造システム決定(ボイラー、冷凍機、ヒートポンプ等)、②熱媒、熱需要及び地理的条件に応じた熱配給システムの決定(配管本数、埋設方法、配管経路等)、③供給区域内の需要の種類及び地理的条件を考慮した最適熱媒の決定(蒸気、高温水、低温水、冷水等)、④熱供給に利用できるエネルギーソースの選定(電力、ガス、石油、石炭、コージェネ排熱、工場排熱、未利用エネルギー等)。これらは、都市開発や需要建物計画等と合わせて検討されるのが一般的で、構想の早い段階からの地方公共団体による事業推進や加入協力要請等の調整が必要である。東京都では、「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」及び「東京都地域冷暖房推進に関する指導要綱」を定めて、おおむね床面積が5万 m^2 以上の建築計画には、検討を導入する仕組みを整備している。地域冷暖房は現在のところ大規模な建設プロジェクトで計画当初から検討が行われ、導入されている。

また、都市活動に伴って排出されるゴミ焼却排熱、工場排熱、下水熱などの排熱源や海水、河川水などの自然界に存在するもので、従来熱源としてあまり利用されてこなかったエネルギーの総称として未利用エネルギーが使われている場合もある。

現在全国に 154 地区ある地域冷暖房地区のうち 41 地区で未利用エネルギーを利用している。利用されているゴミ焼却排熱や RDF¹⁰・再生油などの廃棄物エネルギー、工場・変電所・地下鉄・ビル(冷房)などの都市排熱エネルギー、下水・海水・河川水などの温度差エネルギーに大別できる。

(2)その他「集中プラント型」・「建物間融通型」

「集中プラント型」は、熱供給事業型とほぼ同様、集中熱発生施設による熱供給のシステムであるが、規模が小さいなど、熱供給事業法に該当しない需要家と供給者の相互契約である。同一敷地内の住宅地や大病院等において稼働している地点熱供給も類型である。全国の稼働件数は、現在のところ、160 地区以上である。

「建物間融通型」は、近隣の個別需要家(建物)の小規模な熱源を導管(配管)で順次連結し、建物相互間で熱を融通又は共同利用する、といった形態のものを一つの類型としたものである。特徴は、エネルギーの面的利用対象である建物が各々個別熱源システムを有していることがベースとなっており、従って、熱供給事業型や集中プラント型とは異なり、自立が可能なシステムということができる。

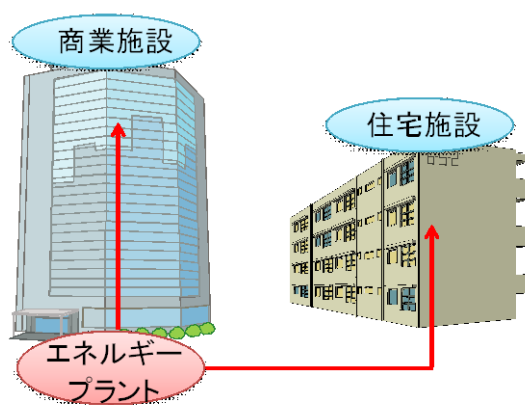


図 2-2: 集中プラント型イメージ

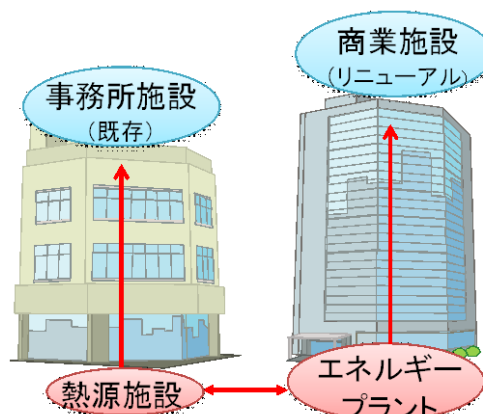


図 2-3: 建物間融通型イメージ

2-1-2 地域冷暖房の省エネルギー性能

地域冷暖房における省エネルギー性能は「平成 16 年度新エネルギー導入促進基礎調査(未利用熱エネルギー導入基盤整備調査)」（日本環境技研）によると、地域冷暖房の一般システムをモデル地区として想定して、以下に示す平成 14 年度調査のデータを用いて推計を行った。その結果、平均的な総合エネルギー効率として 0.605 という値を得た。この数字を今後地域冷暖房の総合エネルギー効率の基準として用いていく。

経済産業省(2003)のデータを表 2-2 に示す。

¹⁰ Refuse Derived Fuel の略で、生ゴミなどの廃棄物を固形燃料にしたもの

表 2-2 基準モデル推計基礎データ

システムの類型	総合エネルギー効率
吸収冷凍機＋ボイラ方式	
個別熱源方式	0.504
一般システム	0.608
コージェネ排熱利用	0.680
未利用エネルギー利用	0.701
電動冷凍機主体方式	
個別熱源方式	0.615
一般システム	0.849
未利用エネルギー利用	0.991
吸収電動方式	
個別熱源方式	0.604
一般システム	0.675
コージェネ排熱利用	0.735
未利用エネルギー利用	0.724

この調査では、個別熱源方式の平均的総合エネルギー効率は 0.595、地域熱供給の平均的総合エネルギー効率は、一般方式で 0.677、コージェネ排熱活用で 0.701、未利用エネルギー活用で 0.759、地域熱供給全体で 0.703 という結果が得られている。つまり、個別熱源と比べて一般方式の地域熱供給は約 12%、コージェネ排熱利用は約 15%、未利用エネルギー利用は約 22%、地域熱供給全体では、約 15%相当の省エネルギー効果があることになる。

前述の総合エネルギー効率 0.605 は、吸収冷凍機＋ボイラ方式の一般システムの 0.608 と整合的な結果となっている。

2-2 地域冷暖房システムへの補助金制度の現状

本節では、地域冷暖房システムへ支出されている補助金制度の現状に関するレビューを行う。特に、補助金の支出額算出方法が、事業費用に対して審査などによって決められる一定割合を乗じるという方式であることを指摘し、さらに、審査プロセスの状況を見ることによって分析の基礎とする。

2-2-1 補助金の概要

「未利用エネルギー面的利用熱供給の実態と次世代に向けた方向性」(経済産業省資源エネルギー庁,2008)によると、現在、地域冷暖房システムの支援政策は主に 3 つの形態を取っている。一つは、政府系金融機関などの金利優遇、次に特別償却などの税制優遇、そして最後に所管省庁による補助金である。本研究は主に補助金に関する分析であるので、補助金の制度について本節では見ていくこととする。

地域冷暖房システムに関する補助金としては、経済産業省関連のものと国土交通省関連のものがある。具体的には参考資料にある支援制度一覧を見ていただくとして、大まかにこの補助金を分類すると、特定のシステムを用いた地域冷暖房に適用するものと、地域冷暖房を含めた都市再開発に適用するものとに分かれると考えられる。本研究では地域冷暖房システムの補助金効率を見るという目的から、地域冷暖房そのものに支出されて

いる補助金を分析していく。その点から、主に経済産業省の補助金を中心に制度の確認を行っていく。なお、地域冷暖房システムにも適用可能な環境省の補助金制度も存在するが、小規模なものであり、活用実績は確認できなかった。

特定のシステムを用いた地域冷暖房に適用されるものとして、「新エネルギー等事業者支援対策事業(新エネルギー事業者支援事業)」「先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業」が挙げられる。これらは、地域冷暖房にかぎらず、それぞれ「温度差エネルギー、コージェネレーション」「(蓄熱槽などの)電力負荷平準化機器」といった特定のシステム・機器に対して助成されている¹¹。また関係者へのヒアリングによると、過去(90年代以降)には「環境調和型エネルギーコミュニティ形成促進事業」、「未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業費補助」などが補助金制度として活用されていた。これらの制度の目的は、省エネルギー・電力負荷平準化や、温暖化ガス削減、先導的機器の技術開発・市場開発が目的であるが、温暖化対策の観点は共通して強調されている。これらを表 2-3 にまとめる。

¹¹ 同報告書には他に「天然ガス型エネルギー面的利用導入モデル事業」「環境対応型高効率エネルギーシステム導入事業」「地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業」「エネルギー使用合理化事業者支援事業」も挙げられているが、具体的な活用状況を見ると、建物間熱融通などの面的利用が中心であったり、自治体のビジョン策定に利用されるものであったりするため、分析からは除外する。

表 2-3 地域冷暖房に関連する補助金制度一覧

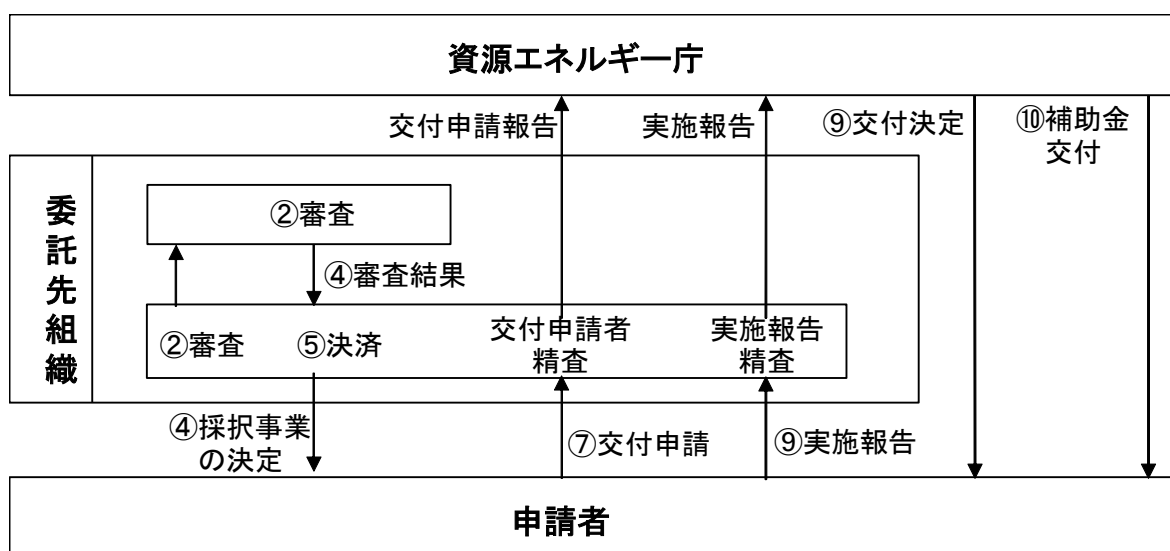
補助制度	所管	概要・対象システム	対象事業者・活用状況	予算	補助率	開始年度	終了年度	備考
新エネルギー等事業者支援対策事業(新エネルギー事業者支援事業)	NEDO(H9-13)資源エネルギー庁 新エネルギー対策課(H14-16)	未利用エネルギー(温度差エネルギー)	地域冷暖房事業者など	315.0億円(平成19年度)	1/3以内(上限10億円/年、最大4年)	H9	H17 定41、20	
天然ガス型エネルギー一面の利用導入モデル事業	経済産業省資源エネルギー庁ガス市場整備課、都市ガス振興センター	天然ガスを利用したエネルギー面的利用システム	集中プラント・建物間熱融通が中心	4.5億円(平成19年度)	1/3以内(上限2億円/件)	H19	H23	過去に先導的負荷平準化ガス冷房システム導入モデル事業
先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業	資源エネルギー庁電力基盤整備課、(財)ヒートポンプ・蓄熱センター	250kW以上の電力蓄蔵用二次電池、蓄熱式空調システム	地域冷暖房事業者など	12億円(平成19年度)	1/3以内	H16	H20	
環境対応型高効率エネルギーシステム導入事業	資源エネルギー庁石油精製整備課、石油連盟	石炭コージェネのうち、排熱有効活用の「環境対応型高効率エネルギーシステム」	工場や建物単体を中心		1/3以内(上限1.5億円/1件、最大2年)			
エネルギー使用合理化事業者支援事業	NEDO省エネルギー技術開発部	熱融通などと思われる	単独事業者・複数事業者		1/3以内(上限6億円/1件、単独事業者) 1/2以内(上限15億円/1件、複数事業者)			
地域新エネルギー省エネルギービジョン策定等事業	NEDOエネルギー対策推進部	新エネルギー導入を図るためのビジョン	地方公共団体等		定額	H19	H22	過去に地域新エネルギービジョン策定等事業・地域省エネルギービジョン策定等事業
新エネルギー省エネルギー実用活動促進事業	NEDOエネルギー対策推進部	草の根レベルにおける普及啓発を行う事業	NPO法人	1.6億円	1/2(上限2千万円)	H12	H19	
(過去の補助制度)								
先導的負荷平準化ガス冷房システム導入モデル事業	資源エネルギー庁ガス市場整備課、(社)日本ガス協会	ガス冷房システム(ガス吸収冷温水機・ガスエンジン発電機等・計測装置の設備費・工事費)		9.0億円(平成18年度 出:エネルギー白書 2007年度版)	1/3以内(上限1億円/件)	H16	H20頃	
環境調和型エネルギーコミュニティ形成促進事業	資源エネルギー庁、NEDOエネルギー対策推進部	未利用エネルギー(大規模コージェネレーション、発電所・工場等余剰エネルギー、地域高効率熱利用施設、廃棄物利用型製造施設、廃棄物燃料製造施設)	地域冷暖房事業者など	19.5億円(平成10年度 出:NEDO HP)	15%(上限6億円/1件)	H5	H14	
未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業費補助	資源エネルギー庁熱供給産業室	未利用エネルギーを活用した地域熱供給システム	地域冷暖房事業者など	1.90億円(平成12年度新規採択停止のため小額 出:NEDO HP)	15%(上限40億円/1年)	H3	H11頃	
未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業調査費補助金			未利用エネルギーを活用した地域熱供給の事業化調査を行うおとする民間企業、地方公共団体、第三者又は公益法		定額(2千万円を限度)			
環境調和型エネルギーコミュニティ事業調査					定額			

(経済産業省(2008)などを基に作成)

過去の補助金制度と比較すると、現在の補助金制度の補助率は 1/3 であるものが多いが、補助対象は温度差エネルギーや負荷平準化などに限定されている。特に、「先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業」は負荷平準化機器に補助対象が限定されている。一方で過去の補助制度を見ると、補助率は 15% であるものの、コージェネレーションを含む未利用エネルギーといったより広い用途に適用可能である。特に、「未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業費補助」は(未利用エネルギーを活用した)地域熱供給事業そのものを対象としたものであった。また、事業化の可能性を判定するための調査費として、定額の「未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業調査費補助金」、「環境調和型エネルギーコミュニティ事業調査補助金」が存在した。

2-2-2 手続き

次に、具体的に補助金の手続きがどのようなになっているかを見ていく。経済産業省所管の補助金に関しては NEDO やヒートポンプ・蓄熱センターなどの関連組織に業務委託が行われている場合と資源エネルギー庁が直轄している場合とがある。前者の場合、基本的な手続き構造は類似のものとなっており、具体的には図 2-4 のようになっている。また、資源エネルギー庁直轄の補助金に関しては、委託先の組織を介さないが審査の過程は同様である。



(「平成 19 年度先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業費補助金制度」説明資料を基に作成)

図 2-4 補助金決定プロセス概要図

図 2-4 は「平成 19 年度先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業費補助金制度」の説明資料に掲載されている図である。この図によると、申請者は関連組織である NEDO やヒートポンプ・蓄熱センターに対し実施計画書など必要書類を提出し、関連組織内での事務処理を行った後、関連組織内にある委員会において審査を受けることとなっている。そして採択事業に選定され、交付が決定すると申請者は関連組織を通して交付申請と実績報告を経済産業省資源エネルギー庁に行うこととなる。そして、その実績などの審査を経て交付が決定した年度末に、補助金が交付される。手続きの具体的時期などについては補遺 3 に掲載する。

補助金の支出は、基本的に経費の一部を補助金として支出するという形式で行われている。例えば、先ほど

述べた経済産業省の「平成 19 年度先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業費補助金制度」においては、補助金の支出対象は経費とされ、項目としては「設計費」、「設備費」、「工事費」が挙げられている。そして経費の 1/3 までの金額を政府が支出するという構造になっている。この関連経費に関しては、実施計画書とともに所要資金計画として最初に提出される。

これらの手続きや補助金支出計算方法に加えて、審査の基準としては以下のものが考えられる。まず、申請に関わる補助事業の資金調達計画や工事計画が適切であり、事業の準備が適切に行われていること、また、申請に関わる補助事業に要する経費（設計費、設備費、工事費、他諸経費）が、補助事業と類似の事業において同程度の規模、性能を有すると認められるものの標準価格等を参考として算定されていることが必要である。最後に、他の補助金や利子補給など、国からのほかの支援制度を対象経費には含まないことが条件となっている。このように、ある程度事業として成り立っていく可能性の高いものに関して補助金は支出されるように審査されている。

以上のように、補助金は事業経費に対して計算されるという方式で支出されること、審査においては事業として継続性があるかどうかという点と、補助金支出根拠となっている所要資金計画の値が適正であるかの判断が行われるという点に特徴がある。補助金制度自体は、省エネルギー・CO₂ 削減の効果が一定以上のものに対して活用される。しかし、一度規準をクリアすれば、上述のように事業経費の割合に応じて支出されるため、厳密に CO₂ 削減量と支出額が比例しているとは限らない。

本章では、地域冷暖房システムの概要と地域冷暖房システムに出されている補助金の概要について述べた。地域冷暖房システムは未利用エネルギーシステムや CGS が追加的に加えられることによって効率を上げることが可能であること。地域冷暖房システムに支出される補助金の制度では、支出額の算出方法が事業費用に対して一定割合をかけたものであることは重要である。次章では本章の基礎知識を下に、ケーススタディによる補助金の効率性分析を行っていく。

3. 補助金の効率性分析

それでは以上のような地域冷暖房システムや地域冷暖房システムに支出される補助金制度の現状を踏まえて、補助金支出の程度が適切であるかどうかの分析を行っていく。分析の際に必要なのが、補助金というのはどのような基準で支出されるべきかという効率性の理論的支出基準と、効率性分析の計算方法である。そこで、まず 3-1 では補助金の理論的な支出基準に関して述べ、3-2 では本研究における分析方法に関して記述を加える。その後に 3-3 では具体的なケーススタディを行っていく。さらに本章では分析に利用する CO₂ の金銭評価額が、今後 CO₂ 削減の要求が高まることに伴って値が上がっていくだろうという見込みを分析に反映させるべく、3-4 において CO₂ 金銭評価額に関する感度分析を行っていく。

本章を通して、補助金は CO₂ 排出削減という目標からは過大に支出されており、それは今後の CO₂ 排出削減の要求が高まり、CO₂ 金銭評価額が 2.5 倍程度の水準に上がっても変わらない結論であることを示す。

3-1 補助金の理論的な支出基準

基本的に政府の介入は市場の歪みや市場の失敗など、民間に任せておくことで歪みが生じることに對して行われることで正当化される。すなわち、補助金は外部性に支出されることで正当化される。また、補助金を所得移転であると考え、所得移転をすることにより市場の失敗の部分に金銭的インセンティブを与えて行動を促進すること、または外部性への影響で正当化される性質のものであると言える。

このような環境補助金の理論として最初のはピグーの分析である。¹²ピグーの環境補助金理論では、個人の環境汚染の限界便益曲線と、社会の限界外部費用曲線が判明するならば、その交点の価格で環境税や環境補助金を与えることで個人の環境汚染行動が適切な排出基準まで誘導されるという。

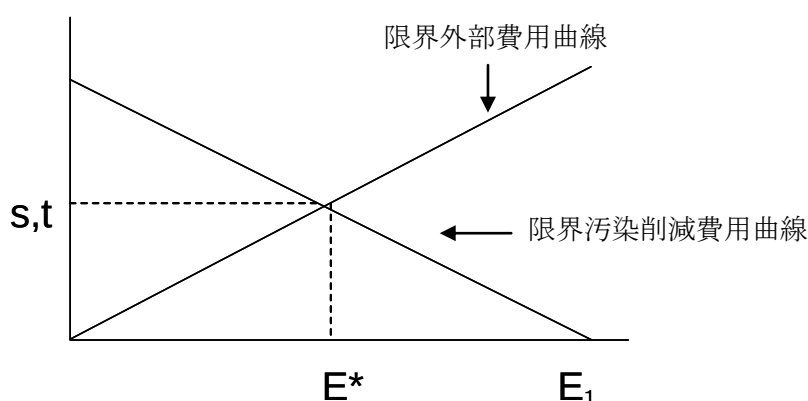


図 3-1 外部効果市場グラフ

図 3-1 は外部不経済の排出に関する排出者の便益と、社会的な排出による限界費用を図で表したものである。縦軸が価格を表しており、横軸が排出量を表している。これはピグー税が説明される際に用いられる図である。右下がりの直線は排出者限界便益曲線または限界汚染削減費用曲線であり、現状は排出量が E_1 となっている。この曲線を見ることで、企業が追加的に排出を行うことの便益と排出を減少させることで失う便益という意味での費用が見ることができる。右上がりの直線は社会的な排出の限界外部費用曲線である。理論的には、限界外部費用曲線と限界汚染削減費用曲線が完全情報の下に明確である時、交点で示される E^* が社会的に最適の排出水準となる。縦軸の s, t で示されている価格で補助金や税をかけることが、排出者が現状の E_1 から社会的最適排出水準である E^* まで排出を削減する手法となる。それは、補助金支出の場合は s だけ補助を受けるので、できるだけ補助金を受けるインセンティブが働き、 E^* まで削減行動を取るためであり、税の場合は E^* 以上の排出は排出者にとって損になるためである。しかし、基本的に排出の限界便益曲線や限界外部費用曲線は観察することが困難であり、それゆえ試験的要素を含めたボーモル・オーツの理論が提案されるなどしている。

本研究においても、この理論に基づいた分析を行う。本研究においては外部不経済として CO_2 排出を考察しているが、やはり限界外部費用曲線の観察は困難である。そこで、本研究では利用可能性を重視して、便宜的に CO_2 の金銭評価額によって限界外部費用曲線を評価する。その際、図 3-2 で補助金効率性分析の理論的枠組みは示される。

¹² 補助金理論の解説に関しては植田他(1997)を参考にした。

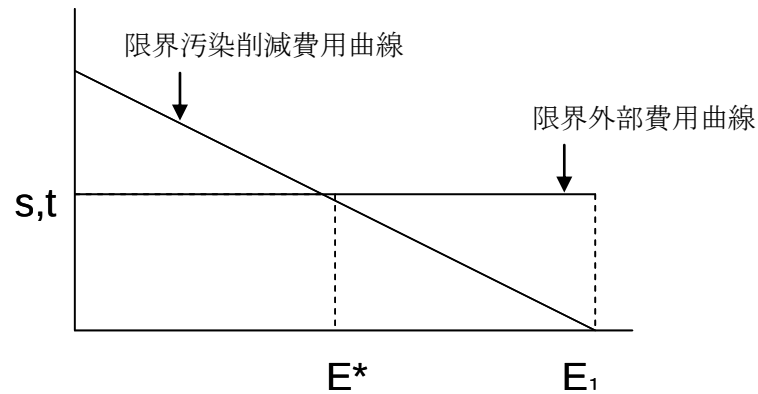


図 3-2 本研究における理論的枠組み

この図に関しても、縦軸は価格、横軸は排出量となる。図 3-2 では限界外部費用曲線が水平な直線で示されている。これは、CO2 金銭評価額をもとに限界外部費用曲線を求めると排出削減量の増減に関わらず常に一定の価格で費用を測ることになるためである。図 3-2 の枠組みにおいて補助金が効率的であるためには、補助金は限界外部費用と CO2 削減量の単位当たり価格が等しくなるか、または CO2 削減の金銭評価額の総額が補助金の総額と一致するように支出する必要がある。すなわち、

$$\text{subsidy} = (E_1 - E^*) \cdot s \quad (\because s = \text{CO2金銭評価額})$$

という式が成立する場合に、補助金は効率的であると言える。

次に、これを費用便益分析の枠組みからも考察し、補助金の支出と外部効果がどのようにつながっているかを見ておく。まず、この補助金事業が行われているという点から考えて、以下の 3-1 式が個々の企業において成り立っていると言える。

$$\text{benefit } A > 0 \quad \text{benefit } A = \text{profit} + \text{subsidy} - \text{cost } t \quad (3-1)$$

$$\text{benefit } B > 0 \quad \text{benefit } B = \text{profit} + \text{effect} - \text{cost } t \quad (3-2)$$

表 3-1 上記式の記号と内容

記号	内容
<i>benefit A</i>	実際の事業経営の観点からの便益
<i>benefit B</i>	費用便益分析の観点からの便益
<i>profit</i>	企業の金銭的収益
<i>subsidy</i>	補助金収入
<i>effect</i>	外部経済の変化分の金銭評価
<i>cost</i>	事業費用

3-1 式は企業が事業からの金銭的収益である *profit* と補助金収入である *subsidy* の和が事業費用である *cost* を上回っているという意味である。3-1 式が成り立っている状況では、補助金が入っている状況で事業として地域

冷暖房システム事業の経営が行われることを意味する。一方、本来の費用便益分析の枠組みで重要なのは 3-2 式が成立するか否かである。3-2 式にある **effect** というのは外部経済の増加分、または外部不経済の減少分の金銭評価である。費用便益分析の便益という概念には金銭的な **profit** だけでなく外部経済の金銭評価も含まれる。したがって、3-2 式の **benefit B** が正であることが費用便益分析においてプロジェクトが実行される条件である。

補助金が外部不経済の減少分の金銭評価と等しいということは、この 3-1 式と 3-2 式で言う **subsidy** と **effect** が等しいということである。その場合、もし 3-1 式が成り立っているならば 3-2 式も成り立っていることがいえる。これはすなわち、企業が事業を経営するだけでなく、さらに費用便益分析の観点からもこの補助金を含むプロジェクトは行うべきであると言える。

次に、**effect** が **subsidy** よりも小さい場合には、補助金を受けているために実際に企業によって当該事業は経営される可能性がある。しかし、一方で費用便益分析の枠組みから見た 3-2 式が成立しない可能性がある。これは、補助金を受けて事業は経営されるが、それは費用便益の観点から見た場合には実施すべきでないプロジェクトであるという事態がありうることを意味している。以上のことを費用便益分析の枠組みから図で表すと以下のようになる。

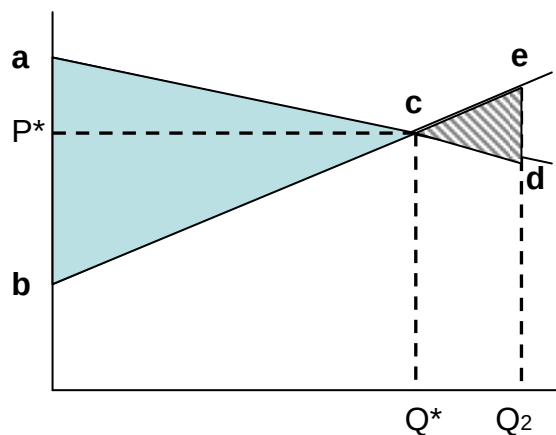


図 3-3 補助金による社会的純便益の減少分

本研究で分析となった補助金は生産コストの補助であり生産者のコストを下げるような効果は無く、さらに税金の徴収による社会的費用の増加分を除くと、補助金は所得移転であり基本的には補助金プロジェクトの社会的余剰は図 3-3 の三角形 **abc** のままであり、社会的便益の変化は無い。しかし、補助金投資によって省エネルギー投資が増加するという効果が生まれているとすると、省エネルギー機器の生産量は Q^* から Q_2 に変化する。この効果まで含めてプロジェクトの社会的便益を考えると、先ほどのそもそもの社会的余剰である三角形 **abc** から死荷重である三角形 **cde** を除くこととなり、市場に任せた際の Q^* に比べて過剰投資になる分の死荷重分だけ社会的純便益がマイナスになってしまう。

ここで外部経済が問題となる。もし外部経済の金銭評価分が死荷重である三角形 **cde** と同じか上回るならば、費用便益分析から見た補助金のプロジェクトによる社会的純便益はゼロ以上となり、プロジェクトとして行われることが正当化されることとなる。しかし、もし外部経済の金銭評価分が死荷重である三角形 **cde** に満たない場合

は、この補助金プロジェクトによる社会的純便益のマイナス分を外部経済の便益分で補えないこととなり、結論としては当該補助金プロジェクトは行うべきではないと言える。これは先ほどの式で言うと、3-1 式が成立し補助金プロジェクトは行われているにも関わらず、3-2 式が成立していないためプロジェクトを行うべきではないという判断になることと同じである。

以上のように、subsidy に比べて effect が等しいかそれ以上のときは、または先ほどの図で言うと補助金による外部不経済減少の金銭評価分が死荷重である三角形 cde と同じか上回るならば、実際の事業が経営されるだけでなく費用便益分析からも行うべきプロジェクトであると言える。一方、subsidy に比べて effect が小さい場合は、または外部経済の金銭評価分が死荷重である三角形 cde に満たない場合は、費用便益分析の観点からは行うべきでない補助金が支出されているということになる。したがって、以上のことから補助金の支出は外部経済増加の金銭評価分、または外部不経済の減少の金銭評価分と等しくなるかそれ以上になる必要があると言える。

以上の枠組みから、環境汚染に対する補助金効率性は、外部不経済の削減をプラスの便益と考え、削減量に対して削減の単位価格をかけた総金銭評価額と同額の補助金が出されているかどうかによって考察される。本研究でも以上の基準を利用し、政府は外部不経済である温暖化ガスの排出の削減分をプラスの便益であると考え、その便益の金銭評価総額を民間に対して支出することで補助金として効率性が認められることとなる。また、これは外部性への支出であり補助金として正当性も持つ。次節においてはケーススタディによって、定量的に補助金の効率性に関して分析を行っていく。

3-2 分析の方法

本節では分析の方法を述べていく。分析の方法としては、先述した補助金の総額と外部不経済の削減の総額が等しくなるという理論的根拠をもとに、補助金の支出とその効果の実現を1つのプロジェクトのように考えて、外部不経済削減額と補助金支出額の現在価値の合計を比較するという手法を用いていくことを述べる。

分析の方法を述べるに先立って、まず本研究におけるデータ収集の方法を述べておく。それは、データの収集における限界に触れておくことで、分析の限界に対する理解を深めておく狙いがある。

まず、本研究で利用した基本的な地域冷暖房のデータに関しては、多くを熱供給事業便覧に拠った。各企業や地域のシステムや熱販売量、需要量や消費エネルギー量データに関して詳細な数字が載っているといういう意味で、本文献は非常に有用であった。一方、補助金の詳細な年度や額に関しては、民間企業に対して直接ヒアリングやメールによる質問によって協力していただくことで収集を行った。情報開示請求に関しては時間の制約上できず、守秘義務などの関係上企業のデータの一括開示は不可能であるため、民間企業に個別に研究協力の依頼を行うこととした。そのため、ケーススタディで分析するケースに関しては、多くのシステムや補助金の種類を利用しているものを収集するよう努力したものの、十分な分類やシステムの網羅をするには至らなかったことは先に述べておく。

3-2-1 補助金効率性分析の枠組み

以上のようなデータの収集上の困難を述べた上で、次には補助金の効率に関する分析方法に関して述べる。

補助金の効率的な支出額は、各民間企業がどれだけ外部不経済を削減しているのかの総量の金銭評価額を総便益と考え、その総便益分であるということは先の理論的基準で見た。そこで補助金支出額と総便益の比較の方法として、便宜的に補助金の支出とそれによる外部不経済の削減を1つのプロジェクトのように考え、総便益と補助金支出の評価期間内の現在価値を比較することとする。具体的に式で表すと以下のようになる。

$$B = \sum_{n=i} \frac{\alpha_i}{(1+r)^i (1.01)^i} \quad (3-3)$$

$$S = \sum_{n=i} \frac{\beta_i}{(1+r)^i} \quad (3-4)$$

α ... 単年度分のCO2削減効果
 β ... 単年度分補助金支出
 r ... 社会的割引率
 i ... 年度の番号
 $*1.01$ はシステムの劣化を考慮した調整

便宜的に、総便益を B 、補助金の支出額を S と置いた。 B は単年度分のCO2削減効果量である α を、システムの劣化具合を調整しながら現在価値に直したものの合計となる。また、補助金の支出 S に関しても同じように、単年度分の補助金支出である β を社会的割引率により現在価値に直したものの合計となっている。この指標を用いて、 B/S という指標を計算する。¹³

具体的には補助金支出に関しては、ヒアリングやデータ提供に協力していただいた企業の年度別の補助金の額が判明しているので、本研究を行っている2008年度を基準年度として補助金の額を現在価値に計算する。社会的割引率は、国土交通省の「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」に掲載されている4%を利用する。¹⁴ 便益の計算期間としては、各ケースに関して17年と30年の2段階を想定している。17年は熱供給事業法に示されているCGSなどのシステムの標準減価償却期間である。また、30年というのは企業へのヒアリング調査の結果、実際システムを利用する期間の上限の長さとして判明したものである。

3-2-2 単年度分便益の計算方法

次に、単年度分の便益の計算方法を述べる。便益を計算するにあたってはまず、CO2削減効果の算出から行う。

まず、2008年度における各地域冷暖房システムのCO2排出量を算出する。CO2排出量の算出は、詳細に関しては本稿末尾にある補遺に譲るが、熱供給事業便覧にある一次エネルギー投入量をもとに排出係数をかけることで計算した。¹⁵ エネルギー投入量はデータの欠損が無い場合、全ての地域冷暖房ケースに関してCO2排出量は算出可能であった。算出されたCO2排出量は、省エネルギー効果分を除いた後の企業による排出量になっている。

そこで、省エネルギー率が企業のヒアリングやデータ提供によって判明している場合は3-5式によって算出した。他の式や説明とともに下に述べる。

¹³ 通常の費用便益分析におけるB/Cとは異なるコンセプトであることを断っておく。

¹⁴ 国土交通省(2004)

¹⁵ エネルギー使用量にエネルギー別の排出原単位をかけることでCO2換算した。

$$Ef_i = \frac{Em_i}{(1 - Se_i)} - Em_i = \frac{Se_i}{Em_i(1 - Se_i)} \quad (3-5)$$

$$RCOP_i = \frac{Sale_i}{F_i} \quad (3-6)$$

$$RSe_i = \frac{(RCOP_i - BCOP_i)}{BCOP_i} = \frac{RCOP_i}{BCOP_i} - 1 \quad (3-7)$$

$$\alpha_i = Ef_i \bullet Cm_i \quad (3-8)$$

表 3-2 単年度便益算出の関連記号内容とデータ取得方法

記号	内容	データ取得方法
α_i	単年度分便益	算出
Ef_i	CO2削減効果	算出
Em_i	CO2総排出量	熱供給便覧データより算出
Se_i	省エネルギー率	ヒアリング・メール調査による
$Sale_i$	販売熱量	熱供給便覧より
F_i	一次エネルギー使用量	熱供給便覧より
$RCOP_i$	実績COP	熱供給便覧データより算出
$BCOP_i$	基準COP	先行研究より
RSe_i	代替省エネルギー率	算出
Cm_i	CO2金銭評価額	国土交通省検討会資料より

次に、もし省エネルギー率がヒアリングなどによって判明しない場合には、COP を基に算出するという方式を取った。COP とは総合エネルギー効率の通称であり、3-6 式によって導かれるものである。この指標を利用して、通常システムや地域冷暖房システムを導入しなかった場合における基準 COP を先行研究によって設定することで、どれだけの割合が基準 COP と違うかを代替省エネルギー率であると設定した。¹⁶これは 3-7 式により示される。省エネルギー率がヒアリング調査やデータ提供で判明しない場合には、代替省エネルギー率を先の 3-5 式の省エネルギー率の部分に代入することで代替的な CO2 削減効果とした。

以上のように、省エネルギー率がヒアリングやデータ提供により判明している場合には現状の熱供給事業便覧から算出した CO2 排出量を利用することによって CO2 削減効果を算出する。また、もし省エネルギー率がデータ収集できなかった場合には実績 COP を算出、基準 COP を設定することで代替省エネルギー率を計算し、それを最初の式に代入して CO2 削減効果を算出するという方式を取った。

この CO2 削減効果に対して、CO2 の金銭評価額を乗じることで CO2 削減効果の金銭評価額、すなわち本研究における単年度の便益を計算することができる。簡単な式としては 3-8 式で示される。先の分析の枠組みで利用する単年度便益は、3-1、3-2、3-5~3-8 式のプロセスを経ることによって算出されることとなる。この単年度便益を 2008 年を基準年度として現在価値に直し、複数年度分を合計することで総便益を算出した。

¹⁶ 基準モデルの COP に関しては、経済産業省(2005)を参考にした。

CO₂の金銭評価額については、国土交通省「公共事業評価手法に関する検討会」において平成19年度に検討が行われ、CO₂金銭評価額に関する一応のまとめが試みられた。その際の国土交通省がまとめ案として提示した資料の額に従うこととする。その資料では、CO₂の金銭評価額を算出する過程で利用される割引率によって、高位値から低位値まで幅が出るという結論になっているが、その後の議論の中でこれらは感度分析のように扱えば良いというコメントを得ていたため、本研究でもB/Sを算出するに当たってそれぞれの金銭評価額で値を算出することとした。¹⁷

表 3-3 分析に用いた CO₂ 金銭評価額

	下限	中位	上限
円/t-C	7,612	10,622	20,448
割引率	4%	3%	2%

また、CO₂の金銭評価に関しては海外文献を扱っていることが多く、値の多くは海外通貨での値となっている。これを円換算する必要性から金銭評価額は為替の値に影響されやすくなっているが、本研究では国土交通省案が算出された2007年度時点の計算値をもとに補助金効率性の分析を行うこととする。¹⁸

また、便益と補助金支出の対応をより精緻に行うために、本研究では補助金が主に対象としているシステムの便益を便益全体から切り出す作業を行っている。地域冷暖房システムによる省エネルギー効果は、それぞれ付随するシステムによって向上させることができる。すなわち、ガスエネルギーを利用している地域冷暖房はCGSによって効果が上がるが、それは地域冷暖房そのものの効果とCGSの効果の2つに分けられる。また、電気エネルギー利用のものに関しては、未利用エネルギーシステムや蓄熱層の利用が見られる。これらの効果を、非常に簡単にではあるが、分けることで分析をより詳細なものにすることとした。

具体的には、経済産業省(2003)では、地域冷暖房システムにCGSと未利用エネルギーシステムを付けた時に、CGSの方は省エネルギー率15.1%中2.9%がCGSの効果、未利用エネルギーシステムを利用した場合には省エネルギー率21.6%中9.4%が未利用エネルギーシステムの効果であるということが研究により求められたという結果を示している。したがって、本研究ではこの分析にしたがって、CGSや未利用エネルギーのシステムを利用したものに関しては上の比率を乗じて単年度分の便益をシステムのものに限定する作業を行った。

また、長期の効果に関して見るという点から、機器の劣化に関しても仮定を置いた。地域冷暖房システムのメンテナンスは、設備などの薬品洗浄や清掃、またはヒーターや計器の部品交換がある。先行研究によれば、システムは定期的なメンテナンスを行っていないと年率2~3%で劣化する一方で、定期的なメンテナンスを行うと劣化は年率1%未満に抑えることができる。¹⁹ヒアリング調査によると、基本的に部品交換や洗浄は定期的に行うものであり、民間企業がそのコストを負担しているという。したがって、本研究では定期的メンテナンスは行われているものと仮定し、2008年度以降の効果に関しては年率で1%の劣化が起り、効果が年率1%減少していくという仮定を置くこととした。

ここで、COPを分析に用いる場合に起こる問題の一つに答えておく。COPをもとに温暖化ガス排出効率の分

¹⁷ 国土交通省(2007a)および国土交通省(2007b)より。

¹⁸ 2007年度時よりも為替は非常に円高に推移しており、その意味では効率は高く推計されている。

¹⁹ 日本地域冷暖房協会技術委員会(2005)

析に用いるとガスシステムに不利になりかねないという批判がある。CGS は電力と熱を両方発生させることができる優れた機器であり、電力がもし外部に販売されている、または電力がそのまま電力として利用されているということがあったと、電力の外部利用分も省エネルギー効果に含める必要があるが、COP を利用した分析には含まれなくなるためである。しかし、その点に関しても調査の結果、外部利用されている CGS からの電力は全体の 1~2% 程度であるため、本分析の値の大枠には関わらないということが判明したため、簡単化のために省略することとする。²⁰

以上の方法により本研究は以下分析を行うものとするが、ケーススタディに入る前に本研究で用いる指標である B/S の指標としての特徴について述べておく。 B/S のうち S は補助金の実際の支出額であり現在価値に直すだけで良い一方で、 B は仮定や変動しやすい値を用いており、仮定や利用する値によっては指標が変化する。具体的には、まず先の 3-8 式を見てもわかるように、 B は CO₂ 金銭評価額の変化に大きく影響される。特にこの CO₂ 金銭評価額は、削減の中心として CO₂ が注目されることから、変化する可能性が高い値であると言える。

次に、省エネルギー率の実績値が判明しない場合に用いる代替省エネ率は、基準 COP を設定して算出したものであり基準モデルの設定 COP 次第で大きく変わってしまうものである。この基準モデルのシステムや省エネルギー性能次第で、他のシステムの効率が増減してしまう。最後に、代替省エネルギー率の算出で COP を用いているが、一度エネルギーの単位で算出する COP を用いて省エネルギー効果を出し、CO₂ に算出することでエネルギーの多様性を省エネルギー率に反映できなくなっている。

以上のような不安定な特徴を B が持ちつつも、 B/S は適切な仮定を置くことで補助金の大きな効率性を出すには十分優位性のある指標であると考えられる。これらを念頭に置きつつ、今後の分析を見ていきたい。

3-3 補助金の支出と効果に関するケーススタディ

前節で述べた分析の枠組みにしたがって、次は実際のデータ分析の結果を述べていく。まず扱うケースについて述べるとともに温暖化ガスを CO₂ に限定する旨を述べた後、それぞれの分析に関して結果を示していく。

結論としては、扱うケースの規模は様々であるが効率は平均的なものを集めている。そして分析の結果、補助金の支出に見合うだけの総便益を出すことはできておらず、補助金支出が過大であり非効率であるということを述べていく。

3-3-1 補助金分析に用いられるケースの基礎情報

本節ではケーススタディで扱うケースの事業開始の年度、効果の程度、システムといったケースに関する基本的な情報に関しての記述を行う。

分析したケースは A から H までの 8 件であり、それぞれシステムを導入している地区レベルでの扱いとなる。実際には企業によっては複数の地区を運営している場合も多いが、今回は企業の別は考えず、地区別に見ることでシステムを利用している範囲を 1 つのケースとする。それは、地区ごとに導入しているシステムが異なってくること、さらには補助金の導入が基本的には地区別であることが理由である。

それぞれの地区の事業開始の年度、システム、単年度の CO₂ 削減効果は以下のようになっている。

²⁰ ヒアリング・メール調査による

表 3-4 ケース基礎データ

	単年度削減効果(t-CO ₂)	COP	システム	事業開始年度
A	876.3	0.695	ガス+CGS	1998
B	2231.5	0.669	ガス+CGS	1998
C	1240.7	0.744	ガス+CGS	2005
D	4686.5	0.714	電気+天然ガスCGS	2003
E	897	0.758	電力+蓄熱層+未利用	1997
F	573.9	0.702	電力+蓄熱層+未利用	2005
G	450.8	0.720	電力+未利用	1993
H	2961.4	0.793	電力+蓄熱層+未利用	1996

事業開始の年度をはじめに見てみると、早いものは G の 1993 年と 90 年代の前半になるが、それ以外は 90 年代後半以降であり、一番最近のものになると 2005 年とここ 3 年の間に事業を開始したものがある。地域冷暖房システムの目的を歴史をもとに第 1 章で概観したが、90 年代の地域冷暖房システムの目的は温暖化ガス対策であった。本研究で対象としているケースに関しても温暖化ガス対策が目的となっている期間に作られたものであり、外部性として温暖化ガス排出削減を考えるのに適していることが示された。

次にシステムに関して述べていく。システムは A から C の 3 ケースに関してはガス利用で CGS を追加的に合わせたものになっている。D に関しては電気ベースのシステムであるが、付加的システムとしては天然ガスの CGS を利用している。E,F,H の 3 つのシステムに関しては電力を用いた際の先導的な追加的システムである、蓄熱層と未利用エネルギーシステムを導入している。このケースに出されている補助金はほぼ未利用エネルギーシステムに対してのみであるが、効果を計測する際には蓄熱層の効果を分けて出すことが困難であるため、本研究では地域冷暖房システムと未利用エネルギーシステム 2 つのみを利用した場合と同じものと考え、全体の効果に対して割合を限定することとした。その意味では、G のシステムは蓄熱層が無いケースになっているが、E から H のケースにおける効果を未利用エネルギーシステムのものに限定する際に、計算過程が同じになってしまうことを断っておく。

それぞれのシステムがどの程度の効率を持っているのかも分析の妥当性を示す目的で示しておく。COP は値が大きいほど効率が良いことを示す。本研究では標準モデルの COP を基準 COP として先行研究から設定し、その値を 0.605 とした。²¹表 3-2 において COP として書いてあるものには、本研究において CO₂ 削減効果を算出するために用いたものである。したがって、実績 COP を掲載することを基本としつつも、ケースによってはヒアリング結果から求めた代替的な値の場合もある。

この COP や省エネルギー率をもとに算出した単年度分の CO₂ 削減効果が一番左の欄に載せてある値となる。COP の値の良さが単年度分の便益と比例しないのは、排出の規模が関係しているからである。排出の規模が大きい場合には、全体の効率が低い場合でも単年度分の削減量は多くなる。したがって、効率に対する削減推定量はばらつきの大きいものとなっている。

また、今回扱うケースの効率の値がどの程度良いかを診るために、地域冷暖房システム全体の COP を分布させたグラフ(図 3-3)を以下に示す。

²¹ 経済産業省(2005)

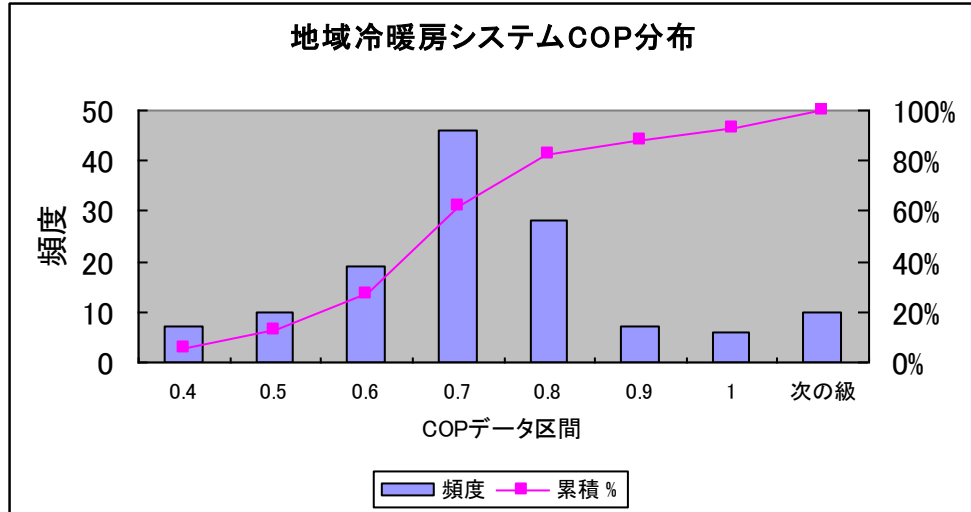


図 3-4 地域冷暖房システム全体の COP 分布

図 3-3 は、縦軸がどれだけの地域が横軸の効率の値の幅に入るかを示しており、横軸はシステム効率の幅を示している。具体的に言うと、0.4 は 0.4 未満の値全てを含み、0.5 のエリアには 0.4 以上 0.5 未満の COP を現すケースが含まれている。本研究では、0.7 に入るケースが 2 つと、0.8 に入るケースを 6 つ扱っている。代替的に算出しないため高めにしている COP もケースによってはあるとはいえ、それでも実績値と 0.1 も変わらない。本研究の COP で見ると、一番頻度の大きい 0.7 と 0.8 の枠に入るケースを集められており、本研究で出る結果は全体の平均的なケースであると言える。

最後に、地域冷暖房システムの規模に関するデータを表示して、本研究で扱うケースがどの程度の規模のものかを述べておく。

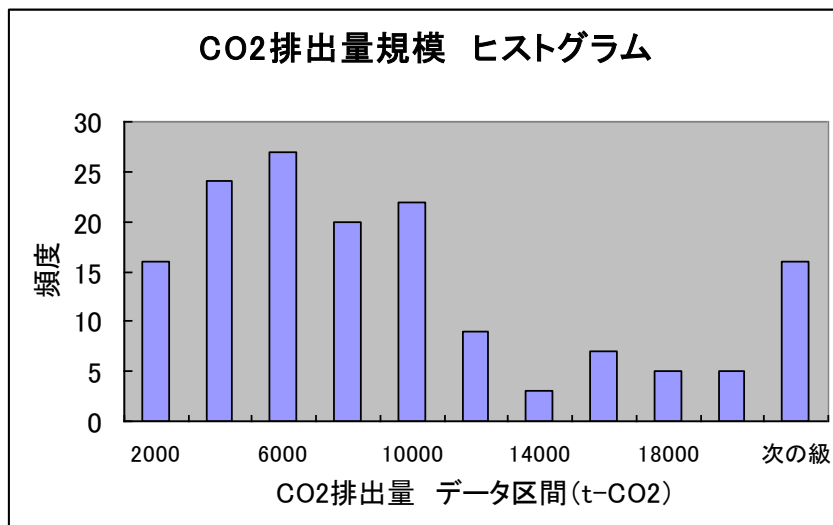


図 3-5 地域冷暖房 CO2 排出量規模ヒストグラム

表 3-5 ケースの CO2 排出量内訳

ケース名	A	B	C	D
排出量(t-CO2)	5871.1	20932.8	11904.6	20320.5
ケース名	E	F	G	H
排出量(t-CO2)	3526.8	2466.4	2366.5	9533.6

図 3-4 は、縦軸が COP の場合と同じように頻度、横軸が CO2 排出量によるクラス分けとなる。本分析で言うと、A・E・F・G が頻度が高いものの小さめの規模であり、C と H が中規模のもの、そして B と D が大規模の地域冷暖房システムということになった。

以上のように、本研究で扱うケースは温暖化ガス対策が視野に入れられた目的で導入された、全体に対して平均的な効率を持つシステムであることを述べた。一方で規模はばらつきがあり、小規模のものから大規模のものまで分析の対象としている。全てのケースには追加的なシステムが設置されており、さらに補助金はそのシステムに対して出されている。それぞれ CGS か未利用エネルギーシステムであり、システムに対応した効果の限定を行っていく。このような基礎情報をもとに、先述した分析の枠組みを利用して補助金の効率性分析を行っていく。

3-3-2 補助金効率性の分析結果

前節では本研究のケーススタディで扱うケースに関しての基本情報を述べていった。本節では、以上の基本情報と先述した分析枠組みにしたがって効率性の分析を行う。具体的には B/S の値を算出するが、分析に先立って値の見方を述べておく。

B/S という指標は、補助金の支出に対して CO2 削減効果の金銭評価総額である総便益がどれだけあるかというものを数値化したものである。この分析で効率的であるというのは、 B と S が等しいという状況を指している。すなわち、総便益に見合っているだけの補助金支出がちょうど行われているという状況を指す。一方、 B/S が 1 を下回る場合には補助金支出が総便益に対して大きいことを示す。したがって、その場合には総便益に比べて補助金支出が過大であり、補助金支出は削減される余地があることが言える。

従来、外部効果のデータを基本に補助金支出を行ってきたわけではなく、事業費用をもとに補助金算出を行ってきた。地域冷暖房システムを導入する際には、工事費やシステム価格が非常に高いため、定性的分析からは補助金支出が外部不経済削減効果より大きいのではないかと考えられる。すなわち、 B/S は 1 を下回り、補助金支出は過大になるのではないかという仮説を持っている。以上のことを念頭に、以下分析の結果を見ていく。

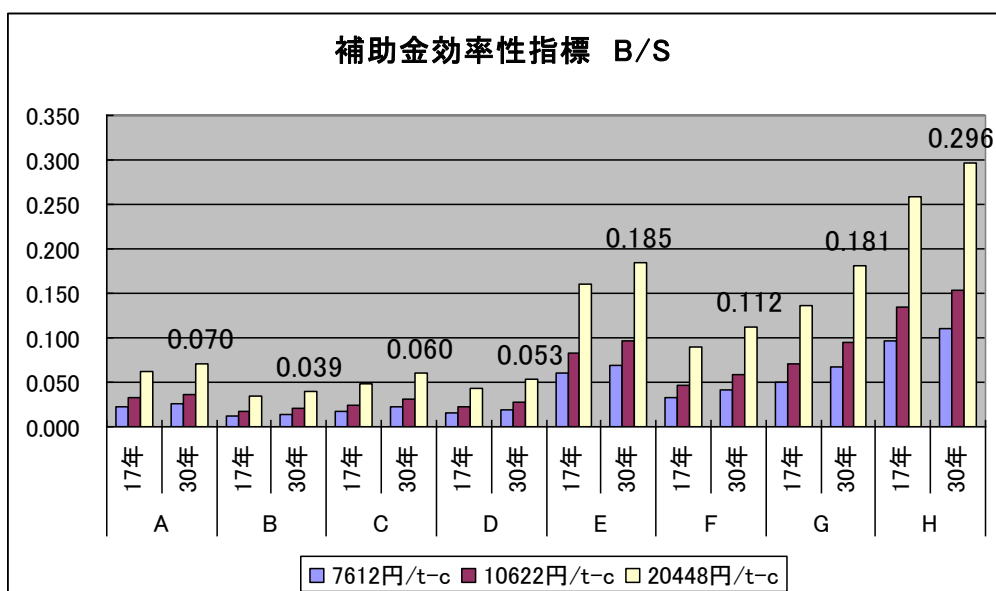


図 3-6 補助金効率性分析の B/S 結果

図 3-5 は、縦軸が *B/S* の値を示しており、横軸はそれぞれのケースを表している。各 1 つのケースには、評価期間である 17 年と 30 年の 2 段階において、CO₂ 金銭評価額の幅に合わせた 3 つ、合計 6 つの値が表されている。ここで分析する結果の値に関しては、それぞれのケースの一番右にある期間 30 年で CO₂ 金銭評価額が 20448 円/t-C の場合を中心に見ていく。

まず、CGS を利用した A から D の 4 つのシステムは 30 年の利用できる上限と言われた期間でもおよそコストの 4～7%ほどの便益を出しているということがわかり、蓄熱層や未利用エネルギーシステムを利用したものに関しては、E と G が 18%の便益、F が 11%ほどの便益、そして H が一番大きく、30%弱の便益を出しているということが判明した。このような結果をもとに考えると、国土交通省(2007b)における CO₂ 金銭評価額の上限值で、さらに有利といわれる電力で先導的なシステムである蓄熱層や未利用エネルギーシステムを利用した規模の大きな H のケースに関しても、最大で補助金の 3 割程度しか総便益が出ていないことがわかった。すなわち、CO₂ 排出削減のみに外部不経済を限ると、7 割以上の補助金額は正当化されないという結果になった。

次に、正当化される補助金の評価額という観点から見た結果は次のようになる。

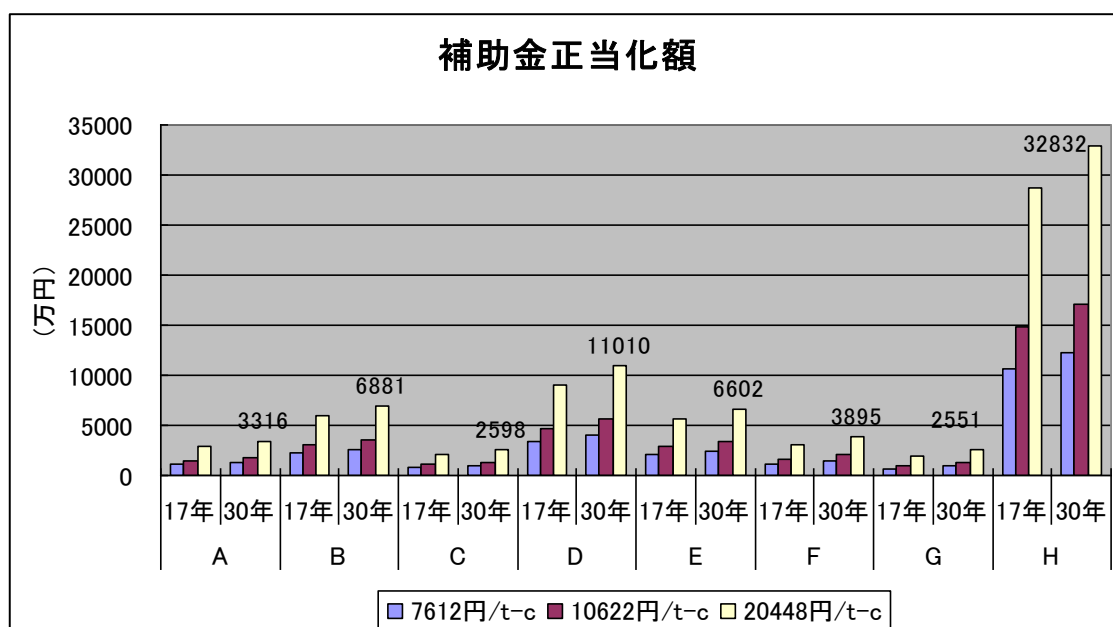


図 3-7 ケースごとの補助金正当化額

B/S の場合と異なり、効率が良ければ補助金正当化額が多くなるという結果が出るわけではないのは先に述べた。しかし、億を越える補助金が正当化されるケースと言うのは稀であるということがこの分析結果からわかる。億を越える補助金が正当化されるのは、非常に規模の大きかった D の天然ガス CGS システムのケースと、先導的システムである蓄熱層と未利用エネルギーシステムを導入した中規模のケース H であった。実際に補助金として支払われている分に対して正当化される額の割合が B/S で表されていることを考えると、いかに現在過大に支払われているかが温暖化ガス対策、特に CO2 排出削減の目的からは言えるということがわかった。

以上のように、地域冷暖房システムの補助金効率性を CO2 削減効果の金銭評価額の観点から見た結果は、補助金の過大支払であり非効率であるということが言えた。したがって、補助金の効率的支出を行うためには補助金額を効果に合わせていくための対応が求められるということになる。

しかし一方で、国土交通省の CO2 金銭評価額は 2007 年度時点のものであり、現状では将来に向けた CO2 削減のさらなる要求があるという見通しもあることから、CO2 金銭評価額が低めに見積もられているという懸念もある。そこで追加的な分析として、CO2 金銭評価額が高まる場合の感度分析を行うこととする。

3-4 CO2 金銭評価額の上昇見込みに対する感度分析

本節では、CO2 金銭評価額に関する感度分析を行う。この分析によって、もし CO2 金銭評価額が上昇していくことがあっても前節と結論が変わらないことを述べる。

本研究においては、CO2 金銭評価額は国土交通省 (2007b) の 3 つの値を用いることとした。しかし、一方で金銭評価額は高まっていくことが予想される。そこで恣意的な値ではあるが、国土交通省 (2007b) の上限の値に対して約 1.5 倍、約 2 倍、約 2.5 倍大きい値を設定し、感度分析を行うことで結論に対する影響を見ていく。具体的に設定した 3 つの値とは、30000 円/t-c、40000 円/t-c、50000 円/t-c の 3 つである。この値によって先ほどの結果と同じような分析の枠組みで B/S を計算し、グラフに表すと図 3-7 のようになる。

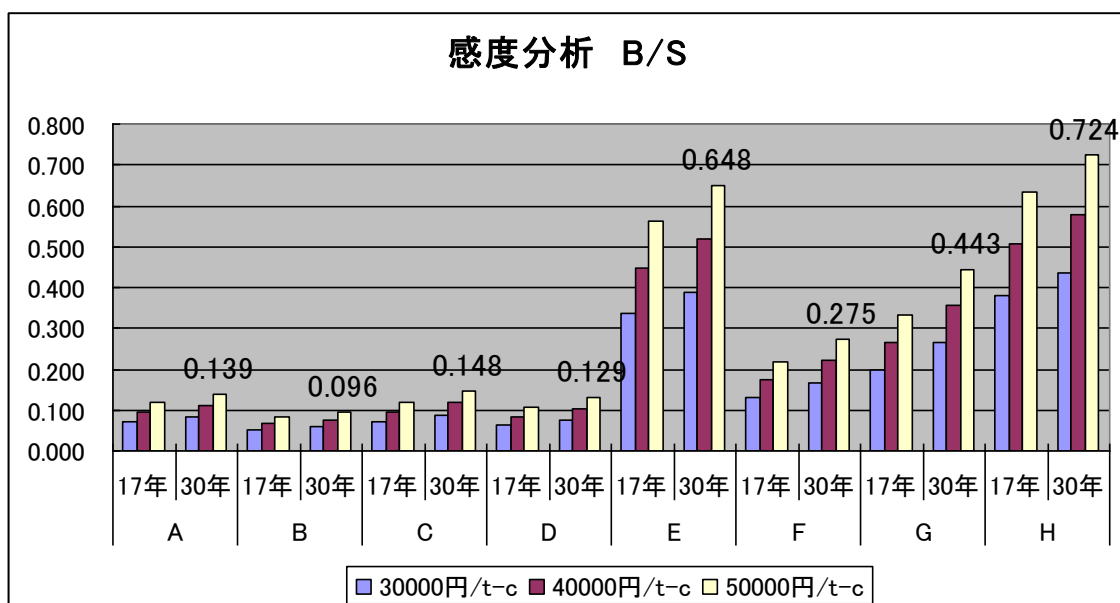


図 3-8 感度分析における B/S 結果

図 3-7 は先の結果と同じように、縦軸に *B/S*、横軸にケースごとの値を取っている。今回も分析の結果を各ケースで一番高い値である、30 年の 50000 円/t-c の場合を中心に見ていくこととする。結果としては、補助金支出に対して A から D のケースに関しては 10%から 15%の総便益、E は約 65%、F が約 28%、G が約 44%、そして最大の H でも 72%程度の総便益が出るということになった。

この分析結果によると、結局今後 CO₂ の金銭評価額が高まっていくという変化が起きて、CO₂ 金銭評価額が最大で 2.5 倍になることがあったとしても、補助金の効率性は低く補助金の過大支出であるという状況は改善しないことが判明した。

以上のように、本章では補助金の効率性分析を *B/S* を計算することによって行ってきた。結果としては、現状の補助金は過大支払であり、それは今後の CO₂ 削減への要求が高まり、CO₂ 金銭評価額が非常に大きくなっても変わらないということが言える。さらに、平均的なシステムでは金銭評価額が上がっていったとしても規模が小さければ 1 割程度の総便益しか出ないという結果が判明した。以上の結果を受けて、次章では本研究が対象としている補助金制度の問題点について考察し、政策的な提言を行っていきたい。

4. 補助金制度への提言

前章では、補助金の効率性分析を行うことで、補助金の支出が過大な水準であるということ、そしてそれは CO₂ 金銭評価額が高まっても変わらない結論であることを述べた。そこで、本章では視点を補助金の支出制度へ向け、補助金の非効率性を生んでいる原因へ指摘を加える。まず 4-1 では現在の補助金制度の問題点を指摘し、4-2 では補助金の支出額算出方法の変更提言を行う。そして最後に 4-3 では本研究の問題点に関して言及して本研究のまとめとする。

本章を通して、補助金支出の非効率性をもたらしているのは補助金の支出額算出方法であること、さらに、補助金の支出自体は正当化されるため、補助金の支出方法を本研究で行ったような CO₂ 削減効果ベースの計

算方法に修正することによって、補助金を効率的なものとするを提言する。加えて、現状に対して実行可能であることを確認するため、現在の補助金審査枠組みの提出データや審査を、本研究で扱ったデータの提出や利用する数値の審査に変更できることを述べる。

4-1 現在の補助金制度の問題点

本節では、現在の補助金の非効率性が出る原因が、補助金支出額の算出方法であることに言及する。

第3章の分析により、現状の補助金制度では総便益の10倍以上の補助金を支出しているという状況であることがわかった。なぜこのような状況になったかを考える起点は、補助金を算出する方法の違いにある。

現状の補助金額算出に関しては、事業のコスト全体を算出根拠として、そこに補助割合を乗じるという方法で支出を行ってきた。基本的な補助金の目的は他の先導的機器の支出と同じように、事業の補助という目的で支出が行われているため、事業継続を容易にするという観点から支出が行われている。一方で、本研究では温暖化ガス削減という目的から、CO₂削減を効率的に行わせていく補助金の在り方を念頭に、CO₂削減効果の金銭評価をもとに補助金の正当化額を算出して行った。このように、算出基礎が異なるため補助金の支出額とされる額が異なる。

しかし、CO₂削減を補助金という政府の介入によって効率的に行っていくという観点からは、この点は問題となる。もし本研究のように限界外部費用を一定であるという仮定の下に補助金を支出するのであれば、補助金の効率的支出のためには外部不経済の削減の金銭評価総額と一致することが必要になる。その点からは、本研究の枠組みが正当化されるため、現在の補助金制度の事業費用ベースの算出枠組みは正当化されないことになる。

それでは、この現在の補助金支出額算出方法で間違っているのは支出割合の程度なのか、それとも補助金を事業費用ベースで算出するという方法そのものなのかという点が問題となる。その点を確認するために、地域冷暖房の事業費用と便益の分布を取ったグラフ(図4-1)を見ることとする。もし、事業費用とCO₂の削減効果が比例するならば、事業費用にける割合を調整することで補助金を正当化される程度に引き下げることは可能である。その場合は割合をどのように調整するか分析が必要である。しかし、もし事業費用と削減効果が比例しないならば、事業費用に対して一定割合をかけるという現状の算出方法自体が間違っているということになる。以上のことを念頭に、分布を見ていく。

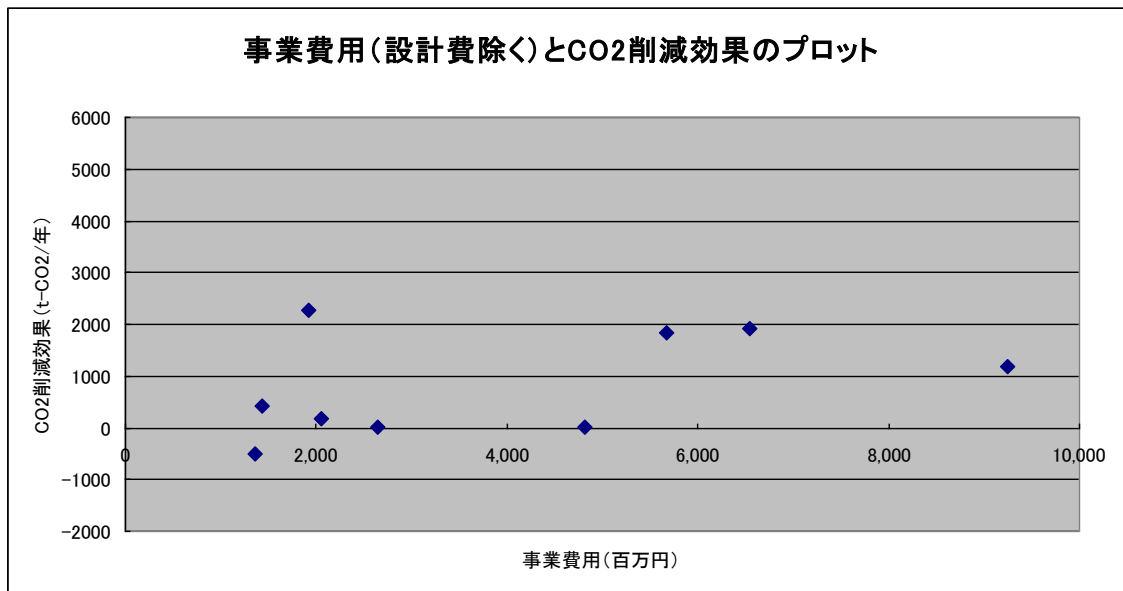


図 4-1 事業費用と CO2 削減効果の相関図

図 4-1 は事業費用に関してデータ提供のあったケースのデータと削減効果の比率を表している。縦軸は単年度分の CO2 削減効果を取っており、横軸は事業費用を取っている。事業費用には基本的に設計費・工事費・供給設備費があるが、図 4-1 の事業経費からは設計費を除いた値となっている。設計費に関しては規模に関して変化があまりないため、相関関係を見る際に影響は無いと考えられる。CO2 削減効果に関してマイナスの数値が出ているのは代替省エネ率を算出したケースに関して、COP が基準とした 0.605 を下回るケースがあったためである。実際に省エネができていないということは示しておらず、便宜的にマイナスとした。しかし、基準が変わったとしても差があることに変わりはない。

結果を見てみると、事業費用に対して効果値にばらつきがあることを図 4-1 は示している。もし算出方法は問題がなく、事業費用にかかる割合の調整だけで良いならば、CO2 削減効果は事業費用と相関を見せなければならない。しかし、図 4-1 では比例的な関係は無い。したがって、事業費用に対して一定割合をかけるという方法では、CO2 削減効果に合わせた補助金支出額の算出は困難であるということがわかった。

このように、補助金の算定基準となっている工事費、設計費などの事業費用は必ずしも CO2 削減効果を反映したものではない。それにもかかわらず、この工事費や設計費といった経費に一定程度の割合を乗じるという算定方法によって支出が行われているため、目的である温暖化ガス排出削減効果という側面からは十分に正当化されない補助金支出が行われていると考えられる。

以上のように本節では、補助金の過大支出の原因が事業費用を算定基準とする補助金の支出算定方法にあるのではないかということの根拠を述べた。そこで、次には補助金を効率的に支出するための、補助金支出額算出方法への提言を行っていきたい。

4-2 補助金の計算方法変更の提言

補助金の理論的な在り方という点については、3-1 において述べたが、補助金と言うのは外部効果という市場の失敗の部分に払われるべき政府の介入のあり方であり、外部性という効果によって支出が正当性を持たなくて

はいけない。この観点から考察すると、補助金の目的は常に外部性が含まれている。そして、効率的な支出のあり方にするためには外部性をできる限り数値化して、水準を分析の結果に合わせて行わなくてははいけない。したがって、本節では補助金の算出枠組みを、本研究が行ったように温暖化ガス削減効果を金銭評価して、その額を補助金の正当化額として支出する方針に変更することを提言する。

4-2-1 補助金計算方法の変更方針

3章での分析結果からもわかるように、本研究で扱った補助金に関しては支出が過大であった。しかし、必ずしも当該補助金が必要ないということではない。これらの補助金は都市における建築を複数含むレベルでの数少ないCO₂削減手法の1つであり、効果そのものの水準が高いことは第1章で述べた。そして先導的な機器に関しては間違いなく高いレベルでの省CO₂効果も確認されている。その点で補助金支出の存在に関しては正当化される。

一方で、当該計算方法のままでは外部効果への対応は見えにくく、実際適正な補助金支出水準とは離れてしまうリスクがある。これは前節での分析で述べた結論である。もし厳密に外部性がデータとして可視化されるならば、意図して設備費や工事費などの数値を利用して間接的に補助金額を算出する理由は無い。その点からも、現在の補助金支出制度は温暖化ガス削減効果を目標とした場合に妥当性が薄くなると言えてよい。

本研究で扱った外部効果は、今まで何度も述べてきたように温暖化ガスのうち特に地域冷暖房システムを利用する際に削減の中心となるCO₂排出である。そこで、本研究ではCO₂排出削減効果が見込まれるという目的から政府支出が正当化される場合の評価額を出す枠組みを示してきた。このCO₂排出削減効果というのは金銭評価をするにあたり不確実性を含むものの、データで示すことができる部分がほとんどであるため直接補助金額を算出するのに適している種類のものである。

本研究で行った計算方法も温暖化ガス排出削減効果から直接便益を計算して支出を行う枠組みと言う点で、本研究の計算方法は補助金額の算出方法として妥当性と正当性を持つ。さらに、本研究の枠組みはそのデータ利用の点でも利点がある。利用するデータに関しては分析の方法として3-2に述べたが、「CO₂排出量」、「省エネ率」、「COP(総合エネルギー効率)」、「基準排出量(基準COP)」、「CO₂金銭評価額」、「為替データ」といずれも入手しやすいデータである。熱供給事業便覧などの文献から入手・計算が可能であるほか、本研究では手続き上の時間の制約やアプローチ手法の問題から得られなかったが、省エネルギー率などは実績報告として経済産業省の所管の部署に文書で報告されているものである。議論の余地があるシステムの効果を部分的にする際の割合に関しては、地域冷暖房システムに関しては多くの研究が蓄積されているため、専門家を含めた委員会などの審査で十分適切に行うことができる。したがって、補助金の算出方法の候補の1つとして、本研究の算出方法を用いることは十分に有効性がある。以下では、具体的にどのような点を変更することで実施が可能であるかという点に関して簡単に述べていく。

4-2-2 算出方法変更の実行可能性への言及

本節では今まで行ってきた分析の枠組みで補助金を支出することが、実際に実行可能であるかという点に関して言及することで、補助金の支出額算出方法の変更が妥当性のある提言であることをサポートしていく。その

際に変更点は3つである。1つ目は、実施計画書の提出時のデータ内容を、エネルギー使用予測と省エネルギー率を中心としたものに変更することについて提言する。2つ目は、申請書の事務手続きの際に本研究の枠組みを利用することで、補助金として正当化される額について算出することに変更するよう示す。そして最後に、審査のポイントを事業経費の妥当性ではなく、CO₂ 金銭評価額やシステムの効果限定の割合など、本研究の枠組みに関する数値の妥当性に変更することを述べていく。

1つ目の変更点について述べる。まず、それぞれについて新規事業で地域冷暖房プロジェクトを行う場合はどのようにするかを考えると、2-1 で述べたように、地域冷暖房システムは大規模な建設プロジェクトの開始とともに始まることが多く、ほとんどは新しく建てる建造物に対して適用されるものである。したがって、当該複数物件のエネルギー消費量などのデータは無いことになる。

しかし、販売を行うための需要予測やエネルギー消費予測はシステムを導入する際に行われる。現状でも経済産業省の関連組織である NEDO やヒートポンプ・蓄熱センターなどに申請者が実施計画書を送る際に、プロジェクトの需要予測や省エネ率の予測値を提出することになっている。現状では多大なデータの蓄積がそれぞれの組織内にはあるため、実施計画書の確認の際に、需要予測や利用エネルギー量の状況が適切であるかなどは十分に確認ができる。したがって、現状でも行っているように、補助金の申請に当たってエネルギー需要や販売量予測、エネルギー使用量予測や省エネ率に注目することで、省 CO₂ 効果に関しては計算が可能である。このような現状のデータ提供状況を見る限り、データの存在や提出の可否という点から見た本研究の枠組みの利用は可能であるという結論になる。

2つ目の変更点について見ていく。現在は事務審査では書類や必要なデータが揃っているかどうかを中心に考えていると考えられる。しかし、地域冷暖房の補助金申請を行う案件は限られている点や、本研究の枠組みは計算が容易である点から、事務審査に伴って削減効果の計算を行うことは可能である。

3つ目の審査におけるポイントに関しては、変更がほとんどなく実行に移すことができる。審査では資金調達表や工事工程表によって事業の進行具合やプロジェクトの完成や継続が可能であるかの審査をまず行う。プロジェクトの期間を30年として効果を測っている場合は、やはり30年間稼働されなければ適切な支出とは言えないからである。一方、事業費用が適正価格かどうかの審査に関しては必要がなくなるため、かわりにCO₂の予測排出量の水準や省エネ率が現存する技術から適正かどうかを確かめるという変更が行われる。本研究の枠組みの限界として、CO₂ 金銭評価額など利用する値の変化に対応して大きく補助金の正当化額が変化してしまうことがあり、これは先に述べた通りである。さらに、この変数の適正值に関しては先行研究などの知識が必要であり、専門家を含めた議論がなされる必要があるという困難もある。しかし、NEDOなどの関連組織や資源エネルギー庁は普段から専門家とのコミュニケーションを密に取っている組織であり、専門家への審査の協力は可能であると考えられる。

これら3つの点に関して、既存の建造物に関して工事を行ってシステムを導入する場合にはどうなるかについては、既存の建造物に関しての算出方法変更はより容易になるというのが結論である。それは、もしシステムが入っていなかったら排出する過去の水準を基準にして、その基準からどれだけCO₂ 排出が削減されるのかという観点から、それに見合った補助金を支出すればよい。審査に関しては新規のプロジェクトと同様のことを行えばよい。

以上のように、本研究の枠組みでの補助金支出水準の計算は十分実施が可能であるということがわかった。そこで最後に、次節で本研究の課題に関して述べたいと思う。

4-3 本研究の課題

本研究では地域冷暖房システムへの補助金に関して、支出が過大であるため補助金の算出方法を変更すること、そして補助金の算出方法に関しては直接外部性の計測を行う本研究の枠組みが利用可能であり、それは従来の申請・審査のプロセスの中で審査の作業内容を変更するのみで実施可能であることを述べた。しかし、分析の枠組み、便益の算出方法、そして実施プロセスの提言の中に以下のような課題があると考えられる。

まず分析の枠組みに関して述べると、本研究では分析を行った補助金に関しての目的の中で、温暖化ガス排出削減のみを外部性の対応効果として扱った。補助金による生産量増加とそこからの生産費用の低減については除外可能であることは先に述べたが、外部効果では市場へのスピルオーバー効果や都市整備における景観や防災への影響など他の外部性が含まれている場合がある。この点に関しては研究から除外しており、数値化できていないことに弱みがある。

加えて、分析において温暖化ガスと CO₂ をほぼ同一視していることが挙げられる。商業目的や住宅への地域冷暖房システムをケースとして扱っていることから上のように同一視しても本研究の分析には問題がないが、一方で地域冷暖房システムの導入されている地域によっては、導入前のシステムから SO_x や NO_x の削減も進んでいるというケースがある。そのような場合は SO_x や NO_x も温暖化ガスに加えて金銭評価する必要がある。本研究ではこのようなケースは扱っていない点が課題である。

次に便益の算出方法に関して述べるが、便益の算出方法においてシステムの部分的効果を求めるに当たってシステムと適用している数値の前提が異なっている点で弱みがある。この点に関してはさらなる先行研究の調査を行うことによって、より正確な値を求めることが可能である。

最後に、実施プロセスの提言では助金が企業意思決定を左右するというシナリオについて分析を加えていない。というのは、現状での実施計画書や資金計画書、工事工程表などの提出を見ると、事業は行うことが決定した後にコストの削減として補助金を求めているという点が強いのではないかと考えられるからである。しかし、十分に意思決定が補助金の額によって左右されるかどうかの分析を行っていないため、補助金額の削減方向に向かう本研究の提言が、補助制度の変更決定までに、事業実施の観点から問題が無いかについて検討できていない。

以上のことを今後の課題とすることで、本研究の結びとしたい。

謝辞

本分析を行うにあたっては、多くの方の好意的なご協力を得た。

熱供給事業者の方々には、数回にわたる問い合わせに応じていただき、分析の核になる貴重なデータを提供していただいた。

日本環境技研の宮本チームリーダーには、初歩的な質問にも丁寧に答えていただき、また、報告書等の情報提供で何度もお世話になった。また、国土交通省都市・地域整備局の吉野係長には国土交通省所管の補助制度に関する詳細な説明をしていただき、市街地整備課の方々にはお忙しい中データ提供をしていただいた。

石井審議官、武井都市計画課課長補佐には毎回授業で厳しくも暖かいご指導をしていただいた。多様な情報の中で政策を立案する際の実務家としての勘のようなものを垣間見ることができ、単なる経済的な分析に止まらない、私たちが見落としがちな論点をいつも示していただいた。

指導教官である金本教授にはいつも鋭いご指摘をいただき、分析の方向性を示していただいた。論理的で明快なご指摘をいただくことで、「船頭多くして船山に登る」状態になりがちだった私たちも、優先順位を決めて分析に取り組むことができたと思う。

経済産業省須山課長補佐や NEDO のの方々にも補助制度やその活用状況の説明等でお世話になった。

全ての方々の名前は書ききれないが、他にも多くの方々にお世話になった。重ねてお礼申し上げる。

最後に、私たちは、地球環境に大きな負荷をかけている都市における環境負荷削減という観点から、地域冷暖房システムの「面的に環境負荷を削減する」という点に関心を持ち、今回のテーマに取り組んだ。当初予想した結果とは異なる点もあったが、今後も、環境に負荷をかけない都市創造のさらなる進展を願ってやまない。

参考文献

- 浅井崇志他(2005)「既存建物群の更新を考慮した都市業務部門の省エネルギーポテンシャル評価」、日本都市計画学会、都市計画論文集、No.40-3、pp.19-24。
- 生田孝史(2008)「低炭素社会に向けた民生部門対策の設計」富士通総研、研究レポート、No.333、<<http://jp.fujitsu.com/group/fri/downloads/report/research/2008/no333.pdf>> 2009年2月11日参照。
- 石川播磨重工業 HP <<http://www.ihl.co.jp/powersystems/motor/im400.html>> 2009年2月1日参照。
- 李秀澈(2004)『環境補助金の理論と実際』名古屋大学出版会。
- 植田和弘他(1997)『環境政策の経済学』日本評論社。
- エネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会(2006)『エネルギーの面的利用導入ガイドブック 平成17年度』。
- 尾島俊雄(1994)『地域冷暖房』早稲田大学出版会。
- 戒能一成(2006)「『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、<<http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/06j025.pdf>> 2009年1月11日参照。
- 戒能一成(2008)「2006年度より適用される新たな総合エネルギー統計についての解説」<<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/download/>> 2008年07月30日参照。
- 環境省(2007a)「IPCC第4次評価報告書統合報告書概要(公式版)2007年12月17日version」<<http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/ar4syr.pdf>> 2008年7月27日参照。
- 環境省(2006b)「我が国の温室効果ガス排出量 2006年度(平成18年度)の温室効果ガス排出量(確定値)について」<<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2006ghg.pdf>> 2008年7月31日参照。

空気調和・衛生工学会編(2007)『京都議定書目標達成に向けて 建築・都市エネルギーシ
ステムの新技术』空気調和・衛生工学会。

経済産業省(2003)『平成 14 年度新エネルギー等導入促進基礎調査(未利用熱エネルギー導入
基盤整備調査)』(委託先 日本環境技研)。

経済産業省(2005)『平成 16 年度新エネルギー導入促進基礎調査(未利用熱エネルギー導入
基盤整備調査)』(委託先 日本環境技研)。

経済産業省(2007)「総合資源エネルギー調査会省エネルギー部会(第 12 回)資料 2『今
後の省エネルギー対策の方向性について(案)』」、
<<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g71212b03j.pdf>>
2009 年 2 月 11 日参照。

経済産業省(2008)『平成 19 年度 年次報告書 Accountability Report 2007』。

国土交通省(2004)「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」
<<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/13/130206/04.pdf>> 2009 年 2 月 13 日参照。

国土交通省(2007a)「第4回公共事業評価手法に関する検討会について 議事概要」
<http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/pdf_kentoukai04/gaiyo.pdf> 2009 年
2 月 13 日参照。

国土交通省(2007b)「第 4 回公共事業評価手法に関する検討会について 資料 3:CO₂ の
貨幣価値原単位について」
<http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/pdf_kentoukai04/03.pdf> 2009 年 2 月 13 日参照。

国土交通省(2007c)「社会資本整備審議会建築分科会 第 4 回住宅・建築物省エネルギー
部会参考資料1 住宅・建築分野における省エネルギー対策について」
<[http://www.mlit.go.jp/singikai/infra/architecture/energy_conservation/
gijigaiyou4/04.pdf](http://www.mlit.go.jp/singikai/infra/architecture/energy_conservation/gijigaiyou4/04.pdf)> 2009 年 2 月 3 日参照。

国立環境研究所(2008a)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」
<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2008/NIR_JPN_2008_v3.1J.pdf>
2008 年 07 月 30 日参照

国立環境研究所(2008b)「日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2006 年度)」

<<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/data/2008/>

n001_6gas_2008-gioweb_J1.4.xls>2009 年 2 月 11 日参照。

資源エネルギー庁 (2007)『平成 19 年度先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業費補助金制度 公募要領』。

資源エネルギー庁(2008)『未利用エネルギー面的利用熱供給の実態と次世代に向けた方向

性(概要版冊子)」<<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/dhc/hpver1/gaiyo.pdf>>2009 年 2 月 13 日参照。

新エネルギー・産業技術総合開発機構「成果報告書データベース」

<<http://www.nedo.go.jp/database/>>2008 年 2 月 1 日参照。

新エネルギー・産業技術総合開発機構(2008)『平成 20 年度新エネルギー等事業者支援対策事業公募要領』。

東京都環境局 HP<<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/kikaku/singikai/jourei/>

071107jourei/shiryou1_jourei_071107.pdf>2009 年 2 月 12 日参照。

日本地域冷暖房協会技術委員会(2005)「研究・技術最前線『地域冷暖房のリニューアル

における技術的課題』検討分科会報告書(前半)概要」、日本地域冷暖房協会、第 82 号、pp.4-7。

早川一也著(1992)『地域冷暖房システム』井上書院。

* 補遺

1. 地域冷暖房以外の CO2 排出量削減手法および日本政府の対策

家庭部門および業務その他部門に関する省エネルギー・省 CO2 対策は空間の広がりから 3 つに分類することができる。²²すなわち、機器レベル、建築物レベル、都市レベルの 3 つである。以下では、それぞれのレベル別に本稿で扱った地域冷暖房以外の削減手法と日本政府の行っている政策について述べていく。

機器レベルでの省エネルギー対策としては照明や OA 機器、空調など建築物内部で利用されている機器のエネルギー効率を上げることが挙げられる。このような機器のエネルギー効率を上げるための政策としては、エアコンなどの設備機器のトップランナー規制や省エネ法(正式名:エネルギーの使用の合理化に関する法律)による省エネ基準の設定および規制、機器の技術発展支援などが行われている。トップランナー規制とは平成 10 年の省エネ法によって始まった制度であり、エネルギー消費量が多くかつ効率改善余地のある電化製品に対して、現在市場において販売されている製品の中でエネルギー効率が最も優れている製品の性能以上にするという規制である。²³戒能(2006)は家電機器におけるトップランナー規制の CO2 排出削減量について推計を行っており、それによると年平均で 2500 万 t-CO2 の排出削減が行われたとしている。これは、家庭部門における 2006 年の CO2 排出量のうち 11%を占める量である。²⁴

また、建築物のエネルギー設備の省エネルギー対策として BEMS (Building and Energy Management System:ビル・エネルギー管理システム)がある。BEMS は各ビルのエネルギー消費状況を把握するシステムを指し、それをもとに専門家が運用改善・改修などを判断し実行することで省エネルギーを達成することを目的としている。ただし、専門技術をもった運転管理担当者の不足や、コストなどの問題からあまり普及していない。

このような建築物の設備機器における省エネ基準については、「建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準(通商産業省・建設省告示第 1 号)」や「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準(経済産業省・国土交通省告示第 3 号)」において定められている。住宅を除いた建築物については、断熱性能に関わる基準と、空調や給湯など建築設備ごとの基準が、ホテルや業務など建物用途ごとに定められている。昭和 55 年・平成 5 年・平成 11 年と順次強化され、建築主には順守が求められている。住宅に関しても順次規制が強化され、現在は平成 11 年基準の順守が求められている。

これらのような省エネ・省 CO2 に関する基準や規制に加えて助成制度も設けられている。機器レベルでは、高効率な空調機については開発・生産・販売など生産者側に対する支援に加えて、導入などの消費者側の支援も行われている。高効率な照明に関しては技術開発や導入支援が、給湯器については導入支援が行われている。先述した BEMS については、導入の際に費用の一部を補助する制度(住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業(BEMS 導入支援事業))が設けられている。

建築物レベルでの対策としては断熱性能の向上や建物外皮に関わるものがある。これに関する国の政策には、平成 11 年基準において定められている省エネに関する基準がある。これらの機器レベルおよび建築物レ

²² 浅井他(2005)

²³ 経済産業省(2007)

²⁴ 戒能(2006)

ベルでの省エネ基準順守に関する規制は省エネ法によって定められており、2000m²以上の非住宅の建築物に関しては新築・増改築の際に省エネ措置について所管行政庁への届出が義務付けられ、省エネ措置が著しく不十分な場合は所管行政庁による指示・公表が行われるとしている。2003年からは2000m²以上の非住宅の建築物に関しては新築・増改築の際に省エネ措置について所管行政庁への届出が義務付けられ、省エネ措置が著しく不十分な場合は所管行政庁による指示・公表が行われるとしている。こういった規制の結果、2004年度には新築物件の74%が、2005年度には85%が平成11年基準をクリアしている。2006年からは2000m²以上の住宅も含めた建築物に関して同様の義務付けが行われるようになった。

このように住宅や建築物には環境の観点からも規制や対策が行われている。こういった規制に加えて、住宅や建築物の環境性能を表示するのがCASBEEや住宅品質確保法(住宅の品質確保の促進等に関する法律)に基づく住宅性能表示制度²⁵である。これらの性能表示制度では、市場において環境性能が評価されることが期待されている。²⁶

他には「見える化」と呼ばれる、事業所や家庭などで排出されるCO₂量を表示し、削減インセンティブを高めるといった対策もある。日本における支援制度については国や地方でのモデル事業レベル²⁷にとどまるが、英国やカナダのオンタリオ州ではスマートメーターと呼ばれる、家庭におけるCO₂排出量を表示する機器を全世帯に配布する計画の開始や検討が行われている。²⁸

建築物レベルでも省エネ基準や規制に加えて国による助成制度が設けられている。たとえば業務用ビル等の省エネ化に対する補助や、エネ革税制(正式名:エネルギー需給構造改革推進投資促進税制)による特別償却又は法人税額(又は所得税額)の特別控除の措置が受けられるといった支援制度などがそれにあたる。

都市レベルでの対策には、都市独自の省エネルギー基準規制やエネルギー供給システムに関わるものがある。特にエネルギー供給システムに関わるものには、地域冷暖房などのエネルギーの面的利用や、AEMSなどのITを用いた形での地域レベルでの省エネルギー管理がある。AEMSというのはBEMSを複数ビルに拡大したものである。AEMSは複数ビルのエネルギー消費状況を一元的に把握するシステムで、そのデータをもとに専門家が運用改善・改修などを判断し実行することで省エネルギーを達成することを目的としている点や、専門技術をもった運転管理担当者の不足やコストなどの問題からあまり普及していない点などはBEMSと同様である。

²⁵ 住宅性能表示制度は環境性能に加えて、構造耐力や遮音性などについてもその性能が表示される。

²⁶ 経済産業省(2007)

²⁷ ただし国レベルでのモデル事業はすでに終了。

²⁸ 生田(2008)

2. 地域冷暖房の歴史

我が国での地域熱供給事業は、現在(平成 17 年 3 月末)、熱供給事業法に基づく許可件数(営業が開始されていないものも含む。)で、154 地区数、90 事業者に及んでいる。供給区域の総面積は約 45 平方キロメートル、需要家総数(供給契約件数)は約 4.6 万件、総販売熱量は 24.9 Peta joule(ペタ(10¹⁵)ジュール)で、その 6 割が「冷水」によるものであり、総売上高は約 1,570 億円の規模である。

このような地域熱供給事業の現状に至るまでの変遷と社会背景を纏めると、以下のとおりである。

2-1 創成期(1970~1975) ー大気汚染防止対策の強化ー

地域熱供給が最初に導入されたのは、1970 年の小名浜地区での工場排熱利用地域給湯と千里中央地区での地域冷暖房である。当時は、我が国の高度経済成長を背景に、特に都市部で大気汚染公害問題が深刻化しており、その法制化として大気汚染防止法が 1968 年に成立している。またその公害防止対策として、大気汚染物質の発生の少ない良質な燃料や工場排熱、ごみ焼却場排熱を利用した地域熱供給が検討・導入され始めた。とりわけ、70 年に日本万国博覧会が大阪千里で開催されることになり、万博会場内の千里中央地区において我が国で初めて地域熱供給を行うこととなった。

このように、地域冷暖房の導入初期は大気汚染の防止という目的が大きかった。導入された数としては、1975 年度(昭和 50 年度)までを創成期としてみると、72 年には熱供給事業法が施行され、75 年度末では、北海道の 9 地区をはじめ、東京都心 4 地区、大阪 4 地区等全国で 24 地区(累計)の熱供給事業が許可された。

2-2 停滞期・再生期(1976~1984) ー省エネルギーの徹底ー

1973 年の第 4 次中東戦争を契機とする第 1 次オイルショック及び 1978 年のイラン革命に伴って発生した第 2 次オイルショックにより、石油価格が高騰し、エネルギー節約型社会が到来した。高度成長を続けていた経済は低成長へと転換し、都市開発や住宅建設等の計画変更や遅延を余儀なくされた。このため、70 年代後半の地域熱供給事業は、新規事業が低迷した。

この時代背景からは、事業の採算性の回復とともに、省エネルギー化が新たな事業の目的として現れている。その時代背景を表すものとして、1979 年に「省エネ法(略称)」が、80 年には「代エネ法」が制定され、省エネルギーや石油代替エネルギーの開発・導入が推進された。一方、経済も安定成長へと歩み出したこともあって、80 年代前半の地域熱供給事業は、東京を中心に市街地再開発型や清掃工場排熱利用型の地域冷暖房に加えて、ヒートポンプ・蓄熱システムやコージェネレーションシステムを採用した新しい省エネ型の地域冷暖房が導入されるなど、その後の発展の基礎を作った再生期となった。1980 年度末の累計許可地区数は 32 件、84 年度末は 41 件となった。

2-3 発展期(1985~1989) ー建物床賃料の上昇とスペースメリットー

経済の長期安定成長からバブル経済化とともに、引き続き省エネルギー性が重要なポイントとされていたことで、都市開発、都市再開発が活発化とともに地域熱供給事業の導入が増加した。1980 年代後半から 90 年代にかけての地価の高騰は建物床賃料の上昇を招くこととなり、プラント設置に係る建築基準法の容積率緩和措

置を受けることができる地域熱供給システムは、建物面積の有効利用の方策としてスペースメリットが評価されるようになる。制度としては、プラント設置による容積率緩和は 1985 年の通達により実現している。ここから容積率の緩和は都市の開発プロジェクトの中で積極的に採用されるようになった。国・地方行政における地域熱供給事業の導入・促進や都市ガス会社、電力会社の積極的な事業参画等もあって、熱供給事業の累計許可地点数は飛躍的に増加し、1989 年度末では 79 件と、5 年間でほぼ倍増した。

2-4 普及期（1990～）－未利用エネルギー活用・地球温暖化対策等に貢献－

1990 年代に入っても、地域熱供給事業は関東圏のみならず全国的な展開を見せ、92 年度末には累計許可地点数が 100 件を超えるところとなった。

一方、バブル経済の崩壊から景気が低迷し、都市開発計画の見直し等が迫られるようになり、地域熱供給事業の拡大基調にも少なからず影響がもたらされた。しかし、地球環境に関する意識の高まりにより、より一層の省エネルギーの推進と新エネルギーの積極的な導入に向けた施策等が講じられ、未利用エネルギーの有効活用やエネルギーをカスケード利用した地域熱供給システムが多数導入された。

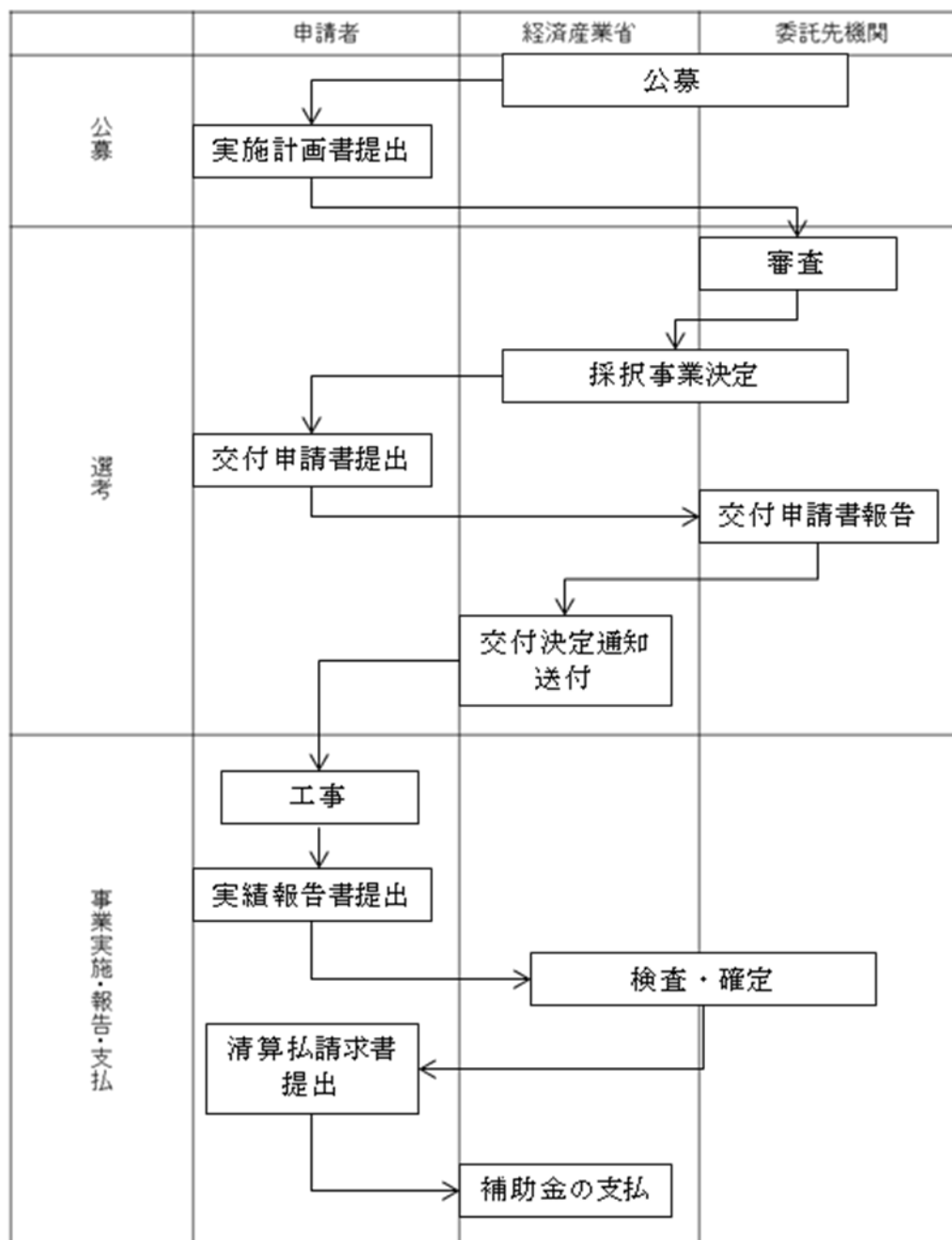
制度面としては、地球環境問題に対して政府が 1990 年に地球温暖化防止行動計画を定める。省エネルギー化・石油代替化の推進も引き続き行われ、新エネルギーの技術開発推進や 1994 年の新エネルギー導入大綱の制定、1991 年の未利用エネルギー活用地域熱供給事業補助制度の制定などが定められている。東京都・大阪府・名古屋市など導入の進む都市部の自治体では、それぞれが指導要綱の制定も行っている。

1995 年以降は、バブル崩壊の余波を受けた景気低迷により熱供給事業の許可地点数の伸びは鈍化しているものの、地球環境問題への対策強化が必要とされる状況にあって、省エネ、省 CO2 型のエネルギー供給システムとして、その導入が期待されている。とりわけ、2005 年 4 月に策定された地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく京都議定書目標達成計画の中において、エネルギーの面的利用の促進施策の重要性が謳われたこともあり、今後の更なる導入・普及の試みが続いている。

このように、地域冷暖房は初期は大気汚染の防止用として導入され、次には省エネルギー性が謳われたが、排出の削減を言われたのは 90 年代以降であることがわかる。このように、古い導入案件に関しては目的からして現状の省エネとはそぐわないこともあるという点に注意すべきである。

3. 補助金の種類・手続きフロー

経済産業省「平成 19 年度先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業費補助金制度」の手続きフロー図。



4. CO₂ 排出削減量の導出方法

本節ではまず、各熱供給地域の CO₂ 排出量の導出方法について説明し、CO₂ 排出量削減量を規準となるケースから導出する方法について述べる。

CO₂ 排出量は熱供給事業便覧に記載されていた燃料使用量に、各燃料の排出原単位をかけて求めた。具体的には、戒能(2008)を用いて燃料単位辺りの発熱量(GJ)を求め、国立環境研究所(2008a)の排出原単位の価から、CO₂ 排出量を求めた。その換算値は下表の通りである。

エネルギー別 CO₂ 排出原単位

発熱量	GJ	tCO ₂ /GJ	tCO ₂ /1000kwh
ガス(千立方メートル)	41.1	0.049867	
LPG(トン)	50.2	0.05984	
石炭(トン):原料炭	28.9	0.08987	
石炭(トン):一般炭	26.6	0.090603	
石炭(トン):無煙炭	27.2	0.093353	
灯油(キロリットル)	36.7	0.06787	
A重油(キロリットル)	39.1	0.0693	
B・C重油(キロリットル)	41.7	0.071647	
再生油(キロリットル)	40.2	0.070473	
購入排熱(GJ)	1	0	
電力(千キロワット)			0.555
その他(GJ)	1		

CO₂ 排出量導出の式は以下の通りである。

$$\sum(\text{各燃料使用量}) \times (\text{燃料単位当りの発熱量}) \times (\text{熱量当りの排出原単位})$$

例えば、熱供給事業便覧に「都市ガス 10 千 m³」と記載されていた場合、都市ガスの CO₂ 排出量は、

$$10 \times 41.1 \times 0.49867 = 204.9534 \text{ (t-CO}_2\text{/10 千 m}^3\text{)}$$

となり、同様にして各燃料使用量を積上げた価が CO₂ 排出量になる。

なお、電力に関しては、国が「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」(平成 18 年経済産業省・環境省令第 3 号)に定めるデフォルト値(0.000555 t-CO₂/kWh)を用いた。

また、未利用エネルギーや余剰廃熱を利用・購入している場合、本来であれば熱供給に用いられずに排気されるエネルギーを活用したと考え、排出原単位を 0(t-CO₂/GJ)とした。

購入排熱例に、コージェネレーションシステムがあるが、これには 2 種類あり、プラント内で発電した電力を冷熱の製造などに消費するプラントコージェネレーションと、発電プラントから出た熱を、熱供給にも利用するビルコージェネレーションとがある。(この場合システム全体としては外部に熱と電力の両方を供給することになる)。熱供給事業便覧に「購入排熱」として記載されているのは、外部発電プラントから排熱を購入するビルコージェ

ネレーションであるが、この場合は、厳密には発電プラントの発電効率を求め、その地域の系統電力の排出原単位と比較する必要がある。プラントの発電による排出原単位が系統電力よりも高い場合、その分 CO2 排出量は増加することになる。

今回分析した事例で購入排熱があるのは、六本木ヒルズ及び天満橋一丁目であったが、六本木ヒルズで用いられているプラント機器の発電効率を見たところ、29.1～35.6%であり²⁹、排出原単位を求めると、0.171～0.140 (t-CO2/GJ)となった。

一方、系統電力の排出原単位としては、上述の国のデフォルト値 (0.000555 t-CO2/kWh) をGJ換算した価 0.154167(t-CO2/GJ)を用いたが、これらを比較してもほとんど差がないことが分かり、またプラントの運転効率は状況により変化し正確な効率は不明であるため、プラントと系統電力とで発電にかかる排出係数の差はないとして分析を進めることにした。また、天満橋一丁目の発電効率は不明であったが六本木ヒルズの価で代用し、同様に差はないと仮定した。

COP(総合エネルギー効率)の導出方法・CO2 削減量の導出方法

COP は前述の、各燃料当りの発熱量を積上げたもので、供給熱量を除いて求めた。

$$\text{供給熱量} / \sum(\text{各燃料使用量}) * (\text{燃料単位当りの発熱量})$$

電力に関しては、発電端にさかのぼって求め、プラントエネルギーではなく総合エネルギー効率を求めた。具体的には平成 14 年度省エネ法に定められている値(10.25 MJ/kWh)を用いて電力使用量を発熱量に換算した。

CO2 削減量は、求めたい熱供給地区の COP(総合エネルギー効率)と平均的な個別熱源の熱供給プラントの COP との差から導出した。経済産業省(2005)によると、平均的な個別熱源プラントの COP は 0.605 となっている。前述した各地区の CO2 排出量に、各総合エネルギー効率と平均値との差を乗じて、CO2 排出量を求めた。

$$\text{CO2 削減量} = (\text{CO2 排出量}) * (\text{COP} - 0.605) / 0.605$$

COP が基準値(0.605)より高いほど、削減量は増加する。

5. ケーススタディの詳細結果

・通常の補助金効率性分析の詳細結果

<i>B/S</i>	2007年為替値	7612円/t-c	10622円/t-c	20448円/t-c
<i>A</i>	17年	0.023	0.032	0.062
	30年	0.026	0.036	0.070
<i>B</i>	17年	0.013	0.018	0.034
	30年	0.015	0.020	0.039
<i>C</i>	17年	0.018	0.025	0.048
	30年	0.023	0.031	0.060
<i>D</i>	17年	0.016	0.022	0.043
	30年	0.020	0.027	0.053
<i>E</i>	17年	0.060	0.083	0.161
	30年	0.069	0.096	0.185
<i>F</i>	17年	0.033	0.046	0.089
	30年	0.042	0.058	0.112
<i>G</i>	17年	0.050	0.071	0.136
	30年	0.067	0.094	0.181
<i>H</i>	17年	0.096	0.134	0.258
	30年	0.110	0.154	0.296

・通常の補助金効率性分析による正当化額

正当化額	2007年為替値	7612円/t-c	10622円/t-c	20448円/t-c
<i>A</i>	17年	1092	1524	2934
	30年	1234	1722	3316
<i>B</i>	17年	2200	3070	5910
	30年	2561	3574	6881
<i>C</i>	17年	766	1069	2058
	30年	967	1349	2598
<i>D</i>	17年	3340	4660	8971
	30年	4099	5719	11010
<i>E</i>	17年	2129	2970	5718
	30年	2458	3430	6602
<i>F</i>	17年	1149	1603	3085
	30年	1450	2023	3895
<i>G</i>	17年	713	995	1916
	30年	950	1325	2551
<i>H</i>	17年	10667	14885	28655
	30年	12222	17055	32832

単位(万円)

・感度分析の効率性分析結果

<i>B/S</i>	感度分析	30000円/t-c	40000円/t-c	50000円/t-c
<i>A</i>	17年	0.072	0.096	0.120
	30年	0.084	0.111	0.139
<i>B</i>	17年	0.050	0.066	0.083
	30年	0.058	0.077	0.096
<i>C</i>	17年	0.070	0.094	0.117
	30年	0.089	0.118	0.148
<i>D</i>	17年	0.063	0.084	0.105
	30年	0.077	0.103	0.129
<i>E</i>	17年	0.337	0.449	0.561
	30年	0.389	0.519	0.648
<i>F</i>	17年	0.131	0.174	0.218
	30年	0.165	0.220	0.275
<i>G</i>	17年	0.200	0.266	0.333
	30年	0.266	0.355	0.443
<i>H</i>	17年	0.379	0.506	0.632
	30年	0.434	0.579	0.724

・感度分析における正当化額

正当化額	感度分析	30000円/t-c	40000円/t-c	50000円/t-c
<i>A</i>	17年	3405	4540	5675
	30年	3964	5286	6607
<i>B</i>	17年	8815	11561	14451
	30年	10095	13460	16825
<i>C</i>	17年	3019	4026	5032
	30年	3811	5082	6352
<i>D</i>	17年	13162	17549	21937
	30年	16153	21538	26922
<i>E</i>	17年	12000	16000	20000
	30年	13856	18475	23094
<i>F</i>	17年	4527	6035	7544
	30年	5714	7618	9523
<i>G</i>	17年	2810	3747	4684
	30年	3743	4991	6238
<i>H</i>	17年	42041	56055	70068
	30年	48169	64225	80282

単位(万円)