

民生部門の低炭素化に係る対策コストと
間接的便益（NEB）を考慮した費用対便益（B/C）の評価

カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査委員会
中間とりまとめ

平成 2 1 年 1 1 月

一般社団法人 日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム

- 目 次 -

1 . はじめに-----	1
参考資料 1 カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査委員会 名簿 -----	2
参考資料 2 調査スケジュール-----	2
参考資料 3 検討の枠組み-----	3
2 . 街区・コミュニティスケールにおける低炭素化の対策ごとのコストと便益の評価 ----	5
2.1 評価の基本方針-----	5
2.2 低炭素化対策と対策ごとのコスト評価 -----	6
(1) 評価方針 -----	6
(2) 対策ごとのコストの設定要領-----	6
(3) 本調査における対策ごとのコストの考え方-----	7
参考資料 4 内閣官房「地球温暖化問題に関する懇談会中期目標検討委員会」 で提示された対策ごとのCO ₂ 削減コスト-----	11
(4) ケーススタディによる評価例-----	14
2.3 対策がもたらす便益（EBとNEB）の評価 -----	18
(1) 便益を受けるステークホルダーの想定-----	18
(2) NEBの貨幣価値換算の考え方-----	19
(3) 各低炭素化対策のコストに対するNEBの反映-----	22
(4) ケーススタディによる評価例-----	24
3 . まとめ-----	28
参考資料 5 パリ市における蒸気供給ネットワークと清掃工場廃熱の活用事例 -----	30
参考文献-----	31

1. はじめに

低炭素社会に向け、現在我が国では2020年までに1990年比で25%の削減目標が設定され、民生部門では更なる低炭素化が求められている。この目標の達成のためには、建物、街区、コミュニティ、地域、都市など、建物単体を超えた様々なスケールでの対策の推進が必須の状況にある。

また、ポスト京都議定書を見据え、中長期的な視点に立った低炭素社会に相応しい社会資本としてのエネルギーインフラのあり方を示すことが求められている。これは低炭素社会づくりに係わる多様なステークホルダーの立場や価値観の違いにも配慮したものでなければならない。本報告書は、民生部門における更なる低炭素化へ向けて、建物単体を超えた街区・コミュニティスケールでの低炭素化対策に焦点を当て、このスケールで可能となる各種の対策の推進方策の検討を目的として設置された「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査委員会」における調査研究の成果を中間報告としてとりまとめたものである。

本報告書は、街区・コミュニティスケールでの民生部門の低炭素化対策の検討の枠組み、考え方の提案を中心に、特に以下の点に焦点を当ててまとめている。

1) 低炭素化の対策ごとのコスト評価に基づく限界削減費用曲線の作成

対策ごとの低炭素化ポテンシャルやコストに関する既往の検討事例を参考としつつ、エネルギーの面的利用、未利用エネルギーの活用など街区・コミュニティスケールで可能となる対策を加え、対策ごとのコスト評価を行う。この際に、中長期的視点からそれぞれの対策ごとに適切な投資回収年数の考え方を提示し、それに基づく限界削減費用曲線を作成する。

特に未利用エネルギーについては、海外の先進事例（参考資料参照）を踏まえ、都市内の各所に賦存し大きな低炭素化ポテンシャルを有する清掃工場廃熱を取上げ、具体的な街区・コミュニティでのケーススタディを通じてこれを表現する。

2) 対策がもたらす間接的便益（NEB）の考慮と費用対便益（B/C）の評価

低炭素化対策がもたらす便益には、光熱費削減という直接的便益（Energy Benefit: EB）のほか、経済効果や環境保全上の便益等、対策を評価する際に見落されがちな様々な間接的便益が見込まれ、これらはしばしばNEB（Non-Energy Benefit）と総称される。NEBの貨幣価値換算に関する体系的な手法はまだ確立しておらず、本調査では、最新の研究動向等を踏まえ、NEBの貨幣価値換算の考え方を提案するとともに、ケーススタディにおいて費用対便益(B/C)の評価ならびにNEBを考慮した限界削減費用曲線の作成を試みる。

本報告書は中間とりまとめであり、上記の課題に対する考え方の提案が中心である。分析結果の数値はあくまで暫定的なものである。今後は国内外の対策議論等の動向を踏まえて数値を精査していくとともに、ケーススタディの拡充等を図っていく予定である。

(参考資料1) カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査委員会 名簿

委員長	村上 周三	(独)建築研究所 理事長
委員	秋澤 淳	東京農工大学大学院生物システム応用科学府 教授
〃	足永 靖信	国土交通省 国土技術政策総合研究所建築研究部 環境・設備基準研究室長
〃	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
〃	坂本 敏幸	経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー対策課長
〃	佐藤 信孝	(株)日本設計 常務執行役員環境・設備設計群長
〃	佐土原 聡	横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授
〃	高原 光吉	(独)都市再生機構 技術・コスト管理室設備計画チームリーダー
〃	徳田 博保	環境省 地球環境局地球温暖化対策課長
〃	松縄 堅	(株)日建設計総合研究所 所長
〃	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(株) 代表取締役社長
〃	藤野 純一	(独)国立環境研究所 主任研究員
〃	村木 茂	東京ガス(株) 常務執行役員エネルギーソリューション本部長
〃	山本 健司	東京ガス(株) リビング企画部 部長
専門委員	水石 仁	(株)野村総合研究所 社会システムコンサルティング部 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・ビルディング・コンソーシアム 事務局長
〃	青笹 健	一般社団法人 日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム

(参考資料2) 調査スケジュール

年 度	調 査 項 目
平成20年度 (2008年度)	1. 低炭素社会づくりに向けた国内外の政策動向 1-1. 海外の主要政策 1-2. 日本の主要政策 2. 先進的取組み事例および関連研究等のレビュー 2-1. 国内外の先進的取り組み事例 2-2. 関連する研究事例 3. 検討の方向性 ・本調査の検討テーマ、検討方法（ケーススタディ内容等）の整理
平成21年度 (2009年度)	4. 街区・コミュニティにおけるカーボンマイナス・ハイクオリティの評価方法 4-1. CO ₂ 削減の限界削減費用、未利用・再生可能エネルギー利用拡大 4-2. 費用対便益 4-3. 総合的環境品質の向上 5. エネルギーシステム評価に関するケーススタディ 5-1. 街区・コミュニティモデルの設定 5-2. エネルギーシステムの評価 5-3. ステークホルダーの便益、実現に向けたコミットメントの検討 5-4. 実施に向けた術的課題、制度的課題の抽出ならびに推進方策の検討 6. 低炭素社会に貢献する街区・コミュニティの普及に向けた推進方策

(参考資料3) カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査委員会 検討の枠組み



2. 街区・コミュニティスケールにおける低炭素化の対策ごとのコストと便益の評価

2.1 評価の基本方針

本調査では、民生部門の低炭素化対策として、エネルギーの面的利用や再生可能・未利用エネルギーの活用など、街区・コミュニティスケールにおいて、地域特性に応じた取り組みが必要な対策を含めた、1) 対策ごとの投資回収年数の設定とCO₂削減ポテンシャル、コストの評価、2) 間接的便益（NEB）を考慮した費用対便益（B/C）の評価を以下の方針で行った。

1) 対策ごとの投資回収年数の設定とCO₂削減ポテンシャル、コストの評価

内閣官房「地球温暖化問題に関する懇談会中期目標検討委員会」¹⁾（以下「中期目標検討委員会」と記す）では、対策ごとに3年または10年という、各対策の耐用年数に比較して短い投資回収年数を想定しコスト評価が行われている。これに対し本調査では、中長期的視点から耐用年数を前提としたより長い投資回収年数を設定し、対策ごとのコストを試算した。

また、地域特性や範囲が異なる具体的な街区・コミュニティスケールでのケーススタディ^{※)}に基づいて、対策ごとにCO₂削減ポテンシャルとコストを評価し、コストの低い順に対策を積み上げた限界削減費用曲線を作成し、短い投資回収年数の考え方との比較を行った。

2) 間接的便益（NEB）を考慮した費用対便益(B/C)の評価

低炭素化対策に伴う光熱費削減等の直接的便益（Energy Benefit：EB）に加え、間接的便益（Non-Energy Benefit: NEB）に着目し、NEBの貨幣価値換算が可能と考えられるものについて換算要領を作成した。

また、ケーススタディ^{※)}を通じてNEBを考慮した費用対便益（B/C）の評価を行うとともに、低炭素化対策ごとのEB、NEBを試算し、1) で作成した限界削減費用曲線がどのように変化するかについても考察を加えた。

※) ケーススタディ対象地区について

ケーススタディでは、建物用途構成やエネルギー需要密度などの地区特性や範囲が異なる3つの実在する街区・コミュニティを選定した。本報告書ではそのうちの2つの結果を収録している。

地区の選定にあたっては、海外の先進事例（参考資料参照）を踏まえ、最初のケースとしては都市内の各所に賦存し特に大きなポテンシャルを有する清掃工場廃熱の広域的利用を対策の1つとして評価するため、近傍に清掃工場が立地していることも考慮した。

2.2 低炭素化対策と対策ごとのコスト評価

(1) 評価方針

街区・コミュニティスケールでの低炭素化対策と対策ごとのコストを、本調査では以下の方針で設定する。

- ① 低炭素化対策の項目は、環境自治体白書(2007年版)²⁾での分類を参考に業務部門、家庭部門、業務・家庭部門共通の対策を抽出する。
- ② 対策ごとのコストについては、中期目標検討委員会¹⁾で提示された見解(参考資料4 参照)を参考とする。投資回収年数等の前提を確認し、中長期的視点から必要に応じ耐用年数を前提とした適切な投資回収年数を設定する。
- ③ 上記委員会に提示されていない対策については、中央環境審議会地球環境委員会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ³⁾等を参考とする他、特に地域特性によりコストが異なる清掃工場廃熱利用等はケーススタディごとに別途設定する。

(2) 対策ごとのコストの設定要領

対策ごとのコストは、図2.2.1に示すように、各種低炭素化対策の実施に関するイニシャルコスト（更新コストを含む）とランニングコスト、省エネルギーに伴って得られる光熱費の削減分を考慮して、1年あたりの費用として設定する。イニシャルコストは、投資回収年数で割り、1年あたりの数値に換算するが、投資回収年数の設定によって、正味のコストが大きく変わってくることに留意する必要がある。

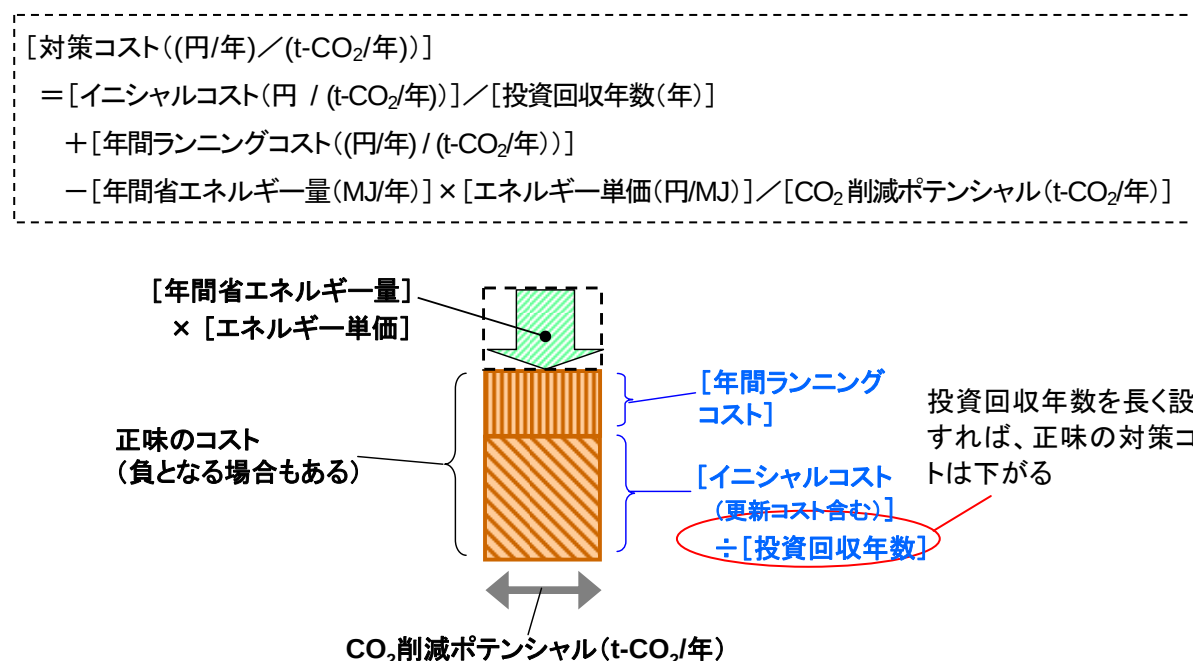


図 2.2.1 CO₂削減に係る対策ごとのコストの考え方

（３）本調査における対策ごとのコストの考え方

上に述べた方針に従い、本調査委員会としてまとめたCO₂削減対策項目の分類と、対策ごとのコスト（暫定案）の一覧を表2.2.1に示す。

いずれの対策についても、中心的な役割を担う設備機器又は設備システムの耐用年数の7割に相当する年数を投資回収年数として設定した。短いもので4.2年、長いもので31.5年となる。

これは中期目標検討委員会で合意された「短い投資回収年数（約3年または約10年）」[※]の想定よりいずれも長く、特にイニシャルコストが大きな割合を占める対策の評価が改善される。中長期的視点での対策の議論ではこの考え方は特に重要である。こうした投資を促進するための税制等によるインセンティブも必要と考えられる。

なお、表2.2.1には以下の既往知見を参考事例として掲載した。

〔参考事例1〕 国立環境研究所「AIM/Enduse[Japan]による2020年排出削減に関する検討」

（2009年3月）⁴⁾

〔参考事例2〕 日本エネルギー経済研究所「エネ研日本モデルによる分析結果（中期目標検討委員会本分析結果）」（2009年3月）⁵⁾

〔参考事例3〕 中央環境審議会地球環境委員会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ³⁾

※）投資回収年数設定の考え方

1）中期目標検討委員会での合意－短い投資回収年数

○設備機器、家電、自動車等…… 技術改善の進捗が早いもの

→ 3年に設定

○住宅・建築物の断熱、プラント、発電設備…… 対策技術の寿命が長い、公共性の高いもの

→ 10年程度に設定

2）国立環境研究所の「長い投資回収年数」に関する見解…… 対策技術の寿命の5～7割に相当する投資回収年数を参考に設定する。

（補足1）

本調査で対象とする低炭素化対策の項目は、環境自治体白書（2007年版）²⁾での分類を参考に業務部門11項目、家庭部門11項目、業務・家庭部門共通項目6項目の計28項目を抽出した。また、28対策項目の内、地域特性によってコストが異なる清掃工場廃熱利用等の項目については、各地域のケーススタディの中で別途、個別計算を行い設定している。

投資回収年数の反映については、以下の手順で行う。

① イニシャルコストを投資回収年数で割る

② ①にランニングコスト（年額）を加える

③ 対策によって得られる光熱費削減額（年額）を②から差引く。この際、概ね現在価値換算値に近い値とするため、一律0.7倍してから差引く。

この結果、イニシャルコストの割合が比較的大きい対策では、コストが下がる一方、ランニングコスト中心の対策は、投資回収年数の設定にあまり左右されない。

(補足2)

様々なCO₂削減対策ごとに、実現しうる削減ポテンシャルの大きさ（単位はトン-CO₂/年）を横軸に、その対策による1トン-CO₂/年の削減量あたりのコストを縦軸にとり、コストの低いものから順に並べる表現手段が用いられることがある。これは削減目標に対するコスト試算などに用いられ、「限界削減費用曲線」、「削減コストカーブ」などと呼ばれる。一例として図2.2.2にMckinsey&Company社が世界スケールで作成した限界削減費用曲線⁶⁾を示す。

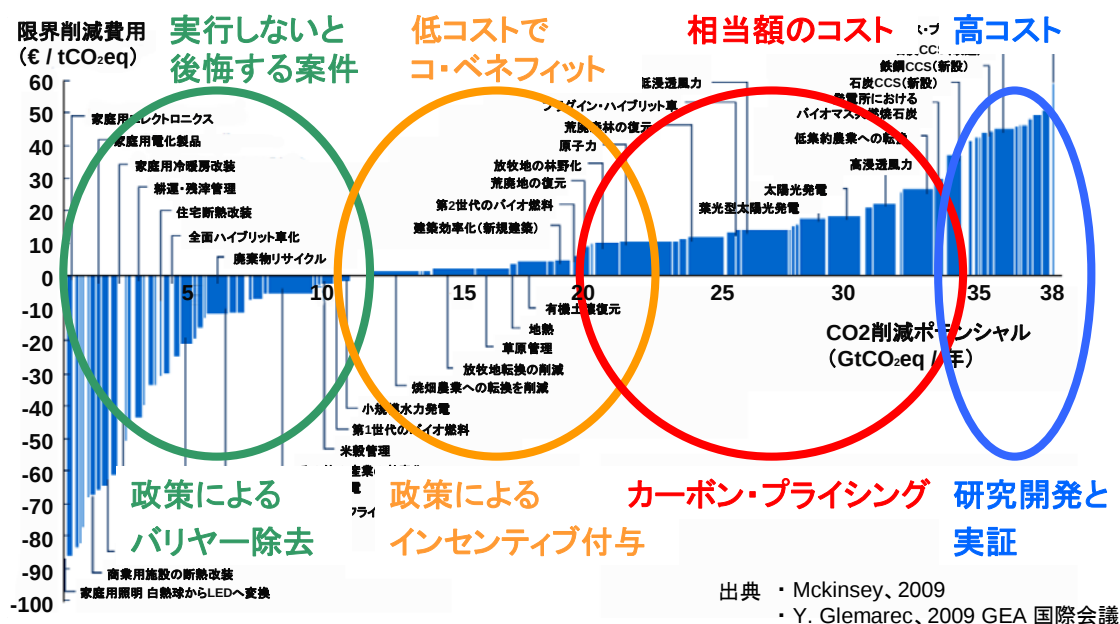


図2.2.2 限界削減費用曲線の例

Mckinsey社以外にも、IEA（国際エネルギー機関）、RITE（地球環境産業技術研究機構）等でも世界スケールの分析を行っている。地域スケールでは英国でBRE（英国建築研究所）、日本で国立環境研究所や日本エネルギー経済研究所が作成したものがある。

表2.2.1 本調査における低炭素化対策と対策ごとのコスト、既往知見との比較

本調査で対象とする削減対策 (環境自治体白書2007の分類をベースに設定)	短い投資回収年数 ^{*1} による対策コスト														長い投資回収年数 ^{*2} による対策コスト(暫定案)				
	【参考事例1】 国立環境研究所 出典:「AIM/Enduse[Japan]による2020年排出削減に関する検討」 (2009年3月)【抜粋】						【参考事例2】 日本エネルギー経済研究所 出典:「エネ研日本モデルによる分析結果 (中期目標検討委員会本分析結果)」(2009年3月)【抜粋】			【参考事例3】中央環境審議会 地球環境委員会 出典:「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ (2001年6月)【抜粋】			既往知見から想定される 対策コストと投資回収年数		耐用年数に基づき 本調査委員会で設定した対策コストと投資回収年数(暫定案)				
	対策項目	対策項目	対策コスト (レベルⅠ) ^{*3} 円/tCO2	対策コスト (レベルⅡ) ^{*4} 円/tCO2	対策コスト (レベルⅢ) ^{*5} 円/tCO2	投資回収 年数	備考	対策項目	対策コスト (1\$=100円 で換算) 円/tCO2	投資回収 年数	対策項目	対策コスト 円/tCO2	投資回収 年数	対策コスト 円/tCO2	投資回収 年数	対策コスト (暫定案) 円/tCO2	投資回収 年数 (暫定案)	耐用年数、参考とした知見・出典 ^{*6} 耐用年数	参考とした知見・出典、備考
業務部門																			
(1) 空調機器の効率向上	(1)-1	空調機器の効率向上	-24 × 10 ³	-23 × 10 ³	-23 × 10 ³	3 年	-24,000 ～ -23,000(約8年)	(1)-2	高効率空調	-22 × 10 ³	3 年					-24,000	3 年	官庁営繕(パナソニック型空調機)	
(2) 照明の効率化等	(2)-1	照明の効率化等	-25 × 10 ³	-19 × 10 ³	-19 × 10 ³	3 年	-25,000 ～ -19,000(約8年)	(2)-2	高効率照明	-6 × 10 ³	3 年					-25,000	3 年	官庁営繕(蛍光灯器具)	
(3) 動力他の高効率化	(3)-1	動力他の高効率化	19 × 10 ³	14 × 10 ³	14 × 10 ³	3 年	-9,000 ～ -7,000(約8年)									19,000	3 年	官庁営繕(屋内キュービクル)	
(4) 高効率給湯器	(4)-1	高効率給湯器	32 × 10 ³	35 × 10 ³	56 × 10 ³	3 年	4,000 ～ 6,000(約8年)	(4)-2	業務用給湯器等	66 × 10 ³	3 年	(4)-3	潜熱回収型温水ボイラー	-55 × 10 ³	10 年	32,000	3 年	官庁営繕(銅板製ボイラー)	
(5) 新築建築物の高断熱化	(5)-1	建築物断熱化	69 × 10 ³	122 × 10 ³	124 × 10 ³	9 年	32,000 ～ 66,000(約15年)									69,000	9 年	建築学会(アスファルト防水)相当	
(6) 既存建築物断熱改修	(6)-1	建築物断熱化	69 × 10 ³	122 × 10 ³	124 × 10 ³	9 年	32,000 ～ 66,000(約15年)									69,000	9 年	建築学会(アスファルト防水)相当	
(7) BEMS導入	(7)-1	BEMS導入	3 × 10 ³	3 × 10 ³	40 × 10 ³	8 年	-5,000 ～ -3,000(約10年)	(7)-2	BEMS	24 × 10 ³	3 年	(7)-3	ビルのエネルギー管理システム	8 × 10 ³	20 年	3,000	8 年	官庁営繕(中央監視盤)	
(8) 太陽熱利用								(8)-2	太陽熱利用	2 × 10 ³	10 年	(8)-1	太陽熱温水器導入(業務部門)	55 × 10 ³	15 年	2,000	10 年	日本エネルギー経済研究所「エネ研日本モデル」(09.3)	
(9) 太陽光発電	(9)-1	太陽光発電	62 × 10 ³	47 × 10 ³	38 × 10 ³	9 年	23,000 ～ 35,000(約12年)	(9)-2	太陽光発電	124 × 10 ³	10 年	(9)-3	太陽光発電導入(業務部門)	49 × 10 ³	20 年	62,000	9 年	国税庁(前掲の機械及び装置以外のもの、主として金属製のもの)	
(10) ワークスタイル												(10)-3	サマータイムの導入	-38 × 10 ³		-38,000	-	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ(01.6)を引用	
(11) 業務用コジェネレーション												(11)-3	ガスコジェネレーション(業務部門)	-9 × 10 ³	10 年	-8,500	10 年	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ(01.6)を引用	
家庭部門																			
(12) 冷暖房効率化	(12)-1	冷暖房効率化	-30 × 10 ³	-24 × 10 ³	-56 × 10 ³	3 年	-24,000 ～ -56,000(約8年)									-30,000	3 年	国税庁(冷房用・暖房用機器)	
(13) 照明の効率化等	(13)-1	照明の効率化等	-28 × 10 ³	-21 × 10 ³	-22 × 10 ³	3 年	-51,000 ～ -27,000(約8年)	(13)-2	高効率照明	-6 × 10 ³	3 年					-28,000	3 年	官庁営繕(蛍光灯器具)	
(14) 家電製品の効率化	(14)-1	家電製品の効率化	28 × 10 ³	21 × 10 ³	21 × 10 ³	3 年	-14,000 ～ -10,000(約8年)	(14)-2	トップランナー家電	-4 × 10 ³	3 年					28,000	3 年	国税庁(電気冷蔵庫、電気洗濯機その他これらに類する電気・ガス機器)	
(15) 高効率給湯器	(15)-1	高効率給湯器	143 × 10 ³	90 × 10 ³	98 × 10 ³	3 年	-11,000 ～ -1,000(約8年)	(15)-2	高効率給湯器	34 × 10 ³	3 年	(15)-3	潜熱回収型給湯器	-10 × 10 ³	10 年	143,000	3 年	官庁営繕(ガス湯沸器)	
(16) 新築住宅断熱化	(16)-1	住宅断熱化	430 × 10 ³	570 × 10 ³	861 × 10 ³	9 年	247,000 ～ 514,000(約15年)	(16)-2	省エネ住宅(※断熱)	50 × 10 ³	10 年					430,000	9 年	国税庁(木造・合成樹脂造のもの、店舗用・住宅用のもの)	
(17) 既存断熱リフォーム	(17)-1	住宅断熱化	430 × 10 ³	570 × 10 ³	861 × 10 ³	9 年	247,000 ～ 514,000(約15年)									430,000	9 年	建築学会(アスファルト防水)相当	
(18) HEMS導入	(18)-1	HEMS等		-2 × 10 ³	-1 × 10 ³	3 年	-20,000(約8年)									-2,000	3 年	官庁営繕(中央監視盤)	
(19) 太陽熱利用給湯	(19)-1	太陽熱温水器	17 × 10 ³	81 × 10 ³	22 × 10 ³	8 年	-7,000 ～ 35,000(約10年)	(19)-2	太陽熱利用	2 × 10 ³	10 年	(19)-3	太陽熱温水器(家庭部門)	8 × 10 ³	15 年	17,000	8 年	国税庁(前掲の機械及び装置以外のもの、主として金属製のもの)	
(20) 太陽光発電	(20)-1	太陽光発電	78 × 10 ³	58 × 10 ³	70 × 10 ³	10 年	25,000 ～ 39,000(約15年)	(20)-2	太陽光発電	124 × 10 ³	10 年	(20)-3	太陽光発電導入(家庭部門)	49 × 10 ³	20 年	78,000	10 年	国税庁(前掲の機械及び装置以外のもの、主として金属製のもの)	
(21) ライフスタイル												(21)-3	待機電力の節電	-38 × 10 ³	8 年	-38,000	-	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ(01.6)を引用	
(22) 家庭用コジェネレーション												(22)-3	家庭用燃料電池コジェネレーション	5 × 10 ³	10 年	30,000 [※]	10 年	官庁営繕(ガス湯沸器)	
業務・家庭共通																			
(23) 風力発電								(23)-2	風力発電(※産業部門)	-12 × 10 ³	10 年	(23)-3	風力発電量の導入促進	12 × 10 ³		12,000	-	国税庁(前掲の機械及び装置以外のもの、主として金属製のもの)	
(24) 木質バイオマス												(24)-3	木質バイオマスのエネルギー利用 (製材工場等の残廃材)	4 × 10 ³	20 年	4,000	20 年	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ(01.6)を引用	
(25) 廃棄物発電												(25)-3	廃棄物発電の導入促進	2 × 10 ³		2,000	-	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ(01.6)を引用	
(26) 建物間熱・電力融通																—	—	「サステナブルタウン調査委員会」報告書(08.3)ケースD2	
(27) 清掃工場廃熱												(27)-3	地域熱供給施設 (都市熱源ネットワーク整備)	4 × 10 ³	45 年	18,782 (A) [※]	20 年	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ	
																28,329 (B) [※]	20 年	〃	
																16,616(C) [※]	20 年	〃	
(28) 一括受電+大規模コジェネ																2,586 (A) [※]	15 年	中央環境審議会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ	
備考	*1:内閣官房「地球温暖化問題に対する懇談会中期目標検討委員会」で合意された短い投資回収年数 *2:耐用年数を基に、投資回収年数を耐用年数の7割の年数で設定。 *3:対策コスト(レベルⅠ): 資源エネルギー庁の最大導入ケースと同程度の努力ケースで、90年比7%削減。 *4:対策コスト(レベルⅡ): 附属書Ⅰ国全体が25%削減する場合における我が国の分担についての仮分析を踏まえ、90年比15%削減。 *5:対策コスト(レベルⅢ): IPCCの最も厳しいシナリオから90年比25%削減。 ※:各地域、別途に設定した対策コスト。()内はケーススタディ地区を示す。 *6 官庁営繕 経済調査会「建築物のライフサイクルコスト」7) 建築学会 日本建築学会建築経済委員会「修繕方式の標準」ー耐火建築物の維持保全に関する研究ー 8) 国税庁 「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」28)																		

(参考資料4)

内閣官房「地球温暖化問題に関する懇談会中期目標検討委員会」で提示された対策ごとの CO₂ 削減コスト

(1) 国立環境研究所の見解

出所: 第6回検討委員会(2009.3.27)資料2-4① AIM モデルによる分析 -2020年排出量選択候補に関する検討⁴⁾

1) 対策の段階別に 0～Ⅲの段階を設定(下表)

対策 0	対策 I	対策 II	対策 III
エネルギーの努力継続ケースと同程度のケース	エネルギーの最大導入ケースと同程度の努力ケース	附属書 I 国全体が 25% 削減する場合における我が国の削減分	IPCC の最も厳しいシナリオに沿った削減ケース
90 年比+4% 05 年比▲5% (+33 百万トン増加)	90 年比▲5% 05 年比▲14% (94 百万トン削減)	90 年比▲13% 05 年比▲21% (185 百万トン削減)	90 年比▲23% 05 年比▲30% (313 百万トン削減)

2) 以下の算定要領により対策ごとのコストを試算

$$AC_i = (C_i - C_i^0) / (Q_i^0 - Q_i)$$

AC : 削減費用 (円/tCO₂eq)

C : 対策技術の年価 C^0 : 競合技術の年価

Q : 対策技術の GHG 排出量 Q^0 : 競合技術の GHG 排出量

i : 対策技術

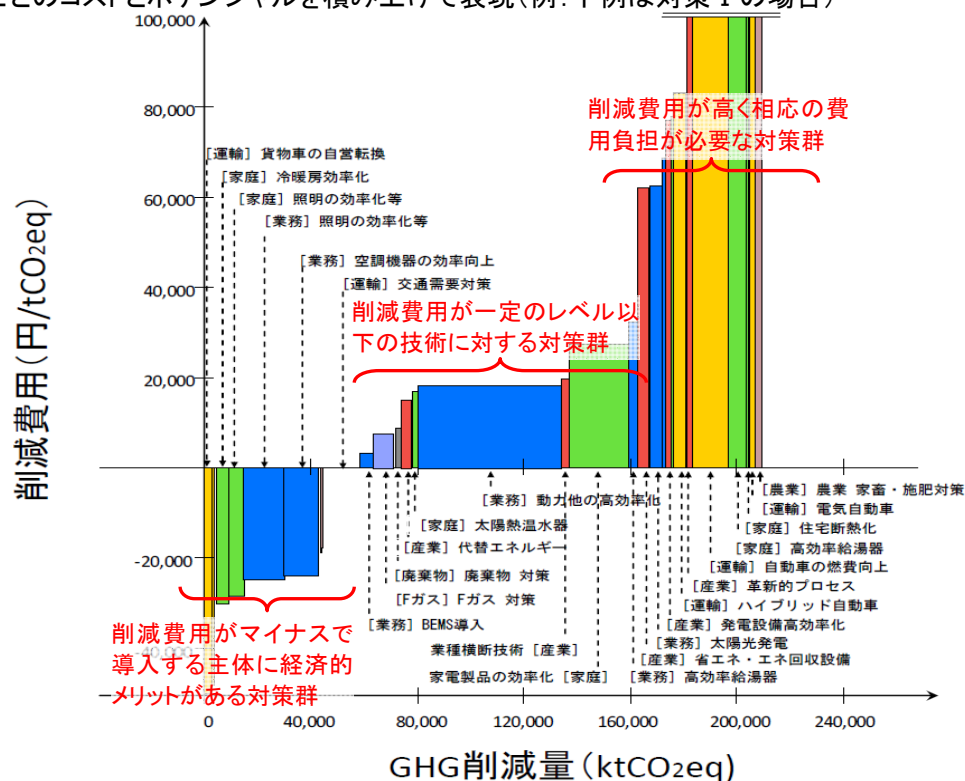
$$C_i = \frac{P}{\min(T, L_i)} + E_i + OM_i$$

P : 技術の初期費用 E : 技術の年間エネルギー費用

OM : 技術の維持管理費用 L : 技術の寿命

T : 投資回収年数

3) 対策ごとのコストとポテンシャルを積み上げて表現(例: 下例は対策 I の場合)



(2) 日本エネルギー経済研究所の見解

出所: 第6回検討委員会(2009.3.27)資料 2-3② エネ研日本モデルによる分析結果⁵⁾

1) 対策ケースを段階的に設定、各ケースで推進上の要件を想定。

努力継続ケース	最大導入ケース	▲13%ケース	(▲23%の可能性)
これまでの効率改善の延長線上で努力を継続し、市場メカニズムを最大限に活用するケース	最先端の技術を設備更新時に最大限導入させるため、誘導的規制措置を実施するケース	実施可能性を無視して、法律による強制、義務化、大幅な補助支援等を実施するとしたケース	○▲13%ケースで実施すること以上の個別対策は現状では想定不可能。 ○さらに10%削減するためには我が国の活動量自体を縮小する必要があると考えられる。
90年比+5% 05年比▲5%	90年比▲5% 05年比▲14%	90年比▲13% 05年比▲21%	
(例) 省エネ住宅、省エネ建築物 対策における前提			
・省エネ法の省エネ基準 ・融資制度	・法改正(対象拡大・強化) ・融資枠拡大 ・BEMSへの補助金制度	・新築への適用義務 ・既築への強制改修	

2) 以下の算定要領により対策ごとのコストを試算

$$MAC = \{(\alpha_a \times Cinv_a + Cene_a + Co\&m_a) - (\alpha_b \times Cinv_b + Cene_b + Co\&m_b)\} / \Delta CO_2$$

a: 新規技術、b: 既存技術

α_s : 平準化係数(年経費率) (=1/Y(投資回収年数))

$Cinv_s$: 初期投資費用

$Cene_s$: 年間エネルギーコスト

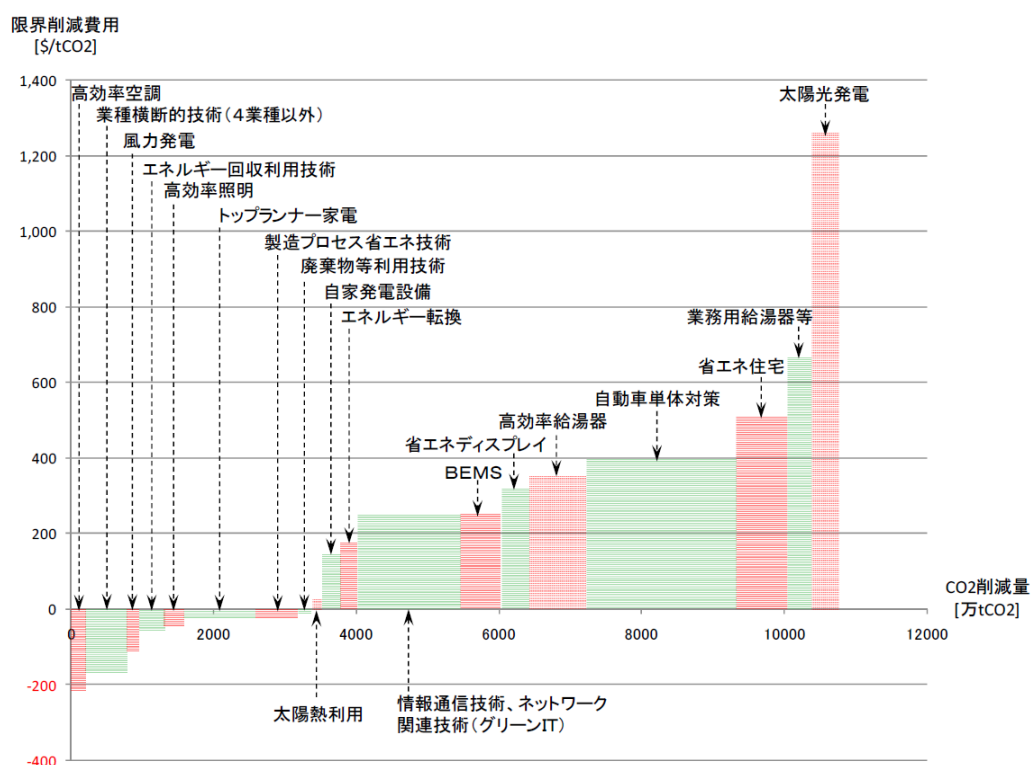
$Co\&m_s$: 年間維持管理費

ΔCO_2 : 新規技術導入による追加的 CO2 排出削減量(年間)

添字の s には a もしくは b

本分析ではランニングコストメリットとして一括で表現。

3) 対策ごとのコストとポテンシャル(最大導入ケースの場合)



(3) 分析に基づく見解 (出所: 第6回検討委員会(2009.3.27))

1) 国立環境研究所の主な見解

- ① 90 年比 15%削減以上の技術積み上げは可能。低炭素社会構築に向けた適切な制度を構築し誘導的な政策措置を実施することで実現できる。さらに炭素の価格付けによる炭素消費の多い行動や活動量の削減も見込めば、25%以上の削減も可能になる。
- ② 初期費用を3年(一部10年)で回収するように固定価格買取制度や補助金などの支援措置を行うことで市場が拡大する。さらに、量産効果で価格が下がる(例えば太陽光は1kWあたり現在の70万円から2020年には26万円に)。
- ③ 対策技術の導入には、対策Ⅱで2010年から2020年までの10年間の追加費用の総額として75兆円が必要となるが、そのまま低炭素産業への投資になる。また、省エネ機器により各主体はエネルギー費用を節約することができ、その回収額は10年間で40兆円にもなる。

2) 日本エネルギー経済研究所の主な見解

- ① 2020年までのタイムスパンを考慮すると、「最大導入ケース」がCO₂削減の限界であると考えられるが、日本が世界の常に半歩先を歩み続けることが、「日本の国際的地位の確保」、「日本産業の持続的発展」のために重要であるので、更なる可能性を求めて国を挙げての努力が必要。しかし、90年比13%削減については、厳しい負担から国民合意が得られるかどうかは疑問。
- ② 最大導入ケースの延長線上で2050年のエネルギー需給の姿を描くと、CO₂排出削減量は、2005年比▲65%の削減と試算される。これは日本の2050年目標(60%~80%削減)とも整合する。

(4) ケーススタディによる評価例

1) 都心中心地域 (A地区) における評価

①地域の概要

対象地域は、ターミナル駅を中心に業務、商業、住宅、ホテル、大学等が混在する既成市街地で、地区内及び周辺に供給処理施設（清掃工場）が立地する。また、地区内には複数の地域冷暖房施設が整備されており、複数建物間でエネルギーの面的利用が図られている。同地区では、大規模未利用地等での再開発が計画されており、本調査では、今後の再開発等が進展した状況を想定している。環境自治体白書（2005年版）¹⁰および用途別床面積等に基づいて推計した本地区のCO₂排出量は年間約70万トンであり、そのうち、業務部門が68%を占めている点が特徴的である。

②対策の方向性

本地区では、地区内外に清掃工場廃熱の未利用エネルギー源が賦存していること、既に一部の地区でエネルギーの面的利用が実施されていることなどから、建物レベルでの各種低炭素化対策に加え、下記のような未利用エネルギー活用等のインフラ整備を想定した。

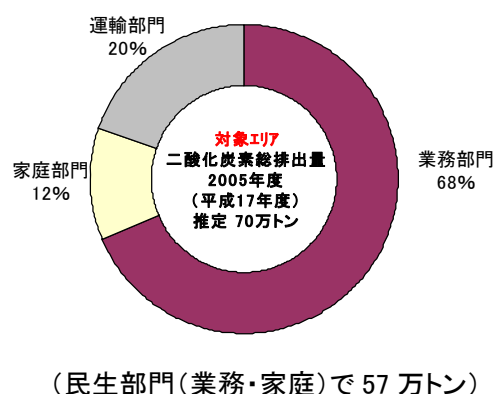
- ・大規模未利用地における先進的なエネルギー基盤整備
- ・高温の未利用エネルギー（＝清掃工場廃熱）の活用
- ・既存の地域冷暖房インフラを活用した広域的エネルギーネットワークとの連携等



<A地区の概況>

- ・区域面積: 約 398 ha
- ・建物床面積: 約 880 万㎡
- ・人口: 40,723 人
- ・世帯数: 21,944 世帯

<A地区のCO₂排出量(推定値)>



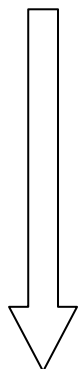
(民生部門(業務・家庭)で 57 万トン)

図2.2.3 地域概況と対策の方向性及びCO₂排出量(A地区)

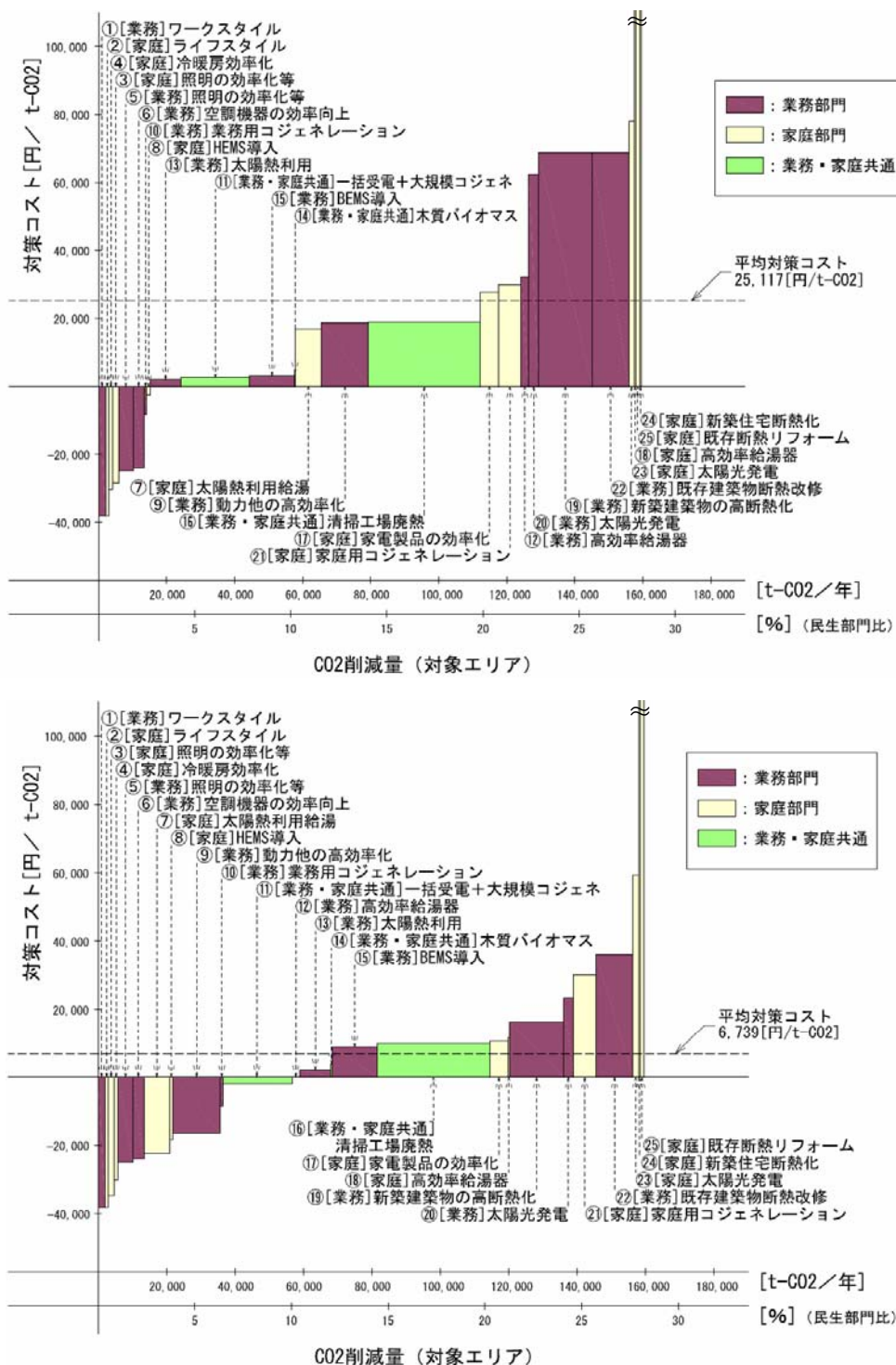
③CO₂削減のポテンシャルと対策ごとのコスト評価例

A地区の低炭素化対策のCO₂削減量（削減ポテンシャル）と対策ごとのコストについて、限界削減費用曲線を図2.2.4に示す。本地区では「業務・家庭共通」とした街区・コミュニティレベルのエネルギーシステムの整備により大きな削減効果が見込まれる。また、図2.2.4では中期目標検討委員会で合意された短い投資回収年数を想定した場合、下は表2.2.1で示した、耐用年数を前提とした長い投資回収を想定した場合である。投資回収年数を見直すことにより、地区全体での平均対策コストも大きく減少することが見込まれた。

短い投資回収
年数の想定に
よる試算例
ー平均対策
コスト：
25,117 円/
t-CO₂



耐用年数を前
提とした長い
投資回収を想
定した対策コ
スト（暫定案）
による試算例
ー平均対策
コスト：
6,739 円
/t-CO₂



2) 郊外住宅密集地域（B地区）における評価例

①地域の概要

対象地域は、主に第一種低層住居専用地域、第一種中高層住居専用地域などによって構成される幹線道路の沿道に広がる居住施設を中心とした既成市街地である。対象地区は南部の駅前地域の一部を除き、中小の集合住宅や戸建住宅、業務施設から構成され、都心中心地域へ比較的近い立地条件と良好な住宅環境により住宅が密集する郊外住宅密集地域である。地域の主要施設としては、幹線道路沿いの南北に2つの清掃工場が立地し、南部の駅前地域には地域冷暖房施設が整備されている。また、3棟の大規模病院と8棟の公立小中学校が立地する。本調査では、今後もこの地域の良好な住環境が担保され住宅密集地域であり続けるとの想定を基に低炭素削減対策の導入シナリオを想定した。環境自治体白書（2005年版）¹⁰⁾および用途別床面積等に基づいて推計した本地区のCO₂排出量は年間21万トンであり、そのうち、業務・家庭部門が71%を占めている。

②対策の方向性

本地区では、住居比率の高い住居中心の地区であること、地区内には病院、学校等の施設、地域冷暖房施設、2つの清掃工場が点在し、未利用エネルギー源も賦存していることを考慮し、太陽光などの再生可能エネルギーの活用を中心に建物単体レベルでの各種低炭素化対策を行い、加えて、清掃工場廃熱利用による未利用エネルギー活用のインフラ整備を想定した。

- ・居住施設や小・中学校、病院における太陽光エネルギー・太陽熱エネルギーの活用
- ・主要施設（病院、学校等）及び居住施設への分散型エネルギーシステムの導入
- ・高温の未利用エネルギー（＝清掃工場廃熱）の活用

（居住中心地域での既存の清掃工場と地域冷暖房施設を活用した広域的ネットワークの構築）



<B地区の概況>

・区域面積:	395ha
・建物床面積:	300 万m ²
・人口:	44,613 人
・世帯数:	21,495 世帯

<B地区のCO₂排出量(推定値)>

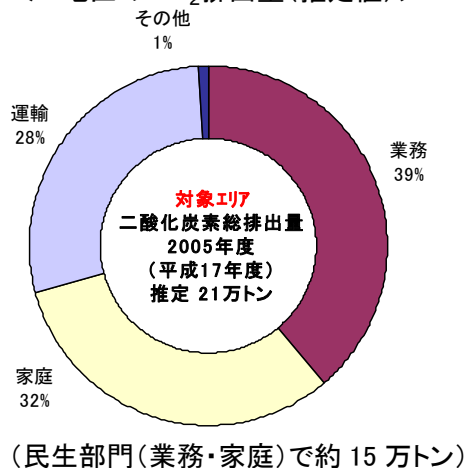
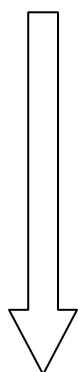


図2.2.5 地域概況と対策の方向性及びCO₂排出量(B地区)

③CO₂削減のポテンシャルと対策ごとのコスト評価例

B地区でのケーススタディで試算した、各種低炭素化対策のCO₂削減量（削減ポテンシャル）と対策ごとのコストについて、限界削減費用曲線を図2.2.6に示す。同地区では、「家庭部門」での再生可能エネルギーの活用と分散型エネルギーシステムの導入、及び「家庭・業務部門」共通の対策として、既存の清掃工場、地域冷暖房施設を活用した未利用エネルギー利用による広域的エネルギーネットワークの構築によりCO₂削減の大きな効果が見込まれる。また、表2.2.1で示した、設備機器又は設備システムの耐用年数を基にした長い投資回収年数による対策コスト(暫定案)を用いることにより、地区全体での平均対策コストも大幅に減少することが確認できた。

短い投資回収年数による試算例
—平均対策コスト：
31,791 円
/t-CO₂



耐用年数を前提とした長い投資回収を想定した対策コスト(暫定案)による試算例
—平均対策コスト：
13,940 円
/t-CO₂

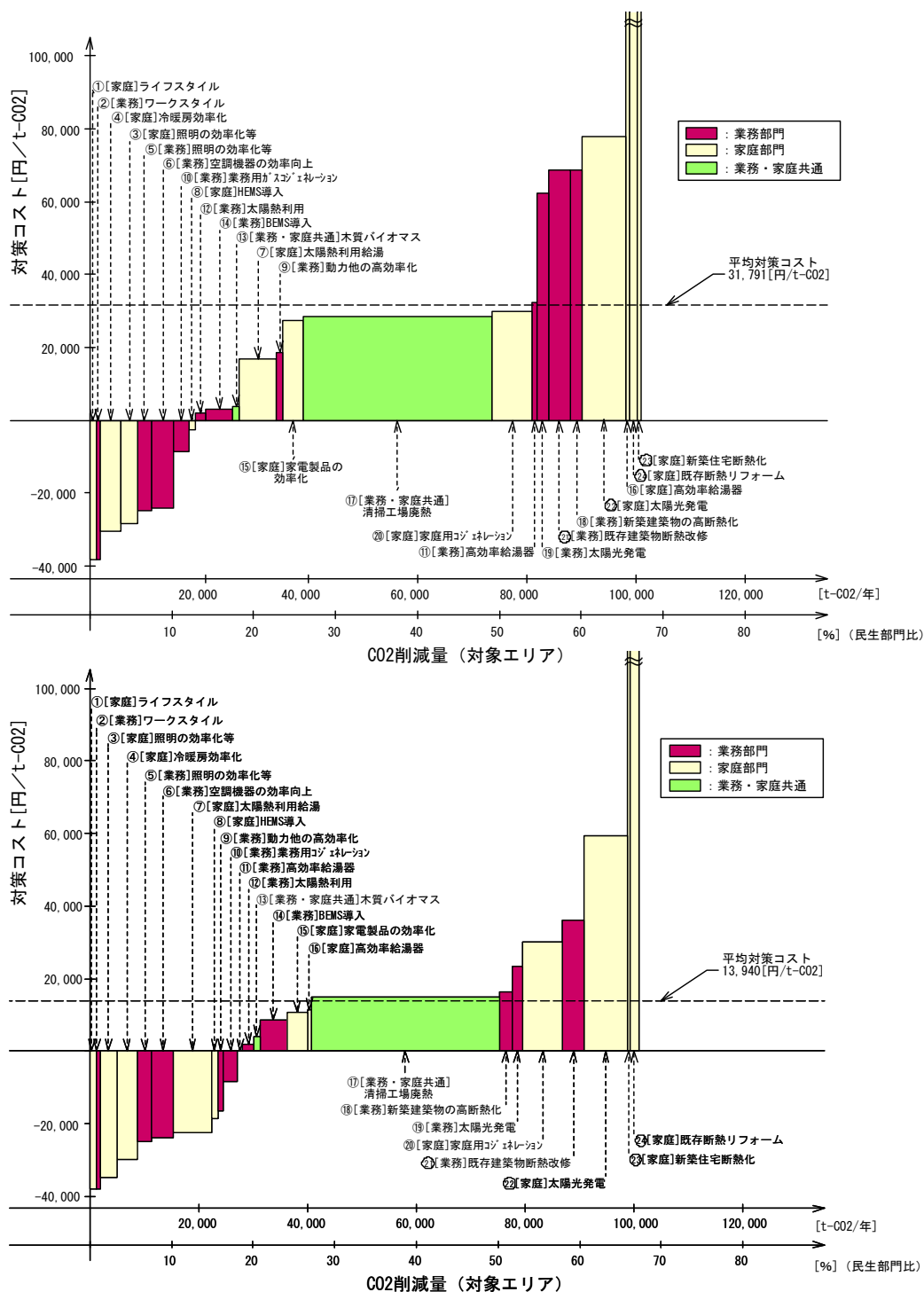


図 2.2.6 B地区の限界削減費用曲線

2.3 対策がもたらす便益（EBとNEB）の評価

今後更に推進すべき低炭素化対策では、多様なステークホルダーが存在するが、彼等にとり光熱費削減やCO₂削減効果だけでは動機付けとしては弱く、これ以外の多様な副次的な便益についての認識を浸透させることが、投資意志決定や合意形成の促進のうえで重要だと考えられる。

既に述べたとおり、低炭素化対策に伴う光熱費削減等の直接的便益（Energy Benefit: EB）とは別に、対策によって触発される間接的な経済効果や環境保全上の便益等、対策を評価する際に見落されがちな様々な便益があり、既往研究^{11),12)}によればこれらは間接的便益（Non-Energy Benefit: NEB）と総称される。ここでは、NEBを考慮した費用対便益（B/C）の評価方法を提案する。なお、ここで提案する考え方は、建築単体から都市スケールに亘るあらゆる低炭素化対策に適用可能である。

（1）便益を受けるステークホルダーの想定

街区・コミュニティにおける低炭素化対策では、建物単体の場合と比較して多様なステークホルダーが考えられる。以下に、対策の実施において想定される主要なステークホルダーをあげ、それぞれの便益の背景にあると考えられる特徴を述べる。

1) 建物所有者

建物所有者は光熱費をはじめとする維持管理費や建物の資産価値の変化に敏感であり、資産価値を左右する各種の災害対策や環境規制の強化に対するリスク回避にも関心が高い。

2) 建物利用者

建物利用者は主に常駐者を想定するが、テナントとして賃借している場合と建物所有者である場合とに大別され、省エネへの関心は所有形態により異なる。一方で、安全・安心対策、健康快適性や知的生産性など、居住環境の変化には敏感である。

3) 自治体

自治体は低炭素化対策の推進や地元経済の活性化の機会ならびに防災・減災性の向上を求めており、民間の自主的な取組みや啓発につながる対策に関心が高い。

4) 国

民生部門の更なる低炭素化対策に関心があり、建物単体を超えたエネルギーの面的利用や再生可能・未利用エネルギーの利用拡大なども推進していく必要がある。

5) 街区エネルギーサービスプロバイダー・エネルギー供給事業者

街区・コミュニティのエネルギーシステムを建設・運用し、建物間の熱融通の精算やCO₂削減効果、グリーンエネルギー創出効果等を計量し契約者に還元する。エネルギー供給事業者がこの役割を担うケースもある。

6) 金融機関

低炭素化対策の資金調達における優遇金利など、経済的インセンティブとして金融商品による誘導策に関心がある。また、近年、企業の社会的責任論が高まるなか、低炭素化対策等に対する融資への社会的要請も高まり、継続的な低炭素化対策にも関心が高い。

7) 地域住民・社会

地球温暖化対策への貢献に関心が高まりつつある一方、健康増進や住環境の快適さ、利便性、安全性の高い街区・コミュニティについての関心が特に高いと考えられる。

(2) NEBの貨幣価値換算の考え方

本調査では、後に述べる街区、コミュニティを対象としたケーススタディにおいて、以下の方針でNEBの貨幣価値換算を試みる。

- ① 各対策がもたらすNEBのうち、貨幣価値に換算可能と考えられるものを抽出する。
- ② 貨幣価値の試算要領の面からNEBを表2.3.1に示すとおり5つに分類する。必要に応じ更に細分化を行う。
- ③ ②の分類ごとに、既往知見を参考とした貨幣価値換算要領を設定し、ケーススタディから得られる数値と合わせ、NEBの貨幣価値を試算する。

表2.3.1 NEBの貨幣価値換算上の分類(暫定案)

a. 環境価値創出に対する便益

対策により実現する省エネ量や再生可能・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。

b. 地域経済への波及に伴う便益

対策に要するインフラ・機器設備や、事業運営のために支出する投資や費用に応じ、推定される地域経済への波及効果を便益と考える。

c. リスク回避による便益

対策を実施しなかった場合に、偶発的事故、法規制強化、健康影響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。

d. 普及・啓発効果による便益

対策の実施による啓発・教育効果、広告宣伝効果など、通常、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コストを便益と考える。

e. 執務・居住環境の向上による便益

対策の実施より、知的生産性の向上や健康増進など、建物居住者・執務者にとっての住環境の向上を便益と考える。

NEBを考慮した費用対便益 (B/C) の評価イメージを図2.3.1に示す。ケーススタディから得られる各種数値と、文献等をもとに想定する数値からNEBを貨幣価値に換算し、EBである光熱費削減額と合計した便益 (B=EB+NEB) と、対策のコスト (C) 総額から、B/Cを算出する。

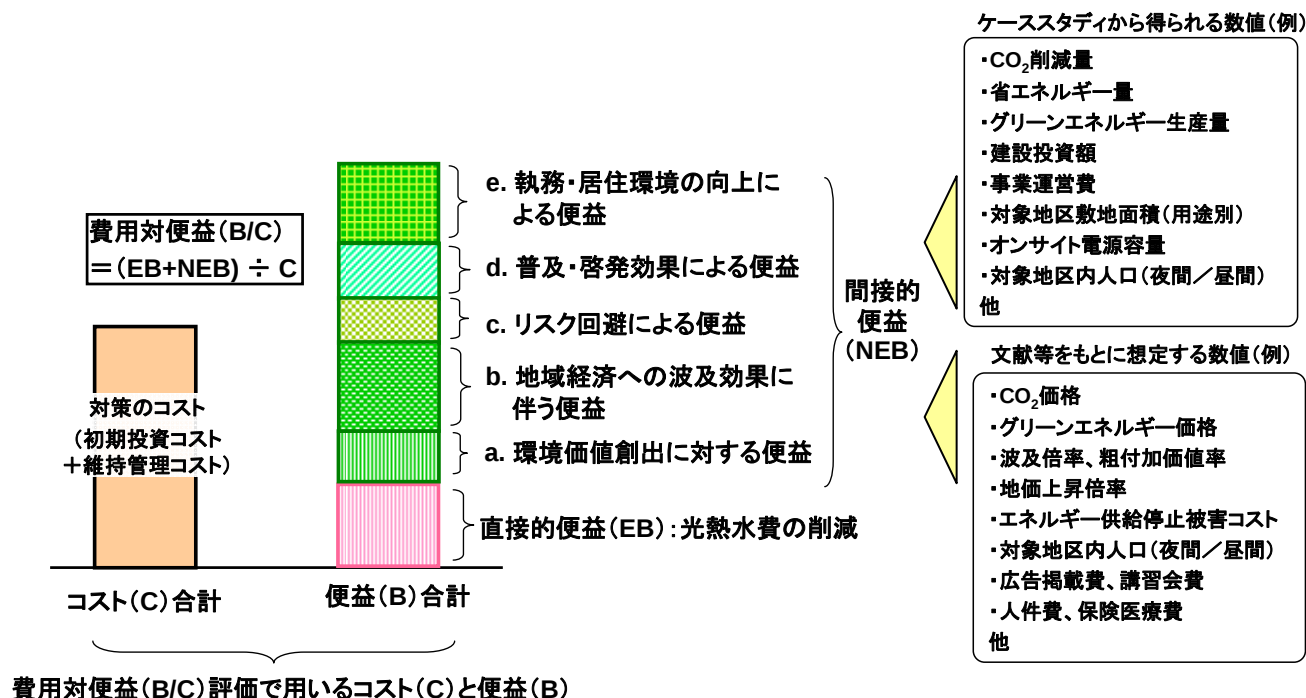


図 2.3.1 間接的便益(NEB)を考慮した費用対便益(B/C)の評価のイメージ

表2.3.2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2.3.2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。

また、上に述べた各種のNEBは、全てのステークホルダーに一律に帰属するわけではなく、それぞれ個々に帰属先が異なる点も考慮する必要がある。表2.3.2には分類されたNEBごとに、主に便益を受けるステークホルダーに違いがあることについても示した。

表 2.3.2 間接的便益(NEB)の貨幣価値換算要領

(ステークホルダー)

A: 建物所有者/B: 建物利用者/C: 街区エネルギーサービス事業者/D: 金融機関/E: 行政/F: 地域住民・社会

NEBの分類		計算式	文献等 ^{※1)} に基づき設定するパラメータ	主な便益を受けるステークホルダー					
				A	B	C	D	E	F
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 (ton-CO ₂ /年)] × [CO ₂ 設定価格 (円/ton-CO ₂)]	CO ₂ 設定価格: Point Carbon「Carbon 2009 (2009.3)」 ¹³⁾ の将来予測値 (45%の回答者が2020年の価格を35ユーロ(約4700円)以上と予測)を参考に設定 (例: 4,000円/ton-CO ₂)	●	●	●			
	a2 グリーンエネルギー(グリーン電力・熱)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使用量 (MJ)] × [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 ¹⁴⁾ 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	インフラ建設投資による経済波及効果 (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 ^{15), 16)} 等を参考に設定 (例: 0.5)					●	●
	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投資の粗付加価値の試算例 ^{15), 16)} 等を参考に設定 (例: 1.3)					●	●
	b3 不動産価値上昇効果(住宅地)	エリアの不動産価値上昇効果 (円/年) = [標準地価 (円/㎡)] × [不動産価値上昇率 (%)]	1) 標準地価: 総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた 2009」 ¹⁷⁾ の数値を利用 2) 不動産価値上昇率: 「CASBEE 不動産活用マニュアル(暫定版)(09.7)」 ¹⁸⁾ 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: 住宅地0.5%、商業地0.5%)	●					
	b4 不動産価値上昇効果(商業地)	不動産価値上昇効果 (円/年) = [対象土地面積 (㎡)] ÷ [上昇効果の期間 (年)]							
c. リスク回避による便益	c1 BLCP ^{※2)} (業務・生活継続計画)への貢献-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)]	供給停止被害額原単位、発生確率、供給停止時間: 「サステナブルタウン調査委員会報告書(08.3)」他 ^{9), 19)} の数値を利用 (例: 高圧事業所の被害額原単位: 2800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 法規制等強化・基準値引き上げ等に伴うリスクの回避効果	法規制強化等に伴うリスクの回避効果 (円/年) = [光熱費 (円/年)] × [リスク回避費用率]	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(09.7.17)」 ²⁰⁾ の環境関連法制度の厳格化を考慮し光熱費の1%以上に相当する対策コストを許容する企業数(1%-1社、2%-1社、3%-2社)を参考に設定 (例: 2.25%)	●	●	●			
	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」 ²¹⁾ 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) ²²⁾ 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)」 ²³⁾ 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]	啓発・教育に要するコスト: 非営利団体のセミナー参加費を参考に設定 (例: 3,000円)					●	
	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) = [対策に要した費用 (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参考資料集」 ²⁴⁾ 掲載企業の事例(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%)	●	●	●	●		
e. 居住・執務環境の向上	e1 執務者の知的生産性向上	執務者の知的生産性向上 (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 ²⁵⁾ 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 健康増進	(検討中)			●				

※1) 参考文献リストを巻末の p.31 に示す

※2) BLCP: Business and Living Continuity Plan

(3) 各低炭素化対策のコストに対するNEBの反映

対策ごとのコスト評価において、従来はEBのみを考慮した正味の対策コストであるが、NEBを考慮することで、対策ごとのコスト評価が変化し、限界削減費用曲線も変化すると考えられる。

ここでは、上で述べたNEBを以下の方針で低炭素化対策ごとに配分し、NEBを考慮した場合の限界削減費用曲線の表現を試みる。

- ① ケーススタディでのNEB (a1～e2) を、適切な指標 (CO₂削減量への寄与率、グリーンエネルギー創出への寄与率等) に基づき、間接的便益に寄与する各対策に按分する。本調査における方針を表2.3.3に示す。
- ② 各対策に按分したNEBを対策ごとに積み上げ、これを当該対策のCO₂削減ポテンシャルで割り、当該対策分のNEB (円/t-CO₂) とする。
- ③ 図2.3.2に示すように、対策の実施に関する1年当たりのコスト (イニシャルコストとランニングコストの合計) から、EBおよび、②で求めたNEBを差し引き、正味の対策コスト (円/t-CO₂) を算出する。

[対策コスト((円/年)/(t-CO₂/年))]

= [イニシャルコスト(円 / (t-CO₂/年)) / [投資回収年数(年)]

+ [年間ランニングコスト((円/年) / (t-CO₂/年))]

- [年間省エネルギー量(MJ/年)] × [エネルギー単価(円/MJ)] / [CO₂削減ポテンシャル(t-CO₂/年)]

- [配分された NEB((円/年) / (t-CO₂/年))]

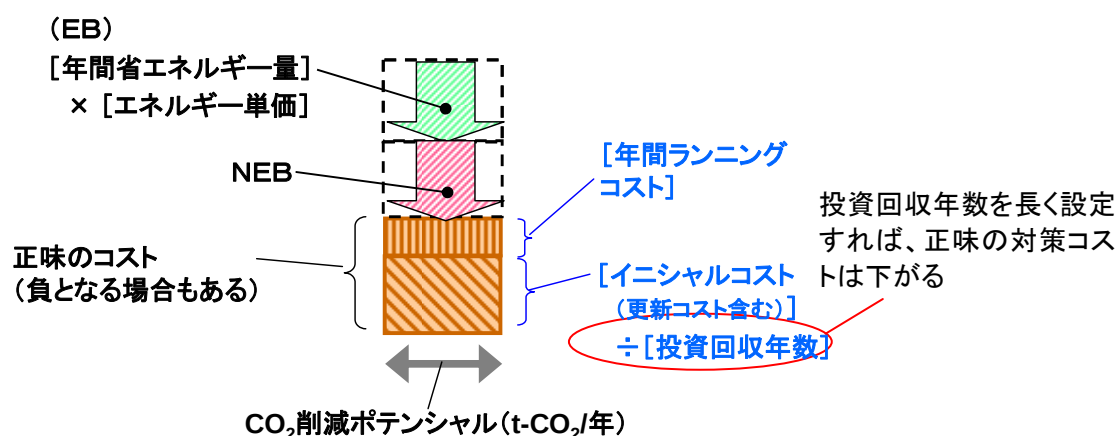


図 2.3.2 NEB を考慮した低炭素化対策コストの考え方

表 2.3.3 各種低炭素化対策ごとの NEB の按分方法(暫定案)

NEB の項目		NEB に寄与する 主な低炭素化対策	NEB を対策ごとに 按分する方針
a. 環境価値 創出に対 する便益	a1 CO ₂ 削減価値	家庭・業務の全対策	CO ₂ 削減量
	a2 グリーンエネルギー(グリー ン電力・熱)創出価値	家庭・業務の太陽光発電・太 陽熱利用	グリーンエネルギー 使用量
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	清掃工場廃熱、エネルギー の面的利用等	インフラ建設初期投資額
	b2 事業運営による経済波 及効果	一括受電+大規模 CGS 等	事業運営費
	b3 不動産価値上昇効果 (住宅地)	家庭部門の全対策、清掃工 場廃熱等	CO ₂ 削減量
	b4 不動産価値上昇効果 (商業地)	業務部門の全対策、清掃工 場廃熱等	CO ₂ 削減量
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	家庭・業務の太陽光発電・コ ージェネレーション等	分散型電源容量
	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	家庭・業務の全対策	CO ₂ 削減量
	c3 健康被害の回避効果 (家庭部門)	家庭部門の断熱等対策、清 掃工場廃熱、エネルギーの 面的利用等	CO ₂ 削減量
	c4 健康被害の回避効果 (業務部門)	業務部門の断熱等対策、清 掃工場廃熱、エネルギーの 面的利用等	CO ₂ 削減量
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	清掃工場廃熱等	CO ₂ 削減量
	d2 先導的・モデル的事業 による広告宣伝効果	清掃工場廃熱等	対策に要した費用
e. 居住・執務 環境の向 上	e1 執務者の知的生産性 向上	業務部門の断熱等対策・機 器(空調、照明)対策	CO ₂ 削減量
	e2 健康増進	(検討中)	

(4) ケーススタディによる評価例

1) 都心中心地域（A地区）における評価

①費用対便益の評価例

ケーススタディ結果に基づく、NEBを考慮した費用対便益の評価例を図2.3.3に示す。図2.3.3の例では、EBの約1.2倍に相当するNEBが見込まれる。NEBの内訳を見ると、「e1 居住・執務環境の向上（知的生産性向上）」「c2 リスク回避（法的規制等強化）」「b3 地域経済への波及（不動産価値上昇・住宅地）」などの占める割合が高い。

費用対便益（B/C）の評価について、EBのみではB/Cは0.77にとどまるが、NEBを考慮することでB/Cは1.7が期待される結果となった。

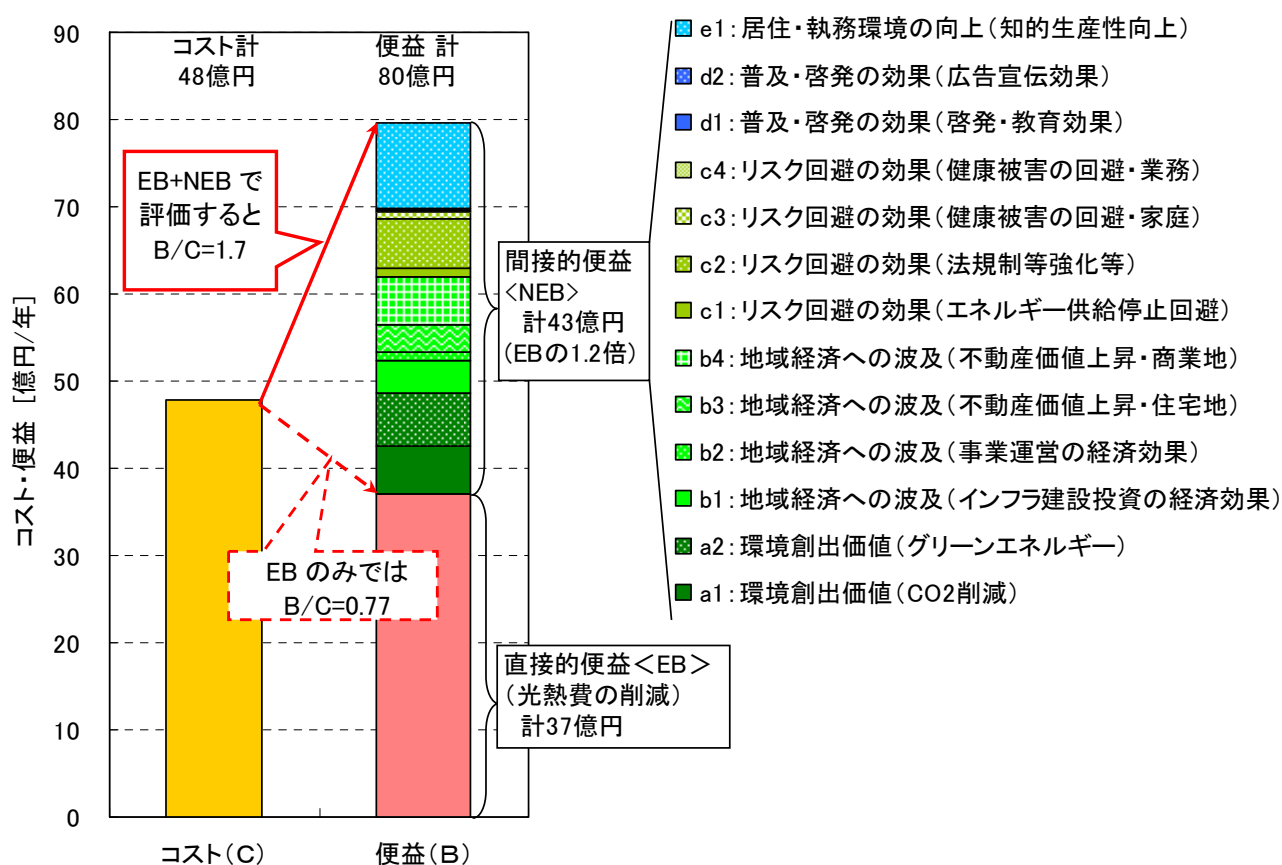


図2.3.3 間接的便益(NEB)を考慮した費用対便益(B/C)の評価例(A地区)

注) NEBは全てを評価できているわけではなく、貨幣価値換算の検討可能なものを評価している

②NEBを考慮した限界削減費用曲線の評価例

NEB (a1～e2) を便益に寄与する各対策に按分し、NEBを考慮した対策ごとのコストを試算し、これを反映した限界削減費用曲線を作成した。図2.3.4に示すように、NEBを考慮することで、対策ごとの正味のコストは大幅に減少し、多くの対策でコストはマイナス（投資回収年数内に投資コストよりも生み出される便益が大きくなる）となることが期待される。

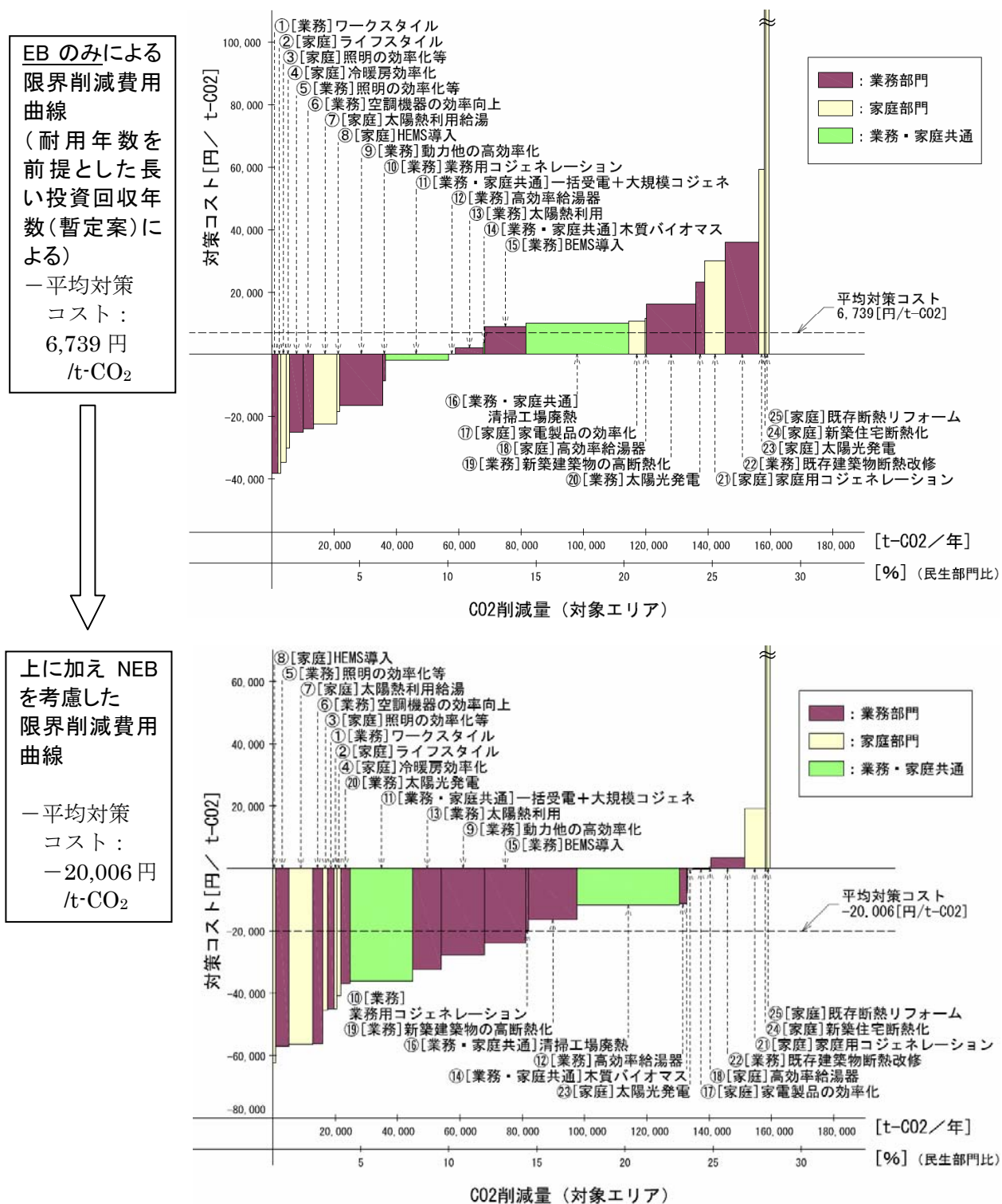


図 2.3.4 A 地区の限界削減費用曲線(上:EB のみ、下:NEB を考慮)

2) 郊外住宅密集地域（B地区）における評価

①費用対便益の評価例

ケーススタディ結果に基づく、NEBを考慮したB/Cの評価例を図2.3.5に示す。図2.3.5の例では、EBの9割弱に相当するNEBが見込まれる。NEBの内訳を見ると、「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」「a1 CO2削減価値」「a2 グリーンエネルギー（グリーン電力・熱）創出価値」「b1 インフラ建設投資による経済波及効果」などの占める割合が高い。

B/Cの評価について、EBのみではB/Cは0.66にとどまるが、NEBを考慮することでB/Cは1.22が期待される結果となった。

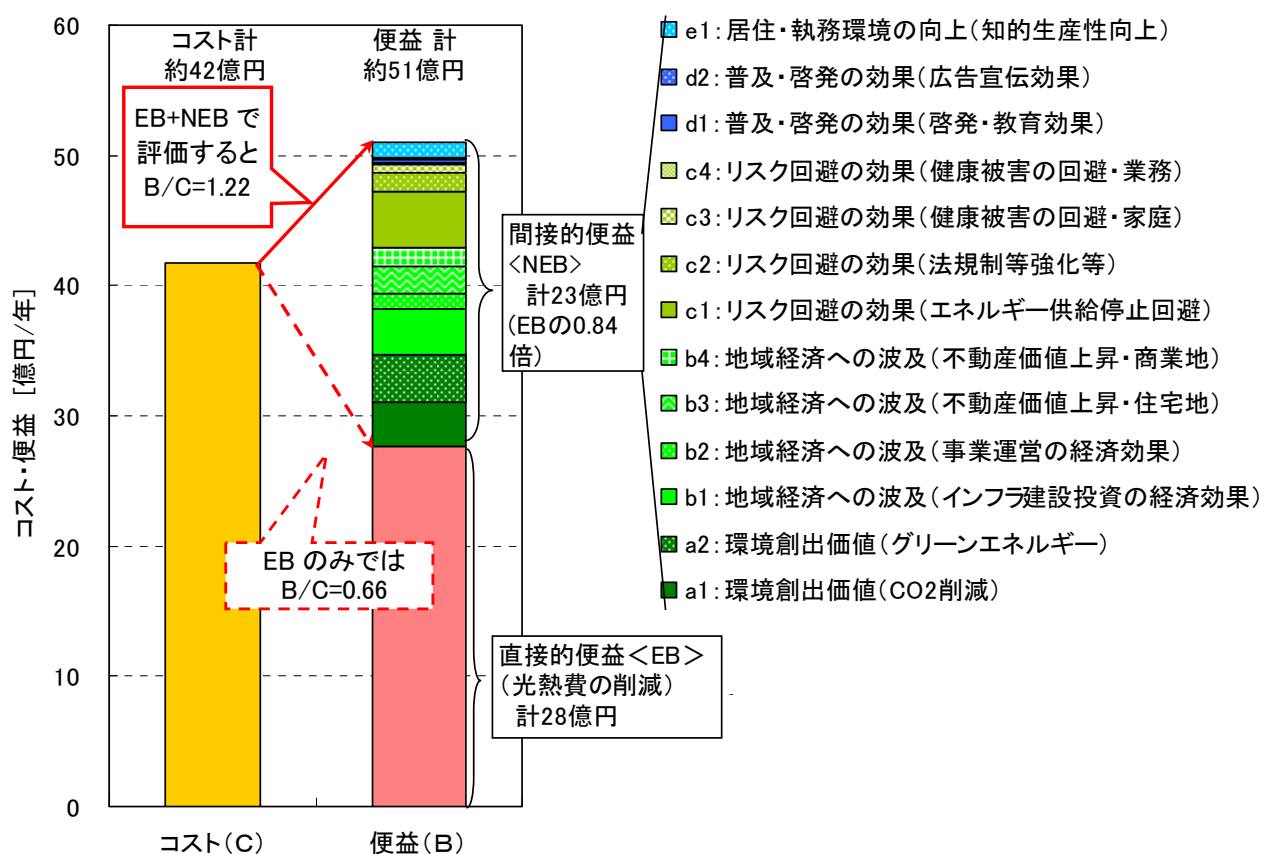


図2.3.5 間接的便益(NEB)を考慮した費用対便益(B/C)の評価例(B地区)

注) NEBは全てを評価できているわけではなく、貨幣価値換算の検討可能なものを評価している

②NEBを考慮した限界削減費用曲線の評価例

NEB (a1～e2) を便益に寄与する各対策に按分し、NEBを考慮した対策ごとのコストを試算し、これを反映した限界削減費用曲線を作成した。図2.3.6に示すように、NEBを考慮することで、対策ごとの正味のコストは大幅に減少し、多くの対策でコストはマイナス（投資回収年数内に投資コストよりも生み出される便益が大きくなる）となることが期待される。

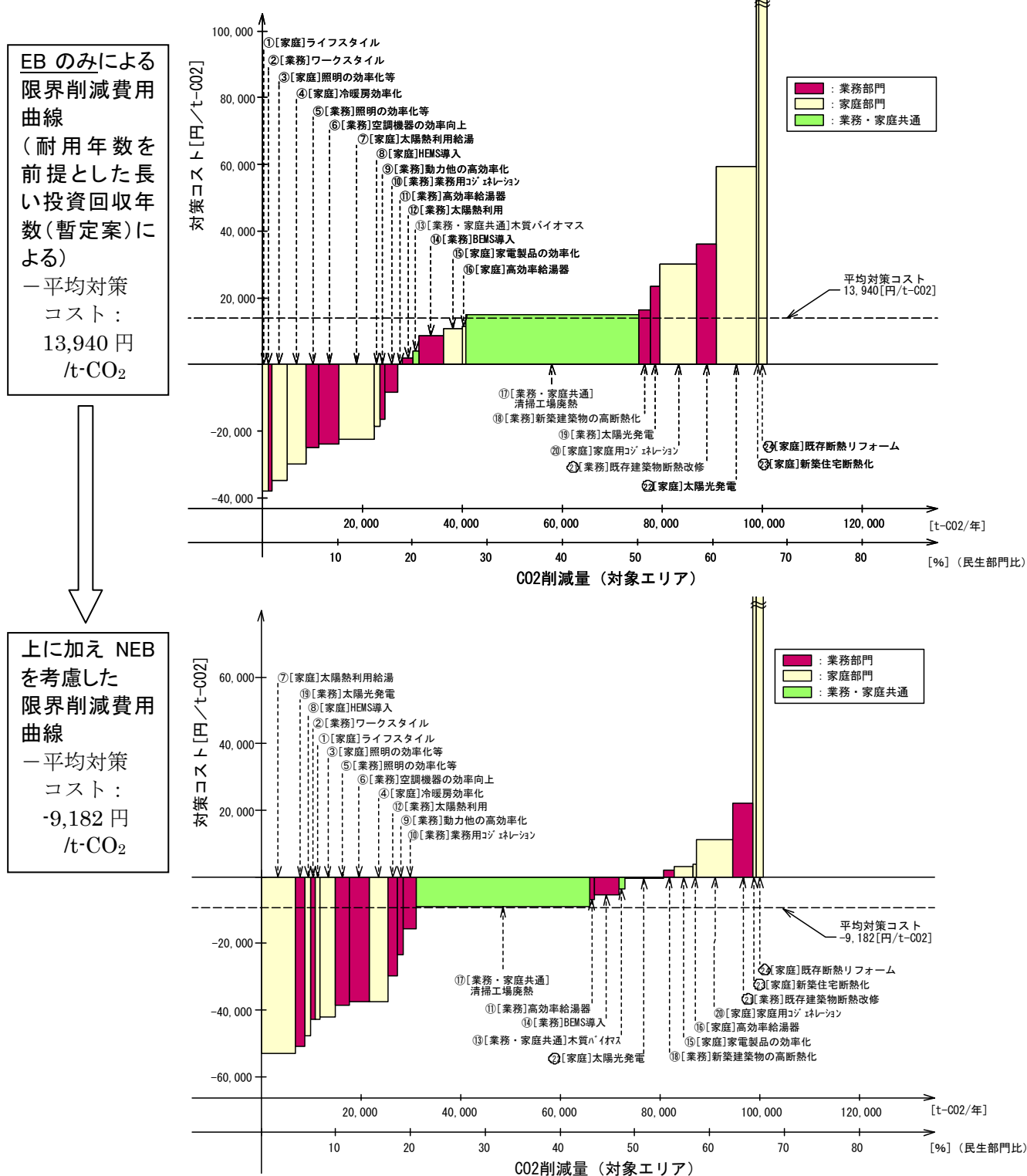


図 2.3.6 B 地区の限界費用曲線(上:EB のみ、下:NEB を考慮)

3. まとめ

本報告書は、民生部門におけるさらなる低炭素化に向け、建物単体を超えた、街区、コミュニティスケールで可能となる各種の対策の推進を目的として研究調査を進める「カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査」の成果の一部を中間とりまとめとしたものである。

中長期的視点からの対策ごとのコスト評価の考え方、ならびに低炭素社会づくりに係わる多様なステークホルダーの立場や価値観等に配慮した間接的便益（NEB）を考慮した費用対便益（B/C）の考え方を提案し、具体的な街区・コミュニティを対象としたケーススタディを通じ、以下のような結果を得た。

1) エネルギーの面的利用、未利用エネルギー（清掃工場廃熱）の位置づけの明確化

- ・ 京都議定書目標達成計画²⁶⁾で重要な対策と位置づけられていながら、「地球温暖化問題に対する懇談会中期目標検討委員会（2008.11～2009.4）」では扱われなかった、「エネルギーの面的利用」や、「未利用エネルギー活用」のCO₂削減ポテンシャルやコスト評価を行い、街区・コミュニティスケールで有望な対策であることを明らかにした。
- ・ 本調査では特に清掃工場廃熱の地域内利用をとり上げたケーススタディを行い、エネルギー需要密度の高い都市部を中心に有望であることを明らかにした。

2) 対策ごとのコスト評価における適切な投資回収年数設定や地域特性の配慮に関する提案

- ・ 対策ごとのコスト評価は投資回収年数の設定によって変動する。耐用年数を前提とした長い投資回収年数を想定したコスト評価を通じ、短い投資回収年数では適切に評価されなかった、「建築物の断熱強化」や「エネルギーの面的利用」等の、初期投資が大きい対策、インフラ整備を要する対策が適切に評価されることが明らかになった。この結果から、社会資本としての耐用年数を前提としたコスト評価が妥当であると考えられ、税制等により中長期的視点での投資へのインセンティブなどを検討する必要があると考えられる。
- ・ 対策ごとのコストは、投資回収年数というパラメータ以外にも、街区やコミュニティの地域特性や評価の対象とする範囲の設定により異なる。したがって、対策の評価にあたっては地域特性や対象範囲を考慮した評価が重要と考えられる。

3) 低炭素化対策がもたらす間接的便益（NEB）を考慮した対策評価に関する提案

- ・ 低炭素化対策によって得られる便益には、直接的便益（Energy Benefit: EB）と、間接的便益（Non-energy Benefit: NEB）がある。NEBの貨幣価値換算の考え方を提案し、ケーススタディを通じ、EB以外に相当程度のNEBが期待できることを明らかにした。したがって、

低炭素化対策の議論では、NEBの考慮が重要と考えられる。

- ・ 低炭素化対策の対策ごとのコスト(正味のコスト)は、従来はEBのみで議論されていたが、NEBを考慮することによって評価が大幅に変化し、限界削減費用が大きく低下する。したがって、地区内での有望な対策が増えることにより更なる低炭素化のポテンシャルが期待できると考えられる。

本中間とりまとめは低炭素化対策の費用・便益の評価に関する考え方の提案が中心であり、分析結果の数値自体はあくまで暫定的なものである。数値については今後の国内外の対策議論等の動向を踏まえて精査していくとともに、ケーススタディの拡充を図り、低炭素化対策の推進方策などの検討を進めていく予定である。

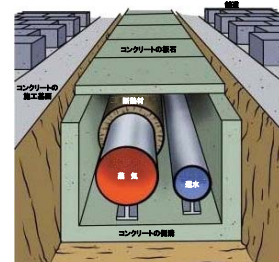
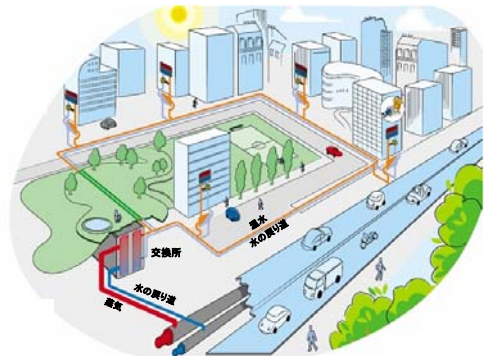
(参考資料5) パリ市における蒸気ネットワークと清掃工場廃熱の有効利用の事例

パリ市の熱供給事業者CPCU社は、市内で445kmの蒸気ネットワークを所有・管理し、パリ市全体の温熱需要(暖房・給湯)の3分の1を供給する。ベースの熱源は、市内の3カ所の清掃工場からの廃熱で、夏期以外は天然ガスコージェネレーション廃熱、ガスボイラ、石炭、重油があわせて用いられる。需要端では蒸気から温水への熱交換が行われ、その接続箇所は30万カ所にのぼる。

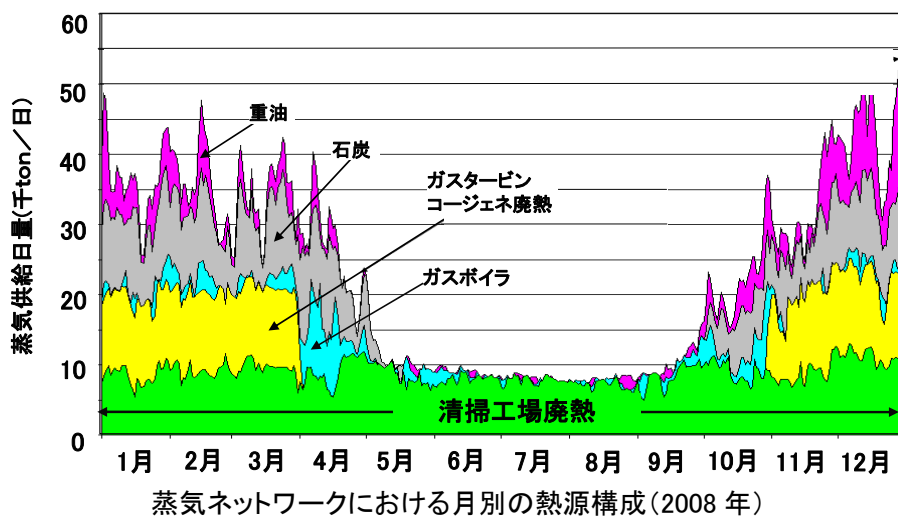
2008年実績によれば、市の年間熱需要(暖房・給湯用)の約15%を清掃工場廃熱がカバーしている。CPCU社では今後も熱源の多様化を図るとしており、エネルギー源の選択肢の多重化、顧客への熱供給の信頼性保証、地域の未利用資源の活用などの観点から、地熱、バイオマスなどにも熱源の多様化を図っている。



パリ市内の蒸気ネットワーク図



蒸気ネットワークと需要端の接続イメージ



蒸気ネットワークにおける月別の熱源構成(2008年)

資料出所: CPCU(パリ都市熱供給)社、「都心の低炭素化に向けた地域冷暖房ネットワーク形成フォーラム」
主催: (社)都市環境・エネルギー協会(2009.3.24)²⁷⁾

(参考文献)

- 1) 内閣官房「地球温暖化問題に関する懇談会 中期目標検討委員会」資料, 2008.11～2009.4
- 2) 環境自治体白書(2007年版), 環境自治体会議/環境自治体会議環境政策研究所 編
- 3) 中央環境審議会地球環境委員会「目標削減シナリオ小委員会」中間とりまとめ, 2001.6
- 4) 国立環境研究所「AIM/Enduse[Japan]による2020年排出削減に関する検討」, 2009.3
- 5) 日本エネルギー経済研究所「エネ研日本モデルによる分析結果(中期目標検討委員会本分析結果)」, 2009.3
- 6) McKinsey, Y. Glemarec, GEA国際会議2009「低炭素社会を実現する科学技術と政策の推進」
- 7) 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「建築物のライフサイクルコスト」, 経済調査会
- 8) 修繕方式の標準-耐火建築物の維持保全に関する研究, 日本建築学会建築経済委員会
- 9) サステナブルタウン調査委員会報告書, (財)建築環境・省エネルギー機構, 2008.3
- 10) 環境自治体白書(2005年版), 環境自治体会議/環境自治体会議環境政策研究所 編
- 11) Bement Dawn, A. Skumatz Lisa: New Non-Energy Benefits (NEBs) results in the commercial/ industrial sectors: Findings from incentive, retrofit, and technical assistance/ new construction programe, ECEEE 2007 Summer Study Saving Energy, 2007.8
- 12) Bruce Tonn, Jean H. Peretz: State-level benefits of energy efficiency, Energy Policy 35 (2007)
- 13) Point Carbon「Carbon 2009(2009.3)」
- 14) 環境省「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」参考資料, 2008.6
- 15) 安田秀穂:自治体の経済波及効果の算出, 学陽書房刊, 2007.10
- 16) 川崎市産業連関表と経済波及効果の測定方法, 川崎市ウェブサイト
(<http://www.city.kawasaki.jp/20/20tokei/home/io/honbun/6.html>)
- 17) 総務省統計局「統計でみる市区町村のすがた2009」
- 18) CASBEE不動産活用マニュアル(暫定版), 日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム, 2009.7
- 19) 蟻生俊夫、後藤久典:需要家から見た供給信頼度の重要性和停電影響ー国内需要家調査および首都圏停電調査にもとづく分析ー, (財)電力中央研究所報告書, 2007.3
- 20) 「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」, 住友信託銀行, 2009.7
- 21) 生活保険文化センター「生命保険に関する全国実態調査」
- 22) 東京都監察医務院調査を引用し東京ガス作成, 「日本に多い入浴中の事故死ー2005年東京23区で発生した死亡者数の統計」 (<http://www.tokyo-gas.co.jp/tamago/200809.html>)
- 23) 国税庁「給与所得の調査(2005年度)」
- 24) 環境省総合環境政策局環境経済課:環境会計ガイドライン2005年版参考資料集, 2005.2
- 25) DianaUrge-Vorsatz1, L.D.Danny Harvey, Sevastianos Mirasgedis, Mark D. Levine: Mitigating CO2 emissions from energy use in the world's buildings, Building Research & Information(2007) 35(4), 379-398
- 26) 京都議定書目標達成計画, 2005.4
- 27) (社)都市環境・エネルギー協会「都心の低炭素化に向けた地域冷暖房ネットワーク形成フォーラム」資料, 2009.3
- 28) 国税庁「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」

民生部門の低炭素化に係る対策コストと
間接的便益（NEB）を考慮した費用対便益（B/C）の評価
～カーボンマイナス・ハイクオリティタウン調査委員会 中間とりまとめ～

平成 21 年 11 月

一般社団法人 日本サステナブル・ビルディング・コンソーシアム（JSBC）

当レポートに掲載されている内容の無断転載・複製を禁じます。