スマートエネルギータウンシンポジウム
主催：一般財団法人建築環境・省エネルギー機構
後援：内閣府、国土交通省、経済産業省、環境省、日本建築学会、空気調和･衛生工学会

スマートエネルギータウン調査　報告書

持続可能な都市・地域づくりに貢献する
分散型エネルギーシステム・スマートエネルギーネットワーク

ー多様な間接的便益（NEB）を考慮した事業スキームの構築に向けてー

2012 年 6 月

主　催
一般財団法人建築環境・省エネルギー機構（IBEC）
後　援
内閣府、国土交通省、経済産業省、環境省

ー 目 次 ー

はじめに ----------1
持続可能な都市・地域のエネルギーシステム形成と事業スキーム構築の必要性----------3
１．スマートエネルギータウン調査　検討の枠組み----------6
２．国の主要政策動向 ----------7
2.1　エネルギー・環境に関する国の主要政策---------- 7
2.2　国の政策事例---------- 8
３．国内外における地域レベルの先導的取組み事例 ----------10
3.1　シドニー市における分散型エネルギーシステムマスタープラン ---------- 10
3.2　持続可能な都市・地域づくりを目指す国際間連携の取組み事例---------- 12
3.3　環境配慮型プロジェクトに対する金融面の取組み ---------- 14
４．分散型エネルギーシステムのプロジェクトの事業スキーム構築におけるNEB(間接的便益)の考慮 18
4.1　プロジェクトの事業スキーム ---------- 18
4.2　ステークホルダー間のNEBの配分の考え方---------- 20
５．都市施策と一体となったスマートエネルギーネットワーク形成のケーススタディ------28
5.1　ケーススタディの進め方 ---------- 28
5.2　業務・商業系街区のエコタウン計画を対象としたケーススタディ---------- 32
5.3　住宅中心街区のエコタウン計画を対象としたケーススタディ---------- 38
5.4　鉄道駅周辺地区のまちづくり計画を対象としたケーススタディ ---------- 44
６．地域・街区レベルにおける災害等非常時のエネルギー自立度の評価 ---------- 50
6.1　地域・街区レベルのエネルギー自立度の評価 ---------- 50
6.2　ケーススタディ対象地区における評価例---------- 54
７．都市機能の集約化の方向性に沿った低炭素化対策のコスト効率の評価 ----------60
7.1　CASBEE都市を用いたDID地区を対象とした評価の考え方 ---------- 60
7.2　コスト効率の試算例---------- 63
８．分散型エネルギーシステム・スマートエネルギーネットワークの推進方策の提言 ---------- 66
９．まとめ ---------- 68

はじめに

持続可能な国づくり、都市づくりに向けて、建物、街区、地域、都市の様々なスケールでの対策が必要とされている。地球温暖化防止の観点から中長期的に低炭素社会に向かうという世界共通の方向性がある一方で、少子高齢・人口減少社会を迎えた我が国では、集約型都市構造への転換を通じ、大幅な低炭素化に加え、人を惹きつける魅力や活力のある都市・地域を目指す必要がある。

このような中で、3.11の東日本大震災と原発事故は、我が国のエネルギーシステムに重大な変革を迫ることとなった。災害時もエネルギー面での自立度が高く、中長期的には地域ごとの特性を活かした再生可能エネルギーや未利用エネルギーを含む新たなエネルギーミックスを実現することが、持続可能な都市・地域の形成に欠かせない要件となった。

こうした背景のもとで、この課題に対する具体策として期待される「スマートエネルギーネットワーク」に焦点を当て、都市・地域づくりの中でこれを実現する方策に関する調査研究を行った。本報告はその２年間にわたる研究活動「スマートエネルギータウン調査」の成果をまとめたものである。

調査研究においては、都市環境計画やエネルギーシステムの研究者、国や自治体で都市施策・環境政策を推進する行政関係者、先導的プロジェクトに携わる実務者ならびに金融関係者など多方面の方々が参加している。メンバーの多くは、「サステナブルタウン調査（2005.11～2008.3）［第1フェーズ］」で分散型エネルギーシステムによるエネルギーの自立度の高いまちづくりを提案し、「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査（2008.10～2010.3）［第2フェーズ］」において、低炭素化対策がもたらす多様な間接的便益（Non-energy Benefit: NEB）の評価に貢献した方々である。本調査研究は第３フェーズにあたるもので、第１フェーズ、第２フェーズの成果を基盤として進められた。膨大な分析作業を通じ、

１） 都市施策と一体となって「スマートエネルギーネットワーク」を構築することが、大幅な低炭素化効果や、地域レベルのエネルギー自立度を大きく向上させること

２） このような効果をNEBとして明確化し、適切にステークホルダー間に配分する事業スキーム構築のあり方や、都市機能の集約化がスマートエネルギーネットワークの形成をコスト効率の面からも促進し得ること

等について、定量的かつ実践的な知見を得ることができた。震災後の我が国が目指すべき持続可能な社会づくりが議論される中、本報告は環境未来都市や復興計画の立案などに対しても有用な材料を提供する時宜を得たものと考えている。

本調査研究活動を通じ、新たな課題も明らかになってきた。

中長期的な資源開発動向、創エネ／蓄エネに関する技術革新動向を踏まえた新たなエネルギーミッ

クスの検討、スマートシティ／スマートコミュニティをキーワードとして、国際間で都市・地域の総合的環境性能の向上に向けた取組みが盛んになっている状況に対応した、国際競争力のある都市・地域のあり方に関するものである。本報告書が今後の更なる研究の方向性を与えるものとして貢献することを期待している。

最後に、本調査研究活動を支援いただいた国土交通省をはじめとする政府機関、自治体、ならびにスマートエネルギータウン調査委員会、同ワーキンググループを支えていただいた全ての方々のご尽力に対し、深甚なる謝意を表する次第である。

2012年6月
スマートエネルギータウン調査委員会委員長
一般財団法人建築環境・省エネルギー機構　理事長　村上 周三

スマートエネルギータウン調査委員会　名簿　（2010年10月～2012年3月　肩書は当時）

委 員 長	村上　周三	(独)建築研究所　理事長
委　　員	秋澤　淳	東京農工大学　生物システム応用科学府　教授
	伊香賀俊治	慶應義塾大学理工学部　システムデザイン工学科　教授
	佐藤　信孝	㈱日本設計　取締役副社長執行役員
	佐土原　聡	横浜国立大学　都市イノベーション研究院　教授
	鈴木さよ子	豊島区　清掃環境部　環境政策課長
	高原　光吉	東京ガス㈱　リビングエネルギー本部　リビング企画部　技術顧問
	高見　牧人	経済産業省　資源エネルギー庁　省エネルギー対策課長
	竹ヶ原啓介	日本政策投資銀行　環境・CSR 部長
	芳賀　昇平	(独)都市再生機構　技術調査室　設備計画チームリーダー
	橋本　公博	国土交通省　住宅局住宅生産課長
	福島　朝彦	日本環境技研㈱　代表取締役社長
	藤野　純一	(独)国立環境研究所　地球環境研究センター　温暖化対策評価研究室主任研究員
	松繩　堅	㈱日建設計総合研究所　取締役理事長
	宮本　恭介	中央区　環境土木部長
	村木　茂	東京ガス㈱　代表取締役副社長執行役員　エネルギーソリューション本部長
	室石　泰弘	環境省　地球環境局地球温暖化対策課長
	吉野　亜文	港区　環境リサイクル支援部　地球温暖化対策担当課長
専門委員	水石　仁	野村総合研究所社会システムコンサルティング部環境・資源コンサルティング室副主任コンサルタント
事務局	生稲　清久	一般社団法人　日本サステナブル建築協会
	青笹　健	一般社団法人　日本サステナブル建築協会

［寄稿］持続可能な都市・地域のエネルギーシステム形成と事業スキーム構築の必要性
再生可能エネルギー法案の活用による被災地の経済再生モデル

一日も早い復興を達成するには公的資金や復興税の活用は当然であるが、民間の資金を合理的に投入する新規事業の創生が持続可能となり併せて重要となる。一例として既に国会で成立した再生可能エネルギー固定価格買取り法案の積極的活用である。この法律は事業者側に立った内容であり、2015年6月までの3年間に限り事業者の利潤に配慮した買取り価格の設定を明記している。被災地をグリーンエネルパーク構想など民間資金による事業化により、結果として被災地への財の再配分を達成でき、復興を早める大きな効果がある。

復興財源を公的資金でまかなうことに異論はないが、増税という形で進められている現状に対し、一層のスピード感が必要になる。税程，利害が絡むものはなく、仮に法案が成立したとしても使途等に対する議論を考えると期待した効果をスピーディーに挙げられるとは限らない。我国の政治環境の現状を考えると既に成立した法案をどう活用して復興効果をあげるかを考えることが速効性があり望ましい。

その一例が再生可能エネルギー固定価格買取り法案の活用である。すなわち復興地や被災地で太陽光、風力、バイオマス、中小水力などのローカルエネルギーを事業化することである。ここで重要なことは地域の企業がコンソーシアムを形成し特定目的会社（SPC）を創生する。新法により全電力消費者からサーチャージという形でキャッシュフローが担保されているため、地域の信用金庫などの金融機関も保証しやすい。資金の一部はSPC社債により出資を募る。例えば、メガソーラが100kW4億円で事業化できたとしよう。我国では1年間平均で1000時間の日照があるから、固定買取り価格が高く設定され仮に38円/kWhとして20年間買取るとすると、年間3800万円、20年間で7億6000万円のキャッシュフローとなり、単利で9.5％の利率となる。SPC社債の利率は2～3％が設定でき、被災地内の出資者には割高な利率を設定する事も可能であり、民間企業の活力回復にもつながる。マクロ的に見れば被災を免れた地域から被災地への財の再配布が行われることになり、公的資金の投入を待つより、スピーディーに復興を達成することができる。

以上に述べた考え方と同じように、多様な間接的便益（NEB）が目に見える形で取引がなされるようになれば、民間資金による事業化をより後押しすることにつながると考える。今後の更なる研究を期待したい。

2012 年 6 月

東京工業大学統合研究院　教授　柏木 孝夫
（「環境未来都市」構想有識者検討会委員）

［寄稿］持続可能な都市・地域のエネルギーシステム形成と事業スキーム構築の必要性

NEBの登場がもたらすインパクト

２年間に亘るスマートエネルギータウン調査がこうした形でまとまったことに関し、まずは関係者の方々にお祝いを申し上げます。

この調査は、その前駆をなす第１、第２フェーズの先行調査と共に、持続可能な都市・地域づくりを具体的に議論するためのフレームワークを提示するものといえます。なかでも、一連の議論を経て浮かび上がってきた「低炭素化がもたらす間接的な便益（NEB）」という概念は、今後、プロジェクトを具体化していくうえでキーワードになることは間違いないでしょう。この NEB を同定し、プロジェクトの経済的な便益と対比させることで、これを含めた真の B/C を議論出来る土台を提供したことは、本調査の最大の成果の一つと考えます。今後は、こうして「見える化」された NEB の還元・配分のあり方が政策論も含めて議論されることになるでしょう。

報告書が示唆するように、スマートエネルギーネットワークの形成は地域レベルで大きな便益をもたらします。そこで就業・生活する多くの人々はもちろん、彼らに有形無形の様々なサービスを提供する事業体にもそのメリットは及びます。最終的にエリアの資産価値向上にもつながりますので、このこと自体は好ましい訳ですが、問題は、こうして生じる便益の大部分が、その端緒をなしたエネルギーサービス事業体に直接帰属しない点です。すなわち、スマートエネルギータウンの整備そのものは社会全体に大きな便益をもたらす好ましいものであるにも関わらず、そのドライバー役である事業者が、半ば公共事業的な役割を強いられることで、結果的にプロジェクトが成立しないという事態も懸念されます。適切な例えといえるかどうか分かりませんが、利益配分の面で ESCO 事業者が直面した課題と相通じるところがあるように思えます。

従って、スマートエネルギータウンプロジェクトを進めるためには、便益を享受するステークホルダー間の合意形成を通じ、その最適な配分が議論される必要があります。そのために必要不可欠な前提が NEB の同定であり、本研究はまさにその前提条件を整える役割を担っていたと考えることが出来る訳です。

NEB の見える化は、金融目線でみた時のプロジェクトの評価にも影響を及ぼすと予想されます。大きな外部性を伴うプロジェクトは、顕在化しているキャッシュフローだけに着目すれば、到底バンカブルとはいえず、ファイナンスがつかない公算が大きくなってしまいがちですが、適切な NEB が還元されることで、見かけの事業採算性が大きく改善することも大いに考えられるからです。また、エネルギーサービス事業体の事業採算性が高まれば、それに対する信用供与の是非といった単純な議論に終止することなく、事業主体の構成そのものにも影響が及ぶかも知れません。NEB が同定される以前は、高い信用力を持ち、プロジェクトの外部性を甘受出来るような極めて限られた事業体だけが担い手となりえた訳ですが、今後は、状況次第では受益者もリターンを期待して出資する形で事業に参画出来る可能性も期待出来るでしょう。こうした意味から、本研究が次の段階（NEB の実体化と適切な配分ルールの確立）に進む過程では、金融界の関心も大いに高まるものと思われます。

本調査が契機となって、これまで以上に多様な主体の参画が促され、持続可能なまちづくりの議論が深化することを祈念しております。

2012 年 6 月

株式会社日本政策投資銀行 環境･CSR 部長　竹ケ原 啓介
（「環境未来都市」構想有識者検討会委員）

［寄稿］持続可能な都市・地域のエネルギーシステム形成と事業スキーム構築の必要性

誰もが暮らしたいまち「環境未来都市」構想がスマートエネルギータウン調査にかける期待

まず、２年間にわたる研究活動により「スマートエネルギータウン調査」の報告書が取りまとめられたことに対し、関係各位のご努力に深く敬意を表するとともに、心からお慶び申し上げます。

我々が推進している「環境未来都市」構想は、2010年6月に閣議決定された新成長戦略の国家プロジェクトの一つとして位置づけられており、環境、健康、観光を柱とする集中投資事業を行うことで、自立した地方からの持続可能な経済社会構造の変革を実現することを目指しています。

「環境未来都市」構想が目指すのは「環境・超高齢化対応等に向けた、人間中心の新たな価値を創造する都市」を実現することです。課題の重要性やアジア市場における将来性等を勘案すれば、環境と超高齢化対応という２つの課題は特に重要であり、我が国が世界に成功モデルを提示できるチャンスでもあり、同時に、民間企業にも大きな事業機会を提供するものであるとの考えを踏まえたものです。

それぞれの都市における環境や超高齢化をめぐる状況を踏まえた上で、それぞれの都市や地域に相応しい「誰もが暮らしたいまち」「誰もが活力があるまち」の実現を目指し、人々の生活の質を向上させることが究極的な目的と考えています。

そのような「誰もが暮らしたいまち」「誰もが活力があるまち」の実現を目指す際には、ソーシャル・キャピタルの充実等による社会的な連帯感の回復を図りながら環境、社会、経済という３つの価値（トリプル・ボトムライン）に留意した新たな価値を創造していくことが重要と考えています。さらに、目標とする都市や地域のあり方として、自律的に発展できる持続可能な社会経済システム、補助金等に頼らないシステムを構築することが重要です。

環境未来都市は、国内外に普及発展できるものとするため、先駆的な都市・地域に集中的に投資を行い、成功事例をつくることが重要な目的です。そのため、全国から公募を行い、昨年12月に東日本大震災の被災地6つを含む11の都市・地域を選定しました。

これらの都市が他地域に先駆けて先導的な取組を行っていくなかで、エネルギーのスマート化は非常に重要な要素であると考えます。また、特に被災地の環境未来都市においては、甚大な被害からの復旧、復興、そして環境未来都市へ向かう過程で先導的な取組を実践しながら、それらを具現化していくことが必要であると考えます。間接的便益（NEB）を考慮した事業スキームを含む本調査結果は、これらの都市が民間資金を活用しながら、持続可能な都市を形成していく上で大変有用であると考えます。今後の更なる研究の推進に期待します。

2012 年 6 月

内閣府地域活性化推進室　参事官　大滝 昌平
（「環境未来都市」構想有識者検討会事務局）

1.　スマートエネルギータウン調査　検討の枠組み

－都市における低炭素化と需要側のエネルギーセキュリティ向上に貢献する自立・分散型スマートエネルギーネットワーク形成の推進－

1. 主要政策動向（国内）

1-1. 京都議定書目標達成計画（2009.3 全部改訂）［抜粋］
(1) 低炭素型の都市へ向けた都市機能の集約化、地域構造や社会経済システムの形成／(2)街区レベルや地区レベルで複数の建物が連携したエネルギーの面的利用の促進

1-2. エネルギー・環境会議　基本理念（2011.7.29、10.3）［抜粋］
(1) 分散型エネルギーシステムへの転換を通じエネルギー・環境技術への民間投資を喚起し、新しいビジネスモデルを構築
(2)エリア単位での自立分散型電源の導入による地域の防災機能向上と国際競争力の強化

1-3.「環境未来都市（11 件）」「総合特区（33 区域）」（2011.12.22）（内閣府）
(1)スマートグリッド、再生可能エネルギー等を組合せた都市のエネルギーマネジメントシステムの構築等／(2)「国際戦略総合特区」「地域活性化総合特区」を指定、総合的政策パッケージとして支援実施

1-4.「持続可能で活力ある国土・地域づくり」の推進について（2011.11.15）（国土交通省）－持続可能な社会の実現、安全と安心の確保、等
(1) 低炭素・循環型システムの構築／地域の集約化
(2) 自治体や民間による協議会が「都市安全確保協定」を策定、これに基づいた規制緩和の推進

1-5. 特定都市再生緊急整備地域の指定（2011.1.20）（内閣府）
(1)都市再生緊急整備地域から、都市の国際競争力の強化を図る上で特に有効な地域を政令で指定（東京都心・臨海地域など11地域）
(2)地域整備方針－都市開発事業において、自立・分散型かつ効率的なエネルギーシステムの導入を誘導、等

2. 国内外における先導的取り組み

2-1. 国際的枠組み（事例）
(1)**世界大都市気候先導グループ（C40）など**
都市の低炭素化目標の設定（ロンドンやNY、パリなど）、先導的技術・対策を率先して実施（分散型、再生可能エネルギーの積極的な導入）
(2)**EU の低炭素都市づくり実証事業（CONCERTO）**（2002～）
持続可能かつエネルギー効率の高いコミュニティの実現に向けた確固たる意思と行動計画を策定する地域・コミュニティへの助成等

2-2. 都市レベルでの主な取組み（事例）
(1)**東京都「2020 年の東京」計画**（2011.12.22）
東京産電力 300 万 kW 創出（100 万 kW 級天然ガス火力、ｺｰｼﾞｪﾈ 50 万 kW 等）／スマートシティ化の推進－分散型電源としてのｺｰｼﾞｪﾈ設置支援制度等
(2)**豪州　シドニー市　“Decentralized Energy Network”計画**(2010.12)
・市の中期目標（70%の CO_2 削減）を掲げ、主力事業として大型ﾄﾘｼﾞｪﾈﾚｰｼｮﾝ（温・冷・電力併給）の分散配置と熱・電ネットワーク計画
・PPP　スキームで事業主体を選定、コージェネレーションの運営会社として、豪州最大のﾕｰﾃｨﾘﾃｨ会社の子会社が単独で市との間で交渉中。
・実際に送電網を利用する形態で（託送）、異なる地域間の建物での電力融通事例が実現

3. 本調査における検討の方向性

3-1. 低炭素化を促進する都市施策と事業化の推進
(1)中長期的な低炭素化目標設定と事業環境・制度面の整備
(2)具体的資金調達手段、投資主体への動機付け

3-2. 中長期的な都市構造変化への柔軟な対応
(1) 都市機能の集約化と都市経営コストの低減への対応
(2) 都市固有の気候、人口構成、産業構成の変化

3-3. 都市における需要側のエネルギーセキュリティの向上
(1)自立・分散型エネルギーシステムの整備・拡充
(2)都市における電力の域外依存を低減しエネルギーの自立度を向上
(3)都市廃熱等を、電力代替が可能な用途（空調等）へ積極的に活用

3-4. スマートエネルギーネットワークの形成
(1) 自立・分散型エネルギーシステムの連携によるシステムの高機能化
(2) ICT を活用した双方向・ネットワーク型エネルギーシステムの形成
(3) 再生可能・未利用エネルギー（電力、温熱、冷熱）の大量導入
(4) 建築物の ZEB 化と連携したデマンドサイドの対策の推進
(5) 地域エネルギー消費者参加型市場の整備や“プロシューマ”の確立

4. 関連研究、先導的取組み事例に関するレビュー

4-1. 既往研究のレビュー
(1)［第 1 フェーズ］サステナブルタウン調査（05.11～08.3）
①BLCP（Business and Living Continuity Plan：災害等非常時の業務・生活継続計画）への貢献／地区のエネルギー自立度の提案
②高効率の分散型エネルギーシステム（コージェネレーション等）の導入による省エネ・低炭素化
(2)［第 2 フェーズ］カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査（08.11～10.3）
① 面的・ネットワーク的な低炭素化対策による間接的便益（NEB）を考慮した限界削減費用曲線、費用対便益（B/C）の向上
② CASBEE-都市を用いた、地区・コミュニティのスマートエネルギーネットワークの形成による総合環境品質向上への寄与　等を検証
(3)都市再生研究会「分散型エネルギー利用普及委員会提言」（07.3）
① 常時の省エネ性／常時の稼働率／災害時のエネルギー自立度の 3 軸
② 複数のエネルギーの活用により災害時のリスク回避に貢献

4-2. 低炭素化対策の投資資金の調達の仕組み
(1)環境格付融資（日本政策投資銀行）、市民ファンド、ソーシャル・ファイナンス等
・投融資対象の限定・格付け、公/民の資金負担スキーム等

5. 施策展開・事業化推進のための対策・施策の評価手法の構築

5-1. 施策展開の方向性
(1)低炭素化対策と、まちづくりのための都市施策が一体となった面的・ネットワーク的エネルギーインフラ形成と運営
(2)成長拠点への都市機能の集約化にあわせた、エネルギーの“プロシューマ”の成長を支える市場や制度の整備

5-2. 中期的視点からの事業性評価手法
(1) ステークホルダーごとの EB, NEB の明確化と配分、B/C 評価
(2) 社会的割引率を反映した投資採算性評価（NPV、IRR 等）

5-3.エネルギー面からの都市の価値向上に関する評価
(1) 省エネ、CO_2 削減効果、(2) 二次エネルギーの自給率（平常時）、非常時のエネルギー自立度（非常時）、(3) 低炭素化対策のコスト効率、等

6. 都市施策と連携した低炭素化対策のケーススタディ

低炭素化対策と都市施策が連携したスマートエネルギーネットワークの事業イメージ提示、限界削減費用、エネルギー自給率・自立度や都市の価値向上の評価

6-1. 具体の低炭素化対策と都市施策が連携した地区計画のモデル
(1) 業務系主体の高密度地区で自立分散型エネルギーシステムの導入を図るモデル
(2) 集合住宅主体の地区での未利用エネルギーの大量・安定導入を目指すモデル
(3) 鉄道駅周辺の既成市街地で業務・住宅が混在する拠点への集約化を目指すモデル

6-2.都市機能の集約化がもたらす総合的都市環境性能向上のモデル
(1) CASBEE-都市を活用した DID 地区を対象とした都市環境性能の把握
(2) 集約型都市構造による都市環境性能の向上に対するコスト効率の評価
→機能集約度の面で異なる都市間での比較分析

7. 都市における低炭素・自立・分散型スマートエネルギーネットワークの推進方策の提案

7-1 推進地域の指定・位置づけ
(1)対象地区の指定／(2)まちづくり構想段階からエネルギーマスタープランを策定／(3)都市施策との一体的実施　等

7-2　制度的バリアの軽減
(1)ネットワーク形成上の空間自由度拡大
(2)税制優遇。政府保証によるﾘｽｸ分散　等

7-3　事業スキームの構築促進
(1)地区の推進協議会設置、モニタリング環境整備
(2)長期の事業継続、接続契約、金融調達　等
(3)総合エネルギー効率やエネルギー自立度の適切な評価

２．国の主要政策動向

２．１　エネルギー・環境に関する国の主要政策

本調査で踏まえるべき国の主要政策について図2.1.1にまとめる。エネルギー・環境政策や都市政策に加えて、新成長戦略や東日本大震災からの復興についても考慮しながら、自立・分散型のエネルギーシステムの導入やエネルギーの面的利用の推進、ならびに再生可能エネルギー、未利用エネルギーの活用等を図っていくことが求められている。

エネルギー・環境政策

①京都議定書目標達成計画（2009 年 3 月全部改訂）
(1) 低炭素型の都市へ向けた都市機能の集約化
(2) 複数の新エネルギー利用設備を地域・街区や建物へ集中的に導入
(3) 街区レベルや地区レベルで複数の建物が連携したエネルギーの面的利用の促進

②地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ（2010 年 3 月、12 月）
(1) 自治体等と連携した横断的、総合的取組による住宅群、建築物群の省エネの推進
(2) 低炭素社会を見据えた次世代のエネルギー供給

③エネルギー・環境戦略基本方針(案)（2011年12月、エネルギー・環境会議）
(1) リスク分散と効率性を確保する分散型の次世代システムを実現
(2) 多様なエネルギー源を最大効率で活用しうる社会基盤の整備（電気と熱の有効利用、未利用熱の活用・融通など）

都市政策

④「持続可能で活力ある国土・地域づくり」の推進について（2011 年 11 月、国土交通省）
(1) 低炭素・循環型システムの構築（ゼロエネルギー、蓄エネルギー、エネルギー管理等）
(2) 地域の集約化（集約化されたまちづくり（コンパクトシティー）を推進）

⑤「環境未来都市」構想、総合特区の対象決定（2011 年 12 月、内閣府）
(1) 環境未来都市（11 件）：スマートグリッド、再生可能エネルギー等を組合せた都市のエネルギーマネジメントシステムの構築等
(2) 総合特区（33 区域）：「国際戦略総合特区」「地域活性化総合特区」を指定

⑥特定都市再生緊急整備地域の指定（2012 年 1 月）（内閣府）
(1) 都市再生緊急整備地域から、都市の国際競争力の強化を図る上で特に有効な地域を政令で指定（東京都心・臨海地域など11地域）
(2) 都市開発事業において、自立・分散型かつ効率的なエネルギーシステムの導入を誘導、等

成長戦略

⑦新成長戦略（2010 年 6 月）[環境・エネルギー大国戦略]
(1) 熱等のエネルギーの面的利用等環境負荷低減事業の推進
(2) 都市・地域構造の低炭素化等に向けた制度の構築（低炭素都市づくりガイドライン等の策定）

⑧日本再生の基本戦略（2011年12月閣議決定）
(1) 「ゼロエネルギー住宅」、集約型まちづくり等の推進による低炭素・循環型の持続可能な社会の実現
(2) 防災・環境配慮に優れたエネルギー分散型の都市のモデル街区の形成を推進
(3) 「環境未来都市」構想の推進、地域活性化総合特区の活用

復興政策

⑨復興への提言（2011 年 6 月、東日本大震災復興構想会議）
(1) 先端的な自立・分散型エネルギーシステム（蓄電池、ガスなどを活用したコジェネの活用等）
(2) エネルギー効率が高く災害にも強いスマート・コミュニティ、スマート・ビレッジを長期的に整備

⑩東日本大震災からの復興の基本方針（2011 年 8 月改定、東日本大震災復興対策本部）
(1) 地域の未利用資源を徹底活用しながら自立・分散型エネルギーシステムを導入
(2) 地域冷暖房での活用も視野に入れたコジェネレーションシステムの促進

図2.1.1 本調査で踏まえるべき国の主要政策

２．２ 国の政策事例

（１）エネルギー・環境戦略基本方針(案)（2011年12月、エネルギー・環境会議）[1)]

２．戦略策定に当たっての論点

（１）新しい「エネルギー基本計画」（望ましいエネルギーミックス）策定に向けた論点

（中略）

②エネルギー政策の改革の方向性

（中略）

・需要家への多様な選択肢の提供と多様な供給力の最大活用によって、リスク分散と効率性を確保する分散型の次世代システムを実現していく。分散型の電力システムを盤石にするため、送配電ネットワークの強化・広域化や送電部門の中立性を確保するとともに、多様なエネルギー源を最大効率で活用しうる社会基盤の整備（電気と熱の有効利用、未利用熱の活用・融通、天然ガスの国内供給網拡充、災害に強い石油製品供給体制の構築など）、その前提として、資源の安定的な確保のための取り組みも一層強化する。

３．基本方針

（１）選択肢の提示に向けた基本的な姿勢

（中略）

③「創エネ」、「蓄エネ」、「省エネ」を軸に、需要家や地域が主体的にエネルギー選択に参加できる新たなエネルギーシステムを築くことで、新たなエネルギーミックスや地球温暖化対策を実現するとの発想で臨む

東日本大震災や福島第一原発事故を契機とするエネルギー需給の逼迫は、すべてのエネルギー需要家の行動を変え、様々な可能性を明らかにした。

例えば、自家発や分散型エネルギーの導入により需要家がエネルギー供給を担う「創エネ」、住宅・建築物の断熱化やスマートメーター、市場メカニズムを活用した「省エネ」、電気自動車・定置型蓄電池等の蓄電池などを活用した「蓄エネ」など、需要家自らがエネルギー投資を行うことでエネルギー需給を安定できる可能性が明らかになった。また、需要家が主体的にエネルギー源を選択することで、再生可能エネルギーの拡大や化石燃料のクリーン化などエネルギー供給構造をも変えていくことができるとの見方も増えている。更に、基幹的なエネルギーネットワークと並行して地域主体のローカルなエネルギーネットワークを構築することが危機管理の上からも地域活性化の観点からも有効であるといった見方も広がっている。

「創エネ」、「蓄エネ」、「省エネ」に関する技術の結集、融合を進め、需要家や地域が自発的にエネルギー選択に参加できるような新たなエネルギーシステムを築くことにより、新たなエネルギーミックスや地球温暖化対策を実現するという発想で臨む。また、こうした取り組みを地域の再生や世界的な課題解決への貢献につなげていく。

（２）原子力政策、エネルギーミックス、温暖化対策に関する選択肢提示に向けた基本方針

（中略）

③地球温暖化対策の選択肢提示に向けた基本方針

～長期的な将来のあるべき姿等を踏まえ、世界の排出削減に貢献する形で地球温暖化対策の選択肢を提示する

地球温暖化対策は、科学的知見に基づき、国際的な協調の下で、我が国として率先的に取り組んでいく必要がある。同時に、地球温暖化対策の国内対策は、我が国のエネルギー構造や産業構造、国民生活の現状や長期的な将来のあるべき姿等を踏まえて組み立てていく必要がある。

原発への依存度低減のシナリオを具体化する中で検討される省エネ、再生可能エネルギー、化石燃料のクリーン化は、エネルギー起源CO_2 の削減にも寄与するものであり、また、需要家が主体となった分散型エネルギーシステムへの転換も温暖化対策として有効である。エネルギーミックスの選択肢と表裏一体となる形で、地球温暖化対策に関する複数の選択肢を提示する。

（２）「持続可能で活力ある国土・地域づくり」の推進について[2)]

（2011年11月、国土交通省）

○ 国土交通省としての基本方針

我が国は、人口減少、少子高齢化、財政制約、国際競争の激化に加え、地球環境問題や震災を契機としたエネルギー制約に直面している。これらの課題を克服し、我が国の明るい将来を築くためには、以下の事項を柱として、持続可能で活力ある国土・地域づくりを推進することが不可欠である。

実現すべき価値	新たな政策展開の方向性
I　持続可能な社会の実現	1　低炭素・循環型システムの構築
	2　地域の集約化（「医職住」の近接）
II　安全と安心の確保	3　災害に強い住宅・地域づくり
	4　社会資本の適確な維持管理・更新
III 経済活性化	5　個人資産の活用等による需要拡大
	6　公的部門への民間の資金・知見の取込み
IV 国際競争力と国際ﾌﾟﾚｾﾞﾝｽの強化	7　我が国が強みを有する分野の海外展開、国際貢献
	8　国際競争の基盤整備の促進

（中略）

○ 具体的なプロジェクト等

Ⅰ 持続可能な社会の実現

1 低炭素・循環型システムの構築

東日本大震災による電力の逼迫状況の下、持続可能な社会の構築のため、国土交通省としては、他府省とも連携しつつ、公共建築物等での先導的な取組、先端的な技術システムの普及強化等、総合的に施策を推進する。

【具体的なプロジェクト等のイメージ】

・ゼロエネルギー、蓄エネルギー、エネルギー管理
　単体（住宅、官庁施設、自動車）（※）
　統合（住宅と自動車（※）、街区、国全体）
　（スマートコミュニティと連携）
・洋上風力発電、小水力発電、潮力発電、バイオマス等の再生エネルギー、自然エネルギーの活用
・木のまち並み整備（公共建築物を中心に木造利用・景観を計画、大工育成）
・エコロジカル・ネットワークの形成（南関東地域を皮切りに全国展開）
・健全な水循環の再生
（※）は被災地でのモデル事業を想定

2 地域の集約化（「医職住」の近接）

東日本大震災を契機として、特に高齢化が進む地方部において、持続可能な社会をどのように構築するかが、改めて大きな課題としてクローズアップされている。

この解決方策として、国土交通省としては、子育て世代が住みやすく、高齢者が自立して健康、安全、快適に生活できる集約化されたまちづくり（コンパクトシティー）を推進する。

【具体的なプロジェクト等のイメージ】

・「医職住」の近接した集約型の安全なまちづくり、子育て世代向け住宅、高齢者向け住宅や公共交通システムの整備（地域包括ケアと連携。人口減少への対応や福祉予算の削減にも寄与。）
・福祉ロボット等の先端技術を活用した住まい、まちづくり
・二地域居住・月一いなか暮らし

３．国内外における地域レベルの先導的取組み事例

世界では都市・地域レベルで、地域の特性を活かした大幅な低炭素化を目指す取組みが実施されている。本調査で踏まえるべき先導的な取組み事例として、自治体主導のエネルギーマスタープラン、国を越えた都市間の連携、事業化を支える金融面の取組みについて以下に概要を述べる。

３．１ シドニー市における分散型エネルギーシステムマスタープラン

シドニー市は、気候変動対策において世界をリードする低炭素都市の一つとなることを目指し 2030 年までに温室効果ガスの排出量を 2006 年比で 70%削減するという野心的な目標を掲げている。この目標達成に向け、シドニー市は 2008 年に分散型エネルギーシステムの構築を柱とする「Green Infrastructure Plan」を、2010 年 12 月にはその具体的計画の中間とりまとめとして「Decentralised Energy Master Plan – Trigeneration」[3)]を発表した。

１）「Green Infrastructure Plan」の主な内容

(1) 2030 年までに市内における電力供給のうち、70%（発電容量として 330MW）をコージェネレーションからの発電でまかなう。

(2) 残りの 30%の電力需要は再生可能エネルギーでまかなう[1]。

(3) これらによる 2030 年時点での温室効果ガス排出量削減量は、2006 年比 70%削減の目標のうち 33%分をカバーする。

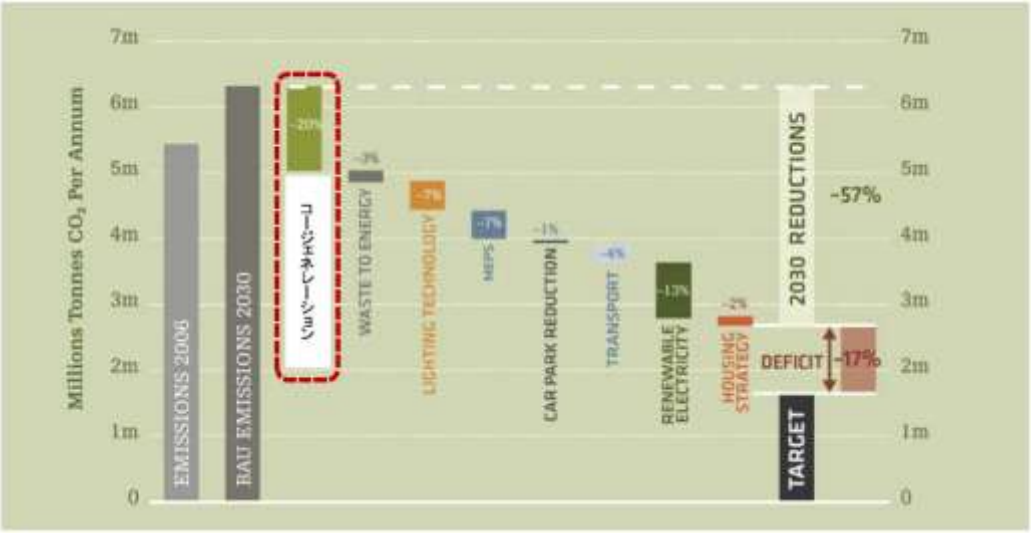


図 3.1.1 温室効果ガス排出量の対策別削減見込み　出所）City of Sydney ウェブサイト

２）「Decentralised Energy Master Plan － Trigeneration」の概要

(1) シドニー市内中心の需要密集地区を Low Carbon Infrastructure Zone（LCZ、低炭素インフラ地区）として 12 の街区に分割し、10～40MW 規模のプラントを分散配置

(2) 建物の床面積は 2014 年で 1,745 万㎡、2030 年には 2,003 万㎡を想定（市全体の商業部門の 65%、小口部門の 50%、家庭用の 30%がこの低炭素地域に属することになる）

[1] ただし、これは系統電力から完全に独立することを意味するものではない。

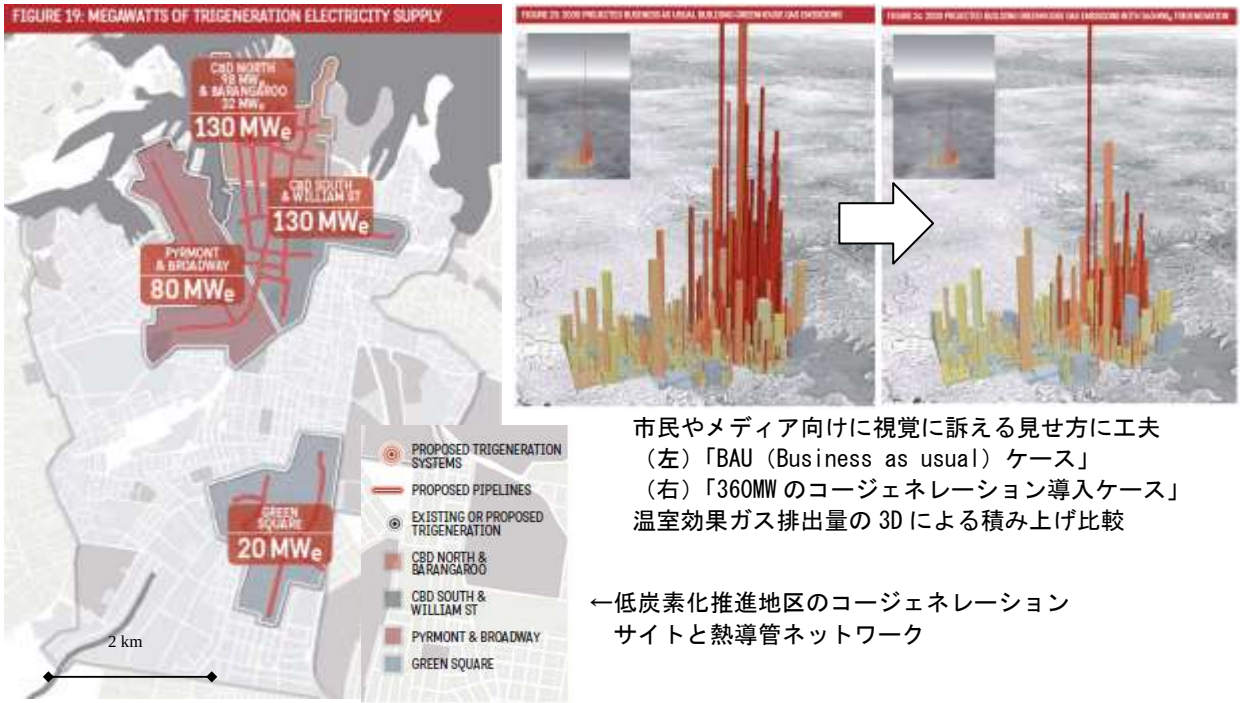
(3) 高効率天然ガスガスエンジン（発電効率で約 42%）コージェネレーション発電の規模は2030 年時点で合計 360MW とする（稼働時間は午前 7 時から午後 10 時の前提）。

(4) 街区を越えて熱融通導管を敷設。敷設延長は最終的には約 40km となる。

(5) 本計画の総投資額は 9.5 億豪ドル（約 800 億円、1 豪ドル＝85 円で換算）。補助金もしくは政府資本注入 1.9 億豪ドル（約 160 億円）を含む。

(6) 2010～2030 年のオペレーティングコストは 39.2 億豪ドル（約 3,300 億円）を見込む。

(7) 温室効果ガス排出量削減効果は、2030 年で 110 万トン／年の削減を見込む。



市民やメディア向けに視覚に訴える見せ方に工夫
（左）「BAU（Business as usual）ケース」
（右）「360MW のコージェネレーション導入ケース」
温室効果ガス排出量の 3D による積み上げ比較

←低炭素化推進地区のコージェネレーション
サイトと熱導管ネットワーク

図 3.1.2 シドニー市分散型エネルギーマスタープランの概要

出所）Decentralised Energy Master Plan - Trigeneration 2010.12[3)]

３）市政府による強力なリーダーシップ

(1) 市主導のトップダウン型のアプローチによる推進役として、イギリス Woking 市（ロンドンから南西約 40km）等で分散型エネルギーネットワークによる低炭素型エネルギー政策を成功に導いた[1]Allan Jones 氏をエネルギー・気候変動に関する最高開発局長に任命。

(2) 事業形態として、シドニー市と民間事業者との共同出資による事業会社（ESCO 会社的な性格を有する）を設立し、ビジネスとしても魅力のある事業とすることを目指す。

(3) シドニー市政府は、余剰電力の融通に対する規制緩和や、配電網ネットワーク利用料の低減等について、市として連邦政府への働きかけを行っている。

(4) 基本策定段階からステークホルダー（住民やデベロッパー、建物オーナー、エネルギー関連企業、金融機関等）の関与を重視し多様なコミュニケーションを実施。

[1] Woking 市においては、1990 年から 2007 年までに CO_2 排出量を約 80%削減、エネルギー消費量を 51%削減、地域分散型エネルギーネットワークにより全体の 98%を低炭素もしくはカーボンフリーエネルギーにした実績を持つ。また、2004 年から 2008 年までロンドンの気候変動庁の CEO として、2025 年までに 60%の排出削減を目標とするロンドンの気候変動対策の策定を指揮した。

３．２　持続可能な都市・地域づくりを目指す国際間連携の取組み事例

持続可能な都市・地域づくりを目指す活動は、海外の自治体でも活発に行われている。今日ではこのような活動が、意欲ある自治体が国境を越えた連携もとで情報・経験を共有し、地域特性を活かした特徴ある都市づくりを目指す都市に各種の機会を提供する動きに発展している。以下では幾つかの代表的事例を示す。

１）CONCERTO Initiative

欧州委員会（Europian Commission）では、2004 年より欧州研究開発フレームワークプログラム（FP6～7）のテーマの１つとして、地域特性を活かし、最大限エネルギーの自給（Self-Supply）を目指すコミュニティの実現に向けた事業の支援プログラムを実施している。

① 持続可能かつエネルギー効率の高いコミュニティの実現に向けた意思と行動計画を持つ地域・コミュニティを支援し、政策統合（環境、経済、社会）ならびに革新的技術を伴ったプロジェクトの推進を目的として、具体的プロジェクトの公募と支援を行う。

② 欧州委員会（European Commission）エネルギー総局に事務局が置かれ、支援対象プロジェクトの規模は 500 万～1500 万ユーロが中心。35%を上限として助成。

③ 参加国数：23 カ国 採択プロジェクト件数：58 件（2010 年版報告書による）

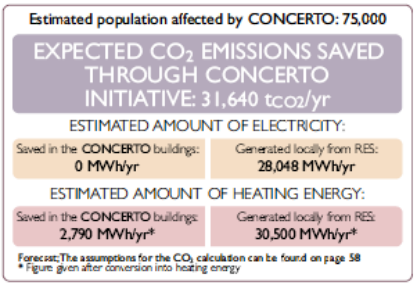
採択されたプロジェクト
（ｵﾗﾝﾀﾞ ｱﾙﾒｰﾙ →）

（↓ﾄﾞｲﾂ ﾈｯｶｰｽﾙﾑ）

・主な対策技術と採用数

太陽光発電	31
CHP（コージェネレーション）	29
太陽熱利用暖房・冷房	29
地域冷暖房	23
風力発電	13
バイオマスボイラー	12
ヒートポンプ	12
水力発電	3

※省エネ、省CO2効果の試算例
（EU統一の要領で試算している）



出所：CONCERTO A Cities' Guide to a Sustainable Built Environment, 2010.10，およびウェブサイト[4)]

図 3.2.1 CONCERTO Initiative の概要

２）C40　Cities Climate Leadership Group

2005 年 10 月にロンドン市長の呼びかけで世界の 18 の大都市の市長で結成。2006 年 8 月にクリントン気候イニシアチブ(CCI)と連携した活動に発展。この時より C40 に改称された。

① 世界の大都市がそれぞれの中長期的に大幅な CO_2 削減目標を宣言

（例：ロンドン-2025 年までに 1990 年比 60%、東京-2020 年までに 1990 年比 25%、シド

ニー-2030 年までに BAU 比 70%等）

② C40 では各都市の取り組み支援のほか、情報交流や発信の場“Mayors Summit”を開催（年１回の総会、ベストプラクティス選定等）

③ 日本では東京都が正会員でステアリングコミッティーメンバー。横浜市も Affiliate City として参加。2012 年 3 月現在 58 の都市が参加している。

図 3.2.2 C40 の参加都市

出所：Fact Sheet: C40 Cities Climate Leadership Group 他[5)]

３）欧州連合Covenant of Mayors と Sustainable Energy Action Plans（SEAPs）

欧州の多数の自治体の気候変動対策に取組む行政関係者が参加する運動で、2008 年に EU レベルの組織的な活動に発展。

① エネルギー効率化技術と再生可能エネルギー利用により、EU 全体の目標（2020 年時点で 20%の CO_2 削減）を超えることを目標に掲げる。

② 欧州連合は加盟自治体に対して自主的なコミットメントとして初めにベースラインの設定とアクションプラン（Sustainable Energy Action Plans (SEAPs)）の策定を求め、アクションプランは EU が設置したボードで審査を受ける。一連の手続きはガイドブックに詳しい。

加盟状況（2012年3月現在）

加盟自治体数	3,721
当該自治体の人口	1億5,906万人
アクションプラン提出数	1,198
アクションプラン採択数	189

↑アクションプラン策定ガイドブック

↑採択された自治体のアクションプランがウェブサイトで公表される

出所：How to Develop a Sustaibnable Energy Action Plan および Convenant of Mayors ウェブサイト[6)]

図 3.2.3 Convenant of Mayors の概要

３．３ 環境配慮型プロジェクトに対する金融面の取組み

環境配慮型プロジェクトを中心とした投資促進策を議論するうえで、具体的な資金調達の仕組みについての調査・検討が必要と考えられる。

ここでは、環境に配慮した事業活動等に対する先導的な「環境金融」等の仕組みや具体的取組み事例について述べる。

（１）環境金融の定義

環境金融とは以下の形態で実施される投融資の総称として定義される。

（ａ）環境負荷を低減させる事業に資金が直接使われる投融資

（ｂ）企業行動に環境への配慮を組み込もうとする経済主体を評価・支援することで、そのような取組を促す投融資

出所：環境と金融のあり方について～低炭素社会に向けた金融の新たな役割～、平成 22 年 6 月 15 日、環境省 中央環境審議会 総合政策部会「環境と金融に関する専門委員会」[7)]

（２）環境金融の特徴

① 環境配慮型の企業活動に対し、中長期かつ低金利での資金調達を可能にする。

② 資金提供者（市民等）は、中長期的に安定的な配当・利子収入に加え、環境貢献という満足を得ることを期待する。

③ 環境配慮行動を格付けする仕組みが存在する。

④ 現時点では、企業を対象とした投融資が中心であり、プロジェクト単位の仕組みは確立されていないと考えられる。（市民ファンドによる小規模プロジェクトは事例あり。）

（３）環境金融等の事例

国内外の注目される仕組みとして以下の４つについて事例を調査した。

① 環境格付融資（日本政策投資銀行）

環境格付（環境に配慮した企業経営評価）の高い企業は、企業価値を毀損するリスクが小さいとの考えに基づき、格付に応じた優遇金利融資を得られる仕組み。

② 住民参加型市場公募地方債（長岡市／アオーレ長岡市民債）

自治体が財源確保のため発行する地方債の一つ「住民参加型地方債」は、自治体が使途を明確にし、地域住民・企業を対象とした公募により資金を調達する仕組みである。

③ 市民ファンド（長野県飯田市／おひさまファンドほか）

環境改善事業に対する市民ファンドを創設して出資を募集し、ファンドが事業に直接投資する。出資者の気持ちと資金により、エネルギーの地産地消を実現する仕組み。

④ ソーシャル・ファイナンス（イタリア／バンカ・エチカ（Banca Etica）ほか）

環境問題の克服に貢献したい預金者が、融資先を環境分野に限定でき、低い金利の対価として環境貢献の満足を得る枠組み。我が国には例がないと考えられる。

（４）各種事例調査概要

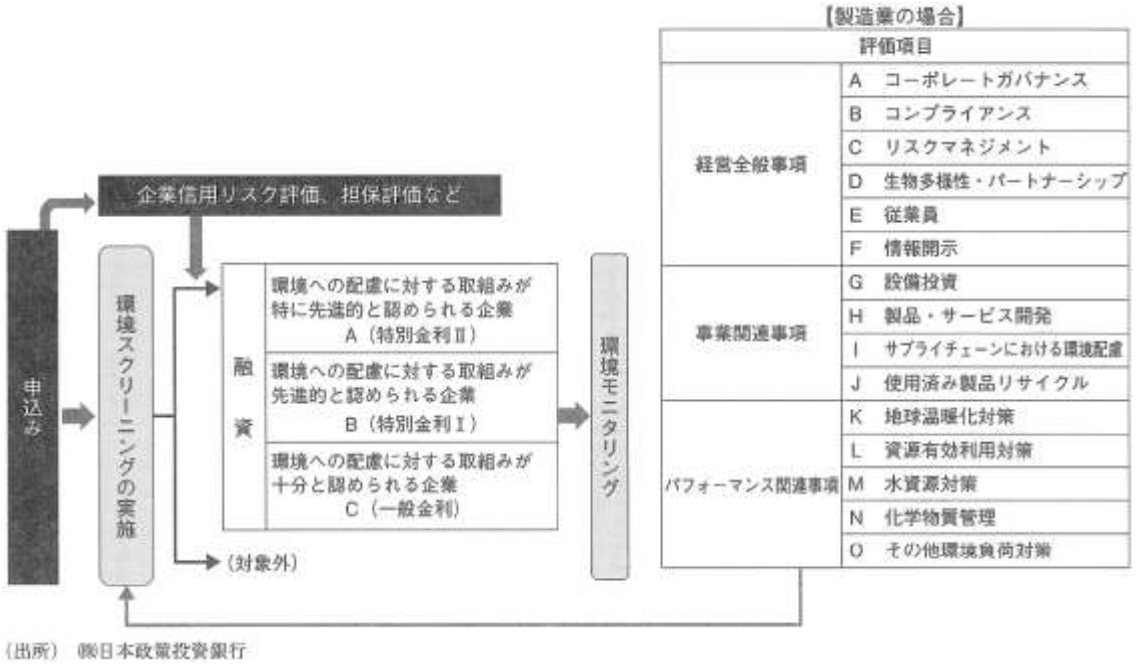
環境金融等に関する各種事例について調査した概要を以下に示す。

１）環境格付融資（日本政策投資銀行）

出典：環境格付、竹ケ原啓介編著、㈳金融財政事業研究会 [8)]
出典：日本政策投資銀行 HP　http://www.dbj.jp/service/finance/long_term/e_finance.html[9)]

環境問題解決ツールとして「金融」への期待感が高まっている。正しく、設計・運用されれば、経済主体の環境対策を促す有効なツールとして機能する。

図表　環境格付の概要



① 「環境格付」（環境に配慮した経営の評価）と格付に応じた「優遇金利融資」
② 世界の環境動向を踏まえた評価：UNEP FI（国連環境計画金融イニシアティブ）、環境省との情報交換を踏まえ 120 の質問からなるスクリーニングシートを開発、企業とのインタビューを通じた格付評価
③ 評価実績：平成 16 年の開始より 150 件以上
④ 幅広い対応：製造業～非製造業、大企業～地域密着の中堅企業
⑤ 2007 年度から環境省による利子補給制度との組合せメニューも展開。（CO_2排出原単位を 5 年以内に５％以上削減することを誓約した企業を対象に利子補給。）

２）住民参加型市場公募地方債「アオーレ長岡市民債」

出典：アオーレ長岡市民債 www.city.nagaoka.niigata.jp/shisei/zaisei/cityhall0827.pdf[10)]
出典：シティホールへ導入する省 CO_2 技術 [11)]

長岡市のシティープラザ「アオーレ長岡」では、建設事業を対象として、平成 22 年 10 月に市民債を募集（発行額 10 億円）しており、３日間で完売。

当事業は省ＣＯ$_2$推進モデル事業にも採択されており、天然ガスコージェネレーションシステムや太陽光発電・換気システム、中水循環型融雪システムなどを導入する計画。

対象事業	シティホールプラザ「アオーレ長岡」建設事業
販売期間	平成 22 年 10 月 19 日（火）～10 月 25 日（月）※販売を終了。
発行額	10 億円
取扱金融機関	北越銀行、大光銀行、長岡信用金庫（市内の各店舗）
発行条件	●償還方法：５年満期一括償還（平成 27 年 10 月 29 日（木）） ●利率：０．４５０％（固定利率） ●利払日：年２回（４月 29 日、10 月 29 日） ●購入対象者：長岡市在住の 20 歳以上の個人 ●最低購入額面：10 万円（購入単位 10 万円） ●購入限度額：200 万円
ｴﾈﾙｷﾞｰｼｽﾃﾑ等 運営主体	北陸ガス他

●シティホールへ導入する省 CO_2 技術

導入効果
一般家庭 220 世帯分に相当する、年間約 1,050t の CO_2 を削減

３）市民ファンド

出典：おひさまエネルギーファンド株式会社 HP より　http://www.ohisama-fund.jp/[12)]
出典：ドイツ環境見聞録：市民が取り組む再生可能エネルギーの普及活動、和歌山大学大学院
山本将功、http://www.7midori.org/katsudo/support/leader/germany/kenbunroku/07.html[13)]

環境改善事業に対する市民ファンドを創り、出資を募集し、直接投資。出資者の気持ちとお金によって、エネルギーの地産地消を形にしている。

a)長野県飯田市／おひさまファンド

① 各地での環境エネルギーの取組みに対し、市民出資（資金調達）の部分から、実現を支援。
② 出資された資金は、太陽光発電所の設置や省エネルギー事業、森林資源（木質バイオマス）等を活用したグリーン熱供給事業、風力発電等に取り組む類似の他ファンドに直接投資。
③ 市民ファンドを創り、出資を募集し、出資者と「匿名組合契約」を締結する。中途解約不可で目標利回りは2%以上。
④ ダイレクトに環境改善寄与度の高い事業に投資するため、一般の SRI（社会的責任投資）ファンドに比べて環境改善効果が明確。

b)ドイツ／ドイツ：ナッケンハイム村

① 市民会社が、市民の出資金をもとに、村の公民館の屋根上に太陽光発電を設置。公民館に対する屋根の使用料を支払いつつ、収益を得る。

４）ソーシャル・ファイナンス

出典：ソーシャル・ファイナンスの未来－地球環境と人間に優しい新しい金融のあり方－、(財)国際通貨研究所、古屋力、2010[14)]

ソーシャル・ファイナンスでは、環境問題の克服に貢献したい預金者は、「融資先を環境分野に限定」することができ、低金利を受け取る枠組みを提供。

＊ソーシャル・フィイナンスは、オルタナティブバンクとも呼ばれ、貧困削減に関しては、バングラデシュのグラミン銀行が有名である。

a)バンカ・エチカ（Banca Etica；イタリア）

① 環境問題の克服に貢献したい預金者は、「環境分野」を選択することにより、自分の預金の使い道を環境金融に限定。
② 預金者は預金金利を上限からゼロの間で自由に選択する。
③ 業務の透明性を重視し、融資先の名称、融資額、融資期間、適用金利、担保の状況等の融資条件詳細が同行ホームページ及び組合員向け無料配布冊子に開示されている。

b)トリオドス銀行（Triodos Bank N.V.；オランダ）

① 政府は預金金利を非課税、銀行は他の事業融資より金利を抑えた融資、事業者は相対的に低い収益性を我慢して投資する。
② 理想通り行けば、我慢した分の合計を上回る公益が全体として得られる仕組み。
③ 同行の特徴は、①預けた資金がどのように使われているかを預金者が正確に知ることができる透明性、②環境金融等の分野で高い専門性を有する優秀な審査能力にある。

c)GLS 銀行（GLS Gemeinschaftsbank eG；ドイツ）

① 広報誌は特にユニークな存在。融資先名や融資額等が克明に記載され、出資者宛に送られるもので、出資者は自分のお金がどのように使われているかを知ることができる。
② 透明性を高く評価する預金者の 20%程度が自発的に利子受取りを拒否しており、これが資金調達コスト抑制に貢献。

４．分散型エネルギーシステムのプロジェクトの事業スキーム構築におけるNEB（間接的便益）の考慮

４．１　プロジェクトの事業スキーム

分散型エネルギーシステムやスマートエネルギーネットワーク構築を含むプロジェクトの推進には、その初期投資の大きさから資金調達が円滑に行われることが重要である。これを議論するうえで、公／民によるコスト負担のあり方や具体的な資金調達・便益の配分等についての事業スキームの構築が必要である。

ここでは、地域スケールの低炭素化とエネルギーセキュリティ向上対策に対する投資促進策として、地域スケールのエネルギー対策に対する資金調達の仕組（イメージ）を提案する。

（１）基本的考え方

地域スケールの環境・生活・防災機能の向上に資する事業を対象に、国内外の先進的な取組動向等を踏まえ、公／民のコスト負担・役割分担のあり方や資金調達面からの仕組を提案する。

＜事業スキームに関して＞

基本的考え方
①　事業主体の事業計画（省エネ目標や電力の自給率等）に対し、地方自治体の積極的な推進策や関与があることを前提とする。 ②　事業主体は、環境金融等を含む多様な中長期的資金の調達ができることを想定する。
要検討事項
③　地方自治体の積極的関与（事業参画、融資・出資等）の可能性とその範囲の確認。 ④　ＦＩＴ(Feed-in Tariff)を参考とすると、行政補助等に関しては従来のイニシャル部分に加え、ランニング部分にも補助する方がキャッシュフローの安定化が図られる。当該可能性の確認。（長期債務負担行為等。）
確認済み事項
⑤　本事業において環境金融を導入する場合は、事業主体が既存企業であれば、円滑に審査・融資が進む可能性が高い。 ⑥　本事業による BLCP 向上に対する資金面の優遇可能性（例：防災格付融資）については、企業のＢＣＰ策定が前提のため、事業者は BCP 策定済み既存企業が望ましい。

＜事業評価に関して＞

基本的考え方
⑦　ＥＢとＮＥＢの試算は、プロジェクトの官民の役割分担・費用負担等の仕組等を適切に検討する基礎情報として取扱う。
要検討事項
⑧　割引率および事業評価期間の設定の考え方。（財務的視点と社会経済的視点からの事業評価※の観点から異なる設定がありうるか。）

※「新 JICA 事業評価ガイドライン第１版,独立行政法人国際協力機評価部,2010 年 6 月」[15)]

以上を踏まえ、更新した資金負担の仕組み（イメージ）を次頁以降に示す。

（２）事業スキーム案（イメージ）

本調査で提案する、環境金融等を考慮した資金負担の仕組み（イメージ）を以下に示す。

① 資金調達の主体は、スマートエネルギーネットワークのインフラ形成や周辺機器・設備の企画・設計・建設・維持管理・運営を担う**エネルギーサービス事業体**を想定する。

② 地域固有プロジェクトとして事業主体への地方自治体の積極的関与を想定するとともに、国内外の先進的な環境金融等の仕組み・特性を踏まえた、事業スキーム案を想定する。

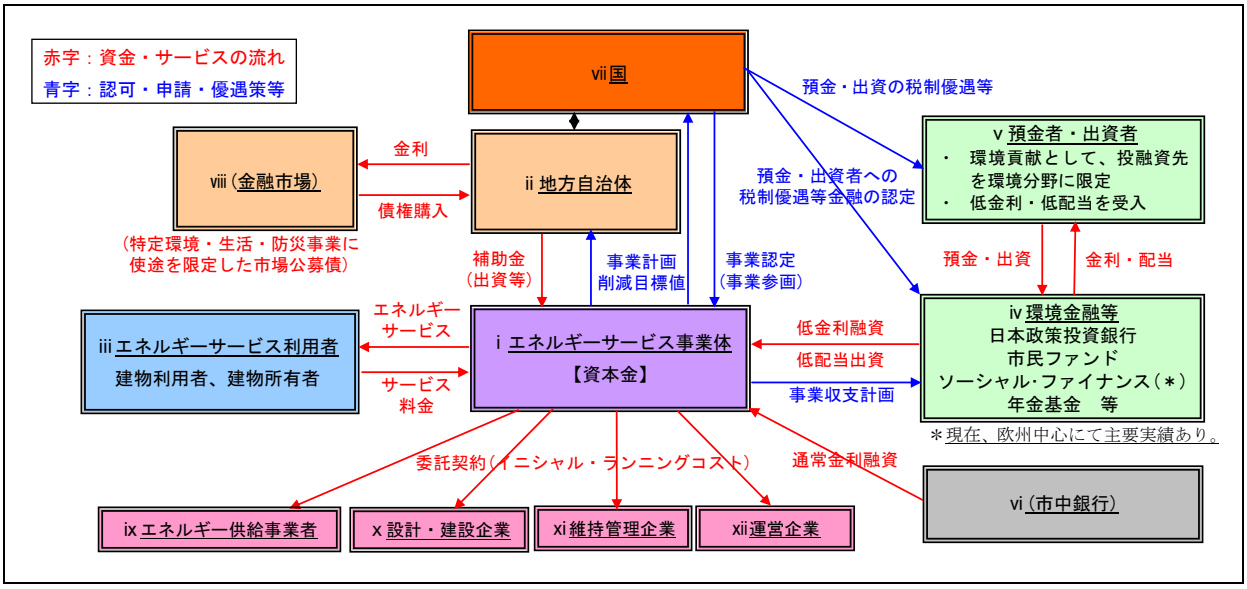


図 4.1.1 本調査で検討する資金負担の仕組み（イメージ）

（３）費用・便益のフロー（イメージ）

（２）のスキーム案を踏まえ、事業費の調達先、費用・便益のフローのイメージを以下に示す。

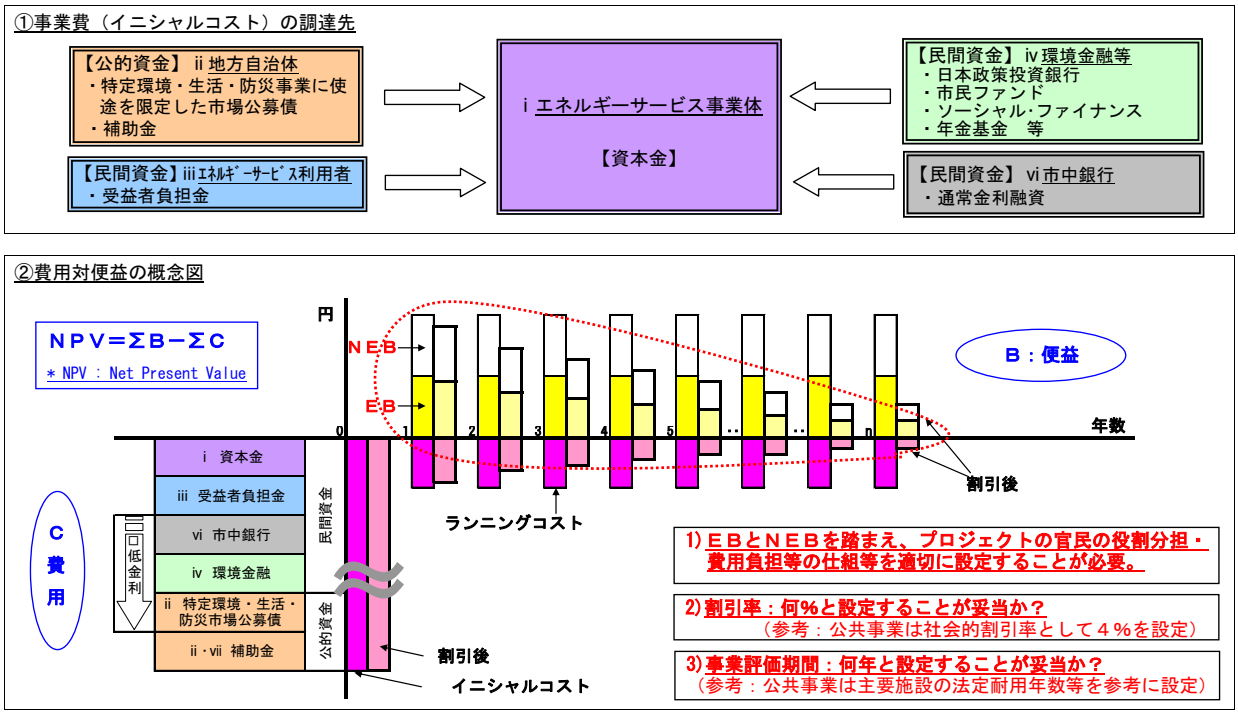


図 4.1.2　費用・便益のフローのイメージ

４．２ ステークホルダー間のNEBの配分の考え方

（１）検討方針

① 既往研究（カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査［第 2 フェーズ］）[16]では、都市の低炭素化対策について、間接的便益（NEB: Non-Energy Benefit、以下 NEB）を考慮した事業全体での費用対便益（B/C）評価を行う。

② 本検討（第 3 フェーズ）では、第 2 フェーズ調査[16]での検討内容を踏まえて、都市の低炭素化対策について、費用対便益評価に加えて、ステークホルダーごとの B/C 評価を行う。

③ NEB を考慮したステークホルダーごとの B/C を評価するための枠組みを提示することで、事業実施に至る合意形成を円滑にすることが期待される。

（２）検討概要

① 第 2 フェーズ調査[16]における A 地区（品川駅周辺地区）のケーススタディ結果を用いて、都市の低炭素化対策として、自立分散型電源である地域コジェネレーション及び太陽光発電システム（業務部門、リース形式）を導入したケースを取り上げ、ステークホルダー別の事業性評価の試算を実施する。なお、清掃工場廃熱の利用等、上記以外の低炭素化対策は考慮していない。

1) 大規模オフィスビルの高密度地区
2) 地区面積:398ha, 延床面積:880 万 m^2, 住宅:22,000 戸
3) コージェネレーション等をベースとしたスマートエネルギーネットワークの構築
4) 太陽光発電の導入

CO_2排出量の内訳

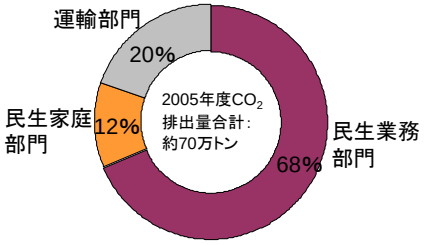


図 4.2.1 ケーススタディ対象地区概要

② B/C 評価では、以下の 3 つのケースで比較・分析を行う。

ケース		概要
ケース I	EB のみ考慮	直接的便益（EB: Energy Benefit、以下 EB、具体的には光熱費削減）のみ対象
ケース II	NEB すべて考慮	EB に加えて、想定される NEB をすべて考慮
ケース III[1]	民間事業者の投資判断の観点から NEB を考慮	EB に加えて、各ステークホルダーへのヒアリング調査に基づき、民間事業者の投資判断において考慮される分の NEB を考慮

[1] ケース III は、NEB は存在するものの、現時点において貨幣価値化できないものもあり、民間事業者の投資判断においては NEB をそのまま 100%考慮して投資判断を行う状況には至っていないことを勘案して設定した。今後、NEB に関する知見やデータの収集・検証等により、民間事業者の投資判断において考慮される NEB の対象が拡大すると考えられる。

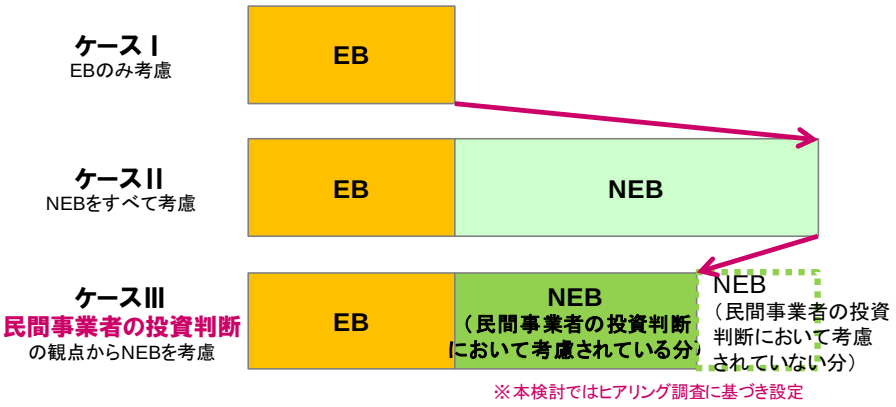
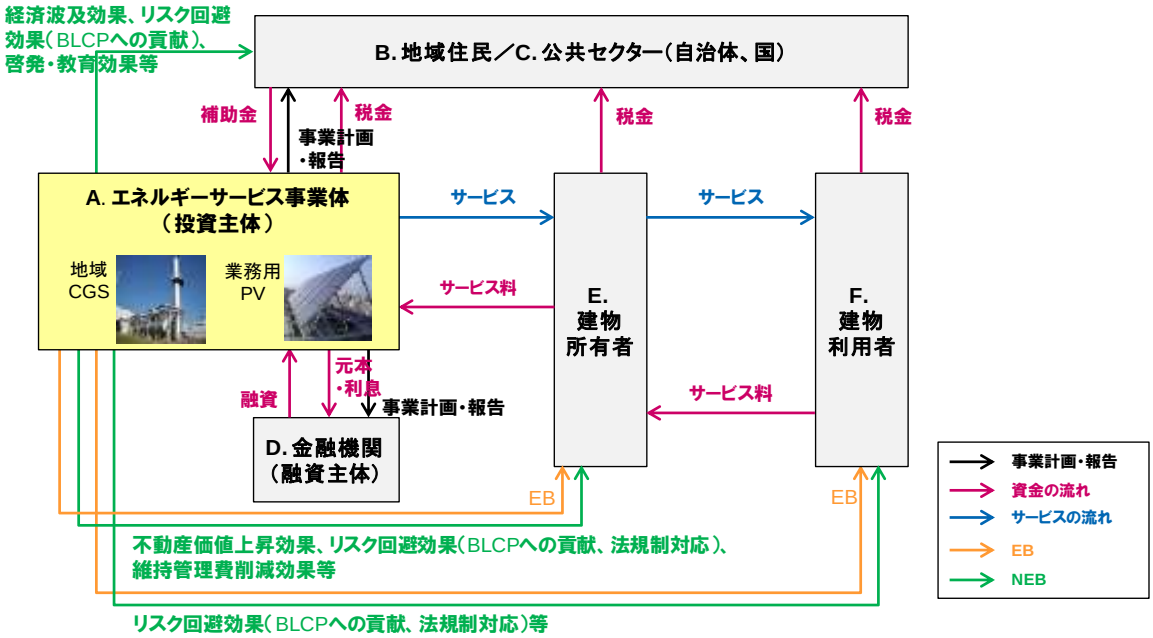


図 4.2.2 ケース設定の考え方

（３）試算の想定条件

１）事業スキーム



注 1） 地域 CGS：地域コジェネレーション、PV：太陽光発電システム
注 2） 「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」には、エネルギーサービス事業者、投資家、金融機関、不動産デベロッパー、建設会社、公共セクター等、さまざまな事業者が想定される。なお、「D. 金融機関（融資主体）」はあくまで資金の貸し手であり、投資する場合には「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」に位置づく。

図 4.2.3 想定する事業スキーム

２）ステークホルダーごとの費用負担の配分

本ケースでは、既往のプロジェクト事例等を参考として、以下のとおりステークホルダーごとの費用負担の配分を想定した。

①地域コジェネレーション

ア） 公共セクター（自治体、国）がイニシャルコスト（総額 71.7 億円[2]）の 1/3 を補助。

イ） 残りの 2/3 をエネルギーサービス事業体（投資主体：エネルギーサービス事業者、投資家、金融機関、不動産デベロッパー、建設会社、公共セクター等、さまざまな事業者が想定される）が出資。4 割を自己資本、6 割を金融機関（融資主体）からの融資で賄う。

ウ） エネルギーサービス事業体は、光熱費をサービス料として徴収。維持管理費はエネルギーサービス事業体が負担[3]。

エ） 建物所有者と建物利用者は光熱費削減相当額の半分を便益として享受[4]（残り半分はエネルギーサービス事業体が享受）。建物所有者 8 割、建物利用者 2 割で配分。

② 太陽光発電システム（業務部門、リース形式）

オ） 公共セクター（自治体、国）がイニシャルコスト（総額 16.1 億円）の 1 割を補助。

カ） 残りの 9 割をエネルギーサービス事業体（投資主体：エネルギーサービス事業者、投資家、金融機関、不動産デベロッパー、建設会社、公共セクター等、さまざまな事業者が想定される）が出資。4 割を自己資本、6 割を金融機関（融資主体）からの融資で賄う。

キ） 資産はエネルギーサービス事業体が保有し、建物所有者にリース形式で貸し出す。維持管理費はエネルギーサービス事業体が負担。

ク） 建物所有者が発電相当額を便益として享受。エネルギーサービス事業体は、発電相当額の 8 割をリース料として建物所有者から徴収[5]。

③ 税、金利

ケ） 法人税は EB に対してのみ 40%課税（金融機関の法人税は未考慮）。

コ） 固定資産税は 1.4%と設定。

サ） 金利は 15 年国債金利（約 1.5%）を参考に、2.5%と設定（15 年で借り換えを想定）。

３）ステークホルダー別のNEBの帰属の考え方

① 「a. 環境価値創出に対する便益」：
出資者である「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」に 100%帰属。

② 「b. 地域経済への波及に伴う便益」：
経済波及効果[6]は、「B. 地域住民」と「C. 公共セクター（自治体、国）」に 100%帰属。
不動産価値上昇効果[7]は、「E. 建物所有者」に 100%帰属。

③ 「c: リスク回避による便益」：
エネルギー供給停止の回避や法規制等の強化への対応の回避による便益を享受するのは、エネルギーサービスの直接的な需要家であると考えられ、賃貸面積比（レンタブル比）を参考に「E. 建物所有者」に 3 割、「F. 建物利用者」に 7 割帰属すると想定。ただし、街区

[2] 熱融通導管コストは考慮している。
[3] 託送料は考慮していない。
[4] ESCO 事業の契約形態の一つであるシェアードセービングス契約の事例を参考に設定。
[5] オランダのエネルギー供給会社 REMU の事例（アメルスフォート市）を参考に設定。
[6] 「b1. インフラ建設投資による経済波及効果」、「b2. 事業運営による経済波及効果」
[7] 「b3. 不動産価値上昇効果（住宅地）」、「b4. 不動産価値上昇効果（商業地）」

や地域の BLCP が向上することにより、「B. 地域住民」や「C. 公共セクター（自治体、国）」にも NEB がもたらされる[8]。

④ 「d: 普及・啓発効果としての便益」:

「d1: 先導的・モデル的事業による啓発・教育効果」は「C. 公共セクター（自治体、国）」に 100%帰属。

「d2: 先導的・モデル的事業による広告宣伝効果」は出資者である「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」に 100%帰属すると想定。ただし、「D. 金融機関（融資主体）」や「E. 建物所有者」、「F. 建物利用者」にも都市の低炭素化対策への関与によるイメージ向上といった NEB がもたらされると考えられる[9]。

上記の NEB に加えて、「E. 建物所有者」や「F. 建物利用者」には、「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」が設備のメンテナンスや行政手続きを代行することによる、維持管理費や行政手続きコストの削減という便益も考えられる。

３）投資判断におけるステークホルダー別のNEB受容度

① 民間事業者の投資判断における NEB の受容度は、ステークホルダーへのヒアリング調査に基づき設定。

② 今後、NEB に関する知見やデータの収集・検証等により、民間事業者の投資判断において考慮される NEB の対象が拡大すると考えられる。

表 4.2.1 対象とする NEB と各 NEB の受益者及び投資判断における NEB 受容度

NEB（大項目）	NEB（小項目）	受益者と配分比率(%)	配分の考え方	投資判断における NEB 受容度(%)
a. 環境価値創出に対する便益	a1. CO_2削減価値	A. ES 事業体（投資主体）：100%	出資状況	100%
	a2. グリーンエネルギー創出価値[注5)]	A. ES 事業体（投資主体）：100%	出資状況	100%
b. 地域経済への波及に伴う便益	b1. インフラ建設投資による経済波及効果	B. 地域住民/C. 公共セクター: 100%	－	100%
	b2. 事業運営による経済波及効果	B. 地域住民/C. 公共セクター: 100%	－	100%
	b3. 不動産価値上昇効果（住宅地）	E. 建物所有者: 100%	－	50%
	b4. 不動産価値上昇効果（商業地）	E. 建物所有者: 100%	－	50%
c. リスク回避による便益	c1. BLCP への貢献－エネルギー供給停止時の損失回避効果	E. 建物所有者: 30% F. 建物利用者: 70%	賃貸面積比率	80%
	c2. 法規制等強化・基準値引き上げ等に伴うリスクの回避効果	E. 建物所有者: 30% F. 建物利用者: 70%	賃貸面積比率	50%
d. 普及・啓発効果としての便益	d1. 先導的・モデル的事業による啓発・普及効果	C. 公共セクター: 100%	－	100%
	d2. 先導的・モデル的事業による広告宣伝効果	A. ES 事業体（投資主体）：100%	出資状況	50%

[8] 定量的な評価が困難であるため、事業性評価（B/C 評価）では考慮していない。
[9] 定量的な評価が困難であるため、事業性評価（B/C 評価）では考慮していない。

【参考】NEBの分類と貨幣価値換算方法

本調査では、第 2 フェーズ「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査」[16)]で構築された、低炭素化対策がもたらす間接的便益（NEB）の分類と貨幣価値換算方法を用いる。

NEB の分類を以下に示す。

a. 環境価値創出に対する NEB

低炭素化対策により実現する省エネルギーの量や再生可能・未利用エネルギーの利用量に応じて創出される、市場等で取引可能な価値を便益と考える。それぞれの市場価格を想定して試算する。

b. 地域経済への波及に伴う NEB

対策の実施に要するインフラ建設投資や、事業運営のための費用支出に応じた地域経済への波及効果を便益と考える。既往の経済波及効果の計算事例等を参考に、波及倍率を想定して試算する。

c. リスク回避による NEB

対策を実施しなかった場合に、偶発的事故、環境規制強化等が生じた時に被る損失相当額で、それが回避されることを便益と考える。リスク回避を意図した当事者の支払意思額等から推定する。

d. 普及・啓発効果としての NEB

対策の実施による啓発・教育効果、広告宣伝効果など、本来、別途コストを負担して実施した時と同等の効果があるとみなせる場合のコストを便益と考える。特に先導性のある技術への投資額と影響範囲（期間、人数等）を想定して試算する。

e. 執務・居住環境の向上による NEB

対策の実施により、知的生産性の向上や健康増進など、執務者や居住者にとっての住環境の向上を便益と考える。類似の事例における向上率やアンケート等に基づく支払意思額等から推定する。

NEB の試算と B/C の試算イメージを以下に示す。

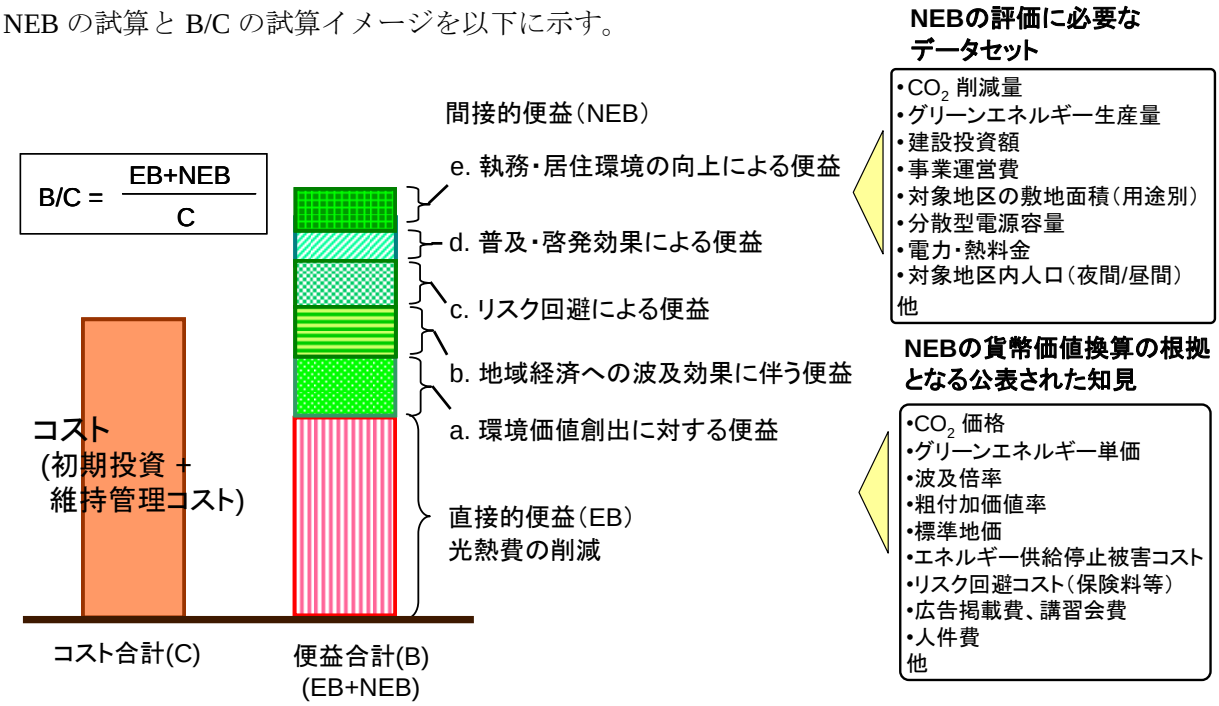


図 4.2.4　NEB の試算と B/C の試算イメージ

表 4.2.2 には、以上の a ～e の分類に沿って、NEB の評価項目と貨幣価値の試算要領を示す。

街区・コミュニティスケールでの低炭素化対策には、様々な NEB があると考えられるが、全ての NEB を定量的に評価することは現時点では難しく、表 4.2.2 では、貨幣価値換算が可能とされた範囲の NEB のみを提示している。

表 4.2.2　NEB の貨幣価値換算方法

便益	貨幣価値換算要領	文献等※1)に基づき設定する数値
＜直接的便益（EB）＞		
光熱費削減	光熱費削減（円/年） ＝［エネルギー削減量（MJ/年）］ ×［エネルギー単価（円/MJ）］	［エネルギー単価］ 都市ガス事業者、電力事業者の供給約款、選択約款に基づき設定
＜間接的便益（NEB）＞		
a. 環境価値創出に対する便益		
a1. CO_2削減価値	CO_2削減価値（円/年） ＝［CO_2削減量（t-CO_2/年）］ ×［CO_2価格（円/t-CO_2）］	［CO_2価格］ Point Carbon「Carbon 2009（2009.3）」の将来予測値（45%の回答者が2020年の価格を35ユーロ（約4,700円）以上と予測）を参考に設定（例：4,000円/t-CO_2）
a2. ｸﾞﾘｰﾝｴﾈﾙｷﾞｰ創出価値	グリーンエネルギー創出価値（円/年） ＝ ［グリーンエネルギー利用量（MJ/年）］ ×［グリーンエネルギー単価（円/MJ）］	［グリーンエネルギー単価］「カーボン・オフセットに用いられるVERの認証基準に関する検討会」関係資料等のグリーン電力証書価格（最大約15円/kWh(太陽光発電)）を参考に設定（例：15円/kWh）
b. 地域経済波及に伴う便益		
b1. インフラ建設投資による経済波及効果	インフラ建設投資の経済波及効果（円/年） ＝［インフラ建設初期投資額（円）］ ×［粗付加価値率］÷［波及効果の期間（年）］	［粗付加価値率］ 自治体の各種の産業連関分析による公共投資の粗付加価値の試算例等 を参考に設定（例：0.5） ［波及効果の期間］ 事業設備の耐用年数の7割として設定（例：10.5年～31.5年）
b2. 事業運営による経済波及効果	事業運営による経済波及効果（円/年） ＝［事業運営費（円/年）］×（［波及倍率］-1）	［波及倍率］ 自治体の各種の産業連関分析による公共事業の波及倍率の試算例等を参考に設定（例：1.3）
b3. 不動産価値上昇効果（住宅地） b4. 不動産価値上昇効果（商業地）	エリアの不動産価値上昇効果（円/年） ＝［標準地価（円/m²）］×［対象土地面積（m²）］ ×［不動産価値上昇率（%）］/100 ÷［上昇効果の期間（年）］	［標準地価］ 総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた2009」の数値を利用 ［不動産価値上昇率］ 「CASBEE不動産活用マニュアル（暫定版）(09.7)」の賃料上昇率（モデルケースで賃料の0～5%）を参考に設定（例：0.5%） ［上昇効果の期間］ 事業設備の耐用年数の7割として設定（例：10.5年～31.5年）
c. リスク回避による便益		
c1. BLCP（業務･生活継続計画）※）への貢献ーエネルギー供給停止時の損失回避効果	エネルギー供給停止時の損失回避効果（円/年） ＝［供給停止被害額原単位（円/kW･時間）］ ×［分散型電源容量（kW）］ ×［供給停止時間（時間/回）］ ×［発生確率（回/年）］	［供給停止被害額（円/kW･時）］、［供給停止時間（時間/回）］、［被害発生確率（回/年）］「サステナブルタウン調査委員会報告書(08.3)」、既往研究[50] の数値を参考として設定（例：高圧事業所の被害額原単位:2,800 円/kW･時、震災と風水害と雪害による停電発生頻度:45 年あたり1 回、供給停止時間：72 時間/回）
c2. 法規制強化等に伴うリスク対応支払意思額相当効果	法規制強化等に伴うリスク対応支払意志額相当効果（円/年） ＝［光熱費（円/年）］×［リスク回避費用率（%）］/100	［リスク回避費用率］ 住友信託銀行「環境配慮型ビルに関する企業の意識調査結果概要について（09.7）」を参考に設定（例：環境に対する法制度の厳格化を考慮し光熱費の1～3%相当の対策コストを支払う意思のある企業の支払意志額の荷重平均）
c3. 健康被害の回避効果（家庭部門）	健康被害の回避効果（円/年） ＝［保険金額（円/人）］×［対象人口（人）］ ×［発生確率］	［保険金額］ 生命保険文化センター「生命保険に関する全国実態調査」の数値を利用（例：死亡保険金2,033 万円/人） ［発生確率］ 入浴中急死者数統計（東京都監察医務院調査）と気温（気象庁）との関係から、東京23 区で843 人/年（880 万人中の約0.01%）がヒートショック事故死と推定される（例：0.01%）
c4. 健康被害の回避効果（業務部門）	健康被害の回避効果（円/年） ＝［欠勤率（日/人・年）］×［給与所得（円/年・人）］ ÷［勤務日数（日/年）］ ×［影響人数（人）］ ×［発生確率］	［給与所得］ 国税庁「給与所得の調査(2005 年度)」の数値を利用（例：全国平均値 437 万円/人（賞与なども含む））
d. 普及・啓発効果としての便益		
d1. 先導的・モデル的事業による啓発･教育効果	啓発・教育効果（円/年） ＝［対象人口（人）］ ×［啓発・教育に要するコスト（円/人･年）］ ×［有効期間係数］	［対象人口］対象街区に居住する人口 ［啓発・教育に要するコスト］ 非営利団体が実施するセミナー参加費を参考に設定（例：3,000円/人） ［有効期間係数］ ESCO事業等における国の補助事業等の報告義務期間を参考に先導性・モデル性がある期間の、事業期間に対する割合とする（例：3年/10年）
d2. 先導的・モデル的事業による広告宣伝効果	広告宣伝効果（円/年） ＝［対策に要する費用（円/年）］ ×［広告宣伝効果係数］ ×［有効期間係数］	［広告宣伝効果係数］ 環境省「環境会計ガイドライン2005年版参考資料集」掲載企業の事例（例：環境関連総コストに対し2%相当の効果）を参考に設定（例：2%） ［有効期間係数］ d1 に同じ
e. 執務・居住環境の向上による便益		
e1. 執務者の知的生産性向上効果	執務者の知的生産性向上効果（円/年） ＝［影響人数（人）］×［人件費（円/人・年）］ ×［生産性向上係数］×［有効期間係数］	［生産性向上係数］ DianaUrge-Vorsatzl, et.al, Mitigating CO_2 emissions from energy use in the world's buildings, Building Research & Information(2007) 35(4), 379-398 の事例分析（英国の環境配慮型建築物16 件で、-10～+11%の知的生産性の増減あり）を参考に設定（例：0.5%(平均)）
e2. 居住者の健康増進効果	居住者の健康増進効果（円/年） ＝［対象人数（人）］×［支払意思額（円/人・年）］ ×［有効期間係数］	［対策人数］ 当該街区における居住者数 ［支払意思額］ 居住者を対象とするアンケート調査等に基づき設定する

※引用文献については、第 2 フェーズ「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査」報告書 16)を参照

※BLCP ： Business and Living Continuity Plan

（４）試算結果

前述の「（３）試算の想定条件」に基づく試算結果を「基本シナリオ」として示す。また、公共セクターの対策実施による政策効果を検討するため、①補助金の充実と②税制優遇措置の2つの対策シナリオを設定し、試算を行った。

表 4.2.3 ステークホルダー別の B/C 評価結果[10]

シナリオ	ケース	A. ES 事業体（投資主体）	B. 地域住民/ C. 公共セクター	D. 金融機関（融資主体）	E. 建物所有者	F. 建物利用者	事業全体
基本シナリオ	I. EB のみ考慮	0.8	1.0	1.3	2.5	2.5	0.9
	II. NEB すべて考慮	1.0	2.3	1.3	7.2	13.8	1.4
	III. 民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮	1.0	2.3	1.3	5.0	10.0	1.3
①補助金の充実 対策シナリオ	I. EB のみ考慮	0.9	0.6	1.3	2.5	2.5	0.9
	II. NEB すべて考慮	1.1	1.3	1.3	7.2	13.8	1.5
	III. 民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮	1.1	1.3	1.3	5.0	10.0	1.3
②税制優遇措置 対策シナリオ	I. EB のみ考慮	0.9	0.4	1.3	2.5	2.5	0.9
	II. NEB すべて考慮	1.1	1.1	1.3	7.2	13.8	1.5
	III. 民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮	1.1	1.1	1.3	5.0	10.0	1.4

１）基本シナリオ

- ケース I（EB のみ考慮）では、「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」の B/C は 0.8、それ以外のステークホルダーの B/C は 1 以上となる。
- 「E. 建物所有者」、「F. 建物利用者」の B/C が他のステークホルダーに比べて大きく、「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」の B/C が小さい。ケース II（NEB すべて考慮）、ケース III（民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮）では、「B. 地域住民/C. 公共セクター」、「E. 建物所有者」、「F. 建物利用者」の B/C が 2 を超え、NEB を考慮することにより経済性が高くなった。
- また、投資主体である「A. エネルギーサービス事業体」について、ケース I（EB のみ考慮）では B/C が 0.8 であるのに対して、ケース III（民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮）では B/C が 1.0 となり、事業性の向上が見られた。

２）対策シナリオ

①補助金の充実（地域CGS: 1/3補助→1/2補助、PV: 1割補助→3割補助）

- 「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」の B/C は、ケース I（EB のみ考慮）で 0.8

[10] 本試算では、地域 CGS と業務用 PV のみを導入した事例を取り上げ、また ES 事業体は建物所有者、建物利用者の光熱費すべてをサービス料として徴収することを想定し、これを EB として計上している。なお、地域 CGS・業務用 PV 以外の低炭素化対策も含めた地区全体での B/C（EB のみ考慮）は 0.8 である。

から 0.9 に、ケース II（NEB すべて考慮）、ケース III（民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮）で 1.0 から 1.1 に向上した。

- 一方、「B. 地域住民/C. 公共セクター」の B/C は、ケース I（EB のみ考慮）で 1.0 から 0.6、ケース II（NEB すべて考慮）、ケース III（民間事業者の投資判断の観点から NEB 考慮）で 2.3 から 1.3 に下がるが、NEB を考慮すれば B/C は 1 を上回った。

②税制優遇措置（初年度は初期投資額の30%を税控除、コンセッション方式の活用により固定資産税免除）

- 「①補助率金の充実」のケースと同様、「A. エネルギーサービス事業体（投資主体）」の B/C は向上し、「B. 地域住民/C. 公共セクター」の B/C は下がるものの、NEB を考慮すれば B/C は 1 を上回った。

（５）都市の低炭素化対策の推進に向けたNEBの再配分の必要性

① 本検討では、都市・地域の低炭素化対策として、分散型電源である地域コジェネレーションと業務用太陽光発でシステムを導入したケースを取り上げ、NEB を考慮したステークホルダー別の経済性評価の試算を行った。

② その結果、NEB を考慮することにより、投資主体であるエネルギーサービス事業体の事業性が高まる一方で、他のステークホルダーに多くの便益をもたらすことが分かった。さらに、公共セクターからの補助金の充実や税制優遇措置等により、エネルギーサービス事業体（投資主体）の経済性が高まることを確認した。

③ 今後は、不動産価値上昇効果や BLCP への貢献、維持管理費の削減等の NEB を享受している「E. 建物所有者」や「F. 建物利用者」から、例えばサービス料（賃料、光熱費）に上乗せする形で、便益を再配分することも考えられる。図 4.2.5 にこの考え方のイメージを示す。

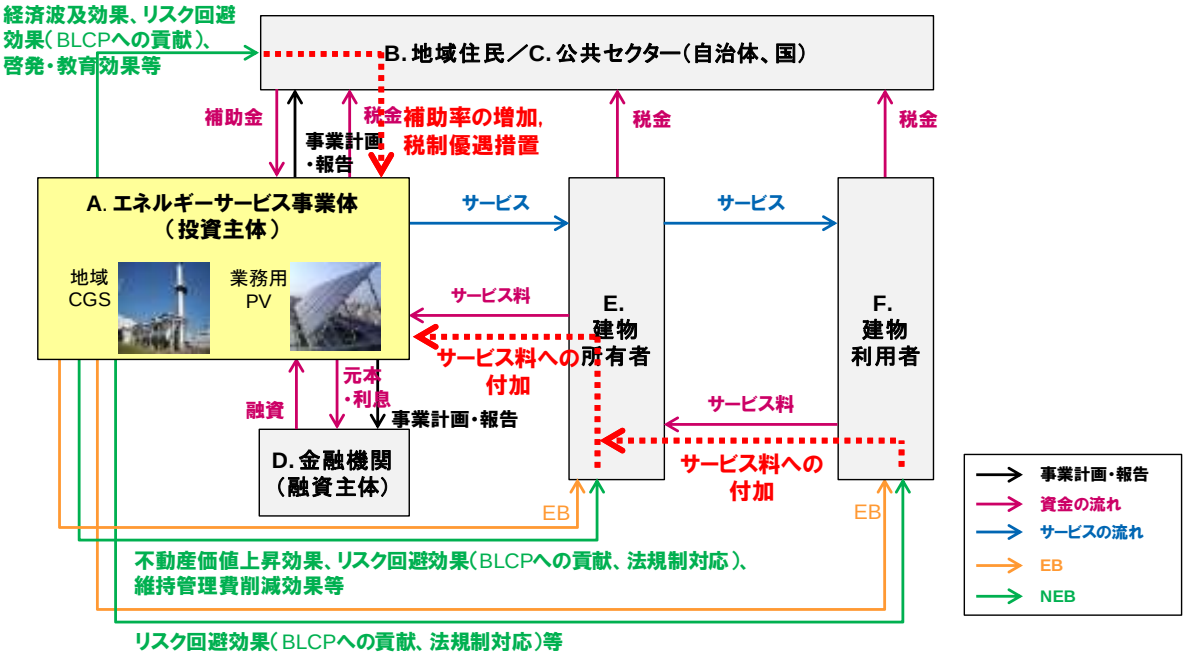


図 4.2.5　事業スキームにおける NEB の再配分のイメージ

５．都市施策と一体となったスマートエネルギーネットワーク形成のケーススタディ

５．１ ケーススタディの進め方（限界削減費用曲線）

（１）ケーススタディの検討フロー

ケーススタディ対象地区において自治体等が策定するまちづくり構想等を把握した上で、本調査で検討する低炭素化対策を設定し、それらと当該地区の各種の都市施策との関連性を整理する。それを受けて、低炭素化対策と都市施策を一体的に実施した場合の、間接的便益（NEB）を考慮した都市施策ごとの費用対便益（B/C）の評価ならびに限界削減費用曲線による評価を行う。

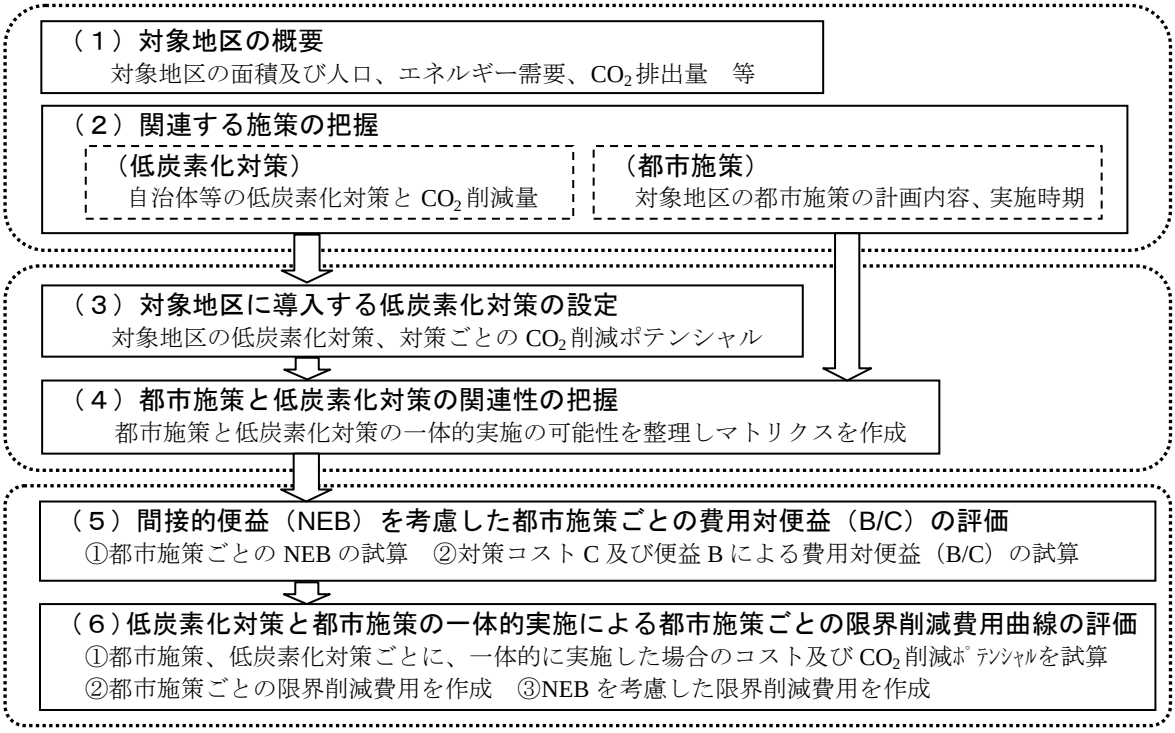


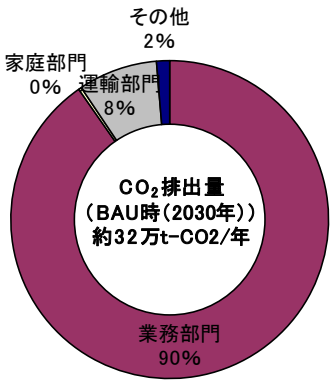
図 5.1.1　ケーススタディの検討フロー

（２）ケーススタディの対象地区の設定

本検討では、タイプの異なる以下の３つの地区のまちづくり構想を対象とする。

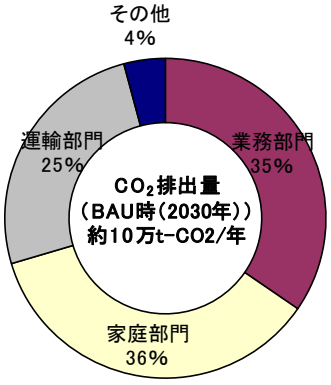
業務・商業系街区→５．２

地区面積：66ha、延床面積：277 万㎡
ｴﾈﾙｷﾞｰ需要：電力 1,838TJ/年、熱 2,182TJ/年
CO_2 排出量：32 万 t-CO_2/年(BAU 時)



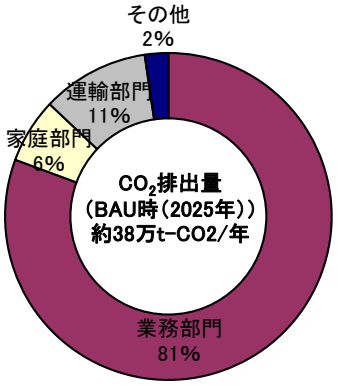
住宅中心街区→５．３

地区面積：63ha、延床面積：172 万㎡
ｴﾈﾙｷﾞｰ需要：電力 260TJ/年、熱 535TJ/年
CO_2 排出量：9.7 万 t-CO_2/年(BAU 時)



鉄道駅周辺地区→５．４

地区面積：145ha、延床面積：419 万㎡
ｴﾈﾙｷﾞｰ需要：電力 2,457TJ/年、熱 2,415TJ/年
CO_2 排出量：38 万 t-CO_2/年(BAU 時)



（３）低炭素化対策と都市施策を一体的に実施した場合の限界削減費用による評価

各種都市施策の実行時に低炭素化対策を一体的に行うことにより、低炭素化対策をより安価な費用負担で行うことが可能となる。これを費用対便益評価ならびに限界削減費用曲線による評価に反映することにより、対象地区における都市施策の低炭素化ポテンシャル及び対策コストを評価する。

１）基本方針

①エネルギー関連の施策と、緑化や親水空間の整備、交通、まちづくりといった都市関連の施策が並列されている場合は、エネルギー関連施策と都市施策を一体的に整備することによるイニシャルコストの軽減（共通費や掘削工事回数の軽減等）を検討する。

②エネルギー関連の施策と併せて、当該地域における低炭素化対策の実施方針が示されている場合は、都市施策と一体的に実施できるものを検討する。

２）一体的整備によるコスト削減の考え方

低炭素化対策及び都市施策の主要なイニシャルコストである工事価格については、直接工事費、共通仮設費、現場管理費、一般管理費等から構成される[17]。都市施策と一体的に整備可能な低炭素化対策は、都市施策と一体整備することにより、共通費（共通仮設費、現場管理費、一般管理費等）の低減が図られると考える。本検討では、共通費を低炭素化対策と都市施策で折半するものとする。

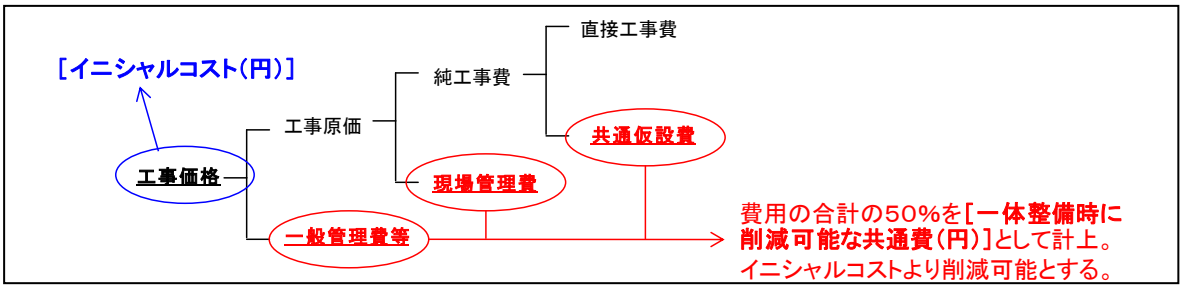


図 5.1.2 イニシャルコスト（工事価格）の構成

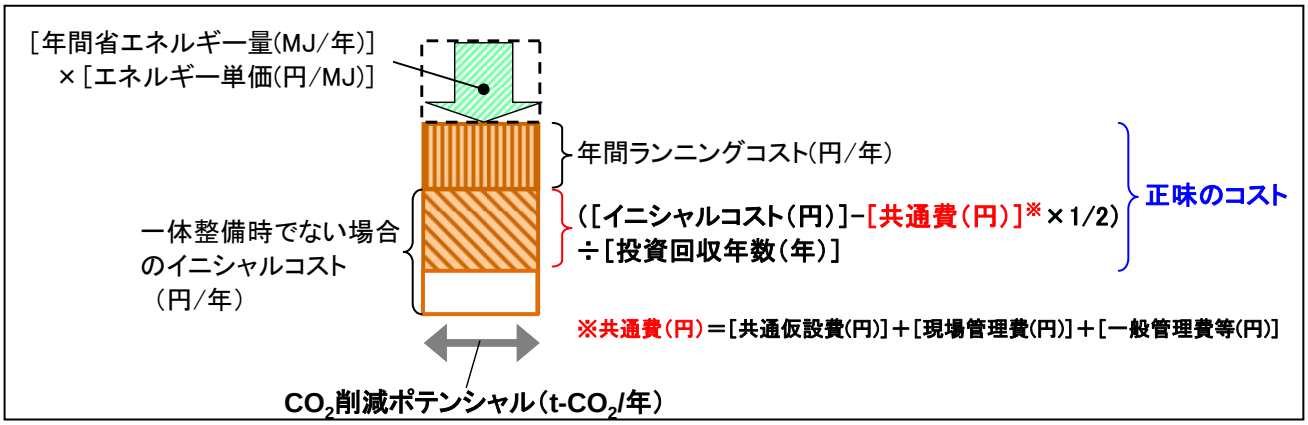


図 5.1.3　低炭素化対策ごとのコストの考え方

３）間接的便益（NEB）を考慮した都市施策ごとの費用対便益（B/C）の試算方法

第2フェーズ[16]で提示された「間接的便益（NEB）の貨幣価値換算要領」に基づき、都市施策ごとに、NEB項目（a1～e2）ごとの間接的便益額を試算する（表5.1.1参照）。その上で、都市施策ごとに、一体的整備を考慮した低炭素化対策に係るコスト（C）、直接的便益（EB）、間接的便益（NEB）により、費用対効果（B/C）を試算する（表5.1.2参照）。

表 5.1.1　都市施策ごとの NEB 試算イメージ

都市施策名	都市施策と一体的に実施する低炭素化対策	間接的便益額（NEB）［億円/年］														
		a. 環境価値創出に対する便益		b. 地域経済への波及に伴う便益				c. リスク回避による便益				d. 普及・啓発効果としての便益		e. 居住・執務環境の向上		都市施策ごとの NEB
		a1	a2	b1	b2	b3	b4	c1	c2	c3	c4	d1	d2	e1	e2	計
都市施策①	低炭素化対策 1) 低炭素化対策 2) 低炭素化対策 5) 低炭素化対策 6)															
都市施策②	低炭素化対策 3) 低炭素化対策 4) 低炭素化対策 6)															
都市施策③	低炭素化対策 2) 低炭素化対策 3) 低炭素化対策 5)															

表 5.1.2　都市施策ごとの費用対便益（B/C）試算イメージ

都市施策名	都市施策と一体的に実施する低炭素化対策	コスト［億円/年］	直接的便益［億円/年］	間接的便益［億円/年］	便益［億円/年］	EB のみによる費用対便益	EB+NEB による費用対便益
		C	EB	NEB	B(=EB+NEB)	EB/C	B/C
都市施策①	低炭素化対策 1) 低炭素化対策 2) 低炭素化対策 5) 低炭素化対策 6)						
都市施策②	低炭素化対策 3) 低炭素化対策 4) 低炭素化対策 6)						
都市施策③	低炭素化対策 2) 低炭素化対策 3) 低炭素化対策 5)						

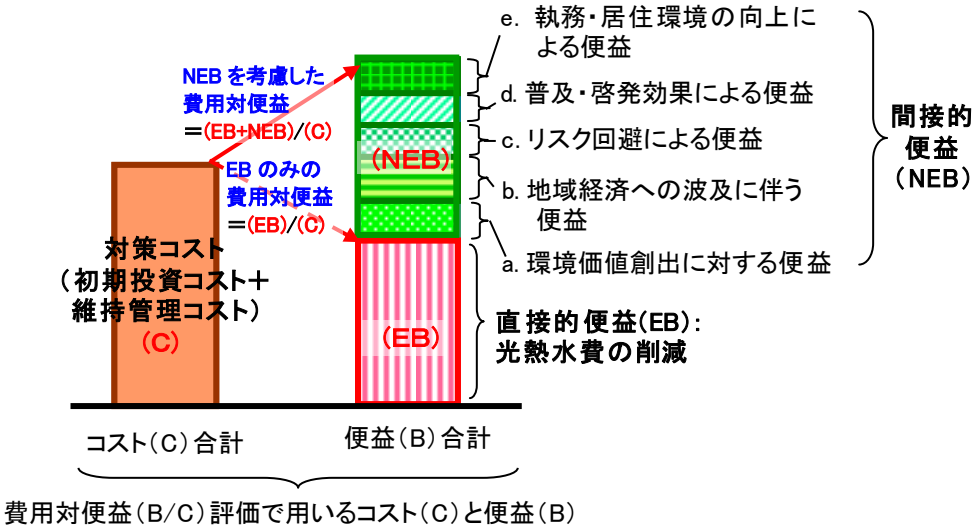


図 5.1.4　都市施策ごとの費用対便益（B/C）評価イメージ

4）都市施策ごとの限界削減費用曲線の作成要領

まちづくりの実務者や行政の環境対策部門、都市整備部門の関係者が共有することを目的として、以下の要領で限界削減費用曲線を作成する。

①低炭素化対策と都市施策の一体的実施の可能性を整理しマトリクスを作成する。

②それぞれの対策・施策ごとに、一体的に実施した場合のコスト、CO_2 削減ポテンシャルを試算する

③②の結果を用い、都市施策ごとの限界削減費用曲線を作成する。

④都市施策ごとに、②により算定した対策ごとのコストから、対策ごとの NEB 按分額を差し引き、NEB を考慮した限界削減費用曲線を作成する。なお、対策ごとの NEB 按分額の算定は、第 2 フェーズ [16] で設定した「各種低炭素化対策ごとの NEB の按分方針」に基づいて行うものとする。

（低炭素化対策と都市施策の関連性マトリクスの作成イメージ）

	低炭素化対策1)	低炭素化対策2)	低炭素化対策3)	低炭素化対策4)	低炭素化対策5)	低炭素化対策6)	・・・・・
都市施策①	○	●	●	●	○	―	・・・・・
都市施策②	○	●	―	―	―	○	・・・・・
都市施策③	○	―					・・・・・
⋮	⋮	⋮					

低炭素化対策と都市施策との関係性を整理
●・・・既往の計画等で関係性があるもの
○・・・本調査で関係性があると考えるもの
―・・・特に関係性がないもの

（都市施策①のコスト、CO2 削減ポテンシャルの集計イメージ）

		低炭素化対策1)	低炭素化対策2)	低炭素化対策3)	低炭素化対策4)	低炭素化対策5)	低炭素化対策6)	・・・・・
都市施策①	低炭素化ポテンシャル（t-CO_2/年）							
	低炭素化コスト（円/年）							
	NEB（円/年）							
	限界削減費用（円/t-CO_2）							

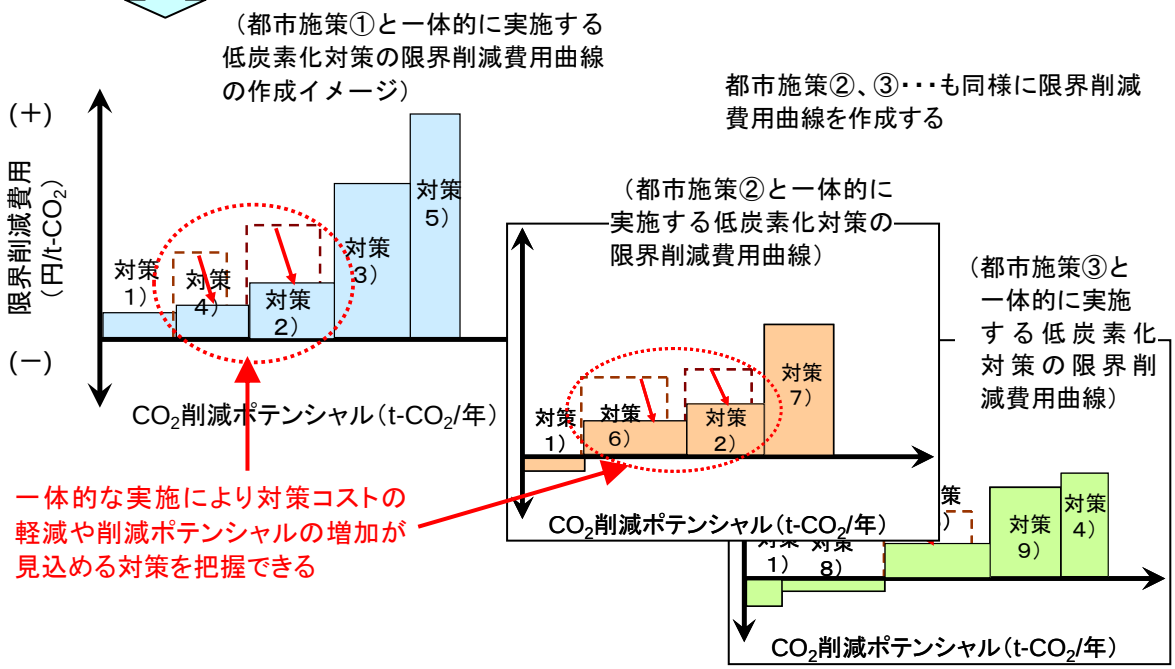


図 5.1.5　限界削減費用曲線の作成イメージ

５．２ 業務・商業系街区のエコタウン計画を対象としたケーススタディ

（１）地区概要

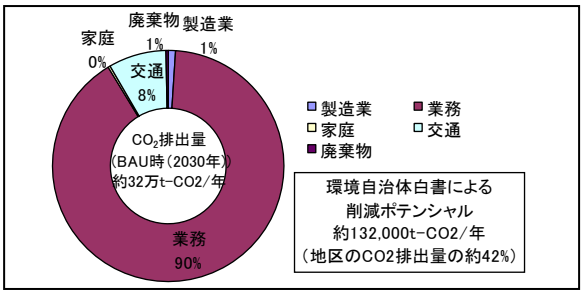
・地区面積：66.4ha　　・延床面積：（業務）2,721,005m^2　（家庭）49,659m^2
・人口：（総人口）898 人（昼間人口）114,254 人
・エネルギー需要：（電力）1,837,923GJ/年　　（ピーク負荷）　368,431kW
（熱）　冷熱：　1,470,481GJ/年　　温熱：　711,518GJ/年
・CO_2 排出量：324,516 t-CO_2/年（中央区環境行動計画 [18] の数値より当該地区分を推計）
※いずれも BAU 時（2030 年）の本調査における推定値

（２）参照した施策・計画

・低炭素化対策：環境自治体白書 [19]
・都市施策：中央区エコタウン構想 [20] より独自に抜粋

（３）本調査で追加的に検討する主な対策

・中央区エコタウン構想[20] を基に低炭素化対策を実施（STEP1）
・STEP 1の実施により、周辺地域、建物群で低炭素化対策が誘発され、実行される(STEP 2)
・再開発地区整備のタイミングで、既存の地域冷暖房施設に、低炭素化とエネルギー利用のセキュリティ向上に貢献する自立分散型電源（地域コジェネレーション）を設置、電力・排熱の地域内融通導管等を整備



＜まちづくり・再開発に関する施策＞
1. 再開発による建物整備
2. 省エネルギーマネジメントシステムの導入
3. 地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備
4. 電線の地中化に伴う沿道地区の整備

＜緑と水辺の整備に関する施策＞
5. 親水空間の整備（日本橋川沿い）に伴う建物整備
6. 壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備
7. 街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備

＜交通インフラの整備に関する施策＞
8. 地区計画に基づく壁面後退による街区整備
9. 道路の遮熱性・保水性塗装に伴う街区整備
10. 基幹交通ｼｽﾃﾑ（LRT,BRT を含む）の整備に伴う、沿道街区の建物整備

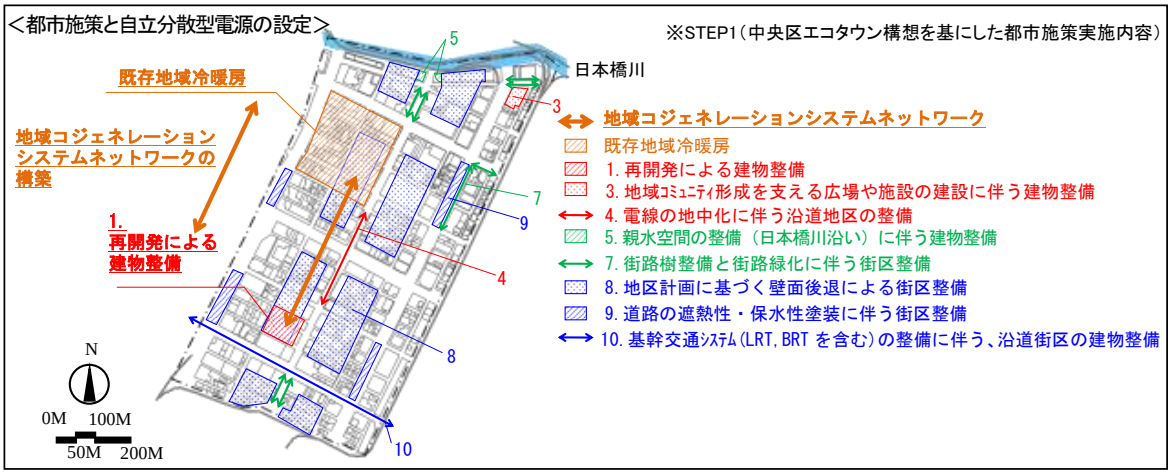


図 5. 2. 1 対象地区及び都市施策の概要

（４）都市施策と低炭素化対策の関連性（業務・商業系街区）

環境自治体白書の分類に基づいた当該地区の低炭素化対策と都市施策（「中央区エコタウン構想」[20] による）の関連性を表 5.2.1 に示す。

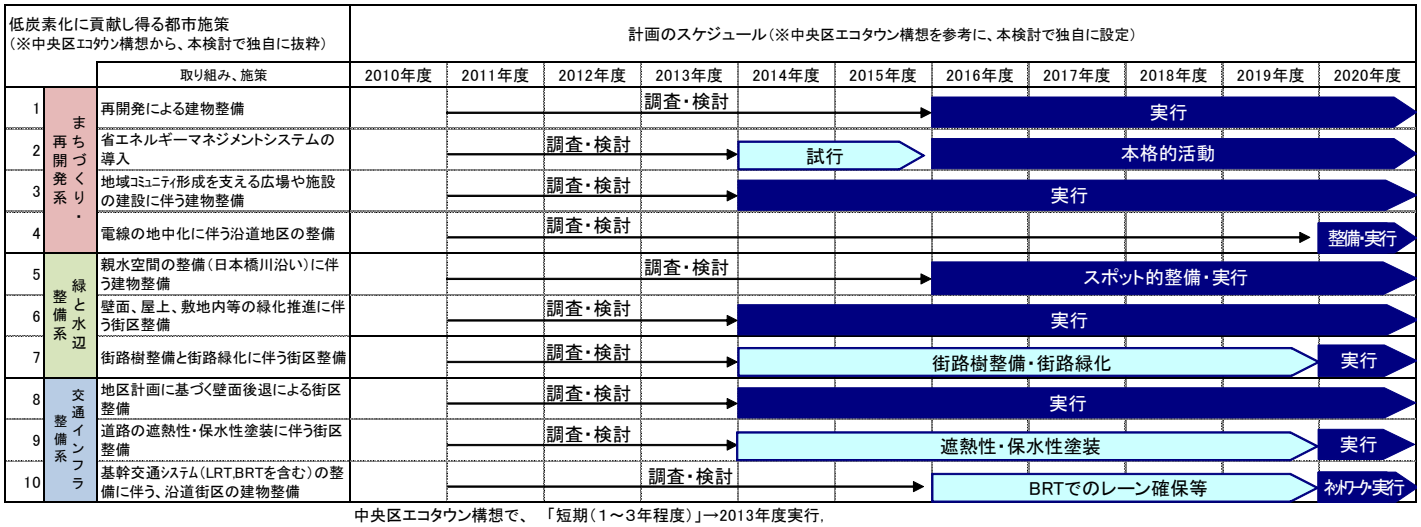
図 5.2.2 に都市施策の実行時期の想定を示す。「中央区エコタウン構想」[20] に基づき、表 5.2.1 における低炭素化対策の取組み、施策が 2013 年から 2030 年にかけて行われると想定した。

表 5. 2. 1 対象地区における低炭素化対策と都市施策との関連性

環境自治体白書による低炭素化対策 ／ 低炭素化に貢献し得る都市施策（※中央区ｴｺﾀｳﾝ構想から、本検討で独自に抜粋）		取り組み、施策	[業務] (1)空調機器の効率向上 (2)照明の効率化等 (3)動力他の高効率化 (4)高効率給湯器	[業務] (5) 新築建築物の高断熱化	[業務] (6) 既存建築物断熱改修	[業務] (7) BEMS導入	[業務] (9) 太陽光発電	[業務] (11) ビル用小型コジェネレーション	[家庭] (12)冷暖房効率化 (13)照明の効率化等 (14)家電製品の効率化 (15)高効率給湯器	[家庭] (16) 新築住宅断熱化	[家庭] (17) 既存断熱リフォーム	[家庭] (18) HEMS導入	[家庭] (20) 太陽光発電	[家庭] (22) 家庭用燃料電池コジェネレーション	[未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等] (24) 木質バイオマス	地域コジェネレーション
			環境自治体白書による低炭素化対策													
1	まちづくり・再開発系	再開発による建物整備	●	●	○	●	●	○								○
2		省エネルギーマネジメントシステムの導入				●						●				
3		地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備	●	●	○	●	●	●								
4		電線の地中化に伴う沿道地区の整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○		
5	緑と水辺整備系	親水空間の整備（日本橋川沿い）に伴う建物整備	●	●	○	●	●	●								
6		壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備		●	●		●			●	●		●		●	
7		街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
8	交通インフラ整備系	地区計画に基づく壁面後退による街区整備	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●		
9		道路の遮熱性・保水性塗装に伴う街区整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○		
10		基幹交通ｼｽﾃﾑ（LRT,BRTを含む）の整備に伴う、沿道街区の建物整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○		

凡例： ●：STEP1で実施　　○：STEP2で実施

■低炭素化対策の取り組み、施策の計画スケジュール



中央区エコタウン構想で、「短期（1～3年程度）」→2013年度実行，
「中期（5年程度）」→2016年度実行，
「長期（10年以上）」→2020年度実行　　としている。

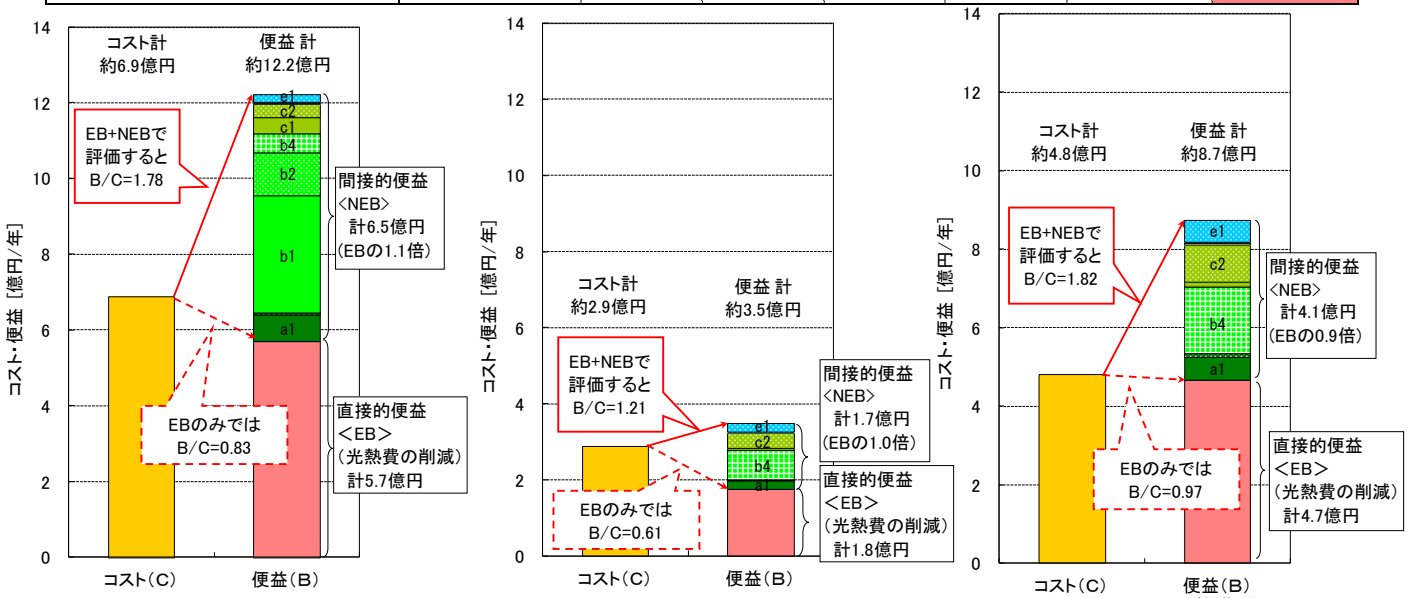
図 5. 2. 2　本調査における都市施策の実行時期の想定

（５）都市施策ごとの費用対便益（B/C）の試算（業務・商業系街区）

各種の都市施策における費用対便益（B/C）の試算結果を以下に示す。全ての都市施策と一体となって低炭素化対策を実施した場合、地区全体での B/C は 1.57 となった。なお、間接的便益（NEB）のダブルカウントを避けるため、実施時期が早い都市施策に計上した。実施時期が同時の場合は、重複する建物床面積等の計算パラメータを、実施する都市施策数で按分し、計上した。

表 5.2.2 各都市施策ごとの、低炭素化対策を一体的に実施した場合の費用対便益（B/C）の試算結果

低炭素化に貢献し得る都市施策（※中央区ｴｺﾀｳﾝ構想から、本検討で独自に抜粋）		取り組み、施策	① CO2削減ポテンシャル［万t-CO2/年］	② コスト［億円/年］ C	③ 直接的便益［億円/年］ EB	④ 間接的便益［億円/年］ NEB	⑤ 便益（③+④）［億円/年］ B	⑥ EBのみによる費用対便益（③/②） EB/C	⑦ EB+NEBによる費用対便益（⑤/②） B/C
1	まちづくり・再開発系	再開発による建物整備	1.8	6.9	5.7	6.5	12.2	0.83	1.78
2	まちづくり・再開発系	省エネルギーマネジメントシステムの導入	0.1	0.6	0.3	0.7	1.0	0.57	1.85
3	まちづくり・再開発系	地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備	0.2	0.9	0.6	0.6	1.2	0.68	1.31
4	まちづくり・再開発系	電線の地中化に伴う沿道地区の整備	0.3	1.8	1.1	1.0	2.2	0.62	1.21
5	緑と水辺整備系	親水空間の整備（日本橋川沿い）に伴う建物整備	0.1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.69	1.32
6	緑と水辺整備系	壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備	0.3	2.5	0.9	2.1	3.0	0.36	1.20
7	緑と水辺整備系	街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備	0.5	2.9	1.8	1.7	3.5	0.61	1.21
8	交通インフラ整備系	地区計画に基づく壁面後退による街区整備	1.4	4.8	4.7	4.1	8.7	0.97	1.82
9	交通インフラ整備系	道路の遮熱性・保水性塗装に伴う街区整備	0.4	2.3	1.4	1.3	2.7	0.61	1.19
10	交通インフラ整備系	基幹交通ｼｽﾃﾑ（LRT,BRTを含む）の整備に伴う、沿道街区の建物整備	0.3	1.4	0.8	0.8	1.6	0.61	1.18
全都市施策実施時			**5.4**	**23.4**	**17.5**	**19.2**	**36.7**	**0.75**	**1.57**



＜まちづくり・再開発系＞
「1. 再開発による建物整備」

＜緑と水辺整備系＞
「7. 街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備」

＜交通インフラ整備系＞
「8. 地区計画に基づく壁面後退による街区整備」

＜間接的便益（NEB）の内訳＞

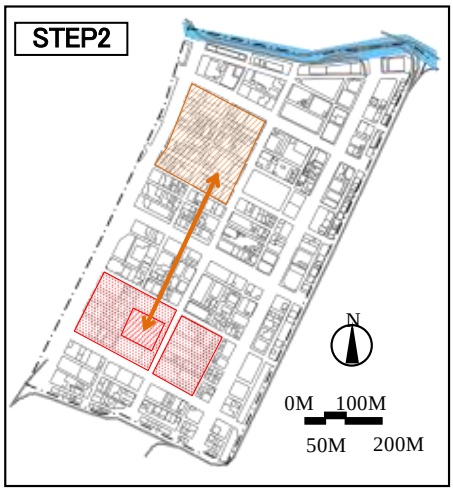
- a1：環境創出価値（CO_2 削減）
- a2：環境創出価値（グリーンエネルギー）
- b1：地域経済への波及（インフラ建設投資の経済効果）
- b2：地域経済への波及（事業運営の経済効果）
- b3：地域経済への波及（不動産価値上昇・住宅地）
- b4：地域経済への波及（不動産価値上昇・商業地）
- c1：リスク回避の効果（エネルギー供給停止回避）
- c2：リスク回避の効果（法規制等強化等）
- c3：リスク回避の効果（健康被害の回避・家庭）
- c4：リスク回避の効果（健康被害の回避・業務）
- d1：普及・啓発の効果（啓発・教育効果）
- d2：普及・啓発の効果（広告宣伝効果）
- e1：居住・執務環境の向上（知的生産性向上）

図 5.2.3　代表的な都市施策における費用対便益（B/C）の評価（例）

（６）限界削減費用曲線の作成例（業務・商業系街区）

各種の都市施策と一体となって低炭素化対策を実施する場合の低炭素化ポテンシャル、コストを試算し、限界削減費用曲線を作成した。例としていくつかの都市施策ごとの限界削減費用曲線を以下に示す。なお、一体整備時（STEP2）のイニシャルコストの減額は公共建築工事積算基準（国土交通省監修）[17]により算定した共通費のみ減額の対象とした。

１）＜まちづくり・再開発系＞「1. 再開発による建物整備」



想定：STEP1 の再開発地区における新築建物の建設に伴い、
周辺街区の建物が整備される。

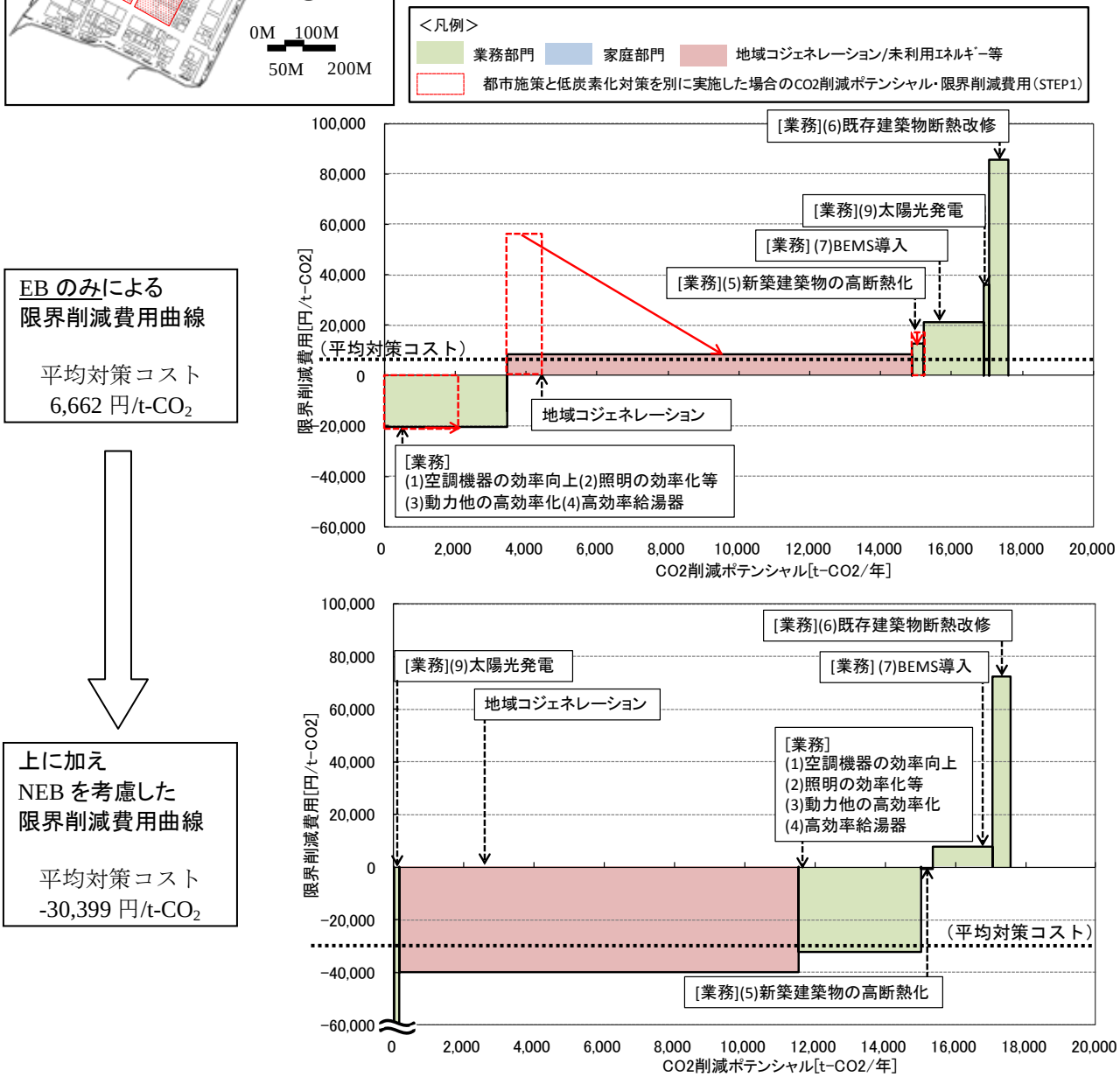
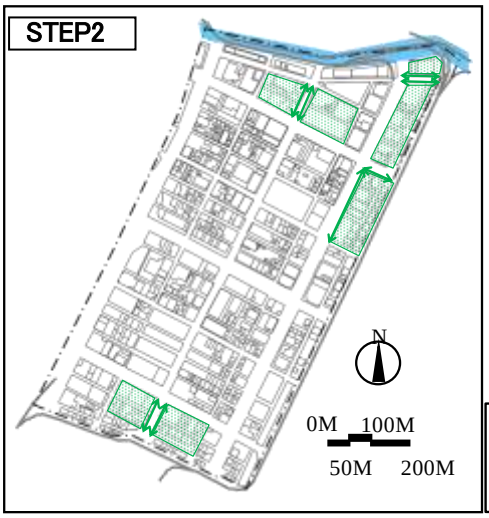


図 5.2.4 ＜まちづくり・再開発系＞における限界削減費用曲線（例）

２）＜緑と水辺整備系＞「7. 街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備」

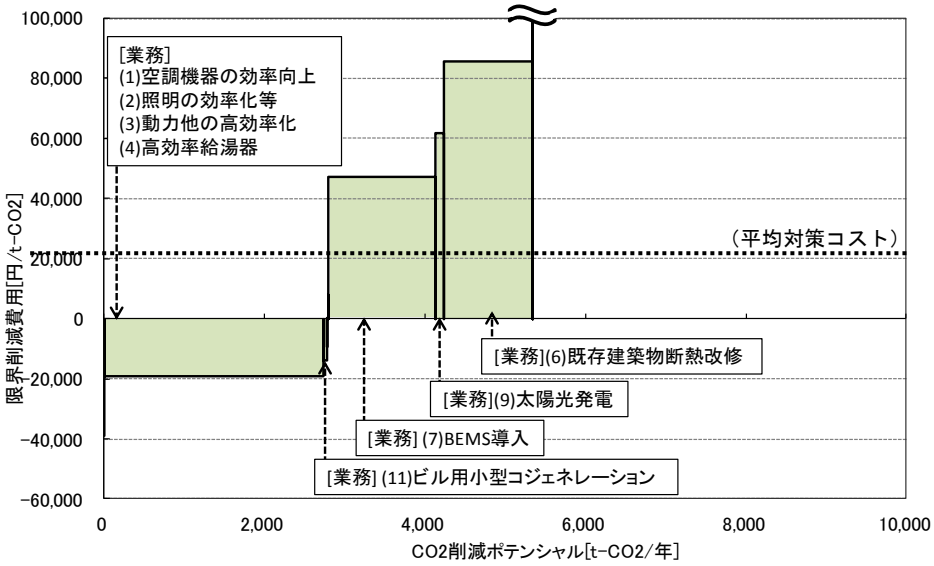


想定：STEP1 での街路樹のない主要な通りへの街路樹整備に伴い、隣接する街区の建物が改修・更新される。

＜凡例＞
業務部門　家庭部門　地域コジェネレーション/未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等
都市施策と低炭素化対策を別に実施した場合のCO2削減ポテンシャル・限界削減費用（STEP1）

EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
20,869 円/t-CO_2



※一体整備でない場合、街路樹の整備のみが行われるため、
低炭素化対策は実行されないと想定（STEP1）

上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-11.346 円/t-CO_2

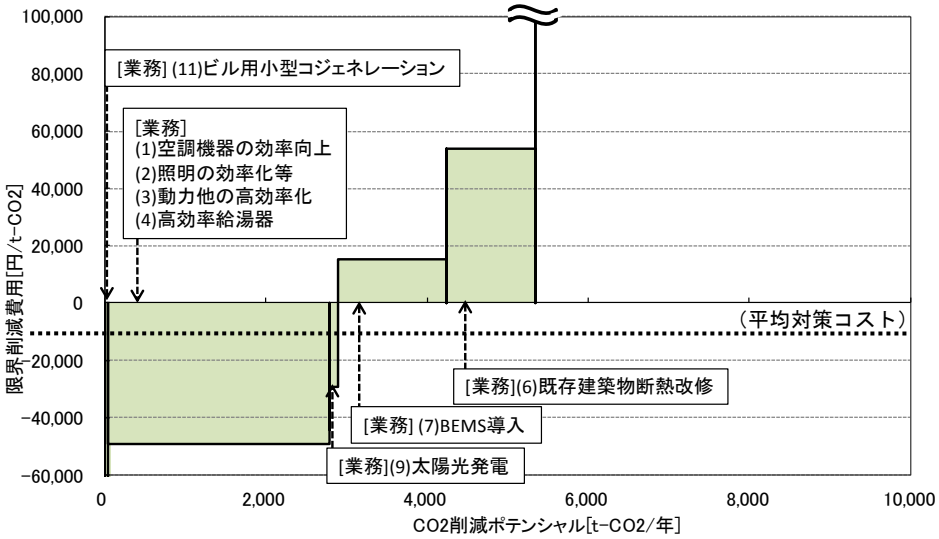
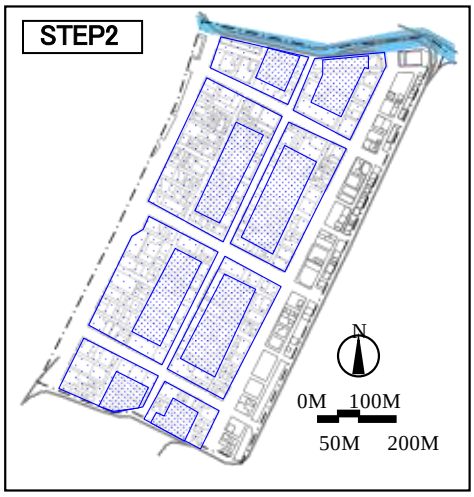


図 5.2.5 ＜緑と水辺整備系＞における限界削減費用曲線（例）

３）＜交通インフラ整備系＞「8. 地区計画に基づく壁面後退による街区整備」

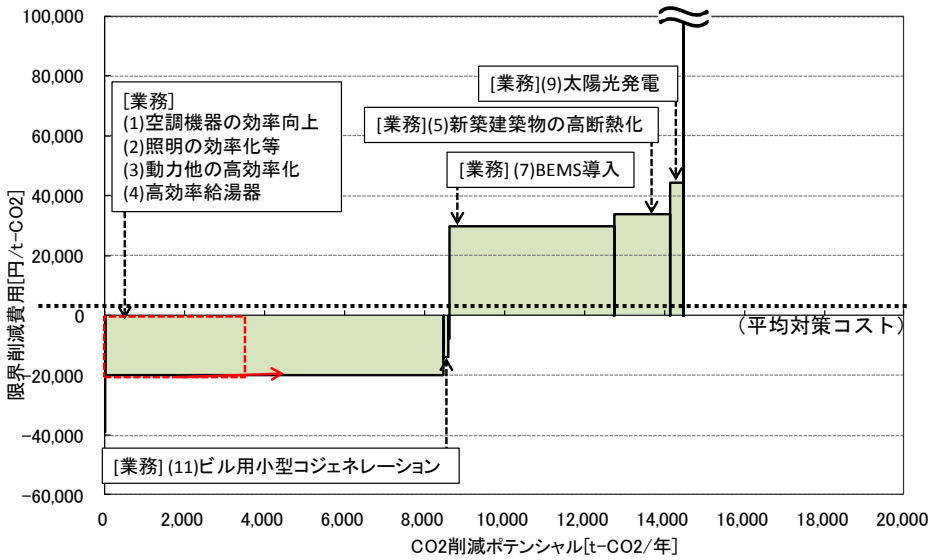


想定：STEP1 での壁面後退による地区整備（新築建物の建設）に伴い、整備地区に隣接する街区の建物が改修・更新される。

＜凡例＞
業務部門　家庭部門　地域コジェネレーション/未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等
都市施策と低炭素化対策を別に実施した場合のCO2削減ポテンシャル・限界削減費用（STEP1）

EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
935 円/t-CO_2



上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-27,216 円/t-CO_2

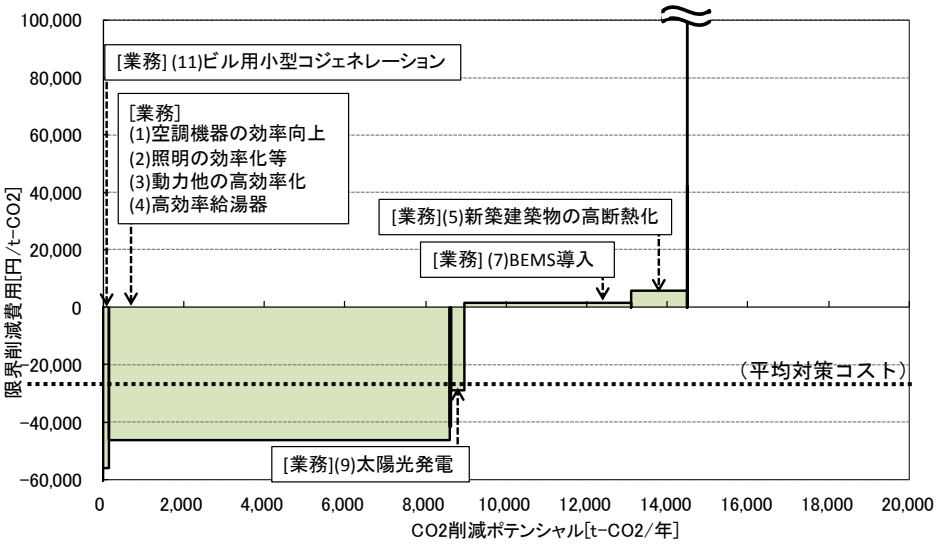


図 5.2.6 ＜交通インフラ整備系＞における限界削減費用曲線（例）

５．３ 住宅中心街区のエコタウン計画を対象としたケーススタディ

（１）地区概要

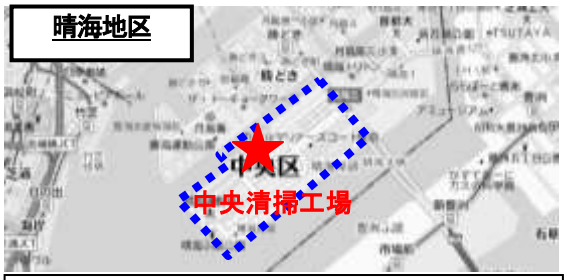
・地区面積：62.7ha　　・延床面積：（業務）312,246m^2　（家庭）1,410,896m^2
・人口：（総人口）31,620 人（昼間人口）18,488 人
・エネルギー需要：（電力）　260,368GJ/年　　（ピーク負荷）　80,044kW
　　（熱）　冷熱：　165,146 GJ/年　　温熱：　369,684GJ/年
・CO_2 排出量：97,354t-CO_2/年（中央区環境行動計画[18] の数値より当該地区分を推計）
※いずれも BAU 時（2030 年）の本調査における推定値

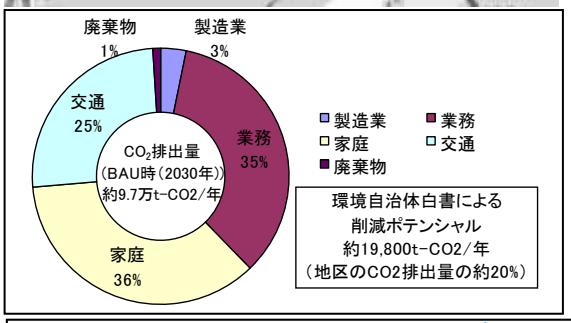
（２）参照した施策・計画

・低炭素化対策：環境自治体白書[19]
・都市施策：中央区エコタウン構想[20]より独自に抜粋

（３）本調査で追加的に検討する主な対策

・中央区エコタウン構想[20]を基に低炭素化対策を実施（STEP 1）
・STEP 1の実施により、周辺地域、建物群で低炭素化対策が誘発され、実行される(STEP 2)
・既存の清掃工場における排熱を利用した地域内熱融通(ｽﾏｰﾄｴﾈﾙｷﾞｰﾈｯﾄﾜｰｸ)の整備
・現況の未利用地への集合住宅の建設に伴い、自立分散型電源(ﾏｲｸﾛｺｼﾞｪﾈﾚｰｼｮﾝ)を設置



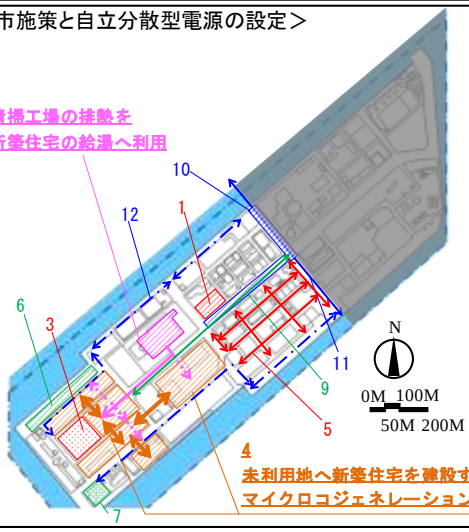


＜まちづくり･再開発に関する施策＞
1. 再開発による建物整備
2. 省エネルギーマネジメントシステムの導入
3. 地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備
4. 未利用地の活用に伴う新築住宅の整備
5. 電線の地中化に伴う沿道地区の整備

＜緑と水辺の整備に関する施策＞
6. 地域外周の水辺の整備（運河沿いの親水空間）に伴う街区整備
7. 水上交通の拠点づくりに伴う建物整備
8. 壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備
9. 街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備

＜交通インフラの整備に関する施策＞
10. 道路の遮熱性･保水性塗装に伴う街区整備
11. 基幹交通ｼｽﾃﾑ（LRT,BRT を含む）の整備に伴う、沿道街区の建物整備
12. 地区外周歩行者用等のﾈｯﾄﾜｰｸ整備に伴う、沿道街区の建物整備

＜都市施策と自立分散型電源の設定＞　※STEP1（中央区エコタウン構想を基にした都市施策実施内容）



マイクロコジェネレーションシステムネットワーク
4. 未利用地の活用に伴う新築住宅の整備
清掃工場廃熱利用
清掃工場
1. 再開発による建物整備
3. 地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備
5. 電線の地中化に伴う沿道地区の整備
6. 地域外周の水辺の整備（運河沿いの親水空間）に伴う街区整備
7. 水上交通の拠点づくりに伴う建物整備
9. 街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備
10. 道路の遮熱性・保水性塗装に伴う街区整備
11. 基幹交通ｼｽﾃﾑ(RT, BRTを含む)の整備に伴う、沿道街区の建物整備
12. 地区外周歩行者用等のﾈｯﾄﾜｰｸ整備に伴う、沿道街区の建物整備

図 5.3.1 対象地区及び都市施策の概要

（４）都市施策と低炭素化対策の関連性（住宅中心街区）

環境自治体白書の分類に基づいた当該地区の低炭素化対策と都市施策（「中央区エコタウン構想」[20] による）の関連性を表 5.3.1 に示す。

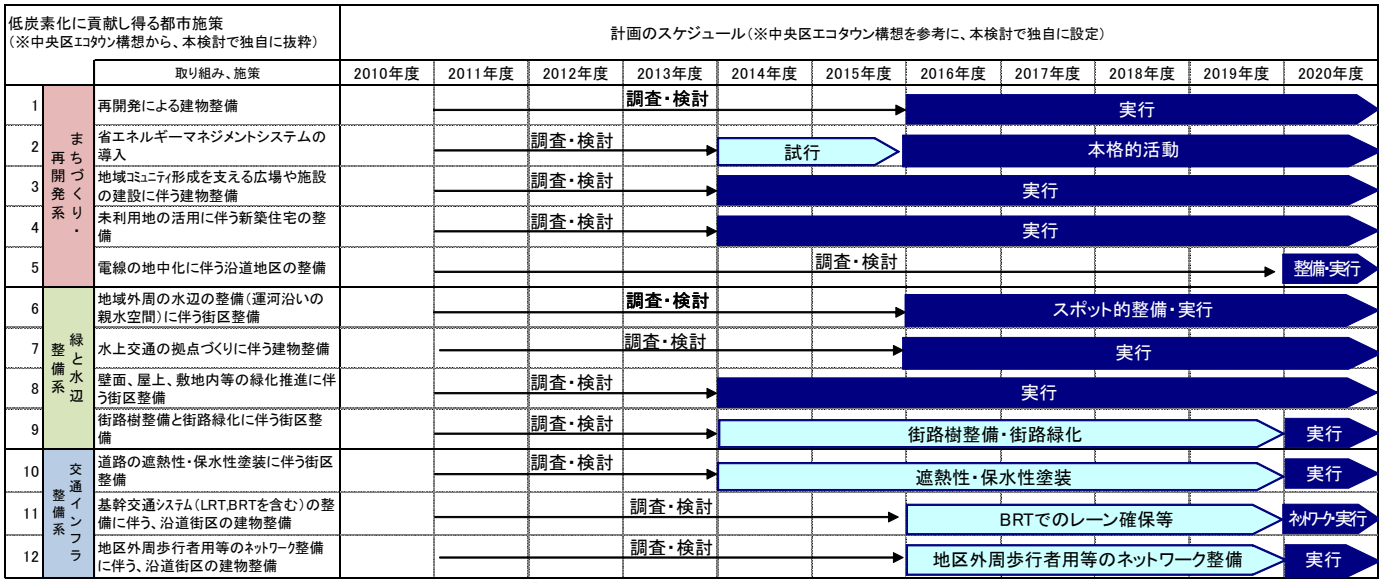
図 5.3.2 に都市施策の実行時期の想定を示す。「中央区エコタウン構想」[20] に基づき、表 5.3.1 における低炭素化対策の取組み、施策が 2013 年から 2030 年にかけて行われると想定した。

表 5.3.1 対象地区における低炭素化対策と都市施策との関連性

		環境自治体白書による低炭素化対策	環境自治体白書による低炭素化対策														
		低炭素化に貢献し得る都市施策（※中央区ｴｺﾀｳﾝ構想から、本検討で独自に抜粋）	［業務］(1)空調機器の効率向上 (2)照明の効率化等 (3)動力他の高効率化 (4)高効率給湯器	［業務］(5) 新築建築物の高断熱化	［業務］(6) 既存建築物断熱改修	［業務］(7) BEMS導入	［業務］(9) 太陽光発電	［業務］(11) ビル用小型コジェネレーション	［家庭］(12)冷暖房効率化 (13)照明の効率化等 (14)家電製品の効率化等 (15)高効率給湯器	［家庭］(16) 新築住宅断熱化	［家庭］(17) 既存断熱リフォーム	［家庭］(18) HEMS導入	［家庭］(20) 太陽光発電	［家庭］(22) 家庭用燃料電池コジェネレーション	［未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等］(24) 木質バイオマス	［未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等］(27) 清掃工場排熱	マイクロコジェネレーション
		取り組み、施策															
1	まちづくり・再開発系	再開発による建物整備	●	●	○	●	●	●									
2		省エネルギーマネジメントシステムの導入				●						●					
3		地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備	●	●	○	●	●	●									
4		未利用地の活用に伴う新築住宅の整備							●	●		●	●	●		○	●
5		電線の地中化に伴う沿道地区の整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○			
6	緑と水辺整備系	地域外周の水辺の整備（運河沿いの親水空間）に伴う街区整備	●	●	○	●	●	●									
7		水上交通の拠点づくりに伴う建物整備	●	●	○	●	●	●									
8		壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備		●	●		●			●	●		●		●		
9		街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	
10	交通インフラ整備系	道路の遮熱性・保水性塗装に伴う街区整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○			
11		基幹交通ｼｽﾃﾑ（LRT,BRTを含む）の整備に伴う、沿道街区の建物整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○			
12		地区外周歩行者用等のﾈｯﾄﾜｰｸ整備に伴う、沿道街区の建物整備	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○			

凡例：●：STEP1で実施　○：STEP2で実施

■低炭素化対策の取り組み、施策の計画スケジュール



中央区エコタウン構想で、「短期（1～3年程度）」→2013年度実行，
「中期（5年程度）」→2016年度実行，
「長期（10年以上）」→2020年度実行　としている。

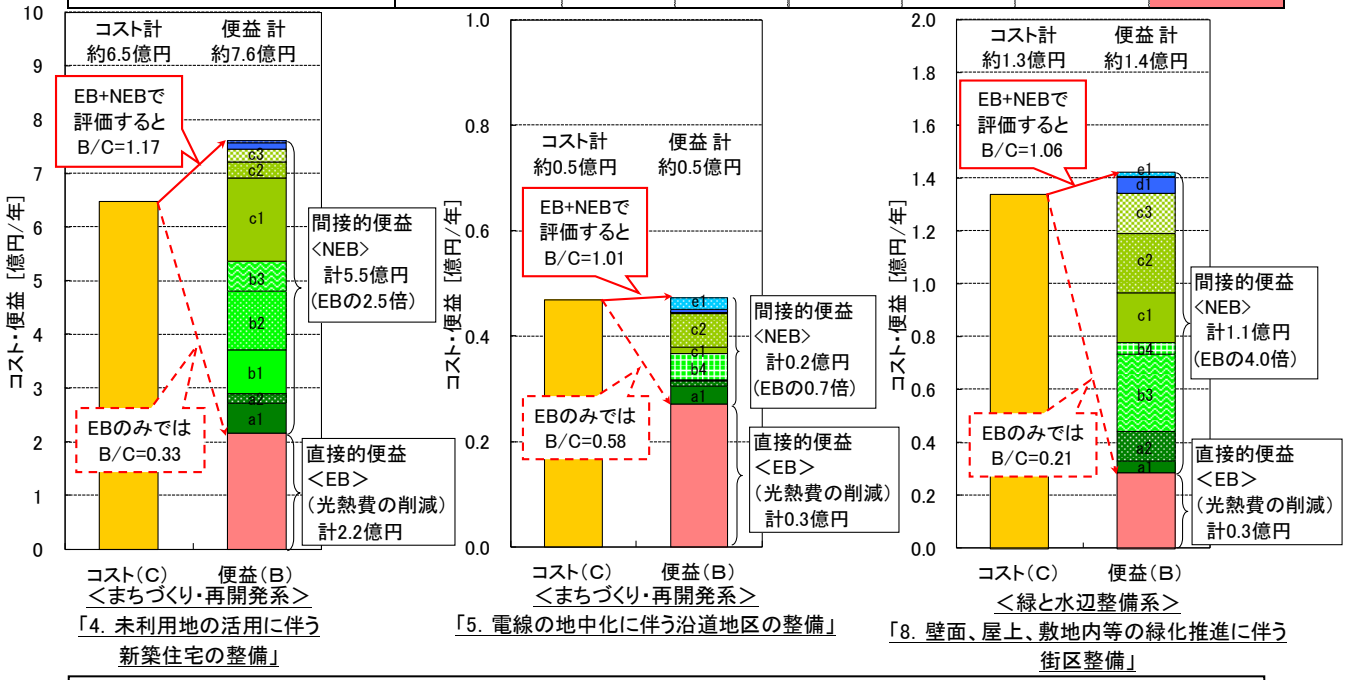
図 5.3.2　本調査における都市施策の実行時期の想定

（５）都市施策ごとの費用対便益（B/C）の試算（住宅中心街区）

各種の都市施策における費用対便益（B/C）の試算結果を以下に示す。全ての都市施策と一体となって低炭素化対策を実施した場合、地区全体での B/C は 1.15 となった。なお、間接的便益（NEB）のダブルカウントを避けるため、実施時期が早い都市施策に計上した。実施時期が同時の場合は、重複する建物床面積等の計算パラメータを、実施する都市施策数で按分し、計上した。

表 5.3.2 各都市施策ごとの、低炭素化対策を一体的に実施した場合の費用対便益（B/C）の試算結果

低炭素化に貢献し得る都市施策（※中央区ｴｺﾀｳﾝ構想から、本検討で独自に抜粋）		取り組み、施策	① CO2削減ポテンシャル［万t-CO2/年］	② コスト［億円/年］ C	③ 直接的便益［億円/年］ EB	④ 間接的便益［億円/年］ NEB	⑤ 便益（③+④）［億円/年］ B	⑥ EBのみによる費用対便益（③/②） EB/C	⑦ EB+NEBによる費用対便益（⑤/②） B/C
1	まちづくり・再開発系	再開発による建物整備	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	1.00	1.56
2		省エネルギーマネジメントシステムの導入	0.03	0.2	0.1	0.2	0.2	0.49	1.46
3		地域ｺﾐｭﾆﾃｨ形成を支える広場や施設の建設に伴う建物整備	0.1	0.3	0.2	0.1	0.4	0.90	1.34
4		未利用地の活用に伴う新築住宅の整備	1.6	6.5	2.2	5.5	7.6	0.33	1.17
5		電線の地中化に伴う沿道地区の整備	0.1	0.5	0.3	0.2	0.5	0.58	1.01
6	緑と水辺整備系	地域外周の水辺の整備（運河沿いの親水空間）に伴う街区整備	0.02	0.1	0.1	0.0	0.1	0.90	1.34
7		水上交通の拠点づくりに伴う建物整備	0.1	0.3	0.2	0.1	0.4	0.75	1.20
8		壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備	0.1	1.3	0.3	1.1	1.4	0.21	1.06
9		街路樹整備と街路緑化に伴う街区整備	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.46	1.03
10	交通インフラ整備系	道路の遮熱性・保水性塗装に伴う街区整備	0.1	0.3	0.2	0.1	0.3	0.55	1.00
11		基幹交通ｼｽﾃﾑ（LRT,BRTを含む）の整備に伴う、沿道街区の建物整備	0.02	0.1	0.1	0.0	0.1	0.51	0.98
12		地区外周歩行者用等のﾈｯﾄﾜｰｸ整備に伴う、沿道街区の建物整備	0.1	0.4	0.2	0.2	0.4	0.48	0.96
全都市施策実施時			2.3	10.4	4.0	7.9	11.9	0.39	1.15



<間接的便益(NEB)の内訳>

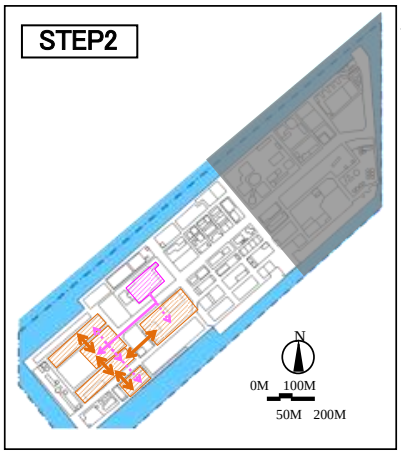
- a1：環境創出価値（CO_2削減）
- a2：環境創出価値（グリーンエネルギー）
- b1：地域経済への波及（インフラ建設投資の経済効果）
- b2：地域経済への波及（事業運営の経済効果）
- b3：地域経済への波及（不動産価値上昇・住宅地）
- b4：地域経済への波及（不動産価値上昇・商業地）
- c1：リスク回避の効果（エネルギー供給停止回避）
- c2：リスク回避の効果（法規制等強化等）
- c3：リスク回避の効果（健康被害の回避・家庭）
- c4：リスク回避の効果（健康被害の回避・業務）
- d1：普及・啓発の効果（啓発・教育効果）
- d2：普及・啓発の効果（広告宣伝効果）
- e1：居住・執務環境の向上（知的生産性向上）

図 5.3.3 代表的な都市施策における費用対便益（B/C）の評価（例）

（６）限界削減費用曲線の作成例（住宅中心街区）

各種の都市施策と一体となって低炭素化対策を実施する場合の低炭素化ポテンシャル、コストを試算し、限界削減費用曲線を作成した。例としていくつかの都市施策ごとの限界削減費用曲線を以下に示す。なお、一体整備時（STEP2）のイニシャルコストの減額は公共建築工事積算基準（国土交通省監修）[17] により算定した共通費のみ減額の対象とした。

１）＜まちづくり・再開発系＞「4. 未利用地の活用に伴う新築住宅の整備」

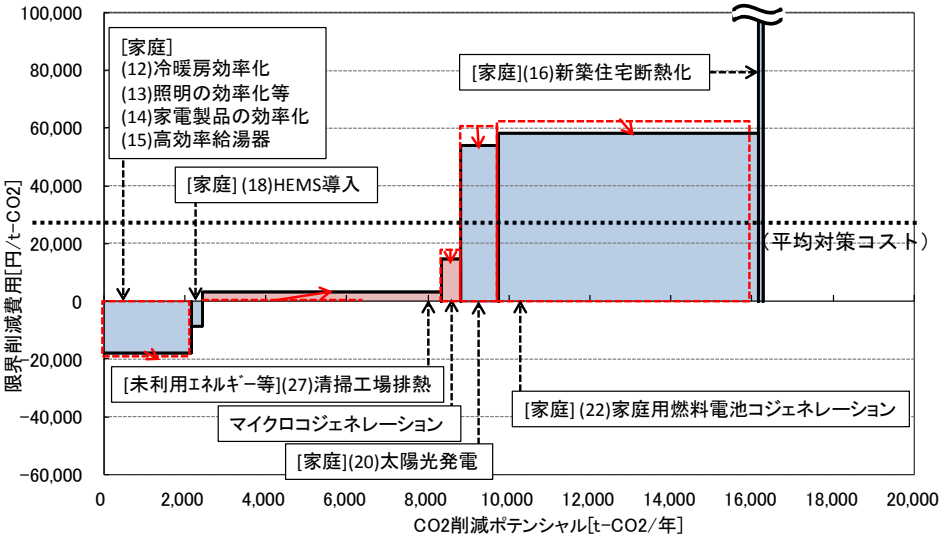


想定：STEP1にて利用していない土地（主に住宅用途）へ集合住宅を建設。建設に伴い、隣接する街区の建物が整備される。

＜凡例＞
業務部門　家庭部門　マイクロコジェネレーション/未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等
都市施策と低炭素化対策を別に実施した場合のCO2削減ポテンシャル・限界削減費用（STEP1）

EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
26,582 円/t-CO_2



上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-6,933 円/t-CO_2

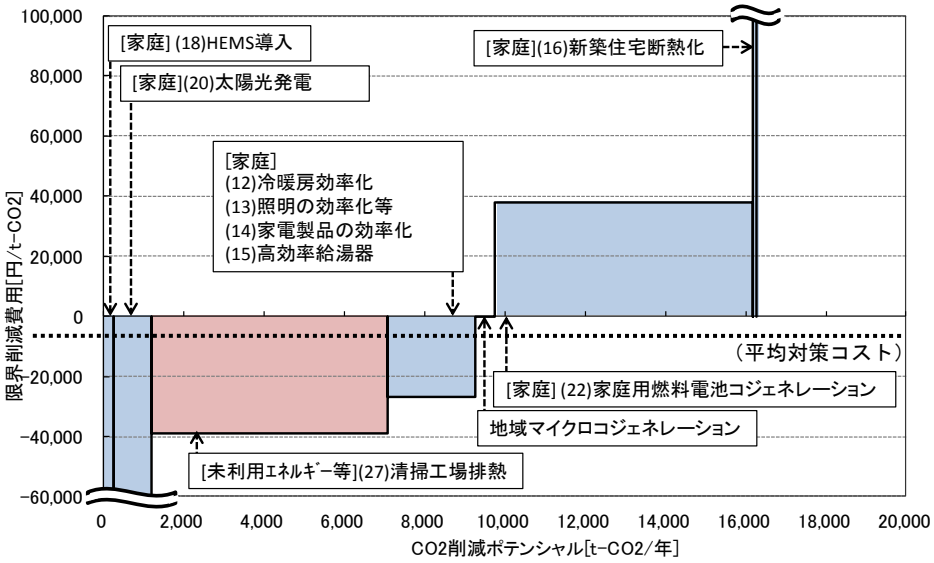
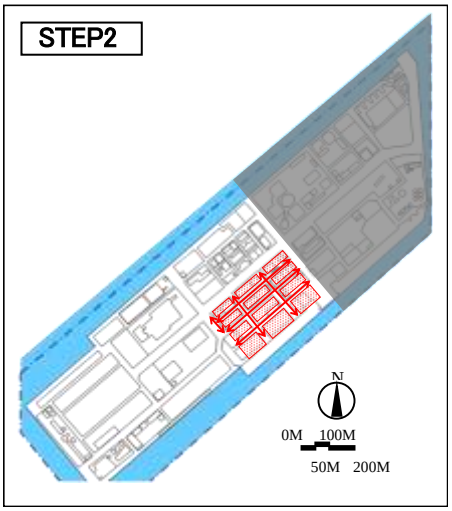


図 5.3.4 ＜まちづくり・再開発系＞における限界削減費用曲線（例 1）

２）＜まちづくり・再開発系＞「5. 電線の地中化に伴う沿道地区の整備」

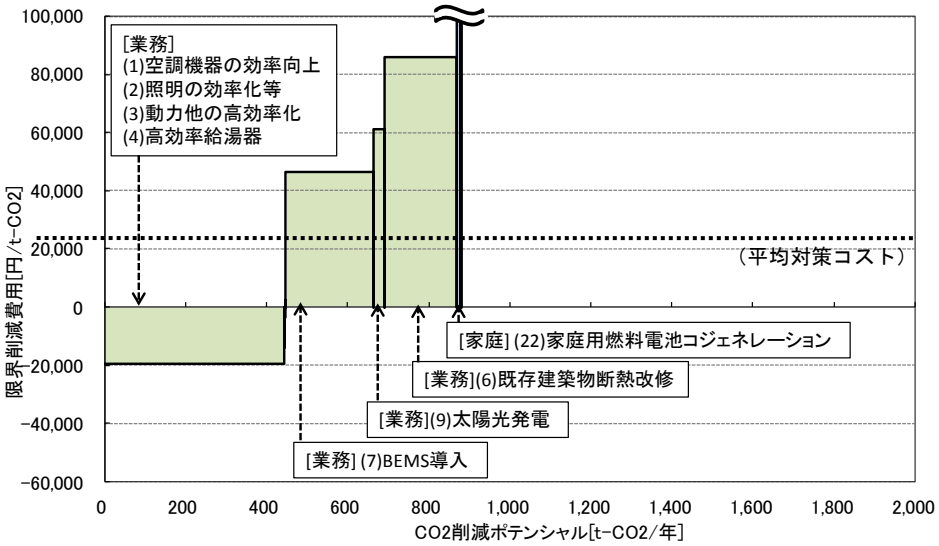


想定：STEP1 にて、美観への配慮の一貫として、街路に設置された電線を地中化。電線の地中化に伴い、隣接する街区の建物が改修・更新・新築される。

＜凡例＞
業務部門　家庭部門　マイクロコジェネレーション/未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等
都市施策と低炭素化対策を別に実施した場合のCO2削減ポテンシャル・限界削減費用（STEP1）

EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
22,391 円/t-CO_2



※一体整備でない場合、電線の地中化のみが行われるため、低炭素化対策は実行されないと想定（STEP1）

上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-393 円/t-CO_2

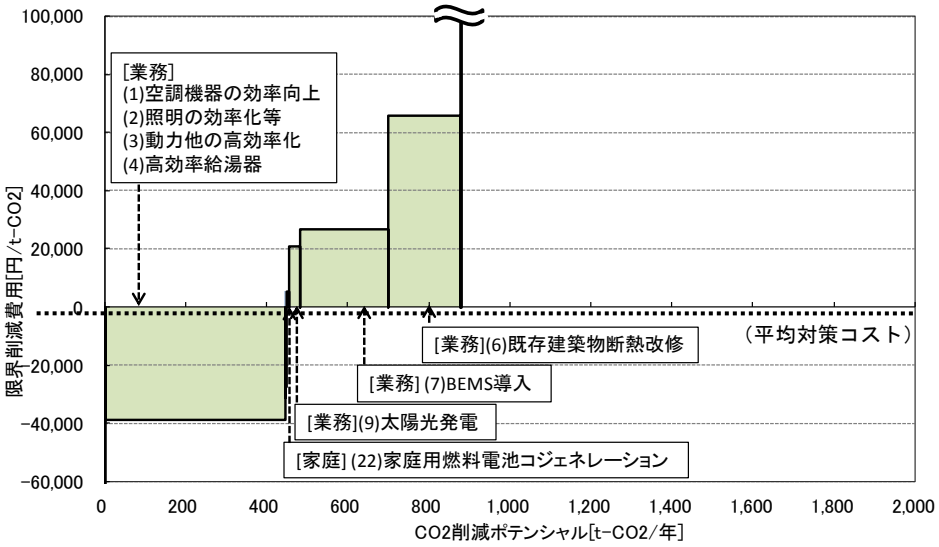
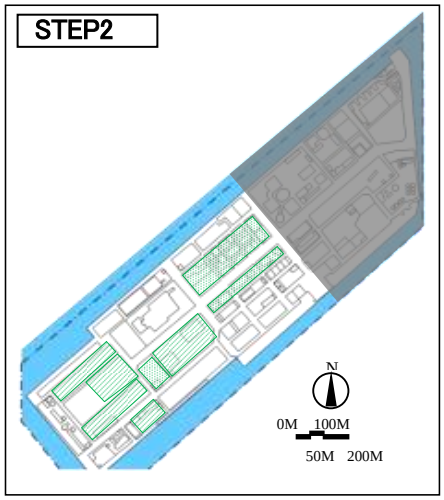


図 5.3.5 ＜まちづくり・再開発系＞における限界削減費用曲線（例 2）

３）＜緑と水辺整備系＞「8. 壁面、屋上、敷地内等の緑化推進に伴う街区整備」

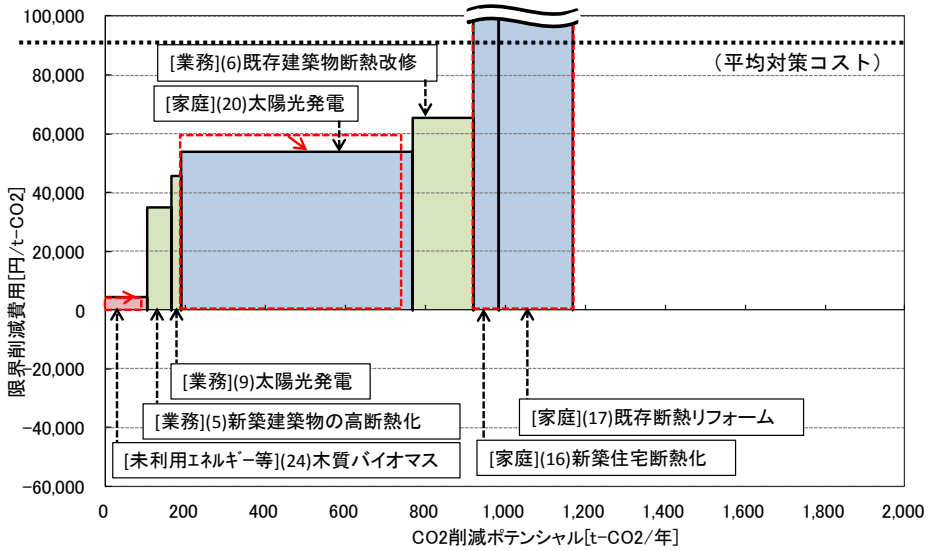


想定：同時期に実行される都市施策において、新築・改修・更新・建替えを行う建物に屋上緑化が導入され、低炭素化対策が実施される。

＜凡例＞
業務部門　家庭部門　マイクロコジェネレーション/未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等
都市施策と低炭素化対策を別に実施した場合のCO2削減ポテンシャル・限界削減費用（STEP1）

EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
90,539 円/t-CO_2



上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-6,644 円/t-CO_2

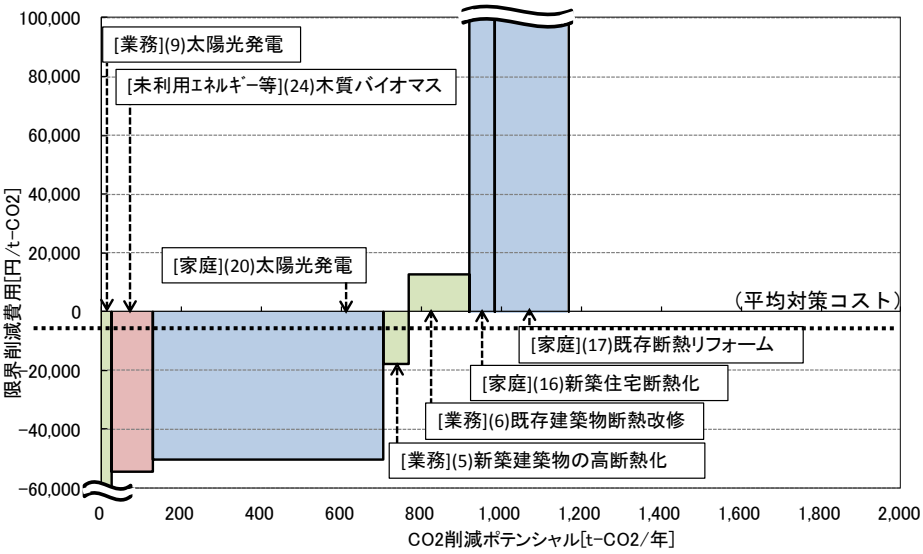


図 5. 3. 6　＜緑と水辺整備系＞における限界削減費用曲線（例）

５．４　鉄道駅周辺地区のまちづくり計画を対象としたケーススタディ

（１）地区概要

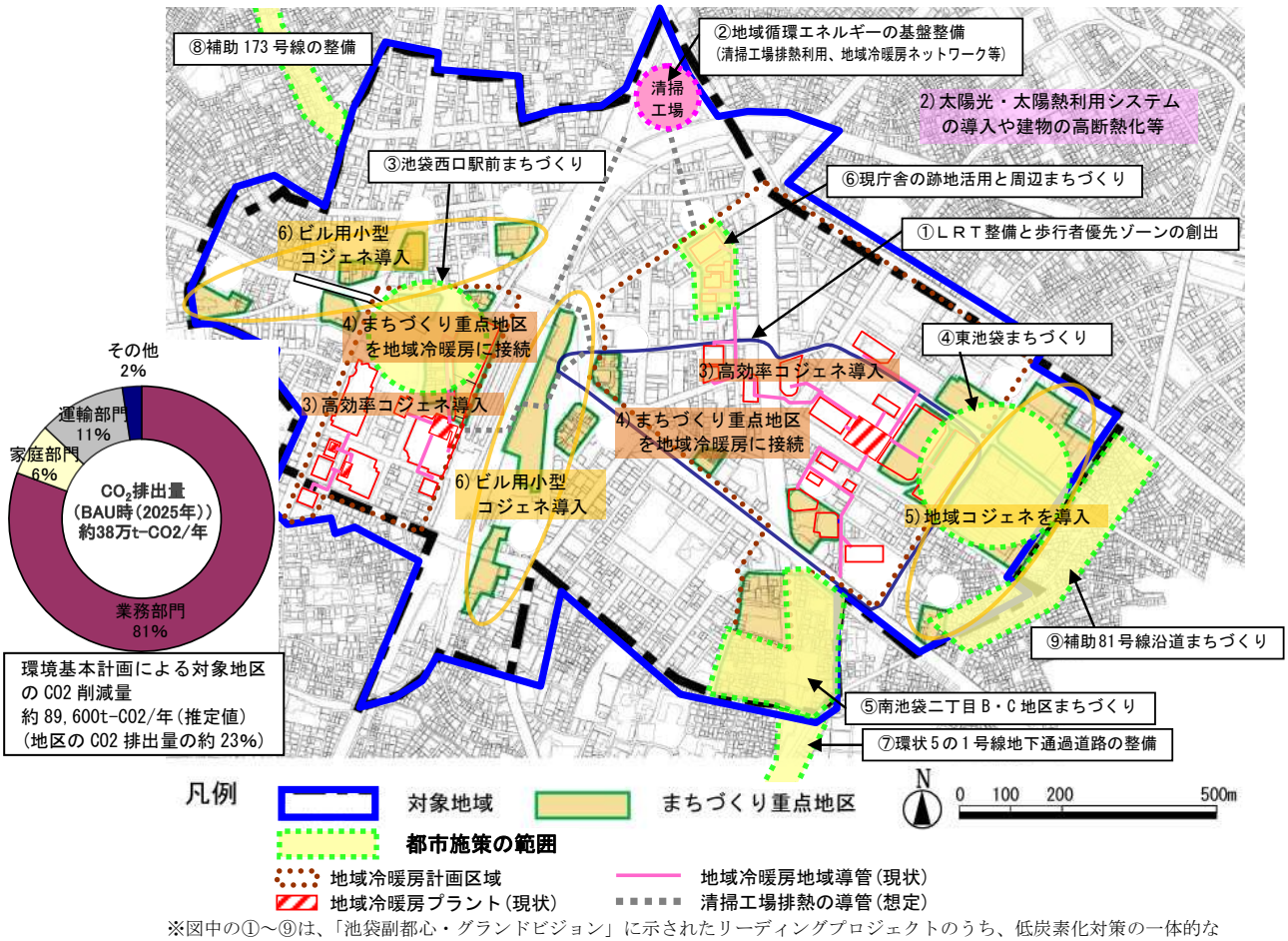
・地区面積：145ha　　・延床面積：（業務）3,572,480 ㎡、（家庭）615,372 ㎡
・人　口　：（総人口）16,216 人、（昼間人口）133,296 人
・エネルギー需要：（電力）2,457,253GJ/年、（ピーク負荷）224,083kW
　　（熱）　冷熱：1,429,004GJ/年、温熱：985,786GJ/年
・CO_2 排出量：382,229t-CO_2/年（豊島区環境基本計画[21] の数値より当該地区分を推計）
※いずれも BAU 時（2025 年）の本調査における推定値

（２）参照した施策・計画

・低炭素化施策：豊島区環境基本計画[21]
・都市施策：池袋副都心・グランドビジョン2008[22]、豊島区未来戦略推進プラン2011[22]

（３）本調査で追加的に検討する主な対策

・豊島区環境基本計画[21] を基に低炭素化対策を実施（STEP1）
・大規模再開発（建替事業）や道路沿道部分の一体的まちづくり（建替事業）に合わせて、太陽光・太陽熱利用システムの導入や建物の高断熱化等を実施（STEP2（以下同様））
・大規模再開発に合わせて、地域冷暖房区域内に常用防災兼用の高効率コジェネ設備（ピーク負荷の40%をカバー）を導入し、地域冷暖房に接続。
・地域冷暖房区域内のまちづくり重点地区を、開発事業に合わせて地域冷暖房に接続。
・東池袋まちづくり地区に自立分散型の地域コジェネ(ピーク負荷の40%をカバー)を導入。
・地域冷暖房区域外のまちづくり重点地区の建築物群には、それぞれにビル用小型コジェネを導入し、熱融通導管により建物間で熱融通。



※図中の①～⑨は、「池袋副都心・グランドビジョン」に示されたリーディングプロジェクトのうち、低炭素化対策の一体的な実施が有効と考えられるプロジェクト（大規模再開発や道路沿道まちづくり等）を表す。

図 5.4.1　対象地区の都市施策及び低炭素化施策

（４）都市施策と低炭素化対策の関連性（鉄道駅周辺地区）

都市施策としては、池袋副都心・グランドビジョン[22]に示された 18 のリーディングプロジェクトのうち、低炭素化対策の一体的な実施が有効と考えられる 11 のプロジェクト（大規模再開発や道路沿道まちづくり等）をとりあげた。表 5.4.1 に低炭素化対策と都市施策の関連性を整理する。

図 5.4.2 に都市施策の実行時期の想定を示す。これらの都市施策が 2010 年から 2020 年にかけて行われるものとし、都市施策の実施機会に合わせて、複数の低炭素化対策が実施されることを想定した。

表 5.4.1　対象地区における低炭素化対策と都市施策との関係性

	「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査」における対策分類													
	(9)太陽光発電	(8)太陽熱利用	(27)清掃工場廃熱			(11)地域コジェネレーション	(5)建築物高断熱化	(5)建築物高断熱化	(11)業務用コジェネレーション	(1)空調機器効率向上	(20)太陽光発電	(19)太陽熱利用給湯	(16)住宅断熱化	(12)冷暖房効率化
豊島区環境基本計画をもとに設定した低炭素化対策（追加的対策は青字）／池袋副都心地区の都市施策（グランドビジョン等）	豊島区の低炭素化対策（豊島区環境基本計画）													
	業務部門										家庭部門			
	(1)エネルギー利用の変革によるCO2削減						(2)良質な建築物のストックによるCO2				(3)家庭でのCO2削減			
	1)太陽エネルギー機器の設置拡大		2)清掃工場の排熱利用	3)地域の自立分散型エネルギーシステムの導入		4)地域コジェネ導入	5)事務所ビルの省エネ促進			6)中小規模建物の共同熱源化の促進	7)太陽光エネルギー機器・高効率エネルギー機器の設置拡大		8)低炭素型住宅の整備に対する支援	
	1)-1 太陽光	1)-2 太陽熱		3)-1 DHC拡大+コジェネ（東池袋）	3)-2 DHC拡大+コジェネ（西池袋）		5)-1 新築面積増分	5)-2 既存建替	5)-3 ビル用小型コジェネ導入	6)-1 建替	7)-1 太陽光	7)-2 太陽熱	8)-1 建替	8)-2 設備更新
① LRT整備と歩行者優先ゾーンの創出				○										
② 地域循環エネルギーの基盤整備（清掃工場排熱利用、地域冷暖房ネットワーク等）			●	○	○									
③ 池袋西口駅前まちづくり（駅前街区再編まちづくり）	●	○			○		○	●						
④ 東池袋まちづくり	●	○				○	○	●						
⑤ 南池袋二丁目B・C地区まちづくり											●	○	●	
⑥ 現庁舎の跡地活用と周辺まちづくり	●	○	●	○			○	●						
⑦ 環状5 の1 号線地下通過道路の整備	●	○								●	●	○	●	
⑧ 補助173 号線の整備											●	○	●	●
⑨ 補助81号線沿道まちづくり											●	○	●	●
⑩ その他のまちづくり重点地区（地域冷暖房計画区域内）	●	○	●	○										
⑪ その他のまちづくり重点地区（地域冷暖房計画区域外）	●	○				○			○					

●：豊島区の施策に示された関係性、○：本研究で追加的に検討する関係性

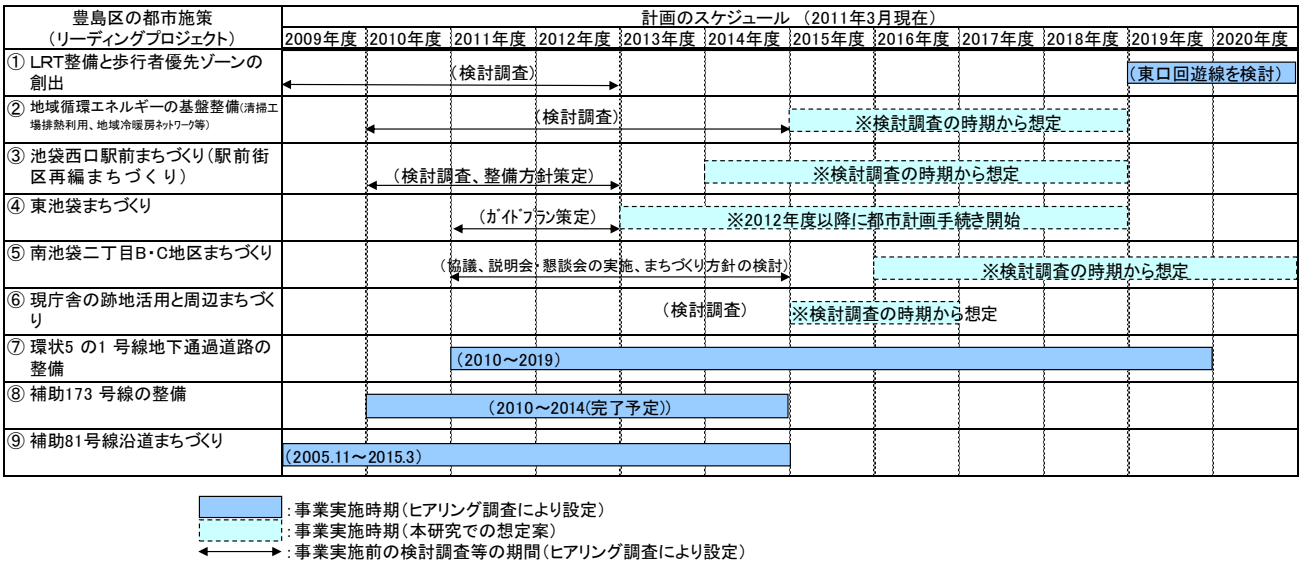


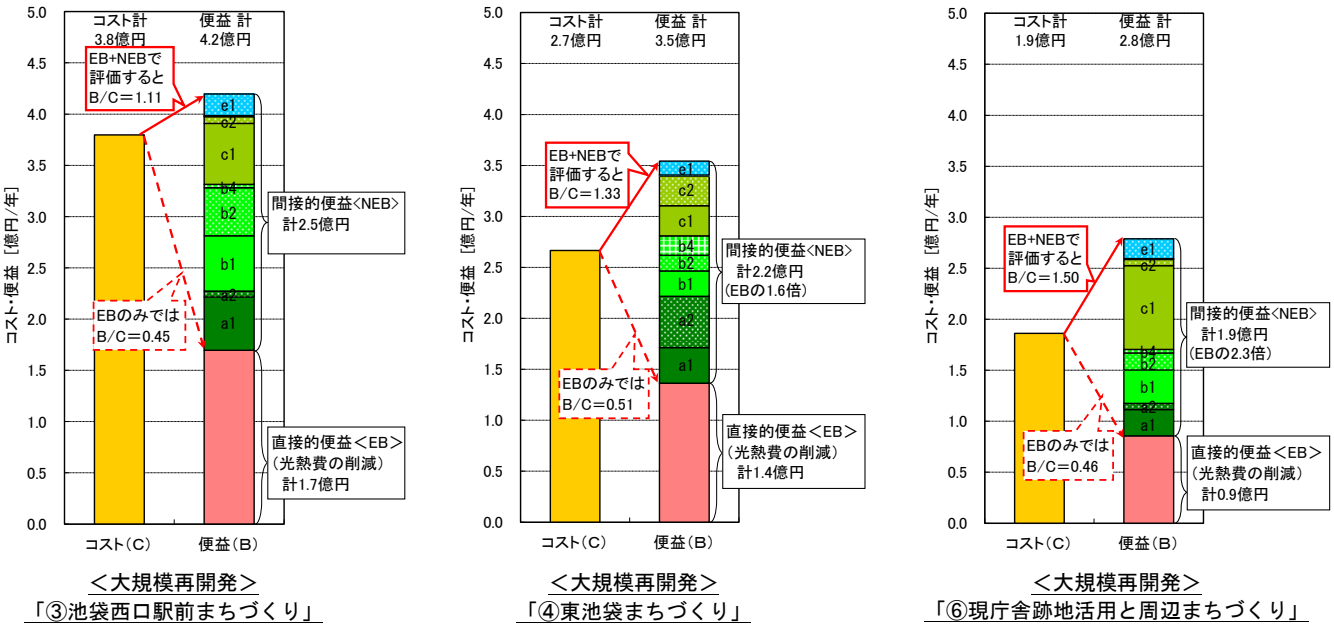
図 5.4.2　本調査における都市施策の実行時期の想定

（５）都市施策ごとの費用対便益（B/C）の試算（鉄道駅周辺地区）

各種の都市施策における費用対便益（B/C）の試算結果を以下に示す。全ての都市施策と一体となって低炭素化対策を実施した場合、地区全体での B/C は 1.15 となった。

表 5.4.2 各都市施策ごとの、低炭素化対策を一体的に実施した場合の費用対便益（B/C）の試算結果

池袋副都心地区の都市施策（グランドビジョン等）	① CO2削減ポテンシャル［万t-CO2/年］	② コスト［億円/年］ C	③ 直接的便益［億円/年］ EB	④ 間接的便益［億円/年］ NEB	⑤ 便益（③+④）［億円/年］ B	⑥ EBのみによる費用対便益（③/②） EB/C	⑦ EB+NEBによる費用対便益（⑤/②） B/C
③池袋西口駅前まちづくり	1.3	3.8	1.7	2.5	4.2	0.45	1.11
④東池袋まちづくり	1.1	2.7	1.4	2.2	3.5	0.51	1.33
⑤南池袋二丁目B･C地区まちづくり	0.1	1.0	0.3	0.3	0.6	0.25	0.58
⑥現庁舎の跡地活用と周辺まちづくり	0.7	1.9	0.9	1.9	2.8	0.46	1.50
⑦環状5の1号線地下通過道路の整備	0.1	1.4	0.4	0.5	0.9	0.25	0.60
⑧補助173 号線の整備	0.1	0.6	0.3	0.3	0.6	0.43	0.95
⑨補助81号線沿道まちづくり	0.2	1.4	0.5	0.6	1.0	0.33	0.74
⑩その他のまちづくり重点地区（地域冷暖房計画区域内）	1.3	3.9	1.7	2.4	4.1	0.43	1.05
⑪その他のまちづくり重点地区（地域冷暖房計画区域外）	1.2	1.5	1.5	1.7	3.3	1.00	2.11
	6.0	**18.3**	**8.5**	**12.5**	**21.0**	**0.46**	**1.15**



＜大規模再開発＞
「③池袋西口駅前まちづくり」

＜大規模再開発＞
「④東池袋まちづくり」

＜大規模再開発＞
「⑥現庁舎跡地活用と周辺まちづくり」

＜間接的便益(NEB)の内訳＞

- a1：環境創出価値（CO_2 削減）
- a2：環境創出価値（グリーンエネルギー）
- b1：地域経済への波及（インフラ建設投資の経済効果）
- b2：地域経済への波及（事業運営の経済効果）
- b3：地域経済への波及（不動産価値上昇・住宅地）
- b4：地域経済への波及（不動産価値上昇・商業地）
- c1：リスク回避の効果（エネルギー供給停止回避）
- c2：リスク回避の効果（法規制等強化等）
- c3：リスク回避の効果（健康被害の回避・家庭）
- c4：リスク回避の効果（健康被害の回避・業務）
- d1：普及・啓発の効果（啓発・教育効果）
- d2：普及・啓発の効果（広告宣伝効果）
- e1：居住・執務環境の向上（知的生産性向上）

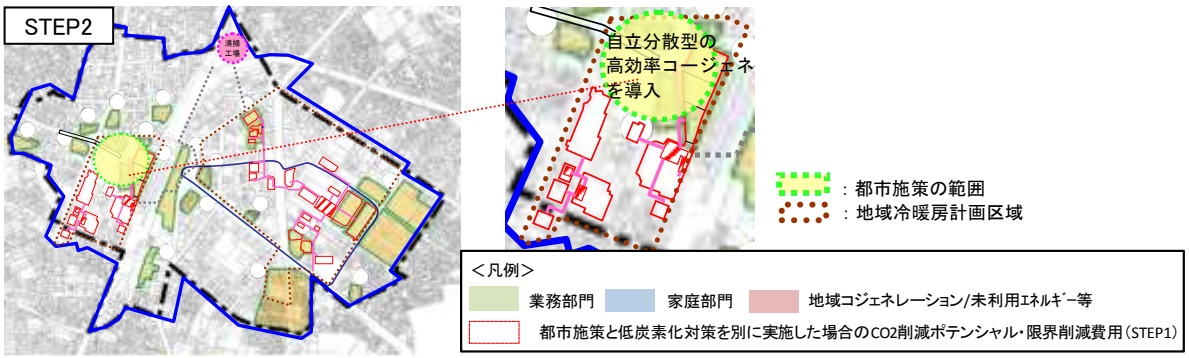
図 5.4.3　代表的な都市施策における費用対便益（B/C）の評価（例）

（６）都市施策ごとの限界削減費用曲線の作成例（鉄道駅周辺地区）

各種の都市施策と一体となって低炭素化対策を実施する場合の低炭素化ポテンシャル、コストを試算し、限界削減費用曲線を作成した。例としていくつかの都市施策ごとの限界削減費用曲線を以下に示す。なお、一体整備時（STEP2）のイニシャルコストの減額は公共建築工事積算基準（国土交通省監修）[17]により算定した共通費のみ減額の対象とした。

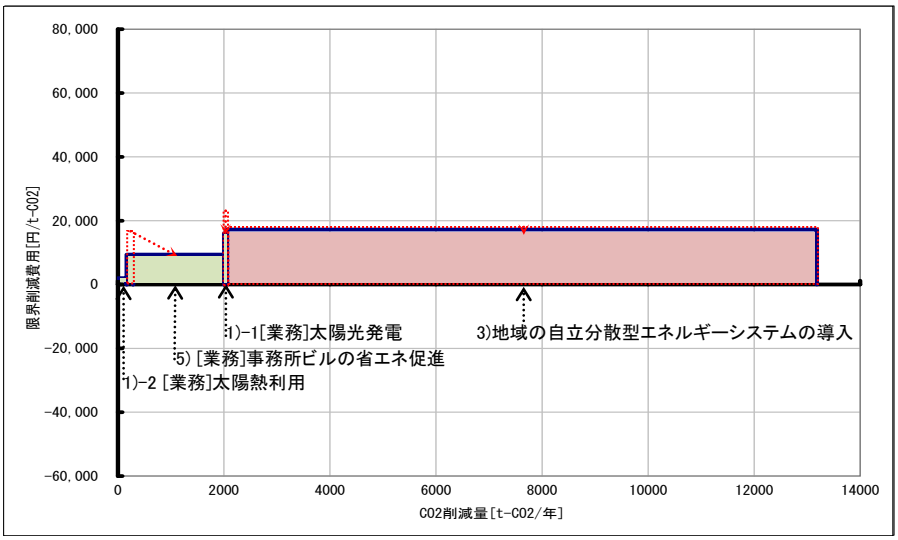
１）＜大規模再開発＞「③池袋西口駅前まちづくり」

想定：再開発事業に合わせて、太陽光・太陽熱利用システムの導入や建物の高断熱化を実施。地域冷暖房区域内に常用防災兼用の高効率コージェネ設備を導入し、対象地区に熱供給。



EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
15,937 円/t-CO_2



上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-3,041 円/t-CO_2

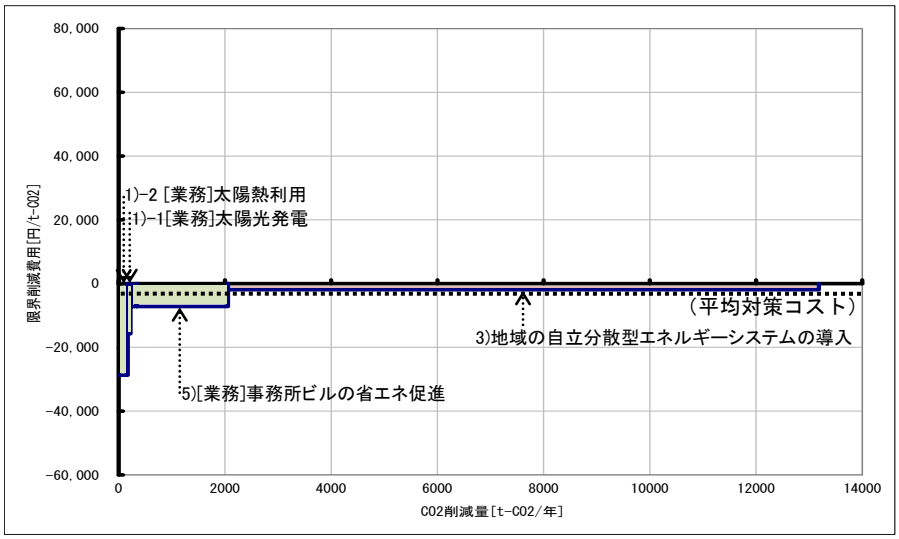
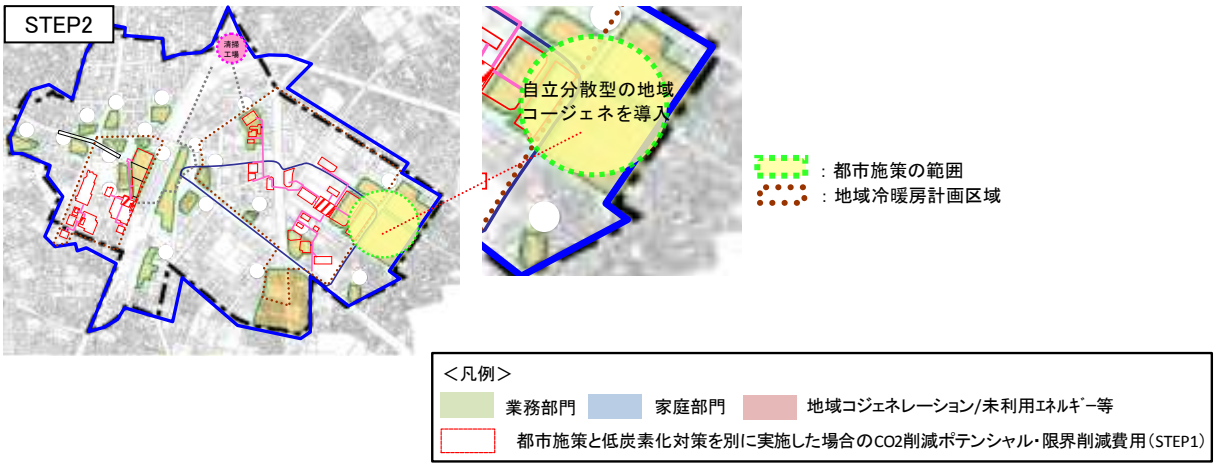


図 5.4.4　＜大規模再開発＞における限界削減費用曲線（例 1）

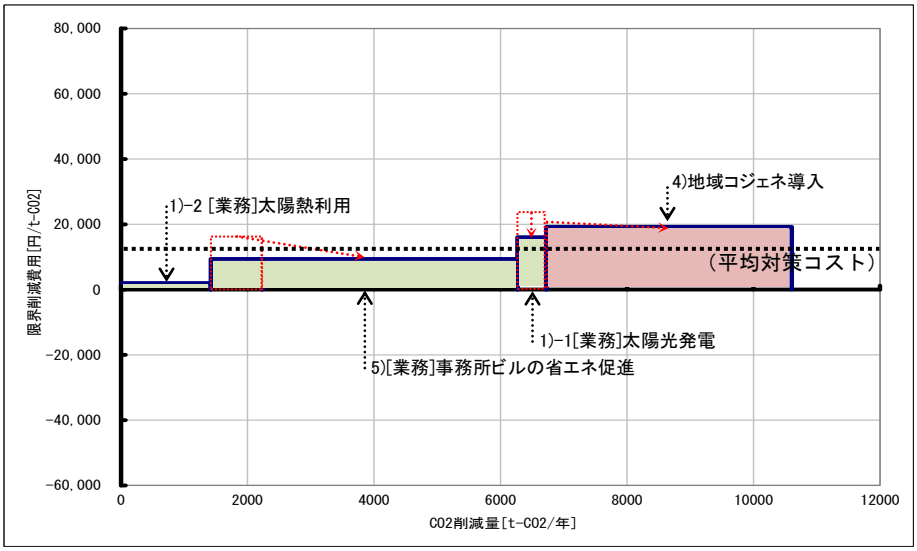
２）＜大規模再開発＞「④東池袋まちづくり」

想定：再開発事業に合わせて、太陽光・太陽熱利用システムの導入や建物の高断熱化を実施。地区全体に自立分散型の地域コージェネを導入。



EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
12,282 円/t-CO_2



上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-8,256 円/t-CO_2

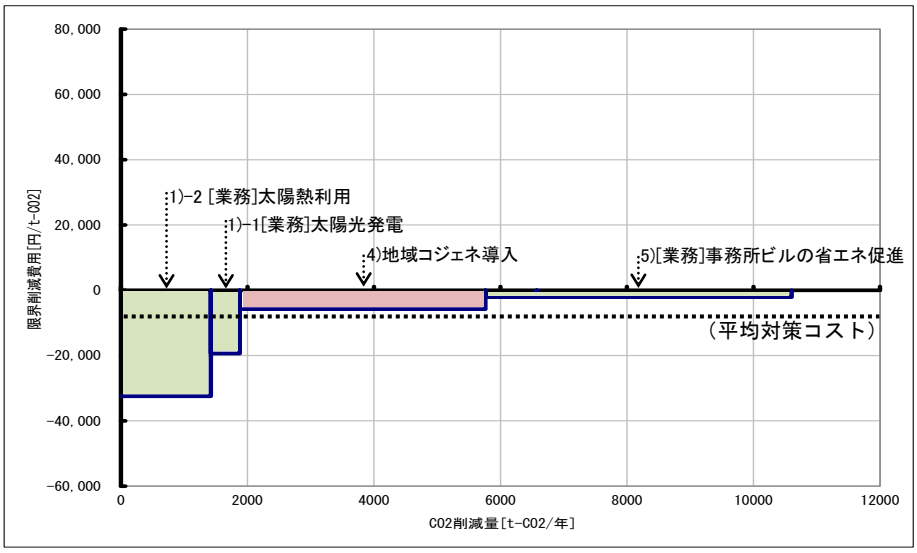
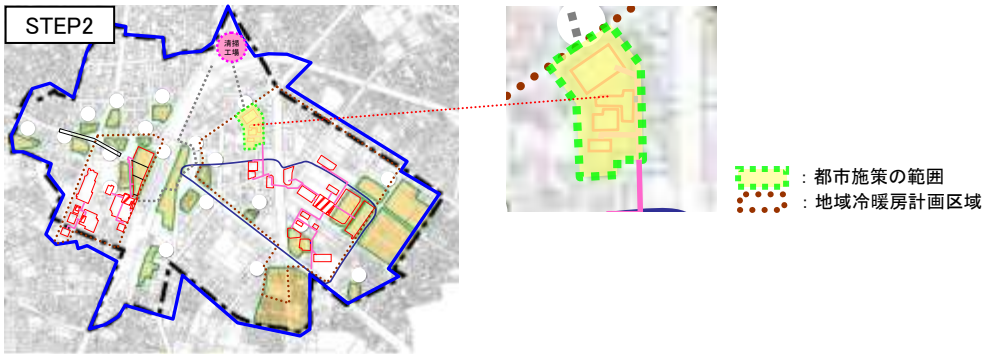


図 5.4.5　＜大規模再開発＞における限界削減費用曲線（例 2）

３）＜大規模再開発＞「⑥現庁舎跡地活用と周辺まちづくり」

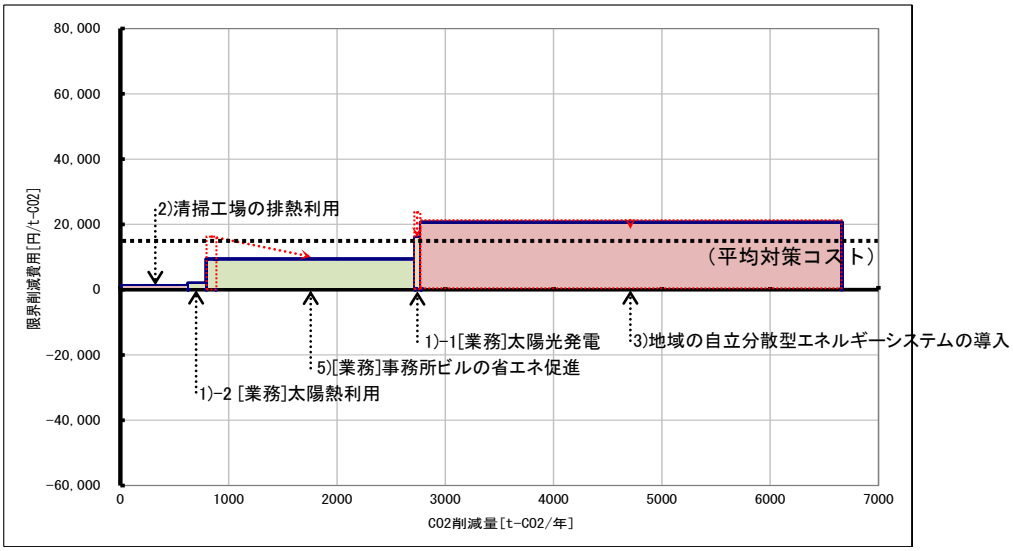
想定：再開発事業に合わせて、太陽光・太陽熱利用システムの導入や建物の高断熱化を実施。地域冷暖房区域内に常用防災兼用の高効率コージェネ設備を導入し、清掃工場の排熱とともに、対象地区に熱供給。



＜凡例＞
業務部門　家庭部門　地域コジェネレーション/未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等
都市施策と低炭素化対策を別に実施した場合のCO2削減ポテンシャル・限界削減費用（STEP1）

EB のみによる
限界削減費用曲線

平均対策コスト
15,076 円/t-CO_2



上に加え
NEB を考慮した
限界削減費用曲線

平均対策コスト
-13,920 円/t-CO_2

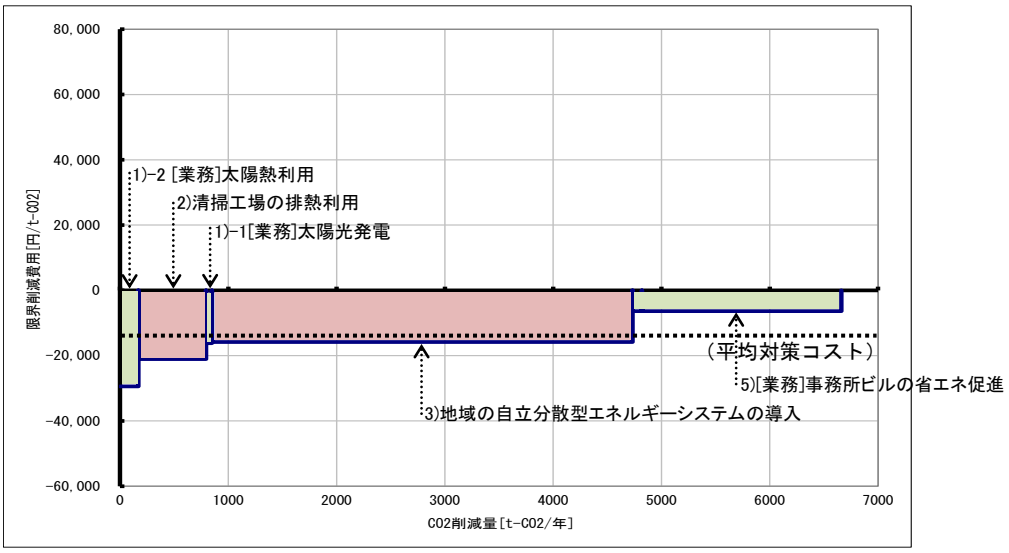


図 5.4.6　＜大規模再開発＞における限界削減費用曲線（例 3）

６．地域・街区レベルにおける災害等非常時のエネルギー自立度の評価

６．１　地域・街区レベルのエネルギー自立度の評価

災害時等非常時においても一定規模の業務や生活機能を維持するために、エネルギー利用のセキュリティの向上が重要となっている。

本調査では、第1フェーズ[23]にて検討された、BLCP（Business and Living Continuity Plan）に貢献するエネルギー供給性能を評価する「エネルギー自立度」の考え方を拡張した、地域・街区スケールでの「エネルギー自立度」、及び「エネルギー自給率」の評価手法について検討する。以下に概要を示す。

（１）基本方針

① 地域・街区で、災害時等非常時の機能維持のために必要とされる負荷（最大電力負荷、最大熱負荷）を試算する。

② 地域・街区内に設けられた自立型電源・熱源による二次エネルギー（電力、熱）の生産能力が、①の非常時の負荷に対しどの程度の割合となるかを、「エネルギーの自立度」と定義し、以下の数式で評価する。（図 6.1.1 参照）

$$\text{○エネルギー自立度（電力）} = \frac{\text{非常時の地域の最大電力供給能力 [kW]}}{\text{非常時の地域の最大電力負荷 [kW]}}$$

$$\text{○エネルギー自立度（熱）} = \frac{\text{非常時の地域の最大熱供給能力 [kW]}}{\text{非常時の地域の最大熱負荷 [kW]}}$$

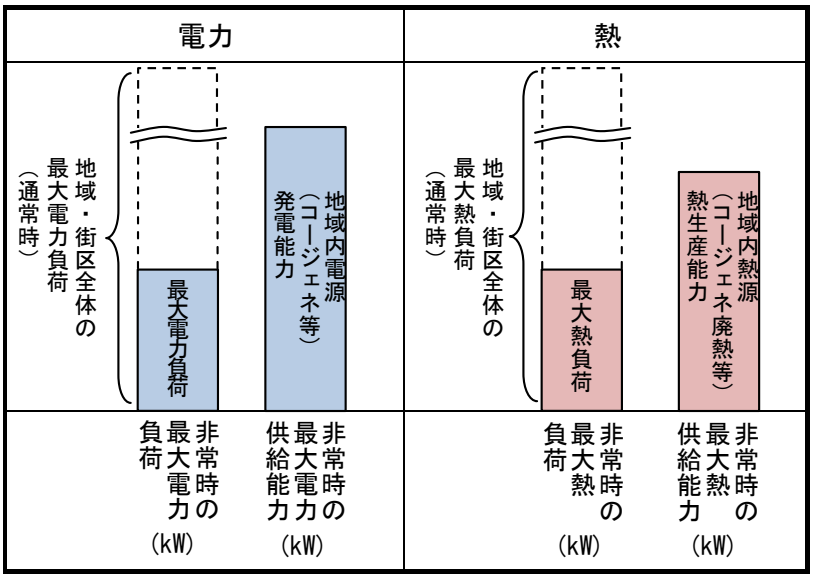


図 6.1.1　エネルギー自立度試算イメージ

③ 地域・街区内の自立型電源・熱源は、平常時も適切に稼動することにより、地域の省エネルギー・省 CO_2 への貢献とともに、プロシューマとして負荷平準化や再生可能エネルギーの導入拡大のための調整電源としても機能する。この年間の稼動状況を、「エネルギーの自給率」として以下の数式により評価する。（図 6.1.2 参照）

$$\text{○エネルギー自給率（電力）} = \frac{\text{平常時の地域の年間電力供給量［GJ/年］}}{\text{平常時の地域の年間電力需要量［GJ/年］}}$$

$$\text{○エネルギー自給率（熱）} = \frac{\text{平常時の地域の年間熱供給量［GJ/年］}}{\text{平常時の地域の年間熱需要量［GJ/年］}}$$

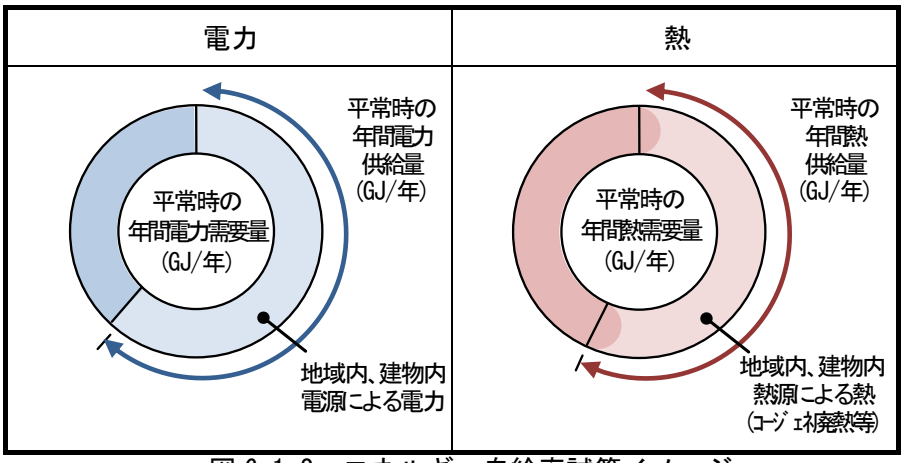


図 6.1.2　エネルギー自給率試算イメージ

（２）システム及び評価イメージ

分散型エネルギーシステム（太陽光発電、太陽熱利用、コージェネレーション等）の活用を想定し、平常時及び非常時において、電力、冷房、暖房、給湯の需要側における各負荷に対するエネルギーの供給可能量を評価する。以下に評価するシステム及び評価範囲のイメージを示す。（図 6.1.3 参照）

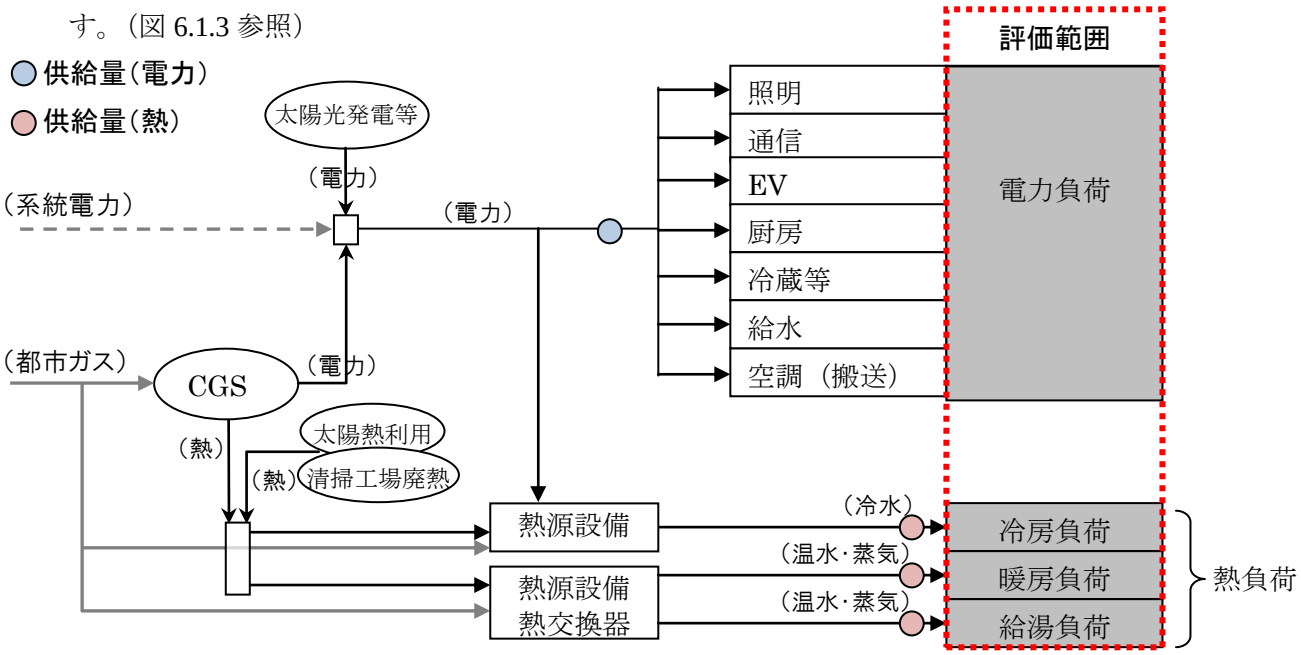


図 6.1.3　システム及び評価範囲

（３）災害時等非常時の最大負荷の試算方法

第1フェーズ[23]での検討結果をもとに、災害時等非常時の業務・生活継続レベルを以下のとおり想定する。

レベル１：風水害・人為的事故、計画停電等による一時的な供給途絶時（数時間～一日程度）

レベル２：震災等による通常業務移行まで長時間にわたる供給途絶時（発生後～数日間）

上で述べたレベルに応じて、建物用途別に活動想定区分を想定し、災害時等非常時の供給割合を設定する。また、各レベルに応じた最大負荷については、①機能維持が必須の項目、②BLCPとして機能維持すべき項目、③BLCPとして機能維持が望ましい項目、④可能な範囲で機能維持すべき項目、⑤非常の機能維持が求められない項目の5段階に分類する。検討の手順を以下に示す。

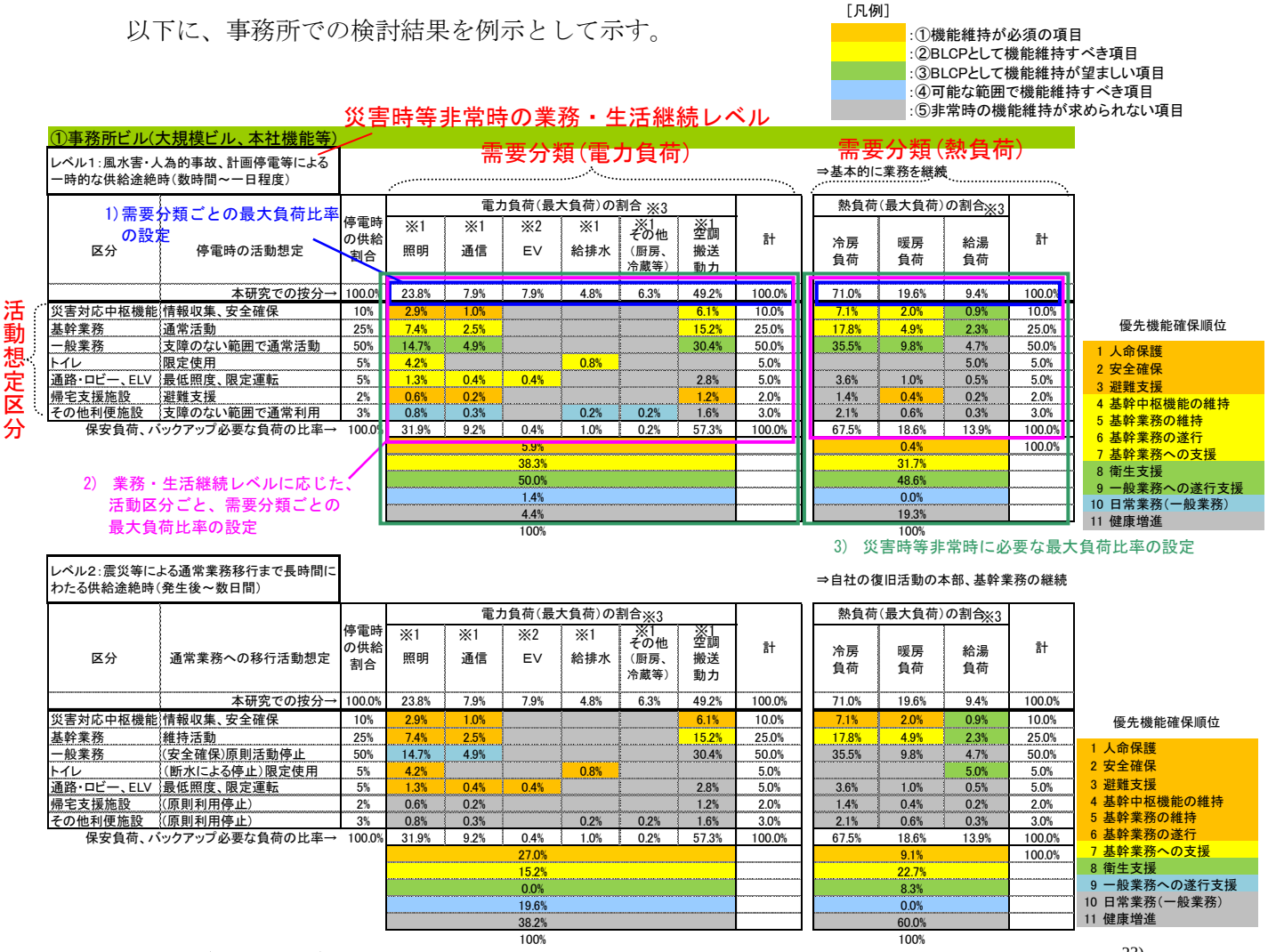
1) 需要分類ごと（電力負荷、熱負荷）の最大負荷比率の設定

2) 業務・生活継続レベルに応じた、活動区分ごと、需要分類ごとの最大負荷比率の設定

3) 災害時等非常時に必要な最大負荷比率の設定

4) 災害時等非常時の地域の最大負荷の算出

以下に、事務所での検討結果を例示として示す。



※1 ［第１フェーズ］サステナブルタウン調査報告書 「(参考資料 2)各用途の非常時の電力需要の想定例」(p.55～p58)[23]をもとに設定

※2 34 件の事例をもとに設定

※3 空気調和・衛生工学会の「各種建物の最大電力負荷及び最大熱負荷」をもとに設定

(出典：天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008 (社)日本エネルギー学会編)[24]

図 6.1.4 災害時等非常時の最大負荷比率の設定方法（事務所ビルの事例）

前頁の検討より、建物用途ごとの災害時等非常時に必要となる最大負荷を以下に示す。

（電力負荷）

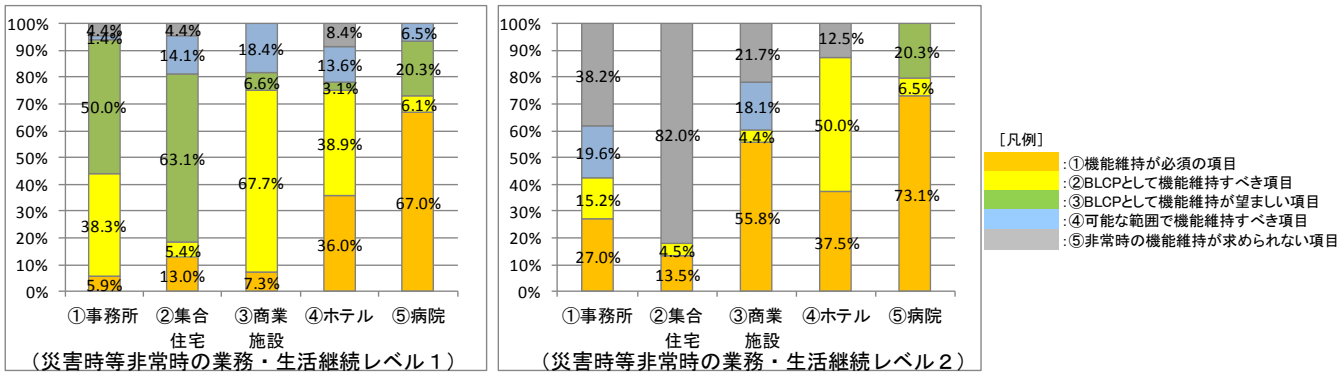


図 6.1.5 災害時等非常時の最大負荷比率（電力負荷）

（熱負荷）

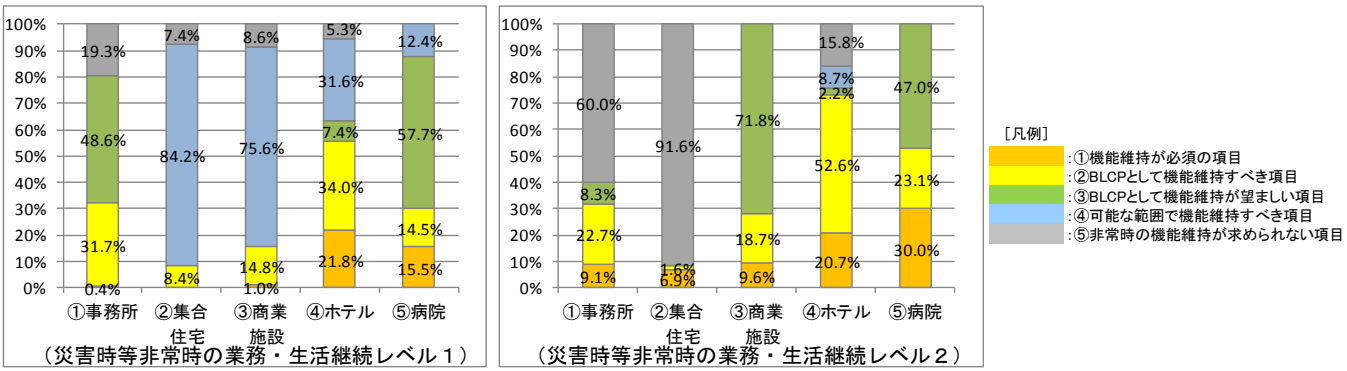


図 6.1.6 災害時等非常時の最大負荷比率（熱負荷）

（４）災害時等非常時の供給能力の試算方法

地域・街区スケールで自立可能なエネルギーシステムとしては、太陽熱利用、太陽光発電、清掃工場廃熱利用、コジェネレーションシステム等があるが、このうち、自然エネルギー利用システムは、天候等の影響により、供給能力が変動する。そのため、災害時等非常時の業務・生活継続レベルごとに、抽出した自立可能エネルギーシステムの設備供給能力に対するエネルギー供給能力の割合を以下のとおり設定する。

表 6.1.1　設備能力に対するエネルギー供給能力の割合（案）

自立可能な エネルギーシステム	設備能力に対する供給能力		根拠、事例	前提条件
	レベル 1※	レベル 2※		
太陽熱利用	12%	12%	年間平均稼働率	・動力の確保 ・蓄電池を導入
太陽光発電	12%	12%	年間平均稼働率	・自立運転移行作業 ・蓄電池を導入
清掃工場廃熱	100%	N/A	計画停電時に自立運転した事例有り 25)26)	・自立運転機能 ・自立運転移行作業 ・ごみ量、薬剤の確保
業務用コジェネレーション	100%	100%		・常用防災兼用 ・ﾌﾞﾗｯｸｱｳﾄｽﾀｰﾄ機能
家庭用コジェネレーション	100%	100%		・ﾌﾞﾗｯｸｱｳﾄｽﾀｰﾄ機能
地域コジェネレーション	100%	100%		・常用防災兼用 ・ﾌﾞﾗｯｸｱｳﾄｽﾀｰﾄ機能

※災害時等非常時の業務・生活継続レベル
レベル１：風水害・人為的事故、計画停電等による一時的な供給途絶時（数時間～一日程度）
レベル２：震災等による通常業務移行まで長時間にわたる供給途絶時（発生後～数日間）

６．２ ケーススタディ対象地区における評価例

6.1 に示した評価法を用い、第 5 章でケーススタディを実施した 3 地区を対象として、非常時のエネルギー自立度および平常時のエネルギー自給率を算定した。

（１）業務・商業系街区（第５章５．２のケース）

１）非常時のエネルギー自立度

以下に非常時の地域の最大エネルギー供給能力と、エネルギー自立度を示す。なお、本ケーススタディにおいては、6.1 で示した①機能維持が必須の項目を、災害時等非常時に必要となる最大負荷として設定した。災害時等非常時の想定レベル 1 では、非常時に必要となる最大負荷は電力：約 15,000kW、熱：約 3,000kW に対し、地域で賄うことのできる供給能力は電力：約 12,000kW、熱：約 13,000kW となりエネルギー自立度はそれぞれ電力：約 80%、熱は 100%超となった。一方、災害時等非常時の想定レベル 2 では、非常時の地域の最大負荷である電力：約 62,000kW、熱：約 29,000kW に対し、エネルギー自立度はそれぞれ電力：約 19%、熱：約 44%となった。

表 6.2.1 非常時の地域の最大エネルギー供給能力

自立可能なエネルギーシステム		最大供給能力（kW）	
		レベル1	レベル2
[業務](11)ビル用小型コジェネレーション	発電	2,275	2,275
	熱利用	3,497	3,497
[業務](20)太陽光発電	発電	479	479
[家庭](9)太陽光発電	発電	0	0
[家庭](22)家庭用燃料電池コジェネレーション	発電	4	4
	熱利用	5	5
地域コジェネレーション	発電	8,940	8,940
	熱利用	9,036	9,036
最大供給能力（kW）	**電力**	**11,698**	**11,698**
	熱	**12,538**	**12,538**

表 6.2.2 非常時のエネルギー自立度

項目		レベル1	レベル2
災害時等非常時の最大供給能力（kW）	電力	11,698	11,698
	熱	12,538	12,538
災害時等非常時の最大負荷(kW)	電力	14,582	61,947
	熱	3,095	28,756
エネルギー自立度	**電力**	**80.2%**	**18.9%**
	熱	**405.2%**	**43.6%**

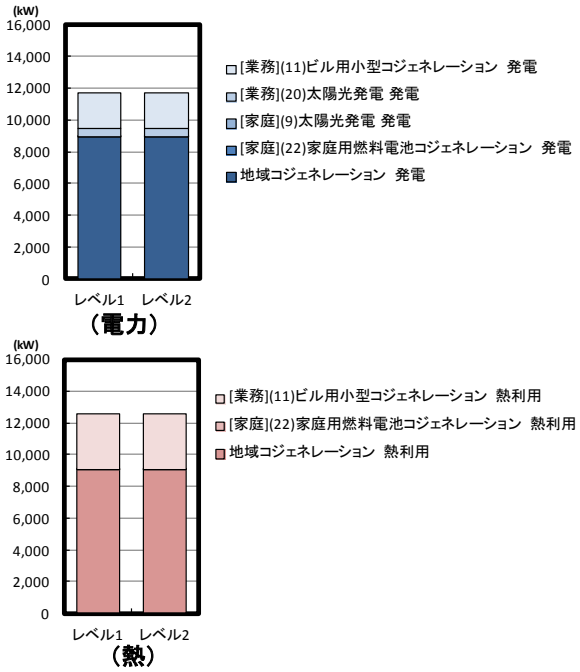


図 6.2.1 最大エネルギー供給能力の内訳

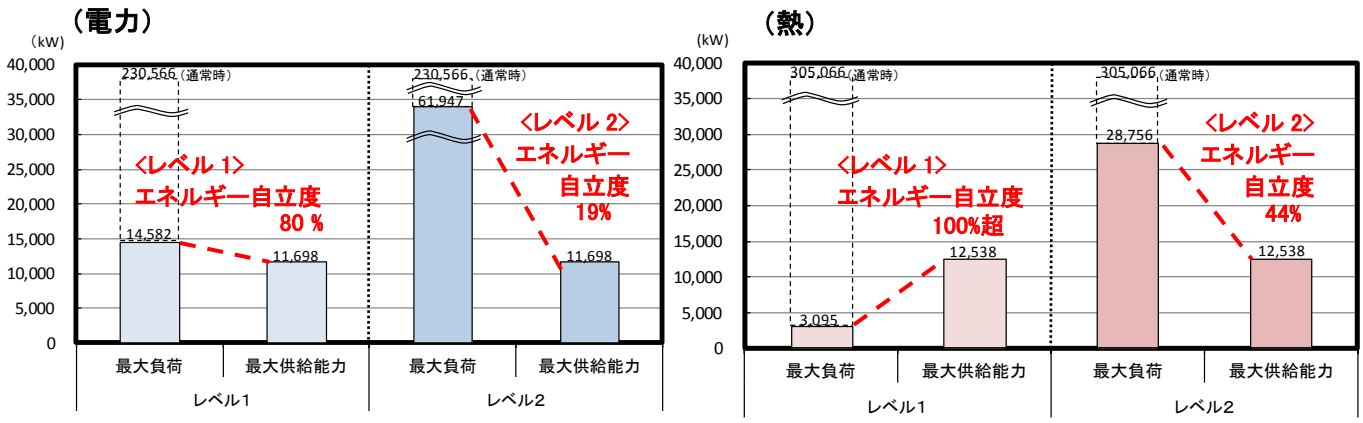


図 6.2.2 非常時の最大負荷と最大エネルギー供給能力の比較

２）平常時のエネルギー自給率

以下に平常時の地域の年間エネルギー供給量とエネルギー自給率を示す。平常時に必要となる年間エネルギー需要量は電力：約 116 万 GJ/年、熱：約 137 万 GJ/年に対し、地域で賄うことのできる年間エネルギー供給量は電力：約 14.4 万 GJ/年、熱：約 13.3 万 GJ/年となり、エネルギー自給率はそれぞれ電力：約 13%、熱：約 10%となった。

表 6.2.3 平常時の地域の年間エネルギー供給量

自立可能なエネルギーシステム		年間エネルギー供給量（GJ/年）
[業務](11)ビル用小型コジェネレーション	発電	4,935
	熱利用	7,586
[業務](20)太陽光発電	発電	13,866
[家庭](9)太陽光発電	発電	0
[家庭](22)家庭用燃料電池コジェネレーション	発電	214
	熱利用	267
地域コジェネレーション	発電	125,192
	熱利用	125,233
平常時の年間エネルギー供給量（GJ/年）	**電力**	**144,206**
	熱	**133,086**

表 6.2.4 平常時のエネルギー自給率

項目		
平常時の年間エネルギー供給量（GJ/年）	電力	144,206
	熱	133,086
平常時の年間エネルギー需要量（GJ/年）	電力	1,157,552
	熱	1,370,100
エネルギー自給率	**電力**	**12.5%**
	熱	**9.7%**

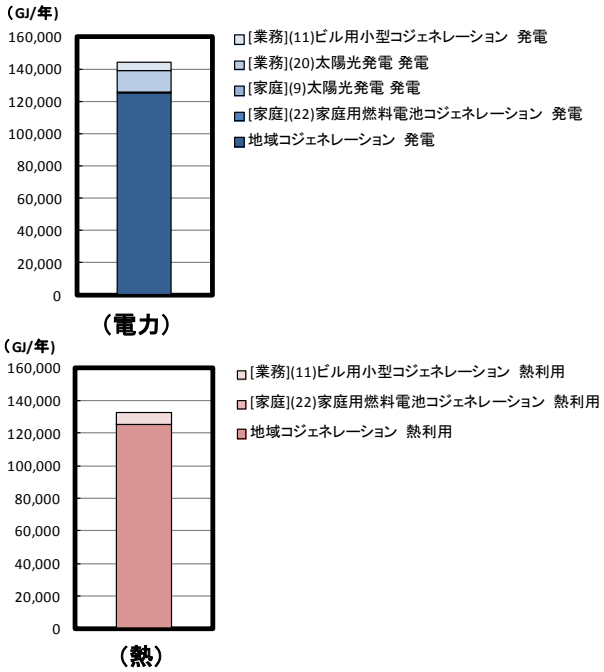


図 6.2.3　年間エネルギー供給量の内訳

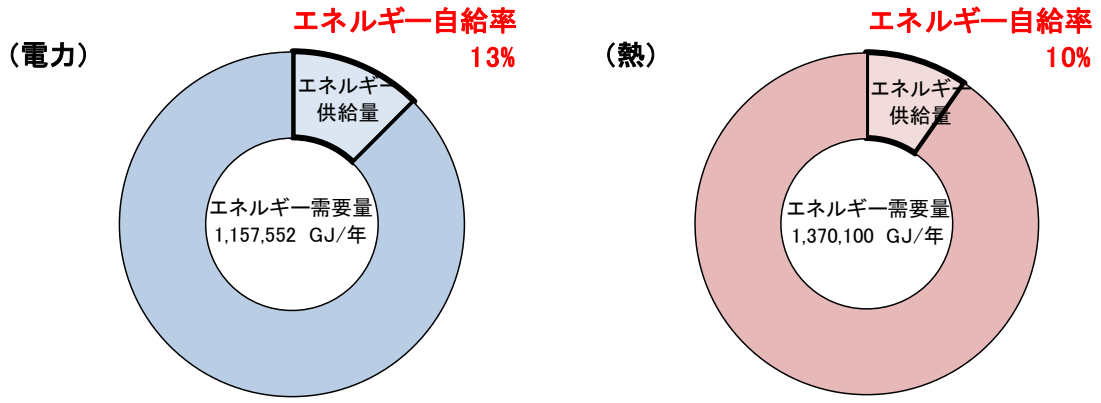


図 6.2.4 平常時の年間エネルギー需要量と年間エネルギー供給量の比較

（２）住宅系街区（第５章５．３のケース）

１）非常時のエネルギー自立度

以下に非常時の地域の最大エネルギー供給能力と、エネルギー自立度を示す。なお、本ケーススタディにおいては、6.1 で示した①機能維持が必須の項目を、災害時等非常時に必要となる最大負荷として設定した。災害時等非常時の想定レベル 1 では、非常時に必要となる最大負荷は電力：約 9,000kW、熱：約 3,000kW に対し、地域で賄うことのできる供給能力は電力：約 7,000kW、熱：約 16,000kW となりエネルギー自立度はそれぞれ電力：約 74%、熱は 100%超となった。一方、災害時等非常時の想定レベル 2 では、非常時の地域の最大負荷である電力：約 15,000kW、熱：約 15,000kW に対し、地域で賄うことのできる供給能力は、電力：約 7,000kW、熱：約 8,000kW となり、エネルギー自立度はそれぞれ電力：約 47%、熱：約 52%となった。

表 6.2.6 非常時の地域の最大エネルギー供給能力

自立可能なエネルギーシステム		最大供給能力（kW）	
		レベル1	レベル2
[業務](11)ビル用小型コジェネレーション	発電	0	0
	熱利用	0	0
[業務](20)太陽光発電	発電	136	136
[家庭](9)太陽光発電	発電	594	594
[家庭](22)家庭用燃料電池コジェネレーション	発電	6,130	6,130
	熱利用	7,683	7,683
[未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等](27)清掃工場排熱	熱利用	7,886	0
マイクロコジェネレーション	発電	125	125
	熱利用	192	192
最大供給能力（kW）	**電力**	**6,985**	**6,985**
	熱	**15,761**	**7,875**

表 6.2.7 非常時のエネルギー自立度

項目		レベル1	レベル2
災害時等非常時の最大供給能力（kW）	電力	6,985	6,985
	熱	15,761	7,875
災害時等非常時の最大負荷(kW)	電力	9,428	14,829
	熱	2,670	15,027
エネルギー自立度	**電力**	**74.1%**	**47.1%**
	熱	**590.3%**	**52.4%**

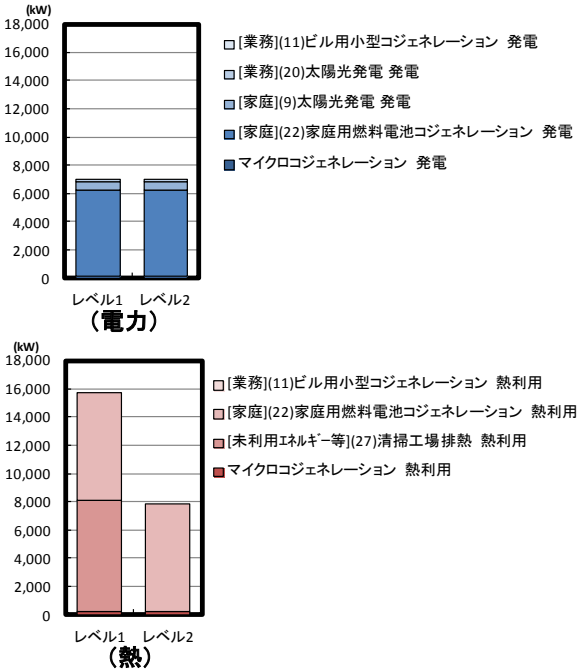


図 6.2.5 最大エネルギー供給能力の内訳

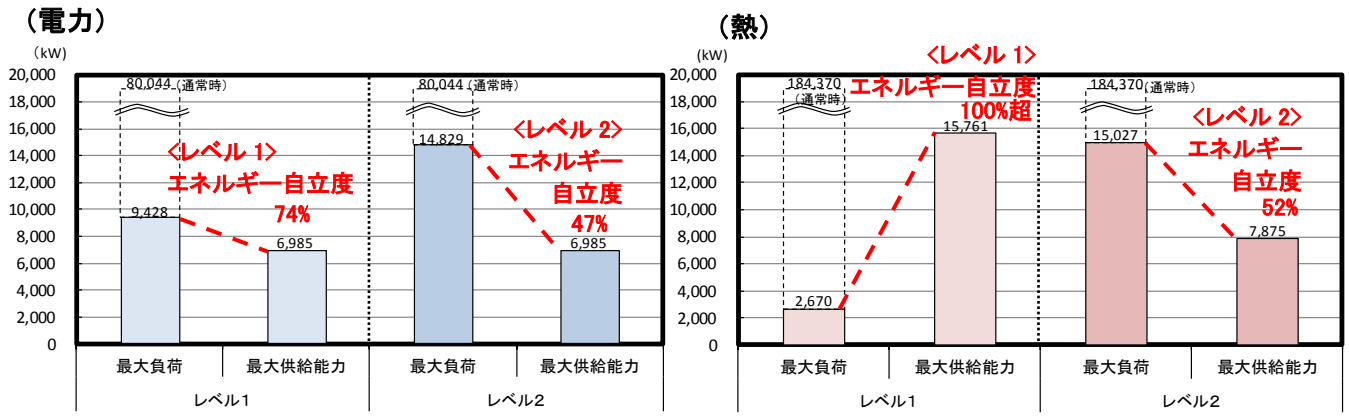


図 6.2.6 非常時の最大負荷と最大エネルギー供給能力の比較

２）平常時のエネルギー自給率

以下に平常時の地域の年間エネルギー供給量とエネルギー自給率を示す。平常時に必要となる年間エネルギー需要量は電力：約 26 万 GJ/年、熱：約 53.5 万 GJ/年に対し、地域で賄うことのできる年間エネルギー供給量は電力：約 10.7 万 GJ/年、熱：約 19.6 万 GJ/年となり、エネルギー自給率はそれぞれ電力：約 41%、熱：約 37%となった。

表 6.2.8 平常時の地域の年間エネルギー供給量

自立可能なエネルギーシステム		年間エネルギー供給量（GJ/年）
[業務](11)ビル用小型コジェネレーション	発電	18
	熱利用	27
[業務](20)太陽光発電	発電	3,939
[家庭](9)太陽光発電	発電	20,549
[家庭](22)家庭用燃料電池コジェネレーション	発電	80,801
	熱利用	101,002
[未利用ｴﾈﾙｷﾞｰ等](27)清掃工場排熱	熱利用	93,157
マイクロコジェネレーション	発電	2,070
	熱利用	1,729
平常時の年間エネルギー供給量（GJ/年）	**電力**	**107,376**
	熱	**195,915**

表 6.2.9 平常時のエネルギー自給率

項目		
平常時の年間エネルギー供給量（GJ/年）	電力	107,376
	熱	195,915
平常時の年間エネルギー需要量（GJ/年）	電力	260,368
	熱	534,830
エネルギー自給率	**電力**	**41.2%**
	熱	**36.6%**

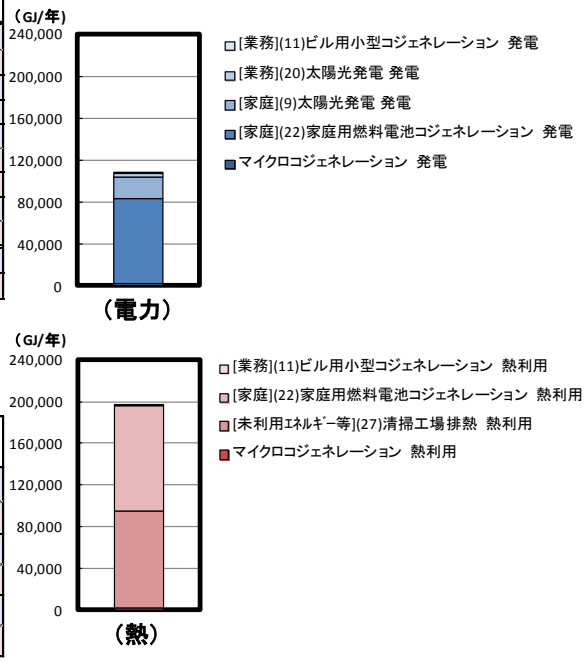


図 6.2.7 年間エネルギー供給量の内訳

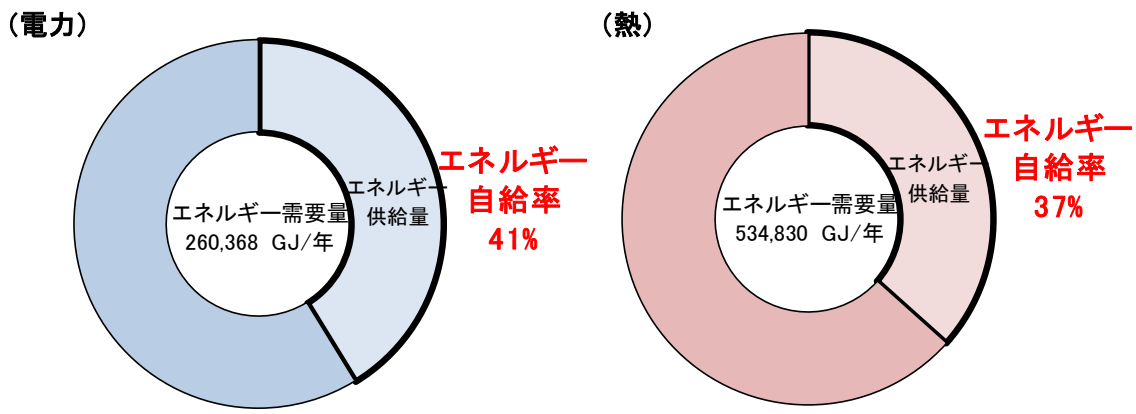


図 6.2.8 平常時の年間エネルギー需要量と年間エネルギー供給量の比較

（３）鉄道駅周辺地区（第５章５．４のケース）

１）非常時のエネルギー自立度

以下に非常時の地域の最大エネルギー供給能力と、エネルギー自立度を示す。なお、本ケーススタディにおいては、6.1で示した①機能維持が必須の項目を、災害時等非常時に必要となる最大負荷として設定した。災害時等非常時の想定レベル1では、非常時に必要となる最大負荷は電力：約22,000kW、熱：約30,000kWに対し、地域で賄うことのできる供給能力は電力：約65,000kW、熱：約78,000kWとなり、エネルギー自立度は電力、熱ともに100%超となった。一方、災害時等非常時の想定レベル2では、非常時の地域の最大負荷である電力：約87,000kW、熱：約91,000kWに対し、地域で賄うことのできる供給能力は電力：約57,000kW、熱：約73,000kWとなり、エネルギー自立度はそれぞれ電力：約66%、熱：約79%となった。

表 6.2.10 非常時の地域の最大エネルギー供給能力

自立可能なエネルギーシステム		最大供給能力(kW)	
		レベル1	レベル2
[業務]太陽光発電	発電	9,221	9,221
[業務]太陽熱利用	熱利用	17,920	17,920
[家庭]太陽光発電	発電	2,040	2,040
[家庭]太陽熱利用	熱利用	9,019	9,019
清掃工場排熱	発電	7,800	0
	熱利用	5,640	0
[業務]ビル用小型コジェネレーション	発電	9,154	9,154
	熱利用	9,154	9,154
地域コジェネレーション	発電	5,216	5,216
	熱利用	5,216	5,216
地域冷暖房コジェネレーション	発電	31,252	31,252
	熱利用	31,252	31,252
最大供給能力(kW)	**電力**	**64,683**	**56,883**
	熱	**78,201**	**72,561**

表 6.2.11 非常時のエネルギー自立度

項目		レベル1	レベル2
災害時等非常時の最大供給能力(kW)	電力	64,683	56,883
	熱	78,201	72,561
災害時等非常時の最大負荷(kW)	電力	22,359	86,692
	熱	29,920	91,323
エネルギー自立度	**電力**	**289.3%**	**65.6%**
	熱	**261.4%**	**79.5%**

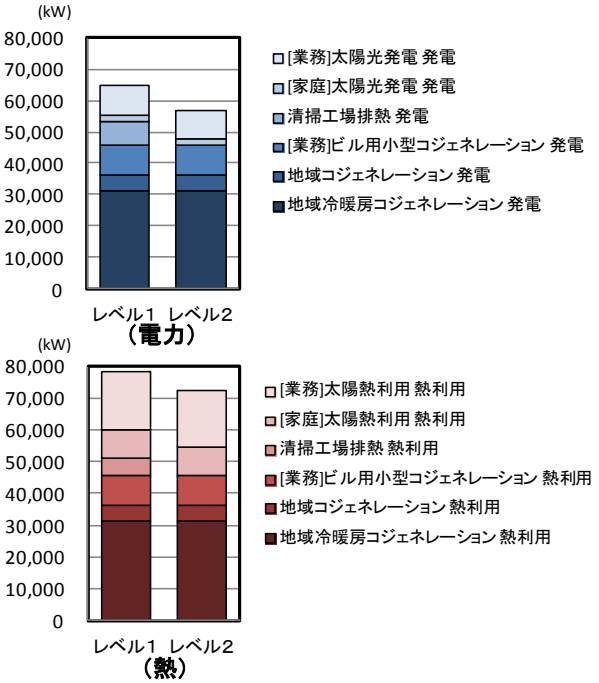


図 6.2.9 最大エネルギー供給能力の内訳

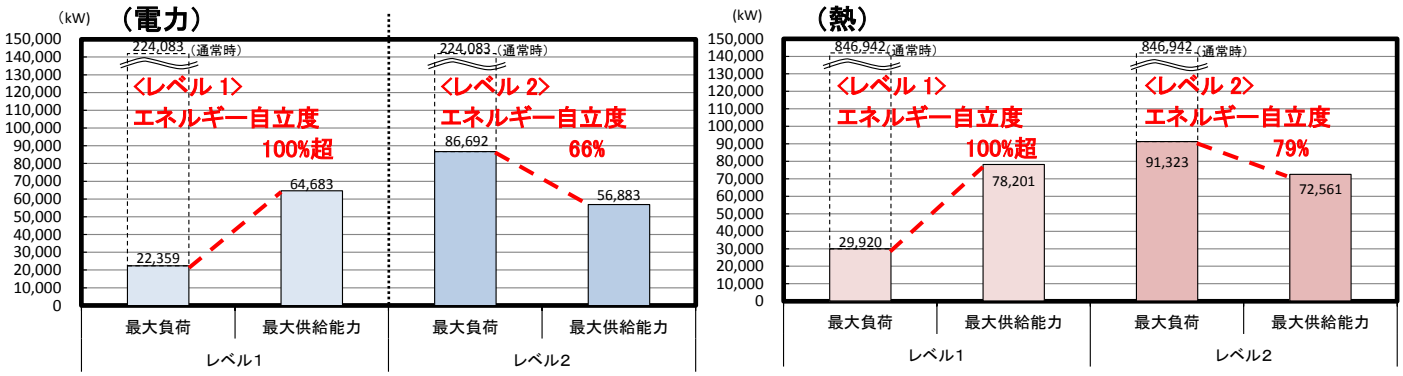


図 6.2.10 非常時の最大負荷と最大エネルギー供給能力の比較

２）平常時のエネルギー自給率

以下に平常時の地域の年間エネルギー供給量とエネルギー自給率を示す。平常時に必要となる年間エネルギー需要量は電力：約246万GJ/年、熱：約241万GJ/年に対し、地域で賄うことのできる年間エネルギー供給量は電力：約71.8万GJ/年、熱：約74.6万GJ/年となり、エネルギー自給率はそれぞれ電力：約29%、熱：約31%となった。

表 6.2.12 平常時の地域の年間エネルギー供給量

自立可能なエネルギーシステム		年間エネルギー供給量(GJ/年)
[業務]太陽光発電	発電	33,197
[業務]太陽熱利用	熱利用	64,510
[家庭]太陽光発電	発電	7,345
[家庭]太陽熱利用	熱利用	32,468
清掃工場排熱	発電	29,678
	熱利用	80,388
[業務]ビル用小型コジェネレーション	発電	121,408
	熱利用	100,880
地域コジェネレーション	発電	62,031
	熱利用	42,519
地域冷暖房コジェネレーション	発電	464,319
	熱利用	425,703
平常時の年間エネルギー供給量（GJ/年）	**電力**	**717,979**
	熱	**746,469**

表 6.2.13 平常時のエネルギー自給率

項目		
平常時の年間エネルギー供給量	電力	717,979
	熱	746,469
平常時の年間エネルギー需要量	電力	2,457,253
	熱	2,414,790
エネルギー自給率	**電力**	**29.2%**
	熱	**30.9%**

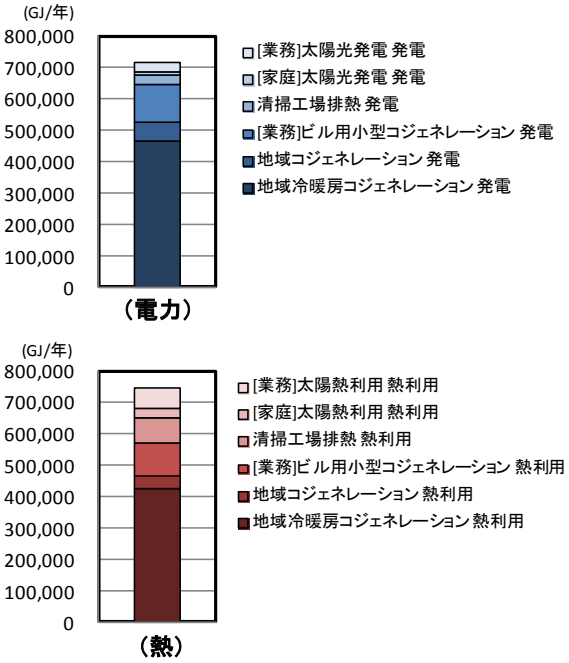


図 6.2.11 年間エネルギー供給量の内訳

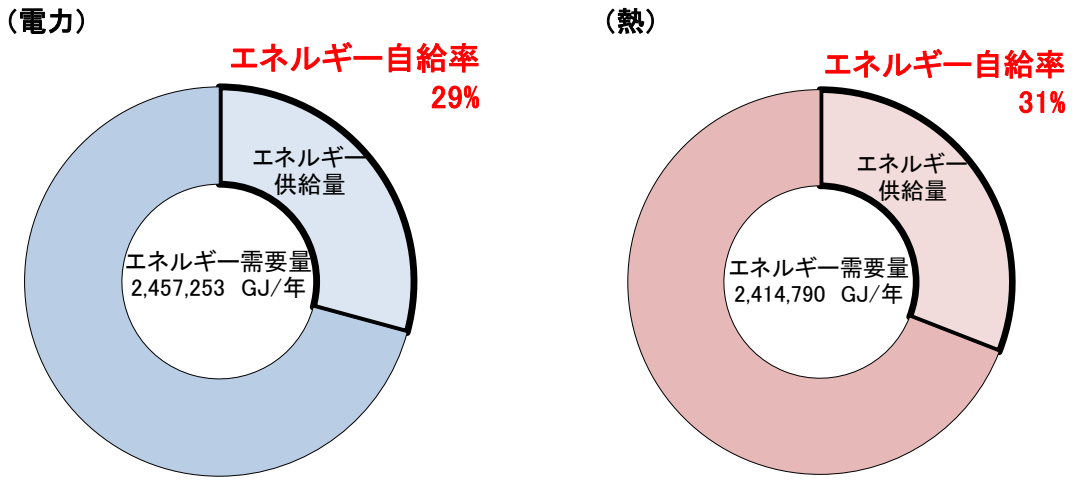


図 6.2.12 平常時の年間エネルギー需要量と年間エネルギー供給量の比較

７．都市機能の集約化の方向性に沿った低炭素化対策のコスト効率の評価

７．１　CASBEE都市を用いたDID地区を対象とした評価の考え方

中長期的に地域スケールで実施される低炭素化対策は、都市機能の集約化が進んでいる都市ほど、1人あたりの実施コストに対する当該都市の総合的環境性能の向上効果が高いと考えられる。これを具体的な都市を対象として、CASBEE-都市[27)]や低炭素化対策コストを用いて評価することを検討する。

（１）基本方針

１）　対象都市における DID 地区を対象として、CASBEE-都市 [27)]を用い、環境品質（Q）および環境負荷（L）を試算する

（DID 地区:人口集中地区(Densely Inhabited District)：人口密度 4,000 人／㎢（40 人/ha）以上の基本単位区等が互いに隣接し、隣接地域の人口が国勢調査時に 5,000 人以上を有する地域)

２）　当該 DID 地区で実施可能な低炭素化対策による Q, L の増減ポテンシャル（以下、⊿Q、⊿L と表記）並びに BEE（= Q／L）の増減⊿BEE を試算する。

３）　都市機能の集約化が進んだ都市と、集約度が比較的低い他の都市に対し、「1 人あたり低炭素化対策コスト」を求め、⊿BEE に対するコスト効率を試算する。

＜評価指標のイメージ＞

都市の環境効率 BEE＝ Q（環境品質、活動度）スコア：CASBEE-都市項目を DID 地区を対象に評価 ／ L（環境負荷）スコア：DID 地区一人当り CO_2 排出量（指数化）

１人当り低炭素化対策コスト　→　DID 地区１人あたりコストに補正

⊿Q，⊿L を実現する１人あたりコストに関し、対策前後や地区間で比較可能な指標を提案

都市機能の集約化が進んでいる都市ほど、地域スケールの低炭素化対策の投資効率を高めることを示す。

＜指標例＞

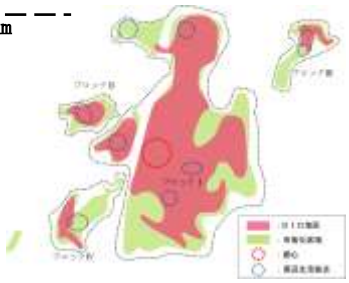
低炭素化対策のコスト効率＊ ＝ ⊿ＢＥＥ（将来 BEE－現状 BEE） ／ １人あたり低炭素化対策コスト

注）＊ただし、分母の１人あたり低炭素化対策コストには NEB は含まない。

（２）試算方針

CASBEE都市[27]を基本とした「DID地区版」の試算方法とともに、既往の資料等を活用することで、他都市の傾向を比較的簡易に評価し得る分析を試みる。

ケーススタディ都市として、全域がDID地区でありかつ都市機能の集約度が高い都市の例として「東京都港区」を取り上げる。また、DID地区への集約化の途上にある都市の例として、「Ａ市」（地方都市）のDID地区を対象に試算を行う。

比較対象都市構造	①東京都港区（全域がDID地区） 5km DID地区	②Ａ市（DID地区） 10km 

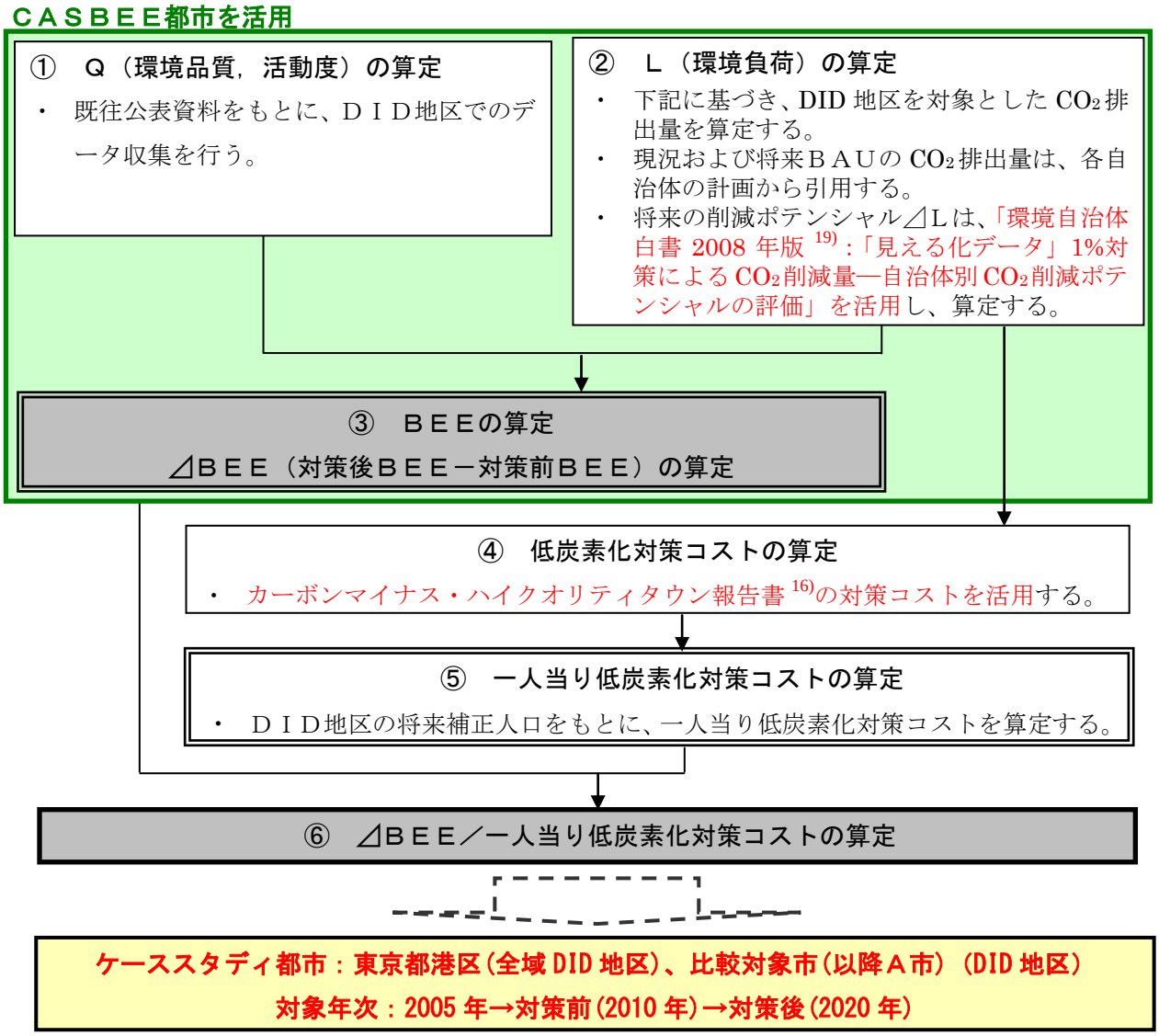


図7.1.1　試算フロー図

【参考１】CASBEE-都市を用いたDID地区の評価方針

CASBEE-都市[27)]の各評価項目に対し、対象都市のDID地区におけるＱ（環境品質，活動度）とＬ（環境負荷）を、下記方針に基づき算定する。

（１）Ｑ（環境品質，活動度）

表　CASBEE-都市の各項目に対するDID地区での試算方針（案）

黄色マーカー部：詳細データをもとに直接評価が可能な項目
グレーマーカー部：公表資料から直接的なデータ入手困難なため、按分計算する項目
マーカー無し部：公表資料から直接的なデータ入手困難なため、行政単位の試算値を適用する項目

				DID地区を対象とした評価可能性
Q1 環境	Q1.1 自然保全			
		(自然的土地比率)	(林野面積＋耕地面積＋湖沼面積＋干潟面積)/総面積	農林業センサスを基に評価
	Q1.2 環境質			
		Q1.2.1 大気質	一般環境大気測定局でのNO2、SO2、光化学ｵｷｼﾀﾞﾝﾄ(Ox)、浮遊粒子状物質(SPM)濃度の環境基準達成度	DID地区内の測定点を対象に評価
		Q1.2.2 水質	河川の水質（健康項目、生活環境項目）、地下水の水質の環境基準達成度	DID地区内の測定点を対象に評価
		Q1.2.3 騒音	道路交通騒音：昼夜二時間帯の両方で環境基準を達成している地点の割合	DID地区内の測定点を対象に評価
		Q1.2.4 化学物質	ダイオキシンによる大気・水質の環境基準達成度	DID地区内の測定点を対象に評価
	Q1.3 資源循環			
		(一般廃棄物のリサイクル率)	リサイクル率	比率の評価のため行政単位の評価結果を援用
	Q1.4 環境施策			
		(環境・生物多様性向上への取組･政策)	取組・政策について得点化	行政単位の評価結果を適用
Q2 社会	Q2.1 生活環境			
		Q2.1.1 住居水準充実度	世帯当たり住居の広さ	国勢調査（小地域）を基に評価
		Q2.1.2 公園等充実度	公園面積/補正人口※	基礎自治体公表資料を基に評価
		Q2.1.3 下水道整備状況	下水道+集落排水の普及率	行政単位で評価
		Q2.1.4 交通安全性	道路交通事故件数/補正人口※	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.1.5 防犯性	刑法犯認知件数/補正人口※	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.1.6 災害対応度	防災拠点公共施設等の耐震率	比率の評価のため行政単位の評価結果を援用
	Q2.2 社会サービス			
		Q2.2.1 教育サービス充実度	小中学校児童・生徒数/同教員数	人口当り原単位化の上、推計
			社会教育施設における学級・講座数/総人口	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.2.2 文化サービス充実度	公共の文化施設の施設面積/補正人口※	人口当り原単位化の上、推計
			文化会館での主催・共催事業の参加人数＋博物館入館者数）/補正人口※	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.2.3 医療サービス充実度	医療病床数/補正人口※	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.2.4 保育サービス充実度	保育所入所待機児童数/保育所定員数	人口当り原単位化の上、推計
			地域子育て支援拠点箇所数/乳幼児人口(0～4歳)	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.2.5 障害者サービス充実度	障害者施設定員数/総人口	人口当り原単位化の上、推計
			バリアフリー化した鉄道駅比率 乗合バス事業者のノンステップバス導入比率	行政単位の評価結果を適用
		Q2.2.6 高齢者サービス充実度	介護施設定員数/高齢者人口	人口当り原単位化の上、推計
			居宅サービスの事業所数/高齢者人口	人口当り原単位化の上、推計
	Q2.3 社会活力			
		Q2.3.1 人口自然増減率	自然増減数（出生数－死亡数）/総人口－全国の自然増減率	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.3.2 人口社会増減率	社会増減数（転入者－転出者）/総人口－全国の社会増減率	行政単位の評価結果を適用
		Q2.3.3 情報化社会への対応	児童生徒1 人当りのコンピュータ台数	人口当り原単位化の上、推計
		Q2.3.4 社会活性化への取組･政策	取組・政策について得点化	行政単位の評価結果を適用
Q3 経済	Q3.1 産業力			
		Q3.1.1 1 人あたりGRP 相当額	（農業生産額＋製造品出荷額＋商業年間商品販売額）/補正人口※	行政単位の評価結果を適用
		Q3.1.2 従業者数の増減率	（従業者数－5 年前の従業者数）/従業者数/5	事業所･企業統計調査（小地域）（販売データ）を基に評価
	Q3.2 経済交流力			
		Q3.2.1 交流人口相当指数	小売業・飲食店・宿泊業の従業者数/総人口	事業所･企業統計調査（小地域）（販売データ）を基に評価
		Q3.2.2 公共交通機関充実度	移動人口（自宅外通勤・通学者数）の内、鉄道・電車・バスの利用者割合	行政単位の評価結果を適用
	Q3.3 財政基盤力			
		Q3.3.1 地方税収入額	地方税収入/補正人口※	行政単位の評価結果を適用
		Q3.3.2 地方債残高	地方債現在高/自主財源額	行政単位の評価結果を適用

※補正人口＝（夜間人口＋昼間人口）/２
注）昼間人口は行政推計値がないため按分計算、または、小地域の昼間人口は、財団法人統計情報開発研究センター他から購入が必要

（２）Ｌ（環境負荷）

都市全体（当該自治体全域）の CO_2 排出量をもとに、下記式をもとにDID地区内分を算定する。

・民生家庭部門の排出量　＝当該自治体の排出量×（DID地区内人口／当該自治体の総人口）
・森林等吸収量　　＝当該自治体の吸収量×（DID地区内土地面積／当該自治体の総面積）
・上記以外の部門*の排出量　＝当該自治体の排出量×（DID地区内昼間人口／当該自治体の総昼間人口）
　＊）産業、民生業務、運輸、エネルギー転換部門、工業プロセス、廃棄物、代替フロン等３ガス、等

７．２　コスト効率の試算例

（１）⊿Ｑ変化が生じる項目の特定

CASBEE都市[27]のQ項目を勘案し、低炭素化対策実施および個別の都市政策の推進により⊿Q変化が生じると判断した事項を以下に示す。

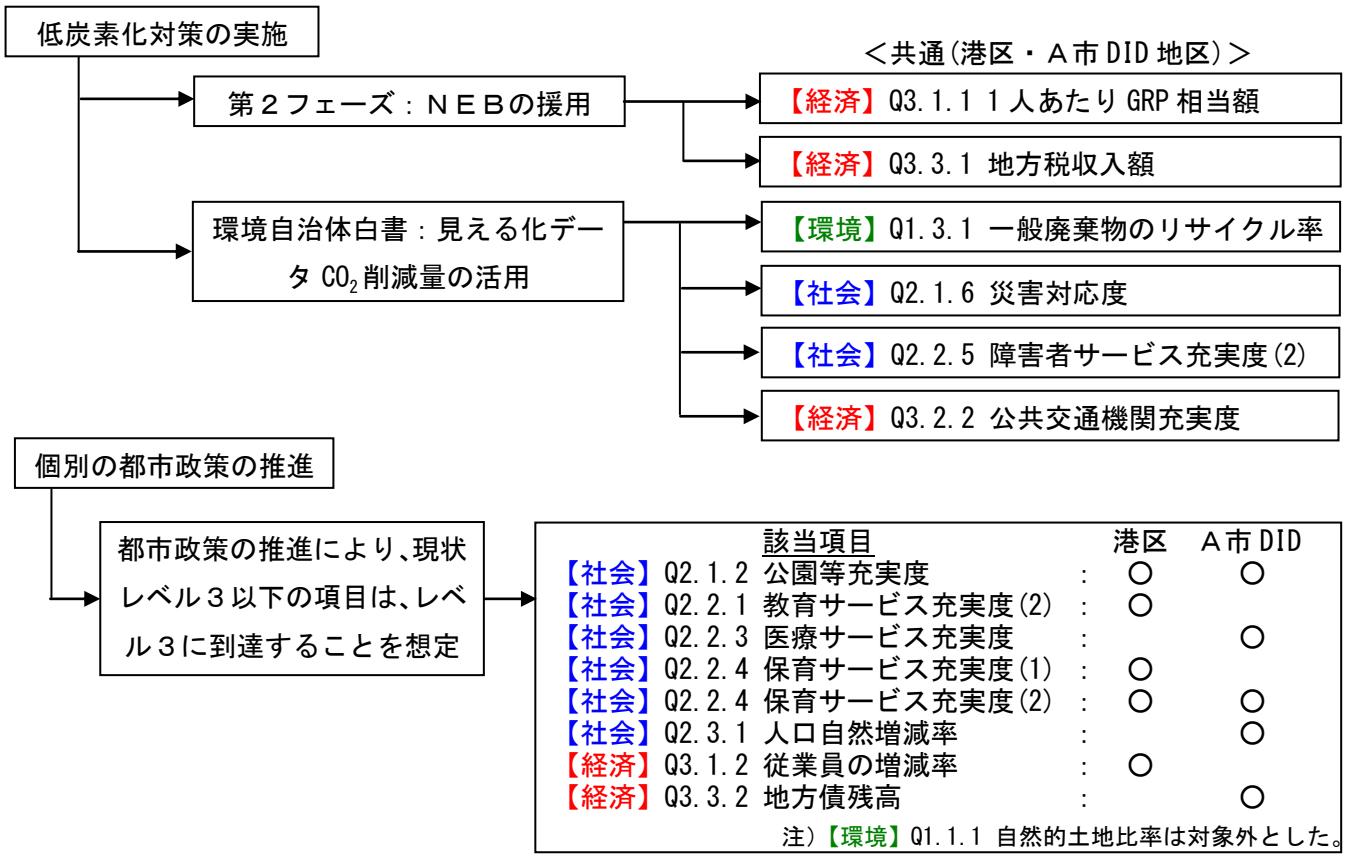
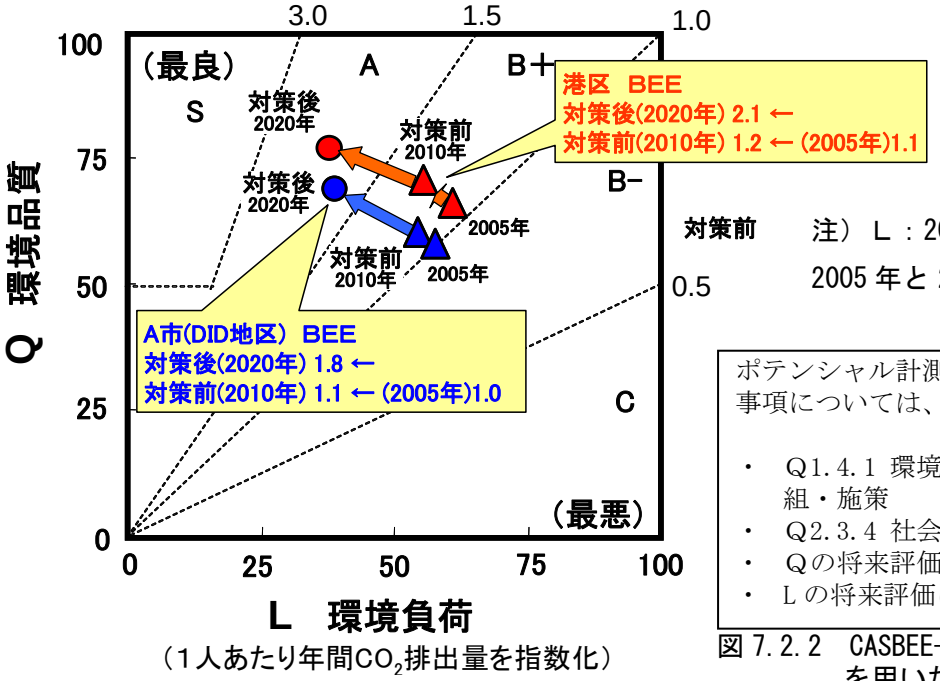


図7.2.1　低炭素化対策実施および個別の都市政策の推進による⊿Q変化が生じる項目特定

（２）CASBEE-都市を用いたDID地区での評価

試算フロー図（図7.1.1）の①②をもとに、算定した結果を以下に示す。



対策前　注）Ｌ：2010 年の値は未公表のため、2005 年と 2020 年の値で線形補完推計

ポテンシャル計測を目的とし、現時点、次の事項については、全項目適合と暫定評価。

- Q1.4.1 環境・生物多様性向上への取組・施策
- Q2.3.4 社会活性化への取組・政策
- Qの将来評価に関わる実現可能度
- Lの将来評価に関わる実現可能度

図 7.2.2　CASBEE-都市_2011 年版（再配分型）を用いた DID 地区での評価

（３）低炭素化対策コスト、低炭素化対策のコスト効率の算定

試算フロー図（図7.1.1）の③～⑥をもとに、２つの都市に対する低炭素化対策のコスト効率を算定した結果を以下に示す。

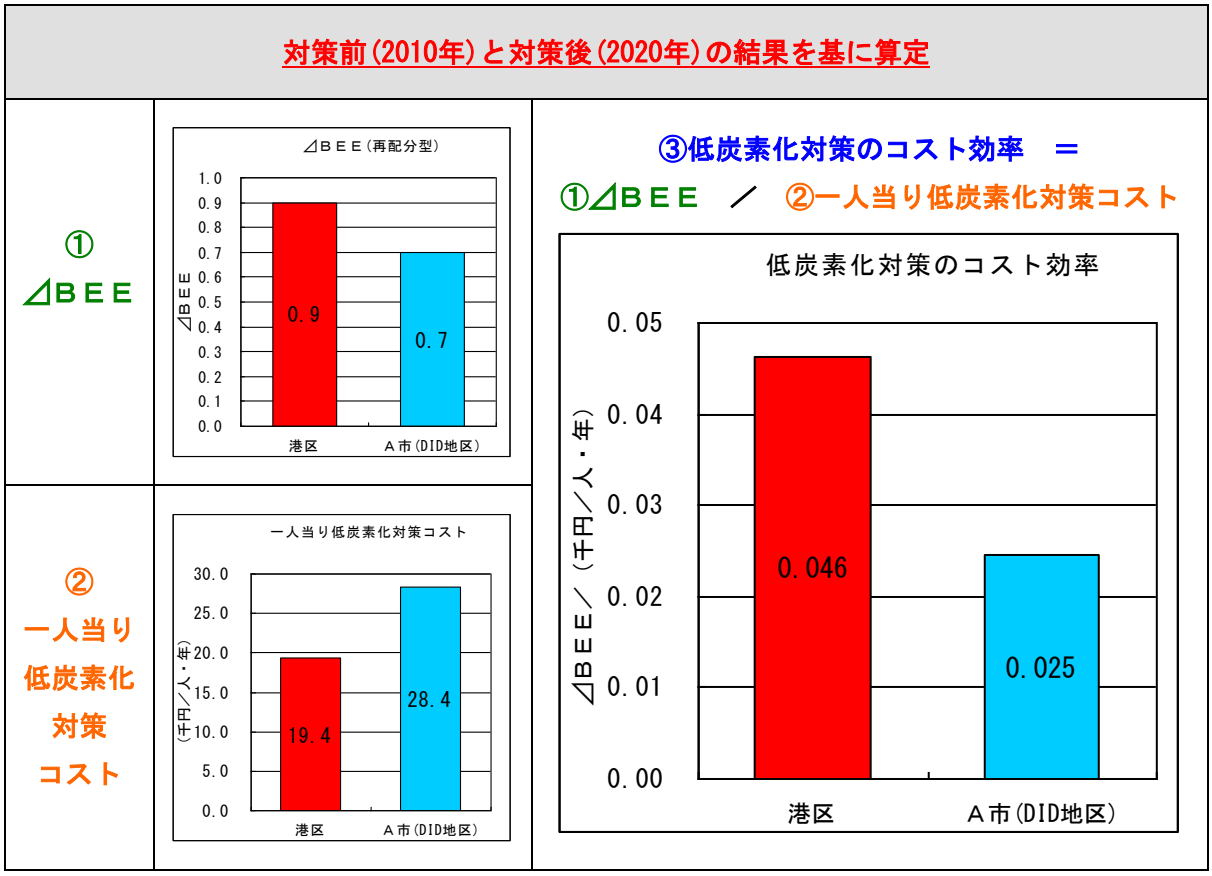


図7.2.3　低炭素化対策のコスト効率の算定

（４）都市機能の集約化の方向性に沿ったスマートエネルギーネットワーク形成の有効性

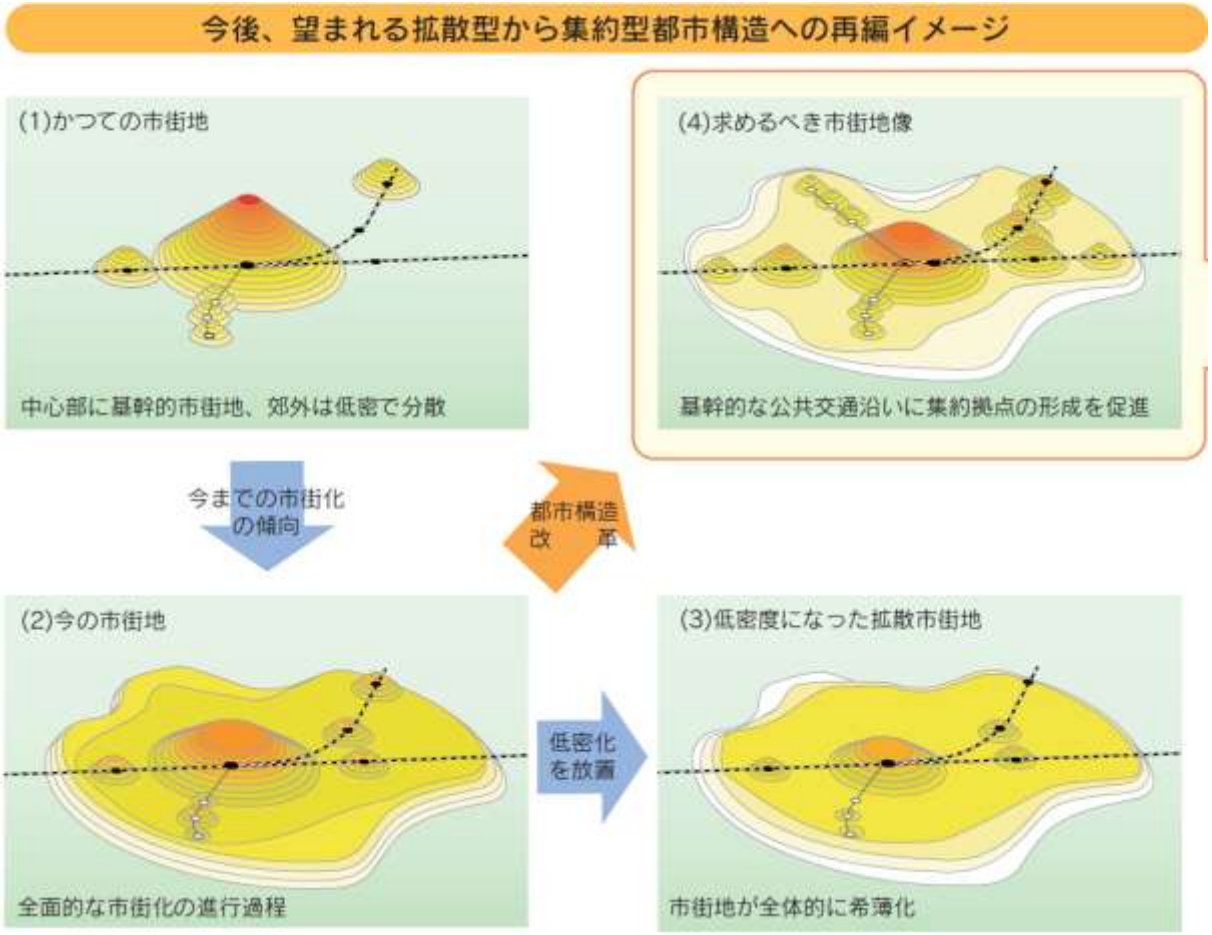
中長期的な集約型都市構造への転換とあわせて、それら集約拠点に優先的にスマートエネルギーネットワークを導入していくことが、コスト効率の面から有効と考えられる。ここでは、CASBEE 都市 [27]を援用し、DID 地区に対して適用することにより仮説の検証を試みた。集約度の異なる２つの都市を対象としたケーススタディを通じ、集約度が高く、エネルギーの面的利用を中心とした低炭素化対策を行える都市のほうが、総合的都市環境性能（BEE）向上の面でよりコスト効率が高いことが示唆された。

【参考２】集約型都市構造

集約型都市構造の基本的考え方については、以下の文献に示されている。

出典『集約型都市構造の実現に向けて』都市交通施策と市街地整備施策の戦略的展開，国土交通省　都市・地域整備局，2008.5 [28)]

２　集約型都市構造のあり方 （１）集約型都市構造に基づく都市像の実現
● 都市内の幹線道路や公共交通の整備状況、都市機能の集積状況など各都市の特性に応じて、集約型都市構造へ転換。 ● 集約拠点相互を鉄軌道系やサービス水準の高い基幹的なバス網等の公共交通機関により連絡するとともに、都市圏内のその他地域からの集約　拠点へのアクセスを可能な限り公共交通により確保。 ● 集約拠点については、必要に応じて市街地の整備を行うことにより、居住、交流等の各種機能を集積し、「歩いて暮らせる環境」を実現。 ● その他の地域においては、市街化を抑制するとともに、また郊外部等の空洞化する市街地については、生活環境が極端に悪化することがないよう低密度化を誘導。 ● CO_2排出量やエネルギー消費量が少ない環境負荷低減型の都市活動を実現。



８．分散型エネルギーシステム・スマートエネルギーネットワークの推進方策の提案

８．１ 検討方針

本調査では、持続可能な都市・地域を実現するために、さらなる低炭素化と需要側のエネルギーセキュリティ向上という時代の要請を踏まえ、これからの都市・地域レベルで求められるエネルギーシステムの役割として、以下の事項に焦点を当てた。

スマートエネルギーネットワークに期待される役割は、以下のように整理される。

１）自立・分散型エネルギーシステムの連携によるシステムの高機能化

２）ICT を活用した双方向・ネットワーク型エネルギーシステムの形成

３）再生可能・未利用エネルギー（電力、温熱、冷熱）の大量導入

４）建築物の ZEB 化と連携したデマンドサイドの対策の推進

５）地域エネルギー消費者参加型市場の整備や “プロシューマ”の確立

前章までの議論を通じ、今後の都市・地域の構造的な変化に柔軟に対応しつつ、上の課題に応えるものとして、分散型エネルギーシステムの普及促進と地域スケールのスマートエネルギーネットワーク形成の推進が有効であることが示された。

以下では、国内外の各種制度事例ならびに第5章～第6章で示したケーススタディを通じて各種の都市施策にあわせた検討結果に基づき、都市施策と連携した分散型エネルギーシステムの導入およびスマートエネルギーネットワークの形成に向けた推進方策を提案する。

推進方策は、以下の項目により大別される。

１）推進地域の指定・位置づけによる動機づけ

２）制度的バリアの軽減・除去

３）事業スキームの構築促進

はじめに、「Ⅰ．参考とする現行制度、先導的取組み事例」として、既に現行規制の範囲内で運用上の緩和措置がとられている国内事例や、海外の自治体でより広域的な都市レベルで先進的な制度・取組みを列挙した。また、ケーススタディを通じて、スマートエネルギーネットワーク推進のうえで有効と考えられる方策を「Ⅱ．提案する推進方策」としてまとめる。

さらに、これらの方策が、事業を構成する主要なステークホルダーにもたらすことが期待される効果を、「Ⅲ．期待される効果（ステークホルダーが受ける便益等）」にまとめる。

８．２ 推進方策の提案

以上の方針に沿い検討した結果を表8.1に示す。

ケーススタディで検討した推進方策として12項目をとりあげ、それぞれの方策に対応した様々な効果がステークホルダーに対しもたらされることが示された。

表 8.1 都市・地域における低炭素化と需要側のエネルギーセキュリティの向上に貢献する自立・分散型エネルギーネットワーク形成の推進方策の提案

	Ⅰ.参考とする現行制度、先導的取組み事例	Ⅱ.提案する推進方策（一部はケーススタディに反映）	Ⅲ.期待される効果（ステークホルダーが受ける便益等）
1） 推進地域の指定・位置づけによる動機づけ	①自治体主導でエネルギー供給事業者と連携し「分散型エネルギーマスタープラン」を策定・公表し、事業者を公募（シドニー市） ②市町村が策定する「低炭素まちづくり計画（仮称）」に位置づけられた各種事業への一体的支援（「都市の低炭素化の促進に関する法律案」（H24.2）） ③地区や街区単位の即地的な「エリア防災計画」に関する法的規定がない（建物単位は消防法、市町村単位には災害対策基本法で計画策定の義務づけあり） ④EU・CONCERTO プロジェクトにおいて、地区の需要家ごとのエネルギー利用量のモニタリングデータを街区レベルで合算し、匿名での公開を試行（シュツットガルト市）	①都市機能集約化の期待地域を、国や自治体が「低炭素・自立分散型エネルギーシステム推進地域（仮称）」に指定 ②指定地域内での「低炭素まちづくり計画（仮称）」や「エリア防災計画（仮称）」策定の枠組みとして、当該地域内の推進協議会の設立 ③指定地域内での各種の都市施策と一体となった、低炭素化対策やエリア防災計画策定とあわせ、エネルギー面の地区計画実務を国や自治体が支援 ④指定地域内でのスマートメータ、エネルギー需要情報のモニタリング環境の整備を国や自治体が支援し、データベースを構築	(1) **国・自治体**：指定地域内での再開発や街路整備等の機会に、分散型エネルギーやスマートエネルギーネットワーク整備に関する継続的な検討機会を確保できる。（←①、②） (2) **ES 事業体**：協議会が策定するまちづくり計画にエネルギーマスタープランが位置づけられることにより、インフラ整備を要する具体的事業計画策定を進めやすい（←①、②、④） (3) **建物所有者**：計画段階から地域・地区への関心を高め、防災等の面から競争力のある建物・街区開発に要する資金や知恵を集めやすい（←①、③） (4) **国・自治体、ES 事業体**：最適な地域エネルギーシステムの計画策定に必要な情報が得やすくなる（←④）
2） 制度的バリアの軽減・除去	⑤「電気事業法の一部改正に伴う道路占用許可関係事務の取扱いについて」・・・専ら特定電気事業の用に供する電柱等の占用については義務占用物件に準じて取り扱う趣旨を通知（H8.10 事務連絡） ⑥「位置特定インフラ及び熱供給導管の道路占用の取り扱いについて」・・・熱供給事業法に規定される熱供給導管以外の導管が、道路法 32 条 1 項 2 号に規定する水道管、下水道管、ガス管に準ずる「その他これらに類する物件」に位置づけられる趣旨を通知（H22.7 事務連絡） ⑦地域冷暖房施設、コージェネレーション設備等については容積の算入除外対象とする趣旨を通知（H23.3.25「建築基準法第 52 条 14 項第 1 号の規定の許可準則」） ⑧自治体が指定エリアで熱供給事業会社（CPCU 社）に対し一定期間の事業権を付与し、設備形成・投資回収後に市に譲渡するコンセッション方式による事業運営（パリ市）	⑤指定地域内の特定電気事業における自家発電容量に関する要件緩和（例：現行 100%を 30%程度に） ⑥指定地域内での熱導管、自営線等の敷設に必要な道路、公園空間等の占用に係る要件の緩和（例：無余地性の説明等） ⑦指定地域内でのエネルギーの面的利用やエネルギー自立度の向上に貢献する建築計画に対する、容積緩和や壁面線の緩和 ⑧分散型エネルギーシステムやネットワーク資産に対する加速度償却や固定資産税の減免	(5) **ES 事業体**：特定電気事業のスキームでの事業性の向上が期待できる。将来の需要増加に対する設備拡張のための空間占用の不確実性を軽減できる（←⑤、⑥） (6) **自治体**：低炭素化対策がエリア防災対策を兼ねることにより、自立分散型エネルギーシステムの都市施設としての位置づけ強化、地元住民への説明と理解促進、建物所有者による検討機会の増加が期待できる（←⑥、⑦） (7) **建物所有者**：分散型エネルギープラント設置やスマートエネルギーネットワークに接続することにより壁面線、空地率の規制緩和等を受け、不動産価値向上が期待できる（←⑦、⑧） (8) **ES 事業体・金融機関**：資金繰りの面から事業性向上が期待できる。事業基盤の公的位置付けを高め事業の安定性が向上する（←⑧）
3） 事業スキームの構築促進	⑨電力供給者と需要家（企業）が共同して組合を設立し電力自営線を使い需要家に電力を供給（構造改革特区として「資本関係等によらない密接な関係による電力の特定供給事業」を申請）（北九州市） ⑩自治体が需要家に対し熱供給導管への接続義務を課し、自治体が資本参加する広域熱搬送事業者を設立して熱供給幹線を敷設。発電事業者、清掃工場、地点熱供給事業者もこれに接続。（コペンハーゲン市） ⑪シティプラザ建設事業に対する市場公募地方債を活用した資金調達（長岡市）／環境格付け融資制度と連携した Green Building 認証（日本政策投資銀行） ⑫高度利用地区等における容積率の割増しにあたり、地域冷暖房等総合的な環境負荷の低減対策に資する取組みを評価する趣旨を記載（都市計画運用指針第 6 版（H20.12）） ⑨指定地域における ES 事業体と建物所有者、利用者の間での長期契約を前提とした「低炭素まちづくり計画（仮称）」の策定 ⑩需要家（プロシューマを含む）にとりスマートエネルギーネットワークへの接続の動機を高めるような、未利用エネルギー熱の買取制度の整備、自家発電電力の建物間託送における同時同量要件等の緩和 ⑪低炭素化・防災貢献事業に対する公的セクターや金融機関による格付けを通じた投資主体への情報提供 ⑫地域の総合エネルギー効率やエネルギー自立度・自給率を評価基準とし、優れた計画に対するインセンティブの付与（例：③～⑧）	(9) **ES 事業体**：長期の接続を前提とした事業計画が策定でき、事業の公益性に基づき公道等の空間の占用もしやすくなる（←⑨） (10) **建物所有者・利用者**：エネルギー自立度が高く防災面でも優れた建物として地元の信用を高め、不動産価値、企業価値の向上が期待できる。エネルギーに対するメンテナンスコスト等の軽減、中長期的な低炭素化に関する規制強化への対応の選択肢が増える（←⑨、⑩） (11) **ES 事業体**：事業格付けに基づき、プロジェクトの資金調達における長期・低金利融資や政府保証を獲得し、事業リスクの分散・軽減が図れる（←⑪） (12) **自治体**：有望事業のモデル事業指定、格付情報により支援措置を講じる際の判断材料が得られる（←⑨、⑫）

９．まとめ

本報告書は、持続可能な都市・地域づくりに貢献する、分散型エネルギーシステムの普及促進ならびに地域スケールのスマートエネルギーネットワーク形成の推進を目的とした調査研究「スマートエネルギータウン調査」の成果をまとめたものである。

１．本調査の主な成果

本調査では、国内外において地域スケールで進展する低炭素化の先導的取組みや、東日本大震災を経験した我が国のエネルギーシステムをめぐる政策動向を踏まえるとともに、既往研究「サステナブルタウン調査」[23)]（第1フェーズ）、「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査」[16)]（第 2 フェーズ）等の成果を活用し、まちづくり構想と連携したエネルギーシステムの計画策定、事業スキーム構築等に関する考え方を提案し、以下の成果を得た。

１）都市施策と一体となったエネルギーシステムの構想策定

分散型エネルギーシステムやスマートエネルギーネットワークを構築する上で、都市施策と一体となったエネルギーシステム計画・実施が有効と考えられる。本調査ではタイプの異なる 3 つの地区のまちづくり構想を対象として、これと一体となったエネルギーマスタープラン作成のケーススタディを行った。

ケーススタディを通じ、都市施策の中でも、特に建物整備や沿道整備等にタイミングを合わせて分散型エネルギーシステムを計画することが、さらなる低炭素化ポテンシャルを引出し、限界削減費用の低減につながることを示した。

２）災害等非常時の需要側のエネルギーの自立に関する評価

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災に伴い発生した電力需給の逼迫による計画停電の経験から、分散型エネルギーシステムによる需要側のエネルギーセキュリティに対する価値が再評価された。本調査では、「サステナブルタウン調査」[23)]（第 1 フェーズ）で検討された評価手法を拡張し、地区・街区スケールの「エネルギー自立度」ならびに「エネルギー自給率」の評価手法を提案し、ケーススタディでこれを検証した。

３）プロジェクトの事業スキーム構築に関する事例調査

スマートエネルギーネットワークの先行事例として、シドニー市が進める Decentralized Energy Network – Trigeneration 計画をとりあげ、2030 年をターゲットとした中長期視点での計画策定から、ppp スキームを用いた事業化検討の状況を調査した。

コジェネレーションシステムと電力・熱の地域内融通が、大きな低炭素化ポテンシャルにつながることが示された。これをインフラとして整備するための、シドニー市行政の強いリーダーシップ、ES 事業体や建物所有者等のコミットメントを得るための取組み、モデル事業の重要性について示唆を得た。

また、地域の環境対策プロジェクトに対する環境金融の事例をもとに、事業スキームのあり方を検討し、公的セクターの参加や需要家との長期契約等によってリスク軽減を図るべきことを示した。

4）NEB の再評価とステークホルダーへの配分に関する提案

既往研究「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査」[16]（第 2 フェーズ）で検討した NEB について、事業化検討段階でステークホルダーごとに適切な配分案が示されることが重要である。本調査では分散型エネルギーシステムの導入による NEB の再評価と、配分に関するケーススタディを行い、ES 事業体の事業性を確保しつつ、他のステークホルダーにも B/C が確保できるよう配分し得ることを示した。

5）都市機能の集約化の方向性に沿ったスマートエネルギーネットワーク形成の有効性

中長期的な集約型都市構造への転換とあわせて、それら集約拠点に優先的にスマートエネルギーネットワークを導入していくことが、コスト効率の面から有効と考えられる。本調査では、CASBEE 都市[27]を援用し、DID 地区に対して適用することにより仮説の検証を試みた。集約度の異なる 2 つの都市を対象としたケーススタディを通じ、集約度が高く、エネルギーの面的利用を中心とした低炭素化対策を行える都市のほうが、総合的都市環境性能（BEE）向上の面でよりコスト効率が高いことが示唆された。

6）推進方策の提言

地域スケールのスマートエネルギーネットワークの実現のバリヤとして、電力や熱の融通に要する空間利用上の制約、初期投資・事業リスクの高さなどがあり、これを軽減・回避するための特別地域の指定、資金面のインセンティブの必要性をまとめた。

一方で法制度面のバリヤについては、現時点で既に関連法規制の運用指針の改訂や技術的助言の通達等を通じ、バリヤが下がってきていること、自治体や開発事業者の工夫により既存の法制度の中で実践している事例もみられた。今後の普及推進にあたってはこれら改訂内容のさらなる周知や、計画策定プロセスのノウハウ蓄積や移転が重要と考えられる。

2. 今後の研究の方向性

本調査研究は、今後以下のような方向性が考えられる。

1）中長期的な資源開発、技術革新動向を踏まえた新たなエネルギーミックスの検討

シェールガス革命、燃料電池の更なる高効率化や直流給電システム、電気自動車の普及に伴う蓄電池の普及等の技術革新が期待される中で、これらの動向を踏まえたエネルギーインフラ構成の検討が考えられる。

2）より多様なステークホルダーの特定と NEB に関する調査

スマートエネルギーネットワークの広域的な発展のために連携すべき新たなステークホルダーの特定や、貨幣価値換算がなされていない NEB を定量化していくことが必要と考えられる。

3）都市の国際競争力の強化の議論への対応

スマートシティ、スマートコミュニティをキーワードとして、国際間で都市・地域の総合的環境性能の向上に向けた取組みが盛んになっている状況を踏まえた、国際競争力の観点からの都市・地域の総合評価に関する調査研究が必要と考えられる。

（参考文献）

1） エネルギー・環境会議「エネルギー・環境戦略基本方針(案)」, 2011.12
2） 国土交通省「「持続可能で活力ある国土・地域づくり」の推進について」, 2011.12
3） City of Sydney（シドニー市）「Decentralised Energy Master Plan － Trigeneration」, 2010.12
4） European Commission「CONCERTO A Cities' Guide to a Sustainable Built Environment」, 2010.10
5） The C40 Cities Climate Leadership Group「Fact Sheet: C40 Cities Climate Leadership Group」, 2011.6
6） Covenant of Mayors「How to Develop a Sustainable Energy Action Plan」
7） 環境省中央環境審議会総合政策部会「環境と金融に関する専門委員会」,2010.6.15
8） 竹ケ原啓介「環境格付」, ㈳金融財政事業研究会, 2010.8
9） 日本政策投資銀行ホームページ, http://www.dbj.jp/service/finance/long_term/e_finance.html
10) アオーレ長岡市民債, www.city.nagaoka.niigata.jp/shisei/zaisei/cityhall0827.pdf
11) 長岡市「シティホールへ導入する省 CO_2 技術」,
http://www.city.nagaoka.niigata.jp/shisei/kouseikaikan/cityholl_co2.pdf
12) おひさまエネルギーファンド株式会社(飯田市)ホームページ, http://www.ohisama-fund.jp/
13) 山本将功（和歌山大学大学院）「ドイツ環境見聞録:市民が取り組む再生可能エネルギーの普及活動」
http://www.7midori.org/katsudo/support/leader/germany/kenbunroku/07.html
14) 古屋力「ソーシャル・ファイナンスの未来－地球環境と人間に優しい新しい金融のあり方－」,（財）国際通貨研究所, 2010.3
15) 独立行政法人国際協力機評価部「新 JICA 事業評価ガイドライン第1版」, 2010.6
16) (社)日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査報告書」, 2010.3
17) 国土交通省大臣官房官庁営繕部、建築コスト管理システム研究所「公共建築工事積算基準 平成21 年度版」, 2009.6
18) 中央区「中央区環境行動計画」,2008.3
19) 環境自治体会議/環境自治体会議環境政策研究所「環境自治体白書(2008 年版)」, 2008.5
20) 中央区「中央区エコタウン構想(中間のまとめ)」, 2011.10
21) 豊島区「豊島区環境基本計画」, 2009.3
22) 豊島区「豊島区未来戦略推進プラン 2011」, 2011.3
23) (財)建築環境・省エネルギー機構「サステナブルタウン調査委員会報告書」, 2008.3
24) (社)日本エネルギー学会「天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008」, 日本工業出版, 2008.3
25) (社)全国都市清掃会議「東日本大震災による施設被害状況調査一覧」, 2011.4
26) (社)日本ガス協会「東日本大震災発生後のガス供給状況」, 2011.9
27) (財)建築環境・省エネルギー機構「CASBEE-都市評価マニュアル(2011 年度版)」, 2011.3
28) 国土交通省 都市・地域整備局「『集約型都市構造の実現に向けて』都市交通施策と市街地整備施策の戦略的展開」, 2008.5